

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS

Rolandas Gailius

AUTOVEŽIŲ REMONTO DIRBTUVIŲ ŠIAULIUOSE
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Mindaugas Augonis

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS

STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

Doc. dr. Mindaugas Augonis

**AUTOVEŽIŲ REMONTO DIRBTUVIŲ ŠIAULIUOSE
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS**

Baigiamasis magistro projektas

Statyba (621J80001)

Vadovas

Doc. dr. Mindaugas Augonis

Recenzentas

Projektą atliko

Rolandas Gailius

KAUNAS, 2016

Projektą atliko SSM-4 gr.

studentas:

Rolandas Gailius

vardas, pavardė

parašas, data

Konsultantai:

Architektūrinė dalis

G. Šukaitytė

vardas, pavardė

parašas, data

Grafinė dalis

J. Šadauskienė

vardas, pavardė

parašas, data

Ekonominė dalis

O. Viliūnienė

vardas, pavardė

parašas, data

Konstrukcijų skaičiavimo dalis

M. Augonis

vardas, pavardė

parašas, data

Darbų saugos dalis

D. Nizevičienė

vardas, pavardė

parašas, data

Technologijos ir organizavimo dalis

R. Miniotaitė

vardas, pavardė

parašas, data

**PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO
PATVIRTINIMAS**

Patvirtinu, kad parengtas magistro baigiamasis darbas

(įrašyti pavadinimą)

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Data

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

Magistro baigiamasis darbas

**AUTOVEŽIŲ REMONTO DIRBTUVIŲ ŠIAULIUOSE STATYBINIŲ
KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS**

Rolandas Gailius

Baigiamajame magistro darbe projektuojamos autovežių remonto dirbtuvės, Išradėjų g. 6, Šiauliuose. Pastatą sudaro keturios pagrindinės funkcinės zonos: autovežių remonto dirbtuvės, detalių sandėliavimo patalpa, autovežių plovyklos patalpa bei administracinės patalpos. Projektuojamo pastato bendrasis plotas 2235,71 m².

Šis darbas susideda iš šių pagrindinių dalių:

- Statybos reglamentavimo ir teisinių sąlygų aprašymo.
- Architektūrinės dalies, kurioje pateikiami sklypo bei projektuojamo pastato rodikliai, techniniai-tūriniai sprendimai, sklypo sutvarkymo sprendimai, gaisrinės saugos reikalavimai.
- Konstrukcinės dalies, kuri sudaro didžiąją dalį viso magistrinio darbo ir kurioje detalai parenkamos-projektuojamos visos projektuojamo statinio konstrukcijos.
- Tiriamojo projekto dalies, kurioje išnagrinėta betono valkšnumo įtaka gelžbetoninių konstrukcijų darbui.
- Technologinė dalis, kurioje pateikiama kolonų montavimo technologinė kortelė.
- Ekonominės dalies, kurioje pateikiama lokalinė objekto sąmata.
- Darbų saugos dalies, kurioje pateikiami pagrindiniai darbo saugos reikalavimai ir nurodymai.

Reikšminiai žodžiai: plieninė santvara; betono valkšnumas; gelžbetoninė kolona; pokraninė sija.

KAUNAS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF BUILDING CONSTRUCTION

Master final work

STRUCTURAL PART PROJECT OF TRUCK SERVICE STATION IN ŠIAULIAI

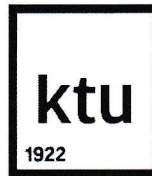
Rolandas Gailius

In this Master final work is designed truck repair station in Išradėjų st. 6, Šiauliai. The building consists of 4 main function zone: truck repair, truck parts warehouse, truck wash and office space areas. The total area of building 2235,71 m².

This work consists of these main parts:

- Building regulations and legal terms description.
- Architectural part, which consists technical rate of building plot and building, solution of technical-volumetric decision, solution of building plot, requirements of fire safety.
- Structural part, which consists the biggest part of master final work and in which have detail selected-design of all projected building constructions.
- Research work, which examined concrete creep influence of reinforced concrete work.
- The technologic part, which contains column installation technology.
- The economic part, which contains localized object estimate.
- Work safety part, which submitted the main requirement and directions of work.

Keywords: stell truss; concrete creep; reinforced concrete column; runway beam.



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO
UŽDUOTIS

Statybinių konstrukcijų katedra

TVIRTINU:

Katedros vedėjas

Mindaugas Augonis

2015.02.09

Data, parašas

SSM-4 grupės magistrantui(ei)

Rolandas Jaičius
vardas, pavardė

Baigiamojo darbo tema:

Autovežių remonto dirbtuvės struktūroje
statybinių konstrukcijų dalies projektas

Patvirtinta 2014 m. lapkričio 28 d. dekanų įsakymu Nr. ST17-F-09-11.

Pradiniai duomenys darbui:

Architektūriniai brėžiniai

Baigiamojo darbo turinys:

Aiškinamasis raštas

Statinio charakteristika, statybos vietos, statybos reglamentavimo ir teisės sąlygos

Architektūrinė dalis

Konstrukcinė dalis

- konstrukcinės dalies analizė

Technologinė ir organizacinė dalis

- technologinės ir organizacinės dalies analizė

Statinio inžinerinių sistemų dalis

Statybos sąmata ir (arba) ekonominiai skaičiavimai

Mokslinio tiriamojo darbo klausimai

Betono valkinimo analizė

Darbo sauga

Aplinkosauga

Brėžiniai

Pastato planai, fasadas, pjūviai

Statinio konstrukcinė schema, konstrukcijos

Statinio inžinerinės sistemos

Statybos technologija ir organizavimas

Stybinių gaminių ir konstrukcijų gamybos technologija

Statybos sąmatos ir (arba) ekonominiai skaičiavimai

Kiti brėžiniai:

konstrukciniai mazgai

Vadovas:

parašas

doc. Mindaugas Augonis
pareigos, vardas, pavardė

Užduotį gavau:

parašas

Rolandas Jaičius 2015.02.09
vardas, pavardė, data

Atlikti



Brėžinių skaičius



Turinys

ĮVADAS.....	9
1. STATYBOS REGLAMENTAVIMO IR TEISINĖS SĄLYGOS	10
1.1. Statinio projektavimas	10
1.2. Statinio projekto ekspertizė	10
1.3. Statybą leidžiantys dokumentai	10
1.4. Statybos užbaigimas	12
2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS	13
2.1. Bendrieji duomenys ir rodikliai	13
2.2. Sklypo planas	14
2.3. Projektuojamo pastato tūrinis planinis sprendimas	15
2.4. Pagrindiniai architektūriniai-konstruciniai sprendimai	15
2.5. Gaisrinė sauga.....	19
2.6. Sauga ir galimybė patekti į statinį naudojimo metu	21
2.7. Apsauga nuo triukšmo	21
2.8. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas	21
2.9. Higiena, sveikata ir aplinkos sauga.....	22
2.10. Inžinerinės sistemos	22
3. KONSTRUKCINĖ DALIS	23
3.1. Pokraninės sijos PKR-1 skaičiavimas.....	23
3.2. Pastato apkrovos	30
3.3. Derinių sudarymas ir daliniai patikimumo koeficientai.....	34
3.4. Pastato skaičiuojamoji schema ir įrašos	36
3.5. Plieninės denginio santvaros SNT-24 skaičiavimas	38
3.6. Ekscentriškai gniuždomos kraštinės kolonos KL-1 skaičiavimas	59
3.7. Polinių pamatų skaičiavimas	75
4. MOKSLINIS TIRIAMASIS DARBAS	87
4.1. Valkšnumo teorijos	88
4.2. Praktiniai valkšnumo skaičiavimai	91
5. DARBŲ SAUGOS IR APLINKOSAUGOS DALIS.....	93
5.1. Bendrieji saugos ir sveikatos reikalavimai	94
5.2. Profesinės rizikos vertinimas	98
6. TECHNOLOGINĖ-EKONOMINĖ DALIS	100

6.1.	Bendrieji duomenys	100
6.2.	Technologinės kortelės paskirtis.....	100
6.3.	Technologinio proceso aprašymas.....	100
6.4.	Darbų sauga	102
6.5.	Mechanizmai, medžiagos bei naudojama įranga	102
6.6.	Leistini nuokrypiai	103
6.7.	Darbo sąnaudų skaičiavimas.....	103
7.	IŠVADOS.....	104
	LITERATŪROS SĄRAŠAS	105
	1 PRIEDAS	108
	2 PRIEDAS	116
	3 PRIEDAS	121
	4 PRIEDAS	122
	5 PRIEDAS	126
	6 PRIEDAS	127
	7 PRIEDAS	132
	8 PRIEDAS	134

1. Lentelė. Brėžinių žiniaraštis.

Eil. nr.	Pavadinimas	Pastabos
1.	Sklypo planas; situacijos schema; dangų detalės; fasadai 1-14, 14-1, E-A, A-E	1 lapas
2.	Pirmo - trečio aukšto planai; langų, vartų, durų ir kolonų žiniaraščiai	1 lapas
3.	Pjūviai 1-1, 2-2; atitvarų detalės D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11; pjūvis A-A	1 lapas
4.	Gręžtinių polių planas; pamatinių sijų planas; pamatų pjūviai A-A, B-B, C-C, D-D, E-E; pamatinė sija PS-1; rostverkai RK-1, RK-2; gręžtiniai poliai GP-1; stripynas STR-1; armatūros tinklas T-1	1 lapas
5.	Kolona KL-1; stripynai STR-1, STR-2; įdėtinės detalės ID-1, ID-2, ID-3, ID-4, ID-2.1; pjūviai A-A, B-B, C-C, D-D, E-E, F-F, G-G; kilpa KLP-1; mazgai A1, B1	1 lapas
6.	Pirmo-antro aukšto perdangos planas; stogo planas; denginio konstrukcijų planas; pjūviai K1-K1, K2-K2, K3-K3	1 lapas
7.	Santvara SNT-24; pjūviai A-A, B-B, C-C, D-D, E-E, F-F, G-G; mazgai Nr. 1-9A	1 lapas
8.	Kolonų montavimo technologinė kortelė	1 lapas

IVADAS

Baigiamajame magistro darbe (toliau MBD), atsižvelgiant į darbo vadovo M. Augonio rekomendacijas ir aukštosios mokyklos reglamentą, buvo nuspręsta projektuoti autovežių remonto dirbtuves, Išradėjų g. 6, Šiauliuose. Tiriamojo darbo dalyje nagrinėjama betono valkšnumo įtaka. Darbas parengtas vadovaujantis privalomaisiais teisiniais bei norminiais statybos techniniais reglamentais (STR), įstatymais, standartais (LST/EC), galiojančiomis ir nustatyta tvarka patvirtintomis statybos taisyklėmis (ST) bei mokslinė-metodine literatūra.

Šio darbo tikslas – suprojektuoti autovežių remonto dirbtuvių pastato laikančiąsias konstrukcijas ir pagal gautą racionalų konstrukcijų variantą, parengti pastato ir pastato konstrukcijų darbo brėžinius bei pastato lokalinę sąmatą. Tiriamosios dalies rezultatus palyginti su galiojančiomis projektavimo normomis, apžvelgti esamą mokslinę literatūrą tiriamojo darbo tema ir pateikti išvadas bei rekomendacijas tolimesniems galimiems darbams šia tema. Darbą sudaro šios pagrindinės dalys: statybos reglamentavimo ir teisinės sąlygos, architektūrinė, konstrukcinė, darbų saugos, ekonominė ir technologinė dalis.

Projektuojamas pastatas – autovežių remonto dirbtuvės priskiriamas visuomeninių pastatų grupei. Pastato kategorija – ypatingas statinys. Pastatas negyvenamas, priskiriamas paslaugų paskirties pogrupiui. Projektuojant pastatą įvertinami esminiai pastato reikalavimai: mechaninis stiprumas ir pastovumas; higiena, sveikata ir aplinkos sauga; gaisrinė sauga; sauga ir galimybė patekti į statinį naudojimo metu; apsauga nuo triukšmo; energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas, tvarus gamtos išteklių naudojimas.

Pastato skaičiuojamąją schemą sudaro: poliniai gręžtiniai pamatai (CFA), surenkamos gelžbetoninės kolonos 400x400 mm, gelžbetoninės rėmo sijos RL ir RT tipo, kiaurymėtosios perdangos plokštės VPL, plieninės 24 m santvaros SNT-24, metalinės sijos SJ ir mūro sienos. Pastato pastovumą užtikrina įrengtų plieninių ryšių sistema bei mūro sienos. Pastato kolonų žingsnis 6x6 m. Pastate numatytas tiltinis dvisijinis kranas (be krano tiltų) ZLK 5tx23,5 m.

Įrašų skaičiavimas atliekamas pasinaudojant kompiuterine skaičiavimo programa „Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2016“. Sąmata apskaičiuota pasinaudojant „ProSama 5G“ skaičiavimo programa. Pastato architektūriniai sprendimai iš dalies pasirinkti pagal ankstesnį autoriaus, t.y. mano Rolando Gailiaus darbą [9].

1. STATYBOS REGLAMENTAVIMO IR TEISINĖS SĄLYGOS

1.1. Statinio projektavimas

Statinio projektas rengiamas vadovaujantis teritorijų planavimo dokumentais, žemės sklypo (teritorijos) ir statinio statybinių tyrinėjimų dokumentais, galiojančiais teisės aktais, prisijungimo sąlygomis ir savivaldybės administracijos išduotais specialiaisiais architektūros reikalavimais, kurie neprieštarauja statybos įstatymo 2 ir 3 punktuose nurodytiems reikalavimams [18].

Statybos projektas bus rengiamas vienu etapu, parengiant statinio techninį darbo projektą. Techninis darbo projektas yra dokumentas, kuriuo vadovaujantis pasiekiami Techninio projekto ir Darbo projekto tikslai (34.), t.y. atliekama projekto ekspertizė, gaunamas statybą leidžiantis dokumentas, parenkamas statinio statybos rangovas, parenkami statybos produktai ir įrenginiai ir pagal pateiktas technines specifikacijas atliekami statybos darbai [34].

1.2. Statinio projekto ekspertizė

Projektuojamas pastatas pagal Reglamentą [45] priskiriamas ypatingų statinių grupei, t.y. pastate montuojamos ilgesnės kaip 12 m tarp atramų (angos) laikančiosios konstrukcijos, gaminamos pagal statinio projektą; pastato bendras plotas didesnis kaip 2000 m²; visuomenės poreikiams naudojamas pastatas, kuriame vienu metu būna daugiau kaip 100 žmonių [18]. Pastato statybos rūšis – nauja statyba.

Pagal Statybos įstatymo [18] 29 straipsnį, projektuojamam pastatui privaloma statinio projekto ekspertizė. Statinio projekto ekspertizė – įvertinimas, kaip statinio projekte yra įgyvendinti Reglamente (ES) Nr. 305/2011 nustatyti esminiai statinių reikalavimai, taip pat kitų įstatymų ir teisės aktų, normatyvinių statybos techninių dokumentų ir privalomųjų statinio projekto rengimo dokumentų reikalavimai [18]. Ypatingo statinio projektas iki gaunant statybą leidžiantį dokumentą turi būti statytojo (užsakovo) patvirtintas, tik kai yra projekto ekspertizės aktas, kuriame nurodyta, kad galima projektą tvirtinti [18].

1.3. Statybą leidžiantys dokumentai

Pagal įstatymo [35] 23 punktą projektuojamam ypatingam pastatui yra privalomas statybos leidimas. Statytojas (užsakovas), norintis gauti leidimą statyti naują ypatingą statinį savivaldybės administracijai tiesiogiai ar nuotoliniu būdu, pasinaudodamas Lietuvos Respublikos statybos leidimų ir statybos valstybinės priežiūros informacine sistema „Infostatyba“, privalo pateikti šiuos dokumentus [35]:

- 1) prašymą;
- 2) statybos projektą ir kompiuterinę laikmeną su statybos projekto įrašu arba tik kompiuterinę laikmeną su statybos projekto įrašu, jeigu šį projektą privalantys pasirašyti asmenys jį pasirašė elektroniniais parašais;
- 3) statybos projekto ekspertizės aktą;
- 4) žemės sklypo bendraturčių sutikimus, jeigu žemės sklypas jiems priklauso bendrosios nuosavybės teise;
- 5) atsakingos institucijos sprendimą dėl planuojamos ūkinės veiklos pasirinktoje vietoje leistinumo poveikio aplinkai požiūriu, kai jis privalomas pagal Planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo įstatymą;
- 6) jeigu statinį numatoma statyti statytojo (užsakovo) nevaldomame nuosavybės teise ar kita valdymo ir naudojimo teise žemės sklype (teritorijoje), taip pat jeigu kitą žemės sklypą (teritoriją) numatoma laikinai naudoti statybos metu, – sutartį (sutikimą) su šio žemės sklypo (teritorijos) savininku, valdytoju ar naudotoju [35].

Leidimą statyti naują statinį Lietuvos Respublikos teritorijoje, jos išskirtinėje ekonominėje zonoje ir kontinentiniame šelfe išduoda Vyriausybė ar jos įgaliota institucija. Statybą leidžiančius dokumentus statiniams, suprojektuotiems įgyvendinant ypatingos valstybinės svarbos projektus, statyti Aplinkos ministerijos nustatyta tvarka išduoda Valstybinė teritorijų planavimo ir statybos inspekcija prie Aplinkos ministerijos [35].

Projekto tikrinimas ir statybos leidimo išdavimas vykdomas pagal Reglamento [35] IV skyrių. Statinio projektui patikrinti, skaičiuojant nuo projekto paskelbimo Lietuvos Respublikos statybos leidimų ir statybos valstybinės priežiūros informacinėje sistemoje „Infostatyba“ dienos, skiriama 35 darbo dienos – ypatingo statinio statybos projektui patikrinti [35].

Pagal parengtą ir patvirtintą techninį-darbo projektą, rengdamasis statybos darbams rangovas privalo pasirengti statybos darbų technologijos projektą, kurio sprendimais vadovaujantis bus vykdomi statybos darbai. Rangovas privalo vadovautis patvirtintomis ir Aplinkos ministerijoje nustatyta tvarka įregistruotomis statybos taisyklėmis.

Pradėti statinio statybos darbus leidžiama tik po to, kai statytojas (užsakovas) nustatyta tvarka gavo ir perdavė rangovui šiuos dokumentus:

- 1) statytojas (užsakovas) pateikė statybą leidžiantį dokumentą bei statinio projektą ir pagal aktą perdavė statybvietai (o rangovas ją priėmė);
- 2) sąlygas laikiniems (statybos laikotarpiui) statiniams už statybvietai ribų įrengti ir projektavimo sąlygų statybos laikotarpiui energijai, vandeniui tiekti, ryšių paslaugoms tenkinti ir pan. kopijas (jei jų nėra statinio projekte);

3) statybos darbų žurnalą.

Prieš pradėdamas žemės kasimo darbus inžinerinių tinklų, susisiekimo komunikacijų ir kitų objektų apsaugos zonose (statybvietėje ar šalia jos), rangovas privalo gauti leidimą žemės darbams vykdyti pagal Reglamentą [35]. Rangovas yra atsakingas už visų reikalingų leidimų iš valdžios ir kitų institucijų gavimą, išskyrus statybos leidimą.

1.4. Statybos užbaigimas

Užbaigęs ypatingo statinio statybą ir norėdamas gauti Akta, Statytojas Padaliniui, esančiam apskrityje, kurioje yra statinys, teritorijoje, pateikia prašymą išduoti Aktą (toliau – Prašymas) [36]. Prašymas gali būti pateikiamas nuotoliniu būdu arba tiesiogiai kaip numatyta Reglamento [36] 12 punkte.

Pateikus prašymą, padalinio įgaliotas pareigūnas, patikrina ar prašymas užpildytas tinkamai ir ar pateikti visi privalomi dokumentai kaip numatyta Reglamento [36] 13 punkte. Jeigu padalinio atstovas neužfiksuoja prašyme jokių trūkumų, ne vėliau kaip kitą darbo dieną prašymas įregistruojamas su prie jo pridėta dokumentacija.

Įregistravus Prašymą, atitinkamos Komisijos pirmininkas IS „Infostatyba“ paskelbia numatomą Procedūrų atlikimo datą ir laiką, paskelbia (pažymi) Reglamento [36] 1 priede nurodytus subjektus, kurių atstovai dalyvaus Procedūrose [36]. Pagal Reglamento [36] 16-17 punktuose nustatyta tvarką sudaroma komisija.

Komisijos nariai pagal kompetenciją vizualiai patikrina statinio atitiktį statinio projektui, išnagrinėja visus Komisijai pateiktus dokumentus (jų apimtį, sudėtį, juridinio įforminimo reikalavimus), pagal tai nustato, ar įvykdyti visi statinio projekto sprendiniai, kurie lemia statinio atitiktį esminiams reikalavimams. Komisija gali atrankos būdu patikrinti statinio dalių, konstrukcijų, elementų, inžinerinių sistemų ir kt. atitiktį pateiktiems dokumentams, taip pat pareikalauti iš Statytojo atlikti reikalingus bandymus, matavimus, ardymo darbus ir kt. [36].

Jeigu nerandama esminių nukrypimų, pradedamas akto pasirašymo procesas. Komisija Procedūras užbaigia (pasirašo Aktą) ne vėliau kaip per 10 darbo dienų nuo visų dokumentų pateikimo dienos [36]. Nepritarimo atveju visas procesas aprašytas Reglamento [36] 27-30 punktuose.

2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

2.1. Bendrieji duomenys ir rodikliai

Projektuojamas pastatas – autovežių remonto dirbtuvės. Planuojama pastato vieta – Išradėjų g. 6, Šiauliuose. Statybos rūšys – nauja statyba. Statinio kategorija – ypatingas statinys.

Pagal naudojimo paskirtį, pastatas priskiriamas negyvenamųjų pastatų grupei, paslaugų paskirties pogrupiui (Reglamento [33] 8.4 punktas). Projektuojamas pastatas priskiriamas visuomeninės paskirties statinių grupei.

Pagal Reglamento [34] 5 priedą, bendrieji statinio rodikliai pateikti 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė.

Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis	Pastabos
I. SKLYPAS			
1. sklypo plotas	m ²	12666	
2. sklypo užstatymo intensyvumas	%	18	Leidž. 120
3. sklypo užstatymo tankumas	%	13	Leidž.60
II. PASTATAI			
1. Pastato paskirties rodikliai (paslaugų paskirties).			Autovežių remonto dirbtuvės
2. Pastato bendras plotas.*	m ²	2235,71	
3. Pastato naudingas plotas.*	m ²	2235,71	
4. Pastato tūris.*	m ³	14417	
5. Aukštų skaičius.*	vnt.	3	
6. Pastato aukštis.*	m	11,12	Leidž. 15
7. Butų skaičius (gyvenamajame name), iš jų:	vnt.	-	
7.1. 1 kambario	vnt.	-	
7.2. 2 ir daugiau kambarių.	vnt.	-	
8. Energinio naudingumo klasė. [5.41]		B	
9. Pastato (patalpų) akustinio komforto sąlygų klasė. [5.38]; [5.43]		C	
10. Kiti specifiniai pastato rodikliai:			
10.1 Pagrindinis plotas	m ²	1845,76	
10.2 Pagalbinis plotas	m ²	389,95	
10.3 Užstatymo plotas	m ²	1695	

2.2. Sklypo planas

Pastatas projektuojamos Išradėjų g. 6, Šiauliuose. Sklypas pagal Šiaulių miesto bendrąjį planą (Nr.: U-0632-BP) priskiriamas teritorijai, kurios indeksas uKd-1, t.y. mišrios didelio užstatymo teritorijos. Pagrindinė tikslinė sklypo naudojimo paskirtis – kita; naudojimo būdas – paslaugų ir komercinės paskirties teritorijos; pobūdis – paslaugų ir komercinės paskirties objektų statyba [9]. Žemės sklypo plotas 12666 m². Patekimui į sklypą numatomi du įvažiavimai iš esamos Išradėjų gatvės. Išradėjų gatvės danga – asfaltbetonio.

Sklype numatoma įrengti lengvųjų automobilių ir sunkiojo transporto stovėjimo aikšteles, nuogrinda aplink projektuojamą pastatą, pėsčiųjų takus bei žaliuosius plotus. Lengviesiems automobiliams planuojama įrengti 34 vietas (minimalus vietų skaičius pagal Reglamento [46] 30 lentelę – 25 vnt.). Aikštelių planuojama danga – asfaltbetonio, nuogrindos – grindinio trinkelės. Projektuojamame pastate numatoma komercinė veikla nedaro neigiamo poveikio aplinkai ir kraštovaizdžiui. Vykdamas statybos darbus (projektuoto pastato), bus išsaugomas dirvožemis, kuris pabaigus statybas bus panaudotas aplinkos gerbūvio sutvarkymui. Numatomas teritorijos apželdinimas pagal įsakymą [17], atitinka reglamentuotą priklausomųjų želdinių normą procentais nuo viso žemės sklypo ploto, t.y. ≥15%.

Kadangi pastatas priskiriamas visuomeninių pastatų grupei, tai jo sprendiniai turi užtikrinti galimybę laisvai judėti žmonėms su negalia (toliau ŽN) tiek žemės sklype tiek pastato viduje. Pagal Reglamento [37] VI skyrių, 2 vietos automobiliams pritaikytos ŽN, t.y. vietos įrengtos su bendra 1,5 m pločio išlipimo aikštele; vietos pažymėtos specialiais vertikaliais ir horizontaliais ženklais kaip numatyta Reglamento [37] 55 punkte. Patekimui į pastatą numatytas pandusas. Takų plotis ne mažesnis nei 1,20 m.

Pastato inžinerinės sistemos, pagal pateiktas prisijungimo sąlygas, prijungiamos prie miesto centralizuotų tinklų.

- Sklypo plotas: 12666 m².
- Sklypo užstatymo tankumas: 13% (leidž. 60).
- Sklypo užstatymo intensyvumas: 18 % (leidž. 120).
- Užstatymo plotas: 1695 m².
- Žaliųjų plotų dydis: 1918 m²(min. 1900 m²).
- Kietų dangų plotas (asfaltbetonis): 9036 m².
- Lengvųjų automobilių vietų skaičius: 34 vnt.
- Sunkiojo transporto vietų skaičius: 24 vnt

2.3. Projektuojamo pastato tūrinis planinis sprendimas

Projektuojamą pastatą sudaro 4 funkcinės zonos: autovežių-sunkvežimių remonto dirbtuvės, autoplovykla sunkiajam transportui, atsarginiu detalių sandėlis bei administracinės patalpos išdėsčiusios per 3 aukštus.

Administracinių patalpų patalpos aukštis iki laikančių konstrukcijų (perdangos plokštės) 3 m. Remonto dirbtuvės su tiltiniu kranu, o patalpos aukštis iki santvaros apatinės juostos ~6,47 m, autoplovykloje ~5 m.

Visos patalpos išdėstytos pasaulio šalių ir funkcionalumo principu. Patekimui į pastatą numatytas pandusas. Virš įėjimų ir evakuacinių išėjimų įrengiami apsauginiai stogeliai.

2.4. Pagrindiniai architektūriniai-konstruktiniai sprendimai

Konstruktiniuose sprendimuose įvertinti esminiai pastato reikalavimai: *mechaninis stiprumas ir pastovumas; higiena, sveikata ir aplinkos sauga; gaisrinė sauga; sauga ir galimybė patekti į statinį naudojimo metu; apsauga nuo triukšmo; energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas, tvarus gamtos išteklių naudojimas*. Pagrindiniai suprojektuotų pastato konstrukciniai elementai:

2.4.1. Pamatai

Atsižvelgiant į sklypo geologiją ir esamą užstatymą projektuojamam pastatui suprojektuoti gręžtiniai poliniai pamatai. Po kolonomis suprojektuota gręžtinių polių grupė GP-1 d300 mm apjungta galvena (rostverku) RK-1. Po mūro sienomis įrengiama polių eilė GP-1.2 d300 mm. Polius veikianti aplinkos klasė XC2. Poliams naudojamas betonas C20/25.

Poliai GP-1 ir GP-1.1 armuojami 6d12 S500 klasės išilginės armatūros strypais, bei d8 S240 klasės skersinės armatūros strypais kas 200 mm..

Projektuojamam pastatui projektuojama pamatinė sija PS-1 (200x600 mm) ir rostverkas RK-2 (250x600 mm). Pamatinių sijų ir rostverkų aplinkos klasė XC2. Naudojamas betonas C20/25 klasės. Rostverkai įgilinami ne mažiau kaip 200 mm. RK-2 armuojamas 4d16 S500 klasės išilginiais strypais ir d8 S500 klasės skersinės armatūros strypais. Rostverkai įrengiami ant paruošiamojo išlyginamojo C8/10 klasės betono sluoksnio.

Pamatinės sijos apšiltinamos 100 mm storio polistireninio putplasčio plokštėmis EPS 100 $\lambda_{dec} = 0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Statinio mūro sienų ir pertvarų apsaugai nuo drėgmės įrengiama 2-jų sluoksnių izolo izoliacija, klijuojama su šalta bitumine mastika. Vertikali hidroizoliacija - 2

sluoksniai karšto bitumo. Dažoma iš viršaus į apačią. Sluoksnio storis – 1 mm. Mastikos temperatūra 100 laipsnių.

2.4.2. Grindys

Grindų konstrukcija remonto dirbtuvėse, sandėlio patalpose ir autoplovykloje pritaikytos sunkiajam transportui. Grindų ant grunto konstrukciją (detalė D7) sudaro: viršutinis nupoliruotas betono sluoksnis „*Mastertop*“ (4-20 mm), išlyginamasis C20/25 XD3 klasės betono sluoksnis, armuotas tinklu d12/d12 S400 200x200 mm (200 mm), polietileno plėvelė (0,2 mm), ekstruzinis polistireninis putplastis EPS 200 $\lambda_{dec} = 0,033$ W/m*K (100 mm), dolomitinės skaldos sluoksnis 0/45 (120 mm), esamas sutankintas gruntas (sutankinimo koef. $k=0,95$).

Administracinių patalpų grindų ant grunto konstrukciją (detalė D8) sudaro: akmens masės plytelių danga (12 mm), klijų sluoksnis plytelėms (8 mm), išlyginamasis C20/25 klasės betono sluoksnis, armuotas tinklu d5 Bp-I 150x150 mm (80 mm), polietileno plėvelė (0,2 mm), polistireninis putplastis EPS 100 $\lambda_{dec} = 0,035$ W/m*K (100 mm), dolomitinė skalda 0/45 (80 mm), esamas sutankintas gruntas (sutankinimo koef. $k=0,95$).

Grindų ant tarpaukštinės perdangos (detalė D6) konstrukciją sudaro: akmens masės plytelių danga (12 mm), klijų sluoksnis plytelėms (8 mm), išlyginamasis C20/25 klasės betono sluoksnis, armuotas tinklu d5 Bp-I 150x150 mm (20 mm), polietileno plėvelė (0,2 mm), garso izoliacija iš mineralinės vatos „*Paroc SSBI*“ $\lambda_{dec} = 0,035$ W/m*K (30 mm), perdangos plokštė [200 mm], pakabinamu lubų sistema su vėdinimo ortakiais bei vidaus apdaila iš gipso kartono plokščių [12.5].

Bazinėje grindų konstrukcijoje įrengiamos deformacinės siūlės, užtaisant jas elastinga mastika. Deformacinės siūlės taip pat įrengiamos visose grindų dangų susikirtimo vietose, prie pastato išorinių sienų. Tarp grindų ir sienų ar pertvarų būtina palikti 10 mm tarpą, kuris užpildomas tarpikliu iš tamprios, drėgmei atsparios medžiagos. San. mazguose ir pagalbinėse patalpose, kur numatomas galimas drėgmės susikaupimas ant grindų dangos, būtina suformuoti grindų nuolydį, drėgmės surinkimui. Drėgnose patalpose būtina įrengti hidroizoliaciją [9].

2.4.3. Laikantis karkasas

Projektuojamo pastato laikantį karkasą sudaro surenkamos gelžbetoninės kolonos, plieninės santvaros SNT-24, plieninės sijos SJ bei ryšiai.

2.4.4. Išorės, vidaus sienos, pertvaros ir sąramos

Išorės pastato sienoms (detalė D1) naudojamos daugiasluoksnės plokštės su poliuretano šerdimi „Balalextherm-PU-W-ST 100“. Plokštės naudingasis aukštis 1100 mm, storis 100 mm. Plokštės montuojamos horizontaliai ir tvirtinamos prie surankamų gelžbetoninių kolonų bei papildomų metalinių profilių. Daugiasluoksnių plokščių paviršiaus profilis lygus, danga „PVDF matt“. Naudojamos dviejų spalvų plokštės – tamsiai mėlynos spalvos RAL5010 ir tamsaus sidabro RAL9007. Plokštės įrengiamos pagal projekto ir gamintojo nurodymus.

Vidaus sienos (detalė D2) įrengiamos iš silikatinių blokelių „Arko M24“ 340x240x198 mm. Vidaus pertvaros įrengiamos iš silikatinių blokelių mūro (detalė D3) „Arko M12“ 340x120x198 mm ir gipso kartono su mineralinės vatos užpildu (detalė D9). Blokeliai mūrijami plonasluoksniu skiediniu – klijais. Viduje blokeliai nutinkuojami plonasluoksniu tinku (planuose apdailos storis neįvertintas). Blokeliams naudojamos standartinės surenkamos „Arko“ sąramos.

2.4.5. Tarpaukštiniai laiptai

Laiptų maršai ir tarpinės laiptų aikštelės – surenkamo gelžbetonio. Laiptų maršo pakopos aukštis 183 mm, gylis 270 mm. Viename marše pakopų skaičius 8x270. Maršo plotis 1160 mm. Laiptų aikštelės su 4 konsolėmis. Garso izoliacijai naudojamos izoliacinės garso dėžutės, kurios montuojamos ant laiptų aikštelės konsolių. Laiptų maršai ir laiptų aikštelės gaminamos iš C30/37 klasės betono bei armuojama S400 ir S240 klasės armatūra [45].

2.4.6. Tarpaukštinės perdangos

Pastato tarpaukštinės perdangos ir denginys ties administracine dalimi projektuojamos iš nepertraukiamu būdu suformuotu kiaurymėtojų perdangos plokščių VPL. Plokštės nominalusis plotis 1,2 m, aukštis 0,2 m. Plokštės parenkamos pagal gamintojų sudarytas laikomosios galios lenteles ir veikiančias maksimalias apkrovas kN/m^2 (žr. SK dalį).

Plokštės remiamos ant mūro sienų ir ant surenkamų gelžbetoninių RS ir RL sijų. Remiant plokštes ant mūro, minimalus atrėmimo ilgis ne mažiau 120 mm, ant gelžbetoninių sijų ne mažiau 100 mm. Atrėmimui ant silikatinių blokelių turi būti įrengtas cementinis išlyginamasis sluoksnis, o ant gelžbetoninių sijų įrengiama neopreno tarpinė. Plokštės išilginės sandūros sumonolitinamos C30/37 klasės betonu bei armuojamos 1/6 perdangos ilgio d14 S400 klasės armatūra.

Gelžbetoninės sijos parenkamos pagal gamintojų sudarytas laikomosios galios lenteles ir maksimalias apkrovas tenkančias tiesiniam metrui kN/m (žr. SK dalį).

2.4.7. Durys, langai bei vartai

Projektuojamo pastato langai aliuminio profilio rėmo ir PVC su selektyviniu stiklu, užpildyti inertinėmis argono dujomis. Projektinis langų šilumos perdavimo koeficientas ne mažesnis nei $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Langai gaminami pagal individualų užsakymą. Langų rėmų spalva pagal fasado architektūrinius sprendimus (rekomenduojama balta spalva iš abejų pusių). Gaminių matmenis būtina patikslinti statybos vietoje.

Naudojamos durys – metalinės, PVC arba aliuminio profilio rėmo. Išorinių durų bei vartų šilumos perdavimo koeficientas ne didesnis nei $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Išorės bei vidaus durys užsakomos iš UAB „Hormann“ siūlomo asortimento. Durų matmenys bei vieta pagal parengtą specifikaciją. San. mazgų ir kitų drėgnų patalpų durys turi būti atsparios drėgmei. Vidaus durų spalva balta arba derinama prie sienų apdailos.

Garažo vartai segmentiniai iš vamzdinio aliuminio profilio. Cokolis plokštelinis su dviguba sienele, spalva RAL5010. Vartuose įrengiamos durys be užkliuvimo slenksčio. Vartų tipas - „Hormann APU 40“, matmenys – 4000x4000 mm [9].

2.4.8. Stogas

Stogas sutapdintas. Stogų nuolydžiai $5,71^\circ$ (10%) ir $1,8^\circ$ (3,14%). Lietaus nuvedimo sistema ties administracine dalimi – vidinė, o ties likusia pastato dalimi išorinė. Vidinę lietaus sistemą sudaro dvi d110 mm įlajos įrengtos žemiausioje stogo vietoje. Išorinę lietaus nuvedimo sistemą sudaro d150 mm lietlovis ir d100 mm lietvamzdis.

Stogo danga iš dviejų sluoksnių prilydomos elastomerinės-bituminės dangos: pirmasis (viršutinis) sluoksnis – „Mida Technoelast PV S5b“, antrasis (apatinis) sluoksnis – „Mida Technoelast PV S5s“ [9].

Stogas ant apkrovos laikančių lakštų (detalė D4) apšiltintas 20+180+20 mm mineraline vata („Paroc Rob 80“ + „Paroc Ros 30g“ + „Paroc Rob 80“). Stogas ant deginio kiaurymėtojų perdangos plokščių (detalė D5) apšiltinamas 180+20 mm mineraline vata („Paroc Ros 30g“ + „Paroc Rob 80“). Stogo vedinimui įrengiama „Paroc air“ sistema. Aukščiausiuose stogo vietose montuojami ventiliaciniai kaminėliai (deflektoriai). Stogo nuolydis ant deginio kiaurymėtojų perdangos plokščių suformuojamas iš smėlio [9].

Sutapdinto stogo konstrukcijai keliami BROOF(t1) degumo klasės reikalavimai. Surenkamas lietaus vanduo nuvedamas į miesto lietaus kanalizacijos tinklus. Vidinio lietaus vandens nuvedimo sistemos įlajos turi būti apsaugotos nuo užšalimo, t.y. turi būti pakloti elektrinio šildymo kabeliai (ledo ir sniego tirpinimo sistema).

Ant pastato stogo patenkama iš išorės per įrengtas gaisrines kopėčias arba per įrengtą liuką denginyje. Išėjimo ant stogo liukų angos viršus turi būti ne mažiau kaip 150 mm virš stogo dangos paviršiaus. Liuko angos viršus turi būti padengtas skarda arba apsaugotas specialiais profiliais. Hidroizoliacinė danga turi būti po skarda (profilu) [9].

2.5. Gaisrinė sauga

Projektuojamo pastato statinio grupė P.2.4 [30] t.y., paslaugų paskirties pastatas. Statinio atsparumas ugniai laipsnis II. Kaimyniniuose sklypuose iki esamų pastatų išlaikomas didesnis nei minimalus reikalaujamas priešgaisrinis atstumas.

2.2 lentelė. Ugniai reikalavimai pastato atitvaroms.

Statinio atsparumo ugniai laipsnis	Gaisro apkrovos kategorija	Statinio, statinio gaisrinio skyriaus konstrukcijų elementų (turinčių ugnies atskyrimo ir (ar) apsaugos funkcijas) atsparumas ugniai ne mažesnis kaip (min.)						
		gaisrinių skyrių atskyrimo sienos ir perdangos	laikančiosios konstrukcijos	lauko siena	aukštų, pastogės patalpų, rūšio perdangos	stogai	laiptinės	
							vidinės sienos	laiptatakliai ir aikštelės, laiptus laikančiosios dalys
II	RN	REI 60 ⁽¹⁾	R 45 ⁽²⁾	EI 15 (o↔i)	REI 20 ⁽²⁾	RE 20 ⁽⁴⁾	REI 30	R 15 ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Konstruksijoms įrengti naudojami ne žemesnės kaip A2–s3, d2 degumo klasės statybos produktai. ⁽²⁾ Konstruksijoms įrengti naudojami ne žemesnės kaip B–s3, d2 degumo klasės statybos produktai. ⁽⁴⁾ Stogą laikančiosioms konstrukcijoms (gegnėms, grebėstams ir pan.) įrengti naudojami ne žemesnės kaip B–s3, d2 degumo klasės statybos produktai. ⁽⁵⁾ Netaikoma laiptatakliais ir aikštelėms, laiptus laikančiosioms dalims, kurios nuo kitų pastato patalpų atskirtos nustatyto atsparumo ugniai vidinėmis priešgaisrinėmis sienomis ir angų užpildais. RN – reikalavimai netaikomi.

Kadangi pastatas II ugniai atsparumo ir jo stogo plotas didesnis nei 1400 m² tai pastato stogas priskiriamas B_{ROOF} (t1) grupei.

Projektuojamas pastatas sudaro du gaisrinius skyrius: GS1= 746,67 m² (patalpa Nr.: 130) ir GS2= 1489,30 m². Gaisrinio skyriaus maksimalus plotas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$F_g = F_s \cdot G \cdot \cos\left(90 \cdot K_H\right) = 2000 \cdot 1,64 \cdot \cos\left(90 \cdot \frac{6,90}{10}\right) = 1534,81 \text{ m}^2, \quad (2.1)$$

čia: F_s – sąlyginis gaisrinio skyriaus plotas, priklausantis nuo statinio paskirties pagal [30] 1 lentelę $F_s = 2000 \text{ m}^2$;

G – pastato gaisrinės saugos įvertinimo koeficientas $G = 1,0 + G_3 + G_4 + G_5 + G_6 = 1,0 + +0,27 + 0,13 + 0,12 + 0,12 = 1,64$;

K_H – skaičiuojamojo aukščio koeficientas, $K_H = H/H_{abs}$;

H – aukštis nuo gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilių privažiavimo prie pastato žemiausios paviršiaus altitudės, o kai gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilių privažiavimo įrengti nebūtina, – nuo nešiojamųjų gaisrinių kopėčių pastatymo žemiausios paviršiaus altitudės, iki pastato aukščiausio aukšto (įskaitant mansardinį) grindų altitudės, m, kuris neturi viršyti skaičiuojamosios altitudės (H_{abs}), m, $H = 6,90$ m (3 aukšto grindų lygis) [30];

H_{abs} – skaičiuojamoji altitudė, priklausanti nuo statinio paskirties, $H_{abs} = 10$ m.

Gaisriniai skyriai GS1 ir GS2 neviršija maksimalaus gaisrinio skyriaus F_g .

$$GS1 = 746,67 \text{ m}^2 < GS2 = 1489,30 \text{ m}^2 \leq F_g = 1534,81 \text{ m}^2 . \quad (2.2)$$

2.3 lentelė. Statybos produktų, naudojamų vidinėms sienoms, luboms ir grindims įrengti, degumo klasės.

Patalpos	Konstrukcijos	Statinio, statinio gaisrinio skyriaus atsparumo ugniai laipsnis
		II
		statybos produktų degumo klasės
Evakavimo(s) keliai (koridoriai, laiptinės, kitos patalpos ir pan.) vertinami už evakuacinio išėjimo iš patalpos, kai jais evakuojasi iki 15 žmonių	sienos ir lubos	RN
	grindys	RN
Evakavimo(s) keliai (koridoriai, laiptinės, kitos patalpos ir pan.) vertinami už evakuacinio išėjimo iš patalpos, kai jais evakuojasi nuo 15 iki 50 žmonių	sienos ir lubos	C-s1, d0
	grindys	D _{FL} -s1
Evakavimo(s) keliai (koridoriai, laiptinės, kitos patalpos ir pan.) vertinami už evakuacinio išėjimo iš patalpos, kai jais evakuojasi 50 ir daugiau žmonių	sienos ir lubos	B-s1, d0 ⁽²⁾
	grindys	B _{FL} -s1
Patalpos, kuriose gali būti iki 15 žmonių	sienos ir lubos	D-s2, d2(1)
	grindys	RN
Patalpos, kuriose gali būti nuo 15 iki 50 žmonių	sienos ir lubos	C-s1, d0
	grindys	D _{FL} -s1
Patalpos, kuriose gali būti nuo 50 iki 600 daugiau žmonių	sienos ir lubos	B-s1, d0 ⁽²⁾
	grindys	B _{FL} -s1
Techninės nišos, šachtos, taip pat erdvės virš kamamųjų lubų ar po dvigubomis grindimis ir pan.	sienos ir lubos	D-s2, d2
	grindys	D _{FL} -s1
Cg, Dg, Eg kategorijų gamybos ir sandėliavimo patalpos	sienos ir lubos	D-s2, d2
	grindys	D _{FL} -s1

⁽¹⁾ Sienų paviršiai iki 15 proc. kiekvieno paviršiaus plokštumos ploto atskirai gali būti dengiami statybos produktais, kuriems degumo reikalavimai nekeliami.⁽²⁾ Sienų paviršiai iki 30 proc. kiekvieno paviršiaus plokštumos ploto atskirai gali būti dengiami D-s2, d2 degumo klasės statybos produktais. RN – reikalavimai netaikomi.

2.6. Sauga ir galimybė patekti į statinį naudojimo metu

Projektuojamas pastatas suprojektuotas taip, kad jį naudojant ir prižiūrint būtų išvengta nelaimingų atsitikimų rizikos (paslydimo, kritimo, susidūrimo, nudegimo, nutrenkimo ar sužalojimo elektros srove, sužeidimų dėl sprogo).

Pastate numatytos tokios apsaugos priemonės kaip: grindys šiurkščiu-neslidžiu paviršiumi, apsauginiai stogeliai virš išėjimų, laiptų turėklai, įžeminti elektros lizdai, skaidrios atitvaros pažymėtos įspėjamaisiais ženklais, pastato sklypas bus atveriamas tvora.

Eksploatacijos metu būtina užtikrinti, kad būtų tvarkingos išorės atitvaros: nesikauptų sniegas ir ledas prie sienų, virš norminis sniego sluoksnis ant stogo; tikrinti, kad nesusidarytų vandens srantai, neatsirastų pavojingų deformacijų požymių, tikrinti, kad būtų tvarkingos nuogrindos, vandens nuvedimo sistemos (lietvamzdžiai ir įlajos) [9].

2.7. Apsauga nuo triukšmo

Projektuojamo pastato garso klasė (akustinio komforto lygis) – C. Orinio garso izoliavimo R'_w ir smūginio garso izoliavimo rodiklio L'_w minimalias reikšmes pagal STR 2.01.07:2003 reikalavimus.

2.8. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas

Statinių atitvaros, šildymo, vėdinimo sistemos, karšto vandens ruošimas buitinėms reikmėms projektuojami atsižvelgiant į komforto reikalavimus, išorės aplinkos sąlygas, statybos metu panaudotų medžiagų savybes.

Pastatas bus statomas Šiaulių mieste, kurio klimatiniai parametrai pagal [31]:

- 1) Vidutinė metinė oro temperatūra: 6.0 °C.
- 2) Šildymo sezono vidutinė lauko oro temperatūra: 0.6 °C.
- 3) Šalčiausio penkiadienio temperatūra: -22.0 °C.
- 4) Absoliutus oro temperatūros maksimumas: 34.3 °C.
- 5) Absoliutus oro temperatūros minimumas: -36.4 °C.
- 6) Šildymo sezono trukmė: 222 paros.
- 7) Metinis santykinis oro drėgnumas 80%.
- 8) Vidutinis kritulių kiekis per metus: 538,5 mm.
- 9) Maksimalus žemės įšalo gylis: 130 cm (galimas 1 karta per 50m).

Atitvarų šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimai pateikti 2 priede. Skaičiavimo rezultatai pateikti 2.4 lentelėje.

2.4 lentelė. Atitvarų šilumos perdavimo vertės.

Nr.	Atitvaros rūšis	Žymuo	Detalė	Šilumos perdavimo koeficiento vertė, W/(m ² K)	
				U	U _N
1.	Išorinės sienos	<i>w</i>	D1	0,23	0,25k ₂
2.	Apšiltinto stogo	<i>r</i>	D4	0,18	0,20 k ₂
			D5	0,19	
3.	Grindys ant grunto	<i>fg</i>	D8	0,20	0,30 k ₂
4.	Langai ir kitos skaidrios atitvaros	<i>wd</i>	-	≤1,6	1,6 k ₂
5.	Durys ir vartai	<i>d</i>	-	≤1,6	1,6 k ₂
Energetinio naudingumo klasė (k ₂ =1,0)					B

2.9. Higiena, sveikata ir aplinkos sauga

Projektuojamas pastatas atitinka higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos reikalavimus pagal STR 2.01.01(3):1999 nuostatas.

2.10. Inžinerinės sistemos

2.10.1. Šalto vandentiekio lauko sistema.

Vandentiekio tinklai projektuojami iš miesto centralizuotų tinklų. Vandentiekio įvadas klojamas iš antros kartos polietileninių PE80, PN10 slėgio, Ø32 mm vamzdžių. Maksimali darbinė temperatūra ne daugiau 20°C. Vamzdžių jungimas atliekamas sulydymo būdu. Vandentiekio tinklai projektuojami atskiru projektu.

2.10.2. Nuotekų tinklai

Buitinės nuotekos iš sanitarinių prietaisų nuvedamos į centralizuotus miesto tinklus. Nuotekų vamzdynai montuojami iš plastikinių beslėgių vamzdžių Ø110-160 mm iš polivinilchlorido. Buitinių nuotekų tinklai projektuojami atskiru projektu.

2.10.3. Elektros tinklai.

Elektros energijos lauko tinklai yra projektuojami pagal AB „Lesto“ išduotas prisijungimo sąlygas. Vidaus ir lauko elektros tinklų montavimo darbus atliks atestuota įmonė, pagal atskirus brėžinius.

2.10.4. Šildymas

Projektuojamame pastate numatoma orinė bei centralizuota šildymo sistema. Šildymas prijungiamas nuo centralizuotų miesto tinklų. Katilinė įrengta antrame aukšte.

2.10.5. Vėdinimas

Projektuojamame pastate dominuoja natūrali ir priverstinė vėdinimo sistema. Sistema projektuojama pagal atskirą projektą. Vėdinimo patalpos skyrius numatomas antrame aukšte.

3. KONSTRUKCINĖ DALIS

3.1. Pokraninės sijos PKR-1 skaičiavimas

3.1.1. Skaičiuojamosios įrašos

Projektuojamam pastatui numatomas tiltinis atraminis dvisijinis kranas (be kranu tiltų) ZLK 5tx23,5 m. Kranu darbu režimas pagal Reglamento [38] 5 priedo 1 lentelę 3K, t.y., lengvo darbu režimo kranas. Kranu keliamoji galia¹ $Q = 5t = 49,05 \text{ kN}$, kranu masė $G = 9,45 t = 92,70 \text{ kN}$, vežimėlio masė $G_v = 0,775 t = 7,60 \text{ kN}$, vieno ratu didžiausi norminiai slėgiai į bėgį $F_{max,n} = 47,6 \text{ kN}$ (čia dydžiai G , G_v , F_{max} randami pagal kranų standartus arba gamintoju nurodymus). Kranas remiamas ant bėgio KP70, kurio tiesinio metro svoris $g_b = 46,1 \text{ kg/m} = 0,452 \text{ kN/m}$.

Skaičiuojamasis didžiausias vertikalus kranu slėgis:

$$F_{max} = F_{max,n} \cdot \gamma_{G.sup} \cdot \gamma_{f1} \cdot \psi = 47,60 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 0,85 = 48,96 \text{ kN}, \quad (3.1)$$

čia: $\gamma_{G.sup}$ – dalinis patikimumo koeficientas nuolatiniams kranu poveikiams, randamas pagal Reglamento [38] 13.1 lentelę P/T situacijai $\gamma_{G.sup} = 1,1$;

γ_{f1} – dalinis patikimumo koeficientas įvertinantis vietinį ir dinaminį kranu vieno ratu sutelktosios vertikaliosios apkrovos poveikį. Randamas pagal Reglamento [38] 228 punktą, kai naudojami 1K-6K kranai $\gamma_{f1} = 1,10$;

ψ – kranu derinio koeficientas, randamas pagal Reglamento [38] 232 punktą, kai kranu darbu režimas 3K tai $\psi = 0,85$.

Skaičiuojamoji kranu vieno ratu skersinio stabdymo jėga, kai kroviny s keliamas lanksčia jungtimi:

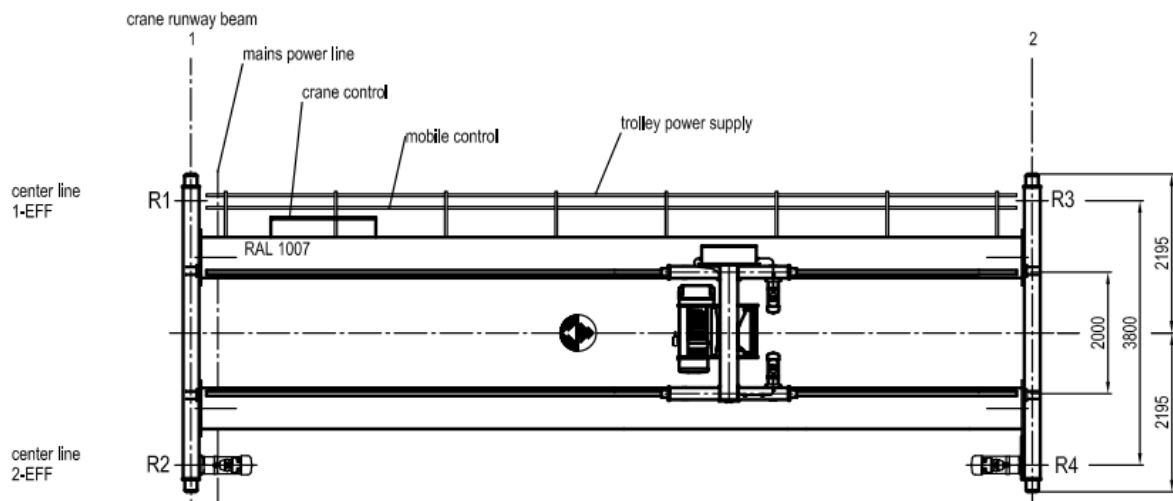
$$\begin{aligned} T_1 &= \frac{T_0}{n_0} \cdot \gamma_{G.sup} \cdot \gamma_{f2} \cdot \psi = \frac{Q + G_v}{20 \cdot n_0} \cdot n \cdot \gamma_{G.sup} \cdot \gamma_{f2} \cdot \psi = \\ &= \frac{49,05 + 7,60}{20 \cdot 2} \cdot 1,10 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 1,32 \text{ kN}, \end{aligned} \quad (3.2)$$

čia: γ_{f2} – dalinis patikimumo koeficientas naudojamas įvertinti kranu kelio sijų stiprį ir pastovumą, bei kranu tvirtinimą prie pastatu laikančių konstrukcijų. Randamas pagal Reglamento [38] 229 punktą, kai kolonų žingsnis ne didesnis nei 12 m ir kranu darbu režimas 3K – tai $\gamma_{f2} = 1,0$;

¹ Laisvojo kritimo pagreitis $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

T_0 – kranio tilto vežimėlio stabdymo horizontali jėga nukreipta išilgai pokraninės sijos, įvertinant Reglamento [29] 212 ir 213 punktus, $T_0 = 0,1 \cdot (Q + G_v)/2 = (Q + G_v)/20$;
 n_0 – kranio ratų skaičius ant vienos pokraninės sijos, šiuo atveju $n_0 = 2$ vnt.

Kai kranai yra 30-50 kN kėlimo galios, 6 m ilgio pokraninės sijos projektuojamos dvitėjos valcuotos, sustiprinant viršutinę juostą lakštais arba kampuočiais [29]. Šiuo atveju papildomo lakšto ar kampuočio nevirinsime, bet parinksime plačiajuosčią dvitėją siją HEB (tokios sijos apatinė lentyna neracionaliai išnaudojama, bet įrenginėjant pokraninę siją sumažinsime suvirinimo darbų – darbo sąnaudas). Pokraninės sijos ir bėgio savasis svoris įvertinamas koeficientu. Pagal mokomosios literatūros [29] 7.11 lentelę, kai sijos tarptraimis 6 m, savojo svorio įtaka $\beta_1 = 1,03$.



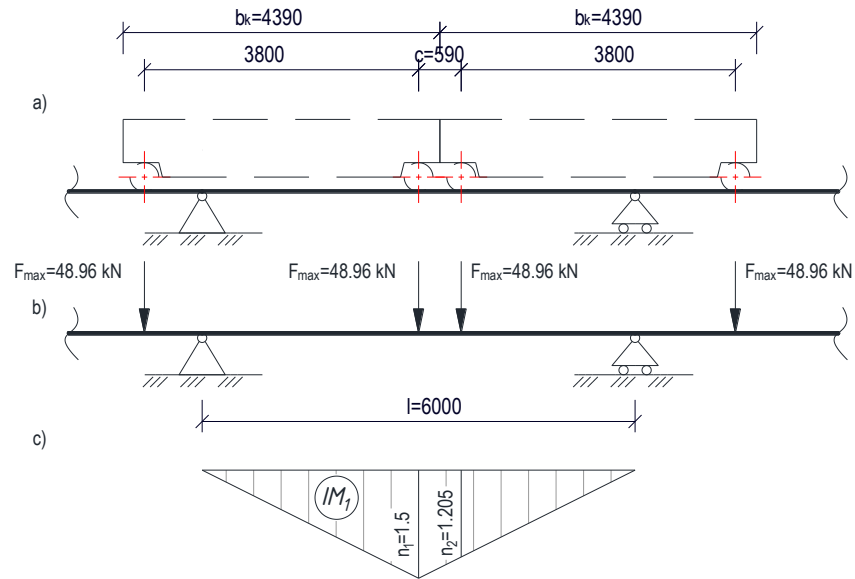
3.1 pav. Kranio ZLK 5x23500 mm vaizdas su ratų padėtimi.

Pagal Reglamento [38] 217- 225 punktus, pokraninė sija saugos ribiniam būviui skaičiuojama nuo dviejų kranų derinių.

Pagal metodinius nurodymus [16] pavojingiausias derinys bus kai vienas iš kranio ratuku bus ties viduriu (gaunama nežymi paklaida, kuri įvertinama koeficientu $K=1,02$). Laikysime, kad du gretimi kranai gali vienas su kitu susiglausti sudarydami minimalų atstumą tarp ratukų $c = 590$ mm.

Siją kranais reikia apkrauti taip, kad lenkimo momentas būtų didžiausias. Apkrausime pagal Vinklerio taisyklę, kurią nagrinėja statybinė mechanika. Šiuo atveju nagrinėjamas tik vidurinis pjūvis. Lenkimo momentas pagal 3.2 pav. schemą:

$$M_{max} = F_{max} \cdot (\eta_1 + \eta_2) \cdot K \cdot \beta_1 = 48,96 \cdot (1,5 + 1,21) \cdot 1,02 \cdot 1,03 = 139,40 \text{ kNm.} \quad (3.3)$$



3.2 pav. Kranų padėtis pagal Vinklerio taisyklę, didžiausiam lenkimo momentui gauti.: a) atstumai tarp kranų ratukų; b) skaičiuojamoji pokraninės sijos schema; c) influentės schema lenkimo momentui.

Maksimali skersinė jėga (atraminė reakcija) nustatoma pagal dvi galimas padėtis.

– I kranų variantas maksimaliai skersiniai jėgai nustatyti (žr. 3.3 pav. a, b)

$$\sum M_A = 0;$$

$$R_B^I \cdot l - F_{max}(3,8 + 4,38) = 0; \quad (3.4)$$

$$R_B^I = \frac{8,18 \cdot F_{max}}{l} = \frac{8,18 \cdot 48,96}{6} = 66,75 \text{ kN};$$

$$\sum M_B = 0;$$

$$-R_A^I \cdot l + F_{max}(l + l - 3,8 + l - 4,38) = 0; \quad (3.5)$$

$$R_A^I = \frac{F_{max}(3l - 8,18)}{l} = \frac{48,96 \cdot (3 \cdot 6 - 8,18)}{6} = 80,13 \text{ kN}.$$

– II kranų variantas maksimaliai skersiniai jėgai nustatyti (žr. 3.3 pav. c, d)

$$\sum M_A = 0;$$

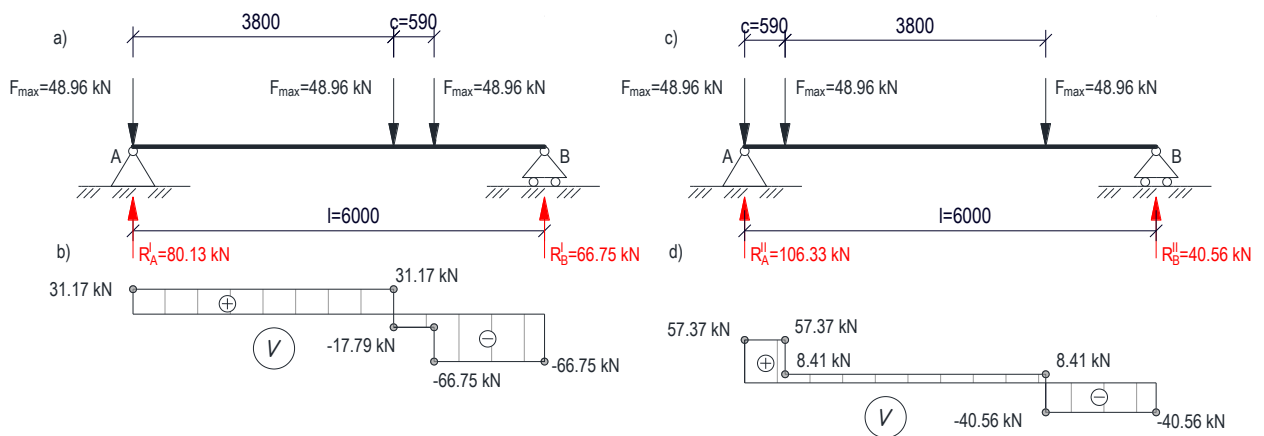
$$R_B^{II} \cdot l - F_{max}(4,38 + 0,59) = 0; \quad (3.6)$$

$$R_B^{II} = \frac{4,97 \cdot F_{max}}{l} = \frac{4,97 \cdot 48,96}{6} = 40,56 \text{ kN};$$

$$\sum M_B = 0;$$

$$-R_A^{II} \cdot l + F_{max}(l + l - 0,59 + l - 4,38) = 0; \quad (3.7)$$

$$R_A^{II} = \frac{F_{max}(3l - 4,97)}{l} = \frac{48,96 \cdot (3 \cdot 6 - 4,97)}{6} = 106,33 \text{ kN}.$$



3.3 pav. Kranų padėtis didžiausiai skersiniai jėgai nustatyti: a), b) skaičiuojamoji schema ir skersinių jėgų diagrama I apkrovimo variantui; c), d) skaičiuojamoji schema ir skersinių jėgų diagrama II apkrovimo variantui.

Didžiausia skersinė jėga, gauname pagal I apkrovimo variantą $V_{Ed} = R_B^I \cdot \beta_1 = 66,75 \cdot 1,03 = 68,75 \text{ kN}$. Vežimėlio stabdymo sukeltas momentas:

$$M_{Ed.z} = M_{max} \cdot \frac{T_1}{F_{max}} = 139,40 \cdot \frac{1,32}{48,96} = 3,76 \text{ kNm}. \quad (3.8)$$

Norminis lenkimo momentas pagal 3.2 pav. imamas kai veikia vienas kranas:

$$M_{n.y} = F_{max.n} \cdot \eta_1 \cdot \beta_1 = 47,60 \cdot 1,50 \cdot 1,03 = 73,54 \text{ kNm}. \quad (3.9)$$

3.1.2. Pokraninės sijos skerspjūvio parinkimas ir patikrinimas

3.1.2.1. STIPRUMO TIKRINIMAS

Pokraninės sijos plieno markė S235, kurios skaičiuojamasis stipris pagal takumo ribą nustatomas pagal Reglamento [40] 6.3 lentelę:

$$f_{y.d} = \frac{f_y}{\gamma_M} = \frac{235}{1,1} = 214 \text{ MPa}, \quad (3.10)$$

čia: f_y – charakteristinis tempiamasis, gniuždomasis, lenkiamasis plieno stipris pagal takumo ribą nustatomas pagal Reglamento [40] 6.5 lentelę, $f_y = 214 \text{ MPa}$;

γ_M – medžiagos patikimumo koeficientas pagal Reglamento [40] 35 punktą, $\gamma_M = 1,10$.

Siją veikia lenkimo momentai $M_{Ed.y}$ ir $M_{Ed.z}$ t.y. sija yra lenkiama įstrižai. $M_{Ed.z}$ sukeltas įtempimas nėra didelis ir sudaro tik 5-10% viso įtempimo, todėl reikalingą sijos atsparumo momentą galima apskaičiuoti pagal $M_{Ed.y}$, imant 5-10% sumažintą skaičiuojamąjį stiprumą.

Sijos reikiamas atsparumo momentas:

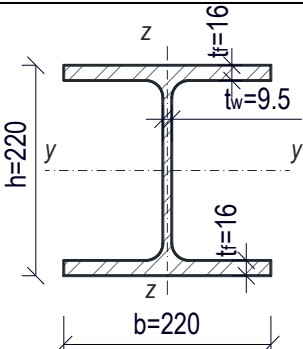
$$W_{y.reik} = \frac{M_{Ed.y}}{\beta \cdot f_y \cdot \gamma_c} = \frac{139,40 \cdot 10^{-3}}{0,90 \cdot 214 \cdot 1,0} = 0,727 \cdot 10^{-3} m^3 = 727 cm^3, \quad (3.11)$$

čia: β – koeficientas, kuriuo sumažinamas sijos stiprumas 5-10 %;

γ_c – darbo sąlygų koeficientas pagal Reglamento [40] 7.1 lentelę, $\gamma_c = 1,0$.

Iš valcuotų sijų asortimento parenkame dvitėją siją HEB 220, kurios atsparumo momentas $W_y = 735,5 cm^3 > W_{y.reik} = 727 cm^3$. Sijos skerspjūvio matmenys pateikti 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Sijos HEB 220 rodikliai.

Skerspjūvio vaizdas	Rodiklio žymuo	Reikšmė	Mato vienetas
	b	220	mm
	h	220	mm
	t_w	9,5	mm
	t_f	16	mm
	W_y	735,5	cm ³
	W_z	258,5	cm ³
	A	91	cm ²
	I_y	8091	cm ⁴
	I_z	2843	cm ⁴

Dviejose svarbiausiose plokštumose lenkiamųjų elementų stiprumas tikrinamas pagal Reglamento [40] 72 punktą:

$$\frac{M_{Ed.y}}{W_y} + \frac{M_{Ed.z}}{W_z} = \frac{139,40 \cdot 10^3}{735,5} + \frac{3,76 \cdot 10^3}{258,5} = 204,08 MPa \leq f_{y.d} \cdot \gamma_c = 214 \cdot 1,0 = 214 MPa, \quad (3.12)$$

Skaičiuojame neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{214 - 204,08}{214} \cdot 100\% = 4,64 \%. \quad (3.13)$$

Skaičiuotinio skerspjūvio kerpamojo atspario reikšmė:

$$V_{c.Rd} = \frac{I_y \cdot t_w}{S} \cdot f_{s.d} \cdot \gamma_c = \frac{8091 \cdot 0,0095}{414} \cdot 123,90 \cdot 1,0 \cdot 10^1 = 230 kN, \quad (3.14)$$

čia: $f_{s.d}$ – skaičiuotinis kerpamasis plieno stipris, $f_{s.d} = 0,58 \cdot f_y / \gamma_M = 0,58 \cdot 235 / 1,1 = 123,9 MPa$.

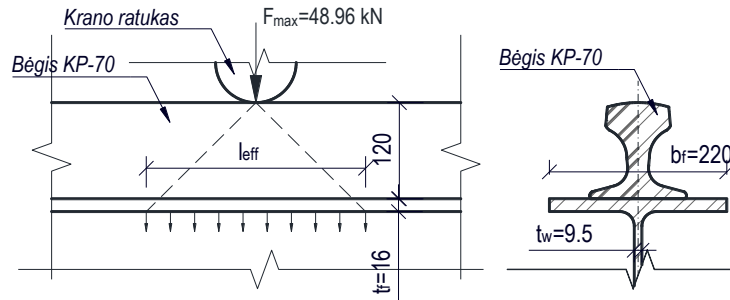
Tikrinant lenkiamųjų elementų kerpamąjį stiprį, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c.Rd}} = \frac{68,75}{230} = 0,299 \leq 1,0. \quad (3.15)$$

Skaičiuojame neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta_{01} = \frac{230 - 68,75}{230} \cdot 100\% = 70,11 \%. \quad (3.16)$$

3.1.2.2. VIETINIŲ IR LOKALIŲ ĮTEMPIŲ TIKRINIMAS



3.4 pav. Koncentruoto slėgio pasiskirstymas į sienelę vietinių įtempių tikrinimui.

Skaičiuojamasis ilgis pagal mokomosios literatūros [29] formulę:

$$l_{eff} = c \cdot \sqrt[3]{\frac{I_j}{t_w}} = 3,25 \cdot \sqrt[3]{\frac{1047,69 \cdot 10^{-8}}{0,0095}} = 0,336 \text{ m}, \quad (3.17)$$

čia: c – koeficientas suvirintoms ir valcuotoms sijoms, $c = 3,25$;

I_j – sijos juostos ir krano bėgio (randamas iš lentelių) inercijos momentų suma, $I_j = 1040,18 + (b_f \cdot t_f^3)/12 = 1040,18 + (22 \cdot 1,6^3)/12 = 1047,69 \text{ cm}^4$.

Skaičiuojant sijos sienelės stiprumą sutelktųjų apkrovų viršutinės juostos pridėjimo vietose ir atraminiuose pjūviuose, kai sienelė nesutvirtinta sąstandomis, vietinis įtempis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\begin{aligned} \sigma_{w.loc.Ed} &= \frac{F_d}{t_w \cdot l_{eff}} = \frac{48,96}{0,0095 \cdot 0,336} \cdot 10^{-3} = 15,23 \text{ MPa} \leq f_{y.d} \cdot \gamma_c = \\ &= 214 \cdot 1,0 = 214 \text{ MPa}. \end{aligned} \quad (3.18)$$

Sijų, skaičiuojamų pagal Reglamento [40] (7.38) formulę, sienelės turi tenkinti sąlygas:

$$\begin{aligned} &\frac{\sqrt{\sigma_{w.x.Ed}^2 - \sigma_{w.x.Ed} \cdot \sigma_{w.z.Ed} + \sigma_{w.z.Ed}^2 + 3 \cdot \tau_{w.xz.Ed}^2}}{1,15 \cdot f_{y.d} \cdot \gamma_c} = \\ &= \frac{\sqrt{161,96^2 - 161,96 \cdot 15,23 + 15,23^2 + 3 \cdot 7,17^2}}{1,15 \cdot 214 \cdot 1,0} = 0,644 \leq 1,0, \end{aligned} \quad (3.19)$$

$$\frac{\tau_{w.xz.Ed}}{f_{s.d} \cdot \gamma_c} = \frac{7,17}{123,90 \cdot 1,0} = 0,058 \leq 1,0, \quad (3.20)$$

čia: $\sigma_{w.x.Ed}$ – normaliniai įtempiai sienelės vidurinėje plokštumoje, lygiagretūs su išilgine sijos ašimi, $\sigma_{w.x.Ed} = \frac{M_{y.Ed}}{I_{y.net}} \cdot z = (139,40/8091) \cdot 0,094 \cdot 10^5 = 161,96 \text{ MPa}$;

$\sigma_{w.z.Ed}$ – tas pats, tik statmeni sijos išilginei ašiai, $\sigma_{w.z.Ed} = \sigma_{w.loc.Ed} = 15,23 \text{ MPa}$;

$\tau_{w.xz.Ed}$ – tangentiniai įtempiai kai sienelė nesusilpninta skylėmis, $\tau_{w.xz.Ed} = (V_{Ed} \cdot S_f) / (I_{y.net} \cdot t_w) = (68,75 \cdot 28,16) / (2843 \cdot 0,0095) \cdot 10^{-1} = 7,17 \text{ MPa}$.

S_f – statinis juostos momentas, $S_f = 0,5 \cdot b_f \cdot t_f^2 = 0,5 \cdot 22 \cdot 1,6^2 = 28,16 \text{ cm}^3$.

3.1.2.3. SIJOS PASTOVUMO TIKRINIMAS

Bendrasis sijos pastovumas netikrinamas, nes pokraninė sija atitinka Reglamento [40] 71 punkto reikalavimus, t.y. apkrovos perduodamos per standų diską (bėgio siją) ištiesai paremtą ir patikimai sujungtą su gniuždomąja sijos juosta.

3.1.2.4. ĮLINKIO TIKRINIMAS

Įlinkis tikrinamas pagal klasikinės statybinės mechanikos poslinkių formules, kurios randamos iš lentelių; šiuo atveju dvitramės sijos maksimalus įlinkis tamprumo ribose, kai siją veikia tik vienas ratukas sijos viduryje:

$$d = \frac{4 \cdot M_{n.y} \cdot l^2}{48 \cdot E \cdot I_y} = \frac{4 \cdot 73,54 \cdot 6^2}{48 \cdot 210 \cdot 8091} \cdot 10^2 = 0,013 \leq d_{lim} = \frac{l}{400} = \frac{6}{400} = 0,015 \text{ m}, \quad (3.21)$$

čia: d_{lim} – maksimalus leidžiamas pokraninės sijos įlinkis, 3K darbo režimo kranams pagal Reglamento [38] 17.1 lentelę $l/400$.

3.1.3. **Skaičiavimo rezultatai ir sijos konstravimas**

Suvestiniai skaičiavimo rezultatai pateikti 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė. Pokraninės sijos skaičiavimo rezultatai.

Eil. Nr.	Tikrinama sąlyga				Neišnaudojimo atsarga Δ , %	Pastabos
1.	stiprumas	204,08 MPa	\leq	214 MPa	4,64	
2.	kirpimas (šlytis)	68,75 kN	\leq	230 kN	70,11	
3.	vietinis glemžimas nuo kranų rato slėgio	15,23 MPa	\leq	214 MPa	92,88	
4.	vietiniai įtempiai	0,644	\leq	1,0	35,6	
5.	vietiniai tangentiniai įtempiai	0,058	\leq	1,0	94,20	
6.	sijos pastovumas	–	–	–	–	netikrintas, nes tenkinamos sąlygos
7.	įlinkis	0,013 m	\leq	0,015 m	13,3	

Kaip matyti pokraninė sija HEB220 tenkina saugos ir tinkamumo ribinius būvius. Pavojingiausia sijos parinkimo sąlyga, tai lenkiamo elemento stiprumas, kurio neišnaudojimo atsarga $4,64\% \leq 5\%$. Turima atsarga tenkina ekonomiškumo kriterijus, vadinasi skerspjūvis parinktas tinkamai.

3.2. Pastato apkrovos

3.2.1. Sniego apkrova

Sniego apkrova priimama pagal Reglamentą [38]. Sniego apkrova į stogo horizontaliąją projekciją nustatoma pagal formulę:

$$s_{1,k} = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 1,20 \text{ kN/m}^2, \quad (3.22)$$

čia: μ_i – stogo sniego apkrovos formos koeficientas, nustatomas pagal [38] 2 priedo 1 lentelę;

C_e – atodangos koeficientas, įprastai lygus $C_e = 1,0$;

C_t – terminis koeficientas, įprastais atvejais $C_t = 1,0$;

s_k – sniego dangos ant 1 m² horizontaliojo žemės paviršiaus svorio charakteristinė reikšmė. Pagal [38] 1 priedo 1 lentelę I sniego apkrovos rajonui (Šiauliai) $s_k = 1,2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$.

Koeficientas μ , kai stogo nuolydis $i = 5,71^\circ \leq 25^\circ$, pagal Reglamento [38] 1 lentelės 1 schemą $\mu = 1,0$. Pagal Reglamentą [38] nagrinėjamas tik vienas sniego apkrovos variantas kai sniegas veikia per visą stogo plotą.

3.2.2. Vėjo apkrova

Vėjo greitis apskaičiuojamas pagal Reglamentą [38]. Vėjo greičio pagrindinė atskaitinė reikšmė I vėjo rajonui (Šiauliai): pagal Reglamento [38] 3 priedo 1 lentelę $v_{ref,0} = 24 \text{ m/s}$. Bendruoju atveju vėjo greitis apskaičiuojamas:

$$v_{ref} = c_{DIR} \times c_{ALT} \times c_{TEM} \times v_{ref} = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 24 = 24 \text{ m/s}; \quad (3.23)$$

čia: c_{DIR} – krypties koeficientas, lygus 1,0;

c_{ALT} – aukščio virš jūros lygio koeficientas, lygis 1,0;

c_{TEM} – laikotarpio (sezono) koeficientas.

Atskaitinis vėjo slėgis q_{ref} apskaičiuojamas:

$$q_{ref} = \frac{\rho \times v_{ref}^2}{2} = \frac{1,25 \times 24^2}{2} \cdot 10^{-3} = 0,36 \text{ kN/m}^2, \quad (3.24)$$

čia: ρ – oro tankis 1,25 kg/m³.

Aerodinaminiai pastato koeficientai randami pagal Reglamento [38] 4 priedo 2 schemą, t.y. pastatai su dvišlaičiu stogu. Aerodinaminiai pastato koeficientai, kai $h_1/B = 7,65/24 = 0,32$; $l/B = 30/24 = 1,25$: $c_e = +0,8$, $c_{e1} = -0,41$, $c_{e2} = -0,4$, $c_{e3} = -0,5$.

Koeficientas, įvertintais vėjo slėgio pokyčių pagal aukštį, B tipo vietai (Reglamento [38] 197.2 punktas, miestų teritorijos, miškų masyvai ir kitos vietovė, kurios tolygiai užstatytos aukštesnėmis kaip 10 m kliūtimis) nustatomas pagal Reglamento [38] 12.1 lentelę.

Slėgio į išorinį paviršių vidutinė dedamoji w_{me} apskaičiuojama pagal formulę:

$$w_{me} = q_{ref} \times c(z) \times c_{ei}, \quad (3.25)$$

čia: q_{ref} – atskaitinis vėjo slėgis;

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

c_i – išorinio slėgio aerodinaminiai koeficientai.

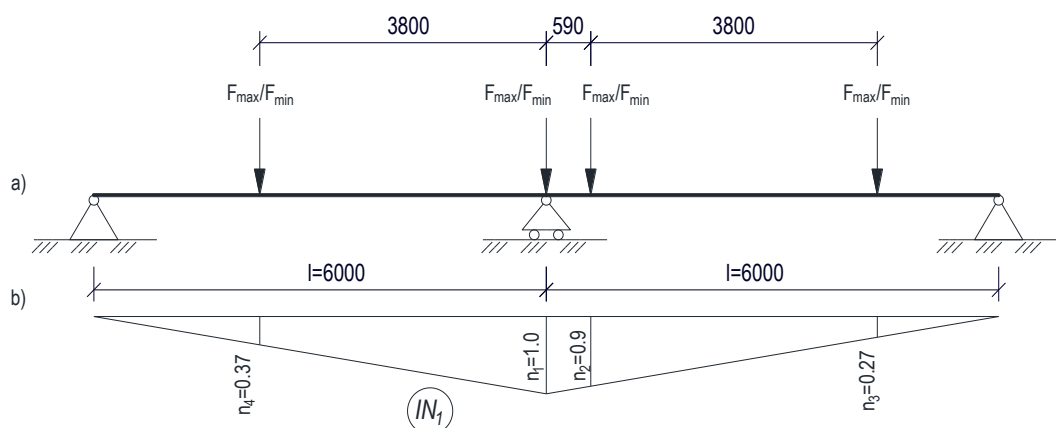
Vėjo slėgio reikšmės pagal formulę pateiksime lentelės pavidalu (žr. 3.3 lentelę).

3.3 lentelė. Vėjo slėgio į išorinį paviršių vidutinės dedamosios skaičiavimo duomenis.

Eil. Nr.	Aukštis (z), m	Atskaitinis vėjo greitis q_{ref} , kN/m^2	Koeff. $c(z)$	Aerodin. koeff.	Skaičiuojamasis vėjo slėgis w_{me}	
					kN/m^2	kN/m'
1.	≤5	0,36	0,5	0,8	0,144	0,86
				-0,5	-0,09	-0,54
2.	10		0,65	0,8	0,187	1,12
				-0,41	-0,096	-0,58
				-0,40	-0,094	-0,56
3.	11,12		0,67	0,8	0,193	1,16
		-0,5		-0,121	-0,72	

3.2.3. Kranų apkrova

Ją patogiausia apskaičiuoti naudojantis inliuentėmis (žr. 3.5 pav.).



3.5 pav. Kranų slėgio į rėmą influentė ir jos apkrovimas: a) skaičiuojamoji schema; b) influenčių diagrama.

Maksimalus kranų slėgis yra apskaičiuotas 3.1.1 skyrelyje. Maksimalus kranų slėgis į rėmą:

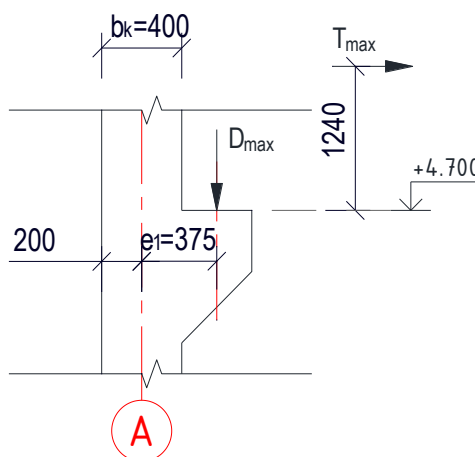
$$D_{max} = F_{max} \sum \eta = 48,96 \cdot (1,0 + 0,9 + 0,27 + 0,37) = 124,36 \text{ kN}. \quad (3.26)$$

F_{max} yra apskaičiuotas toje kranų pusėje, kur yra kranų vežimėlis su krūviu. Tuo pačiu metu kitoje kranų pusėje kranų slėgis yra F_{min} . Skaičiuojamas minimalus ratų slėgis:

$$\begin{aligned} F_{min} &= \left(\frac{Q + G}{n_0} - F_{max.n} \right) \cdot \gamma_{G.sup} \cdot \gamma_{f1} \cdot \psi = \\ &= \left(\frac{49,05 + 92,70}{2} - 47,60 \right) \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 0,85 = 23,94 \text{ kN}. \end{aligned} \quad (3.27)$$

Minimalus kranų slėgis:

$$D_{min} = F_{min} \sum \eta = 23,94 \cdot (1,0 + 0,9 + 0,27 + 0,37) = 60,81 \text{ kN}. \quad (3.28)$$



3.6 pav. Kolonos kranų apkrovimo ekscentricitetai.

Kranai koloną apkrauna necentriškai (žr. 3.6 pav.). Necentrinio kranų slėgio momentai:

$$M_{max} = D_{max} \cdot e_1 = 124,36 \cdot 0,375 = 46,64 \text{ kNm}; \quad (3.29)$$

$$M_{min} = D_{min} \cdot e_1 = 60,81 \cdot 0,375 = 22,8 \text{ kNm}. \quad (3.30)$$

Vieno kranų horizontalus slėgis apskaičiuotas 3.1.1 skyriuje. Dviejų kranų horizontalus slėgis į rėmą apskaičiuojamas naudojantis 3.5 pav. parodyta influente.

$$T_{max} = T_1 \cdot \sum \eta = 1,32 \cdot (1,0 + 0,9 + 0,27 + 0,37) = 3,35 \text{ kN}. \quad (3.31)$$

Jėgos atstumas nuo rėmo grindų lygio $(4,70 + 0,2) + 1,24 = 6,14 \text{ m}$.

3.2.4. Naudojimo apkrova

Naudojimo apkrovos priimamos pagal Reglamentą [38]. Apkrovos reikšmės pateiktos 3.4 lentelėje.

3.4 lentelė. Pastato naudojimo apkrovos.

Eil. Nr.	Apkrovos apibūdinimas	Apkrovos reikšmė		Pastabos
		q_k , kN/m ²	Q_k , kN	
<u>Administracinės patalpos (B kategorija)</u>				
1.	Perdangos, laiptai, balkonai	2	3,0	[38] 10.20 lentelė
2.	Kilnojamos pertvaros, kurių savasis svoris ≤ 2 kN/m sienos ilgio	1,2	-	[38] 141.10 punktas
<u>Neprieinamieji stogai, išskyrus normalią priežiūrą ir remontą (H kategorija)</u>				
3.	Stogas	0,4	1,1	[38] 10.9 lentelė.
<u>Autovežių remonto dirbtuvės, plovykla, bei sandėlis (E2 kategorija)</u>				
4.	Grindys	7,5	7	[38] 10.4 lentelė.
5.	Autokrautuvų apkrova FL1	-	26	[38] 10.6 lentelė.
6.	Stelazų apkrova	-	7,36	kojelės apkrova
7.	Autovežių apkrova G kategorija	5	90	[38] 10.8 lentelė

3.2.5. Nuolatinės apkrovos

Nuolatinė konstrukcijų apkrova (stogo, perdangos ir kt.) apskaičiuojama pagal [38] ir gamintojų tūrinius svorius bei tankius.

3.5 lentelė. Stogo konstrukcijos svoris (plovyklos, autovežių dirbtuvės, sandėlio stogas).

Eil. Nr.	Sluoksnis	Charakt. apkrova, kN/m ²	Pastabos
1.	Ritininė stogo danga, dviejų sluoksnių: „Mida Technoelast PV S5s ir PV S5b“, $t = 10$ mm, $g = 5 + 6,3 = 11,30$ kg/m ²	0,11	
2.	Termoizoliacija iš mineralinės vatos „Paroc Rob 80“ $t = 2 * 20$ mm, $\rho = 230$ kg/m ³	0,092	
3.	Termoizoliacija iš mineralinės vatos „Paroc Ros 30g“ $t = 180$ mm, $\rho = 180$ kg/m ³	0,32	
4.	Garų izoliacija iš PE plėvelės	~0,00	
5.	Apkrovas laikantis lakštai T130M-75L-930 $g = 12,66$ kg/m ²	0,13	
Iš viso:		0,65	

3.6 lentelė. Stogo konstrukcijos svoris (administracinės dalies sutapdintas stogas).

Eil. Nr.	Sluoksnis	Charakt. apkrova, kN/m ²	Pastabos
1.	Ritininė stogo danga, dviejų sluoksnių: „Mida Technoelast PV S5s ir PV S5b“, $t = 10$ mm, $g = 5 + 6,3 = 11,30$ kg/m ²	0,11	
2.	Termoizoliacija iš mineralinės vatos „Paroc Rob 80“ $t = 20$ mm, $\rho = 230$ kg/m ³	0,046	
3.	Termoizoliacija iš mineralinės vatos „Paroc Ros 30g“ $t = 180$ mm, $\rho = 180$ kg/m ³	0,32	
4.	Polietileno plėvelė	0,00	
5.	Kalkių-cemento skiedinys $t = 50$ mm, $\gamma = 25$ kN/m ³	1,25	
6.	Nuolydį formuojantis sluoksnis – smėlis	3,20	

	$t_{max} = 200 \text{ mm}, \gamma = 16 \text{ kN/m}^3$		
7.	VPL kiaurymėtoji perdangos plokštė	3,20	
8.	Pakabinamų lubų sistema, šviestuvai, ortakiai ir kt.	0,30	
Iš viso:		8,43	

3.7 lentelė. Tarpaukštinės perdangos konstrukcijos svoris (administracinio pastato perdanga).

Eil. Nr.	Sluoksnis	Charakt. apkrova, kN/m^2	Pastabos
1.	Akmens masės plytelės 300x300x12 mm, $t = 12 \text{ mm}, \rho = 2450 \text{ kg/m}^3$	0,29	
2.	Klijų sluoksnis „Weber handy fix“, $t = 8 \text{ mm}, g = 7 \text{ kg/m}^2$	0,01	
3.	Išlyginamasis betono sluoksnis C20/25 armuotas tinklu 5Bp-I 150x150 mm, $t = 50 \text{ mm}, \gamma = 25 \text{ kN/m}^3$	1,25	
4.	Polietileno plėvelė $\gamma \sim 0.18 \text{ kg/m}^2$	0,00	
5.	Garso izoliacija Paroc SSB1, $t = 30 \text{ mm}, \rho = 140 \text{ kg/m}^3$	0,042	
6.	Kiaurymėtoji perdangos plokštė VPL, $t=200 \text{ mm}$	3,20	
7.	Pakabinamų lubų sistema, šviestuvai, ortakiai ir kt.	0,30	
	Kilnojamos pertvaros, kurių savasis svoris $\leq 2 \text{ kN/m}$	1,20	
Iš viso:		6,29	

Išorės sienos iš daugiasluoksnių „sandwich“ tipo plokščių su poliuretano užpildu, kurios tvirtinamos tiesiogiai prie kolonų. Charakteristinė sienų apkrova $g_w = 11,20 \cdot g = 11,20 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 0,11 \text{ kN/m}^2$ (čia $11,2 \text{ kg/m}^2$ plokščių svoris pagal gamintoją).

Silikatinių blokelių „Arko M24“ mūro sienų svoris $g_{w.m} = 15 \cdot 0,24 = 3,6 \text{ kN/m}^2$.

3.2.6. Ypatingos apkrovos

Apledėjimo apkrovos, projektuojant pastatą nepriimamos. Temperatūrinė įtaka pastato konstrukcijoms nevertinama, nes pastatas apšiltintas, šildomas ir sezono pasikeitimo metu nebus žymių temperatūrinių skirtumų, kurie galėtų įtakoti plieninių konstrukcijų darbą.

Seisminiu požiūriu objektas yra iki 6 balų pagal MSK skalę (Medvedjevo) žemės drebėjimų zonoje. Jokių papildomų konstrukcinių reikalavimų statiniui nėra.

Statybos metu atsirandančios apkrovos nuo statybinių mechanizmų, medžiagų sandėliavimo ir kt. neturi viršyti apkrovų pagrindinių laikančių konstrukcijų, kurios betarpiškai veikia jas. Įrengimų, kurie sukeltų neleistinas vibracijas, projektuojamuose pastatuose nėra. Konstrukcijų patikimumo koeficientą pagal paskirtį priimti $\gamma_n = 0,95$.

3.3. Derinių sudarymas ir daliniai patikimumo koeficientai

Skaičiuojamieji deriniai sudaromi pagal Reglamento [38] 3 lentelę. Gali būti taikomos 6.4 arba 6.4a bei 6.4b išraiškos (žr. 3.8 lentelę). Skaičiavimams priimsime 6.10 išraišką.

3.8 lentelė. Nuolatinių ir kintamųjų derinių sudarymo formulės.

Ilgalaikė ir trumpalaikė skaičiuotinės situacijos	Nuolatiniai poveikiai		Vyraujantis kintamasis poveikis	Kartu veikiantys kintamieji poveikiai	
	Nepalankūs	Palankūs		Pagrindinis (jei yra)	Kiti
6.10 išraiška	$\gamma_{Gj.sup} G_{kj.sup}$	$\gamma_{Gj.inf} G_{kj.inf}$	$\gamma_{Q.1} Q_{k.1}$		$\gamma_{Q.i} \Psi_{0,i} Q_{k.i}$
6.10a išraiška	$\gamma_{Gj.sup} G_{kj.sup}$	$\gamma_{Gj.inf} G_{kj.inf}$		$\gamma_{Q.1} \Psi_{0,1} Q_{k.1}$	$\gamma_{Q.i} \Psi_{0,i} Q_{k.i}$
6.10b išraiška	$\xi \gamma_{Gj.sup} G_{kj.sup}$		$\gamma_{Q.1} Q_{k.1}$		$\gamma_{Q.i} \Psi_{0,i} Q_{k.i}$

Taikomos šios dalinių koeficientų reikšmės $\gamma_{Gj.sup} = 1,35$, $\gamma_{Gj.inf} = 1,0$, $\gamma_{Q.1} = 1,3$ kai poveikis nepalankus ($\gamma_{Q.1} = 0$ kai palankus), $\gamma_{Q.i} = 1,3$ kai poveikis nepalankus ($\gamma_{Q.i} = 0$ kai palankus). Koeficientas sumažinantis nepalankų G poveikį bendruoju atveju $\xi = 0,85$ ($\xi \gamma_{Gj.sup} = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$).

Nuolatinių ir trumpalaikių skaičiuotinių situacijų deriniai (pagrindiniai deriniai) pagal Reglamento [38] 79.1 punktą:

$$E_{d.1} = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G.j} G_{k.j} + \gamma_p P + \gamma_{Q.1} Q_{k.1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q.i} \Psi_{0,i} Q_{k.i} \quad (3.32)$$

Skaičiuojant tinkamumo ribinius būvius sudaromas charakteristinis, dažninis ir tariamai nuolatinis derinys:

$$E_{k.1} = \sum_{j \geq 1} G_{k.j} + P + Q_{k.1} + \sum_{i > 1} \Psi_{0,i} Q_{k.i} \quad (3.33)$$

$$E_{k.2} = \sum_{j \geq 1} G_{k.j} + P + \Psi_{1,1} Q_{k.1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} Q_{k.i}; \quad (3.34)$$

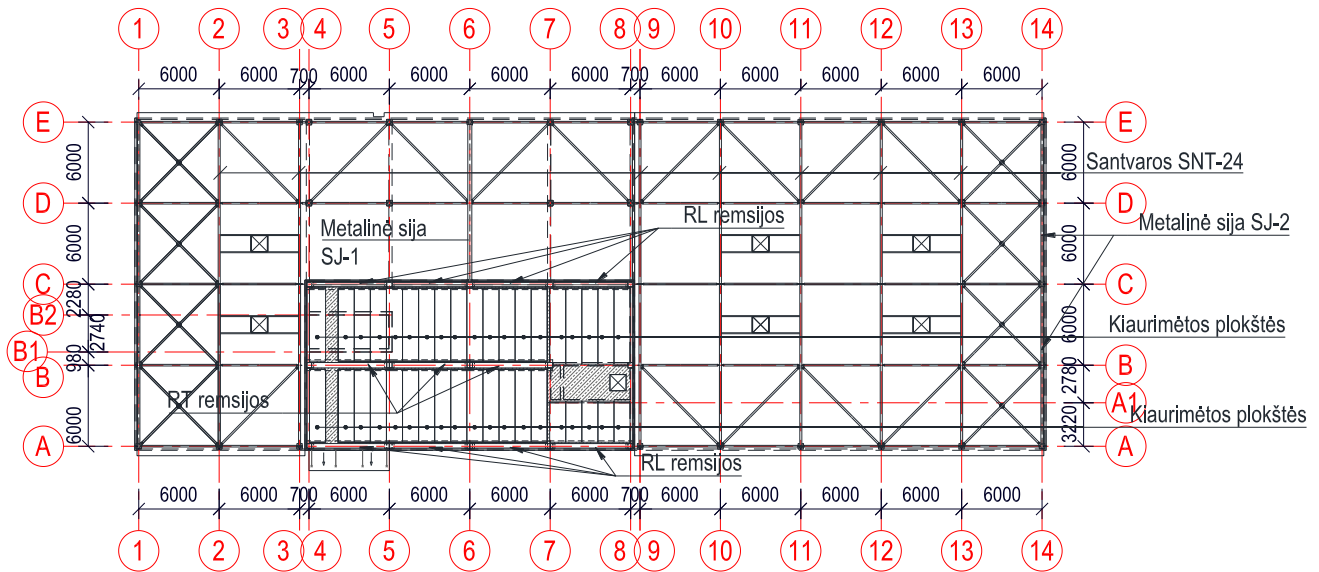
$$E_{k.3} = \sum_{j \geq 1} G_{k.j} + P + \sum \Psi_{2,i} Q_{k.i}; \quad (3.35)$$

Pagal standarto Reglamento [38] lentelę rekomenduojamos Ψ koeficientų reikšmės.

3.9 lentelė. Rekomenduojamų Ψ koeficientų reikšmės.

Poveikis	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
B kategorija: įstaigų plotai	0,7	0,5	0,3
H kategorija: stogai	0	0	0
E kategorija: pramonės pastatai	0,7	0,9	0,8
Statinių sniego apkrova	0,7	0,5	0,2
Statinių vėjo apkrova	0,6	0,2	0
3K darbo režimo kranų poveikiai	1,0	0,9	0,5

3.4. Pastato skaičiuojamoji schema ir įrašos



3.7 pav. Deginio konstrukcijų išdėstymo planas.

Perskaičiuojame veikiančias apkrovų reikšmes į tiesinį metrą.

Santvarai SNT-24 ir metalinei sijai SJ-1 tenkanti stogo konstrukcijos apkrova pagal 3.5 lentelę įvertinant ryšių svorį (pagal [16] 7.1 lentelę $0,05 \text{ kN/m}^2$):

$$g'_k = (g_{k.ST1} + 0,05) \cdot l = (0,65 + 0,05) \cdot 6 = 4,20 \text{ kN/m}' \quad (3.36)$$

Pokraninės sijos HEB220 ir bėgio KP70 apkrova ir sukeltas lenkimo momentas į pastato vidų:

$$G'_{k.ps} = (g_s + g_b) \cdot l = (0,701 + 0,452) \cdot 6 = 6,92 \text{ kN}, \quad (3.37)$$

$$M_{k.ps} = G'_{k.ps} \cdot e_1 = 6,92 \cdot 0,375 = 2,60 \text{ kNm}. \quad (3.38)$$

Sienos svoris ir jos sukeltas lenkimo momentas į pastato išorę:

$$G_w = g_w \cdot l \cdot h_w = 0,11 \cdot 6 \cdot 7,70 = 5,08 \text{ kN}, \quad (3.39)$$

$$M_w = G'_{k.ps} \cdot 0,15 = 5,08 \cdot 0,25 = 1,27 \text{ kNm}. \quad (3.40)$$

čia: h_w - sienos panelių aukštis (7 paneliai po 1,10 m).

Įvertinę momentų kryptis ir veikiančias jėgas, suminiai nuolatiniai poveikiai:

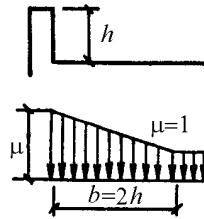
$$M_{01} = M_{k.ps} - M_w = 2,60 - 1,27 = 1,33 \text{ kNm}, \quad (3.41)$$

$$G_{01} = G'_{k.ps} + G_w = 6,92 + 5,08 = 12,0 \text{ kN}. \quad (3.42)$$

Sniego apkrova tenkanti vienam rėmui:

$$s'_k = l \cdot s_{1,k} = 6,0 \cdot 1,20 = 7,20 \text{ kN/m}' \quad (3.43)$$

Ašyje „C“ susidaro sniego maišas. Sijai SJ-1 tenkanti sniego maišo apkrova apskaičiuojama pagal Reglamento [38] 2 priedo 10 schemą:



3.8 pav. Sniego maišo įvertinimo schema.

$$\mu = \frac{2h}{s_k} = \frac{2 \cdot 3,30}{1,20} = 5,50 > 3,0 \rightarrow \mu = 3,0. \quad (3.44)$$

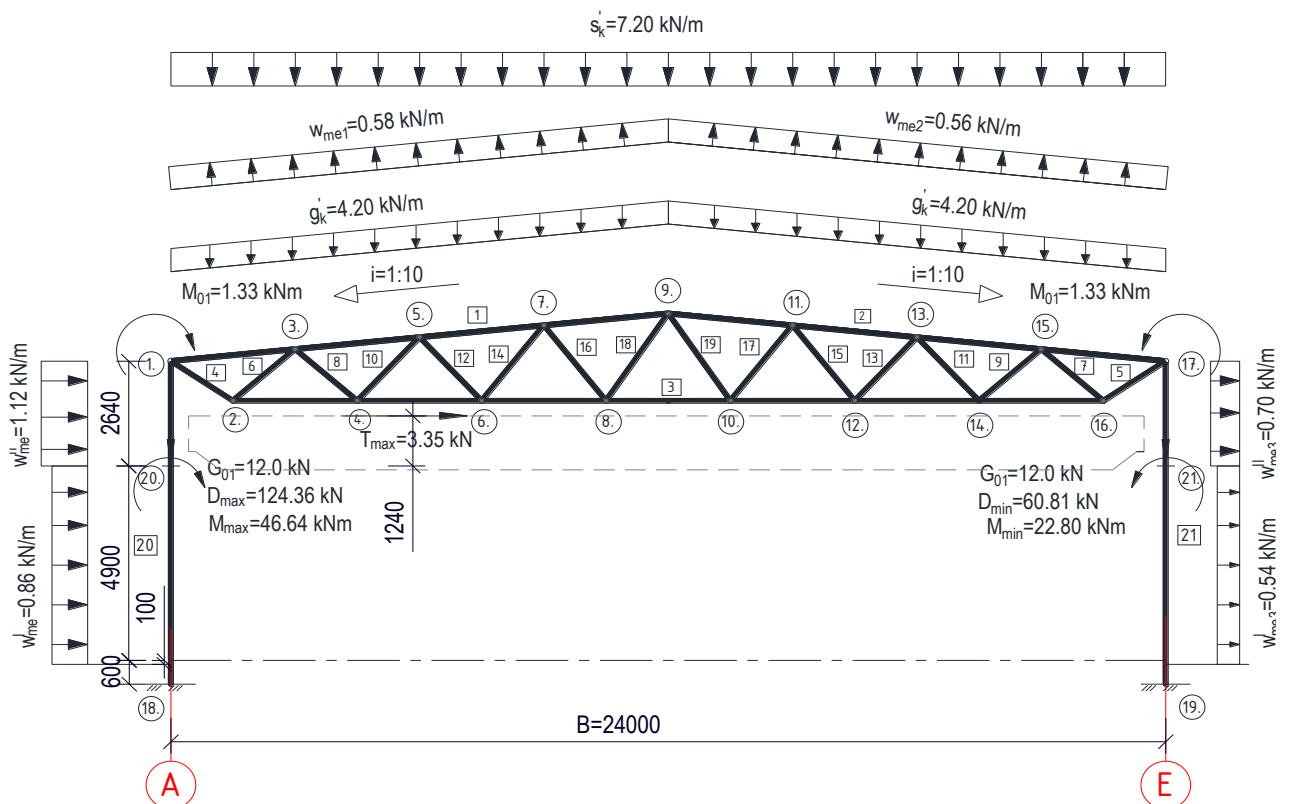
$$b = 2h = 2 \cdot 3,30 = 6,60 \text{ m}. \quad (3.45)$$

$$s'_{2k} = l \cdot s_k \cdot \mu \cdot C_e \cdot C_t = 6,0 \cdot 1,20 \cdot 3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 21,6 \text{ kN/m}'. \quad (3.46)$$

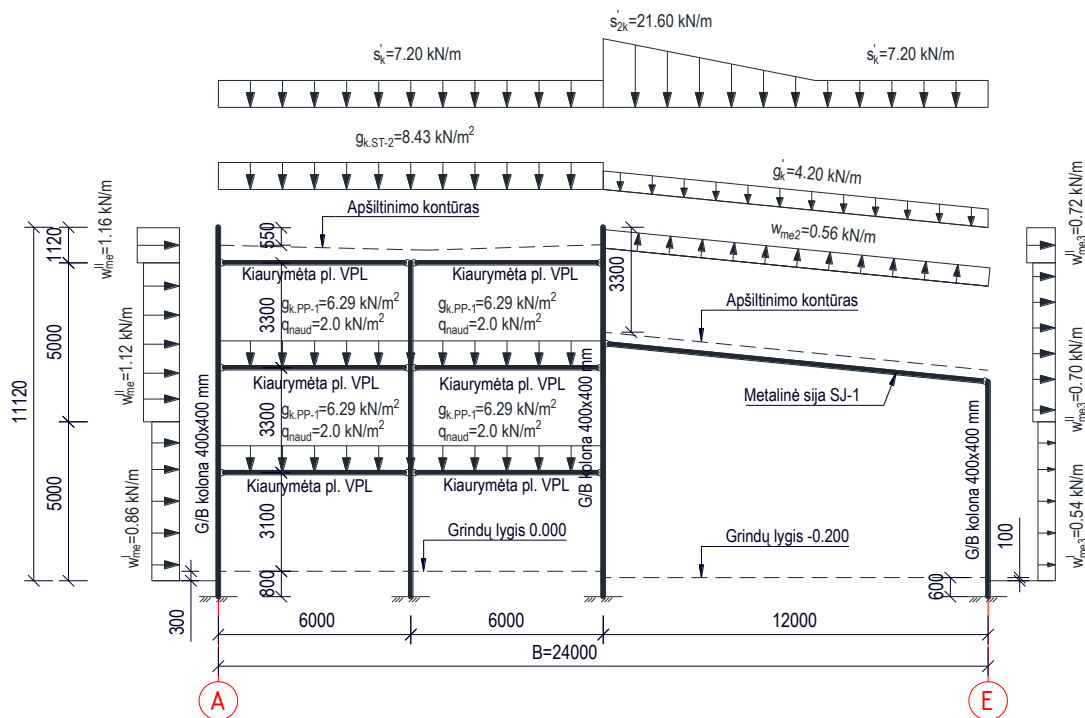
Ties administracine dalimi sniego maišo įtakos vertinti nereikia, nes $0,5 \text{ m} \leq s_k/2 = 1,20/2 = 0,6$.

Krano ir vėjo apkrovos pateiktos 3.2 skyrelyje. Naudojimo apkrovos H kategorijai nevertinamos kai veikia kitas dominuojantis poveikis (žr. 3.8 lentelę).

Pagal veikiančias apkrovas sudarome skaičiuojamąsias schemas.



3.9 pav. Rėmo tarp ašių 9-14, A-B skaičiuojamoji schema su apkrovų išdėstymu.



3.10 pav. Rėmo ašyse 6, A-B skaičiuojamoji schema ir apkrovų išdėstymas.

Rėmo skaičiavimai atliekami kompiuteriniu paketu „Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2016“. Dėl didelio duomenų kiekio, pateikiami tik atskirų konstrukcijų skaičiavimo rezultatai. Rezultatai pateikiami šių konstrukcijų projektavimo skyriuose.

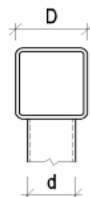
3.5. Plieninės denginio santvaros SNT-24 skaičiavimas

3.5.1. Bendrieji duomenys

Santvaros elementai projektuojami iš tuščiavidurių šaltai temptų kvadratinių ir stačiakampių vamzdžių pagal EN 10219 asortimentą. Skaičiavimai atliekame pagal Reglamentą [40].

Skaičiuojant ir parenkant santvaros elementus vadovausimės tokiais konstrukciniais (rekomendaciniais) reikalavimais:

- 1) Kad neįvyktų elementų praspaudimas, santvaros juostų ir tinklelio elementų santykis turi būti [24]: $d = (0,6 \div 0,9)D$.
- 2) Ploniausio ir storiausio santvaros elemento sienutės storis neturi skirtis daugiau kaip tris kartus.



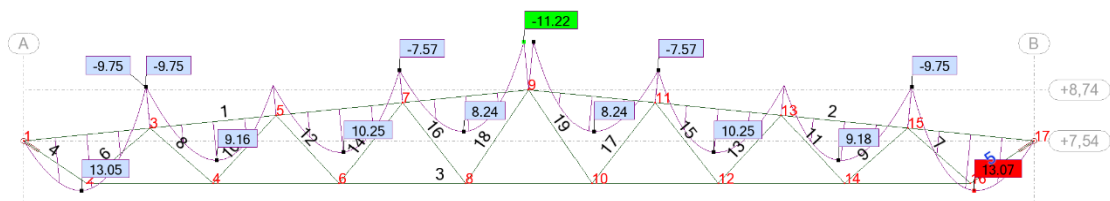
3.11 Tinklelio ir juostų elementų skerspjūvis: d – mažesniojo elemento plotis (tinklelio elementas); D – didesniojo elemento plotis (juostos elementas).

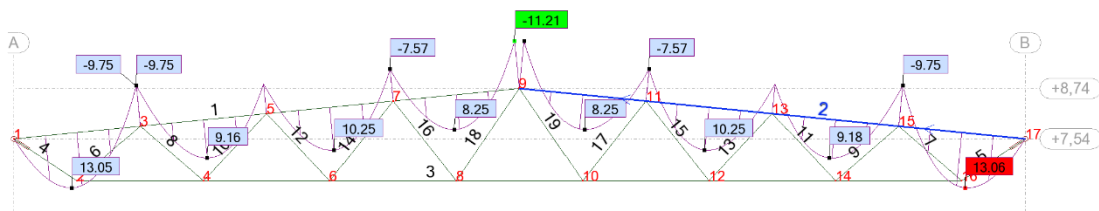
Kadangi ant viršutinės juostos remiamas profiliuotas paklotas tai viršutinė juosta bus parenkama kai veikia ašinė gniuždanti jėga ir lenkimo momentas. Kiti santvaros elementai bus parenkami atsižvelgiant į statybinės mechanikos prielaidas, pagal idealizuotą skaičiuojamąją schemą, kaip centriškai gniuždomų/tempiamų elementų. Santvarą veikiančios maksimalios įrašos pagal 3.4 skyrelio statinius skaičiavimus. Santvaros elementus projektuosime iš S355 konstrukcinio plieno, kurio skaičiuojamasis stipris pagal Reglamento [40] 6.3 lentelę:

$$f_{y.d} = \frac{f_{y.d}}{\gamma_M} = \frac{355}{1,1} = 323 \text{ MPa.} \quad (3.47)$$



3.12 pav. Santvaros SNT-24 ašinių jėgų diagrama nuo derinio ULS/20=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 3*1.30 ir ULS/22=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.30 (kolonos neatvaizduotos)





3.13 pav. Santvaros SNT-24 momentų jėgų diagrama nuo derinio $ULS/20=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1,30+ 3*1.30$ ir $ULS/22=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.30$ (kolonos neatvaizduotos)

3.5.2. Santvaros viršutinės juostos skaičiavimas, elementai Nr. 1, 2

Pagal pavojingiausią derinį $ULS/20$ viršutinė santvaros juosta (elementas Nr. 1, 2) veikiama gniuždančios ašinės jėgos $N_{Ed} = 572,29 \text{ kN}$ ir lenkimo momento $M_{Ed} = |-7,14| \text{ kNm}$. Santvaros viršutinė juosta projektuojama iš šaltaitemptų stačiakampių tuščiaavidurių vamzdžių Qx150x150x10 mm, kurių charakteristikos pateiktos lentelėse [10].

3.5.2.1. SAUGOS RIBINIO BŪVIO TIKRINIMAS RĖMO PLOKŠTUMUOJE

Skaičiuojamasis santvaros viršutinės juostos ilgis tarp tvirtinimo taškų pagal Reglamento [40] 7.9 lentelę: $l_{eff,y} = l = 3,01 \text{ m}$.

Elemento liaunis:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff,y}}{i_y} = \frac{301}{5,61} = 53,65. \quad (3.48)$$

Sąlyginis elemento liaunis:

$$\bar{\lambda} = \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 53,65 \cdot \sqrt{\frac{323 \cdot 10^{-3}}{210}} = 2,10. \quad (3.49)$$

čia: E – plieno tamprumo modulis, randamas pagal Reglamento [40] 6.4 lentelę, $E = 210 \text{ GPa}$.

Ašinės jėgos ekscentricitetas:

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{|-7,14|}{572,29} = 0,012 \text{ m}. \quad (3.50)$$

Santykinis ekcentricitetas pagal Reglamento [40] 82 punktą:

$$e_{rel} = \frac{e \cdot A}{W_{el,y}} = \frac{0,012 \cdot 52,6 \cdot 10^2}{220} = 0,287. \quad (3.51)$$

Skaičiavimai atliekami pagal Reglamento [40] VII skyrių. Skerspjūvio formos koeficientas, pagal Reglamento [40] 7.6 lentelę:

$$\begin{aligned}
 k_{shape} &= (1,35 - 0,05 \cdot e_{rel}) - 0,01 \cdot (5 - e_{rel}) \cdot \bar{\lambda} = \\
 &= (1,35 - 0,05 \cdot 0,287) - 0,01 \cdot (5 - 0,287) \cdot 2,10 = 1,24.
 \end{aligned}
 \tag{3.52}$$

Santykiniis lyginamasis ekscentricitetas:

$$e_{rel,eff} = k_{shape} \cdot e_{rel} = 1,24 \cdot 0,287 = 0,36. \tag{3.53}$$

Klupumo koeficientas pagal Reglamento [40] 1 priedo 2 lentelę interpoliuojant, kai $\bar{\lambda} = 2,10$ ir $e_{rel,eff} = 0,36$ tai $\varphi_e = 0,689$.

Tuomet ekscentriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje:

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e \cdot A \cdot f_{y.d} \cdot \gamma_c = 0,689 \cdot 52,6 \cdot 323 \cdot 0,9 \cdot 10^{-1} = 1053,54 \text{ kN}, \tag{3.54}$$

čia: γ_c – darbo sąlygų koeficientas, pagal Reglamento [40] 7.1 lentelę, $\gamma_c = 0,9$.

Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų pastoviojo skerspjūvio elementų pastovumas momento veikimo plokštumoje, sutampančioje su simetrijos plokštuma, tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{572,29}{1053,54} = 0,54 \leq 1,0. \tag{3.55}$$

Santvaros viršutinės juostos ribinis liaunis pagal Reglamento [40] 7.18 lentelę:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,54 = 147,60; \tag{3.56}$$

$$\lambda_y = 53,65 \leq \lambda_u = 147,60. \tag{3.57}$$

Elemento liaunis rėmo plokštumoje neviršija ribinio liaunio. Turima atsarga 46%. Skerspjūvis neekonomiškas, tačiau mažesnio skerspjūvio priimti negalime dėl viršutinės juostos galimo išklupimo iš rėmo plokštumos (žr. tolimesnius skaičiavimus) bei konstrukcinių reikalavimų.

3.5.2.2. SAUGOS RIBINIO BŪVIO TIKRINIMAS IŠ RĖMO PLOKŠTUMOS

Elemento liaunis:

$$\lambda_z = \frac{l_{eff,z}}{i} = \frac{603}{5,61} = 107,5. \tag{3.58}$$

Sąlyginis elemento liaunis:

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z \cdot \sqrt{\frac{f_{y.d}}{E}} = 107,5 \cdot \sqrt{\frac{323 \cdot 10^{-3}}{210}} = 4,22. \tag{3.59}$$

Strypų lanksčiai („šarnyriškai“) įtvirtintais galais, sutvirtintų nuo pasislinkimo statmenai momento veikimo plokštumai, – didžiausiam momentui strypo ilgio viduriniame trečdalyje, bet ne mažiau kaip pusė didžiausio visame strypo ilgyje veikiančio momento [40]:

$$M_{z.Ed} = \frac{M_{Ed}}{2} = \frac{|-7,14|}{2} = 3,6 \text{ kNm}. \quad (3.60)$$

Ekscentricitetas naudojamas skaičiuojant pastovumą iš rėmo plokštumos:

$$e_z = \frac{M_{z.Ed}}{N_{Ed}} = \frac{3,60}{572,29} = 0,006 \text{ m}. \quad (3.61)$$

Santykinis ekscentricitetas:

$$e_{rel.y} = \frac{e_z \cdot A}{W_{el.z}} = \frac{0,006 \cdot 52,6 \cdot 10^2}{220} = 0,14. \quad (3.62)$$

Liaunis:

$$\lambda_c = 3,14 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^3}{323}} = 80. \quad (3.63)$$

Klupumo koeficientas φ_c , kai $\lambda_c = 80$ pagal Reglamento [40] 1 priedo 1 lentelę $\varphi_c = 0,602$. Klupumo koeficientas φ_z , kai $\lambda_z = 107,5$ pagal Reglamento [40] 1 priedo 1 lentelę $\varphi_z = 0,40$.

Koeficientai α ir β nustatomi pagal Reglamento [40] 7,8 lentelę:

$$\alpha = 0,55 + 0,05 \cdot e_{rel.y} = 0,55 + 0,05 \cdot 0,14 = 0,56; \quad (3.64)$$

$$\beta = \sqrt{\varphi_c / \varphi_z} = \sqrt{0,602 / 0,40} = 1,23. \quad (3.65)$$

Kadangi $e_{rel.y} = 0,14 < 5,0$, tai koeficientas pagal Reglamento [40] 86 punktą:

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel.y}} = \frac{1,23}{1 + 0,56 \cdot 0,14} = 1,14 \leq c_{max} = 1,0 \rightarrow c = 1,0. \quad (3.66)$$

Skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento lenkiamasis-sukamasis pastovumo atsparis apskaičiuojamas taip:

$$\begin{aligned} N_{NM,TF,Rd} &= \varphi_z \cdot c \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = \\ &= 0,40 \cdot 1,0 \cdot 52,6 \cdot 323 \cdot 10^{-1} \cdot 0,9 = 611,63 \text{ kN}. \end{aligned} \quad (3.67)$$

Ekscentriškai gniuždomų pastoviojo skerspjūvio elementų pastovumas iš momento veikimo plokštumos, lenkiant juos didžiausio standumo plokštumoje, sutampančioje su simetrijos plokštuma, tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = \frac{572,29}{611,63} = 0,94 \leq 1,0. \quad (3.68)$$

Santvaros viršutinės juostos ribinis liaunis pagal Reglamento [40] 7.18 lentelę:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,94 = 123,6. \quad (3.69)$$

$$\lambda_z = 107,5 \leq \lambda_u = 123,60. \quad (3.70)$$

Elemento liaunis iš rėmo plokštumos neviršija ribinio liaunio. Turima atsarga 6%. Skerspjūvis neekonomiškas, tačiau mažesnio skerspjūvio priimti negalime dėl (3.68) sąlygos.

3.5.3. Santvaros apatinė juostos skaičiavimas, elementas Nr. 3

Pagal pavojingiausia derinį *ULS/22* apatinė santvaros juosta (elementas Nr. 3) veikiama tempiamos ašinės jėgos $N_{Ed} = |-571,50| \text{ kN}$. Santvaros apatinė juosta projektuojama iš šaltaitemptų stačiakampių tuščiavidurių vamzdžių R150x100x5 mm, kurių charakteristikos pateiktos [10] lentelėse.

Skaičiuojamasis santvaros viršutinės juostos ilgis tarp tvirtinimo taškų pagal Reglamento [40] 7.9 lentelę: $l_{eff,y} = 3,0 \text{ m}$, $l_{eff,z} = 6,0 \text{ m}$.

Elemento liaunis:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff,y}}{i_y} = \frac{300}{5,55} = 54,05 \leq \lambda_u = 400; \quad (3.71)$$

$$\lambda_z = \frac{l_{eff,z}}{i_z} = \frac{600}{4,05} = 148,15 \leq \lambda_u = 400,$$

čia: λ_u – tempiamų elementų ribinis liaunis pagal Reglamento [40] 7.19 lentelę.

Skaičiuotinio ašinės jėgos veikiamo skerspjūvio stiprumo atspario pagal takumo ribą reikšmė apskaičiuojama taip:

$$N_{pl,Rd} = A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 23,40 \cdot 323 \cdot 10^{-1} \cdot 0,95 = 718,03 \text{ kN}. \quad (3.72)$$

čia: γ_c – darbo sąlygų koeficientas, pagal Reglamento [40] 7.1 lentelę (6.a punktas), $\gamma_c = 0,95$.

Tikrinant centriškai tempiamojo elemento bet kurio skerspjūvio stiprumą, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{571,50}{718,03} = 0,80 \leq 1,0. \quad (3.73)$$

Tempiamo elemento liaunis neviršija ribinio liaunio. Turima atsarga 20%. Skerspjūvis neekonomiškas, tačiau mažesnio skerspjūvio priimti negalime dėl konstrukcinių reikalavimų.

3.5.4. Santvaros gniuždančių spyrių skaičiavimas

Santvaros tinkliuko gniuždančius spyrius parinksime kiek įmanoma vienodus atsižvelgiant veikiančias įrašas ir konstrukcinius reikalavimus (žr. 3.11 pav.)

Pagal pavojingiausia derinį $ULS/22$, spyrio elementus Nr. 6, 7 veikianti didžiausia gniuždanti ašinė jėga $N_{Ed} = 226,76 \text{ kN}$. Spyriai projektuojami iš šaltai temptų kvadratinų tuščiaavidurių vamzdžių Q80x80x4 mm, kurių charakteristikos pateiktos lentelėse [10].

3.5.4.1. SAUGOS RIBINIO BŪVIO TIKRINIMAS RĖMO PLOKŠTUMOJE

Skaičiuotinio ašinės jėgos veikiamo skerspjūvio stiprumo atspario pagal takumo ribą reikšmė apskaičiuojama taip:

$$N_{pl.Rd} = A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 11,7 \cdot 323 \cdot 10^{-1} \cdot 0,9 = 340,12 \text{ kN}. \quad (3.74)$$

Tikrinant centriškai gniuždomo elemento, bet kurio skerspjūvio stiprumą, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl.Rd}} = \frac{226,76}{340,12} = 0,66 \leq 1,0. \quad (3.75)$$

Skaičiuojamasis santvaros tinkliuko ilgis tarp tvirtinimo taškų pagal Reglamento [40] 7.9 lentelę: $l_{eff,y} = 0,9l = 0,9 \cdot 1,98 = 1,78 \text{ m}$.

Elemento liaunis:

$$\lambda_y = \lambda_z = \frac{l_{eff,y}}{i} = \frac{178}{3,07} = 57,98. \quad (3.76)$$

Sąlyginis elemento liaunis:

$$\bar{\lambda} = \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 57,98 \cdot \sqrt{\frac{323 \cdot 10^{-3}}{210}} = 2,27. \quad (3.77)$$

Klupumo koeficientas pagal Reglamento [40] 58 punktą gali būti nustatomas pagal Reglamento [40] 1 priedo 1 lentelę kai $\bar{\lambda} = 2,27 \rightarrow \varphi_z = 0,756$.

Skaičiuotinio centriškai gniuždomo elemento pastovumo atspario reikšmė, apskaičiuojama taip:

$$N_{c.Rd} = \varphi \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,756 \cdot 11,70 \cdot 323 \cdot 10^{-1} \cdot 0,9 = 257,13 \text{ kN}. \quad (3.78)$$

Tikrinant centriškai gniuždomo elemento pastovumą, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c.Rd}} = \frac{226,76}{257,13} = 0,88 \leq 1,0. \quad (3.79)$$

Santvaros gniuždomo spyrio ribinis liaunis pagal Reglamento [40] 7.18 lentelę:

$$\lambda_u = 210 - 60\alpha = 210 - 60 \cdot 0,88 = 157,20. \quad (3.80)$$

$$\lambda_y = 57,98 \leq \lambda_u = 157,20. \quad (3.81)$$

Pagal Reglamento [40] 87 punktą, kai $\lambda_y = \lambda_z$ pastovumo tikrinti iš rėmo plokštumos nereikia.

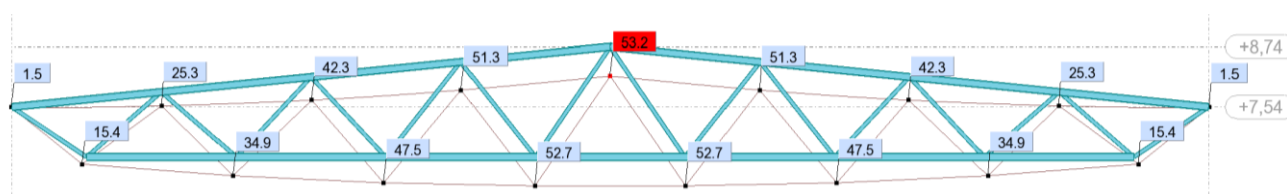
Centriškai gniuždomo elemento liaunis neviršija ribinio liaunio. Turima atsarga 29%. Skerspjūvis neekonomiškas, tačiau mažesnio skerspjūvio priimti negalime dėl konstrukcinių reikalavimų.

Kiti santvaros spyriai skaičiuojami analogiškai, todėl skaičiavimus pateiksime lentelėje (žr. 3.10 lentelę).

3.5.5. Santvaros statybinė pakyla

Pagal Reglamento [40] 236 punktą, kai yra plokštieji stogai, statybinė pakyla turi būti numatyta nepaisant tarpatramio dydžio, laikant ją lygia įlinkiui nuo charakterisinio derinio pridėdant 1/200 tarpatramio dydžio.

Pagal Reglamentą [38] kai konstrukcijoms keliami estetiniai-psichologiniai reikalavimai, vertikalus įlinkis turi būti mažinamas statybinei pakylai lygiu dydžiu. Santvaros įlinkis skaičiuojamas nuo charakteristinių apkrovų, tariamai nuolatinio derinio. Pagal programos duomenis maksimalus santvaros įlinkis apatinės juostos viduryje $d=52,7$ mm (žr. 3.14 pav.)



3.14 pav. Santvaros SNT-24 įlinkis nuo charakteristinių apkrovų

SLS:CHR/13=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 derinio.

Tuomet statybinės pakylės dydis:

$$w = \frac{B}{200} + d = \frac{24}{200} + 0,0527 = 0,173 \text{ m}. \quad (3.82)$$

3.5.6. Santvaros mazgų projektavimas

Santvaros tikrinami mazgai pateikti 3.15 pav. Kadangi konstrukcinių vamzdžių standartinis ilgis iki 12 m, o suprojektuota santvara 24 metrų tai turime numatyti jungę („flanšinę“ jungtį).

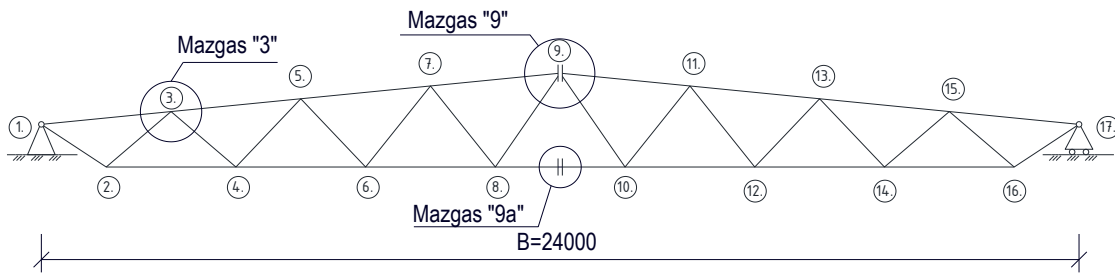
Santvaros elementai pagaminti iš plieno S355J2H (LST EN 10219-1). Kertinės siūlės, jungiančios tinklelio ir juostos elementus, suvirintos pusiau automatinio būdu apsauginėse dujose.

Apatinės padėties virinimui naudota elektrodinė viela G46 pagal LST EN 440 [7.6].

Elementų darbo sąlygų koeficientas pagal Reglamento [40] 7.1 lentelę – $\gamma_c = 0,95$.

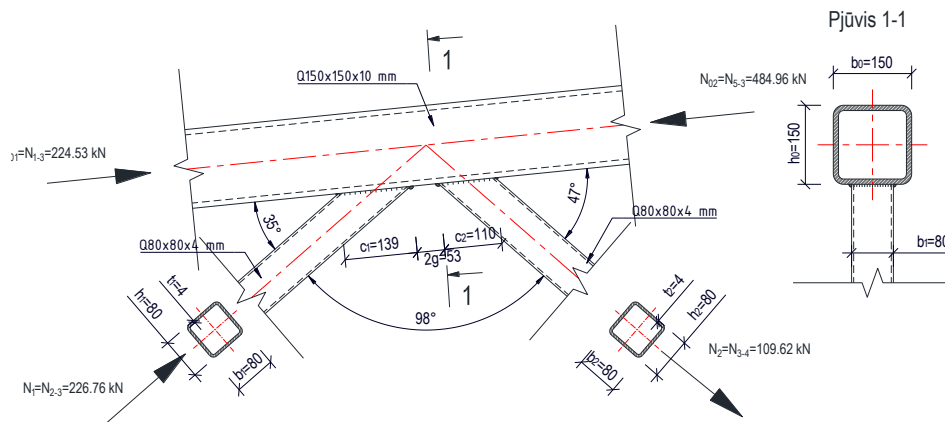
Santvaros visų mazgų skaičiavimų nerodysime. Paskaičiuosime tik būdinguosius mazgus. Kitų mazgų skaičiavimas analogiškas. Mazgų laikomąją galią patikriname kompiuterine skaičiavimo programa „Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2016“.

Mazgus skaičiuojame neįvertinę statybinės pakyls, todėl darbo brėžiniai nežymiai gali skirtis nuo pateiktų skaičiavimuose.



3.15 pav. Tikrinamų mazgų vieta.

3.5.7. Mazgo „3“ skaičiavimas



3.16 pav. Mazgo „3“ žymėjimai.

3.5.7.1. SANTVAROS VIRŠUTINĖS JUOSTOS, VEIKIAMOS GNIUŽDOMOJO SPYRIO, PRASPAUDIMO ATSPARIO TIKRINIMAS

Pagal Reglamento [44] 89 punktą, kai

$$\frac{|N_{02}|}{A_0 \cdot f_{y,d}} = \frac{|484,96| \cdot 10^1}{52,6 \cdot 323} = 0,29 \leq 0,5; \quad (3.83)$$

todėl $\gamma_0 = 1,0$.

Santvaros juostos iškyša, $a = (b_0 - b_1)/2 = (150 - 80)/2 = 35 \text{ mm}$.

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis, $c_1 = h_1/\sin\theta_1 = 80/\sin 35 = 139 \text{ mm}$.

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų, $g = 53/2 = 26,5 \text{ mm}$.

Kadangi $b_1/b_0 = 80/150 = 0,53 < 0,9$ ir $g/c_1 = 26,5/139 = 0,19 \leq 0,25$, tai skaičiuojame pagal Reglamento [44] 89 punktą:

$$\begin{aligned} |N_1| + \frac{1,5 \cdot |M_1|}{h_1} &= |226,76| + \frac{1,5 \cdot |0|}{0,08} = 226,76 \text{ kN} \leq \\ &\leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_0 \cdot f_{y,d} \cdot t_0^2 \cdot (b_1 + g + \sqrt{2 \cdot b_0 \cdot a})}{\left(0,4 + 1,8 \cdot \frac{g}{c_1}\right) \cdot a \cdot \sin\theta_1} = \\ &= \frac{0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 323 \cdot 0,01^2 \cdot (0,08 + 0,0265 + \sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot 0,035})}{\left(0,4 + 1,8 \cdot \frac{0,0265}{0,139}\right) \cdot 0,035 \cdot \sin 35} \cdot 10^3 = \\ &= 429,80 \text{ kN}, \end{aligned} \quad (3.84)$$

čia: M_1 – lenkiamasis momentas prijungiamajame elemente mazgo plokštumoje, sutampančiame su juostos lentyna pjūvyje (momento dėl mazgų standumo galima nevertinti);

γ_1 – dalinis patikimumo koeficientas pagal Reglamento [44] 89 punktą, kitais atvejais $\gamma_1 = 1,0$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{429,80 - 226,76}{429,80} \cdot 100\% = 47,24 \%. \quad (3.85)$$

Santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis yra pakankamas, atsarga $\Delta = 47,24 \%$.

3.5.7.2. SANTVAROS VIRŠUTINĖS JUOSTOS SIENUTĖS PASTOVUMO ATSPARIO TIKRINIMAS GNIUŽDOMOJO SPYRIO PRIJUNGIMO VIETOJE

Kadangi $h_0/t_0 = 150/10 = 15 < 25$, todėl koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį $\gamma_t = 1,0$. Koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį ir plieno stiprį pagal Reglamento [44] 91 punktą, kai

$$\begin{aligned} \frac{h_0}{t_0} = \frac{150}{10} &= 15 \leq 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y.d}^2 - 0,2 \cdot f_{y.d} + 81,8 = \\ &= 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 323^2 - 0,2 \cdot 323 + 81,8 = 42,76 \rightarrow k = 1,0. \end{aligned} \quad (3.86)$$

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga kai $b_1/b_0 = 80/150 = 0,53 \rightarrow 0,85$, sąlyga netenkinama. Kadangi Reglamentas nepateikia kito galimo skaičiavimo varianto skaičiuosime pagal Reglamento [44] 91 punkte pateiktą formulę nors sąlyga ir netenkinama:

$$\begin{aligned} N_1 = 226,76 kN &\leq \frac{2 \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t \cdot k \cdot f_{y.d} \cdot t_0 \cdot h_1}{\sin^2 \theta_1} = \\ &= \frac{2 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 0,01 \cdot 0,08}{\sin^2 35} = 1492 kN. \end{aligned} \quad (3.87)$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{1492 - 226,76}{1492} \cdot 100\% = 84,8 \%. \quad (3.88)$$

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atsparis yra pakankamas atsarga $\Delta = 84,8 \%$.

3.5.7.3. TINKLELIO ELEMENTO ATSPARIO TIKRINIMAS JO PRIJUNGIMO PRIE JUOSTOS SRITYJE

Kadangi $h_1/t_1 = 80/4 = 20 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y.d}^2 - 0,2 \cdot f_{y.d} + 81,8 = 42,76$, todėl $k = 1,0$.

Skaičiavimai atliekami pagal Reglamento 92 punktą, kai kampas nuo $40^\circ \div 50^\circ$. Mūsų atveju kampas nepatenka į intervalą, tačiau kito skaičiavimo varianto Reglamentas [44] nepateikia, todėl nors sąlyga ir netenkinama, skaičiuojame pagal Reglamento [44] 4.8 formulę:

$$N_1 = 226,76 kN \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot k \cdot f_{y.d} \cdot A_1}{1 + 0,013 \cdot \frac{b_0}{t_0}} = \quad (3.89)$$

$$\frac{0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 323 \cdot 11,7 \cdot 10^{-1}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,15}{0,01}} = 300,43 \text{ kN.}$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{300,43 - 226,76}{300,43} \cdot 100\% = 24,52 \%. \quad (3.90)$$

Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas atsarga $\Delta = 24,52 \%$.

3.5.7.4. VIRINTINIŲ SIŪLIŲ, JUNGIANČIŲ TINKLELIO ELEMENTUS PRIE JUOSTŲ, ATSPARIO TIKRINIMAS

Plieninių elementų, kurių takumo riba siekia viršija 285 N/mm^2 , leidžiama naudoti glaistytuosius elektrodus arba elektrodinę vielą, kurie tenkina sąlygą Reglamento [40] 155 punktą. Virinti naudosime elektrodinė vielą G46, kurios charakteristinis stipris pagal Reglamento [40] 6.13 lentelę $f_{vw,u} = 530 \text{ MPa}$. Skaičiuotiniai siūlių stipriai pagal Reglamento [40] 6.11 lentelę:

$$f_{vw.f.d} = 0,55 \cdot \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \cdot \frac{530}{1,25} = 233 \text{ MPa}; \quad (3.91)$$

$$f_{vw.z.d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 490 = 221 \text{ MPa}, \quad (3.92)$$

čia: f_u – plieno stipris pagal stiprumo ribą pagal Reglamento [40] 6.9 lentelę, S355 plienui $f_u = 490 \text{ MPa}$;

γ_{Mw} – virintinės (lydytinės) siūlės metalo medžiagos patikimumo koeficientas, pagal Reglamento [40] 6.10 lentelę $\gamma_{Mw} = 1,25$.

Kertinės siūlės koeficientai pagal Reglamento [40] 7.30 lentelę $\beta_{wf} = 0,9$; $\beta_{wz} = 1,05$.

Tikriname, ar tinkamai parinkta elektrodinė vielą pagal Reglamento [40] 155 punktą:

$$\begin{aligned} f_{vw.z.d} = 221 \text{ MPa} < f_{vw.f.d} = 233 \text{ MPa} &\leq f_{vw.z.d} \cdot \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}} = \\ &= 221 \cdot \frac{1,05}{0,9} = 258 \text{ MPa}. \end{aligned} \quad (3.93)$$

Parinkta tinkama elektrodinė vielą.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atsparis turi būti tikrinamas: mazguose, nurodytuose Reglamento [40] 89 punkte, kai kampas tarp tinklelio ir juostos $\alpha = 40 - 50^\circ$ pagal formulę:

$$\begin{aligned}
 |N_1| \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{b_0}{t_0}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \left(2 \cdot \frac{h_1}{\sin \theta_1} + b_1\right)} &= \\
 = |226,76 \cdot 10^{-3}| \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{0,15}{0,01}}{0,9 \cdot 0,004 \cdot \left(2 \cdot \frac{0,08}{\sin 35} + 0,08\right)} &= \\
 = 157,84 \text{ MPa} \leq \gamma_c \cdot f_{vw.f.d} = 0,95 \cdot 233 = 221 \text{ MPa}, &
 \end{aligned} \tag{3.94}$$

čia: k_f – siūlės statinis, ne didesnis nei 1,2 ploniausio elemento storio, šiuo atveju 5 mm.

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{221 - 157,84}{221} \cdot 100\% = 28,58 \%. \tag{3.95}$$

Kertinių siūlių, jungiančių gniuždomąjį tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas atsarga $\Delta = 28,58 \%$.

3.5.7.5. SANTVAROS VIRŠUTINĖS JUOSTOS, VEIKIAMOS TEMPIAMOJO TINKLELIO ELEMENTO, IŠPLĖŠIMO ATSPARIO TIKRINIMAS

Įrašos ženklo koeficientas pagal Reglamento [44] 89 punktą, kai elementai tempiami $\gamma_1 = 1,2$.

Santvaros juostos iškyša, $a = (b_0 - b_2)/2 = (150 - 80)/2 = 35 \text{ mm}$.

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis, $c_2 = h_2/\sin \theta_2 = 80/\sin 47 = 110 \text{ mm}$.

Kadangi $b_2/b_0 = 80/150 = 0,53 < 0,9$ ir $g/c_2 = 26,5/110 = 0,24 < 0,25$, tai turime taikyti formulę pagal Reglamento [44] 90 punktą:

$$\begin{aligned}
 |N_2| = 109,62 \text{ kN} &\leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_0 \cdot f_{y.d} \cdot t_0^2 \cdot (b + g + \sqrt{2 \cdot b_0 \cdot a})}{\left(0,4 + 1,8 \cdot \frac{g}{c_2}\right) \cdot a \cdot \sin \theta_2} \\
 &= \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 0,01^2 \cdot (0,08 \cdot 0,0265 + \sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot 0,035})}{\left(0,4 + 1,8 \cdot \frac{0,0265}{0,110}\right) \cdot 0,035 \cdot \sin 47} = 404 \text{ kN};
 \end{aligned} \tag{3.96}$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{404 - 109,62}{404} \cdot 100\% = 72 \%. \quad (3.97)$$

Santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo strypo, išplėšimo atsparis yra pakankamas, atsarga $\Delta = 72 \%$.

3.5.7.6. SANTVAROS VIRŠUTINĖS JUOSTOS SIENUTĖS PASTOVUMO ATSPARIO TIKRINIMAS GNIUŽDOMOJO SPYRIO PRIJUNGIMO VIETOJE.

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$\begin{aligned} N_2 = 109,62 \text{ kN} &\leq \frac{2 \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t \cdot k \cdot f_{y,d} \cdot t_0 \cdot h_2}{\sin^2 \theta_2} = \\ &= \frac{2 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 0,01 \cdot 0,08}{\sin^2 47} = 734 \text{ kN}. \end{aligned} \quad (3.98)$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{734 - 100,95}{734} \cdot 100\% = 86,24 \%. \quad (3.99)$$

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atsparis yra pakankamas, atsarga $\Delta = 86,24 \%$.

3.5.7.7. TINKLELIO ELEMENTO ATSPARIO TIKRINIMAS JO PRIJUNGIMO PRIE JUOSTOS SRITYJE

Kadangi $h_2/t_2 = 80/4 = 20 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y,d}^2 - 0,2 \cdot f_{y,d} + 81,8 = 42,76$, todėl $k = 1,0$.

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys. Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant kvadratiniam skerspjūviui,

$$\begin{aligned} N_2 = 100,95 \text{ kN} &\leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot k \cdot f_{y,d} \cdot A_2}{1 + 0,013 \cdot \frac{b_0}{t_0}} = \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 323 \cdot 11,70 \cdot 10^{-1}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,15}{0,01}} = \\ &= 360,51 \text{ kN}. \end{aligned} \quad (3.100)$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{360,51 - 109,62}{360,51} \cdot 100\% = 69,59 \%. \quad (3.101)$$

Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas atsarga $\Delta = 69,59\%$.

3.5.7.8. VIRINTINIŲ SIŪLIŲ, JUNGIANČIŲ TINKLELIO ELEMENTUS PRIE JUOSTŲ, ATSPARIO TIKRINIMAS

$$|N_2| \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{b_0}{t_0}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \left(2 \cdot \frac{h_2}{\sin \theta_2} + b_2\right)} = \quad (3.102)$$

$$= |109,62 \cdot 10^{-3}| \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{0,15}{0,01}}{0,9 \cdot 0,004 \cdot \left(2 \cdot \frac{0,08}{\sin 47} + 0,08\right)} = 91,73 \text{ MPa} \leq$$

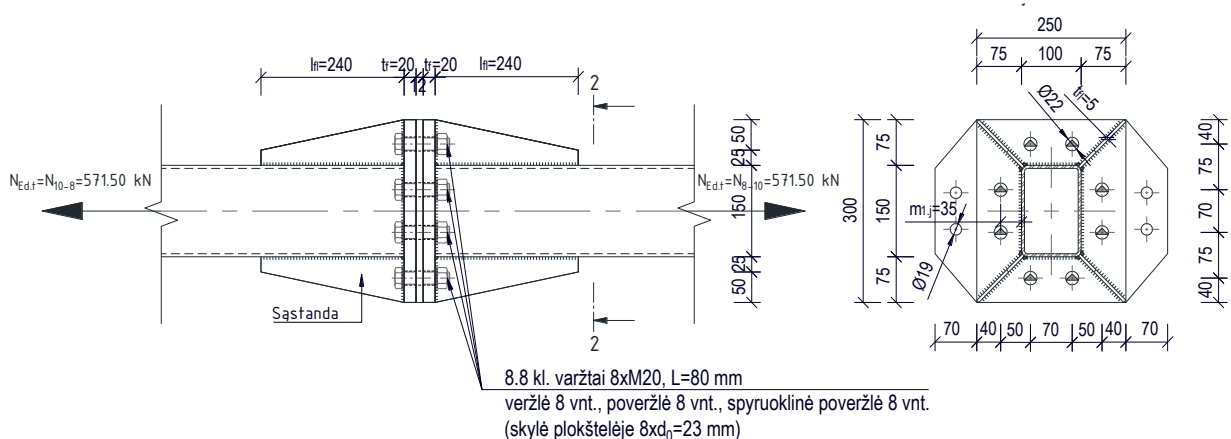
$$\leq \gamma_c \cdot f_{vw.f.d} = 0,95 \cdot 233 = 221,35 \text{ MPa}.$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{221,35 - 91,73}{221,35} \cdot 100\% = 58,56 \%. \quad (3.103)$$

Kertinių siūlių, jungiančių gniuždomą tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas atsarga $\Delta = 58,56 \%$.

3.5.8. Mazgo „9A“ skaičiavimas (apatinė jungė)



3.17 pav. Jungės jungtis – mazgas „9A“.

Junginė jungtis konstruojama pagal Reglamento [44] 7-20 punktus. Kadangi junginę jungtį veikia centriškai pridėta tempianti ašinė jėga $N_{Ed} = 571,50 \text{ kN} \leq 2500 \text{ kN}$ tai junginę jungtį galime naudoti.

Pagal rekomendacijas jungę rekomenduojama jungtį M24 varžtais, nebent tokių varžtų naudojimas neracionalus (neekonomiškas). Priimame, kad jungtis bus jungiama 8.8 klasės M20 stipriaisiais varžtais. Jungės sąstandos ilgis turi būti ne mažesnis nei $l_{fl} = 240 \text{ mm} \geq 1,5 \cdot h_{o1} = 1,5 \cdot 150 = 225 \text{ mm}$, o storis $t_{fl} = 5 \text{ mm} \leq 1,2 \cdot t = 1,2 \cdot 5,0 = 6 \text{ mm}$.

Mažiausi atstumai tarp varžtų, priimami pagal Reglamento [40] 7.31 lentelę.

Taipogi turi būti tenkinamos šios sąlygos:

$$k_f + \frac{d_2}{2} + g = 5 + \frac{30}{2} + 3 = 23 \text{ mm} \leq m_{1,j} = 30 \text{ mm} \leq 3,5d_0 =$$

$$= 3,5 \cdot 23 = 80,5 \text{ mm};$$
(3.104)

$$e_j \geq 0,8 \cdot d_2 = 0,8 \cdot 30 = 24 \text{ mm};$$
(3.105)

čia: $m_{1,j}$ - atstumas nuo skylės centro iki prijungiamo profiliuoto krašto;

d_2 – išorinis poveržlės skersmuo iš lentelių [10], $d_2 = s = 30 \text{ mm}$;

g – skylės ir varžto diametro skirtumas, $g = 3 \text{ mm}$.

3.5.8.1. VARŽTŲ ATSPARIO TIKRINIMAS

Skaičiuotinis vieno varžto tempiamasis atsparis pagal Reglamento [40] 172 punktą:

$$F_{bt.Rd} = f_{bt.Rd} \cdot A_{b.net} = f_{b.t.Rd} \cdot A_{b.net} = 400 \cdot 245 \cdot 10^{-3} = 98 \text{ kN},$$
(3.106)

čia: $f_{bt.Rd}$ – skaičiuotinis varžtų tempiamasis plieno stipris 8.8 kl. M20 varžtams pagal Reglamento [40] 6.17 ir 6.18 lenteles $f_{bt.Rd} = 0,50f_{bu} = 0,50 \cdot 800 = 400 \text{ MPa}$.

$A_{b.net}$ – varžto grynas (neto) skerspjūvio plotas pagal Reglamento [40] 7.32 lentelę, $A_{b.net} = 245 \text{ mm}^2$.

Centriškai tempiamų jungių su uždaro profilio jungiamaisiais elementais stiprumas tikrinamas pagal Reglamento [44] 25 punktą, kai $20 \text{ mm} \leq t_f = 20 \text{ mm} \leq 40 \text{ mm}$:

$$N_{Ed} = 571,50 \text{ kN} \leq n \cdot k_2 \cdot F_{b.t.Rd} = 8 \cdot 0,85 \cdot 98 = 666,4 \text{ kN},$$
(3.107)

čia: n – visas jungties varžtų skaičius, $n = 8 \text{ vnt}$.

k_2 – koeficientas iš Reglamento [44] 2.5 lentelės, $k_2 = 0,85$.

t_f –jungės plokštelės storis, $t_f = 20 \text{ mm}$.

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{666,4 - 571,50}{666,4} \cdot 100\% = 14,24 \%$$
(3.108)

Užtikrinant reikiamą varžtų atspario reikšmę, reikalingi 8 vnt. 8.8 kl. M20 varžtai. Gauta atsarga $\Delta = 14,24 \%$ netenkina ekonomiškumo kriterijų ($14,24 \% > 5\%$), tačiau mažesnių varžtų ar žemesnės klasės varžtų priimti negalime dėl konstrukcinių reikalavimų (įtemptiesiems varžtams naudojama ne žemesnė nei 8.8 kl. varžtai).

3.5.8.2. LENKIAMOJO JUNGĖS ATSPARIO TIKRINIMAS

Jungė su uždarojo profilio elementais. Jungtyje veikia tik tempianti ašinė jėga, todėl šis punktas netikrinamas.

3.5.8.3. JUNGTIES ŠLYTIES KERPAMAJO ATSPARIO TIKRINIMAS

Pagal Reglamento [44] 26.2 punktą kai prijungiamas uždarojo skerspjuvio elementas, kontaktinė įraža apskaičiuojama:

$$F_{bhf.Rd} = 0,1 \cdot F_{b.t.Rd} = 0,1 \cdot 98 = 9,8 \text{ kN}. \quad (3.109)$$

Kadangi vietinės skersinės jėgos nėra, tai apskaičiuojame sąlyginę vietinę skersinę jėga, kuri lygi:

$$V_{loc} = 0,1 \cdot \mu_h \cdot N_{Ed} = 0,1 \cdot 0,35 \cdot 571,50 = 20 \text{ kN}. \quad (3.110)$$

Tempiamų junginių atsparis vietinei skersinei:

$$V_{loc} = 20 \text{ kN} \leq \mu_h \cdot n \cdot F_{bhf.Rd} = 0,35 \cdot 8 \cdot 9,8 = 27,44 \text{ kN}. \quad (3.111)$$

Neišnaudojimo atsarga:

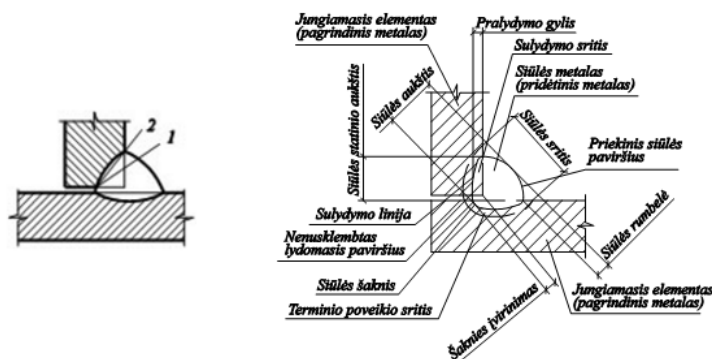
$$\Delta = \frac{27,44 - 20}{27,44} \cdot 100\% = 27,11 \%. \quad (3.112)$$

Šlyties atsparis pakankamas.

3.5.8.4. SIŪLIŲ, JUNGIANČIŲ JUNGĖ SU PROFILIUOČIU ATSPARIO TIKRINIMAS

Jungė kaip ir tinkliuko elementai virinami tokiu pat būdu ir naudojama ta pati elektrodinė viela (žr. 3.5.7.8 skyrelį).

$$\text{Suvirinimo statinis } k_f = 6 \text{ mm} \leq 1,2 \cdot t = 1,2 \cdot 5 = 6 \text{ mm}.$$



3.18 pav. Kertinės virintinės (lydytinės) siūlės elementai.

1 – pjūvis per siūlės metalą; 2 – pjūvis per sulydymo srities metalą.

Iš sąlygų nustatome silpnesnį pjūvį:

$$\beta_{wf} \cdot f_{vw,f,d} = 0,9 \cdot 233 = 210 \text{ MPa} < \beta_{wz} \cdot f_{vw,z,d} = 1,05 \cdot 221 = 232 \text{ MPa}. \quad (3.113)$$

Silpnėsnis pjūvis per siūlės metalą (1 pjūvis):

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \Sigma l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{571,50 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 0,006 \cdot 0,730 \cdot 233 \cdot 0,95} = 0,65 \leq 1,0, \quad (3.114)$$

čia: $l_{w,eff}$ – siūlės ilgis (profilo ir sąstandų) įvertinant galima nekokybiškos siūlės dalį 10 mm.

Parinkus suvirinimo siūlės statinį $k_f = 6 \text{ mm}$, virintinės siūlės atsparis per siūlės metalą pakankama (atsarga 35 %).

3.5.8.5. ĮTEMPŲŲ VARŽTŲ ĮVERŽIMAS

Jungės įtempiamųjų varžtų išankstinis įtempimas kontroliuojamas pagal užsukimo momentą (faktinis jo nuokrypis nuo apskaičiuotos reikšmės turi būti nuo 0 iki 10%). Vieno varžto įveržimo jėga:

$$M = K \cdot F_{p,Cd} \cdot d = 0,2 \cdot 70,56 \cdot 0,02 = 0,282 \text{ kNm}, \quad (3.115)$$

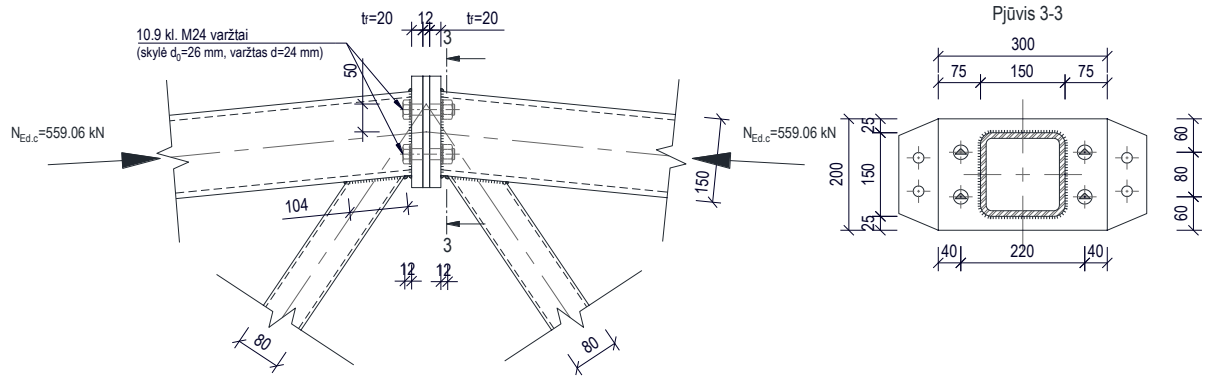
čia: K – koeficientas $K = 0,19 - 0,2$;

$F_{p,Cd}$ – apskaičiuota išakstinė įtempimo ašinė jėga varžte,

$$F_{p,Cd} = 1,1 \cdot N_{Ed}/n = 1,1 \cdot 571,50/8 = 78,58 \text{ kN}. \quad (3.116)$$

3.5.9. Mazgo „9“ skaičiavimas (viršutinė jungė)

Jungė konstruojama pagal Reglamento [44] 7-20 punktus. Jungę veikia centriškai pridėta gniuždanti ašinė jėga $N_{Ed} = 559,06 \text{ kN} \leq 2500 \text{ kN}$, lenkimo momentas $M_{Ed} = |-11,22| \text{ kNm}$, bei skersinė jėga $V_{Ed} = |-22,01 \text{ kN}|$. Kadangi veikiant visom 3 įrašom skaičiavimai darosi sudėtingi ir atsižvelgiant į tai, kad skersinė jėga ir lenkimo momentas tesudaro ~4% pagrindinės įrašos, tai varžtus parinksime pagal veikiančia didžiausia gniuždančią ašinę jėgą.



3.19 pav. Jungė (gniuždymas) – mazgas „9“.

Pagal rekomendacijas numatome 10.9 kl. įtemptuosius M24 varžtus. Skaičiuotinis vieno varžto tempiamasis atsparis pagal Reglamento [40] 172 punktą :

$$F_{bt.Rd} = f_{bt.Rd} \cdot A_{b.net} = f_{b.t.Rd} \cdot A_{b.net} = 500 \cdot 353 \cdot 10^{-3} = 176,5 \text{ kN}, \quad (3.117)$$

čia: $f_{bt.Rd}$ – skaičiuotinis varžtų tempiamasis plieno stipris 10.9 kl. M24 varžtams pagal Reglamento [40] 6.17 ir 6.18 lenteles $f_{bt.Rd} = 0,50f_{bu} = 0,50 \cdot 1000 = 500 \text{ MPa}$.

$A_{b.net}$ – varžto grynas (neto) skerspjūvio plotas pagal Reglamento [40] 7.32 lentelę, $A_{b.net} = 353 \text{ mm}^2$.

Varžtų skaičius gniuždomojoje jungėje:

$$n \geq \frac{N_{Ed}}{k_2 \cdot F_{b.t.Rd}} = \frac{559,06}{0,80 \cdot 176,5} = 3,96 \text{ vnt.} \rightarrow 4 \text{ vnt.} \quad (3.118)$$

čia: k_2 – koeficientas iš Reglamento [44] 2.5 lentelės, $k_2 = 0,80$.

3.5.9.1. SIŪLIŲ, JUNGIANČIŲ JUNGE SU PROFILIUOČIU ATSPARIO TIKRINIMAS

Jungė kaip ir tinkliuko elementai virinami tokiu pat būdu ir naudojama ta pati elektrodinė viela (žr. 3.5.8 skyrelį). Suvirinimo statinis $k_f = 6 \text{ mm} \leq 1,2 \cdot t = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ mm}$.

Silpnėsnis pjūvis per siūlės metalą (1 pjūvis):

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{559,06 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 0,006 \cdot 0,565 \cdot 233 \cdot 0,95} = 0,83 \leq 1,0. \quad (3.119)$$

čia: $l_{w,eff}$ – siūlės ilgis įvertinant galima nekokybiškos siūlės dalį 10 mm.

Parinkus suvirinimo siūlės statinį $k_f = 6 \text{ mm}$, virintinės siūlės atsparis per silpnėsnį sulydimo metalą pakankamas (atsarga 17 %).

3.5.9.2. ĮTEMPŲJŲ VARŽTŲ ĮVERŽIMAS

Jungės įtempiamųjų varžtų išankstinis įtempimas kontroliuojamas pagal užsukimo momentą (faktinis jo nuokrypis nuo apskaičiuotos reikšmės turi būti nuo 0 iki 10%). Vieno varžto įveržimo jėga:

$$M = K \cdot F_{p,cd} \cdot d = 0,2 \cdot 193,74 \cdot 0,024 = 0,93 \text{ kNm}; \quad (3.120)$$

čia: K – koeficientas $K = 0,19 - 0,2$;

$F_{p,cd}$ – apskaičiuota išakstinė įtempimo ašinė jėga varžte,

$$F_{p,cd} = 1,1 \cdot \frac{N_{Ed}}{n} = 1,1 \cdot \frac{559,06}{4} = 193,74 \text{ kN}. \quad (3.121)$$

3.5.10. Santvaros elementų konstravimas

Kaip matyti iš atliktų skaičiavimų (žr. 3.10 lentelę) tinkliuko elementuose gaunama didelė neišnaudojimo atsarga ir skerspjūviai neekonomiški. Mažesnio skerspjūvio parinkti negalime, dėl tinkliuko ir juostos rekomenduojamo santykio (žr. 3.11 pav.). Tinkliuko skerspjūvio sienelės storio negalime mažinti dėl konstrukcinių reikalavimų, suvirinant profilius (žr. Reglamento [40] 7.29 lentelę). Norint sumažinti tinkliuko elementų skerspjūvius, turėtume mažinti viršutinės juostos skerspjūvį. Kadangi viršutinės santvaros juostos išnaudojimas iš rėmo plokštumos pakankamai didelis, tai mažesnio skerspjūvio parinkti negalime ir priimti santvaros elementų skerspjūviai teisingi.

Siekiant optimizuoti santvaros elementus, galėtume elgtis dvejopai:

- 1) įrengti papildomus ryšius, suvaržant viršutinę santvaros juostą iš rėmo plokštumos, taip sumažinant skaičiuojamąjį ilgį;
- 2) įvertinti profiliuoto pakloto darbą kaip standaus disko, t.y. kokia apkrovų dalį perima profiliuotas paklotas ir kaip jis suvaržo viršutinę santvaros juostą.

Šiuo atveju antrasis variantas būtų optimalus, tačiau skaičiavimai padidintu magistrinio darbo apimtį. Dėl darbo apimties apribojimų, papildomų skaičiavimų neatliksime ir paliksime priimtus elementų profilius.

3.10 lentelė. Santvaros elementų skaičiavimo rezultatai.

El.	El. Nr.	Skersp.	A, cm ²	Skaičiuojamasis ilgis, cm		Liauniai				φ_y	φ_z	Veikianti įraža, kN	Atspariai, kN	$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}}$	Neišnaud. Δ , %
				$l_{eff,y}$	$l_{eff,z}$	λ_y	λ_z	$\lambda_{u,y}$	$\lambda_{u,z}$						
Virš. juosta	1, 2	Q150x150 x10	52,6	301	603	53,65	107,5	147,60	–	0,689	–	572,29	1053,54	0,54	46
								–	123,6				–	0,40	611,63
Ap. juosta	3	R150x100 x5	23,4	300	600	54,05	148,15	400	400	–	–	– 571,50	718,03	0,80	20
Spyriai	4,5	Q80x80x4	11,70	180	180	58,63	58,63	400	400	–	–	– 268,79	359,01	0,75	25
	6, 7	Q80x80x4	11,70	178	178	58,75	58,75	167,40	167,40	0,756	0,756	226,76	257,13	0,88	12
	8,9	Q80x80x4	11,70	178	178	57,98	57,98	400	400	–	–	– 109,62	359,01	0,31	69
	10,11	Q80x80x4	11,70	197	197	64,17	64,17	187,20	187,20	0,742	0,742	97,08	252,47	0,38	62
	12,13	Q80x80x4	11,70	197	197	64,17	64,17	400	400	–	–	– 22,57	359,01	0,06	94
	14,15	Q80x80x4	11,70	218	218	71	71	204,6	204,6	0,68	0,68	19,70	231,64	0,09	91
	16,17	Q80x80x4	11,70	218	218	71	71	199,8	199,8	0,68	0,68	38,30	231,64	0,17	83
	18,19	Q80x80x4	11,70	239	239	77,85	77,85	400	400	–	–	– 37,68	359,01	0,10	90

3.6. Ekscentriškai gniuždomos kraštinės kolonos KL-1 skaičiavimas

3.6.1. Bendrieji duomenys

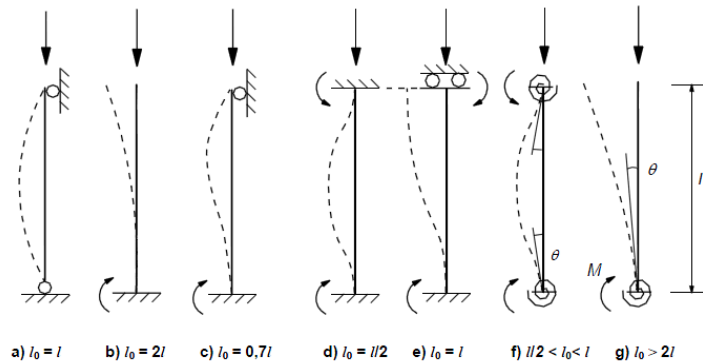
Skaičiavimus atliksime pagal EC [20]. Projektuojama surenkama gelžbetoninė kolona su gembe, kurios matmenys 400x400 mm. Kolona projektuojama vientisa, vienos dalies.

Projektuojant kraštines kolonas rekomenduojama, kad jų liaunis būtų mažesnis už 120 (statmena rėmo plokštumai linkme) bei 85-100 (rėmo plokštumoje) [16].

Inercijos spinduliai:

$$i_y = i_z = \sqrt{\frac{b \cdot h^3}{12A}} = \sqrt{\frac{40 \cdot 40^3}{12 \cdot 40 \cdot 40}} = 11,55 \text{ cm.} \quad (3.122)$$

Skaičiuojamasis kolonos ilgis nustatomas pagal EC2 [20] 5.8.3.2 skyrių.



3.20 pav. Atskirtųjų elementų skirtingų klūpdyimo rūšių ir atitinkamų efektyviųjų ilgių pavyzdžiai [20].

Kolonos efektyvusis ilgis – tai atstumas tarp išilginės strypo ašies lūžio taškų. Projektuojamas pastatas rėmo plokštumoje neturi ryšių, o atsižvelgiant į pastato kolonų viršutinės dalies poslinkį tik horizontalia linkme ir standžius kolonų įtvirtinimus pamatuose, galime teigti, kad pastatas, prarasdamas pastovumą, nuvirs į vieną pusę (*angl.* „*sidesway structure*“) [16].

Įvertinę 3.20 pav. pateiktas schemas, skaičiuojamasis kolonos ilgis rėmo plokštumoje ir iš rėmo plokštumos, kurioje numatyti ryšiai:

$$l_o = \mu_k \cdot l = 1,0 \cdot 8,14 = 8,14 \text{ m;} \quad (3.123)$$

$$l_{o,z} = \mu_k \cdot l = 0,7 \cdot 8,14 = 5,70 \text{ m.} \quad (3.124)$$

Tuomet kolonos liauniai:

$$\lambda_y = \frac{l_o}{i_y} = \frac{814}{11,55} = 70,48 \leq 120. \quad (3.125)$$

$$\lambda_z = \frac{l_{o,z}}{i_z} = \frac{570}{11,55} = 49,35 \leq 85. \quad (3.126)$$

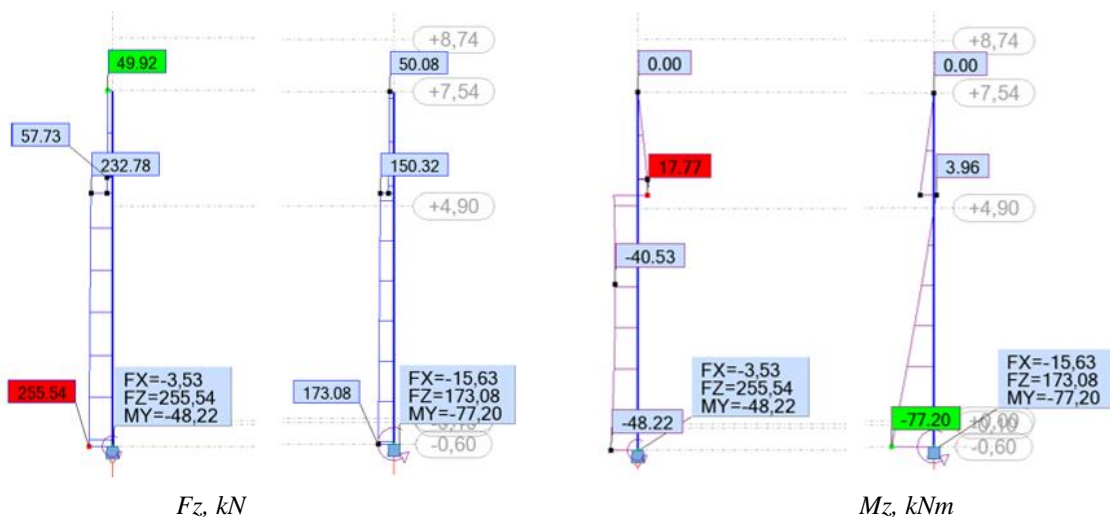
Kolona su pamatu sujungiama standžiai, t.y. stipriaisiais įtemptais varžtais ir užbetonuojama (kolonos ilgis skaičiuojamas nuo pamato viršaus). Viršuje ant kolonos montuojamos santvaros (santvaros išdėstytos kas 6 m).

Pastato naudojimo trukmė ~50 metų. Konstrukcijos klasė pagal EC2 [20] 4.4N lentelę – S4. Betono klasė surenkamai kolonai – C30/37. Betono C30/37 pagrindiniai mechaniniai ir fiziniai rodikliai: charakteristinis gniuždomasis stipris – $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, charakteristinis tempiamasis stipris – $f_{ctk,0.05} = 2,0 \text{ MPa}$, skaičiuotinis gniuždomasis stipris – $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c = 0,9 \cdot 30/1,5 = 18 \text{ MPa}$, skaičiuotinis tempimo stipris – $f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0.05}/\gamma_c = 0,9 \cdot 2,0/1,5 = 1,20 \text{ MPa}$, vidutinis tamprumo modulis $E_{cm} = 32 \text{ GPa}$ (* α_{cc} ir α_{ct} reikšmės priimtos pagal nacionalinį priedą).

Kolona armuosime S400 klasės išilgine ir S240 skersine armatūra.

Armatūros S400 pagrindiniai mechaniniai rodikliai: charakteristinis stipris – $f_{yk} = 400 \text{ MPa}$, skaičiuotinis tempimo stipris rumbuotai armatūrai – $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 400/1,1 = 365 \text{ MPa}$, armatūros tamprumo modulis – $E_s = 200 \text{ GPa}$.

Armatūros S240 pagrindiniai mechaniniai rodikliai: charakteristinis stipris – $f_{yk} = 240 \text{ MPa}$, skaičiuotinis tempimo stipris rumbuotai armatūrai – $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 240/1,1 = 218 \text{ MPa}$, armatūros tamprumo modulis – $E_s = 200 \text{ GPa}$.



3.21 pav. Koloną KL-1 veikiančios įrašos nuo ULS/16=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30 + 4*1.30 derinio (santvara neatvaizduota)

Gniuždomojoje zonoje armatūros ir betono deformacijos iki pat betono suirimo yra vienodos, todėl laikydami, kad armatūra yra skerspjūvio kraštiniame sluoksnyje, jos įtempiai irties metu galėtų siekti: $\sigma_{scu} = \varepsilon_{cu3} \cdot E_s = 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 200 \cdot 10^3 = 700 \text{ MPa}$.

Pagal EC2 [20] rekomenduojama konstrukcijos klasė S4, aplinkos poveikių klasė XC1. Tuomet apsauginio betono sluoksnio storis, atsižvelgiant į ilgaamžiškumo reikalavimus, paprastajai armatūrai pagal EC2 [20] 4.4N lentelę $c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$. Įvertinus mažiausią apsauginį betono sluoksnį pagal sukibties reikalavimus, pagal EC2 [20] 4.2 lentelę atskiriems strypams, ne mažiau nei strypo skersmuo. Išilginės armatūros diametras $\varnothing 16 \text{ mm}$, o skersinės armatūros $\varnothing 8 \text{ mm}$. Tuomet mažiausias apsauginio betono sluoksnio storis.

$$c_{min,l} = \max \begin{cases} c_{min,b} = 20 \text{ mm} \\ c_{min,dur} = 15 \text{ mm} = 20 \text{ mm}; \\ 10 \text{ mm} \end{cases} \quad (3.127)$$

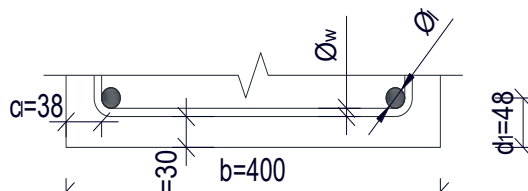
$$c_{min,w} = \max \begin{cases} c_{min,b} = 8 \text{ mm} \\ c_{min,dur} = 15 \text{ mm} = 15 \text{ mm}. \\ 10 \text{ mm} \end{cases} \quad (3.128)$$

Tuomet vardinis apsauginio betono sluoksnio storis:

$$c_{nom,l} = c_{min,l} + \Delta c_{dev} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}; \quad (3.129)$$

$$c_{nom,w} = c_{min,w} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}, \quad (3.130)$$

čia: Δc_{dev} – skaičiuotinis leidžiamasis sluoksnio nuokrypis, surenkamiems elementams $10 \text{ mm} \geq \Delta c_{dev} \geq 0 \text{ mm}$.



3.22 pav. Apsauginiai betono sluoksniai.

Priimame kad atstumas nuo betono krašto iki pagrindinės armatūros centro $d_1 = 48 \text{ mm}$. Tuomet faktiniai apsauginiai sluoksniai iki išilginės armatūros – $c_l = d_1 - \varnothing_l/2 = 48 - 20/2 = 38 \text{ mm} \geq c_{nom,l} = 30 \text{ mm}$, skersinės armatūros – $c_w = c_l - \varnothing_w = 38 - 8 = 30 \text{ mm} \geq c_{nom,w} = 25 \text{ mm}$.

Saugos ribiniam būviui ULS („ultimate limit state definition“). Turėtume išnagrinėti šias galimų derinių grupes [16]:

- I derinys – didžiausia ašinė jėga $N_{Ed,max}$ ir šį derinį atitinkantis lenkimo momentas $M_{0,Ed,I}$ bei skersinės jėga $V_{Ed,I}$.

- II derinys – didžiausias lenkimo momentas $M_{0.Ed.max}$ ir šį momentą atitinkančios ašinė jėga $N_{Ed.II}$ bei skersinės jėga $V_{Ed.II}$.
- III derinys – mažiausias lenkimo momentas $M_{0.Ed.min}$ ir šį momentą atitinkančios ašinė jėga $N_{Ed.III}$ bei skersinės jėga $V_{Ed.III}$.

Pagal programos duomenis (žr. 6 priedą) pavojingiausias derinys dešinėsios kolonos apačioje (mazgas 19, žr. 3.9 pav.), pagal derinį $ULS/16$: $N_{Ed} = 173,08 \text{ kN}$, $M_{0.Ed} = |-77,20| \text{ kNm}$.

3.6.2. Kolonos išilginės armatūros tikrinimas

Kolona KL-1 gniuždoma ekscentriškai. Mažiausias suminis išilginės armatūros skerspjūvio plotas:

$$A_{s,tot,min} = \max \left\{ \frac{0,10 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}}, 0,002 \cdot A_c \right\} = \max \left\{ \frac{0,10 \cdot 149,36 \cdot 10^1}{365} = 0,41 \text{ cm}^2, 0,002 \cdot 40 \cdot 40 = 3,2 \text{ cm}^2 \right\} = 3,2 \text{ cm}^2, \quad (3.131)$$

čia: A_c – betono skerspjūvio plotas.

Pradiniam skaičiavimui pasirenkame $2\emptyset 20$ mm S400 vienoje skerspjūvio pusėje:

$$A_{s,tot} = A_{s1} + A_{s2} = 4 \cdot A_{s0} = 4 \cdot 3,14 = 12,56 \text{ cm}^2, \quad (3.132)$$

$$A_{s,tot} = 12,56 \text{ cm}^2 > A_{s,tot,min} = 3,2 \text{ cm}^2. \quad (3.133)$$

3.6.2.1. SKERSPJŪVIO LAIKOMOSIOS GALIOS TIKRINIMAS RĖMO PLOKŠTUMOJE

Tariamasis elemento dydis:

$$h_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 0,4 \cdot 0,4}{4 \cdot 0,4} = 0,2 \text{ m}; \quad (3.134)$$

čia: u – džiūstančios dalies perimetras.

Betono stiprio įtakos įvertinimo koeficientai:

$$\alpha_1 = \left[\frac{35}{f_{cm}} \right]^{0,7} = \left[\frac{35}{38} \right]^{0,7} = 0,944; \quad (3.135)$$

$$\alpha_2 = \left[\frac{35}{f_{cm}} \right]^{0,2} = \left[\frac{35}{38} \right]^{0,2} = 0,984; \quad (3.136)$$

$$\alpha_3 = \left[\frac{35}{f_{cm}} \right]^{0,5} = \left[\frac{35}{38} \right]^{0,5} = 0,960. \quad (3.137)$$

Koeficientas, kurį taikant atsižvelgiama į drėgnio įtaką tariamajam valkšnumo koeficientui pagal EC [20] B.1 priedą:

$$\varphi_{RH} = \left[1 + \frac{1 - RH/100}{0,1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \cdot \alpha_1 \right] \cdot \alpha_2 = \left[1 + \frac{1 - \frac{50}{100}}{0,1 \cdot \sqrt[3]{200}} \cdot 0,944 \right] \cdot 0,984 = \quad (3.138)$$

$$= 1,778;$$

čia: RH – aplinkos drėgnis, XC1 aplinkai $RH = 50\%$.

Koeficientas, kuriuo atsižvelgiama į betono stiprio įtaka tariamajam valkšnumui:

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16,8}{\sqrt{f_{cm}}} = \frac{16,8}{\sqrt{38}} = 2,725. \quad (3.139)$$

Koeficientas, kuriuo atsižvelgiama į apkrovos veikiamo betono amžiaus įtaka tariamajam valkšnumui:

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0,1 + t_0^{0,20}} = \frac{1}{0,1 + 28^{0,20}} = 0,488. \quad (3.140)$$

Koeficientas apibūdinantis valkšnumo plėtrą per laiką po apkrovimo:

$$\begin{aligned} \beta_H &= 1,5 \cdot [1 + (0,012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 \cdot \alpha_3 = \\ &= 1,5 \cdot [1 + (0,012 \cdot 50)^{18}] \cdot 200 + 250 \cdot 0,96 = 539,96 \leq 1500 \cdot \alpha_3 = \\ &= 1500 \cdot 0,96 = 1440, \end{aligned} \quad (3.141)$$

$$\beta_c(t - t_0) = \left[\frac{t - t_0}{\beta_H + t - t_0} \right]^{0,3} = \left[\frac{18250 - 28}{539,96 + 18250 - 28} \right]^{0,3} = 0,991; \quad (3.142)$$

čia: t – betono amžius dienomis nagrinėjamoju laikotarpiu, $t = \infty = 50 \text{ m} = 50 \cdot 365 = 18250 \text{ dienos}$;

t_0 – apkrovos veikiamo betono amžius dienomis, $t_0 = 28 \text{ dienos}$.

Tuomet tariamasis valkšnumo koeficientas, kuris gali būti apytiksliai apskaičiuotas taip:

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) = 1,767 \cdot 2,725 \cdot 0,488 = 2,366. \quad (3.143)$$

Tuomet galutinis valkšnumo koeficientas:

$$\varphi_{(\infty, t_0)} = \varphi_0 \cdot \beta_c(t - t_0) = 2,366 \cdot 0,991 = 2,35. \quad (3.144)$$

Tariamai nuolatinių apkrovų derinio pirmosios eilės lenkiamasis momentas:

$$\begin{aligned} M_{Eqp} &= M_{gk1} + M_{gk2} + \Psi_{2,3} M_{qk3} + \Psi_{2,4} M_{qk4} + \Psi_{2,5} M_{qk5} = \\ &= -0,28 - 1,59 - 0,2 \cdot (2,84) - 0 \cdot 24,44 - 0,5 \cdot 33,51 = -19,19 \text{ kNm}, \end{aligned} \quad (3.145)$$

čia: M_{gk1} , M_{gk2} – lenkimo momentai nuo charakterisinių nuolatinių apkrovų;

M_{qk3} - M_{gk5} – lenkimo momentai nuo kintamų charakteristinių apkrovų (sniego, vėjo, kranų);

Ψ_2 – sniego apkrovai 0,2, vėjo apkrovai 0, kranų apkrovai 0,5 (žr. 3.9 lentelę).

Efektyvusis valkšnumo koeficientas:

$$\varphi_{ef} = \varphi_{(\infty,t_0)} \cdot \frac{M_{Eqp}}{M_{0,Ed}} = 2,35 \cdot \frac{|-19,19|}{|-77,20|} = 0,584. \quad (3.146)$$

Tuomet koeficientas priklausantis nuo betono valkšnumo:

$$A = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot \varphi_{ef}} = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot 0,584} = 0,895. \quad (3.147)$$

Mechaninio armavimo koeficientas:

$$\omega = \frac{A_{s,tot} \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{12,56 \cdot 10^{-4} \cdot 365}{0,16 \cdot 18} = 0,159. \quad (3.148)$$

Koeficientas įvertinantis armatūros skerspjūvio ploto įtaka ribiniam liauniui:

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = \sqrt{1 + 2 \cdot 0,159} = 1,148. \quad (3.149)$$

Koeficientas, kuriuo atsižvelgiama į kolonos galuose veikiančius pirmosios eilės momentus apytikriai gali būti laikomas $C = 0,7$.

Santykinė ašinė jėga:

$$n = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{173,08 \cdot 10^{-3}}{0,16 \cdot 18} = 0,06. \quad (3.150)$$

Tuomet ribinis elemento liaunis pagal EC [20] 5.8.3.1 skyrių:

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0,895 \cdot 1,148 \cdot 0,7}{\sqrt{0,06}} = 58,72. \quad (3.151)$$

Tikriname sąlyga ar privaloma atsižvelgti į antros eilės efektus:

$$\lambda_y = 70,48 > \lambda_{lim} = 58,72. \quad (3.152)$$

Kaip matyti iš sąlygos antrosios eilės efektų įvertinimas yra būtinas. Pradinis pirmosios eilės efektų sukeltas ekscentricitetas:

$$e_0 = \frac{M_{0,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{|-77,20|}{173,08} = 0,446 \text{ m} = 44,6 \text{ cm}. \quad (3.153)$$

Pagal EC [20] 5.2 punkto reikalavimus apskaičiuojame atsitiktinį ekscentricitetą, priklausomai nuo rėmo posvyrio kampo. Šis kampas randamas:

$$\Theta_i = \frac{1}{200} \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = \frac{1}{200} \cdot 0,70 \cdot 1,0 = 0,0035 \text{ rad.} \quad (3.154)$$

čia: α_h - ilgio arba aukščio mažinamasis koeficientas;

α_m – elementų skaičiaus mažinamasis koeficientas;

m – vertikalių elementų skaičius;

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{1}\right)} = 1; \quad (3.155)$$

$$\frac{2}{3} \leq \alpha_h = \frac{2}{\sqrt{l}} = \frac{2}{\sqrt{8,14}} = 0,70 \leq 1,0. \quad (3.156)$$

Tuomet atsitiktinės jėgos ekscentricitetas:

$$e_a = \Theta_i \cdot \frac{l_0}{2} = 0,0035 \cdot \frac{814}{2} = 1,42 \text{ cm.} \quad (3.157)$$

Pirmosios eilės ir atsitiktinio ekscentricitetų suma:

$$e_1 = e_0 + e_a = 44,6 + 1,42 = 46,02 \text{ cm.} \quad (3.158)$$

Pagal EC [20] nurodymus antrosios eilės efektai gali būti įvertinami pasinaudojant vardinio standžio arba kreivio metodais. Antrosios eilės sukeltą ekscentricitetą e_2 apskaičiuosime pasinaudoję vardinio kreivio metodu.

Armatūros ribinė santykinė deformacija:

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{365 \cdot 10^{-3}}{200} = 1,825 \cdot 10^{-3}, \quad (3.159)$$

tuomet

$$\frac{1}{r_0} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0,45 \cdot d} = \frac{1,825 \cdot 10^{-3}}{0,45 \cdot 0,352} = 0,0115 \text{ m}^{-1}; \quad (3.160)$$

čia: d – efektyvusis aukštis, $d = h - d_1 = 400 - 38 = 352 \text{ mm}$.

Nuo ašinės jėgos priklausantys koeficientas apskaičiuojamas:

$$K_r = \frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}} = \frac{1,159 - 0,06}{1,159 - 0,4} = 1,44 \leq 1,0; \rightarrow K_r = 1,0; \quad (3.161)$$

$$n_u = 1 + \omega = 1 + 0,159 = 1,159; \quad (3.162)$$

čia: n_{bal} – pagal EC [20] nuostatas gali būti laikoma $n_{bal} = 0,4$.

Valkšnumą įvertinantis koeficientas:

$$K_{\varphi} = 1 + \beta \cdot \varphi_{ef} = 1 + 0,03 \cdot 0,584 = 1,018 \geq 1,0; \quad (3.163)$$

$$\beta = 0,35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda}{150} = 0,35 + \frac{30}{200} - \frac{70,48}{150} = 0,03; \quad (3.164)$$

Simetriškojo skerspjūvio kreivis pagal EC [20] 5.34 formulę:

$$\frac{1}{r} = K_r \cdot K_{\varphi} \cdot \frac{1}{r_0} = 1,0 \cdot 1,018 \cdot 0,0115 = 0,0117 \text{ m}^{-1}. \quad (3.165)$$

Tuomet atros eilės ekscentricitetas pagal formulę:

$$e_2 = \left(\frac{1}{r}\right) \cdot \frac{l_0^2}{c} = 0,0117 \cdot \frac{8,14^2}{10} = 0,08 \text{ m} = 8 \text{ cm}, \quad (3.166)$$

čia: c – nuo kreivio pasiskirstymo priklausantis koeficientas, kai skerspjūvis vienodas, paprastai $c = \pi^2 \approx 10$.

Suminis ekscentricitetas:

$$e_{tot} = e_1 + e_2 = 46,02 + 8 = 54,02 \text{ cm}. \quad (3.167)$$

Neįvertinę armavimo, patikriname ar suminis ekscentricitetas yra už branduolio ribų:

$$e_{tot} = 54,02 > (1/3 \div 1/6)h = (6,67 \div 13,3) \text{ cm}. \quad (3.168)$$

Suminis ekscentricitetas yra už branduolio ribų, turime didelių ekscentricitetų atvejį.

Skerspjūvio laikomos galios tikrinimui naudosime supaprastintą gniuždomos zonos stačiakampę diagramą. Gniuždomosios zonos aukščio λ ir įtempių η redukavimo koeficientai, kaip charakteristinis betono stipris $f_{ck} = 30 \text{ MPa} \leq 50 \text{ MPa}$, $\lambda = 0,8$ ir $\eta = 1,0$.

Ribinis gniuždomosios zonos aukštis:

$$\xi_{lim} = \frac{0,0035}{0,0035 + \frac{f_{yd}}{E_s \varepsilon_{cu3}}} = \frac{1}{1 + \frac{f_{yd}}{\sigma_{scu}}} = \frac{1}{1 + \frac{365}{700}} = 0,657, \quad (3.169)$$

$$\xi'_{lim} = \frac{d_2}{d(1 - f_{scd}/\sigma_{scu})} = \frac{0,048}{0,352 \cdot (1 - 365/700)} = 0,28. \quad (3.170)$$

S1 ir S2 armatūrų įtempiai atitinkamai yra lygūs plieno takumo ribai, kai $\xi'_{lim} \leq \xi \leq \xi_{lim}$. Darome prielaidą, kad įtempiai yra lygūs.

Pagal 3.23 pav. sudarome pagrindines pusiausviros lygtis $\sum N = 0$ ir $\sum M_{S1} = 0$.

$$\begin{cases} \eta \cdot f_{cd} \cdot \lambda \cdot x \cdot b + f_{scd} \cdot A_{S2} - f_{yd} \cdot A_{S1} - N_{Ed} = 0 & (A) \\ N_{Ed} \cdot e - \eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) - f_{scd} \cdot A_{S2} \cdot (d - d_2) = 0 & (B). \end{cases} \quad (3.171)$$

Santykinis betono gniuždomosios zonos aukštis:

$$\xi = \frac{x}{d \cdot \eta} = \frac{N_{Ed}}{\eta \cdot f_{cd} \cdot \lambda \cdot b \cdot d} = \frac{173,08 \cdot 10^{-3}}{1,0 \cdot 18 \cdot 0,8 \cdot 0,4 \cdot 0,352} = 0,085. \quad (3.172)$$

Kadangi $\xi'_{lim} = 0,28 > 0,085 < \xi_{lim} = 0,657$ tai tik S1 armatūros įtempiai pasiekia takumo įtempių ribą. Ekscentricitetas S1 armatūros svorio centro atžvilgiu:

$$e = e_{tot} + h/2 - d_1 = 54,02 + 40/2 - 4,8 = 69,22 \text{ cm}. \quad (3.173)$$

Skaičiavimus ir kubinės lygties sprendinius surandame pasinaudoję mokomosios literatūros [1] 6.2 lentelę, kai irstant tik S1 armatūros įtempiai pasiekia takumo įtempių ribą:

$$B = \frac{(\lambda + 2) \cdot \sigma_{scu} \cdot d_2 - 2 \cdot d \cdot f_{yd}}{\lambda \cdot (f_{yd} - \sigma_{scu})} = \quad (3.174)$$

$$= \frac{(0,8 + 2) \cdot 700 \cdot 0,048 - 2 \cdot 0,352 \cdot 365}{0,8 \cdot (365 - 700)} = 0,608.$$

$$C = \frac{2 \cdot N_{Ed} \cdot [(d - d_2 - e) \cdot \sigma_{scu} + f_{yd} \cdot e]}{b \cdot \eta \cdot \lambda^2 \cdot f_{cd} \cdot (f_{yd} - \sigma_{scu})} - \frac{2 \cdot d_2^2 \cdot \sigma_{scu}}{\lambda \cdot (f_{yd} - \sigma_{scu})} = \quad (3.175)$$

$$= \frac{2 \cdot 173,08 \cdot 10^{-3} \cdot [(0,352 - 0,048 - 0,692) \cdot 700 + 365 \cdot 0,692]}{0,4 \cdot 1,0 \cdot 0,8^2 \cdot 18 \cdot (365 - 700)} -$$

$$- \frac{2 \cdot 0,048^2 \cdot 700}{0,8 \cdot (365 - 700)} = 0,0163.$$

$$D = - \frac{2 \cdot N_{Ed} \cdot \sigma_{scu} \cdot d_2 \cdot (d - d_2 - e)}{b \cdot \eta \cdot \lambda^2 \cdot f_{cd} \cdot (f_{yd} - \sigma_{scu})} = \quad (3.176)$$

$$= - \frac{2 \cdot 173,08 \cdot 10^{-3} \cdot 700 \cdot 0,048 \cdot (0,352 - 0,048 - 0,692)}{0,4 \cdot 1,0 \cdot 0,8^2 \cdot 18 \cdot (365 - 700)} = 2,92 \cdot 10^{-3}.$$

Turėdami kubinės lygties sprendinius apskaičiuojame dydžius:

$$Q = \frac{B^2 - 3C}{9} = \frac{0,608^2 - 3 \cdot 0,0163}{9} = 0,0356. \quad (3.177)$$

$$R = \frac{2B^3 - 9BC + 27D}{54} = \quad (3.178)$$

$$= \frac{2 \cdot 0,608^3 - 9 \cdot 0,608 \cdot 0,0163 + 27 \cdot 2,9234 \cdot 10^{-3}}{54} = 0,0052.$$

$$\theta = \arccos\left(\frac{R}{\sqrt{Q^3}}\right) = \arccos\left(\frac{0,0052}{\sqrt{0,0356^3}}\right) = 0,685 \text{ rad}. \quad (3.179)$$

Tuomet gniuždomos zonos aukštis:

$$x = -2\sqrt{Q} \cdot \cos\left(\frac{\theta + 2\pi}{3}\right) - \frac{B}{3} = \quad (3.180)$$

$$= -2\sqrt{0,0356} \cdot \cos\left(\frac{0,685 + 2 \cdot 3,14}{3}\right) - \frac{0,608}{3} = 0,055 \text{ m.}$$

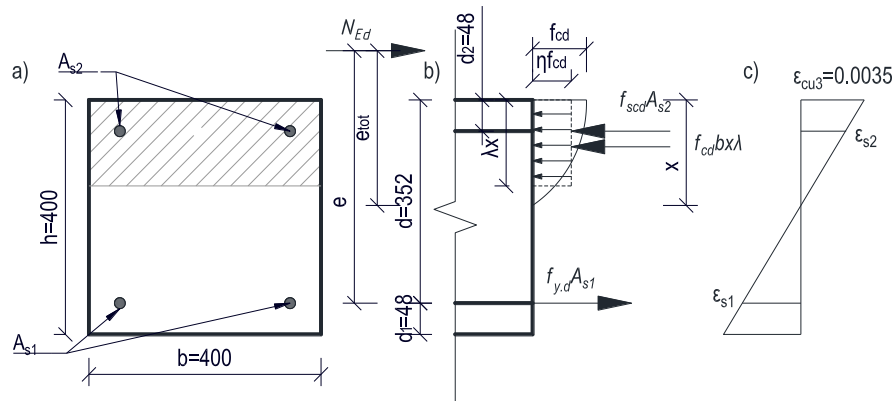
$$\lambda x = 0,8 \cdot 0,055 = 0,044 \text{ m} < h = 0,4 \text{ m.} \quad (3.181)$$

Patikriname ar tenkinamos S1 ir S2 armatūrų takumo įtempių prielaidos. Apskaičiuojame šių armatūrų deformacijas:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{s1} &= \varepsilon_{cu3} \cdot \frac{d - x}{x} = 0,0035 \cdot \frac{0,352 - 0,055}{0,055} = 1,89 \cdot 10^{-3} > \varepsilon_{yd} = \\ &= 1,825 \cdot 10^{-3}, \end{aligned} \quad (3.182)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{s2} &= \varepsilon_{cu3} \cdot \frac{x - a_2}{x} = 0,0035 \cdot \frac{0,055 - 0,048}{0,055} = 4,45 \cdot 10^{-4} < \varepsilon_{scd} = \\ &= 1,825 \cdot 10^{-3}. \end{aligned} \quad (3.183)$$

S1 armatūros įtempiai yra lygūs armatūros takumo ribai, o S2 – mažesnė, nes $\varepsilon_{s1} > \varepsilon_{yd}$, o $\varepsilon_{s2} < \varepsilon_{scd}$, tuomet $\sigma_{s1} = f_{yd} = 365 \text{ MPa}$, o $\sigma_{s2} = \varepsilon_{s2} E = 0,445 \cdot 200 = 89 \text{ MPa} < f_{scd} = 365 \text{ MPa}$. Tai reiškia, kad gniuždomos zonos aukštis x apskaičiuotas teisingai.



3.23 pav. Gniuždomos kolonos skerspjūvis (vaizdas pasuktas) (a), skaičiuotinis įtempių pasiskirstymas, kai $x_{\text{eff}} < h$ (b), ir deformacijos skerspjūvyje (c).

Tuomet momentas apie S1 armatūra, neįvertinus gniuždomosios zonos armatūros:

$$\begin{aligned} \Delta M_{Edc} &= \eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) = \\ &= 1,0 \cdot 18 \cdot 0,4 \cdot 0,8 \cdot 0,055 \cdot (0,352 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,055) \cdot 10^3 = 104,54 \text{ kNm}, \end{aligned} \quad (3.184)$$

skerspjūvio armavimas būtinas. Mažiausias armatūros plotas:

$$\begin{aligned} A_{s2} &= 6,28 \text{ cm}^2 \geq \frac{N_{Ed} \cdot e - \Delta M_{Edc}}{\sigma_{s2} \cdot (d - d_2)} \cdot 10^1 = \frac{173,08 \cdot 0,692 - 104,54}{89 \cdot (0,352 - 0,048)} \cdot 10^1 = \\ &= 5,63 \text{ cm}^2. \end{aligned} \quad (3.185)$$

Laikomoji skerspjūvio galia:

$$N_{Rd} = \frac{\Delta M_{Edc} + \sigma_{s2} \cdot A_{s2} \cdot (d - d_2)}{e} =$$

$$= \frac{104,54 + 89 \cdot 6,28 \cdot (0,352 - 0,048) \cdot 10^{-1}}{0,692} = 175,62 \text{ kN.} \quad (3.186)$$

Skerspjūvio laikomoji galia pakankama, nes $N_{Ed} = 173,08 \text{ kN} \leq N_{Rd} = 175,62 \text{ kN}$.

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{N_{Rd} - N_{Ed}}{N_{Rd}} \cdot 100\% = \frac{175,62 - 173,08}{175,62} \cdot 100\% = 1,45\%. \quad (3.187)$$

Skerspjūvio laikomoji galia kai skerspjūvis armuojamas 4 \emptyset 20 S400 ($A_{s,tot} = 12,56 \text{ cm}^2$) klasės armatūros strypais pakankama ir ekonomiškumo kriterijai tenkinami ($\Delta = 1,45\% \leq 5\%$).

3.6.2.2. SKERSPJŪVIO LAIKOMOSIOS GALIOS TIKRINIMAS STATMENAI RĖMO PLOKŠTUMOS

Šiuo atveju koloną veikia tik atsitiktinio ekscentriciteto sukeltas lenkimo momentas. Kadangi šio momento reikšmė $M_{Ed,z} = 3,46 \text{ kNm}$ tai įtakos laikymo galiai jis neturės.

3.6.2.3. DVIAŠIO LENKIMO ĮVERTINIMAS

Pagal EC2 [20] 5.8.9 skyriaus nurodymus dviašis lenkimas gali būti nevertinamas jei liaunio reikšmės atitinka šias sąlygas:

$$\frac{\lambda_z}{\lambda_y} = \frac{49,35}{70,48} = 0,70 \leq 2, \quad \frac{\lambda_y}{\lambda_z} = \frac{70,48}{49,35} = 1,43 \leq 2, \quad (3.188)$$

ir santykiniai ekscentricitetai atitinka vieną iš šių sąlygų:

$$\frac{e_y/h_{eq}}{e_z/b_{eq}} = \frac{e_y}{e_z} = \frac{0,54}{0,02} = 2,7 \leq 0,2; \quad (3.189)$$

$$\frac{e_z/b_{eq}}{e_y/h_{eq}} = \frac{e_z}{e_y} = \frac{0,02}{0,54} = 0,037 \leq 0,2. \quad (3.190)$$

čia: $b_{eq} = h_{eq} = i_y \sqrt{12} = 11,55 \cdot \sqrt{12} = 40 \text{ cm}$;

M_{Edy} – skaičiuotinis momentas aplink y ašį, įskaitant antrosios eilės momentą. $M_{Ed,y} = M_{0,Ed,y} + N_{Ed}(e_a + e_2) = |-77,20| + 173,08(0,0142 + 0,08) = 93,50 \text{ kNm}$;

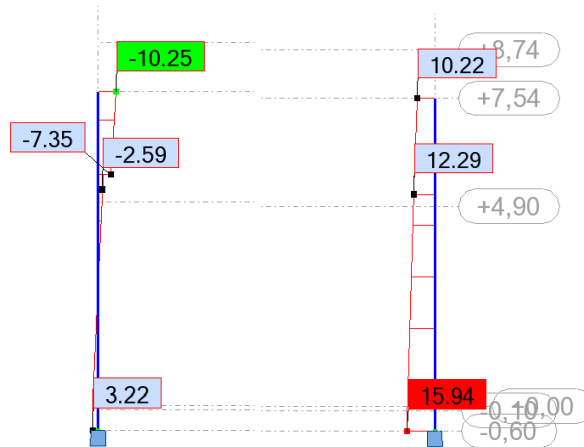
M_{Edz} – skaičiuotinis momentas aplink z ašį, įskaitant antrosios eilės momentą (šiuo atveju veikia tik atsitiktinio ekcetriciteto sukeltas momentas) $M_{Edz} = 3,46 \text{ kNm}$;

e_z – eksctricitetas išilgai z ašies, $e_z = M_{Edz}/N_{Ed} = 3,46/173,08 = 0,02 \text{ m}$;

e_y – eksctricitetas išilgai y ašies, $e_y = M_{Edy}/N_{Ed} = 93,50/173,08 = 0,54 \text{ m}$.

Sąlygos tenkinamos, todėl dviašio lenkimo patikrinti nebūtina.

3.6.3. Skersinės armatūros patikrinimas



3.24 pav. Koloną KL-1 veikiančios didžiausios skersinės įrašos nuo $ULS/11=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 4*1.30 + 3*0.65$ derinio (santvara neatvaizduota)

Maksimali kolonos skerspjūvyje veikianti skersinė jėga pagal $ULS/11$ derinį $V_{Ed} = 15,94 \text{ kN}$ ir ją atitinkanti ašinė jėga $N_{Ed} = 265,23 \text{ kN}$. Pagal EC2 [20] 6.2.2 skyrių tikriname ar elementams reikalinga skaičiuoti skersinę armatūra. Elemento be skersinės armatūros atlaikoma skersinė jėga:

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d = \quad (3.191)$$

$$\left[0,12 \cdot 1,75 \cdot (100 \cdot 0,0045 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 1,66 \right] \cdot 0,4 \cdot 0,352 \cdot 10^3 = 105 \text{ kN}.$$

čia: $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,18/1,5 = 0,12$;

k_1 – koeficientas, $k_1 = 0,15$;

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{352}} = 1,75; \quad (3.192)$$

$$\rho_l = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{6,28 \cdot 10^{-4}}{0,4 \cdot 0,352} = 0,0045 < 0,02; \quad (3.193)$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = \frac{265,23 \cdot 10^{-3}}{0,16} = 1,66 \text{ MPa} < 0,2 \cdot f_{cd} = \quad (3.194)$$

$$= 0,2 \cdot 18 \cdot 10^6 = 3,6 \text{ MPa}.$$

Minimalus skersinės armatūros armavimo procentas:

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,75^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0,44. \quad (3.195)$$

Minimali atlaikoma skersinė jėga:

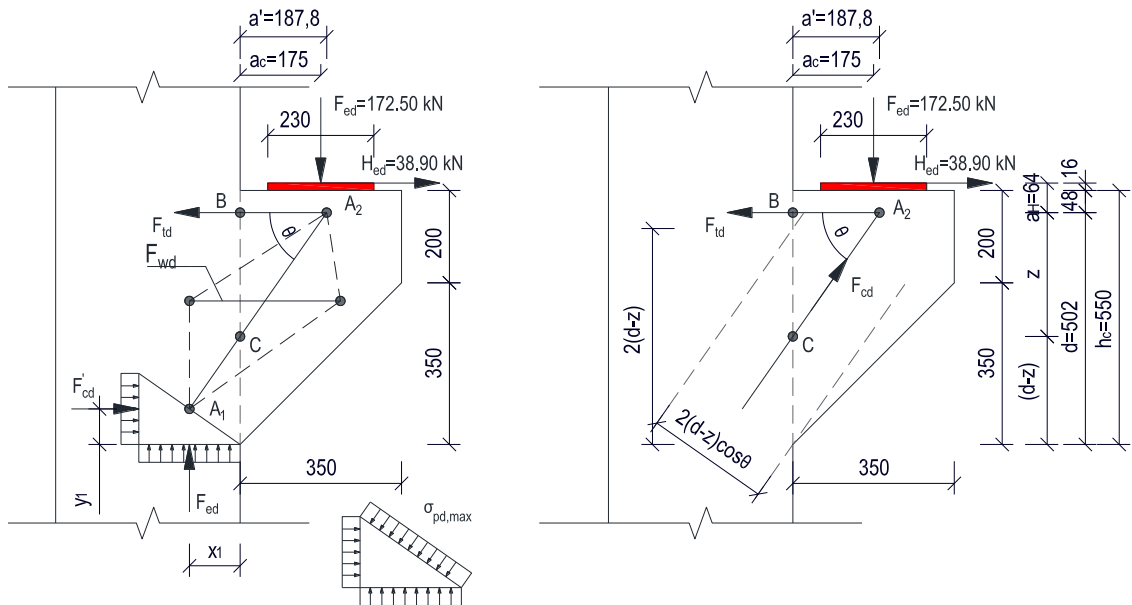
$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = (0,44 + 0,15 \cdot 1,6) \cdot 0,4 \cdot 0,352 \cdot 10^3 = 95,74 \text{ kN.} \quad (3.196)$$

Kadangi $V_{Rd,c} = 105 \text{ kN} \geq V_{Rd,c,min} = 95,74 \text{ kN}$, tai $V_{Rd,c} = 105 \text{ kN}$. Kaip matyti iš sąlygos $V_{Ed} = 15,94 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 105 \text{ kN}$, tai skersinė armatūra nėra reikalinga, t.y. armavimas parenkamas pagal konstrukcinius reikalavimus. Pagal EC2 [20] 9.5 skyrių skersinės armatūros didžiausias atstumas tarp strypų:

$$s_{w,max} = \min \begin{cases} 20\phi_l = 20 \cdot 20 = 400 \text{ mm} \\ h = b = 400 \text{ mm} \\ s_{max} = 400 \text{ mm} \end{cases} = 400 \text{ mm.} \quad (3.197)$$

Pagal skaičiavimus skersinė armatūra parenkama konstruktyviai $\phi 8 \text{ mm}$ S240 ją išdėstant ne didesniu nei 400 mm žingsniu.

3.6.4. Kolonos gembės skaičiavimas



3.25 pav. Kolonos KL-1 gembės skaičiuojamoji schema.

Skaičiavimai atliekami pagal EC [20] J.3 skyrių. Skaičiavimus atliksime pasinaudoję mokomąją literatūra [28]. Kolonos gembę veikiančios maksimalios jėgos:

$$F_{Ed} = D_{max} \cdot \gamma_{Q,sup} + \left(G'_{k,ps} + \gamma \cdot \left(0,20 + \frac{0,35}{3} \right) \cdot 0,4 \cdot 0,35 \right) \cdot \gamma_{G,sup} = 124,36 \cdot 1,3 + \left(6,92 + 25 \cdot \left(0,20 + \frac{0,35}{3} \right) \cdot 0,4 \cdot 0,35 \right) \cdot 1,35 = 172,5 \text{ kN;} \quad (3.198)$$

$$H_{Ed} = 0,2F_{Ed} + T_{max} \cdot \gamma_{Q,sup} = 0,2 \cdot 172,5 + 3,35 \cdot 1,30 = 38,9 \text{ kN.} \quad (3.199)$$

Gembėje įrengiama fiksuota plokštelė, kurios matmenys 230x350x16 mm.

Atramos atlaikomi maksimalūs įtempiai [28]:

$$\sigma_{A1Rd.max} = 0,48 \cdot \nu \cdot f_{ck} = 0,48 \cdot 0,88 \cdot 30 = 12,67 \text{ MPa}, \quad (3.200)$$

Faktiniai plokštelės įtempiai:

$$\sigma_{fact.} = \frac{F_{Ed}}{A} = \frac{172,50 \cdot 10^{-3}}{0,23 \cdot 0,35} = 2,14 \text{ MPa} \leq \sigma_{1Rd.max} = 12,67 \text{ MPa}, \quad (3.201)$$

čia: ν – koeficientas, apskaičiuojamas pagal išraiška:

$$\nu = 1 - \frac{f_{ck}}{250} = 1 - \frac{30}{250} = 0,88. \quad (3.202)$$

Betono leistini įtempiai [28]:

$$\sigma_{A2Rd.max} = 0,34 \cdot f_{ck} \cdot \nu = 0,34 \cdot 30 \cdot 0,88 = 8,98 \text{ MPa}. \quad (3.203)$$

Atstumas a' :

$$a' = a_c + 0,2 \cdot a_H = 175 + 0,2 \cdot 64 = 187,8 \text{ mm}. \quad (3.204)$$

Pagal mokomosios literatūros [28] 7.16 formulę:

$$\frac{F_{Ed}}{\sigma_{A2Rd.max} \cdot d \cdot b_w} = \left(\left(1 - \frac{a'}{d} \right) \tan \theta \right) \sin 2\theta. \quad (3.205)$$

Lygtis, negali būti tiesiogiai išspręsta, todėl pasinaudosime [28] sudaryta 7.16 lentelę interpoliuojant dydžius, kai $F_{Ed}/(\sigma_{A2Rd.max} \cdot d \cdot b_w) = 172,50 \cdot 10^{-3}/(8,98 \cdot 0,502 \cdot 0,40) = 0,096$ ir $a'/d = 187,8/502 = 0,374$, surandame, kad $\theta = 40,79^\circ$.

Armatūroje veikianti horizontali jėga taške B:

$$F_{td} = F_{Ed} \cos \theta = F_{Ed} \cdot 1/\tan \theta = 172,50 \cdot 1/\tan 40,79 = 199,91 \text{ kN}. \quad (3.206)$$

Armatūroje veikianti horizontali jėga, įvertinus horizontalią jėga:

$$F'_{td} = F_{Ed} \left(\frac{1}{\tan \theta} + 0,2 \right) = 172,50 \cdot \left(\frac{1}{\tan 40,79} + 0,2 \right) = 234,4 \text{ kN}. \quad (3.207)$$

Tuomet pagrindinės armatūros plotas:

$$A_{s,main} = \frac{F'_{td}}{0,87 \cdot f_{yk}} = \frac{234,4 \cdot 10^1}{0,87 \cdot 400} = 6,74 \text{ cm}^2. \quad (3.208)$$

Priimame $2\emptyset 22 \text{ S400}$, $A_{f,main} = 7,60 \text{ cm}^2$.

Geometriniai rodikliai:

$$x = \frac{F_{Ed}}{\sigma_{A1Rd.max} \cdot b} = \frac{172,50}{12,67 \cdot 0,4} = 34 \text{ mm}, \quad (3.209)$$

$$z = a' \tan \theta = 187,8 \cdot \tan(40,79) = 162,05 \text{ mm}, \quad (3.210)$$

$$x_1 \cong x/2 = 34/2 = 17 \text{ mm}, \quad (3.211)$$

$$y_1 = d - z = 505 - 162,05 = 342,95 \text{ mm}. \quad (3.212)$$

Jėga:

$$F_{cd} = \frac{F_{Ed}}{\sin \theta} = \frac{172,50}{\sin(40,79)} = 264 \text{ kN}. \quad (3.213)$$

Tuomet įtempiai armatūroje:

$$\sigma_{sd} = \frac{F'_{td}}{A_{s1,main}} = \frac{(236,5 \cdot 10^1)}{7,60} = 311,2 \text{ MPa}, \quad (3.214)$$

Armatūros ir betono ribinių sukibimo įtempių skaičiuotinė reikšmė:

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,20 = 2,70 \text{ MPa}, \quad (3.215)$$

čia: η_1 – su sukibties kokybe ir strypo padėtimi betonuojant susijęs koeficientas; jei sudaromos geros sąlygos $\eta_1 = 1,0$.

η_2 – koeficientas susijęs su strypo skersminių, kai skersmui iki 32 mm, $\eta_2 = 1,0$.

Strypo pagrindinis inkaravimo ilgis pagal EC [20] 8.3 formulę:

$$l_{s,rqd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{22}{4} \cdot \frac{311,2}{2,70} = 634 \text{ mm}, \quad (3.216)$$

Mažiausias inkaravimo ilgis:

$$l_{b,min} = \max \begin{cases} 0,3l_{s,rqd} = 0,3 \cdot 634 = 190,2 \text{ mm} \\ 10\emptyset = 10 \cdot 22 = 220 \text{ mm} \\ 100 \text{ mm} \end{cases} = 220 \text{ mm}, \quad (3.217)$$

Strypo skaičiuotinis inkaravimo ilgis:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot l_{s,rqd} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 634 = 634 \text{ mm} > l_{b,min} = 220 \text{ mm} \rightarrow l_{bd} = 634 \approx 650 \text{ mm}. \quad (3.218)$$

čia: $\alpha_1 - \alpha_5$ – koeficientai nustatomi pagal EC [20] 8.2 lentelę.

Gniuždymo betono įtempiai A1 mazge:

$$\sigma_{c,A1} = \frac{F_{cd}}{2 \cdot y_1 \cdot b} = \frac{264 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,343 \cdot 0,4} = 0,96 \text{ MPa} \leq \sigma_{A1,Rd,max} = 12,67 \text{ MPa}. \quad (3.219)$$

Gniuždymo betono įtempiai A2 mazge:

$$\sigma_{c,A2} = \frac{F_{cd}}{A} = \frac{264 \cdot 10^{-3}}{0,23 \cdot 0,35} = 3,28 \text{ MPa} \leq \sigma_{A2,Rd,max} = 8,98 \text{ MPa}. \quad (3.220)$$

Gniuždymo įtempiai mazguose neviršija ribinių įtempių. Jėga, kurią turi atlaikyti skersinė armatūra:

$$F_{wd} = \frac{2 \cdot \frac{z}{a' + x_1} - 1}{3 + \frac{F_{Ed}}{F_{cd}}} \cdot F_{cd} = \frac{2 \cdot \frac{0,162}{0,1878 + 0,017} - 1}{3 + \frac{172,05}{264}} \cdot 264 = 42,08 \text{ kN}. \quad (3.221)$$

Reikalingas skersinės armatūros (horizontalių armatūros strypų) plotas:

$$A_{sw} = \frac{F_{wd}}{f_{yd}} = \frac{42,08 \cdot 10^1}{218} = 1,93 \text{ cm}^2. \quad (3.222)$$

Kadangi $a_c = 175 \text{ mm} < 0,5 \cdot h_c = 0,5 \cdot 550 = 275 \text{ mm}$ tai be pagrindinės tempiamosios armatūros, turėtų būti įrengtos uždarnosios horizontaliosios ar įstrižosios sankambos, kurioms galioja nelygybė:

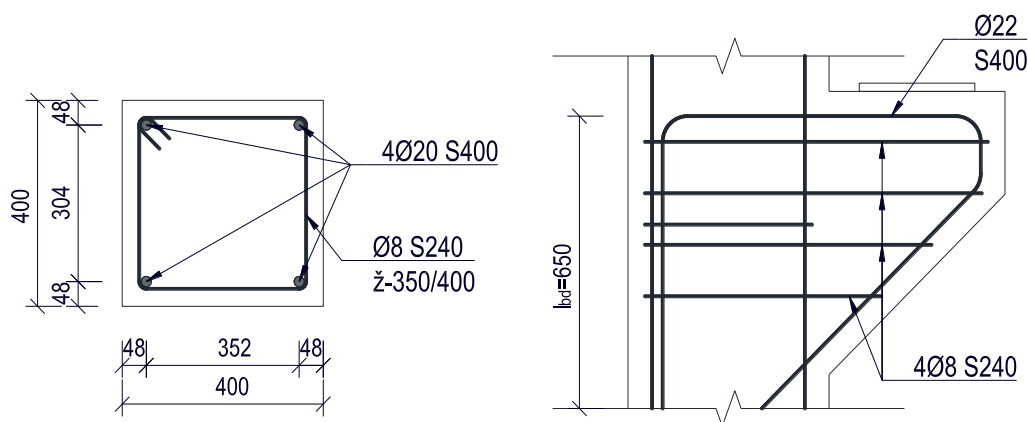
$$A_{s,link} \geq k_1 \cdot A_{s,main} = 0,25 \cdot 6,74 = 1,69 \text{ cm}^2, \quad (3.223)$$

čia: k_1 – rekomenduojamas koeficientas, $k_1 = 0,25$.

Kadangi $A_{sw} = 1,93 \text{ cm}^2 > A_{s,link} = 1,69 \text{ cm}^2$. Priimame $4\emptyset 8$ S240 klasės armatūra, kurios $A_{f,sw} = 2,01 \text{ cm}^2 \geq A_{sw} = 1,93 \text{ cm}^2$.

3.6.5. Kolonos KL-1 konstravimas

Pagal atliktus skaičiavimus ekscentriškai gniuždoma kolona KL-1 armuojama išilgine $4\emptyset 20$ S400 klasės armatūra, bei skersine $\emptyset 8$ S400 klasės armatūra, kuri priimta pagal konstrukcinius reikalavimus. Kolonos gembė armuojama $2\emptyset 22$ S400 klasės ir $4\emptyset 8$ S240 klasės armatūros strypais. Kitos kolonos skaičiuojamos analogiškai, todėl skaičiavimų nerodysime.



3.26 pav. Kolonos KL-1 skerspjūvio (ne ties gembe) ir gembės (vaizdas iš priekio) armavimas.

3.7. Polinių pamatų skaičiavimas

3.7.1. Bendrieji duomenys

Atsižvelgiant į esamą sklypo geologiją ir esamą užstatymą, projektuojami poliniai gręžtiniai pamatai (CFA tipo). Po kolona KL-1 įrengiama n polių grupė. Pamatų aplinkos klasė pagal Reglamento [39] 1 lentelę XC2.

Pamatų betono klasė C20/25, kurio mechaniniai ir fiziniai rodikliai: charakteristinis gniuždomasis stipris – $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$, charakteristinis tempiamasis stipris – $f_{ctk,0.05} = 1,5 \text{ MPa}$, skaičiuotinis gniuždomasis stipris – $f_{cd} = 12 \text{ MPa}$, skaičiuotinis tempimo stipris – $f_{ctd} = 1,9 \text{ MPa}$, vidutinis tamprumo modulis $E_{cm} = 30 \text{ GPa}$.

Pamatus armuosime S500 klasės išilgine ir S240 skersine armatūra. Armatūros S500 pagrindiniai mechaniniai rodikliai: charakteristinis stipris – $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, skaičiuotinis tempimo stipris rumbuotai armatūrai – $f_{yd} = 450 \text{ MPa}$, armatūros tamprumo modulis – $E_s = 200 \text{ GPa}$.

Įnkariniai varžtai ir įdėtinės detalės kolonoje, parenkami pagal UAB „Peikko“ programos duomenis (žr. 7 priedą).

Pagal EC [20] 4.4.1.3 skyrių apsauginis betono sluoksnis, kai pamatai liejami tiesiai ant grunto, turėtų būti ne mažesnis nei k_2 , o įrengiant paruošiamąjį sluoksnį ne mažiau nei k_1 . Tuomet apsauginis betono sluoksniai įrengiant ir neįrengiant paruošiamąjį sl.:

$$c_{nom,1} = k_1 = 40 = 40 \text{ mm}; \quad (3.224)$$

$$c_{nom,2} = k_2 = 75 = 75 \text{ mm}. \quad (3.225)$$

3.7.2. Derinių sudarymas

Pagal programos duomenis, kolonų KL-1 apačioje (mazgai 18, 19) veikiančios charakteristinės apkrovos pateiktos 3.12 lentelėje, apkrovų tipas 3.11 lentelėje.

3.11 lentelė. Rėmą veikiančių apkrovų tipai pagal programos duomenis.

Apkrovos Nr.	Apkrovos apibūdinimas
(1)	Savasis skaičiuojamų konstrukcijų svoris.
(2)	Savasis sienų ir denginio ir kt. savasis svoris.
(3)	Sniego apkrova (1 apkrovimo variantas, veikia per visą tarpatramį).
(4)	Vėjo apkrova (vėjas veikia +X).
(5)	Kranų apkrova

3.12 lentelė. Kolonų atramos veikiančios charakteristinės įrašos.

Nr.	Veikiančios įrašos nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų											
	Savasis svoris (1), (2)			Sniego apkrova (3)			Vėjas (4)			Kranų apkrovos (5)		
	Ned, kN	VEd, kN	MEd, kNm	Ned, kN	VEd, kN	MEd, kNm	Ned, kN	VEd, kN	MEd, kNm	Ned, kN	VEd, kN	MEd, kNm
18	102,7	-0,23	1,87	86,40	-0,35	2,84	-6,90	6,46	-27,60	124,36	-3,57	-10,9
19	102,7	0,23	-1,87	86,40	0,35	-2,84	-6,78	4,93	-24,44	60,81	6,92	-33,5

Gręžtinio pamato galvenos apačioje, be 3.12 lentelėje veikiančių įrašų, veikia:

pamatinių sijų PM-1 200x600 mm savasis svoris,

$$F_{g.Pm1} = 0,2 \cdot 0,6 \cdot (l - 0,4) \cdot \gamma = 0,2 \cdot 0,6 \cdot (6 - 0,4) \cdot 25 = 16,8 \text{ kN}, \quad (3.226)$$

grindų naudojimo apkrova

$$q_{k.gr} = 7,5 \text{ kN/m}^2, \quad (3.227)$$

savasis pamato galvenos, bei grunto esančio virš jos svoris.

Pamatinė sija sukelia momentą į pastato išorę:

$$M_{g.Rk1} = F_{g.Pm1} \cdot e_{0.Rk1} = 16,8 \cdot 0,1 = 1,68 \text{ kNm}. \quad (3.228)$$

Taikomi šie dalinių koeficientų grupės deriniai: „A1+M1+R1“ ir „A2+(M1 arba M2)+R4“. Daliniai koeficientai naudojami atitinkamoms apkrovų grupėms pateikti 3.13-3.15 lentelėse.

3.13 lentelė. Daliniai koeficientai poveikiams γ_f ir jų efektams γ_E pagal [23]

Poveikis		Simbolis	Apkrovų grupė	
			A1	A2
Nuolatinis	Nepalankus	γ_G	1,35	1,00
	Palankus		1,00	1,00
Kintamasis	Nepalankus	γ_Q	1,50	1,30
	Palankus		0,00	0,00

3.14 lentelė. Daliniai grunto rodiklių koeficientai γ_M pagal [23].

Grunto rodiklis	Simbolis	Apkrovų grupė	
		M1	M2
Vidinės trinties kampo tangentui	γ_φ	1,00	1,25
Efektyvioji sankiba	γ_c	1,00	1,25
Kerpamasis stipris nedrenuojant	γ_{cu}	1,00	1,40
Kerpamasis stipris nedrenuojant	γ_{qu}	1,00	1,40
Svorio tankis	γ_γ	1,00	1,00

3.15 lentelė. Daliniai koeficientai gręžtinių polių pagrindo atsparumui galiai pagal [23].

Laikomoji galia	Simbolis	Apkrovų grupė			
		R1	R2	R3	R4
Polio pado laikomoji galia	γ_b	1,1	1,1	1,0	1,45
Polio kamieno šoninio paviršiaus laikomoji galia	γ_s	1,0	1,1	1,0	1,3
Polio pagrindo suminis atsparumas gniuždymui	γ_t	1,1	1,1	1,0	1,4
Polio laikomoji galia tempimui	$\gamma_{s.t}$	1,25	1,15	1,1	1,6

Skaičiuojamieji apkrovų deriniai pateikti 3.16 ir 3.17 lentelėse.

3.16 lentelė. Skaičiuotinės įrašos mazgas Nr. 18 (kairioji kolona).

Derinio Nr.	Derinio koeficientai	Veikiančių skaičiuotinių įrašų reikšmės		
		N _{Ed} , kN	V _{Ed} , kN	M _{Ed} , kNm
<i>A1 grupė</i>				
D _{1.A1}	$1,35 \times [(1) + (2)] + 1,5 \times (3) + 0,9 \times (4) + 1,5 \times (5)$	471,26	-0,38	-36,09
D _{2.A1}	$1,35 \times [(1) + (2)] + 1,05 \times (3) + 1,5 \times (4) + 1,5 \times (5)$	428,24	3,66	-53,92
D _{3.A1}	$1,35 \times [(1) + (2)] + 1,05 \times (3) + 0,9 \times (4) + 1,5 \times (5)$	432,38	-0,22	-37,36
D _{4.A1}	$1,0 \times [(1) + (2)] + 1,5 \times (3) + 0,9 \times (4) + 1,5 \times (5)$	429,43	-0,30	-36,74
D _{5.A1}	$1,0 \times [(1) + (2)] + 1,05 \times (3) + 1,5 \times (4) + 1,5 \times (5)$	386,41	3,74	-54,58
D _{6.A1}	$1,0 \times [(1) + (2)] + 1,05 \times (3) + 0,9 \times (4) + 1,5 \times (5)$	390,55	-0,14	-38,02
D _{4.A1}	$1,35 \times [(1) + (2)]$	161,33	-0,31	0,84
D _{8.A1}	$1,00 \times [(1) + (2)]$	119,50	-0,23	0,19
<i>A2 grupė</i>				
D _{1.A2}	$1,0 \times [(1) + (2)] + 1,3 \times (3) + 0,78 \times (4) + 1,3 \times (5)$	388,11	-0,29	-30,14
D _{2.A2}	$1,0 \times [(1) + (2)] + 0,91 \times (3) + 1,3 \times (4) + 1,3 \times (5)$	350,82	3,21	-45,60
D _{3.A2}	$1,0 \times [(1) + (2)] + 0,91 \times (3) + 0,78 \times (4) + 1,3 \times (5)$	354,41	-0,15	-31,24
D _{4.A2}	$1,0 \times [(1) + (2)]$	119,50	-0,23	1,87

3.17 lentelė. Skaičiuotinės įrašos mazgas Nr. 19 (dešinioji kolona).

Derinio Nr.	Derinio koeficientai	Veikiančių skaičiuotinių įrašų reikšmės		
		N _{Ed} , kN	V _{Ed} , kN	M _{Ed} , kNm
<i>A1 grupė</i>				
D _{1.A1}	$1,35 \times [(1) + (2)] + 1,5 \times (3) + 0,9 \times (4) + 1,5 \times (5)$	376,04	15,65	-77,35
D _{2.A1}	$1,35 \times [(1) + (2)] + 1,05 \times (3) + 1,5 \times (4) + 1,5 \times (5)$	333,09	18,45	-90,74
D _{3.A1}	$1,35 \times [(1) + (2)] + 1,05 \times (3) + 0,9 \times (4) + 1,5 \times (5)$	337,16	15,50	-76,07
D _{4.A1}	$1,0 \times [(1) + (2)] + 1,5 \times (3) + 0,9 \times (4) + 1,5 \times (5)$	334,21	15,57	-76,70
D _{5.A1}	$1,0 \times [(1) + (2)] + 1,05 \times (3) + 1,5 \times (4) + 1,5 \times (5)$	291,27	18,37	-90,08
D _{6.A1}	$1,0 \times [(1) + (2)] + 1,05 \times (3) + 0,9 \times (4) + 1,5 \times (5)$	295,33	15,41	-75,42
D _{4.A1}	$1,35 \times [(1) + (2)]$	161,33	0,31	-0,84
D _{8.A1}	$1,00 \times [(1) + (2)]$	119,50	0,23	-0,19
<i>A2 grupė</i>				
D _{1.A2}	$1,0 \times [(1) + (2)] + 1,3 \times (3) + 0,78 \times (4) + 1,3 \times (5)$	305,58	13,53	-66,50
D _{2.A2}	$1,0 \times [(1) + (2)] + 0,91 \times (3) + 1,3 \times (4) + 1,3 \times (5)$	268,36	15,95	-78,10
D _{3.A2}	$1,0 \times [(1) + (2)] + 0,91 \times (3) + 0,78 \times (4) + 1,3 \times (5)$	271,89	13,39	-65,39
D _{4.A2}	$1,0 \times [(1) + (2)]$	119,50	0,23	-0,19

Pagal skaičiavimo rezultatus turime išnagrinėti po du apkrovos variantus kai veikia didžiausia ašinė jėga ir ją atitinkantis lenkimo momentas su skersine jėga, bei kuomet veikia didžiausias lenkimo momentas ir jį atitinkanti ašinė jėga bei skersinė jėga:

$$N_{Ed,max,A1} = 471,26 \text{ kN}, \quad V_{Ed,A1} = 15,65 \text{ kN}, \quad M_{Ed,A1} = 15,65 \text{ kNm}, \quad (3.229)$$

$$N_{Ed,A1} = 333,09 \text{ kN}, \quad V_{Ed,A1} = 18,45 \text{ kN}, \quad M_{Ed,max,A1} = -90,74 \text{ kNm}, \quad (3.230)$$

$$N_{Ed,max,A2} = 388,11 \text{ kN}, \quad V_{Ed,A2} = -0,29 \text{ kN}, \quad M_{Ed,A2} = -30,14 \text{ kNm}, \quad (3.231)$$

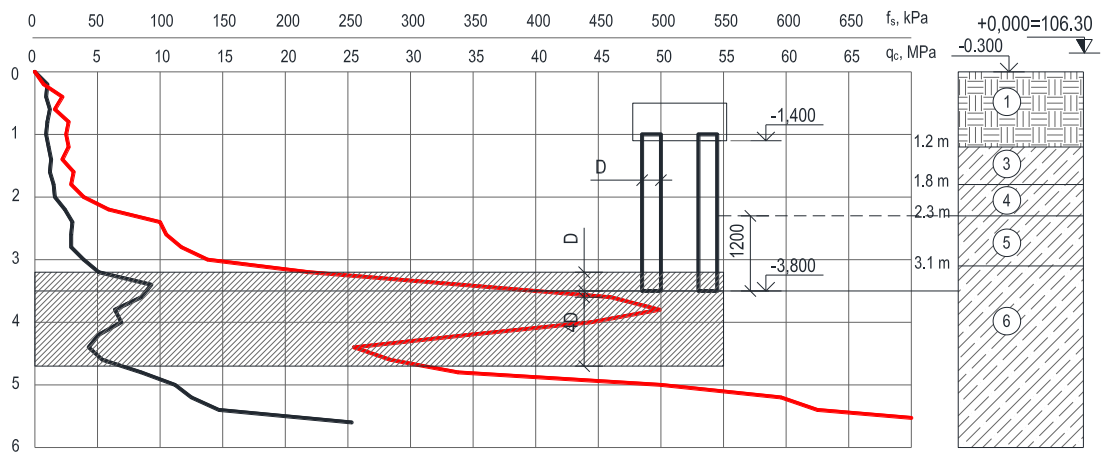
$$N_{Ed,A2} = 268,36 \text{ kN}, \quad V_{Ed,A2} = 15,95 \text{ kN}, \quad M_{Ed,max,A2} = -78,10 \text{ kNm}. \quad (3.232)$$

3.7.3. Grunto rodikliai

Pagal atliktus statybos sklypo geologinius tyrimus (žr. 1 priedą), pamatų pagrindais gali būti visi gruntai išskyrus piltinį gruntą ir silpną moreninį smėlingą dulkę (IGS3) slūgstanti nuo 0,3-1,2 iki 0,6-1,9 m. Dėl MBD apimties ribojimų visus pastato pamatus suprojektuosime pagal nepalankiausio gręžinio duomenis, t.y. gręžinį Nr. 5.

3.7.4. Polių pagrindo ribinės laikomosios galios skaičiavimas

Polių pagrindo laikomoji galia turint statinio zondavimo duomenis, gali būti skaičiuojama vadovaujantis EC [23] 7.6.2.3 skyreliu arba Lietuvoje taikomą laikomosios galios skaičiavimo metodą, kurį pasiūlė L. Furmonavičius (žr. [10] 98-101 p.). Laikomąją galią nustatysime pagal Furmonavičiaus pasiūlytą modelį.



3.27 pav. Gręžinio Nr. 5 statinio zondavimo grafikas su pamato įgilinimu ir grunto pjūviu: 1 – piltinis gruntas, 2 – moreninis smėlingas molingas dulkis, 3 – moreninis smėlingas dulkingas molis (silpnas), 4 – moreninis smėlingas molis (stiprus), 5 – moreninis smėlingas dulkingas molis (labai stiprus).

Pirmu priartėjimu užsидуodame, kad polių galvenoje bus naudojami D300 gręžtiniai poliai. Pagal [47] poliai į stiprų gruntą turi būti įgilinami ne mažiau kaip 0,5 m. Rekomenduojama, kad po polio padu stipraus grunto liktų ne mažiau kaip 3-5D (900-1500 mm). Poliaus pado skerspjūvio plotas:

$$A_b = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} = 0,071 \text{ m}^2. \quad (3.233)$$

Poliaus skerspjūvio ilgis:

$$C = \pi \cdot D = 3,14 \cdot 0,3 = 0,942 \text{ m}. \quad (3.234)$$

Pagrindo po polio padu ribinis stipris:

$$q_b = q_c \cdot \alpha_b = 6,025 \cdot 0,8 = 4,82 \text{ MPa} \leq q_{b,max} = 6,5 \text{ MPa}. \quad (3.235)$$

čia: q_c – grunto kūginis stiprumas, pagal statinio zondavimo duomenis. Imama viena iš mažiausių reikšmių, D aukščiau ir $4D$ žemiau vidurkio arba pagrindo stiprio po pamato padu vietoje:

$$q_c = \min \left\{ \frac{(5,1 + 6,95)/2}{8,9} = 6,025 = 6,025 \text{ MPa}, \right. \quad (3.236)$$

α_b – empirinis koreliacijos koeficientas tarp q_c kūginio ir pagrindo ribinio stiprio. Jis priklauso nuo grunto tipo ir kūginio stiprio reikšmės ir randamas pagal [47] 5.4 lentelę, $\alpha_b = 0,80$.

Pagrindo po polių ribinė laikomoji galia:

$$R_b = q_b \cdot A_b = 4,82 \cdot 0,071 = 0,342 \text{ MN}. \quad (3.237)$$

Pagrindo ties polio šoniniu paviršiumi ribinė laikomoji galia:

$$R_s = \sum_{i=1}^9 (q_{ci} \cdot \alpha_{si} \cdot A_{si}). \quad (3.238)$$

čia: A_{si} – i -ojo sluoksnio polio šonų paviršiaus plotas, $A_{si} = C \cdot h_i$;

α_{si} – empirinis koreliacijos koeficientas pateiktas [47] 5.4 lentelėje;

q_{ci} – statinio zondavimo i -ojo sluoksnelio kūginis stiprumas.

Skaičiavimai pateikti 3.18 lentelėje.

3.18 lentelė. Šoninės ribinės galios skaičiavimo rezultatai.

i	h_i , m	h , m	C , m	α_{si}	$q_{c,i}$, MPa	$q_{s,i}$, MPa	$q_{s,max}$, MPa	$q_{s,fact.}$, MPa	R_s , MN
1	0,2	1,2	0,942	0,05	1,1	0,055	0,200	0,055	0,30
2	0,2	1,4		0,05	1,3	0,065		0,065	
3	0,2	1,6		0,05	1,2	0,060		0,060	
4	0,2	1,8		0,05	1,5	0,075		0,075	
5	0,2	2,0		0,05	1,6	0,080		0,080	
6	0,2	2,2		0,05	2,4	0,120		0,120	
7	0,2	2,4		0,05	3,0	0,150		0,150	
8	0,2	2,6		0,05	2,9	0,145		0,145	
9	0,2	2,8		0,05	2,9	0,145		0,145	
10	0,2	3,0		0,05	3,9	0,195		0,195	
11	0,2	3,2		0,05	5,1	0,225		0,200	
12	0,2	3,4		0,05	9,3	0,465		0,200	
13	0,1	3,5		0,05	8,9	0,445		0,200	

Kalibruotąsias, apskaičiuotas pagal kūgio penetracijos bandymo duomenis, reikšmes gauname įvedę modeliavimo koeficientus γ_{Rb} ir γ_{Rs} , kurių vertės priklauso nuo polių įrengimo:

$$R_{c,cal} = \frac{R_b}{\gamma_{Rb}} + \frac{R_s}{\gamma_{Rs}} = \frac{0,342}{2,0} + \frac{0,300}{1,5} = 0,371 \text{ MN}, \quad (3.239)$$

čia: γ_{Rb}, γ_{Rs} koeficientai randami pagal [47] 5.5 lentelę CFA tipo gręžtiniams poliems.

Laikomosios galios charakteristinė vertė:

$$R_{c.k,vid} = \frac{R_{c.cal}}{\xi_3} = \frac{0,371}{1,4} = 0,265 \text{ MN}, \quad (3.240)$$

$$R_{c.k,min} = \frac{R_{c.cal}}{\xi_4} = \frac{0,371}{1,4} = 0,265 \text{ MN}, \quad (3.241)$$

čia: ξ_3 ir ξ_4 koreliacijos koeficientai atitinkamai vidutinei ir minimaliai apskaičiuotai pagrindo atsparumo vertei, gautai remiantis grunto bandymo rezultatais, nesant polio bandymų statine apkrova, randami pagal [47] 101 p.

Gniuždomo polio laikomosios galios skaičiuotinė reikšmė R1 ir R4 deriniams:

$$R_{c.d.R1} = \frac{R_{c.k}}{\gamma_t} = \frac{0,265}{1,1} = 0,240 \text{ MN} = 240 \text{ kN}, \quad (3.242)$$

$$R_{c.d.R2} = \frac{R_{c.k}}{\gamma_t} = \frac{0,265}{1,4} = 0,189 \text{ MN} = 189 \text{ kN}. \quad (3.243)$$

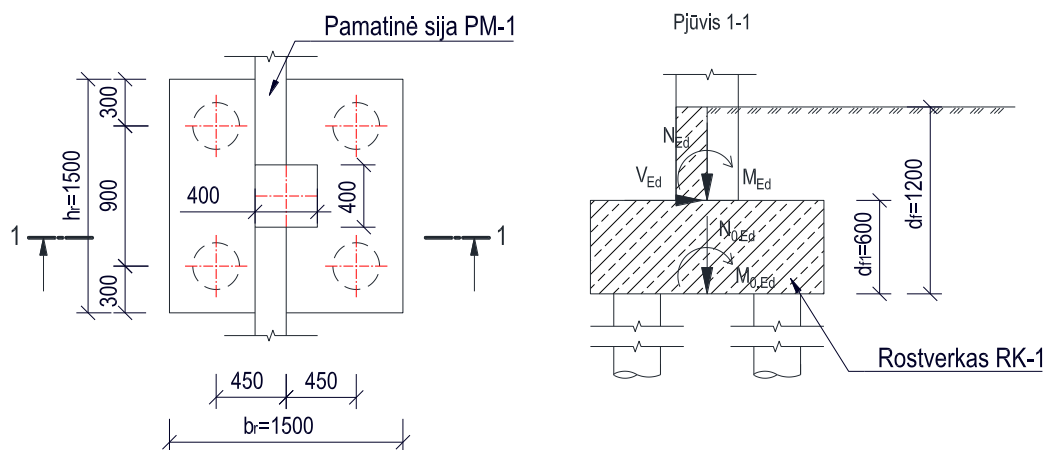
3.7.5. Rostverko matmenų ir polių skaičiaus parinkimas

Preliminarus polių skaičius gali būti nustatomas pagal veikiančią maksimalią ašinę jėgą pamato viršuje. Preliminarus polių skaičius A1+R1 ir A2+R4 deriniams:

$$n_{A1} = \frac{N_{Ed,A1}}{R_{c.d.R1}} = \frac{471,26}{240} = 1,96 \text{ vnt.} \rightarrow 4 \text{ vnt.}, \quad (3.244)$$

$$n_{A2} = \frac{N_{Ed,A2}}{R_{c.d.R2}} = \frac{388,11}{189} = 2,05 \text{ vnt.} \rightarrow 4 \text{ vnt.} \quad (3.245)$$

Priimame 4 polius GP-1. Poliai išdėstomi minimaliu 3D atstumu. Kadangi gręžiant polius, polius gali nukrypti nuo projektinės padėties (leidžiamas nuokrypis 100 mm) tai rostverko matmenys turi būti didesni 300 mm nuo kraštinio poliaus centro.



3.28 pav. Pamatų galvenos – rostverko RK-1 konstrukcija.

Perskaičiuojame įrašas veikiančias pamato viršuje, į įrašas veikiančias galvenos pado apačioje. Pamato galvenos ir ant jo esančio grunto savojo svorio bei grindų naudojimo apkrovos įtaka A1 ir A2 grupės deriniams:

$$P_{d.A1} = (1,35 \cdot \gamma_m \cdot d_f + 1,5 \cdot q_{k.gr}) \cdot A_f = \quad (3.246)$$

$$= (1,35 \cdot 20 \cdot 1,20 + 1,5 \cdot 7,5) \cdot 2,25 = 98,21 \text{ kN},$$

$$P_{d.A2} = (1,35 \cdot \gamma_m \cdot d_f + 1,3 \cdot q_{k.gr}) \cdot A_f = \quad (3.247)$$

$$= (1,35 \cdot 20 \cdot 1,20 + 1,3 \cdot 7,5) \cdot 2,25 = 94,84 \text{ kN},$$

čia: γ_m – vidutinis grunto ir rostverko tūrinis svoris;

d_f – rostverko įgylinimas nuo pastato grindų lygio;

A_f – rostverko plotas, $A_f = b_r \cdot h_r = 1,5 \cdot 1,5 = 2,25 \text{ m}^2$.

Įrašos veikiančios pamato pado apačioje:

$$N_{01.Ed,A1} = N_{Ed,max,A1} + P_{d.A1} = 471,26 + 98,21 = 569,47 \text{ kN}, \quad (3.248)$$

$$N_{02.Ed,A1} = N_{Ed,A1} + P_{d.A1} = 333,09 + 98,21 = 431,3 \text{ kN}, \quad (3.249)$$

$$M_{01.Ed,A1} = M_{Ed,A1} + h_{f1} \cdot P_{d.A1} = 15,65 + 0,6 \cdot 98,21 = 74,58 \text{ kNm}, \quad (3.250)$$

$$M_{02.Ed,A1} = M_{Ed,max,A1} + h_{f1} \cdot P_{d.A1} = -90,74 + 0,6 \cdot 98,21 = 31,81 \text{ kNm}, \quad (3.251)$$

$$N_{01.Ed,A2} = N_{Ed,max,A2} + P_{d.A2} = 388,11 + 94,84 = 482,95 \text{ kN}, \quad (3.252)$$

$$N_{02.Ed,A2} = N_{Ed,A2} + P_{d.A2} = 268,36 + 94,84 = 363,2 \text{ kN}, \quad (3.253)$$

$$M_{01.Ed,A2} = M_{Ed,A2} + h_{f1} \cdot P_{d.A2} = -30,14 + 0,6 \cdot 94,84 = 26,76 \text{ kNm}, \quad (3.254)$$

$$M_{02.Ed,A2} = M_{Ed,max,A2} + h_{f1} \cdot P_{d.A2} = -78,10 + 0,6 \cdot 94,84 = 21,20 \text{ kNm}. \quad (3.255)$$

Rostverke poliai nevienodai apkrauti, t.y. kraštiniai poliai – vienas maksimaliai, kitas minimaliai. Poliui tenkanti ašinė jėga nustatoma:

$$F_{01.max.d.A1} = \frac{N_{01.Ed,A1}}{n} + \frac{M_{01.Ed,A1} \cdot y}{\sum y_i^2} = \frac{569,47}{4} + \frac{74,58 \cdot 0,45}{2 \cdot 0,45^2} = 225,23 \text{ kN}, \quad (3.256)$$

$$F_{02.max.d.A1} = \frac{N_{02.Ed,A1}}{n} + \frac{M_{02.Ed,A1} \cdot y}{\sum y_i^2} = \frac{431,3}{4} + \frac{31,81 \cdot 0,45}{2 \cdot 0,45^2} = 143,17 \text{ kN}, \quad (3.257)$$

$$F_{01.max.d.A2} = \frac{N_{01.Ed,A2}}{n} + \frac{M_{01.Ed,A2} \cdot y}{\sum y_i^2} = \frac{482,95}{4} + \frac{26,76 \cdot 0,45}{2 \cdot 0,45^2} = 150,47 \text{ kN}, \quad (3.258)$$

$$F_{02.max.d.A2} = \frac{N_{02.Ed,A2}}{n} + \frac{M_{02.Ed,A2} \cdot y}{\sum y_i^2} = \frac{363,2}{4} + \frac{21,20 \cdot 0,45}{2 \cdot 0,45^2} = 114,36 \text{ kN}. \quad (3.259)$$

čia: n – polių skaičius rostverke;

y – atstumas nuo rostverko svarbiausios ašies iki labiausiai nutolusio poliaus rostverke;

y_i – atstumas iki kiekvieno poliaus rostverke.

Pagal EC[20] gelžbetonio poliaus laikomoji galia:

$$N_{Rd} = f_{cd} \cdot A_c + f_{yd} \cdot A_s = 12 \cdot 0,064 \cdot 10^3 + 450 \cdot 6,78 \cdot 10^{-1} = 1073,1 \text{ kN}. \quad (3.260)$$

čia: A_c – bendras betono skerspjūvio plotas, priimant vardinį polio skersmenį

$$D_{nom} = 0,95D = 0,95 \cdot 0,30 = 0,285 \text{ m}, A_c = \pi \cdot D_{nom}^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,285^2 / 4 = 0,064 \text{ m}^2;$$

A_s – išilginės armatūros plotas skerspjūvyje, priimamas konstruktyviai (nes poliai sąlyginai trumpi, o skersinės jėgos nedidelės) pagal EC [20] 9.6 lentelę $A_s \geq 0,0025A_c =$

$0,0025 \cdot 0,064 = 1,6 \cdot 10^{-4} m^2 = 1,6 cm^2$. Pagal rekomendacijas priimame 6 išilginės armatūros strypus, tačiau vietoj rekomenduojamo $\varnothing 16$ mm armatūros diametro priimame $6\varnothing 12$ S500, kurios plotas $A_s = 6,78 cm^2$.

Kaip matyti iš sąlygų polių laikomoji galia pakankama:

$$F_{max.A1} = 225,23 kN \leq \begin{cases} N_{Rd} = 1073,1 kN \\ R_{c.d.R1} = 240 kN' \end{cases} \quad (3.261)$$

$$F_{max.A2} = 150,47 kN \leq \begin{cases} N_{Rd} = 1073,1 kN \\ R_{c.d.R2} = 189 kN' \end{cases} \quad (3.262)$$

Derinys A1 pavojingesnis. Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{R_{c.d.R1} - F_{max.A1}}{R_{c.d.R1}} \cdot 100\% = \frac{240 - 225,23}{240} \cdot 100\% = 6,15\%, \quad (3.263)$$

Pamatų laikomoji galia pakankama. Priimame 4 polių ir rostverką, kurio matmenys $1,5 \times 1,5$ m. Beveik visais atvejais poliai pamate yra veikiami horizontaliųjų jėgų, tačiau daugeliu atvejų horizontalus poveikis poliui yra nedidelis ir papildomi skaičiavimai nebūtinai [47].

3.7.6. Polinio pamato nusėdžio skaičiavimas

Polinio pamato nusėdimas skaičiuojamas tarus, kad deformuojasi tik gruntas, esantis žemiau polių pado, o poliai ir gruntas tarp jų nesideformuoja. Polinį pamatą pakeičiame sąlyginio. Tam tikslui apskaičiuojame vidutinį vidinės trinties kampą, nes gruntas sluoksniuotas:

$$\begin{aligned} \varphi'_{dm.M1} &= \frac{\varphi'_{d.1} \cdot l_1 + \varphi'_{d.2} \cdot l_2 + \varphi'_{d.3} \cdot l_3 + \varphi'_{d.4} \cdot l_4}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4} \cdot \gamma_\varphi = \\ &= \frac{20 \cdot 0,6 + 21 \cdot 0,5 + 23 \cdot 0,8 + 25 \cdot 0,4}{0,6 + 0,5 + 0,8 + 0,4} \cdot 1,0 = 22,1^\circ; \end{aligned} \quad (3.264)$$

čia: $\varphi'_{d.1}, \varphi'_{d.2}, \varphi'_{d.3}, \varphi'_{d.4}$ - atskirų sluoksnių visame polio ilgyje, grunto vidinės trinties kampo skaičiuojamoji reikšmė, imama iš grunto tyrimų (žr. 1 priedą).

Vertikalios plokštumos posvyrio kampas:

$$\alpha_{M1} = \frac{\varphi'_{dm.M1}}{4} = \frac{22,10}{4} = 5,53^\circ. \quad (3.265)$$

Sąlyginio pamato pado ilgis ir plotis M1 grupei:

$$\begin{aligned} B_{s,M1} = L_{s,M1} &= (m - 1)a + D + 2 \cdot l \cdot tg\varphi'_{dm.M1} = \\ &= (2 - 1) \cdot 0,9 + 0,3 + 2 \cdot 2,4 \cdot tg22,1 = 3,15 m; \end{aligned} \quad (3.266)$$

čia: m – polių eilių skaičius pamate L arba B kryptimi;

a – atstumas tarp polių, $a = 0,9 m$;

l – polio skaičiuojamasis ilgis, $l = 2,4 \text{ m}$;

D – polio skersmuo, $D = 0,3 \text{ m}$.

Sąlyginio pamato pado plotas:

$$A_{s,M1} = B_{s,M1} \cdot L_{s,M1} = 3,15 \cdot 3,15 = 9,92 \text{ m}^2; \quad (3.267)$$

Sąlyginio pamato gylis:

$$d_s = d_f + l = 1,2 + 2,4 = 3,6 \text{ m}. \quad (3.268)$$

Grunto svertinis vidutinis svorio tankis sluoksniuotam pagrindui:

$$\begin{aligned} \gamma_{dm} &= \frac{+\gamma'_{d.1} \cdot l_1 + \gamma'_{d.2} \cdot l_2 + \gamma'_{d.3} \cdot l_3 + \gamma'_{d.4} \cdot l_4}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4} = \\ &= \frac{21,2 \cdot 0,6 + 22,69 \cdot 0,5 + 22,30 \cdot 0,8 + 22,08 \cdot 0,4}{0,6 + 0,5 + 0,8 + 0,4} = 22,06 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}. \end{aligned} \quad (3.269)$$

Pamato nuosėdis skaičiuojamas pagal didžiausią pamatui perduodama vertikaliąją jėgą.

Šiuo atveju pavojingesnis derinys bus A1 apkrovų grupei $N_{01.Ed,A1} = 569,47 \text{ kN}$,

$M_{01.Ed,A1} = 74,58 \text{ kN}$. Apskaičiuoti dydžiai analogiškai skaičiuojami ir M2 grupei, tačiau

šiuo atveju M1 grupės deriniai pavojingesni ir patikrinimą vykdysime būtent pagal šį derinį.

Pagrindo gruntą po pamato padu padaliname į elementarius sluoksnelius, kuriems galiotu tiesiškai deformuojamo puserdvio tamprumo teorija. Skaičiavimai laikomi pakankamai tiksliais kai elementaraus sluoksnelio storis:

$$H_{i,M1} = 0,2 \cdot B_{s,M1} = 0,2 \cdot 3,15 \approx 0,6 \text{ m}. \quad (3.270)$$

Norint rasti pagrindo deformacijų zonos gylį sudaromos grunto įtempimų diagramos: nuo grunto savojo svorio $p_{zg} = \sigma_{zg}$ ir papildoma nuo pamato apkrovos $p_{zp} = \sigma_{zp}$. Deformacijų zonos apatinė riba laikoma kai $\sigma_{zp} = 0,2\sigma_{zg}$.

Įtempimų nuo grunto svorio diagramos ordinatės skaičiuojamos kiekvieno sluoksnio apačioje pagal formulę:

$$\sigma_{zgn} = \sigma_{zg(n-1)} + \gamma_{d,n} \cdot h_n, \quad (3.271)$$

čia: σ_{zgn} ir $\sigma_{zg(n-1)}$ – įtempiai nuo grunto svorio n ir $n - 1$ sluoksnio apačioje;

$\gamma_{d,n}$ – n -tojo sluoksnio grunto skaičiuojamasis svorio tankis;

h_n – n -tojo sluoksnio storis.

Papildomi įtempiai pamato pado lygyje:

$$\sigma_{zp,0} = \sigma_{d,0} - \sigma_{zg,0} = \frac{N_{01.Ed,A1}}{A_{s,M1}} - \gamma_m \cdot d_f = \frac{569,47}{9,92} - 20 \cdot 1,2 = 33,41 \text{ kPa}. \quad (3.272)$$

Tuomet papildomi įtempiai:

$$\sigma_{zp} = k \cdot \sigma_{zp0} \quad (3.273)$$

čia: k – įtempių sklidimo koeficientas, priklausantis nuo η ir ζ ir nustatomas pagal [47] 3.8 lentelę, interpoliuojant.

Sąlyginio pamato charakteristikos:

$$\eta = L_{s.M1}/B_{s.M1} = 3,15/3,15 = 1,0. \quad (3.274)$$

$$\zeta = 2z/B_{s.M1} = 2 \cdot 0,6/3,15 = 0,38. \quad (3.275)$$

Kiekvieno sluoksnelio suspaudimas skaičiuojamas pagal vidutinius papildomus įtempius sluoksnyje:

$$s_i = \frac{(\sigma_{zp(i-1)} + \sigma_{zp(i)})}{2} \cdot \frac{H_i}{E_i'} \quad (3.276)$$

čia: E_i – atskiro sluoksnelio grunto deformacijų moduliai; nors pagal statinio zondavimo duomenis.

Pagal pateiktas formules, skaičiavimus pateikiame lentelės pavidalu (žr. 3.19 lentelę).

3.19 lentelė. Suvestiniai pamato nuosėdžio skaičiavimo rezultatai.

Eil. Nr.	η	ζ	z , m	k	$\sigma_{d.0}$, kPa	$\sigma_{zg.i}$, kPa	$\sigma_{zp0.i}$, kPa	$\sigma_{zp.i}$, kPa	$0,2\sigma_{zgi}$, kPa	E , Mpa	H_i , m	s_i , mm
0	1,0	0,00	0	1	57,41	24	33,41	33,41	4,8	15,25	0,6	0,66
1		0,38	0,6	0,962		37,24	20,17	19,40	7,45	20,35		0,78
2		0,76	1,2	0,816		50,47	6,93	5,66	10,09	31,6		0,24
											Σ	1,67

Kadangi sąlyga $\sigma_{zp,2} = 5,66 \text{ kPa} < 0,2\sigma_{zg,2} = 0,2 \cdot 50,47 = 10,09 \text{ kPa}$, tai deformacijų zonos gylį priimame, kai $z_2 = 1,2 \text{ m}$. Tuomet pamato nuosėdis:

$$s_n = \beta \cdot \sum_{i=1}^{n=2} s_i = 0,8 \cdot 1,67 = 1,34 \text{ mm}. \quad (3.277)$$

Ribinis pamato nuosėdis pagal [31] ne daugiau nei 3% poliaus diametro:

$$s_{lim} = n \cdot 0,03 \cdot D = 4 \cdot 0,03 \cdot 300 = 36 \text{ mm}. \quad (3.278)$$

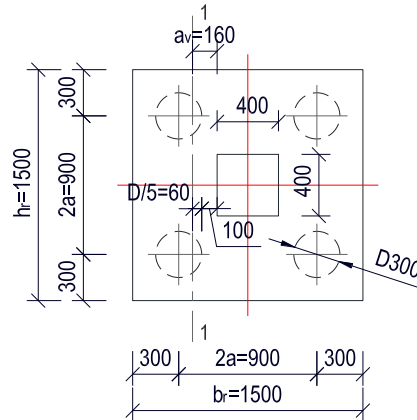
Kaip matyti nuosėdis neviršija ribinio nuosėdžio:

$$s_n = 1,34 \text{ mm} \leq s_{lim} = 36 \text{ mm}. \quad (3.279)$$

3.7.7. Rostverko RK-1 skaičiavimas

3.7.7.1. IŠILGINĖS PAGRINDINĖS TEMPIAMOS ARMATŪROS PARINKIMAS

Keturių polių galveną – rostverka RK-1 armuosime S500 klasės armatūra. Skerspjūvio naudingasis aukštis $d = 560 \text{ mm}$. Armavimą parinksime pagal didžiausią veikiančią ašinę jėgą, įvertinant rostverko ir virš jo esančio grunto svorį $N_{01.Ed,A1} = 569,47 \text{ kN}$.



3.29 pav. Rostverko RK-1 planas: 1-1 pavojingiausias pjūvis kirpimui.

Armatūrą parinksime pagal supaprastintą skaičiavimo metodą, kuris pateiktas mokomojoje literatūroje [28]. Reikiamas armavimo plotas viena kryptimi pasinaudojus santvaros metodu:

$$A_s = \frac{T/2}{0,87f_{yk}} = \frac{N_{01.Ed,A1} \cdot (a/2)}{4 \cdot D \cdot 0,87f_{yk}} = \frac{569,47 \cdot (0,9/2)}{4 \cdot 0,3 \cdot 0,87 \cdot 500} \cdot 10^1 = 4,90 \text{ cm}^2. \quad (3.280)$$

Bendras armatūros plotas armuojant abejomis kryptimis $2A_s = 2 \cdot 4,90 = 9,8 \text{ cm}^2$. Priimame, kad rostverką armuosime 250/250/12/12 S500 klasės armatūros tinklu. Kiekviena kryptimi išdėstoma po 6 armatūros strypus, kurių faktinis plotas $A_{s,f} = A_{s,x} + A_{s,y} = 6,78 + 6,78 = 13,56 \text{ cm}^2$.

Minimalus armatūros plotas pagal EC [20]:

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_r \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,2}{500} \cdot 1,5 \cdot 0,54 \cdot 10^4 = 9,3 \text{ cm}^2. \quad (3.281)$$

Faktinis armatūros plotas didesnis nei reikalaujamas minimalus $A_{s,f} = 13,56 \text{ cm}^2 \geq A_{s,min} = 9,3 \text{ cm}^2$.

3.7.7.2. ROSTVERKO TIKRINIMAS KIRPIMUI (PJŪVIS 1-1)

Skersinė jėga pavojingiausiame pjūvyje:

$$V_{Ed} = \frac{N_{01.Ed,A1}}{2} \cdot \frac{a_v}{2d} = \frac{569,47}{2} \cdot \frac{0,16}{2 \cdot 0,54} = 42,18 \text{ kN}. \quad (3.282)$$

Elemento be skersinės armatūros atlaikoma skersinė jėga [28]:

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] \cdot b_r \cdot d = \quad (3.283)$$

$$\left[0,12 \cdot 1,61 \cdot (100 \cdot 0,0032 \cdot 20)^{\frac{1}{3}} \right] \cdot 1,5 \cdot 0,54 \cdot 10^3 = 289,03 \text{ kN}.$$

čia:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{540}} = 1,61; \quad (3.284)$$

$$\rho_l = \frac{0,5 \cdot A_{s,f}}{b_r \cdot d} = \frac{0,5 \cdot 13,56 \cdot 10^{-4}}{0,4 \cdot 0,54} = 0,0032. \quad (3.285)$$

Minimalus skersinės armatūros armavimo procentas:

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,61^{\frac{3}{2}} \cdot 20^{\frac{1}{2}} = 0,32. \quad (3.286)$$

Minimali atlaikoma skersinė jėga:

$$V_{Rd,c,min} = v_{min} \cdot b_r \cdot d = 0,32 \cdot 1,5 \cdot 0,54 \cdot 10^3 = 259,20 \text{ kN}. \quad (3.287)$$

Kadangi $V_{Rd,c} = 289,03 \text{ kN} \geq V_{Rd,c,min} = 259,20 \text{ kN}$, tai $V_{Rd,c} = 289,03 \text{ kN}$. Kaip matyti iš sąlygos $V_{Ed} = 42,18 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 289,03 \text{ kN}$, tai įstrižojo pjūvio stiprumas kirpimui pakankamas, o skersinė armatūra nėra reikalinga, t.y. armavimas parenkamas pagal konstrukcinius reikalavimus.

3.7.7.3. PRASPAUDIMO TIKRINIMAS

Kuomet atstumas tarp polių yra 3D, galime netikrinti praspaudimo po poliais [28]. Turime patikrinti ar neįvyks kolonos suglemžimas. Maksimali jėga, kurią atlaiko skerspjūvis:

$$V_{Rd,max} = 0,5ud \cdot \left[0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) \right] \cdot \frac{f_{ck}}{1,5} = \quad (3.288)$$

$$= 0,5 \cdot 1,6 \cdot 0,54 \cdot \left[0,6 \cdot \left(1 - \frac{20}{250} \right) \right] \cdot \frac{20}{1,5} \cdot 10^3 = 3180 \text{ kN}.$$

čia: u – kolonos perimetras, $u = 4 \cdot 0,4 = 1,6 \text{ m}$.

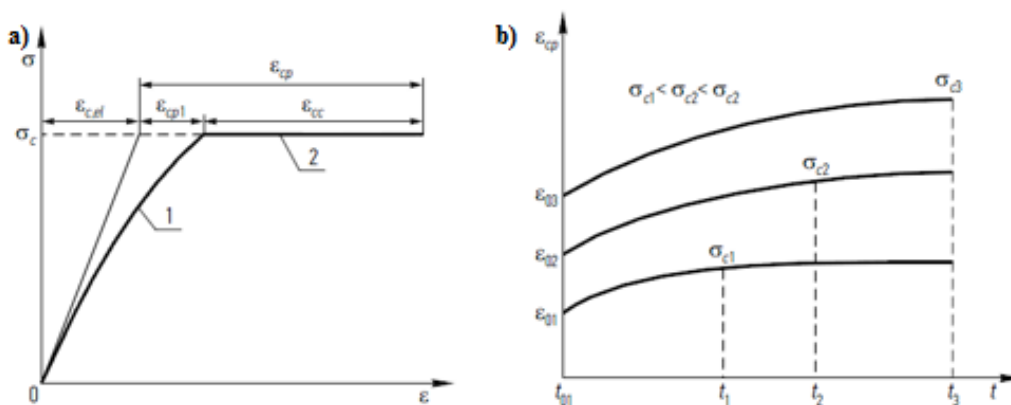
Atlaikymo galia pakankama:

$$N_{01.Ed,A1} = 569,47 \text{ kN} \leq V_{Rd,max} = 3180 \text{ kN}. \quad (3.289)$$

4. MOKSLINIS TIRIAMASIS DARBAS

Šioje darbo dalyje išnagrinėsime betono valkšnumo įtaką gelžbetoninių konstrukcijų darbui, apžvelgsime pagrindinius šiuo metu taikomus skaičiavimo metodus, bei juos pritaikysime apskaičiuotai ekscentriškai gniuždomai kolonai KL-1, apskaičiuojant atsiradusias papildomas valkšnumo deformacijas nagrinėjamu laikotarpiu.

Valkšnumas – betono savybė ilginiui plastiškai deformuotis, veikiant nekintamajai ilgalaikiai apkrovai [25]. Valkšnumas savo ruožtu skirstomas į tiesinį ir netiesinį valkšnumą. Tiesinis valkšnumas – tai atvejis kai įtempiai betone nesukelia mikrostruktūros ardymo (mikroplyšių), deformacijos yra tiesiogiai proporcingos įtempiams. Netiesinis valkšnumas – tai atvejis kai įtempiai viršija tam tikrą mikroplyšių betono struktūroje atsiradimą ir įtempių prieaugį atitinka vis didėjantis plastinių deformacijų prieaugis.



4.1 pav. a) betono deformacijų diagramos: 1 – apkraunant; 2 – veikiant pastoviai apkrovai; b) vienodų savybių ir stiprio betono valkšnumo deformacijų vystymasis veikiant nevienodiems įtempiams [25].

Su betono valkšnumu yra susiję ir betono traukumo reiškiniai. Traukumas dėl nevienodos elemento temperatūros ir drėgmės įvairiuose skerspjūvio taškuose būna skirtingas. Todėl traukumą lydi atitinkamai įtempimai ir antrinės valkšnumo deformacijos [3]. Ilgalaikės deformacijos vadinamos baziniu valkšnumu (angl. *basic creep*), o papildomos deformacijos atsirandančios dėl elemento drėgmės pokyčio - valkšnumu džiūstant (angl. *drying creep*).

Betono traukumas – tai procesas laikui bėgant, kurio metu mažėja betono laisvas tūris dėl cheminio traukumo (kietėjimo metu vykstančios cemento hidratacijos) bei traukumo džiūstant (drėgnio kaitos).

Valkšnumas būdingas įvairioms medžiagoms: betonui, gelžbetoniui; kai kurioms uolienoms (esant aukšto lygio įtempiams); plienui (aukštoje temperatūroje); plastmasėms, medienai. Šiuo atveju sudėtingiausi yra betono (gelžbetonio) valkšnumo reiškiniai, nes betonas sudėtinga heterogeninė medžiaga sudaryta iš daugybės komponentų (vandens, cementinio

akmens, užpildo bei nesusihidravusio cemento). Dėl sudėtingų valkšnumo reiškinių laikui bėgant ir daugybės kintamųjų, kol kas nėra priimtos vieningos valkšnumo teorijos, kuri tiktų visoms medžiagoms.

Betono valkšnumo bei traukumo veiksniai, jo mechaninių rodiklių kitimas laike turi didelę įtaką ilgalaikė apkrova veikiamų gelžbetoninių (be ir su išankstiniu įtempimu) konstrukcijų įtempių ir deformacijų būviui. Eksperimentiniai, bei teoriniai tyrimai parodė, valkšnumo deformacijos gali 3–4 kartus viršyti tampriąsias (apkrovimo metu). Ilgalaikiai procesai nulemia deformacijų ir įtempių persiskirstymą betone bei armatūroje; neutraliosios ašies pasislinkimą gelžbetoniniuose elementuose; armatūros išankstinių įtempių mažėjimą - nuostolius (esant iš anksto įtemptai armatūrai).

Skirtingai nuo trumpalaikės deformacijos valkšnumas yra tam tikras procesas laike, aprašomas integralinėmis arba diferencialinėmis lygtimis. Todėl tik labai supaprastinus analitinį valkšnumo modelį įmanoma gauti įprastą statybinėje mechanikoje deformuojamos sistemos sprendinį [3]. Betono valkšnumo bei traukumo deformacijų įvertinimas svarbus apskaičiuojant lenkiamųjų elementų ilgalaikius įlinkius (kreivius), ilgalaikė apkrova veikiamų liaunųjų kolonų laikomąją galią bei armatūros išankstinio įtempimo nuostolius [14].

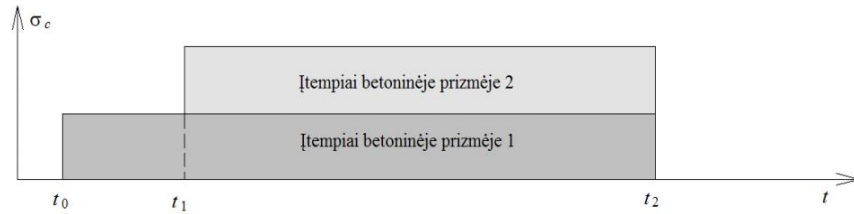
Betono valkšnumo dydis priklauso nuo:

- 1) Elemento matmenų ir betono savybių: betono stiprio (didėjant betono stipriui, valkšnumas mažėja); cementinės tešlos kiekio (mažinant kiekį (naudojant daugiau užpildo, didesnes užpildo daleles, standesnį užpildą) valkšnumas mažėja); cemento santykio ir cemento rūšies jei nuo to keičiasi betono stipris [12]; elementų dydžio bei armavimo procento (mažesniuose elementuose valkšnumas didesnis; didėjant armavimo procentui didėja elemento supleišėjimo tikimybė).
- 2) Aplinkos sąlygų: drėgnio (mažėjant drėgniui valkšnumas didėja).
- 3) Apkrovimo sąlygų: betono amžiaus (valkšnumas būna mažesnis, jei apkrovimo laikas vėlinimas (hidradacijos laipsnio apkrovimo metu).

4.1. Valkšnumo teorijos

Pagal mokomosios literatūros [11] medžiagą, valkšnumo teorijoms nagrinėti galime sudaryti 4.2 pav. pavaizduotą grafiką Pirmoji prizmė, laiko momentu t_0 apkraunama ir išlaikoma pastovi nekintanti apkrova nagrinėjamu laikotarpiu $t_2 - t_0$. Prizmė nukraunama laikotarpiu t_2 . Antroji prizmė apkraunama laikotarpiu t_1 , išlaikant du kartus didesnę pastovią apkrovą nei

pirmoje prizmėje. Pagal šį 4.2 paveikslą sudarome įvairių teorijų palyginimo grafikus 4.3-4.5 pav.



4.2 pav. Betono deformacijų ir laiko grafikas.

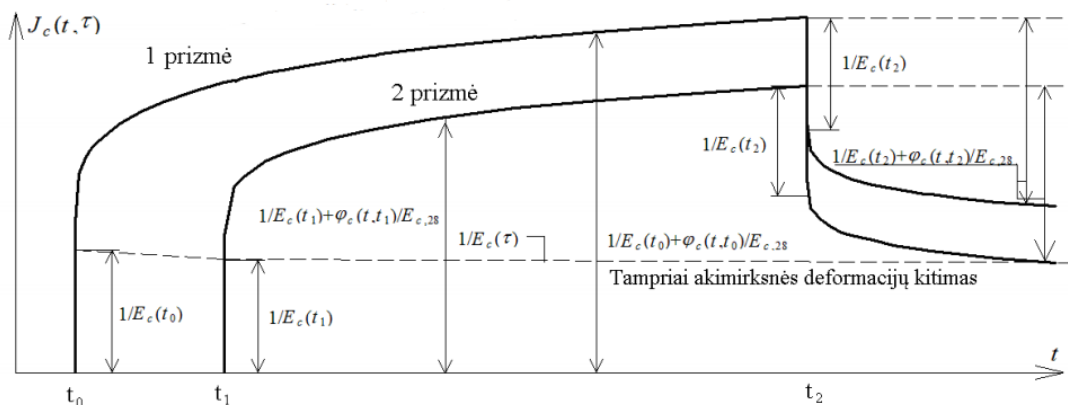
4.1.1. Tampriai valkšnaus kūno teorija

Šiuo atveju valkšnumo funkcija priklauso nuo apkrovos pridėjimo laiko t_0 ir stebėjimo laikotarpio t . Pagal A. Ghalį pasiūlytą skaičiavimo metodą [11], skaičiuojama, kad įtempių skirtumas $\Delta\sigma(t)$ nekinta intervale $t_0 - t$, o valkšnumo koeficientas $\varphi_{(t,t_0)}$ mažinamas senėjimo koeficientu $\lambda_{(t,t_0)}$. Senėjimo koeficientas gelžbetoninėms konstrukcijoms paprastai kinta $\lambda_{(t,t_0)} = (0,5 \div 1,0)$. Pagal mokomosios literatūros rekomendacijas [11] EC siūloma koeficiento reikšmė 0,8. Praktiniams skaičiavimams, kaip rodo atliktų tyrimų rezultatai, šio koeficiento reikšmės kinta $\lambda_{(t,t_0)} = (0,75 \div 0,95)$. Senėjimo koeficientas gali būti apibrėžiamas:

$$\lambda_{(t,t_0)} = \frac{1}{\sigma_c(t) - \sigma_c(t_0) \cdot \varphi_{(t,t_0)}} \cdot \int_{\tau=t_0}^{\tau=t} \frac{d\sigma_c(\tau)}{d\tau} \varphi_c(t, \tau) d\tau. \quad (4.1)$$

Tuomet valkšnumo deformacija:

$$\varepsilon_c(t) = \frac{\sigma_c(t_0)}{E_c} \cdot [1 + \varphi_c(t, t_0)] + \frac{1}{E_c} [\sigma_c(t) - \sigma_c(t_0)] \cdot [1 + \lambda_{(t,t_0)} \cdot \varphi_c(t, t_0)]. \quad (4.2)$$



4.3 pav. Tampriai valkšnaus kūno teorija [27].

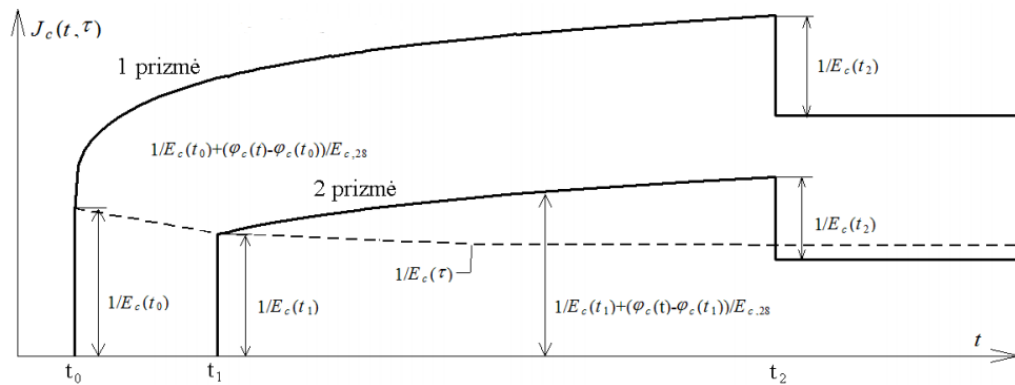
4.1.2. Senėjimo teorija

Senėjimo teorija aprašyta mokomojoje literatūroje [12]. Pagal šią teoriją betono valkšnumas priklauso tik nuo betono amžiaus ir nepriklauso nuo apkrovimo laiko. Valkšnumo koeficientas apskaičiuojamas:

$$\varphi_{c,(t,t_0)} = \varphi_c(t) - \varphi_c(t_0). \quad (4.3)$$

Ši teorija iš esmės pažeidžia tiesinės viskoelastinės medžiagos pagrindinį superpozicijos principą ir gaunamos skaičiavimo paklaidos:

- 1) didėjant betono amžiui valkšnumo deformacijos auga per greitai;
- 2) neįvertinama tamprųjų valkšnumo deformacijų įtaką.

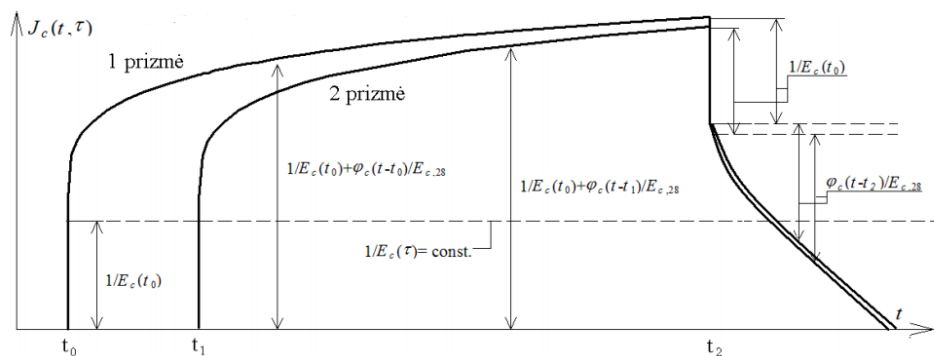


4.4 pav. Senėjimo teorija [27].

4.1.3. Tamprus paveldimumo teorija

Tamprus paveldimumo teorija aprašyta mokomojoje literatūroje [12]. Pagal šią teoriją valkšnumo koeficientas priklauso tik nuo valkšnumo deformacijų, o ne nuo betono amžiaus. Tuomet valkšnumo koeficientas:

$$\varphi_{c,(t,t_0)} = \varphi_c(t - t_0). \quad (4.4)$$



4.5 pav. Tamprus paveldimumo teorija [27].

4.2. Praktiniai valkšnumo koeficiento skaičiavimai

4.2.1. Betono tamprumo modulio ir stiprio elemento apkrovimo dieną nustatymas

Koeficientas įvertinantis besitęsiančias cemento hidratacijos įtaką nagrinėjamu laikotarpiu 50 metų:

$$\beta_{cc}(t) = \exp \left\{ s \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right] \right\} = \exp \left\{ 0,25 \left[1 - \left(\frac{28}{18250} \right)^{1/2} \right] \right\} = 1,272; \quad (4.5)$$

čia: s – koeficientas priklausantis nuo cemento stiprumo klasės, n klasei $s = 0,25$;

t – nagrinėjamas laikotarpis, šiuo atveju pasato gyvavimo trukmė, 50 metų.

Betono stipris, elemento apkrovimo dieną:

$$f_{cm}(t_0) = \beta_{cc}(t) \cdot f_{cm} = 1,272 \cdot 38 = 48,34 \text{ MPa}, \quad (4.6)$$

čia: f_{cm} – 28 dienų betono vidutinis gniuždomasis stipris.

Apskaičiuojamas betono tamprumo modulis, elemento apkrovimo dieną:

$$E_{cm}(t_0) = \left(\frac{f_{cm}(t_0)}{f_{cm}} \right)^{0,3} \cdot E_{cm} = \left(\frac{48,34}{38} \right)^{0,3} \cdot 32 = 34,4 \text{ MPa}. \quad (4.7)$$

Betono gniuždomasis stipris kai $t \geq 28$ dienos:

$$f_{ck}(t_0) = f_{ck} = 30 \text{ MPa}. \quad (4.8)$$

4.2.2. Valkšnumo koeficiento nustatymas

Valkšnumo koeficientas pagal EC[20] gali būti skaičiuojamas supaprastintai – grafiniu būdu pagal EC [20] 3.1.4 skyrelį ir didesniu tikslumu skaičiuojant pagal [20] B priedą.

Valkšnumo koeficiento skaičiavimas pagal EC [20] B priedą, kai $t_0 = const$, o keičiamas t ir kai keičiamas t_0 , o $t = const$ pateiktas 4.1, 4.2 lentelėse.

4.1 lentelė. Betono valkšnumo koeficiento vertės kolonai KL-1, kai $t_0=const$.

Betono amžius apkrovimo metu t_0 , dienomis, $t_0=const$.	Betono amžius t , dienomis	h_0 , mm	f_{cm} , MPa	RH, %	φ_{RH}	$\beta(f_{cm})$	$\beta(t_0)$	β_H	$\beta_{c(t-t_0)}$	φ_0	$\varphi(t,t_0)$
Betonas C30/37, RH=50%											
28	100	200	38	50	1,778	2,725	0,488	539,96	0,526	2,37	1,25
	365								0,751		1,78
	3650								0,959		2,27
	18250								0,991		2,35
Betonas C30/37, RH=80%											
28	100	200	38	80	1,301	2,725	0,488	683,81	0,494	1,73	0,86
	365								0,717		1,24
	3650								0,949		1,65
	18250								0,989		1,71

4.2 lentelė. Betono valkšnumo koeficiento vertės kolonai KL-1, kai $t = \text{const}$.

Betono amžius apkrovimo metu t_0 , dienomis	Betono amžius t , dienomis $t = \text{const}$	h_0 , mm	f_{cm} , MPa	RH, %	φ_{RH}	$\beta(f_{cm})$	$\beta(t_0)$	β_H	$\beta_{c(t-t_0)}$	φ_0	$\varphi_{(\infty, t_0)}$
Betonas C30/37, RH=50%											
28	18250	200	38	50	1,778	2,725	0,488	539,96	0,991	2,37	2,35
35							0,468		0,991	2,27	2,25
50							0,437		0,991	2,12	2,10
100							0,383		0,991	1,86	1,84
Betonas C30/37, RH=80%											
28	18250	200	38	80	1,301	2,725	0,488	683,81	0,989	1,73	1,71
35							0,468		0,989	1,66	1,64
50							0,437		0,989	1,55	1,53
100							0,383		0,989	1,36	1,34

Grafinei skaičiavimo rezultatai pateikti 4.6, 4.7 pav.

Armatūros ir betono tamprumo modulio santykis:

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}(t_0)} = \frac{195}{34,4} = 5,67. \quad (4.9)$$

Ekvivalentinio skerspjūvio plotas:

$$A_{eff} = A_c + A_{s,tot} \cdot \alpha_e = 0,4 \cdot 0,4 + 12,56 \cdot 5,67 \cdot 10^{-4} = 0,168 \text{ m}^2. \quad (4.10)$$

Ekvivalentinio skerspjūvio svorio centro padėtis simetriškai armuotai kolonai $z_c = 0,2 \text{ m}$.

Ekvivalentinio skerspjūvio inercijos momentas:

$$I_{eff} \approx \frac{b \cdot h^3}{12} + A_{s1} \cdot b_{s1}^2 + A_{s2} \cdot b_{s2}^2 = \frac{0,4 \cdot 0,4^3}{12} + 6,28 \cdot 10^{-4} \cdot 0,023104 + 6,28 \cdot 10^{-4} \cdot 0,023104 = 2,162 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4. \quad (4.11)$$

Ekvivalentinio skerspjūvio atsparumo momentas:

$$W_{eff} = \frac{I_{eff}}{z_c} = \frac{2,162}{0,2} \cdot 10^{-3} = 10,81 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3. \quad (4.12)$$

Įtempiai betone:

$$\sigma_c = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} + \frac{M_{Ed}}{W_{eff}} = \frac{173,08 \cdot 10^{-3}}{0,168} + \frac{77,20}{10,81} = 8,17 \text{ MPa}. \quad (4.13)$$

Kadangi $\sigma_c = 8,17 \text{ MPa} \leq 0,45 f_{ck}(t_0) = 0,45 \cdot 30 = 13,5 \text{ MPa}$, betono valkšnumo koeficientas gali būti apskaičiuotas supaprastinai iš grafikų (žr. 4.3 lentelę). Valkšniosios deformacijos apskaičiuojamos:

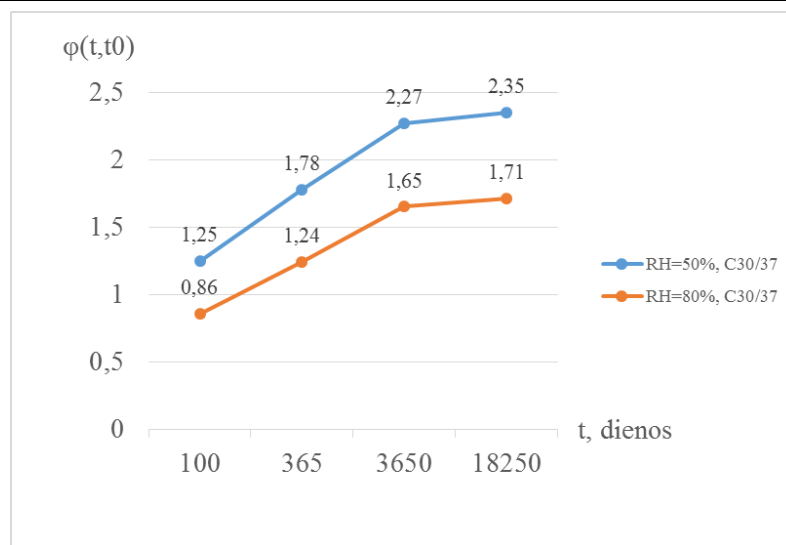
$$\varepsilon_{cc}(\infty, t_0) = \varphi_{(\infty, t_0)} \cdot \frac{\sigma_c}{E_c}; \quad (4.14)$$

čia: $E_c = 1,05 \cdot E_{cm} = 1,05 \cdot 32 = 33,6 \text{ MPa}$;

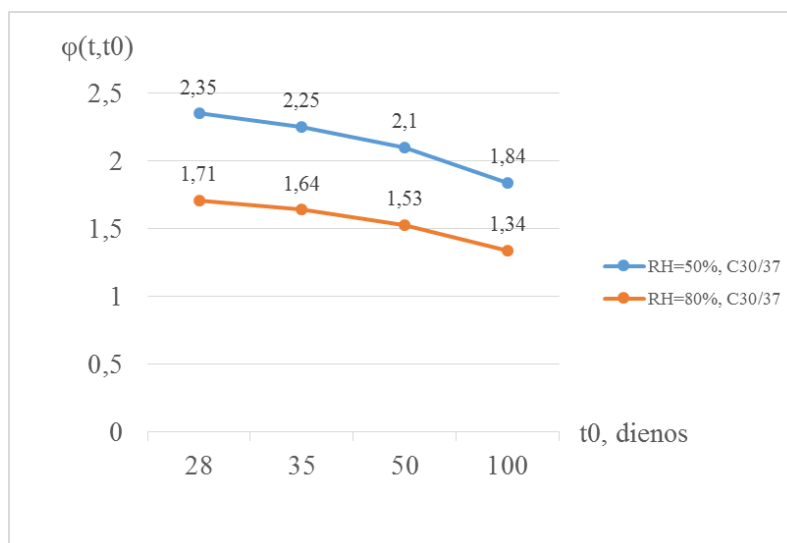
$\varphi_{(\infty, t_0)}$ – valkšnumo koeficientas.

4.3 lentelė. Skaičiavimo rezultatai.

Betono amžius apkrovimo metu t_0 , dienomis	Betono amžius t , dienomis, $t=const$	h_0 , mm	RH, %	$\varphi(\infty, t_0)$		Δ , %	E_c , MPa	σ_c , MPa	$\varepsilon_{cc}(\infty, t_0)$	
				Iš grafikų	Pagal EC2 B priedą				Grafinis	Skaič.
Betonas C30/37, RH=50%										
28	18250	200	50	2,44	2,35	3,83	33,6	8,17	$5,93 \cdot 10^{-4}$	$5,71 \cdot 10^{-4}$
35				2,35	2,25	4,44			$5,71 \cdot 10^{-4}$	$5,47 \cdot 10^{-4}$
50				2,28	2,10	8,57			$5,54 \cdot 10^{-4}$	$5,11 \cdot 10^{-4}$
100				1,94	1,84	5,44			$4,72 \cdot 10^{-4}$	$4,47 \cdot 10^{-4}$
Betonas C30/37, RH=80%										
28	18250	200	80	1,87	1,71	9,36	33,6	8,17	$4,55 \cdot 10^{-4}$	$4,16 \cdot 10^{-4}$
35				1,79	1,64	9,15			$4,35 \cdot 10^{-4}$	$3,99 \cdot 10^{-4}$
50				1,70	1,53	11,1			$4,13 \cdot 10^{-4}$	$3,72 \cdot 10^{-4}$
100				1,42	1,34	5,97			$3,45 \cdot 10^{-4}$	$3,26 \cdot 10^{-4}$



4.6 pav. Valkšnumo koeficiento kreivė kintant nagrinėjamam betono amžiui, t .



4.7 pav. Valkšnumo koeficiento kreivė kintant nagrinėjamam betono amžiui iki kol jis apkraunamas, t_0 .

5. DARBŲ SAUGOS IR APLINKOSAUGOS DALIS

5.1. Bendrieji saugos ir sveikatos reikalavimai

5.1.1. Bendrieji duomenys

Projektuojamas pastatas – autovežių remonto dirbtuvės. Statybos vieta - Išradėjų g. 6, Šiauliuose. Projektuojamas pastatas priskiriamas ypatingų statinių kategorijai. Pastato rodikliai, konstrukcijų aprašymas, bei tūriniai-planiniai sprendimai pateikti magistrinio darbo architektūrinėje dalyje.

Kaimyniniuose sklypuose yra esami komercinės-visuomeninės paskirties statiniai. Esamų kelių danga – asfaltbetonio. Šalia statybos sklypo yra centralizuoti lietaus, vandentiekio, dujotiekio, buitinių nuotekų ir elektros tinklai.

Statybvietėje užsakovas arba statinio statybos valdytojas turi paskirti saugos ir sveikatos koordinatorių, kurio pareigos ir teisės nustatytos taisyklėse [8].

Statybos darbai turi būti vykdomi taip, kad nebūtų padaryta žala kitiems statiniams ir komunikacijoms. Iki pagrindinių statybos darbų pradžios būtina atlikti šiuos paruošiamuosius darbus: įrengti laikinas buitines patalpas; įrengti laikiną statybvietės aptvėrimą, neišeinant už sklypo ribų; tvora įrengiama 2,0 m aukščio su apsauginiu stogeliu, užtikrinant pavojingų zonų ribas ([8] 2 priedas); aptvėrimo laikantys elementai montuojami ant esamo žemės paviršiaus, neįgilinant į gruntą. Ant statybvietės tvoros privalo būti iškabintas informacinis stendas, kuriame nurodoma pagrindinė informacija apie statybos objektą, statytoją, rangovą, projektuotoją; įrengti laikiną įvažiavimą į sklypą projektuojamo įvažiavimo vietoje; pastatyti laikiną konteinerį šiukšlėms, įrengti sandėliavimo aikšteles; iškabinti įspėjamuosius ir draudžiamuosius ženklus.

Atliekant statybos darbus privalu laikytis visų saugos reikalavimų ir nurodymų atitinkamuose taisyklėse [8] ir [4]. Ypatingą dėmesį būtina atkreipti į tai, kad: pašaliniai asmenys nepatektų į statybvietę; pavojingos zonos būtų pažymėtos įspėjamaisiais ir draudžiamaisiais ženklais, o darbo vietos būtų gerai apšviestos; duobės ir tranšėjos žmonių judėjimo vietose būtų aptvertos ir pažymėtos gerai matomais ženklais; kasamų duobių ir tranšėjų šlaitų nuolydžiai atitiktų [8] reikalavimus; keliamų krovinių užkabinimas bei perkėlimas būtų atliekamas patikima, patikrinta ir išbandyta įranga; kėlimo mechanizmai nebūtų perkrauti [15]; šalia tvoros gaminiai nebūtų pakeliami aukščiau kaip 2 m nuo žemės paviršiaus; iki statybos darbų pradžios būtų parengtas darbų vykdymo projektas (technologinis projektas); žemės darbai prie esamų inžinerinių tinklų ir kitų statinių būtų vykdomi rankiniu būdu ir

dalyvaujant atitinkamų žinybų atstovams; darbininkai būtų aprūpinti specialia apranga ir individualiomis apsaugos priemonėmis; aikštelėje būtų vaistinė su tvarsčiais, pirmosios pagalbos priemonėmis ir komplektų būtiniausių vaistų; darbo zonoje darbininkai dirbtų su apsauginiais šalmais.

Darbuotojai instruktuojami darbo vietoje bei papildomai siunčiant į apmokymus (jeigu to reikia). Darbų vadovas privalo supažindinti darbuotojus su būtinomis saugos ir sveikatos priemonėmis ir instruktavimą įforminti paskyroje – leidime. Buitinėse patalpose turi būti numatoma vieta, kurioje būtų galimybė suteikti pirmąją medicinos pagalbą nukentėjusiam darbininkui.

Darbo aukštyje saugos priemonės numatytos taisyklėse [8]. Statybines atliekas iš statomų statinių reikia nuleisti žemyn uždalais latakais, vamzdžiais, dėžėse - konteineriuose ar panašiais nepavojingais būdais. Mesti statybines atliekas be latakų ar kitų priemonių leidžiama iš ne didesnio kaip 3 m aukščio. Vieta, į kurią metamos šiukšlės, turi būti aptverta. Priemonės, skirtos darbo vietai paaukštinti, turi būti stabilios, turėti lygų darbo paviršių be didesnių kaip 5 mm plyšių. Jei jos aukštesnės kaip 1,3 m - privalo turėti aptvarus, apaugančius darbuotojus ir daiktus nuo kritimo. Įrengiant arba ardant kolektyvines saugos priemones turi būti naudojami saugos diržai, patikimai pritvirtinti prie specialių tvirtinimo įtaisų ar statinio konstrukcijų. Jei darbai atliekami didesniame kaip 5 m aukštyje nuo žemės paviršiaus, perdengimo arba darbo pakloto, kai pagrindinė priemonė, apsaugojanti nuo kritimo, yra saugos diržas, darbuotojai privalo turėti aukštalipio kvalifikaciją. Naujus darbuotojus, atliekančius aukštalipio darbus, vienerius metus turi prižiūrėti patyrę darbuotojai, paskirti darbdavio įsakymu ar kitu tvarkomuoju dokumentu.

Darbų vykdymui pavojingose zonose, kuriose nuolat veikia ar gali veikti (atsirasti) rizikos veiksniai, nepriklausantys nuo atliekamų darbų pobūdžio, turi būti išduota paskyra-leidimas. Objekte skiriamos šios pavojingos zonos: vietos šalia statomų statinių ir montuojamų konstrukcijų ar įrenginių; virš kurių atliekami konstrukcijų ar įrenginių montavimo darbai; virš kurių kroviniai keliami ir transportuojami kėlimo kranais; kuriuose juda mašinos ar jų dalys, darbo organai.

Statybos metu darbuotojai gali susidurti su šiais pavojais:

- krovinių tvarkymas rankomis, pasikartojantys rankų judesiai ir pan.;
- triukšmas, vibracija;
- cheminės medžiagos, dulkės;
- biologinės medžiagos.

Darbuotojų apsaugai nuo šių veiksmų bus taikomos asmeninės ir kolektyvinės saugos priemonės. Darbuotojai priklausomai nuo atliekamų darbų pobūdžio bus aprūpinami tokiais saugos priemonėmis kaip: apsauginis šalmas; apsauginiai batai su dūriams atspariu padu; veido skydeliai ar uždangalai, apsauginiai akiniai; respiratoriai, ausų apsaugos priemonės – garsą slopinančios ausinės; apsauginiai drabužiai, pirštinės; saugos diržai; šviesą atspindintys drabužiai (atliekant darbus tamsiu paros metu); apsauginės virvės ir kt.

Statybos darbai bus atliekami šiltuoju metų laikotarpiu. Pagal [13] dalis darbų patenka į vidutinio sunkumo IIb, o dalis į sunkius III kategorijos darbus.

Pavojingos cheminės medžiagos ir preparatai, kurios yra sprogstamosios, oksiduojančios, labai degios, degios, labai toksiškos ir kitos laikomos tinkamoje, užrakintoje vietoje.

Netinkamai sandėliuojamos statybinės medžiagos ir gaminiai gali sukelti gaisrą ar sprogimą, todėl statybvietėje įrengiamas priešgaisrinis stendas (skydai su ABC tipo gesintuvais ir kitais gaisro gesinimo įrankiais). Aikštelėje turi būti reikiami užrašai, įspėjamieji ženklai, instrukcijos apie priešgaisrinius reikalavimus šioje statybvietėje. Rangovas ekstremalių situacijų atveju turi paruošti dirbančiųjų žmonių evakuacijos planą bei jį iškabinti gerai matomoje vietoje.

Atsižvelgiant į objekte planuojamą vykdyti veiklą – autovežių ir sukvėžimų remonto darbai, sanitarinė apsaugos zona (toliau SAZ), neatliekant aplinkos poveikio visuomenės sveikatai vertinimo, pagal taisyklių Nr. V-586 priedą – nustatoma SAZ 50 m (taršos rūšis – cheminė, fizikinė).

5.1.2. Darbo aplinkos profesinės rizikos veiksniai ir jų šaltiniai

Kadangi projektuojamam pastatui atliekami įvairūs statybos darbai, tai siekiant sumažinti tiriamųjų darbų apimtį, įvertinsime tik vieną pasirinktą darbą, t.y. nagrinėsime darbo vietą, kiaurymėtojų perdangos plokščių VPL montavimo metu. Darbo vietoje naudojama mechanizmų (krano, betono siurblio, giluminio vibratoriaus) bei darbininkų (žmonių) darbo jėga.

Kiaurymėtojų VPL plokščių montavimas atliekamas pagal plokščių gamintojų, norminių dokumentų, taisyklių ir rekomendacijų reikalavimus. Kadangi darbai bus vykdomi aukštyje darbuotojai privalo būti išklause plokščių montavimo instrukcijų bei turėti aukštalipio pažymėjimą. Plokščių montavimo darbai bus atliekami šiltuoju metų laikotarpiu.

Rizikos vertinimas atliekamas pagal Profesinės rizikos vertinimo Nr. 126-6350 nuostatas.

5.1 lentelė. Fizikinių veiksmų sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas.

Veiksmų, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo vietos šiluminė aplinka (sunkus fizinis darbas lauke)	Veikia karštis, šaltis, skersvėjis ir drėgmė. Poveikio trukmė nepastovi, priklausanti nuo aplinkos veiksmų (lauko oro temperatūros) Vėdinimas natūralus. Pagal [13] leidžiama oro temperatūra 15-26 ⁰ C, oro santykinis drėgnumas 75% (prie 24 ⁰ C temperatūros ir žemiau), oro judėjimo greitis 0,2-0,6 m/s.		×		×
Triukšmas	Pagrindinis triukšmo šaltinis kranas, betono siurblys bei giluminis vibratorius. Triukšmo poveikis viršys norminę vertę $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB (A)}$ [6]		×		×
Vibracija, darbas su vibruojančiais įrankiais, vibraciją keliančios mašinos	Didelis vibracijos intensyvumas, kol veikia betono siurblys ir giluminis vibratorius. Viršijama norminė reikšmė 0,5 m/s ² per darbo dieną [7]		×		×

5.2 lentelė. Fizinį veiksmų sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas.

Veiksmų, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų *	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Besisukančios ar judamos mašinų dalys	Judanti betono siurblio „kriaušė“ tinkamai apsaugota; pavojinga zona atitveriama.	×		×	
Pjovimo įrankiai (rankiniai ir mechaniniai)	Įrankių apsaugos konstrukcija tinkama	×		×	
Transportavimo įranga, kranai, liftai ir kt.	Darbuotojui gresia pavojus būti sužalotam avarijos atveju užkritis transportuojamam kroviniui-plokštei		×		×
Transporto ir priėjimo keliai, pastoliai, kopėčios ir kt.	Dalis darbų bus vykdoma aukštyje, todėl darbuotojams yra galimas pavojus nukristi nuo jau sumontuotų perdangos plokščių arba jas montuojant		×		×
Karštos medžiagos ir/ar paviršiai	Karštų medžiagų ar paviršių montuojant plokštes nebus	×			×
Medžiagų išmetimas (pvz., užmonolitinant-įkarduojant plokštes), ruošinių išmetimas	Montuojant plokštes, statybinių atliekų nesusidarys arba susidaręs kiekis bus minimalus. Pavojus žemiau esantiems darbininkams minimalus	×		×	
Elektros įtampa	Izoliacija, įnulinimas ir įžeminimas tinkamas	×		×	
Darbo vietos priešgaisrinis parengimas	Yra tinkami evakuaciniai išėjimai, durys, tinkamai pažymėti evakuaciniai keliai. Yra numatytos gaisrinės saugos priemonės (priešgaisrinis stendas)	×		×	

5.3 lentelė. Ergonominių ir psichosocialinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas.

Veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo sunkumas (Dinaminis darbas)	Darbo galia iki 1040 kJ/h (sunkus fizinis darbas), vienkartinio keliamo krovinio masė 20 kg		×		×
Pastangų dydis, judinant valdymo įrangą	Pastangų dydis iki 9,0 kg		×		×
Darbo poza	Darbas nelaisvas aukštoje apribotoje erdvėje, pamainos laiko dirbant nepatogioje pozijoje dalis		×		×
Judėjimo atstumas darbo aplinkoje	Vaikščiojimai, susiję su plokščiu montavimu 0,7 km	×		×	
Darbo įtampa (dėmesys)	Vienu metu stebimas plokštės transportavimas kranu pagalba. Stebimų objektų skaičius mažas, koncentravimo trukmė didelė	×		×	
Darbo įtampa (Regos ir klausos analizatoriai)	Stebimas objektas - kranas. Objektas didelis. Bendravimas tarp kranu mašinisto ir darbuotojų-montuotojų gestais bei netiesioginiais verbaliniais signalais (radijo ryšio pagalba)	×		×	
Darbo emocinė įtampa	Darbas pagal nustatytą grafiką, lydimas pavojų, asmeninės rizikos, atsakomybės už kitų asmenų saugumą	×		×	

5.2. Profesinės rizikos vertinimas

Nustatant didelės rizikos sritis, kuriose reikia imtis priemonių užtikrinant saugą ir sveikatą, rizikos dydį galima kiekybiškai apskaičiuoti ir įvertinti pasinaudojant Danijoje taikoma metodika - priskiriant pavojui, traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybei ir pasekmėms balus nuo 1 iki 3.

Paprasčiausias būdas apskaičiuoti rizikos dydį balais yra panaudoti formulę:

$$RD = PD \cdot T \cdot P, \quad (5.1)$$

čia: RD – rizikos dydis; PD – pavojaus dydis; T – traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė; P – pasekmės.

Skaičiavimo rezultatai pateikti 5.4 lentelėje.

5.4 lentelė. Rizikos nustatymo duomenų lapas.

Veikla	Pavojai	Taikomos saugos priemonės	PD	T	P	RD
Darbas lauke veikiant aplinkos šiluminiais veiksniais	Fizikiniai	Naudojamos asmeninės apsaugos priemonės, daromos darbo pertraukėlės, vartojamas pakankamas kiekis skysčių	1	1	1	1
Plokščių kėlimo-transportavimo darbai	Fiziniai	Plokščių kėlimo darbai vykdomi griežtai laikantys taisyklių; po pakeltų krovinų darbininkai nestovės; pavojinga kranų veikimo zona bus aptverta įspėjamosiomis juostomis; darbininkai tinkamai aprūpinti asmeninėmis saugos priemonėmis; darbui aukštyje taikomos tinkamos kolektyvinės apsaugos priemonės; kėlimo ir stropavimo įranga reguliariai tikrinama	2	1	1	2
Plokščių montavimas (pastatymas į projektinę padėtį)	Fiziniai, ergonominiai	Naudojamos asmeninės ir kolektyvinės apsaugos priemonės; daromos darbo pertraukėlės	3	1	1	3
Monolitinių perdangos intarpų įrengimas (klojinių įrengimas, armatūros karkaso įrengimas), plokščių sandūrų, siūlių armavimo darbai, armatūros surišimas su monolitinės perdangos intarpais	Fiziniai, ergonominiai	Naudojamos asmeninės ir kolektyvinės apsaugos priemonės; daromos darbo pertraukėlės, naudojami tinkamai paruošti ir patikrinti darbo įrankiai	1	1	1	1
Betonavimo darbai naudojant betono siurblių ir giluminių vibratorių	Fiziniai ergonominiai	Naudojamos asmeninės ir kolektyvinės apsaugos priemonės (šalmai, tinkami darbo drabužiai, garsą slopinančios ausinės, pirštinių mažinančios vibracijos poveikį); daromos darbo pertraukėlės, naudojami tinkamai paruošti ir patikrinti darbo įrankiai bei įranga.	2	1	1	2

5.5 lentelė. Rizikos priimtumo nustatymo schema.

Rizikos dydis	Rizikos priimtumas
Labai maža rizika (1)	Priimtina
Maža rizika (2-3)	Toleruotina
Vidutinė rizika (4-8)	
Didelė rizika (9-12)	
Labai didelė rizika (daugiau kaip 12)	Nepriimtina

Atlikus rizikos vertinimą nustatėme, kad rizikos dydis balais svyruoja nuo 1 iki 3 balų (žr. 5.4 lentelę). Pagal 5.5 lentelę toks rizikos priimtumas yra toleruotinas, todėl nereikia jokių papildomų rizikos mažinimo ar šalinimo priemonių. Darbo vietoje ir toliau turi būti užtikrinamas tinkamas esamų rizikos mažinimo priemonių veikimas.

6. TECHNOLOGINĖ-EKONOMINĖ DALIS

6.1. Bendrieji duomenys

Technologinėje projekto dalyje pateiksime vienos iš apskaičiuotos konstrukcijos montavimo ir įrengimo eigą. Tam tikslui sudarome gelžbetoninių kolonų technologinę kortelę (žr. brėžinį Nr. 8).

Kolonų montavimui, bus reikalingas savaeigis kranas. Savaeigį kraną parinksime pagal [10] 1148-1151 puslapyje pateiktą metodiką. Krano parinkimo skaičiavimai pateikti 5 priede.

Ekonominėje projekto dalyje pateiksime apskaičiuotų laikančių konstrukcijų sustambintą lokalinę sąmatą (žr. 8 priedą). Sąmata sudarysime pasinaudojant sąmatų sudarymo programa „ProSama 5g“. Medžiagų kiekių žiniaraščiai pateikti brėžiniuose. Sąmata sudarome šiems darbams:

- 1) pamatų įrengimas (gręžtiniai poliai, pamatinės sijos, rostverkai);
- 2) laikančio karkaso įrengimas (kolonos, perdangos plokštės, rėmsijos, pokraninė sija);
- 3) denginio konstrukcijų įrengimas (santvaros, denginio plokštės, stogo ryšiai).

6.2. Technologinės kortelės paskirtis

Technologinė kortelės skirta surenkamų gelžbetoninių kolonų montavimo darbams atlikti. Kolonos montuojamos tarp ašių 1-14xA-E. Darbai bus vykdomi šiltuoju metu laikotarpiu. Kolonos montuojamos ant rostverkų RK-1, RK-3 sujungiant įinkariniais varžtais.

6.3. Technologinio proceso aprašymas

6.3.1. Gaminių patikrinimas statybvietėje

Į statybvietę atkeliaujančios kolonos turi būti pažymėtos specialia, standartų reikalavimus atitinkančioje, etikete. Joje pateikiama informacija: gaminio pavadinimas ir identifikacijos numeris, kliento/objekto pavadinimas, sutarties identifikacinis numeris, geometriniai matmenys, svoris, pagaminimo data, kokybės kontrolės tarnybos žyma. Visų atvežtų gaminių kokybė tikrinama prieš iškrovimą ir/ar jo metu. Už nepatikrintas ir netinkamai sandėliuojamas konstrukcijas atsako darbus vykdantis rangovas. Tikrinant gaminių geometrinius matmenis, vadovautis darbo brėžiniais ir prie sutarčių pridedamomis gaminių gamybos leistinių nuokrypų lentelėmis. Apžiūrint gaminius vizualiai būtina turi būti įsitikinamą, kad jie neturi pažeidimų, galinčių atsirasti krovimo ar pervežimo metu. Pastebėjus neatitikimus ar pažeidimus, apie juos būtina informuoti statybos vadovą ir gamintojo atstovą (projekto vadovą) bei tai įforminti raštu. Gamintojas turi nedelsiant imtis visų veiksmų būtinų neatitikimams pašalinti, tačiau pretenzijos

dėl gaminių pažeidimų priimamos tik tada, kai jos užfiksuotos iki iškraunant gaminį iš transporto priemonės.

6.3.2. Iškrovimas, kėlimas, tarpinis sandėliavimas

Kolonos iškraunamos iš transporto priemonės dvišakiais stropais, kurių kėlimo galia atitinka kolonos svorį. Keliant gaminį, kampas tarp stropo šakų turi būtų $<90^\circ$. Kolonos sandėliuojamos ant lygaus tvirto pagrindo, atramas dedant dvejuose rėmimo taškuose, po kėlimo kilpomis. Kolonos laikinai sandėliuojamos, šalia montavimo vietos. Jas iškraunant montavimo kiauromė (kėlimo įrangai prakišti per koloną) turi būtų horizontalioje padėtyje, kad koloną iš sandėliavimo vietos galėtume iškart kelti į vertikalią padėtį.

6.3.3. Kolonos kėlimas į vertikalią (projektinę) padėtį

Prieš keliant koloną į projektinę padėtį, turi būti nupjaunamos iškėlimui iš transporto priemonės skirtos kilpos, užtaisyti jų vietas. Ryškiu 1÷2 mm storio spalvotu markeriu ant ruošiamos kelti kolonos būtina pažymėti jos vertikalias ašis. Ašių pažymėjimas reikalingas tam, kad montavimo metu būtų galima patikrinti kolonos vertikalumą teodolitu. Ašis reikia pažymėti mažiausia dviejose statmenose šoninėse kolonos plokštumose, tiek kolonos apačioje, tiek viršuje. Kolonų kėlimą į projektinę padėtį vykdyti specialia pusiau automatine traversa. Traversa parenkama priklausomai nuo kolonos svorio ir jos skerspjūvio matmenų. Traversa atkabinama nuo žemės, specialiai tam skirta virve. Atkabinti galima tik tuomet, kai kolona užfiksuota ant inkarinių varžtų veržlėmis ir sureguliuotas jos vertikalumas.

6.3.4. Montavimas, reguliavimas, laikinas fiksavimas, betonavimas

Prieš kolonų montavimą būtina, iš pamatus įrengusios įmonės ar užsakovo atstovų, priimti atliktų darbų kontrolines geodezines nuotraukas, ašių sužymėjimą ant pamatų ir patikrinti, ar tiksliai įbetonuoti inkariniai varžtai. Po to ant inkarinių varžtų užsukamos veržlės ir uždedamos poveržlės. Nivelyru nustatomos projektinės kolonų apačios altitudės (poveržlių viršaus altitudės). Tarpas tarp pamato viršaus ir kolonos pado tipiniame mazge turėtų likti apie 50 mm \pm 10 mm. Kolonos užmaunamos ant varžtų ir pastatomos ant apatinėmis veržlėmis išlygintų poveržlių, sureguliuojamos pastato ašių atžvilgiu, fiksuojamos uždėdant viršutines poveržles ir užsukant veržles. Prieš veržlių užsukimą, kolonos vertikalumas apytiksliai patikrinamas 2 m gulsčiu. Galutinis kolonos vertikalumo patikrinimas ir reguliavimas atliekamas naudojant teodolitą, statant jį dvejose padėtyse 90° viena kitos ir kolonos atžvilgiu. Vertikalumas koreguojamas reguliuojant atraminių veržlių aukštį. Koloną suregulius į projektinę padėtį, užveržiamos inkarinių varžtų veržlės 0,25 kNm jėga. Kolonos iki 8 m aukščio neišramstomos atramomis. Aukštesnės kolonos (trijų ir daugiau pastato aukštų) privalo būti

paremtos inventorinėmis atramomis iki tol, kol bus sumontuoti pirmo aukšto remsijos ir perdangos. Jų tvirtinimo aukštis turi būti toks, kad netrukdytų tolimesnei gaminių montavimo eigai. Iki sijų ar remsijų montavimo pradžios turi būti užbetonuotas kolonos ir pamato sandūros. Mazgo monolitinis atliekamas naudojant nesitraukiantį smulkiagrūdį betoną, kurio stipris gniuždant yra ne mažesnis nei kolonos betono. Šiam tikslui naudojamas montažinis mišinys "Cerezit CX15", "Vetonit 600/3", "Vetonit 1000/3" arba analogiškus kitų gamintojų mišinius. Remsijos ar sijos montuoti leidžiama tuomet, kai kolonos ir pamato sandūros betonas pasiekia 70% stiprumo gniuždant. Aplink kolonos padą turi būti surinkamas atitinkamas klojinis. Klojinio matmenys priklauso nuo kolonos skerspjūvio ir kitų projektinių reikalavimų. Kolonos ir pamato sandūros mazgas, betonuojamas 40÷50 mm platesnis už koloną dviem priešingom arba visomis keturiomis kryptimis, o jo aukštis 20 mm aukštesnis už kolonos tvirtinimo detalės nišą.

6.4. Darbų sauga

Visi iškrovimo, sandėliavimo, montavimo darbai turi būti organizuoti vadovaujantis šiais darbų saugą reglamentuojančiais dokumentais:

- a) DT8-00 „Kėlimo kranų saugaus naudojimo taisyklės“
- b) DT5-00 „Saugos ir sveikatos taisyklės statyboje“.

Kolonas montuojantys darbininkai turi būti išklause montuotojų darbų saugos instrukciją, turėti montuotojų ir prikabinėtojų pažymėjimus, bei žinoti visus aukščiau išvardintus technologinės kortelės punktus. Stebėti ir užtikrinti, kad į montavimo zoną nepatektų pašaliniai asmenys ar technika, galinti užkliudyti laikinus kolonų išramstymo įrenginius. Iškrovimui ir kėlimui į projektinę padėtį, naudoti kolonos svorį ir gabaritus atitinkančią inventorinę įrangą.

6.5. Mechanizmai, medžiagos bei naudojama įranga

6.1 lentelė. Asmeninės darbininkų apsaugos priemonės.

Eil. Nr.	Pavadinimas ir techninės charakteristikos	Kiekis	Mato vnt.
1.	Statybiniai šalmai	3	vnt.
2.	Specialios darbo pirštinės	6	vnt.
3.	Batai su apsaugomis	3	vnt.
4.	Statybiniai šalmai	3	vnt.

6.2 lentelė. Medžiagos ir konstrukcijos.

Eil. Nr.	Pavadinimas ir techninės charakteristikos	Kiekis	Mato vnt.
1.	G/B kolona KL-1 400x400 mm, L=7750 mm	12	vnt.
2.	G/B kolona KL-2.1 400x400 mm, L=8600 mm	4	vnt.
3.	G/B kolona KL-2.2 400x400 mm, L=9200 mm	2	vnt.
4.	G/B kolona KL-3 400x400 mm, L=7750 mm	14	vnt.

5.	G/B kolona KL-4 400x400 mm, L=10090 mm	14	vnt.
6.	Skiedinys "Weber Vetonit jb 600/3"	0,81	m ³
7.	Veržlės EB 14399-4 M24	368	vnt.
8.	Mediniai lentų klojiniai betonavimui (įnkarnių varžtų užmonolitinimas)	27,60	m ²

6.6. Leistini nuokrypiai

6.3 lentelė. Surenkamų gelžbetoninių konstrukcijų leistini nuokrypiai.

Eil. Nr.	Nagrinėjimas nuokrypis	Ribinė reikšmė
1.	a = atstumas nuo pastato ašies regimai sunkiai pastebimuose vietose architektūriškai svarbiose vietose	±15 mm ±10 mm
2.	b = viršaus altitudės nuokrypis nuo projektuojamos maksimaliai žemyn maksimaliai aukštyn	15 mm 10 mm
3.	c = atramos altitudės nuokrypis nuo projektuojamos maksimaliai žemyn maksimaliai aukštyn	15 mm 10 mm
4.	d = maksimalus nuokrypis nuo statmens (elemento aukštis konstrukcijoje ≤ 30m)	25 mm
5.	e = nuokrypis nuo statmens bet kokioje 3m aukščio atkarpoje	10 mm
6.	f = maksimalus pasistūmimas nuo projektuojamo krašto architektūriškai svarbiose vietose regimai sunkiai pastebimose vietose	15 mm 10 mm
Inkarniniai varžtai		
7.	horizontalia kryptimi	±3 mm
8.	varžtų grupės horizontalia kryptimi	±10 mm
9.	inkarninių varžtų viršaus altitudės	≤15 mm

6.7. Darbo sąnaudų skaičiavimas

Pagal atliktą lokalinę sąmata (žr. 8 priedą) apskaičiuojame darbo sąnaudas kolonų montavimui žr. 6.4 lentelę. Kalendorinis grafikas kolonų montavimui pateiktas brėžinyje Nr. 8.

6.4 lentelė. Kolonų montavimo darbo sąnaudos.

Eil. Nr.	Darbo pavadinimas	Kiekis	Mato vnt.	Darbo sąnaudos			Žmonių skaičius	Trukmė d.d
				Norma	Žm./val.	Darbo dienos		
1.	Kolonų montavimas	46	vnt.	6.20	285.20	35.65	3	12
2.	Klojinių iš medinių lentų įrengimas	0.276	100 m ²	137.00	37.81	4.73	3	2

7. IŠVADOS

1) Projektuojamas pastatas suprojektuotas pagal galiojančius teises aktus ir atitinka esminius statinio reikalavimus.

2) Pastate naudojamas tiltinis kranas ZLK 5x23500. Pokraninė sija PKR-1 suprojektuota nuo dviejų kranų apkrovos ir tenkina ekonomiškumo kriterijus (žr.: 3.2 lentelę).

3) Plieninės santvaros tinkliuko elementų parinkimui didelę įtaką turi konstrukciniai reikalavimai bei priimtas viršutinės bei apatinės juostos skerspjūvis. Skaičiuojant plieninę santvarą (žr. 3.5 skyrelį), norint optimizuoti skerspjūvius ir gauti racionalią k-ją, t.y. kad santvara atitiktų visus eksploataavimo reikalavimus; kad kiekvienas santvaros elementas būtų apkrautas pagal jo atlaikymo galią; kad kuo mažiau būtų neapkrautų arba mažai apkrautų elementų, turime įvertinti profiliuoto pakloto (apkrovos laikančių lakštų) kaip „standaus disko“ darbą.

4) Atsižvelgiant į pastato dydį ir konstrukcijų tipą, dalis konstrukcijų gali būti surenkamų ir parenkamų pagal gamintojų sudarytas laikomosios galios lenteles. Pagrindinis tokio tipo projektavimo pliusas yra tas, kad sutaupome laiko skaičiuojant konstrukcijas ir sudarant tokių konstrukcijų darbo brėžinius. Pagrindinis tokio tipo projektavimo minusas yra tas, kad ne visuomet galime parinkti optimalų konstrukcijų variantą pagal veikiančias apkrovas, t.y. konstrukcijos gali būti nepilnai išnaudojamos. Kadangi projektuojamas pastatas sąlyginai nėra didelis, tai pastato perdangos plokštės ir rėmsijos buvo parinktos pagal gamintojų katalogus. Esant dideliems pastatams, kur surenkamų konstrukcijų skaičius didelis, turėtume konstrukcijas optimizuoti ir projektuoti individualiai pagal veikiančią apkrovą.

5) Suprojektuota ekscentriškai gniuždoma kolona KL-1, tenkina ekonomiškumo kriterijus.

6) Pagal statinio zondavimo duomenys pagal gręžinį Nr.: 5, suprojektuoti gręžtiniai CFA tipo poliniai pamatai.

7) Tiriamojoje dalyje iš atliktų skaičiavimų, matome, kad kuomet betono neveikia didesni kaip $0,45 f_{ck}(t_0)$ gniuždomieji įtempiai valkšnumo įtaką galime įvertinti grafiškai su mažesniu tikslumu, taip sumažinant skaičiavimų apimtį. Nustatyto valkšnumo koeficiento vertė grafiniu ir EC2 B priedo skaičiavimo būdu skyrėsi 3,83-11,1%.

8) Didinant betono amžių apkrovimo metu (didinant t_0) valkšnumo koeficiento reikšmė mažėja. Mažinant betono amžių dienomis (nagrinėjamam laikotarpiui t) valkšnumo koeficiento vertė mažėja.

9) Didėjant aplinkos drėgnei RH betono valkšnumas mažėja.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. BALEVIČIUS, R., JOKŪBAITIS, V., ZAMBULIONIS, D. *Vienaukščio pramoninio pastato gelžbetoninių kolonų ir pastatų projektavimas*. Vilnius, 2011. ISBN 978-9955-28-887-9.
2. *Betono susitraukimas ir valkšnumas* [interaktyvus]. [žiūrėta 2015 m. gruodžio 10 d.]. Prieiga per internetą: < <http://iti.vgtu.lt/imitacijosmain/wuc3.aspx> >.
3. CYPINAS, Igoris. *Rėminių konstrukcijų netiesinė analizė*. Kaunas, 1997. ISBN 9986-13-596-6.
4. *Darboviečių įrengimo statybvietėse nuostatai*. Valstybės žinios, 2008-01-24, Nr.: 10-362.
5. *Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsauginėmis priemonėmis nuostatai*. Valstybės žinios, 2007, Nr. 123 -5055.
6. *Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai*. Valstybės žinios, 2005, Nr.53-1804
7. *Darbuotojų apsaugos nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatai*. Valstybės žinios, 2004, Nr.41-1350
8. *Darbuotojų saugos ir sveikatos taisyklės statybvietėje. DT 5-00*. Valstybės žinios 2011. Nr. 77-3785.
9. GAILIUS, Rolandas. *Logistikos centras „Autoarena“ Išradėjų g. 6, Šiauliuose statybos inžinerijos bakalauro darbas* [interaktyvus]. Šiauliai, 2013 [žiūrėta 2015 m. lapkričio 1 d.]. Prieiga per internetą: <http://vddb.laba.lt/obj/LT-eLABa-0001:E.02~2013~D_20130801_125236-22820>. ETD 20130614-164651.
10. GAJAUSKAS, Julius, et al. *Pastatų konstruktoriaus ir statybininko žinynas*. Vilnius: Naujasis lankas, 2009. ISBN 978-9955-03-565-7.
11. GHALI, A., FARVE, R., ELBADRY, M. *Concrete structures: stresses and deformations*. London, 2002. ISBN 0-415-24721-7
12. GRASER, E., KRAEMER, U. *Kriechen von Beton unter hoher zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung*. Berlin, 1985. ISBN 3433013586
13. HN 69:2003. *Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametų norminės vertės ir matavimo reikalavimai*. Valstybės žinios, 2004, Nr. 45-1485.
14. KAKLAUSKAS, G., BAČINKAS, D., ZAMBLAUSKAITĖ, R. *Gelžbetoninių elementų deformacijos. Mokomoji knyga*. Kaunas, 2006. ISBN 9986-13-596-6.
15. *Kėlimo kranų naudojimo taisyklės*. Valstybės žinios, 2010-09-23, Nr. 112-5717.

16. LAKIŪNAS, Gediminas. *Pramoninio pastato metalinės konstrukcijos*. Kaunas, 1989. UDK 624.014.
17. LR aplinkos ministro 2007 m. gruodžio 21 d. įsakymas. *Dėl atskirųjų rekreacinės paskirties želdynų plonų normų ir priklausomųjų želdynų normų (plotų) nustatymo tvarkos aprašo patvirtinimo pakeitimo*. Valstybės žinios, 2014, Nr. D1-36.
18. LR Statybos įstatymas. Valstybės žinios, 2015, Nr. 32-788.
19. LST EN 1991-1-1:2004. *Eurokodas 1. Poveikiai konstrukcijoms. 1-1 dalis. Bendrieji poveikiai. Tankiai, savasis svoris, pastatų naudojimo apkrovos*. Vilnius, 2004. 34 p.
20. LST EN 1992-1-1:2005. *Eurokodas 2. Gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. 1-1 dalis. Bendrosios ir pastatų taisyklės*. Vilnius, 2005. 232 p.
21. LST EN 1993-1-1:2005+AC:2006. *Eurokodas 3. Plieninių konstrukcijų projektavimas. 1-1 dalis. Bendrosios ir pastatų taisyklės*. Vilnius, 2007. 102 p.
22. LST EN 1993-1-8:2005+AC:2006. *Eurokodas 3. Plieninių konstrukcijų projektavimas. 1-8 dalis. Mazgų projektavimas*. Vilnius, 2007. 134 p.
23. LST EN 1997-1:2006. *Eurokodas 7. Geotechninis projektavimas. 1 dalis. Pagrindinės taisyklės*. Vilnius, 2006. 138 p.
24. MACKEVIČIUS, Povilas. *Statramsčio poveikis bendram santvaros darbui*. [interaktyvus]. 2008, 177-187 [žiūrėta 2015 m. rugsėjo 7 d.]. Prieiga per internetą: <http://leidykla.vgtu.lt/conferences/Statyba_2008/PDF/177-187_Mackevicius.pdf>.
25. MARČIUKAITIS, Gediminas. *Iš anksto įtemptas gelžbetonis*. Vilnius, 2012. 297 p. ISBN 978-609-457-179-4.
26. MEDVIECKAS, J., SLYŽYTĖ, D. *Geotechnikos kursinio projekto metodikos nurodymai: mokomoji knyga*. Vilnius, 2010. ISBN 978-9955-28-753-7.
27. MOGILNICKIJ, Edgar. *Betoninių ir gelžbetoninių elementų betono įtempių relaksacijos dėl tiesinio valkšnumo skaitinė analizė* [interaktyvus]. Vilnius, 2012 [žiūrėta 2015 m. gruodžio 12 d.]. Prieiga per internetą: <http://vddb.library.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2012~D_20120723_105605-79936/DS.005.0.01.ETD>. ETD VGTU-nmfbndbovdp-20120614-111149.
28. MOSLEY, B., BUNGEY, J., HULSE, R. *Reinforced Concrete Design to Eurocode 2*. London, 2007. ISBN-13 978-0-230-50071-6.
29. PALAUSKAS, J., KVEDARAS A. *Metalinės konstrukcijos*. Vilnius, 1977. UDK 624.014.

30. Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento prie Vidaus reikalų ministerijos 2010 m. gruodžio 7 d. įsakymas. *Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai*. Valstybės žinios 2014, Nr.: 1-2.
31. RSN 156-94. *Statybinė klimatologija*. Valstybės žinios 2002, Nr.: 96-4230.
32. STR 1.01.08:2002. *Statybą leidžiantys dokumentai*. Valstybės žinios, 2013, Nr. 94-4715.
33. STR 1.01.09:2003. *Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį*. Valstybės žinios, 2009, Nr. 35-1350.
34. STR 1.05.06:2010. *Statinio projektavimas*. Valstybės žinios, 2010, Nr. 115-5902.
35. STR 1.07.01:2010. *Statybą leidžiantys dokumentai*. Valstybės žinios, 2010, Nr. 116-5944.
36. STR 1.11.01:2010. *Statybos užbaigimas*. Valstybės žinios, 2010, Nr. 116-5947.
37. STR 2.03.01:2001. *Statiniai ir teritorijos. Reikalavimai žmonių su negalia reikmėms*. Valstybės žinios, 2010, Nr. 52-2582.
38. STR 2.05.04:2003. *Poveikiai ir apkrovos*. Valstybės žinios, 2003, Nr. 233.
39. STR 2.05.05:2005. *Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas*. Valstybės žinios, 2005.01.26, Nr. 17-550.
40. STR 2.05.08:2005. *Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos*. Valstybės žinios, 2005, Nr. 28-895.
41. STR 2.05.08:2005. *Praktinio taikymo vadovas 6 priedas. Medžiagos. Elementų skaičiavimas*. Valstybės žinios, 2006, Nr. 1-4.
42. STR 2.05.08:2005. *Praktinio taikymo vadovas 6 priedas. Medžiagos. Elementų skaičiavimas*. Valstybės žinios, 2006, Nr. 1-4.
43. STR 2.05.08:2005. *Praktinio taikymo vadovas 7 priedas. Jungčių skaičiavimas ir reikalavimai konstrukcijoms*. Valstybės žinios, 2006, Nr. 56-2004.
44. STR 2.05.08:2005. *Praktinio taikymo vadovas 8 priedas. Jungčių skaičiavimas ir reikalavimai konstrukcijoms projektuoti*. Valstybės žinios, 2007, Nr. 133-5409.
45. STR 2.05.08:2013. *Ypatingi statiniai*. Valstybės žinios, 2014, Nr. 2014-03552.
46. STR 2.06.04:2014. *Gatvės ir vietinės reikšmės keliai. Bendrieji reikalavimai*. Valstybės žinios, 2014, Nr. 2014-20578.
47. ŠLIŽYTĖ, D., MEDZVIECKAS, J., MACKEVIČIUS, R. *Pamatai ir pagrindai*. Vilnius, 2012. ISBN 978-609-457-176-3.

1. STATYBOS SKLYPO GRUNTŲ TYRIMŲ DUOMENYS



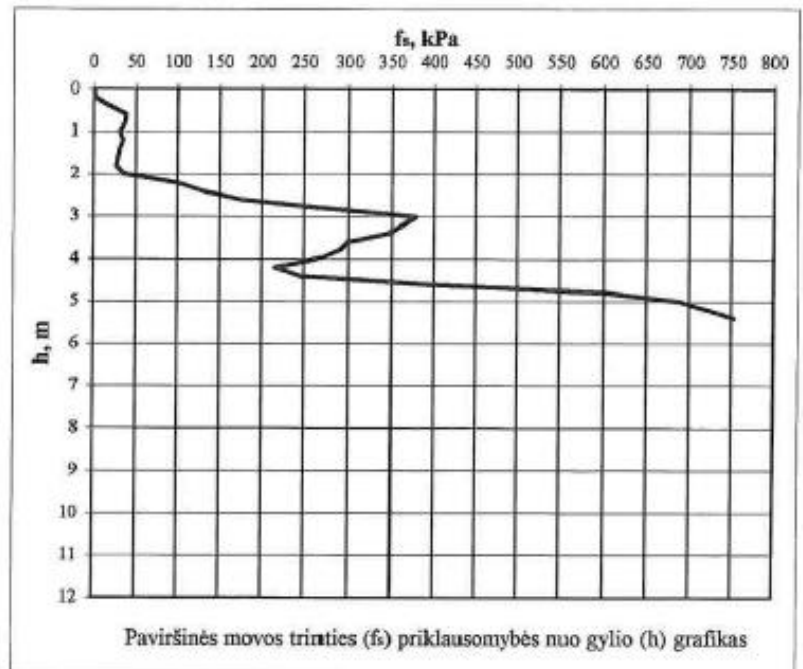
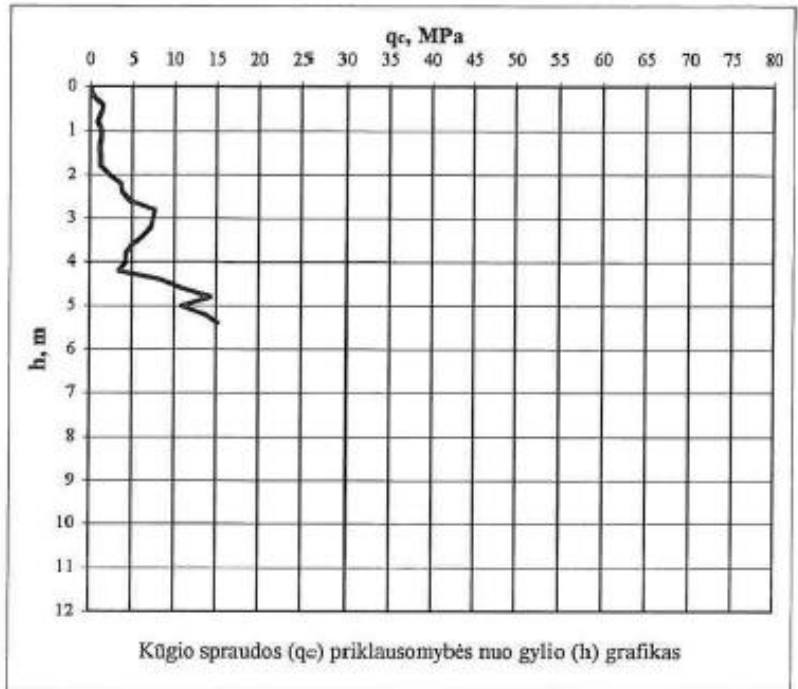
1.1 pav. Atliktų gręžinių vietos schema.

Inž. geolog. sluoksni o Nr.	Geologinis indeksas	Grunto aprašymas	Gamtinis tankis	Savitasis sunkis	Sankiba c_u kPa	Vidinės trinties kampas	Būdingoji vidurkinė kūgio apkrova q_c MPa	Deformacijų modulis E MPa	Filtracijos koeficientas k_f m/d
			ρ_{II} Mg/m ³	γ_{II} (γ_{sb}) kN/m ³		φ_{II} laipsn.			
1	tIV	Piltinis gruntas	1,50	14,72	-	-	1,0*	1,0*	-
2	gIIIb1	Moreninis smėlingas molingas dulkis, vidutinio stiprumo	2,17	21,28	13	24	1,8*	9,0*	0,001
3	gIIIb1	Moreninis smėlingas dulkingas molis, silpnas	2,12	20,79	27	20	1,2*	16,1*	0,0001
4	gIIIb1	Moreninis smėlingas dulkingas molis, vidutinio stiprumo	2,269*	21,964*	31	21	1,9*	21,2*	0,0001
5	gIIIb1	Moreninis smėlingas dulkingas molis, stiprus	2,230**	21,876**	34	23	3,3*	31,6*	0,0001
6	gIIIb1	Moreninis smėlingas dulkingas molis, labai stiprus	2,208**	21,660**	37	25	6,7*	56,8*	0,0001

qc MPa	h m	fs kPa
0,0	0,0	0
0,3	0,2	2
1,4	0,4	19
1,2	0,6	38
0,8	0,8	36
1,3	1,0	30
1,2	1,2	34
1,1	1,4	30
1,2	1,6	28
1,2	1,8	26
2,2	2,0	35
3,6	2,2	98
3,7	2,4	130
4,8	2,6	177
7,7	2,8	270
7,4	3,0	379
7,2	3,2	362
6,2	3,4	347
5,0	3,6	299
4,2	3,8	289
4,2	4,0	264
3,3	4,2	216
8,4	4,4	245
10,8	4,6	391
14,3	4,8	602
10,8	5,0	688
13,7	5,2	720
15,2	5,4	753

STATINIO ZONDAVIMO GRAFIKAS (CPT-1)

Data: 2014-05, Altitudė: ~105,6 m



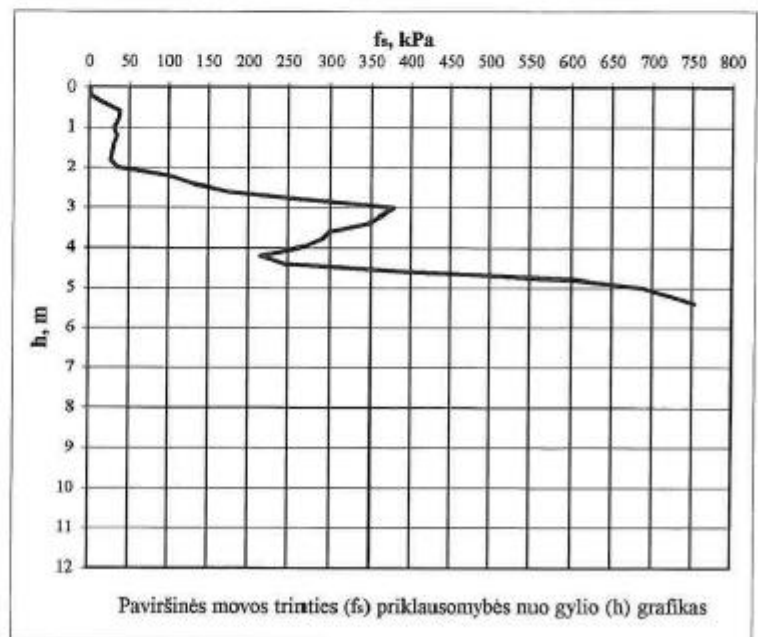
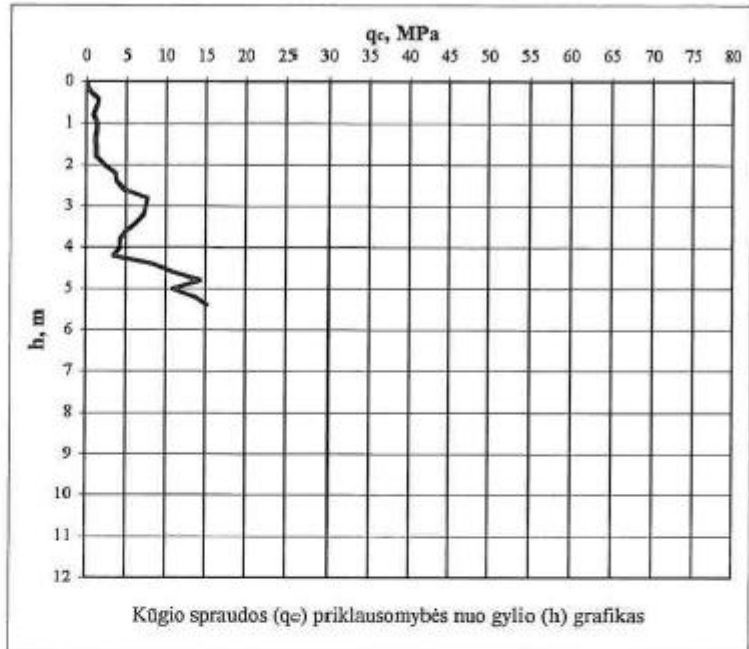
Priedas 1 (tęsinys)

q_c MPa	h m	f_s kPa
0,0	0,0	0
0,3	0,2	2
1,4	0,4	19
1,2	0,6	38
0,8	0,8	36
1,3	1,0	30
1,2	1,2	34
1,1	1,4	30
1,2	1,6	28
1,2	1,8	26
2,2	2,0	35
3,6	2,2	98
3,7	2,4	130
4,8	2,6	177
7,7	2,8	270
7,4	3,0	379
7,2	3,2	362
6,2	3,4	347
5,0	3,6	299
4,2	3,8	289
4,2	4,0	264
3,3	4,2	216
8,4	4,4	245
10,8	4,6	391
14,3	4,8	602
10,8	5,0	688
13,7	5,2	720
15,2	5,4	753

STATINIO ZONDAVIMO GRAFIKAS (CPT-1)

Data: 2014-05, Altitudė: ~105,6 m

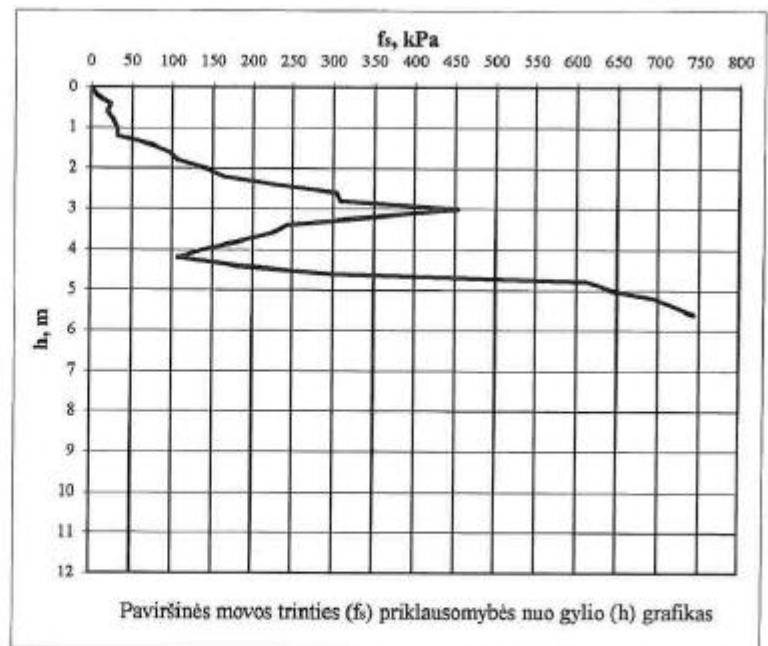
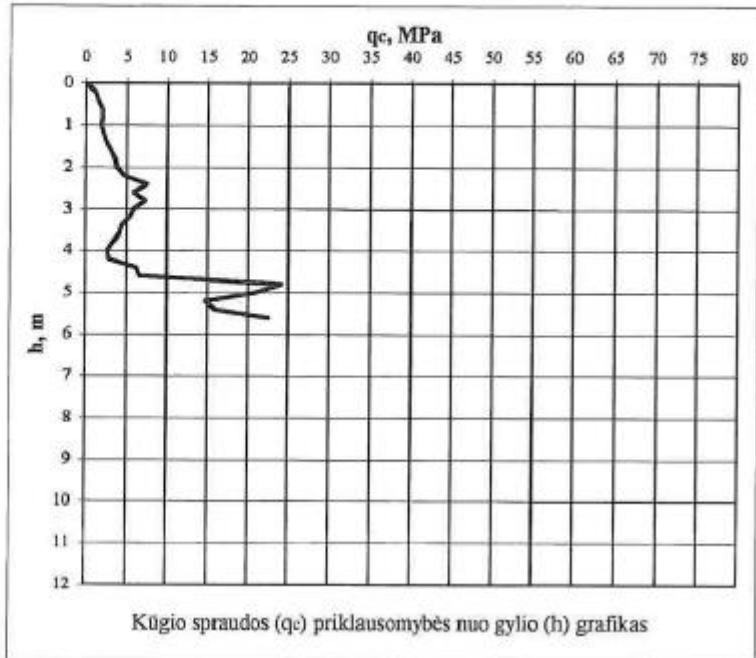
Prekybos centras Užmiesčio k., Kuršėnų k. sen, Šiaulių r. sav.



q _c MPa	h m	f _s kPa
0,0	0,0	0
1,1	0,2	7
1,4	0,4	24
1,9	0,6	19
2,0	0,8	27
1,8	1,0	32
2,1	1,2	33
2,5	1,4	72
3,1	1,6	96
3,5	1,8	107
3,8	2,0	141
4,6	2,2	165
7,4	2,4	227
5,8	2,6	304
7,2	2,8	309
5,8	3,0	454
5,3	3,2	347
4,3	3,4	243
4,0	3,6	224
3,3	3,8	185
2,6	4,0	139
2,8	4,2	107
6,2	4,4	181
6,6	4,6	297
24,2	4,8	613
20,9	5,0	642
14,7	5,2	694
15,9	5,4	720
22,5	5,6	743

STATINIO ZONDAVIMO GRAFIKAS (CPT-3)

Data: 2014-05, Altitudė: ~106,0 m

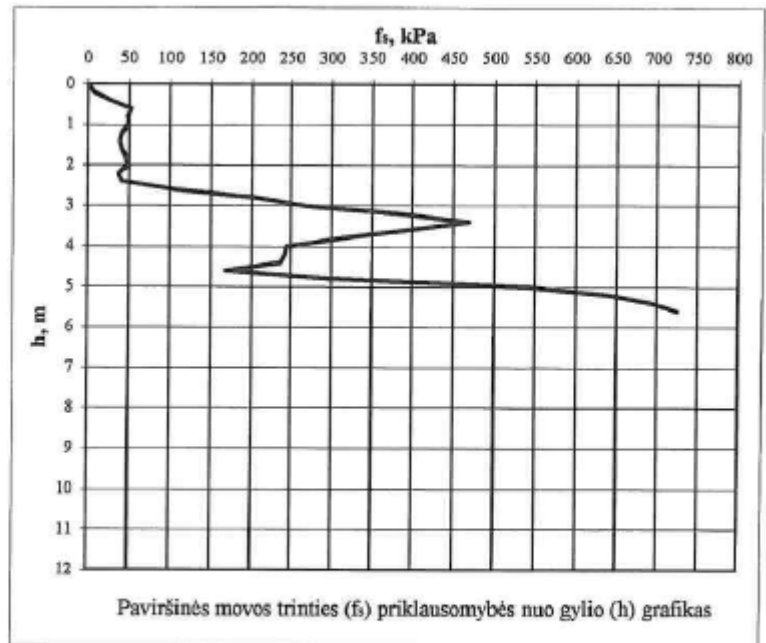
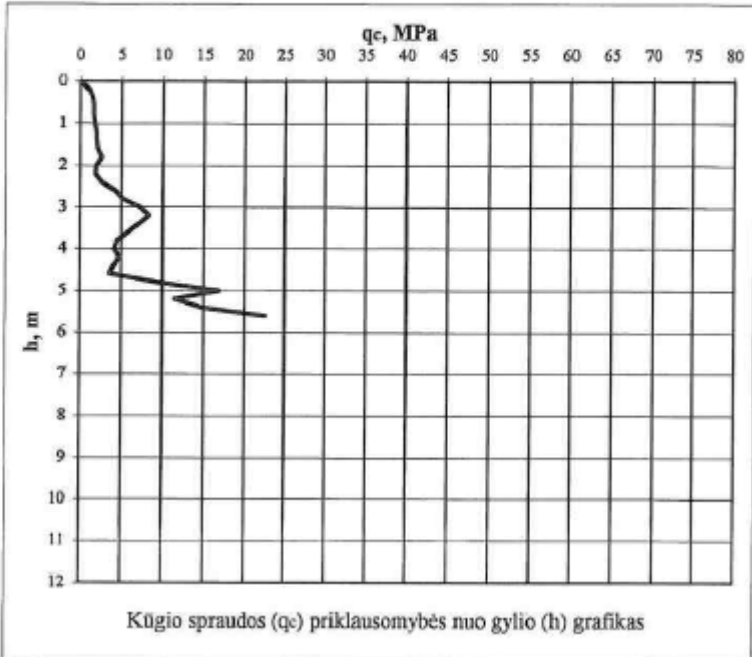


q_c MPa	h m	f_s kPa
0,0	0,0	0
1,1	0,2	7
1,5	0,4	28
1,6	0,6	52
1,6	0,8	48
1,7	1,0	49
1,9	1,2	42
2,0	1,4	39
2,1	1,6	42
2,6	1,8	46
1,9	2,0	49
1,8	2,2	37
2,6	2,4	42
4,2	2,6	107
5,1	2,8	206
7,2	3,0	268
8,3	3,2	389
7,1	3,4	469
5,8	3,6	392
4,4	3,8	313
4,1	4,0	244
4,7	4,2	242
4,0	4,4	236
3,6	4,6	168
9,3	4,8	294
16,8	5,0	544
11,4	5,2	640
14,7	5,4	694
22,5	5,6	725

STATINIO ZONDAVIMO GRAFIKAS (CPT-4)

Data: 2014-05, Altitudė: ~106,5 m

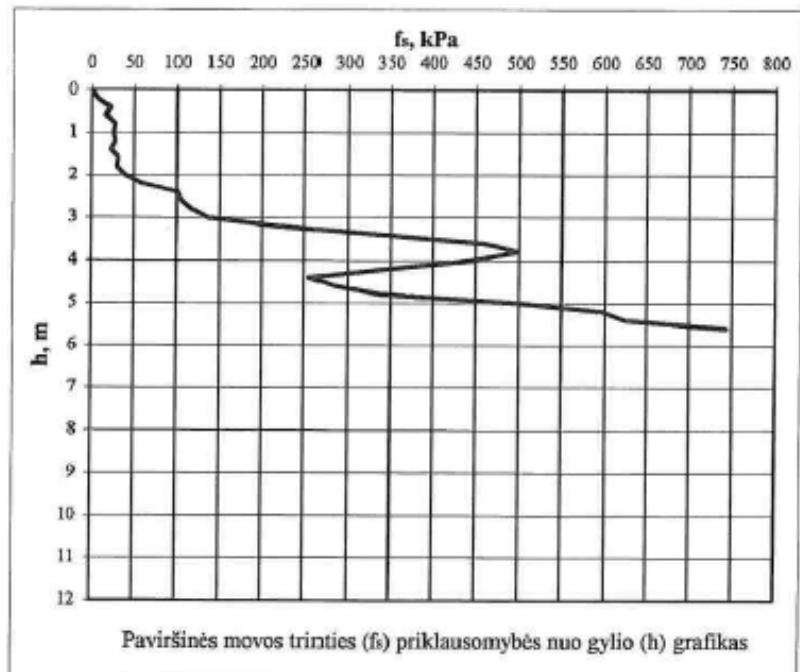
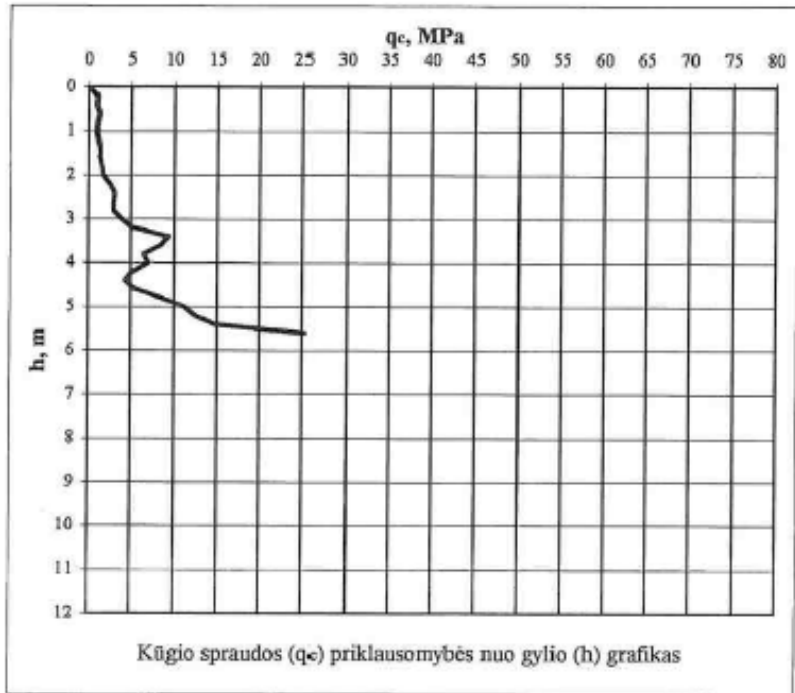
Prekybos centras Užmiesčio k., Kuršėnų k. sen., Šiaulių r. sav.



q _c MPa	h m	f _s kPa
0,0	0,0	0
1,0	0,2	7
0,9	0,4	22
1,2	0,6	16
1,0	0,8	27
0,9	1,0	25
1,1	1,2	27
1,3	1,4	22
1,2	1,6	31
1,5	1,8	29
1,6	2,0	39
2,4	2,2	59
3,0	2,4	100
2,9	2,6	105
2,9	2,8	117
3,9	3,0	138
5,1	3,2	219
9,3	3,4	340
8,5	3,6	460
6,4	3,8	499
6,9	4,0	444
5,1	4,2	347
4,3	4,4	255
5,4	4,6	284
8,5	4,8	338
11,2	5,0	500
12,5	5,2	596
14,7	5,4	625
25,3	5,6	743

STATINIO ZONDAVIMO GRAFIKAS (CPT-5)

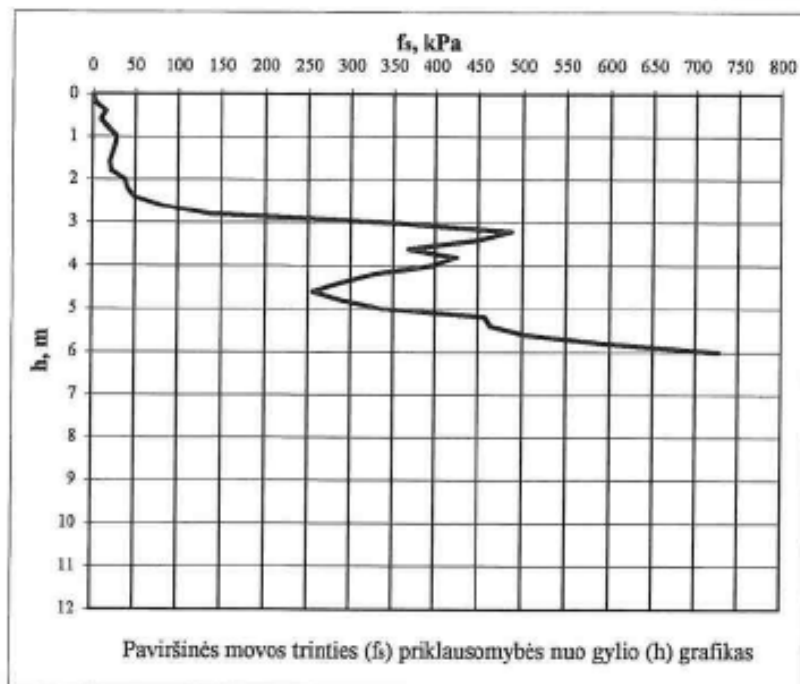
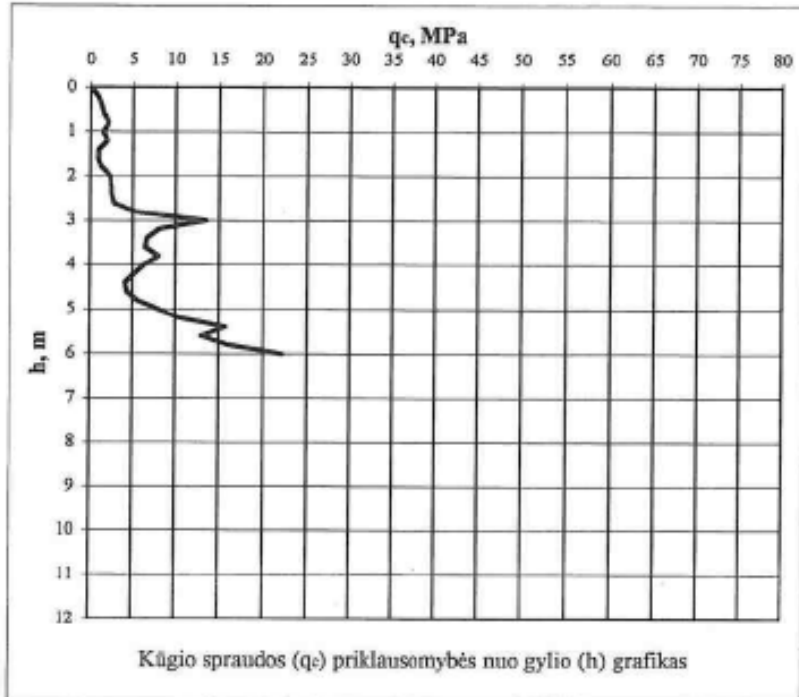
Data: 2014-05, Altitudė: ~106,0 m



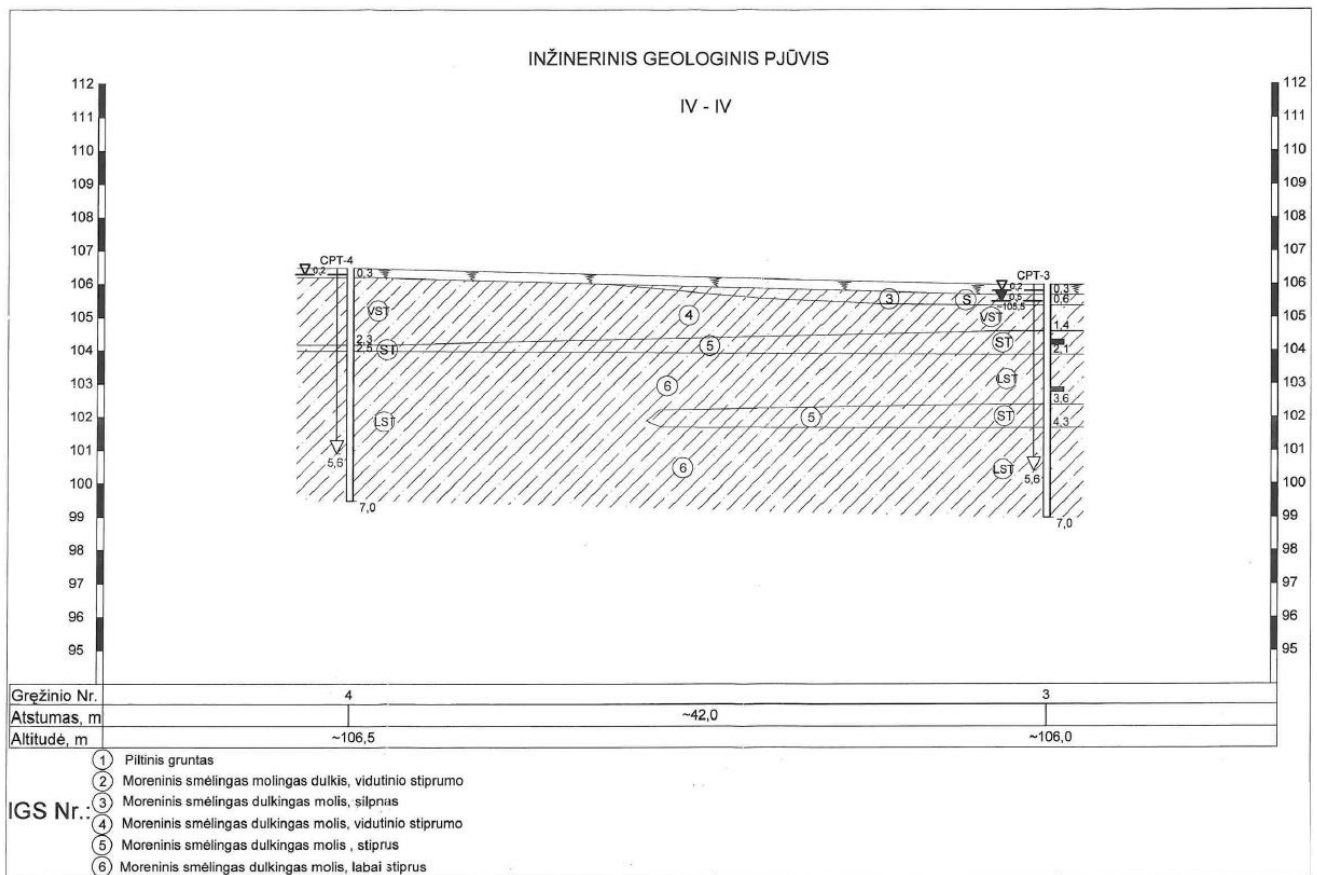
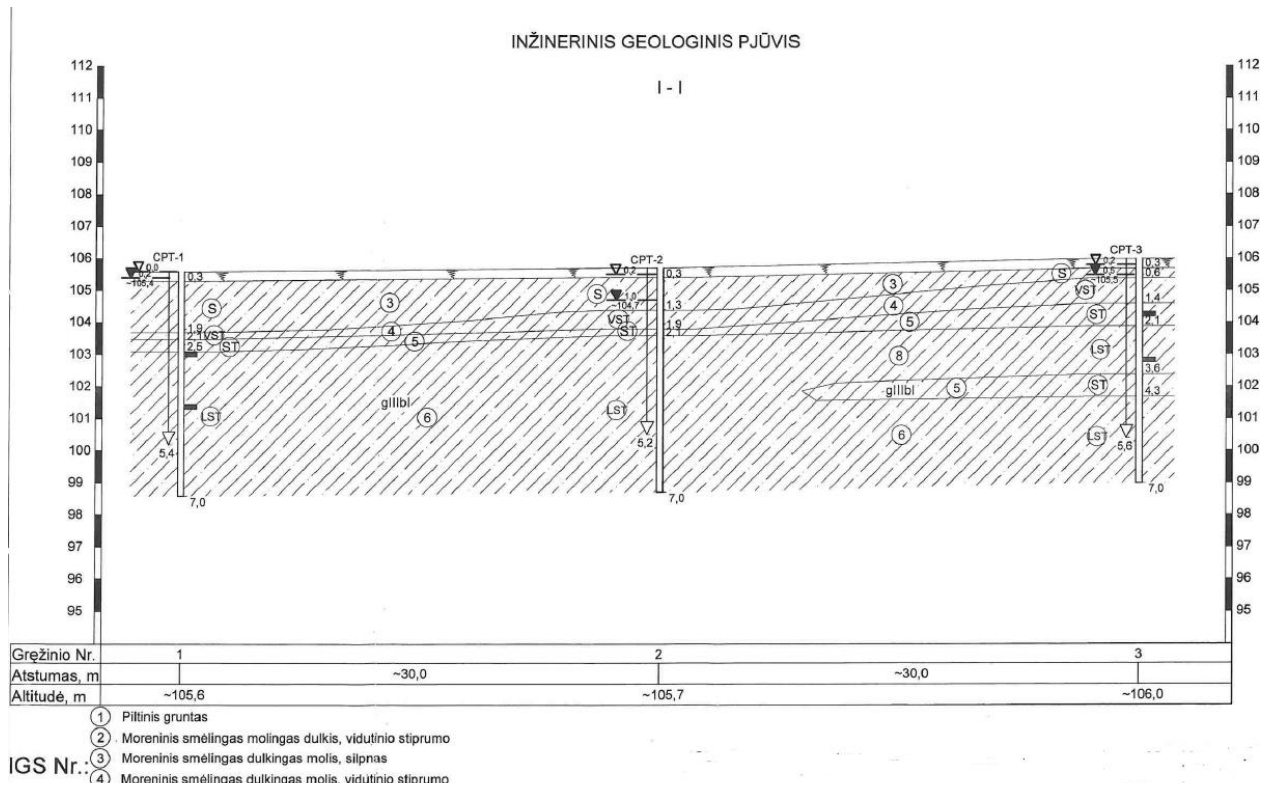
q _c MPa	h m	f _s kPa
0,0	0,0	0
0,8	0,2	3
1,2	0,4	15
1,5	0,6	9
2,1	0,8	18
1,4	1,0	27
1,9	1,2	25
0,9	1,4	22
0,8	1,6	19
1,2	1,8	21
2,3	2,0	38
2,4	2,2	41
2,5	2,4	49
2,8	2,6	82
5,3	2,8	136
13,4	3,0	350
8,0	3,2	487
6,6	3,4	450
6,4	3,6	367
7,9	3,8	425
6,3	4,0	397
5,2	4,2	327
4,1	4,4	287
4,3	4,6	254
5,5	4,8	289
7,9	5,0	337
10,4	5,2	458
15,7	5,4	464
12,9	5,6	502
16,1	5,8	597
22,2	6,0	727

STATINIO ZONDAVIMO GRAFIKAS (CPT-6)

Data: 2014-05, Altitudė: ~105,7 m

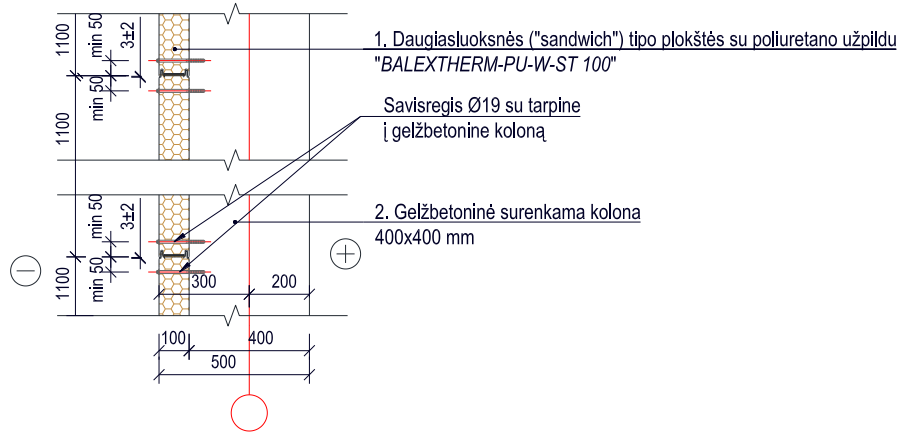


Priedas 1 (tęsinys)



2. ŠILUMOS PERDAVIMO KOEFICIENTŲ SKAIČIAVIMAS

2.1. Išorės siena – detalė D1.



2.1 pav. Išorės sienos konstrukcija.

Išorės siena įrengiama iš daugiasluoksnių plokščių „Balextherm-PU-W-ST 100“ su poliuretano užpildu. Šilumos perdavimo koeficientas, šiuo atveju labiausiai priklausys nuo plokščių užrakto (sandūros). Toks skaičiavimas pakankamai sudėtingas dėl nevienalyčio šilumos srauto, todėl šilumos laidumo koeficiento vertę priimsime pagal gamintojo pateiktas atitiktas deklaracijas. Plokščių šilumos perdavimo koeficientas atitinka norminę vertę B energetinio naudingumo pastatui: $U_w = 0,23 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq U_{N,w} = 0,25 k_2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

2.2. Sutapdintas stogas – detalė D4



2.2 pav. Sutapdinto stogo konstrukcija.

Pirmasis sluoksnis – 10 mm storio dviejų sluoksnių prilydoma ritininė stogo danga „Mida Technoelast PV s5b ir S5s“, priimamas kaip priimamas kaip plonas sluoksnis, kurio šiluminė varža: $R_1 = R_{q1} = 0,02 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)}/\text{W}$.

Priedas 2 (tęsinys)

Antrasis ir penktasis sluoksnis – 20 mm storio termoizoliacija iš mineralinės vatos „Paroc Rob 80“, kurios deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{dec} = 0,038 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. Projektinis sluoksnio šilumos laidumo koeficientas ir sluoksnelio šiluminė varža:

$$\lambda_{ds.2} = \lambda_{dec} + \Delta\lambda_{\omega} + K_{cv} \cdot \lambda_{dec} = 0,038 + 0,002 + 0 \cdot 0,038 = 0,040 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}; \quad (2.1)$$

$$R_2 = R_5 = \frac{d_2}{\lambda_{ds.2}} = \frac{0,02}{0,040} = 0,5 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}. \quad (2.2)$$

Trečiasis sluoksnis – 180 mm storio termoizoliacija iš mineralinės vatos „Paroc Ros 30g“, kurios deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{dec} = 0,036 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. Projektinis sluoksnio šilumos laidumo koeficientas ir sluoksnelio šiluminė varža:

$$\lambda_{ds.3} = \lambda_{dec} + \Delta\lambda_{\omega} + K_{cv} \cdot \lambda_{dec} = 0,036 + 0,002 + 0 \cdot 0,036 = 0,038 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}; \quad (2.3)$$

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{ds.2}} = \frac{0,18}{0,040} = 4,5 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}. \quad (2.4)$$

Ketvirtasis sluoksnis – garus ir orą sulaikantis sluoksnis iš polietileno plėvelės 0,2 mm, priimamas kaip plonas sluoksnis, kurio šiluminė varža: $R_4 = R_{q4} = 0,02 (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$.

Termoizoliacinio (mineralinės vatos oro kanalais) sluoksnio ir virš jo esančių sluoksnių suminė šiluminė varža, neįvertinant oro kanalų šilumą izoliuojančių savybių įtakos:

$$R_{s1} = R_{q1} + R_2 + R_3 = 0,02 + 0,5 + 4,5 = 5,02 (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}. \quad (2.5)$$

Žemiau termoizoliacinio (mineralinės vatos su oro kanalais) sluoksnio esančių stogo konstrukcijos sluoksnių suminė šiluminė varža:

$$R_{s2} = R_{4q} + R_5 = 0,02 + 0,5 = 0,52 (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}. \quad (2.6)$$

Tuomet stogo ST-1 visuminė šiluminė varža:

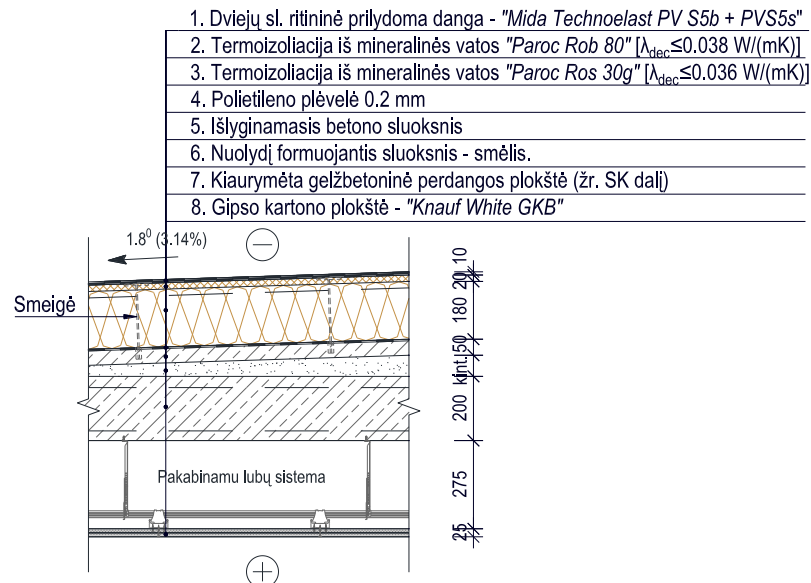
$$R_t = R_{se} + \frac{R_{s1}}{1,05} + R_{s2} + R_{si} = 0,17 + \frac{5,02}{1,05} + 0,52 + 0,04 = 5,51 (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}. \quad (2.7)$$

Stogo ST-1 šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_r = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{5,51} = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}). \quad (2.8)$$

Stogo šilumos perdavimo koeficientas atitinka norminę vertę B energetinio naudingumo pastatui: $U_r = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq U_{N,r} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

2.3. Sutapdintas stogas – detalė D5



2.3 pav. Sutapdinto stogo konstrukcija.

Pirmasis-ketvirtasis sluoksnis kaip ir detalės D4.

Penktasis sluoksnis – 50 mm išlyginamasis betono sluoksnis, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{ds.5} = 2,3 W/(m \cdot K)$. Tuomet sluoksnio šiluminė varža:

$$R_5 = \frac{d_5}{\lambda_{ds.5}} = \frac{0,05}{2,3} = 0,022 (m^2 \cdot K)/W. \quad (2.9)$$

Šeštasis sluoksnis – nuolydį formuojantis sluoksnis iš smėlio, kurio storis kintamas. Laikysime kad mažiausias šio sluoksnio storis 0 ir įtakos šiluminiui varžai nevertinsime.

Septintasis sluoksnis – 200 mm kiaurymėtoji perdangos plokštė VPU, kurios projektinis šilumos laidumo koeficientas pagal STR 2.05.02:2008 2.5 lentelę $\lambda_{ds.7} = 1,3 W/(m \cdot K)$. Tuomet sluoksnio šiluminė varža:

$$R_7 = \frac{d_7}{\lambda_{ds.7}} = \frac{0,20}{1,3} = 0,15 (m^2 \cdot K)/W. \quad (2.10)$$

Termoizoliacinio (mineralinės vatos oro kanalais) sluoksnio ir virš jo esančių sluoksnių suminė šiluminė varža, neįvertinant oro kanalų šilumą izoliuojančių savybių įtakos:

$$R_{s1} = R_{q1} + R_2 + R_3 = 0,02 + 0,5 + 4,50 = 5,02 (m^2 \cdot K)/W. \quad (2.11)$$

Priedas 2 (tęsinys)

Žemiau termoizoliacinio (mineralinės vatos su oro kanalais) sluoksnio esančių stogo konstrukcijos sluoksnių suminė šiluminė varža:

$$R_{s2} = R_{4q} + R_5 + R_7 = 0,02 + 0,022 + 0,15 = 0,19 (m^2 \cdot K)/W. \quad (2.12)$$

Tuomet stogo ST-2 visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{se} + \frac{R_{s1}}{1,05} + R_{s2} + R_{si} = 0,17 + \frac{5,02}{1,05} + 0,19 + 0,04 = 5,18 (m^2 \cdot K)/W. \quad (2.13)$$

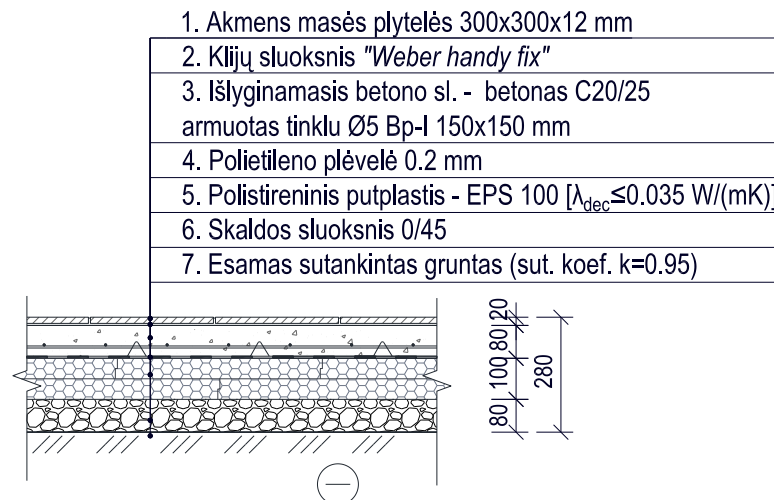
Stogo ST-1 šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_{r2} = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{5,18} = 0,19 W/(m^2 \cdot K) \quad (2.14)$$

Stogo šilumos perdavimo koeficientas atitinka norminę vertę B energetinio naudingumo pastatui: $U_{r2} = 0,19 W/(m^2 \cdot K) \leq U_{N,r} = 0,20 k_2 W/(m^2 \cdot K)$.

2.4. Grindų ant grunto GR-2 šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

Detalė GR-1 šiltinama analogiškai detalei GR-2. Kadangi ekstruzinio polistireninio putplasčio deklaruojamoji šilumos laidumo koeficiento vertė geresnė, tai skaičiavimus atliksime tik detalei GR-2 ir priimsime bendrą šilumos perdavimo koeficientą.



2.4 pav. Grindų ant grunto konstrukcija.

Pirmasis sluoksnis – 20 mm akmens masės plytelės su klijų sluoksniu, kurio šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{ds.1} = 0,8 W/(m \cdot K)$. Sluoksnio šiluminė varža:

Priedas 2 (tęsinys)

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{ds.1}} = \frac{0,02}{0,8} = 0,025 (m^2 \cdot K)/W. \quad (2.15)$$

Antrasis sluoksnis – 80 mm storio armuoto betono sluoksnis, kurio projektinis šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{ds.2} = 2,3 W/(m \cdot K)$. Sluoksnio šiluminė varža:

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{ds.1}} = \frac{0,08}{2,3} = 0,035 (m^2 \cdot K)/W. \quad (2.16)$$

Trečiasis sluoksnis – hidroizoliacinis sluoksnis iš polietileno plėvelės 0,2 mm, priimamas kaip plonas sluoksnis, kurio šiluminė varža: $R_3 = R_{3q} = 0,02 (m^2 \cdot K)/W$.

Ketvirtasis sluoksnis – termoizoliacija iš polistireninio putplasčio EPS100, kurio deklaruojamoji šilumos laidumo koef. vertė $\lambda_{dec} = 0,035 W/(m \cdot K)$. Projektinis sluoksnio šilumos laidumo koeficientas ir sluoksnelio šiluminė varža:

$$\lambda_{ds.4} = \lambda_{dec} + \Delta\lambda_{\omega} + K_{cv} \cdot \lambda_{dec} = 0,035 + 0,002 + 0 \cdot 0,035 = 0,037 \frac{W}{m \cdot K}; \quad (2.17)$$

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{ds.2}} = \frac{0,10}{0,037} = 2,70 \frac{m^2 \cdot K}{W}. \quad (2.18)$$

Grindų konstrukcijos, atskirų sluoksnių, suminė varža:

$$R_f = R_1 + R_2 + R_3 = 0,025 + 0,035 + 0,02 + 2,70 = 2,78 (m^2 \cdot K)/W. \quad (2.19)$$

Atstojamasis grindų plokštės storis, išreikštas grunto sluoksnio storiu:

$$d_t = w + \lambda_{gr} \cdot (R_{se} + R_f + R_{si}) = 0,25 + 2,0 \cdot (0,17 + 2,78 + 0,04) = 6,23 m. \quad (2.20)$$

Būdingasis grindų ant grunto matmuo:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P} = \frac{290,87}{0,5 \cdot 72,16} = 8,06 m. \quad (2.21)$$

čia: A – grindų GR-2 plotas nustatytas pagal išorės sienų vidaus matmenis;

P – grindų GR-2 perimetras nustatytas pagal išorės sienų vidaus matmenis.

Kadangi $d_t = 6,23 m < B' = 8,06 m$ – tai grindys mažai apšiltintos ir tuomet:

$$U_o = \frac{2 \cdot \lambda_{gr}}{\pi \cdot B' + d_t} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1 \right) = \frac{2 \cdot 2,0}{\pi \cdot 8,06 + 6,23} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot 8,06}{6,23} + 1 \right) = \\ = 0,21 W/(m^2 \cdot K). \quad (2.22)$$

Rostverkas vertikalčiai papildomai apšiltinamas polistireniniu putplasčiu EPS 100. Projektinis šilumos laidumo koeficientas bei papildomo sluoksnio šiluminė varža:

Priedas 2 (tęsinys)

$$\lambda_{ds} = \lambda_{dec} + \Delta\lambda_{\omega} + K_{cv} \cdot \lambda_{dec} = 0,035 + 0,01 + 0 \cdot 0,035 = 0,045 \frac{W}{m \cdot K}; \quad (2.23)$$

$$R'_{ins} = R_{ins} - \frac{d_{ins}}{\lambda_{gr}} = \frac{0,1}{0,045} - \frac{0,1}{2,0} = 2,17 (m^2 \cdot K)/W. \quad (2.24)$$

Atstojamasis papildomojo apšiltinimo sluoksnio storis (išreikštas grunto sluoksnio storiu):

$$d' = R'_{ins} \cdot \lambda_{gr} = 2,17 \cdot 2,0 = 4,34 m. \quad (2.25)$$

Tuomet papildomo apšiltinimo įtakos pataisa, kai termoizoliacijos sluoksnis įrengtas rostverko išorėje vertikaliai:

$$\begin{aligned} \Delta\Psi &= -\frac{\lambda_{gr}}{\pi} \cdot \left[\ln\left(\frac{2D}{d_t} + 1\right) - \ln\left(\frac{2D}{d_t + d'} + 1\right) \right] = \\ &= -\frac{2,0}{3,14} \cdot \left[\ln\left(\frac{2 \cdot 0,4}{6,23} + 1\right) - \ln\left(\frac{2 \cdot 0,4}{6,23 + 4,34} + 1\right) \right] = -0,03. \end{aligned} \quad (2.26)$$

Tuomet grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = U_0 + \frac{2 \cdot \Delta\Psi}{B'} = 0,21 + \frac{2 \cdot (-0,03)}{8,06} = 0,20 W/(m^2 \cdot K). \quad (2.27)$$

Grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas atitinka norminę vertę B energetinio naudingumo pastatui: $U_{fg} = 0,20 W/(m^2 \cdot K) \leq U_{N,fg} = 0,30k_2 W/(m^2 \cdot K)$.

Priedas 3

3. KIAURYMĖTOJŲ PLOKŠČIŲ VPL IR RYGELIŲ LAIKOMOSIOS GALIOS LENTELĖS.

KIAURYMĖTOS PLOKŠTĖS VPL 20

Plokštė	Aukštis, mm	Plotis, mm	Naudojimo sąlygų klasė	Atsparumo ugniai klasė	Skaičiuotinė apkrova be nuosavo svorio, kPa											
					5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Didžiausias leistinas skaičiuotinis plokštės ilgis, m																
VPL20-F60	200	1200	XO-XC1	REI 60	9.40	8.66	8.37	8.03	7.72	7.44	7.19	6.96	6.76	6.57	6.40	6.24
VPL20-F60(X)	200	1200	XC2-XA2	REI 60	8.04	7.64	7.29	6.99	6.73	6.49	6.27	6.08	5.90	5.74	5.59	5.45
VPL20-F90	200	1200	XO-XC1	REI 90	8.76	8.44	8.14	7.79	7.49	7.22	6.98	6.76	6.56	6.38	6.21	6.06
VPL20-F90(X)	200	1200	XC2-XA2	REI 90	7.81	7.42	7.08	6.79	6.53	6.30	6.09	5.90	5.73	5.57	5.42	5.29

Pastaba:

Plokštės 1 m svoris 3,66 kN/m;

Plokštės 1 m svoris su siūlių užtaisymu 3,84 kN/m.

Gelžbetoninių iš anksto įtemptų GRT tipo sijų charakteristikos

Sija	$b_{fl} \times h(h_{pl})$	Skaičiuotinė apkrova, be nuosavo svorio, kN/m																								
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250		
		Didžiausias leistinas skaičiuotinis sijos ilgis, m																								
GRT1	700x400(220)	7.70	6.80	6.30	5.90	5.50	4.88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GRT2	700x500(220)	9.20	8.30	7.80	7.25	6.65	6.30	6.05	5.70	5.30	4.90	4.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GRT3	700x500(265)	9.40	8.40	7.80	7.20	6.70	6.40	6.10	5.80	5.30	4.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GRT4	700x500(320)	9.35	8.40	7.80	7.20	6.75	6.45	6.10	5.80	5.30	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GRT5	700x600(220)	10.90	9.90	9.20	8.70	8.19	7.73	7.30	6.90	6.40	5.90	5.60	5.30	5.00	4.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GRT6	700x600(265)	11.36	10.17	9.30	8.70	8.20	7.70	7.30	7.00	6.70	6.40	6.09	5.70	5.40	5.10	4.90	4.68	-	-	-	-	-	-	-	-	
GRT7	700x600(320)	11.15	10.00	9.34	8.61	8.27	7.80	7.40	7.00	6.49	6.05	5.68	5.30	5.06	4.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GRT8	700x700(220)	13.46	12.10	11.10	10.30	9.70	9.30	8.90	8.40	7.95	7.60	7.30	7.00	6.67	6.30	6.00	5.78	5.50	5.30	5.10	4.90	-	-	-	-	
GRT9	700x700(265)	13.47	12.10	11.10	10.30	9.70	9.30	8.90	8.45	7.95	7.60	7.30	7.00	6.67	6.30	6.00	5.78	5.50	5.30	5.10	4.90	-	-	-	-	
GRT10	700x700(320)	13.36	12.00	10.80	10.20	9.64	9.20	8.85	8.35	7.80	7.35	6.90	6.50	6.18	5.89	5.60	5.38	5.10	4.90	4.78	4.60	-	-	-	-	
GRT11	700x800(220)	14.56	13.17	12.16	11.49	10.97	10.50	10.06	9.60	9.20	8.88	8.45	7.98	7.57	7.20	6.85	6.55	6.30	6.05	5.80	5.60	5.40	5.28	5.10	5.10	
GRT12	700x800(265)	14.56	13.17	12.16	11.50	10.97	10.50	10.06	9.60	9.20	8.88	8.45	7.98	7.57	7.20	6.85	6.55	6.30	6.05	5.80	5.60	5.40	5.28	5.10	5.10	
GRT13	700x800(320)	14.60	13.20	12.20	11.56	11.00	10.56	10.14	9.70	9.30	8.90	8.50	8.00	7.60	7.20	6.90	6.60	6.30	6.05	5.80	5.60	5.40	5.28	5.10	5.10	
GRT14	800x400(220)	9.00	8.00	7.30	6.70	6.30	6.10	5.80	5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GRT15	800x500(220)	10.90	9.70	8.90	8.20	7.80	7.40	7.10	6.80	6.50	6.20	5.90	5.50	5.20	5.00	4.70	4.50	-	-	-	-	-	-	-	-	

Gelžbetoninių iš anksto įtemptų GRL tipo sijų charakteristikos

Sija	$b_{fl} \times h(h_{pl})$	Skaičiuotinė apkrova, be nuosavo svorio, kN/m																								
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250		
		Didžiausias leistinas skaičiuotinis sijos ilgis, m																								
GRL01	500x400(220)	7.80	6.97	6.34	5.95	5.64	5.37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GRL2	500x500(220)	9.32	8.38	7.80	7.34	6.96	6.64	6.26	5.91	5.53	5.15	4.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GRL3	500x500(265)	9.40	8.40	7.81	7.35	6.97	6.64	6.29	5.90	5.55	5.17	4.83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GRL4	500x500(320)	9.54	8.44	7.84	7.37	6.98	6.65	6.30	5.90	5.56	5.18	5.00	4.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GRL5	500x600(220)	11.07	9.93	9.27	8.73	8.28	7.91	7.50	7.10	6.62	6.17	5.81	5.47	5.15	4.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GRL6	500x600(265)	11.11	9.96	9.28	8.74	8.29	7.92	7.50	7.05	6.62	6.17	5.81	5.47	5.15	4.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GRL7	500x600(320)	11.22	9.98	9.30	8.76	8.31	7.93	7.55	7.10	6.67	6.22	5.83	5.49	5.20	4.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GRL8	500x700(220)	13.37	11.96	10.92	10.12	9.57	9.15	8.78	8.39	7.90	7.60	7.25	6.97	6.61	6.28	5.97	5.72	5.46	5.25	5.06	4.87	-	-	-	-	
GRL9	500x700(265)	13.38	11.97	10.92	10.11	9.58	9.15	8.79	8.35	7.90	7.60	7.25	6.97	6.61	6.28	5.97	5.71	5.47	5.25	5.06	4.87	-	-	-	-	
GRL10	500x700(320)	13.46	12.02	10.97	10.15	9.59	9.17	8.80	8.30	7.89	7.58	7.24	6.99	6.63	6.30	5.99	5.73	5.49	5.27	5.07	4.87	-	-	-	-	
GRL11	500x800(220)	14.61	13.12	12.02	11.32	10.79	10.33	9.94	9.59	9.22	8.86	8.53	8.11	7.67	7.29	6.95	6.64	6.36	6.11	5.87	5.66	5.47	5.30	5.10	5.10	
GRL12	500x800(265)	14.60	13.11	12.00	11.34	10.80	10.34	9.94	9.59	9.23	8.87	8.55	8.12	7.69	7.30	6.96	6.65	6.36	6.12	5.89	5.68	5.49	5.31	5.14	5.14	
GRL13	500x800(320)	14.64	13.13	12.01	11.35	10.82	10.36	9.96	9.60	9.24	8.88	8.56	8.14	7.69	7.31	6.96	6.66	6.38	6.13	5.89	5.69	5.49	5.31	5.15	5.15	
GRL14	600x400(220)	9.00	7.97	7.23	6.67	6.24	5.97	5.72	5.41	5.11	4.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GRL15	600x500(220)	10.84	9.66	8.79	8.13	7.67	7.32	7.02	6.76	6.48	6.22	5.87	5.52	5.22	4.95	4.72	4.50	-	-	-	-	-	-	-	-	

Priedas 4

4. DENGINIO IR TARPAUKŠTINĖS VPL PERDANGOS PLOKŠTĖS PARINKIMAS

Denginiui (ties administracine dalimi) ir tarpaukštiniams perdangoms naudosime nepertraukiamu būdu suformuotas perdangos plokštės VPL20. Perdangos plokštės parinksime pagal gamintojų sudarytas laikomosios galios lenteles (žr. 3 priedą).

Tarpaukštinės perdangos skaičiuojamoji apkrova be savojo plokštės svorio:

$$p_{d.1} = (g_{k.PP-1} - 3,20) \cdot \gamma_{G.sup} + q_{k.naud.} \cdot \gamma_{G.sup} =$$

$$= (6,29 - 3,20) \cdot 1,35 + 2,0 \cdot 1,30 = 6,77 \text{ kN/m}^2. \tag{4.1}$$

Denginio perdangos skaičiuojamoji apkrova be plokštės savojo svorio:

$$p_{d.2} = (g_{k.ST-1} - 3,20) \cdot \gamma_{G.sup} + s_k \cdot \gamma_{Q.sup} =$$

$$= (8,43 - 3,20) \cdot 1,35 + 1,20 \cdot 1,30 = 8,62 \text{ kN/m}^2. \tag{4.2}$$

Kaip matyti iš lentelių (žr. 3 priedą) esant skaičiuojamajai apkrovai $\sim 7 \text{ kN/m}^2$ didžiausias leistinas plokštės skaičiuojamasis ilgis 8,37 m, o esant skaičiuojamajai apkrovai $\sim 9 \text{ kN/m}^2$ – 7,72 m. Mūsų atveju ilgiausia perdangos plokštė 6,16 m (žr. perdangų planą).

4.1. Surenkamų RL ir RT tipo remsių parinkimas

Pastate naudojami RL ir RT tipo gelžbetoninės sijos. Sijas parinksime pagal gamintojų pateiktas laikomosios galios lenteles.

Siją RT veikianti maksimali skaičiuotinė apkrova be sijos savojo svorio:

$$p_{d.r.1.1} = (g_{k.PP-1} \cdot \gamma_{G.sup} + q_{k.naud.} \cdot \gamma_{G.sup}) \cdot 6 =$$

$$(6,29 \cdot 1,35 + 2,0 \cdot 1,30) \cdot 6 = 66,55 \text{ kN/m}' \quad (4.3)$$

$$p_{d.r.2.1} = (g_{k.ST-1} \cdot \gamma_{G.sup} + s_k \cdot \gamma_{Q.sup}) \cdot 6 =$$

$$= (8,43 \cdot 1,35 + 1,20 \cdot 1,30) \cdot 6 = 77,64 \text{ kN/m}' \quad (4.4)$$

Siją RL veikianti maksimali skaičiuotinė apkrova be sijos savojo svorio:

$$p_{d.r.1.2} = (g_{k.PP-1} \cdot \gamma_{G.sup} + q_{k.naud.} \cdot \gamma_{G.sup} + h_{mūro} \cdot g_{w.m} \cdot \gamma_{G.sup}) \cdot 3 =$$

$$= (6,29 \cdot 1,35 + 2,0 \cdot 1,30 + 2,80 \cdot 3,6 \cdot 1,35) \cdot 3 = 74,10 \text{ kN/m}' \quad (4.5)$$

$$p_{d.r.2.2} = (g_{k.ST-1} \cdot \gamma_{G.sup} + s_k \cdot \gamma_{Q.sup} + h_{mūro.1} \cdot g_{w.m} \cdot \gamma_{G.sup}) \cdot 3 =$$

$$= (8,43 \cdot 1,35 + 1,20 \cdot 1,30 + 1,0 \cdot 3,6 \cdot 1,35) \cdot 3 = 53,40 \text{ kN/m}' \quad (4.6)$$

Iš lentelių (žr. 3 priedą) parenkame siją GRT15 (800x500 mm), kurio maksimalus galimas skaičiuotinis ilgis 7,40 m kai skaičiuojamoji apkrova ~80 kN/m; bei siją GRL15 (600x500 mm), kurio maksimalus galimas skaičiuotinis ilgis 7,40 m kai skaičiuojamoji apkrova ~80 kN/m.

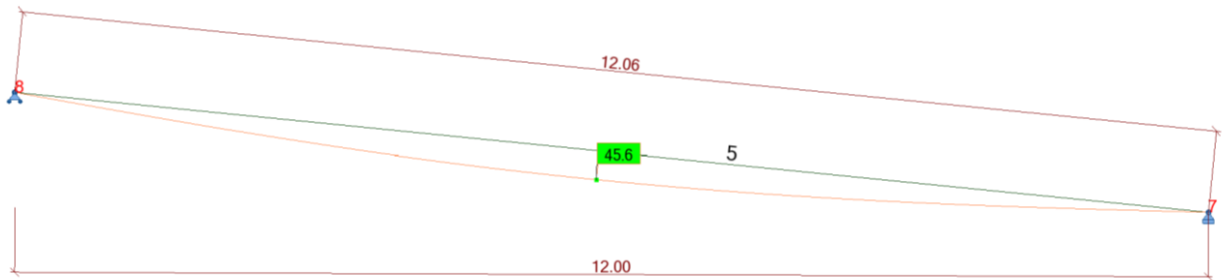
4.2. Denginio sijos SJ-1 skaičiavimas

Denginio siją SJ-1 skaičiuosime pagal Reglamentą [40]. Siją veikiančios įrašos nuo skaičiuojamojo derinio pagal kompiuterinės programos duomenis pateiktos 4.2 pav.

Kadangi stogo nuolydis $5,71^\circ$, o ašinė jėga tesudaro 4% lenkimo momento reikšmės, tai siekdami sumažinti skaičiavimų apimtį, siją parinksime neatsižvelgia į ašinės jėgos dydį (apsidraudimui papildomai skaičiavimai atlikti kompiuterine programa, kuri įvertino ašinės jėgos dydį). Sija parenkama priartėjimo keliu. Pirmu priartėjimu pasirenkame siją HEA 400 S355.

4.2.1. Įlinkio tikrinimas

Kadangi tarpatramio dydis šiuo atveju ~12 m, tai pavojingiausia sijos parinkimo sąlyga bus ne jos stiprumas, bet įlinkis. Pagal programos „Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2016“ duomenis sijos įlinkis nuo charakteristinio apkrovų derinio $d=45,6$ mm (žr. 4.1 pav.)



4.1 pav. Maksimalus sijos įlinkis, nuo charakteristinių apkrovų derinio.

Maksimalus leidžiamas sijos įlinkis pagal Reglamento [38] 17.1 lentelę $d_{lim} = l/250 = 12000/250 = 48 \text{ mm}$.

Sijos SJ-1 įlinkis neviršija ribinio įlinkio reikšmės:

$$d = 45,6 \text{ mm} \leq d_{lim} = 48 \text{ m}. \quad (4.7)$$

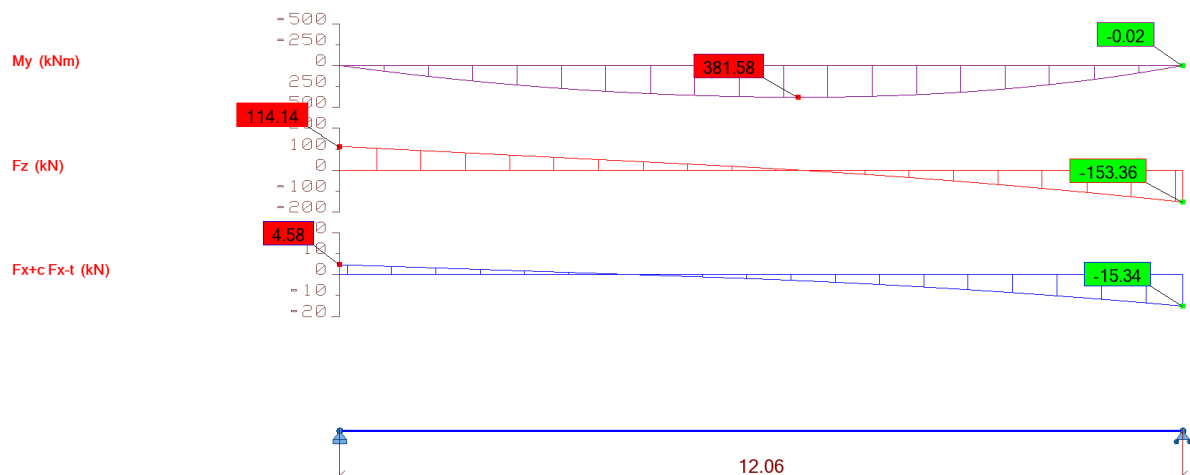
4.2.2. Stiprumo tikrinimas

Skaičiuojamasis stipris pagal Reglamento [40] 6.3 lentelę:

$$f_{y.d} = \frac{f_{y.d}}{\gamma_M} = \frac{355}{1,1} = 323 \text{ MPa}. \quad (4.8)$$

Skaičiuotinis kerpamasis plieno stipris:

$$f_{s.d} = 0,58 \cdot \frac{f_y}{\gamma_M} = 0,58 \cdot \frac{355}{1,1} = 187,18 \text{ MPa}. \quad (4.9)$$



4.2 pav. Denginio sijos SJ-1 skaičiuojamoji schema ir veikiančios įrašos: momentų diagrama, skersinių jėgų diagrama ir ašinių jėgų diagrama (sija pasukta).

Skaičiuotinio skerspjūvio lenkiamojo tampriojo stiprumo atspario reikšmė:

Priedas 4 (tęsinys)

$$M_{c.Rd} = W_{net.min} \cdot f_{y.d} \cdot \gamma_c \cdot \beta = 2311 \cdot 323 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,95 = 780 \text{ kNm}, \quad (4.10)$$

čia: $W_{net.min}$ – skerspjūvio atsparumo momentas, randamas iš lentelių [10];

γ_c – darbo sąlygų koeficientas pagal Reglamento [40] 7.1 lentelę, $\gamma_c = 1,1$;

β – koeficientas, kuriuo sumažinamas sijos stiprumas dėl priimtų supaprastinimų 5 %.

Vienoje iš svarbiausių plokštumų lenkiamųjų elementų stiprumas tikrinamas pagal Reglamento 67 punktą:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{c.Rd}} = \frac{381,58}{780} = 0,49 \leq 1,0. \quad (4.11)$$

Skaičiuojame neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{780 - 381,58}{780} \cdot 100\% = 51 \%. \quad (4.12)$$

Skaičiuotinio skerspjūvio kerpamojo atspario reikšmė:

$$V_{c.Rd} = \frac{I_y \cdot t_w}{S} \cdot f_{s.d} \cdot \gamma_c \cdot \beta = \frac{45070 \cdot 0,011}{1280} \cdot 187,18 \cdot 1,1 \cdot 10^1 \cdot 0,95 = 757,61 \text{ kN}. \quad (4.13)$$

Tikrinant lenkiamųjų elementų kerpamąjį stiprį, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c.Rd}} = \frac{153,36}{757,61} = 0,20 \leq 1,0. \quad (4.14)$$

Skaičiuojame neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta_{01} = \frac{757,61 - 153,36}{757,61} \cdot 100\% = 79,76 \%. \quad (4.15)$$

Sijos pastovumo netikrinsime, nes skaičiavimai analogiškai 3.1.2.3 skyrelyje pateiktiems skaičiavimams. Sija SJ-1 tenkina saugos ir tinkamumo ribinį būvį.

Kaip matyti iš sijos laikomosios galios tikrinimo, išnaudojimas labai mažas, tačiau mažesnio skerspjūvio sijos parinkti negalime dėl maksimalaus įlinkio. Parinkus siją HEB 360 sijos įlinkis pagal programos duomenis 56,4 mm ir viršytų maksimalų leidžiamą 48 mm. Todėl paliekame priimtą skerspjūvį HEA 400.

Kraštinės sijos SJ-2 skaičiuojamos analogiškai, todėl skaičiavimų nerodysime, o skerspjūvis parinksime pagal programos „Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2016“ duomenis.

5. SAVAEIGIO KRANO PARINKIMAS

5.1. Krano keliamosios galios nustatymas

Didžiausia krano keliamoji galia nustatoma atsižvelgiant į keliamų krovinių masę. Sunkiausias gelžbetoninė surenkama kolona KL-4, kurios ilgis $l = 10,09 \text{ m}$ (žr. brėžinį Nr.: 2). Reikalinga krano keliamoji galia apskaičiuojama pagal formulę [10]:

$$Q_r \geq P_{max} \quad (5.1)$$

čia: Q_r – reikalinga krano keliamoji galia;

P_{max} – maksimali apkrova, kurią sudaro sunkiausio krovinio svoris P_{krov} ir kėlimo įranga $P_{įrang}$. Paprastumo dėlei laikysime $P_{įrang} = 0,1 P_{krov}$.

$$P_{max} = 1,1P_{krov} = 1,1 \cdot 4,04 = 4,44 \text{ t} \approx 4,5 \text{ t}. \quad (5.2)$$

5.2. Krano kablo kėlimo aukščio nustatymas

Kadangi tą patį kraną naudosime montuojant visą pastato karkasą, tai aukščiausias kablo kėlimo aukštis parenkamas montuojant denginio perdangos plokštes. Reikalingas kablo kėlimo aukštis nuo krano stovėjimo plokštumos nustatomas:

$$H_r = h_{st} + h_a + h_k + h_{ir} = 11,12 + 1,0 + 0,2 + 2,0 = 14,32 \text{ m} \quad (5.3)$$

čia: h_{st} – projektinis statinio aukštis (keliamo krovinio atėmimo paviršiaus) aukštis nuo krano stovėjimo plokštumos;

h_a – aukščio atsarga, perkeliant keliamą krovinį virš jau sumontuotų statinio konstrukcijų (ne mažiau kaip 0,5-1 m);

h_k – keliamo krovinio aukštis kėlimo padėties;

h_{ir} – pakabos aukštis.

5.3. Krano parinkimas

Iš katalogų parenkame savaeigį kraną “KAMAZ KC-4572“, kurio keliamoji galia $Q_r = 16 \text{ t} \geq P_{max} = 4,5 \text{ t}$, o strėlės ilgis $L_{str} = 21,7 \text{ m} \geq H_r = 14,32 \text{ m}$.

6. KOLONOS KL-1 SKAIČIAVIMO REZULTATAI.

Level:

- Name :
- Reference level : -0,60 (m)
- Concrete creep coefficient : $\varphi_p = 2,37$
- cement class : N
- Environment class : XC1
- Structure class : S1

2 Column: Column20..21

Number: 2

2.1 Material properties:

- Concrete : C30/37 f_{ck} = 30,00 (MPa)
- Unit weight : 2501,36 (kG/m³)
- Aggregate size : 20,0 (mm)
- Longitudinal reinforcement: : S400 f_{yk} = 400,00 (MPa)
- Ductility class : B
- Transversal reinforcement: : S240 f_{yk} = 240,00 (MPa)

2.2 Geometry:

- 2.2.1 Rectangular 400,0 x 400,0 (mm)
- 2.2.2 Height: L = 8,14 (m)
- 2.2.3 Slab thickness = 0,00 (m)
- 2.2.4 Beam height = 0,00 (m)
- 2.2.5 Cover = 40,0 (mm)

2.3 Calculation options:

- Calculations according to : EN 1992-1-1:2004 AC:2008
- Seismic dispositions : No requirements
- Precast column : yes
- Pre-design : no
- Slenderness taken into account : yes
- Compression : with bending
- Ties : to slab
- Fire resistance class : No requirements

2.4 Loads:

Case	Nature	Group	γ_f	N (kN)	My(s) (kN*m)	My(i) (kN*m)	Mz(s) (kN*m)	Mz(i) (kN*m)
ULS/1=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 4*0.78 + 3*0.65	design(Structural)	20	1,00	351,28	0,00	31,36	0,00	0,00
ULS/1=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 4*0.78 + 3*0.65	design(Structural)	21	1,00	268,76	0,00	67,00	0,00	0,00
ULS/2=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 4*0.78	design(Structural)	20	1,00	295,12	0,00	33,21	0,00	0,00
ULS/2=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 4*0.78	design(Structural)	21	1,00	212,60	0,00	65,15	0,00	0,00
ULS/3=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 3*0.65	design(Structural)	20	1,00	356,66	0,00	9,83	0,00	0,00

Priedas 6 (tesinys)

ULS/3=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 3*0.65	design(Structural)	21	1,00	274,05	0,00	47,94	0,00	0,00
ULS/4=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30	design(Structural)	20	1,00	300,50	0,00	11,68	0,00	0,00
ULS/4=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30	design(Structural)	21	1,00	217,89	0,00	46,09	0,00	0,00
ULS/5=1*1.35 + 2*1.35	design(Structural)	20	1,00	138,84	0,00	-	0,00	-
2,53	0,00	0,00						
ULS/5=1*1.35 + 2*1.35	design(Structural)	21	1,00	138,84	0,00	2,53	0,00	0,00
ULS/6=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30 + 4*0.78 + 3*0.65	design(Structural)	20	1,00	315,29	0,00	32,02	0,00	0,00
ULS/6=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30 + 4*0.78 + 3*0.65	design(Structural)	21	1,00	232,77	0,00	66,35	0,00	0,00
ULS/7=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30 + 4*0.78	design(Structural)	20	1,00	259,13	0,00	33,86	0,00	0,00
ULS/7=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30 + 4*0.78	design(Structural)	21	1,00	176,61	0,00	64,50	0,00	0,00
ULS/8=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30 + 3*0.65	design(Structural)	20	1,00	320,67	0,00	10,49	0,00	0,00
ULS/8=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30 + 3*0.65	design(Structural)	21	1,00	238,05	0,00	47,29	0,00	0,00
ULS/9=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30	design(Structural)	20	1,00	264,51	0,00	12,34	0,00	0,00
ULS/9=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30	design(Structural)	21	1,00	181,89	0,00	45,44	0,00	0,00
ULS/10=1*1.00 + 2*1.00	design(Structural)	20	1,00	102,84	0,00	-	0,00	-
1,88	0,00	0,00						
ULS/10=1*1.00 + 2*1.00	design(Structural)	21	1,00	102,84	0,00	1,88	0,00	0,00
ULS/11=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 4*1.30 + 3*0.65	design(Structural)	20	1,00	347,69	0,00	45,71	0,00	0,00
ULS/11=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 4*1.30 + 3*0.65	design(Structural)	21	1,00	265,23	0,00	79,71	0,00	0,00
ULS/12=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 4*1.30	design(Structural)	20	1,00	291,53	0,00	47,56	0,00	0,00
ULS/12=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 4*1.30	design(Structural)	21	1,00	209,07	0,00	77,86	0,00	0,00
ULS/13=1*1.35 + 2*1.35 + 4*1.30 + 3*0.65	design(Structural)	20	1,00	186,03	0,00	31,50	0,00	0,00
ULS/13=1*1.35 + 2*1.35 + 4*1.30 + 3*0.65	design(Structural)	21	1,00	186,18	0,00	36,15	0,00	0,00
ULS/14=1*1.35 + 2*1.35 + 4*1.30	design(Structural)	20	1,00	129,87	0,00	33,35	0,00	0,00
ULS/14=1*1.35 + 2*1.35 + 4*1.30	design(Structural)	21	1,00	130,02	0,00	34,30	0,00	0,00
ULS/15=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30 + 4*1.30 + 3*0.65	design(Structural)	20	1,00	311,70	0,00	46,37	0,00	0,00
ULS/15=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30 + 4*1.30 + 3*0.65	design(Structural)	21	1,00	229,24	0,00	79,05	0,00	0,00
ULS/16=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30 + 4*1.30	design(Structural)	20	1,00	255,54	0,00	48,22	0,00	0,00
ULS/16=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30 + 4*1.30	design(Structural)	21	1,00	173,08	0,00	77,20	0,00	0,00
ULS/17=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.30 + 3*0.65	design(Structural)	20	1,00	150,03	0,00	32,16	0,00	0,00
ULS/17=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.30 + 3*0.65	design(Structural)	21	1,00	150,19	0,00	35,49	0,00	0,00
ULS/18=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.30	design(Structural)	20	1,00	93,87	0,00	34,00	0,00	0,00
ULS/18=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.30	design(Structural)	21	1,00	94,03	0,00	33,64	0,00	0,00
ULS/19=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 4*0.78 + 3*1.30	design(Structural)	20	1,00	407,44	0,00	29,51	0,00	0,00
ULS/19=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 4*0.78 + 3*1.30	design(Structural)	21	1,00	324,92	0,00	68,85	0,00	0,00
ULS/20=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 3*1.30	design(Structural)	20	1,00	412,82	0,00	7,99	0,00	0,00
ULS/20=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 3*1.30	design(Structural)	21	1,00	330,21	0,00	49,79	0,00	0,00
ULS/21=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.78 + 3*1.30	design(Structural)	20	1,00	245,77	0,00	15,30	0,00	0,00
ULS/21=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.78 + 3*1.30	design(Structural)	21	1,00	245,77	0,00	15,30	0,00	0,00

Priedas 6 (tesinys)

3*1.30	design(Structural)	21	1,00	245,87	0,00	25,29	0,00	0,00		
ULS/22=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.30	design(Structural)	20	1,00	251,16	0,00	251,16	0,00	-		
6,23	0,00	0,00								
ULS/22=1*1.35 + 2*1.35 +										
3*1.30	design(Structural)	21	1,00	251,16	0,00	6,23	0,00	0,00		
ULS/23=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30 + 4*0.78 +										
3*1.30	design(Structural)	20	1,00	371,45	0,00	30,17	0,00	0,00		
ULS/23=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30 + 4*0.78 +										
3*1.30	design(Structural)	21	1,00	288,93	0,00	68,19	0,00	0,00		
ULS/24=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30 +										
3*1.30	design(Structural)	20	1,00	376,83	0,00	8,64	0,00	0,00		
ULS/24=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30 +										
3*1.30	design(Structural)	21	1,00	294,21	0,00	49,13	0,00	0,00		
ULS/25=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.78 +										
3*1.30	design(Structural)	20	1,00	209,78	0,00	15,96	0,00	0,00		
ULS/25=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.78 +										
3*1.30	design(Structural)	21	1,00	209,87	0,00	24,63	0,00	0,00		
ULS/26=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.30	design(Structural)	20	1,00	215,16	0,00	215,16	0,00	-		
5,57	0,00	0,00								
ULS/26=1*1.00 + 2*1.00 +										
3*1.30	design(Structural)	21	1,00	215,16	0,00	5,57	0,00	0,00		
SLS:CHR/1=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*0.60 + 3*0.50	Design									
SLS	20	1,00		266,26	0,00	24,20	0,00	0,00		
SLS:CHR/1=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*0.60 + 3*0.50	Design									
SLS	21	1,00		202,78	0,00	51,47	0,00	0,00		
SLS:CHR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*0.60	Design									
SLS	20	1,00		223,06	0,00	25,62	0,00	0,00		
SLS:CHR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*0.60	Design									
SLS	21	1,00		159,58	0,00	50,05	0,00	0,00		
SLS:CHR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 3*0.50	Design									
SLS	20	1,00		270,40	0,00	7,64	0,00	0,00		
SLS:CHR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 3*0.50	Design									
SLS	21	1,00		206,85	0,00	36,81	0,00	0,00		
SLS:CHR/4=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00	Design SLS	20	1,00	227,20	0,00	9,06	0,00	0,00	0,00	0,00
SLS:CHR/4=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00	Design SLS	21	1,00	163,65	0,00	35,39	0,00	0,00	0,00	0,00
SLS:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00	Design SLS	20	1,00	102,84	0,00	-1,88	0,00	0,00	0,00	0,00
SLS:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00	Design SLS	21	1,00	102,84	0,00	1,88	0,00	0,00	0,00	0,00
SLS:CHR/6=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*1.00 + 3*0.50	Design									
SLS	20	1,00		263,50	0,00	35,24	0,00	0,00		
SLS:CHR/6=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*1.00 + 3*0.50	Design									
SLS	21	1,00		200,07	0,00	61,24	0,00	0,00		
SLS:CHR/7=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*1.00	Design									
SLS	20	1,00		220,30	0,00	36,66	0,00	0,00		
SLS:CHR/7=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*1.00	Design									
SLS	21	1,00		156,87	0,00	59,82	0,00	0,00		
SLS:CHR/8=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00 + 3*0.50	Design									
SLS	20	1,00		139,14	0,00	24,30	0,00	0,00		
SLS:CHR/8=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00 + 3*0.50	Design									
SLS	21	1,00		139,26	0,00	27,73	0,00	0,00		
SLS:CHR/9=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00	Design SLS	20	1,00	95,94	0,00	25,72	0,00	0,00	0,00	0,00
SLS:CHR/9=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00	Design SLS	21	1,00	96,06	0,00	26,31	0,00	0,00	0,00	0,00
SLS:CHR/10=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*0.60 + 3*1.00	Design									
SLS	20	1,00		309,46	0,00	22,77	0,00	0,00		
SLS:CHR/10=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*0.60 + 3*1.00	Design									
SLS	21	1,00		245,98	0,00	52,89	0,00	0,00		
SLS:CHR/11=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 3*1.00	Design									
SLS	20	1,00		313,60	0,00	6,21	0,00	0,00		
SLS:CHR/11=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 3*1.00	Design									
SLS	21	1,00		250,05	0,00	38,23	0,00	0,00		
SLS:CHR/12=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60 + 3*1.00	Design									
SLS	20	1,00		185,10	0,00	11,84	0,00	0,00		
SLS:CHR/12=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60 + 3*1.00	Design									
SLS	21	1,00		185,17	0,00	19,38	0,00	0,00		
SLS:CHR/13=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00	Design SLS	20	1,00	189,24	0,00	-4,72	0,00	0,00	0,00	0,00
SLS:CHR/13=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00	Design SLS	21	1,00	189,24	0,00	4,72	0,00	0,00	0,00	0,00
SLS:FRE/14=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.90	Design SLS	20	1,00	214,77	0,00	7,96	0,00	0,00	0,00	0,00
SLS:FRE/14=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.90	Design SLS	21	1,00	157,57	0,00	32,03	0,00	0,00	0,00	0,00
SLS:FRE/15=1*1.00 + 2*1.00	Design SLS	20	1,00	102,84	0,00	-1,88	0,00	0,00	0,00	0,00
SLS:FRE/15=1*1.00 + 2*1.00	Design SLS	21	1,00	102,84	0,00	1,88	0,00	0,00	0,00	0,00
SLS:FRE/16=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.50 + 4*0.20	Design									
SLS	20	1,00		163,64	0,00	9,11	0,00	0,00		
SLS:FRE/16=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.50 + 4*0.20	Design									
SLS	21	1,00		131,89	0,00	23,52	0,00	0,00		

Priedas 6 (tęsinys)

SLS:FRE/17=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.20	Design SLS	20	1,00	101,46	0,00	3,64	0,00	0,00
SLS:FRE/17=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.20	Design SLS	21	1,00	101,49	0,00	6,76	0,00	0,00
SLS:FRE/18=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.50 + 3*0.20	Design							
SLS 20	1,00		0,00	182,30	0,00	0,00	0,00	
SLS:FRE/18=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.50 + 3*0.20	Design							
SLS 21	1,00		0,00	150,53	0,00	19,20	0,00	0,00
SLS:FRE/19=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.20	Design SLS	20	1,00	120,12	0,00	-2,44	0,00	0,00
SLS:FRE/19=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.20	Design SLS	21	1,00	120,12	0,00	2,44	0,00	0,00
SLS:QPR/20=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.50	Design SLS	20	1,00	165,02	0,00	3,59	0,00	0,00
SLS:QPR/20=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.50	Design SLS	21	1,00	133,25	0,00	18,63	0,00	0,00
SLS:QPR/21=1*1.00 + 2*1.00	Design SLS	20	1,00	102,84	0,00	-1,88	0,00	0,00
SLS:QPR/21=1*1.00 + 2*1.00	Design SLS	21	1,00	102,84	0,00	1,88	0,00	0,00

γ_f - load factor

2.5 Calculation results:

Safety factors $R_d/E_d = 1,09 > 1.0$

2.5.1 ULS/ALS Analysis

Design combination: ULS/16=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.30 + 4*1.30 (B)

Combination type: ULS

Internal forces:

$N_{sd} = 173,08$ (kN) $M_{sdy} = 77,20$ (kN*m) $M_{sdz} = 0,00$ (kN*m)

Design forces:

Lower node

$N = 173,08$ (kN) $N^*etotz = 93,55$ (kN*m) $N^*etoty = 3,46$ (kN*m)

Eccentricity:	ez (My/N)	ey (Mz/N)
Static	eEd: 446,1 (mm)	0,0 (mm)
Imperfection	ei: 14,3 (mm)	0,0 (mm)
II order	e2: 80,2 (mm)	0,0 (mm)
Minimal	emin: 20,0 (mm)	20,0 (mm)
Total	etot: 540,5 (mm)	20,0 (mm)

2.5.1.1. Detailed analysis-Direction Y:

2.5.1.1.1 Slenderness analysis

Sway structure

L (m)	Lo (m)	λ	λ_{lim}	
8,14	8,14	70,49	46,10	Slender column

2.5.1.1.2 Buckling analysis

$M_2 = 77,20$ (kN*m) $M_1 = 0,00$ (kN*m)

Case: Cross-section at the column end (Lower node), Slenderness taken into account

$M_0 = 77,20$ (kN*m)

$ea = \theta_1 \cdot l_0 / 2 = 14,3$ (mm)

$\theta_1 = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0,00$

$\theta_0 = 0,01$

$\alpha_h = 0,70$

$\alpha_m = (0,5(1+1/m))^{0.5} = 1,00$

$m = 1,00$

Method based on nominal curvature

$M_2 = N \cdot e_2 = 13,88$ (kN*m)

$e_2 = l_0^2 / c \cdot (1/r) = 80,2$ (mm)

$c = 10,00$

$(1/r) = Kr \cdot K\phi \cdot (1/r_0) = 0,01$

$Kr = 1,00$

$K\phi = 1 + \beta \cdot \varphi_{ef} = 1,07$

$\beta = 0.35 + f_{ck} / 200 - \lambda / 150 = 0,03$

$\varphi_{ef} = 2,37$

$1/r_0 = (f_{yd}/E_s) / (0.45 \cdot d) = 0,01$

$d = 342,0$ (mm)

$E_s = 200000,00$ (MPa)

$f_{yd} = 347,83$ (MPa)

(5.35)

$$M_{Edmin} = 3,46 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{Ed} = \max(M_{Edmin}, M_{0Ed} + M_2) = 93,55 \text{ (kN*m)}$$

2.5.1.2. Detailed analysis-Direction Z:

2.5.1.2.1 Slenderness analysis

Non-sway structure

L (m)	Lo (m)	λ	λ_{lim}	
8,14	8,14	70,49	46,10	Slender column

2.5.1.2.2 Buckling analysis

$$M_2 = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad M_1 = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

Case: Cross-section at the column end (Lower node), Slenderness not taken into account

$$M_0 = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

$$ea = 0,0 \text{ (mm)}$$

$$M_a = N * ea = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{Edmin} = 3,46 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{0Ed} = \max(M_{Edmin}, M_0 + M_a) = 3,46 \text{ (kN*m)}$$

2.5.2 Reinforcement:

Real (provided) area	$A_{sr} = 12,57 \text{ (cm}^2\text{)}$
Ratio:	$\rho = 0,79 \%$

2.6 Reinforcement:

Main bars (S400):

- 4 $\phi 20$ l = 8,10 (m)

Transversal reinforcement: (S240):

stirrups:	21 $\phi 8$	l = 1,33 (m)
-----------	-------------	--------------

7. PIKKO ĮDĖTINIŲ DETALIŲ SKAIČIAVIMAS

Designer:
Company:
Address:
Phone:
E-Mail:
Name:

Project:
Title: New Project
Location:
Contact Person:
Comments:
Design Norm: EN Eurocodes (without NA)
+ CEN/TS 1992-4:2009
+ ETA-13/0603(HPKM)

This design applies exclusively to proprietary PEIKKO products and can't be used to validate properties of third party products, might they appear to be identical.

Column 1

Note:

Number of Columns: 1

Peikko Products

Column Shoes: 4 x HPKM24

Bolts: 4 x HPM24L

Totals Product	Amount
HPKM24	4
HPM24L	4



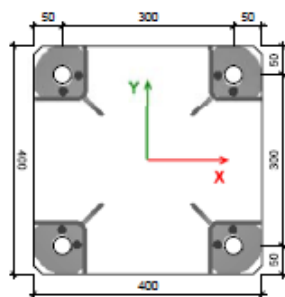
Minimum required torque value of nuts : $T_{min} = 200 \text{ Nm}$
Maximum allowed torque value of nuts : $T_{max} = 380 \text{ Nm}$
Bolt installation template: PPL24-4 300x300

Materials and Geometry

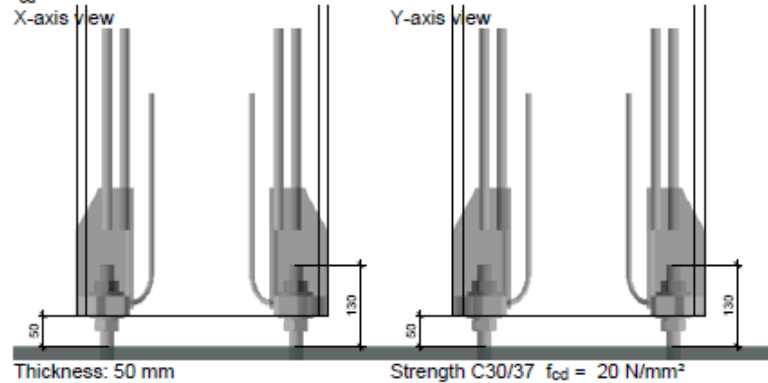
Column: 400x400 mm

Concrete: C30/37
 $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$

Plane View

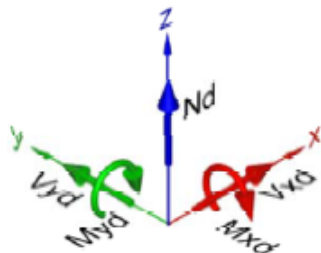


Grouting:



Load Cases

(Design loads)



Final Stage

#	Name	N_d [kN]	M_{xd} [kNm]	M_{yd} [kNm]	V_{xd} [kN]	V_{yd} [kN]
1	A1	-471,3	-36,1	0,0	-0,4	-0,4
2		-428,2	-53,9	0,0	0,0	3,7
3		-432,4	-37,4	0,0	0,0	-0,2
4		-429,4	-36,7	0,0	0,0	-0,3
5		-386,4	-54,6	0,0	0,0	3,7
6		-390,6	-38,0	0,0	0,0	-0,1
7		-161,3	0,8	0,0	0,0	-0,3
8		-119,5	0,2	0,0	0,0	-0,2
9		-388,1	-30,1	0,0	0,0	-0,3
10		-350,8	-45,6	0,0	0,0	3,2
11		-354,4	-31,2	0,0	0,0	-0,2
12		-119,5	1,9	0,0	0,0	-0,2
13		-376,0	-77,4	0,0	0,0	15,7

Priedas 7 (tęsinys)

14	-333,1	-90,7	0,0	0,0	18,5
15	-337,2	-76,1	0,0	0,0	15,5
16	-334,2	-76,7	0,0	0,0	15,6
17	-291,3	-90,1	0,0	0,0	18,4
18	-295,3	-75,4	0,0	0,0	15,4
19	-161,3	0,8	0,0	0,0	0,3
20	-119,5	0,2	0,0	0,0	0,2
21	-305,6	-66,5	0,0	0,0	13,5
22	-268,4	-78,1	0,0	0,0	16,0
23	-271,9	-65,4	0,0	0,0	13,4
24	-119,5	0,2	0,0	0,0	0,2

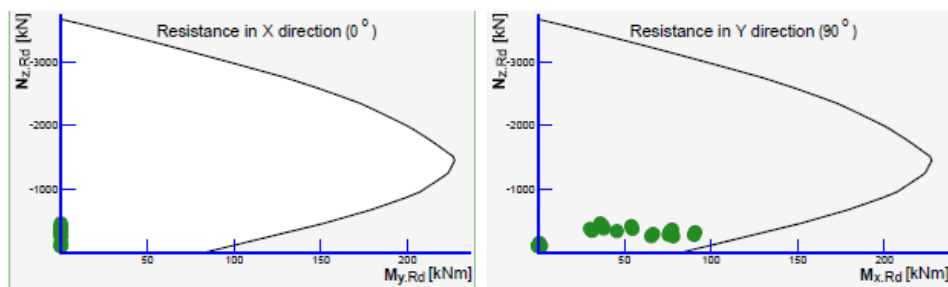
Erection stage

No load case for this stage defined

Fire Situation Loads

No load case for this stage defined

Resistance Diagrams



Supplementary Column Shoe Reinforcement

Concrete Cover:

30 mm

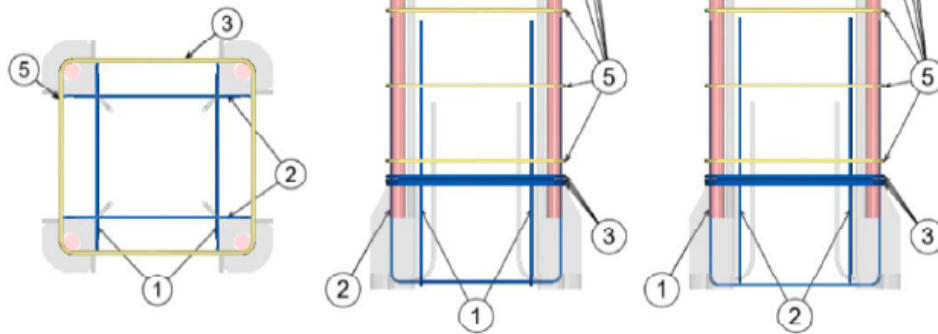
Reinforcement: B500B

$f_{yd} = 434,8 \text{ N/mm}^2$

Plane View

X-axis view

Y-axis view

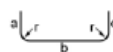


Reinforcements Data

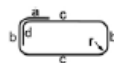
Pos	Bending Type	a [mm]	a [mm]	b [mm]	c [mm]	d [mm]	r [mm]	L [mm]	pcs	[kg]/pcs	[kg]
1	B	6	502	324	502	0	12	1 304	2	0,29	0,58
2	B	6	502	324	502	0	12	1 304	2	0,29	0,58
3	C	8	96	340	340	96	16	1 472	3	0,58	1,74
5	C	8	96	340	340	96	16	1 472	7	0,58	4,07
										Total weight :6,97	

* Pos. 5 is evaluated assuming good bonding strength

Bending Type B



Bending Type C



Base Structure

Concrete : C20/25
 Uncracked : No
 Aggregate size : 16

8. LOKALINĖ ŠAMATA

SUDERINTA _____ TŪKST

TVIRTINL _____ TŪKST.

ATSAKINGAS ATSTOVA! _____

ATSAKINGAS ATSTOVA! _____

2015 M. MĖN. D.

2015 M. MĖN. D.

LOKALINĖ ŠAMATA NIS1

Sudaryta 2015 m. 10 mėn. kainomis

K001 Magistro darbas

O1 Objektas

S1 Šamata

Iš viso: **279.236,98** Eur

2015.12.22

Lapas: 1

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
Pamatų įrengimas (gręžtiniai poliai, pamatinės sijos, rostverakai ir kt.)										
1	Aptarnavimo duobė APT-1 K8=1.04, K9=1.15	F6-2-1	m3		207,8407	24,77	5.148,21	1.301,76	3.630,40	216,05
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.30	10330	žm.val.	11,400	4,61	282,378	1.301,76	1.301,76		
	Armatūra	10	t	0,078	686,92	1,890	1.298,28		1.298,28	
	Pjautinė miško medžiaga (spygl.)	440	m3	0,050	195,54	1,239	242,18		242,18	
	Betonas C20/25	320	m3	1,015	72,17	25,142	1.814,47		1.814,47	
	Betonas C8/10	1600043	m3	0,159	64,18	3,930	252,23		252,23	
	Vinys	950	t	0,001	938,69	0,025	23,25		23,25	
	Autokranai iki 10 t kėlimo galios	48130	maš.val	0,390	22,07	9,660	213,20			213,20
	Kiti smulkūs mechanizmai	48382	maš.val	0,250	0,46	6,193	2,85			2,85
2	Monolitinių gelžbetoninių rostverkų RK-1, RK-2, RK-3 įrengimas kai rostverko tūris iki 0,5 m3 K8=1.02, K9=1.15	N57P-6407-1	m3		197,6955	75,71	14.967,53	2.972,30	10.107,08	1.888,15
	Armatūra	260017	t	0,033	1.034,46	2,630	2.617,18		2.617,18	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	8,300	4,73	628,393	2.972,30	2.972,30		
	Specialus tepalas klojiniams	230451	l	0,146	3,86	11,054	42,67		42,67	
	Inventoriniai lengvų metalo-faneros skydų klojiniai	521966	m2	0,040	402,34	3,028	1.218,45		1.218,45	
	Neplautas žvyras	573015	m3	0,130	10,69	9,842	105,21		105,21	
	Betonas C20/25	600043	m3	1,015	72,17	76,846	5.545,95		5.545,95	
	Betonas C8/10	1600043	m3	0,119	64,18	9,000	577,62		577,62	
	Vibratorius	489192	maš.val	0,500	0,46	37,855	17,41			17,41
	Mini daugiafunkcinės mašinos	489334	maš.val	0,520	23,75	39,369	935,02			935,02
	Kranas ant automob. važiuoklės kėliam.galios iki 10 t	489034	maš.val	0,560	22,07	42,398	935,72			935,72
3	Gręžtiniai monolitinio gelžbetonio pamatai GP-1/GP1.1	F5-2	m3		201,1821	99,36	19.989,46	2.255,87	11.637,06	6.096,53
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	4,800	4,73	476,928	2.255,87	2.255,87		
	Armatūrinis karkasas	12	t	0,022	1.034,46	2,230	2.306,85		2.306,85	
	Metalinės konstrukcijos	60	t	0,008	1.453,66	0,795	1.155,49		1.155,49	
	Betono mišiniai	320	m3	1,140	72,17	113,270	8.174,72		8.174,72	
	Autokranai iki 10 t kėlimo galios	48130	maš.val	1,500	22,07	149,040	3.289,31			3.289,31
	Gręžimo mašinos	48270	maš.val	0,950	29,74	94,392	2.807,22			2.807,22
4	Gelžbetoninės pamatų sijos PS-1, įrengiant klojinius iš skydų, paduodant betoną kranu K8=1.04, K9=1.15	N6-17	m3		181,7056	17,16	3.118,07	799,66	2.155,56	162,85
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.33	10333	žm.val.	10,000	4,66	171,600	799,66	799,66		
	Betonas C20/25	260014	m3	1,015	72,17	17,417	1.257,01		1.257,01	
	Armatūra	260017	t	0,063	686,92	1,062	743,44		743,44	
	Emulsolis	20077	kg	1,100	2,26	18,876	42,66		42,66	
	Plieninė viela	120002	t	0,000	895,68	0,005	4,46		4,46	
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	1,700	1,94	29,172	56,59		56,59	
	Apipjaautos lentos 25-32mm st. (3 rūš.)	534017	m3	0,002	195,54	0,039	7,72		7,72	
	Kroeninis kuras	20091	t	0,001	980,00	0,019	18,50		18,50	
	Statybinės vinys	120030	kg	0,221	1,06	3,784	4,01		4,01	
	Apipjaautos lentos 40mm st. (3 rūš.)	534003	m3	0,004	195,54	0,069	13,42		13,42	
	Klojinių skydai	534936	m2	0,055	8,21	0,944	7,75		7,75	
	Kranas	489131	maš.val	0,430	22,07	7,379	162,85			162,85

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžia-gos	Mecha-nizmai
Iš viso už skyrių:							43.223,27	7.329,59	27.530,10	8.363,58

Laikančio karkaso įrengimas (kolonos, perdangos plokštės, remisijos ir kt.)

5	Pokraninių metalinių sijų HEB 220 montavimas kai sijų masė daugiau 0,5t iki 1,0t K8=1.03	N9P-0103-4	t			1.566,8760	4,261	6.676,46	233,10	6.277,02	166,34
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.50	10450	žm.val.	10,500	5,21	44,741	233,10	233,10			
	HEB 220 S235J2	520003	t	1,000	1.453,66	4,261	6.194,05		6.194,05		
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	1,000	1,94	4,261	8,27		8,27		
	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	120051	kg	4,600	1,92	19,601	37,63		37,63		
	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	520349	kg	6,000	1,45	25,566	37,07		37,07		
	Suvirinimo transformatorius	380004	maš.val	1,300	2,75	5,539	15,23			15,23	
	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam.galios	489051	maš.val	1,300	27,28	5,539	151,11			151,11	
6	Pokraniniai bėgiai ant plieninių pokraninių sijų, bėgio tipas KP70	N9-102	m			110,4264	59,6	6.581,41	692,25	5.573,47	315,69
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.08	10408	žm.val.	2,300	5,05	137,080	692,25	692,25			
	Pokraninių kelių konstrukcijos	260050	t	0,046	1.453,66	2,750	3.997,57		3.997,57		
	Propano-butano mišinys	20040	m3	0,120	1,98	7,152	14,16		14,16		
	Dujinis dequonis (techninis)	210004	m3	0,650	1,24	38,740	48,04		48,04		
	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	520392	t	0,001	1.453,66	0,048	69,31		69,31		
	Tvirtinimo detalės	120048	t	0,013	1.923,40	0,751	1.444,40		1.444,40		
	Kranas ant automob. važiuoklės keliam.galios iki 10 t	489034	maš.val	0,240	22,07	14,304	315,69			315,69	
7	Ryglių, kurių masė iki 5,0t, montavimas daugiaaukščiuose pastatuose K8=1.04	N7-60	vnt			439,5892	22	9.670,96	477,73	8.960,86	232,37
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.08	10408	žm.val.	4,300	5,05	94,600	477,73	477,73			
	Surenkamos q/b konstrukcijos	260027	vnt	1,000	406,13	22,000	8.934,86		8.934,86		
	Betono mišiniai C30/37	600046	m3	0,007	70,14	0,154	10,80		10,80		
	Statybinės vynys	120030	kg	0,006	1,06	0,141	0,15		0,15		
	Apipjautos lentos 40mm st. ir daugiau (2 rūš.)	534015	m3	0,000	195,54	0,009	1,72		1,72		
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	0,250	1,94	5,500	10,67		10,67		
	Mediniai klojiniių skydai	534034	m2	0,015	8,21	0,323	2,66		2,66		
	Bokštinis kranas 5-8 t keliamosios galios	489046	maš.val	0,650	16,25	14,300	232,38			232,38	
8	Monolitiniai gelžbetonio 200 mm storio besijiniai perdenginiai, naudojant "Peri" klojinius K9=1.15	F6-2-12	m3			203,7107	22,79	4.642,57	930,65	3.413,90	298,02
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.80	10380	žm.val.	8,300	4,92	189,157	930,65	930,65			
	Armatura	10	t	0,102	686,92	2,325	1.596,80		1.596,80		
	Specialus skystis klojiniams tepti (Peri) 'Bio Clean'	914-1	l	0,120	3,86	2,735	10,56		10,56		
	'Peri' klojiniai 'Multiflex' (paklotas fanera 25 ciklu)	966-4	m2	0,200	14,85	4,558	67,69		67,69		
	Betonas C30/37	320	m3	1,015	72,17	23,132	1.669,43		1.669,43		
	'Peri' klojiniai 'Multiflex' (stovai, sijos)	966-3	m2	0,025	121,86	0,570	69,43		69,43		
	Autokranai iki 10 t kelimo galios	48130	maš.val	0,580	22,07	13,218	291,73			291,73	
	Kiti smulkūs mechanizmai	48382	maš.val	0,600	0,46	13,674	6,29		6,29		6,29
9	Lentų klojiniai kolonų betonavimui K9=1.15	N6-193-1	100m2			873,1016	0,276	240,98	175,33	65,65	0,00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	137,000	4,64	37,812	175,32	175,32			
	Apipjauta mediena (spygliuočių, 1-3 rūš.)	534013	m3	1,100	187,81	0,304	57,02		57,02		
	Statybinės vynys	120030	kg	15,000	1,06	4,140	4,39		4,39		
	Specialus tepalas klojiniams	230451	l	4,000	3,85	1,104	4,25		4,25		
10	Gelžbetoninių kiaurymėtu perdangos plokščių montavimas aukštis mm 220, plotas daugiau 5m2 iki 10m2 K8=1.03	N7P-0406-2	100m2			2.487,7252	5,53	13.757,12	837,02	11.933,55	986,55
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	32,000	4,73	176,960	837,02	837,02			
	Kiaurymėtos perdangos plokštės	261203	m3	22,000	95,31	121,660	11.595,41		11.595,41		
	Cementinis skiedinys	600004	m3	0,060	56,82	0,332	18,85		18,85		
	Betono mišiniai C30/37	600043	m3	0,800	72,17	4,424	319,28		319,28		
	Kranas	489131	maš.val	8,000	22,07	44,240	976,38			976,38	
	Vibratorius	489192	maš.val	4,000	0,46	22,120	10,18		10,18		10,18
11	Kolonų, kurių masė daugiau kaip 3 t iki 4 t, montavimas, sujungiant varžtais K8=1.04	N7-28-4	vnt			798,9585	46	36.752,09	1.440,26	33.816,83	1.495,00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.00	10400	žm.val.	6,200	5,05	285,200	1.440,26	1.440,26			
	Gelžbetoninės kolonos su varžtinėmis jungtimis	261157	m3	1,376	534,40	63,280	33.816,83		33.816,83		

2015.12.22

Lapas: 3

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžia-gos	Mecha-nizmai
	Bokštinis kranas 10 t keliamosios galios	489040	maš.val	2,000	16,25	92,000	1.495,00			1.495,00
Iš viso už skyrių:							78.321,59	4.786,34	70.041,28	3.493,97

Denginio konstrukcijų įrengimas (santvaros, sijos, denginio plokštės, ryšiai ir kt.)

12	Gelžbetoninių kiaurymėtų denginio plokščių montavimas aukštis mm 200, plotas daugiau 5m2 iki 10m2 K8=1.03	N7P-0406-2	100m2			2.487,7252	2,35	5.846,15	355,70	5.071,22	419,23
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	32,000	4,73	75,200	355,70	355,70			
	Kiaurymėtos perdangos plokštės	261203	m3	22,000	95,31	51,700	4.927,53		4.927,53		
	Cementinis skiedinys	600004	m3	0,060	56,82	0,141	8,01		8,01		
	Betono mišiniai	600043	m3	0,800	72,17	1,880	135,68		135,68		
	Kranas	489131	maš.val	8,000	22,07	18,800	414,92				414,92
	Vibratorius	489192	maš.val	4,000	0,46	9,400	4,32				4,32
13	Monolitiniai gelžbetonio 200 mm storio besijiniai perdenginiai, naudojant "Peri" klojinius K9=1.15	F6-2-12	m3			203,7107	7,028	1.431,68	287,00	1.052,78	91,90
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.80	10380	žm.val.	8,300	4,92	58,332	287,00	287,00			
	Armatūra	10	t	0,102	686,92	0,717	492,42		492,42		
	Specialus skystis klojiniams tepti (Peri) 'Bio Clean'	914-1	l	0,120	3,86	0,843	3,26			3,26	
	'Peri' klojiniai 'Multiflex' (paklotas fanera 25 ciklų)	966-4	m2	0,200	14,85	1,406	20,87			20,87	
	Betono mišiniai C30/37	320	m3	1,015	72,17	7,133	514,82		514,82		
	'Peri' klojiniai 'Multiflex' (stovai, sijos)	966-3	m2	0,025	121,86	0,176	21,41		21,41		
	Autokranai iki 10 t keliamosios galios	48130	maš.val	0,580	22,07	4,076	89,96				89,96
	Kiti smulkūs mechanizmai	48382	maš.val	0,600	0,46	4,217	1,94				1,94
14	Rygių, kurių masė iki 5,0t, montavimas daugiaaukščiuose pastuose K8=1.04	N7-60	vnt			439,5892	11	4.835,48	238,87	4.480,43	116,18
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.08	10408	žm.val.	4,300	5,05	47,300	238,87	238,87			
	Surenkamos g/b konstrukcijos	260027	vnt	1,000	406,13	11,000	4.467,43		4.467,43		
	Betono mišiniai C30/37	600046	m3	0,007	70,14	0,077	5,40		5,40		
	Statybinės vinys	120030	kg	0,006	1,06	0,070	0,07		0,07		
	Apipjaautos lentos 40mm st. ir daugiau (2 rūš.)	534015	m3	0,000	195,54	0,004	0,86		0,86		
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	0,250	1,94	2,750	5,34		5,34		
	Mediniai klojinų skydai	534034	m2	0,015	8,21	0,162	1,33		1,33		
	Bokštinis kranas 5-8 t keliamosios galios	489046	maš.val	0,650	16,25	7,150	116,19				116,19
15	Metalinų gegnių ir pogežnių santvarų montavimas kai anga iki 24m, santvarų masė iki 3,0t K8=1.09	N9P-0102-5	t			1.589,3032	14,31	22.742,93	1.148,15	20.939,51	655,27
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.50	10450	žm.val.	15,400	5,21	220,374	1.148,15	1.148,15			
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	3,000	1,94	42,930	83,28		83,28		
	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	120051	kg	0,800	1,92	11,448	21,98		21,98		
	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	520349	kg	1,000	1,45	14,310	20,75		20,75		
	Plieninės statybinės konstrukcijos	520003	t	1,000	1.453,66	14,310	20.801,87		20.801,87		
	Raštai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	534001	m3	0,010	81,22	0,143	11,62		11,62		
	Suvirinimo transformatorius	380004	maš.val	3,900	2,75	55,809	153,47				153,47
	Kranas ant automob. važiuoklės keliam.galios iki 10 t	489034	maš.val	0,600	22,07	8,586	189,49				189,49
	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam. galios	489051	maš.val	0,800	27,28	11,448	312,30				312,30
16	Metalinių ryšių ir spyrių montavimas kai ryšių ir spyrių masė daugiau 100kg	N9P-0104-3	t			1.645,2000	6,504	10.700,38	656,97	9.593,86	449,55
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.40	10440	žm.val.	19,500	5,18	126,828	656,97	656,97			
	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	120051	kg	11,000	1,92	71,544	137,36		137,36		
	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	520349	kg	0,200	1,45	1,301	1,89		1,89		
	Plieninės statybinės konstrukcijos	520003	t	1,000	1.453,66	6,504	9.454,60		9.454,60		
	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam. galios	489051	maš.val	2,500	27,28	16,260	443,57				443,57
	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	489244	maš.val	2,000	0,46	13,008	5,98				5,98
17	Metalinės sijos HEA 400 montavimas kai sijos masė daugiau 1,0t K8=1.03	N9P-0103-5	t			1.548,6220	1,456	2.254,79	68,27	2.142,64	43,88
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.50	10450	žm.val.	9,000	5,21	13,104	68,27	68,27			
	Plieninės statybinės konstrukcijos HEA400 S355J2	520003	t	1,000	1.453,66	1,456	2.116,53		2.116,53		
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	0,800	1,94	1,165	2,26		2,26		
	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	120051	kg	4,000	1,92	5,824	11,18		11,18		

Priedas 8 (tęsinys)

2015.12.22

Lapas: 4

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	520349	kg	6,000	1,45	8,736	12,67		12,67	
	Suvirinimo transformatorius	380004	maš.val	1,040	2,75	1,514	4,16			4,16
	Kranas ant automob. važiuklės 16 t keliam. galios	489051	maš.val	1,000	27,28	1,456	39,72			39,72
18	Metalinių sijų HEB 180 montavimas kai sijų masė daugiau 0,5t iki 1,0t K8=1.03	N9P-0103-4	t		1.566,8760	2,406	3.769,90	131,62	3.544,36	93,92
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.50	10450	žm.val.	10,500	5,21	25,263	131,62	131,62		
	Plieninės statybinės konstrukcijos HEB 180	520003	t	1,000	1.453,66	2,406	3.497,51		3.497,51	
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	1,000	1,94	2,406	4,67		4,67	
	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	120051	kg	4,600	1,92	11,068	21,25		21,25	
	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	520349	kg	6,000	1,45	14,436	20,93		20,93	
	Suvirinimo transformatorius	380004	maš.val	1,300	2,75	3,128	8,60			8,60
	Kranas ant automob. važiuklės 16 t keliam. galios	489051	maš.val	1,300	27,28	3,128	85,33			85,33
19	Antkolononių montavimas ANT montavimas K8=1.02	N9P-0203-2	t		1.631,9900	1,42	2.317,43	192,36	2.125,07	0,00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.50	10450	žm.val.	26,000	5,21	36,920	192,35	192,35		
	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	120051	kg	11,000	1,92	15,620	29,99		29,99	
	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	520349	kg	15,000	1,45	21,300	30,89		30,89	
	Plieninės statybinės konstrukcijos	520003	t	1,000	1.453,66	1,420	2.064,20		2.064,20	
20	Denginiui laikančio metalinio profiliuoto pakloto lakštų montavimas T130M-75L-930	N9-339	100m2		422,5304	14,06	5.940,78	1.283,53	4.163,97	493,28
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	19,300	4,73	271,358	1.283,52	1.283,52		
	Laikantys metaliniai profiliuoti paklotų lakštai	260878	m2	16,208	16,07	227,880	3.662,03		3.662,03	
	Savisriegiai sraigtai (metalui)	120323	vnt	510,000	0,07	7.170,600	501,94		501,94	
	Kranas ant automob. važiuklės keliam.galios iki 10 t	489034	maš.val	1,400	22,07	19,684	434,43			434,43
	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	489244	maš.val	9,100	0,46	127,946	58,86			58,86
21	Stoglangio rėmo STR-1 įrengimas kai masė daugiau 100kg	N9P-0104-3	t		1.645,2000	2,026	3.333,18	204,65	2.988,49	140,04
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.40	10440	žm.val.	19,500	5,18	39,507	204,65	204,65		
	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	120051	kg	11,000	1,92	22,286	42,79		42,79	
	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	520349	kg	0,200	1,45	0,405	0,59		0,59	
	Plieninės statybinės konstrukcijos	520003	t	1,000	1.453,66	2,026	2.945,12		2.945,12	
	Kranas ant automob. važiuklės 16 t keliam. galios	489051	maš.val	2,500	27,28	5,065	138,17			138,17
	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	489244	maš.val	2,000	0,46	4,052	1,86			1,86
	Iš viso už skyrių:						63.172,70	4.567,12	56.102,33	2.503,25

Iš viso	184.717,56	16.683,05	153.673,71	14.360,80
Papildomų medžiagų vertė	4.610,21		3%	
Papildomų mechanizmų vertė	430,82			3%
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai	1.334,64	8%		
Iš viso	191.093,23	18.017,69	158.283,92	14.791,62
Soc. Draudimas	5.585,48	31%		
Iš viso	196.678,71	23.603,17	158.283,92	14.791,62
Statybvietės išlaidos	17.701,08	9%	9%	9%
Iš viso (tiesioginės išlaidos)	214.379,79	25.727,46	172.529,47	16.122,86
Pridėtinės išlaidos	5.405,31	30%		
Iš viso	219.785,10	31.132,77	172.529,47	16.122,86
Pelnas	10.989,26	5%	5%	5%
Iš viso (su netiesioginėmis išlaidomis)	230.774,36	32.689,42	181.155,94	16.929,00
PVM	48.462,62	21%	21%	21%
Iš viso	279.236,98	39.554,20	219.198,69	20.484,09