



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

**Tadas Lisauskas**

**VERSLO CENTRO KAUNE STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ  
DALIES PROJEKTAS**

Baigiamasis magistro projektas

**Vadovas**

Doc. dr. Mindaugas Augonis

**KAUNAS, 2016**

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

Magistro baigiamasis projektas

VERSLO CENTRO KAUNE STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS

Tadas Lisauskas

Magistro baigiamojo projekto tema – Verslo centro Kaune statybinių konstrukcijų dalies projektas. Pastatas yra dviejų aukštų su dvejomis terasomis. Verslo centro bendras plotas – 2049,1 m<sup>2</sup>, o sklypo plotas – 10614 m<sup>2</sup>.

Baigiamasis projektas susideda iš šių dalių:

1. Statybos reglamentavimo dalies, kurioje išvardinami statybos procese naudoti teisiniai dokumentai.
2. Architektūrinės dalies, kurioje aptariamas architektūrinis pastato sprendimas, skaičiuojamas stogo šilumos perdavimo koeficientas.
3. Konstrukcinės dalies, kurioje skaičiuojama surenkama gelžbetoninė perdanga, surenkama gelžbetoninė kolona, vientiso sraigtinio gręžimo poliniai ir surenkami gelžbetoniniai pamatai.
4. Technologinės ir ekonominės dalies, kurioje ekonominiu požiūriu palyginami surenkami gelžbetoniniai ir vientiso sraigtinio gręžimo poliniai pamatai. Aprašoma vientiso sraigtinio gręžimo polinių pamatų įrengimo technologija.
5. Darbų saugos ir aplinkosaugos dalies, kurioje atliekamas profesinės rizikos vertinimas, detalizuojama statybos procese būtina darbų sauga ir aplinkosauga.

Projekte apskaičiuotos šios konstrukcijos: kiaurymėta perdangos plokštė, surenkama gelžbetoninė rėmsijė, surenkama gelžbetoninė kolona, surenkami gelžbetoniniai ir vientiso sraigtinio gręžimo poliniai pamatai.

**Reikšminiai žodžiai:** gelžbetoninė perdanga, kolona, gręžtiniai poliai, surenkami gelžbetoniniai pamatai.

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

Master's final project

PROJECT OF STRUCTURAL PART OF A BUSINESS CENTER IN KAUNAS

Tadas Lisauskas

The main topic of this master's final project is project of structural part of a business center in Kaunas. It is a two storey building with two terraces. The extent of the building is – 2049.1 square meters, and the extent of the plot is – 10614 square meters.

This final project consists of the following sections:

1. Building regulation and legislation section in which all the legal acts of a building process are identified.

2. Architectural section, in which architectural solution of a building is discussed and the coefficient for the heat transfer of a roof is being calculated.

3. Structural section, in which prefabricated reinforced concrete span, prefabricated reinforced concrete column, boned piles and prefabricated reinforced concrete foundation are calculated.

4. Technological and economical section, in which the economical comparison between prefabricated reinforced concrete foundation and boned piles foundation is made. A description about the installation of boned piles foundation is added.

5. Safety at work and environmental section, in which evaluation of the professional risks is made and a detailed description of the safety at work and the environmental issues handling is provided.

In this particular project the calculations of the following structures is made: hallow core slab, prefabricated reinforced concrete beam, prefabricated reinforced concrete column, prefabricated reinforced concrete and boned piles foundation.

**Keywords:** reinforced concrete floor, column, boned piles, prefabricated reinforced concrete foundation.

## Turinys

<b>IVADAS</b> .....	<b>4</b>
<b>1. STATYBOS REGLAMENTAVIMAS</b> .....	<b>5</b>
<b>2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS</b> .....	<b>7</b>
2.1. Bendra dalis .....	7
2.2. Sklypo ir pastato bendrieji rodikliai .....	7
2.3. Pastato planinis-tūrinis sprendimas .....	8
2.4. Konstrukciniai sprendimai.....	9
2.5. Inžinerinės sistemos.....	10
<b>3. KONSTRUKCINĖ DALIS</b> .....	<b>11</b>
3.1. Surenkamos kiaurymėtos gelžbetoninės perdangos plokštės projektavimas .....	11
3.1.1. <i>Gelžbetoninės perdangos plokštės su apskritomis kiaurymėmis pradiniai duomenys</i> .....	11
3.1.2. <i>Plokštės naudojimo situacijos saugos ribinio būvio skaičiavimas</i> .....	11
3.1.3. <i>Plokštės geometriniai skerspjūvio matmenys, betono ir armatūros parametrai</i> .....	12
3.1.4. <i>Preliminarus iš anskto įtemptosios armatūros skaičiavimas</i> .....	14
3.1.5. <i>Redukuoto skerspjūvio skaičiavimas</i> .....	16
3.1.6. <i>Plokštės armatūros išankstinių įtempių nuostoliai</i> .....	18
3.1.7. <i>Plokštės normalinio pjūvio stiprumo įvertinimas</i> .....	21
3.1.8. <i>Plokštės įstrižųjų pjūvių stiprumo skersinių jėgų atžvilgiu skaičiavimas</i> .....	23
3.1.9. <i>Plokštės naudojimo situacijos tinkamumo ribinių būvių skaičiavimas</i> .....	26
3.1.10. <i>Įstrižųjų plyšių skaičiavimas</i> .....	28
3.1.11. <i>Plokštės įlinkis</i> .....	28
3.2. Surenkamos rėmsijės projektavimas .....	30
3.2.1. <i>Surenkamos rėmsijės pradiniai duomenys</i> .....	30
3.2.2. <i>Rėmsijės naudojimo situacijos saugos ribinio būvio skaičiavimas</i> .....	31
3.2.3. <i>Betono ir armatūros savybių rodikliai</i> .....	32
3.2.4. <i>Preliminarus iš anskto įtemptosios armatūros skaičiavimas</i> .....	32
3.2.5. <i>Geometrinių charakteristikų skaičiavimas</i> .....	34
3.2.6. <i>Rėmsijės armatūros išankstinių įtempių nuostoliai</i> .....	37
3.2.7. <i>Rėmsijės normalinio pjūvio stiprumo įvertinimas</i> .....	40
3.2.8. <i>Rėmsijės įstrižųjų pjūvių stiprumo skersinių jėgų atžvilgiu skaičiavimas</i> .....	42

3.2.9. Rėmsijės gamybos ir transportavimo ribinių būvių skaičiavimas .....	43
3.2.10. Rėmsijės naudojimo situacijos tinkamumo ribinių būvių skaičiavimas .....	46
3.2.11. Įstrižųjų plyšių skaičiavimas.....	48
3.2.12. Rėmsijės įlinkis .....	49
3.2.13. Rėmsijės konstravimas.....	51
3.3. Kolonos projektavimas .....	52
3.3.1. Ekscentriškai gniuždoma kolona .....	52
3.3.2. Įstrižai lenkiama gniuždoma kolona (Tiriamoji dalis) .....	55
3.3.3. Kolonos gembės skaičiavimas .....	70
3.4. Polinio pamato projektavimas .....	72
3.4.1. Polinio pamato pradiniai duomenys.....	72
3.4.2. Projektavimo būdas DA1 1 derinys .....	73
3.4.3. Projektavimo būdas DA1 2 derinys .....	74
3.4.4. Nuosėdžių skaičiavimas pagal ribinę grunto po poliū atlaikymo gniuždymo jėgą ..	75
3.4.5. Nuosėdžių skaičiavimas sumavimo metodu.....	76
3.5.6. Polinio pamato armavimas.....	80
<b>4. TECHNOLOGINĖ IR EKONOMINĖ DALYS .....</b>	<b>84</b>
4.1. Vientiso sraigtinio gręžimo polių technologinė kortelė .....	84
4.2. Ekonominė dalis .....	89
4.1.1. Gelžbetoninių pamatų palyginimas .....	89
4.1.2. Statybos kainų išlaidų struktūra .....	90
<b>5. DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA.....</b>	<b>92</b>
5.1. Darbų sauga ir darbuotojų sveikata statinio statybos metu .....	92
5.2. Profesinės rizikos vertinimas darbo vietoje.....	93
5.3. Aplinkosaugos, kietųjų atliekų šalinimo ir išorės aplinkos reikalavimai .....	96
5.4. Higiena, sveikata ir vidaus aplinkos apsauga .....	96
<b>IŠVADOS .....</b>	<b>97</b>
<b>NAUDOTA LITERATŪRA .....</b>	<b>98</b>
<b>PRIEDAI .....</b>	<b>101</b>
1 priedas. Skaičiavimo rezultatai programa „Robot structure analysis profesional“ .....	101
2 priedas. Stogo šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas .....	105
3 priedas. Apkrovų skaičiavimas.....	108

3.1 priedas. Sniego apkrovos skaičiavimas .....	108
3.2 priedas. Vėjo apkrovos skaičiavimas .....	108
3.3 priedas. Nuolatinės apkrovos skaičiavimas.....	113
3.4 priedas. Naudingos apkrovos skaičiavimas.....	115
3.5 priedas. Apkrovų deriniai .....	115
4 priedas. Seklaus surenkamo gelžbetoninio pamato projektavimas .....	118
4.1 priedas. Sezoninio įšalo gylis .....	118
4.2 priedas. Grunto stiprumo ribinio būvio skaičiavimas .....	119
4.3 priedas. Sekliųjų pamatų nuosėdžių skaičiavimas.....	126
4.4 priedas. Seklaus pamato armavimas .....	128
5 priedas. Surenkamų gelžbetoninių pamatų darbų apimčių skaičiavimas .....	129
6 priedas. Vientiso sraigtinio gręžimo polinių pamatų darbų apimčių skaičiavimas .....	133
7 priedas. Mašinų komplekto statybos darbams atlikti parinkimas.....	136
8 priedas. Vientiso sraigtinio gręžimo polių įrengimo kokybės kontrolė.....	141
9 priedas. Vientiso sraigtinio gręžimo polių įrengimo technologija .....	145
10 priedas. Vientiso sraigtinio gręžimo polių įrengimo darbų sauga .....	147
11 priedas. Vientiso sraigtinio gręžimo polinių pamatų lokalinė sąmata. Darbo užmokesčio, medžiagų ir mechanizmų poreikio žiniaraščiai. (Sąmata ir žiniaraščiai sudaryti programa „Sistela“)	150
12 priedas. Surenkamų gelžbetoninių pamatų lokalinė sąmata. Darbo užmokesčio, medžiagų ir mechanizmų poreikio žiniaraščiai. (Sąmata ir žiniaraščiai sudaryti programa „Sistela“)	158

# IVADAS

## **Darbo tikslas:**

Suprojektuoti verslo centro Kaune laikančiąsias konstrukcijas, įvertinti įstrižai lenkiamos gniuždomos kvadratinio ir apvalaus skerspjūvio kolonų stiprumo parametrus, atlikti surenkamų gelžbetoninių pamatų ir vientiso sraigtinio gręžimo polių , konstrukcinę ir ekonominę palyginimąją analizę, sudaryti ekonomiškiausio varianto technologinę kortelę.

## **Darbo uždaviniai:**

- Apžvelgti pagrindinę teisinę informaciją apie projektuojamą pastatą;
- Aprašyti pastato konstrukcijas ir apskaičiuoti atitvaros šilumos perdavimo koeficientą;
- Apskaičiuoti laikančiąsias konstrukcijas;
- Apskaičiuoti įstrižai lenkiamų ir gniuždomų kvadratinio skerspjūvio kolonų stiprumus ir palyginti su tokio paties tūrio apvalaus skerspjūvio kolonomis;
- Atlikti dviejų laikančiųjų konstrukcijų ekonominį palyginimą;
- Sudaryti ekonomiškės konstrukcijos technologinę kortelę;
- Aprašyti darbų saugą ir aplinkosaugą.

## **Darbo metodai:**

- Teisinių dokumentų analizė;
- Reikiamos informacijos rinkimas įvairiuose literatūros šaltiniuose;
- Surinktos medžiagos analizė;
- Skaičiavimai remiantis norminiais dokumentais bei programomis „Sistela“ ir „Robot structure analysis profesional“;
- Skaičiavimų rezultatų apdorojimas ir medžiagos detalizavimas;
- Brėžinių parengimas.

# 1. STATYBOS REGLAMENTAVIMAS

Naujai statomas 2150 m<sup>2</sup> bendrojo ploto administracinės paskirties pastatas 1,06 ha komercinės paskirties sklype. Statinys priskiriamas ypatingų statinių grupei pagal STR 1.01.06:2013 „Ypatingi statiniai“ IV skirsnio 5 punktą (23) – visuomenės poreikiams naudojamas pastatas, kuriame vienu metu būna daugiau kaip 100 žmonių.

Lentelėje 1.1 pateikti pagrindiniai norminiai dokumentai, taisyklės ir standartai, apimantys bendruosius nurodymus bei reikalavimus, tiesiogiai ar netiesiogiai reglamentuojantys gręžtinių polinių pamatų, surenkamų gelžbetoninių kolonų, surenkamų gelžbetoninių sijų ir surenkamų gelžbetoninių perdangų įrengimo technologiją.

**1.1 lentelė.** Norminiai dokumentai, įstatymai, taisyklės ir standartai

Eil. Nr.	Žymuo	Pavadinimas	Pastabos
<b><u>LR įstatymai</u></b>			
1.		LR „Statybos įstatymas“	
<b><u>Statybos techniniai reglamentai (STR)</u></b>			
2.	STR 1.01.05:2007	„Normatyviniai statybos dokumentai“	
3.	STR 1.01.06:2013	„Ypatingi statiniai“	
4.	STR 1.09.04:2007	„Statinio projekto vykdymo priežiūros tvarkos aprašas“	
5.	STR 2.01.01(1):2005	„Esminiai statinio reikalavimai. Mechaninis patvarumas ir pastovumas“	
6.	STR 2.01.01(2):1999	„Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga“	
7.	STR 2.01.01(3):1999	„Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“	
8.	STR 2.01.01(4):2008	„Esminiai statinio reikalavimai. Naudojimo sauga.“	
9.	STR 2.01.01(5):2008	„Esminiai statinio reikalavimai. Apsauga nuo triukšmo“	
10.	STR 2.01.01(6):2008	„Esminiai statinio reikalavimai. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“	
11.	STR 2.01.07:2003	„Pastatų vidaus ir išorės aplinkos apsauga nuo triukšmo“	
12.	STR 2.05.02:2008	„Statinių konstrukcijos .Stogai“	
13.	STR 2.05.04:2003	„Poveikiai ir apkrovos“	
14.	STR 2.05.05:2005	„Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“	
15.	STR 2.05.11:2005	„Gaisro temperatūrų veikiamų gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“	
<b><u>Standartai (LST/EN)</u></b>			
16.	LST EN 10080:2006	„Armatūrinis plienas. Suvirinamasis armatūrinis plienas. Bendrieji dalykai“	



17.	LST EN 12350-2:2009	„Betono mišinio bandymai. 2 dalis. Slankumo bandymas“	
18.	LST EN 12390-3:2009	„Sukietėjusio betono bandymai. 3 dalis. Bandinių gniuždymo stipris“	
19.	LST EN 12620:2003+A1:2008	„Betono užpildai“	
20.	LST EN 1536:2011	„Specialieji geotechnikos darbai. Gręžtiniai poliai“	
21.	LST EN 197-1:2011	„Cementas. 1 dalis. Įprastinių cementų sudėtis, techniniai reikalavimai ir atitikties kriterijai“	
22.	LST EN 1992-1-1:2005 Eurokodas 2	„Gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. 1-1 dalis. Bendrosios ir pastatų taisyklės“	
23.	LST EN 1993-1-4:2007 Eurokodas 3	„Plieninių konstrukcijų projektavimas. 1-4 dalis. Bendrosios taisyklės“	
24.	LST EN 1997-1:2005 Eurokodas 7	„Geotechninis projektavimas. 1 dalis. Pagrindinės taisyklės“	
25.	LST EN 1997-2:2007 Eurokodas 7	„Geotechninis projektavimas. 2 dalis. Pagrindo tyrinėjimai ir bandymai“	
26.	LST EN 206:2014	„Betonas. Techniniai reikalavimai, eksploatacinės charakteristikos, gamyba ir atitiktis“	
27.	LST EN 934-2:2009+A1:2012	„Betono, statybinio ir injekcinio skiedinio įmaišiniai priedai. 2 dalis. Betono įmaišiniai priedai. Apibrėžtys, reikalavimai, atitiktis, ženklavimas ir etikečių tvirtinimas“	
28.	LST EN ISO 15630-1:2011	„Plienas betonui armuoti ir įtempti. Bandymo metodai. 1 dalis. Armatūriniai strypai, valcuotoji viela ir viela (ISO 15630-1:2010)“	
29.	LST EN ISO 17660-1:2006	„Suvirinimas. Armatūrinio plieno suvirinimas. 1 dalis. Apkraunamosios suvirintosios jungtys (ISO 17660-1:2006)“	
30.	LST L 1428.17:2005	„Betonas. Bandymo metodai. Atsparumo šalčiui nustatymas“	
<u>Kita</u>			
31.	RSN 156-94	„Statybinė klimatologija“	
32.	ST 121895674.100:2012	„Žemės ir statybvietės įrengimo darbai“	
33.	ST 121895674.100.01.01 :2012	„Požeminių konstrukcijų įrengimo darbai: Gręžtinių polių įrengimas“	
34.	ST 121895674.205.01.01:2014	„Betonavimo darbai“	
35.	ST 121895674.350.01:2012	„Hidroizoliavimo darbai“	
36.	ST 121895674.01.02:2012	„Betono ir G/B konstrukcijų montavimas“	
37.		„Esminiai statinio reikalavimai. Tvarus gamtos išteklių naudojimas“	

## 2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

### 2.1. Bendra dalis

Projektas paruoštas vadovaujantis Kauno miesto administracinės-pramonės zonos plėtros sprendiniais. Bendras sklypo plotas – 10614 m<sup>2</sup>. Projektuojamame kvartale yra jau įrengtos Taikos pr. ir Ateities pl. gatvės su reikalingais lauko inžineriniais tinklais. Yra iš dalies suprojektuoti ir iš dalies įrengti šaligatviai bei gatvių kelkraščių apželdinimas. Į statytojo žemės sklypą įrengti du įvažiavimai. Vienas iš Taikos pr., kitas – iš Ateities pl. Tam tikroje sklypo dalyje auga medžiai. Medžius planuojama iškirsti, o kirtimas vykdomas sudarius sutartį su Kauno miesto savivaldybe.

Užstatymo linija pagal Taikos pr. – 25,4 m nuo sklypo ribos. Pagal Ateities pl. – 17,2 m nuo sklypo ribos. Projektuojamo pastato ilgis pagal Taikos pr. – 62,53 m, plotis – 11,00 m, pagal Ateities pl. atitinkamai 43,10 m ir 11,00 m. Visą verslo centro sklypo teritoriją (sklypo linijų ribose) numatoma aptverti metalinio tinklo tvora, tarp metalinių stulpelių. Abejuose įvažiavimuose – montuojami automatiniai nustumiami vartai su atskirais varteliais. Šalia pastato, pagal normas – už 200 cm nuo tvoros ( sklypo ribos) suprojektuota 66 vietų automobilių, 5 vietų motociklų ir 10 vietų dviračių stovėjimo aikštelės. Pagal galiojančias normas ir taisykles, 3 vietos numatytos neįgaliesiems. Pagrindinis įėjimas į pastatą yra suprojektuotas šiaurinėje pusėje. Įvažiavus į sklypą nuo Taikos pr. vakarinėje sklypo dalyje numatoma įrengti poilsio zoną su suoliukais ir lauko baldais. Poilsio zonoje įrengiami takai su trinkelio grindiniu. Palei sklypo tvorą išdėstomi mažaaukščiai medžiai, o likusi vieta apsėjama veja.

### 2.2. Sklypo ir pastato bendrieji rodikliai

2.1 lentelė. Sklypo ir pastato bendrieji rodikliai

Rodiklio pavadinimas	Rodiklis	Mato vnt.
1. Sklypas		
1.1. Sklypo plotas	10614	m <sup>2</sup>
1.2. Sklypo užstatymo intensyvumas	19,31	%
1.3. Sklypo užstatymo tankumas	10,56	%
2. Pastatas		
2.1. Bendras plotas	2049,10	m <sup>2</sup>
2.2. Pagrindinis plotas	3902,58	m <sup>2</sup>
2.3. Pagalbinis plotas	295,64	m <sup>2</sup>
2.4. Pastato tūris	7745,90	m <sup>3</sup>

Rodiklio pavadinimas	Rodiklis	Mato vnt.
2.5. Aukštų skaičius	1÷2	vnt.
2.6. Pastato aukštis	9,20	m
2.7. Aukščiausia altitudė	84,20	m
2.8. Energetinio naudingumo klasė	A	-
2.9. Pastato atsparumas ugniai	II	-

### 2.3. Pastato planinis-tūrinis sprendimas

Pastatas yra V formos, suprojektuotas taip, kad derėtų prie aplinkos ir esamos situacijos. Pastato dvi dalys susikerta ir susijungia į vieną rytinėje pusėje. Pirmajame aukšte yra įrengti penki įmonių kabinetai, paruošti darbui su kompiuteriais, kurių bendras plotas yra 180,83 m<sup>2</sup>. Išėjus iš įmonių kabineto atsiduriama ekspozicijų salėje, kurioje įmonės eksponuoja naujausius ir geriausius savo produktus. Tiek vestibulyje, tiek ekspozicijų salėje numatoma minkšti baldai, o jaukumui padidinti – vazoninės gėlės. Vykstantiems masiniams susitikimams vakarinėje pastato dalyje nuo Ateities pl. įrengta konferencijų salė su 77 sėdimomis vietomis (ilgis siekia beveik 12 m, o plotis – 10 m). Pastato pirmajame aukšte šiaurinėje pusėje įrengtos pagalbinės patalpos, t. y. tualetai (vyrų, moterų, žmonių su negalia), valytojos patalpa, rūbinė ir techninė patalpa-sandėlis, kuri skirta pastatų inžinerinėms sistemoms.

Pastato antrajame aukšte yra konferencijų salė su stalu ir kėdėmis šešiolikai žmonių. Konferencijos salės laisvame plote išdėlioti minkštieji baldai ir vazoninės gėlės, o prie pietinių laiptų iš vakarų pusės yra numatomas kavos aparatas su staliuku ir dviem kėdėmis. Taip pat antrajame aukšte numatoma virtuvėlė, skirta darbuotojų pietums, poilsio kambarys, personalo patalpa, vyrų ir moterų tualetai. Apie pusę antro aukšto ploto užima terasa su lauko baldais, esanti pastato galuose vakarinėje dalyje. Terasa yra atvira ir naudojama šiltuoju metų laiku.

Pastate yra du pagrindiniai įėjimai (išėjimai), skirti darbuotojams ir kitiems žmonėms įeiti (išeiti) su automatinėmis durimis (vienas iš šiaurinės pusės nuo Taikos pr., kitas iš vakarinės pusės per vidinį kiemą). Taip pat vienas įėjimas (išėjimas) į techninę patalpą įrengiamas iš lauko. Be šių trijų išėjimų yra numatyti du tiesioginiai išėjimai į lauką per evakuacines laiptines (gaisro atveju). Evakuacinės laiptinės yra 1,5 m pločio, kuriuose gaisro atveju numatyta vieta žmonėms su negalia. Taip pat žmonėms su negalia yra įrengtas liftas, kuriuo jie gali pakilti į antrą aukštą.

## 2.4. Konstrukciniai sprendimai

Pamatai. Projektuojami dviejų tipų vientiso sraigtinio gręžimo poliniai pamatai, betono stiprumo klasė – C25/30 XC2. Po pagrindinėmis kolonomis, kurių matmenys 0,4x0,4 yra liejamas monolitinis rostverkas ir gręžiami poliai, kurių ilgis – 5,5 m, o skersmuo – 0,5 m. Rostverko matmenys – 0,9x0,7x0,6 m. Ten, kur montuojamas dvigubas pamatas, rostverko matmenys yra 2,2x1,2x0,6 m. Po fachverko kolonomis numatomo rostverko matmenys – 0,4x0,4x0,3 m, polių ilgis – 2 m, skersmuo – 0,3 m. Po laiptais įrengiami juostiniai monolitiniai pamatai. Gylis – 1,0 m, plotis – 0,25 m. Betono klasė – C25/30 XC2.

Pamatinės sijos. Pamatinės sijos yra monolitinės ir liejamos viename lygyje su rostverku. Betono klasė – C25/30 XC2. Skerspjūvio matmenys – 0,6x0,2 m.

Grindys. Apačioje ant sutankinto grunto (skaldos 150 mm) yra pilamas smėlio pasluoksnis, virš kurio montuojama akmens vata „PAROC GRS 20“. Termoizoliacinė medžiaga iš viršaus tepama hidroizoliacine medžiaga. Viršutinis sluoksnis daromas iš armuoto betono, ant kurio montuojamas išlyginamasis cementinio skiedinio sluoksnis ir betoninių plytelių danga. Grindų šilumos perdavimo koeficientas neviršija norminės reikšmės – 0,16 W/(m<sup>2</sup>·K) (5).

Kolonos. Kolonos yra iš surenkamojo gelžbetonio. Pagrindinių kolonų matmenys yra 0,4x0,4 m, o fachverko kolonų – 0,2x0,2 m. Kolonos gaminamos iš C30/37 klasės sunkiojo betono.

Perdanga. Perdanga yra sijinė, sudaryta iš surenkamo gelžbetonio rėmsijų ir kiaurymėtu perdangos plokščių. Rėmsijė ir perdangos plokštė projektuojami su iš anksto įtemptąją armatūra. Kiaurymėtai perdangos plokštei naudojamas C30/37, o rėmsijei – C50/60 stiprumo klasės betonas. Perdangos plokštės matmenys – 5660x2390x220 mm, kiaurymių skersmuo – 150 mm. Sijos aukštis – 800 mm, plotis – 300 mm, o ilgis – 9500 mm. Prie sijos šonų yra lentynos, kurių plotis – 130 mm. Grindis sudaro betonas – 20 mm, cementinis skiedinys – 20 mm ir keraminės plytelės – 13 mm.

Fasadai. Pirmojo aukšto grindų altitudė 0,00 = +75,00. Cokolio altitudė – -0,15. Pastato fasadai suprojektuoti iš daugiasluoksnių surenkamų plokščių su vėdinimo tarpu. Plokštės apdaila atlikta iš profiliuoto skardos lakšto. Spalva – mėlyna. Šiltinimo medžiagos: „Paroc Cortex“ 20 mm ir „Paroc eXtra Plus“ 220 mm. Šilumos perdavimo koeficientas yra 0,15 W/(m<sup>2</sup>·K) ir neviršija norminės reikšmės (A energetinio naudingumo klasė) – 0,15 W/(m<sup>2</sup>·K) (27).

Langai ir durys – dvikameriniai stiklo paketai, aliuminiuose rėmuose. Spalva – mėlyna. Cokolis – tinkas, dažytas hidrofobiniais fasadiniais dažais, spalva – mėlyna. Palangės – lygios plastikuotos skardos, storis – 0,6 mm, spalva – mėlyna. Stogelis virš įėjimo – grūdintas stiklas ant aliuminio profilių karkaso. Parapetai – lygios plastikuotos skardos, storis – 0,6 mm, spalva – mėlyna. Gaisrininkų kopėčios ir sausvamzdis – cinkuoti metalo gaminiai. Langų, durų ir vartų šilumos perdavimo koeficientas neviršija norminės reikšmės –  $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  (27).

Stogas. Stogo laikančiąją konstrukciją sudaro kiaurymėtos gelžbetoninės plokštės, ant kurių dedamas nuolydį formuojantis sluoksnis, išlyginamasis sluoksnis, orą ir garą izoliuojantis sluoksnis. Šiltinimas – akmens vata „PAROC ROS 30“ – 350 mm ir „PAROC ROB 60“ – 20 mm. Hidroizoliacinė danga – du sluoksniai ritininės bituminės dangos. Šilumos perdavimo koeficientas yra  $0,11 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  ir neviršija norminės reikšmės (A energetinio naudingumo klasė) –  $0,11 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  (27). Pastate numatytos dvi priešgaisrinės metalinės kopėčios užlipiti ant terasos su sausvamzdžiais. Ant stogo suprojektuotas žaibolaidis. Pagal normas ir taisykles numatytos lietaus surinkimo įlajos. Stogo konstrukcijoje suprojektuoti vėdinimo kaminėliai.

## 2.5. Inžinerinės sistemos

Elektrotechnika. Verslo centro pirmo aukšto patalpoje poz. 1 numatyta elektros skydinė, į kurią iš Taikos prospekto atvedama elektra ir ryšių linija.

Vandentiekis ir nuotekos. Statinio pirmo aukšto patalpoje poz. 1, numatytas vandentiekio įvadas su skaitliuku. Vandentiekio ir nuotekų prijungimas numatytas, pagal išduotas technines sąlygas, prie miesto tinklų.

Šildymas. Pastato šildymas – centrinis. Pirmo aukšto patalpoje poz. 1 numatytas šiluminis centras.

Vėdinimas. Projektuojamame verslo centro pastate pagal normas įrengiama rekuperacinė vėdinimo sistema. Esant poreikiui patalpos gali būti vėdinamos mechaniškai. Visi langai varstomi dvejomis kryptimis ir turi trečią mikrovėdinimo padėtį.

Priešgaisriniai sprendiniai. Statinio atsparumo ugniai laipsnis – II. Pastate pagal normas suprojektuoti gaisriniai čiaupai. Pastate numatyta šlapio tipo sprinklerinė stacionari gaisro gesinimo sistema. Statinys ir teritorija aprūpinti pirminiu gaisro gesinimo inventoriu pagal bendrąsias priešgaisrines saugos taisykles. Virš išėjimų pakabintos švieslentės su užrašu „Išėjimas“. Objekte pažymėtos priešgaisrinės nuorodos, evakuacijos kryptys bei evakuaciniai planai. Reikalingose patalpose įrengiamas avarinis apšvietimas.

### 3. KONSTRUKCINĖ DALIS

#### 3.1. Surenkamos kiaurymėtos gelžbetoninės perdangos plokštės projektavimas

##### 3.1.1. Gelžbetoninės perdangos plokštės su apskritomis kiaurymėmis pradiniai duomenys

Projektuojamas verslo centras su gelžbetoniniu karkasu. Skaičiuojamos surenkamos gelžbetoninės perdangos plokštės su apskritomis kiaurymėmis. Atstumas tarp karkaso rėmsių yra 6 m.

Pastato plotų panaudojimo kategorija – C3 (plotai be kliūčių žmonėms judėti) (28). Charakteristinė naudojimo apkrova ant perdangų –  $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$ .

Pastato aplinkos klasė – X0 (29). Kiaurymėtoji įtemptoji gelžbetonio perdangų plokštė gaminama iš normaliojo C30/37 klasės betono. Išilginė tempiamoji Y1100 tipo armatūra įtempta elektroterminiu būdu į atsparas. Gaminys kietėja natūraliai. Betono stipris apspaudimo metu –  $f_{cp} = 0,75 \cdot f_{ck,cube} = 0,75 \cdot 37 = 27,75 \text{ MPa}$ . Kiaurymėtosios perdangų plokštės nominalusis plotis –  $b_n = 2400 \text{ mm}$ .

Plokštei leidžiami betono plyšiai, kurių ribinės pločių atsivėrimo reikšmės: trumpalaikio atsivėrimo –  $w_{lim1} = 0,30 \text{ mm}$ , ilgalaikio – atsivėrimo  $w_{lim2} = 0,20 \text{ mm}$  (24 lent. (29)).

Pakėlimo kilpos daromos iš S240 klasės armatūros.

##### 3.1.2. Plokštės naudojimo situacijos saugos ribinio būvio skaičiavimas

3.1 lentelė. Apkrovos

Eil. nr.	Perdangos elementai ir storis	Vienetinis svoris $\gamma$ , $\text{kN/m}^3$	Charakteristinė apkrova, $\text{kN/m}^2$		Patikimumo koef. $\gamma$	Skaičiuotinė apkrova, $\text{kN/m}^2$	
1.	Keraminės plytelės – 13 mm	17	0,22		1,35	0,30	
2.	Cem. skiedinys – 20 mm	20	0,40		1,35	0,54	
3.	Betonas – 20 mm	25	0,50		1,35	0,67	
4.	Gelžbetoninė plokštė	25	2,60		1,35	3,51	
	Viso	-	$\sum g_{k,perd}$	3,72		$\sum g_{d,perd}$	5,02

Suminė nuolatinė perdangos charakteristinė apkrova –  $\sum g_{k,perd} = 3,72 \text{ kN/m}^2$ , skaičiuotinė apkrova –  $\sum g_{d,perd} = 5,02 \text{ kN/m}^2$ .

Charakteristinė kintamoji apkrova –  $q_{k,perd} = 5,0 \text{ kN}$ , skaičiuojamoji apkrova –  $q_{d,perd} = 1,3 \cdot 5,0 = 6,75 \text{ kN}$ .

Plokštės tarpatramio skaičiuojamasis ilgis:

$$l_{eff} = l_k - c = 5660 - 110 = 5550 \text{ mm} \quad (3.1)$$

Skaičiuotinė savojo svorio apkrovos reikšmė į tiesinį metrą:

$$g_d = g_{d,perd} \cdot b_n = 5,02 \cdot 2,4 = 12,05 \text{ kN/m} \quad (3.2)$$

Skaičiuotinė kintamos apkrovos reikšmė į tiesinį metrą:

$$q_d = q_{d,perd} \cdot b_n = 6,75 \cdot 2,4 = 16,2 \text{ kN/m} \quad (3.3)$$

Suminė apkrova į tiesinį metrą:

$$p_d = g_d + q_d = 12,05 + 16,2 = 28,25 \text{ kN/m} \quad (3.4)$$

Lenkimo momentas plokštės tarpatramyje nuo suminio poveikio:

$$M_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{28,25 \cdot 5,550^2}{8} = 108,8 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.5)$$

Didžiausia skersinė jėga:

$$V_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{eff}}{2} = \frac{28,25 \cdot 5,550}{2} = 78,4 \text{ kN} \quad (3.6)$$

### 3.1.3. Plokštės geometriniai skerspjūvio matmenys, betono ir armatūros parametrai

Įtemptojo gelžbetonio kiaurymėtosios perdangos plokštės skerspjūvio aukštis (32):

$$h = l_{eff}/30 = 5,55/30 = 0,185 \text{ m} \quad (3.7)$$

Priimam  $h = 0,22 \text{ m}$ .

Skerspjūvio naudingasis aukštis:

$$d = h - a_1 = 0,22 - 0,045 = 0,175 \text{ m} \quad (3.8)$$

Čia:  $a_1$  – apsauginis armatūros sluoksnis, įvertinant 230 p. (29).

Kiti plokštės skerspjūvio matmenys, imant 12 kiaurymių, kurių skersmuo  $\phi_k = 0,150 \text{ m}$ , bus tokie:

- viršutinės ir apatinės lentynų storis:

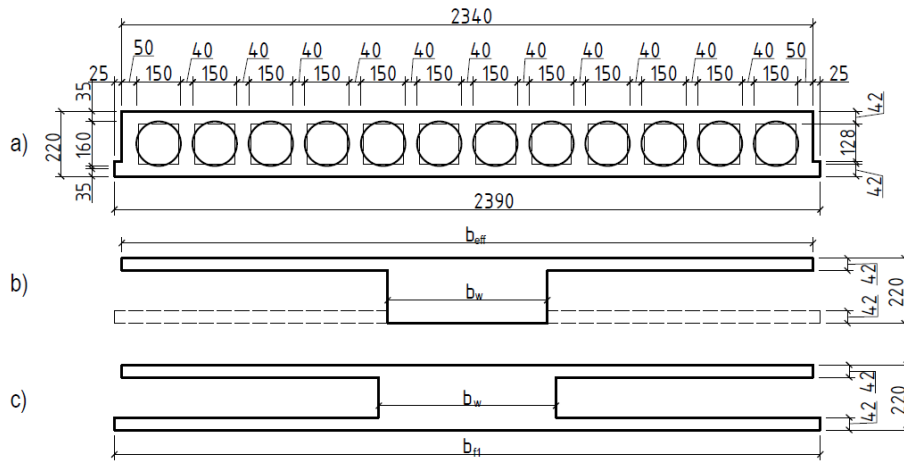
$$\frac{(0,22 - 0,150)}{2} = 0,035 \text{ m} \quad (3.9)$$

- briaunų plotis:

$$\frac{(2340 - 12 \cdot 150)}{13} \approx 40 \text{ mm} = 0,04 \text{ m} \quad (3.10)$$

Skaičiuotinis kaiurymėtųjų plokščių skerspjūvis yra dvitėjinis. Skaičiuotinio skerspjūvio aukštis  $h$  ir viršutinės bei apatinės lentynų pločiai yra tokie pat, kaip ir tikrojo skerspjūvio. Skaičiuojant plokštės stiprį viršutinės lentynos skaičiuotinį aukštį  $h_{eff}$  imsime lygų

minimaliam viršutinės plokštės storiui virš kiaurymės, o dvitėjinio skerspjūvio briaunos plotį  $b_w$  lygų visų vertikalųjų briaunų minimalių storių sumai. Be to, apatinės (tempiamosios) lentynos įtakos skerspjūvio stipriui nepaisoma.



**3.1 pav.** Kiaurymėtos plokštės skerspjūviai: a) tikrasis; b) skaičiuotinas saugos ribiniam būviui c) skaičiuotinas tinkamumo ribiniam būviui

Kiaurymės keičiamos stačiakampėmis taip, kad jų plotas ir inercijos momentas liktų nepasikeitę. Stačiakampės kiaurymės aukštis (31) –  $h_1 = \sqrt{12 \cdot I/A}$ , plotis –  $b_1 = A/h_1$  (čia  $A$  ir  $I$  – ovalo ar kitokios skerspjūvio formos plotas ir inercijos momentas). Apskritos kiaurymės pakeičiamos kvadratinėmis su kraštine  $h_1 = b_1 \approx 0,9 \cdot \phi_k = 0,9 \cdot 150 = 135 \text{ mm}$ .

Plokštės su apskritomis kiaurymėmis skaičiuojamos imant tokius ekvivalentiško skerspjūvio matmenis:  $h = 0,22 \text{ m}$ ,  $h_{eff} = h_{f1} = (h - h_1)/2 = (0,22 - 0,135)/2 = 0,042 \text{ m}$ ,  $b_{eff} = 2,34 \text{ m}$ ,  $b_{f1} = 2,39 \text{ m}$ ,  $b_w = b_{eff} - n_k \cdot b_1 = 2,34 - 12 \cdot 0,135 = 0,72 \text{ m}$ .

Normaliojo C30/37 stiprio gniuždant klasės betono mechaninių savybių rodikliai (5 lentelė (29)):  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ ,  $f_{ck,cube} = 37 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctk,0,05} = 2,0 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 32 \text{ GPa}$ .

Betono apspaudimo stipris:

$$f_{cp} = 0,75 \cdot f_{ck,cube} = 0,75 \cdot 37 = 27,75 \text{ MPa} \quad (3.11)$$

Skaičiuotinis stipris gniuždant:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_c \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{30}{1,5} = 18 \text{ MPa} \quad (3.12)$$

Skaičiuotinis stipris tempiant:

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{2,0}{1,5} = 1,2 \text{ MPa} \quad (3.13)$$



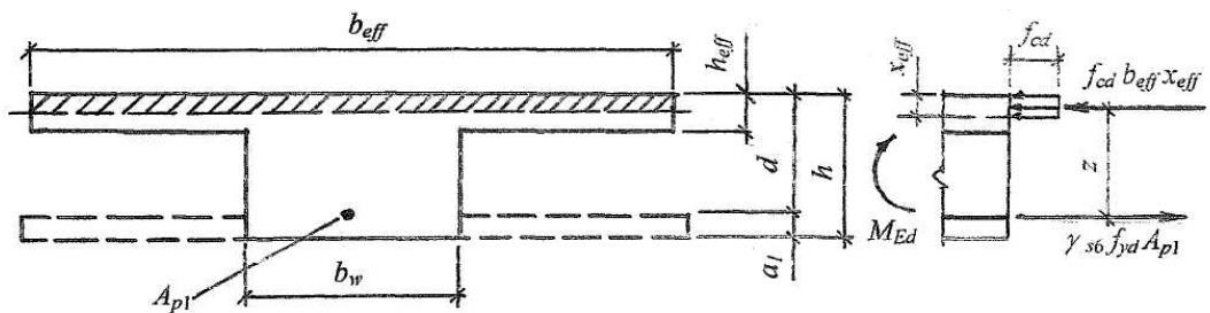
Iš anksto įtemptoji armatūra Y1100 tipo, kurios charakteristinis stipris –  $f_{p0,1k} = 900 \text{ MPa}$ , skaičiuotinis tempiamasis stipris –  $f_{p0,1d} = 780 \text{ MPa}$ , tamprumo modulis –  $E_s = 2,05 \text{ GPa}$ .

Plokštės pakėlimo kilpų armatūra – S240 klasės, kurios  $f_{yd} = 218 \text{ MPa}$ .

### 3.1.4. Preliminarus iš anksto įtemptosios armatūros skaičiavimas

Iš anksto įtemptoji armatūra apskaičiuojama pagal 3.2 pav. pateiktą schemą. Duotu atveju ekvivalentiško skerspjūvio matmenys:  $h = 0,22 \text{ m}$ ,  $d = 0,175 \text{ m}$ ,  $b_w = 0,72 \text{ m}$ ,  $h_{eff} = 0,042 \text{ m}$ . Santykis  $h_{eff}/h = 0,042/0,22 = 1,91 > 0,1$ , todėl skaičiuotinis tęjinio skerspjūvio gniuždomosios lentynos plotis yra  $b_{eff} = 2,34 \text{ m}$ .

$$\min \begin{cases} b_{eff} \leq b_w + \frac{1}{3} l_{pl} = 2,57 \text{ m} \\ b_{eff} \leq 2,34 \text{ m} \end{cases} \quad (3.14)$$



3.2 pav. Kiaurymėtos plokštės normalinio pjūvio schema

Skaičiuojamas išankstinio armatūros įtempimo dydis:

$$\sigma_p = 0,65 \cdot f_{p0,1k} = 0,65 \cdot 900 = 585 \text{ MPa} \quad (3.15)$$

Elektroterminio įtempimo metu nuokrypio reikšmė:

$$p = 30 + \frac{360}{l} = 30 + \frac{360}{1,05 \cdot 5,55} = 92 \text{ MPa} \quad (3.16)$$

$$\sigma_p + p = 585 + 92 = 677 \leq f_{p0,1k} = 900 \text{ MPa} \quad (3.17)$$

Sąlyga tenkinama.

Apskaičiuojama išankstinio armatūros įtempimo nuokrypa:

$$\Delta \gamma_{sp} = 0,5 \frac{p}{\sigma_p} \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{n_p}} \right) = 0,5 \frac{92}{585} \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{7}} \right) = 0,011 > 0,1 \quad (3.18)$$

Čia:  $n_p$  – įtempiamų strypų skaičius.

Priimam  $\Delta\gamma_{sp} = 0,11$ .

Esant palankiai išankstinio įtempimo įtakai, įtempimo tikslumo koeficientas:

$$\gamma_{sp} = 1 - \Delta\gamma_{sp} = 1 - 0,11 = 0,89 \quad (3.19)$$

Priešingu atveju (tikrinant viršutinio krašto pleišėtumą gamybos stadijoje):

$$\gamma_{sp} = 1 + \Delta\gamma_{sp} = 1 + 0,11 = 1,11 \quad (3.20)$$

Įvertinus išankstinio įtempimo tikslumą:

$$\sigma_p = 0,89 \cdot 585 = 521 \text{ MPa} \quad (3.21)$$

Apytikriai numatomi nusistovėję įtempimai (įvertinus suminius įtempių nuostolius):

$$\sigma_{p2} = \sigma_p - 100 = 521 - 100 = 421 \text{ MPa} \quad (3.22)$$

Nustatome ribinį gniuždomosios betono zonos aukštį:

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{759}{500} \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,457 \quad (3.23)$$

Čia:  $\sigma_{sc,lim} = 500 \text{ MPa}$  ir  $f_{p0,1d} = 780 \text{ MPa}$ .

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706 \quad (3.24)$$

$$\sigma_{s,lim} = f_{p0,1d} + 400 - \sigma_{p2} - \Delta\sigma_p = 780 + 400 - 421 - 0 = 759 \text{ MPa} \quad (3.25)$$

$$\Delta\sigma_p = 1500 \cdot \frac{\sigma_p}{f_{p0,1d}} - 1200 = 1500 \cdot \frac{521}{780} - 1200 = -198 \text{ MPa} \quad (3.26)$$
$$< 0 \text{ MPa}$$

Todėl priimam  $\Delta\sigma_p = 0 \text{ MPa}$ .

Laikant, kad  $x < h_{eff} = 42 \text{ mm}$ :

$$\mu_{Eds} = \frac{M}{f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d^2} = \frac{108,8 \cdot 10^{-3}}{18 \cdot 2,34 \cdot 0,175^2} = 0,0843 \quad (3.27)$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Eds}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0843} = 0,0882 \quad (3.28)$$

Gniuždomos zonos aukštis:

$$x = \xi \cdot d = 0,0882 \cdot 175 = 15,5 \text{ mm} < h_{eff} = 42 \text{ mm} \quad (3.29)$$

Darbo sąlygų koeficientas, įvertinantis įtemptosios armatūros stiprumą aukščiau takumo ribos:

$$\gamma_{sb} = \eta - (\eta - 1) \left( 2 \cdot \frac{\xi}{\xi_{lim}} - 1 \right) = 1,15 - (1,15 - 1) \left( 2 \cdot \frac{0,0882}{0,457} - 1 \right) = 1,24 > \eta = 1,15 \quad (3.30)$$

Priimam  $\gamma_{sb} = 1,15$ .

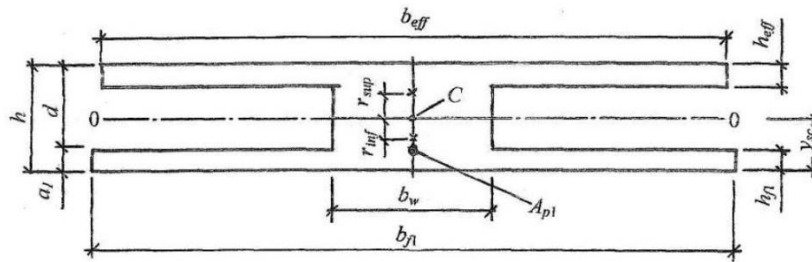
Išilginės įtemptosios armatūros reikiamas skerspjūvio plotas:

$$A_{p1} = \frac{f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot x}{f_{p0,1d} \cdot \gamma_{sb}} = \frac{18 \cdot 2,34 \cdot 0,0156}{780 \cdot 1,15} = 7,325 \cdot 10^{-4} m^2 = 7,325 cm^2 \quad (3.31)$$

Iš sortimento pasirenkame 7Ø12 Y1100 armatūrą, kurio  $A_{p1} = 7,92 cm^2$ .

### 3.1.5. Redukuoto skerspjūvio skaičiavimas

Plokštės ekvivalentiško skerspjūvio geometriniai rodikliai apskaičiuoti pagal 3.3 pav. schemą.



3.3 pav. Ekvivalentiškas plokštės skerspjūvis

Skerspjūvio plotas:

$$A_{eff} = b_w \cdot h + (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} + (b_{f1} - b_w) \cdot h_{f1} + \alpha_e \cdot A_{p1} = 0,72 \cdot 0,22 + (2,34 - 0,72) \cdot 0,042 + (2,39 - 0,72) \cdot 0,042 + 6,406 \cdot 0,792 \cdot 10^{-3} = 0,3017 m^2 \quad (3.32)$$

Čia:

$$\alpha_e = \frac{E_{sm}}{E_{cm}} = \frac{205}{32} = 6,406 \quad (3.33)$$

Skerspjūvio statinis momentas plokštės apatinio sluoksnio atžvilgiu:

$$S_{eff} = 0,5 \cdot b_w \cdot h^2 + (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} \cdot (h - 0,5 \cdot h_{eff}) + 0,5 \cdot (b_{f1} - b_w) \cdot h_{f1}^2 + \alpha_e \cdot A_{p1} \cdot a_1 = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 0,22^2 + (2,34 - 0,54) \cdot 0,042 \cdot (0,22 - 0,5 \cdot 0,042) + 0,5 \cdot (2,39 - 0,54) \cdot 0,042^2 + 6,406 \cdot 0,792 \cdot 10^{-3} \cdot 0,045 = 0,02997 m^3 \quad (3.34)$$

Ekvivalentiškojo skerspjūvio svorio centro atstumas nuo plokštės apatinio sluoksnio:

$$y_{sc} = \frac{S_{eff}}{A_{eff}} = \frac{0,03267}{0,3017} = 0,108 \text{ m} \quad (3.35)$$

Ekvivalentiškojo skerspjūvio inercijos momentas 0-0 ašies atžvilgiu (3.3 pav.):

$$\begin{aligned} I_{eff} &= \frac{b_w \cdot h^3}{12} + b_w \cdot h \cdot (0,5 \cdot h - y_{sc})^2 + \frac{(b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff}^3}{12} + \\ &+ (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} \cdot (h - y_{sc} - 0,5 \cdot h_{eff})^2 + \frac{(b_{f1} - b_w) \cdot h_{f1}^3}{12} + \\ &+ (b_{f1} - b_w) \cdot h_{f1} \cdot (y_{sc} - 0,5 \cdot h_{f1})^2 + \alpha_e \cdot A_{p1} \cdot (y_{sc} - a_1)^2 = \\ &= \frac{0,72 \cdot 0,22^3}{12} + 0,72 \cdot 0,22 \cdot (0,5 \cdot 0,22 - 0,108)^2 + \\ &\quad + \frac{(2,34 - 0,72) \cdot 0,042^3}{12} + \\ &+ (2,34 - 0,72) \cdot 0,042 \cdot (0,22 - 0,108 - 0,5 \cdot 0,042)^2 + \\ &\quad + \frac{(2,39 - 0,72) \cdot 0,042^3}{12} + \\ &\quad + (2,39 - 0,72) \cdot 0,042 \cdot (0,108 - 0,5 \cdot 0,042)^2 + \\ &+ 6,406 \cdot 0,792 \cdot 10^{-3} \cdot (0,108 - 0,045)^2 = 0,001774 \text{ m}^4 \end{aligned} \quad (3.36)$$

Skerspjūvio atsparumo momentas plokštės apatinio sluoksnio atžvilgiu:

$$W_{eff1} = \frac{I_{eff}}{y_{sc}} = \frac{0,002250}{0,108} = 0,02084 \text{ m}^3 \quad (3.37)$$

Skerspjūvio atsparumo momentas plokštės viršutinio sluoksnio atžvilgiu:

$$W_{eff2} = \frac{I_{eff}}{(h - y_{sc})} = \frac{0,001774}{(0,22 - 0,108)} = 0,01584 \text{ m}^3 \quad (3.38)$$

Skerspjūvio atsparumo momentas, įvertinant betono plastines deformacijas, apskaičiuotas plokštės apatinio sluoksnio atžvilgiu:

$$W_{pl1} = \gamma \cdot W_{eff1} = 1,5 \cdot 0,01643 = 0,02465 \text{ m}^3 \quad (3.39)$$

Viršutinio krašto atžvilgiu:

$$W_{pl2} = \gamma \cdot W_{eff} = 1,5 \cdot 0,01584 = 0,02376 \text{ m}^3 \quad (3.40)$$

Čia:  $\gamma$  – koeficientas įvertinantis plastines deformacijas

$$2 < \frac{b_{eff}}{b_w} = \frac{2,34}{0,72} = 3,25 \leq 6 \quad (3.41)$$

Todėl  $\gamma$  priimam 1,5.

### 3.1.6. Plokštės armatūros išankstinių įtempių nuostoliai

Apskaičiuojant armatūros išankstinių įtempių nuostolius, imamas armatūros įtempimo tikslumo koeficientas  $\gamma_p = 1,0$ . Tuomet pradinio išankstinio įtempimo reikšmė:

$$\sigma_p = \gamma_p \cdot \sigma_p = 1 \cdot 585 = 585 \text{ MPa} \quad (3.42)$$

Anksčiau nustatyti ekvivalentiškojo skerspjūvio parametrai:

$$A_{p1} = 7,325 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2; A_{eff} = 0,3017 \text{ m}^2; y_{sc} = 0,108 \text{ m}; a_1 = 0,045 \text{ m}; I_{eff} = 0,001774 \text{ m}^4$$

Armatūros atstumas nuo ekvivalentiško skerspjūvio svorio centro :

$$y_{pl} = y_{sc} - a_1 = 0,108 - 0,045 = 0,063 \text{ m} \quad (3.43)$$

#### Pirminiai įtempių nuostoliai.

1. Įtempių nuostoliai dėl relaksacijos:

$$\sigma_{los1} = 0,03 \cdot \sigma_p = 0,03 \cdot 585 = 17,55 \text{ MPa} \quad (3.44)$$

2. Įtempių nuostoliai dėl temperatūrų skirtumų:

$$\sigma_{los2} = 1,25 \cdot \Delta_t = 1,25 \cdot 65 = 81,25 \text{ MPa} \quad (3.45)$$

3. Įtempių nuostoliai dėl tempimo įrenginių inkarų deformacijos:

$$\sigma_{los3} = 0 \text{ MPa} \quad (3.46)$$

Čia:  $\sigma_{los3}$  – (įtempių nuostoliai dėl inkarų deformacijos elektroterminiu būdu nevertinami)

4. Įtempių nuostoliai dėl armatūros trinties:

$$\sigma_{los4} = 0 \text{ MPa} \quad (3.47)$$

5. Įtempių nuostoliai dėl klojinių deformacijos:

$$\sigma_{los5} = 0 \text{ MPa} \quad (3.48)$$

6. Greitai pasireiškiantis betono valkšnumas:

$$\alpha = 0,25 + 0,025 \cdot f_{cp} = 0,25 + 0,025 \cdot 27,75 = 0,944 \quad (3.49)$$

$$\sum_{i=1}^5 \sigma_{losi} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} = 17,55 + 81,25 = 98,8 \text{ MPa} \quad (3.50)$$

Įtempiai armatūroje prieš apgniuždant betoną:

$$\sigma_{sp} = \sigma_p - \sum_{i=1}^5 \sigma_{losi} = 585 - 98,8 = 486,2 \text{ MPa} \quad (3.51)$$

Įtempių atstojamoji:

$$P_1 = \sigma_{sp} \cdot A_{p1} = 486,2 \cdot 10^6 \cdot 7,325 \cdot 10^{-4} = 356 \text{ kN} \quad (3.52)$$

Atstojamosios jėgos ekscentricitetas redukuoto skerspjūvio svorio centro atžvilgiu:

$$e_{op} = y_{sc} - a_1 = 0,108 - 0,045 = 0,063 \text{ m} \quad (3.53)$$

Maksimalūs įtempiai betone apgniuždant:

$$\begin{aligned} \sigma_{cp} &= \frac{P_1}{A_{eff}} + \frac{P_1 \cdot e_{op} \cdot y_{red}}{I_{eff}} = \frac{356 \cdot 10^3}{0,3017} + \frac{356 \cdot 10^3 \cdot 0,063 \cdot 0,108}{0,001774} = \\ &= 2,55 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.54)$$

$$\frac{\sigma_{cp}}{f_{cp}} = \frac{2,55}{27,75} = 0,092 < 1 \quad (3.55)$$

Maksimalūs įtempiai betone neviršija ribinių įtempių.

Įtempimai betone įtemptosios armatūros svorio centro lygyje nuo  $P_1$  ir lenkimo momento nuo plokštės svorio:

$$M_d = \frac{g_{plokštės} \cdot b_n \cdot l^2}{8} = \frac{2,6 \cdot 2,4 \cdot 4,66^2}{8} = 16,94 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.56)$$

Čia:  $l$  – atstumas tarp atramų plokštę sandėliuojant

$$\begin{aligned} \sigma_{cp} &= \frac{P_1}{A_{eff}} + \frac{(P_1 \cdot e_{op} - M_d) \cdot e_{op}}{I_{eff}} = \\ &= \frac{356 \cdot 10^3}{0,3017} + \frac{(356 \cdot 10^3 \cdot 0,063 - 16,94 \cdot 10^3) \cdot 0,063}{0,001774} = 1,48 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.57)$$

$$\frac{\sigma_{cp}}{f_{cp}} = \frac{1,48}{27,75} = 0,053 < \alpha = 0,944 \quad (3.58)$$

$$\sigma_{los6} = \chi \cdot \left( 40 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{f_{cp}} \right) = 1 \cdot 40 \cdot 0,053 = 2,12 \text{ MPa} \quad (3.59)$$

Čia:  $\chi$  – koeficientas natūraliai kietėjusio betono ( $\chi = 1$ )

Betono įtempimai kraštiniame tariamai gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\begin{aligned} \sigma_{cp,2} &= \frac{P_1}{A_{eff}} - \frac{(P_1 \cdot e_{op} - M_d) \cdot (h - y_{sc})}{I_{eff}} = \\ &= \frac{356 \cdot 10^3}{0,3017} - \frac{(356 \cdot 10^3 \cdot 0,063 - 16,94 \cdot 10^3) \cdot (0,22 - 0,108)}{0,001774} = \end{aligned} \quad (3.60)$$

$$= 0,83 \text{ MPa}$$

Įtempių nuostoliai tariamai esančiuoje gniuždomosios zonos armatūroje dėl greitai pasireiškiančio betono valkšnumo:

$$\sigma_{los6,2} = \chi \cdot \left( 40 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{f_{cp}} \right) = 1 \cdot 40 \cdot \frac{0,83}{27,75} = 1,20 \text{ MPa} \quad (3.61)$$

Pirmieji išankstinių įtempių nuostoliai:

$$\sum_{i=1}^6 \sigma_{losi} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} + \sigma_{los6} = 17,55 + 81,25 + 2,12 = 100,9 \text{ MPa} \quad (3.62)$$

Betono apspaudimo jėga, atmetus pirmuosius armatūros išankstinių įtempių nuostolius:

$$P_{m,1} = A_{p1} \cdot \left( \sigma_p - \sum_{i=1}^6 \sigma_{losi} \right) = 7,325 \cdot 10^{-4} \cdot (585 - 100,9) = \\ = 354,6 \text{ kN} \quad (3.63)$$

#### Antrieji įtempių nuostoliai.

7. Armatūros įtempių relaksacija:

$$\sigma_{los7} = 0 \text{ MPa} \quad (3.64)$$

8. Betono susitraukimas:

$$\sigma_{los8} = 50 \text{ MPa} \quad (3.65)$$

9. Betono valkšnumas:

Įtempimai betone įtemptosios armatūros svorio centro lygyje nuo  $P_{m,1}$  ir lenkimo momento nuo plokštės svorio:

$$\sigma_{cp,1} = \frac{P_{m,1}}{A_{eff}} + \frac{(P_{m,1} \cdot e_{0p} - M_d) \cdot e_{0p}}{I_{eff}} = \\ = \frac{354,6 \cdot 10^3}{0,3017} + \frac{(354,6 \cdot 10^3 \cdot 0,063 - 16,94 \cdot 10^3) \cdot 0,063}{0,001774} = 1,37 \text{ MPa} \quad (3.66)$$

$$\frac{\sigma_{cp,1}}{f_{cp}} = \frac{1,37}{27,75} = 0,049 \leq 0,75 \quad (3.67)$$

$$\sigma_{los9} = 150 \cdot \chi \cdot \frac{\sigma_{cp,1}}{f_{cp}} = 150 \cdot 1 \cdot 0,049 = 7,41 \text{ MPa} \quad (3.68)$$

Betono įtempiai kraštutiniame tariamai gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\sigma_{cp,2} = \frac{P_{m,1}}{A_{eff}} - \frac{(P_{m,1} \cdot e_{0p} - M_d) \cdot (h - y_{sc})}{I_{eff}} = \quad (3.69)$$

$$= \frac{354,9 \cdot 10^3}{0,3017} - \frac{(354,6 \cdot 10^3 \cdot 0,063 - 16,94 \cdot 10^3) \cdot (0,22 - 0,108)}{0,001774} =$$

$$= 0,83 \text{ MPa}$$

Įtempių nuostoliai tariamai esančioje gniuždomosios zonos armatūroje dėl betono valkšnumo:

$$\sigma_{los9,2} = 150 \cdot \chi \cdot \frac{\sigma_{cp,1}}{f_{cp}} = 150 \cdot 1 \cdot \frac{0,83}{27,75} = 4,51 \text{ MPa} \quad (3.70)$$

10. Betono glemžimas po spiralinės arba žiedinės armatūros vijomis:

$$\sigma_{los10} = 0 \text{ MPa} \quad (3.71)$$

11. Sandūrų tarp blokų apgniuždymo deformacijos:

$$\sigma_{los11} = 0 \text{ MPa} \quad (3.72)$$

Visi armatūros išankstinių įtempių nuostoliai:

$$\sum_{i=1}^{11} \sigma_{losi} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} + \sigma_{los6} + \sigma_{los8} + \sigma_{los9} =$$

$$= 17,55 + 81,25 + 2,12 + 50 + 7,41 = 158,3 \text{ MPa} \quad (3.73)$$

Apspaudimo jėga, atmetus visus armatūros išankstinio įtempimo nuostolius:

$$P_{m,\infty} = A_{p1} \cdot \left( \sigma_p - \sum_{i=1}^{11} \sigma_{losi} \right) = 7,325 \cdot 10^{-4} \cdot (585 - 158,3) =$$

$$= 312,6 \text{ kN} \quad (3.74)$$

Apspaudimo jėgos ekscentricitetas:

$$e_{pc} = \frac{A_{p1} \cdot (\sigma_p - \sum_{i=1}^{11} \sigma_{losi}) \cdot e_{0p}}{P_{m,\infty}} = \frac{7,325 \cdot 10^{-4} \cdot (585 - 158,3) \cdot 0,063}{312,6 \cdot 10^3}$$

$$= 0,063 \text{ m} \quad (3.75)$$

### 3.1.7. Plokštės normalinio pjūvio stiprumo įvertinimas

Tikrinamas plokštės tarpatramio vidurio normalinio pjūvio stipris, atsižvelgiant į pasirinktą armatūrą ( $A_{p1} = 7,325 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ ) ir faktiškus armatūros išankstinius įtempimus.

Nustatome ribinį gniuždomosios betono zonos aukštį:

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{753,3}{500} \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,459 \quad (3.76)$$

Čia:  $\sigma_{sc,lim} = 500 \text{ MPa}$  ir  $f_{p0,1d} = 780 \text{ MPa}$



$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706 \quad (3.77)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{s,lim} &= f_{p0,1d} + 400 - \left( \sigma_p - \sum_{i=1}^{11} \sigma_{losi} \right) = \\ &= 780 + 400 - (585 - 158,3) = 753,3 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.78)$$

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_p &= \frac{1500 \cdot (\sigma_p - \sum_{i=1}^{11} \sigma_{losi})}{f_{p0,1d}} - 1200 = \\ &= 1500 \cdot \frac{585 - 158,3}{780} - 1200 = -379 \text{ MPa} < 0 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.79)$$

Todėl priimam  $\Delta\sigma_p = 0 \text{ MPa}$ .

Darbo sąlygų koeficientas, įvertinantis įtemptosios armatūros stiprumą aukščiau takumo ribos:

$$\begin{aligned} \gamma_{sb} &= \eta - (\eta - 1) \left( 2 \cdot \frac{\xi}{\xi_{lim}} - 1 \right) = \\ &= 1,15 - (1,15 - 1) \left( 2 \cdot \frac{0,097}{0,459} - 1 \right) = 1,24 > \eta = 1,15 \end{aligned} \quad (3.80)$$

Priimam  $\gamma_{sb} = 1,15$ .

Gniūždomosios zonos aukštis  $\sum N = 0$ :

$$\begin{aligned} x &= \frac{\gamma_{sb} \cdot f_{p0,1d} \cdot A_{p1}}{f_{cd} \cdot b_{eff}} = \frac{1,15 \cdot 780 \cdot 7,92 \cdot 10^{-4}}{18 \cdot 2,34} = 16,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ &= 16,9 \text{ mm} < h_{eff} = 355 \text{ mm} \end{aligned} \quad (3.81)$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{16,9}{175} = 0,097 < \xi_{lim} = 0,459 \quad (3.82)$$

Plokštės normalinio pjūvio stipris iš  $\sum M = 0$ :

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= \gamma_{sb} \cdot f_{p0,1d} \cdot A_{p1} \cdot (d - 0,5 \cdot x) = \\ &= 1,15 \cdot 780 \cdot 10^3 \cdot 7,92 \cdot 10^{-4} \cdot (0,175 - 0,5 \cdot 0,017) = \\ &= 118,3 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_{Ed} = 108,8 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (3.83)$$

Plokštės normalinio pjūvio stipris yra pakankamas.

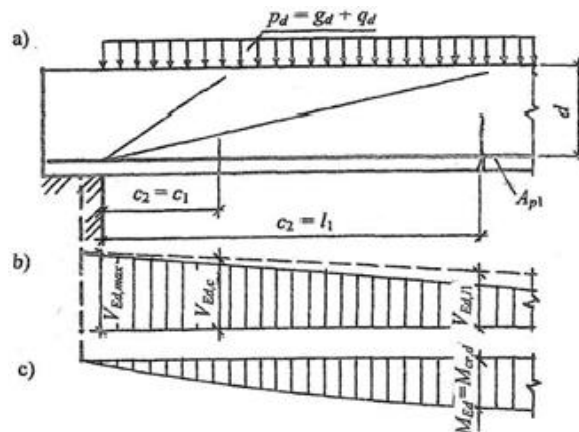
### 3.1.8. Plokštės įstrižųjų pjūvių stiprumo skersinių jėgų atžvilgiu skaičiavimas

Kiaurymėtosios plokštės skaičiuojamasis tarpatramis –  $l_{eff} = 5,55 \text{ m}$ . Betonas normalusis, C30/37 klasės:  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ ,  $f_{cd} = 18 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctk,0,05} = 2,0 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,2 \text{ MPa}$ . Išankstinio įtempimo (apspaudimo) jėga, įvertinus visus įtempių nuostolius –  $P_{m,\infty} = 312,6 \text{ kN}$ , jos ekscentricitetas –  $e_{pc} = 0,063 \text{ m}$ .

Plokštės charakteristikos:  $A_{eff} = 0,3017 \text{ m}^2$ , atstumas nuo skerspjūvio svorio centro iki plokštės apačios –  $y_{sc} = 0,108 \text{ m}$ , inercijos momentas skerspjūvio centro atžvilgiu –  $I_{eff} = 0,001774 \text{ m}^4$ , atsparumo momentai –  $W_{eff1} = 0,01643 \text{ m}^3$ ,  $W_{eff2} = 0,01584 \text{ m}^3$ ,  $W_{pl1} = 0,02465 \text{ m}^3$ ,  $W_{pl2} = 0,02376 \text{ m}^3$ .

Skaičiuotinis nuolatinės apkrovos nuo plokštės ir grindų svorio poveikis –  $g_d = 5,02 \text{ kN/m}^2$ , skaičiuojamoji kintama apkrova –  $q_d = 6,75 \text{ kN/m}^2$ .

Skaičiavimas atliekamas plokštės skerspjūvio pločiui.  $b_n = 2,4 \text{ m}$ ,  $b_w = 0,72 \text{ m}$ ,  $d = 0,175 \text{ m}$ .



3.4 pav. Elemento be normalinių plyšių  $l_1$  ruožo nuo atramos taško:

a) apkrovimo schema ir skaičiuotiniai įstrižieji pjūviai b) skersinių jėgų diagramos c) lenkimo momentų diagramos

Apkrovų poveikiai 2,4 m pločio plokštės ruožui:

- nuo visų apkrovų:

$$p_d = (g_d + q_d) \cdot b_n = (5,02 + 6,75) \cdot 2,4 = 28,25 \text{ kN/m} \quad (3.84)$$

- nuo nuolatinės ir ekvivalentiškos laikinosios apkrovos:

$$p_{eff,d} = \left(g_d + \frac{q_d}{2}\right) \cdot b_n = \left(5,02 + \frac{6,75}{2}\right) \cdot 2,4 = 20,15 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (3.85)$$

Didžiausia skersinė jėga pjūvyje prie atramos nuo visų apkrovų poveikio:

$$V_{Ed,max} = p_d \cdot \frac{l_{eff}}{2} = 28,25 \cdot \frac{5,55}{2} = 78,39 \text{ kN} \quad (3.86)$$

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

$$\begin{aligned} 2,5 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d &= 2,5 \cdot 1,2 \cdot 10^3 \cdot 0,72 \cdot 0,175 = 378,0 \text{ kN} \geq \\ &\geq V_{Ed,max} = 78,39 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.87)$$

Elementas sąlygą atitinka.

Apskaičiuojami normaliniai betono įtempiai ties elemento skerspjūvio svorio centru:

$$\begin{aligned} \sigma_x = \sigma_c &= \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} = \frac{P_{m,\infty}}{A_{eff}} = \frac{312,6 \cdot 10^{-3}}{0,3017} = 1,04 \text{ MPa} < \\ &< 0,5 \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 18 = 9 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.88)$$

Sąlygos tikrinti nereikia.

Plokštės įstrižojo pjūvio stiprumas tikrinamas imant  $c$ , bet ne daugiau nei  $c_{max} = 2 \cdot d = 2 \cdot 0,175 = 0,35 \text{ m}$ .

Koeficientas  $\varphi_n$ :

$$\varphi_n = \frac{0,1 \cdot P_{m,\infty}}{f_{ctd} \cdot b_w \cdot d} = \frac{0,1 \cdot 312,6}{1,2 \cdot 0,72 \cdot 0,175 \cdot 10^3} = 0,207 < 0,5 \quad (3.89)$$

Kadangi naudojamas normalaus svorio betonas, tai  $\varphi_{c3} = 0,6$ ;  $\varphi_{c4} = 1,5$ .

$$\begin{aligned} M_{c4} &= \varphi_{c4} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d^2 = \\ &= 1,5 \cdot (1 + 0,207) \cdot 1,2 \cdot 10^3 \cdot 0,72 \cdot 0,175^2 = 47,9 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (3.90)$$

$$\begin{aligned} V_{Rd,c,min} &= \varphi_{c3} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = \\ &= 0,6 \cdot (1 + 0,207) \cdot 1,2 \cdot 10^3 \cdot 0,72 \cdot 0,175 = 109,5 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.91)$$

$$c = \frac{M_{c4}}{V_{Ed,max}} = \frac{47,9}{78,39} = 0,61 > c_{max} = 0,35 \text{ m} \quad (3.92)$$

Priimam  $c = c_{max} = 0,35 \text{ m}$ .

$$V_{Rd,c} = \frac{M_{c4}}{c} = \frac{47,9}{0,35} = 136,9 \text{ kN} \quad (3.93)$$

$$V_{Rd,c} = 136,9 \text{ kN} > V_{Rd,c,min} = 109,5 \text{ kN} \quad (3.94)$$

Sąlyga tenkinama.

$$V_{Rd,c} = 136,9 \text{ kN} > V_{Rd,c,min} = 109,5 \text{ kN} \quad (3.95)$$

$$V_{Ed} = V_{Ed,max} - p_{eff,d} \cdot c = 78,39 - 20,15 \cdot 0,35 = 71,34 \text{ kN} \quad (3.96)$$

$$V_{Ed} = 71,34 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = 136,9 \text{ kN} \quad (3.97)$$

Sąlyga tenkinama.

Ekvivalentišką skerspjūvio dalies, esančios virš neutraliosios ašies, statinis momentas apie šią ašį:

$$s_{eff} = 0,5 \cdot b_{eff} \cdot (h - y_{sc})^2 - \frac{n_k \cdot \Phi_k^3}{12} =$$

$$= 0,5 \cdot 2,34 \cdot (0,22 - 0,108)^2 - \frac{12 \cdot 0,15^3}{12} = 0,01805 \text{ m}^3 \quad (3.98)$$

$$\tau_{xy,Rd} = f_{ctd} \cdot \sqrt{1 + \frac{\sigma_x}{f_{ctd}}} = 1,2 \cdot \sqrt{1 + \frac{1,04}{1,2}} = 1,64 \text{ MPa} \quad (3.99)$$

Tikrinime buvo galima taikyti šią formulę:

$$\gamma_{mc,lim} = 1 - 0,2 - \alpha \cdot f_{ck,cube} = 1 - 0,2 - 0,01 \cdot 37 = 0,43 \quad (3.100)$$

Čia:  $\alpha$  – koeficientas, sunkiajam betonui  $\alpha = 0,01$

Ribinė kerpamojo įtempio reikšmė:

$$\tau_{xy,lim} = f_{cd} \cdot \sqrt{\gamma_{mc,lim} \left( \gamma_{mc,lim} - \frac{\sigma_x}{f_{cd}} \right)} =$$

$$= 18 \cdot \sqrt{0,43 \left( 0,43 - \frac{1,04}{18} \right)} = 7,20 \text{ MPa} > \tau_{xy,Rd} = 1,64 \text{ MPa} \quad (3.101)$$

Įtempiai  $\tau_{xy,Rd}$  apskaičiuoti teisingai.

Įstrižuosius plyšius sukelti kerpamoji jėga:

$$V_{cr,d} = b_w \cdot \left( \frac{I_{eff}}{S_{eff}} \right) \cdot \tau_{xy,Rd} = 0,72 \cdot \left( \frac{0,001774}{0,01805} \right) \cdot 1,64 \cdot 10^3 = 116,1 \text{ kN} \quad (3.102)$$

Apskaičiuojamas įstrižojo pjūvio projekcijos ilgis:

$$c = \frac{M_{c4}}{V_{cr,d}} = \frac{47,9}{116,1} = 0,413 \text{ m} \quad (3.103)$$

$$c = 0,413 \text{ m} < c_{max} = 2 \cdot d = 2 \cdot 0,175 = 0,35 \text{ m} \quad (3.104)$$

Tikrinama įstrižųjų pjūvių atsparumo pleišėjimui sąlyga pjūviui ( $c = c_{max} = 0,35 \text{ m}$ ):

$$V_{Ed} = V_{Ed,max} - c \cdot p_{eff,d} = 78,39 - 0,35 \cdot 20,15 =$$

$$= 71,34 \text{ kN} < V_{cr,d} = 116,1 \text{ kN} \quad (3.105)$$

Abi sąlygos tenkinamos, todėl plokštės nereikia armuoti skersine armatūra.

Įsitikinama, ar reikia plokštę armuoti skersine armatūra, ignoruojant normalinių plyšių nebuvimą ruože prie atramų:

$$\begin{aligned} V_{Ed,max} &= \sqrt{M_{c4} \cdot p_{eff,d}} = \sqrt{47,9 \cdot 20,15} = \\ &= 31,07 \text{ kN} < V_{Rd,c,min} = 109,5 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.106)$$

Taigi, sąlyga  $V_{Ed,max} < V_{Rd,c,min}$  yra tenkinama, todėl ir pagal šį skaičiavimą plokštės armuoti skersine armatūra nereikia.

### 3.1.9. Plokštės naudojimo situacijos tinkamumo ribinių būvių skaičiavimas

#### Normalinių plyšių atsiradimas.

Plokštę veikiančių apkrovų poveikių charakteristinės ir skaičiuotinės reikšmės:

- plokštės savojo svorio charakteristinės apkrovos poveikis:

$$g_{d1} = g_{k1} \cdot b_n = 2,6 \cdot 2,4 = 6,24 \text{ kN/m} \quad (3.107)$$

- nuolatinės apkrovos (su grindų konstrukcija):

$$g_d = g_k \cdot b_n = 3,72 \cdot 2,4 = 8,93 \text{ kN/m} \quad (3.108)$$

- naudojimo apkrovos poveikis:

$$q_d = q_{k,perd} \cdot b_n = 5 \cdot 2,4 = 12 \text{ kN/m} \quad (3.109)$$

- naudojimo apkrovos tariamai nuolatinės dalies poveikis:

$$q_{d,lt} = q_{k,lt} = \Psi_2 \cdot q_{k,perd} \cdot b_n = 0,6 \cdot 5 \cdot 2,4 = 7,2 \text{ kN/m} \quad (3.110)$$

Čia:  $\Psi_2 = 0,6$  (28)

Visos apkrovos poveikis:

$$p_d = p_k = g_d + q_d = 8,93 + 12 = 20,93 \text{ kN/m} \quad (3.111)$$

Nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovų poveikiai:

$$p_{gd} = p_{gk} = g_d + q_{d,lt} = 8,93 + 7,2 = 16,3 \text{ kN/m} \quad (3.112)$$

Plokštės įrąžos (poveikių efektai):

- lenkimo momentai:

$$M_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{20,93 \cdot 5,550^2}{8} = 80,59 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.113)$$

$$M_{Edg} = \frac{p_{gd} \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{16,3 \cdot 5,550^2}{8} = 62,76 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.114)$$

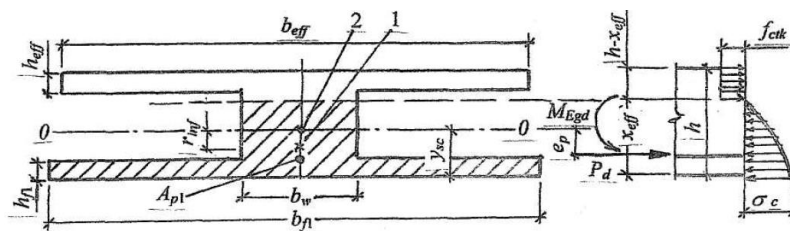
$$M_{Egga} = \frac{g_{d1} \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{6,24 \cdot 5,550^2}{8} = 24,03 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.115)$$

- skersinės jėgos:

$$V_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{eff}}{2} = \frac{20,93 \cdot 5,550}{2} = 58,1 \text{ kN} \quad (3.116)$$

$$V_{Egd} = \frac{p_{gd} \cdot l_{eff}}{2} = \frac{16,3 \cdot 5,550}{2} = 45,2 \text{ kN} \quad (3.117)$$

Įtempių būvis normalinių plyšių susidarymo momentu parodytas 3.5 pav.



**3.5 pav.** Įtempių būvis skaičiuojant plokštę normalinių plyšių atsiradimui naudojimo metu: 1 – ekvivalentiško skerspjūvio svorio centras; 2 – skerspjūvio branduolio taškas

Plokštės viršuje gamybos metu plyšių neatsiras, todėl koeficientas  $\lambda = 0$ . Vidutinė betono apspaudimo jėga įvertinus visus įtempimų nuostolius –  $P_{m,\infty} = 312,6 \text{ kN}$ .

Betono apspaudimo jėga tinkamumo ribiniam būviui:

$$P_{d,sup} = P_{m,\infty} \cdot \gamma_{sp} = 312,6 \cdot 1,1 = 343,9 \text{ kN} \quad (3.118)$$

$$P_{d,inf} = P_{m,\infty} \cdot \gamma_{sp} = 312,6 \cdot 0,9 = 281,3 \text{ kN} \quad (3.119)$$

Didžiausi gniuždomojo betono įtempiai dėl bendro išorinės apkrovos ir išankstinio apspaudimo poveikio:

$$\begin{aligned} \sigma_{c,max} &= \frac{P_{d,inf}}{A_{eff}} - \frac{P_{d,inf} \cdot e_p \cdot (h - y_{sc})}{I_{eff}} + \frac{M_{Ed} \cdot (h - y_{sc})}{I_{eff}} = \\ &= \frac{281,3}{0,3017} - \frac{281,3 \cdot 0,063 \cdot (0,22 - 0,108)}{0,001774} + \frac{80,59 \cdot (0,22 - 0,108)}{0,001774} = \\ &= 4,90 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.120)$$

Koeficientas  $\varphi$ :

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{c,max}}{f_{ck}} = 1,6 - \frac{4,90}{30} = 1,44 > 1 \quad (3.121)$$

Priimam  $\varphi = 1$ .

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

$$r_{sup} = \varphi \cdot \frac{W_{eff1}}{A_{eff}} = 1 \cdot \frac{0,01643}{0,3017} = 0,054 \text{ m} \quad (3.122)$$

Plyšių atsiradimo momentas:

$$\begin{aligned} M_{cr} &= f_{ctk} \cdot W_{pl1} + P_{d,inf} \cdot (e_p + r_{sup}) = \\ &= 2 \cdot 0,02465 \cdot 10^3 + 281,3 \cdot (0,063 + 0,054) = 82,21 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (3.123)$$

$$M_{cr} = 82,1 > M_{Ed} = 80,59 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.124)$$

Naudojimo situacijos metu plokštės apačioje neatsiras statmenieji (normaliniai) plyšiai.

### 3.1.10. Įstrižųjų plyšių skaičiavimas

Anksčiau buvo apskaičiuota, jog mažiausia skersinė jėga, kurią atlaiko betonas yra  $V_{Rd,c,min} = 86,9 \text{ kN}$ .

Tikriname sąlygą ar reikia skaičiuoti įstrižuosius plyšius:

$$V_{Ed} = 58,1 \text{ kN} < V_{Rd,c,min} = 109,5 \text{ kN} \quad (3.125)$$

Sąlyga tenkinama, todėl plokštėje įstrižųjų plyšių neatsiras.

### 3.1.11. Plokštės įlinkis

Kadangi plokštėje naudojimo metu neatsiras normalinių plyšių ( $M_{Ed} < M_{cr}$ ), tai jo suminis kreivis apskaičiuojamas:

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2 - \left(\frac{1}{r}\right)_3 - \left(\frac{1}{r}\right)_4 \quad (3.126)$$

Čia:  $\left(\frac{1}{r}\right)_1$  – kreivis nuo kintamųjų poveikių (trumpalaikės dalies), apskaičiuojamas pagal kintamąją apkrovą, padaugintą iš 0,4;  $\left(\frac{1}{r}\right)_2$  – kreivis nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių, neįvertinant išankstinio apspaudimo poveikio  $P_{m,\infty}$ ;  $\left(\frac{1}{r}\right)_3$  – kreivis dėl elemento išlinkio nuo išankstinio apspaudimo poveikio  $P_{m0}$  esant trumpalaikiai skaičiuotinei situacijai;  $\left(\frac{1}{r}\right)_4$  – kreivis dėl elemento išlinkio, kurį sukelia betono susitraukimas ir valkšnumas nuo išankstinio apspaudimo poveikio  $P_{m,\infty}$ .

Apkrovų poveikių efektai (įrašos), reikalingi plokštės kreiviams apskaičiuoti:

- lenkimo momentas nuo kintamojo poveikio (trumpalaikės dalies):

$$M_{Egd} = 0,4 \cdot \frac{q_d \cdot l_{eff}^2}{8} = 0,4 \cdot \frac{12 \cdot 5,550^2}{8} = 18,48 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.127)$$

- lenkimo momentas nuo nuolatinio ir tariamai nuolatinio poveikio:

$$M_{Egd} = \frac{p_{gd} \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{16,3 \cdot 5,550^2}{8} = 62,76 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.128)$$

Plokštės kreivis  $\left(\frac{1}{r}\right)_1$ :

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{M_{Egd}}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{18,48 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 32 \cdot 10^9 \cdot 0,001774} = 0,383 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1} \quad (3.129)$$

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

Plokštės kreivis  $\left(\frac{1}{r}\right)_2$ :

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{M_{Egd} \cdot \varphi_{c2}}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{62,76 \cdot 10^3 \cdot 2}{0,85 \cdot 32 \cdot 10^9 \cdot 0,001774} = 2,600 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1} \quad (3.130)$$

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

Plokštės kreivis  $\left(\frac{1}{r}\right)_3$  dėl elemento išlinkio dėl  $P_{m,\infty}$  poveikio:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 = \frac{P_{m,\infty} \cdot e_p}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{312,6 \cdot 10^3 \cdot 0,063}{0,85 \cdot 32 \cdot 10^9 \cdot 0,001774} = 0,408 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1} \quad (3.131)$$

Kreivis  $\left(\frac{1}{r}\right)_4$  dėl elemento išlinkio, kurį sukelia betono susitraukimas ir valkšnumas nuo

išankstinio apspaudimo poveikio  $P_{m,\infty}$ :

$$\sigma_{c1} = \sigma_{los6} + \sigma_{los8} + \sigma_{los9} = 2,12 + 50 + 7,41 = 59,53 \text{ MPa} \quad (3.132)$$

$$\varepsilon_{c1} = \frac{\sigma_{c1}}{E_s} = \frac{59,53}{205 \cdot 10^3} = 0,290 \cdot 10^{-3} \quad (3.133)$$

$$\sigma_{c2} = \sigma_{los6,2} + \sigma_{los8} + \sigma_{los9,2} = 1,20 + 50 + 4,51 = 55,71 \text{ MPa} \quad (3.134)$$

$$\varepsilon_{c2} = \frac{\sigma_{c2}}{E_s} = \frac{55,71}{205 \cdot 10^3} = 0,272 \cdot 10^{-3} \quad (3.135)$$



$$\left(\frac{1}{r}\right)_4 = \frac{(\varepsilon_{c1} - \varepsilon_{c2})}{d} = \frac{(0,290 - 0,272)}{0,175} = 0,103 \cdot 10^{-3} m^{-1} \quad (3.136)$$

Suminis plokštės kreivis:

$$\frac{1}{r} = (0,38 + 2,60 - 0,51 - 0,10) \cdot 10^{-3} = 2,47 \cdot 10^{-3} m^{-1} \quad (3.137)$$

Kiaurymėtos perdangos plokštės įlinkis:

$$d = \frac{1}{r} \cdot \frac{5}{48} \cdot l_{eff}^2 = 2,47 \cdot \frac{5}{48} \cdot 5,55^2 = 7,9 mm \quad (3.138)$$

Plokštės ribinis įlinkis:

$$d_{max} = \frac{l_{eff}}{150 + \frac{2,55}{3} \cdot 50} = \frac{5550}{192,5} = 28,8 mm \quad (3.139)$$

Tikrinamas ribinis įlinkis:

$$d = 7,9 mm < d_{max} = 28,8 mm \quad (3.140)$$

Sąlyga tenkinama, apskaičiuotas plokštės įlinkis neviršija ribinio įlinkio.

## 3.2. Surenkamos rėmsijės projektavimas

### 3.2.1. Surenkamos rėmsijės pradiniai duomenys

Projektuojamos surenkamos rėmsijės su įtemptaisiais lynais. Rėmsijės ilgis yra 9,5 m. Pastato aplinkos klasė – X0. Surenkama rėmsijė gaminama iš normaliojo C50/60 klasės betono. Išilginiai įtemptieji lynai (Y1860S) įtempiami elektroterminiu būdu į atsparas. Gaminys kietėja normaliomis sąlygomis. Viršutinėje ir apatinėje sijos dalyje konstrukciškai dedama neįtemptoji armatūra. Viršuje – 3Ø12 (S400), apačioje – 3Ø12 (S400).

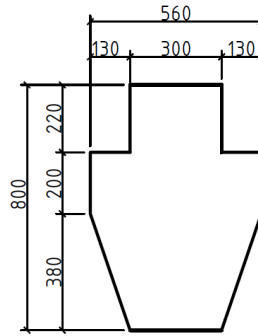
Rėmsijei leidžiami betono plyšiai, kurių ribinės pločių atsivėrimo reikšmės : trumpalaikio atsivėrimo –  $w_{lim1} = 0,20 mm$ , ilgalaikio atsivėrimo –  $w_{lim2} = 0,10 mm$ . 24 lent. (29).

Įtemptosios gelžbetoninės rėmsijės skerspjūvio aukštis yra  $h = 0,8 m$ . Skerspjūvio naudingasis aukštis:

$$d = h - a_1 = 0,8 - 0,085 = 0,715 mm \quad (3.141)$$

Čia:  $a_1$  – apsauginis armatūros sluoksnis, įvertinant 230 p. (29).

Skerspjūvio plotis –  $b = 300 mm$ . Kiti rėmsijės skerspjūvio matmenys parodyti 3.6 pav.



3.6 pav. Rėmsijės skerspjūvio matmenys

### 3.2.2. Rėmsijės naudojimo situacijos saugos ribinio būvio skaičiavimas

3.2 lentelė. Apkrovos

Eil. Nr.	Perdangos elementai ir storis	Vienetinis svoris $\gamma$ , $kN/m^3$	Charakteristinė apkrova, $kN/m^2$	Patikimumo koef. $\gamma$	Skaičiuotinė apkrova, $kN/m^2$
1.	Keraminės plytelės – 13 mm	17	0,22	1,35	0,30
2.	Cem. skiedinys – 20 mm	20	0,40	1,35	0,54
3.	Betonas – 20 mm	25	0,50	1,35	0,67
4.	Gelžbetoninė plokštė	25	2,60	1,35	3,51
	Viso	-	$\sum g_{k,ryg}$ 3,72		$\sum g_{d,ryg}$ 5,02

Suminė nuolatinė charakteristinė apkrova nuo perdangos –  $\sum g_{k,ryg} = 3,72 \text{ kN/m}^2$ .

Charakteristinė kintamoji apkrova –  $q_{k,ryg} = 5,0 \text{ kN/m}^2$ .

Kolonų išdėstymo žingsnis 6 m. Rėmsijės savojo svorio apkrova į tiesinį metrą –  $g_{ryg} = 7,30 \text{ kN/m}$ .

Apkrova į tiesinį metrą nuo nuolatinės apkrovos:

$$g_k = g_{k,ryg} \cdot s + g_{ryg} = 3,72 \cdot 6 + 7,3 = 29,62 \text{ kN/m} \quad (3.142)$$

Čia:  $s$  – kolonų žingnis

Apkrova į tiesinį metrą nuo kintamos apkrovos:

$$q_k = q_{k,ryg} \cdot s = 5 \cdot 6 = 30,0 \text{ kN/m} \quad (3.143)$$

Skaičiuotinė reikšmės nuo nuolatinių ir kitamų apkrovų –  $g_d = 39,99 \text{ kN/m}$ ,  $q_d = 39 \text{ kN/m}$ .

Suminė apkrova į tiesinį metrą:

$$p_d = g_d + q_d = 39,99 + 39 = 78,99 \text{ kN/m} \quad (3.144)$$

Rėmsijės tarpatramio skaičiuojamasis ilgis:

$$l_{eff} = l_k - c = 9500 - 200 = 9300 \text{ mm} \quad (3.145)$$

Lenkimo momentas rėmsijės tarpatramyje nuo suminio poveikio:

$$M_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{78,99 \cdot 9,3^2}{8} = 854,0 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.146)$$

Didžiausia skersinė jėga:

$$V_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{eff}}{2} = \frac{78,99 \cdot 9,3}{2} = 367,3 \text{ kN} \quad (3.147)$$

### 3.2.3. Betono ir armatūros savybių rodikliai

Normaliojo C50/60 stiprio gniuždant klasės betono mechaninių savybių rodikliai (5 lentelė (29)):  $f_{ck} = 50 \text{ MPa}$ ,  $f_{ck,cube} = 60 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctk,0,05} = 2,9 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 37 \text{ GPa}$ .

Betono apspaudimo stipris:

$$f_{cp} = 0,75 \cdot f_{ck,cube} = 0,75 \cdot 60 = 45,0 \text{ MPa} \quad (3.148)$$

Skaičiuotinis stipris gniuždant:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_c \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{50}{1,5} = 30 \text{ MPa} \quad (3.149)$$

Skaičiuotinis stipris tempiant:

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{2,9}{1,5} = 1,74 \text{ MPa} \quad (3.150)$$

Iš anksto įtemptoji armatūra (lynai) Y1860S tipo, kurios charakteristinis stipris –  $f_{p0,1k} = 1600 \text{ MPa}$ , skaičiuotinis tempiamasis stipris –  $f_{p0,1d} = 1390 \text{ MPa}$ , tamprumo modulis –  $E_s = 1,95 \text{ GPa}$ .

Skersinė armatūra – S240, kurios  $f_{ywd} = 174 \text{ MPa}$ . Išilginė neįtemptoji armatūra – S400, kurios  $f_{yd} = 365 \text{ MPa}$ ,  $E_{sm} = 200 \text{ GPa}$ .

### 3.2.4. Preliminarus iš anksto įtemptosios armatūros skaičiavimas

Imamas išankstinio armatūros įtempimo dydis:

$$\sigma_p = 0,7 \cdot f_{p0,1k} = 0,7 \cdot 1600 = 1120 \text{ MPa} \quad (3.151)$$

Elektoterminio įtempimo metu nuokrypio reikšmė:

$$p = 30 + \frac{360}{l} = 30 + \frac{360}{10} = 66,0 \text{ MPa} \quad (3.152)$$

Čia:  $l$  – įtempiamojo strypo ilgis (atstumas tarp atsparų briaunų)

$$\sigma_p - p = 1120 - 66,0 = 1054 \leq 0,3 \cdot f_{p0,1k} = 480 \text{ MPa} \quad (3.153)$$

$$\sigma_p + p = 1120 + 66,0 = 1186 \leq f_{p0,1k} = 1600 \text{ MPa} \quad (3.154)$$

Sąlyga tenkinama.

Apskaičiuojama išankstinio armatūros įtempimo nuokrypa:

$$\Delta\gamma_{sp} = 0,5 \cdot \frac{p}{\sigma_p} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_p}}\right) = 0,5 \cdot \frac{66,0}{1120} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{10}}\right) = 0,039 \leq 0,1 \quad (3.155)$$

Čia:  $n_p$  – įtempiamų strypų skaičius

Priimam  $\Delta\gamma_{sp} = 0,1$ .

Esant palankiai išankstinio įtempimo įtakai įtempimo tikslumo koeficientas:

$$\gamma_{sp} = 1 - \Delta\gamma_{sp} = 1 - 0,1 = 0,9 \quad (3.156)$$

Priešingu atveju (tikrinant viršutinio krašto pleišėtumą gamybos stadijoje):

$$\gamma_{sp} = 1 + \Delta\gamma_{sp} = 1 + 0,1 = 1,1 \quad (3.157)$$

Įvertinus išankstinio įtempimo tikslumą:

$$\sigma_p = 0,9 \cdot 1120 = 1008 \text{ MPa} \quad (3.158)$$

Apytikriai numatomi nusistovėję įtempimai (įvertinus suminius įtempių nuostolius):

$$\sigma_{p2} = \sigma_p - 100 = 1008 - 100 = 908 \text{ MPa} \quad (3.159)$$

Nustatome ribinį gniuždomosios betono zonos aukštį:

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,61}{1 + \frac{882}{500} \left(1 - \frac{0,61}{1,1}\right)} = 0,342 \quad (3.160)$$

Čia:  $\sigma_{sc,lim} = 500 \text{ MPa}$

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 30 = 0,610 \quad (3.161)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{s,lim} &= f_{p0,1d} + 400 - \sigma_{p2} - \Delta\sigma_p = 1390 + 400 - 908 - 0 = \\ &= 882 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.162)$$

$$\Delta\sigma_p = 1500 \cdot \frac{\sigma_p}{f_{p0,1d}} - 1200 = 1500 \cdot \frac{1008}{1390} - 1200 = -112 \text{ MPa} \quad (3.163)$$

$$\leq 0 \text{ MPa}$$

Todėl priimam  $\Delta\sigma_p = 0 \text{ MPa}$ .

Koeficientas  $\mu_{Eds}$ :

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{854,0 \cdot 10^{-3}}{30 \cdot 0,3 \cdot 0,715^2} = 0,186 \quad (3.164)$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Eds}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,186} = 0,208 \leq \xi_{lim} = 0,342 \quad (3.165)$$

Gniuždomos zonos aukštis:

$$x = \xi \cdot d = 0,208 \cdot 0,715 = 149 \text{ mm} \quad (3.166)$$

Darbo sąlygų koeficientas, įvertinantis įtemptosios armatūros stiprumą aukščiau takumo ribos:

$$\gamma_{sb} = \eta - (\eta - 1) \left( 2 \cdot \frac{\xi}{\xi_{lim}} - 1 \right) =$$

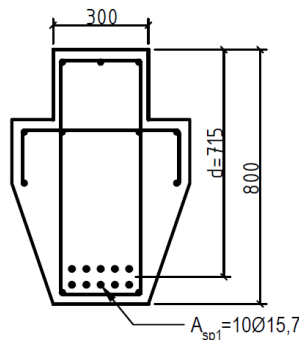
$$= 1,15 - (1,15 - 1) \left( 2 \cdot \frac{0,208}{0,342} - 1 \right) = 1,12 < \eta = 1,15 \quad (3.167)$$

Priimam  $\gamma_{sb} = 1,12$ .

Išilginės įtemptosios armatūros reikiamas skerspjūvio plotas:

$$A_{p1} = \frac{f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot x}{f_{p0,1d} \cdot \gamma_{sb}} = \frac{30 \cdot 0,3 \cdot 0,149}{1390 \cdot 1,12} \geq 8,61 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 8,61 \text{ cm}^2 \quad (3.168)$$

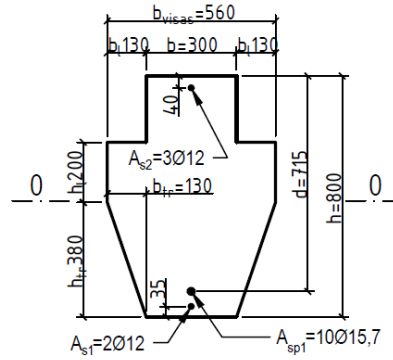
Iš sortimento pasirenkame 10Ø15,7 Y1860S armatūrą, kurių  $A_{sp1} = 15,0 \text{ cm}^2$ .



3.7 pav. Rėmsijės išilginė armatūra

### 3.2.5. Geometrinių charakteristikų skaičiavimas

Rėmsijės skerspjūvio geometriniai rodikliai apskaičiuoti pagal 3.8 pav. schemą.



3.8 pav. Skaičiuojamasis geometrinių charakteristikų skerspjūvis

Skerspjūvio plotas:

$$\begin{aligned}
 A_{eff} &= b \cdot h + 2 \cdot (b_l \cdot h_l) + 2 \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot b_{tr} \cdot h_{tr} \right) + \alpha_e \cdot A_{sp1} + \alpha_{e1} \cdot A_{s1} + \\
 &\quad + \alpha_{e1} \cdot A_{s2} = \\
 &= 0,3 \cdot 0,8 + 2 \cdot (0,13 \cdot 0,2) + 2 \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot 0,13 \cdot 0,38 \right) + 5,27 \cdot 15,0 \cdot 10^{-4} + \\
 &\quad + 5,41 \cdot 2,26 \cdot 10^{-4} + 5,41 \cdot 3,39 \cdot 10^{-4} = 0,3523 \text{ m}^2
 \end{aligned} \tag{3.169}$$

Čia:

$$\alpha_e = \frac{E_{sm}}{E_{cm}} = \frac{195}{37} = 5,27 \tag{3.170}$$

$$\alpha_{e1} = \frac{E_{sm}}{E_{cm}} = \frac{200}{37} = 5,41 \tag{3.171}$$

Skerspjūvio statinis momentas rėmsijės apatinio sluoksnio atžvilgiu:

$$\begin{aligned}
 S_{eff} &= b \cdot h \cdot \frac{h}{2} + 2 \cdot (b_l \cdot h_l) \cdot \left( h_{tr} + \frac{1}{2} \cdot h_l \right) + 2 \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot b_{tr} \cdot h_{tr} \right) \cdot \frac{2}{3} \cdot h_{tr} + \\
 &\quad + \alpha_e \cdot A_{sp1} \cdot a_1 + \alpha_{e1} \cdot A_{s1} \cdot a_{s1} + \alpha_{e1} \cdot A_{s2} \cdot (h - a_2) = \\
 &= 0,3 \cdot 0,8 \cdot \frac{0,8}{2} + 2 \cdot (0,13 \cdot 0,2) \cdot \left( 0,38 + \frac{1}{2} \cdot 0,2 \right) + \\
 &\quad + 2 \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot 0,13 \cdot 0,38 \right) \cdot \frac{2}{3} \cdot 0,38 + 5,27 \cdot 15,0 \cdot 10^{-4} \cdot 0,085 + \\
 &\quad + 5,41 \cdot 2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 0,035 + 5,41 \cdot 3,39 \cdot 10^{-4} \cdot (0,8 - 0,4) = \\
 &= 0,13557 \text{ m}^3
 \end{aligned} \tag{3.172}$$

Skerspjūvio svorio centro atstumas nuo rėmsijės apatinio sluoksnio:

$$y_{sc} = \frac{S_{eff}}{A_{eff}} = \frac{0,13557}{0,3523} = 0,385 \text{ m} \tag{3.173}$$

Skerspjūvio inercijos momentas 0-0 ašies atžvilgiu (3.8 pav.):

$$\begin{aligned}
 I_{eff} &= \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h \cdot (0,5 \cdot h - y_{sc})^2 + \frac{2 \cdot b_l \cdot h_l^3}{12} + \\
 &+ 2 \cdot b_l \cdot h_l \cdot (0,5 \cdot h_l + h_{tr} - y_{sc})^2 + \frac{2 \cdot b_{tr} \cdot h_{tr}^3}{36} + \\
 &+ 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot b_{tr} \cdot h_{tr} \cdot \left( y_{sc} - \frac{2}{3} \cdot h_{tr} \right)^2 + \alpha_e \cdot A_{sp1} \cdot (y_{sc} - a_1)^2 + \\
 &+ \alpha_{e1} \cdot A_{s1} \cdot (y_{sc} - a_{s1})^2 + \alpha_{e1} \cdot A_{s2} \cdot (h - y_{sc} - a_2)^2 = \\
 &= \frac{0,3 \cdot 0,8^3}{12} + 0,3 \cdot 0,8 \cdot (0,5 \cdot 0,8 - 0,385)^2 + \frac{2 \cdot 0,13 \cdot 0,2^3}{12} + \\
 &+ 2 \cdot 0,13 \cdot 0,2 \cdot (0,5 \cdot 0,2 + 0,38 - 0,385)^2 + \frac{2 \cdot 0,13 \cdot 0,38^3}{36} + \\
 &+ 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,13 \cdot 0,38 \cdot \left( 0,385 - \frac{2}{3} \cdot 0,38 \right)^2 + \\
 &+ 5,27 \cdot 15,0 \cdot 10^{-4} \cdot (0,385 - 0,085)^2 + \\
 &+ 5,41 \cdot 2,26 \cdot (0,385 - 0,035)^2 + 5,41 \cdot 3,39 \cdot (0,8 - 0,385 - 0,04)^2 = \\
 &= 0,015799 \text{ m}^4
 \end{aligned} \tag{3.174}$$

Skerspjūvio atsparumo momentas rėmsijės apatinio sluoksnio atžvilgiu:

$$W_{eff1} = \frac{I_{eff}}{y_{sc}} = \frac{0,015799}{0,385} = 0,04104 \text{ m}^3 \tag{3.175}$$

Skerspjūvio atsparumo momentas rėmsijės viršutinio sluoksnio atžvilgiu:

$$W_{eff2} = \frac{I_{eff}}{(h - y_{sc})} = \frac{0,015799}{(0,8 - 0,385)} = 0,03807 \text{ m}^3 \tag{3.176}$$

Skerspjūvio atsparumo momentas, įvertinant betono plastines deformacijas, apskaičiuotas rėmsijės apatinio sluoksnio atžvilgiu:

$$W_{pl1} = \gamma \cdot W_{eff1} = 1,75 \cdot 0,04104 = 0,07182 \text{ m}^3 \tag{3.177}$$

Viršutinio krašto atžvilgiu:

$$W_{pl2} = \gamma \cdot W_{eff2} = 1,75 \cdot 0,03807 = 0,06662 \text{ m}^3 \tag{3.178}$$

Čia:  $\gamma$  – koeficientas įvertinantis plastines deformacijas

$$2 > \frac{b_{visas}}{b} = \frac{560}{300} = 1,87 \tag{3.179}$$

Todėl  $\gamma$  priimam 1,75.

### 3.2.6. Rėmsijės armatūros išankstinių įtempių nuostoliai

Apskaičiuojant armatūros išankstinių įtempių nuostolius, imamas armatūros įtempimo tikslumo koeficientas  $\gamma_p = 1,0$ . Tuomet pradinio išankstinio įtempimo reikšmė:

$$\sigma_p = \gamma_p \cdot \sigma_p = 1 \cdot 1120 = 1120 \text{ MPa} \quad (3.180)$$

Anksčiau nustatyti skerspjūvio parametrai:

$$A_{sp1} = 15,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2; A_{eff} = 0,3523 \text{ m}^2; y_{sc} = 0,385 \text{ m}; a_1 = 0,085 \text{ m}; I_{eff} = 0,015799 \text{ m}^4$$

Armatūros atstumas nuo ekvivalentiško skerspjūvio svorio centro :

$$\gamma_{pl} = \gamma_{sc} - a_1 = 0,385 - 0,085 = 0,30 \text{ m} \quad (3.181)$$

#### Pirminiai įtempių nuostoliai.

1. Įtempių nuostoliai dėl relaksacijos:

$$\sigma_{los1} = 0,05 \cdot \sigma_p = 0,05 \cdot 1120 = 56,0 \text{ MPa} \quad (3.182)$$

2. Įtempių nuostoliai dėl temperatūrų skirtumų:

$$\sigma_{los2} = 1,0 \cdot \Delta_t = 1,0 \cdot 65 = 65,0 \text{ MPa} \quad (3.183)$$

3. Įtempių nuostoliai dėl tempimo įrenginių inkarų deformacijos:

$$\sigma_{los3} = 0 \text{ MPa} \quad (3.184)$$

$\sigma_{los3}$  – (įtempių nuostoliai dėl inkarų deformacijos elektroterminiu būdu nevertinami)

4. Įtempių nuostoliai dėl armatūros trinties:

$$\sigma_{los4} = 0 \text{ MPa} \quad (3.185)$$

5. Įtempių nuostoliai dėl klojinių deformacijos:

$$\sigma_{los5} = 0 \text{ MPa} \quad (3.186)$$

6. Greitai pasireiškiantis betono valkšnumas:

$$\alpha = 0,25 + 0,025 \cdot f_{cp} = 0,25 + 0,025 \cdot 45 = 1,375 > 0,8 \quad (3.187)$$

Priimam  $\alpha = 0,8$ .

$$\sum_{i=1}^5 \sigma_{losi} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} = 56,0 + 65,0 = 121,0 \text{ MPa} \quad (3.188)$$

Įtempiai armatūroje prieš apgniuždant betoną:

$$\sigma_{sp} = \sigma_p - \sum_{i=1}^5 \sigma_{losi} = 1120 - 121 = 999,0 \text{ MPa} \quad (3.189)$$

Įtempių atstojamoji:

$$P_1 = \sigma_{sp} \cdot A_{p1} = 999,0 \cdot 10^6 \cdot 15,0 \cdot 10^{-4} = 1499 \text{ kN} \quad (3.190)$$



Atstojamosios jėgos ekscentricitetas redukuoto skerspjūvio svorio centro atžvilgiu:

$$e_{op} = y_{sc} - a_1 = 0,385 - 0,085 = 0,3 \text{ m} \quad (3.191)$$

Maksimalūs įtempiai betone apgniuždant:

$$\begin{aligned} \sigma_{cp} &= \frac{P_1}{A_{eff}} + \frac{P_1 \cdot e_{op} \cdot y_{red}}{I_{eff}} = \frac{1499 \cdot 10^3}{0,3523} + \frac{1499 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 0,385}{0,015799} = \\ &= 15,21 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.192)$$

$$\frac{\sigma_{cp}}{f_{cp}} = \frac{15,21}{45,0} = 0,34 < 1 \quad (3.193)$$

Maksimalūs įtempiai betone neviršija ribinių įtempių.

Įtempimai betone įtemptosios armatūros svorio centro lygyje nuo  $P_1$  ir lenkimo momento nuo rėmsijės svorio:

$$M_d = \frac{g_{rygd} \cdot l^2}{8} = \frac{9,86 \cdot 8^2}{8} = 78,88 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.194)$$

Čia:  $l$  – atstumas tarp atramų plokštę sandėliuojant

$$\begin{aligned} \sigma_{cp} &= \frac{P_1}{A_{eff}} + \frac{(P_1 \cdot e_{op} - M_d) \cdot e_{op}}{I_{eff}} = \\ &= \frac{1499 \cdot 10^3}{0,3523} + \frac{(1499 \cdot 10^3 \cdot 0,3 - 78,88 \cdot 10^3) \cdot 0,3}{0,015799} = 11,30 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.195)$$

$$\frac{\sigma_{cp}}{f_{cp}} = \frac{11,3}{45,0} = 0,25 < \alpha = 0,8 \quad (3.196)$$

$$\sigma_{los6} = \chi \cdot \left( 40 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{f_{cp}} \right) = 1 \cdot 40 \cdot 0,25 = 10,0 \text{ MPa} \quad (3.197)$$

Čia:  $\chi$  – koeficientas natūraliai kietėjusio betono ( $\chi = 1$ )

Betono įtempimai kraštiniame tariamai gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\begin{aligned} \sigma_{cp,2} &= \frac{P_1}{A_{eff}} - \frac{(P_1 \cdot e_{op} - M_d) \cdot (h - y_{sc})}{I_{eff}} = \\ &= \frac{1499 \cdot 10^3}{0,3523} - \frac{(1499 \cdot 10^3 \cdot 0,3 - 78,88 \cdot 10^3) \cdot (0,8 - 0,385)}{0,015799} = \\ &= -5,49 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.198)$$

Tariamai gniuždomoje zonoje veikia tempimo įtempiai.

Įtempių nuostoliai tariamai esančioje gniuždomosios zonos armatūroje dėl greitai pasireiškiančio betono valkšnumo:

$$\sigma_{los6,2} = \chi \cdot \left( 40 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{f_{cp}} \right) = 1 \cdot 40 \cdot \frac{-5,49}{45,0} = -4,88 \text{ MPa} \quad (3.199)$$

Pirmieji išankstinių įtempių nuostoliai:

$$\sum_{i=1}^6 \sigma_{losi} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} + \sigma_{los6} = 56,0 + 65,0 + 10,0 = 131,0 \text{ MPa} \quad (3.200)$$

Betono apspaudimo jėga, atmetus pirmuosius armatūros išankstinių įtempių nuostolius:

$$\begin{aligned} P_{m,1} &= A_{sp1} \cdot \left( \sigma_p - \sum_{i=1}^6 \sigma_{losi} \right) = 15,0 \cdot 10^{-4} \cdot (1120 - 131,0) = \\ &= 1484 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.201)$$

#### Antrieji įtempių nuostoliai.

7. Armatūros įtempių relaksacija:

$$\sigma_{los7} = 0 \text{ MPa} \quad (3.202)$$

8. Betono susitraukimas:

$$\sigma_{los8} = 60 \text{ MPa} \quad (3.203)$$

9. Betono valkšnumas:

Įtempimai betone įtemptosios armatūros svorio centro lygyje nuo  $P_{m,1}$  ir lenkimo momento nuo rėmsijės svorio:

$$\begin{aligned} \sigma_{cp,1} &= \frac{P_{m,1}}{A_{eff}} + \frac{(P_{m,1} \cdot e_{op} - M_d) \cdot e_{op}}{I_{eff}} = \\ &= \frac{1484 \cdot 10^3}{0,3523} + \frac{(1484 \cdot 10^3 \cdot 0,3 - 78,88 \cdot 10^3) \cdot 0,3}{0,015799} = 11,17 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.204)$$

$$\frac{\sigma_{cp,1}}{f_{cp}} = \frac{11,17}{45,0} = 0,25 \leq 0,75 \quad (3.205)$$

$$\sigma_{los9} = 150 \cdot \chi \cdot \frac{\sigma_{cp,1}}{f_{cp}} = 150 \cdot 1 \cdot 0,25 = 37,2 \text{ MPa} \quad (3.206)$$

Betono įtempiai kraštutiniame tariamai gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\begin{aligned} \sigma_{cp,2} &= \frac{P_{m,1}}{A_{eff}} - \frac{(P_{m,1} \cdot e_{op} - M_d) \cdot (h - y_{sc})}{I_{eff}} = \\ &= \frac{1484 \cdot 10^3}{0,3523} - \frac{(1484 \cdot 10^3 \cdot 0,3 - 78,88 \cdot 10^3) \cdot (0,8 - 0,385)}{0,015799} = \end{aligned} \quad (3.207)$$

$$= -5,41 \text{ MPa}$$

Įtempių nuostoliai tariamai esančioje gniuždomosios zonos armatūroje dėl betono valkšnumo:

$$\sigma_{los9,2} = 150 \cdot \chi \cdot \frac{\sigma_{cp,2}}{f_{cp}} = 150 \cdot 1 \cdot \frac{-5,41}{45,0} = -18,0 \text{ MPa} \quad (3.208)$$

Tariamai gniuždomoje zonoje veikia tempimo įtempiai.

10. Betono glemžimas po spiralinės arba žiedinės armatūros vijomis:

$$\sigma_{los10} = 0 \text{ MPa} \quad (3.209)$$

11. Sandūrų tarp blokų apgniuždymo deformacijos:

$$\sigma_{los11} = 0 \text{ MPa} \quad (3.210)$$

Visi armatūros išankstinių įtempių nuostoliai:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{11} \sigma_{losi} &= \sigma_{los1} + \sigma_{los2} + \sigma_{los6} + \sigma_{los8} + \sigma_{los9} = \\ &= 56,0 + 65,0 + 10,0 + 60 + 37,2 = 228,2 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.211)$$

Apspaudimo jėga, atmetus visus armatūros išankstinio įtempimo nuostolius:

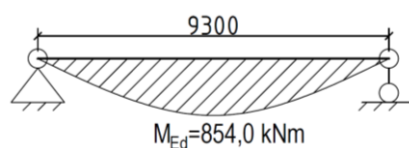
$$\begin{aligned} P_{m,\infty} &= A_{sp1} \cdot \left( \sigma_p - \sum_{i=1}^{11} \sigma_{losi} \right) = 15,0 \cdot 10^{-4} \cdot (1120 - 228,2) = \\ &= 1338 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.212)$$

Apspaudimo jėgos ekscentricitetas:

$$\begin{aligned} e_{pc} &= \frac{A_{sp1} \cdot (\sigma_p - \sum_{i=1}^{11} \sigma_{losi}) \cdot e_{0p}}{P_{m,\infty}} = \\ &= \frac{15,0 \cdot 10^{-4} \cdot (1120 - 228,2) \cdot 0,3}{1338 \cdot 10^3} = 0,3 \text{ m} \end{aligned} \quad (3.213)$$

### 3.2.7. Rėmsijės normalinio pjūvio stiprumo įvertinimas

Tikrinamas rėmsijės tarpatramio vidurio normalinio pjūvio stipris, atsižvelgiant į pasirinktą armatūrą ( $A_{p1} = 15,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ ) ir faktiškus armatūros išankstinius įtempimus.



3.9 pav. Rėmsijės momentų diagrama

Nustatome ribinį gniuždomosios betono zonos aukštį:

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,61}{1 + \frac{898,2}{500} \left(1 - \frac{0,61}{1,1}\right)} = 0,339 \quad (3.214)$$

Čia:  $\sigma_{sc,lim} = 500 \text{ MPa}$

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 30 = 0,61 \quad (3.215)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{s,lim} &= f_{p0,1d} + 400 - \left( \sigma_p - \sum_{i=1}^{11} \sigma_{losi} \right) = \\ &= 1390 + 400 - (1120 - 228,2) = 898,2 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.216)$$

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_p &= \frac{1500 \cdot (\sigma_p - \sum_{i=1}^{11} \sigma_{losi})}{f_{p0,1d}} - 1200 = \\ &= 1500 \cdot \frac{1120 - 228,2}{1390} - 1200 = -238 \text{ MPa} < 0 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.217)$$

Todėl priimam  $\Delta\sigma_p = 0 \text{ MPa}$ .

Darbo sąlygų koeficientas, įvertinantis įtemptosios armatūros stiprumą aukščiau takumo ribos:

$$\begin{aligned} \gamma_{sb} &= \eta - (\eta - 1) \left( 2 \cdot \frac{\xi}{\xi_{lim}} - 1 \right) = 1,15 - (1,15 - 1) \left( 2 \cdot \frac{0,327}{0,339} - 1 \right) = \\ &= 1,01 < \eta = 1,15 \end{aligned} \quad (3.218)$$

Priimam  $\gamma_{sb} = 1,0$ .

Gniuždomosios zonos aukštis  $\sum N = 0$ :

$$\begin{aligned} x &= \frac{\gamma_{sb} \cdot f_{p0,1d} \cdot A_{p1}}{f_{cd} \cdot b_{eff}} = \frac{1,01 \cdot 1390 \cdot 15,0 \cdot 10^{-4}}{30 \cdot 0,3} = 0,234 \text{ m} = \\ &= 234 \text{ mm} \end{aligned} \quad (3.219)$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{234}{715} = 0,327 \leq \xi_{lim} = 0,339 \quad (3.220)$$

Plokštės normalinio pjūvio stipris iš  $\sum M = 0$ :

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= \gamma_{sb} \cdot f_{p0,1d} \cdot A_{p1} \cdot (d - 0,5 \cdot x) = \\ &= 1,01 \cdot 1390 \cdot 10^3 \cdot 15,0 \cdot 10^{-4} \cdot (0,715 - 0,5 \cdot 0,234) = \\ &= 1259,3 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_{Ed} = 854,0 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (3.221)$$

Rėmsijės normalinio pjūvio stipris yra pakankamas.

### 3.2.8. Rėmsijės įstrižųjų pjūvių stiprumo skersinių jėgų atžvilgiu skaičiavimas

Rėmsijės skaičiuojamasis tarpatramis –  $l_{eff} = 9,3 \text{ m}$ . Betonas normalusis C50/60 klasės:  $f_{ck} = 50 \text{ MPa}$ ,  $f_{cd} = 30 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctk,0,05} = 2,9 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,74 \text{ MPa}$ . Išankstinio įtempimo (apspaudimo) jėga, įvertinus visus įtempių nuostolius –  $P_{m,\infty} = 1338 \text{ kN}$ ; jos ekscentricitetas –  $e_{pc} = 0,3 \text{ m}$ .

Rėmsijės charakteristikos:  $A_{eff} = 0,3523 \text{ m}^2$ , atstumas nuo skerspjūvio svorio centro iki plokštės apačios –  $y_{sc} = 0,385 \text{ m}$ , inercijos momentas skerspjūvio centro atžvilgiu –  $I_{eff} = 0,015799 \text{ m}^4$ , atsparumo momentai –  $W_{eff1} = 0,04104 \text{ m}^3$ ,  $W_{eff2} = 0,03807 \text{ m}^3$ ,  $W_{pl1} = 0,07182 \text{ m}^3$ ,  $W_{pl2} = 0,06662 \text{ m}^3$

Skaičiuotinis nuolatinės apkrovos nuo plokštės, grindų ir rėmsijės svorio poveikis –  $g_d = 39,99 \text{ kN/m}$ , skaičiuojamoji kintama apkrova –  $q_d = 39,0 \text{ kN/m}$ .

Skaičiavimas atliekamas rėmsijės skerspjūvio pločiui  $b = 0,3 \text{ m}$  ir  $d = 0,715 \text{ m}$ .

Apkrovų poveikiai:

- nuo visų apkrovų:

$$p_d = g_d + q_d = 39,99 + 39,0 = 78,99 \text{ kN/m} \quad (3.222)$$

- nuo nuolatinės ir ekvivalentiškos laikinosios apkrovos:

$$p_{eff,d} = g_d + \frac{q_d}{2} = 39,99 + \frac{39,0}{2} = 59,49 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (3.223)$$

Didžiausia skersinė jėga pjūvyje prie atramos nuo visų apkrovų poveikio:

$$V_{Ed,max} = p_d \cdot \frac{l_{eff}}{2} = 78,99 \cdot \frac{9,3}{2} = 367,3 \text{ kN} \quad (3.224)$$

Tikrinama, ar rėmsijė atitinka elemento be skersinės armatūros stiprumo sąlygą:

$$\begin{aligned} 2,5 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d &= 2,5 \cdot 1,74 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 0,715 = 933,1 \text{ kN} \\ &\geq V_{Ed,max} = 367,3 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.225)$$

Elementas sąlygą atitinka.

Apskaičiuojame normaliniai betono įtempiai:

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} = \frac{P_{m,\infty}}{A_{eff}} = \frac{1338 \cdot 10^{-3}}{0,3523} = 3,80 \text{ MPa} < 0,5 \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 30 = \\ &= 15 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.226)$$

Sąlygos tikrinti nereikia.

Koeficientas  $\varphi_n$ :

$$\varphi_n = \frac{0,1 \cdot P_{m,\infty}}{f_{ctd} \cdot b \cdot d} = \frac{0,1 \cdot 1338}{1,74 \cdot 0,3 \cdot 0,715 \cdot 10^3} = 0,358 < 0,5 \quad (3.227)$$

Kadangi naudojamas normalaus svorio betonas, tai  $\varphi_{c2} = 2,0$ ;  $\varphi_{c3} = 0,6$ ;  $\varphi_{c4} = 1,5$ .

$$\begin{aligned} M_{c2} &= \varphi_{c2} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d^2 = \\ &= 2,0 \cdot (1 + 0,358) \cdot 1,74 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 0,715^2 = 725 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (3.228)$$

Skerspjūvio atlaikymo jėga  $V_{Rd,c1}$ :

$$V_{Rd,c1} = 2 \cdot \sqrt{M_{c2} \cdot p_{eff,d}} = 2 \cdot \sqrt{725 \cdot 59,49} = 415,4 \text{ kN} \quad (3.229)$$

Tikriname sąlygą:

$$V_{Rd,c1} = 415,4 \text{ kN} \geq V_{Ed,max} = 367,3 \text{ kN} \quad (3.230)$$

Sąlyga tenkinama, armatūra parenkama konstrukciškai.

Pagal konstrukcinius reikalavimus skersinė armatūros žingsnis nuo atramos  $l/4 = 2,33$  turi būti mažiausiai  $s_{min} = h/3 = 800/3 = 267 \text{ mm}$ . Pasirenku skersinę armatūrą  $\emptyset 6 \text{ mm}$ ,  $s_{w,1} = 250 \text{ mm}$ .

Sijos tarpatramyje:

$$s_{min} \left\{ \begin{array}{l} \leq 3 \cdot \frac{h}{4} = 3 \cdot \frac{800}{4} = 600 \text{ mm} \\ \leq 500 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Viduriniame sijos ruože sankabų žingsnį padidiname dvigubai, t. y.:

$$s_{w,2} = 500 \text{ mm} \quad (3.231)$$

### 3.2.9. Rėmsijės gamybos ir transportavimo ribinių būvių skaičiavimas

Viršutinio krašto pleišėtumas apspaudžiant.

Apskaičiuojamas rėmsijės savojo svorio sukeltas lenkimo momentas, armatūrą atleidžiant nuo atsparų (nepaisant dinamiškumo koeficiento):

$$M_{Egd} = \frac{g_{ryg} \cdot l^2}{8} = \frac{7,3 \cdot 8^2}{8} = 58,4 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.232)$$

Plokštės apspaudimo jėga, atmetus pirminius armatūros įtempių nuostolius. Kai  $\gamma_{sp} = 1,1$ :

$$P_{d,sup} = \gamma_{sp} \cdot P_{m1} = 1,1 \cdot 1484 = 1632,4 \text{ kN} \quad (3.233)$$

Didžiausi betono įtempiai gniuždymo įtempiai apspaudžiant plokštę:

$$\begin{aligned}\sigma_{c,max} &= \frac{P_{d,sup}}{A_{eff}} - \frac{(P_{d,sup} \cdot e_{0p} - M_{Egd})}{W_{eff2}} = \\ &= \frac{1632,4 \cdot 10^3}{0,3523} + \frac{(1632,4 \cdot 10^3 \cdot 0,3 - 58,4 \cdot 10^3)}{0,03807} = 15,96 \text{ MPa}\end{aligned}\quad (3.234)$$

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{c,max}}{f_{cp}} = 1,6 - \frac{15,96}{45} = 1,25 > 1,0 \quad (3.235)$$

Todėl priimam  $\varphi = 1$ .

Branduolio spindulys:

$$r_1 = \varphi \cdot \frac{W_{eff2}}{A_{eff}} = 1,0 \cdot \frac{0,03807}{0,3523} = 108 \text{ mm} \quad (3.236)$$

Tikriname sąlygą:

$$\begin{aligned}P_{d,sup} \cdot (e_{0p} - r_1) - M_{Egd} &= 1632,4 \cdot (0,3 - 0,108) - 58,4 = 255,0 \text{ kN} \\ &< f_{ctk} \cdot W_{pl2} = 2,9 \cdot 0,0662 = 193,2 \text{ kN}\end{aligned}\quad (3.237)$$

Plyšiai viršutinėje zonoje atsivers.

Skaičiuojame koeficientą  $\varphi_m$ :

$$\varphi_m = \frac{f_{ctk} \cdot W_{pl2}}{P_{d,sup} \cdot (e_{0p} - r_1) - M_{Egd}} = \frac{193,2}{255,0} = 0,758 \quad (3.238)$$

Norint apskaičiuoti gniuždomos zonos aukštį, rašome momentų lygtį apie viršutinės armatūros svorio centrą (3.10 pav.):

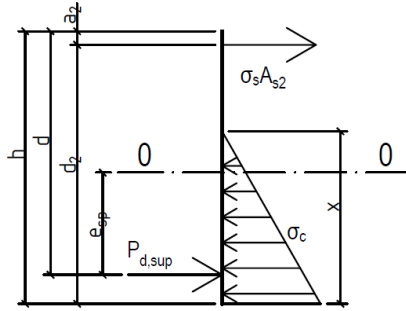
$$P_{d,sup} \cdot (d - a_2) = \frac{1}{2} \cdot b \cdot x \cdot \sigma_{c,max} \cdot \left(d_2 - \frac{1}{3} \cdot x\right) \quad (3.239)$$

$$\frac{1}{6} \cdot b \cdot \sigma_{c,max} \cdot x^2 + \frac{1}{2} \cdot b \cdot \sigma_{c,max} \cdot d_2 \cdot x - P_{d,sup} \cdot (d - a_2) = 0 \quad (3.240)$$

Sprendžiame kvadratinę lygtį:

$$\begin{aligned}\frac{1}{6} \cdot 0,3 \cdot 15,96 \cdot 10^6 \cdot x^2 + \frac{1}{2} \cdot 0,3 \cdot 15,96 \cdot 10^6 \cdot 0,74 \cdot x \\ - 1632,4 \cdot 10^3 \cdot (0,715 - 0,04) = 0\end{aligned}\quad (3.241)$$

Išsprendus lygtį gauname, jog  $x = 0,506 \text{ m}$ .



3.10 pav. Gniuždomojo aukščio skaičiuojamoji schema

Maksimalus gniuždomos zonos pradinių plyšių gylis:

$$d_{cr} \approx h - x = 0,8 - 0,506 = 0,294 \text{ m} \leq 0,5 \cdot d = 0,5 \cdot 0,715 = 0,358 \quad (3.242)$$

Sąlyga tenkinama, plyšiai toleruojami.

#### Stiprumas transportuojant.

Rėmsijės normalinio pjūvio stiprumas skaičiuojamas kaip ekscentriškai gniuždomo elemento. Laikoma, kad skaičiuotinis plokštės savojo svorio poveikis bus didžiausias ją transportuojant, kai dinamiškumo koeficientas  $\gamma_d = 1,6$ .

$$g_{ryg,d} = 7,3 \cdot 1,6 = 11,68 \text{ kN/m} \quad (3.243)$$

Lenkimo momentas gembėje:

$$M_{Egd} = \frac{g_{ryg,d} \cdot l_c^2}{2} = \frac{11,68 \cdot 0,75^2}{2} = 3,29 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.244)$$

Apspaudimo jėga, veikianti rėmsiję, kaip išorinis poveikis irimo stadijoje iki naudojimo (gamybos situacijoje), įvertinant  $\sigma_{sc,lim} = 330 \text{ MPa}$ :

$$\begin{aligned} N_{con} = N_{Ed} &= \left( \gamma_{sp} \cdot \left( \sigma_p - \sum \Delta \sigma_{p1} \right) - 330 \right) \cdot A_{p1} = \\ &= (1,1 \cdot (1120 - 131) - 330) \cdot 15,0 = 1137 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.245)$$

Viršuje priimta armatūra  $3\emptyset 12 \text{ mm}$ ,  $A_{s2} = 3,39 \text{ cm}^2$ ,  $a_2 = 40 \text{ mm}$ . Jėgos  $N_{Ed}$  atstumas nuo viršutinės neįtemptosios armatūros  $A_{s2}$  skerspjūvio svorio centro:

$$e_{s2} = d_2 - a_1 + \frac{M_{Egd}}{N_{con}} = 0,76 - 0,085 + \frac{3,29}{1137} = 0,678 \text{ m} \quad (3.246)$$

Gniuždomos zonos aukštis  $x_{eff}$  nustatomas iš skaičiuotiname skerspjūvyje veikiančių įrąžų pusiausvyros lygties  $\sum N_x = 0$ :

$$N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_{s2} - f_{cpd} \cdot x_{eff} \cdot b - \sigma_{sc} \cdot A_{p1} = 0 \quad (3.247)$$

$$f_{cpd} = 0,9 \cdot f_{cd} = 0,9 \cdot 30,0 = 27,0 \text{ MPa} \quad (3.248)$$



$$\sigma_{sc} = \sigma_{sc,lim} - \gamma_{sp} \cdot \left( \sigma_p - \sum \Delta\sigma_{p1} \right) = 500 - 1,1 \cdot (1120 - 131) = -588 \text{ MPa} \quad (3.249)$$

Todėl  $\sigma_{sc}$  priimam 0.

$$x_{eff} = \frac{N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_{s2}}{f_{cpd} \cdot b} = \frac{1137 + 365 \cdot 0,339}{27,0 \cdot 0,3} = 156 \text{ mm} \quad (3.250)$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left( 1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} = \frac{0,634}{1 + \frac{365}{330} \left( 1 - \frac{0,634}{1,1} \right)} = 0,432 \quad (3.251)$$

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cpd} = 0,85 - 0,008 \cdot 27,0 = 0,634 \quad (3.252)$$

$$\xi = \frac{x_{eff}}{d} = \frac{156}{715} = 0,218 \leq \xi_{lim} = 0,432 \quad (3.253)$$

Sąlyga tenkinama.

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= N_{Ed} \cdot e_{s2} = 1137 \cdot 0,678 = 770,9 \\ &\leq M_{Rd} = f_{cpd} \cdot b \cdot x_{eff} \cdot (d_2 - 0,5 \cdot x_{eff}) = \\ &= 27 \cdot 0,3 \cdot 0,156 \cdot (0,76 - 0,5 \cdot 0,156) = 861,8 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.254)$$

Sąlyga tenkinama.

### 3.2.10. Rėmsijės naudojimo situacijos tinkamumo ribinių būvių skaičiavimas

Normalinių plyšių atsiradimas.

Apkrova į tiesinį metrą nuo nuolatinės apkrovos –  $g_k = 29,62 \text{ kN/m}$ . Apkrova į tiesinį metrą nuo kintamos apkrovos –  $q_k = 30,0 \text{ kN/m}$ .

Suminė apkrova nuo nuolatinės ir kintamos pakrovos –  $p_d = 59,62 \text{ kN/m}$ . Naudojimo apkrovos tariamai nuolatinės dalies poveikis:

$$q_{d,lt} = q_{k,lt} = \Psi_2 \cdot g_k = 0,6 \cdot 29,62 = 17,77 \text{ kN/m} \quad (3.255)$$

Čia:  $\Psi_2 = 0,6$  (28)

Nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovų poveikiai:

$$p_{gd} = p_{gk} = g_d + q_{d,lt} = 29,62 + 17,77 = 47,39 \text{ kN/m} \quad (3.256)$$

Rėmsijės įrašos (poveikių efektai):

- lenkimo momentai:

$$M_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{59,62 \cdot 9,3^2}{8} = 644,6 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.257)$$

$$M_{Egd} = \frac{p_{gd} \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{47,39 \cdot 9,3^2}{8} = 512,3 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.258)$$

$$M_{Eggd} = \frac{g_k \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{29,62 \cdot 9,3^2}{8} = 320,2 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.259)$$

- skersinės jėgos:

$$V_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{eff}}{2} = \frac{59,62 \cdot 9,3}{2} = 277,2 \text{ kN} \quad (3.260)$$

$$V_{Egd} = \frac{p_{gd} \cdot l_{eff}}{2} = \frac{47,39 \cdot 9,3}{2} = 220,4 \text{ kN} \quad (3.261)$$

Rėmsijės viršuje gamybos metu plyšiai atsiras, todėl koeficientas  $\lambda$ :

$$\lambda = \left(1,5 - \frac{0,9}{\delta}\right) \cdot (1 - \varphi_m) = \left(1,5 - \frac{0,9}{0,775}\right) \cdot (1 - 0,758) = 0,082 \quad (3.262)$$

$$\delta = \frac{y_{sc}}{h - y_{sc}} \cdot \frac{A_{sp1} + A_{s1}}{A_{sp1} + A_{s1} + A_{s2}} = \frac{0,385}{0,8 - 0,385} \cdot \frac{15,0 + 2,26}{15,0 + 2,26 + 3,39} = 0,775 \quad (3.263)$$

Vidutinė betono apspaudimo jėga įvertinus visus įtempimų nuostolius  $P_{m,\infty} = 1338 \text{ kN}$ .

Betono apspaudimo jėga tinkamumo ribiniam būviui:

$$P_{d,sup} = P_{m,\infty} \cdot \gamma_{sp} = 1338 \cdot 1,1 = 1472 \text{ kN} \quad (3.264)$$

$$P_{d,inf} = P_{m,\infty} \cdot \gamma_{sp} = 1338 \cdot 0,9 = 1204 \text{ kN} \quad (3.265)$$

Didžiausi gniuždomojo betono įtempiai dėl bendro išorinės apkrovos ir išankstinio apspaudimo poveikio:

$$\begin{aligned} \sigma_{c,max} &= \frac{P_{d,inf}}{A_{eff}} - \frac{P_{d,inf} \cdot e_p \cdot (h - y_{sc})}{I_{eff}} + \frac{M_{Ed} \cdot (h - y_{sc})}{I_{eff}} = \\ &= \frac{1204}{0,3523} - \frac{1204 \cdot 0,3 \cdot (0,8 - 0,385)}{0,015799} + \frac{644,6 \cdot (0,8 - 0,385)}{0,015799} = \\ &= 10,9 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.266)$$

Koeficientas  $\varphi$ :

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{c,max}}{f_{ck}} = 1,6 - \frac{10,9}{50} = 1,38 > 1 \quad (3.267)$$

Priimam  $\varphi = 1$ .

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

$$r_{sup} = \varphi \cdot \frac{W_{eff1}}{A_{eff}} = 1 \cdot \frac{0,04104}{0,3523} = 0,116 \text{ m} \quad (3.268)$$

Plyšių atsiradimo momentas:

$$\begin{aligned} M_{cr} &= (f_{ctk} \cdot W_{pl1} + P_{d,inf} \cdot (e_p + r_{sup})) \cdot (1 - \lambda) = \\ &= (2,9 \cdot 0,07182 \cdot 10^3 + 1204 \cdot (0,3 + 0,116)) \cdot (1 - 0,082) = \\ &= 651,0 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (3.269)$$

$$M_{cr} = 651,0 < M_{Ed} 644,6 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.270)$$

Naudojimo situacijos metu rėmsijės apačioje neatsiras statmenieji (normaliniai) plyšiai.

### 3.2.11. Įstrižųjų plyšių skaičiavimas

Koeficientas įvertinantis apgniuždymo jėgą:

$$\varphi_n = \frac{0,1 \cdot P_{m,\infty}}{f_{ctk} \cdot b \cdot d} = \frac{0,1 \cdot 1338}{2,9 \cdot 0,3 \cdot 0,715 \cdot 10^3} = 0,215 < 0,5 \quad (3.271)$$

Skerspjūvis, galintis atlaikyti skersinę jėgą:

$$\begin{aligned} V_{Rdc} &= \varphi_{c3} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctk} \cdot b \cdot d = 0,6 \cdot (1 + 0,215) \cdot 2,9 \cdot 0,3 \cdot 0,715 = \\ &= 453 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.272)$$

Čia:  $\varphi_{c3}$  – koeficientas sunkiajam betonui

Tikriname sąlygą:

$$V_{Ek} = 277,2 \text{ kN} \leq V_{Rdc} = 453 \text{ kN} \quad (3.273)$$

Rėmsijėje įstrižieji plyšiai neatsivers.

### 3.2.12. Rėmsijės įlinkis

Kadangi plokštėje naudojimo metu neatsiras normalinių plyšių ( $M_{Ed} < M_{cr}$ ), tai jo suminis kreivis apskaičiuojamas:

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2 - \left(\frac{1}{r}\right)_3 - \left(\frac{1}{r}\right)_4 \quad (3.274)$$

Čia:  $\left(\frac{1}{r}\right)_1$  – kreivis nuo kintamųjų poveikių (trumpalaikės dalies), apskaičiuojamas pagal kintamąją apkrovą, padaugintą iš 0,4;  $\left(\frac{1}{r}\right)_2$  – kreivis nuo nuolatinų ir tariamai nuolatinų poveikių, neįvertinant išankstinio apspaudimo poveikio  $P_{m,\infty}$ ;  $\left(\frac{1}{r}\right)_3$  – kreivis dėl elemento išlinkio nuo išankstinio apspaudimo poveikio  $P_{m0}$  esant trumpalaikiai skaičiuotinei situacijai;  $\left(\frac{1}{r}\right)_4$  – kreivis dėl elemento išlinkio, kurį sukelia betono susitraukimas ir valkšnumas nuo išankstinio apspaudimo poveikio  $P_{m,\infty}$ .

Apkrovų poveikių efektai (įrašos), reikalingi plokštės kreiviams apskaičiuoti:

- lenkimo momentas nuo kintamojo poveikio (trumpalaikės dalies):

$$M_{Egd} = 0,4 \cdot \frac{q_d \cdot l_{eff}^2}{8} = 0,4 \cdot \frac{30,0 \cdot 9,3^2}{8} = 129,7 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.275)$$

- lenkimo momentas nuo nuolatinio ir tariamai nuolatinio poveikio:

$$M_{Egd} = \frac{p_{gd} \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{47,39 \cdot 9,3^2}{8} = 512,3 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.276)$$

Rėmsijės kreivis  $\left(\frac{1}{r}\right)_1$ :

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{M_{Egd}}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{129,7 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 37 \cdot 10^9 \cdot 0,015799} = 0,261 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1} \quad (3.277)$$

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

Rėmsijės kreivis  $\left(\frac{1}{r}\right)_2$ :

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{M_{Egd} \cdot \varphi_{c2}}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{512,3 \cdot 10^3 \cdot 2}{0,85 \cdot 37 \cdot 10^9 \cdot 0,015799} = 2,062 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1} \quad (3.278)$$

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

Rėmsijės kreivis  $\left(\frac{1}{r}\right)_3$  dėl elemento išlinkio dėl  $P_{m,\infty}$  poveikio:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 = \frac{P_{d,inf} \cdot e_p}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{1204 \cdot 10^3 \cdot 0,3}{0,85 \cdot 37 \cdot 10^9 \cdot 0,015799} = 0,727 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1} \quad (3.279)$$

Kreivis  $\left(\frac{1}{r}\right)_4$  dėl elemento išlinkio, kurį sukelia betono susitraukimas ir valkšnumas nuo išankstinio apspaudimo poveikio:

$$\sigma_{c1} = \sigma_{los6} + \sigma_{los8} + \sigma_{los9} = 10 + 60 + 37,2 = 107,2 \text{ MPa} \quad (3.280)$$

Betono įtempimo nuostoliai kraštiniame tariamai gniuždomosios zonos sluoksnyje gauname neigiami, todėl priimami 0.

$$\sigma_{los6,2} = \sigma_{los9,2} = 0 \text{ MPa} \quad (3.281)$$

$$\varepsilon_{c1} = \frac{\sigma_{c1}}{E_s} = \frac{107,2}{195 \cdot 10^3} = 0,550 \cdot 10^{-3} \quad (3.282)$$

$$\sigma_{c2} = \sigma_{los6,2} + \sigma_{los8} + \sigma_{los9,2} = 0 + 60 + 0 = 60 \text{ MPa} \quad (3.283)$$

$$\varepsilon_{c2} = \frac{\sigma_{c2}}{E_s} = \frac{60}{195 \cdot 10^3} = 0,308 \cdot 10^{-3} \quad (3.284)$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_4 = \frac{(\varepsilon_{c1} - \varepsilon_{c2})}{d} = \frac{(0,550 - 0,308)}{0,715} = 0,338 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1} \quad (3.285)$$

Tikriname sąlygą:

$$\begin{aligned} \left(\frac{1}{r}\right)_3 + \left(\frac{1}{r}\right)_4 &= 0,727 + 0,338 = 1,065 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ &< \varphi_{c2} \cdot \left(\frac{1}{r}\right)_3 = 2 \cdot 0,727 = 1,454 \cdot 10^{-3} \text{ m} \end{aligned} \quad (3.286)$$

Priimam įlinkį nuo apspaudimo jėgos  $1,454 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ .

Kadangi tariamai gniuždomoje zonoje atsiveria plyšiai, todėl kreivę 1, 2, 3 didiname 15 %. Suminis rėmsijės kreivis:

$$\frac{1}{r} = (0,261 + 2,062 - 1,454) \cdot 1,15 \cdot 10^{-3} = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1} \quad (3.287)$$

Rėmsijės įlinkis:

$$d = \frac{1}{r} \cdot \frac{5}{48} \cdot l_{eff}^2 = 1,00 \cdot \frac{5}{48} \cdot 9,3^2 = 9,0 \text{ mm} \quad (3.288)$$

Rėmsijės ribinis įlinkis:

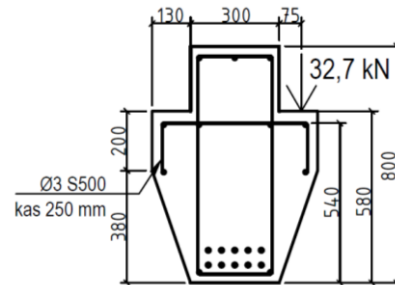
$$d_{max} = \frac{l_{eff}}{200 + 50 \cdot \frac{3,3}{6}} = \frac{9300}{227,5} = 40,9 \text{ mm} \quad (3.289)$$

Tikrinamas ribinis įlinkis:

$$d = 9,0 \text{ mm} < d_{max} = 40,9 \text{ mm} \quad (3.290)$$

Sąlyga tenkinama, apskaičiuotas rėmsijės įlinkis neviršija ribinio įlinkio.

### 3.2.13. Rėmsijės konstravimas



3.11 pav. Rėmsijės lentynos skaičiuojamoji schema

Rėmsijės lentynos tempiama armatūra apskaičiuojama kaip lenkiamam elementui. Plokštės skaičiuojamasis ilgis –  $l_{eff} = 5,55 \text{ m}$  ir plokštės suminė savojo svorio ir kintamoji apkrova –  $p_d = 11,77 \text{ kN/m}^2$ . Plokštės atraminė reakcija nuo skaičiuojamųjų apkrovų:

$$Q = \frac{p_d \cdot l_{eff}}{2} = \frac{5,55 \cdot 11,77}{2} = 32,7 \text{ kN/m} \quad (3.291)$$

Atstumas nuo rėmsijės krašto iki plokštės atrėmimo vidurio yra:

$$a = 20 + \frac{130 - 20}{2} = 75 \text{ mm} \quad (3.292)$$

Lenkimo momentas lentynos 1 m ilgiui:

$$M = Q \cdot a = 32,7 \cdot 0,075 = 2,45 \text{ kN/m} \quad (3.293)$$

Lentynos darbo aukštis:

$$d = h_1 - a_s = 580 - 40 = 540 \text{ mm} \quad (3.294)$$

Koeficientas  $\mu_{Ed}$ :

$$\mu_{Ed} = \frac{M}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{2,45 \cdot 10^{-3}}{30 \cdot 1 \cdot 0,54^2} = 0,00028 \quad (3.295)$$

Koeficientas  $\xi$ :

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,00028} = 0,00028 \quad (3.296)$$

Naudojama vielinė armatūra S500. Reikalingas skerspjūvio plotas į tiesinį metrą:

$$A_s = \frac{f_{cd} \cdot \xi \cdot d \cdot b}{f_{yd}} = \frac{30 \cdot 0,00028 \cdot 0,54 \cdot 1,0}{410} = 0,11 \text{ cm}^2 \quad (3.297)$$

Pasirenkame 4Ø3, kurios bendras plotas į tiesinį metrą  $A_s = 0,28 \text{ cm}^2$ .

Įstrižojo pjūvio stiprumo tikrinimas:

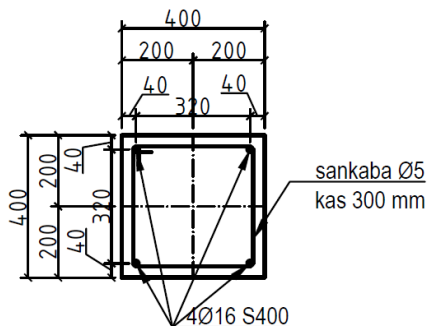
$$V_{Rdc} = \varphi_{c3} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d = \quad (3.298)$$

$$= 0,6 \cdot (1 + 0) \cdot 1,74 \cdot 1,0 \cdot 0,54 \cdot 10^3 = 563,8 \text{ kN} > Q = 32,7 \text{ kN}$$

Istrižojo pjūvio stiprumas pakankamas, skersinės armatūros nereikia.

### 3.3. Kolonos projektavimas

#### 3.3.1. Ekscentriškai gniuždoma kolona



3.12 pav. Kolonos skerspjūvis

Pavojingiausias derinys gautas kolonoje nuo G+N+S+W. Skaičiuojame apkrovą nuo trumpalaikės apkrovos:

$$G + N + S + W$$

$$N_{Ed}: \quad G_k \cdot \gamma_G + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q + Q_{k,s} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + Q_{k,w} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$$

$$347,89 \cdot 1,35 + 139,50 \cdot 1,3 + 36,0 \cdot 1,30 \cdot 0,7 - 2,20 \cdot 1,30 \cdot 0,6 =$$

$$= 682,05 \text{ kN} \quad (3.299)$$

$$M_{Ed}: \quad -13,73 \cdot 1,35 - 13,91 \cdot 1,3 - 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 - 23,38 \cdot 1,30 \cdot 0,6 =$$

$$= -54,85 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.300)$$

Skaičiuojame apkrovą nuo nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovos:

$$G + N + S + W$$

$$N_{Ed,l}: \quad G_k \cdot \gamma_G + Q_{k,N} \cdot \gamma_G \cdot \Psi_{2,1} + Q_{k,s} \cdot \gamma_G \cdot \Psi_{2,2} + Q_{k,w} \cdot \gamma_G \cdot \Psi_{2,3}$$

$$347,89 \cdot 1,35 + 139,50 \cdot 1,35 \cdot 0,6 + 36,0 \cdot 1,35 \cdot 0,2 - 2,20 \cdot 1,35 \cdot 0 =$$

$$= 592,37 \text{ kN} \quad (3.301)$$

$$M_{Ed,l}: \quad -13,73 \cdot 1,35 - 13,91 \cdot 1,35 \cdot 0,6 + 0 \cdot 1,35 \cdot 0,2 - 23,38 \cdot 1,35 \cdot 0 =$$

$$= -29,80 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.302)$$

Skaičiuotinis kolonos ilgis:

$$l_0 = 1,5 \cdot l = 1,5 \cdot 4,29 = 6,44 \text{ m} \quad (3.303)$$

Čia:  $l$  – atstumas nuo pamato viršaus iki perdangos apačios

Naudojame armatūrą S400 klasės, kur  $f_{yd} = 365 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = f_{scd} = 365 \text{ MPa}$ ,  $E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$ . Kolonos aukštis –  $h = 400 \text{ mm}$ , plotis –  $b = 400 \text{ mm}$ . Betonas – C30/37,  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ .

Darbo aukštis:

$$d = h - a_1 = 400 - 40 = 360 \text{ mm} \quad (3.304)$$

Momentas nuo nuolatinės ir kintamos apkrovos apie gniuždomos armatūros svorio centrą:

$$M_{Ed,s} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \frac{d - a_2}{2} = 54,85 + 682,05 \cdot \frac{0,36 - 0,04}{2} = 163,98 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.305)$$

Momentas nuo nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovos apie gniuždomos armatūros svorio centrą:

$$M_{Ed,sl} = M_{Ed,l} + N_{Ed,l} \cdot \frac{d - a_2}{2} = 29,80 + 592,37 \cdot \frac{0,36 - 0,04}{2} = 124,58 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.306)$$

Betono gniuždomasis skaičiuojamasis stipris:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_c \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{30}{1,5} = 18 \text{ MPa} \quad (3.307)$$

Koeficientas  $\beta = 1$  sunkiajam betonui. Koeficientas  $\varphi_l$ :

$$\varphi_l = 1 + \beta \cdot \frac{M_{Ed,sl}}{M_{Ed,s}} = 1 + 1,0 \cdot \frac{124,58}{163,98} = 1,760 \leq 1 + \beta = 1 + 1 = 2 \quad (3.308)$$

Ekscentricitetas:

$$e_0 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{54,85}{682,05} = 0,0804 \text{ m} \geq e_a = \frac{h}{30} = \frac{0,4}{30} = 0,013 \text{ m} \quad (3.309)$$

Koeficientas  $\delta_e$ :

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = \frac{0,0804}{0,4} = 0,201 \quad (3.310)$$

$$\begin{aligned} \delta_e = 0,201 &\geq \delta_{min} = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{l_0}{h} - 0,01 \cdot f_{cd} = \\ &= 0,5 - 0,01 \cdot \frac{5,84}{0,4} - 0,01 \cdot 18 = 0,174 \end{aligned} \quad (3.311)$$

Priimame  $\delta_e = 0,201$ .

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{2 \cdot 10^5}{32000} = 6,25 \quad (3.312)$$

Čia:  $E_{cm}$  – betono tamprumo modulis;  $E_s$  – armatūros tamprumo modulis



Betono inercijos momentas apie svorio centrą:

$$I_c = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{40 \cdot 40^3}{12} = 213333 \text{ cm}^4 \quad (3.313)$$

Priimam simetrinį kolonos armavimą  $4\emptyset 16 \text{ mm}$ .  $A_{s1} = A_{s2} = 4,021 \text{ cm}^2$ . Armatūros inercijos momentas:

$$I_s = (A_{s1} + A_{s2}) \cdot \left(\frac{d - a_2}{2}\right)^2 = (4,021 + 4,021) \cdot \left(\frac{36 - 4}{2}\right)^2 = 2059 \text{ cm}^4 \quad (3.314)$$

Kritinė ašinė jėga:

$$\begin{aligned} N_{crit} &= \frac{6,4 \cdot E_{cm}}{l_0^2} \cdot \left( \frac{I_c}{\varphi_l} \cdot \left( \frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e \cdot I_s \right) = \\ &= \frac{6,4 \cdot 32 \cdot 10^6}{6,44^2} \cdot \\ &\cdot \left( \frac{213333 \cdot 10^{-8}}{1,760} \cdot \left( \frac{0,11}{0,1 + 0,201} + 0,1 \right) + 6,25 \cdot 2059 \cdot 10^{-8} \right) = \\ &= 4161 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.315)$$

Koeficientas  $\eta$ :

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{crit}}} = \frac{1}{1 - \frac{682,05}{4161}} = 1,20 \quad (3.316)$$

Ekscentricitetas  $e_e$ :

$$\begin{aligned} e_e &= e_0 \cdot \eta + \varepsilon_a + \frac{d - a_2}{2} = 0,0804 \cdot 1,20 + 0,1 + \frac{0,36 - 0,04}{2} = \\ &= 0,266 \text{ m} \end{aligned} \quad (3.317)$$

Gniuždomos zonos aukštis:

$$x_{eff} = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b} = \frac{682,05}{18 \cdot 10^3 \cdot 0,4} = 0,095 \text{ m} \quad (3.318)$$

Ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis:

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706 \quad (3.319)$$

$$\xi = \frac{x_{eff}}{d} = \frac{0,095}{0,36} = 0,263 \quad (3.320)$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{365}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,560 \quad (3.321)$$

$$\xi = 0,263 \leq \xi_{lim} = 0,560 \quad (3.322)$$

Sąlyga tenkinama.

Skerspjūvio laikomoji galia tikrinama pagal sąlygą:

$$\begin{aligned}
 & f_{cd} \cdot b \cdot x_{eff} \cdot (d - 0,5 \cdot x_{eff}) + f_{scd} \cdot A_{s2} \cdot (d - a_2) = \\
 & = 18 \cdot 10^3 \cdot 0,4 \cdot 0,095 \cdot (0,36 - 0,5 \cdot 0,095) + \\
 & \quad + 365 \cdot 10^{-1} \cdot 4,021 \cdot (0,36 - 0,04) = \\
 & = 260,2 \text{ kN} \cdot \text{m} \geq N_{Ed} \cdot e_e = 682,05 \cdot 0,266 = 181,4 \text{ kN} \cdot \text{m}
 \end{aligned} \tag{3.323}$$

Sąlyga tenkinama. Pasirinkta armatūra 4Ø16 mm tinkama.

Skersinės armatūros skaičiavimas.

Maksimali skersinė jėga tenkanti kolonai:

$$\begin{aligned}
 & \text{G +N+S+W} \\
 & G_k \cdot \gamma_G + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q + Q_{k,S} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + Q_{k,W} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} \\
 Q_{Ed}: & 10,31 \cdot 1,35 + 10,45 \cdot 1,3 + 0 \cdot 1,30 \cdot 0,7 + 5,09 \cdot 1,30 \cdot 0,6 = \\
 & = 31,47 \text{ kN}
 \end{aligned} \tag{3.324}$$

Skaičiuojame apgniuždymo koeficientą  $\varphi_n$ :

$$\varphi_n = 0,1 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{ctd} \cdot b \cdot d} = 0,1 \cdot \frac{682,05 \cdot 10^{-3}}{1,2 \cdot 0,4 \cdot 0,36} = 0,395 < 0,5 \tag{3.325}$$

Priimam  $\varphi_n = 0,395$ . Skerspjūvio minimali atlaikymo galia be skersinės armatūros:

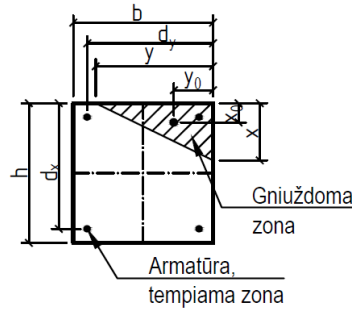
$$\begin{aligned}
 & V_{Rdc} = \varphi_{c3} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d = \\
 & = 0,6 \cdot (1 + 0,395) \cdot 1,2 \cdot 0,4 \cdot 0,36 \cdot 10^3 = 144,63 \text{ kN} \\
 & > Q_{Ed} = 31,47 \text{ kN}
 \end{aligned} \tag{3.326}$$

Sąlyga tenkinama. Armatūra pasirenkama konstrukciškai. Armatūros klasė – S500, kurios Ø5. Išdėliojama 300 mm žingsniu.

$$s = 300 \text{ mm} \leq 20 \cdot d = 20 \cdot 16 = 320 \text{ mm} \tag{3.327}$$

### 3.3.2. Įstrižai lenkiama gniuždoma kolona (Tiriamoji dalis)

Betono gniuždomosios zonos svorio centras ir armatūros tempiamosios zonos svorio centras pasiskirsto priklausomai nuo lenkimo momentų dydžio ir ašinės jėgos. Betono gniuždomoji zona gali būti trikampės arba trapecinės formos.



3.13 pav. Trikampės formos gniuždomoji zona

Pirmuoju atveju nagrinėsime, kai gniuždomoji zona yra trikampės formos (3.13 pav.). Momentas, kurį atlaiko skerspjūvis (lygtis rašoma apie gniuždomos zonos svorio centrą  $x$  kryptimi):

$$M_{Rd1} = f_{yd} \cdot A_s \cdot (d_x - x_0) + N_{Ed} \left( \frac{h}{2} - x_0 \right) \quad (3.328)$$

Momentas, kurį atlaiko skerspjūvis (lygtis rašoma apie gniuždomos zonos svorio centrą  $y$  kryptimi):

$$M_{Rd2} = f_{yd} \cdot A_s \cdot (d_y - y_0) + N_{Ed} \left( \frac{b}{2} - y_0 \right) \quad (3.329)$$

Veikiančių momentų ir skerspjūvio laikančiųjų momentų santykis turi būti vienodas, todėl:

$$\frac{M_{Ed2}}{M_{Ed1}} = \frac{M_{Rd2}}{M_{Rd1}} = \frac{f_{yd} \cdot A_s \cdot (d_y - y_0) + N_{Ed} \left( \frac{b}{2} - y_0 \right)}{f_{yd} \cdot A_s \cdot (d_x - x_0) + N_{Ed} \left( \frac{h}{2} - x_0 \right)} \quad (3.330)$$

Santykį  $M_{Ed2}/M_{Ed1}$  pažymėkime  $c_0$ . Trikampio svorio centras yra trečdalis trikampio statinio nuo status kampo todėl:

$$x_0 = \frac{1}{3} \cdot x \quad (3.331)$$

$$y_0 = \frac{1}{3} \cdot y \quad (3.332)$$

Įrašome viską į lygtį:

$$c_0 = \frac{f_{yd} \cdot A_s \cdot \left( d_y - \frac{1}{3} \cdot y \right) + N_{Ed} \left( \frac{b}{2} - \frac{1}{3} \cdot y \right)}{f_{yd} \cdot A_s \cdot \left( d_x - \frac{1}{3} \cdot x \right) + N_{Ed} \left( \frac{h}{2} - \frac{1}{3} \cdot x \right)} \quad (3.333)$$

Skerspjūvyje turi būti ne tik momentų pusiausvyra, tačiau ir jėgų, todėl:

$$\frac{1}{2} \cdot x \cdot y \cdot f_{cd} = N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_s \quad (3.334)$$

$$y = \frac{2 \cdot (N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_s)}{x \cdot f_{cd}} \quad (3.335)$$

Įstatome y:

$$c_0 = \frac{f_{yd} \cdot A_s \cdot \left( d_y - \frac{2}{3} \cdot \frac{N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_s}{x \cdot f_{cd}} \right) + N_{Ed} \left( \frac{b}{2} - \frac{2}{3} \cdot \frac{N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_s}{x \cdot f_{cd}} \right)}{f_{yd} \cdot A_s \cdot \left( d_x - \frac{1}{3} \cdot x \right) + N_{Ed} \left( \frac{h}{2} - \frac{1}{3} \cdot x \right)} \quad (3.336)$$

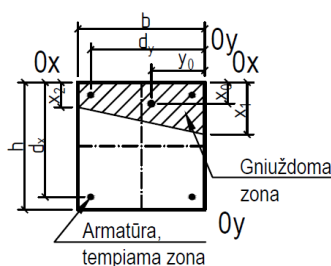
Panaikinam vardiklį ir atskliaudžiame:

$$\begin{aligned} c_0 \cdot f_{yd} \cdot A_s \cdot d_x - c_0 \cdot f_{yd} \cdot A_s \cdot \frac{1}{3} \cdot x + c_0 \cdot N_{Ed} \cdot \frac{h}{2} - c_0 \cdot N_{Ed} \cdot \frac{1}{3} \cdot x = \\ = f_{yd} \cdot A_s \cdot d_y - f_{yd} \cdot A_s \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_s}{x \cdot f_{cd}} + \\ + N_{Ed} \cdot \frac{b}{2} - N_{Ed} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_s}{x \cdot f_{cd}} \end{aligned} \quad (3.337)$$

Susikeliamo viską į vieną pusę ir gauname kvadratinę lygtį:

$$\begin{aligned} x^2 \cdot (f_{yd} \cdot A_s + N_{Ed}) + \\ + 3 \cdot x \cdot \left( -f_{yd} \cdot A_s \cdot d_x - N_{Ed} \cdot \frac{h}{2} + \frac{1}{c_0} \cdot f_{yd} \cdot A_s \cdot d_y + \frac{1}{c_0} \cdot N_{Ed} \cdot \frac{b}{2} \right) \\ - \frac{2 \cdot (N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_s)^2}{c_0 \cdot f_{cd}} = 0 \end{aligned} \quad (3.338)$$

Įstrižai lenkiamus elementus pradedame skaičiuoti užsidavę, kad gniuždoma zona bus trikampė. Jeigu apskaičiuotas dydis y gaunamas didesnis už elemento plotį b, tai gniuždoma zona yra ne trikampė, o trapecinė. Apskaičiuosime dydžius  $x_1$  ir  $x_2$  (3.14 pav.).



3.14 pav. Trapecinės formos gniuždomoji zona

Gniuždomos zonos skerspjūvio plotas:

$$A = \frac{1}{2} \cdot (x_1 + x_2) \cdot b \quad (3.339)$$

Statinis momentas apie  $x_0$  ašį:

$$S_{0x} = b \cdot x_2 \cdot \frac{1}{2} \cdot x_2 + \frac{1}{2} \cdot b \cdot (x_1 - x_2) \cdot \left( x_2 + \frac{1}{3} \cdot (x_1 - x_2) \right) \quad (3.340)$$

Atstumas iki svorio centro:

$$x_0 = \frac{S_{0x}}{A} = \frac{b \cdot x_2 \cdot \frac{1}{2} \cdot x_2 + \frac{1}{2} \cdot b \cdot (x_1 - x_2) \cdot \left(x_2 + \frac{1}{3} \cdot (x_1 - x_2)\right)}{\frac{1}{2} \cdot (x_1 + x_2) \cdot b} =$$

$$= \frac{x_2^2 + (x_1 - x_2) \cdot \left(x_2 + \frac{1}{3} \cdot (x_1 - x_2)\right)}{x_1 + x_2} \quad (3.341)$$

Statinis momentas apie  $y_0$  ašį:

$$S_{0y} = b \cdot x_2 \cdot \frac{1}{2} \cdot b + \frac{1}{2} \cdot b \cdot (x_1 - x_2) \cdot \frac{1}{3} \cdot b \quad (3.342)$$

Atstumas iki svorio centro:

$$y_0 = \frac{S_{0y}}{A} = \frac{b \cdot x_2 \cdot \frac{1}{2} \cdot b + \frac{1}{2} \cdot b \cdot (x_1 - x_2) \cdot \frac{1}{3} \cdot b}{\frac{1}{2} \cdot (x_1 + x_2) \cdot b} = \frac{b \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot x_2 + \frac{1}{3} \cdot x_1\right)}{x_1 + x_2} \quad (3.343)$$

Skerspjūvio jėgų pusiausvyra:

$$f_{cd} \cdot \frac{(x_1 + x_2)}{2} \cdot b = f_{yd} \cdot A_s + N_{Ed} \quad (3.344)$$

$$x_2 = \frac{2 \cdot (f_{yd} \cdot A_s + N_{Ed})}{f_{cd} \cdot b} - x_1 \quad (3.345)$$

Pažymėkime:

$$c_1 = \frac{2 \cdot (f_{yd} \cdot A_s + N_{Ed})}{f_{cd} \cdot b} \quad (3.346)$$

Tada:

$$x_2 = c_1 - x_1 \quad (3.347)$$

$x_2$  įsistatome į  $x_0$  ir  $y_0$ :

$$x_0 = \frac{(c_1 - x_1)^2 + (x_1 - c_1 + x_1) \cdot \left(c_1 - x_1 + \frac{1}{3} \cdot (x_1 - c_1 + x_1)\right)}{x_1 + c_1 - x_1} =$$

$$= \frac{x_1^2}{3 \cdot c_1} - \frac{x_1}{3} + \frac{c_1}{3} \quad (3.348)$$

$$y_0 = \frac{b \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot (c_1 - x_1) + \frac{1}{3} \cdot x_1\right)}{x_1 + c_1 - x_1} = -\frac{x_1 \cdot b}{3 \cdot c_1} + \frac{2 \cdot b}{3} \quad (3.349)$$

Trapecinės formos gniuždomajai zonai tinka ta pati sąlyga:

$$\frac{M_{Ed2}}{M_{Ed1}} = \frac{M_{Rd2}}{M_{Rd1}} = c_0 = \frac{f_{yd} \cdot A_s \cdot (d_y - y_0) + N_{Ed} \left(\frac{b}{2} - y_0\right)}{f_{yd} \cdot A_s \cdot (d_x - x_0) + N_{Ed} \left(\frac{h}{2} - x_0\right)} \quad (3.350)$$

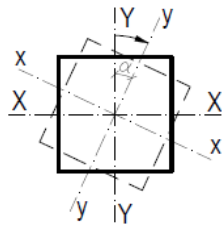
Įsistatome  $x_0$  ir  $y_0$ :

$$c_0 = \frac{f_{yd} \cdot A_s \cdot \left(d_y + \frac{x_1 \cdot b}{3 \cdot c_1} - \frac{2 \cdot b}{3}\right) + N_{Ed} \left(\frac{b}{2} + \frac{x_1 \cdot b}{3 \cdot c_1} - \frac{2 \cdot b}{3}\right)}{f_{yd} \cdot A_s \cdot \left(d_x - \frac{x_1^2}{3 \cdot c_1} + \frac{x_1}{3} - \frac{c_1}{3}\right) + N_{Ed} \left(\frac{h}{2} - \frac{x_1^2}{3 \cdot c_1} + \frac{x_1}{3} - \frac{c_1}{3}\right)} \quad (3.351)$$

Lygtį prilyginus 0 ir sugrupavus dėmenis gauname:

$$\begin{aligned} & x_1^2 \cdot \left(1 + \frac{N_{Ed}}{f_{yd} \cdot A_s}\right) + x_1 \cdot \left(\frac{b}{c_0} - c_1 - \frac{N_{Ed} \cdot c_1}{f_{yd} \cdot A_s} + \frac{N_{Ed} \cdot b}{c_0 \cdot f_{yd} \cdot A_s}\right) + \\ & + c_1 \cdot \left(\frac{3 \cdot d_y - 2 \cdot b}{c_0} - 3 \cdot d_x + c_1 - \frac{3 \cdot h \cdot N_{Ed}}{2 \cdot f_{yd} \cdot A_s} + \frac{c_1 \cdot N_{Ed}}{f_{yd} \cdot A_s} - \right. \\ & \left. - \frac{N_{Ed} \cdot b}{2 \cdot c_0 \cdot f_{yd} \cdot A_s}\right) = 0 \end{aligned} \quad (3.352)$$

Pavojingiausias derinys gautas įstrižai lenkiamoje gniuždomoje kolonoje nuo G+W2+N+S. Įrašos nuo trumpalaikių apkrovų –  $N_{Ed} = 450,28 \text{ kN}$ ,  $M_{Ed \text{ pl.}} = -19,29 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ,  $M_{Ed \text{ iš pl.}} = 40,77 \text{ kN} \cdot \text{m}$ . 3.3 lentelėje apskaičiuoti lenkimo momentai x ir y ašių atžvilgiu, kurie susidaro kolonoje ją pasukant atitinkamu kampu. Kolonos pasukimo schema pavaizduota 3.15 pav.



3.15 pav. Kolonos pasukimo schema

3.3 lentelė. Momentų pasiskirstymas įstrižai lenkiamoje gniuždomoje kolonoje

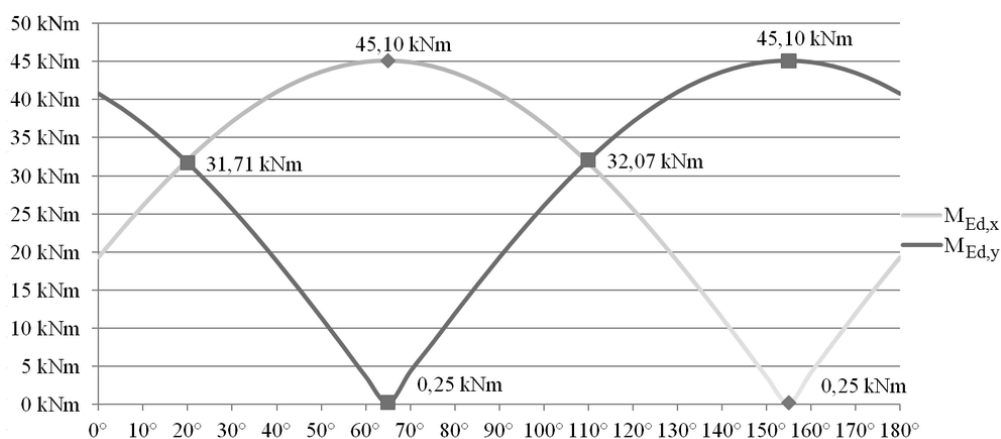
Kolonos pasukimas $\alpha$ , °	$M_{Ed,x} \cdot \cos \alpha$	$\Delta M_{Ed,x}; (M_{Ed,y} \cdot \sin \alpha)$	$\left  \sum M_{Ed,x} \right $ , 2 – 3	$M_{Ed,y} \cdot \cos \alpha$	$\Delta M_{Ed,y}; (M_{Ed,x} \cdot \sin \alpha)$	$\left  \sum M_{Ed,y} \right $ , 5 + 6
1	2	3	4	5	6	7
0°	-19,29	0,00	19,29	40,77	0	40,77
5°	-19,22	3,55	22,77	40,61	-1,68	38,93
10°	-19,00	7,08	26,08	40,15	-3,35	36,80
15°	-18,63	10,55	29,18	39,38	-4,99	34,39
20°	-18,13	13,94	32,07	38,31	-6,60	31,71
25°	-17,48	17,23	34,71	36,95	-8,15	28,80
30°	-16,71	20,39	37,10	35,31	-9,65	25,66

Kolonos pasukimas $\alpha, ^\circ$	$M_{Ed,x} \cdot \cos \alpha$	$\Delta M_{Ed,x}; (M_{Ed,y} \cdot \sin \alpha)$	$ \sum M_{Ed,x} , 2 - 3$	$M_{Ed,y} \cdot \cos \alpha$	$\Delta M_{Ed,y}; (M_{Ed,x} \cdot \sin \alpha)$	$ \sum M_{Ed,y} , 5 + 6$
1	2	3	4	5	6	7
35°	-15,80	23,38	39,18	33,40	-11,06	22,34
40°	-14,78	26,21	40,99	31,23	-12,40	18,83
45°	-13,64	28,83	42,47	28,83	-13,64	15,19
50°	-12,40	31,23	43,63	26,21	-14,78	11,43
55°	-11,06	33,40	44,46	23,38	-15,80	7,58
60°	-9,65	35,31	44,96	20,39	-16,71	3,68
65°	-8,15	36,95	45,10	17,23	-17,48	0,25
70°	-6,60	38,31	44,91	13,94	-18,13	4,36
75°	-4,99	39,38	44,37	10,55	-18,63	8,08
80°	-3,35	40,15	43,50	7,08	-19,00	11,92
85°	-1,68	40,61	42,29	3,55	-19,22	15,67
90°	0	40,77	40,77	0,00	-19,29	19,29
95°	1,68	40,61	38,93	-3,55	-19,22	22,77
100°	3,35	40,15	36,80	-7,08	-19,00	26,08
105°	4,99	39,38	34,39	-10,55	-18,63	29,18
110°	6,60	38,31	31,71	-13,94	-18,13	32,07
115°	8,15	36,95	28,80	-17,23	-17,48	34,71
120°	9,65	35,31	25,66	-20,39	-16,71	37,10
125°	11,06	33,40	22,34	-23,38	-15,80	39,18
130°	12,40	31,23	18,83	-26,21	-14,78	40,99
135°	13,64	28,83	15,19	-28,83	-13,64	42,47
140°	14,78	26,21	11,43	-31,23	-12,40	43,63
145°	15,80	23,38	7,58	-33,40	-11,06	44,46
150°	16,71	20,39	3,68	-35,31	-9,65	44,96
155°	17,48	17,23	0,25	-36,95	-8,15	45,10
160°	18,13	13,94	4,19	-38,31	-6,60	44,91
165°	18,63	10,55	8,08	-39,38	-4,99	44,37
170°	19,00	7,08	11,92	-40,15	-3,35	43,50
175°	19,22	3,55	15,67	-40,61	-1,68	42,29
180°	19,29	0,00	19,29	-40,77	0	40,77

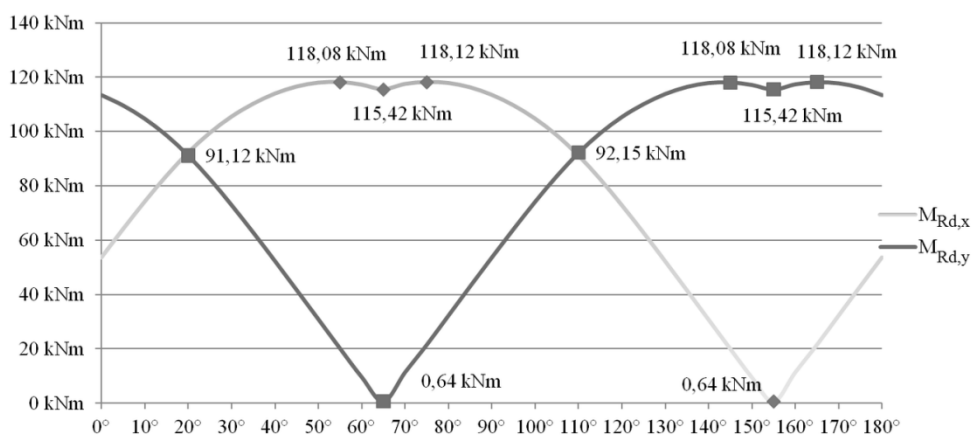
3.4 lentelė. Kolonos laikomoji galia ir atsarga procentais

Kolonos pasukimas $\alpha, ^\circ$	$ \sum M_{Ed,x} $	$M_{Rd,x}$	$ \sum M_{Ed,y} $	$M_{Rd,y}$	$\frac{M_{Rd} - M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100\%$
0°	19,29	53,65	40,77	113,40	64,0
5°	22,77	64,08	38,93	109,56	64,5
10°	26,08	74,17	36,80	104,66	64,8
15°	29,18	83,63	34,39	98,56	65,1
20°	32,07	92,15	31,71	91,12	65,2
25°	34,71	99,40	28,80	82,48	65,1
30°	37,10	105,37	25,66	72,88	64,8
35°	39,18	110,10	22,34	62,78	64,4
40°	40,99	113,82	18,83	52,29	64,0
45°	42,47	116,42	15,19	41,64	63,5
50°	43,63	117,86	11,43	30,88	63,0
55°	44,46	118,08	7,58	20,13	62,3
60°	44,96	117,13	3,68	9,59	61,6
65°	45,10	115,42	0,25	0,65	60,9
70°	44,91	117,38	4,36	11,40	61,8
75°	44,37	118,12	8,08	21,51	62,4
80°	43,50	117,74	11,92	32,26	63,1

Kolonos pasukimas $\alpha, ^\circ$	$ \sum M_{Ed,x} $	$M_{Rd,x}$	$ \sum M_{Ed,y} $	$M_{Rd,y}$	$\frac{M_{Rd} - M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100\%$
85°	42,29	116,15	15,67	43,04	63,6
90°	40,77	113,40	19,29	53,65	64,0
95°	38,93	109,56	22,77	64,08	64,5
100°	36,80	104,66	26,08	74,17	64,8
105°	34,39	98,56	29,18	83,63	65,1
110°	31,71	91,12	32,07	92,15	65,2
115°	28,80	82,48	34,71	99,40	65,1
120°	25,66	72,88	37,10	105,37	64,8
125°	22,34	62,78	39,18	110,10	64,4
130°	18,83	52,29	40,99	113,82	64,0
135°	15,19	41,64	42,47	116,42	63,5
140°	11,43	30,88	43,63	117,86	63,0
145°	7,58	20,13	44,46	118,08	62,3
150°	3,68	9,59	44,96	117,13	61,6
155°	0,25	0,64	45,10	115,42	60,9
160°	4,19	11,40	44,91	117,38	61,8
165°	8,08	21,51	44,37	118,12	62,4
170°	11,92	32,26	43,50	117,74	63,1
175°	15,67	43,04	42,29	116,15	63,6
180°	19,29	53,65	40,77	113,40	64,0

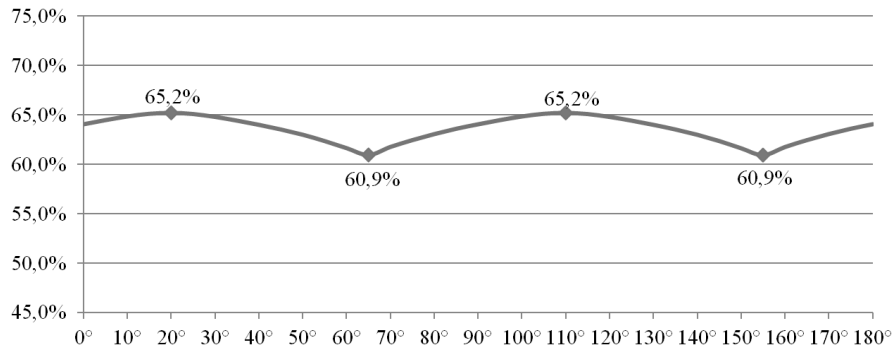


3.16 pav. Kolonų veikiamųjų momentų pasiskirstymas priklausomai nuo kampo pasukimo



3.17 pav. Kolonos laikomosios galios pasiskirstymas priklausomai nuo pasukimo kampo





**3.18 pav.** Kolonos laikomosios galios atsarga procentais priklausomai nuo pasukimo kampo

Skaičiuojame įsrižai lenkiamą gniuždomą koloną. Kolonos skerspjūvis, matmenys ir kiti parametrai priimami tokie pat, kaip ekscentriškai gniuždomai kolonai.

Koeficientas  $c_0$ :

$$c_0 = \frac{M_{Ed2}}{M_{Ed1}} = \frac{M_{Ed\ pl.}}{M_{Ed\ iš\ pl.}} = \frac{19,29}{40,77} = 0,473 \quad (3.353)$$

Pagal išsivestą formulę, priimdami, kad gniuždoma zona yra trikampė, skaičiuojame gniuždomos zonos matmenis  $x$  ir  $y$ :

$$\begin{aligned} & x^2 \cdot (365 \cdot 10^6 \cdot 4,021 \cdot 10^{-4} + 450,28 \cdot 10^3) + \\ & + 3 \cdot x \cdot \left( -365 \cdot 10^6 \cdot 4,021 \cdot 10^{-4} \cdot 0,36 - 450,28 \cdot 10^3 \cdot \frac{h}{2} + \frac{1}{0,473} \cdot 365 \right. \\ & \quad \left. \cdot 10^6 \cdot 4,021 \cdot 10^{-4} \cdot 0,36 + \frac{1}{0,473} \cdot 450,28 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,4}{2} \right) \\ & - \frac{2 \cdot (450,28 \cdot 10^3 + 365 \cdot 10^6 \cdot 4,021 \cdot 10^{-4})^2}{0,473 \cdot 18 \cdot 10^6} = 0 \end{aligned} \quad (3.354)$$

Išsprendus šią lygtį gauname sprendinį  $x = 0,148\ m$ .

$$\begin{aligned} y &= \frac{2 \cdot (N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_s)}{x \cdot f_{cd}} = \frac{2 \cdot (450,28 \cdot 10^3 + 365 \cdot 10^6 \cdot 4,021 \cdot 10^{-4})}{0,148 \cdot 18 \cdot 10^6} = \\ & = 0,448\ m \end{aligned} \quad (3.355)$$

$$y = 0,448\ m > b = 0,4\ m \quad (3.356)$$

Todėl gniuždoma zona bus ne trikampės, o trapecinės formos. Apskaičiuojame pažymėtą  $c_1$  dydį:

$$\begin{aligned} c_1 &= \frac{2 \cdot (f_{yd} \cdot A_s + N_{Ed})}{f_{cd} \cdot b} = \frac{2 \cdot (365 \cdot 10^6 \cdot 4,021 \cdot 10^{-4} + 450,28 \cdot 10^3)}{18 \cdot 10^6 \cdot 0,4} \\ & = 0,166\ m \end{aligned} \quad (3.357)$$

Skaičiuojame dydžius  $x_1$  ir  $x_2$ . Sprendžiame kvadratinę lygtį:

$$\begin{aligned}
 & x_1^2 \cdot \left( 1 + \frac{450,28 \cdot 10^3}{365 \cdot 10^6 \cdot 4,021 \cdot 10^{-4}} \right) + \\
 & + x_1 \cdot \left( \frac{0,4}{0,473} - 0,166 - \frac{450,28 \cdot 10^3 \cdot 0,166}{365 \cdot 10^6 \cdot 4,021 \cdot 10^{-4}} + \right. \\
 & \quad \left. + \frac{450,28 \cdot 10^3 \cdot 0,4}{0,473 \cdot 365 \cdot 10^6 \cdot 4,021 \cdot 10^{-4}} \right) + \\
 & + 0,166 \cdot \left( \frac{3 \cdot 0,36 - 2 \cdot 0,4}{0,473} - 3 \cdot 0,36 + 0,166 \right. \\
 & - \frac{3 \cdot 0,4 \cdot 450,28 \cdot 10^3}{2 \cdot 365 \cdot 10^6 \cdot 4,021 \cdot 10^{-4}} + \frac{0,166 \cdot 450,28 \cdot 10^3}{365 \cdot 10^6 \cdot 4,021 \cdot 10^{-4}} \\
 & \quad \left. - \frac{450,28 \cdot 10^3 \cdot 0,4}{2 \cdot 0,473 \cdot 365 \cdot 10^6 \cdot 4,021 \cdot 10^{-4}} \right) = 0
 \end{aligned} \tag{3.358}$$

Išsprendus lygtį gauname, jog  $x_1 = 0,146 \text{ m}$ .

$$x_2 = c_1 - x_1 = 0,166 - 0,146 = 0,02 \tag{3.359}$$

Atstumai iki gniuždomos zonos svorio centro:

$$x_0 = \frac{x_1^2}{3 \cdot c_1} - \frac{x_1}{3} + \frac{c_1}{3} = \frac{0,146^2}{3 \cdot 0,166} - \frac{0,146}{3} + \frac{0,166}{3} = 0,049 \tag{3.360}$$

$$y_0 = -\frac{x_1 \cdot b}{3 \cdot c_1} + \frac{2 \cdot b}{3} = -\frac{0,146 \cdot 0,4}{3 \cdot 0,166} + \frac{2 \cdot 0,4}{3} = 0,150 \tag{3.361}$$

Skerspjūvio atlaikymo momentai plokštumoje ir iš plokštumos:

$$\begin{aligned}
 M_{Rd1} &= f_{yd} \cdot A_s \cdot (d_x - x_0) + N_{Ed} \left( \frac{h}{2} - x_0 \right) = \\
 &= 365 \cdot 10^3 \cdot 4,021 \cdot 10^{-4} \cdot (0,36 - 0,049) + 450,28 \cdot \left( \frac{0,4}{2} - 0,049 \right) = \\
 &= 113,4 \text{ kN} \cdot \text{m}
 \end{aligned} \tag{3.362}$$

$$\begin{aligned}
 M_{Rd2} &= f_{yd} \cdot A_s \cdot (d_y - y_0) + N_{Ed} \left( \frac{b}{2} - y_0 \right) = \\
 &= 365 \cdot 10^3 \cdot 4,021 \cdot 10^{-4} \cdot (0,36 - 0,150) + 450,28 \cdot \left( \frac{0,4}{2} - 0,150 \right) = \\
 &= 53,7 \text{ kN} \cdot \text{m}
 \end{aligned} \tag{3.363}$$

Skaičiuojame apkrovą nuo nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovos:

$$G + W_2 + N + S$$

$$G_k \cdot \gamma_G + Q_{k,w} \cdot \gamma_G \cdot \Psi_{2,1} + Q_{k,N} \cdot \gamma_G \cdot \Psi_{2,2} + Q_{k,S} \cdot \gamma_G \cdot \Psi_{2,3}$$

$$N_{Ed,l}: \quad 257,01 \cdot 1,35 - 1,89 \cdot 1,35 \cdot 0 + 93,73 \cdot 1,35 \cdot 0,6 + 22,5 \cdot 1,35 \cdot 0,2 = \\ = 428,96 \text{ kN} \quad (3.364)$$

$$M_{Ed,pl,l}: \quad -9,25 \cdot 1,35 - 0 \cdot 1,35 \cdot 0 - 7,48 \cdot 1,35 \cdot 0,6 + 0 \cdot 1,35 \cdot 0,2 = \\ = -18,55 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.365)$$

$$M_{Ed,išpl,l}: \quad 0 \cdot 1,35 + 31,36 \cdot 1,35 \cdot 0 + 0 \cdot 1,35 \cdot 0,6 + 0 \cdot 1,35 \cdot 0,2 = 0 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.366)$$

Momentas  $M_{Ed}$ :

$$M_{Ed} = \sqrt{M_{Ed,pl,l}^2 + M_{Ed,išpl,l}^2} = \sqrt{19,29^2 + 40,77^2} = 45,10 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.367)$$

Momentas  $M_{Ed,l}$ :

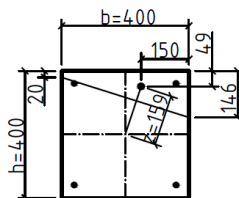
$$M_{Ed,l} = \sqrt{M_{Ed,pl,l}^2 + M_{Ed,išpl,l}^2} = \sqrt{18,55^2 + 0^2} = 18,55 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.368)$$

Skaičiuotinas kolonos ilgis:

$$l_0 = 1,5 \cdot l = 1,5 \cdot \left(4 - \frac{0,22}{2}\right) = 5,84 \text{ m} \quad (3.369)$$

Čia:  $l$  – atstumas nuo pamato viršaus iki perdangos apačios

Naudojame armatūrą S400, kur  $f_{yd} = 365 \text{ MPa}$ ,  $E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$ . Kolonos aukštis  $h = 400 \text{ mm}$ , plotis –  $b = 400 \text{ mm}$ . Betonas – C30/37,  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ .



3.19 pav. Skerspjūvio parametrai

Momentas nuo nuolatinės ir kintamos apkrovos apie gniuždomo betono svorio centrą:

$$M_{Ed,s} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot z = 45,10 + 450,28 \cdot 0,159 = \\ = 116,7 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.370)$$

Momentas nuo nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovos apie gniuždomo betono svorio centrą:

$$M_{Ed,sl} = M_{Ed,l} + N_{Ed,l} \cdot z = 18,55 + 428,96 \cdot 0,159 = \\ = 86,8 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.371)$$

Betono gniuždomasis skaičiuojamasis stipris:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_c \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{30}{1,5} = 18 \text{ MPa} \quad (3.372)$$

Koeficientas  $\beta = 1$  sunkiajam betonui. Koeficientas  $\varphi_l$ :

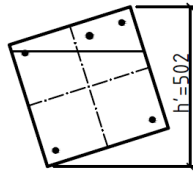
$$\varphi_l = 1 + \beta \cdot \frac{M_{Ed,sl}}{M_{Ed,s}} = 1 + 1,0 \cdot \frac{86,8}{116,7} = 1,744 \leq 1 + \beta = 1 + 1 = 2 \quad (3.373)$$

Ekscentricitetas:

$$e_0 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{45,10}{450,28} = 0,100 \text{ m} \geq e_a = \frac{h}{30} = \frac{0,4}{30} = 0,013 \text{ m} \quad (3.374)$$

Koeficientas  $\delta_e$ :

$$\delta_e = \frac{e_0}{h'} = \frac{0,100}{0,502} = 0,199 \quad (3.375)$$



3.20 pav. Dydis  $h'$

$$\begin{aligned} \delta_e = 0,199 < \delta_{min} &= 0,5 - 0,01 \cdot \frac{l_0}{h'} - 0,01 \cdot f_{cd} = \\ &= 0,5 - 0,01 \cdot \frac{5,84}{0,502} - 0,01 \cdot 18 = 0,204 \end{aligned} \quad (3.376)$$

Priimame  $\delta_e = 0,204$ .

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{2 \cdot 10^5}{32000} = 6,25 \quad (3.377)$$

Čia:  $E_{cm}$  – betono tamprumo modulis;  $E_s$  – armatūros tamprumo modulis

Betono inercijos momentas apie svorio centrą lenkimo momentų kryptimi apskaičiuotas programa „Autodesk AutoCAD 2014“:

$$I_c = 213333 \text{ cm}^4 \quad (3.378)$$

Armatūros inercijos momentas apie svorio centrą lenkimo momentų kryptimi apskaičiuotas programa „Autodesk AutoCAD 2014“:

$$I_s = 2060 \text{ cm}^4 \quad (3.379)$$

Kritinė ašinė jėga:

$$N_{crit} = \frac{6,4 \cdot E_{cm}}{l_0^2} \cdot \left( \frac{I_c}{\varphi_l} \cdot \left( \frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e \cdot I_s \right) = \quad (3.380)$$

$$= \frac{6,4 \cdot 32 \cdot 10^6}{5,84^2} \cdot \left( \frac{213333 \cdot 10^{-8}}{1,744} \cdot \left( \frac{0,11}{0,1 + 0,204} + 0,1 \right) + 6,25 \cdot 2060 \cdot 10^{-8} \right) = 4166 \text{ kN}$$

Koeficientas  $\eta$ :

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{crit}}} = \frac{1}{1 - \frac{450,28}{4166}} = 1,12 \quad (3.381)$$

Ekscentricitetas  $e_{e,pl}$  kolonos plokštumoje:

$$e_{e,pl} = \frac{M_{Ed,pl}}{N_{Ed}} \cdot \eta + \varepsilon_a = \frac{19,29}{450,28} \cdot 1,12 + 0,01 = 0,058 \text{ m} \quad (3.382)$$

Ekscentricitetas  $e_{e,iš pl}$  iš kolonos plokštumos:

$$e_{e,iš pl} = \frac{M_{Ed, iš pl.}}{N_{Ed}} \cdot \eta + \varepsilon_a = \frac{40,77}{450,28} \cdot 1,12 + 0,01 = 0,102 \text{ m} \quad (3.383)$$

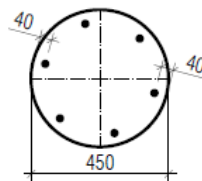
Tikriname stiprumo sąlygas:

$$N_{Ed} \cdot e_{e,pl} = 450,28 \cdot 0,0580 = 26,1 \text{ kN} \cdot \text{m} \leq M_{Rd2} = 53,7 \quad (3.384)$$

$$N_{Ed} \cdot e_{e,iš pl} = 450,28 \cdot 0,102 = 45,9 \text{ kN} \cdot \text{m} \leq M_{Rd1} = 113,4 \quad (3.385)$$

Sąlygos tenkinamos. Pasirinkta armatūra  $4\emptyset 16 \text{ mm}$  tinkama.

Apvalaus skerspjūvio įstrižai lenkiamos gniuždomos kolonos skaičiavimas pagal STR (I variantas) įvertinus liaunumą prie veikiančio maksimalaus momento (kolona pasukta  $65^\circ$ )



**3.21 pav.** Apvalaus skerspjūvio kolona

Kolonos skerspjūvio plotą priimame tokį pat, kaip ir kvadratinės kolonos. Skaičiuojame kolonos skersmenį:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot a^2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,4^2}{3,14}} \approx 0,45 \text{ m} \quad (3.386)$$

Apvalaus skerspjūvio kolonos duomenys imami tokie pat, kaip ir kvadratinio skerspjūvio. Naudojame armatūrą S400, kur  $f_{yd} = 365 \text{ MPa}$ ,  $E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$ .  $l_0 = 5,84 \text{ m}$ . Betonas – C30/37,  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 32 \text{ MPa}$ ,  $a_s = 40 \text{ mm}$ ,  $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$ ,  $\alpha_e = 6,25$ .

Kaip ir kvadratinės kolonos –  $N_{Ed,l} = 428,96 \text{ kN}$ . Momentas pasukus koloną  $65^\circ$ :

$$\begin{aligned} M_{Ed,l} &= \cos \alpha \cdot M_{Ed,pl,l} + \sin \alpha \cdot M_{Ed,išpl,l} = \\ &= \cos 65^\circ \cdot (-18,55) + \sin 65^\circ \cdot 0 = -7,84 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (3.387)$$

Inercijos momentai:

$$I_c = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 0,45^4}{64} = 2012 \cdot 10^{-6} \text{ m} \quad (3.388)$$

$$I_s = \frac{A_s \cdot r_s^2}{2} = \frac{8,04 \cdot 10^{-4} \cdot 0,185^2}{2} = 13,76 \cdot 10^{-6} \text{ m} \quad (3.389)$$

Ekcentrisitetas  $e_0$ :

$$e_0 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{45,10}{450,28} = 0,100 \text{ m} \quad (3.390)$$

Koeficientas  $\delta_e$ :

$$\delta_e = \frac{e_0}{d} = \frac{0,100}{0,45} = 0,222 \quad (3.391)$$

$$\begin{aligned} \delta_e &= 0,222 > \delta_{min} = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{l_0}{d} - 0,01 \cdot f_{cd} = \\ &= 0,5 - 0,01 \cdot \frac{5,84}{0,45} - 0,01 \cdot 18 = 0,190 \end{aligned} \quad (3.392)$$

Priimame  $\delta_e = 0,222$ .

Koeficientas  $\beta = 1$  sunkiajam betonui. Koeficientas  $\varphi_l$ :

$$\begin{aligned} \varphi_l &= 1 + \beta \cdot \frac{M_{Ed,sl}}{M_{Ed,s}} = 1 + \beta \cdot \frac{M_{Ed,l} + N_{Ed,l} \cdot r_s}{M_{Ed} + N_{Ed} \cdot r_s} = \\ &1 + 1,0 \cdot \frac{7,84 + 428,96 \cdot 0,185}{45,1 + 450,28 \cdot 0,185} = 1,679 \leq 1 + \beta = 1 + 1 = 2 \end{aligned} \quad (3.393)$$

Kritinė ašinė jėga:

$$\begin{aligned} N_{crit} &= \frac{6,4 \cdot E_{cm}}{l_0^2} \cdot \left( \frac{I_c}{\varphi_l} \cdot \left( \frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e \cdot I_s \right) = \\ &= \frac{6,4 \cdot 32 \cdot 10^6}{5,84^2} \cdot \end{aligned} \quad (3.394)$$

$$\left( \frac{2012 \cdot 10^{-6}}{1,679} \cdot \left( \frac{0,11}{0,1 + 0,222} + 0,1 \right) + 6,25 \cdot 13,76 \cdot 10^{-6} \right) = 3694 \text{ kN}$$

Koeficientas  $\eta$ :

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{crit}}} = \frac{1}{1 - \frac{450,28}{3694}} = 1,139 \quad (3.395)$$

Ekscentricitetas  $e$  kolonos plokštumoje:

$$e = (e_0 + \varepsilon_a) \cdot \eta + r_s = (100 + 10) \cdot 1,139 + 185 = 310,3 \text{ mm} < 3 \cdot r_s = 3 \cdot 185 = 555 \text{ mm} \quad (3.396)$$

Koeficientai  $\beta_c$  ir  $\beta_s$ :

$$\beta_c = 1 - 0,32 \cdot \sqrt{\frac{e}{r_s}} = 1 - 0,32 \cdot \sqrt{\frac{310,3}{185}} = 0,586 \quad (3.397)$$

$$\beta_s = 1 - 0,33 \cdot \frac{e}{r_s} = 1 - 0,33 \cdot \frac{310,3}{185} = 0,446 \geq 0,5 \quad (3.398)$$

Kolonos laikomoji galia:

$$\begin{aligned} N_{Ed} \cdot e &= 450,28 \cdot 0,310 = 139,6 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ &\leq (f_{cd} \cdot A_c \cdot \beta_c + f_{y cd} \cdot A_s \cdot \beta_s) \cdot r_s = \\ &= (18 \cdot 160 \cdot 0,586 + 365 \cdot 0,804 \cdot 0,446) \cdot 0,185 = 336,4 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (3.399)$$

Laikomosios galios atsarga procentais:

$$\frac{M_{Ed} - M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 \% = \frac{336,4 - 139,6}{336,4} \cdot 100 \% = 58,5 \% \quad (3.400)$$

Apvalaus skerspjuvio įstrižai lenkiamos gniuždomos kolonos skaičiavimas pagal SNIP (II variantas) įvertinus liaunumą prie veikiančio maksimalaus momento (kolona pasukta 65°)

Duomenys išlieka tokie pat, kaip apvalaus kolonos skerspjuvio skaičiavime pagal STR. Kritinė ašinė jėga –  $N_{crit} = 3694 \text{ kN}$ .

Skaičiuojame ar kolona atlaiko gniuždymo jėgą:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 450,28 \text{ kN} \leq 0,77 \cdot f_{cd} \cdot A_c + 0,645 \cdot f_{yd} \cdot A_s = \\ &= 0,77 \cdot 18 \cdot 10^3 \cdot 0,16 + 0,645 \cdot 365 \cdot 10^3 \cdot 8,08 \cdot 10^{-4} = 2407 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.401)$$

Sąlyga tenkinama.

Priimame  $\xi_r = 0,32$ , tada:

$$\xi_r = \frac{N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_s + f_{cd} \cdot A_c \cdot \frac{\sin(2 \cdot \pi \cdot \xi_r)}{2 \cdot \pi}}{f_{cd} \cdot A_c + 2,55 \cdot f_{yd} \cdot A_s} = \quad (3.402)$$

$$= \frac{450,3 + 365 \cdot 10^3 \cdot 8,08 \cdot 10^{-4} + 18 \cdot 10^3 \cdot 0,16 \cdot \frac{\sin(2 \cdot 3,14 \cdot 0,32)}{2 \cdot 3,14}}{18 \cdot 10^3 \cdot 0,16 + 2,55 \cdot 365 \cdot 10^3 \cdot 8,08 \cdot 10^{-4}} \approx \approx 0$$

Skaičiuojame koeficientą  $\varphi$ :

$$\varphi = 1,6 \cdot (1 - 1,55 \cdot \xi_r) \cdot \xi_r = 1,6 \cdot (1 - 1,55 \cdot 0,32) \cdot 0,32 = 0,258 \leq 1 \quad (3.403)$$

Sąlyga tenkinama, priimam  $\varphi = 0,258$ .

Momentas veikiantis koloną jos centro atžvilgiu (įvertinus liaunumą):

$$M_{Ed} = N_{Ed} \cdot (e_0 + \varepsilon_a) \cdot \eta = 450,3 \cdot (100 + 10) \cdot 1,139 = 56,42 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.404)$$

Kolonos laikomoji galia (įvertinus liaunumą):

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= 0,67 \cdot f_{cd} \cdot A_c \cdot r \cdot \frac{\sin^3 \pi \cdot \xi_r}{\pi} + f_{yd} \cdot A_s \cdot r_s \cdot \left( \frac{\sin \pi \cdot \xi_r}{\pi} + \varphi \right) = \\ &= 0,67 \cdot 18 \cdot 10^3 \cdot 0,16 \cdot 0,225 \cdot \frac{\sin^3 3,14 \cdot 0,32}{3,14} + \\ &+ 365 \cdot 10^3 \cdot 8,08 \cdot 10^{-4} \cdot 0,185 \cdot \left( \frac{\sin 3,14 \cdot 0,32}{3,14} + 0,258 \right) = \\ &= 111,83 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (3.405)$$

$$M_{Ed} = 56,42 \text{ kN} \cdot \text{m} \leq M_{Rd} = 111,83 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.406)$$

Sąlyga tenkinama.

Laikomosios galios atsarga procentais:

$$\frac{M_{Rd} - M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 \% = \frac{111,83 - 56,42}{111,83} \cdot 100 \% = 49,5 \% \quad (3.407)$$

Kvadratinio skerspjūvio įstrižai lenkiamos gniuždomos kolonos skaičiavimas įvertinus liaunumą prie veikiančio maksimalaus momento (kolona pasukta 65°)

Skaičiavimai atliekami analogiškai ekscentriškai gniuždomai kolonai (kolonos geometriniai parametrai, armatūra, betonos ir kt. yra tokie pat). Momentas ir ašinė jėga naudojama tokie pat, kaip apvalaus skerspjūvio kolonos skaičiavime. Apskaičiavus gauta, jog momentas, veikiantis koloną yra  $M_{Ed} = 127,4 \text{ kN} \cdot \text{m}$ , o kvadratinio skerspjūvio laikomoji galia –  $M_{Rd} = 196,7 \text{ kN} \cdot \text{m}$ .

Laikomosios galios atsarga procentais:

$$\frac{M_{Rd} - M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100 \% = \frac{196,7 - 127,4}{196,0} \cdot 100 \% = 35,2 \% \quad (3.408)$$

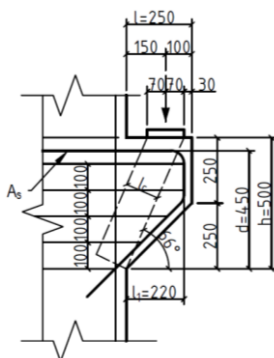


Apibendrinant tiriamąją dalį galima pasakyti, kad įstrižai lenkiamos gniuždomos kvadratinio skerspjūvio kolonos laikomoji galia geriausiai išnaudojama, kai momentai abejomis kryptimis yra vienodi (kolona pasukama pagal laikrodžio rodyklę  $65^\circ$ ), o blogiausiai – kai momentas veikia vienoje plokštumoje. Laikomosis galios skirtumas tarp geriausiai ir blogiausiai išnaudojamos kolonos yra 4,3 %.

Skaičiuojant kvadratinio ir apvalaus skerspjūvio koloną, kurių tūris yra vienodas ir naudojamas tas pats kiekis armatūros, gauta, jog apvalaus skerspjūvio kolonos laikomoji galia yra apie 1,5 karto didesnė.

### 3.3.3. Kolonos gembės skaičiavimas

Kolonos gembė yra gelžbetoninė, kurios matmenys parodyti 3.22 pav. Horizontali armatūra yra iš 6 mm skersmens S400 klasės strypų, išdėstytų  $s = 100 \text{ mm}$  žingsniu.  $0,25 \cdot h = 125 \geq s = 100 \text{ mm}$ . Apkrova centriškai uždėta ant paskirstomosios 30 mm storio plokštelės. Betono charakteristikos:  $f_{cd} = 18 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,2 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 32 \text{ GPa}$ . Armatūros charakteristikos:  $f_{yd} = 365 \text{ MPa}$ ,  $E_s = 205 \text{ GPa}$ .



3.22 pav. Kolonos gembė

Tikriname sąlygą:

$$l = 250 \text{ mm} \leq 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot (500 - 50) = 405 \text{ mm} \quad (3.409)$$

Gembė yra trumpoji.

Gembės skaičiavimas skersinių jėgų atžvilgiu.

Betono gniuždomosios juostos kampas, imant pagal tiesę nuo atrėmimo plokštelės iki gembės apačios:

$$\text{tg}\theta = \frac{500}{150 + 70} = 2,27 \quad (3.410)$$

$$\theta = 66,25^\circ \quad (3.411)$$

Juostos plotis:

$$l_c = l_{sup} \cdot \sin \theta = 2 \cdot 70 \cdot \sin 66,25 = 127 \text{ mm} \quad (3.412)$$

Skaičiuojame koeficientą  $\rho_{w1}$ :

$$\rho_{w1} = \frac{A_{sw}}{s_w \cdot b} = \frac{0,570}{400} = 1,425 \cdot 10^{-3} \quad (3.413)$$

Tamprumo modulių santykis:

$$\alpha = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{205}{32} = 6,41 \quad (3.414)$$

Koeficientas  $\varphi_{w2}$ :

$$\varphi_{w2} = 1 + 5 \cdot \alpha \cdot \rho_{w1} = 1 + 5 \cdot 6,41 \cdot 1,425 \cdot 10^{-3} = 1,046 \quad (3.415)$$

Gembės laikomoji jėga:

$$\begin{aligned} V_{Rd} &= 0,8 \cdot \varphi_{w2} \cdot f_{cd} \cdot b \cdot l_c \cdot \sin \theta = \\ &= 0,8 \cdot 1,046 \cdot 18 \cdot 0,4 \cdot 0,127 \cdot \sin 64,92 = 693,03 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.416)$$

Tikriname sąlygas:

$$\begin{aligned} \varphi_{c3} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d &= 0,6 \cdot (1 + 0) \cdot 1,2 \cdot 0,4 \cdot 0,45 = 129,60 \text{ kN} \\ &\leq V_{Rd} = 693,03 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.417)$$

$$3,5 \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d = 3,5 \cdot 1,2 \cdot 0,4 \cdot 0,45 = 756,00 \text{ kN} \geq V_{Rd} = 693,03 \text{ kN} \quad (3.418)$$

Sąlygos tenkinamos, todėl gembė gali atlaikyti  $V_{Rd} = 693,03 \text{ kN}$ .

$$V_{Rd} = 683,42 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 367,3 \text{ kN} \quad (3.419)$$

Sąlyga tenkinama.

Gembės išilginės armatūros skaičiavimas.

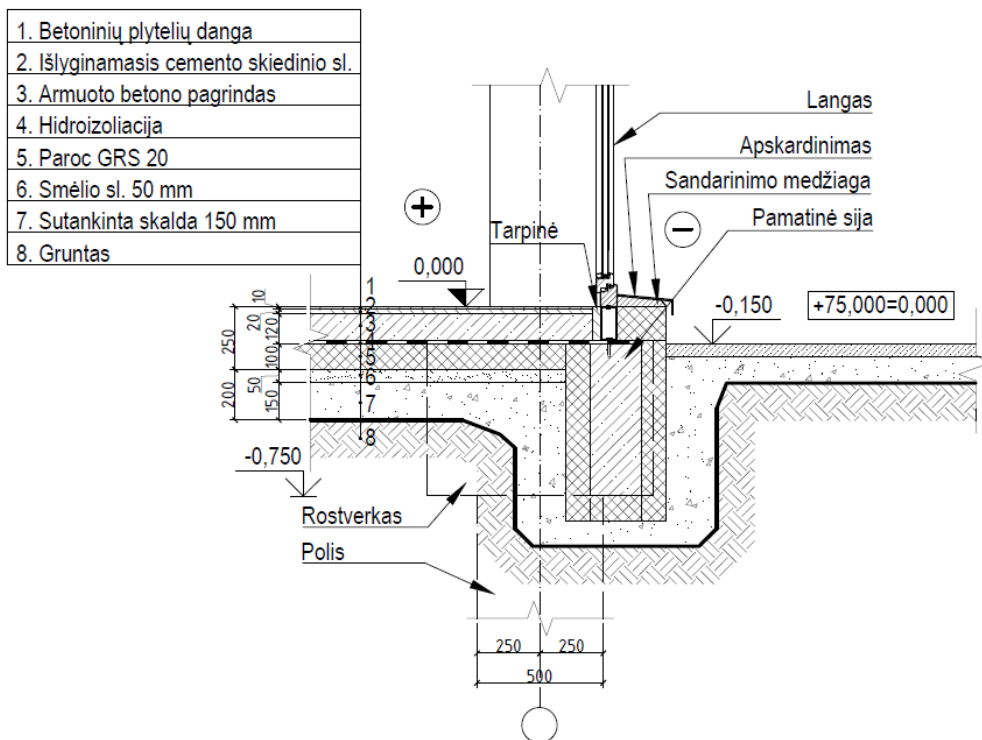
Reikiamas armatūros skerspjūvis:

$$A_s \geq \frac{V_{Ed} \cdot l_1}{d \cdot f_{yd}} = \frac{367,3 \cdot (0,25 - 0,03)}{0,45 \cdot 36,5} = 4,92 \text{ cm}^2 \quad (3.420)$$

Pasirenku  $2\emptyset 18$ , kurių  $A_s = 5,09 \text{ cm}^2$ .

### 3.4. Polinio pamato projektavimas

#### 3.4.1. Polinio pamato pradiniai duomenys



3.23 pav. Polinis pamatas

2015.10.26

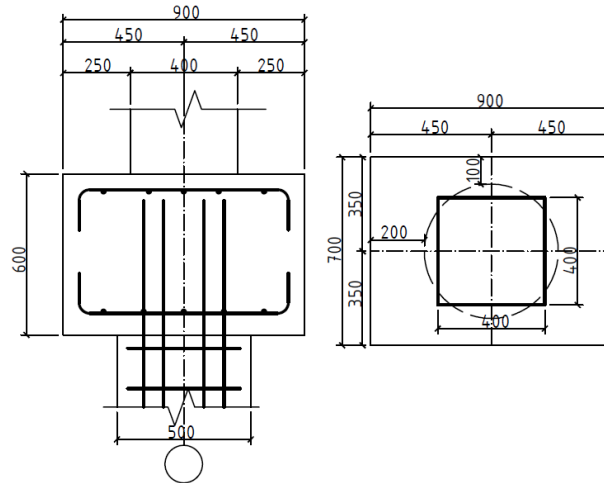
Grėž. Nr. 2

Altitudė: 74.80 m

Inž. geologinis stulksnio Nr.	Grunto aprašymas	Stulksnio pado		Stulksnio storis	Stulpelis	Vandens lygis			Savybės pagal CPT				
		gylis	altitudė			Pasirodė	Nustatė	Aušš.	$q_p$ , MPa	$c(q)$	$f_{sp}$ , kPa	$\sigma$ (t)	$f_{tq}$ , %
1	Piltas gr.: priemolis su drovžemio priemaiša, plastingas	0.20	74.60	0.20					1.5	2.35	30	29.3	2.0
2	Priemolis, drėgnas, su smėlio ir žvyro priemaiša, plastingas	0.90	73.90	0.70					2.9	4.72	59	39.1	2.0
3	Molis, tankus, mažai drėgnas, su gargždo priemaiša												
		5.90	68.90	5.00									
									5.0	6.25	99	45.0	2.0

3.24 pav. grėžinio nr. 2 parametrai

Pasirenkamas vienas grėžtinis polis. Rostverko matmenys –  $h = 0,6$  m;  $b = 0,7$  m;  $l = 0,9$  m. Polio skersmuo –  $d = 0,5$  m, ilgis pasirenkamas 5,5 m. Polinio pamato viršaus altitudė – 74,85 m. Skaičiuojame nuo pavojingesnio derinio, kai veikia tik ašinė jėga.



3.25 pav. Polio ir rostverko gabaritai

### 3.4.2. Projektavimo būdas DA1 1 derinys

3.5 lentelė. Nuolatinė polio, rostverko, pamatinės sijos ir grindų apkrova

Eil. Nr.	Pavadinimas	Vienetinis svoris $\gamma$ , $kN/m^3$	Charakteristinė apkrova, $kN$	
1.	Betoninių plytelių danga	24,0	0,07	
2.	Išlyginamasis cemento skiedinio sl.	20,0	0,12	
3.	Armuoto betono pagrindas	25,0	0,89	
4.	Rostverkas	25,0	9,45	
5.	Pamatinė sija	25,0	19,13	
6.	Polis	25,0	26,98	
	Viso	-	$\sum G_{k,pamato}$	56,64

Projektavimo būdo DA1 1 derinio atsargos koeficientai (19):

$$\gamma_G = 1,35; \gamma_Q = 1,3; \gamma_t = 1,1 \quad (3.421)$$

Didžiausia įraža veikianti pamatą ( $N_{Ed,nuolatinė}$  ir  $N_{Ed,kintama}$  gauta iš skersinio rėmo ašinių jėgų diagramos):

$$\begin{aligned} V_{Ed,max} &= N_{Ed,nuolatinė} + N_{Ed,kintama} + G_{d,pamato} = \\ &= 347,89 \cdot 1,35 + (139,5 + 36,0) \cdot 1,3 + 56,64 \cdot 1,35 = \\ &= 774,27 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.422)$$

Pagrindo po polio padu laikomoji galia pagal 2 gręžinį (19):

$$R_b = \alpha_b \cdot q_c \cdot A_b = 1,0 \cdot 5,0 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} \cdot 10^3 = 981,25 \text{ kN} \quad (3.423)$$

Čia:  $\alpha_b$  – empirinis koreliacijos koeficientas tarp  $q_c$  ir pagrindo stiprumo;  $q_c$  – grunto kūginis stiprumas, molinio grunto;  $A_b$  – polio pado plotas

Polio šonų paviršiaus laikomoji galia (viršutinė polio 0,5 m dalis į skaičiavimus neįtraukiama dėl grunto išalo ir technologinio proceso) (19):

$$R_s = \sum (\alpha_{s,i} \cdot q_{c,i} \cdot A_{s,i}) = \sum (150 \cdot 5 \cdot 3,14 \cdot 0,5) = 1177,5 \text{ kN} \quad (3.424)$$

Čia:  $\alpha_{s,i}$  – šonines trinties koeficientas;  $A_{s,i}$  – i-tojo sluoksnio polio šono paviršiaus plotas;  $q_{c,i}$  – i-tojo grunto kūginis stipris

Apskaičiuota ribinė grunto po poliumi laikomoji galia (19):

$$R_{c,cal} = \frac{R_b}{\gamma_{Rb}} + \frac{R_s}{\gamma_{Rs}} = \frac{981,25}{2,0} + \frac{1177,5}{1,5} = 1275,6 \text{ kN} \quad (3.425)$$

Čia:  $\gamma_{Rb}$ ;  $\gamma_{Rs}$  – modeliavimo koeficientai kalibruotoms reikšmėms gauti

Charakteristinė grunto po poliumi laikomosios galios reikšmė (19):

$$R_{c,k} = \frac{R_{c,cal}}{\gamma_3} = \frac{1275,6}{1,4} = 911,2 \text{ kN} \quad (3.426)$$

Čia:  $\gamma_3$  – koreliacijos koeficientas charakteristinėms reikšmėms gauti

Skaičiuojamoji grunto po poliumi laikomosios galios reikšmė (19):

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t} = \frac{911,2}{1,1} = 828,3 \text{ kN} \quad (3.427)$$

Čia:  $\gamma_t$  – dalinis koeficientas polio pagrindo atsparumo skaičiuojamosiosms reikšmėms gauti

$$R_{c,d} = 828,3 \text{ kN} \geq V_{Ed,max} = 774,27 \text{ kN} \quad (3.428)$$

Sąlyga tenkinama.

### 3.4.3. Projektavimo būdas DA1 2 derinys

Projektavimo būdo DA1 2 derinio atsargos koeficientai (19):

$$\gamma_G = 1,0; \gamma_Q = 1,3; \gamma_t = 1,4 \quad (3.429)$$

$$\begin{aligned} V_{Ed,max} &= N_{Ed,nuolatinė} + N_{Ed,kintama} + G_{d,pamato} = \\ &= 347,89 \cdot 1,0 + (139,5 + 36,0) \cdot 1,3 + 56,64 \cdot 1,0 = \\ &= 632,68 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.430)$$

Pagrindo po polio padu laikomoji galia pagal 2 grežinį (19):

$$R_b = \alpha_b \cdot q_c \cdot A_b = 1,0 \cdot 5,0 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} \cdot 10^3 = 981,25 \text{ kN} \quad (3.431)$$

Čia:  $\alpha_b$  – empirinis koreliacijos koeficientas tarp  $q_c$  ir pagrindo stiprumo;  $q_c$  – grunto kūginis stiprumas, molinio grunto;  $A_b$  – polio pado plotas

Polio šonų paviršiaus laikomoji galia (viršutinė polio 0,5 m dalis į skaičiavimus neįtraukiama dėl grunto išalo ir technologinio proceso) (19):

$$R_s = \sum (\alpha_{s,i} \cdot q_{c,i} \cdot A_{s,i}) = \sum (150 \cdot 5 \cdot 3,14 \cdot 0,5) = 1177,5 \text{ kN} \quad (3.432)$$

Čia:  $\alpha_{s,i}$  – šoninės trinties koeficientas;  $A_{s,i}$  – i-tojo sluoksnio polio šono paviršiaus plotas;  $q_{c,i}$  – i-tojo grunto kūginis stipris

Apskaičiuota ribinė grunto po poliūmi laikomoji galia (19):

$$R_{c,cal} = \frac{R_b}{\gamma_{Rb}} + \frac{R_s}{\gamma_{Rs}} = \frac{981,25}{2,0} + \frac{1177,5}{1,5} = 1275,6 \text{ kN} \quad (3.433)$$

Čia:  $\gamma_{Rb}$ ;  $\gamma_{Rs}$  – modeliavimo koeficientai kalibruotoms reikšmėms gauti

Charakteristinė grunto po poliūmi laikomosios galios reikšmė (19):

$$R_{c,k} = \frac{R_{c,cal}}{\gamma_3} = \frac{1275,6}{1,4} = 911,2 \text{ kN} \quad (3.434)$$

Čia:  $\gamma_3$  – koreliacijos koeficientas charakteristinėms reikšmėms gauti

Skaičiuojamoji grunto po poliūmi laikomosios galios reikšmė (19):

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t} = \frac{911,2}{1,4} = 650,8 \text{ kN} \quad (3.435)$$

Čia:  $\gamma_t$  – dalinis koeficientas polio pagrindo atsparumo skaičiuojamosioms reikšmėms gauti

$$R_{c,d} = 650,8 \text{ kN} \geq V_{Ed,max} = 632,7 \text{ kN} \quad (3.436)$$

Sąlyga tenkinama.

### 3.4.4. Nuosėdžių skaičiavimas pagal ribinę grunto po poliū atlaikymo gniuždymo jėgą

Nuosėdis po poliūmi:

$$s = \frac{d}{100} \cdot \left( e^{\frac{2,4 \cdot V_{Ed}}{R_{c,cal}}} - 1 \right) = \frac{0,5}{100} \cdot \left( e^{\frac{2,4 \cdot 774,27}{1275,6}} - 1 \right) = 0,0165 \text{ m} = \quad (3.437)$$

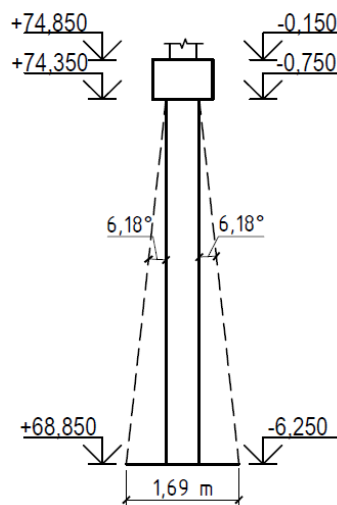
$$= 16,5 \text{ mm}$$

$$s = 16,5 \text{ mm} < s_{max} = 0,1 \cdot d = 0,1 \cdot 500 = 50 \text{ mm} \quad (3.438)$$

Sąlyga tenkinama.

Čia:  $d$  – polio skersmuo;  $V_{Ed}$  – skaičiuotinė įrąža į polių;  $R_{c,cal}$  – ribinė grunto po polių atlaikoma gniuždymo jėga

### 3.4.5. Nuosėdžių skaičiavimas sumavimo metodu



3.26 pav. Sąlyginio pamato skersmuo

3.6 lentelė. Gręžinio nr. 2 grunto charakteristikos

Inž. geologijos sluoksnio Nr.	Grunto svorio tankis, $\rho$ , [g/cm <sup>3</sup> ]	Tamprumo modulis, $E$ , [MPa]	Vidinės trinties kampas, $\varphi'$ , [°]
1.	2,10	18	18
2.	2,23	21	21
3.	2,25	45	25

Sąlyginio pamato gylis (30):

$$d_s = d + l = 0,6 + 5,5 = 6,1 \text{ m} \quad (3.439)$$

Čia:  $d$  – rostverko gylis,  $l$  – polio skaičiuojamasis ilgis

Skaičiuojamasis grunto vidinės trinties kampas:

$$\varphi'_{dm} = \frac{\sum \varphi'_{dm,i} \cdot l_i}{\sum l_i} = \frac{21 \cdot 0,35 + 25 \cdot 5,15}{0,5 + 5,15} = 24,7^\circ \quad (3.440)$$

Čia:  $\varphi'_{dm,i}$  – atskirų sluoksnių visame polio ilgyje grunto vidinės trinties kampo skaičiuojamoji reikšmė;  $l_i$  – grunto prie polio šonų  $i$ -tojo sluoksnio storis

Kampas tarp poliaus vertikalsiosios plokštumos ir tiesės, kuri jungiau poliaus krašto susikirtimą su rostverku ir sąlyginio pamato kraštą:

$$\alpha = \frac{\varphi'_{dm}}{4} = \frac{24,7}{4} = 6,18^\circ \quad (3.441)$$

Sąlyginio pamato pado skersmuo (30):

$$\begin{aligned} D_s &= (m - 1) \cdot a + D + 2 \cdot l \cdot \tan \alpha = \\ &= (1 - 1) \cdot 0 + 0,5 + 2 \cdot 5,5 \cdot \tan 6,18 = 1,69 \text{ m} \end{aligned} \quad (3.442)$$

Čia:  $m$  – polių eilių skaičius pamate;  $a$  – atstumas tarp polių ašių;  $D$  – polio skerspjūvio skersmuo

Sąlyginio pamato pado plotas:

$$A_s = \frac{\pi \cdot D_s^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,69^2}{4} = 2,24 \text{ m}^2 \quad (3.443)$$

Grunto svertinis svorio tankis sluoksniuotam pagrindu:

$$\gamma_{dm} = \frac{\sum \gamma_{d,i} \cdot l_i}{\sum l_i} = \frac{22,3 \cdot 0,35 + 22,5 \cdot 5,15}{0,35 + 5,15} = 22,49 \text{ kN/m}^3 \quad (3.444)$$

Čia:  $\gamma_{d,i}$  – atskirų sluoksnių visame polio ilgyje ir rostverko aukštyje grunto svorio tankio skaičiuojamoji reikšmė

Sąlyginio pamato svoris:

$$\begin{aligned} G_s &= A_s \cdot d_s \cdot \gamma_{dm} + n \cdot G_{d,p} = 2,24 \cdot 6,1 \cdot 22,49 + 1 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} \cdot 25 = \\ &= 312,2 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.445)$$

Papildomi įtempimai pamato pado lygyje:

$$\sigma_{z_{p0}} = \sigma_{d,0} - \sigma_{z_{g0}'} = \frac{V_{d,0}}{A_s} - \gamma'_d \cdot d = \frac{569,23}{2,24} - 22,3 \cdot 0,6 = 240,7 \text{ kPa} \quad (3.446)$$

Čia:  $\sigma_{d,0}$  – įtempiai po sąlyginio pamato padu;  $\sigma_{z_{g0}'}$  – įtempiai nuo grunto rostverko pado lygyje;  $V_{d,0}$  – didžiausia iš visų apkrovimo variantų skaičiuojamoji ašinė jėga pamato pado lygyje;  $\gamma'_d$  – grunto svorio tankio skaičiuojamoji reikšmė rostverko lygyje;  $d$  – rostverko gylis

Didžiausia iš visų apkrovimo variantų skaičiuojamoji ašinė jėga pamato pado lygyje:

$$\begin{aligned} V_{d,0} &= G_k + Q_{k,N} + Q_{k,S} \cdot \Psi_{0,1} = \\ &= (347,89 + 56,64) + 139,50 + 36,0 \cdot 0,7 = 569,23 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.447)$$

Įtempiai nuo grunto pamato pado lygyje:

$$\sigma_{z_{g0}} = \frac{G_s}{A_s} = \frac{312,2}{2,24} = 139,4 \text{ kPa} \quad (3.448)$$



Papildomi įtempimai po santykinio pamato padu apskaičiuojami (30):

$$\sigma_{zp} = k \cdot \sigma_{zp0} \quad (3.449)$$

Čia:  $k$  – įtempių sklidimo koeficientas, randamas lentelėje pagal taško santykinį gylį  $\xi = z/r$ , tarpinės reikšmės randamos interpoliuojant

**3.7 lentelė.** Įtempių sklidimo koeficientas  $k$  pamato nusėdimui sumavimo metodu skaičiuoti ir papildomi įtempimai po santykinio pamato padu

$\xi = z/r$	$k$	$\sigma_{zp}$
0	1,000	240,7
0,4	0,949	228,4
0,8	0,756	182,0
1,2	0,547	131,7
1,6	0,390	93,9
2,0	0,285	68,6
2,4	0,214	51,5
2,8	0,165	39,7
3,2	0,130	31,3

Įtempiai nuo grunto svorio:

$$\sigma_{zgn} = \sigma_{zg(n-1)} + \gamma_{d,n} \cdot h_n \quad (3.450)$$

Čia:  $\gamma_{d,n}$  –  $n$ -tojo sluoksnio grunto skaičiuojamasis svorio tankis;  $h_n$  –  $n$ -tojo sluoksnio storis;  $\sigma_{zgn}$  ir  $\sigma_{zg(n-1)}$  – įtempiai nuo grunto svorio  $n$  ir  $n-1$  sluoksnio apačioje

**3.8 lentelė.** Įtempiai  $\sigma_{zgn}$  nuo grunto svorio

$\xi = z/r$	$\sigma_{zgn}$	
0	$\sigma_{zg0}$	139,4
0,4	$\sigma_{zg1}$	141,7
0,8	$\sigma_{zg2}$	143,9
1,2	$\sigma_{zg3}$	146,2
1,6	$\sigma_{zg4}$	148,4
2,0	$\sigma_{zg5}$	150,7
2,4	$\sigma_{zg6}$	152,9
2,8	$\sigma_{zg7}$	155,2
3,2	$\sigma_{zg8}$	157,4

$$\sigma_{zp8} = 31,3 \text{ kPa} \leq 0,2 \cdot \sigma_{zg8} = 0,2 \cdot 157,4 = 31,5 \text{ kPa} \quad (3.451)$$

Sąlyga tenkinama, galima giliau įtempių neskaičiuoti.

Kiekvieno sluoksnio suspaudimas skaičiuojamas pagal vidutinius papildomus įtempimus sluoksnyje:

$$s_i = \frac{(\sigma_{zp(i-1)} + \sigma_{zpi})}{2} \cdot \frac{H_i}{E_i} \quad (3.452)$$

Čia:  $H_i$  – sluoksnio storis;  $E_i$  – sluoksnio tamprumo modulis;  $\sigma_{zp(i-1)}$  ir  $\sigma_{zpi}$  – papildomi grunto įtempiai nuo pastato apkrovos sluoksnio viršuje ir apačioje

$$s_1 = \frac{(240,7 + 228,4)}{2} \cdot \frac{0,1}{45} = 0,521 \text{ mm} \quad (3.453)$$

$$s_2 = \frac{(228,4 + 182,0)}{2} \cdot \frac{0,1}{45} = 0,456 \text{ mm} \quad (3.454)$$

$$s_3 = \frac{(182,0 + 131,7)}{2} \cdot \frac{0,1}{45} = 0,349 \text{ mm} \quad (3.455)$$

$$s_4 = \frac{(131,7 + 93,9)}{2} \cdot \frac{0,1}{45} = 0,251 \text{ mm} \quad (3.456)$$

$$s_5 = \frac{(93,9 + 68,6)}{2} \cdot \frac{0,1}{45} = 0,181 \text{ mm} \quad (3.457)$$

$$s_6 = \frac{(68,6 + 51,5)}{2} \cdot \frac{0,1}{45} = 0,133 \text{ mm} \quad (3.458)$$

$$s_7 = \frac{(51,5 + 39,7)}{2} \cdot \frac{0,1}{45} = 0,101 \text{ mm} \quad (3.459)$$

$$s_8 = \frac{(39,7 + 31,3)}{2} \cdot \frac{0,1}{45} = 0,079 \text{ mm} \quad (3.460)$$

Visas pamato nusėdimas:

$$\begin{aligned} s &= 0,8 \sum_{i=1}^n s_i = 0,8 \cdot (s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 + s_7 + s_8) = \\ &= 0,8 \cdot (0,521 + 0,456 + 0,349 + 0,251 + 0,181 + 0,133 + \\ &\quad + 0,101 + 0,079) = 1,66 \text{ mm} \end{aligned} \quad (3.461)$$

$$s = 1,66 \text{ mm} \leq s_{max} = 0,1 \cdot d = 0,1 \cdot 500 = 50 \text{ mm} \quad (3.462)$$

Sąlyga tenkinama, pamatas neviršija leistinų nuosėdžių.

### 3.5.6. Polinio pamato armavimas

Rostverko išilginės armatūros skaičiavimas (29).

Rostverko parametrai:  $h = 0,6 \text{ m}$ ;  $b = 0,7 \text{ m}$ ;  $l = 0,9 \text{ m}$ ; betonas – C25/30, armatūra – S500.

$$f_{ck} = 25000 \text{ kPa} \quad (3.463)$$

$$f_{cd} = \alpha \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot \frac{25}{1,5} = 15 \text{ MPa} \quad (3.464)$$

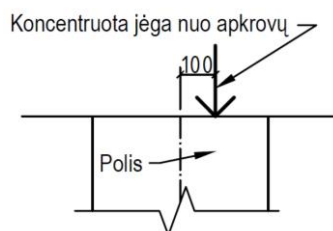
Čia:  $\alpha$  - koeficientas įvertinantis stačiakampio formos įtempių pasiskirstymo diagramą;  $\gamma_c$  – gelžbetonio patikimumo koeficientas

$$f_{y,d} = \frac{f_y}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ MPa} \quad (3.465)$$

Didžiausias momentas veikiantis rostverką dėl polio nuokrypos:

$$M = (V_{Ed} - G_{d,polio}) \cdot 0,1 = (774,27 - 26,98) \cdot 0,1 = 74,73 \text{ kNm} \quad (3.466)$$

Čia: 0,1 – nuokrypa galinti atsirasti dėl polio įrengimo



**3.27 pav.** Rostverko viršutinės armatūros skaičiuojamoji schema

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 15 = 0,73 \quad (3.467)$$

$$\mu = \frac{M}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{74,73}{15000 \cdot 0,7 \cdot 0,52^2} = 0,0263 \quad (3.468)$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0137} = 0,0267 \quad (3.469)$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,73}{1 + \frac{435}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,73}{1,1}\right)} = 0,565 \quad (3.470)$$

$$\xi = 0,0267 < \xi_{lim} = 0,565 \quad (3.471)$$

Sąlyga tenkinama.

Gniuždomosios zonos aukštis:

$$x_{eff} = \xi \cdot d = 0,0267 \cdot 0,52 = 0,0139 \text{ m} \quad (3.472)$$

Reikalingos armatūros kiekis:

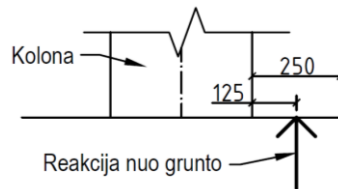
$$A_{s,reik} = \frac{f_{cd} \cdot x_{eff} \cdot b}{f_{y,d}} = \frac{15 \cdot 0,0139 \cdot 0,7}{435} \cdot 10^4 = 3,35 \text{ cm}^2 \quad (3.473)$$

Varžtams viršuje reikalingas armatūros tinklas (strypo skersmuo 8 mm, žingsnis – 200 mm), t. y.  $A_s = 2,01 \text{ cm}^2$ . Pasirenku  $4\emptyset 14$  ( $s=200$  mm), kur  $A_s = 6,15 \text{ cm}^2 \geq 3,35 + 2,01 = 5,36$ .

Didžiausias momentas veikiantis rostverką dėl grunto slėgio:

$$M = \left(\frac{V_{Ed} - G_{d,polio}}{2}\right) \cdot \frac{c}{2} = \left(\frac{774,27 - 26,98}{2}\right) \cdot \frac{0,25}{2} = 46,71 \text{ kNm} \quad (3.474)$$

Čia:  $c$  – atstumas nuo rostverko krašto iki kolonos briaunos



**3.28 pav.** Rostverko apatinės armatūros skaičiuojamoji schema

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 15 = 0,73 \quad (3.475)$$

$$\mu = \frac{M}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{46,71}{15000 \cdot 0,7 \cdot 0,52^2} = 0,0165 \quad (3.476)$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0137} = 0,0166 \quad (3.477)$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,73}{1 + \frac{435}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,73}{1,1}\right)} = 0,565 \quad (3.478)$$

$$\xi = 0,0166 < \xi_{lim} = 0,565 \quad (3.479)$$

Sąlyga tenkinama.

Gniuždomosios zonos aukštis:

$$x_{eff} = \xi \cdot d = 0,0166 \cdot 0,52 = 0,0086 \text{ m} \quad (3.480)$$

Reikalingos armatūros kiekis:

$$A_{s,reik} = \frac{f_{cd} \cdot x_{eff} \cdot b}{f_{y,d}} = \frac{15 \cdot 0,0086 \cdot 0,7}{435} \cdot 10^4 = 2,08 \text{ cm}^2 \quad (3.481)$$

Konstrukciškai pasirenku  $4\emptyset 10 A_s = 3,14 \text{ cm}^2$  (s=200 mm).

### Polių armavimas.

Poliaus skersmuo –  $d = 500 \text{ mm}$ ; betonas – C25/30;  $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ ;  $f_{cd} = 15 \text{ MPa}$ ; armatūra – S500;  $f_{y,d} = 435 \text{ MPa}$ .

Momentas kolonos apačioje nuo veikiančių apkrovų:

$$\begin{aligned} M_{k,d} &= G_k \cdot \gamma_G + Q_{k,W} \cdot \gamma_Q + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + Q_{k,S} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2} = \\ &= 13,73 \cdot 1,35 + 23,38 \cdot 1,3 + 13,91 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = \\ &= 61,59 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (3.482)$$

Skersinė jėgą kolonos apačioje nuo veikiančių apkrovų:

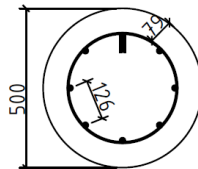
$$\begin{aligned} Q_{k,d} &= G_k \cdot \gamma_G + Q_{k,W} \cdot \gamma_Q + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + Q_{k,S} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2} = \\ &= 10,31 \cdot 1,35 + 5,09 \cdot 1,3 + 10,45 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = \\ &= 30,05 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (3.483)$$

Kadangi polio viršus yra 0,6 m žemiau kolonos apačios ir didžiausias momentas pasireiškia polyje apytiksliai 1,5 m nuo jo viršaus, tai didžiausias momentas nuo skersinės jėgos:

$$M_{s,d} = Q_{k,d} \cdot (0,6 + 1,5) = 30,05 \cdot (0,6 + 1,5) = 63,11 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.484)$$

Didžiausias momentas polyje:

$$M_{Ed} = M_{k,d} + M_{s,d} = 61,59 + 63,11 = 124,70 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.485)$$



3.29 pav. Polio armavimas

Polį pasirenku armuoti 8Ø12 išilgine armatūra, kurios  $A_s = 9,04 \text{ cm}^2$ , armatūros spindulys nuo centro –  $r_s = 165 \text{ mm}$ . Tikriname ar polis atlaiko ašinę jėgą:

$$\begin{aligned} V_{Ed,max} &= 774,27 \text{ kN} \leq 0,77 \cdot f_{cd} \cdot A + 0,645 \cdot f_{y,d} \cdot A_s = \\ &= 0,77 \cdot 15 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} \cdot 10^3 + 0,645 \cdot 435 \cdot 9,04 \cdot 10^{-1} = 2520,33 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.486)$$

Sąlyga tenkinama.

Skaičiuojame ašinę jėgą polyje pagal didžiausio lenkimo momento derivinį:

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= G_k \cdot \gamma_G + Q_{k,W} \cdot \gamma_Q + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + Q_{k,S} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2} = \\ &= (347,89 + 56,64) \cdot 1,35 - 2,20 \cdot 1,3 + 139,50 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + \\ &\quad + 36,0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 702,96 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.487)$$

Skaičiuojame santykinį gniuždomos zonos aukštį (užsiduodam, kad jis yra 0,3660):

$$\begin{aligned} \xi_{cir} &= 0,3660 \approx \frac{N_{Ed} + f_{y,d} \cdot A_s + f_{cd} \cdot A \cdot \frac{\sin 2 \cdot \pi \cdot \xi_{cir}}{2 \cdot \pi}}{f_{cd} \cdot A + 2,55 \cdot f_{y,d} \cdot A_s} = \\ &= \frac{702,96 + 435 \cdot 9,04 \cdot 10^{-1} + 15 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} \cdot 10^3 \cdot \frac{\sin 2 \cdot 3,14 \cdot 0,3660}{2 \cdot 3,14}}{15 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} \cdot 10^3 + 2,55 \cdot 435 \cdot 9,04 \cdot 10^{-1}} \quad (3.488) \\ &= 0,3665 \end{aligned}$$

Skaičiuojame koeficientą  $\varphi$ :

$$\varphi = 1,6 \cdot (1 - 1,55 \cdot \xi_{cir}) \cdot \xi_{cir} = 1,6 \cdot (1 - 1,55 \cdot 0,366) \cdot 0,366 = 0,253 \quad (3.489)$$

Skaičiuojame, kokį lenkimo momentą gali atlaikyti polis:

$$\begin{aligned} M_R &= \frac{2}{3} \cdot f_{cd} \cdot A \cdot r \cdot \frac{\sin^3 \pi \cdot \xi_{cir}}{\pi} + f_{y,d} \cdot A_s \cdot \left( \frac{\sin \pi \cdot \xi_{cir}}{\pi} + \varphi \right) \cdot r_s = \\ &= \frac{2}{3} \cdot 15 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} \cdot 0,25 \cdot \frac{\sin^3 3,14 \cdot 0,366}{3,14} \cdot 10^3 + \\ &= 435 \cdot 9,04 \cdot \left( \frac{\sin 3,14 \cdot 0,366}{3,14} + 0,253 \right) \cdot 0,165 \cdot 10^{-1} = 154,26 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (3.490)$$

Tikriname sąlygą:

$$M_R = 154,26 \geq M_{Ed} = 124,70 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3.491)$$

Sąlyga tenkinama, polis atlaiko lenkimo momentą.

Galutinai priimam polyje 8Ø12 armatūros S500 strypus, kurių ilgis 4,0 m. Skersinė armatūra Ø5 išdėstoma žingsniu 200 mm. Polio skersmuo – 0,5 m, ilgis – 5,5 m.

## 4. TECHNOLOGINĖ IR EKONOMINĖ DALYS

### 4.1. Vientiso sraigtinio gręžimo polių technologinė kortelė

4.1 lentelė. Darbo mašinų ir darbų sąnaudų skaičiavimas

Normatyvų šifras	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbo mato vienetas	Darbo apimtis	Darbo sąnaudos, žm. val.		Darbo sąnaudos, žm. d.	Mašinų darbo sąnaudos, maš. val.		Mašinų darbo sąnaudos, maš. pam.
				Norma darbo mato vienetai	Visam darbui		Norma darbo vienetai	Visam darbui	
N1-102	II grupės grunto kasimas ir perstūmimas iki 10 m atstumu 79 kW (108 AJ) galingumo buldozeriais	1000 m <sup>3</sup>	0,741	-	-	-	7,9	5,854	0,86
N1-103	Sekantiems 20 m, perstumiant II grupės gruntą 79 kW (108 AJ) galingumo buldozeriais	1000 m <sup>3</sup>	0,741	-	-	-	6,3	9,337	0,69
N1-57	II grupės grunto kasimas 1 m <sup>3</sup> kaušo talpos ekskavatoriais, pakraunant į savivarčius	1000 m <sup>3</sup>	0,134	6,3	0,844	0,124	16,0	2,144	0,315
							0,03	0,004	0,0059
							0,37	0,050	0,073
N1-300	II gr. grunto kasimas rank. būdu iki 2 m pločio ir iki 2 m gylio nesutvirtintose tranšėjose; iki 1,5 m gylio duobių kasimas	100 m <sup>3</sup>	0,073	196,0	14,308	2,104	-	-	-
T1-2	II grupės grunto transportavimas 10 t savivarčiais 1 km atstumu, pakraunant 1 m <sup>3</sup> kaušo talpos ekskavatoriumi	100 m <sup>3</sup>	8,824	-	-	-	4,6	771,218	5,969
N5-117	Iki 5,5 m gylio ir iki 600 mm skersmens gręžinio pamatams gręžimas II grupės grunte	vnt.	45	1,57	70,65	10,39	0,81	36,45	5,36
N5-125	Gręžtinių pamatų betonavimas	m <sup>3</sup>	45,55	2,9	132,095	19,426	1,5	68,325	10,048
N6-5	Betono pagrindas po pamatais, paduodant betoną siurbliu	m <sup>3</sup>	7,1	1,26	8,946	1,316	0,1	0,71	0,104
N6-10	Gelžbetoniniai iki 3 m <sup>3</sup> tūrio pamatai kolonomams, paduodant betoną kranu	m <sup>3</sup>	20,98	10,0	209,8	30,853	0,3	6,294	0,926
N6-17	Gelžbetoninės pamatų sijos, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną kranu	m <sup>3</sup>	21,36	10,0	213,6	31,412	0,43	9,185	1,351

Normatyvų šifras	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbo mato vienetas	Darbo apimtis	Darbo sąnaudos, žm. val.		Darbo sąnaudos, žm. d.	Mašinų darbo sąnaudos, maš. val.		Mašinų darbo sąnaudos, maš. pam.
				Norma darbo mato vienetai	Visam darbui		Norma darbo vienetai	Visam darbui	
N6-22	Gelžb. juostiniai pamatai, atraminės rūsio sienos iki 300 mm pločio, įrengiant klojinius iš skydų	m <sup>3</sup>	11,13	8,5	94,605	13,913	0,43	4,786	0,704
N6P-0201	Monolitinių pamatų hidroizoliacijos įrengimas, tepant 2 kartus hidroizoliaciniu bitumu	m <sup>2</sup>	298,6	0,21	62,706	9,221	-	-	-
N60-1-2	Monolitinių pamatų termoizoliacijos įrengimas	100 m <sup>2</sup>	3,413	67,0	228,671	33,628	21,0	71,673	10,54
N1-140	Tranšėjų ir duobių užpylimas iš sankasos 96 kW (130 AJ) galingumo buldozeriais, perstūmiant II grupės gruntą iki 5 m atstumu	1000 m <sup>3</sup>	0,108	-	-	-	4,6	0,497	0,073
N1P-0803	Grunto tankinimas savaeigiu vibraciniu volu, kai vibracinio volo masė iki 6 t ( I-II grupės gruntas)	100 m <sup>3</sup>	1,08	-	-	-	0,78	0,842	0,124
							1,1	1,188	0,175

4.2 lentelė. Materialinių išteklių poreikio skaičiavimas

Normatyvų šifras	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbo mato vienetas	Darbo apimtis	Konstrukcijų, detalių, medžiagų, pusgaminių poreikis			
				Pavadinimas	Mato vienetas	Norma darbo mato vienetai	Visam darbui
1	2	3	4	5	6	7	8
N1-57	II grupės grunto kasimas 1 m <sup>3</sup> kaušo talpos ekskavatoriais, pakraunant į savivarčius	1000 m <sup>3</sup>	0,48	Neplautas žvyras	m <sup>3</sup>	0,04	0,0054
7 N5-125	Gręžtinių pamatų betonavimas	1 m <sup>3</sup>	45,55	Statybinės vinys	kg	0,0336	1,53048
				Armatūros karkasai	t	0,02822	1,28542
				Metalinės konstrukcijos, įvairios	t	0,0115	0,523825
				Apipjautos lentos 40 mm st. ir daugiau (2 rūš.)	m <sup>3</sup>	0,0009	0,040995
				Betono mišiniai	m <sup>3</sup>	1,14	51,927
8 N6-5	Betono pagrindas po pamatais, paduodant betoną siurbliu	1 m <sup>3</sup>	7,1	Betono mišiniai	m <sup>3</sup>	1,02	7,242
9 N6-10	Gelžbetoniniai iki 3 m <sup>3</sup> tūrio pamatai kolonomams, paduodant betoną kranu	1 m <sup>3</sup>	20,98	Emulsolas	kg	0,94	19,7212
				Krosninis kuras	t	0,001	0,02098
				Plieninė viela	t	0,00014	0,002937



Normatyvų šifras	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbo mato vienetas	Darbo apimtis	Konstrukcijų, detalių, medžiagų, pusgaminių poreikis			
				Pavadinimas	Mato vienetas	Norma darbo mato vienetai	Visam darbui
1	2	3	4	5	6	7	8
				Statybinės vinys	kg	0,105	2,2029
				Suvirinimo elektrodai	kg	0,6	12,588
				Betonas	m <sup>3</sup>	1,015	21,2947
				Armatūra	t	0,04429	0,929204
				Apipjautos lentos 40 mm st. (3 rūš.)	m <sup>3</sup>	0,003	0,06294
				Klojinių skydai	m <sup>2</sup>	0,047	0,98606
N6-17	Gelžbetoninės pamatų sijos, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną kranu	1 m <sup>3</sup>	21,36	Emulsolas	kg	1,1	23,496
				Krosninis kuras	t	0,0011	0,023496
				Plieninė viela	t	0,00029	0,006194
				Statybinės vinys	kg	0,2205	4,70988
				Suvirinimo elektrodai	kg	1,7	36,312
				Betonas	m <sup>3</sup>	1,015	21,6804
				Armatūra	t	0,067	1,43112
				Apipjautos lentos 40 mm st. (3 rūš.)	m <sup>3</sup>	0,004	0,08544
				Apipjautos lentos 25-32 mm st. (3 rūš.)	m <sup>3</sup>	0,0023	0,049128
				Klojinių skydai	m <sup>2</sup>	0,055	1,1748
N6-22	Gelžb. juostiniai pamatai, atraminės rūšio sienos iki 300 mm pločio, įrengiant klojinius iš skydų	1 m <sup>3</sup>	11,13	Emulsolas	kg	1,06	11,7978
				Krosninis kuras	t	0,00106	0,011798
				Plieninė viela	t	0,00032	0,003562
				Statybinės vinys	kg	0,2485	2,76581
				Suvirinimo elektrodai	kg	0,6	6,678
				Betonas	m <sup>3</sup>	1,015	11,29695
				Armatūra	t	0,048	0,53424
				Apipjautos lentos 40 mm st. (3 rūš.)	m <sup>3</sup>	0,0065	0,072345
				Apipjautos lentos 25-32 mm st. (3 rūš.)	m <sup>3</sup>	0,0006	0,006678
				Klojinių skydai	m <sup>2</sup>	0,053	0,58989
N6P-0201	Monolitinių pamatų hidroizoliacijos įrengimas, tepant 2 kartus hidroizoliaciniu bitumu	1 m <sup>2</sup>	298,6	Hidroizoliacinis bitumas	kg	3,0	895,8
N60-1-2	Monolitinių pamatų termoizoliacijos	100 m <sup>2</sup>	3,413	Smeigės izoliacijos tvirtinimui	vnt.	380,0	1296,94

Normatyvų šifras	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbo mato vienetas	Darbo apimtis	Konstrukcijų, detalių, medžiagų, pusgaminių poreikis			
				Pavadinimas	Mato vienetas	Norma darbo mato vienetai	Visam darbui
1	2	3	4	5	6	7	8
	įrengimas			Universalios akmens vatos plokštės	m <sup>3</sup>	5,48	18,70324
				Ritininės medžiagos	m <sup>2</sup>	28,0	95,564

**4.3 lentelė. Techninių išteklių poreikio skaičiavimas**

Normatyvų šifras	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbo mato vienetas	Darbo apimtis	Konstrukcijų, detalių, medžiagų, pusgaminių poreikis		
				Pavadinimas	Norma darbo mato vienetai, maš. h	Visam darbui
1	2	3	4	5	7	8
N1-102	II grupės grunto kasimas ir perstūmimas iki 10 m atstumu 79kW (108 AJ) galingumo buldozeriais	1000 m <sup>3</sup>	0,741	Buldozeris 79 kW (108 AG)	7,9	5,854
N1-103	Kiekvieniems sekantiems 10 m, perstūmiant II grupės gruntą 79kW (108 AJ) galingumo buldozeriais	1000 m <sup>3</sup>	0,741	Buldozeris 79 kW (108 AG)	6,3	9,337
N1-57	II grupės grunto kasimas 1 m <sup>3</sup> kaušo talpos ekskavatoriais, pakraunant į savivarčius	1000 m <sup>3</sup>	0,134	Vienakaušis ekskavatorius 1,0 m <sup>3</sup> kaušo talp.	16	2,144
				Buldozeris 79 kW (108AJ)	0,03	0,004
				Greideris 66,2 kW (90AJ)	0,37	0,050
T1-2	II grupės grunto transportavimas 10 t savivarčiais 1 km atstumu, pakraunant 1 m <sup>3</sup> kaušo talpos ekskavatoriumi	100 m <sup>3</sup>	8,824	Krovininis automobilis, keliamoji galia 10 t	4,6	771,218
N5-117	Iki 5,5 m gylio ir iki 600 mm skersmens gręžinio pamatams gręžimas II grupės grunte	vnt.	45,0	Polių gręžimo mašina (gręžin. iki 5,5 m gylio)	0,81	36,45
N5-125	Gręžtinių pamatų betonavimas	m <sup>3</sup>	45,55	Betono siurblys	1,5	68,325
N6-5	Betono pagrindas po pamatais, paduodant betoną siurbliu	m <sup>3</sup>	7,1	Betono siurblys	0,1	0,71
N6-10	Gelžbetoniniai iki 3 m <sup>3</sup> tūrio pamatai kolonomams, paduodant betoną kranu	m <sup>3</sup>	20,98	Kranas	0,3	6,294
N6-17	Gelžbetoninės pamatų sijos, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną kranu	m <sup>3</sup>	21,36	Kranas	0,43	9,185
N6-22	Gelžb. juostiniai pamatai, atraminės rūsio sienos iki 300 mm pločio, įrengiant klojinius iš skydų	m <sup>3</sup>	11,13	Kranas	0,43	4,786
N60-1-2	Monolitinių pamatų termoiziacijos įrengimas	100 m <sup>2</sup>	3,413	Elektrinis grąžtas	21,0	71,673

Normatyvų šifras	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbo mato vienetas	Darbo apimtis	Konstrukcijų, detalių, medžiagų, pusgaminių poreikis		
				Pavadinimas	Norma darbo mato vienetui, maš. h	Visam darbui
N1-140	Tranšėjų ir duobių užpylimas iš sankasos 96 kW (130 AJ) galingumo buldožeriais, perstūmiant II grupės gruntą iki 5 m	1000 m <sup>3</sup>	0,108	Buldozeris 96 kW (130 AG)	4,6	0,497
N1P-0803	Grunto tankinimas savaeigiu vibraciniu volu , kai vibracinio volo masė iki 6 t ( I-II grupės gruntas)	100 m <sup>3</sup>	0,108	Savaeigis plentvolis iki 6 t	0,78	0,842
				Buldozeris iki 45 kW (62 AG)	1,1	1,188

**4.4 lentelė. Materialinių išteklių suvestinė**

Eil. nr.	Konstrukcijos, detalės, medžiagos, pusgaminių pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
1.	Emulsolas	kg	55,015
2.	Krosninis kuras	t	0,056274
3.	Hidroizoliacinis bitumas	kg	895,8
4.	Plieninė viela	t	0,01269
5.	Statybinės vinys	kg	11,20907
6.	Suvirinimo elektrodai	kg	55,578
7.	Smeigės izoliacijos tvirtinimui	vnt.	1296,94
8.	Armatūros karkasai	t	1,285421
9.	Betonas	m <sup>3</sup>	54,27205
10.	Armatūra	t	2,595389
11.	Metalinės konstrukcijos, įvairios	t	0,523825
12.	Apipjautos lentos 40 mm st. (3 rūš.)	m <sup>3</sup>	0,220725
13.	Apipjautos lentos 40mm st. ir daugiau (2 rūš.)	m <sup>3</sup>	0,040995
14.	Apipjautos lentos 25-32mm st. (3 rūš.)	m <sup>3</sup>	0,055806
15.	Klojinių skydai	m <sup>2</sup>	2,75075
16.	Universalios akmens vatos plokštės	m <sup>3</sup>	18,70324
17.	Ritininės medžiagos	m <sup>2</sup>	95,564
18.	Neplautas žvyras	m <sup>3</sup>	0,00536
19.	Betono mišiniai	m <sup>3</sup>	59,169

Polinių pamatų įrengimo kokybės kontrolė, darbų technologija ir darbų sauga pateikiama prieduose.

## 4.2. Ekonominė dalis

### 4.1.1. Gelžbetoninių pamatų palyginimas

Magistro baigiamajame darbe atliekamas vientiso sraigtinio gręžimo polinių ir surenkamų gelžbetoninių pamatų ekonominis palyginimas.

Ekonominė projekto dalis (ekonominiai skaičiavimai) – yra investicijų įvertinimas sąnaudų efektyvumo požiūriu. Šis įvertinimas atliekamas remiantis Projekto dalių sprendiniais ir iš Statytojo gautais duomenimis. Ekonominė dalis, pateikiama tik Statytojui, yra komercinė paslaptis ir rengiama atvejais, nurodytais Statybos techninio reglamento STR 1.05.06:2010 „Statinio projektavimas“.

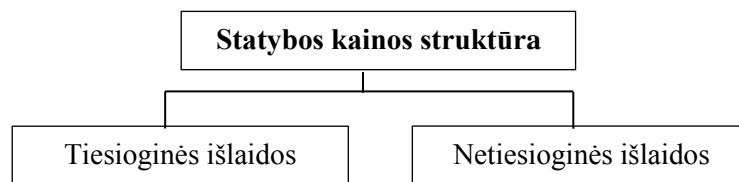
Skaičiuojamoji statybos kaina grindžiama šiais projekto dokumentais. Tai:

- a) lokalinės sąmatos;
- b) medžiagų poreikio žiniaraščiai;
- c) mechanizmų poreikio žiniaraščiai;
- d) darbo sąnaudų poreikio žiniaraščiai;

Medžiagų poreikio žiniaraščius, mechanizmų poreikio žiniaraščius ir darbo sąnaudų poreikio žiniaraščiai gali būti apibūdinami kaip vienas – statybos išteklių poreikio žiniaraštis.

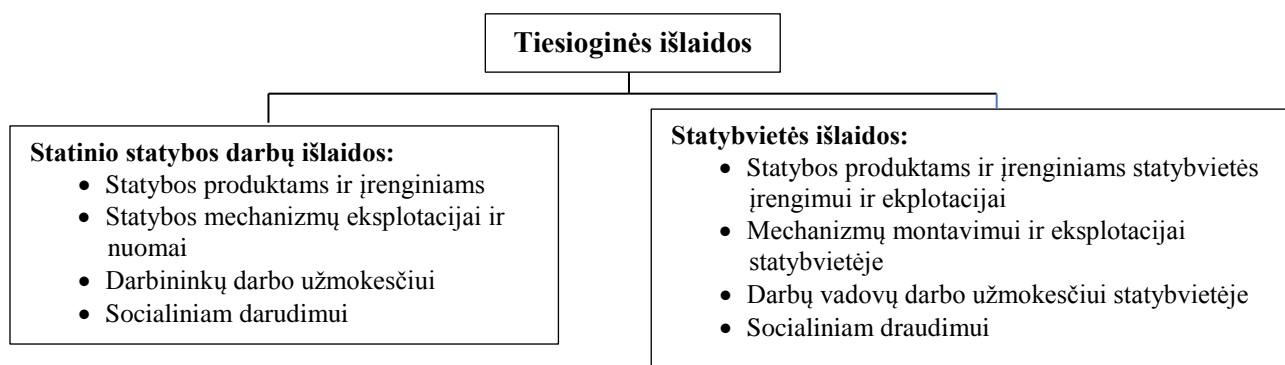
#### 4.1.2. Statybos kainų išlaidų struktūra

Skaičiuojamoji statybos kaina susideda iš tiesioginių ir netiesioginių išlaidų reikalingų statiniui pastatyti, suremontuoti, rekonstruoti (4.1 pav.).



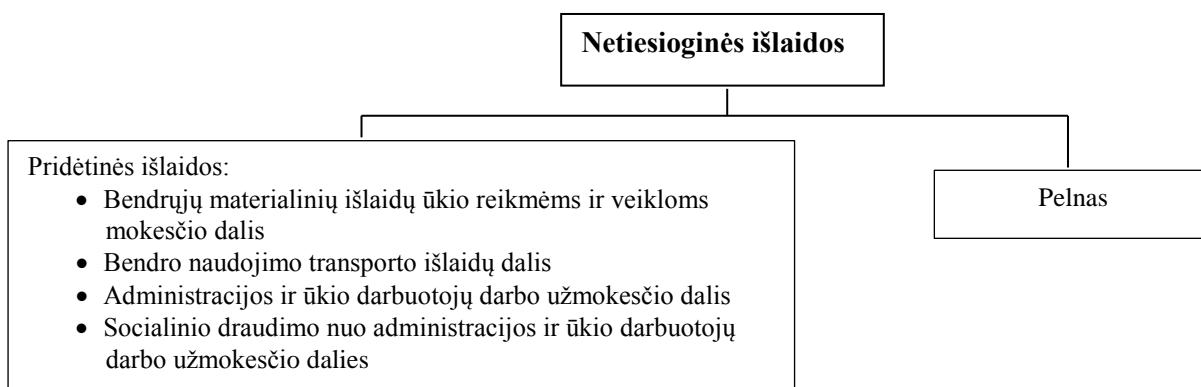
4.1 pav. Statybos kainos struktūra

Tiesioginės išlaidos apima statinio statybos darbų išlaidas ir statybviētės išlaidas (4.2 pav.).



4.2 pav. Tiesioginės išlaidos.

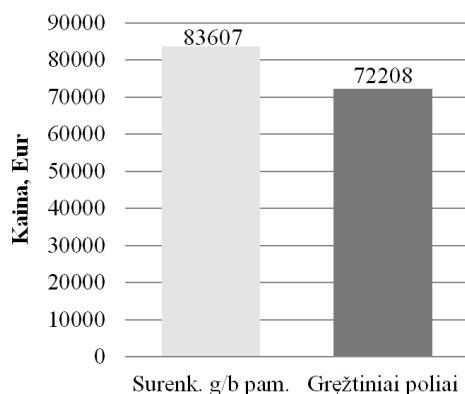
Netiesioginės išlaidos apima pridėtines išlaidas ir pelną (4.3 pav.)



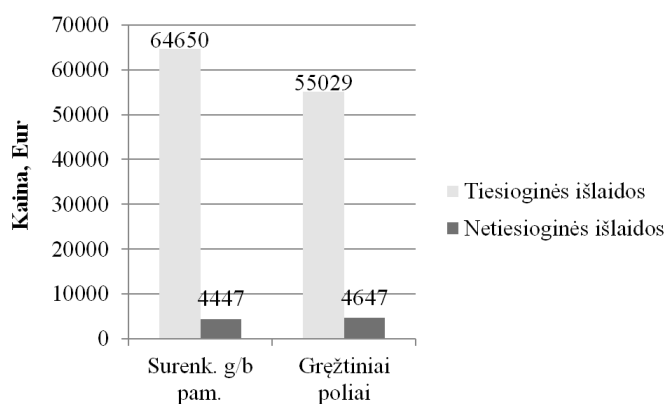
4.3 pav. Netiesioginės išlaidos.

Sudarytos pamatų lokalinės sąmatos ir gauta, jog vientiso sraigtinio gręžimo poliniai pamatai yra ekonomiškесni. Polinių pamatų reikiamų medžiagų ir montavimo kaina yra 15,79 % mažesnė, negu surenkamų gelžbetoninių pamatų (atitinkamai 83607,37 Eur ir 72207,96 Eur). Pamatų ekonominis palyginimas pateiktas diagramose.

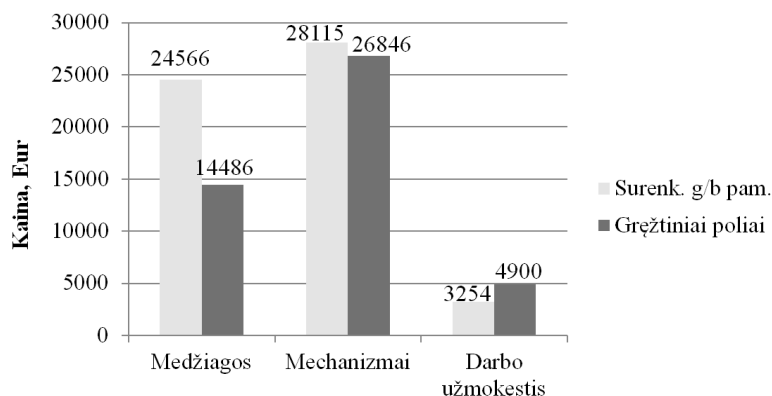
Pamatų montavimo lokalinės sąmatos, medžiagų poreikio ir darbo poreikio žiniaraščiai pateikiami prieduose. Sąmatos sudarytos programa „Sistela“.



4.4 pav. Polinių ir surenkamų gelžbetoninių pamatų kainos palyginimas



4.5 pav. Pamatų montavimo tiesioginių ir netiesioginių išlaidų palyginimas



4.6 pav. Pamatų montavimo medžiagų, mechanizmų ir darbo užmokesčio palyginimas

## 5. DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA

### 5.1. Darbų sauga ir darbuotojų sveikata statinio statybos metu

Šioje dalyje trumpai aprašomi bendri darbų saugos reikalavimai statinio statybos metu. Projektuojamas pastatas yra verslo centras Kaune esantis Taikos prospekto ir Ateities plento sankryžos pietvakarinėje dalyje. Darbai pradkami vykdyti 2016 m. gegužės mėnesį ir tęsiasi visus metus (priklausomai nuo oro sąlygų).

Verslo centro sanitarinė apsaugos zona neregamentuojama (20) , todėl pastatas buvo projektuojamas, kad tenkintų Lietuvos Respublikos kelių įstatymą (18) ir neviršytų vietinės reikšmės kelių apsauginės zonos – 10 m bei tenkintų priešgaisrinius reglamentuojamus atstumus tarp pastatų (10 m) (3).

Statybvietės teritorija, kurioje vyksta statybos darbai, aptveriamą tvora, kad nepatektų pašaliniai žmonės (7). Statybvietėje įrengiamos darbuotojų buitinės patalpos, kuriuose numatytos persirengimo, valgymo ir poilsio patalpos. Taip pat įrengiamas wc (4).

Darbuotojai apsaugomi nuo krentančių daiktų kolektyvinėmis saugos priemonėmis (draudžiama vaikščioti krano veikimo zonoje ir zonoje už jos ribų 4 m atstumu, kai krovinyš keliamas iki 10 m (21)) , taip pat darbuotojams privalo būti išduotos reikiamos asmeninės apsauginės priemonės (apsauginiai šalmai, prieštriukšminės ausinės, pirštinės ir pan.) (8). Medžiagos ir įrenginiai išdėstomi arba sudedami į krūvas taip, kad negalėtų nuslysti arba nuvirsti. Prireikus, privalo būti uždengtos perėjos arba uždaryti įėjimai į pavojingas zonas. Draudžiama sunkiajai technikai važiuoti arčiau iškasos krašto, negu yra jų gylis (atstumo ir gylio santykis moliniams gruntams 1:1) (15).

Plieno arba betono konstrukcijos, taip pat jų dalys, klojiniai, surenkamieji statybiniai elementai arba laikinos sijos, ramsčiai, pagaminami, sumontuojami ir išardomi tik prižiūrint kompetentingiems asmenims. Privalo būti imtasi priemonių, kad laikinas konstrukcijų netvirtumas arba nestabilumas nesukeltų pavojaus darbuotojams. Klojiniai, laikinos sijos ir ramsčiai parenkami, apskaičiuojami, sumontuojami bei prižiūrimi taip, kad galėtų atlaikyti veikiančias apkrovas (7).

Dirbant ant stogo ir esant kritimo nuo stogo pavojui, privalo būti įrengtos kolektyvinės saugos priemonės (įrengiami aptvarai; draudžiama vaikščioti, kur yra tikimybė nukristi), kad būtų išvengta darbuotojų arba darbo priemonių bei statybinių medžiagų kritimo. Darbuotojai privalo būti aprūpinti reikiamomis asmeninėmis apsauginėmis priemonėmis (apraišais, specialiais drabužiais ir įranga) (7).

Laikinos elektros oro linijos tiesiamos tik iš izoliuotų laidų, o laidai suduriami lituojant arba suspaudžiant galus specialiais gnybtais. Visi įjungimo, išjungimo ir montavimo prietaisai tvirtinami ant nedegaus pagrindo ir uždaryti apsauginiais įžemintais, užrakinamais skydais (7).

Vykdamas statybos darbus darbų aikštelėje įrengiami du gaisriniai hidrantai, kurie galėtų užtikrinti 10 l/s debitą (kiekvienas atskirai bent po 5 l/s). Taip pat darbų aikštelėje numatomi 2 rezervuarai su vandeniu, kurių kiekvieno talpa po 100 m<sup>3</sup>. Statant pastatą, jo viduje numatomi 7 ABC tipo milteliniai gesintuvai su 4 kg gesinimo medžiaga (3).

## 5.2. Profesinės rizikos vertinimas darbo vietoje

Tiriamoji darbo vieta yra naujai statomo verslo centro statybos aikštelėje, kai atliekami žemės darbai (24) kartu su polinių pamatų įrengimu (22). Darbo metu naudojama žmonių darbo jėga ir įvairios mašinos bei mechanizmai (plentvolis, buldozeris, ekskavatorius, savivartis, greideris, polių gręžimo mašina ir pan.).

Norint saugiai dirbti ir sumažinti riziką iki minimumo, reikia vadovautis norminiais dokumentais, taisyklėmis ir rekomendacijomis, kurie apibrėžia darbų saugą. Darbų saugą darbuotojams praveda darbų vadovas, o darbų saugos instruktažas įforminamas registravimo žurnale specialioje instruktavimo registravimo kortelėje, kurioje pasirašo instruktažą išklausę darbuotojai. Instruktavimas būna įvadinis, pirminis ir periodinis. Esant reikalui gali būti taikomas papildomas instruktavimas (11).

**5.1 lentelė.** *Fizikinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, indentifikavimas*

<i>Veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas</i>	<i>Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų</i>	<i>Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus</i>		<i>Ar būtinos prevencinės priemonės</i>	
		<i>Ne</i>	<i>Taip</i>	<i>Ne</i>	<i>Taip</i>
Darbo vietos šiluminė aplinka (sunkus darbas lauke (darbo sunkumo kategorija – III (13) )	Karštis, oro temperatūra viršija 26 °C (13)		×		×
Triukšmas (darbas su pelnvoliū)	Didžiausias darbo dienos triukšmo poveikio dydis viršija norminę reikšmę – $L_{EX, 8h} = 85 \text{ dB (A)}$ (9)		×		×
Vibracija, vibraciją keliančios mašinos (darbas su plentvoliū)	Plentvolio vibracijos intensyvumas viršija norminę reikšmę – 0,5 m/s <sup>2</sup> per darbo dieną (10)		×		×



**5.2 lentelė.** *Fizinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, indentifikavimas*

<i>Veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas</i>	<i>Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų</i>	<i>Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus</i>		<i>Ar būtinos prevencinės priemonės</i>	
		<i>Ne</i>	<i>Taip</i>	<i>Ne</i>	<i>Taip</i>
Besisukančios ar judamos mašinų dalys (polių gręžimo mašina)	Grąžtas yra atviras ir neuždengtas		×	×	
Transportavimo įranga (kranai)	Keliant sunkius krovinius gali būti sužaloti žmonės krentančių daiktų iš aukštai		×		×

**5.3 lentelė.** *Ergonominių ir psichosocialinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, indentifikavimas*

<i>Veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas</i>	<i>Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų</i>	<i>Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus</i>		<i>Ar būtinos prevencinės priemonės</i>	
		<i>Ne</i>	<i>Taip</i>	<i>Ne</i>	<i>Taip</i>
Darbo sunkumas (dinaminis darbas)	Didelis fizinis krūvis, didelė tikimybė gauti traumas		×		×
Darbo emocinė įtampa (apima darbų vadovus, pagalbinius, mechanizatorius ir kitus darbuotojus)	Darbas pagal nustatytą grafiką, darbas esant laiko ir informacijos trūkumui, darbas, lydimas pavojų, asmeninės rizikos, atsakomybės už kitų asmenų saugumą	×		×	

Rizikos skaičiavimo metodika.

Rizikos dydis = pavojaus dydis x traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė x pasekmės. 5.4 lentelėje pateikiama balų įvertinimo reikšmės.

**5.4 lentelė.** *Rizikos skaičiavimas balais*

Balų skaičius	1	2	3
Pavojaus dydis	nedidelis (normalios darbo sąlygos, gali susirgti profesine liga arba patirti lengvą traumą)	didelis (kenksmingos darbo sąlygos arba gali įvykti nelaimingas atsitikimas, kurio metu patiriama sveikatai pavojinga trauma)	labai didelis (labai kenksmingos darbo sąlygos arba gali įvykti nelaimingas atsitikimas (sunkus, mirtinas))
Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė	maža (traumos ar kitokie sveikatos pakenkimai reti)	vidutinė (atsitiktinės traumos ar kitokie sveikatos pakenkimai)	didelė (traumos ar kitokie sveikatos pakenkimai dažni)
Pasekmės	asmenį	grupę (paveikia šalia esančius asmenis)	padalinį (paveikia daugelį asmenų)

5.5 lentelė. Rizikos nustatymas

Veikla	Pavojai	Numatomos saugos priemonės	Pavojaus dydis	Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė (balais)	Pasekmes	Rizikos dydis balais
Lauko darbai karštyje	Fiziniai	Naudojamos apsaugos priemonės nuo saulės, geriama daug šaltų skysčių, esant poreikiui daromos darbų pertraukos	1	1	2	2
Grunto tankinimas plentvoliu	Triukšmas	Klausos apsaugos priemonių (ausinės)	1	1	2	2
Grunto tankinimas plentvoliu	Vibracija	Plentvolio sėdynės sugeria vibracijas	1	1	1	1
Polių grėžimas	Fiziniai	Asmeninių ir organizacinių priemonių naudojimas (tinkama darbui apranga, šalmo naudojimas, laikymasis saugaus atstumo nuo judančių mechanizmo dalių)	3	1	1	3
Krovinių kėlimas kranu	Fiziniai	Asmeninių ir organizacinių priemonių naudojimas (tinkama darbui apranga, šalmo naudojimas, nebuvimas krano veikimo zonoje, krano darbas nuo tranšėjų saugiu atstumu (atstumo ir gylis santykis 1:1 (8))	3	1	1	3
Pamatų duobių kasimas	Fiziniai	Rankinį darbą keisti mechaniniu, esant poreikiui daryti darbo pertraukas	1	1	1	1
Vadovavimas darbams	Emociniai	Dalintis atsakomybę su kitais asmenimis (pasamdyti įmonę, kuri būtų atsakinga už darbų saugą; paskirti žmones, kurie koordinuotų tam tikrus darbus (medžiagų užsakymas, medžiagų priėmimas, darbų priežiūra ir kt.))	2	1	1	2

Ištyrus polinių pamatų įrengimo darbo vietą nustatyta, jog darbų rizikos priimtumas yra priimtinas arba toleruotinas.

Grunto tankinimas plentvoliu, kuris sukelia vibracijas; pamatų duobių kasimas – visi šie darbai surinko 1 balą, o tai reiškia, kad nereikia jokių papildomų veiksmų mažinant riziką.

Darbas plentvoliu, kuris sukelia triukšmą; polių grėžimas; krovinių kėlimas kranu; lauko darbai karštyje; grunto tankinimas plentvoliu, kuris sukelia vibracijas; vadovavimas darbams – visi šie darbai surinko 2 arba 3 balus, o tai reiškia, kad nereikia jokių papildomų rizikos mažinimo ar šalinimo priemonių, išskyrus atvejus, kai joms įgyvendinti nereikia didelių sąnaudų (laiko, pinigų ir pastangų) užtikrinti, kad veiktų esamos rizikos šalinimo ir (ar) mažinimo priemonės.

### **5.3. Aplinkosaugos, kietųjų atliekų šalinimo ir išorės aplinkos reikalavimai**

Pastato statybos produktai yra nepralaidūs teršalams ir nuotekoms, kurios gali pasklisti aplinkoje ir turėti aplinkai neigiamą poveikį, sukeldami grėsmę žmonių sveikatai, gyvūnams ir augalams bei ekosistemoms. Siekiant išvengti būsimos žalos aplinkai, būtina atsižvelgti į statybos produktų įvertinimą per visą jų naudojimo laikotarpį (25).

Pastatas suprojektuotas ir turi būti pastatytas taip, kad nekeltų grėsmės žmonių higienai ar sveikatai ir neterštų aplinkos dėl netinkamo kietųjų atliekų šalinimo. Turi būti tinkamo kietųjų atliekų tvarkymo užtikrinimo priemonės. Susidariusių dujų emisijos, kvapų ir skysčių, taip pat atliekų filtrato infiltracijos į dirvožemį paskleidimui išvengti būtina užtikrinti atliekų surinkimo įrenginių ir jų dangčių sandarumą surenkant ir sandėliuojant kietąsias atliekas (25).

Buitinių atliekų puvimui išvengti atliekas būtina presuoti sandėliavimo konteineriuose ir kaip galima greičiau jas pašalinti. Atliekų tvarkymo sistemos objektai suprojektuoti taip, kad būtų išvengta atliekų likučių po pašalinimo ir būtų galima kuo greičiau jas sutvarkyti (25).

Statybos produktų kaupimo priemonių (konteineriai, konteinerių priedai, kietųjų atliekų talpyklos) atveju reikia įvertinti jų formą ir dydį (25).

### **5.4. Higiena, sveikata ir vidaus aplinkos apsauga**

Remiantis higienos normomis, pastate numatytos patalpų grupės, reikalingos darbuotojų higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos poreikiams ir reikalavimams tenkinti: persirengimo darbo drabužiais, prausimosi ir tualetų patalpos (atskirai vyrams ir moterims), poilsio ir pavalgymo patalpos (4).

Pagal higienos normas, projektuojamame pastate numatytos apdailos medžiagos, užtikrinančios sveiką darbo aplinką, patogias ir saugias darbo sąlygas bei buitines reikmes. Techninio personalo darbo zonose numatytas natūralus, bendrasis ir papildomas dirbtinis apšvietimas (14). Numatytas patalpų mikroklimatas – temperatūrinis (13) ir drėgmės režimas įgyvendinamas ventiliacijos ir šildymo įrenginiais. Verslo centro pastatui šildyti bus naudojamas centrinis šildymas. Lietaus vanduo nuo pastato stogo surenkamas vidine lietaus vandens surinkimo sistema ir išleidžiamas tiesiai į lietaus nuotakyno tinklus.

Verslo centro pastate numatytos pakabinamos lubos iš akustinių plokščių bei atitvaros sugeriančios garsą (17).

## IŠVADOS

1. Suprojektuotas pastatas atitinka esminius statinio reikalavimus pagal Lietuvos Respublikos statybos įstatymą.
2. Apskaičiuotas stogo šilumos perdavimo koeficientas neviršija norminės šilumos perdavimo koeficiento pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų energetinio naudingumo projektavimas“  $U = 0,11 \leq U_N = 0,11$ .
3. Apskaičiuoti gręžtiniai poliniai pamatai pagal veikiančias pavojingiausių derinių apkrovas. Reikiamas polio ilgis yra 5,5 m, skersmuo – 0,5 m. Rostverko matmenys – 0,6x0,7x0,9 m.
4. Apskaičiavus to paties tūrio apvalaus ir kvadratinio skerspjūvio įstrižai lenkiamas ir gniuždomas kolonas gauta, kad apvalaus skerspjūvio kolonos laikomosios galios atsarga apie 1,5 karto didesnė negu kvadratinio skerspjūvio kolonos.
5. Atlikus palyginimą su programa „Sistela“ gauta, jog vientiso sraigtinio gręžimo poliniai pamatai yra 15,8 % pigesni už surenkamus g/b pamatus. Surenkamų g/b pamatų įrengimo kaina – 83607 Eur, o polinių pamatų – 72208 Eur.
6. Atsižvelgiant į suprojektuotų pamatų konstrukcijas, numatyta gręžduobes įrengti gręžimo mašina ABI, kuri gali išgręžti polius iki 5,5 m, o betonuoti siurbliu – Magnum MK 2.4Z-Cifa, kurio maksimalus horizontalus padavimo atstumas – 19,5 m.
7. Įvertinus profesinę riziką polinių pamatų įrengimo darbo vietoje nustatyta, jog darbų rizikos priimtinumai yra priimtinas arba toleruotinas.

## NAUDOTA LITERATŪRA

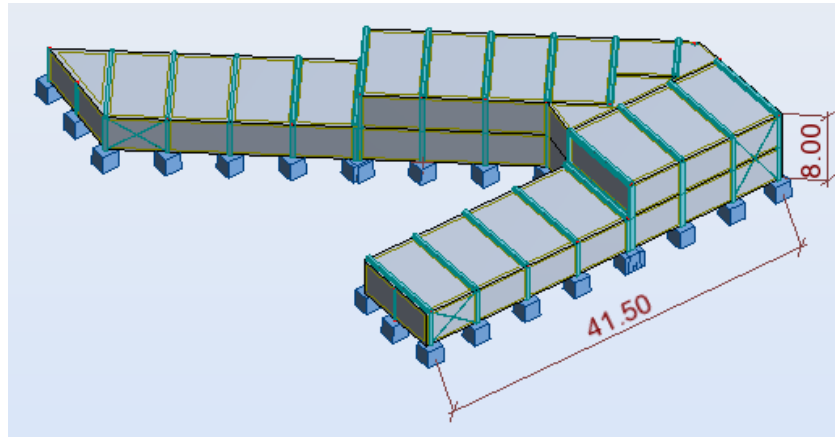
1. *PAROC: PAROC ROB 60* [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2015-11-09]. Prieiga per: [http://paroc.lt/gaminiai-ir-sprendimai/gaminiai/pages/ploksciuju-stogu-plokstes/paroc-rob-60?sc\\_lang=lt-LT](http://paroc.lt/gaminiai-ir-sprendimai/gaminiai/pages/ploksciuju-stogu-plokstes/paroc-rob-60?sc_lang=lt-LT)
2. *PAROC: PAROC ROS 30* [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2015-11-09]. Prieiga per: [http://www.paroc.lt/gaminiai-ir-sprendimai/gaminiai/pages/ploksciuju-stogu-plokstes/paroc-ros-30?sc\\_lang=lt-LT](http://www.paroc.lt/gaminiai-ir-sprendimai/gaminiai/pages/ploksciuju-stogu-plokstes/paroc-ros-30?sc_lang=lt-LT)
3. PRIEŠGAISRINĖS APSAUGOS IR GELBĖJIMO DEPARTAMENTAS PRIE VIDAUS REIKALŲ MINISTERIJOS. *Bendrosios priešgaisrinės saugos taisyklės*. Valstybės žinios, 2010, Nr. 99-5167.
4. LIETUVOS RESPUBLIKOS VYRIAUSYBĖ. *Buities, sanitarinių ir higienos patalpų įrengimo reikalavimai*. Valstybės žinios, 2003, Nr. 40-1820.
5. Černius, B. *Pamatų projektavimo pagal 7 Eurokodą vadovas: mokomoji knyga*. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 9955251611.
6. Černius, B. *Seklieji pamatai: mokomoji knyga*. Kaunas: Technologija, 2010. ISBN 9789955257547.
7. LIETUVOS RESPUBLIKOS SOCIALINĖS APSAUGOS IR DARBO MINISTERIJA. *Darboviečių įrengimo statybvietėse nuostatai*. Valstybės žinios, 2008, Nr. 10-362.
8. LIETUVOS RESPUBLIKOS SOCIALINĖS APSAUGOS IR DARBO MINISTERIJA. *Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsaugos priemonėmis nuostatai*. Valstybės žinios, 2007, Nr. 123-5055.
9. LIETUVOS RESPUBLIKOS SOCIALINĖS APSAUGOS IR DARBO MINISTERIJA. *Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai*. Valstybės žinios, 2005, Nr. 53-1804.
10. LIETUVOS RESPUBLIKOS SOCIALINĖS APSAUGOS IR DARBO MINISTERIJA. *Darbuotojų apsaugos nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatai*. Valstybės žinios, 2004, Nr. 41-1350.
11. LIETUVOS RESPUBLIKOS VALSTYBINĖ DARBO INSPEKCIJA. *Darbuotojų saugos ir sveikatos instrukcijų rengimo ir instruktavimo tvarka*. Valstybės žinios, 2012, Nr. 96-4944.
12. Daunoravičius, M. ir R. Miniotaitė. *Statybos technologinių procesų projektavimas: mokomoji knyga*. Kaunas: Technologija, 2010. ISBN 9789955257912.

13. LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA. *HN 69:2003. Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametru norminės vertės ir matavimo reikalavimai.* Valstybės žinios, 2003, Nr. 45-1485.
14. LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA. *HN 98:2014. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai: 2014 m. balandžio 30 d. Nr. V-520 [interaktyvus].* [žiūrėta 2015-11-15]. Prieiga per:  
[www.e-tar.lt/portal/legalAct.html?documentId=2f7d7690d52311e3bb00c40fca124f97](http://www.e-tar.lt/portal/legalAct.html?documentId=2f7d7690d52311e3bb00c40fca124f97)
15. LIETUVOS RESPUBLIKOS SOCIALINĖS APSAUGOS IR DARBO MINISTERIJA. *Kėlimo kranų naudojimo taisyklės.* Valstybės žinios, 2010, Nr. 112-5717.
16. Kudzys, A. *Gelžbetoninės ir mūrinės konstrukcijos: vadovėlis.* Vilnius: Mokslas, 1992. ISBN 5420000000.
17. LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA. *HN 33:2011. Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje.* Valstybės žinios, 2011 Nr. 75-3638.
18. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos kelių įstatymas.* Valstybės žinios, 1995, Nr. 44-1076.
19. LIETUVOS STATYBOS INŽINIERIŲ SĄJUNGA. *Pastatų konstruktoriaus ir statybininko žinynas.* Vilnius: Naujasis lankas. 2009. ISBN 9789955035657.
20. LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA. *Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės.* Valstybės žinios, 2004, Nr. 134-4878.
21. LIETUVOS RESPUBLIKOS VALSTYBINĖ DARBO INSPEKCIJA PRIE SOCIALINĖS APSAUGOS IR DARBO MINISTERIJOS. *Saugos ir sveikatos taisyklės statyboje DT 5-00.* Valstybės žinios, 2011, Nr. 77-3785.
22. LIETUVOS STATYBININKŲ ASOCIACIJA. *ST 121895674.100.01.01:2012. Požeminių konstrukcijų įrengimo darbai: Gręžtinių polių įrengimas [Interaktyvus].* 2012 [žiūrėta 2015-05-05] Prieiga per: <http://www.statybostaisykles.lt/node/2030>
23. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *STR 1.01.06:2013. Ypatingi statiniai.* Valstybės žinios, 2013, Nr. 111-5528.
24. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *STR 1.07.02:2005. Žemės darbai.* Valstybės žinios, 2005, Nr. 151-5569.

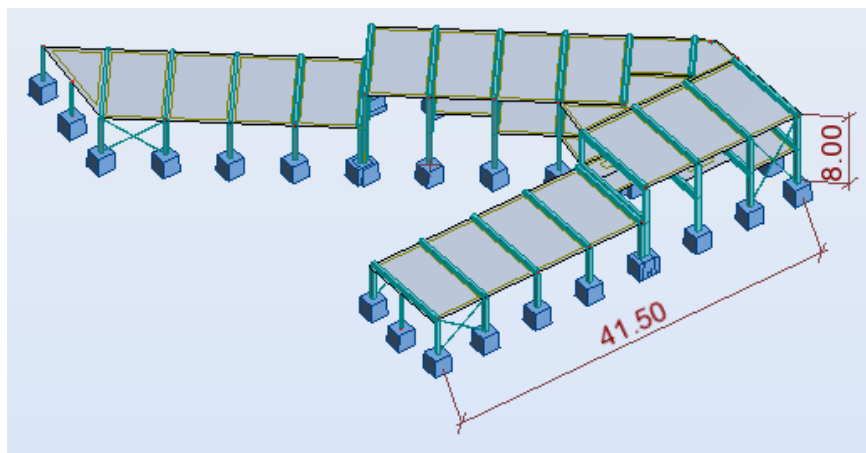
25. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. STR 2.01.01(3):1999. *Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga*. Valstybės žinios, 2000, Nr. 8-215 .
26. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. STR 2.01.03:2009. *Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių projektinės vertės*. Valstybės žinios, 2009, Nr. 95-4047.
27. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. STR 2.05.01:2013. *Pastatų energinio naudingumo projektavimas*. Valstybės žinios, 2013 Nr. 129-6566.
28. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. STR 2.05.04:2003. *Poveikiai ir apkrovos*. Valstybės žinios, 2003, Nr. 59-2683.
29. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. STR 2.05.05:2005. *Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas*. Valstybės žinios, 2005, Nr. 17-550.
30. Šližytė, D., J. Medzvieckas ir R. Mackevičius. *Pagrindai ir pamatai: vadovėlis*. Vilnius: Technika, 2012. ISBN 9786094571763.
31. Valikonis, J. ir V. Venckevičius. *Gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas: metodiniai nurodymai*. Kaunas, „KPI“: 1987.
32. Venckevičius, V. ir I. Židonis. *Pastatų perdangos su surenkamosiomis gelžbetoninėmis kiaurymėtomis plokštėmis: mokomoji knyga* [interaktyvus]. Šiauliai: 2007 [žiūrėta 2014-10-10]. Prieiga per: [http://techno.su.lt/~zidonis/mokymo/perdangu\\_plokstes.pdf](http://techno.su.lt/~zidonis/mokymo/perdangu_plokstes.pdf)

## PRIEDAI

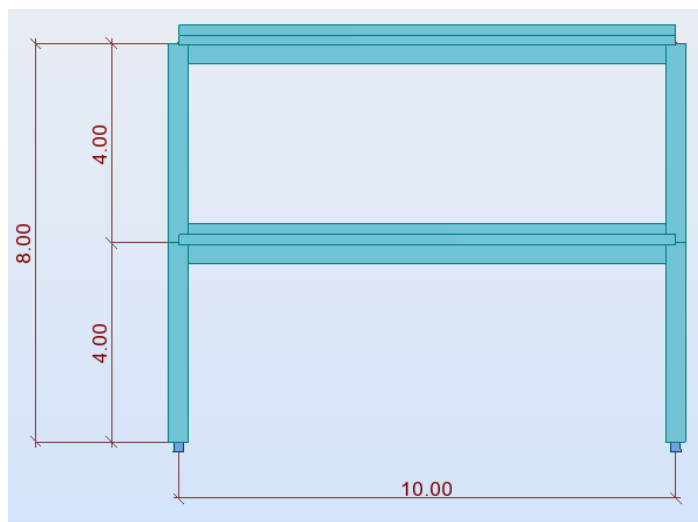
### 1 priedas. Skaičiavimo rezultatai programa „Robot structure analysis profesional“



1 pried. 1 pav. Pastato erdvinis modelis

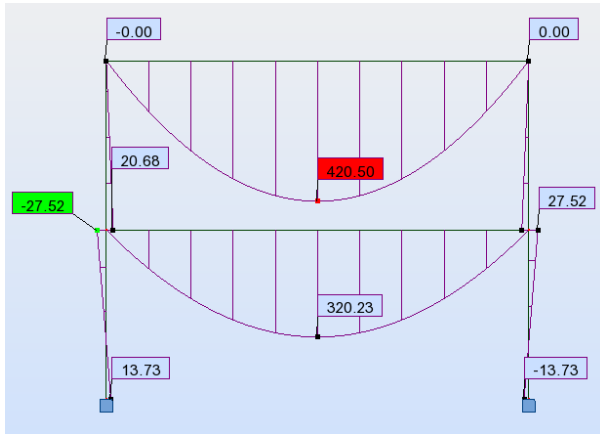


1 pried. 2 pav. Pastato karkasas

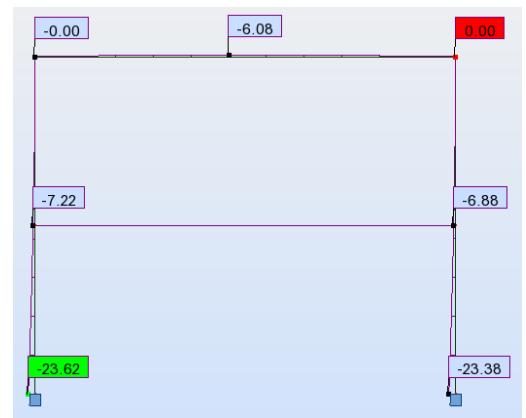
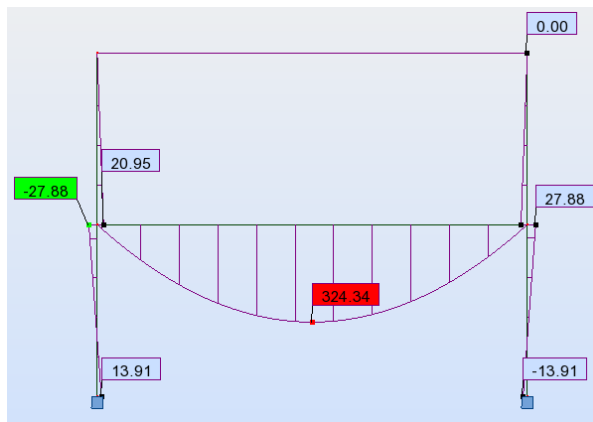
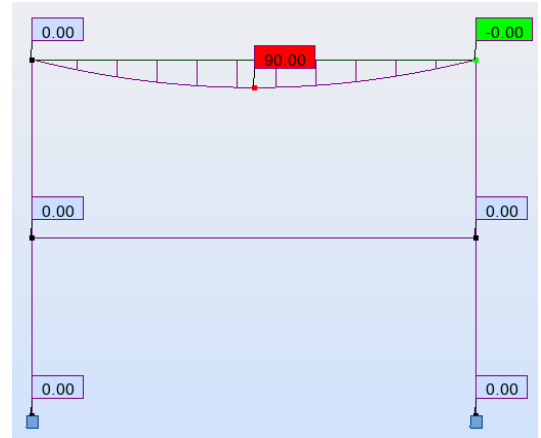


1 pried. 3 pav. Skersinio rėmo schema

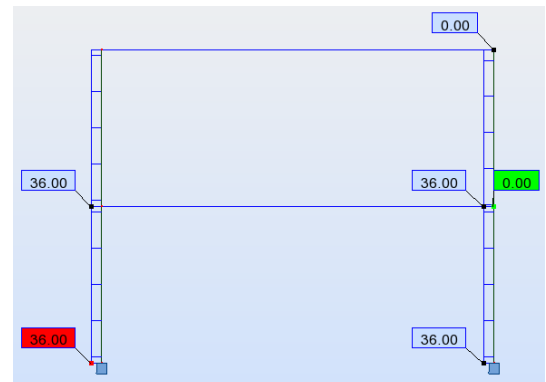
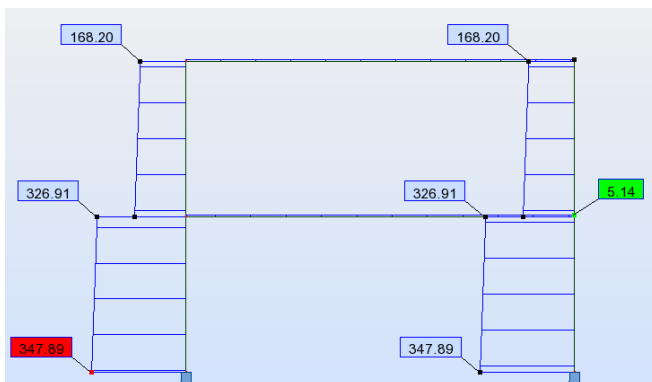




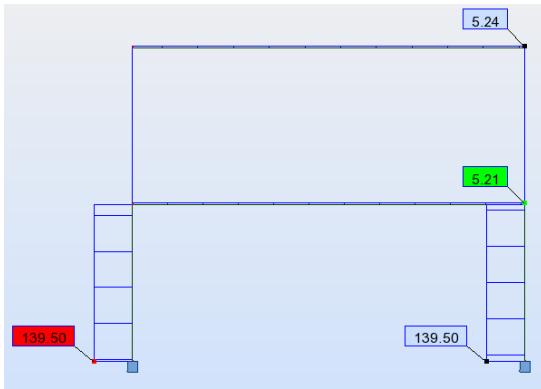
1 pried. 4 pav. Skersinio rėmo momentų diagrama nuo nuolatinės ir sniego apkrovos



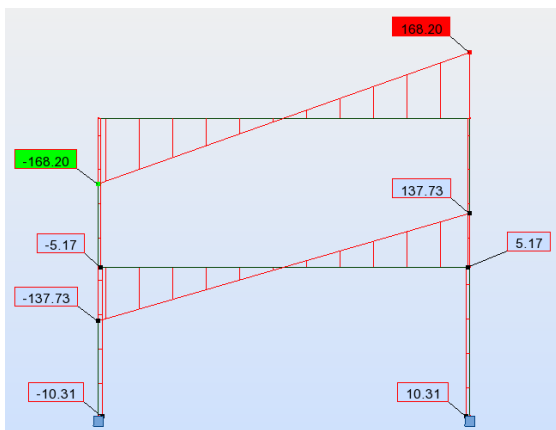
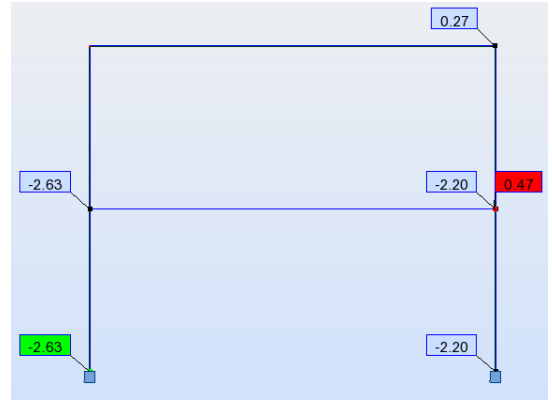
1 pried. 5 pav. Skersinio rėmo momentų diagrama nuo naudingos ir vėjo apkrovos



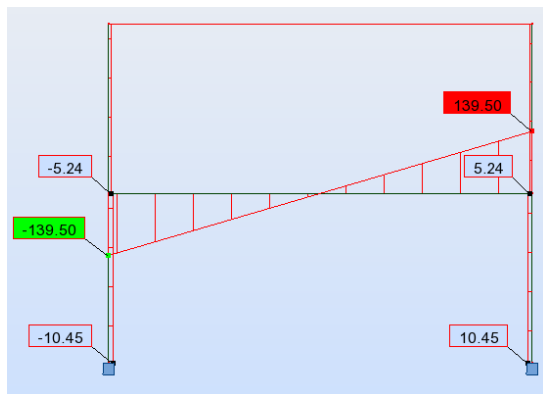
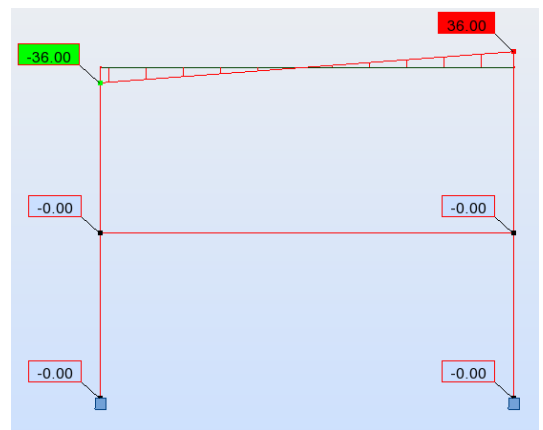
1 pried. 6 pav.. Skersinio rėmo ašinių jėgų diagrama nuo nuolatinės ir sniego apkrovos



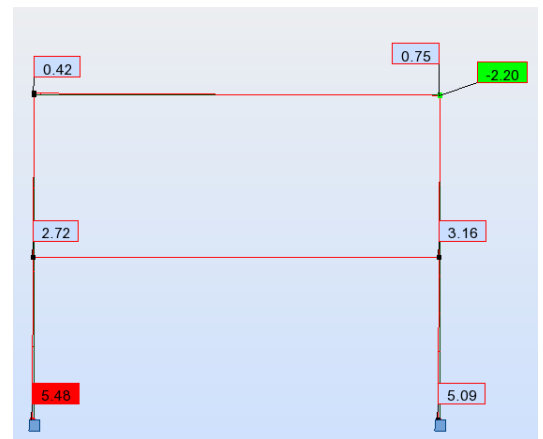
1 pried. 7 pav. Skersinio rėmo ašinių jėgų diagrama nuo naudingos ir vėjo apkrovos

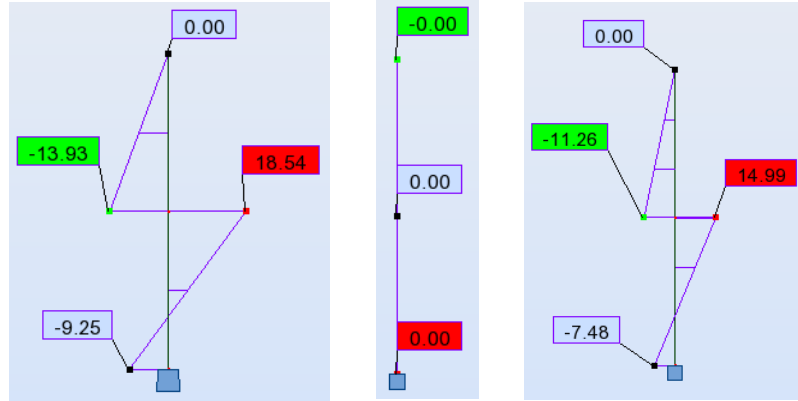


1 pried. 8 pav. Skersinio rėmo skersinių jėgų diagrama nuo nuolatinės ir sniego apkrovos

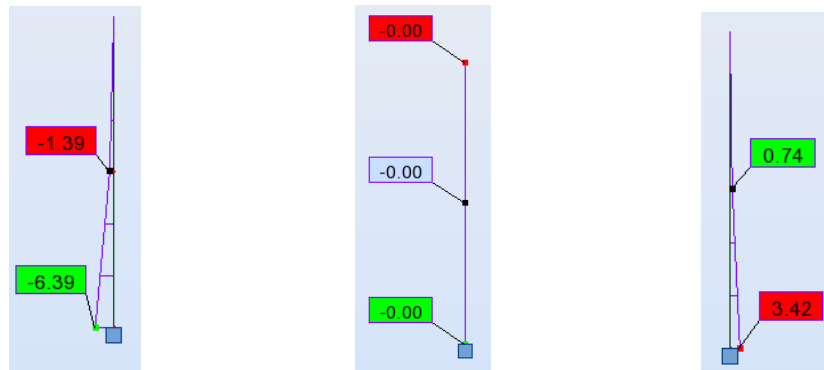


1 pried. 9 pav. Skersinio rėmo skersinių jėgų diagrama nuo naudingos ir vėjo apkrovos

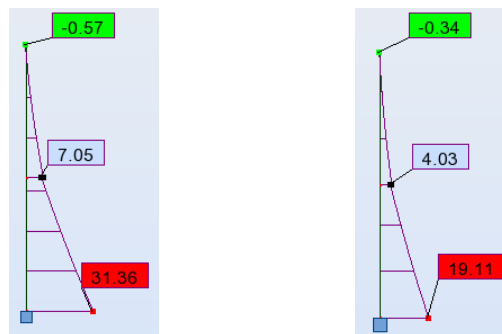




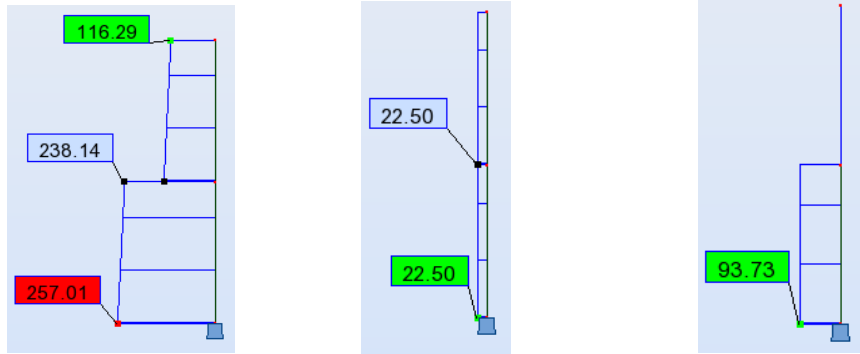
1 pried. 10 pav. Įstrižai lenkiamos kolonos momentų diagrama rėmo plokštumoje nuo nuolatinės, sniego ir naudingos apkrovos



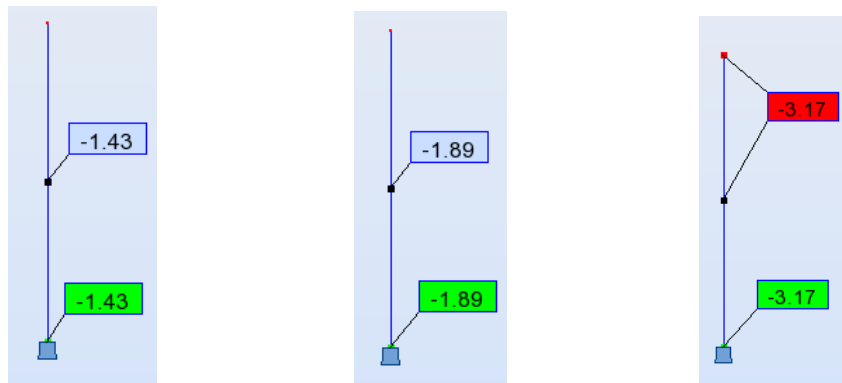
1 pried. 11 pav. Įstrižai lenkiamos kolonos momentų diagrama rėmo plokštumoje nuo vėjo pučiančio į A, 8 ir E ašį apkrovos



1 pried. 12 pav. Įstrižai lenkiamos kolonos momentų diagrama iš rėmo plokštumos nuo vėjo pučiančio į 8 ir E ašį apkrovos



**1 pried. 13 pav.** Įstrižai lenkiamos kolonos ašinių jėgų diagrama nuo nuolatinės, sniego ir naudingos apkrovos



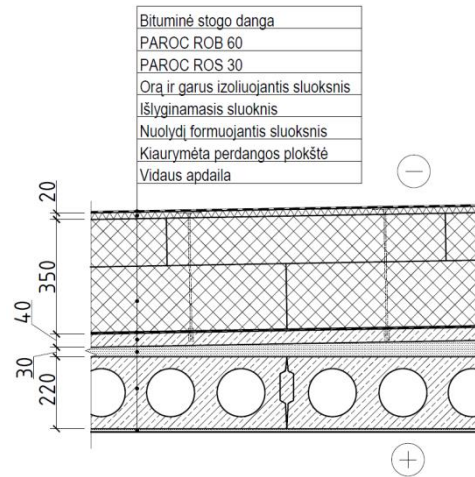
**1 pried. 14 pav.** Įstrižai lenkiamos kolonos ašinių jėgų diagrama nuo vėjo pučiančio į A, 8 ir E ašį apkrovos

## 2 priedas. Stogo šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

Stogo konstrukciją sudarantys sluoksniai:

- 1) Kiaurymėta perdangos plokštė (26),  $d_1 = 220 \text{ mm}$ ,  $\lambda_{1,ds} = 2,3 \text{ W/mK}$
- 2) Nuolydį formuojantis sluoksnis (26),  $d_2 = 30 \text{ mm}$ ,  $\lambda_{1,ds} = 2,0 \text{ W/mK}$
- 3) Išlyginamasis sluoksnis (26),  $d_3 = 40 \text{ mm}$ ,  $\lambda_{1,ds} = 2,0 \text{ W/mK}$
- 4) Orą ir garus izoliuojantis sluoksnis
- 5) Akmens vata „PAROC ROS 30“ (2),  $d_4 = 350 \text{ mm}$ ,  $\lambda_{5,D} = 0,036 \text{ W/mK}$
- 6) Akmens vata „PAROC ROB 60“ (1),  $d_5 = 20 \text{ mm}$ ,  $\lambda_{6,D} = 0,038 \text{ W/mK}$
- 7) Bituminė stogo danga.

Čia:  $d_1$  – i-tosios skaičiuojamos medžiagos storis;  $\lambda_{i,ds}$  – i-tosios medžiagos projektinis šilumos laidumas;  $\lambda_{i,D}$  – i-tosios medžiagos deklaruojamas šilumos laidumas



**2 pried. 1 pav.** Stogo konstrukcijos schema

Kiaurymėtos perdangos plokštės šiluminė varža:

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{1,ds}} = \frac{0,22}{2,3} = 0,096 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2 \text{ pried. 1})$$

Nuolydį formuojančio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{2,ds}} = \frac{0,03}{2,0} = 0,015 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2 \text{ pried. 2})$$

Išlyginamojo sluoksnio šiluminė varža:

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_{3,ds}} = \frac{0,04}{2,0} = 0,020 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2 \text{ pried. 3})$$

Orą ir garus izoliuojančio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_4 = R_{q4} = 0,04 \frac{m^2 K}{W} \quad (2 \text{ pried. 4})$$

Čia:  $R_{q4}$  – šiluminė varža plonomis plėvelėms, tvirtai prigludusioms iš abiejų pusių

Akmens vatos „PAROC ROS 30“ šiluminė varža:

$$R_5 = \frac{d_5}{\lambda_{5,ds}} = \frac{0,35}{0,0434} = 8,065 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2 \text{ pried. 5})$$

$$\begin{aligned} \lambda_{5,ds} &= \lambda_{5,D} + \Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{cv} = 0,036 + 0,002 + 0,0054 = \\ &= 0,0434 \frac{W}{m \cdot K} \end{aligned} \quad (2 \text{ pried. 6})$$

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_{5,D} \cdot K_{cv} = 0,036 \cdot 0,15 = 0,0054 \frac{W}{m \cdot K} \quad (2 \text{ pried. 7})$$

Čia:  $\Delta\lambda_w$  – pataisa dėl medžiagos įdrėkimo;  $\Delta\lambda_{cv}$  – pataisa dėl šiluminės konvekcijos poveikio;  $K_{cv}$  – šilumos konvekcijos poveikio koeficientas

Akmens vatos „PAROC ROB 60“ šiluminė varža:

$$R_6 = \frac{d_6}{\lambda_{6,ds}} = \frac{0,02}{0,0457} = 0,438 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2 \text{ pried. } 8)$$

$$\begin{aligned} \lambda_{6,ds} &= \lambda_{6,D} + \Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{cv} = 0,038 + 0,002 + 0,0057 = \\ &= 0,0457 \frac{W}{m \cdot K} \end{aligned} \quad (2 \text{ pried. } 9)$$

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_{6,D} \cdot K_{cv} = 0,038 \cdot 0,15 = 0,0057 \frac{W}{m \cdot K} \quad (2 \text{ pried. } 10)$$

Bituminės stogo dangos šiluminė varža:

$$R_7 = R_{q7} = 0,02 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2 \text{ pried. } 11)$$

Čia:  $R_{q4}$  – šiluminė varža plonomis plėvelėms, tvirtai prigludusioms iš vienos pusės

Visos atitvaros šiluminė varža:

$$\begin{aligned} R_t &= R_{se} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_{si} = \\ &= 0,04 + 0,096 + 0,015 + 0,02 + 0,04 + 8,065 + 0,438 + 0,02 = \\ &= 8,734 \frac{m^2 \cdot K}{W} \end{aligned} \quad (2 \text{ pried. } 12)$$

Čia:  $R_{se}$  – atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža;  $R_{si}$  – atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža

Atitvaros šilumos laidumas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{8,734} = 0,11 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (2 \text{ pried. } 13)$$

$$U = 0,11 \leq U_N = 0,11 \quad (2 \text{ pried. } 14)$$

Atitvaros šilumos laidumas neviršija A energetinio naudingumo klasės stogo normos (27).

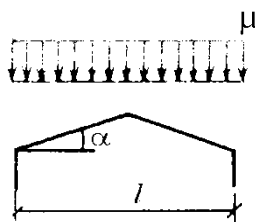
### 3 priedas. Apkrovų skaičiavimas

#### 3.1 priedas. Sniego apkrovos skaičiavimas

Projektuojamas verslo centras Kaune, todėl pagal vietovę priskiriamas I sniego rajonas:

$$s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2 \quad (3 \text{ pried. } 1)$$

Pagal STR 2.05.04:2003 1 priedo 1 lentelę (28) (statiniai su vienšlaičiais ir dvišlaičiais stogais) sniego apkrovą reikia skaičiuoti vienam variantui, nes kampas  $\alpha = 15^\circ$ .



3 pried. 1 pav. Sniego apkrovos skaičiuojamasis variantas

Stogo formos koeficientas  $\mu = 1$ , todėl charakteristinė sniego apkrova į  $1 \text{ m}^2$ :

$$s_k = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,2 \text{ kN/m}^2 \quad (3 \text{ pried. } 2)$$

Čia:  $C_e$  – atodangos koeficientas;  $C_t$  – terminis koeficientas

Sniego apkrova, tenkanti į tiesinį metrą:

$$q = s_k \cdot b = 1,2 \cdot 6 = 7,2 \text{ kN/m} \quad (3 \text{ pried. } 3)$$

Čia:  $b$  – kolonų žingsnis

#### 3.2 priedas. Vėjo apkrovos skaičiavimas

Vėjas yra priskiriamas I vėjo greičio rajonui. Iš STR 2.05.04:2003 3 priedo 1 lentelės vėjo greičio pagrindinė atskaitinė reikšmė  $v_{ref,0} = 24 \text{ m/s}$ .

Atsitiktinis vėjo greitis :

$$v_{ref} = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{ref,0} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 24 = 24 \text{ m/s} \quad (3 \text{ pried. } 4)$$

Čia:  $c_{DIR}$  – krypties koeficientas;  $c_{TEM}$  – laikotarpio (sezono) koeficientas;  $c_{ALT}$  – aukščio virš jūros lygio koeficientas

Atskaitinis vėjo slėgis:

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} \cdot v_{ref}^2 = \frac{1,25}{2} \cdot 24^2 = 360 \text{ N/m}^2 = 0,36 \text{ kN/m}^2 \quad (3 \text{ pried. } 5)$$

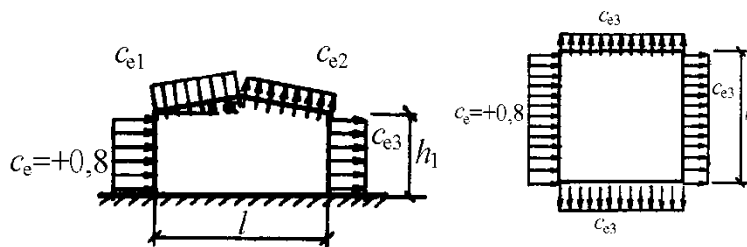
Čia:  $\rho$  – oro tankis

Vidutinė slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamoji:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e \quad (3 \text{ pried. } 6)$$

Čia:  $c(z)$  – koeficientas įvertinantis vėjo slėgio pokytį pagal aukštį

Projektuojamo pastato vietovės tipas C ir pastato aukštis iki 10 m aukščio, todėl visam pastatui  $c(z) = 0,4$ .



3 pried. 2 pav. Vėjo apkrovos schema

3 pried. 1 lentelė. Aerodinaminių koeficientų reikšmės

Koeficientas	$\alpha, ^\circ$	$c_{e1}, c_{e2}$ reikšmės, kai $h_1/l$ lygus			
		0,0	0,5	1,0	$\geq 2,0$
$c_{e1}$	0	0,0	-0,6	-0,7	-0,8
	20	+0,2	-0,4	-0,7	-0,8
	40	+0,4	+0,3	-0,2	-0,4
	60	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8
$c_{e2}$	$\leq 60$	-0,4	-0,4	-0,5	-0,8

Kadangi projektuojamo pastato stogas yra sutabdintas, todėl galime priimti, jog  $\alpha = 0^\circ$ .

Vienaaukštėje dalyje (kai vėjas pučia į A arba E ašį):

$$\frac{h_1}{l} = \frac{4}{10} = 0,4 \quad (3 \text{ pried. } 7)$$

Interpoliuodami rasime koeficientus  $c_{e1}$  ir  $c_{e2}$ .

$$c_{e2} = -0,4 \quad (3 \text{ pried. } 8)$$

$$c_{e1} = 0,0 - 0,6 \cdot \frac{0,4}{0,5} = -0,48 \quad (3 \text{ pried. } 9)$$

Pagal 3 pried. 2 pav. į sieną  $c_e = +0,8$ .



**3 pried. 2 lentelė. Aerodinaminio koeficiento  $c_{e3}$  reikšmės**

b/l	$c_{e3}$ reikšmės, kai $h_1/l$ lygus		
	$\leq 0,5$	1	$\geq 2$
$\leq 1$	-0,4	-0,5	-0,6
$\geq 2$	-0,5	-0,6	-0,6

$$\frac{b}{l} = \frac{42}{10} = 4,2 \quad (3 \text{ pried. } 10)$$

Čia:  $b$  – pastato ilgis ;  $l$  – pastato plotis

$$c_{e3} = -0,5 \quad (3 \text{ pried. } 11)$$

Vidutinė slėgio į išorinius paviršius dedamoji.

Į skersai pastato esančią sieną esant slėgimui:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,4 \cdot 0,8 = 0,1152 \text{ kN/m}^2 \quad (3 \text{ pried. } 12)$$

Į skersai pastato esančią sieną esant siurbimui:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e3} = 0,36 \cdot 0,4 \cdot (-0,5) = -0,072 \text{ kN/m}^2 \quad (3 \text{ pried. } 13)$$

Stogui esančiam slėgimo pusėje (3 pried. 2 pav.):

$$\begin{aligned} w_{me} &= q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e1} = 0,36 \cdot 0,4 \cdot (-0,48) = \\ &= -0,0691 \text{ kN/m}^2 \end{aligned} \quad (3 \text{ pried. } 14)$$

Stogui esančiam siurbimo pusėje (3 pried. 2 pav.):

$$\begin{aligned} w_{me} &= q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e2} = 0,36 \cdot 0,4 \cdot (-0,4) = \\ &= -0,0576 \text{ kN/m}^2 \end{aligned} \quad (3 \text{ pried. } 15)$$

Apkrova tenkanti kolonai nuo vėjo, įvertinant parapetą ir esant slėgimui:

$$F = 1 \cdot b \cdot w_{me} = 1 \cdot 6 \cdot 0,1152 = 0,691 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. } 16)$$

Apkrova tenkanti kolonai nuo vėjo, įvertinant parapetą ir esant slėgimui kraštinei kolonai:

$$F = 1 \cdot \frac{b}{2} \cdot w_{me} = 1 \cdot \frac{6}{2} \cdot 0,1152 = 0,346 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. } 17)$$

Apkrova tenkanti kolonai nuo vėjo, įvertinant parapetą ir esant siurbimui:

$$F = 1 \cdot b \cdot w_{me} = 1 \cdot 6 \cdot (-0,072) = -0,432 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. } 18)$$

Apkrova tenkanti kolonai nuo vėjo, įvertinant parapetą ir esant slėgimui kraštinei kolonai:

$$F = 1 \cdot \frac{b}{2} \cdot w_{me} = 1 \cdot \frac{6}{2} \cdot (-0,072) = -0,216 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. } 19)$$

Pastaba. Kitiems kolonų žingsniams taikomas tas pats principas. Pastato pasisukusi dalis vertinama nuo vėjo kampu.

Daugiaaukštėje dalyje (kai vėjas pučia į A arba E ašį):

$$\frac{h_1}{l} = \frac{8}{10} = 0,80 \quad (3 \text{ pried. } 20)$$

Interpoliuodami rasime koeficientus  $c_{e1}$  ir  $c_{e2}$ :

$$c_{e1} = -0,6 - 0,1 \cdot \frac{0,3}{0,5} = -0,66 \quad (3 \text{ pried. } 21)$$

$$c_{e2} = -0,4 - 0,1 \cdot \frac{0,3}{0,5} = -0,46 \quad (3 \text{ pried. } 22)$$

Pagal 3 pried. 2 pav. į sieną  $c_e = +0,8$ .

$$\frac{b}{l} = \frac{42}{10} = 4,2 \quad (3 \text{ pried. } 23)$$

Čia:  $b$  – pastato ilgis ;  $l$  – pastato plotis

$$c_{e3} = -0,5 - 0,1 \cdot \frac{0,3}{0,5} = -0,56 \quad (3 \text{ pried. } 24)$$

Vidutinė slėgio į išorinius paviršius dedamoji.

Į skersai pastato esančią sieną (esant slėgimui):

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,4 \cdot 0,8 = 0,1152 \text{ kN/m}^2 \quad (3 \text{ pried. } 25)$$

Į skersai pastato esančią sieną (esant siurbimui):

$$\begin{aligned} w_{me} &= q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e3} = 0,36 \cdot 0,4 \cdot (-0,56) = \\ &= -0,0806 \text{ kN/m}^2 \end{aligned} \quad (3 \text{ pried. } 26)$$

Stogui esančiam slėgimo pusėje (3 pried. 2 pav.):

$$\begin{aligned} w_{me} &= q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e1} = 0,36 \cdot 0,4 \cdot (-0,66) = \\ &= -0,0950 \text{ kN/m}^2 \end{aligned} \quad (3 \text{ pried. } 27)$$

Stogui esančiam siurbimo pusėje (3 pried. 2 pav.):

$$\begin{aligned} w_{me} &= q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e2} = 0,36 \cdot 0,4 \cdot (-0,46) = \\ &= -0,0662 \text{ kN/m}^2 \end{aligned} \quad (3 \text{ pried. } 28)$$

Apkrova tenkanti kolonai nuo vėjo, įvertinant parapetą ir esant slėgimui:

$$F = 1 \cdot b \cdot w_{me} = 1 \cdot 6 \cdot 0,1152 = 0,691 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. } 29)$$

Apkrova tenkanti kolonai nuo vėjo, įvertinant parapetą ir esant slėgimui kraštinei kolonai:

$$F = 1 \cdot \frac{b}{2} \cdot w_{me} = 1 \cdot \frac{6}{2} \cdot 0,1152 = 0,346 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. } 30)$$

Apkrova tenkanti kolonai nuo vėjo, įvertinant parapetą ir esant siurbimui:

$$F = 1 \cdot b \cdot w_{me} = 1 \cdot 6 \cdot (-0,0806) = -0,484 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. 31})$$

Apkrova tenkanti kolonai nuo vėjo, įvertinant parapetą ir esant slėgimui kraštinei kolonai:

$$F = 1 \cdot \frac{b}{2} \cdot w_{me} = 1 \cdot \frac{6}{2} \cdot (-0,0806) = -0,242 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. 32})$$

Pastaba. Kitiems kolonų žingsniams taikomas tas pats principas. Pastato pasisukusi dalis vertinama nuo vėjo kampu.

Išskirstyta apkrova tiesiniam metrui į skersai pastato esančią sieną (esant slėgimui):

$$w_{me} \cdot b = 0,1152 \cdot 6 = 0,691 \text{ kN/m} \quad (3 \text{ pried. 33})$$

Išskirstyta apkrova tiesiniam metrui į skersai pastato esančią sieną (esant siurbimui):

$$w_{me} \cdot b = -0,0806 \cdot 6 = -0,484 \text{ kN/m} \quad (3 \text{ pried. 34})$$

Išskirstyta apkrova į tiesinį metrą stogui, esančiam slėgimo pusėje (3 pried. 2 pav.):

$$w_{me} \cdot b = -0,0950 \cdot 6 = -0,570 \text{ kN/m} \quad (3 \text{ pried. 35})$$

Išskirstyta apkrova į tiesinį metrą stogui, esančiam siurbimo pusėje (3 pried. 2 pav.):

$$w_{me} \cdot b = -0,0662 \cdot 6 = -0,397 \text{ kN/m} \quad (3 \text{ pried. 36})$$

Kai vėjas pučia statmenai pastato galui (į 8 ašį):

Visam denginio paviršiui:

$$c_e = -0,7 \quad (3 \text{ pried. 37})$$

Į sieną  $c_e = +0,8$ .

$$\frac{b}{l} = \frac{10}{42} = 0,24 \quad (3 \text{ pried. 38})$$

Čia:  $b$  – pastato plotis ;  $l$  – pastato ilgis

Kai aukštis – 4 m:

$$\frac{h_1}{l} = \frac{4}{42} = 0,10 \quad (3 \text{ pried. 39})$$

$$c_{e3} = -0,4 \quad (3 \text{ pried. 40})$$

Kai aukštis – 8 m:

$$\frac{h_1}{l} = \frac{8}{42} = 0,19 \quad (3 \text{ pried. 41})$$

$$c_{e3} = 0,4 \quad (3 \text{ pried. } 42)$$

Vidutinė slėgio į išorinius paviršius dedamoji.

Į išilgai pastato esančią sieną (esant slėgimui):

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,4 \cdot 0,8 = 0,1152 \text{ kN/m}^2 \quad (3 \text{ pried. } 43)$$

Į pastato sienas esant siurbimui:

$$\begin{aligned} w_{me} &= q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e3} = 0,36 \cdot 0,4 \cdot (-0,4) = \\ &= -0,0576 \text{ kN/m}^2 \end{aligned} \quad (3 \text{ pried. } 44)$$

Stogui:

$$\begin{aligned} w_{me} &= q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e1} = 0,36 \cdot 0,4 \cdot (-0,7) = \\ &= -0,1008 \text{ kN/m}^2 \end{aligned} \quad (3 \text{ pried. } 45)$$

Apkrova tenkanti kolonai nuo vėjo, įvertinant parapetą (esant slėgimui):

$$F = 1 \cdot b \cdot w_{me} = 1 \cdot 10 \cdot 0,1152 = 1,152 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. } 46)$$

Apkrova tenkanti kolonai nuo vėjo, įvertinant parapetą (esant slėgimui kraštinei kolonai):

$$F = 1 \cdot \frac{b}{2} \cdot w_{me} = 1 \cdot \frac{10}{2} \cdot 0,1152 = 0,576 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. } 47)$$

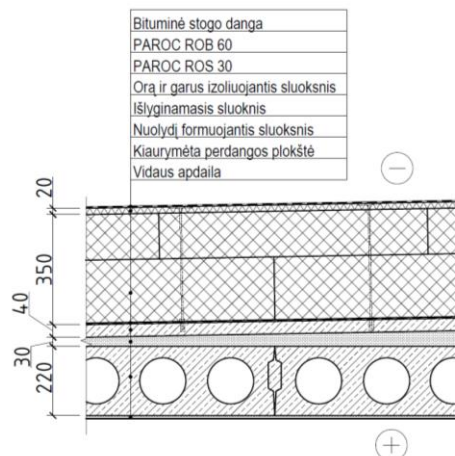
Apkrova tenkanti kolonai nuo vėjo, įvertinant parapetą (esant slėgimui kraštinei kolonai):

$$F = 1 \cdot \frac{b}{2} \cdot w_{me} = 1 \cdot \frac{10}{2} \cdot (-0,0576) = -0,288 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. } 48)$$

Pastaba. Kitiems kolonų žingsniams taikomas tas pats principas. Pastato pasisukusi dalis vertinama nuo vėjo kampu.

### 3.3 priedas. Nuolatinės apkrovos skaičiavimas

#### Deginio konstrukcija



3 pried. 3 pav. Deginio detalė

**3 pried. 3 lentelė. Nuolatinė denginio apkrova**

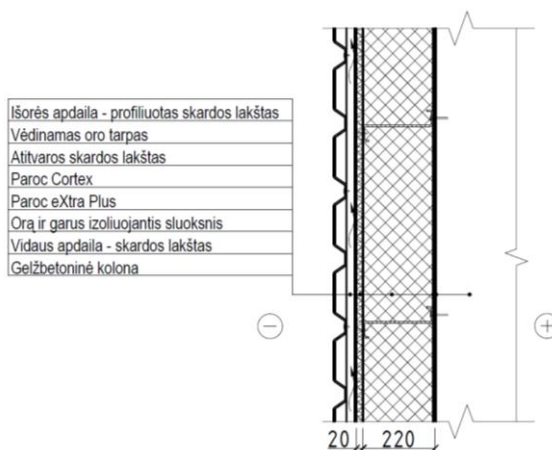
Eil. Nr.	Stogo elementai ir masė	Vienetinis svoris $\gamma$ , kN/m <sup>3</sup>	Charakteristinė apkrova, kN/m <sup>2</sup>	
1.	Bituminė stogo danga, 10 kg/m <sup>2</sup>	-	0,100	
2.	Paroc ROB 60	1,6	0,032	
3.	Paroc ROS 30	1,1	0,385	
4.	Orą ir garus izoliuojantis sluoksnis, 2 kg/m <sup>2</sup>	-	0,020	
5.	Išlyginamasis sluoksnis	20,0	0,800	
7.	Nuolydį formuojantis sluoksnis	15,0	0,450	
8.	Surenkama g/b perdangos plokštė	-	2,600	
	Viso	-	$\sum g_{k,deng}$	4,39

Pastaba. Rėmsijos savasis svoris lentelėje nerašomas, o priimamas skaičiuojant su programa.

Apkrova į tiesinį metrą:

$$g = g_{k,deng} \cdot b = 4,39 \cdot 6 = 26,34 \text{ kN/m} \quad \text{(3 pried. 49)}$$

**Sienos konstrukcija**



**3 pried. 4 pav. Sienos detalė**

**3 pried. 4 lentelė. Nuolatinė sieninių plokščių apkrova**

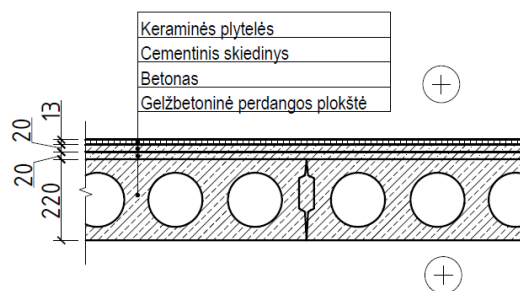
Eil. Nr.	Sieninės plokštės elementai ir masė	Vienetinis svoris $\gamma$ , kN/m <sup>3</sup>	Charakteristinė apkrova, kN/m <sup>2</sup>	
1.	Vidaus apdailos profiliuotas skardos lakštas	78,50	0,039	
2.	Atitvaros skardos lakštas	78,50	0,039	
3.	Paroc Cortex	0,8	0,016	
4.	Paroc eXtra plus	0,3	0,066	
5.	Orą ir garus izoliuojantis sluoksnis, 2 kg/m <sup>2</sup>	-	0,020	
6.	Išorės apdailos skardos lakštas	78,50	0,039	
	Viso	-	$\sum g_{k,sien}$	0,22

Pastaba. Kolonos savasis svoris lentelėje nerašomas, o priimamas skaičiuojant su programa.

Apkrova į tiesinį metrą:

$$g = g_{k,sien} \cdot b = 0,22 \cdot 6 = 1,32 \text{ kN/m} \quad \text{(3 pried. 50)}$$

### Perdangos konstrukcija



**3 pried. 5 pav.** *Perdangos detalė*

**3 pried. 5 lentelė.** *Nuolatinė perdangos plokštės apkrova*

Eil. Nr.	Perdangos elementai ir storis	Vienetinis svoris $\gamma$ , $\text{kN/m}^3$	Charakteristinė apkrova, $\text{kN/m}^2$	
1.	Keraminės plytelės – 13 mm	17	0,22	
2.	Cem. skiedinys – 20 mm	20	0,40	
3.	Betonas – 20 mm	25	0,50	
4.	Surenkama g/b perdangos plokštė	-	2,600	
	Viso	-	$\sum g_{k,perd}$	3,72

Pastaba. Rėmsijės savasis svoris lentelėje nerašomas, o priimamas skaičiuojant su programa.

Apkrova į tiesinį metrą:

$$g = g_{k,perd} \cdot b = 3,72 \cdot 6 = 22,32 \text{ kN/m} \quad \text{(3 pried. 51)}$$

### **3.4 priedas. Naudingos apkrovos skaičiavimas**

Pastato plotų panaudojimo kategorija – C3 (plotai be kliūčių žmonėms judėti). Charakteristinė naudojimo apkrova ant perdangų  $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$ .

Apkrova į tiesinį metrą:

$$q = q_k \cdot b = 5,0 \cdot 6 = 30,00 \text{ kN/m} \quad \text{(3 pried. 52)}$$

### **3.5 priedas. Apkrovų deriniai**

Apkrovų deriniai skaičiuojami įstrižai lenkiamai gniuždomai kolonai prie atramos, kuri yra B ir 8 ašies susikirtimo vietoje. Kitom konstrukcijom derinių skaičiavimai nerodomi. Momentų, ašinių ir skersinių jėgų diagramos pateikiamos 1 priede. Deriniuose G – nuolatinė apkrova, N – naudinga apkrova, S – sniego apkrova, W1 – vėjo apkrova (kryptis į A ašį), W2 – vėjo apkrova (kryptis į 8 ašį), W3 – vėjo apkrova (kryptis į E ašį).

Stiprumo ribinis būvis

G +N+S+W1

$$G_k \cdot \gamma_G + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q + Q_{k,s} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + Q_{k,w} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2}$$

N:  $257,01 \cdot 1,35 + 93,73 \cdot 1,3 + 22,5 \cdot 1,3 \cdot 0,7 - 1,43 \cdot 1,3 \cdot 0,6 =$   
 $= 488,17 \text{ kN}$  **(3 pried. 53)**

M<sub>pl.</sub>:  $-9,25 \cdot 1,35 - 7,48 \cdot 1,3 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 - 6,39 \cdot 1,3 \cdot 0,6 =$   
 $= -27,19 \text{ kN} \cdot \text{m}$  **(3 pried. 54)**

M<sub>iš pl.</sub>:  $0 \cdot 1,35 + 0 \cdot 1,3 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,6 = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$  **(3 pried. 55)**

G +N+S+W2

$$G_k \cdot \gamma_G + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q + Q_{k,s} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + Q_{k,w} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2}$$

N:  $257,01 \cdot 1,35 + 93,73 \cdot 1,3 + 22,5 \cdot 1,3 \cdot 0,7 - 1,89 \cdot 1,3 \cdot 0,6 =$   
 $= 487,81 \text{ kN}$  **(3 pried. 56)**

M<sub>pl.</sub>:  $-9,25 \cdot 1,35 - 7,48 \cdot 1,3 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,6 =$   
 $= -22,21 \text{ kN} \cdot \text{m}$  **(3 pried. 57)**

M<sub>iš pl.</sub>:  $0 \cdot 1,35 + 0 \cdot 1,3 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + 31,36 \cdot 1,3 \cdot 0,6 = 24,46 \text{ kN} \cdot \text{m}$  **(3 pried. 58)**

G +N+S+W3

$$G_k \cdot \gamma_G + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q + Q_{k,s} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + Q_{k,w} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2}$$

N:  $257,01 \cdot 1,35 + 93,73 \cdot 1,3 + 22,5 \cdot 1,3 \cdot 0,7 - 3,17 \cdot 1,3 \cdot 0,6 =$   
 $= 486,81 \text{ kN}$  **(3 pried. 59)**

M<sub>pl.</sub>:  $-9,25 \cdot 1,35 - 7,48 \cdot 1,3 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + 3,42 \cdot 1,3 \cdot 0,6 =$   
 $= -19,54 \text{ kN} \cdot \text{m}$  **(3 pried. 60)**

M<sub>iš pl.</sub>:  $0 \cdot 1,35 + 0 \cdot 1,3 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + 19,11 \cdot 1,3 \cdot 0,6 = 14,90 \text{ kN} \cdot \text{m}$  **(3 pried. 61)**

G +W1+N+S

$$G_k \cdot \gamma_G + Q_{k,w} \cdot \gamma_Q + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + Q_{k,s} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2}$$

N:  $257,01 \cdot 1,35 - 1,43 \cdot 1,3 + 93,73 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + 22,5 \cdot 1,3 \cdot 0,7 =$   
 $= 450,87 \text{ kN}$  **(3 pried. 62)**

M<sub>pl.</sub>:  $-9,25 \cdot 1,35 - 6,39 \cdot 1,3 - 7,48 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 =$   
 $= -27,59 \text{ kN} \cdot \text{m}$  **(3 pried. 63)**

M<sub>iš pl.</sub>:  $0 \cdot 1,35 + 0 \cdot 1,3 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$  **(3 pried. 64)**

$$G + W2 + N + S$$

$$G_k \cdot \gamma_G + Q_{k,w} \cdot \gamma_Q + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + Q_{k,s} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2}$$
$$N: 257,01 \cdot 1,35 - 1,89 \cdot 1,3 + 93,73 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + 22,5 \cdot 1,3 \cdot 0,7 =$$
$$= 450,28 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. } 65)$$

$$M_{pl.}: -9,25 \cdot 1,35 + 0 \cdot 1,3 - 7,48 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7$$
$$= -19,29 \text{ kN} \cdot m \quad (3 \text{ pried. } 66)$$

$$M_{iš.pl.}: 0 \cdot 1,35 + 31,36 \cdot 1,3 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 40,77 \text{ kN} \cdot m \quad (3 \text{ pried. } 67)$$

$$G + W3 + N + S$$

$$G_k \cdot \gamma_G + Q_{k,w} \cdot \gamma_Q + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + Q_{k,s} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2}$$
$$N: 257,01 \cdot 1,35 - 3,17 \cdot 1,3 + 93,73 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + 22,5 \cdot 1,3 \cdot 0,7 =$$
$$= 448,60 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. } 68)$$

$$M_{pl.}: -9,25 \cdot 1,35 + 3,42 \cdot 1,3 - 7,48 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 =$$
$$= -14,85 \text{ kN} \cdot m \quad (3 \text{ pried. } 69)$$

$$M_{iš.pl.}: 0 \cdot 1,35 + 19,11 \cdot 1,3 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 24,84 \text{ kN} \cdot m \quad (3 \text{ pried. } 70)$$

$$G + N + S$$

$$G_k \cdot \gamma_G + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q + Q_{k,s} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$$
$$N: 257,01 \cdot 1,35 + 93,73 \cdot 1,3 + 22,5 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 489,28 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. } 71)$$

$$M_{pl.}: -9,25 \cdot 1,35 - 7,48 \cdot 1,3 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = -22,21 \text{ kN} \cdot m \quad (3 \text{ pried. } 72)$$

$$M_{iš.pl.}: 0 \cdot 1,35 + 0 \cdot 1,3 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 0 \text{ kN} \cdot m \quad (3 \text{ pried. } 73)$$

$$G + S + N$$

$$G_k \cdot \gamma_G + Q_{k,s} \cdot \gamma_Q + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$$
$$N: 257,01 \cdot 1,35 + 22,5 \cdot 1,3 + 93,73 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 461,50 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. } 74)$$

$$M_{pl.}: -9,25 \cdot 1,35 + 0 \cdot 1,3 - 7,48 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = -19,29 \text{ kN} \cdot m \quad (3 \text{ pried. } 75)$$

$$M_{iš.pl.}: 0 \cdot 1,35 + 0 \cdot 1,3 + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 0 \text{ kN} \cdot m \quad (3 \text{ pried. } 76)$$

Tinkamumo ribinis būvis

$$G + N + S + W2$$

$$G_k + Q_{k,N} + Q_{k,s} \cdot \Psi_{0,1} + Q_{k,w} \cdot \Psi_{0,2}$$
$$N: 257,01 + 93,73 + 22,5 \cdot 0,7 - 1,89 \cdot 0,6 = 365,36 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. } 77)$$



$$M_{pl.}: \quad -9,25 - 7,48 + 0 \cdot 0,7 + 0 \cdot 0,6 = -16,73 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3 \text{ pried. } 78)$$

$$M_{iš. pl.}: \quad 0 + 0 + 0 \cdot 0,7 + 31,36 \cdot 0,6 = 18,82 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3 \text{ pried. } 79)$$

**G + W2 + N + S**

$$G_k + Q_{k,w} + Q_{k,N} \cdot \Psi_{0,1} + Q_{k,S} \cdot \Psi_{0,2}$$

$$N: \quad 257,01 - 1,89 + 93,73 \cdot 0,7 + 22,5 \cdot 0,7 = 336,48 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. } 80)$$

$$M_{pl.}: \quad -9,25 + 0 - 7,48 \cdot 0,7 + 0 \cdot 0,7 = -14,49 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3 \text{ pried. } 81)$$

$$M_{iš. pl.}: \quad 0 + 31,36 + 0 \cdot 0,7 + 0 \cdot 0,7 = 31,36 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3 \text{ pried. } 82)$$

**G + N + S**

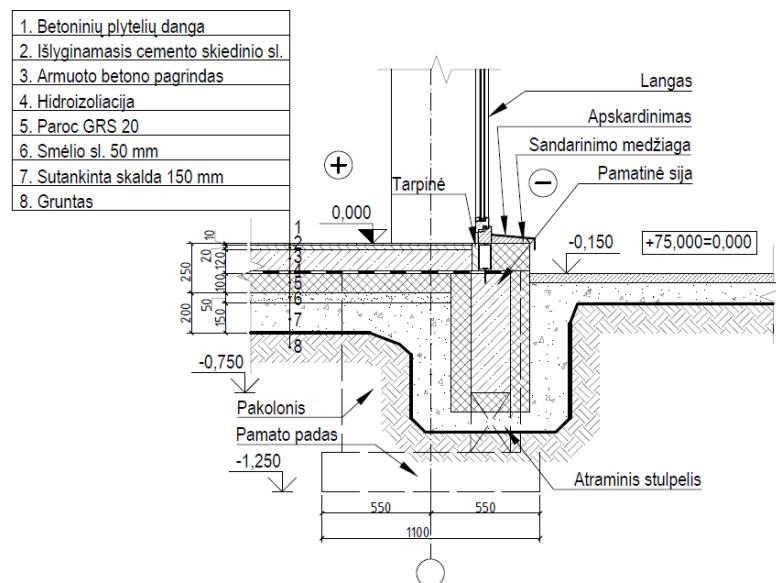
$$G_k + Q_{k,N} + Q_{k,S} \cdot \Psi_{0,1}$$

$$N: \quad 257,01 + 93,73 + 22,5 \cdot 0,7 = 366,49 \text{ kN} \quad (3 \text{ pried. } 83)$$

$$M_{pl.}: \quad -9,25 - 7,48 + 0 \cdot 0,7 = -16,73 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3 \text{ pried. } 84)$$

$$M_{iš. pl.}: \quad 0 + 0 + 0 \cdot 0,7 = 0 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (3 \text{ pried. } 85)$$

#### 4 priedas. Seklaus surenkamo gelžbetoninio pamato projektavimas



**4 pried. 1 pav. Seklus surenkamas gelžbetoninis pamatas**

#### 4.1 priedas. Sezoninio įšalo gylis

Sezoninio įšalo skaičiuojamasis gylis (6):

$$d_f = k_h \cdot d_{fn} = 0,8 \cdot 1,02 = 0,81 \approx 0,85 \text{ m} \quad (4 \text{ pried. } 1)$$

Čia:  $k_h$  - pastato šiluminio režimo įtakos koeficientas;  $d_{fn}$  - norminis įšalo gylis

Pastate bus palaikoma 18 C° temperatūra, o pastatas be rūšio su grindimis ant apšiltinto cokolio perdenginio.  $k_h = 0,8$  (6).

$$d_{fn} = d_0 \cdot \sqrt{M_t} = 0,3 \cdot \sqrt{2,1 + 5,0 + 4,1 + 0,3} = 1,02 \text{ m} \quad (\text{4 pried. 2})$$

Čia:  $d_0$  – įšalo gylis (0,3 – žvyringiems smėliams, stambiagrūdžiams ir vidutinio stambumo smėliams);  
 $M_t$  – nedimensinis dydis, lygus neigiamų mėnesio vidutinių temperatūrų per žiemą absoliutinių reikšmių sumai (Kauno miestui)

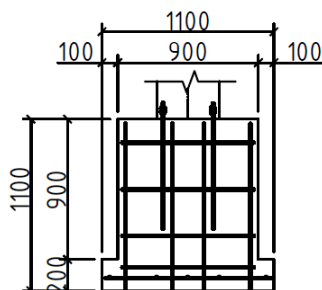
Dėl konstrukcinių sumetimų ir geresnio grunto, pamato aukštį priimu 1,1 m. Pamasas įgilinamas iki 73,750 m altitudės.

#### 4.2 priedas. Grunto stiprumo ribinio būvio skaičiavimas

4 pried. 1 lentelė. Nuolatinė seklaus pamato, pamatinės sijos, grindų ir grunto apkrova

Eil. Nr.	Pavadinimas	Vienetinis svoris $\gamma$ , $kN/m^3$	Charakteristinė apkrova, $kN$	
1.	Betoninių plytelių danga	24,0	0,09	
2.	Išlyginamasis cemento skiedinio sl.	20,0	0,15	
3.	Armuoto betono pagrindas	25,0	1,14	
4.	Pamatinė sija	25,0	15,3	
5.	Pakolonis	25,0	16,23	
6.	Pamato padas	25,0	6,05	
7.	Gruntas	18,0	12.,73	
	Viso	-	$\sum G_{k,pamato}$	51,69

Pasirenkame seklyjį pamatą, kurio aukštis 1,1 m. Užsiduodam jog pamato pado matmenys – 1,1x1,1x0,2 m, o pakolonio – 0,9x0,9x0,9 m. Pamato viršaus absoliutinė altitudė +74,850 m. Pamato betonas – C25/30 XC2. Naudojama armatūra S500.



4 pried. 2 pav. Seklaus surenkamo gelžbetoninio pamato gabaritai

Projektavimo būdo DA1 1 derinio atsargos koeficientai (9):

$$\gamma_G = 1,35; \gamma_Q = 1,3; \gamma_{cu} = 1,0; \gamma_R = 1,0 \quad (4 \text{ pried. } 3)$$

Apskaičiavus visus derinius buvo gauta, jog pavojingiausias derinys yra nuo nuolatinės, naudingos, vėjo ir sniego apkrovos:

N+Naud+W+S

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= (G_k + G_{k,pamato}) \cdot \gamma_G + Q_{k,W} \cdot \gamma_Q + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + \\ &\quad + Q_{k,S} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2} = \\ &= (347,89 + 51,69) \cdot 1,35 + 139,50 \cdot 1,3 - 2,20 \cdot 1,3 \cdot 0,6 + \\ &\quad + 36,0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 751,83 \text{ kN} \end{aligned} \quad (4 \text{ pried. } 4)$$

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= (G_k + G_{k,pamato}) \cdot \gamma_G + Q_{k,W} \cdot \gamma_Q + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + \\ &\quad + Q_{k,S} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2} = \\ &= (13,73 + 0) \cdot 1,35 + 13,91 \cdot 1,3 + 23,38 \cdot 1,3 \cdot 0,6 + \\ &\quad + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 54,85 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (4 \text{ pried. } 5)$$

$$\begin{aligned} Q_{Ed} &= (G_k + G_{k,pamato}) \cdot \gamma_G + Q_{k,W} \cdot \gamma_Q + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + \\ &\quad + Q_{k,S} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2} \\ &= (10,31 + 0) \cdot 1,35 + 10,45 \cdot 1,3 + 5,09 \cdot 1,3 \cdot 0,6 + \\ &\quad + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 31,47 \text{ kN} \end{aligned} \quad (4 \text{ pried. } 6)$$

Skaičiuojamas ekscentricitetas(5):

$$e = \frac{M_{Ed} + Q_{Ed} \cdot h}{N_{Ed}} = \frac{54,85 + 31,47 \cdot 1,0}{751,83} = 0,115 \text{ m} \quad (4 \text{ pried. } 7)$$

Čia:  $h$  - pamato aukštis

Apskaičiuojame maksimalius įtempius po pamato padu (6):

$$\frac{B}{6} = \frac{1,1}{6} = 0,183 \text{ m} > e = 0,115 \text{ m} \quad (4 \text{ pried. } 8)$$

$$\begin{aligned} q_{max} &= \frac{N_{Ed}}{B \cdot L} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B}\right) = \\ &= \frac{751,83}{1,1 \cdot 1,1} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 0,115}{1,1}\right) = 1011 \text{ kPa} \end{aligned} \quad (4 \text{ pried. } 9)$$

Visuminis skaičiuojamasis atodangos slėgis pamato pado lygyje (6):

$$q_d = h_{molio1} \cdot \gamma_{molio1} + h_{molis2} \cdot \gamma_{molio2} + h_{molis3} \cdot \gamma_{molio3} = \quad (4 \text{ pried. } 10)$$

$$= 0,2 \cdot 21,0 + 0,7 \cdot 22,3 + 0,05 \cdot 22,5 = 20,94 \text{ kN/m}^2$$

Čia:  $h_{molio1}$  – molio 1 sluoksnio storis;  $h_{molio2}$  – molio 2 sluoksnio storis;  $h_{molio3}$  – molio 3 sluoksnio storis;  $\gamma_{molio1}$  – 1 sluoksnio molio svorio tankis;  $\gamma_{molio2}$  – 2 sluoksnio molio svorio tankis;  $\gamma_{molio3}$  – 3 sluoksnio molio svorio tankis

Kerpamasis stipris nedrenuojant:

$$c_{u,k} = \frac{q_c}{14 + 5 \cdot \ln q_c} = \frac{5,0 \cdot 10^3}{14 + 5 \cdot \ln 5} = 226,79 \text{ kPa} \quad (4 \text{ pried. 11})$$

Čia:  $q_c$  – molio kūginis stipris (5,0 MPa)

Skaičiuojamasis stipris nedrenuojant:

$$c_{u,d} = \frac{c_{u,k}}{\gamma_{cu}} = \frac{226,79}{1,0} = 226,79 \text{ kPa} \quad (4 \text{ pried. 12})$$

Jėgos posvyrio į horizontalę koeficientas (6):

$$i_c = 1 \quad (4 \text{ pried. 13})$$

Grunto laikantysis stipris (6):

$$\begin{aligned} q_u &= (2 + \pi) \cdot c_{u,d} \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q_d = \\ &= (2 + 3,14) \cdot 226,79 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,0 + 20,94 = 1419,78 \text{ kPa} \end{aligned} \quad (4 \text{ pried. 14})$$

Čia:  $b_c$  – pamato pado posvyrio koeficientas;  $s_c$  – pamato formos koeficientas

Grunto skaičiuojamasis laikantysis stipris:

$$\frac{q_u}{\gamma_R} = \frac{1419,78}{1,0} = 1420 \text{ kPa} \geq q_{max} = 1011 \text{ kPa} \quad (4 \text{ pried. 15})$$

Sąlyga tenkinama.

Projektavimo būdo DA1 2 derinio koeficientai atsargos koeficientai (9):

$$\gamma_G = 1,0; \gamma_Q = 1,3; \gamma_{cu} = 1,4; \gamma_R = 1,0 \quad (4 \text{ pried. 16})$$

Apskaičiavus visus derinius buvo gauta, jog pavojingiausias derinys yra nuo nuolatinės, naudingos, vėjo ir sniego apkrovos:

N+Naud+W+S

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= (G_k + G_{k,pamato}) \cdot \gamma_G + Q_{k,W} \cdot \gamma_Q + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + \\ &\quad + Q_{k,S} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2} = \\ &= (347,89 + 51,69) \cdot 1,0 + 139,50 \cdot 1,3 - 2,20 \cdot 1,3 \cdot 0,6 + \\ &\quad + 36,0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 611,97 \text{ kN} \end{aligned} \quad (4 \text{ pried. 17})$$

$$\begin{aligned}
M_{Ed} &= (G_k + G_{k,pamato}) \cdot \gamma_G + Q_{k,W} \cdot \gamma_Q + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + \\
&\quad + Q_{k,S} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2} = \\
&= (13,73 + 0) \cdot 1,0 + 13,91 \cdot 1,3 + 23,38 \cdot 1,3 \cdot 0,6 + \\
&\quad + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 50,05 \text{ kN} \cdot \text{m}
\end{aligned}
\tag{4 pried. 18}$$

$$\begin{aligned}
Q_{Ed} &= (G_k + G_{k,pamato}) \cdot \gamma_G + Q_{k,W} \cdot \gamma_Q + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + \\
&\quad + Q_{k,S} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2} = \\
&= (10,31 + 0) \cdot 1,0 + 10,45 \cdot 1,3 + 5,09 \cdot 1,3 \cdot 0,6 + \\
&\quad + 0 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 27,87 \text{ kN}
\end{aligned}
\tag{4 pried. 19}$$

Skaičiuojamas ekscentricitetas (5):

$$e = \frac{M_{Ed} + Q_{Ed} \cdot h}{N_{Ed}} = \frac{50,05 + 27,87 \cdot 1,0}{611,97} = 0,127 \text{ m}
\tag{4 pried. 20}$$

Čia:  $h$  - pamato aukštis

Apskaičiuojame maksimalius įtempius po pamato padu (6):

$$\frac{B}{6} = \frac{1,1}{6} = 0,183 \text{ m} > e = 0,127 \text{ m}
\tag{4 pried. 21}$$

$$\begin{aligned}
q_{max} &= \frac{N_{Ed}}{B \cdot L} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B}\right) = \\
&= \frac{611,97}{1,1 \cdot 1,1} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 0,127}{1,1}\right) = 856 \text{ kPa}
\end{aligned}
\tag{4 pried. 22}$$

Visuminis skaičiuojamasis atodangos slėgis pamato pado lygyje (6):

$$\begin{aligned}
q_d &= h_{molio1} \cdot \gamma_{molio1} + h_{molio2} \cdot \gamma_{molio2} + h_{molio3} \cdot \gamma_{molio3} = \\
&= 0,2 \cdot 21,0 + 0,7 \cdot 22,3 + 0,05 \cdot 22,5 = 20,94 \text{ kN/m}^2
\end{aligned}
\tag{4 pried. 23}$$

Čia:  $h_{molio1}$  – molio 1 sluoksnio storis;  $h_{molio2}$  – molio 2 sluoksnio storis;  $h_{molio3}$  – molio 3 sluoksnio storis;  $\gamma_{molio1}$  – 1 sluoksnio molio svorio tankis;  $\gamma_{molio2}$  – 2 sluoksnio molio svorio tankis;  $\gamma_{molio3}$  – 3 sluoksnio molio svorio tankis

Kerpamasis stipris nedrenuojant:

$$c_{u,k} = \frac{q_c}{14 + 5 \cdot \ln q_c} = \frac{5,0 \cdot 10^3}{14 + 5 \cdot \ln 5} = 226,79 \text{ kPa}
\tag{4 pried. 24}$$

Čia:  $q_c$  – molio kūginis stipris (5,0 MPa)

Skaičiuojamasis stipris nedrenuojant:

$$c_{u,d} = \frac{c_{u,k}}{\gamma_{cu}} = \frac{226,79}{1,4} = 162 \text{ kPa} \quad (4 \text{ pried. 25})$$

Jėgos posvyrio į horizontalę koeficientas (6):

$$i_c = 1 \quad (4 \text{ pried. 26})$$

Grunto laikantysis stipris (6):

$$\begin{aligned} q_u &= (2 + \pi) \cdot c_{u,d} \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q_d = \\ &= (2 + 3,14) \cdot 162 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,0 + 20,94 = 1020 \text{ kPa} \end{aligned} \quad (4 \text{ pried. 27})$$

Čia:  $b_c$  – pamato pado posvyrio koeficientas;  $s_c$  – pamato formos koeficientas.

Grunto skaičiuojamasis laikantysis stipris:

$$\frac{q_u}{\gamma_R} = \frac{1020}{1,0} = 1020 \text{ kPa} \geq q_{max} = 856 \text{ kPa} \quad (4 \text{ pried. 28})$$

Sąlyga tenkinama. Pamato pado labiau mažinti negalime, nes nebus išlaikyta stiprumo sąlyga.

#### Sekliųjų pamatų skaičiavimas drenuojamom sąlygom

Projektavimo būdo DA1 1 derinio koeficientai (5):

$$\gamma_G = 1,35; \gamma_Q = 1,3; \gamma_R = 1,0; \gamma_{\phi'} = 1,0; \gamma_{c'} = 1,0 \quad (4 \text{ pried. 29})$$

**4 pried. 2 lentelė. 2 gręžinio grunto charakteristikos**

Inž. geologijos sluoksnio Nr.	Sankibumas, $c'$ , [kPa]	Vidinės trinties kampas, $\phi'$ , [°]
1.	30,0	18
2.	42,0	21
3.	60,0	25

Maksimalūs įtempiai po pamato padu (iš skaičiavimo nedrenuotom sąlygom):

$$q_{max} = 1011 \text{ kPa} \quad (4 \text{ pried. 30})$$

Visuminis skaičiuojamasis atodangos slėgis pamato pado lygyje (iš skaičiavimo nedrenuotom sąlygom):

$$q_d = 20,94 \text{ kN/m}^2 \quad (4 \text{ pried. 31})$$

Skaičiuotinė sankibos reikšmė (6):

$$c'_d = \frac{c'_k}{\gamma'_c} = \frac{60}{1,0} = 60 \text{ kPa} \quad (4 \text{ pried. 32})$$

Čia:  $c'_k$  – charakteristinė sankibos reikšmė;  $\gamma'_c$  – sankibos patikimumo koeficientas

$$B' = 2 \cdot \left( \frac{B}{2} - e \right) = 2 \cdot \left( \frac{1,1}{2} - 0,115 \right) = 0,87 \text{ m} \quad (4 \text{ pried. } 33)$$

Pamato pado formos nedimensiniai skaičiuojamieji koeficientai (6):

$$S_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \sin \varphi'_d = 1 + \frac{0,87}{1,1} \cdot \sin 25^\circ = 1,33 \quad (4 \text{ pried. } 34)$$

Čia:  $B'$  – efektyvusis pamato pado plotis;  $L'$  – efektyvusis pamato pado ilgis;  $\varphi'_d$  – skaičiuotinė vidutinio trinties kampo reikšmė

$$\varphi'_d = \frac{\varphi'_k}{\gamma'_\varphi} = \frac{25}{1,0} = 25^\circ \quad (4 \text{ pried. } 35)$$

Čia:  $\varphi'_k$  – charakteristinė vidinio trinties kampo reikšmė;  $\gamma'_\varphi$  – vidinio trinties kampo patikimumo koeficientas

Kvadratiniam ar apskritimo formos pamatui (6) –  $S_\gamma = 0,7$ .

$$S_c = \frac{S_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} = \frac{1,3 \cdot 10,66 - 1}{10,66 - 1} = 1,33 \quad (4 \text{ pried. } 36)$$

Laikančiojo atsparumo nedimensiniai koeficientai (6):

Esant skaičiuotinam vidinės trinties kampui  $25^\circ$ :

$$N_q = 10,66; N_c = 20,58; N_\gamma = 9,08 \quad (4 \text{ pried. } 37)$$

Pamato pado pasvirimo nedimensiniai koeficientai (6):

$$b_q = 1,0; b_c = 1,0; b_\gamma = 1,0 \quad (4 \text{ pried. } 38)$$

Nedimensiniai koeficientai pasvirusiai jėgai, atsiradusiai nuo horizontaliosios jėgos (6):

$$i_q = 1,0; i_c = 1,0; i_\gamma = 1,0 \quad (4 \text{ pried. } 39)$$

Laikančiosios galios ir pado ploto santykis (6):

$$\begin{aligned} q_u &= q_d \cdot N_q \cdot b_q \cdot i_q \cdot S_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot S_\gamma + \\ &\quad + c'_d \cdot N_c \cdot b_c \cdot i_c \cdot S_c = \\ &= 20,94 \cdot 10,66 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,33 + \\ &\quad + 0,5 \cdot \left( \frac{20,94}{0,95} \right) \cdot 0,87 \cdot 9,08 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 + \\ &\quad + 60 \cdot 20,58 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,33 = 2000,1 \text{ kPa} \end{aligned} \quad (4 \text{ pried. } 40)$$

Čia:  $\gamma$  – grunto svorio tankis

Grunto skaičiuojamoji laikančioji galia:

$$\frac{q_u}{\gamma_R} = \frac{2000,1}{1,0} = 2000,1 \geq q_{max} = 1011 \text{ kPa} \quad (4 \text{ pried. 41})$$

Sąlyga tenkinama.

Projektavimo būdo DA1 2 derinio koeficientai (6):

$$\gamma_G = 1,35; \gamma_Q = 1,3; \gamma_R = 1,0; \gamma_{\varphi'} = 1,25; \gamma_{c'} = 1,25 \quad (4 \text{ pried. 42})$$

Maksimalūs įtempiai po pamato padu (iš skaičiavimo nedrenuotom sąlygom):

$$q_{max} = 856 \text{ kPa} \quad (4 \text{ pried. 43})$$

Visuminis skaičiuojamasis atodangos slėgis pamato padu lygyje (iš skaičiavimo nedrenuotom sąlygom):

$$q_d = 20,94 \text{ kN/m}^2 \quad (4 \text{ pried. 44})$$

Skaičiuotinė sankibos reikšmė (6):

$$c'_d = \frac{c'_k}{\gamma'_c} = \frac{60}{1,25} = 48 \text{ kPa} \quad (4 \text{ pried. 45})$$

Čia:  $c'_k$  – charakteristinė sankibos reikšmė;  $\gamma'_c$  – sankibos patikimumo koeficientas

$$B' = 2 \cdot \left( \frac{B}{2} - e \right) = 2 \cdot \left( \frac{1,1}{2} - 0,127 \right) = 0,85 \text{ m} \quad (4 \text{ pried. 46})$$

Pamato padu formos nedimensiniai skaičiuojamieji koeficientai (6):

$$S_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \sin \varphi'_d = 1 + \frac{0,85}{1,1} \cdot \sin 20^\circ = 1,26 \quad (4 \text{ pried. 47})$$

Čia:  $B'$  – efektyvusis pamato padu plotis;  $L'$  – efektyvusis pamato padu ilgis;  $\varphi'_d$  – skaičiuotinė vidutinio trinties kampo reikšmė

$$\varphi'_d = \frac{\varphi'_k}{\gamma'_\varphi} = \frac{25}{1,25} = 20^\circ \quad (4 \text{ pried. 48})$$

Čia:  $\varphi'_k$  – charakteristinė vidinio trinties kampo reikšmė;  $\gamma'_\varphi$  – vidinio trinties kampo patikimumo koeficientas

Kvadratiniam ar apskritimo formos pamatui (6) –  $S_\gamma = 0,7$ .

$$S_c = \frac{S_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} = \frac{1,26 \cdot 6,4 - 1}{6,4 - 1} = 1,31 \quad (4 \text{ pried. 49})$$

Laikančiojo atsparumo nedimensiniai koeficientai (6):



Esant skaičiuotinam vidinės trinties kampui 20°:

$$N_q = 6,40; N_c = 15,01; N_\gamma = 3,89 \quad (4 \text{ pried. } 50)$$

Pamato pado pasvyrimo nedimensiniai koeficientai (6):

$$b_q = 1,0; b_c = 1,0; b_\gamma = 1,0 \quad (4 \text{ pried. } 51)$$

Nedimensiniai koeficientai pasvirusiai jėgai, atsiradusiai nuo horizontaliosios jėgos (6):

$$i_q = 1,0; i_c = 1,0; i_\gamma = 1,0 \quad (4 \text{ pried. } 52)$$

Laikančiosios galios ir pado ploto santykis (6):

$$\begin{aligned} q_u &= q_d \cdot N_q \cdot b_q \cdot i_q \cdot S_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot S_\gamma + \\ &\quad + c'_d \cdot N_c \cdot b_c \cdot i_c \cdot S_c = \\ &= 20,94 \cdot 6,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,26 + \\ &\quad + 0,5 \cdot \left(\frac{20,94}{0,95}\right) \cdot 0,85 \cdot 3,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 + \\ &\quad + 48 \cdot 15,01 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,31 = 1138 \text{ kN/m}^2 \end{aligned} \quad (4 \text{ pried. } 53)$$

Čia:  $\gamma$  – grunto svorio tankis

Grunto skaičiuojamoji laikančioji galia:

$$\frac{q_u}{\gamma_R} = \frac{1138}{1,0} = 1138 \geq q_{max} = 856 \text{ kPa} \quad (4 \text{ pried. } 54)$$

Sąlyga tenkinama.

### 4.3 priedas. Sekliųjų pamatų nuosėdžių skaičiavimas

Maksimalūs leistini nuosėdžiai sekliams pamatams (30):

$$s_{max} = 50 \text{ mm} \quad (4 \text{ pried. } 55)$$

Įrašos veikiančios pamate:

$$\begin{aligned} &N+N_{aud}+W+S \\ N_{Ed} &= (G_k + G_{k,pamato}) \cdot \gamma_G + Q_{k,W} \cdot \gamma_Q + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + \\ &\quad + Q_{k,S} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2} \\ &= (347,89 + 51,69) \cdot 1,0 + 139,50 \cdot 1,0 - 2,20 \cdot 1,0 \cdot 0,6 + \\ &\quad + 36,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 562,96 \text{ kN} \end{aligned} \quad (4 \text{ pried. } 56)$$

$$\begin{aligned}
M_{Ed} &= (G_k + G_{k,pamato}) \cdot \gamma_G + Q_{k,W} \cdot \gamma_Q + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + \\
&\quad + Q_{k,S} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2} = \\
&= (13,73 + 0) \cdot 1,0 + 13,91 \cdot 1,0 + 23,38 \cdot 1,0 \cdot 0,6 + \\
&\quad + 0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 41,67 \text{ kN} \cdot \text{m}
\end{aligned}
\tag{4 pried. 57}$$

$$\begin{aligned}
Q_{Ed} &= (G_k + G_{k,pamato}) \cdot \gamma_G + Q_{k,W} \cdot \gamma_Q + Q_{k,N} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} + \\
&\quad + Q_{k,S} \cdot \gamma_Q \cdot \Psi_{0,2} = \\
&= (10,31 + 0) \cdot 1,0 + 10,45 \cdot 1,0 + 5,09 \cdot 1,0 \cdot 0,6 + \\
&\quad + 0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 23,81 \text{ kN}
\end{aligned}
\tag{4 pried. 58}$$

Skaičiuotini nuosėdžiai po pamato padu (6):

$$s = \frac{q_{k,max} \cdot B' \cdot f}{E_m} = \frac{760 \cdot 0,87 \cdot 0,826}{45} = 12,1 \text{ mm}
\tag{4 pried. 59}$$

Čia:  $q_{k,max}$  – maksimalūs įtempiai po pamato padu;  $B'$  – efektyvusis pamato plotis ;  $f$  – nuosėdžio koeficientas;  $E_m$  – vidutinis tamprumo modulis

$$e = \frac{M_{Ed} + Q_{Ed} \cdot h}{N_{Ed}} = \frac{41,67 + 23,81 \cdot 1,0}{562,96} = 0,116 \text{ m}
\tag{4 pried. 60}$$

$$\begin{aligned}
q_{k,max} &= \frac{N_{Ed}}{B \cdot L} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B}\right) = \\
&= \frac{562,96}{1,1 \cdot 1,1} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 0,116}{1,1}\right) = 760 \text{ kPa}
\end{aligned}
\tag{4 pried. 61}$$

$$B' = 2 \cdot \left(\frac{B}{2} - e\right) = 2 \cdot \left(\frac{1,1}{2} - 0,116\right) = 0,87 \text{ m}
\tag{4 pried. 62}$$

$$f = 0,75 \cdot \left(1 + \log_{10} \frac{L'}{B'}\right) = 0,75 \cdot \left(1 + \log_{10} \frac{1,1}{0,87}\right) = 0,826
\tag{4 pried. 63}$$

$$s_{max} = 50 \text{ mm} \geq s = 12,1 \text{ mm}
\tag{4 pried. 64}$$

Sąlyga tenkinama.

#### 4.4 priedas. Seklaus pamato armavimas

Jeigu maksimalūs įtempiai po pamato padu yra  $p_{max} = 1011 \text{ kPa}$ , tai minimalūs įtempiai:

$$\begin{aligned} p_{min} &= \frac{N_{Ed}}{B \cdot L} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e}{B}\right) = \\ &= \frac{751,83}{1,1 \cdot 1,1} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot 0,115}{1,1}\right) = 232 \text{ kPa} \end{aligned} \quad (4 \text{ pried. 65})$$

Lenkimo momentas susidarantis pjūvyje 1-1 (16):

$$\begin{aligned} M_1 &= \frac{B \cdot a_1^2 \cdot (2 \cdot p_{max} + p_1)}{6} = \frac{1,1 \cdot 0,1^2 \cdot (2 \cdot 1011 + 940)}{6} = \\ &= 5,4 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (4 \text{ pried. 66})$$

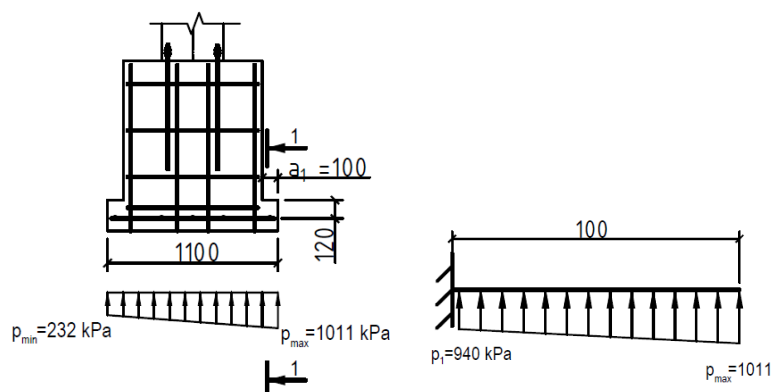
$$\begin{aligned} p_1 &= p_{max} - (p_{max} - p_{min}) \cdot \frac{a_1}{L} = \\ &= 1011 - (1011 - 232) \cdot \frac{0,1}{1,1} = 940 \text{ kPa} \end{aligned} \quad (4 \text{ pried. 67})$$

Čia:  $p_1$  – įtempiai susidarantys pirmame pjūvyje;  $a_1$  – atstumas nuo pamato krašto iki skaičiuojamo pjūvio

Pjūvyje 1-1 reikalingas armatūros kiekis (16):

$$\begin{aligned} A_s &\cong \frac{M_1}{f_{y,d} \cdot 0,9 \cdot d} = \frac{5,4 \cdot 10^{-3}}{435 \cdot 0,9 \cdot 0,12} = 0,0001149 \text{ m}^2 = \\ &= 1,15 \text{ cm}^2 \end{aligned} \quad (4 \text{ pried. 68})$$

Priimu 5  $\emptyset 10$  mm S500 armatūrą, išdėstytą 300 mm žingsniu, kurios bendras plotas  $A_s = 3,93 \text{ cm}^2$ .



4 pried. 3 pav. Pamato pado išilginės armatūros skaičiuojamoji schema

Tikriname ar pakolonyje atsiranda lenkimo momentas. Anksčiau apskaičiuotos įrašos kolonos apačioje (pakolonio viršuje):  $N_{Ed} = 751,83 \text{ kN}$ ;  $M_{Ed} = 54,85 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ;  $Q_{Ed} = 31,47 \text{ kN}$ . Skaičiuojame momentą apie pirmąjį tašką nuo momento ir skersinės jėgos:

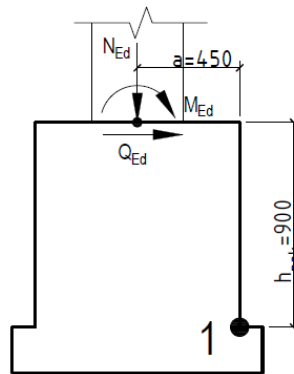
$$\begin{aligned} M_{1,M,Q} &= M_{Ed} + Q_{Ed} \cdot h_{pak} = 54,85 + 31,47 \cdot 0,9 = \\ &= 83,17 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (4 \text{ pried. } 69)$$

Skaičiuojame momentą apie pirmąjį tašką nuo ašinės jėgos:

$$M_{1,N} = N_{Ed} \cdot a = 751,83 \cdot 0,45 = 338,32 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (4 \text{ pried. } 70)$$

$$M_{1,N} = 338,32 \text{ kN} \cdot \text{m} \geq M_{1,M,Q} = 83,17 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (4 \text{ pried. } 71)$$

Pakolonyje lenkimo momentas neatsiranda, todėl jį armuojame konstrukciškai. Pasirenkame armatūrą S500  $\varnothing 5 \text{ mm}$ . Dėliojame žingsniu 300 mm tiek skersine, tiek išilgine kryptimis.

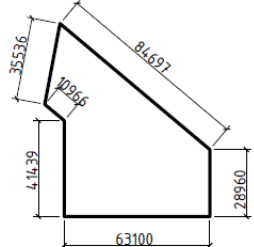
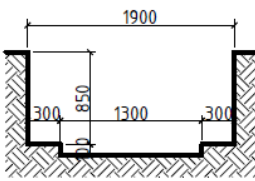
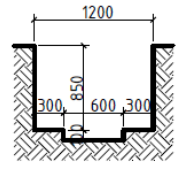
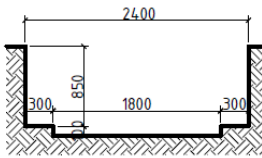
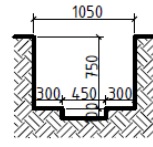


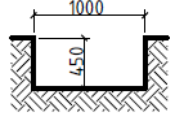
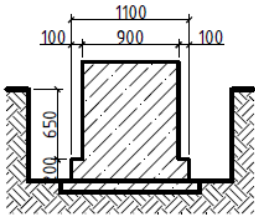
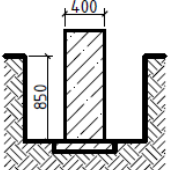
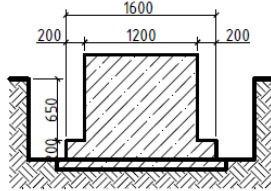
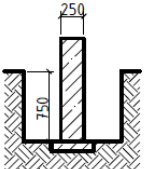
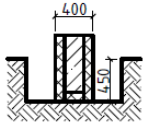
4 pried. 4 pav. Pamato pakolonio skaičiuojamoji schema

## 5 priedas. Surenkamų gelžbetoninių pamatų darbų apimčių skaičiavimas

Augalinis sluoksnis nukasamas didesniame plote negu užimamas pastatas. Prie pastato išorinio kontūro pridedama apytiksliai po 10 m.

5 pried. 1 lentelė. Žemės darbų apimčių skaičiavimas

Darbo pavadinimas ir duomenys	Skaičiavimo schema	Skaičiavimas	Žemės darbų apimtys, m <sup>3</sup>		
			Kasimas		Užpylimas
			Mech.	Rank.	Mech.
1	2	3	4	5	6
Augalinio sluoksnio nukasimas (h=0,20 m)		$V = S \cdot h = 3703,9 \cdot 0,20 = 740,78 m^3$	740,78	–	–
Pamatų duobės kasimas (viengubi pamatai, pamato pado matmenys 1,1x1,1 m)		$V_{mech} = n \cdot b \cdot l \cdot h =$ $= 30 \cdot 1,9 \cdot 1,9 \cdot 0,85 = 92,06 m^3$  $V_{rank} = n \cdot b_1 \cdot l_1 \cdot h_1 =$ $= 30 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,1 = 5,07 m^3$	92,06	5,07	–
Pamatų duobės kasimas (viengubi pamatai po fachverkais, pamato pado matmenys 0,4x0,4 m)		$V_{mech} = n \cdot b \cdot l \cdot h =$ $= 3 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,85 = 3,02 m^3$  $V_{rank} = n \cdot b_1 \cdot l_1 \cdot h_1 =$ $= 3 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,1 = 0,11 m^3$	3,67	0,11	–
Pamatų duobės kasimas (dvigubi pamatai, pamato pado matmenys 1,6x2,6 m)		$V_{mech} = n \cdot b \cdot l \cdot h =$ $= 6 \cdot 2,4 \cdot 3,4 \cdot 0,85 = 41,32 m^3$  $V_{rank} = n \cdot b_1 \cdot l_1 \cdot h_1 =$ $= 6 \cdot 1,8 \cdot 2,8 \cdot 0,1 = 3,02 m^3$	41,62	3,02	–
Tranšėjos kasimas (juostiniai pamatai po laiptais, kurių plotis 250 mm, ilgis – 38 m)		$V_{mech} = b \cdot l \cdot h =$ $= 1,05 \cdot 44,5 \cdot 0,75 = 35,05 m^3$  $V_{rank} = b_1 \cdot l_1 \cdot h_1 =$ $= 0,45 \cdot 44,5 \cdot 0,1 = 1,99 m^3$	35,05	1,99	–

Darbo pavadinimas ir duomenys	Skaičiavimo schema	Skaičiavimas	Žemės darbų apimtis, m <sup>3</sup>		
			Kasimas		Užpylimas
			Mech.	Rank.	Mech.
Tranšėjos kasimas (pamatinė sija, kurios plotis 200 mm, tranšėjos ilgis – 133,1 m)		$V_{mech} = b \cdot l \cdot h =$ $= 1 \cdot 133,1 \cdot 0,45 = 59,90 \text{ m}^3$	59,90	–	–
Pamatų duobės užpylimas (viengubi pamatai, pamato pado matmenys 1,1x1,1 m)		$V_{užpyl.} = (V_{mech} - n \cdot b \cdot l \cdot h$ $- n \cdot b_1 \cdot l_1 \cdot h_1) \cdot k_p =$ $= (92,06 - 30 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 0,2$ $- 30 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,65) \cdot 1,15 =$ $= 79,36 \text{ m}^3$	–	–	79,36
Pamatų duobės užpylimas (viengubi pamatai po fachverkais, pamato pado matmenys 0,4x0,4 m)		$V_{užpyl.} = (V_{mech} - n \cdot b \cdot l \cdot h) \cdot k_p =$ $= (3,67 - 3 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 0,85) \cdot 1,15 =$ $= 3,75 \text{ m}^3$	–	–	3,75
Pamatų duobės užpylimas (dvigubi pamatai, pamato pado matmenys 1,6x2,6 m)		$V_{užpyl.} = (V_{mech} - n \cdot b \cdot l \cdot h$ $- n \cdot b_1 \cdot l_1 \cdot h_1) \cdot k_p =$ $= (41,62 - 6 \cdot 1,6 \cdot 2,6 \cdot 0,2$ $- 6 \cdot 1,2 \cdot 2,0 \cdot 0,65) \cdot 1,15 = 31,36 \text{ m}^3$	–	–	31,36
Tranšėjos užpylimas (juostiniai pamatai po laiptais, kurių plotis 250 mm, ilgis – 38 m)		$V_{užpyl.} = (V_{mech} - b \cdot l \cdot h) \cdot k_p =$ $= (35,05 - 0,25 \cdot 44,5 \cdot 0,75) \cdot 1,15 =$ $= 30,71 \text{ m}^3$	–	–	30,71
Tranšėjos užpylimas (pamatinė sija, kurios plotis 200 mm, tranšėjos ilgis – 133,1 m)		$V_{užpyl.} = (V_{mech} - b \cdot l \cdot h) \cdot k_p =$ $= (59,90 - 0,4 \cdot 133,1 \cdot 0,45) \cdot 1,15 =$ $= 41,33 \text{ m}^3$	–	–	41,33

**5 pried. 2 lentelė. Žemės darbų apimčių suvestinė**

Darbų pavadinimas	Mato vnt.	Darbų apimtis
Augalinio sluoksnio nukasimas	m <sup>3</sup>	740,78
Pamatų duobių ir tranšėjų kasimas mechanizuotu būdu	m <sup>3</sup>	232,30
Pamatų duobių ir tranšėjų kasimas rankiniu būdu	m <sup>3</sup>	10,19
Grunto išvežimas	m <sup>3</sup>	983,27
Pamatų duobėms ir tranšėjoms užpilti reikalingas grunto tūris	m <sup>3</sup>	186,51
Pamatų duobėms ir tranšėjų užpylimas mechanizuotu būdu	m <sup>3</sup>	186,51
Užpildo grunto tankinimas mechanizuotu būdu	m <sup>3</sup>	186,51

**5 pried. 3 lentelė. Surenkamų gelžbetoninių pamatų darbų apimtys**

Darbų pavadinimas	Matmenys, m			Mato vnt.	Darbų apimtis
	L	B	H		
Surenkami gelžbetoniniai pamatai (P1)	1,1	1,1	1,1	vnt.	30
Surenkami dvigubi gelžbetoniniai pamatai (P2)	2,6	1,6	1,1	vnt.	6
Fachverkų pamatai (P3)	0,4	0,4	1,1	vnt.	3
Atraminiai stulpeliai	0,3	0,1	0,3	m <sup>3</sup>	0,67
Juostiniai pamatai	44,5	0,25	1,0	m <sup>3</sup>	11,13
Teptinės hidroizoliacijos įrengimas	-	-	-	m <sup>2</sup>	298,6
Pamatinės sijos šiltinimas akmens vata	-	-	-	m <sup>3</sup>	34,13
Pamatinė sija (PS1)	5,05	0,2	0,6	vnt.	17
Pamatinė sija (PS2)	4,45	0,2	0,6	vnt.	7
Pamatinė sija (PS3)	4,30	0,2	0,6	vnt.	4
Pamatinė sija (PS4)	4,55	0,2	0,6	vnt.	4
Pamatinė sija (PS5)	4,95	0,2	0,6	vnt.	2
Pamatinė sija (PS6)	4,10	0,2	0,6	vnt.	1
Pamatinė sija (PS7)	2,45	0,2	0,6	vnt.	1
Pamatinė sija (PS8)	0,95	0,2	0,6	vnt.	1
Betono pasluoksnio įrengimas	-	-	-	m <sup>3</sup>	10,11

\*Pastaba: pamato P2 matmenys yra apytikslūs ir imami vienodi visiems dvigubiems surenkamiems pamatams.

Hidroizoliacijos įrengimas pamatams:

$$P \cdot l = (0,6 + 0,2 + 0,6) \cdot 213,3 = 298,6 \text{ m}^2 \quad (\text{5 pried. 1})$$

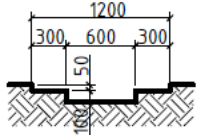
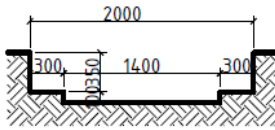
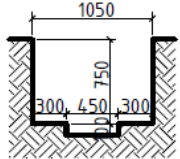
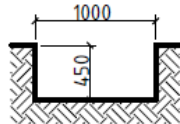
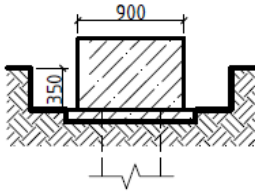
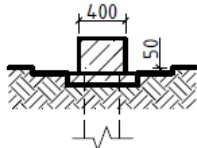
Čia:  $P$  – teptinės hidroizoliacijos perimetras matomas pastato pamato detalėje;  $l$  – pastato perimetras pagal pamatinės sijos centrą

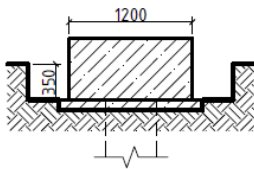
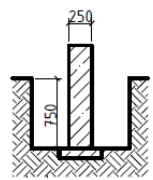
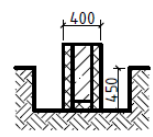
Pamatinės sijos šiltinimas akmens vata:

$$P \cdot l \cdot t = (0,7 + 0,2 + 0,7) \cdot 213,3 \cdot 0,1 = 34,13 \text{ m}^3 \quad (\text{5 pried. 2})$$





Darbo pavadinimas ir duomenys	Skaičiavimo schema	Skaičiavimas	Žemės darbų apimtis, m <sup>3</sup>		
			Kasimas		Užpylimas
			Mech.	Rank.	Mech.
Pamatų duobės kasimas (viengubi pamatai po fachverkais, rostverko matmenys 0,4x0,4x0,3 m)		$V_{rank} = n \cdot b \cdot l \cdot h + n \cdot b_1 \cdot l_1 \cdot h_1 =$ $= 3 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,05 +$ $+ 3 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,1 = 0,32 \text{ m}^3$	–	0,32	–
Pamatų duobės kasimas (dvigubi pamatai, rostverko matmenys 1,2x2,2x0,6 m)		$V_{mech} = n \cdot b \cdot l \cdot h =$ $= 6 \cdot 2,0 \cdot 3,0 \cdot 0,35 = 12,60 \text{ m}^3$ $V_{rank} = n \cdot b_1 \cdot l_1 \cdot h_1 =$ $= 6 \cdot 1,4 \cdot 2,4 \cdot 0,1 = 2,02 \text{ m}^3$	12,60	2,02	–
Tranšėjos kasimas (juostiniai pamatai po laiptais, kurių plotis 250 mm, ilgis – 38 m)		$V_{mech} = b \cdot l \cdot h =$ $= 1,05 \cdot 44,5 \cdot 0,75 = 35,05 \text{ m}^3$ $V_{rank} = b_1 \cdot l_1 \cdot h_1 =$ $= 0,45 \cdot 44,5 \cdot 0,1 = 1,99 \text{ m}^3$	35,05	1,99	–
Tranšėjos kasimas (pamatinė sija, kurios plotis 200 mm, tranšėjos ilgis – 133,1 m)		$V_{mech} = b \cdot l \cdot h =$ $= 1 \cdot 133,1 \cdot 0,45 = 59,90 \text{ m}^3$	59,90	–	–
Pamatų duobės užpylimas (viengubi pamatai, rostverko matmenys 0,9x0,7x0,6 m)		$V_{užpyl.} = (V_{mech} - n \cdot b \cdot l \cdot h) \cdot k_p =$ $= (30,35 - 30 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,35)$ $\cdot 1,15 = 27,30 \text{ m}^3$	–	–	27,30
Pamatų duobės užpylimas (viengubi pamatai po fachverkais, rostverko matmenys 0,4x0,4x0,3 m)		$V_{užpyl.} = (V_{mech} - n \cdot b \cdot l \cdot h) \cdot k_p =$ $= (0,32 - 3 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 0,05) \cdot 1,15 =$ $= 0,34 \text{ m}^3$	–	–	0,34

Darbo pavadinimas ir duomenys	Skaičiavimo schema	Skaičiavimas	Žemės darbų apimtis, m <sup>3</sup>		
			Kasimas		Užpylimas
			Mech.	Rank.	Mech.
Pamatų duobės užpylimas (dvigubi pamatai, rostverko matmenys 1,2x2,2x0,6 m)		$V_{užpyl.} = (V_{mech} - n \cdot b \cdot l \cdot h) \cdot k_p =$ $= (12,60 - 6 \cdot 1,2 \cdot 2,2 \cdot 0,35) \cdot 1,15 = 8,11 \text{ m}^3$	–	–	8,11
Tranšėjos užpylimas (juostiniai pamatai po laiptais, kurių plotis 250 mm, ilgis – 38 m)		$V_{užpyl.} = (V_{mech} - b \cdot l \cdot h) \cdot k_p =$ $= (35,05 - 0,25 \cdot 44,5 \cdot 0,75) \cdot 1,15 = 30,71 \text{ m}^3$	–	–	30,71
Tranšėjos užpylimas (pamatinė sija, kurios plotis 20 mm, tranšėjos ilgis – 133,1 m)		$V_{užpyl.} = (V_{mech} - b \cdot l \cdot h) \cdot k_p =$ $= (59,90 - 0,3 \cdot 133,1 \cdot 0,45) \cdot 1,15 = 41,33 \text{ m}^3$	–	–	41,33

**6 pried. 2 lentelė. Žemės darbų apimčių suvestinė**

Darbų pavadinimas	Mato vnt.	Darbų apimtis
Augalinio sluoksnio nukasimas	m <sup>3</sup>	740,78
Pamatų duobių ir tranšėjų kasimas mechanizuotu būdu	m <sup>3</sup>	134,33
Pamatų duobių ir tranšėjų kasimas rankiniu būdu	m <sup>3</sup>	7,30
Grunto išvežimas	m <sup>3</sup>	882,41
Pamatų duobėms ir tranšėjoms užpilti reikalingas grunto tūris	m <sup>3</sup>	107,79
Pamatų duobėms ir tranšėjų užpylimas mechanizuotu būdu	m <sup>3</sup>	107,79
Užpilto grunto tankinimas mechanizuotu būdu	m <sup>3</sup>	107,79

**6 pried. 3 lentelė. Polinių pamatų darbų apimtys**

Darbų pavadinimas	Matmenys, m			Mato vnt.	Darbų apimtis
	L	B (D)	H		
Gręžtinis polis (GP1)	5,5	0,5	-	vnt.	42
Gręžtinis polis (GP2)	2,0	0,3	-	vnt.	3
Rostverkas (R1)	0,9	0,7	0,6	m <sup>3</sup> (vnt.)	11,34 (30)
Rostverkas* (R2)	2,2	1,2	0,6	m <sup>3</sup> (vnt.)	9,50 (6)

Rostverkas (R3)	0,4	0,4	0,3	m <sup>3</sup> (vnt.)	0,14 (3)
Juostiniai pamatai	44,5	0,25	1,0	m <sup>3</sup>	11,13
Teptinės hidroizoliacijos įrengimas	-	-	-	m <sup>2</sup>	213,3
Pamatinės sijos šiltinimas akmens vata	-	-	-	m <sup>3</sup>	34,13
Pamatinė sija	178,0	0,2	0,6	m <sup>3</sup>	21,36
Betono pasluoksnio įrengimas	-	-	-	m <sup>3</sup>	7,10

\*Pastaba: rostverko R2 matmenys yra apytikslūs ir imami vienodi visiems dvigubiems rostverkams.

Pamatinė sijos ilgis imtas pagal programos „Autocad“ brėžinį. Betono pasluoksnio tūris:

$$\begin{aligned}
 V &= b_1 \cdot l_1 \cdot h_1 \cdot n_1 + b_2 \cdot l_2 \cdot h_2 \cdot n_2 + b_3 \cdot l_3 \cdot h_3 \cdot n_3 + \\
 &\quad + b_4 \cdot l_4 \cdot h_4 = \\
 &= 1,1 \cdot 0,9 \cdot 0,1 \cdot 30 + 1,4 \cdot 2,4 \cdot 0,1 \cdot 6 + 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,1 \cdot 3 + \\
 &\quad + 0,45 \cdot 44,5 \cdot 0,1 = 7,10 \text{ m}^3
 \end{aligned}
 \tag{6 pried. 1}$$

Monoliniam gelžbetoniniam juostiniui pamatui po laiptinės sienomis armavimą priimame konstrukciškai – 12 kg tiesiniam metrui (48 kg/m<sup>3</sup>). Monolitinei pamatinei sijai priimam 8 kg/m (67 kg/m<sup>3</sup>). Gręžtiniams poliems su rostverku po fachverko kolonomis – 12 kg (8 kg poliui GR2 ir 4 kg rostverkui R3) vienam pamatui. Gręžtinis polis GP1 pagal specifikaciją konstrukciniuose brėžiniuose armuojamas 30,45 kg vienam poliui (t. y. 28,22 kg/m<sup>3</sup>). Rostverkas R1 – 16,74 kg vienam rostverkui (t. y. 44,29 kg/m<sup>3</sup>). Pagal rostverką R1 parenkamas armatūros kiekis rostverkui R2 – 70,16 kg/vnt.

### 7 priedas. Mašinų komplekto statybos darbams atlikti parinkimas

Mašinų komplektas parenkamas pagal ekonomiškiausio pamatų varianto darbų kiekius. Ekonomiškiausias variantas yra vientiso sraigtinio gręžimo poliniai pamatai.

## Buldozerio parinkimas

**7 pried. 1 lentelė. Buldozerio techninės charakteristikos**

	John deere 4045T 650J LGP
Charakteristika	
Buldozerio galingumas, kW	74
Verstuvo ilgis $l$ , mm	2667
Verstuvo aukštis $h$ , mm	933
Verstuvo pakėlimo aukštis $h_0$ , mm	819
Buldozerio judėjimo greitis, km/h:	
I pavara	1,0
II pavara	2,38
III pavara	4,2
IV pavara	5,8
V pavara	7,5

Buldozerio vienu darbo ciklu perstumiamas grunto kiekis,  $m^3$  (12):

$$q_b = \frac{l \cdot h^2}{2 \cdot \tan \alpha \cdot k_p} \cdot \mu = \frac{2,667 \cdot 0,933^2}{2 \cdot \tan 40^\circ \cdot 1,25} \cdot 0,85 = 1,11 \text{ m}^3 \quad (7 \text{ pried. 1})$$

Čia:  $l$  – verstuvo ilgis;  $h$  – verstuvo aukštis;  $\alpha$  – grunto natūralaus byrėjimo kampas ( $\alpha = 40^\circ$ );  $k_p$  – grunto pirminio išpurenimo koeficientas;  $\mu$  – koeficientas, įvertinantis grunto nuostolius stūmimo metu

$$\mu = 1 - 0,005 \cdot l_b = 1 - 0,005 \cdot 30 = 0,85 \quad (7 \text{ pried. 2})$$

Čia:  $l_b$  – apskaičiuotas grunto perstūmimo nuotolis

Darbo ciklų skaičius per valandą (12):

$$n_{cb} = \frac{3600}{t_{cb}} = \frac{3600}{137,3} = 26,2 \approx 26 \quad (7 \text{ pried. 3})$$

Čia:  $t_{cb}$  – buldozerio vieno ciklo trukmė, s

$$t_{cb} = t_0 + \frac{l_b}{v_p} + \frac{l_b}{v_0} + 2 \cdot t_{pb} + t_g =$$

$$= 3 + \frac{30}{0,278} + \frac{30}{2,083} + 10 + 2 = 137,3 \text{ s}$$

**(7 pried. 4)**

Čia:  $t_0$  – verstuvo nuleidimo trukmė ( $t_0 = 3 \text{ s}$ );  $l_b$  – grunto perstūmimo nuotolis;  $v_p$  – traktoriaus greitis grunto perstūmimo metu;  $v_0$  – traktoriaus tuščios eigos greitis;  $2 \cdot t_{pb}$  – traktoriaus dviejų posūkių trukmė ( $2 \cdot t_{pb} = 10 \text{ s}$ );  $t_g$  – greičių perjungimo trukmė ( $t_g = 2 \text{ s}$ )

Pasirinkto buldozerio pamainos eksploatacinis našumas  $N_b$ ,  $\text{m}^3/\text{pam.}$  (12):

$$N_b = 8 \cdot q_b \cdot n_{cb} \cdot k_i = 8 \cdot 1,11 \cdot 26 \cdot 0,85 = 196,2 \text{ m}^3$$

**(7 pried. 5)**

Čia:  $k_i$  – koeficientas, įvertinantis pamainos darbo nuostolius ( $k_i = 0,85$ );  $n_{cb}$  – darbo ciklų skaičius per valandą

Augalinio sluoksnio nukasimo trukmė (12):


$$T = 8 \cdot \frac{V_{aug}}{N_b} = 8 \cdot \frac{740,78}{196,2} = 30,21 \text{ h}$$

**(7 pried. 6)**

Buldozeris John deere 4045T 650J LGP, kurio galia 74 kW, nukas augalinį sluoksnį per 30,21 valandas.

### Ekskavatoriaus parinkimas

**7 pried. 2 lentelė.** Ekskavatoriaus techninės charakteristikos

	VOLVO 160
Ekskavatoriaus techninės charakteristikos	
Kaušo talpa $q_e$ , $\text{m}^3$	1,0
Didžiausias ekskavatoriaus kasimo gylis $h_{gmax}$ , $\text{m}$	6,5
Didžiausias ekskavatoriaus kasimo spindulys $R_{max}$ , $\text{m}$	6,2
Mažiausias kasimo spindulys $R_{min}$ , $\text{m}$	1,4

Eksploatacinis našumas (12):

$$N_e = 8 \cdot 60 \cdot q_e \cdot n \cdot \frac{k_u}{k_p} \cdot k_t = 8 \cdot 60 \cdot 1 \cdot 3 \cdot \frac{1}{1,25} \cdot 0,74 =$$

**(7 pried. 7)**

$$= 852,5 \text{ m}^3/\text{pam}$$

Čia:  $q_e$  – ekskavatoriaus kaušo talpa;  $n$  – ekskavatoriaus ciklų skaičius per minutę (vieno ciklo trukmę priimam 20 s);  $k_u$  – kaušo užpylimo koeficientas;  $k_p$  – grunto pirminio išpurenimo koeficientas;  $k_t$  – darbo laiko naudojimo koeficientas ( $k_t = 0.74$ , kai ekskavatorius dirba šonine perkasa)

Ekskavatorius Volvo 160 per per pamainą gali iškasti  $852,5 \text{ m}^3$  grunto.

### Savivarčio parinkimas

**7 pried. 3 lentelė.** Savivarčio techninės charakteristikos

Rodikliai	Man 27.463
Krovumas, $t$	14,0
Kėbulo talpa, $m^3$	9,4
Pakrauto savivarčio masė, $t$	25,25
Savivarčio svoris, $t$	22,4
Manevruojamojo iškrovimo trukmė, $s$	102
Pakrauto savivarčio eigos greičiai $v_1/v_2/v_3$ , $km/h$	40/30/40
Nepakrauto savivarčio eigos greičiai $v_1/v_2/v_3$ , $km/h$	80/50/80

Ekskavatoriaus kaušų, kraunamų į savivartį, skaičius (12):

$$n_k = \frac{Q}{\rho \cdot q_e \cdot k_u} = \frac{14}{1,8 \cdot 1 \cdot 1} = 7,8 \approx 8 \quad (7 \text{ pried. } 8)$$

Čia:  $Q$  – pasirinkto savivarčio keliamoji galia;  $\rho$  – grunto tankis;  $k_u$  – kaušo užpylimo koeficientas

Savivarčio keliamosios galio naudojimas  $I$ , %:

$$I = \frac{Q - p}{Q} \cdot 100 = \frac{|14 - 14,4|}{14} \cdot 100 = 2,9 \% < 5\% \quad (7 \text{ pried. } 9)$$

Čia:  $p$  – į savivartį kraunamo grunto masė

$$p = n_k \cdot \rho \cdot q_e \cdot k_u = 8 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 1 = 14,4 \text{ t} \quad (7 \text{ pried. } 10)$$

Transporto priemonės krovos trukmė  $t_p$ , *min* (12):

$$t_p = 60 \cdot \frac{n_k \cdot q_e \cdot k_u}{P} = 60 \cdot \frac{8 \cdot 1 \cdot 1}{106,6} = 4,5 \text{ min} \quad (7 \text{ pried. 11})$$

Čia:  $P$  – valandinis techninis ekskavatoriaus našumas

Transportavimo trukmė  $t_t$ , *min* (12):

$$t_t = 60 \cdot \frac{2 \cdot L}{v} = 60 \cdot \frac{2 \cdot 10}{30} = 40 \text{ min} \quad (7 \text{ pried. 12})$$

Čia:  $L$  – grunto transportavimo nuotolis;  $v$  – vidutinis transporto priemonės greitis ( $v = 30 \text{ km/h}$ )

Transporto priemonės darbo ciklo trukmė  $t_c$ , *min* (12):

$$t_c = t_p + t_t + t_i + 2 \cdot t_m = 4,5 + 40 + 1 + 2 \cdot 1 = 47,5 \text{ min} \quad (7 \text{ pried. 13})$$

Čia:  $t_i$  – išpylimo laikas (apie 1 *min*);  $t_m$  – manevravimo laikas (apie 1 *min*)

Reikalingas savivarčių skaičius (12):

$$n_s = \frac{t_c}{t_p + t_m} = \frac{47,5}{4,5 + 1} = 8,6 \approx 9 \quad (7 \text{ pried. 14})$$

Visų kraunamų kaušų skaičius (12):

$$n_{k.v} = \frac{V_{išv.}}{q_e} = \frac{882,41}{1} = 882,41 \approx 883 \quad (7 \text{ pried. 15})$$

Čia:  $V_{išv.}$  – išvežamo grunto tūris

Apskaičiuojama grunto iškasimo trukmė (12):

$$T_{išk} = n_{k.v} \cdot \frac{t_p}{n_k \cdot 60} = 883 \cdot \frac{4,5}{8 \cdot 60} = 8,28 \text{ h} \quad (7 \text{ pried. 16})$$

Savivarčio ciklų skaičius (12):

$$n_{s.c} = \frac{V_{išv.}}{q_e \cdot n_k} = \frac{882,41}{1 \cdot 8} = 110,3 \approx 111 \quad (7 \text{ pried. 17})$$

Grunto išvežimo trukmė (12):

$$T_{išv} = \frac{n_{s.c} \cdot t_c}{60} = \frac{111 \cdot 47,5}{60} = 87,88 \text{ h} \quad (7 \text{ pried. 18})$$

Norint išvežti gruntą iš statybos aikštelės savivarčiu Man 27.463 prireiktų 87,88 valandų darbo sąnaudų, o reikalingas savivarčių kiekis būtų 9 savivarčiai, kad darbas vyktų nepertraukiamai.

### 8 priedas. Vientiso sraigtinio gręžimo polių įrengimo kokybės kontrolė

Gręžtinių polių gamybos ir montavimo darbų kokybę priklauso nuo gebėjimo parinkti reikiamos specialybės ir kvalifikacijos darbininkus, tinkamai organizuoti jų darbą aprūpinant šiuolaikiniais instrumentais bei techninėmis priemonėmis ir nuolatos kontroliuoti atliekamų darbų kokybę, lyginant faktinius su leistiniais nuokrypiais, nurodytais normatyviniuose dokumentuose ir statybos taisyklėse (ST 121895674.100.01.01:2012).

**8 pried. 1 lentelė. Gręžtinių polių įrengimo kokybės kontrolė**

Nr.	Objektas	Kontrolė	Tikslas	Dažnumas	Pastabos
Nužymėjimo stebėjimas					
1	Pagrindinės ašys	Matavimai	Polių nužymėjimas	Pradedant darbus	Pagrindinių ašių nustatymas įrengimo metu
2	Darbinės aikštelės paviršius	Matavimai, tikrinimas apžiūrint	Altitudė, horizontalumas, dydis, pastovumas	Kiekvienoje statybos zonoje	
3	- polio vieta, - polio pasvirimas	Matavimai - svambalu - juosta - gulsčiuku	Nuokrypų patikrinimas konstrukcijų geometrinių nuokrypių atžvilgiu	Kiekvienas polis - prieš ertmės įrengimą - po ertmės įrengimo - užbaigus	
Polių gręžimo					
4	Įrankių, apvalkalų būklė ir matmenys	- tikrinimas apžiūrint - matavimas	Atitiktis	Prieš ir po naudojimo	
5	Įrankių naudojimas (apskritai)	- kasimo eiga - efektyvumas - per gilus įgręžimas	- priežiūra - atpažinimas kintančių gruntinių sąlygų - gylio - laiko - įrankių pakeitimo	Nuolat	
6	Panardintų įrankių naudojimas	Tai, kas nurodyta anksčiau, dar ir operacijos greitis	Stūmoklio efektui išvengti	Nuolat	
7	Apvalkalų įrengimas	Matavimas	Apvalkalo smigimas įrengiant ertmę	Nuolat	Ypač svarbu kai apvalkalai gilinami pirmiau kasimo
8	Vandens lygis	Matavimas	Polio gręžinio stabilumas	Nuolat	
9	Iškasta medžiaga	Tikrinimas apžiūrint	Atpažinimas - sluoksnių - gruntų kaitos	Nuolat	



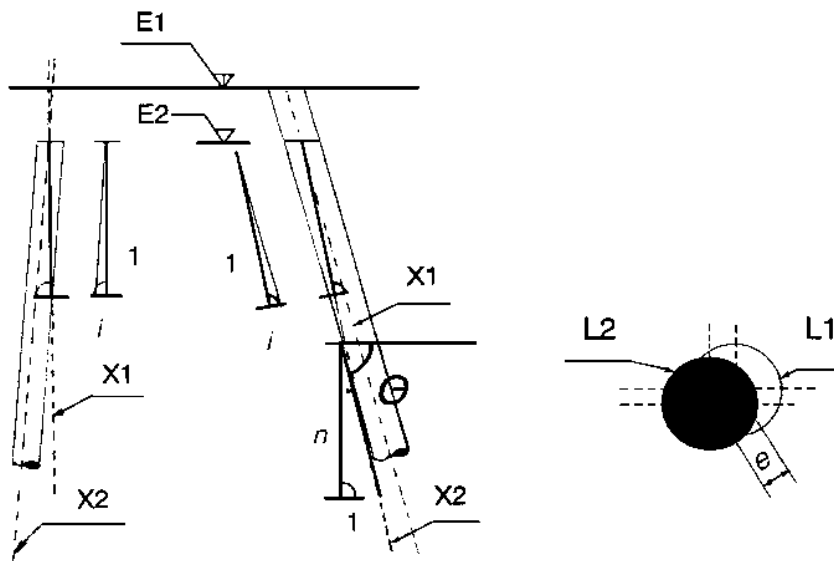
Nr.	Objektas	Kontrolė	Tikslas	Dažnumas	Pastabos
10	Polio gylis (kasimo baigimas)	Matavimai - gylis - nuolydžio (pasvirusio laikančiojo sluoksnio matavimas)	Nurodyto gylio pasiekimas	Kiekvienas polis	
11	Paplatinimas	Matavimai (įrangos veikimo kontrolė), tikrinimas apžiūrint	- dydis - sienų nuolydis - profilis	Kiekvienas paplatinimas	
12	Dugno valymas	- tikrinimas apžiūrint	- švarus sąlytis su atraminiu sluoksniu - polio eksploatacinės savybės	Kiekvienas polis	
13	Vandens sankaupa apačioje	- juosta - tikrinimas apžiūrint	- betono sluoksniavimosi ir užteršimo išvengimas	Kiekvienas polis	
<b>Stabilizuojančio skiedinio stebėjimas</b>					
14	Tiekimas ir laikymas	- tikrinimas	- tiekimo ir sunaudojimo atitikimas	Nuolat	Padavimas ir laikymas su nenumatyta nuostolių tikimybe
15	Lygis polio gręžinyje	Tikrinimas	Gręžinio stabilumas	Nuolat	
16	Skiedinio savybės	- tankis - šarmingumas - smėlio kiekis	- Atitiktis nacionaliniams standartams	Nuolat	
<b>Armatūros stebėjimas</b>					
17	Medžiagų pristatymas	- pristatymo dokumentai - matmenys	Atitiktis	Kiekviena siunta	
18	Strypynu gamyba	- matmenys - išilginių strypų išdėstymas - skersinių strypų išdėstymas - pritvirtinimas - standumas	Atitiktis	Kiekvienas strypynas	Kai suvirinama, tikrinama pagal techninius armatūros plieno reikalavimus
19	Kreipikliai	- medžiaga - dydis - kiekis - išdėstymas	- atitiktis - įrengimo nukrypimai	Kiekvienas strypynas	
20	Strypynų įrengimas	- apžiūrėjimas - matavimas	Įrengimo nukrypimų nustatymas	Kiekvienas strypynas	
21	Armatūra iš vamzdžių ir plieninių profilių	- apžiūrėjimas - matavimas	Įrengimo nuokrypų nustatymas	Kiekvienas vamzdis ir profilis	
22	Įdėjimas - vamzdžių ultragarsiniam tyrimui - stebėjimo prietaisų	- padėtis - gylis - sujungimai su strypynu - apsauga įrengiant - apsauga klojant betoną	- atitiktis - patikimumas	Kiekvienas strypynas	
<b>Šviežio betono stebėjimas</b>					
23	Nepertraukiamas tiekimas	Tikrinimas	Nepertraukiamas klojimas	Prieš klojimą	

Nr.	Objektas	Kontrolė	Tikslas	Dažnumas	Pastabos
24	Betonas - klasė - sudėtis	Siuntų dokumentai	Atitiktis	Kiekvienas betonvežis	
25	Konsistencija	- slankumo rodiklis - sklidimo rodiklis	- atitiktis - klojumas	Nuolat	
26	Aplinkos temperatūra	Termometras	Naujai betonuojamų polių apsauga	Kai reikia pagal LST 1330	
27	Betono temperatūra	Termometras	- atitiktis - klojumas	Kai reikia pagal LST 1330	Kilus abejonėms dažnumas didinamas
Betono klojimo sausoje aplinkoje ir panardinus stebėjimas					
28	Betonavimo vamzdis, betontiečio vamzdis, sąlygos	Tikrinimas apžiūrint	- švarumas - nepralaidumas vandeniui - vidau lygumas	Kiekvienas vamzdis prieš ir po įrengimo	
29	- vidinis skersmuo - išorinis skersmuo	Tikrinimas ir matavimas	- užpildo matmenų tinkamumas - laisvas judėjimas armatūros viduje	- kiekvienas vamzdžių komplektas - visų dydžių poliai	
30	- sudėtis (sekcijų ilgiai)	Tikrinimas ir matavimas	Pasiruošimas ištraukti	Kiekvienas vamzdžių komplektas	
31	- įrengimo gylis	Matavimas	Sluoksniavimosi išvengimas betono klojimo pradžioje	Kiekvienas polis	Betontiečio vamzdis turi remtis į dugną
32	Betontiečio vamzdžio panardinimas betonuojant ir ištraukiant	Betono gylio tikrinimas betontiečio ilgio atžvilgiu	- panardinimo gylio palaikymas - sluoksniavimosi išvengimas - betono užteršimo išvengimas	Nuolat	- taip pat pakankamas panardinimas, ištraukiant betontiečio vamzdžius - bet kokio vandens kaupimosi betontiekyje stebėjimas
33	Betonavimo lygis	Gylio matavimas	Pakankamas aukštis virš nukirtimo lygio	Kiekvienas polis	
34	Betono tūris	Sunaudojimo lyginimas u teoriniu gręžinio tūriu	Per didelių išėmų ar susiaurėjimų aptikimas	Kiekvienas polis (kur įmanoma)	Gali prireikti nuodugnaus stebėjimo, įskaitant betono slankumo apvalkalo ištraukimo metu registracijos duomenis
35	Polio galva po užbetonavimo	Tikrinimas apžiūrint	Per didelio vandens tekėjimo atpažinimas	Kiekvienas polis (kur įmanoma)	Šiek tiek vandens visada išsiskiria iš betono dėl jo savaiminio sutankėjimo; labai didelis vandens išsiskyrimas gali reikšti jog kamine yra tarpų

Nr.	Objektas	Kontrolė	Tikslas	Dažnumas	Pastabos
Nukirtimo stebėjimas					
36	Betono nukirtimo lygyje	Tikrinimas apžiūrint - betono kokybės - polio pjūvio - lygumo - plyšių atsiradimo - armatūros būklės -betono apsauginio sluoksnio	Užtikrinti geras polio sujungimo sąlygas su aukščiau esančia konstrukcija	Kiekvienas polis	Jeigu pastebėta, kad betono ties projektiniu polio nukirtimo lygiu kokybė yra nepakankama, polį reikia nukirsti žemiau ir iš naujo išbetonuoti, įrengus technologinę sandūrą

**8 pried. 2 lentelė. Leidžiamieji nuokrypiai**

Nr.	Gręžtinių ir gręžtinių polinių polių elementai	Leistinieji nuokrypiai
1.	Gręžinio skersmuo	-30 mm +50 mm
2.	Gręžinio gylis	±100 mm
3.	Erdvinio armatūros strypyno apsauginis armatūros sluoksnis	-5 mm
4.	Gelžbetoninės kolonos polio viršus	-10 mm
5.	Metalinės kolonos polio viršus	±5 mm
6.	Polio viršaus plokštumos nuolydis	< 0,001 (1,0 mm viename ilgio metre)
7.	Inkarinių varžtų nuokrypiai: - kolonos atramos ploto ribose - už atramos ploto ribų	±5 mm ±10 mm
8.	Inkarinių varžtų viršus	±20 mm
9.	Inkarinių varžtų sriegio apačia	±30 mm
10.	Vertikalių ir pasvirusių polių padėties plane nuokrypiai ( <i>e</i> ) kai: - $D \leq 1,0$ m - $1,0 \text{ m} < D \leq 1,5$ m - $D > 1,5$ m	±100 mm $\leq 0,1D$ ±150 mm
11.	Vertikalių ir ne mažiau kaip $86^\circ$ nuo horizontalės pasvirusių polių nuokrypis ( <i>i</i> )	0,02
12.	Pasvirusių nuo horizontalės ne mažiau kaip $76^\circ$ , bet ne daugiau kaip $86^\circ$ polių nuokrypis ( <i>i</i> )	0,04
13.	Paplatinamų polių nuokrypis nuo projektinių polių centrų ( <i>e</i> )	$\leq 0,1D$



**8 pried. 1 pav.** Gręžtinių polių įrengimo leistinųjų nuokrypių schema.

$E_1$  - lygis nuo kurio įrengiamas polis;  $E_2$  - polio nukirtimo lygis;  $X_1$  - projektinė polio ašis;  $X_2$  - įrengto polio ašis;  $i$  - polių posvyrio nuokrypis (kampas tarp projektinės ir įrengto polių ašių tangentes);  $n$  - polio posvyris (polio posvyrio kampo tangentes);  $\Theta$  - polio posvyrio kampas;  $L_1$  - projektinis polio kontūras;  $L_2$  - įrengto polio skerspjūvis;  $e$  - polių padėties plane nuokrypis.

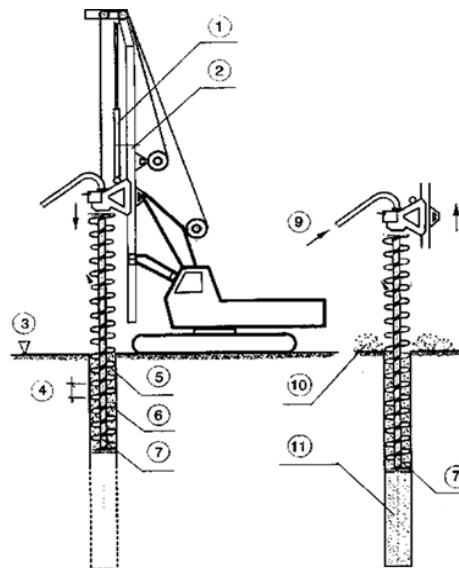
## 9 priedas. Vientiso sraigtinio gręžimo polių įrengimo technologija

### Vientiso sraigtinio gręžimo polių įrengimas.

1. Duobės ir tranšėjos kasamos mechanizuotai iki projektinės altitudės likus 10 cm. Likusius 10 cm iki projektinės altitudės rostverkų, pamatinių sijų ar juostinių pamatų vietoje kasamos rankiniu būdu. Tranšėjos ir duobės kasamos stačiais šlaitais, 0:1 šlaito nuolydžio su duobės gyliu santykiu, jų neramstant. Iškastas gruntas išvežamas savivarčiais. Darbai kontroliuojami pagal darbų atlikimo operacinės kontrolės schemas. Duobių ar tranšėjų pagrindai turi būti priimti įrašant statybos darbų žurnale ir surašant paslėptų darbų aktą.
2. Prieš darbo pradžią prie Agregato ABI ( traktoriaus) strėlės prikabinama gręžimo galva – reduktorius. Prie jo pritvirtinamas vientisas sraigtinis (šnekinis) grąžtas  $d = 500$  (300) mm, kurio ilgis parenkamas atsižvelgiant į projektinį polių ilgį pridodant ne mažiau 1,0 m virš būsimo polio ilgio.
3. Statybos aikštelėje nužymimos polių vietos.
4. Grąžtas pastatomas į būsimo polio vietą, patikrinama jo padėtis polio ašių atžvilgiu, patikrinamas grąžto vertikalumas.
5. Gręžimas vykdomas mažais grąžto apsisukimais, kad nepažeisti šalia gręžduobės esančio grunto. Polio gręžduobės įrengimo metu nuolat kontroliuojamas grąžto vertikalumas ir

planinė padėtis. Įgręžiama iki projektinio gylio. Pasiekus reikiamą gylį į grąžto apačią per grąžto viduje esančią ertmę, siurblio pagalba, paduodamas betonas.

6. Pastoviai paduodant betoną į gręžinio ertmę per grąžto vidų, palengva traukiamas grąžtas į viršų, gręžinio ertmė po grąžto galu užpildoma betonu. Betonas pastoviai paduodamas iki pilno grąžto ištraukimo iš gręžinio. Betonuojant reikalinga suderinti betono padavimo greitį su grąžto kėlimo greičiu. Grąžtas kėlimo metu nesukamas arba sukama labai lėtai gręžimo kryptimi.
7. Užpildžius gręžinį betonu, gniuždymo būdu įdedamas armatūros karkasas. Armatūros karkasai padaryti su fiksatoriais kurie užtikrina reikiamą betono apsauginį sluoksnį.
8. Baigus betonavimą ir sumontavus armatūros karkasą, nivelyro pagalba patikrinama polio viršaus altitudė. Suformuojamas polio viršus.



**9 pried. pav.** Vientiso sraigtinio gręžimo polių įrengimo schema.

Čia: I gręžimas: 1 – stūmimo cilindras; 2 – strėlė; 3 – darbinis lygis; 4 – žingsnis; 5 – iškasos; 6 – ištisinio sriegio grąžtas; II betonavimas: 7 – tuščiaviduris stiebas; 9 – betono tiekimas; 10 – iškasos; 11 - betonas

#### Pamatų betonavimo darbai.

9. Vyksta pasiruošimas rostverkų, pamatinių sijų ir juostinių pamatų betonavimui. Išplakiruojamas gruntas klojinių montavimo riboje iki projektinės altitudės. Jei reikalinga sutankinama.
10. Nuvalomas polio paviršius ir armatūra nuo galimo užteršimo gruntu. Jei reikia nukapojamas polio viršus iki projektinės altitudės.
11. Įrengiami klojiniai iš lentų paruošiamojo sluoksnio po pamatais įrengimui.
12. Betonuojamas paruošiamasis sluoksnis iš betono C8/10.

13. Praėjus 24 val. po paruošiamojo sluoksnio įrengimo, montuojami pamato surenkami skydiniai klojiniai (jei reikia, montuojama hidroizoliacija ir termoizoliacinė medžiaga).
14. Montuojamas armatūros karkasas.
15. Montuojami inkariniai varžtai ( jų projektinė padėtis fiksuojama šablonų pagalba ir papildomu sutvirtinimu armatūros strypais).
16. Patikrinama sumontuotų klojinių, armatūros karkasų, inkarinių varžtų padėtis ir atitiktis projektui ir sutvirtinama bei priduodama objekto vadovui ir objekto techninės priežiūros vadovui, surašant atitinkamos formos paslėptų darbų aktą.
17. Betonuojama betonu (betono klasė pagal projektą).
18. Betonui pasiekus stiprį ne mažiau 0,2-0,3 MPa – ardomi klojiniai. Nuardžius klojinius apžiūrimas betono paviršius, įvertinama sutankinimo kokybė, paviršiaus kokybė, patikrinami geometriniai išmatavimai.
19. Betonavimo darbai priduodami objekto darbų vadovui ir techninės priežiūros vadovui, surašant atitinkamų paslėptų darbų aktą.
20. Įrengiama likusi hidroizoliacija ir termoizoliacija apie pamatus
21. Duobės užpilamos atvežtu gruntu. Gruntas sutankinamas vibraciniu volu.

## **10 priedas. Vientiso sraigtinio gręžimo polių įrengimo darbų sauga**

### Veiksmai prieš darbo pradžią

Darbuotojai turi išklausyti darbų saugos instruktažą darbo vietoje. Prieš pradėdant darbą apžiūrėti darbo vietą, išvalyti praėjimą, surinkti pašalinius daiktus, nuvalyti purvą. Įsitikinti įrankių ir apsauginių priemonių tvarkingumu. Prieš įjungiant įrenginius bei mechanizmus, patikrinti ar apsaugotos jų besisukančios dalys. Patikrinti apsauginių priemonių bei pagalbinių inventoriaus būklę. Apžiūrėti darbo vietą. Jei yra kelmų, medžių, akmenų – juos pašalinti ir išplanuoti aikštelę. Tamsiu paros metu, darbo vieta turi būti apšviesta. Vietose, kur yra žmonių ar transporto eismas, būtina pastatyti aptvėrimus, įspėjamuosius ženklus, įrengti signalinius žibintus. Būtina patikrinti agregato techninį stovį: kuro ir tepalų kiekį, ar agregatas sukomplektuotas tvarkingu įrankių ir prietaisų rinkiniu, patikrinti apšvietimą ir garsinę signalizaciją, pašalinti nereikalingus daiktus nuo agregato ir iš kabinos, sutepti tepalu nustatytas vietas. Įsitikinti kontrolinių matavimo prietaisų parodymų teisingumu. Apie pastebėtus trūkumus ir gedimus informuoti padalinio vadovą, darbą pradėti tik juos pašalinus (23).

### Individualios apsaugos priemonės

Privalomos šios individualios apsaugos priemonės: darbo drabužiai, darbo avalynė, darbinės pirštinės, apsauginis šalmas. Apsivilkus darbo drabužius būtina užsisegti rankogalius ir kitas sagas, kad nebūtų kabančių drabužių dalių. Darbo drabužiai turi būti tvarkingi, nevaržantys judesių ir pagal galimybes švarūs (21).

### Darbo proceso saugus organizavimas.

Vykdamas darbus su gręžimo agregatu potencialiai pavojinga zona 5 m atstumu nuo judančių agregato dalių turi būti aptverta signaliniais žaislais „STOP“. Dirbant naudoti individualias apsaugos priemones. Remontuoti, ardyti mechanizmus galima tik visiškai kritus slėgiui ir atjungus įtampą. Darbo vietą pastoviai laikyti tvarkingą, neužgriozdintą, palikti saugius praėjimus. Visus darbus atlikti laikantis saugaus darbo reikalavimų. Draudžiama palikti veikiančią agregatą be priežiūros. Draudžiama dirbti po aukštos įtampos laidais. Draudžiama stovėti po strėle ir dirbančiais agregatais. Draudžiama dirbti nesveikuojant ar apsvaigus. Neleisti dirbti pašaliniais žmonėms. Darbų vykdymui gręžduobėje (valant gruntą dugne, kai nenaudojamas apsauginis vamzdis) turi būti skiriama ne mažiau kaip 3 darbuotojai: du iš jų, esantys išorėje, prižiūri bei prireikus suteikia pagalbą dirbančiajam gręžduobėje. Dirbti gręžduobėje būtina su saugos diržu ir prie jo pritvirtintu saugos (gelbėjimo) lynu, kurio pagalba būtų galima ištraukti dirbantį gręžduobėje. Baigus darbą gamybines atliekas surinkti, užlenkti arba ištraukti kyšančias vinis ir sudėti į rietuves, nuvalyti mechanizmus, instrumentus, įrankius ir sudėti į jiems skirtą vietą, apie pastebėtus įvairius trūkumus ar gedimus pranešti padalinio vadovui. Baigus darbą privaloma pastatyti agregatą į numatytą vietą, išjungti variklį, nuo mechanizmų nuvalyti purvą ir nutekėjusius tepalus, pašalinti smulkius defektus, sutepti sukamąsias dalis, sutvarkyti darbo vietą, apie pastebėtus gedimus pranešti mechanikui (21).

### Veiksmai įvykus avarijai ar nelaimingam atsitikimui

Įvykus avarijai ar nelaimingam atsitikimui pirmiausia imtis priemonių žmonių gelbėjimui, jei reikia iškviešti avarijų likvidavimo tarnybą, priešgaisrinę ir greitąją medicininę pagalbą, informuoti atitinkamas priežiūros tarnybas. Esant pavojui pasitraukti iš pavojingos zonos ir

pašalinti kitus darbuotojus. Informuoti tiesioginį darbų vadovą. Avarijos, kurių metu sužalojami žmonės tampa nelaimingu atsitikimu. Įvykus nelaimingam atsitikimui nukentėjęs, jei pajėgia, turi nedelsdamas apie tai pranešti padalinio vadovui. Asmuo matęs arba apie jį sužinojęs, turi suteikti nukentėjusiajam pirmąją pagalbą ir pranešti tiesioginiam darbo vadovui. Darbo vieta ir įrengimų būklė turi išlikti tokie, kokie buvo nelaimingo atsitikimo metu. Jei tai kelia pavojų aplinkinių darbuotojų gyvybei ir sveikatai, gali būti atlikti tik būtinausi pakeitimai, kurie surašomi akte (21).

Įvykus agregato gedimui (išsiliejus alyvai ir kt.), užterštas gruntas turi būti kuo skubiau išvežtas į numatytą utilizacijos vietą, pakeičiant švariu gruntu (21).



**11 priedas. Vientiso sraigtinio gręžimo polinių pamatų lokalinė sąmata. Darbo užmokesčio, medžiagų ir mechanizmų poreikio žiniaraščiai. (Sąmata ir žiniaraščiai sudaryti programa „Sistela“)**

**LOKALINĖ SĄMATA**

Sudaryta pagal 2015.03 kainas

**Statinys**            **Verslo centras Kaune**

**Žiniaraštis**        **Vientiso sraigtinio gręžimo poliniai pamatai**

2015.10.14

**Suma žiniaraščiui    72207.96 EUR**

Sąm. eil.	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma	Kiekis	Kaina EUR	Iš viso EUR
<b>1</b>	<b>Gręžtiniai poliai</b>					
<b>1 N1-102</b>		t. m3		0,741		
	II grupės grunto kasimas ir perstūmimas iki 10m atstumu 79kW (108AJ) galingumo buldozeriais k9=1.15					
489073	Buldozeris 79 kW (108 AG)	maš.val	7,9	5,8539	37,83	221,45
N1-102	Darbo užm.            Medžiagos			Mechanizmai 221.45		Iš viso 221.45
<b>2 N1-103</b>		t. m3		0,741		
	Kiekvieniems sekantiems 10m, perstūmiant II grupės gruntą 79kW (108AJ) galingumo buldozeriais, pridėti prie N1-102 k2=2.0, k9=1.15					
489073	Buldozeris 79 kW (108 AG)	maš.val	6,3	9,3366	37,83	353,2
N1-103	Darbo užm.            Medžiagos			Mechanizmai 353.20		Iš viso 353.20
<b>3 N1-57</b>		t. m3		0,134		
	II grupės grunto kasimas 1m3 kaušo talpos ekskavatoriais, pakraunant į autosavivarčius k9=1.15					
	Darbo sąn. kateg. 3.22	žm.val.	6,3	0,8442	4,73	3,99
573015	Neplautas žvyras	m3	0,04	0,00536	10,73	0,06

489063	Vienakaušis ekskavatorius 1,0 m3 kaušo talp.	maš.val	16,0	2,144	44,01	94,36
489073	Buldozeris 79 kW (108 AG)	maš.val	0,03	0,00402	37,83	0,15
489152	Autogreideris 66.2 kW (90 AG)	maš.val	0,37	0,04958	33,35	1,65
N1-57	Darbo užm. 3.99 Medžiagos 0.06		Mechanizmai 96.16		Iš viso 100.21	
<b>4 N1-300</b>		100m3		0,073		
	II gr.grunto kasimas rank.būdu iki 2m pločio ir iki 2m gylio nesutvirtintose tranšėjose ir iki 1.5m gylio duobių kasimas k9=1.15					
	Darbo sąn. kateg. 2.17	žm.val.	196,0	14,308	3,95	56,52
N1-300	Darbo užm. 56.52 Medžiagos		Mechanizmai		Iš viso 56.52	
<b>5 T1-2</b>		100m3		8,824		
	II grupės grunto transportavimas 10t a/savivarčiais 1km atstumu, pakraunant 1m3 kaušo talpos ekskavatoriumi k2=19.0					
450005	Krovininė automašina, keliamoji galia 10 t	maš.val	4,6	771,2176	29,84	23013,13
T1-2	Darbo užm. Medžiagos		Mechanizmai 23013.13		Iš viso 23013.13	
<b>6 N5-117</b>		vnt		45,0		
	Iki 5.5m gylio ir iki 600mm skersmens gręžinio pamatams gręžimas II grupės grunte k9=1.15					
	Darbo sąn. kateg. 3.67	žm.val.	1,57	70,65	4,97	351,13
489159	Polių gręžimo mašina (gręžin.iki 5.5 m gylio)	maš.val	0,81	36,45	29,87	1088,76
N5-117	Darbo užm. 351.13 Medžiagos		Mechanizmai 1088.76		Iš viso 1439.89	
<b>7 N5-125</b>		m3		45,55		
	Gręžtinių pamatų betonavimas k8=1.04, k9=1.15					
	Darbo sąn. kateg. 3.44	žm.val.	2,9	132,095	4,85	640,66
120030	Statybinės vinys	kg	0,0336	1,53048	1,06	1,62
260009	Armatūros karkasai	t	0,02822	1,28542	958,44	1232,0
520045	Metalinės konstrukcijos, įvairios	t	0,0115	0,523825	1454,0	761,64
534015	Apipjautos lentos 40mm st. ir daugiau (2 rūš.)	m3	0,0009	0,040995	195,74	8,02
600043	Betono mišiniai	m3	1,14	51,927	72,24	3751,21
489131	Betono siurblys	maš.val	1,5	68,325	22,19	1516,13

N5-125	Darbo užm. 640.66	Medžiagos 5754.49		Mechanizmai 1516.13		Iš viso 7911.28
<b>8 N6-5</b>			m3		7,1	
	Betono pagrindas po pamatais, paduodant betoną siurbliu k8=1.03, k9=1.15					
	Darbo sąn. kateg. 2.67		žm.val.	1,26	8,946	4,35 38,92
600043	Betono mišiniai		m3	1,02	7,242	72,24 523,16
489092	Betono siurblys		maš.val	0,1	0,71	41,25 29,29
N6-5	Darbo užm. 38.92	Medžiagos 523.16		Mechanizmai 29.29		Iš viso 591.37
<b>9 N6-10</b>			m3		20,98	
	Gelžbetoniniai iki 3m3 tūrio pamatai kolonomams, paduodant betoną kranu					
	Darbo sąn. kateg. 0.0		žm.val.	10,0	209,8	4,78 1002,84
20077	Emulsolas		kg	0,94	19,7212	1,15 22,68
20091	Krosninis kuras		t	0,001	0,02098	442,06 9,27
120002	Plieninė viela		t	0,00014	0,002937	895,98 2,63
120030	Statybinės viny		kg	0,105	2,2029	1,06 2,34
120038	Suvirinimo elektrodai		kg	0,6	12,588	1,94 24,42
260014	Betonas		m3	1,015	21,2947	72,24 1538,33
260017	Armatūra		t	0,04429	0,929204	632,61 587,82
534003	Apipjautos lentos 40mm st. (3 rūš.)		m3	0,003	0,06294	195,74 12,32
534936	Klojinių skydai		m2	0,047	0,98606	8,22 8,11
489131	Kranas		maš.val	0,3	6,294	22,19 139,66
N6-10	Darbo užm. 1002.84	Medžiagos 2207.92		Mechanizmai 139.66		Iš viso 3161.16
<b>10 N6-17</b>			m3		21,36	
	Gelžbetoninės pamatų sijos, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną kranu k8=1.04, k9=1.15					
	Darbo sąn. kateg. 3.33		žm.val.	10,0	213,6	4,78 1021,01
20077	Emulsolas		kg	1,1	23,496	1,15 27,02
20091	Krosninis kuras		t	0,0011	0,023496	442,06 10,39
120002	Plieninė viela		t	0,00029	0,006194	895,98 5,55
120030	Statybinės viny		kg	0,2205	4,70988	1,06 4,99
120038	Suvirinimo elektrodai		kg	1,7	36,312	1,94 70,45
260014	Betonas		m3	1,015	21,6804	72,24 1566,19
260017	Armatūra		t	0,067	1,43112	632,61 905,34
534003	Apipjautos lentos 40mm st. (3 rūš.)		m3	0,004	0,08544	195,74 16,72

534017	Apipjautos lentos 25-32mm st. (3 rūš.)	m3	0,0023	0,049128	195,74	9,62
534936	Klojinių skydai	m2	0,055	1,1748	8,22	9,66
489131	Kranas	maš.val	0,43	9,1848	22,19	203,81
N6-17	Darbo užm. 1021.01	Medžiagos 2625.93	Mechanizmai 203.81		Iš viso 3850.75	
<b>11 N6-22</b>		m3		11,13		
	Gelžb. juostiniai pamatai, atraminės rūšio sienos iki 300mm pločio, įrengiant klojinius iš skydų k8=1.04, k9=1.15					
	Darbo sąn. kateg. 3.22	žm.val.	8,5	94,605	4,73	447,48
20077	Emulsolas	kg	1,06	11,7978	1,15	13,57
20091	Krosninis kuras	t	0,00106	0,011798	442,06	5,22
120002	Plieninė viela	t	0,00032	0,003562	895,98	3,19
120030	Statybinės vinys	kg	0,2485	2,76581	1,06	2,93
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	0,6	6,678	1,94	12,96
260014	Betonas	m3	1,015	11,29695	72,24	816,09
260017	Armatūra	t	0,048	0,53424	632,61	337,97
534003	Apipjautos lentos 40mm st. (3 rūš.)	m3	0,0065	0,072345	195,74	14,16
534017	Apipjautos lentos 25-32mm st. (3 rūš.)	m3	0,0006	0,006678	195,74	1,31
534936	Klojinių skydai	m2	0,053	0,58989	8,22	4,85
489131	Kranas	maš.val	0,43	4,7859	22,19	106,2
N6-22	Darbo užm. 447.48	Medžiagos 1212.25	Mechanizmai 106.20		Iš viso 1765.93	
<b>12 N6P-0201</b>		m2		298,6		
	Monolitinių pamatų hidroizoliacijos įrengimas, tepant 2 kartus hidroizoliaciniu bitumu k9=1.15					
	Darbo sąn. kateg. 3.0	žm.val.	0,21	62,706	4,59	287,82
20099	Hidroizoliacinis bitumas	kg	3,0	895,8	1,65	1478,07
N6P-0201	Darbo užm. 287.82	Medžiagos 1478.07	Mechanizmai		Iš viso 1765.89	
<b>13 N60-1-2</b>		100m2		3,413		
	Monolitinių pamatų termoizoliacijos įrengimas k9=1.15					
	Darbo sąn. kateg. 3.0	žm.val.	67,0	228,671	4,59	1049,6
220706	Smeigės izoliacijos tvirtinimui	vnt	380,0	1296,94	0,15	194,54
570193	Universalios akmens vatos plokštės	m3	5,48	18,70324	32,49	607,67
572130	Ritininės medžiagos	m2	28,0	95,564	0,74	70,72
390049	Elektrinis grąžtas	maš.val	21,0	71,673	0,46	32,97

N60-1-2	Darbo užm. 1049.60	Medžiagos 872.93		Mechanizmai 32.97		Iš viso 1955.50	
<b>14 N1-140</b>			t. m3			0,108	
	Tranšėjų ir duobių užpylimas iš sankasos 96kW(130AJ) galingumo buldozeriais, perstūmiant II grupės gruntą iki 5m atstumu k9=1.15						
489074	Buldozeris 96 kW (130 AG)		maš.val	4,6	0,4968	37,83	18,79
N1-140	Darbo užm.	Medžiagos		Mechanizmai 18.79		Iš viso 18.79	
<b>15 N1P-0803</b>			100m3			1,08	
	Grunto tankinimas savaeigiu vibrovolu , kai vibrovolio masė iki 6t( I-II grupės gruntas) k9=1.15						
489100	Savaeigis plentvolis iki 6 t		maš.val	0,78	0,8424	29,12	24,53
489333	Buldozeris iki 45 kW (62 AG)		maš.val	1,1	1,188	27,04	32,12
N1P-0803	Darbo užm.	Medžiagos		Mechanizmai 56.65		Iš viso 56.65	
Iš viso skyriuje	1 Darbo užm. 4900	Medžiagos 14486		Mechanizmai 26876		Iš viso 46262	
Viso žiniaraštyje	1 Darbo užm. 4900	Medžiagos 14486		Mechanizmai 26876		Iš viso 46262	
	Papildomų medžiagų vertė	3.00%			435		
	Papildomų mechanizmų vertė	3.00%				806	
	Sezoniniai darbai	15.00% (3897)		585			
	Specifiniai darbai	17.00%		86			
	Papildomas darbo užmokestis	8.00%(4900+585+86)		446			
	<b>Viso:</b>			6017	14921	27682	48620
	Soc.draudimo išlaidos	31.00%(4900+585+86+446)		1865			
	<b>Statinio statybos išlaidos</b>		<b>Viso:</b>	7882	14921	27682	50485
	Statybvietės išlaidos	9.00%					4544
	<b>Iš viso tiesioginės išlaidos</b>						55029
	Pridėtinės išlaidos	30.00%(4900+585+86+446)					1805
	Pelnas	5.00%(55029+1805)					2842
	<b>Iš viso netiesioginės išlaidos</b>						4647
						<b>Bendra vertė be PVM</b>	59676
	Pridėtinės vertės mokestis	21.00%					12531,96
						<b>Bendra vertė su PVM</b>	72207,96

# DARBO UŽMOKESČIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2015.03 kainas

Statinys Verslo centras Kaune

Žiniaraštis Vientiso sriagtinio gręžimo poliniai pamatai

2015.12.01

Sąm. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Darbo sąnaudos žm./val.	Kategorija	Tarifinis atlygis	Darbo užmok. EUR
<b>1 Gręžtiniai poliai</b>								
3	<b>N1-57</b>	II grupės grunto kasimas 1m3 kaušo talpos ekskavatoriais, pakraunant į autosavivarčius k9=1.15	t. m3	0,134	0,84	3,22	4,73	3,99
4	<b>N1-300</b>	II gr.grunto kasimas rank.būdu iki 2m pločio ir iki 2m gylio nesutvirtintose tranšėjose ir iki 1.5m gylio duobių kasimas k9=1.15	100m3	0,073	14,31	2,17	3,95	56,52
6	<b>N5-117</b>	Iki 5.5m gylio ir iki 600mm skersmens gręžinio pamatams gręžimas II grupės grunte k9=1.15	vnt	45,0	70,65	3,67	4,97	351,13
7	<b>N5-125</b>	Gręžtinių pamatų betonavimas k8=1.04, k9=1.15	m3	45,55	132,1	3,44	4,85	640,66
8	<b>N6-5</b>	Betono pagrindas po pamatais, paduodant betoną siurbliu k8=1.03, k9=1.15	m3	7,1	8,95	2,67	4,35	38,92
9	<b>N6-10</b>	Gelžbetoniniai iki 3m3 tūrio pamatai kolonomams, paduodant betoną kranu	m3	20,98	209,8		4,78	1002,84
10	<b>N6-17</b>	Gelžbetoninės pamatų sijos, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną kranu k8=1.04, k9=1.15	m3	21,36	213,6	3,33	4,78	1021,01
11	<b>N6-22</b>	Gelžb. juostiniai pamatai, atraminės rūšio sienos iki 300mm pločio, įrengiant klojinius iš skydų k8=1.04, k9=1.15	m3	11,13	94,61	3,22	4,73	447,48
12	<b>N6P-0201</b>	Monolitinių pamatų hidroizoliacijos įrengimas, tepant 2 kartus hidroizoliaciniu bitumu k9=1.15	m2	298,6	62,71	3,0	4,59	287,82
13	<b>N60-1-2</b>	Monolitinių pamatų termoizoliacijos įrengimas k9=1.15	100m2	3,413	228,67	3,0	4,59	1049,6

Iš viso skyriuje 1	1036,23	4900,0
Iš viso žiniaraštyje 1	1036,23	4900,0

## MEDŽIAGŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2015.03 kainas

**Statiny** Verslo centras Kaune

**Žiniaraštis** Vientiso sraigtinio gręžimo poliniai pamatai

2015.12.01

Resurso kodas	Pavadinimas	Mato vnt	Kaina EUR	Kiekis	Vertė EUR
1	<b>METALAS</b>				
120002	Plieninė viela	t	895,98	0,01269	11,37
120030	Statybinės vinys	kg	1,06	11,20907	11,88
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	1,94	55,578	107,82
260009	Armatūros karkasai	t	958,44	1,28542	1232,0
260017	Armatūra	t	632,61	2,59539	1641,87
520045	Metalinės konstrukcijos, įvairios	t	1454,0	0,52383	761,64
	<b>Iš viso</b>				<b>3766,58</b>
3	<b>BENDROSIOJOS STATYBINĖS MEDŽIAGOS</b>				
220706	Smeigės izoliacijos tvirtinimui	vnt	0,15	1296,94	194,54
573015	Neplautas žvyras	m3	10,73	0,00536	0,06
	<b>Iš viso</b>				<b>194,6</b>
8	<b>MEDŽIO GAMINIAI</b>				
534003	Apipjaautos lentos 40mm st. (3 rūš.)	m3	195,74	0,22073	43,2
534015	Apipjaautos lentos 40mm st. ir daugiau (2 rūš.)	m3	195,74	0,041	8,02
534017	Apipjaautos lentos 25-32mm st. (3 rūš.)	m3	195,74	0,05581	10,92
534936	Klojinių skydai	m2	8,22	2,75075	22,61
	<b>Iš viso</b>				<b>84,75</b>
9	<b>IZOLIACINĖS MEDŽIAGOS</b>				
20099	Hidroizoliacinis bitumas	kg	1,65	895,8	1478,07
570193	Universalios akmens vatos plokštės	m3	32,49	18,70324	607,67

572130	Ritininės medžiagos	m2	0,74	95,564	70,72
		<b>Iš viso</b>			<b>2156,46</b>
11	<b>PUSFABRIKAČIAI</b>				
260014	Betonas	m3	72,24	54,27205	3920,61
600043	Betono mišiniai	m3	72,24	59,169	4274,37
		<b>Iš viso</b>			<b>8194,98</b>
12	<b>KITOS MEDŽIAGOS</b>				
20077	Emulsolas	kg	1,15	55,015	63,27
20091	Krosninis kuras	t	442,06	0,05627	24,88
		<b>Iš viso</b>			<b>88,15</b>
		<b>Iš viso</b>			<b>14485,52</b>

## MECHANIZMŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2015.03 kainas

**Statinys**      **Verslo centras Kaune**

**Žiniaraštis**      **Vientiso sraigtinio gręžimo poliniai pamatai**

2015.12.01

Resurso kodas	Pavadinimas	Darbo val. kaina EUR	Darbo valandų skaičius	Vertė EUR
390049	Elektrinis grąžtas	0,46	71,673	32,97
450005	Krovininė automašina, keliamoji galia 10 t	29,84	771,2176	23013,13
489063	Vienakaušis ekskavatorius 1,0 m3 kaušo talp.	44,01	2,144	94,36
489073	Buldozeris 79 kW (108 AG)	37,83	15,19452	574,81
489074	Buldozeris 96 kW (130 AG)	37,83	0,4968	18,79
489092	Betono siurblys	41,25	0,71	29,29
489100	Savaeigis plentvolis iki 6 t	29,12	0,8424	24,53
489131	Kranas	22,19	88,5897	1965,81
489152	Autogreideris 66.2 kW (90 AG)	33,35	0,04958	1,65
489159	Polių gręžimo mašina (gręžin.iki 5.5 m gylio)	29,87	36,45	1088,76
489333	Buldozeris iki 45 kW (62 AG)	27,04	1,188	32,12
		<b>Iš viso</b>		<b>26876,22</b>



**12 priedas. Surenkamų gelžbetoninių pamatų lokalinė sąmata. Darbo užmokesčio, medžiagų ir mechanizmų poreikio žiniaraščiai.**  
**(Sąmata ir žiniaraščiai sudaryti programa „Sistela“)**

**LOKALINĖ SĄMATA**

Sudaryta pagal 2015.03 kainas

**Statinių grupė Verslo centras Kaune**

**Žiniaraštis Surenkami gežbetoniniai pamatai**

2015.10.14				<b>Suma žiniaraščiui</b>		<b>83607.37 EUR</b>
Sąm. eil.	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma	Kiekis	Kaina EUR	Iš viso EUR
<b>1</b>	<b>Seklieji pamatai</b>					
<b>1 N1-102</b>		t. m3		0,741		
	II grupės grunto kasimas ir perstūmimas iki 10m atstumu 79kW (108AJ) galingumo buldozeriais k9=1.15					
489073	Buldozeris 79 kW (108 AG)	maš.val	7,9	5,8539	37,83	221,45
N1-102	Darbo užm. Medžiagos			Mechanizmai 221.45	Iš viso 221.45	
<b>2 N1-103</b>		t. m3		0,741		
	Kiekvieniems sekantiems 10m, perstūmiant II grupės gruntą 79kW (108AJ) galingumo buldozeriais, pridėti prie N1-102 k2=2.0, k9=1.15					
489073	Buldozeris 79 kW (108 AG)	maš.val	6,3	9,3366	37,83	353,2
N1-103	Darbo užm. Medžiagos			Mechanizmai 353.20	Iš viso 353.20	
<b>3 N1-57</b>		t. m3		0,2323		
	II grupės grunto kasimas 1m3 kaušo talpos ekskavatoriais, pakraunant į autosavivarčius k9=1.15					

	Darbo sąn. kateg. 3.22	žm.val.	6,3	1,46349	4,73	6,92
573015	Neplautas žvyras	m3	0,04	0,009292	10,73	0,1
489063	Vienakaušis ekskavatorius 1,0 m3 kaušo talp.	maš.val	16,0	3,7168	44,01	163,58
489073	Buldozeris 79 kW (108 AG)	maš.val	0,03	0,006969	37,83	0,26
489152	Autogreideris 66.2 kW (90 AG)	maš.val	0,37	0,085951	33,35	2,87
N1-57	Darbo užm. 6.92 Medžiagos 0.10			Mechanizmai 166.71		Iš viso 173.73
<b>4 N1-300</b>		100m3			0,1019	
	II gr.grunto kasimas rank.būdu iki 2m pločio ir iki 2m gylio nesutvirtintose tranšėjose ir iki 1.5m gylio duobių kasimas k9=1.15					
	Darbo sąn. kateg. 2.17	žm.val.	196,0	19,9724	3,95	78,89
N1-300	Darbo užm. 78.89 Medžiagos			Mechanizmai		Iš viso 78.89
<b>5 T1-2</b>		100m3			9,833	
	II grupės grunto transportavimas 10t a/savivarčiais 1km atstumu, pakraunant 1m3 kaušo talpos ekskavatoriumi k2=19.0					
450005	Krovininė automašina, keliamoji galia 10 t	maš.val	4,6	859,4042	29,84	25644,62
T1-2	Darbo užm. Medžiagos			Mechanizmai 25644.62		Iš viso 25644.62
<b>6 N6-5</b>		m3			10,11	
	Betono pagrindas po pamatais, paduodant betoną siurbliu k8=1.03, k9=1.15					
	Darbo sąn. kateg. 2.67	žm.val.	1,26	12,7386	4,35	55,41
600043	Betono mišiniai	m3	1,02	10,3122	72,24	744,95
489092	Betono siurblys	maš.val	0,1	1,011	41,25	41,7
N6-5	Darbo užm. 55.41 Medžiagos 744.95			Mechanizmai 41.70		Iš viso 842.06
<b>7 N7-5</b>		vnt			30,0	
	Pamatų po kolonomis montavimas, kai konstrukcijos masė iki 3.5t					
	Darbo sąn. kateg. 3.22	žm.val.	1,8	54,0	4,73	255,42
1-260027	Surenkamos g/b konstrukcijos	vnt	1,0	30,0	132,42	3972,6
489041	Kranas ant vikšrinės važiuoklės 16 t keliamosios galios	maš.val	0,61	18,3	31,12	569,5
N7-5	Darbo užm. 255.42 Medžiagos 3972.60			Mechanizmai 569.50		Iš viso 4797.52
<b>8 N7-4</b>		vnt			3,0	

	Pamatų po kolonomis montavimas, kai konstrukcijos masė iki 1.5t						
	Darbo sąn. kateg. 3.22		žm.val.	1,12	3,36	4,73	15,89
2-260027	Surenkamos g/b konstrukcijos		vnt	1,0	3,0	21,82	65,46
489041	Kranas ant vikšrinės važiuoklės 16 t keliamosios galios		maš.val	0,39	1,17	31,12	36,41
N7-4	Darbo užm. 15.89	Medžiagos 65.46		Mechanizmai 36.41		Iš viso 117.76	
<b>9 N7-6</b>			vnt		6,0		
	Pamatų po kolonomis montavimas, kai konstrukcijos masė didesnė kaip 3.5t						
	Darbo sąn. kateg. 3.22		žm.val.	2,9	17,4	4,73	82,3
3-260027	Surenkamos g/b konstrukcijos		vnt	1,0	6,0	326,25	1957,5
489041	Kranas ant vikšrinės važiuoklės 16 t keliamosios galios		maš.val	1,41	8,46	31,12	263,28
N7-6	Darbo užm. 82.30	Medžiagos 1957.50		Mechanizmai 263.28		Iš viso 2303.08	
<b>10 N6P-0303</b>			m3		0,67		
	Pamatų stulpelių betonavimas siurbliu k8=1.03, k9=1.15						
	Darbo sąn. kateg. 3.0		žm.val.	1,4	0,938	4,59	4,31
600043	Betono mišiniai		m3	1,02	0,6834	72,24	49,37
489092	Betono siurblys		maš.val	0,14	0,0938	41,25	3,87
489192	Vibratorius		maš.val	0,4	0,268	0,46	0,12
N6P-0303	Darbo užm. 4.31	Medžiagos 49.37		Mechanizmai 3.99		Iš viso 57.67	
<b>11 N6-22</b>			m3		11,13		
	Gelžb. juostiniai pamatai, atraminės rūšio sienos iki 300mm pločio, įrengiant klojinius iš skydų k8=1.04, k9=1.15						
	Darbo sąn. kateg. 3.22		žm.val.	8,5	94,605	4,73	447,48
20077	Emulsolas		kg	1,06	11,7978	1,15	13,57
20091	Krosninis kuras		t	0,00106	0,011798	442,06	5,22
120002	Plieninė viela		t	0,00032	0,003562	895,98	3,19
120030	Statybinės vinys		kg	0,2485	2,76581	1,06	2,93
120038	Suvirinimo elektrodai		kg	0,6	6,678	1,94	12,96
260014	Betonas		m3	1,015	11,29695	72,24	816,09
260017	Armatūra		t	0,048	0,53424	632,61	337,97

534003	Apipjautos lentos 40mm st. (3 rūš.)	m3	0,0065	0,072345	195,74	14,16
534017	Apipjautos lentos 25-32mm st. (3 rūš.)	m3	0,0006	0,006678	195,74	1,31
534936	Klojinių skydai	m2	0,053	0,58989	8,22	4,85
489131	Kranas	maš.val	0,43	4,7859	22,19	106,2
N6-22	Darbo užm. 447.48 Medžiagos 1212.25			Mechanizmai 106.20		Iš viso 1765.93
<b>12 N7-7</b>		vnt		37,0		
	Pamatų sijų montavimas					
	Darbo sąn. kateg. 3.67	žm.val.	4,9	181,3	4,97	901,06
600008	Cementinis skiedinys S5	m3	0,0047	0,1739	56,9	9,89
600046	Betono mišiniai C12/15	m3	0,03	1,11	70,9	78,7
4-260027	Surenkamos g/b konstrukcijos	vnt	1,0	37,0	409,57	15154,09
489041	Kranas ant vikšrinės važiuoklės 16 t keliamosios galios	maš.val	0,47	17,39	31,12	541,18
N7-7	Darbo užm. 901.06 Medžiagos 15242.68			Mechanizmai 541.18		Iš viso 16684.92
<b>13 N7P-0107</b>		m2		298,6		
	Surenkamų betoninių ir gelžbetoninių pamatų teptinės hidroizoliacijos įrengimas , tepant 2 kartus hidroizoliaciniais mišiniais k8=1.14					
	Darbo sąn. kateg. 3.0	žm.val.	0,26	77,636	4,59	356,35
572236	Hidroizoliacinis mišinys Procor 20	l	1,5	447,9	1,0	447,9
489244	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	maš.val	0,02	5,972	0,46	2,75
N7P-0107	Darbo užm. 356.35 Medžiagos 447.90			Mechanizmai 2.75		Iš viso 807.00
<b>14 N60-1-2</b>		100m2		3,413		
	Surenkamų betoninių ir gelžbetoninių pamatų termoizoliacijos įrengimas k9=1.15					
	Darbo sąn. kateg. 3.0	žm.val.	67,0	228,671	4,59	1049,6
220706	Smeigės izoliacijos tvirtinimui	vnt	380,0	1296,94	0,15	194,54
570193	Universalios akmens vatos plokštės	m3	5,48	18,70324	32,49	607,67
572130	Ritininės medžiagos	m2	28,0	95,564	0,74	70,72
390049	Elektrinis gražtas	maš.val	21,0	71,673	0,46	32,97
N60-1-2	Darbo užm. 1049.60 Medžiagos 872.93			Mechanizmai 32.97		Iš viso 1955.50
<b>15 N1-140</b>		t. m3		0,187		

Tranšėjų ir duobių užpylimas iš sankasos 96kW(130AJ) galingumo buldozeriais, perstūmiant II grupės gruntą iki 5m atstumu k9=1.15							
489074	Buldozeris 96 kW (130 AG)		maš.val	4,6	0,8602	37,83	32,54
N1-140	Darbo užm.	Medžiagos		Mechanizmai 32.54		Iš viso 32.54	
<b>16</b>	<b>N1P-0803</b>		100m3		1,87		
Grunto tankinimas savaeigiu vibrovolu , kai vibrovolio masė iki 6t( I-II grupės gruntas) k9=1.15							
489100	Savaeigis plentvolis iki 6 t		maš.val	0,78	1,4586	29,12	42,47
489333	Buldozeris iki 45 kW (62 AG)		maš.val	1,1	2,057	27,04	55,62
N1P-0803	Darbo užm.	Medžiagos		Mechanizmai 98.09		Iš viso 98.09	
Iš viso skyriuje 1 Darbo užm. 3254 Medžiagos 24566				Mechanizmai 28115		Iš viso 55935	
Viso žiniaraštyje 1 Darbo užm. 3254 Medžiagos 24566				Mechanizmai 28115		Iš viso 55935	
Papildomų medžiagų vertė 3.00%				737			
Papildomų mechanizmų vertė 3.00%						843	
Sezoniniai darbai 15.00% (1643)				246			
Specifiniai darbai 17.00%				70			
Papildomas darbo užmokestis 8.00%(3254+246+70)				286			
<b>Viso:</b>				3856		25303 28958 58117	
Soc.draudimo išlaidos 31.00%(3254+246+70+286)				1195			
<b>Statinio statybos išlaidos</b>				<b>Viso:</b>		59312	
Statybviētės išlaidos 9.00%						5338	
<b>Iš viso tiesioginės išlaidos</b>						64650	
Pridėtinės išlaidos 30.00%(3254+246+70+286)						1157	
Pelnas 5.00%(64650+1157)						3290	
<b>Iš viso netiesioginės išlaidos</b>						4447	
				<b>Bendra vertė be PVM</b>		69097	
Pridėtinės vertės mokestis 21.00%						14510,37	
				<b>Bendra vertė su PVM</b>		83607,37	

## DARBO UŽMOKESČIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2015.03 kainas

**Statinių grupė**    **Verslo centras Kaune**

**Žiniaraštis**        **Surenkami gelžbetoniniai pamatai**

2015.12.01

Sąm. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Darbo sąnaudos žm./val.	Kategorija	Tarifinis atlygis	Darbo užmok. EUR
<b>1 Seklieji pamatai</b>								
3	<b>N1-57</b>	II grupės grunto kasimas 1m3 kaušo talpos ekskavatoriais, pakraunant į autosavivarčius k9=1.15	t. m3	0,2323	1,46	3,22	4,73	6,92
4	<b>N1-300</b>	II gr.grunto kasimas rank.būdu iki 2m pločio ir iki 2m gylio nesutvirtintose tranšėjose ir iki 1.5m gylio duobių kasimas k9=1.15	100m3	0,1019	19,97	2,17	3,95	78,89
6	<b>N6-5</b>	Betono pagrindas po pamatais, paduodant betoną siurbliu k8=1.03, k9=1.15	m3	10,11	12,74	2,67	4,35	55,41
7	<b>N7-5</b>	Pamatų po kolonomis montavimas, kai konstrukcijos masė iki 3.5t	vnt	30,0	54,0	3,22	4,73	255,42
8	<b>N7-4</b>	Pamatų po kolonomis montavimas, kai konstrukcijos masė iki 1.5t	vnt	3,0	3,36	3,22	4,73	15,89
9	<b>N7-6</b>	Pamatų po kolonomis montavimas, kai konstrukcijos masė didesnė kaip 3.5t	vnt	6,0	17,4	3,22	4,73	82,3
10	<b>N6P-0303</b>	Pamatų stulpelių betonavimas siurbliu k8=1.03, k9=1.15	m3	0,67	0,94	3,0	4,59	4,31
11	<b>N6-22</b>	Gelžb. juostiniai pamatai, atraminės rūšio sienos iki 300mm pločio, įrengiant klojinius iš skydų k8=1.04, k9=1.15	m3	11,13	94,61	3,22	4,73	447,48
12	<b>N7-7</b>	Pamatų sijų montavimas	vnt	37,0	181,3	3,67	4,97	901,06
13	<b>N7P-0107</b>	Surenkamų betoninių ir gelžbetoninių pamatų tepinės hidroizoliacijos įrengimas , tepant 2 kartus hidroizoliaciniais mišiniais k8=1.14	m2	298,6	77,64	3,0	4,59	356,35

14	<b>N60-1-2</b>	Surenkamų betoninių ir gelžbetoninių pamatų termoizoliacijos įrengimas k9=1.15	100m2	3,413	228,67	3,0	4,59	1049,6
----	----------------	--	-------	-------	--------	-----	------	--------

<b>Iš viso skyriuje 1</b>					<b>692,08</b>			<b>3254,0</b>
<b>Iš viso žiniaraštyje 1</b>					<b>692,08</b>			<b>3254,0</b>

## MEDŽIAGŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2015.03 kainas

**Statinių grupė Verslo centras Kaune**

**Žiniaraštis Surenkami gelžbetoniniai pamatai**

2015.12.01

Resurso kodas	Pavadinimas	Mato vnt	Kaina EUR	Kiekis	Vertė EUR
1	<b>METALAS</b>				
120002	Plieninė viela	t	895,98	0,00356	3,19
120030	Statybinės vinys	kg	1,06	2,76581	2,93
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	1,94	6,678	12,96
260017	Armatūra	t	632,61	0,53424	337,97
	<b>Iš viso</b>				<b>357,05</b>
3	<b>BENDROSIOS STATYBINĖS MEDŽIAGOS</b>				
220706	Smeigės izoliacijos tvirtinimui	vnt	0,15	1296,94	194,54
573015	Neplautas žvyras	m3	10,73	0,00929	0,1
	<b>Iš viso</b>				<b>194,64</b>
8	<b>MEDŽIO GAMINIAI</b>				
534003	Apipjautos lentos 40mm st. (3 rūš.)	m3	195,74	0,07235	14,16
534017	Apipjautos lentos 25-32mm st. (3 rūš.)	m3	195,74	0,00668	1,31
534936	Klojinių skydai	m2	8,22	0,58989	4,85
	<b>Iš viso</b>				<b>20,32</b>
9	<b>IZOLIACINĖS MEDŽIAGOS</b>				
570193	Universalios akmens vatos plokštės	m3	32,49	18,70324	607,67

572130	Ritininės medžiagos	m2	0,74	95,564	70,72
572236	Hidroizoliacinis mišinys Procor 20	l	1,0	447,9	447,9
<b>Iš viso</b>					<b>1126,29</b>
10	<b>BETONO IR GELŽBETONIO GAMINIAI</b>				
1-260027	Surenkamos g/b konstrukcijos	vnt	132,42	30,0	3972,6
2-260027	Surenkamos g/b konstrukcijos	vnt	21,82	3,0	65,46
3-260027	Surenkamos g/b konstrukcijos	vnt	326,25	6,0	1957,5
4-260027	Surenkamos g/b konstrukcijos	vnt	409,57	37,0	15154,09
<b>Iš viso</b>					<b>21149,65</b>
11	<b>PUSFABRIKAČIAI</b>				
260014	Betonas	m3	72,24	11,29695	816,09
600008	Cementinis skiedinys S5	m3	56,9	0,1739	9,89
600043	Betono mišiniai	m3	72,24	10,9956	794,32
600046	Betono mišiniai C12/15	m3	70,9	1,11	78,7
<b>Iš viso</b>					<b>1699,0</b>
12	<b>KITOS MEDŽIAGOS</b>				
20077	Emulsolas	kg	1,15	11,7978	13,57
20091	Krosninis kuras	t	442,06	0,0118	5,22
<b>Iš viso</b>					<b>18,79</b>
<b>Iš viso</b>					<b>24565,74</b>

## MECHANIZMŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2015.03 kainas

**Statinių grupė**    **Verslo centras Kaune**

**Žiniaraštis**        **Surenkami gelžbetoniniai pamatai**

2015.12.01

Resurso kodas	Pavadinimas	Darbo val. kaina EUR	Darbo valandų skaičius	Vertė EUR
390049	Elektrinis gražtas	0,46	71,673	32,97
450005	Krovininė automašina, keliamoji galia 10 t	29,84	859,4042	25644,62



489041	Kranas ant vikšrinės važiuoklės 16 t keliamosios galios	31,12	45,32	1410,36
489063	Vienakaušis ekskavatorius 1,0 m3 kaušo talp.	44,01	3,7168	163,58
489073	Buldozeris 79 kW (108 AG)	37,83	15,19747	574,92
489074	Buldozeris 96 kW (130 AG)	37,83	0,8602	32,54
489092	Betono siurblys	41,25	1,1048	45,57
489100	Savaeigis plentvolis iki 6 t	29,12	1,4586	42,47
489131	Kranas	22,19	4,7859	106,2
489152	Autogreideris 66.2 kW (90 AG)	33,35	0,08595	2,87
489192	Vibratorius	0,46	0,268	0,12
489244	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	0,46	5,972	2,75
489333	Buldozeris iki 45 kW (62 AG)	27,04	2,057	55,62
	<b>Iš viso</b>			<b>28114,59</b>

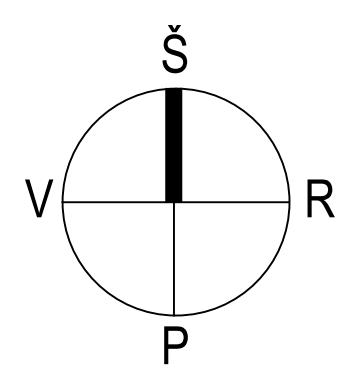
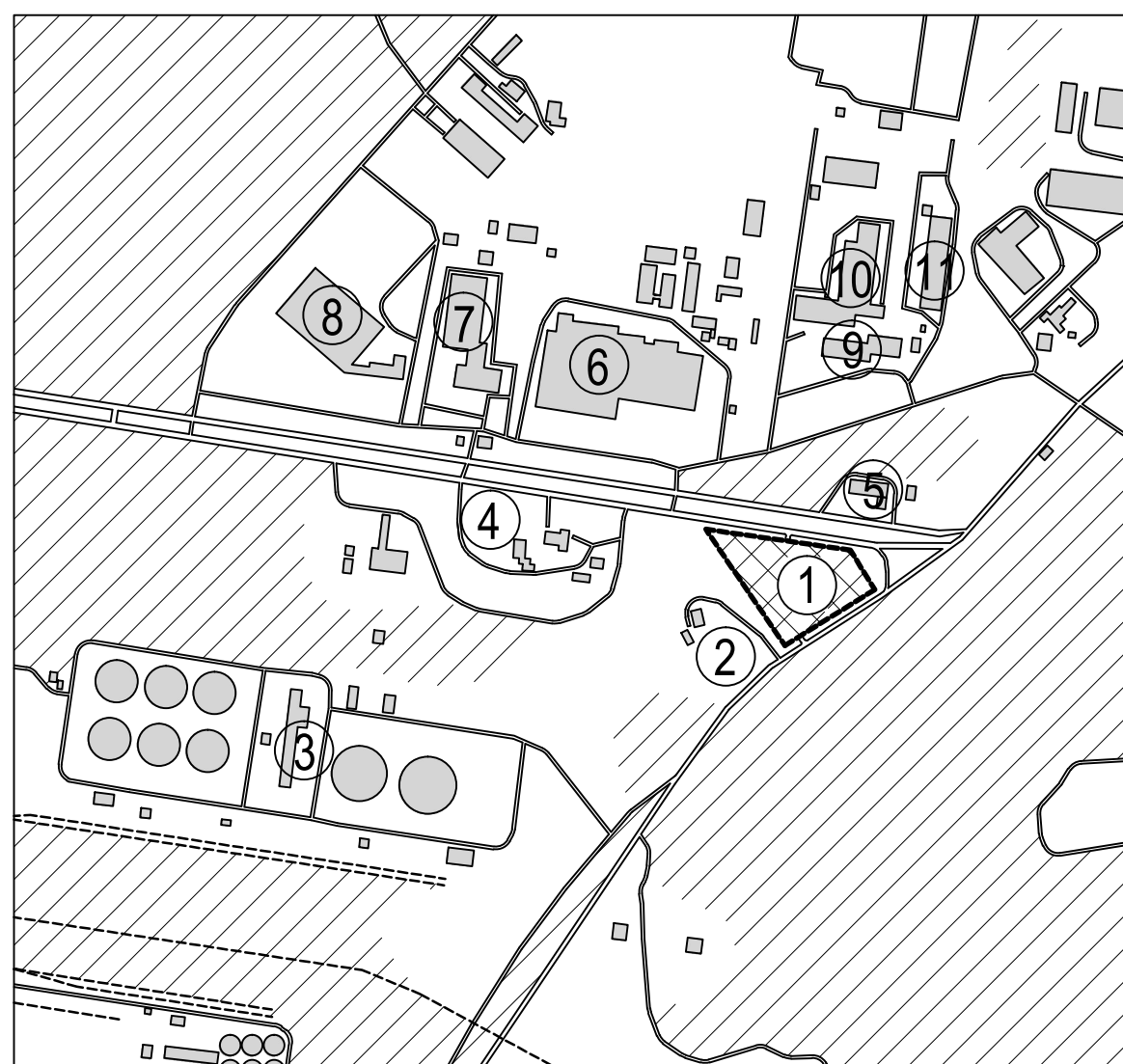
Sutartiniai žymėjimai

Žymėjimas	Pavadinimas
[Symbol]	Sklypo riba
[Symbol]	Projektuojamo pastato sklypas
[Symbol]	Gretimi pastatai
[Symbol]	Žali plotai
[Symbol]	Geležinkelio bėgiai

Situacijos eksplikacija

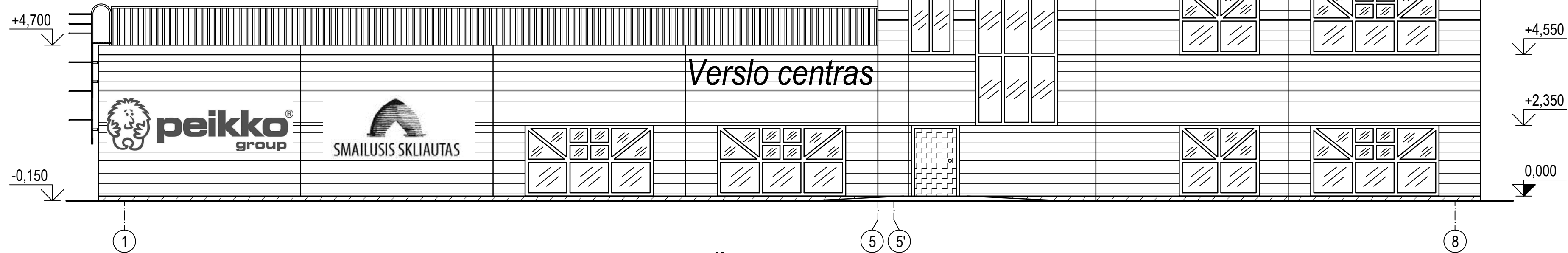
Eil. Nr.	Pavadinimas
1.	Projektuojamo pastato sklypas
2.	Gyvenamasis namas
3.	UAB „Kauno termof. elektrinės“ mazuto ūkis
4.	VŠĮ „A&M“ Sport
5.	UAB „Lukoil Baltija“ degalinė
6.	UAB „Sanitex“
7.	UAB „Kitron“
8.	UAB „Atura“
9.	UAB „Elonika“
10.	UAB „Vetoi“
11.	UAB „Toresta“

SITUACIJOS PLANAS MASTELIS 1:7500

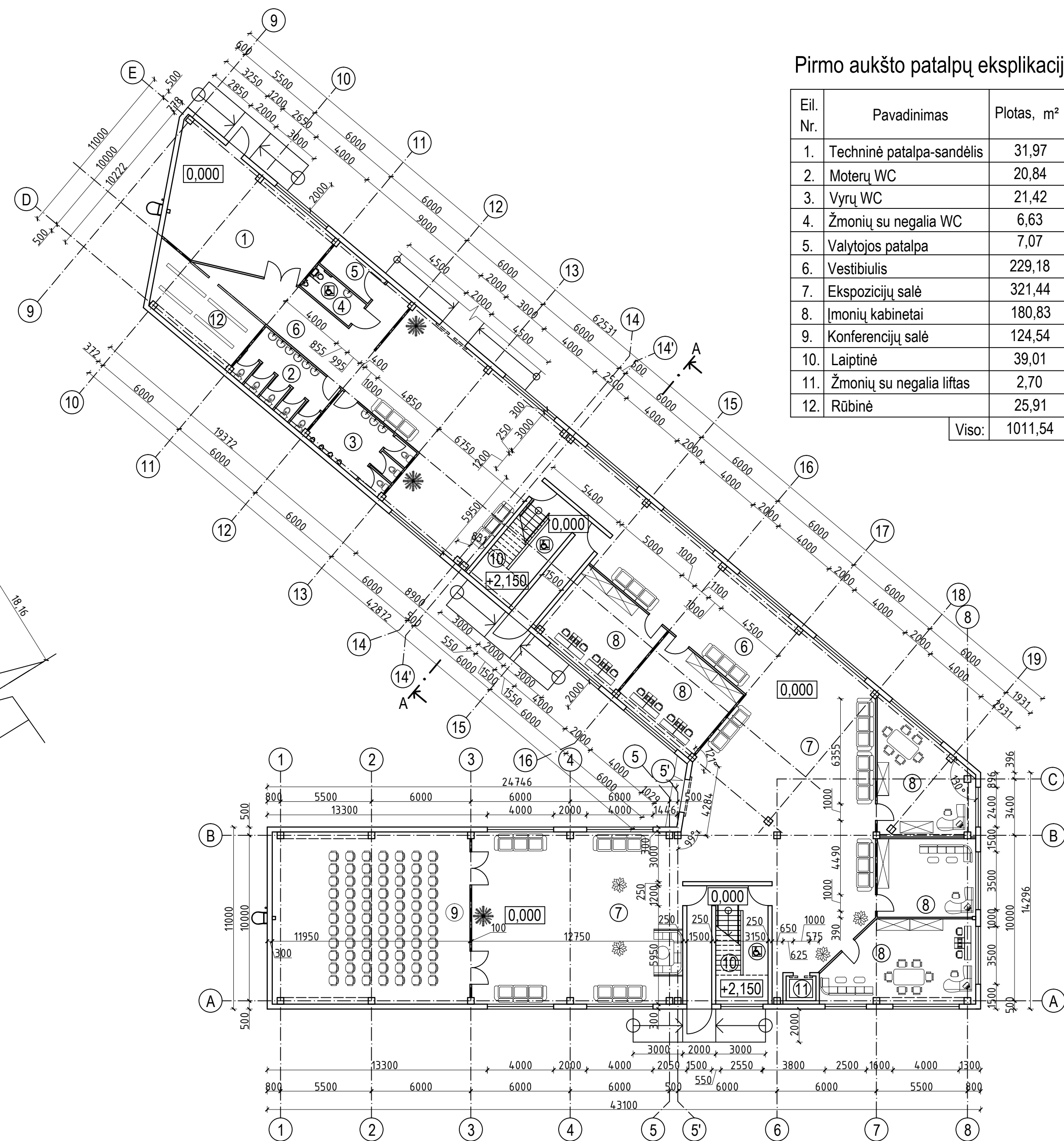


Sutartiniai žymėjimai

Žymėjimas	Pavadinimas
[Symbol]	Sienos – „RUUKKI“, daugiasluoksnės plokštės
[Symbol]	Langai
[Symbol]	Cokolis-tinkas
[Symbol]	Durys



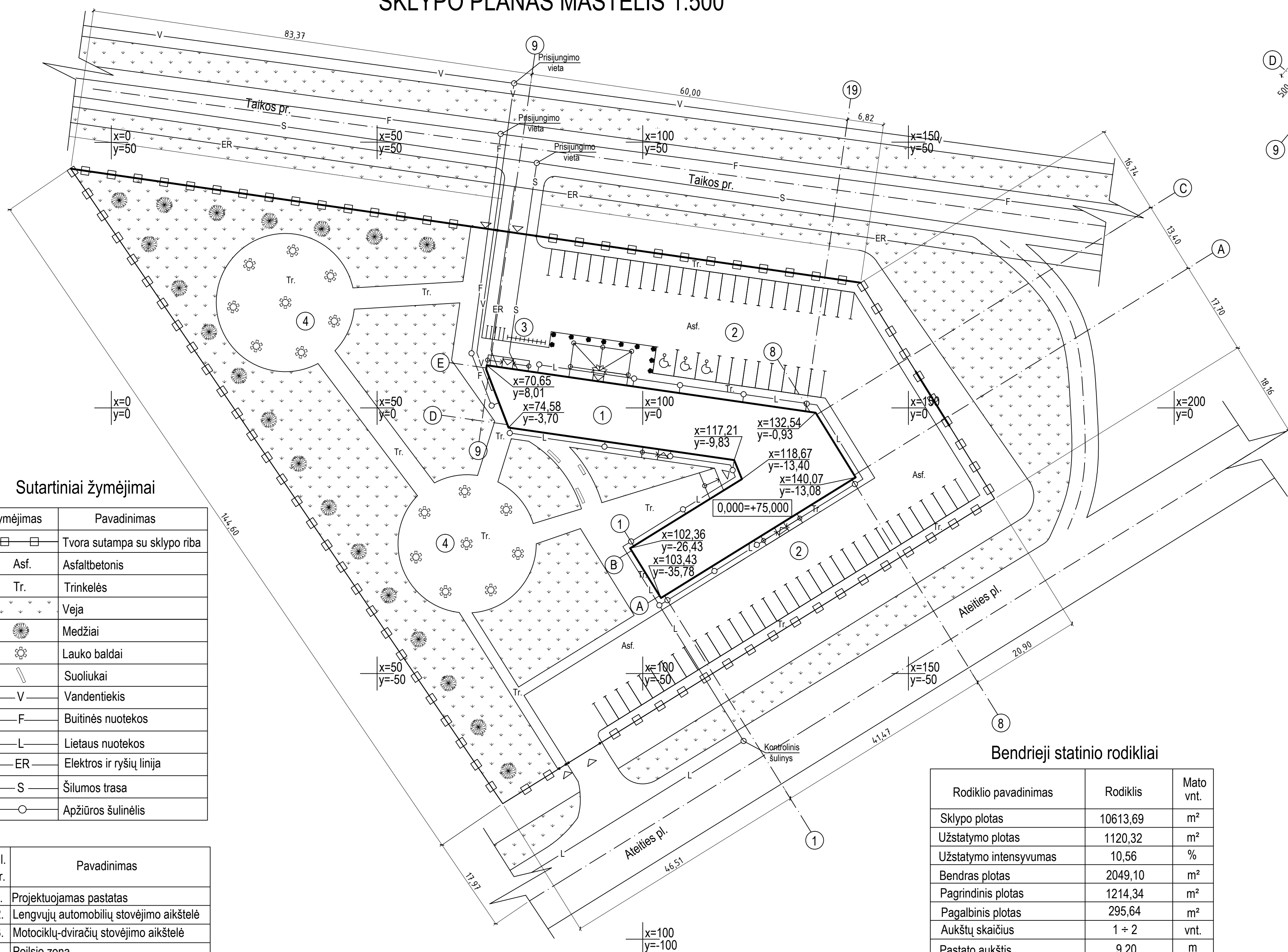
PIRMO AUKŠTO PLANAS MASTELIS 1:200



Pirmo aukšto patalpų eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m²
1.	Techninė patalpa-sandėlis	31,97
2.	Moterų WC	20,84
3.	Vyrų WC	21,42
4.	Žmonių su negalia WC	6,63
5.	Valytojos patalpa	7,07
6.	Vestibiulis	229,18
7.	Ekspozicijų salė	321,44
8.	Įmonių kabinetai	180,83
9.	Konferencijų salė	124,54
10.	Laiptinė	39,01
11.	Žmonių su negalia liftas	2,70
12.	Rūbinė	25,91
Viso:		1011,54

SKLYPO PLANAS MASTELIS 1:500



Sutartiniai žymėjimai

Žymėjimas	Pavadinimas
[Symbol]	Tvora sutampa su sklypo riba
[Symbol]	Asf. Asfaltbetonis
[Symbol]	Tr. Trinkelės
[Symbol]	Veja
[Symbol]	Medžiai
[Symbol]	Lauko baldai
[Symbol]	Suoliukai
[Symbol]	Vandentiekis
[Symbol]	Buitinės nuotekos
[Symbol]	Lietaus nuotekos
[Symbol]	ER Elektros ir ryšių linija
[Symbol]	S Šilumos trasa
[Symbol]	Apžiūros šulinėlis

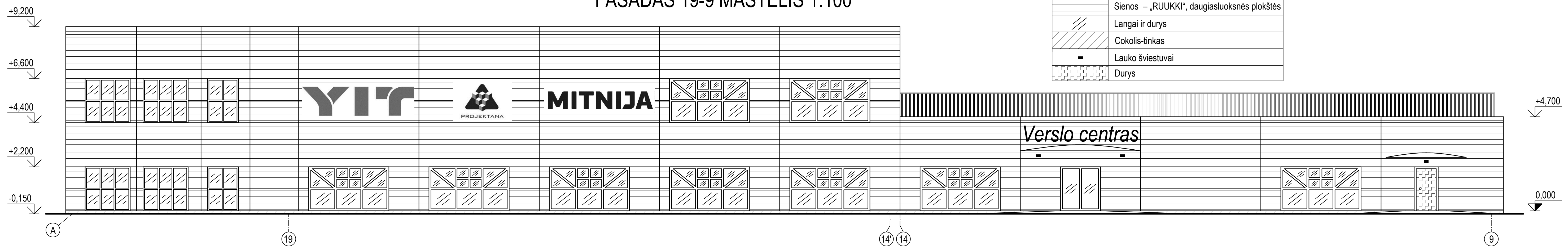
Eil. Nr.	Pavadinimas
1.	Projektuojamas pastatas
2.	Lengvųjų automobilių stovėjimo aikštelė
3.	Motociklų-dviračių stovėjimo aikštelė
4.	Poilsio zona

Bendrieji statinio rodikliai

Rodiklio pavadinimas	Rodiklis	Mato vnt.
Sklypo plotas	10613,69	m²
Užstatymo plotas	1120,32	m²
Užstatymo intensyvumas	10,56	%
Bendras plotas	2049,10	m²
Pagrindinis plotas	1214,34	m²
Pagalbinis plotas	295,64	m²
Aukštų skaičius	1 + 2	vnt.
Pastato aukštis	9,20	m
Aukščiausia altitudė	84,20	m

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis darbas
SSM-4	Studentas T. Lisauskas 2015- Vadovas M. Augonis 2015- Konsult. G. Šukaitytė 2015- Konsult. J. Sadauskienė 2015- Konsult. Konsult.	Verslo centro Kaune statybinų konstrukcijų dalies projektas
Pr. etapas	Statybinų konstrukcijų katedra LT-51367 Studentų 48, Kaunas	Situacijos planas; Sklypo planas; Fasadas 1-8; Pirmo aukšto planas
MBP		2016-MBP-SK

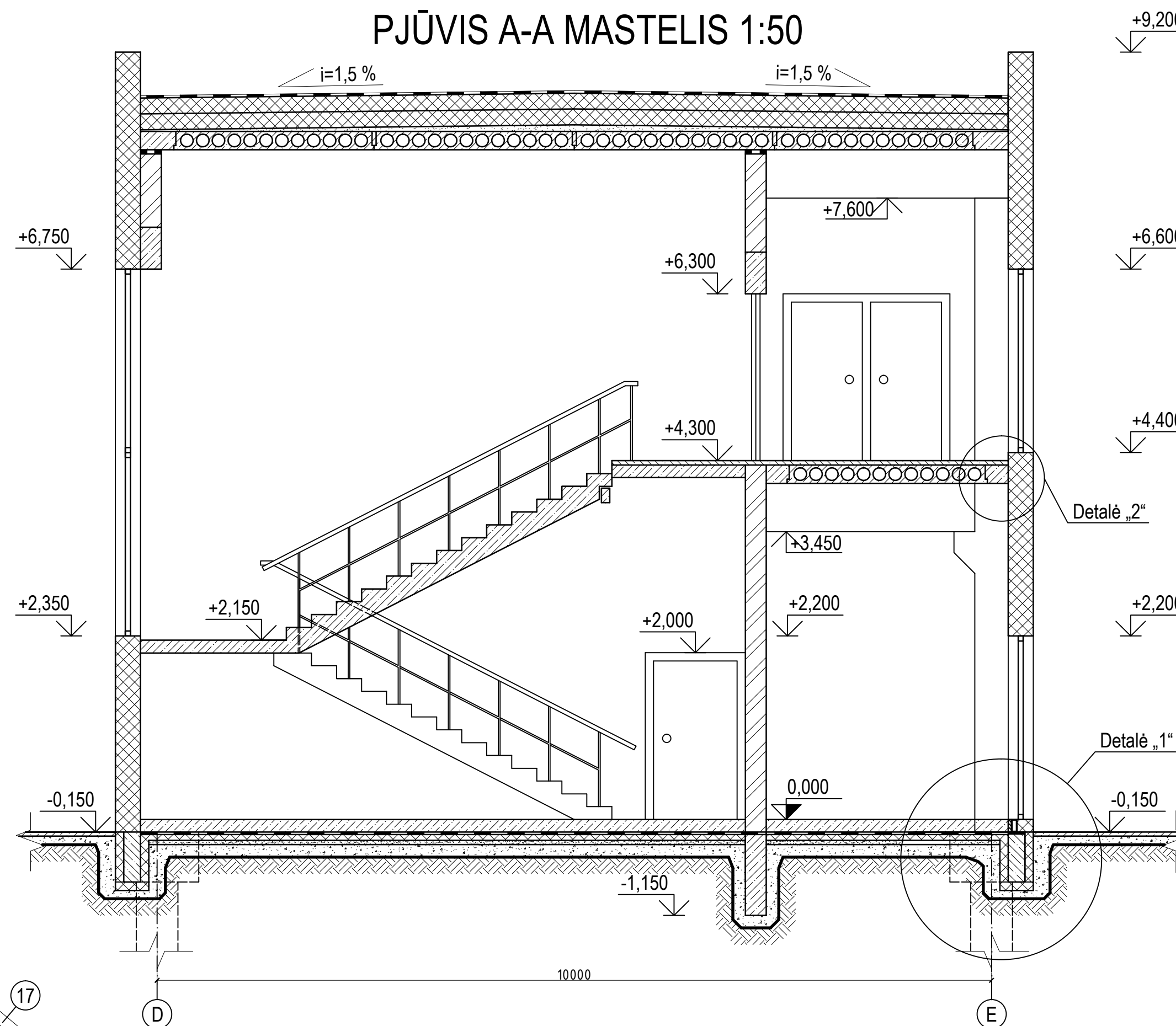
# FASADAS 19-9 MASTELIS 1:100



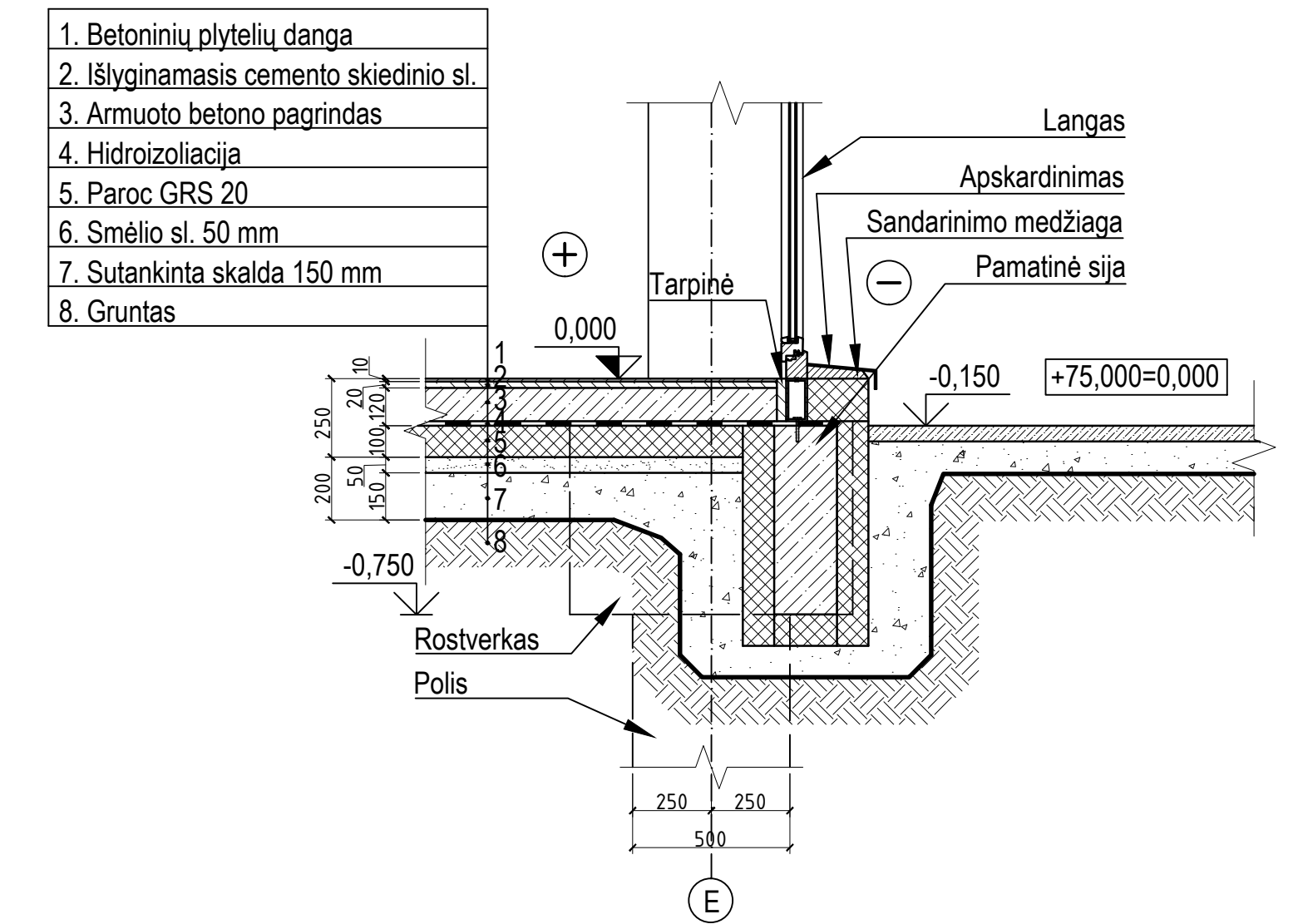
## Sutartiniai žymėjimai

Žymėjimas	Pavadinimas
	Sienos – „RUUKKI“, daugiasluoksnės plokštės
	Langai ir durys
	Cokolis-tinkas
	Lauko šviestuvai
	Durys

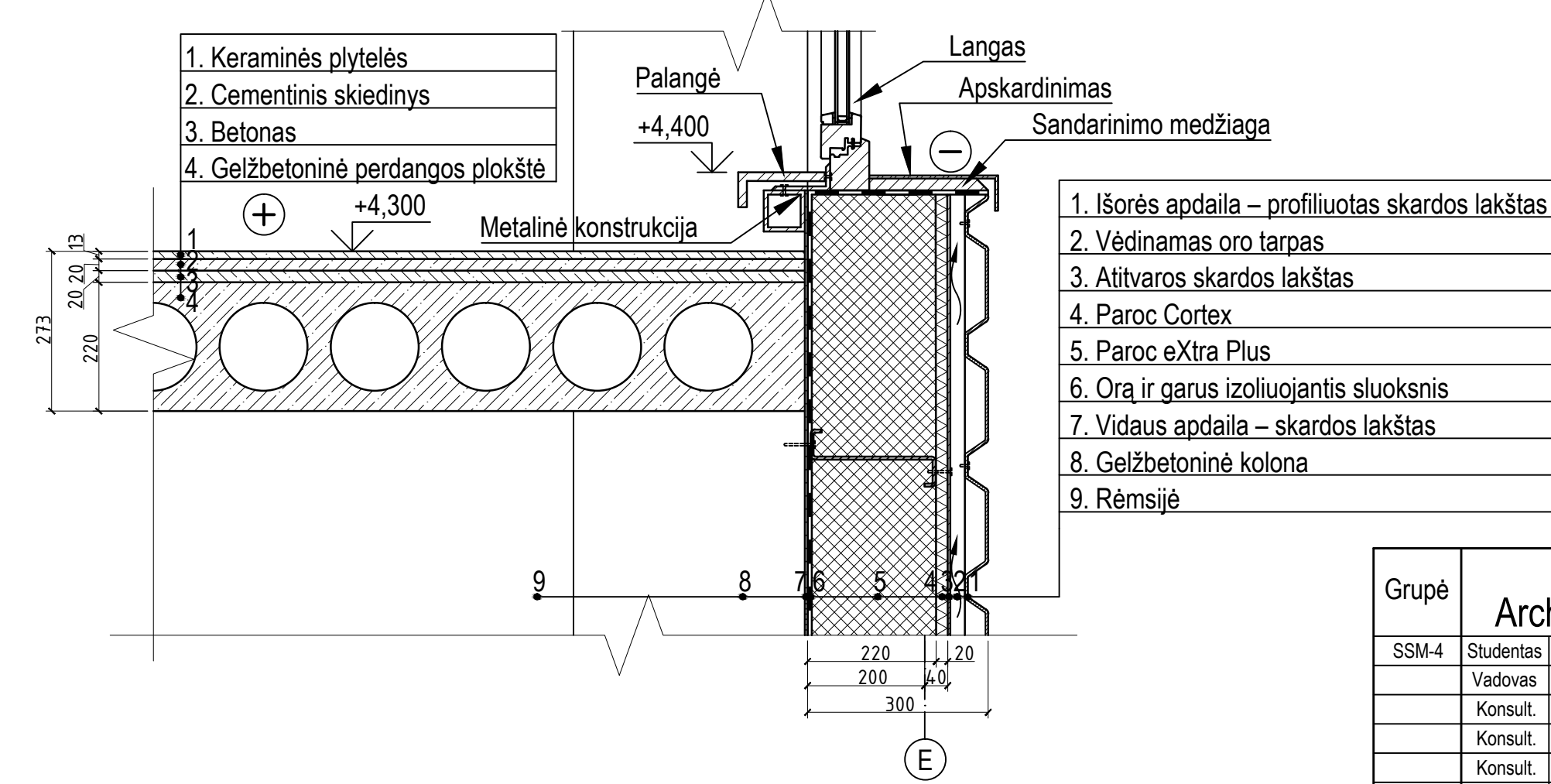
## PJŪVIS A-A MASTELIS 1:50



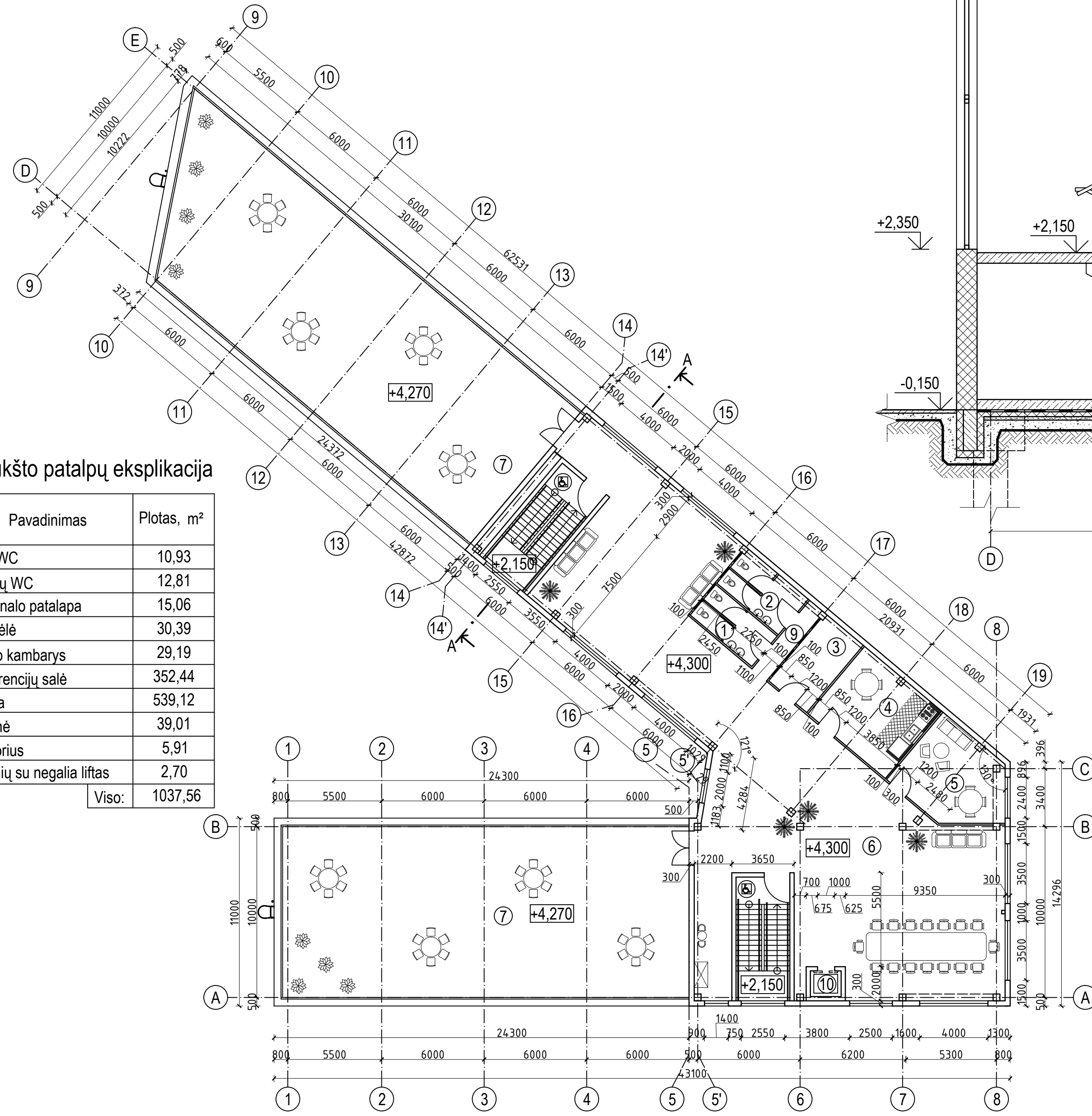
## DETALĖ „1“ MASTELIS 1:20



## DETALĖ „2“ MASTELIS 1:10



## ANTRO AUKŠTO PLANAS MASTELIS 1:200



### Antro aukšto patalpų eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m <sup>2</sup>
1.	Vyrų WC	10,93
2.	Moterų WC	12,81
3.	Personalo patalapa	15,06
4.	Virtuvėlė	30,39
5.	Poilsio kambarys	29,19
6.	Konferencijų salė	352,44
7.	Terasa	539,12
8.	Laiptinė	39,01
9.	Koridorius	5,91
10.	Žmonių su negalia liftas	2,70
Viso:		1037,56

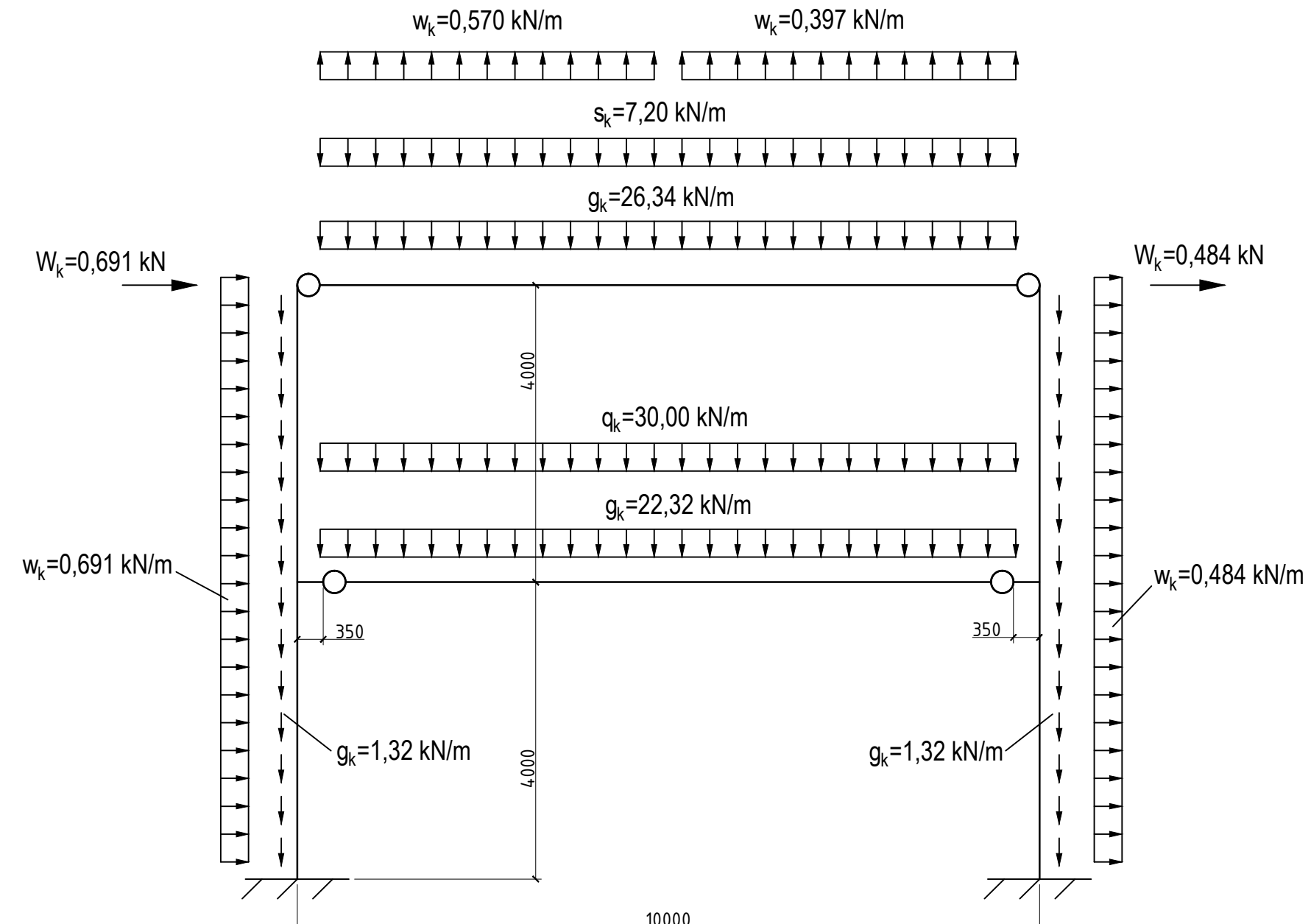
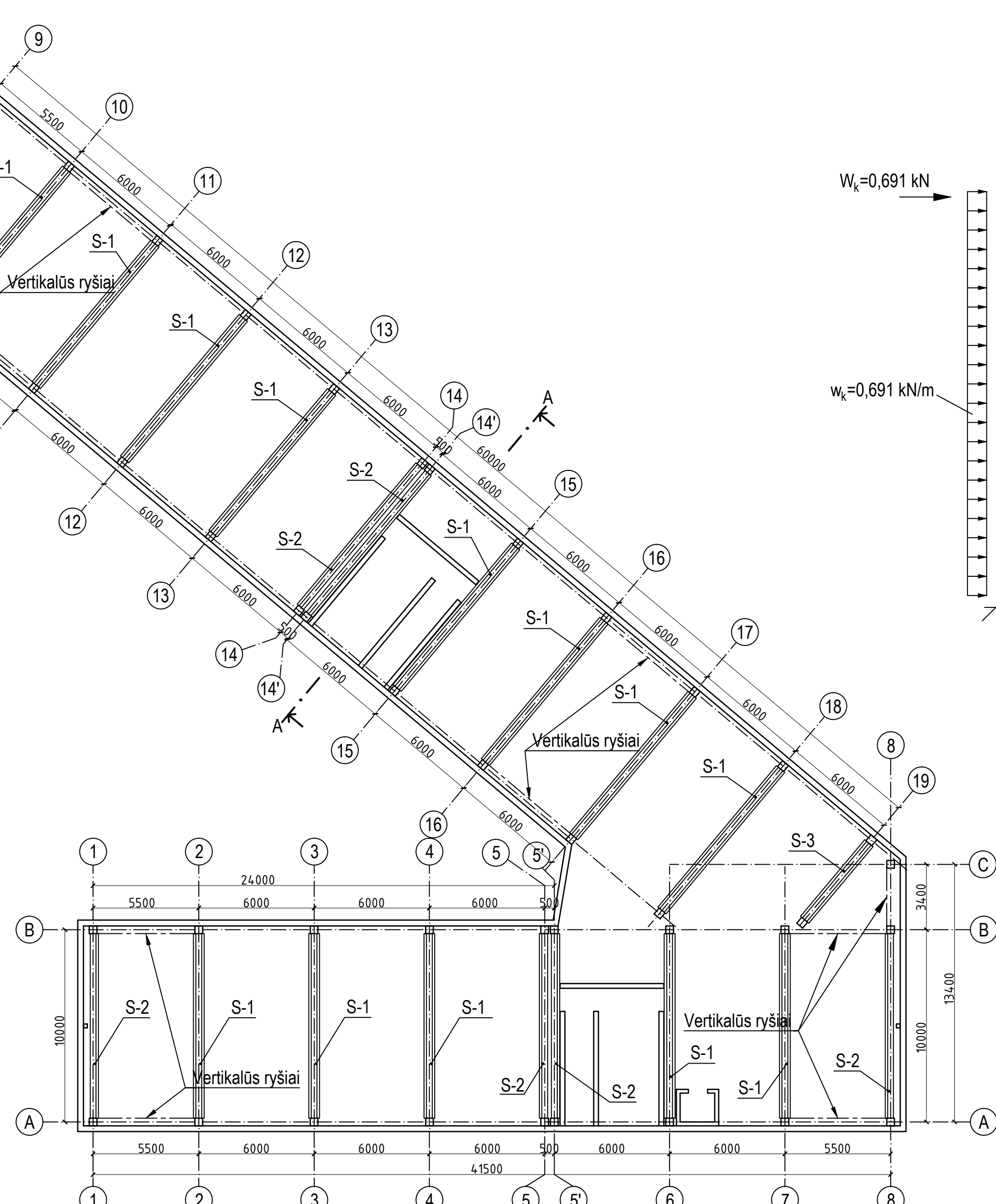
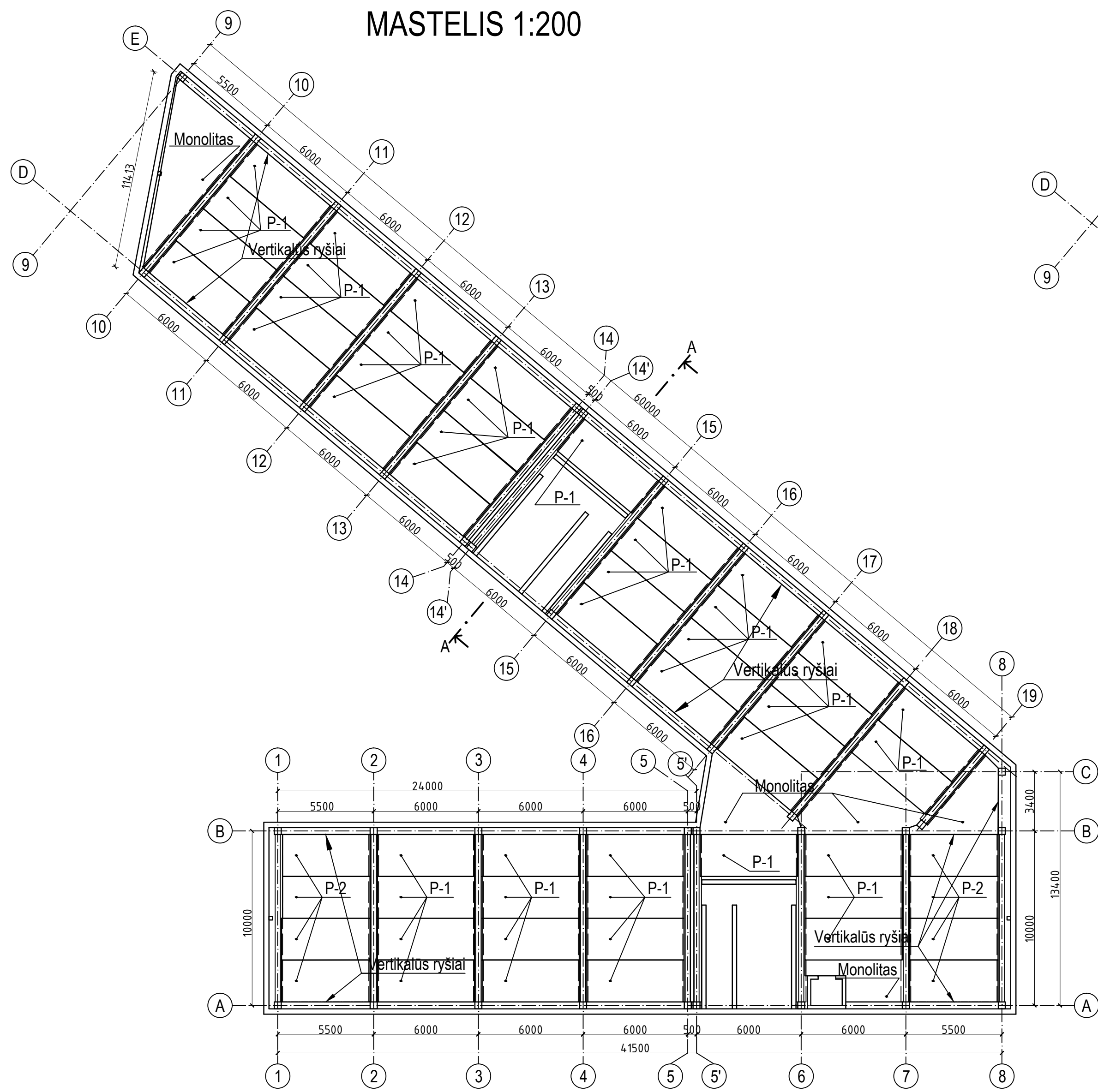
Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis darbas
SSM-4	Studentas T. Lisauskas 2015- Vadovas M. Augonis 2015- Konsult. G. Šukaitytė 2015- Konsult. J. Sadauskienė 2015- Konsult. _____ Konsult. _____	Verslo centro Kaune statybinių konstrukcijų dalies projektas
Pr. etapas	Statybinių konstrukcijų katedra LT-51367 Studentų 48, Kaunas	Fasadas 19-9; Antro aukšto planas; Pjūvis A-A; Detalės „1“, „2“
MBP		2016-MBP-SK
		Laida 0
		Lapas Lapų 2 6



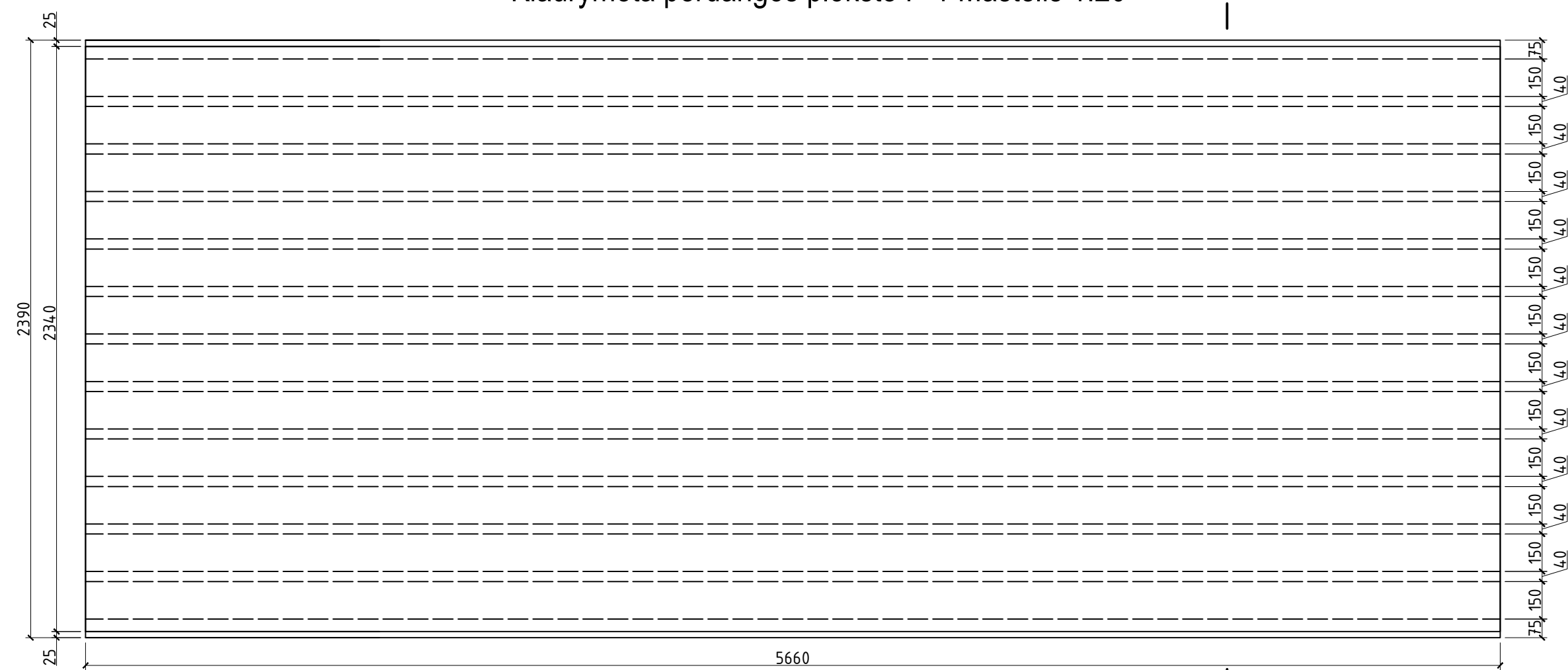
PIRMO AUKŠTO KIAURYMĖTŲ PERDANGOS PLOKŠČIŲ PLANAS

PIRMO AUKŠTO SIJŲ (RĒMSIJŲ) PLANAS MASTELIS 1:200

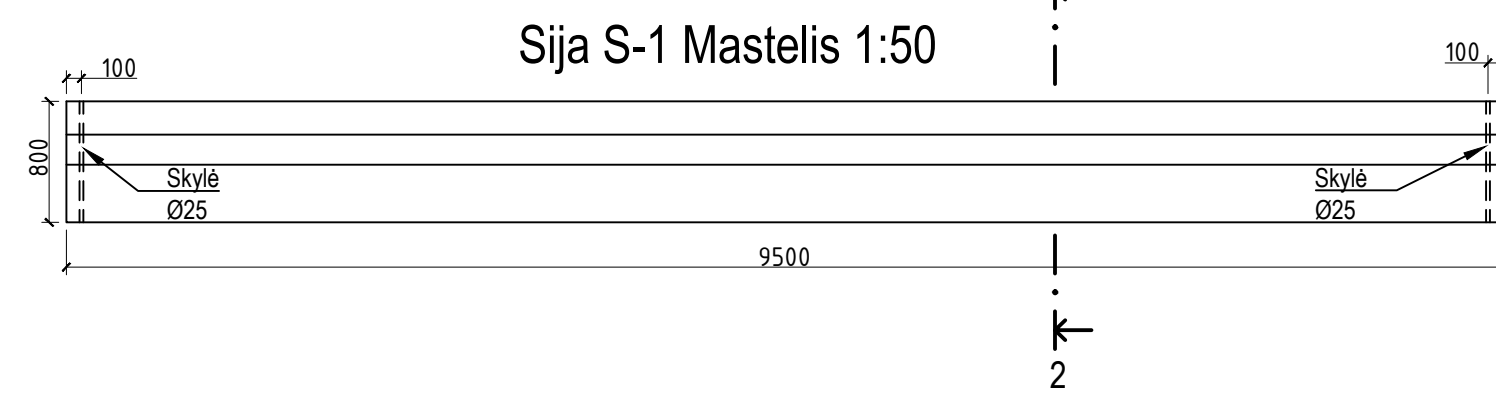
RĒMO SKAIČIUOJAMOJI SCHEMA



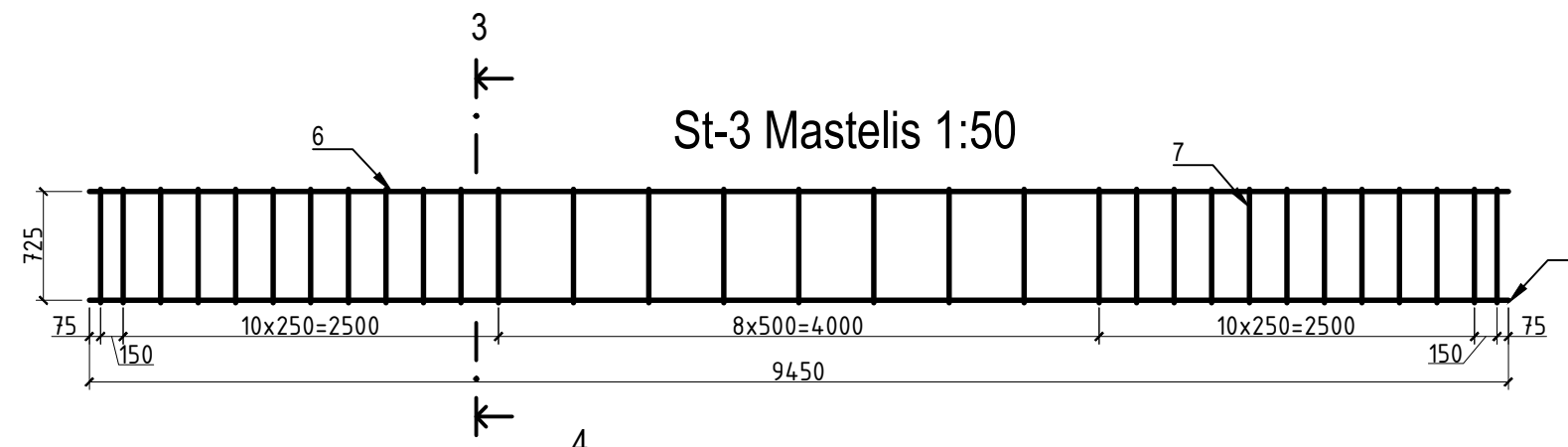
Kiaurymėta perdangos plokštė P-1 Mastelis 1:20



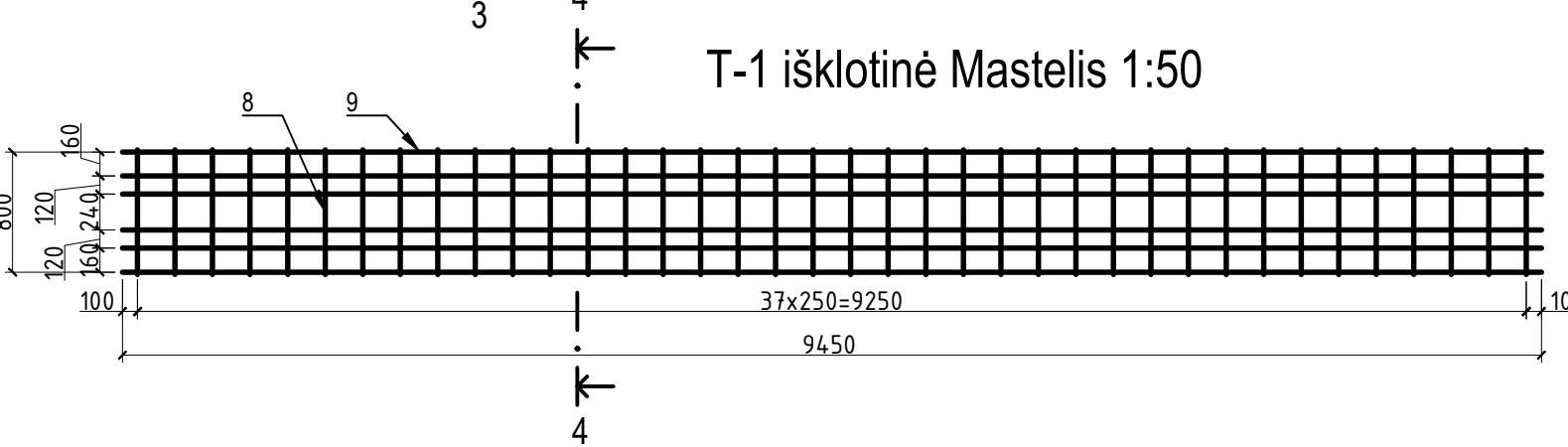
Sija S-1 Mastelis 1:50



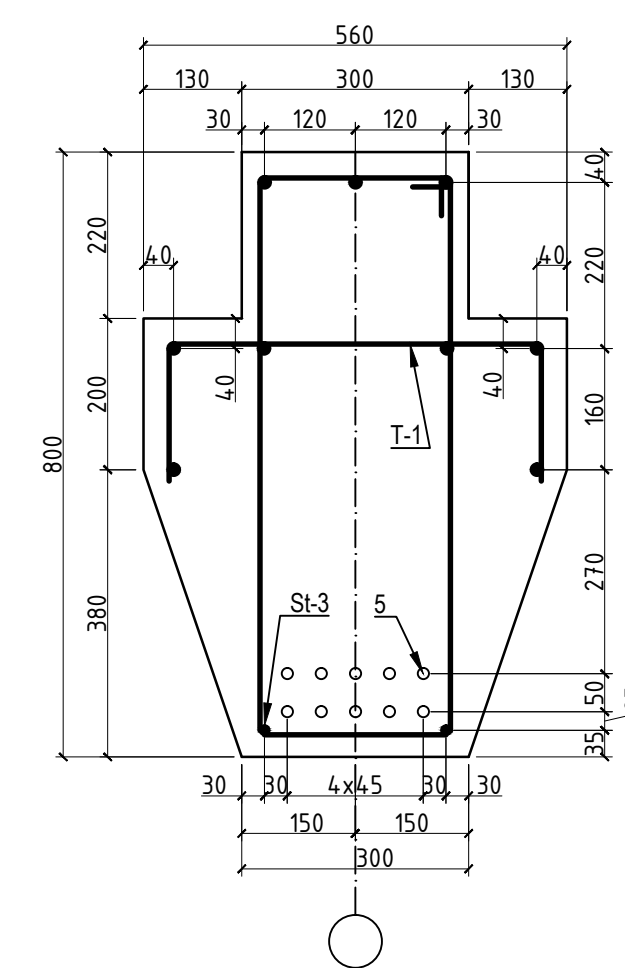
St-3 Mastelis 1:50



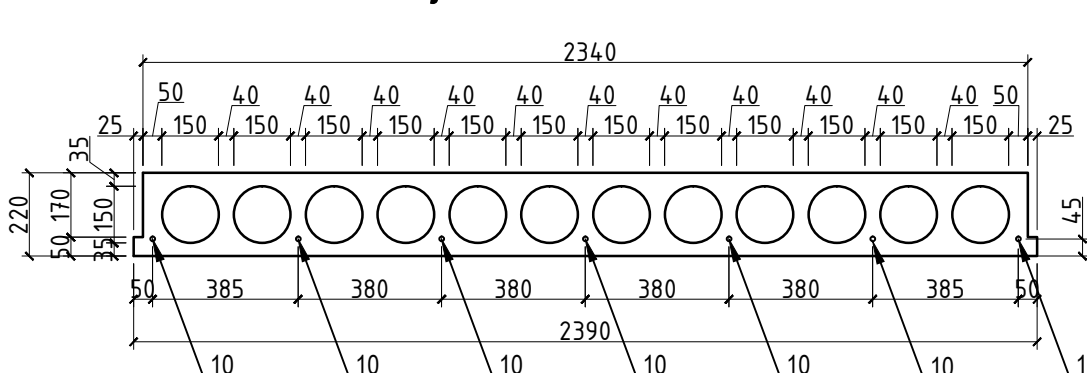
T-1 išklotinė Mastelis 1:50



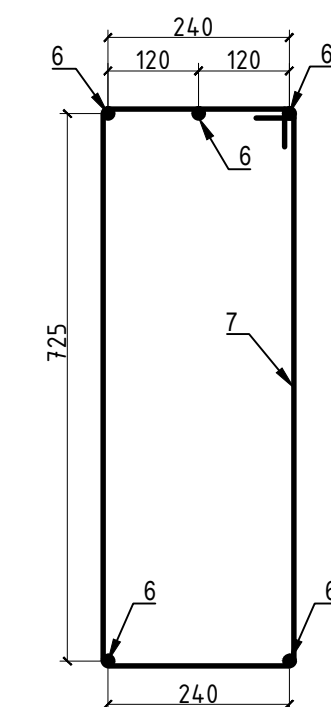
Pjūvis 2-2 Mastelis 1:10



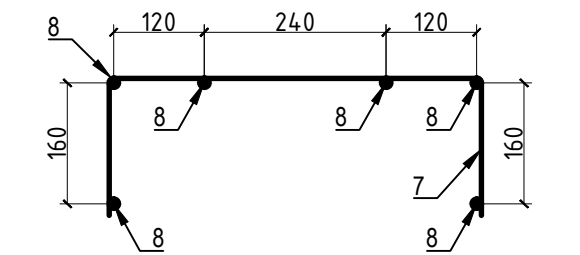
Pjūvis 5-5 Mastelis 1:20



Pjūvis 3-3 Mastelis 1:10



Pjūvis 4-4 Mastelis 1:10



PASTABOS:

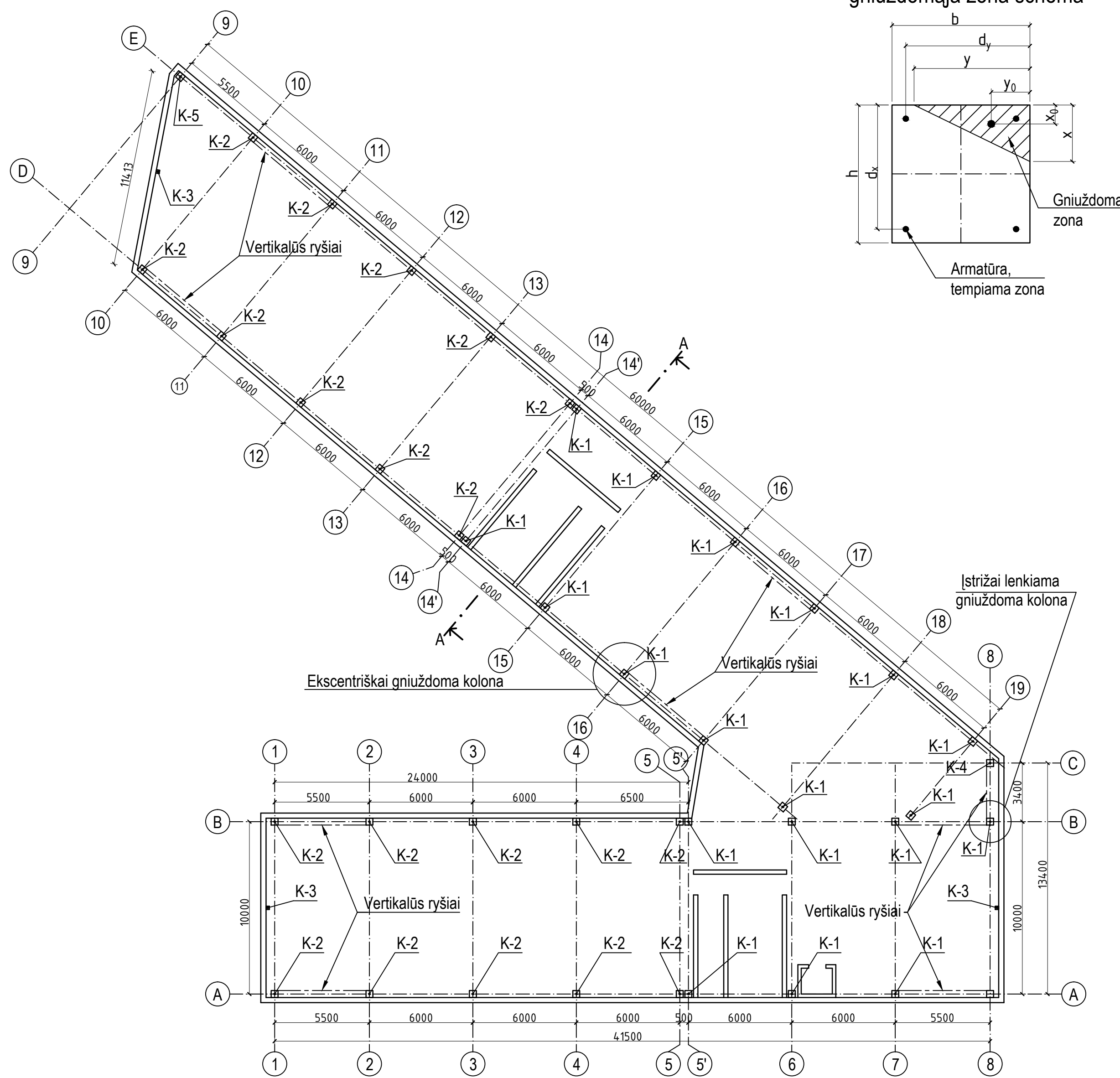
1. Kiaurymėtai perdangos plokštei naudojamas C30/37 klasės betonas;
2. Plokštė armuojama Y1100 klasės armatūros strypais, įtempti juos į atsparas elektroterminiu būdu;
3. Plokštės įtemptosios Y1100 klasės armatūros strypai įtempti dydžiu  $\sigma_p=585$  MPa;
4. Surenkamai gelžbetoninei sijai naudojamas C50/60 betonas;
5. Sija armuojama S500, S400 ir S240 klasės armatūros strypais;
6. Sijos Y1860S klasės lynai įtempti dydžiu  $\sigma_p=1120$  MPa;
7. Charakteristinė naudojimo apkrova 5,0 kN/m².

Armatūros specifikacija

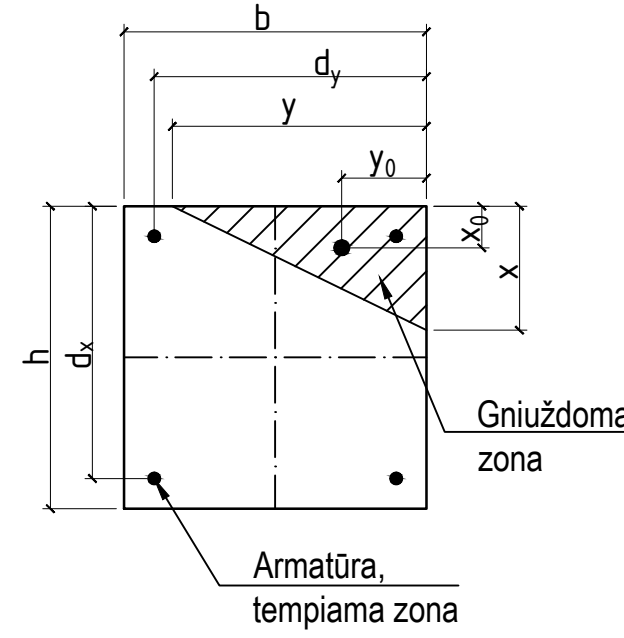
Pozicija	Gaminio žymuo	Armatūros Ø, mm	klasė	Ilgis, m	Vieneto masė, kg	Kiekis	Bendras ilgis, m	Bendras svoris, kg	Pastabos
SIJA S-1									
5	-	15,7	Y1860S	9,50	1,172	10	95,00	111,34	
6	St-3	12	S400	9,45	0,888	5	47,25	41,96	
7	-	6	S240	2,00	0,222	31	62,00	13,76	
8	T-1	3	S500	0,83	0,055	38	31,54	1,73	
9	-	3	S500	9,45	0,055	6	56,70	3,12	
KIAURYMĖTA PERDANGOS PLOKŠTĖ P-1									
10	-	12	Y1100	5,66	0,888	7	39,62	35,18	

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas			Magistro baigiamasis darbas		
SSM-4	Studentas	T. Lisauskas	2015-	Verslo centro Kaune statybinų konstrukcijų dalies projektas		
	Vadovas	M. Augonis	2015-			
	Konsult.	J. Šadauskienė	2015-			
	Konsult.	M. Augonis	2015-			
	Konsult.			Pirmo aukšto kaurymėtų perdangos plokščių ir sijų planai;		
	Konsult.			Pjūviai 2-2 – 5-5; Rėmo skaičiuojamoji schema		
Pr. etapas	Statybinų konstrukcijų katedra			Laida		
MBP	LT-51367 Studentų 48, Kaunas			Lapas Lapų		
	2016-MBP-SK			3 6		

# PIRMO AUKŠTO KOLONŲ PLANAS MASTELIS 1:200



Kolonas su trikampės formos gniuždomąja zona schema



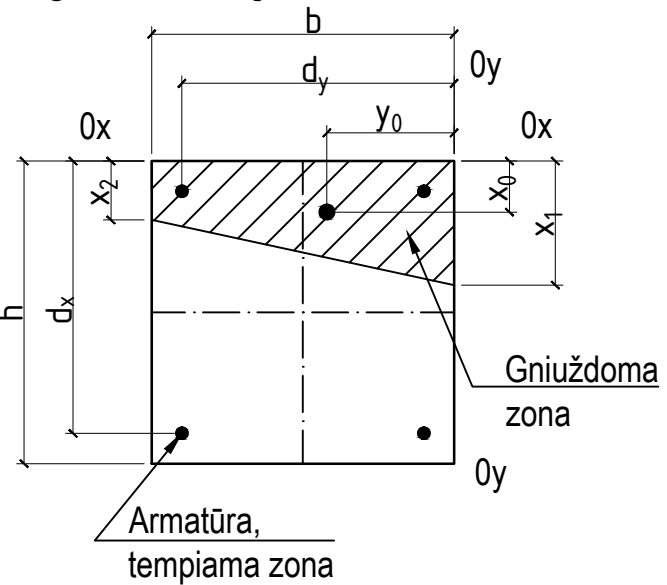
Istrižai lenkiamos ir gniuždomos kolonos su trikampės formos gniuždomąja zona lygtis

$$x^2 \cdot (f_{yd} \cdot A_s + N_{Ed}) + 3 \cdot x \cdot \left( -f_{yd} \cdot A_s \cdot d_x - N_{Ed} \cdot \frac{h}{2} + \frac{1}{c_0} \cdot f_{yd} \cdot A_s \cdot d_y + \frac{1}{c_0} \cdot N_{Ed} \cdot \frac{b}{2} \right) - \frac{2 \cdot (N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_s)^2}{c_0 \cdot f_{cd}} = 0$$

Istrižai lenkiamos ir gniuždomos kolonos su trapecinės formos gniuždomąja zona lygtis

$$x_1^2 \cdot \left( 1 + \frac{N_{Ed}}{f_{yd} \cdot A_s} \right) + x_1 \cdot \left( \frac{b}{c_0} - c_1 - \frac{N_{Ed} \cdot c_1}{f_{yd} \cdot A_s} + \frac{N_{Ed} \cdot b}{c_0 \cdot f_{yd} \cdot A_s} \right) + c_1 \cdot \left( \frac{3 \cdot d_y - 2 \cdot b}{c_0} - 3 \cdot d_x + c_1 - \frac{3 \cdot h \cdot N_{Ed}}{2 \cdot f_{yd} \cdot A_s} + \frac{c_1 \cdot N_{Ed}}{f_{yd} \cdot A_s} - \frac{N_{Ed} \cdot b}{2 \cdot c_0 \cdot f_{yd} \cdot A_s} \right) = 0$$

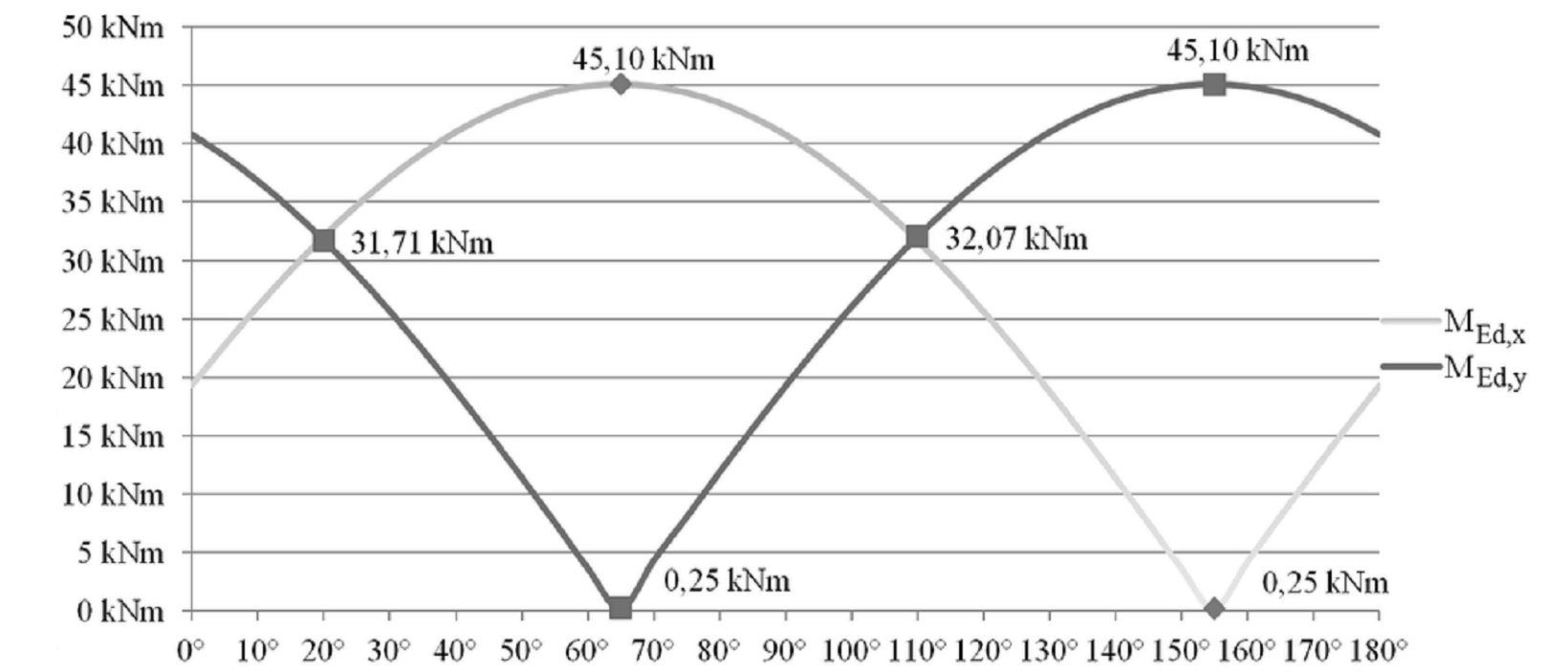
Kolonas su trapecinės formos gniuždomąja zona schema



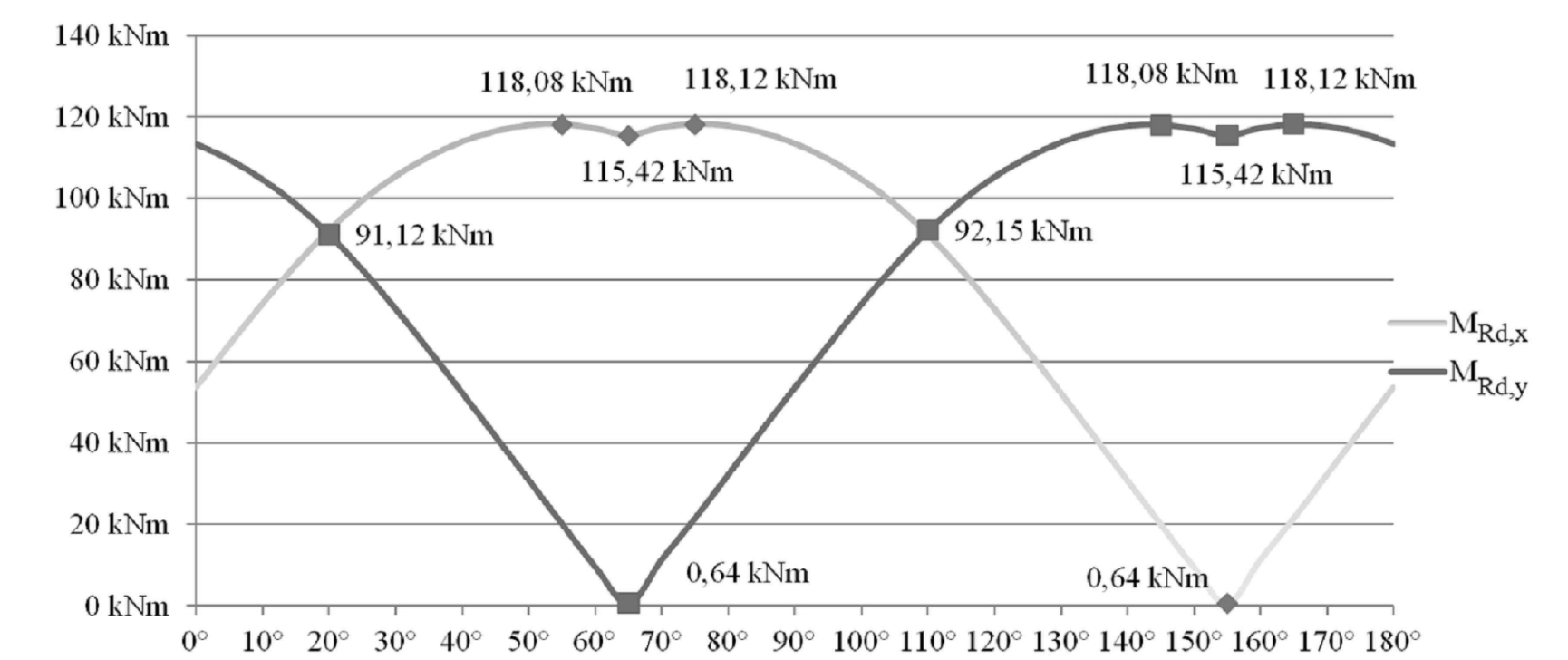
Kvadratinio ir apvalaus skerspjūvio kolonų palyginimas

	$M_{Ed}$ , kNm	$M_{Rd}$ , kNm	Laikomosios galios atsarga, %
Kvadratinio skerspjūvio kolona	127,4	196,7	35,2
Apvalaus skerspjūvio kolona (I var.)	139,6	336,4	58,5
Apvalaus skerspjūvio kolona (II var.)	56,4	111,8	49,5

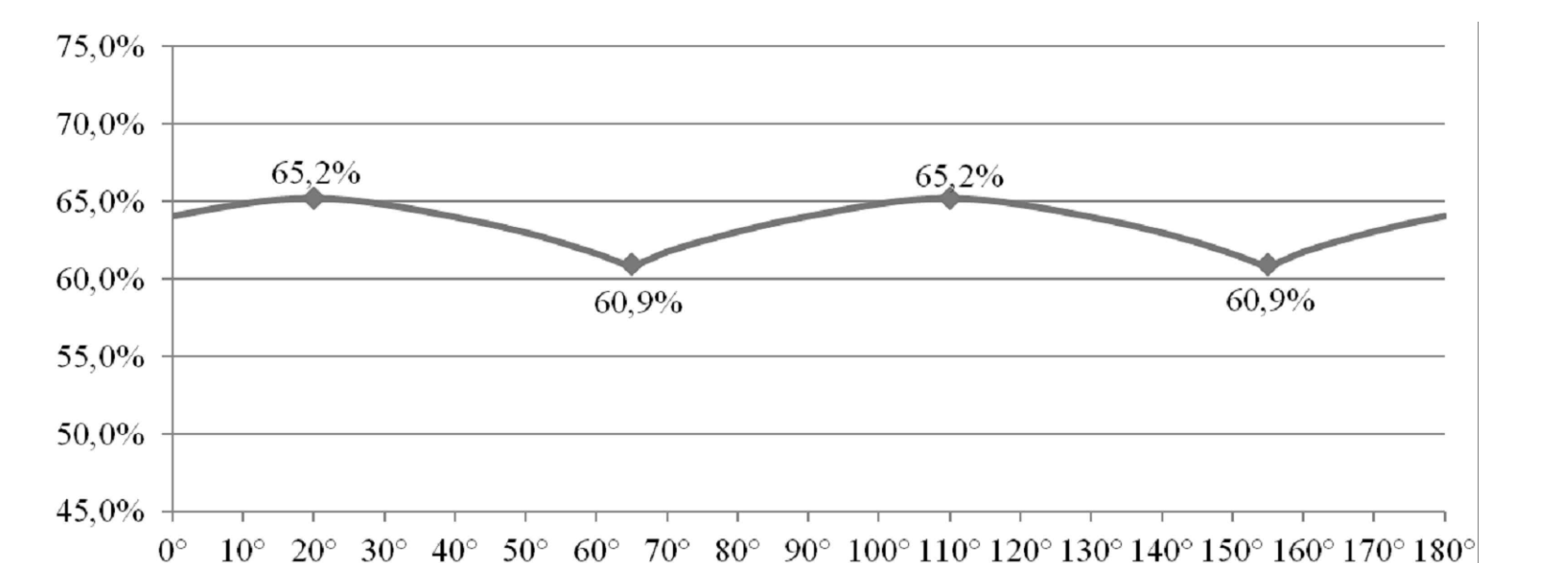
KOLONŲ VEIKIAMŲ MOMENTŲ PASISKIRSTYMAS PRIKLAUSOMAI NUO KAMPO PASUKIMO



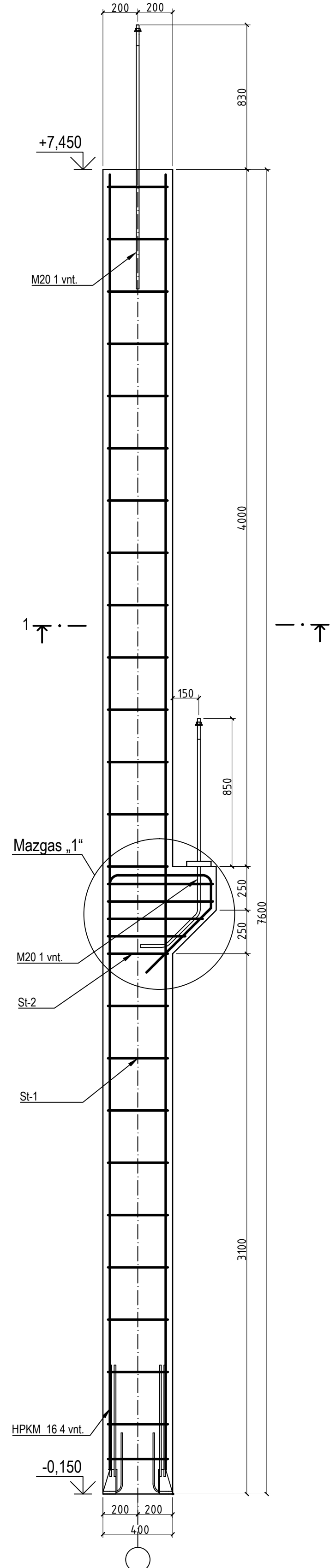
KOLONOS LAIKOMOSIOS GALIOS PASISKIRSTYMAS PRIKLAUSOMAI NUO KAMPO PASUKIMO



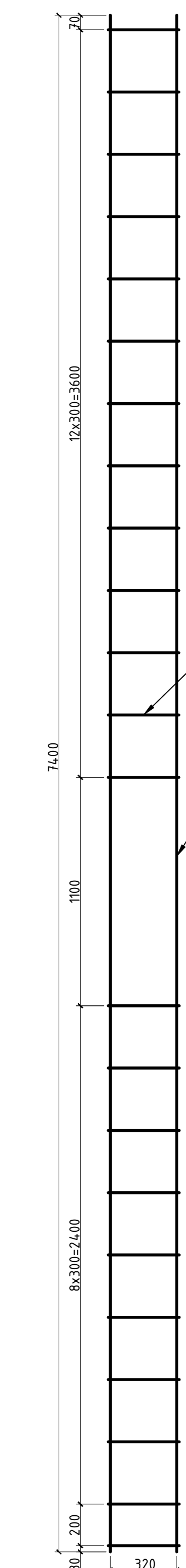
KOLONOS LAIKOMOSIOS GALIOS ATSARGA PROCENTAIS PRIKLAUSOMAI NUO KAMPO PASUKIMO



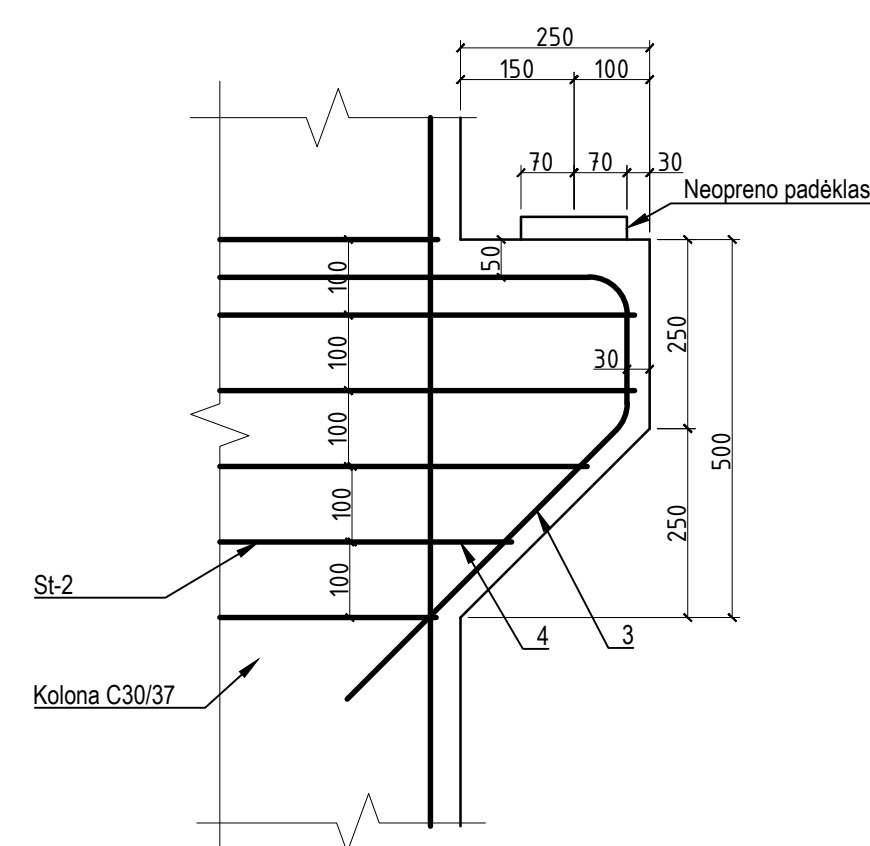
Kolona K-1 Mastelis 1:20



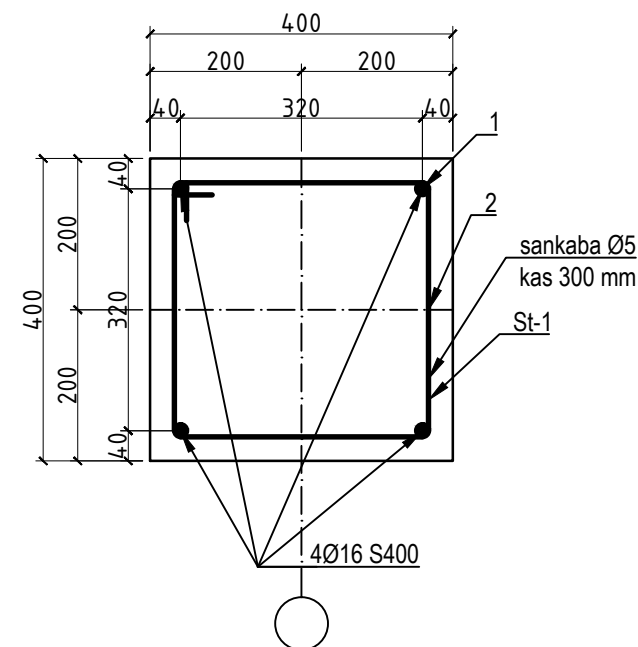
St-1 Mastelis 1:20



Mazgas „1“ Mastelis 1:10



Pjūvis 1-1 Mastelis 1:10



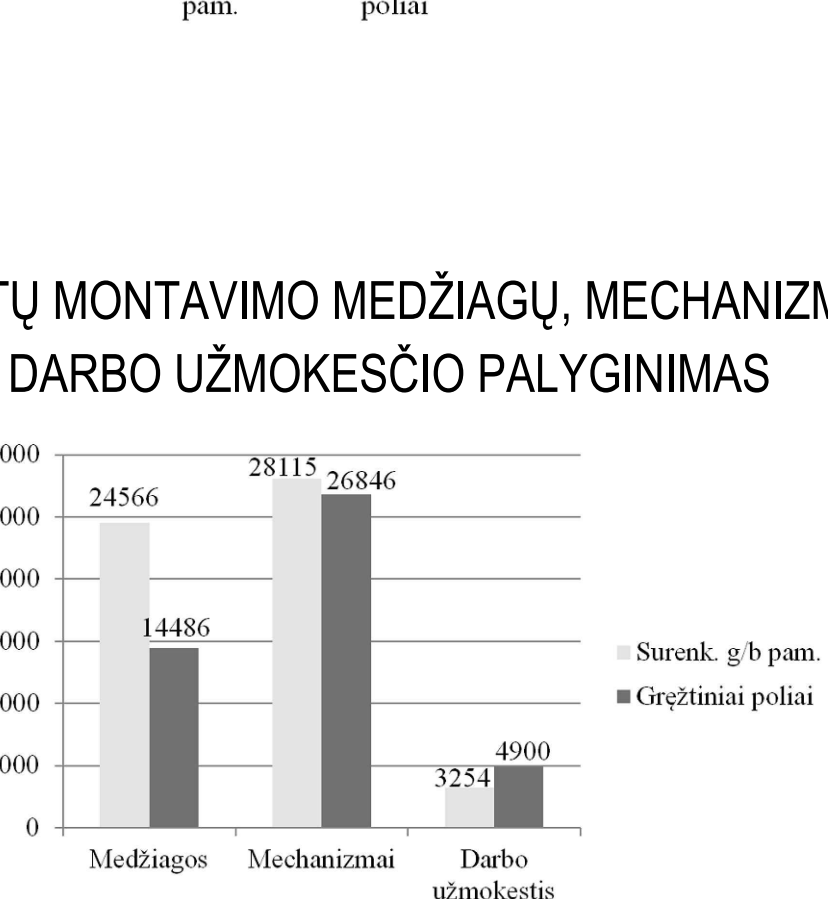
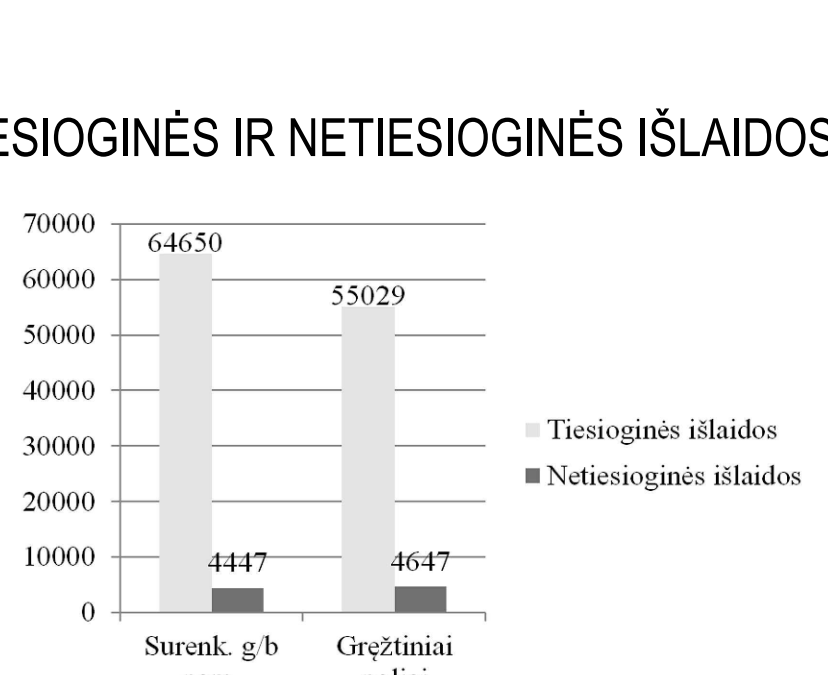
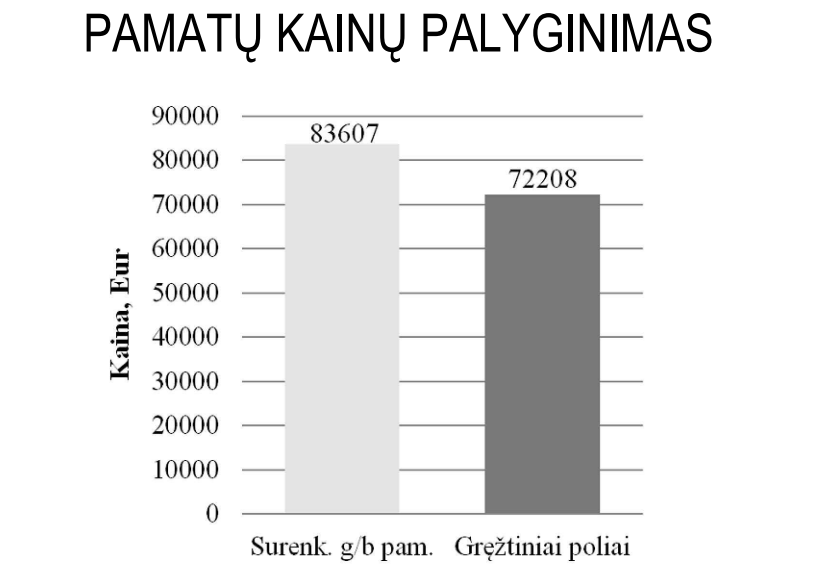
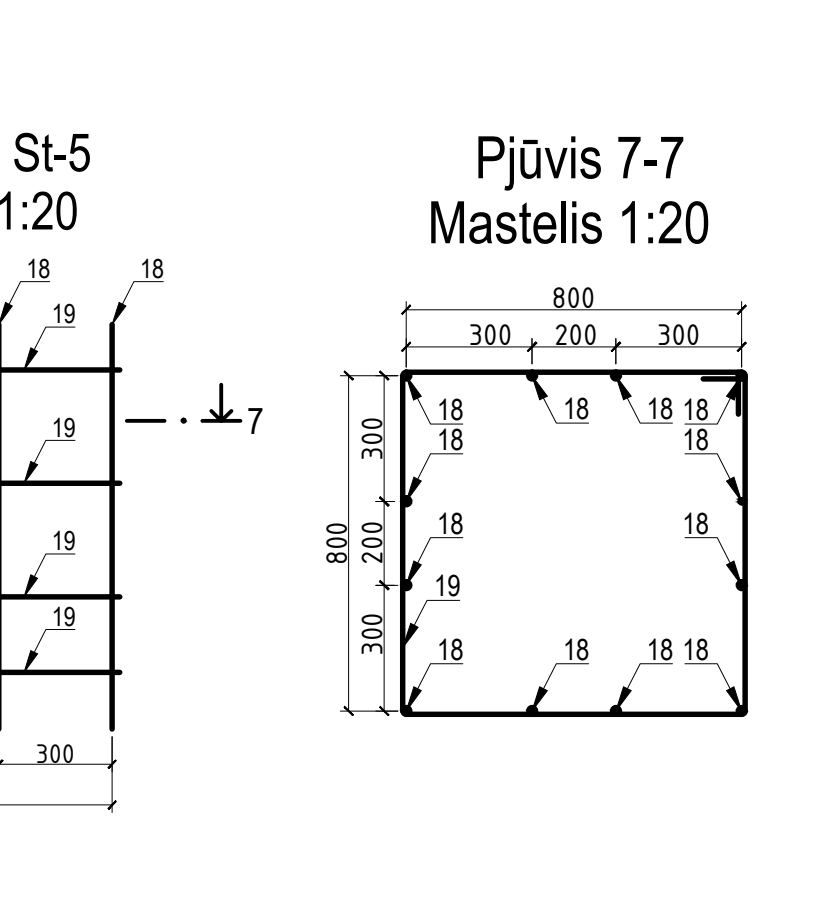
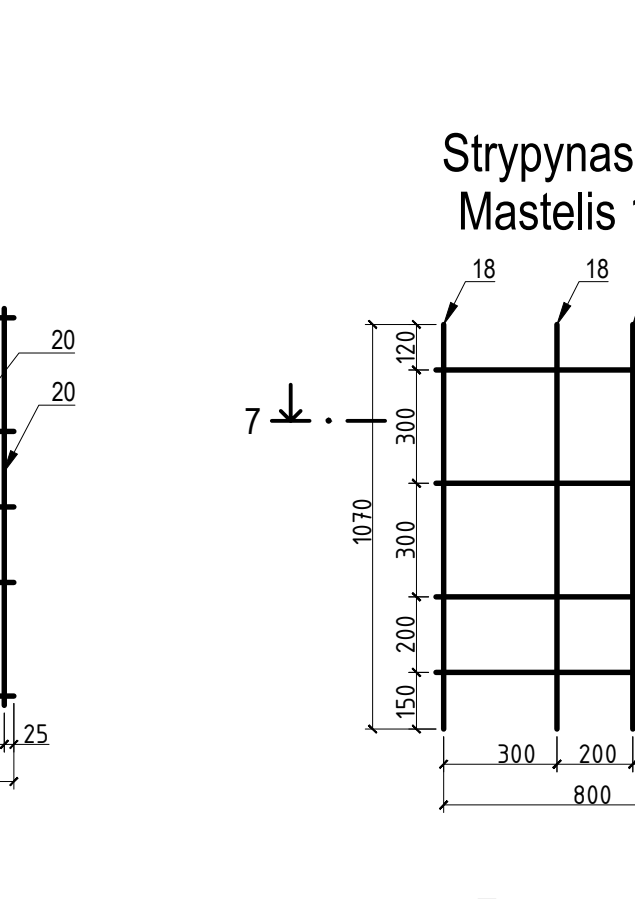
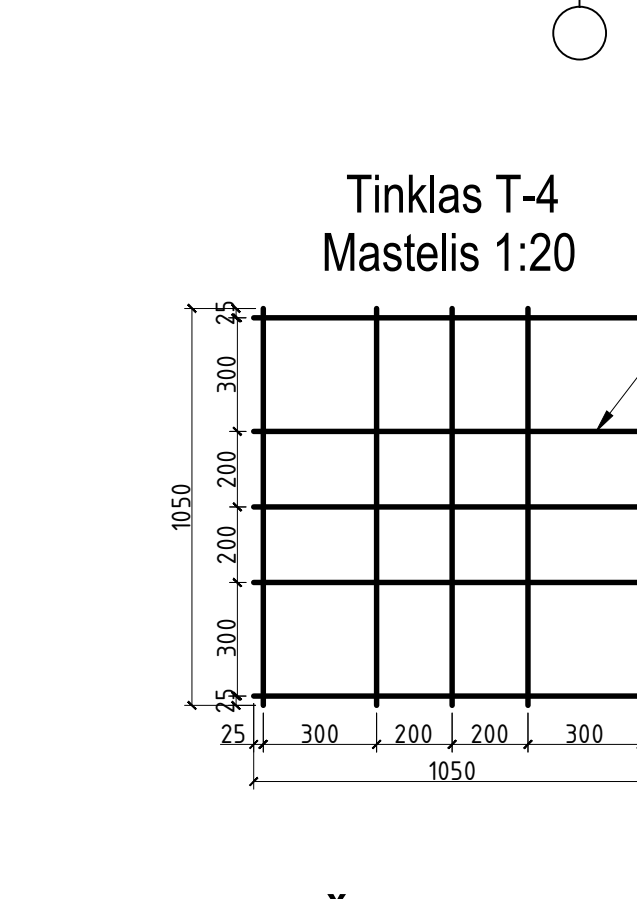
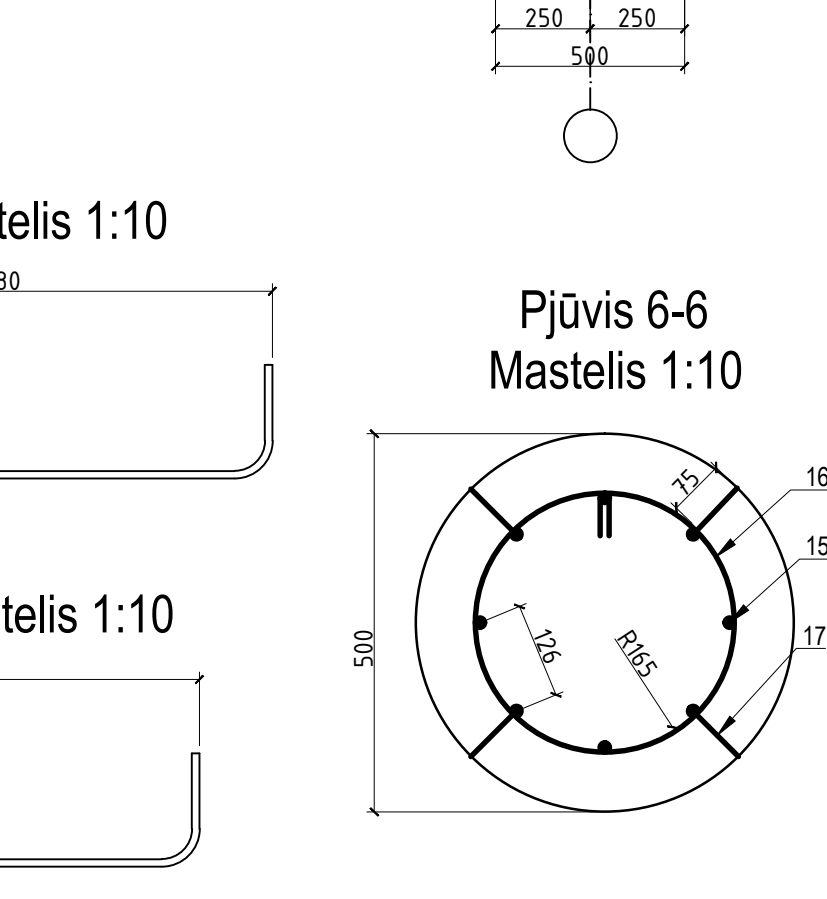
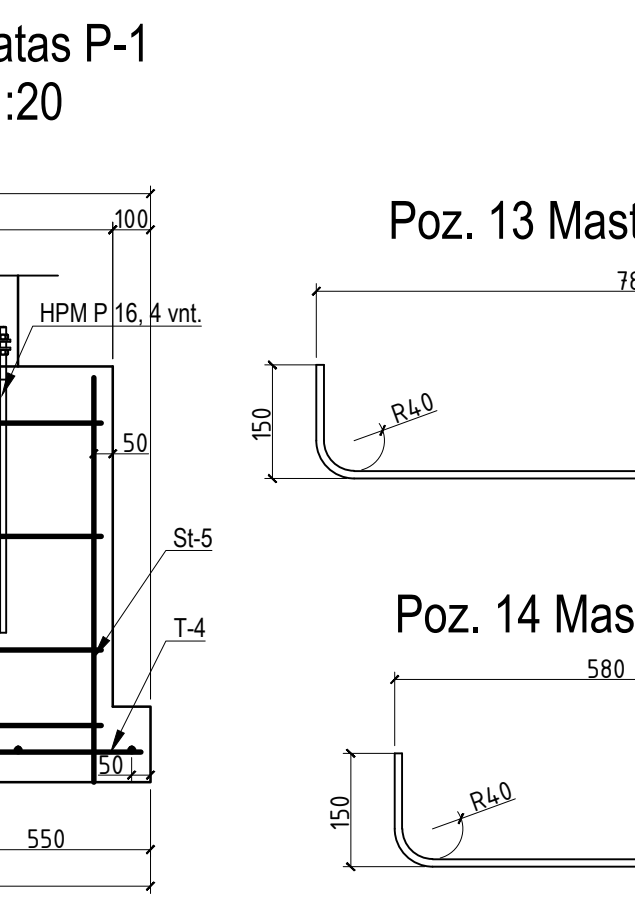
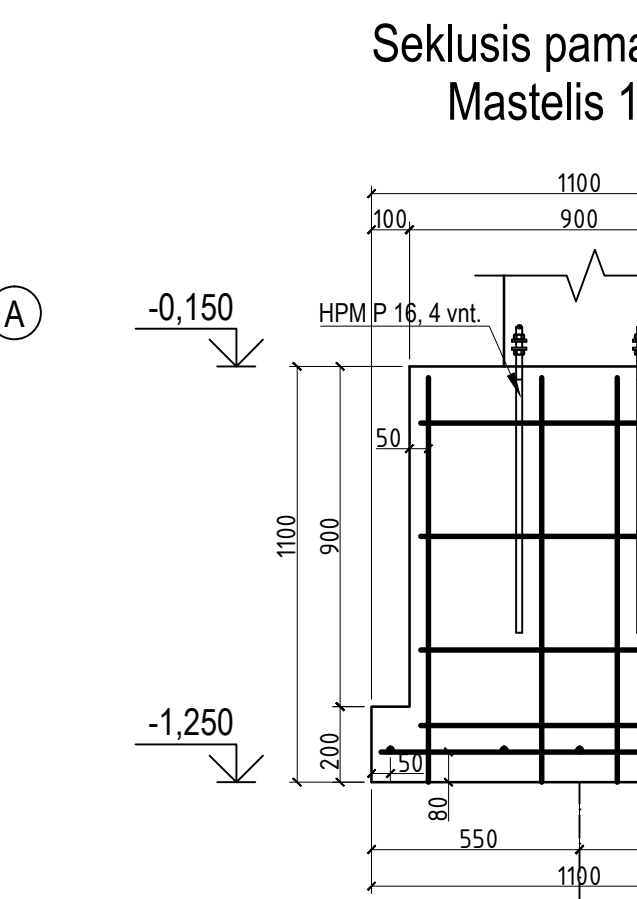
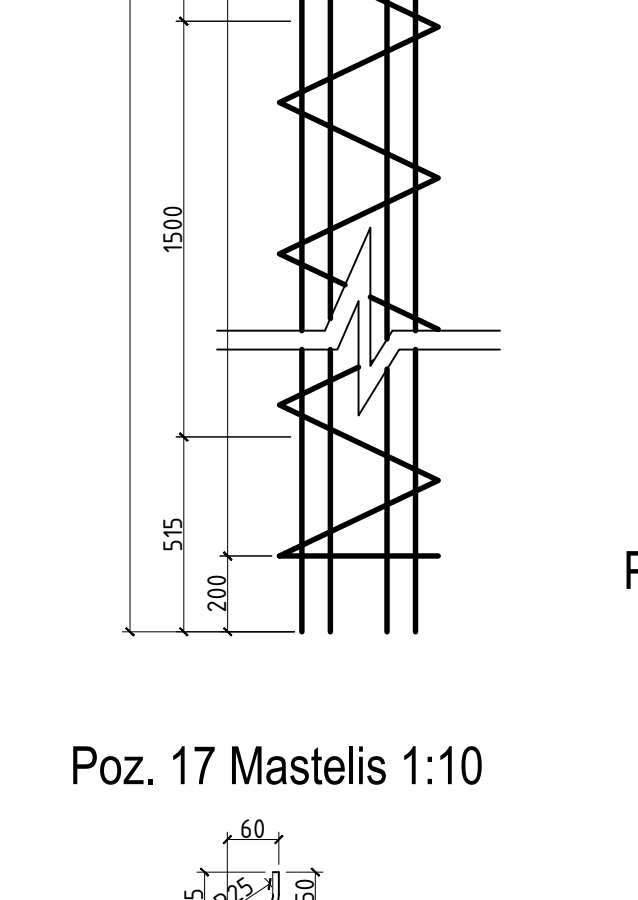
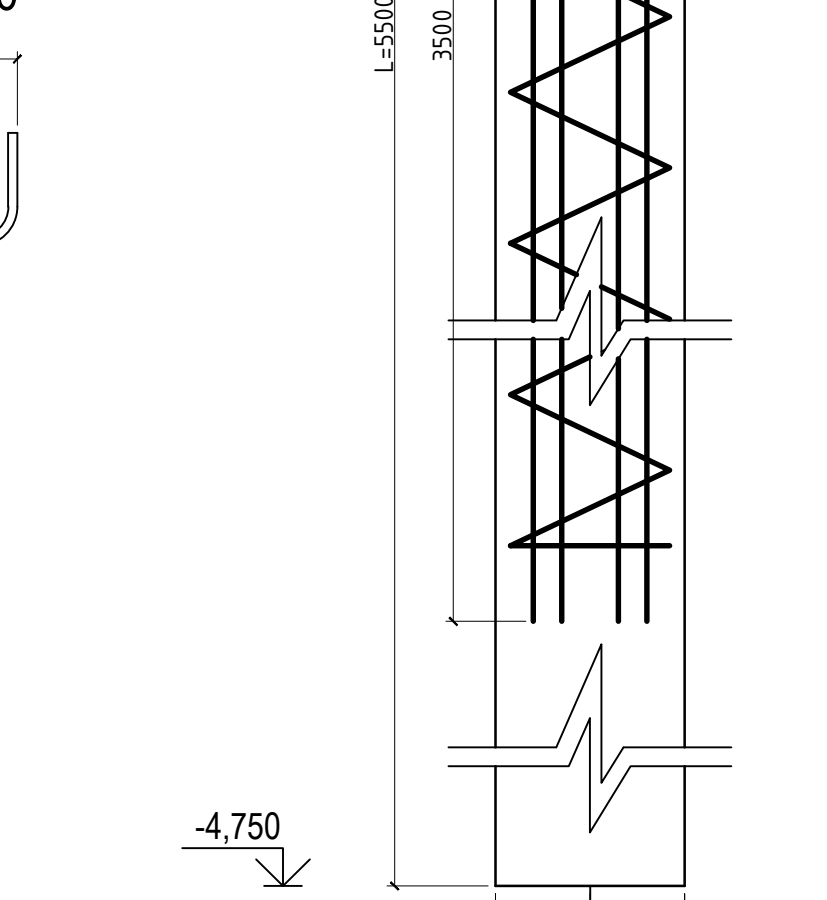
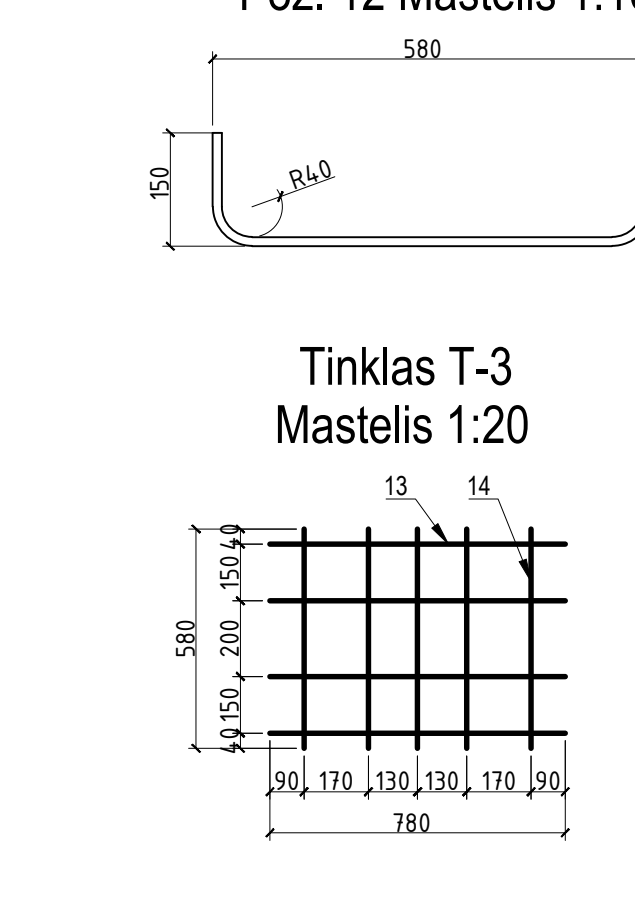
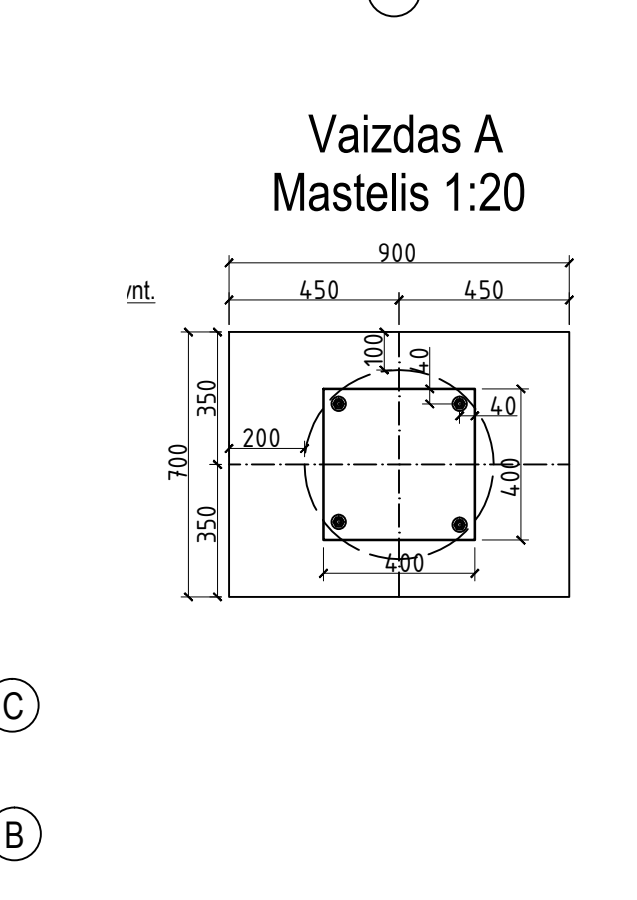
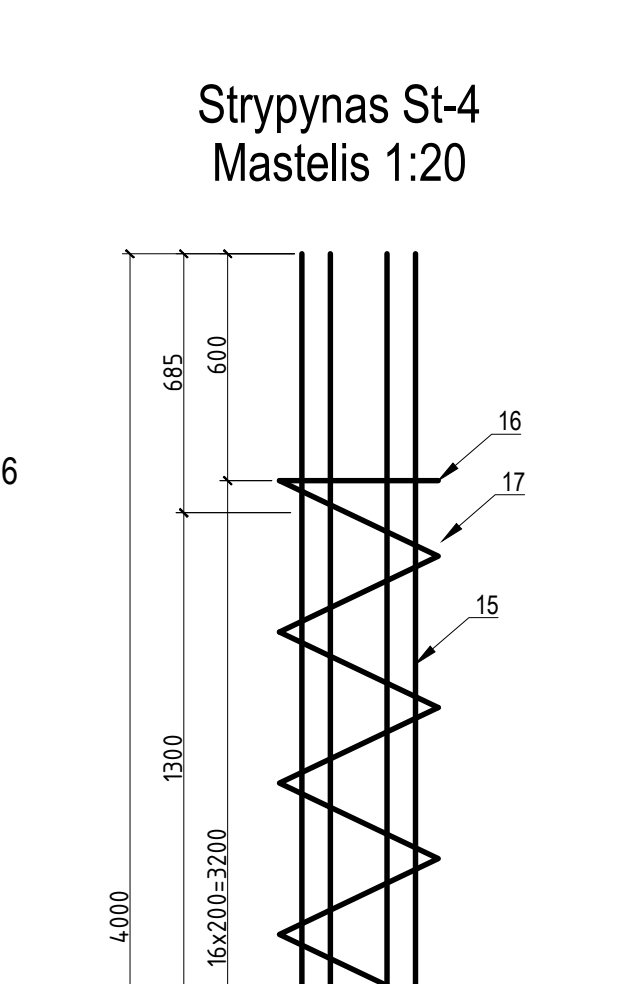
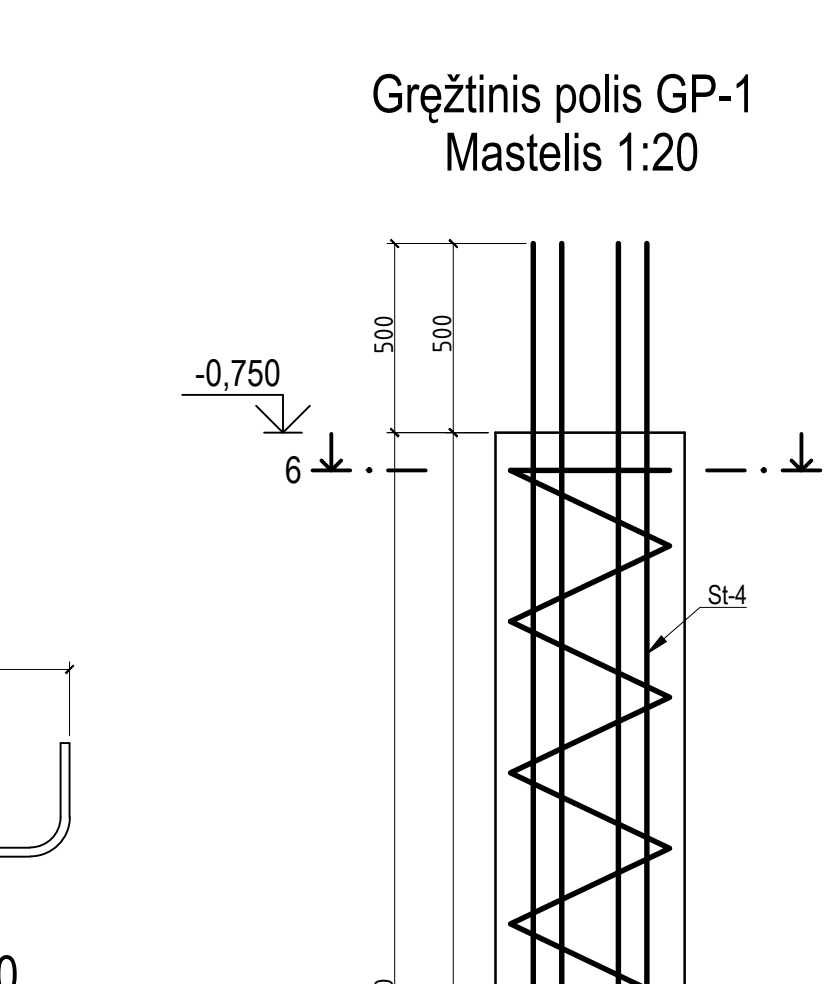
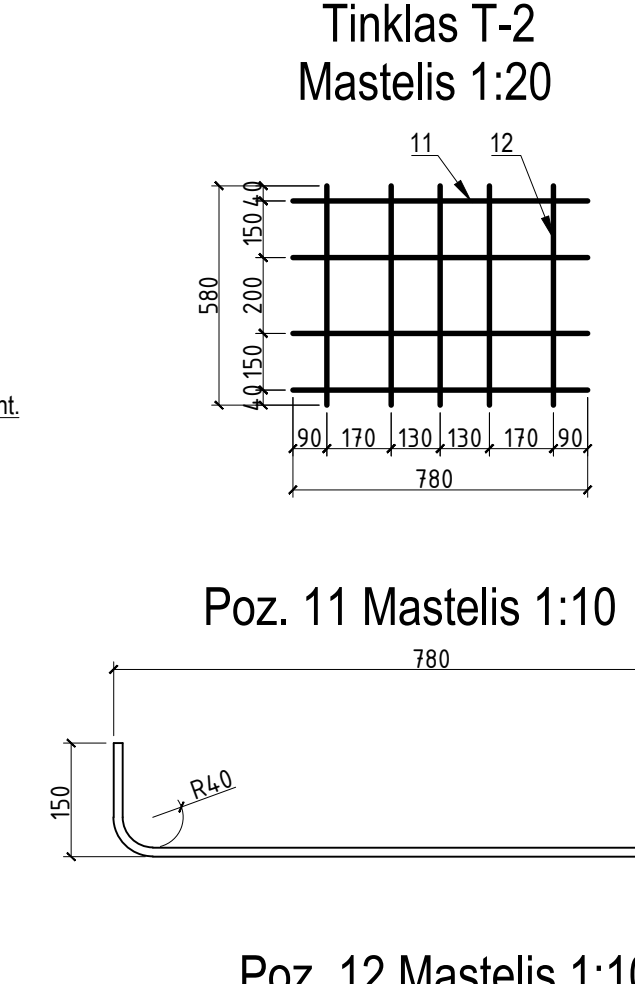
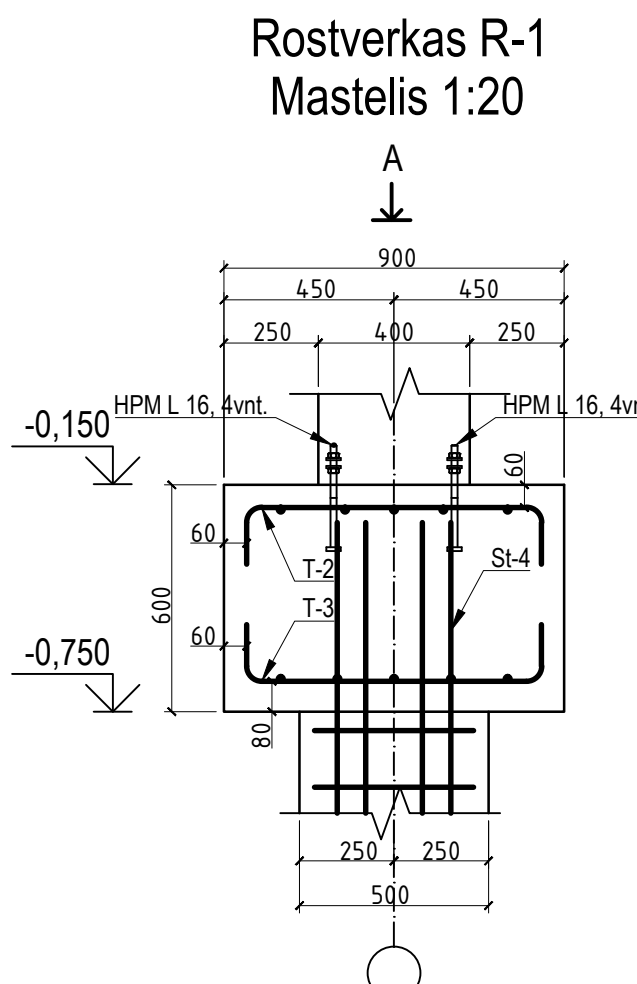
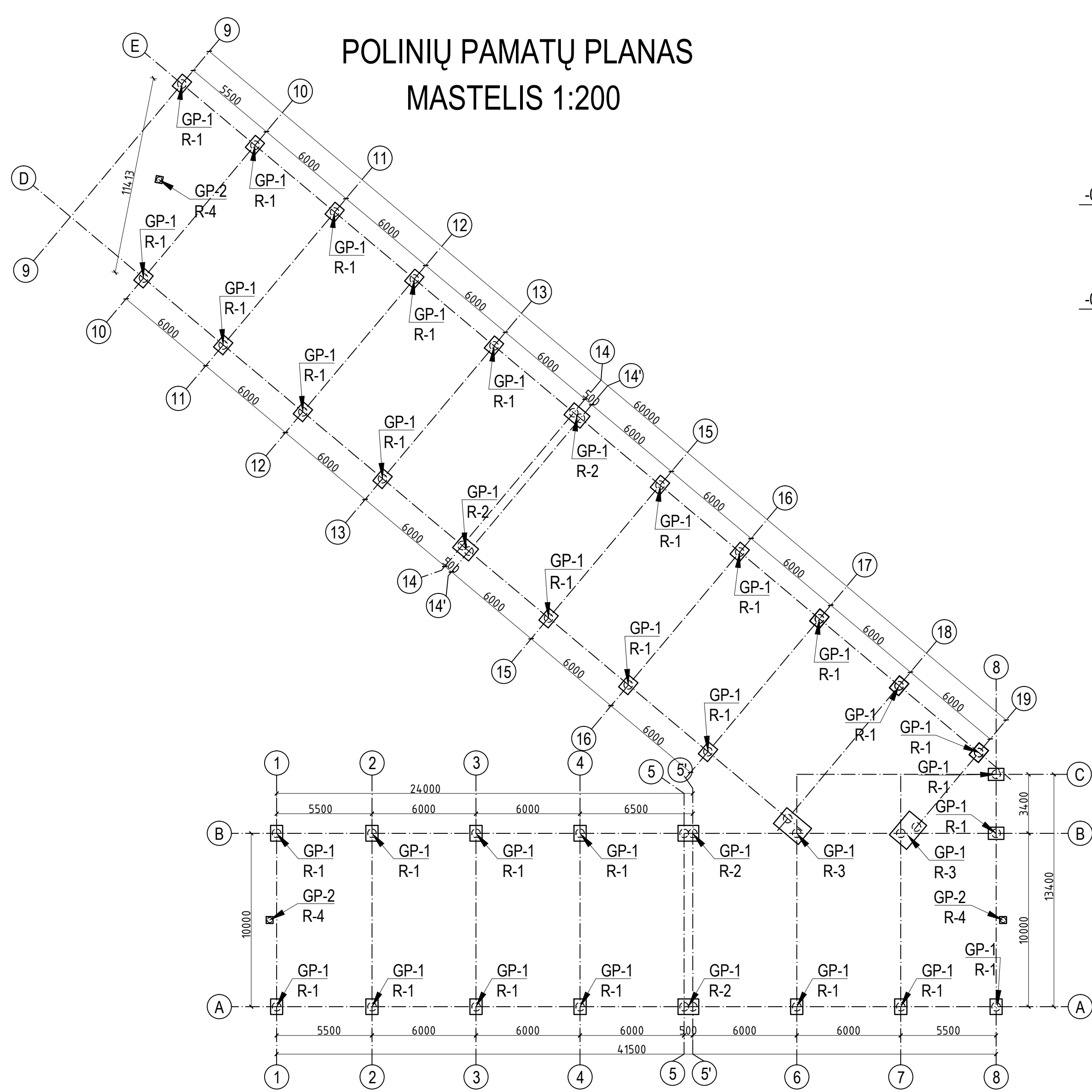
Armatūros specifikacija

Pozicija	Gaminio žymuo	Armatūros		Ilgis, m	Vieneto masė, kg	Kiekis	Bendras ilgis, m	Bendras svoris, kg	Pastabos
		Ø, mm	klasė						
1	St-1	16	S400	7,40	1,578	4	29,60	46,71	
2		5	S500	1,50	0,154	23	34,50	5,31	
3	St-2	18	S400	2,00	1,998	2	4,00	7,99	
4		6	S400	-	0,222	6	11,00	2,44	Skačiuojamas bendras gembės sankabų ilgis
-	M20	20	S500	1,50	2,930	2	-	5,86	
-	HPKM 16	16	S500	-	2,100	4	-	8,40	
-	Neopreno pad.	-	-	-	-	2	-	-	

### PASTABOS:

- Surenkamai gelžbetoninei kolonai naudojamas C30/37 betonas;
- Kolona armuojama S500 ir S400 klasės armatūros strypais;
- Kolonoje naudojamos „Peikko“ idėtinės detalės;
- Charakteristinė naudojimo apkrova 5,0 kN/m².

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas			Magistro baigiamasis darbas	
SSM-4	Studentas	T. Lisauskas	2015-	Verslo centro Kaune statybinų konstrukcijų dalies projektas	
	Vadovas	M. Augonis	2015-		
	Konsult.	J. Šadauskienė	2015-	Pirmo aukšto kolonų planas; Kolona K-1; Pjūvis 1-1; Mazgas „1“; Istrižai lenkiamos ir gniuždomos kolonos skaičiavimo metodika	
	Konsult.	M. Augonis	2015-		
Pr. etapas	Statybinų konstrukcijų katedra			Laida	
MBP	LT-51367 Studentų 48, Kaunas			Lapas	Lapų
				2016-MBP-SK	4



- #### PASTABOS:
- Poliniams ir surenkamiems gelžbetoniniams pamams naudojamas XC2 C25/30 betonas pagal LST EN 206:2014;
  - Gręžtinių polių skersinė armatūra gali būti įrengiama spirale arba sankabomis išlaikant nurodytą žingsnį;
  - Tinklų ir strypų armatūra sujungiama kontaktiniu suvirinimo būdu;
  - Pamatai armuojami S500 klasės armatūros strypais;
  - Pamatams naudojamos „Peikko“ įdėtinės detalės;
  - Charakteristinė naudojimo apkrova 5,0 kN/m².

#### Armatūros specifikacija

Pozicija	Gaminio žymuo	Armatūros klasė	Ilgis, m	Vieneto masė, kg	Kiekis	Bendras ilgis, m	Bendras svoris, kg	Pastabos
ROSTVERKAS R-1								
11	T-2	S500	1,08	0,959	4	4,16	3,84	
12	T-2	S500	0,88	0,781	5	4,40	3,91	
13	T-3	S500	1,08	0,666	4	4,16	2,67	
14	T-3	S500	0,88	0,543	5	4,40	2,72	
-	HPM L 16	S500	-	0,900	4	-	3,60	
GRĘŽTINIS POLIS GP-1								
15	St-4	S500	4,00	3,552	8	32,00	28,42	
16	St-4	S500	4,50	0,693	1	4,50	0,69	
17	St-4	S500	0,31	0,111	12	3,72	1,34	
SEKLUSIS PAMATAS P-1								
18	St-5	S500	1,07	0,165	8	8,56	1,32	
19	St-5	S500	3,40	0,524	4	13,60	2,10	
20	T-4	S500	1,05	0,648	10	10,50	6,48	
-	HPM P 16	S500	-	1,700	4	-	6,80	

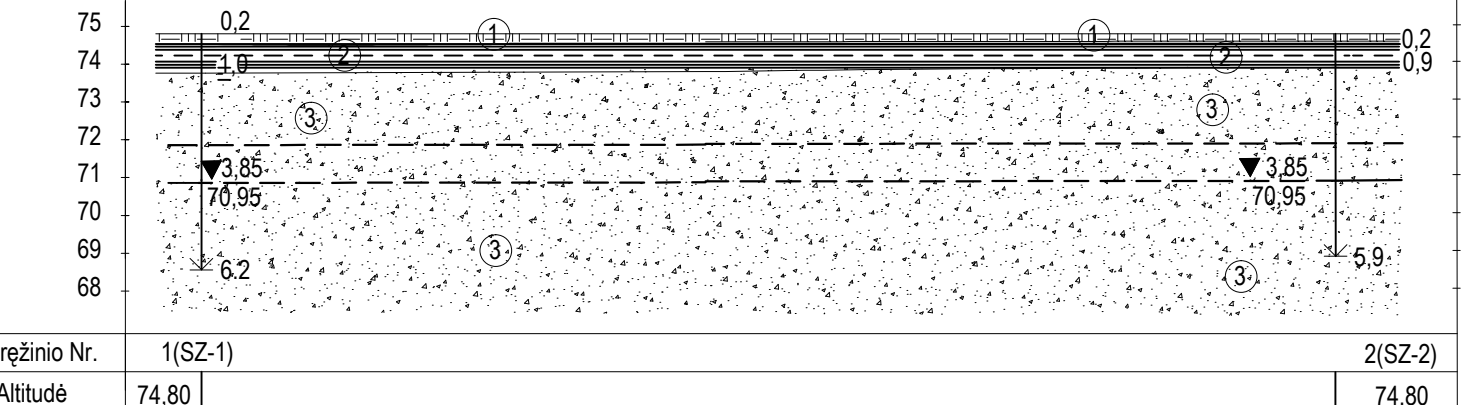
#### 2015.10.26 Gręž. Nr. 1 Altitudė: 74,80 m

Inž. geologinis sluoksnio Nr.	Grunto aprašymas	Sluoksnio pado		Sluoksnio storis	Stulpelis	Vandens lygis			Savybės pagal CPT				
		gylis	altitudė			Pasirodė	Nuastovėjo	Aukšt.	q <sub>p</sub> , MPa	σ <sub>(t)</sub>	f <sub>p</sub> , kPa	σ <sub>(f)</sub>	f <sub>iq</sub> , %
1	Piltas gr.: priemolis su drvožemio priemaiša, plastingas	0,20	74,60	0,20					1,5	2,36	29	29,4	1,9
2	Priemolis, drėgnas, su smėlio ir žvyro priemaiša, plastingas	0,90	73,90	0,70					2,9	4,62	57	38,1	1,9
3	Molis, tankus, mažai drėgnas, su gargždo priemaiša												

#### 2015.10.26 Gręž. Nr. 2 Altitudė: 74,80 m

Inž. geologinis sluoksnio Nr.	Grunto aprašymas	Sluoksnio pado		Sluoksnio storis	Stulpelis	Vandens lygis			Savybės pagal CPT				
		gylis	altitudė			Pasirodė	Nuastovėjo	Aukšt.	q <sub>p</sub> , MPa	σ <sub>(t)</sub>	f <sub>p</sub> , kPa	σ <sub>(f)</sub>	f <sub>iq</sub> , %
1	Piltas gr.: priemolis su drvožemio priemaiša, plastingas	0,20	74,60	0,20					1,5	2,35	30	29,3	2,0
2	Priemolis, drėgnas, su smėlio ir žvyro priemaiša, plastingas	0,90	73,90	0,70					2,9	4,72	59	39,1	2,0
3	Molis, tankus, mažai drėgnas, su gargždo priemaiša												

### INŽINERINIS GEOLOGINIS PJŪVIS MASTELIS 1:400



- #### Sutartiniai žymėjimai
- ① Inž. geologinio sluoksnio nr.
  - Prognozuojamas aukščiausias požeminio vandens lygis
  - Požeminis vandens lygis ir altitudė
  - Vandeningi gruntai
  - Gręžinio gylis

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas			Magistro baigiamasis darbas	
SSM-4	Studentas	T. Lisauskas	2015-	Verslo centro Kaune statybinų konstrukcijų dalies projektas	
	Vadovas	M. Augonis	2015-		
	Konsult.	J. Šadauskienė	2015-		
	Konsult.	M. Augonis	2015-		
	Konsult.	O. Vilūnienė	2015-	Pamatų planas; Gręžtinis poliis GP-1; Rostverkas R-1; Inžinerinis geologinis pjūvis; Pamatų ekonominiai skaičiavimai	
Pr. etapas	Statybinų konstrukcijų katedra			Laida	O
MBP	LT-51367 Studentų 48, Kaunas			Lapas	Lapų
	2016-MBP-SK			5	6



