

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Mindaugas Titas

**PREKYBOS PASKIRTIES PASTATO „AUDI CENTRAS“,
ŠVENTUPIO G. 25A ŠIAULIUOSE STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ
DALIES PROJEKTAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Lek. M. Kasiulevičius

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas
Doc. M. Augonis

**PREKYBOS PASKIRTIES PASTATO „AUDI CENTRAS“,
ŠVENTUPIO G. 25A ŠIAULIUOSE STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ
DALIES PROJEKTAS**

Baigiamasis magistro projektas
M6046M21 Statybas (621J80001)

Vadovas

Lek. M. Kasiulevičius

Recenzentas

Projektą atliko

Mindaugas Titas

KAUNAS, 2016

Projektą atliko SSM - 4 gr. studentas:

Mindaugas Titas

vardas, pavardė

parašas, data

Konsultantai:

Architektūrinė dalis

G. Šukaitytė

vardas, pavardė

parašas, data

Ekonominė dalis

O. Viliūnienė

vardas, pavardė

parašas, data

Grafinė dalis

J. Šadauskienė

vardas, pavardė

parašas, data

Konstrukcijų skaičiavimo dalis

M. Kasiulevičius

vardas, pavardė

parašas, data

Technologijų ir organizavimo dalis

R. Miniotaitė

vardas, pavardė

parašas, data

Darbų saugos dalis

D. Nizevičienė

vardas, pavardė

parašas, data

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

Bakaluro (magistro) baigiamasis darbas

PREKYBOS PASKIRTIES PASTATO „AUDI CENTRAS“, ŠVENTUPIO G. 25A
ŠIAULIUOSE STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS

Mindaugas Titas

Baigiamajame darbe projektuojamas „Audi“ centras, kuris bus statomas Šventupio g. 25a, Šiauliuose. Pastatą sudaro keturios pagrindinės funkcinės zonos: remonto garažų, sandėliavimo ir buitinės, pardavimų salės ir administracinių-buitinių patalpų. Pastato bendras plotas 1161,13 m². Pastatas priskiriamas prie ypatingos paskirties statinių.

Architektūrinėje dalyje pateikti bendri statinio rodikliai, techniniai-tūriniai sprendimai bei pasirinktos konstrukcijos šiluminių varžų skaičiavimas. Konstrukcinėje dalyje pateikti 4 konstrukcijų skaičiavimai pagal standartus LST bei techninius Reglamentus STR. Technologinėje dalyje pateikti pasirinktos konstrukcijos medžiagų žiniaraščiai bei savaeigio kranų parinkimas. Darbų saugos dalyje aptariami pavojingi veiksniai atsirandančius statybos aikštelėje. Tiriamojoje dalyje pateikiamos tempiamos jungties įtempimų pasiskirstymas. Prieduose, konstrukcinės dalies skaičiavimo kompiuterine programa, „[Robot Structural Analysis Professional](#) 2013“, ataskaitos bei lokalinė objekto sąmata.

Reikšminiai žodžiai: Audi“ centras, plieninė santvara, perdangos plokštė

KAUNAS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

Master final work

STRUCTURAL PART OF PROJECT OF COMMERCIAL PURPOSE BUILDING „AUDI CENTER“, ŠVENTUPIO G. 25A ŠIAULIUOSE

Mindaugas Titas

In this final work designed „AUDI“ center which will be build in Šventupio st. 25a, Šiauliai. The building consists of 4 main function zone: repairing garages, store and worker space, car exposition hall and office-worker space. The total area of building 1161,13m². The building is assigned to special purpose buildings group.

The architectural part presents general indicators of the structure, technical-content solutions, recommendations and selected construction heat transfer coefficient calculation. Structural part consist 4 structures calculations in accordance with standards LST and technical Regalement STR. The technological part to provide material sheets and self-propelled crane selection. Work safety part discusses the hazards resulting from the construction site. In the analysis part calculate the distribution of stress in the connection. Annexes contain, design calculation of a computer program, "Robot Structural Analysis Professional 2013, localized estimate of.

Keywords: “Audi” center, steel truss, local estimated, reinforced slab

TURINYS

1.	TEISINĖ DALIS.....	6
2.	ARCHITEKTŪRINĖ DALIS	7
2.1.	BENDRIEJI DUOMENYS.....	7
2.2.	ŽEMĖS SKLYPAS.....	7
2.3.	INŽINIERINĖS KOMUNIKACIJOS.....	8
2.4.	PASTATO ARCHITEKTŪRA.....	9
2.5.	PASTATO KONSTRUKCIJOS	11
2.6.	ESMINIŲ STATINIO REIKALAVIMŲ IŠPILDYMAS PROJEKTE	11
2.7.	ŽMONIŲ SU NEGALIA REIKALAVIMAI	18
2.8.	BENDRIEJI REIKALAVIMAI (TECHNINĖS SPECIFIKACIJOS).....	20
3.	KONSTRUKCINĖ DALIS.....	21
3.1.	RĖMO SKAIČIUOJAMOJI SCHEMA.....	21
3.2.	RĖMO POVEIKIŲ IR APKROVŲ SKAIČIAVIMAS	22
3.3.	SKERSINIO RĖMO SKAIČIUOJAMOJI SCHEMA	27
3.4.	APKROVŲ DERINIŲ SUDARYMAS	28
3.5.	SANTVARŲ SKAIČIAVIMAS KOMPIUTERINE PROGRAMA	29
3.6.	LANKŠČIAI ATREMTOS SANTVAROS ELEMENTŲ SKAIČIAVIMAS.....	30
3.7.	SANTVAROS MAZGŲ PROJEKTAVIMAS	36
3.8.	KIAURIMĖTOSIOS PERDANGOS PLOKŠTĖS SKAIČIAVIMAS.....	53
3.9.	PLOKŠTĖS ĮRAŽŲ SKAIČIAVIMAS	53
3.10.	PLOKŠTĖS SKERSPJŪVIO MATMENYS IR BENDRIEJI DUOMENYS.....	55
3.11.	PLOKŠTĖS NORMALIOJO PJŪVIO STIPRUMO ĮVERTINIMAS	63
3.12.	PLOKŠTĖS ĮSTRIŽOJO PJŪVIO SKAIČIAVIMAS.....	64
3.13.	VIRŠUTINIO KRAŠTO PLEIŠĖTUMO TIKRINIMAS	67
3.14.	NORMALINIŲ PLYŠIŲ ATSIKIRADIMO TIKRINIMAS	69
3.15.	PLOKŠTĖS ĮLINKIO SKAIČIAVIMAS	70
3.16.	KOLONOS SKAIČIAVIMAS.....	72
3.17.	GRĖŽTINIO PAMATO SKAIČIAVIMAS.....	75
3.18.	PAMATO NUOSĖDŽIŲ SKAIČIAVIMAS.....	79
3.19.	IŠILGINĖS PAGRINDINĖS TEMPIAMOS ARMATŪROS PARINKIMAS	81
4.	TIRIAMOJI DALIS	82
4.1.	TEORINĖS ŽINIOS	82
4.2.	MAZGO SKAIČIAVIMAS	83
5.	DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA.....	89

5.1.	STATYBOS AIKŠTELĖ.....	89
5.2.	DARBO APLINKOS PROFESINĖS RIZIKOS VEIKSNIAI IR JŲ ŠALTINIAI	90
5.3.	PROFESINĖS RIZIKOS VERTINIMAS.....	92
5.4.	APLINKOSAUGA.....	93
6.	TECHNOLOGINĖ, ORGANIZACINĖ DALIS	95
6.1.	SURENKAMOS G/B PERDANGOS TECHNOLOGINĖ KORTELĖ	95
7.	EKONOMINĖ DALIS	105
	IŠVADOS	107
	LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	108
	PRIEDAI	110

BRĖŽINIŲ SĄRAŠAS

- 1 Situacijos schema. Sklypo planas. Įvažiavimo detalė. Fasadai 1-7, A-G, 7-1, G-A
- 2 Pirmo aukšto planas, Antro aukšto planas
- 3 Pjūvis "A", Pjūvis "B", Detalės
- 4 Pamatų konstrukcinis brėžinys
- 5 Perdangos ir kolonos konstrukcinis brėžinys
- 6 Santvaros konstrukcinis brėžinys
- 7 technologinis brėžinys

IŽANGA

Baigiamajame darbe projektuojamas prekybos paskirties pastatas „AUDI“ centras su remonto dirbtuvėmis. Numatoma statybos vieta Šiauliai, Šventupio g. 25a. Šiam tikslui suformuojamas sklypas miesto Šiaurės-Vakarų dalyje, kurio bendras plotas 4270 m². Suformuotas sklypas ribojasi su gyvenamosios ir žemės ūkio paskirties sklypais. Gatvėje esamos pastato eksploatacijos reikalingos komunikacijos: elektra, vandentiekis, buitinės nuotekos, centralizuoto šildymo magistralė. Sklype projektuojamos 37 automobilių stovėjimo vietos pagal [1] XIII skyriaus nurodymus.

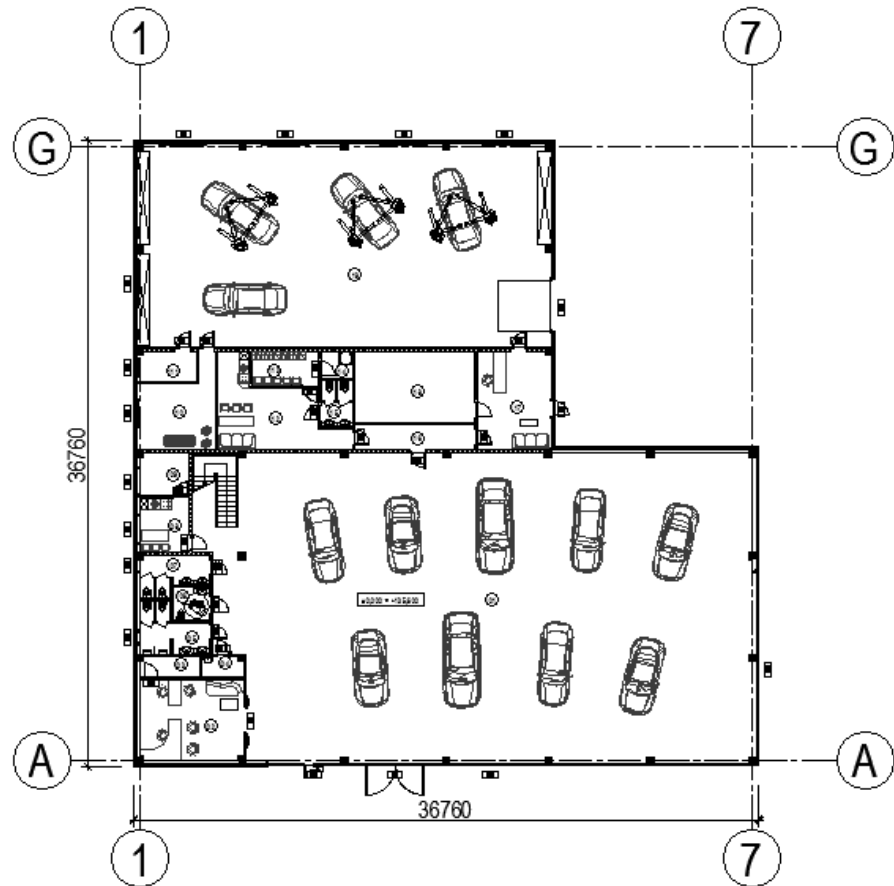
Pirmoje magistrinio darbo dalyje atlikome pastato pagrindinių matmenų, architektūros parinkimą. Suformuotos funkcinės zonos, numatytos vidaus išplanavimas ir naudojamos medžiagos. Sudaryta pastato skersinio rėmo skaičiuojamoji schema: parinktos konstrukcijos, paskaičiuotos apkrovos veikiančios pastatą. Taip pat paskaičiuotos tris konstrukcijos: santvara, kiaurimėtoji perdangos plokštė ir gelžbetoninė kolona.

Antroji magistrinio darbo dalis susideda iš 9 skyrių ir brėžinių:

1. Pirmojoje dalyje trumpai aptariamas teisinių aktų sąvadas, kurio remiantis formuojama pastato architektūra, tūriniai sprendimai, konstrukciniai skaičiavimai.
2. Šioje dalyje aprašoma architektūrinė dalis. Rašomas aiškinamasis raštas, kuriuo aptariama sklypo situacija, pastato orientacija sklype, pagrindiniai pastato rodikliai, ir laikančiosios konstrukcijos. Aprašomi pastatui keliami esminiai pastato reikalavimai: mechaninis atsparumas ir pastovumas; gaisrinė sauga; higiena, sveikata, aplinkosauga; naudojimo sauga; apsauga nuo triukšmo; energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas. Pateikiami pastato pritaikyto žmonių su negalia reikalavimai.
3. Konstrukcinėje dalyje atsižvelgus į pakeitimus pastato architektūroje suformuojama pastato skersinio rėmo skaičiuojamoji schema. Skaičiuojamos apkrovos, kompiuterine programa atliekami statiniai skaičiavimai, gaunamos pastato konstrukcijų vidinės įrašos. Rankiniu būdu skaičiuojamos pastato konstrukcijos: gelžbetoniniai, gręžtiniai pamatai; gelžbetoninės kolonos; gelžbetoninė perdangos plokštė; plieninė santvara.
4. Tiriamojoje dalyje aptariame baigtinių elementų skaičiavimo metodiką, pritaikymą konstrukcijų skaičiavimuose. Šiuo metodu modeliuojamas santvaros tempiamos jungės mazgas, sugeneruojamas mazgo tinklelis, gaunamas įtempių pasiskirstymas.
5. Darbo saugos dalyje aptariama statybos aikštelė, darbo saugos priemonės, aplinkosauga, atliekamas darbo rizikos vertinimas, ir aptariami pavojų šalinimo būdai.
6. Technologinėje dalyje suformuojama perdangos plokščių montavimo technologinė kortelė. Parenkamas auto kranas ir formuojama darbininkų brigada.
7. Ekonominėje dalyje skaičiuojami skaičiuotų konstrukcijų kiekiai. Skaičiuojamos konstrukcijų įrengimo kainos, žmonių ir mechanizmų darbo valandų poreikis, medžiagų poreikis. Prieduose pateikiamos lokalinės darbų sąmatos.
8. Pateikiamos darbo išvados: pastato konstrukcijų įrengimo kainos, darbininkų brigados sudėtis; pastato šiluminių skaičiavimų rezultatai, bei gautų reikšmių palyginimai su norminėmis reikšmėmis; konstrukcijų išnaudojimo koeficientai; apibendrinamos darbo metu įgytos žinios.

9. Sudaromas literatūros sąrašas. Įtraukiame norminius, teisinius dokumentus, mokomosios literatūros šaltinius, žinytus, internetines svetaines, kuriose talpinta darbui reikalinga medžiaga.

Darbo pabaigoje pateikiami architektūriniai, konstrukciniai ir technologiniai brėžiniai atspindintys darbo rašto dalyje priimtus sprendinius.



1 pav. Pastato vidaus išplanavimas

1. TEISINĖ DALIS

Darbas atliekamas vadovaujantis Lietuvoje galiojančiais teisės aktais, norminiais dokumentais ir kitais metodiniais nurodymais. Pastato projektavimo stadijoje naudojami norminiai dokumentai pateikti 1.1 lentelėje:

1.1.lentelė. Naudojamo vandens balansas.

Eil. Nr.	Žymuo	Pavadinimas
1.	STR 1.01.05:2007	Normatyviniai statybos techniniai dokumentai
2.	STR 1.05.08:2003	Statinio projekto architektūrinės ir konstrukcinės dalių brėžinių braižymo taisyklės ir grafiniai žymėjimai
3.	STR 1.01.09:2003	Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį
4.	STR 1.01.08:2002	Statinio statybos rūšys
5.	STR 2.01.01(1):2005	Esminis statinio reikalavimas. Mechaninis atsparumas ir pastovumas
6.	STR 2.01.01 (2): 1999	Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga
7.	STR 2.01.01 (3): 1999	Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga
8.	STR 2.01.01 (4):2008	Esminiai statinio reikalavimai. Naudojimo sauga
9.	STR 2.01.01 (5):2008	Esminis statinio reikalavimas. Apsauga nuo triukšmo
10.	STR 2.01.01 (6):2008	Esminis statinio reikalavimas. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas
11.	STR 2.01.03:2009	Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių - techninių dydžių projektinės vertė
12.	STR 2.05.02:2008	Statinių konstrukcijos. Stogai
13.	STR 2.09.02:2005	Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas
14.	STR 2.05.04:2003	Poveikiai ir apkrovos
15.	STR 2.05.03:2003	Statybinių konstrukcijų projektavimo pagrindai
16.	STR 2.05.08:2005	Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos
17.	STR 2.05.05:2005	Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas
18.	STR 2.05.09:2005	Mūrinių konstrukcijų projektavimas
19.	STR 2.05.20:2006	Langai ir išorinės įėjimo durys
20.	STR 2.01.09:2012	Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas

Lentelėje ne pateikiami visi normatyviniai dokumentai apibrėžiantys statybos leidimui, statybos pradžiai, bei jos užbaigimui reikalingi norminiai dokumentai.

2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

2.1. Bendrieji duomenys

Statinio pavadinimas: Prekybos paskirties pastato „Audi centras“, Šventupio g. 25a Šiauliuose statybinių konstrukcijų dalies projektas.

Adresas: Šventupio g. 25a, Šiauliai.

Statinio paskirtis: Prekybos paskirties pastatas.

Statinio kategorija: Ypatingas statinys.

Statybos rūšis: Nauja statyba.

Statinio projekto stadija: Statybinių konstrukcijų dalies projektas.

Bendrieji projekto reikalavimai

Pagal KTU pateiktas baigiamojo magistrinio darbo užduotį buvo parengtas Prekybos paskirties pastato „Audi centras“, Šventupio g. 25a Šiauliuose statybinių konstrukcijų dalies projektas. Darbas buvo atliekamas dviem etapais. Pirmuoju darbo etapu parengta architektūrinė dalis ir konstrukcinės dalies skaičiavimai, bei pagrindiniai konstrukciniai brėžiniai. Antruoju etapu papildytos ir patikslintos architektūrinės bei konstrukcinės dalys, paruoštos teisinės, ekonominės, darbų technologinės dalys. Projektas parengtas vadovaujantis galiojančiomis normomis ir taisyklėmis, atitinka gamtosauginius, higienos ir gaisrinės saugos reikalavimus.

2.2. Žemės sklypas

Kadastrinis numeris 0000/0000:00. Žemės sklypas yra 4270 m² ploto, taisyklingos formos. Pagrindinė paskirtis – kita, naudojimo būdas – komercinės paskirties objektų statyba. Naudojimo pobūdis – prekybos ir autoservisų statinių statybos. Žemės sklypo nuosavybės nenustatyta. Sklypui suteiktas adresas Šventupio gatvėje 25a, Šiaulių mieste.

Projektuojamas įvažiavimas į sklypą iš esamos Šventupio gatvės rytinėje sklypo dalyje. Iš kitų pusių sklypas ribojasi su kaimyniniais sklypais. Šventupio gatvės danga – asfaltbetonis, projektuojamo įvažiavimo danga iki sklypo ribos–asfaltbetonis, projektuojama važiuojamosios dalies ir šaligatvių danga sklype–betoninės trinkelės. Sklypo reljefas formuojamas maksimaliai prisitaikant prie esamo paviršiaus. Pastato nulinis grindų aukštis priimama 135,60 m.

Sklype šiuo metu esama tik veja ir įvairių tipų krūmokšniai ir vaismedžiai.

Kaimyniniuose sklypuose pastatų yra. Planuojant sklypo sutvarkymą, aptvėrimą, apželdinimą, projektiniai sprendiniai turi padėti išvengti smurto ir vandalizmo gyventojų ir turto atžvilgiu.

Sanitarinė ir ekologinė situacija

Sklypo sanitarinė ir ekologinė situacija yra normali. Sklype nėra susikaupusių šiukšlių ar aplinkai kenksmingų medžiagų. Sklype ir aplinkinėje teritorijoje nėra taršos ar triukšmo šaltinių, gamybinių objektų.

Pastatas padėtis sklype

Pastatas – prekybos paskirties pastatas (automobilių centras su automobilių remonto dirbtuvės). Projektuojamas karkasinis pastatas su gelžbetoninėmis kolonomis, gelžbetonine perdanga, metaline santvara. Pastato bendras plotas – 1161,13 m², tūris – 11524 m³, aukštis – 10,10 m. Pastate numatoma, kad vienu metu dirbs ne daugiau kaip 12 žmonės. Bendrai pastate vienu metu numatoma, kad bus ne daugiau kaip 100 žmonių. Pagal norminius reikalavimus atsižvelgiant į patalpų plotus ir paskirtis numatomos 37 automobilių stovėjimo vietos (minimalus skaičius 34). Sklypo vakarinėje pusėje numatomas buitinių atliekų konteineris. Pastato pagrindinis fasadas į esamą Užmiesčio gatvę, užstatymo plotas 1141 m².

2.3. Inžinierinės komunikacijos

Energetinio aprūpinimo ir vandens šaltiniai. Vandens, nuotekų ir energetinio aprūpinimo lauko inžinerinių tinklų aprūpinimas:

- Šildymas-pastatas prijungtas prie miesto šildymo tinklų, pastato techninėje patalpoje įrengiamas plokštelinis šilumokaitis. Prijungiami vandens cirkuliaciniai siurbliai. Vykdoma karštojo ir šaltojo vandens apskaita, skaičiuojama iš šilumos tinklų paimama šiluma.
- Vėdinimas: numatomas priverstinis pastato vėdinimas. Statomas šilumos rekuperatorius, kuris sumažina šilumos nuostolius, dėl vėdinimo. Rekuperatoriaus pajėgumas, bei vamzdynai šioje projekto dalyje neskaičiuojami.
- Elektros tiekimas: Pastato apšvietimui ir buitiniams reikmėms naudojama elektros energija, kadangi pastate bus vykdomi procesai, kuriems reikalinga trijų fazių elektros įrenginiai, statomos paskirstymų dėžutės su tam pritaikytais elektros lizdais. Statybos metu objektui bus reikalingas didelis elektros energijos kiekis, statomos laikinos pastotės. Kadangi darbai specializuoti darbus atlieka tiekiančioji įmonė – numatomas elektros tiekėjas LESTO.
- Vandentiekis ir nuotekos: bus jungiamasi prie vietinių vandentiekio ir nuotekų tinklų.
- Telekomunikacijos, internetas: mobilus ryšys, galimybė prisijungti prie TEO tinklų.
- Privažiavimas: į sklypą numatomas įvažiavimas iš esamos Šventupio gatvės.

Žemės darbai

Vykdam žemės kasimo darbus vadovautis STR 1.07.02:2005 „Žemės darbai“.

Atliekant statybos darus nepažeisti esamų tinklų. Siekiant nepažeisti esamų tinklų, žemės kasimo darbai vieno metro atstumu nuo esamų tinklų vykdomi rankiniu būdu.

Reikalavimai

Prieš pradėdant atlikti bet kokius darbus privaloma gauti leidimą statybai bei kitus privalomus leidimus. Statybos metu privaloma laikyti statybos įstatymo ir visais išvardintais normatyviniais dokumentais bei normomis. Statybos rangovai, subrangovai, darbų vadovai ir specialistai turi atitikti kvalifikacinius reikalavimus, kurie yra keliami vykdam projekte nurodytus statybos darbus. Vykdam statybos darbus privaloma laikytis saugaus darbo, gaisrinės saugos, aplinkos apsaugos, tinkamų darbo higienos sąlygų. Privaloma užtikrinti trečiųjų asmenų interesus. Statybos produktai privalo atitikti bendruosius reikalavimus.

Pastato vidaus inžineriniai tinklai

Vidaus inžinerinių tinklų projekto dalis šiame darbe nenumatoma.

2.4. Pastato architektūra

Pastatas – prekybos paskirties pastatas. Projektuojamas karkasinis pastatas dviejų aukštų. Pirmo aukšto aukštis ribojamas gelžbetoninės perdangos ir denginio konstrukcijų. Atitinkamai patalpų aukštis 3 metrai ir 6,62 metro. Projektuojamo pastato bendras plotas – 1161,13 m², tūris – 11524 m³, aukštis – 10,10 m.

Pastato paskirtys ir funkcinis zonavimas

Pastatas vieno aukšto su antresole. Pirmame aukšte suplanuota: Automobilių salė, kabinetai, archyvas, pagalbinės patalpos, tualetai, poilsio kambariai, rūbinė, dušai, koridorius, kabinetas-kasa, sandėliai ir dirbtuvių patalpos. Pastato pirmąjį aukštą sudaro bendroji erdvė skirta mašinų ekspozicijai, ji tęsiasi per visą pastato aukštį ir užima daugiau kaip 50% pastato bendrojo ploto bei tūrio.

Antrame aukšte suplanuota: koridorius, tualetas, kabinetai.

Patalpų struktūra: Pastato patalpas galima suskirstyti į dvi grupes – tai pardavimo sale su administracinėmis patalpomis ir remonto patalpos.

Išorinė pastato apdaila

Pastato sienų apdailai naudojamos daugiasluoksnės plokštės su cementinių plokščių tarpais. Daugiasluoksnių plokščių spalva – RAL 0004500. Cokolio apšiltinimui ir apdailai naudojama dekoratyvinio tinko sistema atitinkanti priešgaisrinius reikalavimus. Cokolio spalva – RAL 0002500.

Langai

Planuojama daugiausiai naudoti nevarstomus vitrininius langus, tačiau pagal priešgaisrinius reikalavimus įrengiamas reikiamas skaičius langų su priešgaisrine automatika, taip pat komforto lygiui palaikyti įrengiami ir į vidų atverčiami bei varstomi langai. Langų rėmai plastikiniai, pagal pasirinktos firmos technologiją. Įstiklinti dvi kameriniu stiklo paketu arba vien kameriniu stiklo paketu su selektyviu stiklu. Patariama naudoti langus su patalpų vėdinimo reikalavimus atitinkančiomis ventiliacinėmis padėtimis. Langų šiluminis laidumo koeficientas $U=1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Durys

Rekomenduojama statyti išorės duris sustiprintos konstrukcijos. Durų šiluminis laidumo koeficientas $U=1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Patalpų vidinės durys – medinės (skydinės).

Stogas, stogo skardinimas ir nutekamieji vamzdžiai

Stogo danga – bituminė prilydoma ruloninė danga. Stogo apskardinimui naudoti specialias pagamintas detales arba galima pasidaryti jas savarankiškai iš cinkuotos plieninės skardos, padengtos dažais. Nutekamieji vamzdžiai – pagal sisteminių pasirinktos firmos katalogą.

Takai ir privažiavimai

Projektuojamų takų ir privažiavimo danga – betoninės trinkelės. Nuo grinda aplink pastatą - betoninių trinkelėlių danga.

Vidinė pastatų apdaila.

Naudojamas šlapias cemento – kalkių tinkas arba montuojamos gipso kartono plokštės. Jos klijuojamos prie mūrinių sienų specialiais klijais arba tvirtinamos prie sienų ir lubų naudojant specialius karkasus pagal gamintojo nurodymus. Drėgnose patalpose patartina naudoti „žalias“ drėgmei atsparias gipso kartono plokštes.

Grindys

Grindys turi būti padengtos nelaidžia skysčiams danga, atsparia benzino ir kitų skysčių ardančiajam poveikiui.

Jeigu įrengiama ant grindų nutekėjusių skysčių surinkimo sistema, ji negali būti sujungta su buitinių nuotekų tinklais (išskyrus patalpas, skirtas transporto priemonių kėbulo plovimui).

Drėgnose patalpose grindys klojamos plytelėmis, naudojant hidroizoliaciją.

Grindys ant grunto šildomos 10 cm putų polistirolo grindinės plokštės pagalba pastato perimetru.

Lubos

Lubos įrenginėjamos iš lengvų pakabinamų lubų konstrukcijų

Dažymas ir apsauginės medžiagos

Vidinės sienos ir lubos dažomos akriliniais dažais, parenkama atitinkamai šviesiai kreminė ir baltos spalvos. Drėgnose patalpose patartina sienas išklijuoti keramikinėmis plytelėmis

2.5. Pastato konstrukcijos

Pamatai: Projektuojami gręžtiniai gelžbetoniniai pamatai. Pamatų diametras ir pamatų gylis paskaičiuojamas pagal paskaičiuotas apkrovas ir grunto parametrus. Polio viršuje įbetonuojamos įdėtinės detalės kolonų tvirtinimui. Pastato perimetru ir po laikančiomis sienomis įrengiamos pamatinės sijos.

Sienos: Išorės sienos – daugiasluoksnės plokštės. Auto remonto dirbtuvių vidaus apdaila – daugiasluoksnės plokštės, likusioje pastato dalyje išorinėse sienose montuojami plonasienių profilių karkasas su gipso kartono plokščių apdaila, paliekama galimybe sienose įrengti inžinerinius tinklus. Vidaus laikančiosios sienos iš silikatinių M18 blokelių, vidaus pertvaros iš silikatinių M12 blokelių ir gipso kartono plokščių.

Perdanga: Perdengimo vietoje įrengiama surenkama g/b plokščių perdanga. Plokštės remiamos į g/b skersinio rėmo sijas ir mūro sienas.

Stogas: Projektuojamo stogo laikančioji konstrukcija – metalinė santvara ir apkrovas laikantieji lakštai. Stogo konstrukcija papildomai sudaro termoizoliacijos ir hidroizoliacijos sluoksniai .

Pastato standumą ir pastovumą užtikrina pamatai, sienos, pertvaros ir perdanga.

2.6. Esminių statinio reikalavimų išpildymas projekte

Mechaninis patvarumas ir pastovumas

Statinio konstrukcijos suprojektuotos vadovaujantis normatyviniais statybos techniniais dokumentais.

Projektiniai sprendiniai užtikrina statinio mechaninį patvarumą ir pastovumą statybos ir ilgalaikio naudojimo metu.

Gaisrinė sauga

Projektuojamas prekybos paskirties pastatas. Kaimyniniuose sklypuose esamų pastatų šiame projekte nevertiname, bet teigiame jog priešgaisriniai nuotoliai išlaikomi.

Pastate numatoma, kad vienu metu dirbs ne daugiau kaip 12 žmonių. Bendrai pastate vienu metu numatoma kad bus ne daugiau kaip 100 žmonių. Antrame aukšte vienu metu gali būti ne daugiau 10 žmonių.

Pastate privalomi gesintuvai. Jų skaičius ir išdėstymas projekte nenumatomas.

Statinio apsauga nuo žaibo privaloma. Žaibo saugos įranga įrengiama vadovaujantis statybos techniniu reglamentu STR 2.01.06:2009 „Statiniu apsauga nuo žaibo. Išorinė statinių apsauga nuo žaibo“.

Visos metalinės konstrukcijos gruntuojamos ir dažomos antikoroziniais ir padaliniais dažais.

Pastate projektuojamos dirbtuvių patalpos. Dirbtuvių patalpos pagal sprogimo ir gaisro pavojų priskiriama C_g kategorijai.

Pastate projektuojami sandėliai. Sandėliai pagal sprogimo ir gaisro pavojų priskiriama C_g kategorijai.

Pastate esančių patalpų, kurios priskiriamos C_g kategorijai, sienoms ir luboms turi būti naudojamos ne žemesnės degumo klasės medžiagos kaip D-s2, d2, grindims D_{FL}-s1.

Pastate esančios patalpos, kurios priskiriamos C_g kategorijai nuo kitų patalpų privaloma atskirti ne mažesnėmis kaip REI 45 atsparumo ugniai perdangomis ir ne mažesnėmis nei EI 45 atsparumo ugniai pertvaromis. Pagalbinės patalpos ir katilinės durys privalo būti ne mažesnio atsparumo nei EW 30-C0.

Patalpos, kuriose gali būti iki 15 žmonių sienoms ir luboms turi būti naudojamos ne žemesnės degumo klasės medžiagos kaip D-s2, d2.

Pastato lauko sienų apdailai ir apšiltinti iš lauko, naudojami ne žemesnės kaip D-s2, d1 degumo klasės statybos produktai. Pastato lauko sienos šiltinamos daugiasluoksne plokšte. Cokolio apšiltinimui ir apdailai naudojama sertifikuota priešgaisrinius reikalavimus atitinkanti apšiltinimo ir apdailos sistema.

Evakuacija iš pastato:

Pastate numatomi vienas evakuacijos kelias. Leidžiama vieną evakavimosi kelią įrengti iš patalpų, kuriose vienu metu gali būti ne daugiau kaip 50 žmonių ir kai tolimiausia vieta nuo išėjimo nutolusi ne daugiau kaip 25 m;

Evakavimo(si) kelių grindys turi būti lygios, o slenksčiai gali būti tik durų angose. Durų angoje esančio slenksčio aukštis turi būti ne didesnis kaip 15 mm. Leidžiamas grindų aukščių skirtumas – ne mažesnis kaip 45 cm, įrengiant ne mažiau kaip 3 pakopas. Evakavimo(si) kelių grindų nuolydis leidžiamas ne didesnis kaip 1:6.

Evakavimo(si) keliuose draudžiama įrengti laiptus, turinčius skirtingą pakopų aukštį ar plotį. Evakuacinių išėjimų durų užraktai parenkami vadovaujantis LST EN 179 ir LST EN 1125 serijos standartų reikalavimais. Evakuacinių išėjimų durų, pro kurias evakuojasi 15 ir daugiau žmonių, evakuaciniai užraktai parenkami pagal LST EN 179 serijos standarto reikalavimus, atitinkamai durų, pro kurias evakuojasi 100 ir daugiau žmonių, –

pagal LST EN 1125 standarto serijos reikalavimus. Visais atvejais evakavimo(si) kelių iš pastatų išorinės evakuacinės durys privalo turėti užraktus arba uždarymo mechanizmus, atidaromus iš vidaus.

Evakuacinių išėjimų durų spygnos turi būti ne aukščiau kaip 1000 mm nuo grindų, o rankenos – ne aukščiau kaip 1100 mm.

Naudojant dvivėres evakuacinių išėjimų duris, atidaromos dalies (toliau – varčia) plotis turi būti ne mažesnis kaip 1200 mm. Dvivėrių durų pagrindinės varčios plotis turi būti ne mažesnis kaip 900 mm.

Evakuacinių išėjimų durų varčia turi atsidaryti evakuacijos kryptimi, o jos plotis turi būti ne mažesnis kaip: 0,8 m, kai pro ją evakuojasi iki 15 žmonių;

Evakavimo(si) kelių plotis turi būti ne mažesnis kaip 1 m, išskyrus durų varčios plotį. Jeigu durys atsidaro į bendro naudojimo koridorių, evakavimo(si) kelio plotis koridoriumi laikomas sumažėjusiu per pusę durų varčios pločio, jei jos yra vienoje koridoriaus pusėje, ir per visą durų varčios plotį, jei jos yra abiejose koridoriaus pusėse.

Higiena

Pastatas suprojektuotas taip, kad būtų užtikrintos tinkamos statinyje esančių žmonių higienos sąlygos, nekiltų grėsmė žmonių sveikatai dėl kenksmingų dujų išsiskyrimo, pavojingų kietųjų dalelių ar dujų atsiradimo ore, pavojingos spinduliuotės, vandens ar dirvožemio taršos, nuotekų, dūmų, kietųjų ar skystųjų atliekų netinkamo šalinimo, statinių konstrukcijų ar statinių vidaus drėgmės.

Pastate užtikrinamos normalios sąlygos žmonėms: užtikrinamas geriamo vandens kokybė, nuotekų šalinimas, patalpų šildymas, vėdinimas, natūralus ir dirbtinis apšvietimas, triukšmo reikalavimai.

Pastate dulkių valymas atliekamas kartą per savaitę.

Statybos produktai neturi būti pralaidūs teršalams ir nuotėkoms, kurios gali pasklisti aplinkoje ir turėti aplinkai neigiamą poveikį, sukelti grėsmę žmonių sveikatai, gyvūnams ir augalams bei ekosistemoms.

Statinio konstrukcijoms ir apdailai nenaudojamos žmogaus sveikatai kenksmingos medžiagos.

Saugomų medžių ir krūmų sklype nėra.

Pereigos į atskirai esančias buties, sanitarines ir higienos patalpas turi būti apsaugotos nuo skersvėjų ir kritulių, oro temperatūra pereigose šaltuoju laikotarpiu turi būti ne žemesnė kaip +10 °C.

Įmonės buities, sanitarinės ir higienos patalpų grindys ir sienos turi būti lygios, lengvai valomos, o dušuose, prausyklose, tualetuose - plaunamos.

Dirbtinis prausyklų, tualetų, dušų, persirengimo patalpų apšvietimas turi būti ne mažesnis kaip 100 lx, asmeninių apsaugos priemonių laikymo patalpų arba vietų - ne mažesnis kaip 50 lx, poilsio ir maitinimo patalpų - ne mažesnis kaip 200 lx.

Dušų ir tualetų vėdinimo sistemos turi būti atskiros nuo kitų pastato patalpų.

Įmonės buities, sanitarinės ir higienos patalpos šildomos ir vėdinamos turi būti pagal teisės aktų reikalavimus. Šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemų našumas ir jų schemos turi būti tokios, kad patalpos oro temperatūra, santykinė drėgmė, judrumas, teršalų koncentracija nurodytųjų patalpų ore neviršytų nustatytųjų higienos normų, oro kokybė kiekviename patalpoje būtų tokia, kad nekiltų pavojaus sveikatai ir nesusidarytų nepalankios sanitarijos ir higienos sąlygos, nekiltų gaisro ir sprogimo pavojaus.

Grindys turi būti padengtos nelaidžia skysčiams danga, atsparia benzino ir kitų skysčių ardančiajam poveikiui;

Jeigu įrengiama ant grindų nutekėjusių skysčių surinkimo sistema, ji negali būti sujungta su buitinių nuotekų tinklais (išskyrus patalpas, skirtas transporto priemonių kėbulo plovimui);

Visi nutekėję pavojingi aplinkai skysčiai turi būti surenkami (sorbuojami, valomi ar pan.) ir tvarkomi kaip pavojingos atliekos;

Turi būti laikomos priemonės išsiliejusiems teršalams (naftos produktams, akumuliatorių elektrolitui ir kt.) surinkti ir (ar) neutralizuoti: absorbentų komplektai ar kitos priemonės, leidžiančios absorbuoti, neutralizuoti ne mažiau kaip 0,01 m³ bet kurio transporto priemonės eksploatacijai naudojamo aplinkai pavojingo skysčio ir ne mažiau kaip 0,1 m³ naftos produktų.

Tualetai

Tualetų patalpoje turi būti rankų praustuvės, skysto ar miltelių pavidalo muilo dozatoriai, elektriniai džiovintuvai arba vienkartiniai rankšluosčių, servetėlių. Pastate projektuojami tualetai dirbančiajam personalui ir lankytojams.

Vandentiekis

Vanduo, vartojamas gėrimui, buities reikmėms, maisto produktams gaminti, neturi kelti grėsmės žmonių sveikatai. Vandentiekis iš esamų miesto tinklų.

Geriamojo vandens įrenginiai skirti darbuotojų fiziologinėms reikmėms tenkinti. Praustuvės, esančios prausyklose, tualetuose, prie geriamojo vandens įrenginių nepriskiriamos. Geriamojo vandens įrenginiai turi būti žymimi ženklų „Geriamasis vanduo“

. Darbuotojai turi turėti pakankamai geriamojo vandens įrenginių. Tiekiamas vanduo turi atitikti geriamojo vandens higienos ir kokybės reikalavimus.

Tiekiamas šaltas ir karštas vanduo turi atitikti geriamojo vandens kokybės reikalavimus. Karšto vandens čiaupe temperatūra turi būti ne žemesnė kaip 50 °C (matuojant temperatūrą po 1 min., kai buvo atsuktas čiaupas ir paleistas vanduo), šalto – ne aukštesnė kaip 20 °C (matuojant temperatūrą po 2 min., kai buvo atsuktas čiaupas ir paleistas vanduo).

Karštas vanduo turi būti nuolat tiekiamas į vonios (dušo) patalpas, darbuotojams skirtas maisto gamavimo patalpas.

2.1.lentelė. Naudojamo vandens balansas.

Vandens tiekimo (išgavimo) šaltinis	Vandens naudojimo sritys (tikslai)	Didžiausias valandinis debitas, m ³ /h	Didžiausias paros debitas, m ³ /d	Vidutinis metinis kiekis, m ³	Taupymo ir apsaugos priemonės
Miesto tinklai	Buitinėms reikmėms	0,5	5	500	Sandarūs geros kokybės vamzdynai ir jungtys

Buitinės nuotekos

Statiniai turi būti suprojektuoti ir pastatyti taip, kad nekeltų grėsmės žmonių higienai ir sveikatai bei aplinkai dėl netinkamo nuotėkų (šalinamų kanalizacijos sistemomis medžiagų, įskaitant užterštą vandenį, lietaus vandenį ir dvokiantį orą iš sistemų) tvarkymo. Buitinės nuotekos esamos į esamus miesto tinklus.

Buitinės atliekos

Statiniai turi būti suprojektuoti ir pastatyti taip, kad jie nekeltų grėsmės žmonių higienai ar sveikatai ir neterštų aplinkos dėl netinkamo kietųjų atliekų šalinimo. Kietųjų atliekų konteineris pastatomas kieme prie automobilių stovėjimo aikštelės. Teritorijoje nenumatomi pastovūs atliekų įrenginiai. Atliekų konteineris statomas kieme ir buitinės šiukšlės išvežamos periodiškai į sąvartyną.

Gamybinės atliekos ir nuotekos

Priežiūros ir remonto veiklos metu susidariusios atliekos turi būti tvarkomos pagal Atliekų tvarkymo taisyklėse ir Baterijų ir akumuliatorių bei baterijų ir akumuliatorių atliekų tvarkymo taisyklėse nustatytus reikalavimus.

Veiklos vykdytojas techninės priežiūros ir remonto veikloje susidariusias atliekas:

- turi tvarkyti taip, kad jos nepatektų į aplinką;
- privalo rūšiuoti jų susidarymo vietoje;
- turi perduoti atliekų tvarkytojams ir turėti atliekų atidavimą pagrindžiančius dokumentus;

- tvarkydamas komunalines atliekas privalo naudotis savivaldybių organizuojamomis atliekų tvarkymo sistemomis ir rūšiuoti atliekas savivaldybių atliekų tvarkymo taisyklėse nustatyta tvarka.

Veiklos vykdytojas privalo rūšiuoti, laikinai laikyti, supakuoti vežimui pavojingąsias atliekas taip, kad jos nekeltų pavojaus žmonių sveikatai ir aplinkai:

- pavojingosios atliekos turi būti rūšiuojamos pagal atskiras rūšis ir laikinai laikomos sandariuose, atspariuose laikomoms medžiagoms konteineriuose ar pakuotėse;
- visi laikinai laikomų, supakuotų vežimui pavojingųjų atliekų konteineriai ar pakuotės turi būti paženklininti;
- pavojingųjų atliekų ženklavimo etiketė turi būti parengta pagal Atliekų tvarkymo taisyklių reikalavimus, joje pateikta informacija turi būti aiškiai matoma ir atspari aplinkos poveikiui.
- pakuotės, konteineriai turi būti sukonstruoti ir pagaminti taip, kad juose esančios pavojingosios atliekos negalėtų išsipilti, išsibarstyti, išgaruoti ar kitaip patekti į aplinką;
- pakuočių, konteinerių medžiagos turi būti atsparios juose supakuotų pavojingųjų atliekų ir atskirų jų komponentų poveikiui ir nereaguoti su šiomis atliekomis ar jų komponentais;
- pakuočių, konteinerių dangčiai ir kamščiai turi būti tvirti ir sandarūs, sukonstruoti ir pagaminti taip, kad juos būtų galima saugiai atidaryti ir uždaryti, laikymo, perkėlimo ar vežimo metu nesutrūktų, neatsilaisvintų ir neatsidarytų ir juose esančios medžiagos nepatektų į aplinką;
- perduodant pavojingąsias atliekas vežėjui, būtina Atliekų tvarkymo taisyklėse nustatyta tvarka pildyti pavojingųjų atliekų lydraštį.

Veiklos vykdytojas, kurio veikloje susidaro baterijų ir akumuliatorių atliekos, privalo turėti specialius konteinerius baterijoms ir akumuliatoriams, kaip nustatyta Baterijų ir akumuliatorių bei baterijų ir akumuliatorių atliekų tvarkymo taisyklėse.

Draudžiama alyvų atliekas deginti buitiniuose katiluose, skirtuose patalpoms šildyti.

Veiklos vykdytojas privalo priimti visas transporto priemonių techninės priežiūros ir remonto veiklos metu susidariusias nepavojingąsias ir pavojingąsias atliekas. Jas grąžinti transporto priemonės savininkui ar naudotojui draudžiama. Šis punktas netaikomas pakartotiniam naudojimui tinkamoms detalėms.

Dirbtuvių teritorija turi būti įrengta ir visos paviršinės nuotekos turi būti tvarkomos laikantis LRS aplinkos ministro 2007 m. balandžio mėn. 02 d. įsakymu D1-193 „Dėl paviršinių nuotekų tvarkymo reglamento patvirtinimo“

Galimai teršiamos teritorijos turi būti padengtos vandeniui mažai laidžia kieta danga (asfalto, asfaltbetonio, betono ar pan.) ir įrengtos taip, kad paviršinės nuotekos nuo jų nenutekėtų ant šalia esančių teritorijų ir ant jų nepatektų vanduo nuo šalia esančių teritorijų.

Naudojimo sauga.

Statiniai suprojektuoti taip, kad būtų išvengta nelaimingų atsitikimų (dėl paslydimo, kritimo, sniego nuošliaužų, varveklių kritimo, susidūrimo, nudegimo, nutrenkimo ar susižalojimo elektros srove sprogo) rizikos.

Sklype įrengiamų dangų paviršiai šiurkštūs, nuolydžiai minimalūs. Įrengiamos įžemintos elektros rozetės. Žaibo saugos įrenginiai privalomi. Turėklai įrengiami ne žemesni nei 0,90 m aukščio.

Apsauga nuo triukšmo.

Pagal STR 2.01.07:2003 „Pastatų vidaus ir išorės aplinkos apsauga nuo triukšmo“ pastato garso klasė – C. Tai priimtino akustinio komforto sąlygų klasė.

Siekiant sumažinti iš patalpų į įmonės teritoriją arba gyvenamąją aplinką sklindantį triukšmą, viena iš efektyviausių triukšmo mažinimo priemonių yra patalpų sienų, lubų ir grindų padengimas garsą sugeriančiomis medžiagomis. Pastato vidaus apdailai naudojamos medžiagos turinčios gerą garso sugerties koeficientą.

Pastatas iš lauko apšiltinamas 160 mm daugiasluoksnėmis plokštėmis.

Sklype projektuojama želdinių gyvatvorė mažinti sklindantį triukšmą iš gatvės į darbo aplinką ir sklindantį triukšmą iš darbo aplinkos į gyvenamąją aplinką.

Projektuojama kad pastate vykstantys technologiniai procesai neviršys triukšmo ribinių dydžių numatytų norminiame akte HN 33:2011 „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“

Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas.

Per tvarinių konstrukcijų (sienų, denginio, langų, lauko durų) šilumos perdavimo koeficientai atitinka normatyvinių dokumentų reikalavimus.

Langai įrengiami su stiklo paketais. Lauko durys įrengiamos su šilumos izoliacija. Langų ir lauko durų šiluminė varža ne mažesnė nei – $1,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Įrengiamas priverstinis vėdinimas su orą pašildymo galimybe. Langai kabinetuose ir buitinėse patalpose varstomi su penkiomis padėtimis.

Patalpų vėdinimas

Tuailete ir vonioje privalo būti įrengtas priverstinis ištraukiamasis vėdinimas, kurio galia ne mažiau 10 l/s. Kitose patalpose vėdinimas – mišrus per langus arba per projektuojamą rekuperacinės sistemos vėdinimo kanalą.

Statybos darbų įtaka aplinkai, gyventojams, gretimoms teritorijoms

Statybų metu kaimyninių sklypų priėjimai ir privažiavimai nebus užstatyti arba bus užstatyti trumpam laiko periodui - kol bus iškraunamos transporto priemonės. Eksploatacijos metu statinys neigiamos įtakos gretimoms teritorijoms neturės.

Statybinių atliekų tvarkymas

Statybos darbų metu statybinės atliekos rūšiuojamos į:

- Tinkamas naudoti vietoje atliekas (betono, keramikos, medienos, metalo gaminių, termoizoliacinių medžiagų ir kt. nedegių medžiagų), kurias planuojama panaudoti pravažiavimų, takų dangų pagrindams.
- Tinkamas perdirbti atliekas (antrinės žaliavos- betono, keramikos, bituminės medžiagos), pristatomas į perdirbimo gamyklas.
- Netinkamas naudoti ir perdirbti atliekas (statybinės šiukšlės, kenksmingomis medžiagomis užteršta tara ir pakuotė), išvežamos į sąvartas.

Statybinės atliekos iki jų išvežimo ar panaudojimo kaupiamos ir saugomos aptvortoje statybų teritorijoje konteineriuose, uždaroje talpose ar tvarkingose krūvose, jei jos neužteršia aplinkos. Statybinių atliekų turėtojas nusprendžia, kaip ir į kurią tvarkymo vietą bus gabenamos atliekos (tai gali atlikti ir specialios įmonės) ir atsako už tvarkingą jų pakrovimą ir pristatymą. Gruntas, iškastas įrengiant pamatus, takus, aikšteles ar kita, panaudojamas sklypo teritorijos formavimui arba išvežamas į rajono savivaldybės komunalinio ūkio skyriaus nurodytą vietą.

Projektuojamų ūkinės veiklos technologinių procesų aprašymas.

Pastatas – prekybos paskirties pastatas. Pastato konstrukcijų dalies projektas vykdomas mokslo tikslams. Pastate numatoma komercinė veikla – automobilių perdavimas ir smulkūs automobilių remonto darbai (važiuklės tvarkymas, padangų keitimas ir kiti smulkūs remonto darbai). Atliekant statybos darbus užtikrinama pastate dirbančių darbuotojų sauga ir sveikata. Darbo vietos įrengiamos laikantis visų normatyvinių aktų bei reikalavimų. Darbo metu susikaupia buitinės atliekos, kurios išvežamos iš pastato periodiškai. Pastate numatoma kad dirbs ne daugiau 12 darbuotojų. Įmonė įsikūrusi per abu pastato aukštus.

Pastate nenaudojamos jokios draudžiamos medžiagos kurios nustatytos HN 36:2009 Draudžiamos ir ribojamos medžiagos.

Aplinkos oras

Pastate vykstantys technologiniai procesai neigiamos įtakos aplinkos orui neturės.

Statinyje sudaromos normalios sąlygos – užtikrinamas optimalus temperatūrinis ir drėgmės režimas, geriamo vandens kokybė, nuotekų šalinimas, patalpų šildymas, vėdinimas, natūralus ir dirbtinis apšvietimas.

Pastatas šildomas elektros energijos pagalba. Teritorijoje nenumatomi pastovūs atliekų įrenginiai. Atliekų konteineris statomas kieme ir buitinės šiukšlės išvežamos periodiškai į sąvartyną. Saugomų medžių ir krūmų sklype nėra.

2.7. Žmonių su negalia reikalavimai

Žmonės su negalia – toliau ŽN.

ŽN svarbiuose negyvenamuosiuose pastatuose turi būti užtikrinta galimybė ŽN savarankiškai į juos patekti, laisvai judėti ir naudotis visomis pagrindinėmis ir pagalbinėmis lankytojams skirtomis patalpomis. Tokiuose pastatuose ŽN turi būti pritaikytas pagrindinis įėjimas į pastatą, visos pagrindinės paskirties patalpos ir lankytojų aptarnavimui skirtos patalpos taip pat patekimui į šias patalpas skirti praėjimai, koridoriai, holai ir pan.

ŽN turi būti pritaikyti visi evakuacijos iš pastatų keliai, išėjimai ir durys.

Kad ŽN galėtų patekti į pastatą projektuojamas pandusas prie pagrindinio įėjimo. Antrame aukšte nėra lankytojams skirtų patalpų todėl patekimas į pastato antrą aukštą nereikalingas.

Prieš laiptus, pandusus ir bent kokį kitą aukščio pasikeitimą pastatuose būtina įrengti įspėjamuosius paviršius.

ŽN pritaikyti įėjimai į pastatus, judėjimo trasos, patalpos ir įrenginiai, ŽN pritaikytos vietos patalpose ir nuorodos į jas turi būti pažymėtos tarptautiniu ŽN ženklu.

Visose pagrindinės paskirties patalpose, judėjimui skirtose patalpose ir zonose, ŽN sanitariniuose mazguose bei visose kitose lankytojų aptarnavimo patalpose būtina įrengti pavojaus signalizaciją. Pavojaus signalas turi būti perduodamas garsu ir šviesa. Gaisrinės signalizacijos įrengimą reglamentuoja normos.

ŽN pritaikyto įėjimo durys turi būti varstomosios arba slankiojančiosios (atidaromos rankomis arba automatinės). Išvaistinės durys tokiaime įėjime neleidžiamos.

Prieš pagrindinio įėjimo duris turi būti įrengta lygi aikštelė, ne mažesnė kaip 1 500 mm x 1 500 mm. Durų slenkstis turi būti ne aukštesnis kaip 20 mm.

Jei prie pagrindinio įėjimo durų montuojami kojų valymo įtaisai, jie turi būti įgilinti, taip kad jų paviršius sutaptų su dangos paviršiumi.

ŽN pritaikyto panduso išilginis nuolydis turi būti ne didesnis kaip 1:12 (8,3%), vienos ištisinės juostos ilgis ne didesnis kaip 9 000 mm ir pakilimo aukštis ne didesnis kaip 750 mm.

Panduso juostoje, jos pradžioje ir pabaigoje vertikalūs paviršiaus dangos nelygumai, aukštesni nei 0,5 cm, neleidžiami. Panduso juostos skersinis nuolydis neleidžiamas.

ŽN judėjimo trasų paviršiai turi būti lygūs, kieti, pakankamai šiurkštūs, neslidūs, neklampūs, iš nebirių (ne smėlio, ne žvyro) ir saikingai rievėtų medžiagų. Dangos iš plokščių ar plytelių turi būti lygios, siūlės tarp plytelių ne platesnės nei 15 mm. ŽN pritaikytose trasose ir zonose esančių grotų, dangčių ir pan. kiaurymės negali būti platesnės kaip 15 mm.

Jei ŽN pritaikytose patalpose tiesiami kilimai ar kiliminės dangos, jie turi būti pakankamai standūs, kieti, vienodos tekstūros, vienodo pūko ilgio, bet ne ilgesnio kaip 13 mm. Kilimai turi būti pritvirtinti prie pagrindo visu plotu.

ŽN pritaikytų durų, jas atidarius, angos be kliūtis plotis, matuojant tarp varčios ir staktos vidaus, turi būti ne mažesnis kaip 850 mm. Jei durys yra dvivėrės neautomatinės, varstomosios varčios plotis turi būti toks, kad ją atidarius be kliūtis angos plotis būtų ne mažesnis kaip 850 mm. Slenksčiai ties lauko durimis turi būti įrengiami ne aukštesni nei 20 mm. Durys pastato viduje turi būti be slenksčių.

Prie durų, kurios atsidaro ne automatiškai, būtina palikti aikštelę ŽN vežimėliui važiuoti.

Rankenas, užraktus, grandinėles ir pan. elementus būtina įtaisyti ne aukščiau kaip 1 200 mm nuo grindų paviršiaus.

ŽN pritaikyti pastatai ir teritorijos, patalpos, elementai ir kiti objektai (takai, automobilių stovėjimo vietos, įėjimai į pastatus, tualetų kabinos ir kt.) turi būti pažymėti ŽN informaciniu ženklu.

Informacijos ženklai, nuorodos, užrašai, schemas turi būti įrengti 1 500-4 500 mm nuo grindų ar šaligatvio paviršiaus. Prie durų šie ženklai turi būti kabinami ant sienos iš tos pusės, kur yra durų rankena. Pakabinti ŽN informacijos ženklai neturi sumažinti ŽN judėjimo trasų mažiausių leistinų pločių bei aukščių, manevrams skirtų aikštelių mažiausių plotų ar kitaip kliudyti ŽN.

ŽN informacijos ženklų, nuorodų, užrašų, schemų raidės, skaičiai, matmenys, piešiniai turi būti kontrastingi (šviesūs tamsiame fone arba atvirkščiai), ženklų paviršius matinis, neblizgus. Šriftas turi būti aiškus ir gerai įskaitomas. Raidžių ir skaitmenų, skirtų skaityti iš 10 m atstumo, aukštis turi būti 120-150 mm, skaitomų iš 20 m atstumo - 200-250 mm, skaitomų iš 40 m - 500-600 mm.

ŽN informacijos ženklai turi būti ne mažesni kaip 150 x 150 mm. Ant informacijos ženklų, įrengtų ŽN pasiekiamumo zonoje (79, 138 p.), esanti informacija turi būti pateikta ir Brailio raštu.

2.8. Bendrieji reikalavimai (techninės specifikacijos)

Statinio projekto ekspertizės būtinumas: statinio projekto bendrosios ekspertizės atlikti reikia, kadangi objektas yra ypatingos svarbos.

Papildomi tyrimai (archeologiniai, geologiniai, paminkloauginiai, inžineriniai ir pan.): reikalinga topografinė nuotrauka. Papildomai nei archeologiniai nei paminkloauginiai inžineriniai tyrimai nebūtinai. Reikia atlikti grunto geologinius tyrimus.

Darbo projekto apimtis: konstrukcinės dalies projektas.

Statybos vykdymo eiliškumas ir statybos kokybės kontrolės organizavimas: statyba vykdoma rangos būdu, pagal darbų organizavimo tinklinį grafiką. Statybos eiliškumas: 1. Statybos aikštelės paruošimas, 2. Žemės darbai (kartu ir požeminių komunikacijų tiesimas), 3. Pamatai, 4. Mūro darbai, kolonų statymas, 5. Stogo dangos įrengimas, 6. Durys, langai, 7. inžinerinės komunikacijos, 8. Apdaila, grindys, 9. Paleidimo, bandymo darbai.

3. KONSTRUKCINĖ DALIS

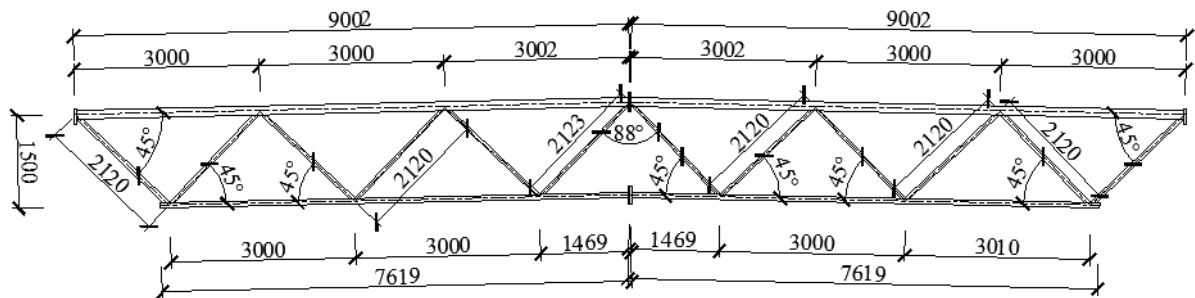
3.1. Rėmo skaičiuojamoji schema

Šiuo atveju skaičiuosime dviejų navų rėmas, kai santvara su kolona jungiama lanksčiai. Taigi šiuo atveju turėsime dvi vienodas santvaras. Skaičiavimų palengvinimui įrašąs veikiančias rėme paskaičiuosime kompiuterine programa „Autodesk Robot“, kurioje bus sudaryti skaičiuojamieji rėmas atitinkantys realias konstrukcijas. Programa savaime įvertina savojo svorio apkrovas, todėl reikalinga paskaičiuoti rėmą veikiančias apkrovas: denginio ir sieninių plokščių svorį, sniego ir vėjo apkrovas.

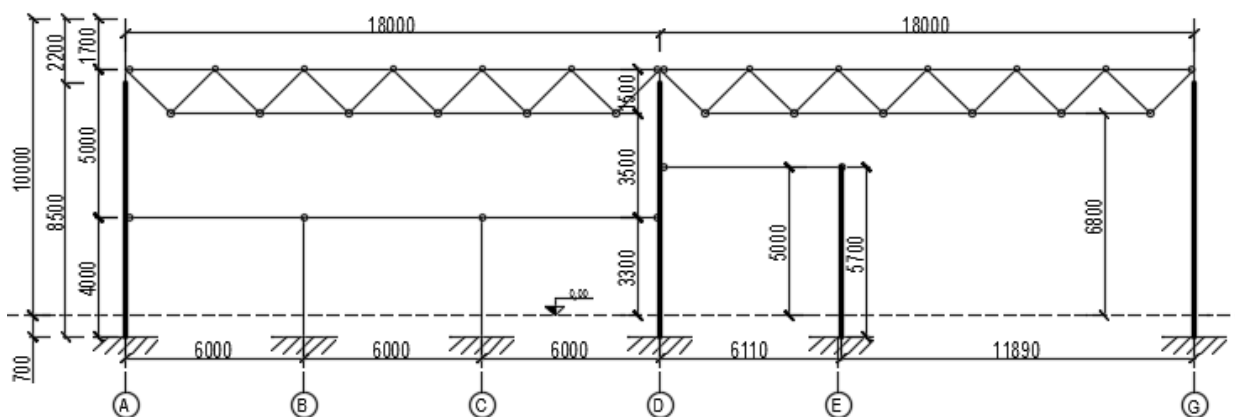
Pirmiausiai priimamas santvaros su lygiagrečiomis juostomis ir lanksčiomis jungtimis aukštis:

$$h_{a1} = \left(\frac{1}{6} \div \frac{1}{16}\right) \cdot B = \left(\frac{1}{6} \div \frac{1}{16}\right) \cdot 24 = (4 \div 1,5) m., \text{ imamas } h_{a1} = 1,5 m.$$

Dėliojamas santvaros tinklelis, atsižvelgiama į kampą tarp tinkliuko elementų, išlaikoma $\theta \geq 30^\circ$ sąlyga.



3.1 pav. Santvara ST-1, kuri jungiama lanksčiai su kolonomis.



3.2 pav. Rėmo skaičiuojamosios schema

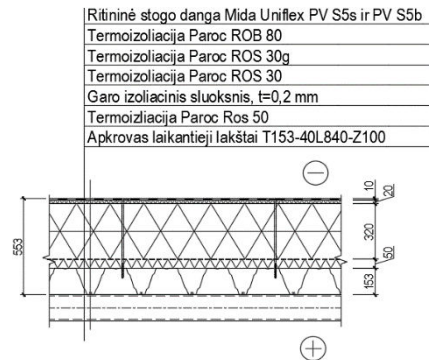
3.2. Rėmo poveikių ir apkrovų skaičiavimas

Savasis konstrukcijų svoris

Savąjį svorį sudaro stogo, sienų, per denginio konstrukcijų ir santvarų, bei kolonų savojo svorio apkrova, kuri bus įvertinta automatiškai kompiuterine skaičiavimo programa.

Denginio svoris:

Nuolatinė konstrukcijų apkrova (stogo konstrukcijos „sumuštinio“) apskaičiuojama pagal reglamento [3] ir gaminių tūrinius svorius bei tankius. Termoizoliacijos sluoksnių storiai parenkami pagal šilumines charakteristikas, o laikantysis paklotas pagal gamintojo nurodytas apkrovų lenteles.



3.3 pav. ST-1-sutapdinto stogo detalė.

3.1 lentelė. Stogo ST-1 konstrukcijos savasis svoris.

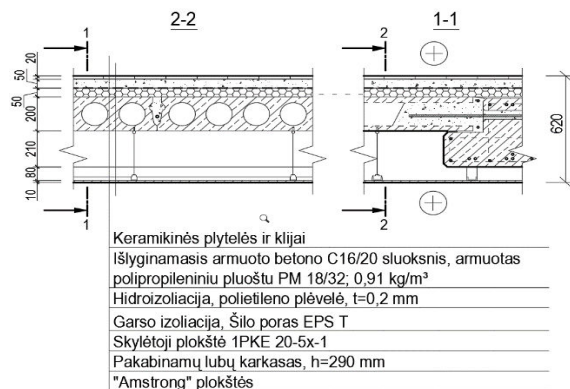
Eil. Nr.	Sluoksnis	Charakt. apkrova	Mato vnt.
1.	Ritininė danga, dviejų sluoksnių: „Mida Uniflex PV S5s ir PV S5b“, t=0,01 m, $\gamma=11,3 \text{ kg/m}^2$	0,111	kN/m^2
2.	Termoizoliacija Paroc ROB 80 $\gamma= 230 \text{ kg/m}^3$, t=0,02 m	0,045	kN/m^2
3.	Termoizoliacija Paroc ROS 30g $\gamma= 130 \text{ kg/m}^3$, t=0,16 m	0,229	kN/m^2
3.	Termoizoliacija Paroc ROS 30 $\gamma= 130 \text{ kg/m}^3$, t=0,16 m	0,229	kN/m^2
4.	Termoizoliacija Paroc ROS 50 $\gamma= 170 \text{ kg/m}^3$, t=0,05 m	0,085	kN/m^2
5.	Apkrovas laik. lakštai, T153-40L-840-Z100 $\gamma=12,62 \text{ kg/ m}^2$, t=0,05m	0,124	kN/m^2
Iš viso:		$g'_{st,k} = 0,823$	kN/m^2

Stogo konstrukcijų svoris santvaros elementams perduodamas per profiliuotą paklotą. Numatoma įrengti šviestuvus, ventiliacijos sistemą, priešgaisrinę aptikimo sistema, pakabinamas lubas. Šias apkrovas įvertiname kaip $\sim 10\text{kg}=0,1\text{kN/m}^2$ iš skirstytą apkrovą stogo kvadratiniam metre. Tada charakteristinė išskirstytosios apkrovos reikšmės $0,823+0,1=0,923 \text{ kN/m}^2$. Tada santvarą veikiančios išskirstytoji apkrova į santvaros tiesinį metrą:

$$g_{st,k} = g'_{st,k} \cdot b = 0,923 \cdot 6 = 5,54 \text{ kN/m.}$$

Perdangos svoris:

Nuolatinė konstrukcijų apkrova (perdangos) apskaičiuojama pagal reglamento [3] ir gaminių tūrinius svorius bei tankius.



3.4 pav. DG-1-per perdangos detalė.

3.2 lentelė. Perdangos DG-1 konstrukcijos savasis svoris.

Eil. Nr.	Sluoksnis	Charakt. apkrova	Mato vnt.
1.	Klijai ir keraminės plytelės, $\gamma = 13,3 \text{ kg/m}^2$, $t=0,02 \text{ m}$	0,13	kN/m^2
2.	Armuotas išlyginamasis betono sluoksnis, $\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$, $t=0,05-0,06 \text{ m}$	1,328	kN/m^2
3.	Termoizoliacija EPS 100, $\gamma = 18,5 \text{ kg/m}^3$, $t=0,05 \text{ m}$	0,009	kN/m^2
4.	Kiaurymė toji perdangos plokštė, $\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$, $t=0,20 \text{ m}$	3,32	kN/m^2
5.	Plonasienių profilių karkasas	0,025	kN/m^2
6.	Gipso kartono plokštės, $\gamma = 850 \text{ kg/m}^3$, $t \sim 0,025 \text{ m}$	0,208	kN/m^2
Iš viso:		$g'_{dg,k1} = 5,02$	kN/m^2

Perdangos konstrukcijos svoris į tiesinį metrą:

$$g_{dg,k} = g'_{dg,k1} \cdot b = 5,02 \cdot 1 = 5,02 \text{ kN/m};$$

Naudojimo apkrova B klasės patalpose į plokštės metrą: $g_{pn,k} = 2 \text{ kN/m}$.

Sijos konstrukcijos apkrova į tiesinį metrą, kai sija perima 3m' plokštės apkrovos:

$$g_{rg,k} = g'_{dg,k} \cdot l = 5,02 \cdot 3 = 15,06 \text{ kN/m};$$

Naudojimo apkrova į sijos metrą: $g_{rn,k} = 6 \text{ kN/m}$.

Kolonoje susidarantis lenkimo momentas nuo nuolatinės ir naudojimo apkrovos, paskaičiuavus 30cm ekscentricitetą tarp kolonos išilginės ašies ir sijos atramos centro:

$$M_{rg,k} = g_{rg,k} \cdot \frac{l}{2} \cdot e = 15,06 \cdot \frac{5,8}{2} \cdot 0,3 = 13,1 \text{ kNm};$$

$$M_{rn,k} = g_{rn,k} \cdot \frac{l}{2} \cdot e = 6 \cdot \frac{5,8}{2} \cdot 0,3 = 5,22 \text{ kNm}.$$

Paskaičiuojame perdangos ašyse D-D ir E-E apkrovas.

3.3 lentelė. Perdangos DG-2 konstrukcijos savasis svoris.

Eil. Nr.	Sluoksnis	Charakt. apkrova	Mato vnt.
1.	Termoizoliacija Paroc extra, $\gamma = 23-26 \text{ kg/m}^3$, $t=0,4 \text{ m}$	0,098	kN/m^2
2.	Kiaurymėtoji perdangos plokštė, $\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$, $t=0,20 \text{ m}$	3,32	kN/m^2
Iš viso:		$g'_{dg,k2} = 3,42$	kN/m^2

Sienos apkrova

Nuolatinė konstrukcijų apkrova (sienų) apskaičiuojama pagal reglamento [3] ir gaminių tūrinius svorius bei tankius. Apskaičiuojami dviejų sienų konstrukcijų apkrovos.

3.4 lentelė. Sienos SN-1 konstrukcijos savasis svoris.

Eil. Nr.	Sluoksnis	Charakt. apkrova	Mato vnt.
1.	Daugiasluoksnė plokštė, $\gamma = 15,5 \text{ kg/m}^2$, $t=0,16 \text{ m}$	0,152	kN/m^2
2.	Plonasienių profilių karkasas	0,025	kN/m^2
3.	Gipso kartono plokštės, $\gamma = 850 \text{ kg/m}^3$, $t \sim 0,025 \text{ m}$	0,208	kN/m^2
Iš viso:		$g_{sn,k1} = 0,39$	kN/m^2

Sienos apkrovą supaprastintai galima laikyti koncentruota jėga kolonos viršutinėje dalyje. Koloną veikianti sienos savojo svorio apkrova:

$$G_{w1} = h_w \cdot b \cdot g_{sn,k1} = 6 \cdot 7,8 \cdot 0,39 = 18,25 \text{ kN};$$

Apkrova į kolonas įvertinant tik daugiasluoksnių plokščių apkrovas:

$$G_{w2} = h_w \cdot b \cdot g_{plokšč} = 6 \cdot 7,8 \cdot 0,152 = 7,11 \text{ kN};$$

Sienos elementai tvirtinami prie kolonos išorinio krašto, ekscentricitetas tvirtinat prie simetrinės 40 cm aukščio kolonos $e=13 \text{ cm}$.

$$\text{Momentas kolonos skerspjūvyje: } M_{g1} = G_{w1} \cdot e = 18,25 \cdot 0,13 = 2,37 \text{ kNm}.$$

Kai daugiasluoksni plokštė tvirtinama prie kolonos išorinio krašto, ekscentricitetas tvirtinat prie simetrinės 40 cm aukščio kolonos $e=30 \text{ cm}$.

$$\text{Momentas kolonos skerspjūvyje: } M_{g2} = G_{w2} \cdot e = 7,11 \cdot 0,3 = 2,13 \text{ kNm}.$$

3.5 lentelė. Sienos SN-2 konstrukcijos savasis svoris.

Eil. Nr.	Sluoksnis	Charakt. apkrova	Mato vnt.
1.	Daugiasluoksni plokštė, $\gamma=15,5 \text{ kg/m}^2$, $t=0,16 \text{ m}$	0,152	kN/m^2
2.	Metalinų profilių karkasas	0,025	kN/m^2
3.	OSB plokštės, $\gamma= 13,4 \text{ kg/m}^2$, $t=0,022 \text{ m}$	0,131	kN/m^2
Iš viso:		$g_{sn,k2} = 0,31$	kN/m^2

Sienos apkrovą supaprastintai galima laikyti koncentruota jėga kolonos viršutinėje dalyje. Koloną veikianti sienos savojo svorio apkrova:

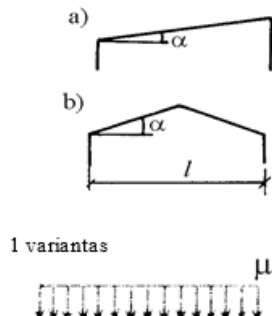
$$G_{w3} = h_w \cdot b \cdot g_{sn,k2} = 6 \cdot 2,2 \cdot 0,31 = 4,1 \text{ kN};$$

Sienos elementai tvirtinami prie kolonos išorinio krašto, ekscentricitetas tvirtinat prie simetrinės 40 cm aukščio kolonos $e=16 \text{ cm}$.

$$\text{Momentas kolonos skerspjūvyje: } M_{g3} = G_{w3} \cdot e = 4,1 \cdot 0,16 = 0,66 \text{ kNm}.$$

Sniego apkrova

Sniego apkrova skaičiuojama pagal [3] nurodyta skaičiuojamąją schemą

Schemos Nr.	Stogų profiliai ir sniego apkrovų schemas	Koeficientai μ ir schemų taikymo sritis
1.	Statiniai su vienslaičiais ir dvislaičiais stogais  1 variantas	$\mu = 1$, kai $\alpha \leq 25^\circ$; $\mu = 0$, kai $\alpha \geq 60^\circ$. 2 ir 3 variantus reikia įvertinti statiniams su dvislaičiais stogais (profilis b), be to, 2 variantas – kai $20^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$; 3 variantas – kai $10^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$, tik esant apžiūros tilteliams arba aeracinei įrangai ant stogo kraigo.

Sniego apkrovos į stogo horizontalios projekcijos dydis nustatomas:

$$s = \mu \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,2 \text{ kN/m}^2 ;$$

čia:

s_k – sniego dangos ant 1m^2 horizontalaus žemės paviršiaus svorio charakteristinė reikšmė [3], 153 punktas.

μ_i – stogo sniego apkrovos formos koeficientas [3], 158-162 punktai.

c_e – atodangos koeficientas = 1

c_t – temperatūrinis koeficientas priklausantis nuo energijos nuostolių per stogą = 1

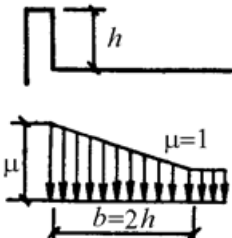
Stogo konstrukcijos nuolydis 2° , ties kraigu ir karnizu $\mu_1 = 1$.

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

Perskaičiuojame išskirstytą sniego apkrovą į santvaros viršutinę juostą:

$$g'_{s,k} = s \cdot b = 1,2 \cdot 6 = 7,2 \text{ kN/m}.$$

Kadangi projektuojamame stoge numatomi aukšti parapetai, reikia įvertinti sniego maišus pagal [3]

10.	<p>Stogai su parapetais</p> 	<p>Schemą reikia taikyti, kai</p> <p>$h > \frac{s_k}{2}$ (kur $h - m$, $s_k - \text{kPa}$);</p> <p>$\mu = \frac{2h}{s_k}$, bet ne daugiau kaip 3</p>
-----	--	---

2 priedo pirmos lentelės 10 skiltį:

Tada: $b = 2 \cdot h = 2 \cdot 1,06 = 2,12\text{m}$

$$\mu = \frac{2 \cdot h}{s_k} = \frac{2 \cdot 1,06}{1,2} = 1,77, \text{ bet ne daugiau kaip } 3.$$

Perskaičiuojame išskirstytą sniego apkrovą į santvaros viršutinę juostą:

$$g'_{s,k2} = s \cdot \mu \cdot b = 1,2 \cdot 1,77 \cdot 6 = 12,74 \text{ kN/m}.$$

Vėjo apkrova

Nagrinėjamo pastato ilgis 36m , plotis 36m , aukštis $f = 10,1\text{m}$. Nagrinėjama vėjo apkrovos schema bei aerodinaminiai koeficientai nustatomi pagal reglamento [3] 4 priedo 1 schemą.

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

$$v_{ref} = c_{DIR} \cdot c_{ALT} \cdot c_{TEM} \cdot v_{ref} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 24 = 24 \text{ m/s};$$

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:

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

čia: ρ – oro tankis 1,25 kg/m³.

Aerodinaminiai pastato koeficientai randami pagal Reglamento [3] 4 priedo 1 schemą, t.y. atskirai stovinčios plokščiosios ištinės konstrukcijos ir vertikalūs ir ne daugiau kaip 15⁰ nuo vertikalės pasvirę paviršiai: pavėjinis $c_e = 0,8$, priešvėjinis $c_e = -0,6$.

Koeficientas, įvertintais vėjo slėgio pokytį pagal aukštį, B tipo vietai (reglamento [3] 197.2 punktas, miestų teritorijos, miškų masyvai ir kitos vietovė, kurios tolygiai užstatytos aukštesnėmis kaip 10 m kliūtimis) nustatomas pagal Reglamento [3] 12.1 lentelę.

Schemos Nr.	Statinių, pastatų, konstrukcijų ir vėjo apkrovų schemas	Aerodinaminių koeficientų c apskaičiavimas
1.	Atskirai stovinčios plokščiosios ištinės konstrukcijos Vertikalūs ir ne daugiau kaip 15 ⁰ nuo vertikalės pasvirę paviršiai: priešvėjinis pavėjinis	$c_e = +0,8$ $c_e = -0,6$

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

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{ei};$$

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.

Įstačius narius gautas reikšmes pateikiame lentelėje (žr. 3.6 lentelę).

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

$q_{ref}, \text{ kN/m}^2$	Koeficientas $c(z)$	Aerodinaminiai koeficientai $c(e)$	Vėjo slėgis $w_{me}, \text{ kN/m}^2$
0,36	0,5	0,8	0,144
		-0,6	-0,108
	0,65	0,8	0,187
		-0,6	-0,140
	0,85	0,8	0,245
		-0,6	-0,184

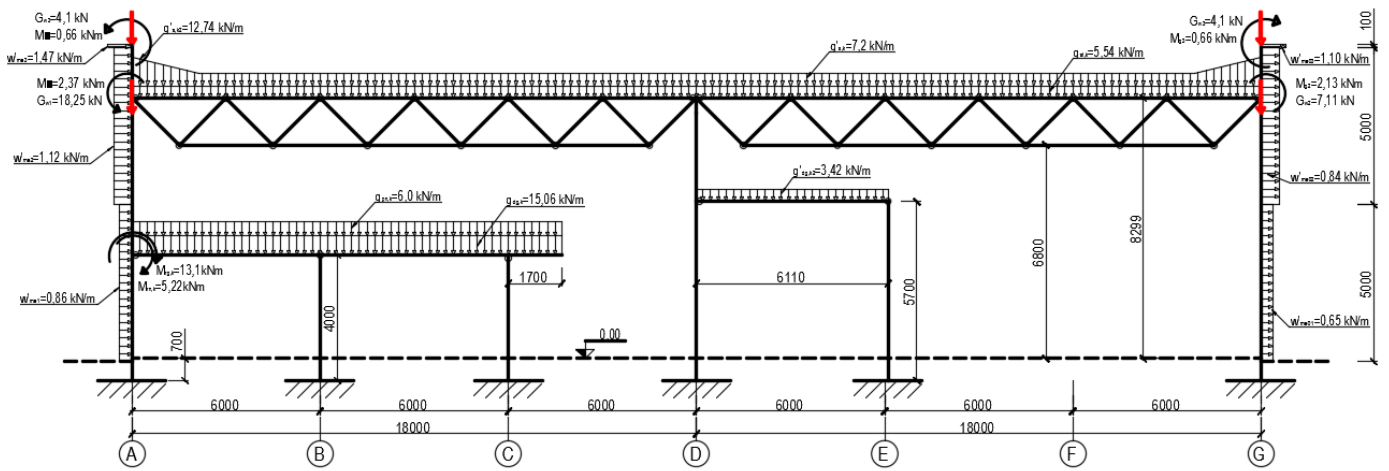
Pagal pateiktą vėjo apkrovos schemą apskaičiuojame veikiančias vėjo įrašas 3.7 lentelėje.

3.7 lentelė. Vėjo apkrovų skaičiavimo lentelė

Aukštis	Spaudimas	Traukimas
Iki 5 metrų	$w'_{me1} = 0,144 \cdot 6 = 0,86 \text{ kN/m}'$	$w'_{me01} = -0,108 \cdot 6 = -0,65 \text{ kN/m}'$
Iki 10 metrų	$w'_{me2} = 0,187 \cdot 6 = 1,12 \text{ kN/m}'$	$w'_{me02} = -0,140 \cdot 6 = -0,84 \text{ kN/m}'$
Iki 20 metrų	$w'_{me3} = 0,245 \cdot 6 = 1,47 \text{ kN/m}'$	$w'_{me03} = -0,184 \cdot 6 = -1,10 \text{ kN/m}'$

3.3. Skersinio rėmo skaičiuojamoji schema

Paskaičiuotomis apkrovomis apkraunamas pastato skersinis rėmas:



3.5 pav. Pastato skaičiuojamoji schema.

3.4. Apkrovų derinių sudarymas

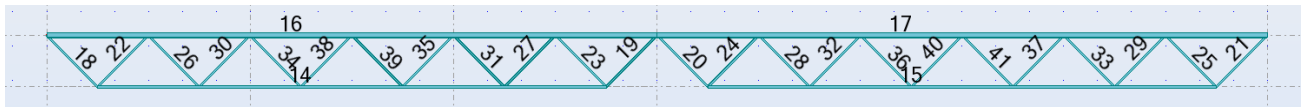
Programos aplinkoje sudaryti apkrovų deriniai, nuo kurių paskaičiuotos įrašos (3.8 lentelė):

3.8 lentelė. Apkrovų deriniai

Lanksčiai įtvirtinta santvara		
Nr.	Apkrovos tipas	Kombinacijos
1	Nuolatinė	Rėmo savasis svoris
2	Nuolatinė	Sluoksniu savasis svoris
3	Kintamoji	Naudojimo apkrova
4	Kintamoji	Sniego apkrova
5	Kintamoji	Vėjo apkrova
6	$ULS/1=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.50 + 5*0.90 + 4*0.75$	
7	$ULS/2=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.50 + 5*0.90$	
8	$ULS/3=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.50 + 4*0.75$	
9	$ULS/4=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.50$	
10	$ULS/5=1*1.35 + 2*1.35$	
11	$ULS/6=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.50 + 5*0.90 + 4*0.75$	
12	$ULS/7=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.50 + 5*0.90$	
13	$ULS/8=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.50 + 4*0.75$	
14	$ULS/9=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.50$	
15	$ULS/10=1*1.00 + 2*1.00$	
16	$ULS/11=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.05 + 5*1.50 + 4*0.75$	
17	$ULS/12=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.05 + 5*1.50$	
18	$ULS/13=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.50 + 4*0.75$	
19	$ULS/14=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.50$	
20	$ULS/15=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.05 + 5*1.50 + 4*0.75$	
21	$ULS/16=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.05 + 5*1.50$	
22	$ULS/17=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.50 + 4*0.75$	
23	$ULS/18=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.50$	
24	$ULS/19=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.05 + 5*0.90 + 4*1.50$	
25	$ULS/20=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.05 + 4*1.50$	
26	$ULS/21=1*1.35 + 2*1.35 + 5*0.90 + 4*1.50$	
27	$ULS/22=1*1.35 + 2*1.35 + 4*1.50$	
28	$ULS/23=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.05 + 5*0.90 + 4*1.50$	
29	$ULS/24=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.05 + 4*1.50$	
30	$ULS/25=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.90 + 4*1.50$	
31	$ULS/26=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.50$	
32	$SLS:CHR/1=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 5*0.60 + 4*0.50$	
33	$SLS:CHR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 5*0.60$	
34	$SLS:CHR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*0.50$	
35	$SLS:CHR/4=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00$	
36	$SLS:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00$	
37	$SLS:CHR/6=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.70 + 5*1.00 + 4*0.50$	
38	$SLS:CHR/7=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.70 + 5*1.00$	
39	$SLS:CHR/8=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*0.50$	
40	$SLS:CHR/9=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00$	
41	$SLS:CHR/10=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.70 + 5*0.60 + 4*1.00$	
42	$SLS:CHR/11=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.70 + 4*1.00$	
43	$SLS:CHR/12=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.60 + 4*1.00$	
44	$SLS:CHR/13=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00$	
45	$SLS:FRE/14=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.50$	
46	$SLS:FRE/15=1*1.00 + 2*1.00$	
47	$SLS:FRE/16=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.30 + 5*0.20$	
48	$SLS:FRE/17=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.20$	
49	$SLS:FRE/18=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.30 + 4*0.20$	
50	$SLS:FRE/19=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.20$	
51	$SLS:QPR/20=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.30$	
52	$SLS:QPR/21=1*1.00 + 2*1.00$	

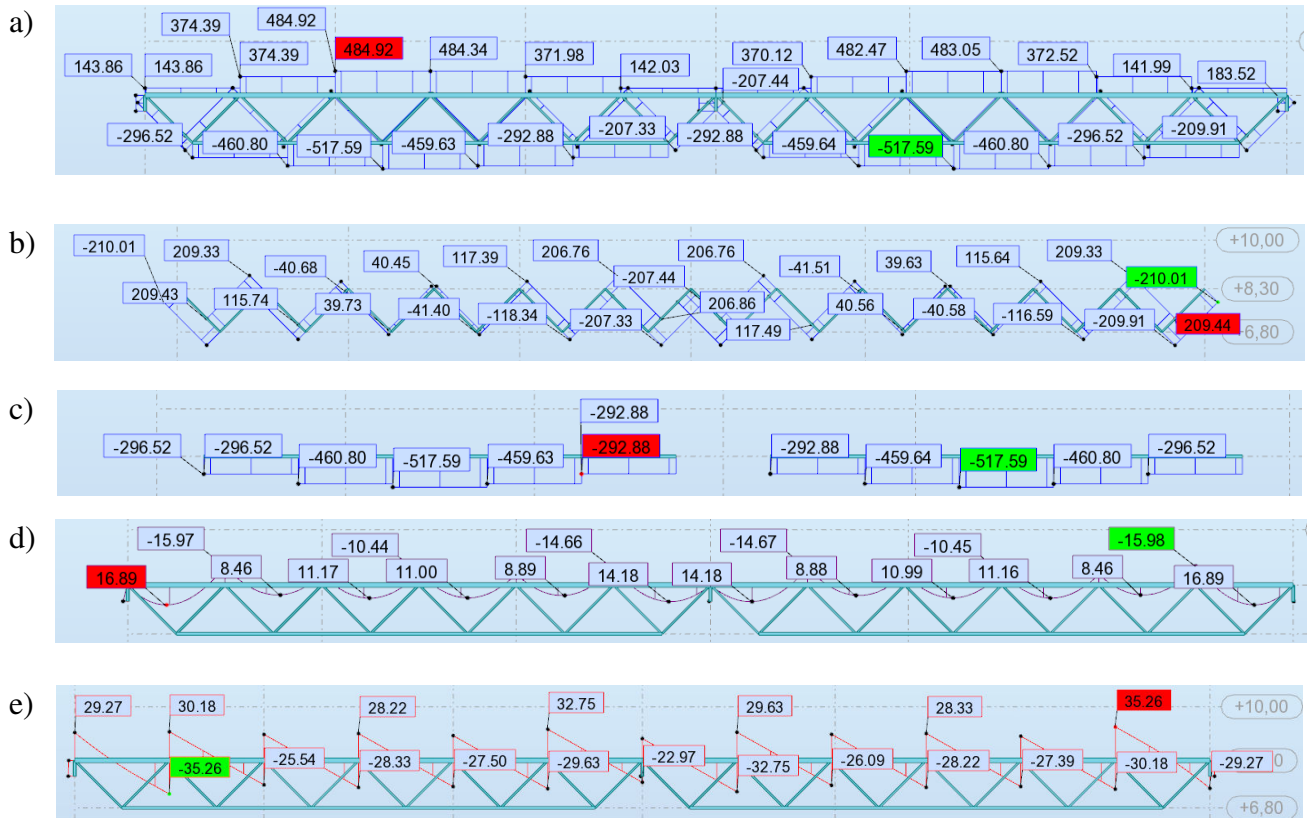
3.5. Santvarų skaičiavimas kompiuterine programa

Santvaros vaizdas ir elementų numeravimas:



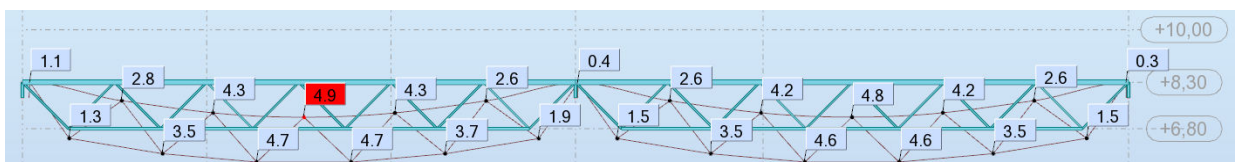
3.6 pav. dviejų santvarų vienoje juostoje vaizdas su elementų numeracija

Santvarų įrašos:



3.7 pav. santvaros įrašos nuo pavojingiausio derinio (ULS/19): a) ašinių jėgų įrašos santvarose; e) momentų įrašos My viršutinėje juostoje; f) skersinių jėgų įrašos viršutinėje juostoje. Santvaros įrašos nuo pavojingiausio derinio (ULS/21): b) tinklelio elementų įrašos; d) apatinės juostos įrašos;

Santvarų įlinkiai nuo pavojingiausių derinių:



3.8 pav. 1) lanksčiai atremtos santvaros deformacijos (cm) nuo pavojingiausio derinio (SLS:CHR/10)

3.6. Lanksčiai atremtos santvaros elementų skaičiavimas

Elementai sugrupuoti į grupes, joms priskiriami skerspjūviai, kuriuos tikriname stiprumo sąlygai. Grupėse veikiančios įrašos ir jas sukėlę deriniai pateikti 3.9 lentelėje:

3.9 lentelė. Įrašų veikiančiose santvarose lentelė

Santvara ašyse A-D					
Santvaros elementas	Elemento žymėjimas	Derinys	Maksimalios skaičiuojamosios įrašos elementų grupėje		
			F _x , kN	F _z , kN	M _y , kNm
Viršutinė juosta	16	ULS/19	484,92	35,26	16,89
Apatinė juosta	14	ULS/21	-517,59	-	-
Spyris	18, 19, 22, 23,	ULS/21	-210,01 / 209,43	-	-
	26, 27, 30, 31, 34, 35, 38, 39	ULS/21	-118,34 / 117,39	-	-
Santvara ašyse D-G					
Santvaros elementas	Elemento žymėjimas	Derinys	Maksimalios skaičiuojamosios įrašos elementų grupėje		
			F _x , kN	F _z , kN	M _y , kNm
Viršutinė juosta	17	ULS/19	483,05	35,26	16,89
Apatinė juosta	15	ULS/21	-517,59	-	-
Spyris	20, 21, 24, 25	ULS/21	-210,01 / 209,44	-	-
	28, 29, 32, 33, 36, 37, 40, 41	ULS/21	-118,34 / 116,59	-	-

Santvaros elementams naudojamos stačiakampio lygiašoniai uždaro skerspjūvio metalo profiliai. Profiliai tarpusavyje jungiami juos virinant. Profilių paviršius nuvalomas, apdorojamas korozija stabdančiais preparatais, dažomi projekte numatyta spalva. Kadangi santvaros ilgis~ 24 metrų, santvara turės jungimą ties viduriu. Naudojamas plienas S355, plieno charakteristinis stipris pagal takumo ribą[4] (6.5 lentelė) $f_y=355\text{MPa}$, o skaičiuotinis stipris:

$$f_{y,d} = f_y / \gamma_M = 355 / 1,1 = 322,7 \text{ MPa}.$$

Viršutinės juostos skaičiavimas

Pagal pavojingiausią derinį ULS/19 viršutinė santvaros juostoje (elementuose Nr. 16, 17) išskiriame du atvejus, kraštiniame ruože veikia gniuždančios ašinės jėgos $N_{Ed} = 143,86 \text{ kN}$ ir lenkimo momento $M_{Ed} = 16,89 \text{ kNm}$. Viduriniame ruože veikia gniuždančios ašinės jėgos $N_{Ed} = 484,92 \text{ kN}$ ir lenkimo momentas $M_{Ed} = 11,17 \text{ kNm}$. Santvaros viršutinė juosta projektuojama iš šaltai valcuotu kvadratinų profilių 150x150x5 mm., kurio charakteristikos pateiktos 6.3 lentelėje. Parodomas vidurinio elemento skaičiavimas:

3.10 lentelė. Viršutinės juostos skerspjūvio 150x150x5 mm rodikliai.

Rodiklio žymuo	Reikšmė
$W_{y,z}$	131cm ³
A	28,4cm ²
$i_{y,z}$	5,88cm

Saugos ribinio būvio tikrinimas rėmo plokštumoje

Skaičiuojamasis viršutinės juostos ilgis tarp tvirtinimo taškų pagal Reglamento [4] 7.9 lentelę: $l_{eff,y} = l = 3,0 \text{ m}$.

Elemento liaunis:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff,y}}{i_y} = \frac{3000}{58,8} = 51,02.$$

Sąlyginis elemento liaunis:

$$\bar{\lambda} = \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 51,02 \cdot \sqrt{\frac{322,7}{2,1 \cdot 10^5}} = 2,0.$$

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

Ašinės jėgos ekscentricitetas:

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{11,17}{484,92} = 0,023 \text{ m}.$$

Santykinis ekscentricitetas pagal Reglamento [4] 82 punktą:

$$e_{rel} = \frac{e \cdot A}{W_y} = \frac{0,023 \cdot 28,4 \cdot 10^{-4}}{131 \cdot 10^{-6}} = 0,499.$$

Skaičiavimai atliekami pagal Reglamento [4] VII skyrių. Skerspjūvio formos koeficientas, pagal [4] 7.6 lentelę kai $0 \leq \bar{\lambda} = 2,0 \leq 5$ ir $0,1 \leq e_{rel} = 0,499 \leq 5$:

$$\begin{aligned} k_{shape} &= (1,35 - 0,05 \cdot e_{rel}) - 0,01 \cdot (5 - e_{rel})\bar{\lambda} \\ &= (1,35 - 0,05 \cdot 0,499) - 0,01 \cdot (5 - 0,499) \cdot 2,18 = 1,24. \end{aligned}$$

Santykinis lyginamasis ekscentricitetas:

$$e_{rel,eff} = k_{shape} \cdot e_{rel} = 1,24 \cdot 0,499 = 0,616.$$

Klupumo koeficientas pagal Reglamento [4] 1 priedo 2 lentelę interpoliuojant, kai $\bar{\lambda} = 2,0$ ir $e_{rel,eff} = 0,616$ tai $\varphi_e = 0,622$.

Tuomet ekscentriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje:

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,622 \cdot 28,4 \cdot 322,7 \cdot 0,9 \cdot 10^{-1} = 513,04 \text{ kN}.$$

čia: γ_c – darbo sąlygų koeficientas, pagal Reglamento [4] 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:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{484,92}{513,04} = 0,95 \leq 1,0$$

Atlikus analogiškus skaičiavimus kraštiniame intervale gauname: $143,86/288,69 = 0,5 \leq 1,0$

Santvaros viršutinės juostos ribinis liaunis pagal Reglamento [4] 7.18 lentelę:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,95 = 123$$

Išvada: viršutinės juostos atsparis lenkimo (rėmo) plokštumoje pakankamas. Atsarga 5 %, ekonomiško kriterijai netenkinami ($\Delta = 5\% > 5\%$). Liaunis neviršija ribinio liaunio $\lambda_y = 51,02 \leq \lambda_u = 123$.

Saugos ribinio būvio tikrinimas iš rėmo plokštumos

Skaičiuojame kraštinio tarpinio ekscentriškai gniuždomo skerspjūvio elementų pastovumą iš momento veikimo plokštumos, pagal [4] 85 punktą:

$$M_{z.Ed} = \frac{M_{Ed}}{2} = \frac{16,89}{2} = 8,45 \text{ kNm.}$$

Ekscentricitetas naudojamas skaičiuojant pastovumą iš rėmo plokštumos:

$$e_z = \frac{M_{z.Ed}}{N_{Ed}} = \frac{8,45}{143,86} = 0,059 \text{ m.}$$

Santykinis ekscentricitetas:

$$e_{rel.y} = \frac{e_z \cdot A}{W_z} = \frac{0,059 \cdot 28,4 \cdot 10^{-4}}{131 \cdot 10^{-6}} = 1,27.$$

Liaunis:

$$\lambda_c = 3,14 \sqrt{\frac{E}{f_{y.d}}} = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{322,7}} = 80,10.$$

Kadangi $\lambda_z = 51,02 < \lambda_c = 80,10$ ir $e_{rel.y} < 5,0$, tai koeficientai pagal Reglamento [4] 7.8 lentelę, $\alpha = 0,6$; $\beta = 1,0$. Tuomet

Kadangi $e_{rel.y} = 1,27 < 5,0$, tai koeficientas pagal Reglamento [4] 86 punktą:

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel.y}} = \frac{1,0}{1 + 0,6 \cdot 1,27} = 0,568.$$

Klupumo koeficientas pagal Reglamento [4] 58 punktą gali būti nustatomas pagal Reglamento [4] 1 priedo 1 lentelę kai $\lambda = 51,02 \rightarrow \varphi_z = 0,822$.

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

$$\begin{aligned} N_{NM,TF,Rd} &= \varphi_z \cdot c \cdot A \cdot f_{y.d} \cdot \gamma_c = 0,822 \cdot 0,568 \cdot 28,4 \cdot 322,7 \cdot 10^{-1} \cdot 0,9 \\ &= 385,11 \text{ kN.} \end{aligned}$$

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

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = \frac{143,86}{385,11} = 0,37 < 1,0.$$

Skaičiuojame vidurinio tarpsnio pastovumą iš momento veikimo plokštumos, pagal anksčiau pateiktus skaičiavimus: $484,92/655,08 = 0,74$

Santvaros viršutinės juostos ribinis liaunis pagal Reglamento [4] 7.18 lentelę:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,74 = 136$$

Išvada: viršutinės juostos pastovumas iš rėmo plokštumos pakankamas. Atsarga $\Delta = 26\%$ netenkina ekonomiškumo kriterijus. Liaunis neviršija ribinio liaunio $\lambda_z = 51,02 \leq \lambda_u = 136$.

Santvaros apatinės juostos skaičiavimas

Apatinę juostą skaičiuojame kaip tempiamą elementą. Pavojingiausias derinys ULS 21, kuriame gaunama ašinė jėga $N_{ED}=517,59$ kN, $l_{eff}=3$ m.

Parenkame kompiuterine programa gautą plieninį vamzdį 90x90x5, kurio $A=16,4$ cm², $i=3,48$ cm. Dėl skaičiavimo metodikos skirtumų ir programoje, bei rankiniu būdu naudojamų asortimentų skirtumo gaunama paklaida tarp skaičiavimų, profilio išnaudojimas 1,03. Tada didiname skerspjūvį ir pasirenkame plieninį vamzdį 100x100x5, kurio $A=18,4$ cm², $i=3,84$ cm.

Strypas turi tenkinti sąlyga:

$$\frac{N_{E,d}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0.$$

čia: $N_{pl,Rd}$ - tempiamo elemento atsparis.

Skerspjūvio stiprumo atsparis tempiant:

$$N_{pl,Rd} = A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c;$$

$$N_{pl,Rd} = 18,4 \cdot 10^{-4} \cdot 322,7 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 564,08 \text{ kN.}$$

Tikriname elementą pagal anksčiau pateiktą sąlygą:

$$\frac{517,59}{564,08} = 0,92 \leq 1,0, \text{ sąlyga išlaikyta}$$

Tikriname ar vamzdžio liaunis neviršija leidžiamųjų:

$$\lambda \leq \lambda_u$$

$$\lambda = l_{eff} / i_y = 3000 / 38,4 = 78,13$$

Pagal [4] 7.19 lentelę $\lambda_u=400$

$$\lambda = 78,13 \leq \lambda_u = 400.$$

Sąlygos išlaikytos, vamzdžiai išnaudojami neekonomiškai. Skerspjūvis parinktas gerai.

Santvaros spyrių skaičiavimas

Matome, kad spyriai apkrauti nevienodai. Siekiant santvaros ekonomiško skirstonos dvi spyrių grupės.

Spyriuose 20, 21, 24, 25 didžiausia gniuždymo jėga $N_{ED}=210,01$ kN, didžiausia tempimo jėga $N_{ED}=209,43$ kN, šių strypų ilgis svyruoja ± 5 mm $l=2,12$ m.

Iš asortimento pasirenkame vamzdį profilį 60x60x3 mm., kurio $A=6,61$ cm², $i=2,31$ cm. Gaunamas spyrio išnaudojimas 2,06. Parenkamas profilis 80x80x4 mm., kurio $A=11,7$ cm², $i=3,07$ cm.

Centriškai gniuždomi elementai turi tenkinti anksčiau paminėtas sąlygas, šio elemento skaičiuojamojo ilgio koeficientas 0,8, tada $l_{eff}=2,12 \cdot 0,9=1,91$ m. Tuomet paskaičiuojame vamzdžio liaunį:

$$\lambda = l_{eff}/i_y = 1910/30,7 = 62,21;$$

Tada:

$$\bar{\lambda} = 62,21 \sqrt{\frac{322,7}{2,1 \cdot 10^5}} = 2,44, \text{ kadangi } 2,44 \leq 2,5.$$

Klupumo koeficientas pagal [4] 7.9 formulę

$$\varphi = 1,0 - \left(0,073 - 5,53 \frac{f_{y,d}}{E} \right) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}} = 1,0 - \left(0,073 - 5,53 \frac{322,7}{2,1 \cdot 10^5} \right) 2,44 \sqrt{2,44} = 0,754$$

Tada gniuždomasis atsparis:

$$N_{c,Rd} = 0,754 \cdot 11,7 \cdot 10^{-4} \cdot 322,7 \cdot 10^3 \cdot 0,8 = 227,79 \text{ kN}$$

Tikriname sąlygą:

$$\frac{210,01}{227,79} = 0,92 \leq 1,0.$$

Santvaros viršutinės juostos ribinis liaunis pagal Reglamento [4] 7.18 lentelę:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,92 = 125,$$

Sąlyga tenkinama liaunis neviršija ribinio, tiktiname profilį centriškam tempimui.

Tempiamas strypas turi tenkinti sąlygą:

$$\frac{N_{E,d}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0.$$

čia: $N_{pl,Rd}$ - tempiamo elemento atsparis.

Skerspjuvio stiprumo atsparis tempiant:

$$N_{pl,Rd} = A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c;$$

$$N_{pl,Rd} = 11,7 \cdot 10^{-4} \cdot 322,7 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 358,68 \text{ kN.}$$

Tikriname elementą pagal reikalavimą:

$$\frac{209,43}{358,68} = 0,58 \leq 1,0, \text{ sąlyga išlaikyta}$$

Tikriname ar vamzdžio liaunis neviršija leidžiamųjų:

$$\lambda \leq \lambda_u$$

$$\lambda = l_{ell}/i_y = 2120/30,7 = 69,06;$$

Pagal [4] 7.19 lentelę $\lambda_u=400$

$$\lambda = 69,06 \leq \lambda_u = 400.$$

Išvados: Sąlygos išlaikytos, vamzdžių profilio išnaudojimas >5%. Spyrio liaunis neviršija leistino. Profilis parinktas teisingai.

Spyriuose 28, 29, 32, 33, 36, 37, 40, 41 didžiausia gniuždymo jėga $N_{ED}=118,34$ kN, šio strypo ilgis $l_{eff}=2,12 \cdot 0,9=1,91$ m., didžiausia tempimo jėga $N_{ED}=117,39$ kN.

Iš asortimento pasirenkame vamzdį profilį 60x60x4, kurio $A=8,55$ cm², $i=22,6$ mm.

Skerspjūvio stiprumo atsparis tempimui pagal tempimo formulę

$$N_{pl,Rd} = A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c;$$

$$N_{pl,Rd} = 8,55 \cdot 10^{-4} \cdot 322,7 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 262,1 \text{ kN.}$$

Tikriname sąlygą:

$$\frac{117,39}{262,1} = 0,45 \leq 1,0, \text{ sąlyga išlaikyta}$$

Patikriname ar vamzdžio liaunis neviršija leidžiamųjų pagal sąlygą:

$$\lambda \leq \lambda_u$$

$$\lambda = l_{ell}/i_y = 1910/22,6 = 84,51;$$

Pagal [4] 7.19 lentelę $\lambda_u=400$

$$\lambda = 84,51 \leq \lambda_u = 400.$$

Centriškai gniuždomo elemento tikrinimas.

Paskaičiuojame vamzdžio sąlyginį liaunį:

$$\bar{\lambda} = 84,51 \sqrt{\frac{322,7}{2,1 \cdot 10^5}} = 3,31, \text{ kadangi } 2,5 < 3,31 < 4,5.$$

Klupumo koeficientas pagal [4] 7.10 formulę

$$\begin{aligned}\varphi &= 1,47 - 13 \frac{f_{y,d}}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{f_{y,d}}{E}\right) \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{f_{y,d}}{E}\right) \bar{\lambda}^2 = \\ &= 1,47 - 13 \frac{322,7}{2,1 \cdot 10^5} - \left(0,371 - 27,3 \frac{322,7}{2,1 \cdot 10^5}\right) 3,21 \\ &+ \left(0,0275 - 5,53 \frac{322,7}{2,1 \cdot 10^5}\right) 3,21^2 = 0,592\end{aligned}$$

Tada atsparis:

$$N_{c,Rd} = 0,592 \cdot 8,55 \cdot 10^{-4} \cdot 322,7 \cdot 10^3 \cdot 0,8 = 130,69 \text{ kN.}$$

Tikriname sąlygą:

$$\frac{118,34}{130,69} = 0,91 \leq 1,0.$$

Sąlyga tenkinama. Tikriname centriškai gniuždomos santvaros spyrio ribinį liaunį:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,91 = 125,$$

$$\lambda = 84,51 \leq \lambda_u = 133.$$

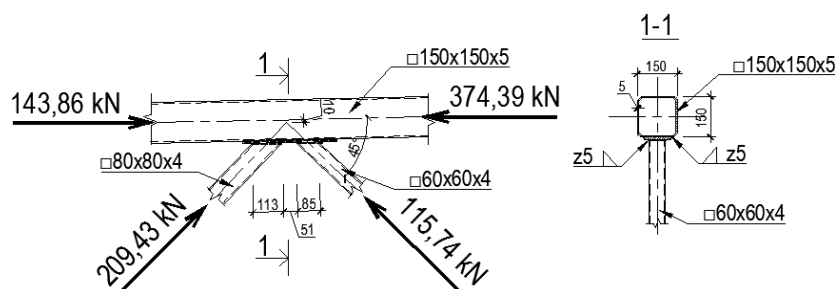
Išvados: Santvaros spyrio liaunis neviršija leistinojo, atraminio spyrio skersmuo atlaiko gniuždymo ir tempimo įtempimus, profilis parinktas tinkamai tačiau jo atsarga > 5%. Siekiant ekonomijos reiktų mažinti skerspjūvį, tačiau dėl suvirinamumo sąlygų nerekomenduojama naudoti profilių kurių plotis mažiau kaip 0,6 juostos pločio, viršutinės juostos plotis 100, tada minimalus spyrio plotis $0,6 \cdot 100 = 60 \text{ mm}$.

3.7. Santvaros mazgų projektavimas

Santvaros mazgus projektuojame nuo didžiausių įrašų, pateiktų 3.5 skyriuje. Santvaros elementai pagaminti iš plieno S355MH (LST EN 10219-1). Kertinės siūlės, jungiančios tinklelio ir juostos elementus, suvirintos pusiau automatinio būdu apsauginėse dujose. Apatinės padėties virinimui naudota elektrodinė viela G38.

Viršutinės juostos mazgo skaičiavimas

Tikriname mazgą A pagal mazgo schema pateikta paveiksle:



3.9 pav. Viršutinės juostos mazgas

Skaičiavimui naudojami parametrai ir koeficientai pagal [5] nurodymus:

$N_{1(2)}$ – ašinė jėga prijungiamajame elemente;

$M_{1(2)}$ – lenkiamasis momentas elemente, kuris lygus $N \cdot e$;

γ_c – darbo sąlygų koeficientas, lygus 0,95;

γ_1 – įrašos ženklų prijungiamajame elemente įtakos koeficientas, 1,2 tempiamajam elementui ir 1,0 - kitais atvejais;

γ_0 – juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas;

N_{0j} – juostos ašinė jėga, veikianti tempiamojo tinklelio elemento pusėje;

A_0 – santvaros juostos skerspjūvio plotas-28.4 cm²;

A_1 ir A_2 – santvaros spyrių skerspjūvio plotas-11,7 ir 8,55 cm²;

$f_{y,d}$ – juostos plieno skaičiuotinis stipris pagal takumo ribą;

t_0 – santvaros juostos sienutės storis;

$c_{1(2)}$ – prijungiamojo elemento ir juostos susikirtimo linijos ilgis juostos ašies kryptimi, lygus $h_{1(2)} / \sin \theta_{1(2)}$;

g – pusė atstumo tarp gretimų tinklelio elementų sienučių arba tarp spyrio ir atraminės briaunos;

$\theta_{1(2)}$ – tinklelio elemento prijungimo prie juostos kampas.

Gniuždomojo santvaros tinklelio spyrio ir viršutinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas

Santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atspario tikrinimas

Kadangi

$$\frac{|N_{02}|}{A_0 f_{y,d}} = \frac{374,39}{28,4 \cdot 10^{-4} \cdot 322700} = 0,3 < 0,5, \text{ tai santvaros juostoje veikiančios ašinės jėgos}$$

įtakos koeficientas: $\gamma_0 = 1,0$.

$$\text{Santvaros juostos iškyša: } a = \frac{b_0 - b_1}{2} = \frac{0,15 - 0,08}{2} = 0,035 \text{ m.}$$

$$\text{Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis: } c = \frac{h_1}{\sin \theta_1} = \frac{0,08}{\sin 45^\circ} = 0,113 \text{ m.}$$

$$\text{Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų } g = 0,031 / 2 = 0,016 \text{ m.}$$

$$\text{Kadangi } \frac{b_1}{b_0} = \frac{0,08}{0,15} = 0,53 < 0,9 \text{ ir } \frac{g}{c} = \frac{0,016}{0,113} = 0,14 \leq 0,25, \text{ santvaros viršutinės juostos,}$$

veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis tikrinamas pagal šią nelygybę:

$$|N_1| + \frac{1,5|M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (c_1 + g + \sqrt{2b_0 a})}{(0,4 + 1,8g/c_1) a \sin \theta_1};$$

lenkiamasis momentas tinklelio elemente ties juostos kraštu

$$M_{1(2)} = N \cdot e = 209,33 \cdot 0,01 = 2,09 \text{ kNm}.$$

$$209,33 + \frac{1,5 \cdot 2,09}{0,08} < \frac{0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,3227 \cdot 10^6 \cdot 0,005^2 (0,113 + 0,016 + \sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot 0,035})}{\left(0,4 + 1,8 \frac{0,016}{0,113}\right) \cdot 0,035 \cdot \sin 45^\circ}$$

$$248,52 > 109,46 \text{ kN}.$$

Matome, kad sienelės storio nepakanka. Projektuojame papildomą 5mm plokštelę spyrio atrėmimo vietoje. Kadangi strypas gniuždomas, tai skaičiuojamasis sienelės storis $t_0=5+5=10$ mm. Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų $g = 0,041/2 = 0,021$ m.

$$209,33 + \frac{1,5 \cdot 2,09}{0,08} < \frac{0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,3227 \cdot 10^6 \cdot 0,010^2 (0,113 + 0,021 + \sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot 0,035})}{\left(0,4 + 1,8 \frac{0,021}{0,113}\right) \cdot 0,035 \cdot \sin 45^\circ}$$

$$248,52 < 398,79 \text{ kN}.$$

Išvada: santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis yra pakankamas.

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas gniuždomojo spyrio prijungimo vietoje

Koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį, $\gamma_t = 0,8$, nes $h_0/t_0 = 150/5 = 30 \geq 25$ sąlyga netenkinama.

Koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį ir plieno stiprį, $k = 1$, nes:

$$h_0/t_0 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y,d}^2 - 0,2 \cdot f_{y,d} + 81,8$$

$$30 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,7^2 - 0,2 \cdot 322,7 + 81,8 = 42,77.$$

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$N_1 \leq 2\gamma_c \gamma_t k f_{y,d} t_0 h_1 / \sin^2 \theta_1$$

$$209,33 \leq 2 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 322700 \cdot 0,005 \cdot 0,08 / \sin^2 45^\circ$$

$$209,33 \text{ kN} < 392,4 \text{ kN}.$$

Išvada: santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atsparis yra pakankamas.

Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

Koeficientas, įvertinantis tinklelio elemento sienutės liaunį ir plieno stiprį, $k = 1$, nes

$$b_1/t_1 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8$$

$$80/4 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,7^2 - 0,2 \cdot 322,7 + 81,8$$

$$20 < 42,77.$$

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys.

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant stačiakampiam skerspjūviui:

$$|N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd,1} A_1}{1 + 0,013 b_0 / t_0} \cdot \frac{2}{3} \left(1 + \frac{1}{1 + b_1 / h_1} \right)$$

$$209,33 + \frac{0,5 \cdot 2,09}{0,08} < \frac{0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,3227 \cdot 10^6 \cdot 11,7 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,15}{0,005}} \cdot \frac{2}{3} \left(1 + \frac{1}{1 + 0,08/0,08} \right)$$

$$222,39 \text{ kN} < 258,04 \text{ kN}.$$

Išvada: tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas

Virinti naudojama elektrodinė viela G46, kurios charakteristinis stipris $f_{vw,u} = 530 \text{ MPa}$.

Plieno stipris pagal stiprumo ribą $f_u = 490 \text{ MPa}$.

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \frac{530}{1,25} \approx 233,2 \text{ MPa};$$

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 490 = 220,5 \text{ MPa}.$$

Kertinės siūlės koeficientai: $\beta_{wf} = 0,9$; $\beta_{wz} = 1,05$.

Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela:

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} < f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}}; \quad 220,5 < 233,2 < 220,5 \cdot \frac{1,05}{0,9} = 257,3.$$

Parinkta tinkama elektrodinė viela.

$$\left(|N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1} \right) \frac{0,75 + 0,01 b_0 / t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_1 / \sin \theta_1 + b_1)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d}$$

$$\left(209,33 + \frac{0,5 \cdot 2,93}{0,08} \right) \frac{0,75 + 0,01 \cdot 0,15 / 0,005}{0,9 \cdot 0,005 \cdot (2 \cdot 0,08 / \sin 45 + 0,08)} \leq 1 \cdot 220,5$$

$$169,43 \text{ MPa} \leq 220,5 \text{ MPa}$$

Išvada: kertinių siūlių, jungiančių gniuždomąjį tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas.

Tempiamojo santvaros tinklelio spyrio ir viršutinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas

Santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo tinklelio elemento, išplėšimo atspario tikrinimas

Iražos ženklo koeficientas $\gamma_1 = 1,2$, nes tinklelio elementas yra tempiamas.

$$\text{Kadangi } \frac{|N_2|}{A_0 f_{y,d}} = \frac{115,74}{8,55 \cdot 10^{-4} \cdot 322700} = 0,42 < 0,5, \text{ tai santvaros juostoje veikiančios}$$

ašinės jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 1$.

$$\text{Santvaros juostos iškyša: } a = \frac{b_0 - b_{1(2)}}{2} = \frac{0,15 - 0,06}{2} = 0,045 \text{ m.}$$

$$\text{Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis: } c_2 = \frac{h_2}{\sin \theta_2} = \frac{0,06}{\sin 45^\circ} = 0,085 \text{ m.}$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų $g = 0,041/2 = 0,021 \text{ m}$.

$$\text{Kadangi } \frac{b_2}{b_0} = \frac{0,06}{0,15} = 0,4 < 0,9 \text{ ir } \frac{g}{c} = \frac{0,021}{0,085} = 0,247 \leq 0,25, \text{ tai santvaros viršutinės}$$

juostos, veikiamos tempiamo spyrio, atplėšimo atsparis tikrinamas pagal nelygybę:

$$|N_1| + \frac{1,5|M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (b + g + \sqrt{2b_0 a})}{(0,4 + 1,8g/c_2) a \sin \theta_2};$$
$$115,74 + \frac{1,5 \cdot 115,74 \cdot 0,01}{0,06} < \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,3227 \cdot 10^6 \cdot 0,005^2 (0,06 + 0,021 + \sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot 0,045})}{\left(0,4 + 1,8 \frac{0,021}{0,085}\right) \cdot 0,045 \cdot \sin 45^\circ}$$

$$144,68 > 67,48 \text{ kN.}$$

Matome, kad juostos storio nepakanka, projektuojame 10 mm. storio metalinę plokštelę.

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų $g = 0,051/2 = 0,026 \text{ m}$.

$$|N_1| + \frac{1,7|M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (c_2 + \sqrt{2b_0 a})}{a \sin \theta_2};$$
$$115,74 + \frac{1,7 \cdot 115,74 \cdot 0,01}{0,06} < \frac{0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,3227 \cdot 10^6 \cdot 0,010^2 (0,113 + \sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot 0,045})}{0,045 \cdot \sin 45^\circ}$$

$$148,53 < 220,81 \text{ kN.}$$

Išvada: santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo strypo, išplėšimo atsparis yra pakankamas, kai naudojama plokštelė, kurios storis 10 mm. Kadangi gniuždomo strypo

vietoje plokštelės storis didėja, teigiame, kad tiek gniuždomo tiek tempiamo spyrio jungimosi vietoje juostos atsparis praspaudimui-išplėšimui pakankamas.

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas tempiamo spyrio prijungimo vietoje

Koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį, $\gamma_t = 0,8$, nes $h_0/t_0 = 150/5 = 30 \geq 25$ sąlyga tenkinama.

Koeficientas, įvertinantis tinklelio elemento sienutės liaunį ir plieno stiprį, $k = 1$, nes

$$b_2/t_2 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8$$

$$60/4 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,7^2 - 0,2 \cdot 322,7 + 81,8$$

$$15 < 42,77.$$

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$N_2 \leq 2\gamma_c \gamma_t k f_{y,d} t_0 h_2 / \sin^2 \theta_2;$$

$$115,74 \leq 2 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,3227 \cdot 10^6 \cdot 0,005 \cdot 0,06 / \sin^2 45^\circ;$$

$$115,74 kN < 294,3 kN.$$

Išvada: santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atsparis yra pakankamas.

Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

Koeficientas, įvertinantis tinklelio elemento sienutės liaunį ir plieno stiprį paskaičiuotas prieš tai, $k = 1$.

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys.

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant kvadratiniam skerspjūviui,

$$|N_2| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_t k f_{y,d,2} A_2}{1 + 0,013 b_0 / t_0}$$

$$115,74 + \frac{0,5 \cdot 115,74 \cdot 0,01}{0,06} < \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,3227 \cdot 10^6 \cdot 8,55 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,15}{0,005}};$$

$$125,39 kN < 226,29 kN.$$

Išvada: tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas

Siūlių ir plieno stipriai aptarti ankstesniuose skaičiavimuose

$$\left(|N_2| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \right) \frac{0,75 + 0,01b_0/t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_2/\sin\theta_2 + b_2)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d}$$

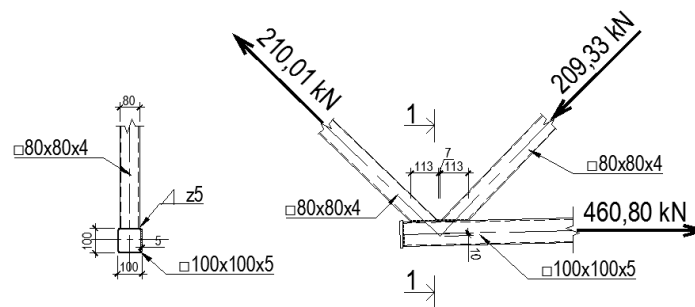
$$\left(115,74 + \frac{0,5 \cdot 115,74 \cdot 0,01}{0,06} \right) \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot 0,15/0,005}{0,9 \cdot 0,005 \cdot (2 \cdot 0,06/\sin 45^\circ + 0,06)} < 1 \cdot 220,5$$

$$125,39 \text{ MPa} < 220,5 \text{ MPa}.$$

Išvada: kertinių siūlių, jungiančių gniuždomą tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas. Santvaros mazgas suprojektuotas teisingai.

Apatinės juostos mazgo skaičiavimas

Tikriname mazgą A pagal mazgo schema pateikta paveiksle:



3.10 pav. Apatinės juostos mazgas

Gniuždomojo santvaros tinklelio spyrio ir apatinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas

Santvaros apatinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atspario tikrinimas

Kadangi

$$\frac{|N_{02}|}{A_0 f_{y,d}} = \frac{460,8}{18,4 \cdot 10^{-4} \cdot 322700} = 0,78 < 0,5, \text{ tai santvaros juostoje veikiančios ašinės}$$

jėgos įtakos koeficientas: $\gamma_0 = 1,5 - |N_0|/(A_0 f_{y,d}) = 1,5 - |460,8|/(18,4 \cdot 10^{-4} \cdot 322700) = 0,72.$

$$\text{Santvaros juostos iškyša: } a = \frac{b_0 - b_1}{2} = \frac{0,10 - 0,08}{2} = 0,01 \text{ m}.$$

$$\text{Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis: } c = \frac{h_1}{\sin\theta_1} = \frac{0,08}{\sin 45^\circ} = 0,113 \text{ m}.$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų $g = 0,007/2 = 0,0035 \text{ m}.$

$$\text{Kadangi } \frac{b_1}{b_0} = \frac{0,08}{0,10} = 0,8 < 0,9 \text{ ir } \frac{g}{c} = \frac{0,0035}{0,113} = 0,03 \leq 0,25, \text{ santvaros viršutinės juostos,}$$

veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis tikrinamas pagal šią nelygybę:

$$|N_1| + \frac{1,5|M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (c_1 + g + \sqrt{2b_0 a})}{(0,4 + 1,8g/c_1) a \sin \theta_1};$$

lenkiamasis momentas tinklelio elemente ties juostos kraštu

$$M_{1(2)} = N \cdot e = 209,33 \cdot 0,01 = 2,09 \text{ kNm}.$$

$$209,33 + \frac{1,5 \cdot 2,09}{0,08} < \frac{0,95 \cdot 1 \cdot 0,72 \cdot 0,3227 \cdot 10^6 \cdot 0,005^2 (0,113 + 0,0035 + \sqrt{2 \cdot 0,10 \cdot 0,01})}{\left(0,4 + 1,8 \frac{0,0035}{0,113}\right) \cdot 0,01 \cdot \sin 45^\circ}$$

$$248,52 < 276,06 \text{ kN}.$$

Išvada: santvaros apatinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis yra pakankamas.

Santvaros apatinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas gniuždomojo spyrio prijungimo vietoje

Koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį, $\gamma_t = 1$, nes $h_0/t_0 = 100/5 = 20 \geq 25$ sąlyga netenkinama.

Koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį ir plieno stiprį, $k = 1$, nes:

$$h_0/t_0 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y,d}^2 - 0,2 \cdot f_{y,d} + 81,8$$

$$20 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,7^2 - 0,2 \cdot 322,7 + 81,8 = 42,77.$$

Santvaros apatinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$N_1 \leq 2\gamma_c \gamma_t k f_{y,d} t_0 h_1 / \sin^2 \theta_1$$

$$209,33 \leq 2 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 322700 \cdot 0,005 \cdot 0,08 / \sin^2 45^\circ$$

$$209,33 \text{ kN} < 490,5 \text{ kN}.$$

Išvada: santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atsparis yra pakankamas.

Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

Koeficientas, įvertinantis tinklelio elemento sienutės liaunį ir plieno stiprį, $k = 1$, nes

$$b_1/t_1 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y,d}^2 - 0,2 \cdot f_{y,d} + 81,8$$

$$80/4 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,7^2 - 0,2 \cdot 322,7 + 81,8$$

$$20 < 42,77.$$

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys.

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant stačiakampiam skerspjūviui:

$$|N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd,1} A_1}{1 + 0,013 b_0 / t_0} \frac{2}{3} \left(1 + \frac{1}{1 + b_1 / h_1} \right)$$

$$209,33 + \frac{0,5 \cdot 2,09}{0,08} < \frac{0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,3227 \cdot 10^6 \cdot 11,7 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,10}{0,005}} \cdot \frac{2}{3} \left(1 + \frac{1}{1 + 0,08/0,08} \right)$$

222,39 kN < 284,67 kN.

Išvada: tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas

Virinti naudojama elektrodinė viela G46, kurios charakteristinis stipris $f_{vw,u} = 530 \text{ MPa}$.

Plieno stipris pagal stiprumo ribą $f_u = 490 \text{ MPa}$.

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \frac{530}{1,25} \approx 233,2 \text{ MPa};$$

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 490 = 220,5 \text{ MPa}.$$

Kertinės siūlės koeficientai: $\beta_{wf} = 0,9$; $\beta_{wz} = 1,05$.

Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela:

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} < f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}}; \quad 220,5 < 233,2 < 220,5 \cdot \frac{1,05}{0,9} = 257,3.$$

Parinkta tinkama elektrodinė viela.

$$\left(|N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1} \right) \frac{0,75 + 0,01 b_0 / t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_1 / \sin \theta_1 + b_1)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d}$$

$$\left(209,33 + \frac{0,5 \cdot 2,09}{0,08} \right) \frac{0,75 + 0,01 \cdot 0,1 / 0,005}{0,9 \cdot 0,005 \cdot (2 \cdot 0,08 / \sin 45 + 0,08)} \leq 1 \cdot 220,5$$

$$153,29 \text{ MPa} \leq 220,5 \text{ MPa}$$

Išvada: kertinių siūlių, jungiančių gniuždomąjį tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas.

Tempiamojo santvaros tinklelio spyrio ir viršutinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas

Santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo tinklelio elemento, išplėšimo atspario tikrinimas

Irašos ženklų koeficientas $\gamma_1 = 1,2$, nes tinklelio elementas yra tempiamas.

Kadangi santvaros juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 0,72$.

Santvaros juostos iškyša: $a = 0,01$ m.

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis: $c_2 = \frac{h_2}{\sin \theta_2} = \frac{0,08}{\sin 45^\circ} = 0,113$ m.

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų $g = 0,007 / 2 = 0,0035$ m.

Kadangi $\frac{b_2}{b_0} = \frac{0,08}{0,10} = 0,8 < 0,9$ ir $\frac{g}{c} = \frac{0,0035}{0,113} = 0,031 \leq 0,25$, tai santvaros viršutinės

juostos, veikiamos tempiamo spyrinio, atplėšimo atsparis tikrinamas pagal nelygybę:

$$|N_1| + \frac{1,5|M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_t \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (b + g + \sqrt{2b_0 a})}{(0,4 + 1,8g/c_2) a \sin \theta_2};$$

$$210,01 + \frac{1,5 \cdot 210,01 \cdot 0,01}{0,08} < \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 0,72 \cdot 0,3227 \cdot 10^6 \cdot 0,005^2 (0,08 + 0,0035 + \sqrt{2 \cdot 0,1 \cdot 0,01})}{\left(0,4 + 1,8 \frac{0,0035}{0,113}\right) \cdot 0,01 \cdot \sin 45^\circ}$$

$$249,39 < 263,47 \text{ kN.}$$

Išvada: santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo strypo, išplėšimo atsparis yra pakankamas.

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas tempiamo spyrinio prijungimo vietoje

Koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį, $\gamma_t = 1$, nes $h_0/t_0 = 100/5 = 20 \geq 25$ sąlyga tenkinama.

Koeficientas, įvertinantis tinklelio elemento sienutės liaunį ir plieno stiprį, $k = 1$, nes

$$b_2/t_2 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y,d}^2 - 0,2 \cdot f_{y,d} + 81,8$$

$$80/4 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,7^2 - 0,2 \cdot 322,7 + 81,8$$

$$20 < 42,77.$$

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$N_2 \leq 2\gamma_c \gamma_t k f_{y,d} t_0 h_2 / \sin^2 \theta_2;$$

$$210,01 \leq 2 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,3227 \cdot 10^6 \cdot 0,005 \cdot 0,08 / \sin^2 45^\circ;$$

$$210,01 \text{ kN} < 490,5 \text{ kN.}$$

Išvada: santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atsparis yra pakankamas.

Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

Koeficientas, įvertinantis tinklelio elemento sienutės liaunį ir plieno stiprį paskaičiuotas prieš tai, $k = 1$.

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys.

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant kvadratiniam skerspjūviui,

$$\left| N_2 \right| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd,2} A_2}{1 + 0,013 b_0 / t_0}$$

$$210,01 + \frac{0,5 \cdot 210,01 \cdot 0,01}{0,08} < \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,3227 \cdot 10^6 \cdot 11,7 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,10}{0,005}};$$

$$223,14 \text{ kN} < 341,6 \text{ kN}.$$

Išvada: tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas

Siūlių ir plieno stipriai aptarti ankstesniuose skaičiavimuose

$$\left(\left| N_2 \right| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \right) \frac{0,75 + 0,01 b_0 / t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_2 / \sin \theta_2 + b_2)} \leq \gamma_c f_{vw, f, d}$$

$$\left(210,01 + \frac{0,5 \cdot 210,01 \cdot 0,01}{0,08} \right) \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot 0,1 / 0,005}{0,9 \cdot 0,005 \cdot (2 \cdot 0,08 / \sin 45^\circ + 0,08)} < 1 \cdot 220,5$$

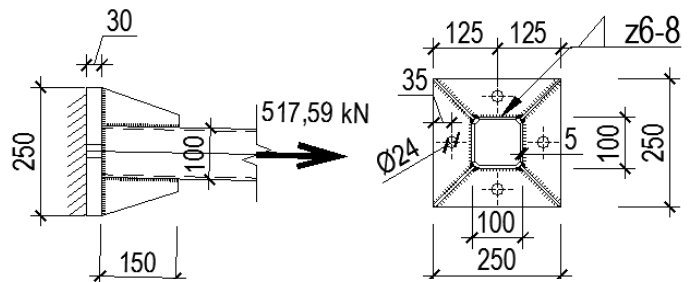
$$153,8 \text{ MPa} < 220,5 \text{ MPa}.$$

Išvada: kertinių siūlių, jungiančių gniuždomą tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas. Santvaros mazgas suprojektuotas teisingai.

Santvaros jungės skaičiavimas

Būtina skaičiuoti jungties:

- varžtų atsparį;
- lenkiamąjį jungties atsparį;
- jungties šlyties kerpamąjį atsparį;
- siūlių, jungiančių jungtį su profiliuočiu, atsparį.



3.11 pav. Tempiamos jungties schema

Šie skaičiavimai taikomi tik tuomet, kai jungtis konstruojama laikantis [4] 7–20 punktų reikalavimų.

Apskaičiuojame ribinius varžtų išdėstymo atstumus [6] (7.31 lentelė).

Tarp varžtų centrų:

- Mažiausi – $2,5 \cdot d_0 = 2,5 \cdot 24 = 60 \text{ mm}$.
- Didžiausi, kai yra sustandinantys kampuočiai tempiant – $16 \cdot d_0 = 16 \cdot 24 = 384 \text{ mm}$.
- Didžiausi, kai nėra sustandinančių kampuočių – $8 \cdot d_0 = 8 \cdot 24 = 192 \text{ mm}$.

Nuo varžto centro iki elemento krašto:

- Mažiausi įtempiamiems varžtams – $1,3 \cdot d_0 = 1,3 \cdot 24 = 31,2 \text{ mm}$
- Didžiausi – $4 \cdot d_0 = 4 \cdot 24 = 96 \text{ mm}$.

Centriškai tempiamos jungės su uždaro profilio jungiamaisiais elementais stiprumas yra pakankamas, kai: $N_{Ed} \leq n \cdot k_2 F_{bt,Rd}$, $20 \leq t_f \leq 40 \text{ mm}$, čia: n – visas jungties varžtų skaičius; t_f – plokštelės storis-30 mm; k_2 – koeficientas iš (2.5) lentelės-0,85.

Skaičiuotinis vieno varžto tempiamasis atsparis apskaičiuojamas taip:

$$F_{bt,Rd} = f_{bt,d} A_{b,net} = 0,5 \cdot f_{bu} A_{b,net} = 0,5 \cdot 1000 \cdot 353 = 176,5 \text{ kN};$$

čia: $f_{bt,d}$ – skaičiuotinis varžtų tempiamasis plieno stipris; $A_{b,net}$ – varžto grynasis skerspjūvio plotas.

Tikriname centriškai tempiamą jungtį:

$$517,59 \leq 4 \cdot 0,85 \cdot 176,5 = 600,1, \text{ sąlyga tenkinama.}$$

Tikriname varžtų kerпамąjį atsparį

Kai prijungiamas uždarojo skerspjūvio elementas:

$$F_{bhf,Rd} = 0,1 F_{b,t,Rd} = 0,1 \cdot 176,5 = 17,65 \text{ kN}.$$

Jei vietinės skersinės jėgos nėra, jungtis tikrinama sąlyginei vietinei skersinei jėgai, kuri imama lygi $V_{loc} = 0,1 \mu_h N_{Ed} = 0,1 \cdot 0,25 \cdot 517,59 = 12,94 \text{ kN}$.

Tempiamų jungčių atsparis vietinei skersinei jėgai tikrinamas pagal formulę:

$$V_{loc} \leq \mu_h \sum_{j=1}^n F_{bhf,Rd,j},$$

$$12,94 \text{ kN} < 0,25 \cdot 4 \cdot 17,65 = 17,65 \text{ kN}, \text{ sąlyga tenkinama.}$$

čia: $\mu_h = 0,25$ – trinties koeficientas imamas iš Reglamento 7.34 lentelės.

Virintinės siūlės skaičiavimas

Apatinė juosta prie jungės jungiama virintinėmis kertinėmis siūlėmis. Siūlės statinio aukštis prie profilio: $k_{f,max} \leq 1,2 \cdot 5 = 6$, priimu $k_f = 6 \text{ mm}$. Siūlės statinio aukštį prie jungės imame $k_{f,min} = 8 \text{ mm}$. Tikriname siūlės atsparį. Virinimui naudojama elektrodinė viela G50 (charakteristinis stipris $f_{vw,u} = 560 \text{ N/mm}^2$). Plieno stipris pagal stiprumo ribą – $f_u = 490 \text{ MPa}$. Skaičiuotiniai siūlių stipriai (STR 2.05.08:2005, 6.11 lentelė):

- Per siūlės metalą - $f_{vw,f,d} = 0,55 \cdot \frac{560}{1,25} = 246,4 \text{ MPa}$
- Per sulydymo srities metalą: $f_{vw,z,d} = 220,5 \text{ MPa}$

Kertinės siūlės koeficientai: $\beta_{wf}=0,9$; $\beta_{wz}=1,05$.

Tikriname ar teisingai parinkome vielą:

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} < f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}}; \quad 220,5 < 246,4 < 220,5 \cdot \frac{1,05}{0,9} = 257,3.$$

Išvada: Sąlyga tenkinama. Vielą parinkta tinkamai.

Randame silpnesni pjūvį:

$$\beta_{wf} \cdot f_{vw,f,d} = 0,9 \cdot 246,4 = 221,76 \text{ N/mm}^2,$$

$$\beta_{wz} \cdot f_{vw,z,d} = 1,05 \cdot 220,5 = 231,5 \text{ N/mm}^2.$$

Silpnesnis pjūvis per siūlės metalą, todėl tikriname jungties atsparį:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{517,59 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 8 \cdot 400 \cdot 221,76 \cdot 1,0} = 0,81 \leq 1,0.$$

Išvada: sąlyga tenkinama, jungtis jungiama 4vnt 10,9klasės M24 varžtais. Jungtyje naudojamos sastandos. Jos ilgis $1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 90 = 135 \text{ mm}$, priimu 150mm. Prie plokštelės jos jungiamos virintinėmis kertinėmis siūlėmis. Siūlės statinis, kai sastanda jungiama prie plokštelės ir profilio $k_f = 8 \text{ mm}$.

Tempiamos jungties varžtų išankstinis įtempimas

Tempiamos jungties įtempiamųjų varžtų išankstinis įtempimas kontroliuojamas pagal užsukimo momentą (faktinis jo nuokrypis nuo apskaičiuotos reikšmės turi būti nuo 0 iki 10%).

Vieno varžto įveržimo jėga:

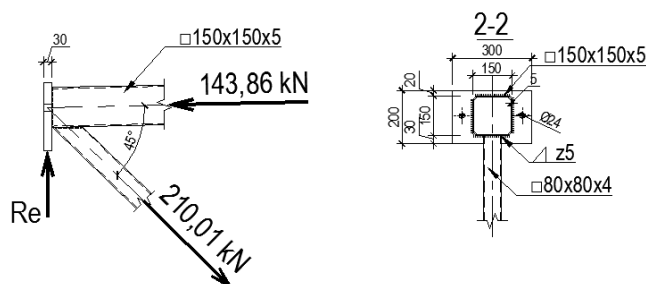
$$M = K \cdot F_{p,Cd} \cdot d = 0,2 \cdot 129,4 \cdot 0,024 = 0,621 \text{ kNm},$$

$$K = (0,19 - 0,2).$$

Apskaičiuojama išankstinė įtempimo ašinė jėga varžte: $F_{p,Cd} = \frac{N_{Ed}}{n} = \frac{517,59}{4} = 129,4 \text{ kN}$.

Viršutinės juostos mazgo skaičiavimas

Tikriname mazgą B pagal mazgo schema pateikta paveiksle:



3.12 pav. Viršutinės juostos mazgas

Skaičiavimui naudojami parametrai ir koeficientai aptarti viršutinės juostos skaičiavimuose.

Tempiamojo santvaros tinklelio spyrio ir viršutinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas

Santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo tinklelio elemento, išplėšimo atspario tikrinimas

Įrašos ženklo koeficientas $\gamma_1 = 1,2$, nes tinklelio elementas yra tempiamas.

Kadangi $\frac{|N_2|}{A_0 f_{y,d}} = \frac{210,01}{11,7 \cdot 10^{-4} \cdot 322700} = 0,56 > 0,5$, tai santvaros juostoje veikiančios

ašinės jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 1,5 - \left| \frac{N_0}{A_0 \cdot f_{y,d}} \right| = 1,5 - \left| \frac{143,86}{28,4 \cdot 10^{-4} \cdot 0,3227 \cdot 10^6} \right| = 1,34$.

Santvaros juostos iškyša: $a = \frac{b_0 - b_{1(2)}}{2} = \frac{0,15 - 0,08}{2} = 0,035$ m.

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis: $c_2 = \frac{h_2}{\sin \theta_2} = \frac{0,08}{\sin 45^\circ} = 0,113$ m.

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypo ir plokštelės $g = 0,022 / 2 = 0,011$ m.

Kadangi $\frac{b_2}{b_0} = \frac{0,08}{0,15} = 0,53 < 0,9$ ir $\frac{g}{c} = \frac{0,011}{0,113} = 0,097 \leq 0,25$, tai santvaros viršutinės

juostos, veikiamos tempiamo spyrio, atplėšimo atsparis tikrinamas pagal nelygybę:

$$\left| N_1 \right| + \frac{1,5 |M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (b + g + \sqrt{2b_0 a})}{(0,4 + 1,8 g / c_2) a \sin \theta_2};$$

$$210,01 kN < \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,34 \cdot 0,3227 \cdot 10^6 \cdot 0,005^2 (0,08 + 0,011 + \sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot 0,035})}{\left(0,4 + 1,8 \frac{0,011}{0,113} \right) \cdot 0,015 \cdot \sin 45^\circ} = 390,8 kN$$

Įšvada: santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo strypo, išplėšimo atsparis yra pakankamas.

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas gniuždomojo spyrio prijungimo vietoje

Koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį, $\gamma_t = 0,8$.

Koeficientas, įvertinantis tinklelio elemento sienutės liaunį ir plieno stiprį, $k = 1$, nes

$$b_2/t_2 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8$$

$$80/4 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,7^2 - 0,2 \cdot 322,7 + 81,8$$

$$20 < 42,77.$$

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$N_2 \leq 2\gamma_c \gamma_t k f_{y,d} t_0 h_2 / \sin^2 \theta_2;$$

$$210,01 \leq 2 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,3227 \cdot 10^6 \cdot 0,005 \cdot 0,08 / \sin^2 45^\circ;$$

$$210,01 kN < 392,4 kN.$$

Išvada: santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atsparis yra pakankamas.

Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

Koeficientas, įvertinantis tinklelio elemento sienutės liaunį ir plieno stiprį paskaičiuotas prieš tai, $k = 1$.

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys.

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant kvadratiniam skerspjūviui,

$$|N_2| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{y,d,2} A_2}{1 + 0,013 b_0 / t_0}$$

$$210,01 + \frac{0,5 \cdot 0}{0,07} < \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,3227 \cdot 10^6 \cdot 11,7 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,15}{0,005}}$$

$$210,01 kN < 309,65 kN.$$

Išvada: tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas

Siūlių ir plieno stipriai naudojant S355 plieną ir G46 elektrodus aptarti ankstesniuose skaičiavimuose

$$\left(|N_2| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \right) \frac{0,75 + 0,01 b_0 / t_0}{\beta_{w,f} k_f (2h_2 / \sin \theta_2 + b_2)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d}$$

$$\left(210,01 + \frac{0,5 \cdot 0}{0,08} \right) \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot 0,15 / 0,005}{0,9 \cdot 0,005 \cdot (2 \cdot 0,08 / \sin 45^\circ + 0,08)} < 1 \cdot 220,5$$

$$210,01 \cdot 0,762 \cdot 10^3 kPa = 159,47 MPa < 220,5 MPa.$$

Išvada: kertinių siūlių, jungiančių gniuždomą tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas. Santvaros mazgas suprojektuotas teisingai.

Atraminio mazgo jungės skaičiavimas

Atraminio mazgo ir antdėklo jungimo plokštumoje veikia atraminė reakcija kurios dydį priimame $N_{Ed}=N_1 \cdot \sin(\alpha)=210,01 \cdot \sin(45)=148,5$ kN.

Virintinės jungtys su kertinėmis (kampinėmis) siūlėmis, veikiant išilginei ir skersinei jėgoms, turi būti skaičiuojamos sąlyginiam kirpimui dviejuose pjūviuose (žr. 7.17 pav.):

- per siūlės metalą (1 pjūvis):

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} k_f \sum l_{w,eff} f_{vw,f,d} \gamma_c} \leq 1,0$$

$$\frac{148,5 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 0,005 \cdot 0,56 \cdot 233,2 \cdot 0,95} = 0,266 \leq 1,0$$

- per sulydymo srities metalą (2 pjūvis):

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} k_f \sum l_{w,eff} f_{vw,z,d} \gamma_c} \leq 1,0$$

$$\frac{148,5 \cdot 10^{-3}}{1,05 \cdot 0,005 \cdot 0,56 \cdot 220,5 \cdot 0,95} = 0,24 \leq 1,0.$$

čia: $l_{w,eff}$ – vienos virintinės siūlės skaičiuojamasis ilgis, imamas 10 mm trumpesnis nei visas jos geometrinis ilgis.

Išvados:

Surinktos sienų, lubų, per denginio apkrovos į skersinio rėmo elementus. Skersinio rėmo elementų svorio apkrovos paskaičiuotos programoje užsidavus elemento skerspjūviui. Programoje elementai užsiduoti skaičiuojant elementus (mazgai neskaičiuoti) numatant tinkamus skerspjūvio matmenų santykius tarp elementų, mazgų projektavimui. Programoje elementai skaičiuojami pagal Euro kodo metodiką. Rankiniu būdu skaičiavimai atliekami pagal STR metodiką, skaičiavimui įrašos paimtos iš programos duomenų. Žemiau lentelėje pateikiama STR ir EC gauti skerspjūviai:

3.11 lentelė. Santvaros elementų palyginimo lentelė

Santvaros elementas	Derinys	Skerspjūviai pagal, mm		Skerspjūvių plotas, cm ²		Plotų santykis, STR/EC
		STR	EC	STR	EC	
Viršutinė juosta	ULS/19	150x150x5	150x150x5	28,4	28,23	1,01
Apatinė juosta	ULS/21	100x100x5	90x90x5	18,4	16,88	1,09
Spyris	ULS/21	80x80x4	60x60x3	11,7	7,22	1,62
	ULS/21	60x60x4	60x60x3	8,55		1,18

Išvados: skerspjūvių skirtumais spyriuose žymus, tačiau dėl nedidelių skerspjūviu matmenų nedidelis profilio padidėjimas sukelia didelį išnaudojimo sumažėjimą. Pagal programoje atliktus skaičiavimus viršutinė juosta išnaudojama 90%, apatinė juosta 86%, spyriai 90%. Pagal STR atliktus skaičiavimus juostos: 95%, 92%, spyriai: 92 ir 91%.

Atliktas lanksčiai atremtos santvaros įlinkių skaičiavimas kompiuterine programa „Autodes Robot“, pagal programoje parinkus profilius sukelia didžiausia viršutinės juostos įlinki lygu 4,9 cm. Programos duomenys pateikti ankstesniuose skyriuose.

Atlikti santvaros viršutinės juostos ir spyrių mazgo skaičiavimas, tempiamos jungės skaičiavimai ir atraminio mazgo skaičiavimai. Skaičiavimai rodo jog jungtys atlaiko veikiančias įrąžas. Taip pat iš elementų skaičiavimo matyti, kad spyriai išnaudojami 91–95%. Atsižvelgiama į rekomenduojamą sąlygą $b_1/b_0=0,6-0,9$, bei virinimo siūlių matmenys pagal [4] ir sąlygą $k_f \leq 1,2t$.

3.8. Kiaurimėtosios perdangos plokštės skaičiavimas

Pradiniai duomenys

Projektuojama perdanga iš kaurimėtųjų perdangos plokščių, tarpai tarp plokščių užbetuojami smulkiagrūdžiu C20/25 betonu. Plokščių ilgiai svyruoja nuo 3-6,2 metrų, pasirenkamos nepertraukiamo formavimo plokštės. Skaičiavimai atliekami pagal [13] elektroninės knygos metodinius nurodymus ir galiojančius techninius reglamentus.

Antro aukšto patalpų naudojimo kategorija – B (pagal [3] 10.1 lentelę). Pagal [3] 10.2 lentelę, naudojimo apkrova, $q_k = 2 \text{ kN/m}^2$. Pertvarų apkrova į perdangas pagal [3] 141.10.2 punktą $q_{k,p} = 0,8 \text{ N/m}^2$. Perdangos apkrovos paskaičiuotos ir pateiktos 3.2 skyrelyje. Parinkta aplinkos klasė X0.

Nepertraukiamo formavimo plokščių gamyboje naudojami iš anksto įtempti lynai. Šių plokščių gamyboje naudojamos aukštesnių klasių medžiagos, priimame betoną C40/50. Dažniausiai formuojamų plokščių plotis $b_n = 1,2 \text{ m}$ tai , ji armuojama bent 4 lynais.

Plokštės remiamos į g/b sijas, kurių lentynų plotis 200mm. Atrėmimo vietoje naudojamos neopreno juostos.

3.9. Plokštės įrašų skaičiavimas

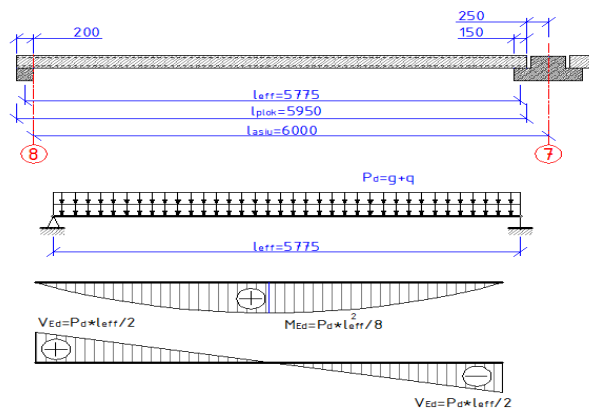
Apkrovos paskaičiuotos 3.2 skyriuje, skaičiuojamos vidinės įrašos.

Skaičiuojame plokščių ilgį tarp atramos taškų centrų:

$$l_{eff} = l_n - \left(0,25 - \frac{a_1}{2}\right) + \left(\frac{a_2}{2}\right) = 6,0 - \left(0,25 + \frac{0,15}{2}\right) + \left(\frac{0,2}{2}\right) = 5,775 \text{ m.}$$

Įvertiname plokštės atrėmimo būdą. Nevertiname betonuojamo mazgo įtakos plokštės darbui, laikome , kad plokštė atremta lanksčiai:

Perdangos apkrovos paskaičiuotos į kvadratinį metrą, perskaičiuojant apkrovas į plokštės tiesinį metrą įvertiname plokštės plotį $b_n = 1,2 \text{ m}$.



3.13pav. Plokščių atrėmimo schema

Tinkamumo ribiniam būviui

- Nuolatinė apkrova:

$$g_k = 5,02 \cdot b_n = 5,02 \cdot 1,2 = 6,02 \text{ kN/m};$$

- Plokštės savasis svoris:

$$g_{ks} = 3,32 \cdot b_n = 3,32 \cdot 1,2 = 3,98 \text{ kN/m};$$

- Naudojimo apkrova:

$$q_k = (2 + 0,8) \cdot b_n = 2,8 \cdot 1,2 = 3,36 \text{ kN/m};$$

- Galutinė plokštės apkrova:

$$p_k = g_k + q_k = 6,02 + 3,36 = 9,38 \text{ kN/m};$$

Skaičiuojame plokštės įrąžas reikalingas nustatyti plokštės įlinkį ir plyšių atsiradimą.

Lenkimo momentai:

- nuo galutinės apkrovos:

$$M_{Ed.s} = \frac{p_k \cdot l_{eff.s}^2}{8} = \frac{9,38 \cdot 10^3 \cdot 5,775^2}{8} = 39,1 \text{ kNm}.$$

- nuo plokštės svorio:

$$M_{Eggs} = \frac{g_{ks} \cdot l_{eff.s}^2}{8} = \frac{3,98 \cdot 10^3 \cdot 5,775^2}{8} = 16,59 \text{ kNm}.$$

Skersinė jėga plokštės atrėmimo vietoje:

$$V_{Ed.s} = \frac{p_k \cdot l_{eff.s}}{2} = \frac{9,38 \cdot 10^3 \cdot 5,775}{2} = 27,08 \text{ kN}.$$

Saugos ribiniam būviui (plokštės skerspjūvio skaičiavimai)

- Skaičiuotinas nuolatinis apkrovimas :

$$g_d = 5,02 \cdot 1,35 \cdot b_n = 6,78 \cdot 1,2 = 8,13 \text{ kN/m};$$

- skaičiuotinas savasis svoris:

$$g_{ds} = 3,32 \cdot 1,35 \cdot b_n = 4,482 \cdot 1,2 = 5,38 \text{ kN/m};$$

- skaičiuotinė naudojimo apkrova:

$$q_d = 2,8 \cdot 1,5 \cdot b_n = 4,2 \cdot 1,2 = 5,04 \text{ kN/m};$$

- skaičiuotinas suminis apkrovų poveikis:

$$p_d = g_d + q_d = 8,13 + 5,04 = 13,17 \text{ kN/m};$$

Skaičiuojame didžiausi lenkimo momentą plokštėje nuo skaičiuotinės suminės apkrovos:

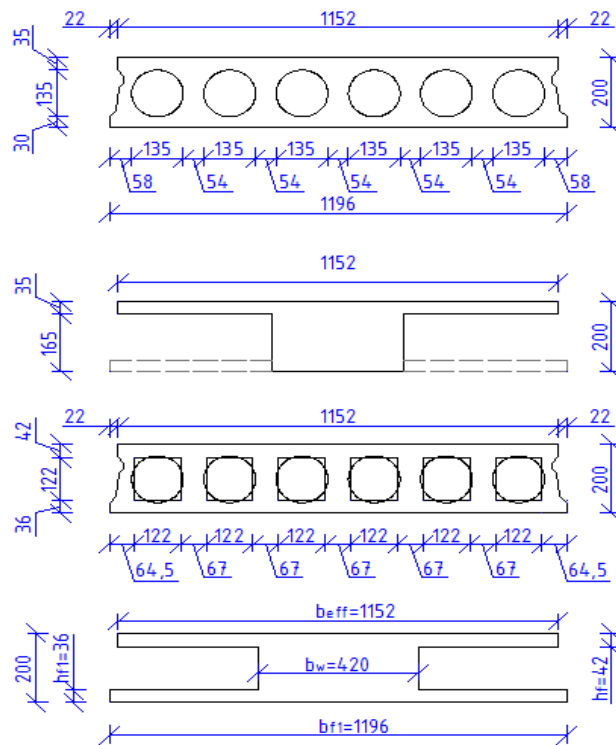
$$M_{Ed.s} = \frac{p_d \cdot l_{eff.s}^2}{8} = \frac{13,17 \cdot 10^3 \cdot 5,775^2}{8} = 54,90 \text{ kNm}.$$

Skersinė jėga ties plokštės atrama:

$$V_{Ed.s} = \frac{p_d \cdot l_{eff.s}}{2} = \frac{13,17 \cdot 10^3 \cdot 5,775}{2} = 38,03 \text{ kN}.$$

3.10. Plokštės skerspjūvio matmenys ir bendrieji duomenys

Projektuojamo plokštė su kiaurymėmis. Plokštės forma sudėtinga, todėl sudaromi ekvivalentiniai skerspjūviai plokštės normalinio pjūvio ir tinkamumo ribiniam būviams skaičiuoti.



3.14 pav. Plokštės skerspjūviai: a) tikrasis; b) saugos ribiniam būviui; c) ekvivalentinis su pakeistomis kiaurymėmis; d) skaičiuotinas tinkamumo būviams

Skaičiuojamas ekvivalentinis skerspjūvis:

– Saugos būviui

Gniuždomosios lentynos storis $h_f = 0,035 \text{ m}$;

lentynos plotis $b_{eff} = 1,152 \text{ m}$ (nes $h_f/h = 0,035/0,20 = 0,175 > 0,1$);

siuntės plotis $b_w = b_{eff} - 6D = 1,152 - 6 \cdot 0,135 = 0,342 \text{ m}$.

– Tinkamumo būviui

Pakeičiamos apskritosios kiaurymės į kvadratines.

$$b_{kiaur.} = h_{kiaur.} = 0,9 \cdot D = 0,9 \cdot 0,135 = 0,122 \text{ m}.$$

Ekvivalentinio skerspjūvio matmenys:

- gniuždomosios lentynos storis $h_f = 0,035 + (0,135 - 0,122)/2 = 0,042 \text{ m}$;
- tempiamos lentynos storis $h_{f1} = 0,030 + (0,135 - 0,122)/2 = 0,036 \text{ m}$;
- lentynos plotis $b_{eff} = 1,152 \text{ m}$ (nes $h_f/h = 0,042/0,2 = 0,21 > 0,1$);

- sienutės plotis $b_w = b_{eff} - 6b_{kiaur.} = 1,152 - 6 \cdot 0,122 = 0,42 \text{ m}$;
- apatinės lentynos plotis $b_{f1} = 1,196 \text{ m}$.

Betono ir armatūros savybių rodikliai

Plokštės projektuojamos iš C40/50 betono kurio skaičiuojamosios charekteristikos pagal [10] 7,5 formulę:

$$f_{ctd} = \frac{\alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = \frac{0,9 \cdot 1,0 \cdot 2,5 \cdot 10^6}{1,5} = 1,50 \text{ MPa.}$$

Betono gniuždymo charekteristika pagal [10] 7,4 formulę:

$$f_{cd} = \frac{\alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,9 \cdot 1,0 \cdot 40 \cdot 10^6}{1,5} = 24 \text{ MPa.}$$

Plokštės tinkamumo ribiniai būviai paskaičiuojami pagal charekteristines reikšmes kurios paskaičiuojamos pagal [10] 7,4 ir 7,5 formules ($\gamma_c=1,0$). Skaičiuojami ir kiti parametrai:

f_{cp} – betono apspaudimo stipris, nustatomas pagal [10] 37 punktą;

$$f_{cp} = 0,8 \cdot f_{ck} = 0,8 \cdot 40 = 32 \text{ MPa};$$

Galutiniai duomenys:

$$E_{cm} = 35 \text{ GPa}; \quad f_{ck} = 40 \text{ MPa}; \quad f_{ctk, 0,05} = 2,5 \text{ MPa}; \quad f_{cp} = 32 \text{ MPa.}$$

Saugos ribiniam būviui:

$$f_{cd} = 24 \text{ MPa}; \quad f_{ctd} = 1,5 \text{ MPa.}$$

Tinkamumo ribiniam būviui:

$$f_{cd} = 36 \text{ MPa}; \quad f_{ctd} = 2,25 \text{ MPa.}$$

Projektuojamos plokštės su iš anksto įtempta lynine Y1170S klasės armatūra, kurios mechaniniai savybių rodikliai, pagal [10] 5 lentelę, pateikti 2.4 lentelėje.

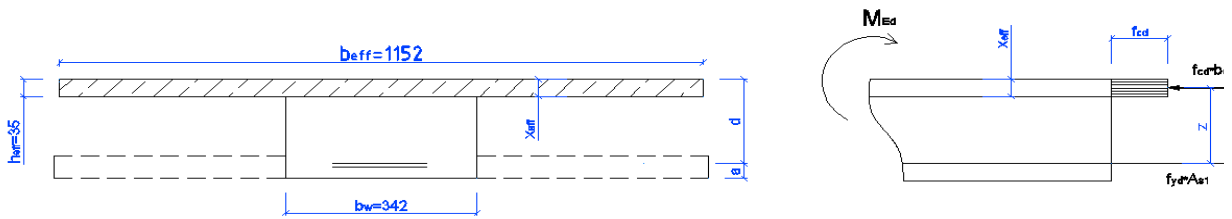
3.12 lentelė. Įtemptosios armatūros charakteristikos

<i>Y1170S armatūros charakteristikos</i>				
E_s , GPa	f_{pk} , MPa	$f_{p0,1k}$, MPa	$f_{p0,1d}$, MPa	ϵ_{uk} , %
195	1770	1520	1250	3.5

Priimame lynų skersmenį $\varnothing 9,3 \text{ mm}$ (vieno lyno skerspjūvio plotas $A_{si} = 0,68 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 68 \text{ mm}^2$).

Preliminarus iš anksto įtemptosios armatūros skaičiavimas

Vadovaujantis 3.15 pav. sudarome skaičiuojamąją schemą.



3.15 pav. Plokštės normaliojo pjūvio stiprumo skaičiavimo schema

Išankstiniai armatūros įtempiai, atsižvelgiant į [10] 139p., apskaičiuojami:

$$\sigma_p = 0,75 \cdot f_{p0,1k} = 0,75 \cdot 1520 \cdot 10^6 = 1140 \text{ MPa.}$$

Nuokrypio p reikšmė, kai armatūra įtempinama mechaniniu būdu:

$$p = 0,05\sigma_p = 0,05 \cdot 1140 \cdot 10^6 = 57 \text{ MPa.}$$

Tikriname sąlygą, pagal [10] 12.1 formules, vielinei armatūrai:

$$\sigma_p + p = 1140 + 57 = 1083 \text{ MPa} \geq f_{pk} = 1770 \text{ MPa.}$$

Armatūros įtempimo tikslumo koeficientas, nustatomas pagal [10] 143 punktą:

$$\gamma_{sp} = 1 \mp \Delta\gamma_{sp}$$

čia: $\Delta\gamma_{sp}$ – koeficientas, kai armatūra įtempinama mechaniniu būdu $\Delta\gamma_{sp} = 0,1$.

$$\gamma_{sp} = 1 - 0,1 = 0,9.$$

Tuomet armatūros išankstinio įtempimo įtempiai:

$$\sigma_p = \sigma_p \cdot \gamma_{sp} = 1140 \cdot 0,9 = 1026 \text{ MPa.}$$

Skerspjūvio naudingasis aukštis:

$$d = h - a = h - c - \frac{\emptyset}{2} = 0,2 - 0,035 - \frac{0,0093}{2} = 0,16 \text{ m.}$$

čia: a – atstumas nuo plokštės krašto iki armatūros centro;

c – betono apsauginis sluoksnis;

\emptyset – armatūros diametras.

Armatūros įtempiai pagal armatūros takumo ribą, pagal reglamento [10] 72 punktą:

$$\sigma_{s,lim} = f_{y,d} + 400 - \sigma_p = 1250 + 400 - 1026 = 624 \text{ MPa.}$$

čia: $f_{y,d}$ – skaičiuotinis armatūros stipris, priimamas $f_{y,d} = f_{p0,1d} = 1250 \text{ MPa}$.

Betono gniuždomosios zonos charakteristika apskaičiuojama pagal [10] 72 punktą.

Elemento gniuždomosios zonos santykinis aukštis apskaičiuojamas:

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

čia: $\sigma_{s,lim}$ – armatūros įtempiai, pagal [10] 72 punktą

$$\sigma_{s,lim} = f_{y,d} + 400 - \sigma_p = 624 \text{ MPa}$$

$\sigma_{sc,lim}$ – gniuždomosios zonos armatūros ribiniai įtempiai. Sunkiajam betonui $\sigma_{sc,lim} = 500 \text{ MPa}$;

ω – betono gniuždomosios zonos charakteristika.

Betono gniuždomosios zonos charakteristika apskaičiuojama:

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 \cdot 24 = 0,658$$

čia: α – koeficientas, įvertinantis betono rūšį. Sunkiajam betonui $\alpha = 0,85$;

f_{cd} – skaičiuotinis betono gniuždomasis stipris, MPa;

Tuomet elemento gniuždomosios zonos santykinis aukštis pagal [10]2 punkto formulę:

$$\xi_{lim} = \frac{0,658}{1 + \frac{624}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,658}{1,1}\right)} = 0,438.$$

Laikant, kad neutralioji ašis yra gniuždomosios lentynos zonoje:

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Ed,s}}{f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d^2} = \frac{54,9 \cdot 10^3}{24 \cdot 10^6 \cdot 1,152 \cdot 0,16^2} = 0,078.$$

Santykinis gniuždomasis aukštis pagal [10] 4.11 formulę:

$$\xi_{eff} = \frac{x_{eff}}{d} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Ed,s}} < \xi_{lim}$$

Santykinis gniuždomasis aukštis:

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,078} = 0,081 < \xi_{lim} = 0,438.$$

Kadangi $x = \xi_{eff} \cdot d = 0,081 \cdot 0,16 = 0,013 \text{ m} < h_f = 0,035$, prielaida teisinga, gniuždoma tik viršutinė juosta.

Armatūros darbo sąlygų koeficientas, nustatomas pagal reglamento [10] 73 punktą:

$$\gamma_{sy} = \eta - (\eta - 1) \cdot \left(2 \cdot \frac{\xi_{eff}}{\xi_{lim}} - 1\right) \leq \eta$$

čia: $\eta = 1,15$ stipriajai vielai ir lynams kai takumo riba $> 950 \text{ MPa}$.

$$\gamma_{sy} = 1,15 - (1,15 - 1) \cdot \left(2 \cdot \frac{0,081}{0,438} - 1\right) = 1,24 > 1,15, \text{ kadangi sąlyga neįvykdyta,}$$

$\gamma_{sy} = 1,15$. Tuomet reikalingas armatūros plotas:

$$A_{s1} = \frac{f_{cd} \cdot d \cdot \xi_{eff} \cdot b_{eff}}{\gamma_{sy} \cdot f_{y,d}} = \frac{24 \cdot 10^6 \cdot 0,16 \cdot 0,081 \cdot 1,152}{1,15 \cdot 1250 \cdot 10^6} = 2,49 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \\ = 249 \text{ mm}^2.$$

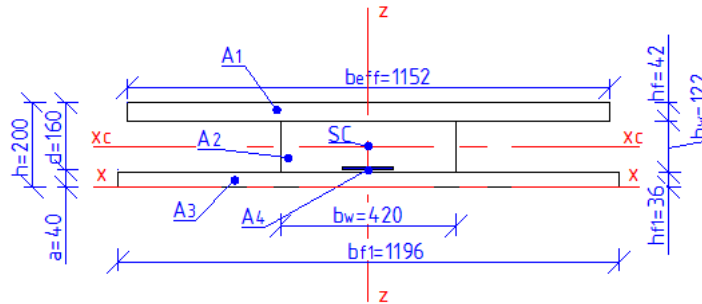
Lynų skaičius skerspjūvyje:

$$n = \frac{A_{s1}}{A_{s0}} = \frac{249}{54,4} = 4,58 \text{ vnt.} = 5 \text{ vnt.}$$

Minimalus linų skaičius plokštei, kurios $b_n = 1,20 \text{ m}$, turi būti ne mažiau kaip 4, kadangi paskaičiuoti 5 vienetai priimame $5\emptyset 9,3 \text{ mm}$, kurios faktinis plotas $A_{s1,f} = 5 \cdot A_{si} = 5 \cdot 54,4 = 272 \text{ mm}^2$.

Plokštės ekvivalentinio skerspjūvio geometriniai rodikliai

Pagal 3.16 pav. sudarome ekvivalentinio skerspjūvio skaičiuojamąją schema.



3.16 pav. skaičiuojamoji ekvivalentinio skerspjūvio schema

Armatūros ir betono tamprumo modulių santykis:

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{195 \cdot 10^9}{35 \cdot 10^9} = 5,57$$

Plokštės ekvivalentinio skerspjūvio plotas:

$$A_1 = h_f \cdot b_{eff} = 42 \cdot 1152 = 48384 \text{ mm}^2;$$

$$A_2 = h_w \cdot b_w = 122 \cdot 420 = 51240 \text{ mm}^2;$$

$$A_3 = h_{f1} \cdot b_{f1} = 36 \cdot 1196 = 43056 \text{ mm}^2;$$

$$A_4 = \alpha_e \cdot A_{p1} = 5,57 \cdot 272 = 1515 \text{ mm}^2;$$

$$A_{eff} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 = 48384 + 51240 + 43056 + 1515 = 144195 \text{ mm}^2;$$

Atstumas nuo x ašies iki atitinkamos figūros svorio centro:

$$z_1 = h - \frac{h_f}{2} = 200 - \frac{42}{2} = 179 \text{ mm} = 17,9 \text{ cm};$$

$$z_2 = h_{f1} + \frac{h_w}{2} = 36 + \frac{122}{2} = 97 \text{ mm} = 9,7 \text{ cm};$$

$$z_3 = \frac{h_{f1}}{2} = \frac{36}{2} = 18 \text{ mm} = 1,8 \text{ cm};$$

$$z_4 = a_1 = 40 \text{ mm} = 4 \text{ cm}.$$

Statinis momentas apskaičiuotas x ašies atžvilgiu:

$$S_{eff} = \sum_{i=1}^4 A_i \cdot z_i = 483,84 \cdot 17,9 + 512,4 \cdot 9,7 + 430,56 \cdot 1,8 + 15,15 \cdot 4$$

$$= 14466,62 \text{ cm}^3.$$

Plokštės ekvivalentinio skerspjūvio svorio centro padėtis apatinio krašto atžvilgiu:

$$z_c = \frac{S_{eff}}{A_{eff}} = \frac{14466,62}{1441,95} = 10,033 \text{ cm.}$$

Atliekame kontrolę:

$$S_{eff,s} = \sum_{i=1}^4 A_i \cdot (z_i - z_c) = 0$$

$$483,84 \cdot (17,9 - 10,033) + 512,4 \cdot (9,7 - 10,033) + 430,56 \cdot (1,8 - 10,033) + \\ + 15,15 \cdot (4 - 10,033) = 0; \\ -0,46 \approx 0.$$

Skerspjūvio plotų inercijos momentai:

$$I_{x1} = \frac{b_{eff} \cdot h_{f1}^3}{12} = \frac{115,2 \cdot 4,2^3}{12} = 711 \text{ cm}^4;$$

$$I_{x2} = \frac{b_w \cdot h_w^3}{12} = \frac{42,0 \cdot 12,2^3}{12} = 6355 \text{ cm}^4;$$

$$I_{x3} = \frac{b_{f1} \cdot h_{f1}^3}{12} = \frac{119,6 \cdot 3,6^3}{12} = 465 \text{ cm}^4;$$

$$I_{x4} = 4 \frac{\pi \cdot \emptyset^4}{64} = \frac{\pi \cdot 0,93^4}{64} = 0,17 \text{ cm}^4 \approx 0 \text{ cm}^4.$$

Aukščio skirtumai tarp plotelių svorio centro ir viso skerspjūvio svorio centro:

$$b_1 = h - z_c - \frac{h_f}{2} = 20 - 10,033 - \frac{4,2}{2} = 7,867 \text{ cm};$$

$$b_2 = z_c - \frac{h_w}{2} - h_{f1} = 10,033 - \frac{12,2}{2} - 3,6 = 0,333 \text{ cm};$$

$$b_3 = z_c - \frac{h_{f1}}{2} = 10,033 - \frac{3,6}{2} = 8,233 \text{ cm};$$

$$b_4 = z_c - a_1 = 10,033 - 4 = 6,033 \text{ cm}.$$

Ekvivalentinio skerspjūvio inercijos momentas:

$$I_{eff} = \sum_{i=1}^4 (I_{xi} + A_i \cdot b_i^2) = (711 + 483,84 \cdot 7,867^2) + (6355 + 512,4 \cdot 0,333^2) + \\ + (465 + 430,56 \cdot 8,233^2) + (0 + 15,15 \cdot 6,033^2) = 67'268 \text{ cm}^4.$$

Atsparumo momentas plokštės apatinio sluoksnio atžvilgiu:

$$W_{eff1} = \frac{I_{eff}}{z_c} = \frac{67'268}{10,033} = 6705 \text{ cm}^3.$$

Atsparumo momentas plokštės viršaus atžvilgiu:

$$W_{eff2} = \frac{I_{eff}}{h - z_c} = \frac{67'268}{20 - 10,033} = 6749 \text{ cm}^3.$$

Plokštės skerspjūvio atsparumo momentai, įvertinant plastines betono deformacijas, apskaičiuoti plokštės apačios atžvilgiu:

$$W_{pl1} = \gamma \cdot W_{eff1} = 1,5 \cdot 6705 = 10058 \text{ cm}^3.$$

plokštės viršaus atžvilgiu:

$$W_{pl2} = \gamma \cdot W_{eff2} = 1,5 \cdot 6749 = 10124 \text{ cm}^3.$$

čia: $\gamma = 1,5$.

Plokštės armatūros išankstinių įtempių nuostoliai

Skaičiuojami įtemptosios armatūros išankstiniai nuostoliai pagal [10] XII sk. nuostatas.

Pradiniai išankstiniai įtempiai:

$$\sigma_p = \gamma_p \cdot \sigma_{p0} = 1,0 \cdot 1140 \cdot 10^6 = 1140 \text{ MPa}.$$

čia: γ_p – išankstinio įtempimo jėgos dalinis patikimumo koeficientas.

Išankstiniai armatūros įtempimų nuostoliai pagal reglamento [10] 9 lentelę:

– *Armatūros įtempių relaksacija įtemptiant mechaninių būdų:*

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

– *Įtempių nuostoliai dėl temperatūros skirtumo tarp atramų ir betono priimami 0, nes armatūras įtempimo metu neįkaitinama.*

– *Inkarų deformacijų sukeliama įtempių nuostoliai:*

$$\Delta\sigma_{\Delta l} = \left(\frac{\Delta l}{l}\right) \cdot E_p = \left(\frac{2,645}{115500}\right) \cdot 195 \cdot 10^9 = 5,28 \text{ MPa}.$$

čia: $\Delta l = 1,25 + 0,15\phi = 1,25 + 0,15 \cdot 9,3 = 2,645 \text{ mm}$;

l – lyno ilgis (atstumas tarp atsparų išorinių pusių), $l = 115500 \text{ mm}$.

Apskaičiuojame betono apspaudimo jėgą atleidžiant armatūrą:

$$P_{m0} = (\sigma_p - \Delta\sigma_{pr} - \Delta\sigma_{\Delta t} - \Delta\sigma_{\Delta l}) \cdot A_{s1} = (1140 - 74,10 - 0 - 5,28) \cdot 272 = 2,88 \cdot 10^5 \text{ N}.$$

Linų sukeltos apspaudimo jėgos ekscentricitetas:

$$e_p = z_c - a_1 = 100,33 - 40 = 60,33 \text{ mm}.$$

Skaičiuojami įtempiai betone nuo paskaičiuotos apspaudimo jėgos P_{m0} ir plokštės sunkio jėgos sukulto lenkimo momento:

$$\sigma_{cp1} = \frac{P_{m0}}{A_{eff}} + \frac{P_{m0} \cdot e_p \cdot (z_c - a_1)}{I_{eff}} - \frac{M_{Eggsd.s} \cdot (z_c - a_1)}{I_{eff}} = \frac{2,88 \cdot 10^5}{14,42 \cdot 10^4} +$$

$$+ \frac{2,88 \cdot 10^5 \cdot 60,33^2}{6,741 \cdot 10^8} - \frac{16,59 \cdot 10^6 \cdot 60,33}{6,741 \cdot 10^8} = 1,997 + 1,555 - 1,485 = 2,07 \text{ MPa.}$$

– Įtempių nuostoliai, dėl greitai pasireiškiančio valkšnumo

Koeficientas α pagal reglamento [10] 9 lentelę:

$$\alpha = 0,25 + 0,025 \cdot f_{cp} = 0,25 + 0,025 \cdot 32 = 1,05 \leq 0,8$$

Sąlyga netenkinama, $\alpha = 0,8$. Tikriname sąlyga:

$$\frac{\sigma_{cp1}}{f_{cp}} = \frac{2,07}{32} = 0,065 \leq \alpha = 0,8$$

Sąlyga tenkinama – tai tada įtempių nuostoliai dėl betone pasireiškiančio valkšnumo apskaičiuojami:

$$\Delta\sigma_{cp1,1} = \chi \cdot \left(40 \frac{\sigma_{cp}}{f_{cp}} \right) = 1,0 \cdot \left(40 \frac{2,07}{32} \right) = 2,59 \text{ MPa.}$$

čia: χ – koeficientas, natūraliai kietėjusio betono $\chi = 1,0$.

Paskaičiuojami betono įtempiai apatinėje kraštinėje zonoje

$$\begin{aligned} \sigma_{cp2} &= \frac{P_{m0}}{A_{eff}} - \frac{P_{m0} \cdot e_p \cdot (h - z_c)}{I_{eff}} + \frac{M_{Eggs.d.s} \cdot (h - z_c)}{I_{eff}} = \frac{2,88 \cdot 10^5}{14,42 \cdot 10^4} - \\ &- \frac{2,88 \cdot 10^5 \cdot 60,33 \cdot 99,67}{6,741 \cdot 10^8} + \frac{1,659 \cdot 10^7 \cdot 99,67}{6,741 \cdot 10^8} = 1,997 - 2,569 + 2,452 \\ &\approx 1,88 \text{ MPa.} \end{aligned}$$

Įtempių nuostoliai dėl betone pasireiškiančio valkšnumo apskaičiuojami:

$$\Delta\sigma_{cp1,2} = \chi \cdot \left(40 \cdot \frac{\sigma_{cp2}}{f_{cp}} \right) = 1,0 \cdot \left(40 \cdot \frac{1,88}{32} \right) = 2,35 \text{ MPa.}$$

Plokštės betono klasė aukštesnės už C35/45, o betonas kietėja natūraliai, tuomet betono susitraukimas sukelia armatūros įtempių nuostolius $\Delta\sigma_{ps} = 60 \text{ MPa.}$

Paskaičiavus pirmuosius nuostolius į atsparas įvertiname betono apspaudimo jėgą:

$$\begin{aligned} P_{m1} &= (\sigma_p - \Delta\sigma_{pr} - \Delta\sigma_{\Delta t} - \Delta\sigma_{\Delta l} - \Delta\sigma_{cp1,1}) \cdot A_{s1} \\ &= (1140 - 74,10 - 0 - 5,28 - 2,35) \cdot 272 = 287,9 \text{ kN.} \end{aligned}$$

Betono gniuždymo įtempiai ties armatūros sunkio centru nuo apspaudimo jėgos P_{m1} neįvertinant plokštės savojo svorio:

$$\begin{aligned} \sigma_{cp1} &= \frac{P_{m1}}{A_{eff}} + \frac{P_{m1} \cdot e_p \cdot (z_c - a_1)}{I_{eff}} = \frac{287,9 \cdot 10^3}{14,42 \cdot 10^4} + \frac{287,9 \cdot 10^3 \cdot 60,33^2}{6,741 \cdot 10^8} \\ &= 3,55 \text{ MPa.} \end{aligned}$$

Tikriname sąlyga:

$$\frac{\sigma_{cp1}}{f_{cp}} = \frac{3,55}{32} = 0,11 \leq 0,75$$

Kadangi sąlygą tenkinama skaičiuojami ilgalaikio betono valkšnumo sukelti armatūros įtempimų nuostoliai apskaičiuojami sekančiai:

$$\Delta\sigma_{cp2,1} = \chi \cdot \left(150 \cdot \frac{\sigma_{cp1}}{f_{cp}} \right) = 1,0 \cdot \left(150 \cdot \frac{3,55}{32} \right) = 16,64 \text{ MPa.}$$

Betono įtempiai kraštiniame gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\begin{aligned} \sigma_{cp2} &= \frac{P_{m1}}{A_{eff}} - \frac{P_{m1} \cdot e_p \cdot (h - z_c)}{I_{eff}} = \frac{287,9 \cdot 10^3}{14,42 \cdot 10^4} - \frac{287,9 \cdot 10^3 \cdot 60,33 \cdot 99,67}{6,741 \cdot 10^8} \\ &= -0,57 \text{ MPa.} \end{aligned}$$

Kadangi apskaičiuoti įtempiai yra tempimo įtempiai, pasireiškiantys valkšnumas nesukelia armatūros įtempimų nuostolių, $\Delta\sigma_{cp2,2} = 0$.

Įtemptosios armatūros įtempimų nuostoliai

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_{p.com} &= \Delta\sigma_{pr} + \Delta\sigma_{\Delta t} + \Delta\sigma_{\Delta l} + \Delta\sigma_{cp1,1} + \Delta\sigma_{ps} + \Delta\sigma_{cp2,1} = \\ &= 74,10 + 0 + 5,28 + 2,59 + 60 + 16,64 = 158,61 \text{ MPa.} \end{aligned}$$

Armatūros išankstiniai įtempiai įvertinus visus armatūros nuostolius

$$\sigma_{pm} = \sigma_p - \Delta\sigma_{p.com} = 1140 - 158,61 = 981,39 \text{ MPa.}$$

Betono apspaudimo jėga įvertinant visus įtempimų nuostolius:

$$P_m = \sigma_{pm} \cdot A_{s1} = 981,39 \cdot 272 = 266,94 \text{ kN.}$$

Apskaičiuojame betono apspaudimo jėgos reikšmes *tinkamumo ribiniam būviui*:

$$P_{d,sup} = \gamma_{sp} \cdot P_m = 1,1 \cdot 266,94 = 293,63 \text{ kN;}$$

$$P_{d,inf} = \gamma_{sp} \cdot P_m = 0,9 \cdot 266,94 = 240,25 \text{ kN.}$$

3.11. Plokštės normaliojo pjūvio stiprumo įvertinimas

Skaičiavimai atliekami pagal 3.16 pav. Armatūros įtempiai atsižvelgiant į armatūros takumo ribą, pagal reglamento [10] 72 punktą, kai naudojama stiprioji viela arba lynai:

$$\sigma_{s,lim} = f_{y,d} + 400 - \sigma_{pm} = 1250 + 400 - 981,39 = 668,61 \text{ MPa.}$$

Gavus preliminarių išankstinių įtempimų skaičiavimo duomenis, skaičiuojame elemento gniuždomosios zonos santykinis aukštis:

$$\xi_{lim} = \frac{0,658}{1 + \frac{668,61}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,658}{1,1} \right)} = 0,428.$$

Paskaičiuojame gniuždomosios zonos aukštis:

$$\begin{aligned} x_{eff} &= \frac{\gamma_{sy} \cdot f_{p0,1d} \cdot A_{s1}}{f_{cd} \cdot b_{eff}} = \frac{1,15 \cdot 1250 \cdot 10^6 \cdot 2,72 \cdot 10^{-4}}{24 \cdot 10^6 \cdot 1,152} = 0,0141 \text{ m.} < h_f \\ &= 0,035 \end{aligned}$$

Skaičiuojamas santykinis gniuždomosios zonos aukštis:

$$\xi_{lim} = \frac{x_{eff}}{d} = \frac{0,0141}{0,16} = 0,088 < \xi_{lim} = 0,605.$$

Tuomet skaičiuojame maksimalų galimą lenkimo momentą skerspjūvyje:

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot x_{eff} \cdot (d - 0,5 \cdot x_{eff}) \\ &= 24 \cdot 10^6 \cdot 1,152 \cdot 0,0141 \cdot (0,16 - 0,5 \cdot 0,0141) = 59,62 \text{ kNm}. \end{aligned}$$

Skaičiuojame normalinio pjūvio atsargą:

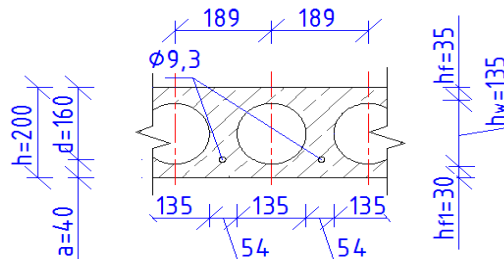
$$\frac{M_{Rd} - M_{Ed,s}}{M_{Rd}} \cdot 100\% = \frac{59,62 - 54,90}{59,62} \cdot 100\% = 7,93\%.$$

Išvados: atsarga 7,935%, armatūros neišnaudojama daugiau 5 %, priimame 5Ø9,3mm. Normaliojo pjūvio stiprumas pakankamas.

3.12. Plokštės įstrižojo pjūvio skaičiavimas

Skaičiuojamos perdangos plokštės, kurios skaičiuojamasis tarpatramis $l_{eff,s} = 5,775$ m, skerspjūvis parodytas 3.17 pav. Kadangi naudojamas sunkusis C40/50 klasės betonas. Išilginio lyno įtempimo jėga $P_{m,\infty} = P_m/5 = 266,94/5 \approx 53,4 \text{ kN}$.

Imamas ekvivalentinis 189 mm pločio plokštės ruoželis kurio charakteristikos: plotas $A_{eff} \approx 23561 \text{ mm}^2$; skerspjūvio svorio centro atstumas nuo apačios $z_c \approx 103 \text{ mm}$, inercijos momentas svorio centro atžvilgiu $I_{eff} \approx 1,098 \cdot 10^8 \text{ mm}^8$. Skaičiuojamoji nuolatinė apkrova dėl plokštės ir grindų svorio 6,78 kN/m², skaičiuojamoji laikinoji ekvivalentinė apkrova 4,2 kN/m².



3.17 pav. skerspjūvio fragmentas

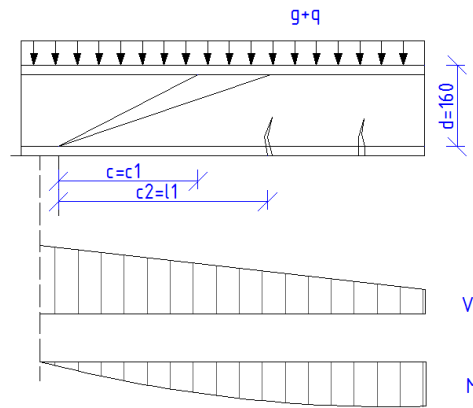
Atliekamas skaičiavimas plokštės ploteliui $b_{eff} = 189 \text{ mm}$, (atstumui tarp kiaurymių centrų) ir $b_w = 54 \text{ mm}$; $d = 200 - 40 = 160 \text{ mm}$. Apkrovos 189 mm plokštės ruožui:

$$g_d + q_d = (6,78 + 4,2) \cdot 0,189 = 2,08 \text{ kN/m};$$

$$g_{d,eff} = \left(6,78 + \frac{4,2}{2}\right) \cdot 0,189 = 1,69 \text{ kN/m}.$$

Skersinė jėga veikianti prie plokštės atramos:

$$V_{Ed,max} = \frac{g_d + q_d}{2} \cdot l_{eff} = \frac{2,08 \cdot 10^3}{2} \cdot 5,775 = 6,01 \text{ kN}.$$



3.18 pav. įstrižo pjūvio skaičiavimo schema

Skaičiuojame pagal reglamento [11] (6.4) sąlygą:

$$2,5 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 2,5 \cdot 1,50 \cdot 10^6 \cdot 0,054 \cdot 0,16 = 32,4 \text{ kN} > V_{Ed,max} = 6,01 \text{ kN}.$$

Elementas atitinka reglamento [11](6.4) sąlygą. Tada tikriname reglamento [11] (6.12) sąlygą. Pagal [11] (6.23) apskaičiuojame $\sigma_c = \sigma_x$:

$$\begin{aligned} \sigma_x = \sigma_c &= \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} = \frac{P_{m,\infty}}{A_{c,eff}} = \frac{66,7 \cdot 10^3}{23561 \cdot 10^{-6}} = 2,83 \text{ MPa} < 0,5 \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 24 \cdot 10^6 \\ &= 12 \text{ MPa}. \end{aligned}$$

Matome, kad reglamento [11] (6.21) sąlygos tikrinti nereikia.

Apskaičiuojame ruožo ilgį nuo atramos l_1 , kuriame saugos ribiniame būvyje neatsiranda normalinių plyšių pagal [11] (6.16) sąlygą, kuri šiuo atveju yra tokia:

$$M_{Ed} = \frac{(g_d + q_d) \cdot l_{eff,s}}{2} \cdot l_1 - \frac{(g_d + q_d) \cdot l_1^2}{2} = M_{cr,d}$$

Paprastumo dėlei imame $W_{pl} = 1,5W_{eff}$ ir $\varphi = 0,8$, gauname:

$$W_{eff} = \frac{l_{eff,s}}{z_c} = \frac{1,098 \cdot 10^8}{103} = 106,6 \cdot 10^4 \text{ mm}^3;$$

$$W_{pl} = \gamma \cdot W_{eff} = 1,5 \cdot 106,6 \cdot 10^4 = 159,9 \cdot 10^4 \text{ mm}^3.$$

Pagal reglamento [11] (14.10) formulę:

$$r = \frac{W_{eff}}{A_{eff}} \cdot \varphi = \frac{106,6 \cdot 10^4}{23561} \cdot 0,8 = 36,2 \text{ mm}.$$

Ekscentricitetas:

$$e_0 = z_c - a_1 = 103 - 40 = 63 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_{cr,d} &= f_{ctd} \cdot W_{pl} + P_{m,\infty} \cdot (e_0 + r) = 1,50 \cdot 10^6 \cdot 159,9 \cdot 10^{-5} + \\ &+ 66,7 \cdot 10^3 \cdot (63 + 36,2) \cdot 10^{-3} = 9,02 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Ruožo ilgis iš lygties l_1 :

$$l_1 = \frac{l_{eff,s}}{2} - \sqrt{\left(\frac{l_{eff,s}}{2}\right)^2 - \frac{2 \cdot M_{cr,d}}{g_d + q_d}} = \frac{5,775}{2} - \sqrt{\left(\frac{5,775}{2}\right)^2 - \frac{2 \cdot 9,02 \cdot 10^3}{2,08 \cdot 10^3}} = 2,89 \text{ m} >$$

$$> c_{max} = 2,5d = 2,5 \cdot 0,16 = 0,4 \text{ m}$$

Normaliniai plyšiai atsiveria toli nuo atramų, tai yra didėja plyšio kampas. Plokštės įstrižojo pjūvio stiprumas tikrinamas pagal [11] (6.5) formulę, imdami $c = l_1 = 2,89 \text{ m}$, kuris yra didesnis nei $c_{max} = 0,40 \text{ m}$ ir imdami c , apskaičiuotą pagal [11] (6.27) formulę.

Todėl apskaičiuojame M_{c4} , $V_{Rd,min}$ ir $V_{cr,d}$ pagal [11] (6.7), (6.8) ir (6.18).

Pagal [11] (6.9), imant $N_{Ed} = P_{m,\infty}$

$$\varphi_n = 0,1 \cdot \frac{P_{m,\infty}}{f_{ctd} \cdot b_w \cdot d} = 0,1 \cdot \frac{66,7 \cdot 10^3}{1,50 \cdot 10^6 \cdot 0,054 \cdot 0,16} = 0,52 \leq 0,5;$$

Tikriname betono gniuždomuosius įtempius:

$$\sigma_c = \frac{N_{Ed}}{A_{c,eff}} > 0,5f_{cd};$$

$\sigma_c = \frac{66,7 \cdot 10^3}{23561} = 2,83 > 0,5 \cdot 32 = 16$, sąlyga netenkinama, tai elemento stiprumo neskaičiuojame pagal [11](6.2) sąlygą, todėl skaičiavimams taikomas $\varphi_n = 0,52$. Iš [10] 15 lentelės normaliajam betonui $\varphi_{c4} = 1,5$ ir $\varphi_{c3} = 0,6$.

$$M_{c4} = \varphi_{c4} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d^2 = 1,5 \cdot (1 + 0,52) \cdot 1,5 \cdot 10^6 \cdot 0,054 \cdot 0,16^2$$

$$= 4,72 \text{ kNm};$$

$$V_{Rd,min} = \varphi_{c3} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,6 \cdot (1 + 0,52) \cdot 1,5 \cdot 10^6 \cdot 0,054 \cdot 0,16$$

$$= 11,82 \text{ kN}.$$

Ekvivalentinio skerspjūvio dalies virš neutraliosios ašies apie šią ašį statinis momentas:

$$S_{eff} = \frac{b_{eff} \cdot (h - z_c)^2}{2} - \frac{\phi_h^3}{12} = \frac{0,183 \cdot (0,2 - 0,103)^2}{2} - \frac{0,135^3}{12}$$

$$= 6,56 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3;$$

čia: ϕ_h – kiaurymės skersmuo.

$V_{cr,d}$ apskaičiuojame pagal [10] (6.18), nepaisydami σ_y įtempių, veikiančių statmenai elemento išilginei ašiai. Tariame, kad svarbiausieji gniuždymo įtempiai neturi įtakos betono tempiamajam stipriui. Tuomet taikome [11] (6.19a):

$$\tau_{xy,Rd} = f_{ctd} \cdot \sqrt{1 + \frac{\sigma_x}{f_{ctd}}} = 1,50 \cdot 10^6 \cdot \sqrt{1 + \frac{2,83 \cdot 10^6}{1,50 \cdot 10^6}} = 2,55 \text{ MPa}.$$

Tikriname, ar galima [11] (6.19 a) taikyti. Pagal reglamento [11] (6.25):

$$\gamma_{mc,lim} = 1 - 0,2 - \alpha \cdot f_{ck,cube} = 1 - 0,2 - 0,01 \cdot 50 = 0,3$$

pagal reglamento [11] (6.26):

$$\tau_{xy,lim} = f_{cd} \cdot \sqrt{\gamma_{mc,lim} \cdot \left(\gamma_{mc,lim} - \frac{\sigma_x}{f_{cd}} \right)} = 24 \cdot \sqrt{0,3 \cdot \left(0,3 - \frac{2,83}{24} \right)} = 5,61 \text{ MPa}$$

$$> \tau_{xy,Rd} = 2,55 \text{ MPa.}$$

tai reiškia, kad $\tau_{xy,Rd}$ pagal [11] (6.19 a) apskaičiuotas teisingai. Pagal reglamento [11]

(6.18) apskaičiuojame įstrižus plyšius sukeliančią skersinę jėgą:

$$V_{cr,d} = b_w \cdot \frac{I_{eff}}{S_{eff}} \cdot \tau_{xy,Rd} = 0,054 \cdot \frac{1,098 \cdot 10^{-4}}{6,92 \cdot 10^{-4}} \cdot 2,55 \cdot 10^6 = 21,84 \text{ kN.}$$

Pagal reglamento [10] (6.27) formulę paskaičiuojama įstrižojo pjūvio projekcija:

$$c = \frac{M_{c4}}{V_{cr,d}} = \frac{4,72 \cdot 10^3}{21,84 \cdot 10^3} = 0,216 \text{ m} < c_{max} = 0,4 \text{ m.}$$

Taip pat $c = 216 \text{ mm} < l_1 = 2890 \text{ mm}$, t. y. kad skaičiuojamajame ruože c neatsiveria normaliniai plyšiai. Tokiu būdu dvi minėtos įstrižųjų pjūvių stiprumo sąlygos pjūviui, kurio projekcija c :

$$V_{Ed} = V_{Ed,max} - c \cdot q_{eff,d} = 6,01 \cdot 10^3 - 0,216 \cdot 1,69 \cdot 10^3 = 5,65 \text{ kN} < V_{cr,d}$$

$$= 21,84 \text{ kN.}$$

Pagal ruožo be normalinių plyšių galą $l_1 = 2890 \text{ mm} > c_{max} = 400 \text{ mm}$:

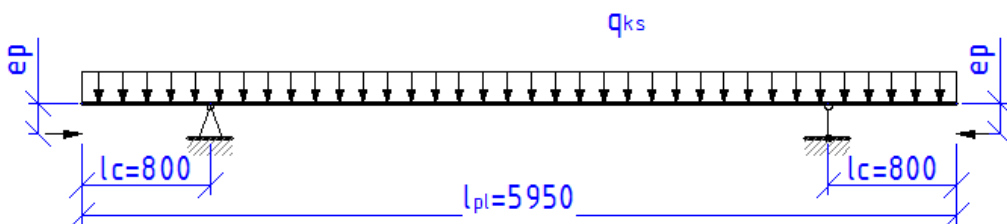
$$V_{Ed} = V_{Ed,max} - l_1 \cdot q_{eff,d} = 6,01 \cdot 10^3 - 2,89 \cdot 1,69 \cdot 10^3 = 1,13 \text{ kN} < V_{Rd,min}$$

$$= 11,82 \text{ kN.}$$

Išvada: plokštės betonas atlaiko skersines jėgas, plokštės nereikia armuoti skersine armatūra.

3.13. Viršutinio krašto pleišėtumo tikrinimas

Tikriname plokštės plyšių atsiradimą gamybos metu, tai yra kai plokštė yra sandėliuojama, o jos betonas nepasiekė 100% skaičiuojamojo stiprumo. Sudarome skaičiuojamoji schema ir pateikiame 3.19 paveiksle.



3.19 pav. skaičiuojamoji perdangos montavimo schema

Apskaičiuojame plokštės apspaudimo jėgos ir plokštės savojo svorio sukeltą lenkimo momentą:

$$M_{Egpd} = P_{d,sup}(e_p - r_2) - \frac{g_{ks} \cdot l_{k,s}^2}{8}$$

čia: $l_{k,s}$ – kraštinio tarpatramio perdangos konstrukcinis ilgis $l_{k,s} = 4,950 \text{ m}$;

g_{ks} – charakteristinis plokštės savasis svoris $g_{k1} = 3,98 \text{ kN/m}$.

$$r_2 = \varphi \cdot \frac{W_{eff2}}{A_{eff}} = 1,0 \cdot \frac{6749}{1441,95} = 4,68 \text{ cm} = 46,8 \text{ mm}$$

Plokštės sukeltas momentas:

$$M_{Egpd} = 293,63 \cdot 10^3 \cdot (60,33 - 36,2) \cdot 10^{-3} - \frac{3,98 \cdot 10^3 \cdot 5,95^2}{8} = -10,53 \text{ kNm};$$

Išvada: paskaičiuavus lenkimo momentą M_{Egpd} matome neigiamą ženklą, tai reiškia, kad plokštės viršuje gamybos metu veikia gniuždymo įtempiai. Todėl viršutinio krašto armuoti nereikia

Viršutinio krašto plėišėtumo tikrinimas transportuojant (montuojant)

Transportavimo metu plokštė atremiama mediniai tašai atstumu x nuo plokštės galų.

Dėl plokštės savojo svorio susidaro lenkimo momentas (nepaisant dinamiškumo koeficiento):

$$M_{Egd} = g_{ks} \cdot \frac{l_c^2}{2} = 3,98 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,8^2}{2} = 1,27 \text{ kNm}.$$

Didžiausi betono gniuždymo įtempiai:

$$\begin{aligned} \sigma_{c,max} &= \frac{P_{d,sup}}{A_{eff}} + \frac{P_{d,sup} \cdot e_p + M_{Egd}}{W_{eff1}} \\ &= \frac{293,63 \cdot 10^3}{1,44 \cdot 10^5} + \frac{293,63 \cdot 10^3 \cdot 60,33 + 1,27 \cdot 10^6}{6,705 \cdot 10^6} = 4,87 \text{ MPa}. \end{aligned}$$

Koeficientas:

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{c,max}}{f_{cp}} = 1,6 - \frac{4,87 \cdot 10^6}{32 \cdot 10^6} = 1,448 > 1,0, \quad \text{todėl } \varphi = 1,0.$$

Skaičiuojamas astumas tarp viršutinio branduolio sluoksnio ir iki svorio centro:

$$r_2 = \varphi \cdot \frac{W_{eff2}}{A_{eff}} = 1,0 \cdot \frac{6749}{1441,95} = 4,68 \text{ cm} = 46,8 \text{ mm}.$$

Tikriname sąlyga:

$$P_{d,sup} \cdot (e_p - r_2) + M_r \leq f_{cptk} \cdot W_{pl2}$$

$$f_{cptk} = 0,8 \cdot f_{ctk,0,05} = 0,8 \cdot 2,5 \cdot 10^6 = 2 \text{ MPa}.$$

Laikant, kad $M_r = M_{egd}$ tikriname sąlyga:

$$2,9363 \cdot 10^5 \cdot (60,33 - 36,2) \cdot 10^{-3} + 1,27 \cdot 10^3 = 8,36 \text{ kNm} \leq 2 \cdot 10^6 \cdot 10124 \cdot 10^{-6} \\ = 20,25 \text{ kNm}.$$

$$\text{Atsarga: } \frac{20,25 - 8,36}{20,25} \cdot 100\% = 58,72 \%$$

Išvada: transportuojant plokštės viršuje susidarantys tempimo įtempiai neviršija leistinų. vertikaliųjų (gamybinių) plyšių neatsiras.

3.14. Normalinių plyšių atsiradimo tikrinimas

Plokštę veikiančio charakteristinės apkrovos, paskaičiuotos praeituose skyriuose:

- Nuolatinė apkrova, įskaitant plokštės savąjį svorį $g_k = 6,02 \text{ kN/m}$;
- plokštės savasis svoris $g_{ks} = 3,98 \text{ kN/m}$;
- naudojimo apkrova $q_k = 3,36 \text{ kN/m}$;
- suminis apkrovų poveikis $p_k = 9,38 \text{ kN/m}$;
- tariamai nuolatinė apkrova:
 - $q_{k,lt} = 2,8 \cdot b_n \cdot \psi_2 = 2,8 \cdot 1,2 \cdot 0,6 = 2,02 \text{ kN/m}$;
 - čia: ψ_2 – koeficientas pagal [7] 10 priedo 1 lentelę $\psi_2 = 0,6$
- nuo suminio poveikio $M_{Ed,s} = 39,1 \text{ kNm}$.
- didžiausia skersinė jėga tarpatramyje $V_{Ed,s} = 27,08 \text{ kN}$.

Apskaičiuotos betono apspaudimo jėgų reikšmės:

$$P_{d,sup} = 293,63 \text{ kN};$$

$$P_{d,inf} = 240,25 \text{ kN}.$$

Didžiausi gniuždomojo betono įtempiai dėl veikiančios išorinės apkrovos ir išankstinio apspaudimo jėgos apskaičiuojami:

$$\sigma_{c,max} = \frac{P_{d,inf}}{A_{eff}} - \frac{P_{d,inf} \cdot e_p \cdot (h - z_c)}{I_{eff}} + \frac{M_{Ed,s} \cdot (h - z_c)}{I_{eff}} = \frac{240,25 \cdot 10^3}{1,44195 \cdot 10^5} - \\ \frac{240,25 \cdot 10^3 \cdot 60,33 \cdot (200 - 100,33)}{6,741 \cdot 10^8} + \frac{39,1 \cdot 10^6 \cdot (200 - 100,33)}{6,741 \cdot 10^8} = 5,3 \text{ MPa}$$

Koeficientas:

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{c,max}}{f_{ck}} = 1,6 - \frac{5,3 \cdot 10^6}{40 \cdot 10^6} = 1,48 > 1,0, \quad \text{todėl } \varphi = 1,0.$$

Aukštis tarp svorio centro ir labiausiai nutolusio tempiamo sluoksnio:

$$r_1 = \varphi \cdot \frac{W_{eff1}}{A_{eff}} = 1,0 \cdot \frac{6705}{1441,95} = 4,65 \text{ cm} = 46,5 \text{ mm}.$$

Normalinių plyšių atsiradimo momentas plokštės apačioje, naudojimo situacijoje:

$$M_{cr} = f_{ctk,0,05} \cdot W_{pl1} + P_{d,inf} \cdot (e_p + r_1) = 2,5 \cdot 10^6 \cdot 10058 \cdot 10^{-6} + 240,25 \cdot 10^3 \cdot (60,33 + 46,5) \cdot 10^{-3} = 50,81 \text{ kNm}.$$

Išvada: $M_{Ed,s} = 39,1 \text{ kNm} \leq M_{cr} = 50,81 \text{ kNm}$, tai kiauрымёtoje plokštėje statmenieji (normaliniai) plyšiai neatsiras.

3.15. Plokštės įlinkio skaičiavimas

Atlikus skaičiavimus nustatyta, kad normaliniai plyšiai neatsiveria. Atliekame plokštės įlinkio skaičiavimą nesupleišėjusiam elementui.

- Apskaičiuojame trumpalaikių apkrovų sukeltus kreivis:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{M_{Eqd,s}}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{14 \cdot 10^3}{0,85 \cdot 35 \cdot 10^9 \cdot 5,95 \cdot 10^{-4}} = 0,791 \cdot 10^{-3} \frac{1}{m}.$$

čia: φ_{c1} – koeficientas, įvertinantis betono trumpalaikio valkšnumo įtaką $\varphi_{c1} = 0,85$;

$M_{Eqd,s}$ – trumpalaikės apkrovos sukeltas lenkimo momentas:

$$M_{Eqd,s} = \frac{q_k \cdot l_{eff,s}^2}{8} = \frac{3,36 \cdot 10^3 \cdot 5,775^2}{8} = 14 \text{ kNm}.$$

- Plokštės kreivis nuo nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovos:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{M_{Eld,s} \cdot \varphi_{c2}}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{33,52 \cdot 10^3 \cdot 2}{0,85 \cdot 35 \cdot 10^9 \cdot 5,95 \cdot 10^{-4}} = 1,89 \cdot 10^{-3} \frac{1}{m}.$$

čia: φ_{c1} – koeficientas, įvertinantis betono ilgalaikio valkšnumo įtaką $\varphi_{c1} = 2$;

M_{Eld} – ilgalaikės apkrovos sukeltas lenkimo momentas:

$$M_{Eld,s} = \frac{p_d \cdot l_{eff,s}^2}{8} = \frac{(6,02 + 2,02) \cdot 10^3 \cdot 5,775^2}{8} = 33,52 \text{ kNm}.$$

- Apspaudimo jėgos $P_{d,inf}$ sukeltas plokštės išlinkis:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 = \frac{P_{d,inf} \cdot e_p}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{240,25 \cdot 10^3 \cdot 60,33 \cdot 10^{-3}}{0,85 \cdot 35 \cdot 10^9 \cdot 5,95 \cdot 10^{-4}} = 8,19 \cdot 10^{-4} \frac{1}{m}.$$

- Plokštės įlinkis, dėl betono susitraukimo ir valkšnumo nuo išankstinio apspaudimo jėgos $P_{d,inf}$ apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_4 = \frac{\varepsilon_{c1} - \varepsilon_{c2}}{d} = \frac{4,06 \cdot 10^{-4} - 3,20 \cdot 10^{-4}}{0,16} = 5,38 \cdot 10^{-4} \frac{1}{m}$$

čia betono santykinės deformacijos išilginei tempiamosios armatūros sunkio centro lygyje ir apskaičiuojamos sekančiai:

$$\varepsilon_{c1} = \frac{\Delta\sigma_{cp,1,1} + \Delta\sigma_{cp,2,1} + \Delta\sigma_{ps}}{E_s} = \frac{2,59 + 16,64 + 60}{1,95 \cdot 10^5} = 4,06 \cdot 10^{-4}.$$

Betono santykinės deformacijos kraštiniame gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\varepsilon_{c2} = \frac{\Delta\sigma_{cp,1,2} + \Delta\sigma_{cp,2,2} + \Delta\sigma_{ps}}{E_s} = \frac{2,35 + 0 + 60}{1,95 \cdot 10^5} = 3,20 \cdot 10^{-4}.$$

Atskirų poveikių sukelti plokštės įlinkiai ir išlinkiai:

$$d_1 = \left(\frac{1}{r}\right)_1 \cdot \frac{5}{48} \cdot l_{eff,s}^2 = 0,791 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{5}{48} \cdot 5,775^2 = 2,75 \text{ mm};$$

$$d_2 = \left(\frac{1}{r}\right)_2 \cdot \frac{5}{48} \cdot l_{eff,s}^2 = 1,89 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{5}{48} \cdot 5,775^2 = 6,57 \text{ mm};$$

$$d_3 = \left(\frac{1}{r}\right)_3 \cdot \frac{1}{8} \cdot l_{eff,s}^2 = 8,19 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{1}{8} \cdot 5,775^2 = 2,85 \text{ mm};$$

$$d_4 = \left(\frac{1}{r}\right)_4 \cdot \frac{1}{8} \cdot l_{eff,s}^2 = 5,38 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{1}{8} \cdot 5,775^2 = 1,87 \text{ mm}.$$

Apskaičiuojame plokštės įlinkį:

$$d = d_1 + d_2 - d_3 - d_4 = 2,75 + 6,57 - 2,85 - 1,87 = 4,6 \text{ mm}.$$

Kadangi $d = 4,6 < d_{lim} = \frac{l}{200} = \frac{5775}{200} = 28,88 \text{ mm}$, tai plokštės išorinių apkrovų

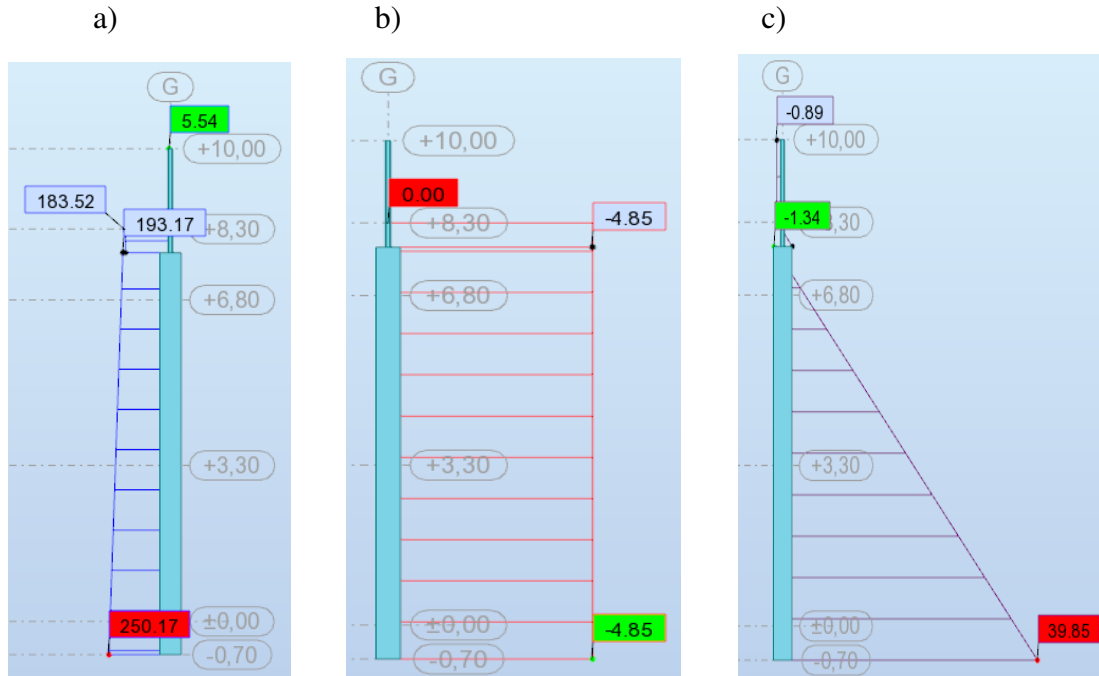
sukeltas įlinkis neviršija ribinio įlinkio.

Išvada: kiaurymėtosios perdangos plokštės įlinkis neviršija leistinojo. plokštė tenkina visus tinkamumo ribinius būvius.

3.16. Kolonos skaičiavimas

Kolonos statinis skaičiavimas kompiuterine programa

Kolonos ašyje E veikiančios ašinės įrašos nuo derinio ULS 22:

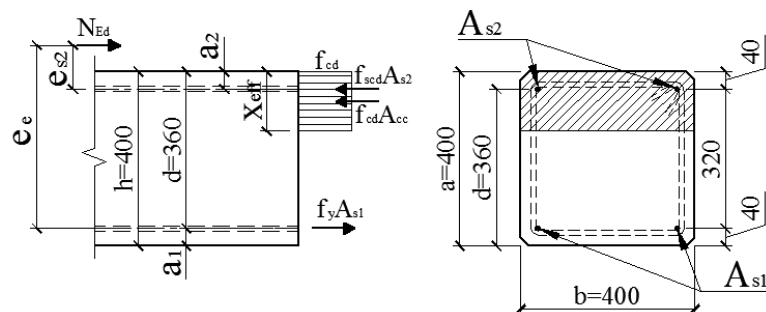


3.20 pav. Didžiausios įrašos nuo apkrovų derinio ULS/20: a) ašinės įrašos; b) skersinės įrašos; c) lenkimo momentų įrašos.

Kolonos rankinis skaičiavimas

Projektuojama kolona, kurios matmenys $b = 400$ mm, $h = 400$ mm, $a_1 = a_2 = 40$ mm. Naudojamas sunkusis C20/25 klasės betonas ($E_{cm} = 3,0 \cdot 10^4$ N/mm² = $3,0 \cdot 10^{10}$ N/m²). Armatūra S400 klasės ($f_{yd} = f_{scd} = 365$ N/mm²; $E_s = 2 \cdot 10^5$ N/mm²), armatūros skerspjūvio plotas $A_{s1} = A_{s2} = 226$ mm² = $0,000226$ m² ($2\varnothing 12$). Išilginės jėgos ir lenkimo momentai nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių pagal derinius: ULS5 ($N_{Ed,t} = 144,51$ kN, $M_{Ed,t} = 16,56$ kNm); nuo nuolatinių ir kintamųjų poveikių pagal derinį ULS 22 ($N_{Ed} = 250,17$ kN, $M_{Ed} = 39,85$ kNm). Kolonos skaičiuotinis ilgis $l_0 = 1,2 \cdot 9 = 10,8$ m.

Kolonos skaičiuojamoji schema pateikta 3.21 paveiksle:



3.21 pav. Didžiausios įrašos nuo apkrovų derinio ULS/18: a)

Sprendžiamas kolonos skerspjūvio laikomosios galios patikrinimo uždavinys. Apskaičiuojame apkrovų sukeltus lenkimo momentus priimant kolonos ekscentritetus lygius $\frac{d-a_2}{2}$.

$$d = 400 - 40 = 360 \text{ mm}$$

$$M_{\text{Ed},s}^{\text{max}} = M_{\text{Ed}} + N_{\text{Ed}} \frac{d-a_2}{2} = 39,85 \cdot 10^3 + 250,17 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{0,36-0,04}{2} \right) = 79,88 \text{ kNm} .$$

$$M_{\text{Ed},sl} = M_{\text{Ed},l} + N_{\text{Ed},l} \frac{d-a_2}{2} = 16,56 \cdot 10^3 + 144,51 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{0,36-0,04}{2} \right) = 39,68 \text{ kNm}.$$

Betono skaičiuotinis stipris gniuždant:

$$f_{\text{cd}} = \alpha \cdot \alpha_{\text{cc}} \cdot f_{\text{ck}} / \gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 20 / 1,5 = 12 \text{ N/mm}^2.$$

Apskaičiuojame tolimesnius parametrus:

$$\varphi_\ell = 1 + \beta \frac{M_{\text{Ed},sl}}{M_{\text{Ed}}} = 1 + 1 \frac{39,68}{39,85} = 1,996 < \varphi_\ell = 1 + \beta = 1 + 1 = 2$$

$$e_0 = \frac{M_{\text{Ed}}}{N_{\text{Ed}}} = \frac{39,85}{250,17} = 0,159 \text{ m} > e_a = h/30 = 0,4/30 = 0,013 \text{ m}$$

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = \frac{0,159}{0,4} = 0,398 > \delta_{e,\text{min}} = 0,5 - 0,01 \frac{l_0}{h} - 0,01 f_{\text{cd}} = 0,5 - 0,01 \frac{10,8}{0,4} - 0,01 \cdot 12 = 0,11.$$

priimame $\delta_e = 0,398$.

Apskaičiuojame kolonos liaunį:

$$A = 0,4 \cdot 0,4 = 0,16 \text{ m}^2;$$

$$I_c = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,4 \cdot 0,4^3}{12} = 2,13 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$i = \sqrt{\frac{I_c}{A}} = \sqrt{\frac{2,13 \cdot 10^{-3}}{0,16}} = 0,1199 \text{ m}$$

$$\lambda = l_0 / i = 10,8 / 0,1199 = 90,08$$

Kadangi $\lambda_u = 120 \geq \lambda = 90,08 > 14$ būtina įvertinti ašinės jėgos veikimo plokštumoje atsirandančio įlinkio įtaką stiprumui. Įlinkis įvertinamas ekscentricitetą e_0 dauginant iš koeficiento η (žr. Reglamento [10] 66 p.). Apskaičiuojant elemento stiprumą statmenoje ekscentriciteto buvimo plokštumoje, daroma prielaida, kad dydis e_0 yra lygus atsitiktiniam ekscentricitetui. Apskaičiuojame kritinę ašinę jėgą:

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{2 \cdot 10^5}{3 \cdot 10^4} = 6,67;$$

$$I_s = (A_{s1} + A_{s2}) \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2 = 0,000452 \left(\frac{0,36 - 0,04}{2} \right)^2 = 11,58 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4;$$

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

$$= \frac{6,4 \cdot 3 \cdot 10^{10}}{10,8^2} \left[\frac{2,13 \cdot 10^{-3}}{1,537} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,813} + 0,1 \right) + 6,67 \cdot 11,58 \cdot 10^{-6} \right] = 49 \cdot 10^4 \text{ N} = 490 \text{ kN}.$$

Apskaičiuojamas koeficientas η iš (5.19):

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{\text{Ed}}}{N_{\text{crit}}}} = \frac{1}{1 - \frac{250,17}{490}} = 2,043.$$

Apskaičiuojamas kscentricitetas e_e :

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 0,0159 \cdot 2,043 + \frac{0,36 - 0,04}{2} = 0,192 \text{ m}.$$

Pagal [11] reglamento (5.22) formulę apskaičiuojamas gniuždomosios zonos aukštis:

$$x_{\text{eff}} = \frac{N_{\text{Ed}}}{f_{\text{cd}} \cdot b} = \frac{250,17 \cdot 10^{-3}}{12 \cdot 0,4} = 0,052 \text{ m}.$$

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis:

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

$$\xi_{\text{lim}} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,\text{lim}}}{\sigma_{\text{sc},\text{lim}}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} = \frac{0,754}{1 + \frac{360}{500} \left(1 - \frac{0,754}{1,1} \right)} = 0,615.$$

Kadangi $x_{\text{eff}} = 52 \text{ mm} < \xi_{\text{lim}} \cdot d = 0,615 \cdot 360 = 221,4 \text{ mm}$, skerspjūvio laikomoji galia

tikrinama pagal (5.23) sąlygą:

$$f_{\text{cd}} \cdot b \cdot x_{\text{eff}} (d - 0,5x_{\text{eff}}) + f_{\text{scd}} \cdot A_{s2} (d - a_2) = 12 \cdot 10^6 \cdot 0,4 \cdot 0,052 (0,36 - 0,5 \cdot 0,052) +$$

$$+ 360 \cdot 10^6 \cdot 0,000226 (0,36 - 0,04) = 109,4 \text{ kN} \cdot \text{m} > N_{\text{Ed}} \cdot e_e = 250,17 \cdot 10^3 \cdot 0,192 = 48,03 \text{ kN} \cdot \text{m},$$

Išvados: kolonos skerspjūvio atsarga $\mu = \frac{109,4 - 48,03}{109,4} \cdot 100\% = 56,1\%$, t. y. skerspjūvio laikomoji galia pakankama, skerspjūvis nėra ekonomiškas, atsarga didesnė nei 5%. Pagal [10] 244 punto nurodymus, minilalus gniuždomo elemento išilginės armatūros skersmo 12mm. Skersinė armatūra išdėstoma pagal konstruktyvinius reikalavimus pateiktus 249 punkte turi apsaugoti išilginę armatūrą nuo išklupimo bet kuria linkme. Gelžbetoninių elementų visuose paviršiuose, besiribojančiuose su išilgine armatūra, turi būti dedama skersinė armatūra, apjuosianti kraštinius išilginius strypus.

Atstumas tarp šios skersinės armatūros strypų ties kiekviena elemento briauna turi būti $\leq 500 \text{ mm}$ ir ne didesnis už dvigubą elemento plotį.

3.17. Gręžtinio pamato skaičiavimas

Skaičiavimui pasirenkamas pamatas po kolona ašyse D-D ir 3-3. Pamatui naudojamas C20/25, XC2 aplinkos klases betonas, kurio gniuždomasis stipris – $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$, charakteristinis tempiamasis stipris – $f_{ctk,0.05} = 1,5 \text{ MPa}$, skaičiuotinas gniuždomasis stipris – $f_{cd} = 12 \text{ MPa}$, skaičiuotinis tempimo stipris – $f_{ctd} = 1,9 \text{ MPa}$, vidutinis tamprumo modulis $E_{cm} = 30 \text{ GPa}$.

Pamatas armuojamas S400 klasės rumbuota armatūra, kurios charakteristinis stipris – $f_{yk} = 400 \text{ MPa}$, charakteristinis tempiamasis stipris – $f_{yd} = 365 \text{ MPa}$, armatūros tamprumo modulis – $E_s = 200 \text{ GPa}$. Armatūros apsauginis sluoksnis priimamas 75mm.

Apkrovos ir deriniai

Skaičiuojamos pavojingiausios apkrovos nuo derinių, kuriuos sudarome pagal [26] 2 skyriaus nurodymus. Papildomai reikia įvertinti ankstesniuose skyriuose nepaskaičiuotas rostverko apkrovas.

Sudaromi deriniai pagal [26] 3.5 skyriaus nurodymus. Pateikiamos dalinių koeficientų lentelės

3.13 lentelė. Daliniai koeficientai poveikiams γ_F ir jų efektams γ_E pagal EN 1997-1:2006

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

Čia: γ_G – dalinis nuolatinio poveikio koeficientas; γ_Q – dalinis kintamojo poveikio koeficientas.

3.14 lentelė. Daliniai grunto rodiklių koeficientai γ_M pagal EN 1997-1:2006

Grunto rodiklis	Simbolis	Apkrovų grupė	
		M1	M2
Vidinės trinties kampo tangentiui	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 EN 1997-1:2006

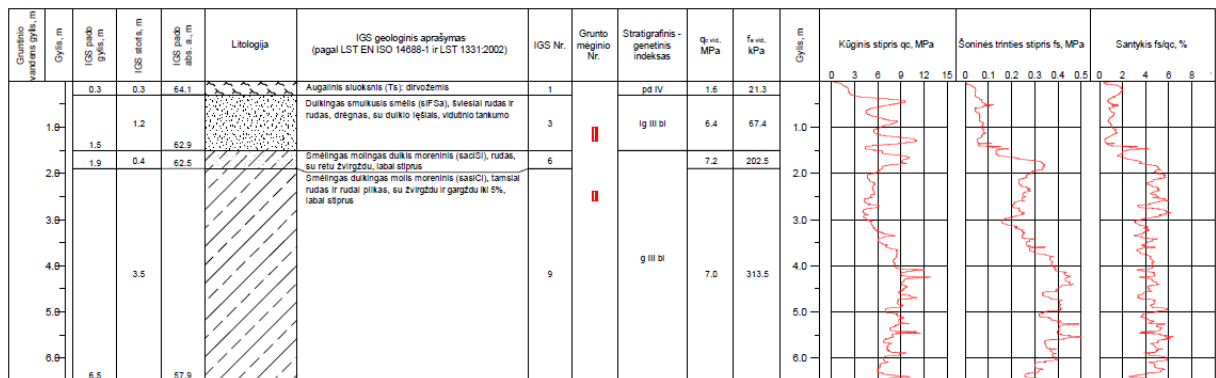
Laikomoji galia	Simbolis	Apkrovų grupė			
		R1	R2	R3	R4
Polio pado laikomoji galia	γ_b	1,25	1,1	1,0	1,6
Polio kamieno šoninio paviršiaus laikomoji galia	γ_s	1,0	1,1	1,0	1,3
Polio pagrindo suminis atsparumas gniuždymui	γ_t	1,15	1,1	1,0	1,5
Polio laikomoji galia tempimui	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,15	1,1	1,6

Pamatai veikia (1) savoji apkrova: $N_{ED} = 320,29$; $V_{ED} = -0,01$; $M_{ED} = 14,1$; (2) sniego apkrova: $N_{ED} = 130,06$; $V_{ED} = 0,3$; $M_{ED} = 2,77$; (3) vėjo apkrova $N_{ED} = 0$; $V_{ED} = -2,46$; $M_{ED} = 22,57$.

3.16 lentelė. Skaičiuotinės įrašų reikšmės.

Derinio Nr.	Derinio koeficientai	Veikiančių skaičiuotinių įrašų reikšmės		
		Ned, kN	VEd, kN	MEd, kNm
A1 grupė				
D1.A1	$1,35 \cdot (1) + 1,5 \cdot (2) + 1,05 \cdot (3)$	<u>627,48</u>	<u>3,02</u>	<u>46,89</u>
D2.A1	$1,35 \cdot (1) + 1,05 \cdot (2) + 1,5 \cdot (3)$	568,95	3,99	55,80
D3.A1	$1,0 \cdot (1) + 1,5 \cdot (2) + 1,05 \cdot (3)$	515,38	3,02	41,95
D4.A1	$1,0 \cdot (1) + 1,05 \cdot (2) + 1,5 \cdot (3)$	456,85	4,00	50,86
D5.A1	$1,35 \cdot (1)$	432,39	-0,01	19,04
D6.A1	$1,0 \cdot (1)$	320,29	-0,01	14,10
A2 grupė				
D1.A2	$1,0 \cdot (1) + 1,3 \cdot (2) + 0,78 \cdot (3)$	<u>489,37</u>	<u>2,30</u>	<u>35,31</u>
D2.A2	$1,0 \cdot (1) + 0,91 \cdot (2) + 1,3 \cdot (3)$	438,64	3,46	43,44
D3.A2	$1,0 \cdot (1) + 0,91 \cdot (2) + 0,78 \cdot (3)$	438,64	2,18	31,70
D4.A2	$1,0 \cdot (1)$	320,29	-0,01	16,05

Skaičiuojame gręžtinius pamatus. Šiuo atveju paskaičiuojame polių laikomąją galą. Skaičiavimai vykdomi pagal Furmonavičiaus pasiūlytą modelį.



3.22 pav. Gręžinio kūginio ir šoninės trinties stiprio grafikai

Pasirenkame 300mm gręžtinius polių, kuriuos įgiliname į šio atveju stiprius gruntus, tai yra 3,8 m gylio. Polių įgilinamas ne mažiau kaip 0,5 m. į pasirinktą gruntą. Rekomenduojamas stipraus grunto sluoksnis po poliaus padu 3-5D. Poliaus pado skerspjūvio plotas ir perimetras:

$$A_b = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} = 0,071 \text{ m}^2;$$

$$C = \pi \cdot D = 3,14 \cdot 0,3 = 0,942 \text{ m}^2.$$

Pagrindo po polio padu ribinis stipris:

$$q_b = q_c \cdot a_b = 6,5 \cdot 0,8 = 5,2 \text{ m}^2 \leq q_{b,max} = 6,5 \text{ MPa}.$$

čia: q_c – grunto kūginis stiprumas, pagal statinio zondavimo duomenis [arenkami pagal [27] nurodymus:

$$q_c = \min \left\{ \frac{(6,0 + 7,0)}{2} = 6,5 = 6,5 \text{ MPa}, 8,0 \right.$$

α_b – empirinis koreliacijos koeficientas. Randamas pagal [26] 5.1 lentelę, $\alpha_b = 0,8$.

Pagrindo po polių ribinė laikomoji galia:

$$R_b = q_b \cdot A_b = 5,2 \cdot 0,071 = 0,369 \text{ MN}$$

Grunto ties polio šoniniu paviršiumi laikomoji galia paskaičiuojama pagal [26] 5,19 formulę:

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

$$q_{si} = 0,05 \cdot q_{ci}.$$

Skaičiavimus pateikiame lentelėje:

3.17 lentelė. Šoninės ribinės galios skaičiavimo rezultatai

i	$h_i, \text{ m}$	$h, \text{ m}$	$C, \text{ m}$	α_{si}	$q_{c,i}, \text{ MPa}$	$q_{s,i}, \text{ MPa}$	$q_{s,max}, \text{ MPa}$	$q_{s,fact.}, \text{ MPa}$	$R_s, \text{ MN}$
1	0,2	1,3	0,942	0,05	5,1	0,255	0,2	0,2	0,49
2	0,2	1,5		0,05	6,5	0,325		0,2	
3	0,2	1,7		0,05	6,5	0,325		0,2	
4	0,2	1,9		0,05	7,0	0,35		0,2	
5	0,2	2,1		0,05	5,5	0,275		0,2	
6	0,2	2,3		0,05	4,5	0,225		0,2	
7	0,2	2,5		0,05	4,0	0,2		0,2	
8	0,2	2,7		0,05	4,5	0,225		0,2	
9	0,2	2,9		0,05	4,0	0,2		0,2	
10	0,2	3,1		0,05	4,5	0,225		0,2	
11	0,2	3,3		0,05	6,5	0,325		0,2	
12	0,2	3,5		0,05	6,0	0,3		0,2	
13	0,2	3,7		0,05	7,0	0,35		0,2	
14	0,2	3,8		0,05	8,0	0,2		0,2	

Skaičiuojame laikomąją galią įvertinus gręžtinio poliaus koeficientus γ_{Rb} ir γ_{Rs} , kurių vertės pateiktos [26] 5.5 lentelė:

$$R_{c,cal} = \frac{R_b}{\gamma_{Rb}} + \frac{R_s}{\gamma_{Rs}} = \frac{0,369}{2,0} + \frac{0,49}{1,5} = 0,51 \text{ MN}$$

Laikomosios galios vertė imant ξ_3 ir ξ_4 pagal [27] 5.3 lentelę:

$$R_{c,k,vid/min} = \frac{R_{c,cal}}{\xi_3 \text{ arba } \xi_4} = \frac{0,51}{1,4} = 0,36 \text{ MN}$$

Polio laikomosios galios reikšmė R1 ir R4 deriniams:

$$R_{c,d,R1} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t} = \frac{0,36}{1,25} = 0,288 \text{ MN} = 288 \text{ kN},$$

$$R_{c,d,R2} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t} = \frac{0,36}{1,6} = 0,225 \text{ MN} = 225 \text{ kN}.$$

Rostverko skaičiavimas

Paskaičiuotos polių laikomosios galios pagal kurias parenkamas polių skaičių galvenoje:

$$n_{A1} = \frac{N_{Ed,A1}}{R_{c,d,R1}} = \frac{627,48}{288} = 2,18 \text{ vnt.} \rightarrow 3 \text{ vnt.},$$

$$n_{A2} = \frac{N_{Ed,A2}}{R_{c,d,R2}} = \frac{489,37}{225} = 2,17 \text{ vnt.} \rightarrow 3 \text{ vnt.}$$

Priimame 4 polius, išlaikome simetrišką galvena išilgine ir skersine kryptimis. Poliai dėstomi minimaliu 3 diametrų atstumu tarp polių. Galveną formuojame įvertinę galimas poliaus centro paklaidas.

Perskaičiuojame įrašas į galvenos apačią, įvertindami galvenos ir grunto svorį:

$$P_{d.A1} = (1,35 \cdot \gamma_m \cdot d_f + 1,5 \cdot q_{k.gr}) \cdot A_f = (1,35 \cdot 20 \cdot 1,30 + 1,5 \cdot 7,5) \cdot 2,25 = 104,3 \text{ kN},$$

$$P_{d.A2} = (1,35 \cdot \gamma_m \cdot d_f + 1,3 \cdot q_{k.gr}) \cdot A_f = (1,35 \cdot 20 \cdot 1,30 + 1,3 \cdot 7,5) \cdot 2,25 = 100,9 \text{ kN}.$$

čia: γ_m – vidutinis grunto ir rostverko tūrinis svoris;

d_f – rostverko įgylinimas nuo pastato grindų lygio;

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

$$N_{01.Ed,A1} = N_{Ed,A1} + P_{d.A1} = 627,48 + 104,3 = 731,78 \text{ kN},$$

$$M_{01.Ed,A1} = M_{Ed,A1} + h_{f1} \cdot V_{Ed,A1} = 46,89 + 0,6 \cdot 3,02 = 48,7 \text{ kNm},$$

$$N_{01.Ed,A2} = N_{Ed,A2} + P_{d.A2} = 489,37 + 100,9 = 590,27 \text{ kN},$$

$$M_{01.Ed,A2} = M_{Ed,A2} + h_{f1} \cdot V_{Ed,A2} = 35,31 + 0,6 \cdot 2,3 = 36,69 \text{ kNm},$$

galvenos poliai nevienodai apkrauti, t.y. veikia lenkimo momentas, kuris polius veikia

kaip jėgų pora. Poliui tenkanti ašinė jėga nustatoma:

$$F_{01.max.d.A1} = \frac{N_{01.Ed,A1}}{n} + \frac{M_{01.Ed,A1}}{2y} = \frac{731,78}{4} + \frac{48,7}{2 \cdot 0,9} = 210 \text{ kN},$$

$$F_{01.min.d.A1} = \frac{N_{02.Ed,A1}}{n} - \frac{M_{02.Ed,A1}}{2y} = \frac{731,78}{4} - \frac{48,7}{2 \cdot 0,9} = 155,894 \text{ kN},$$

$$F_{01.max.d.A2} = \frac{N_{01.Ed,A2}}{n} + \frac{M_{01.Ed,A2}}{2y} = \frac{590,27}{4} + \frac{36,69}{2 \cdot 0,9} = 167,95 \text{ kN},$$

$$F_{01.min.d.A2} = \frac{N_{02.Ed,A2}}{n} - \frac{M_{02.Ed,A2}}{2y} = \frac{590,27}{4} - \frac{36,69}{2 \cdot 0,9} = 127,18 \text{ kN}.$$

čia: n – polių skaičius rostverke;

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

Pagal EC gelžbetonio poliaus laikomoji galia:

$$N_{Rd} = f_{cd} \cdot A_c + f_{yd} \cdot A_s = 12 \cdot 0,064 \cdot 10^3 + 365 \cdot 4,52 \cdot 10^{-1} = 932,98 \text{ kN}.$$

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

$$A_c = \pi \cdot (0,95D)^2 / 4 = 3,14 \cdot (0,95 \cdot 0,3)^2 / 4 = 0,064 \text{ m}^2;$$

A_s – išilginės armatūros plotas, armatūros kiekis priimamas konstruktyviai, skersinė armatūra dėstoma kas 300 mm. Priimamas armatūros plotas $1,99 \text{ cm}^2$. Priimame 5 išilginės armatūros strypus, kurių $D=12 \text{ mm}$, o bendras plotas $A_s = 5,65 \text{ cm}^2$.

Tikrinama laikomoji galia:

$$F_{max.A1} = 210 \text{ kN} \leq \begin{cases} N_{Rd} = 932,98 \text{ kN} \\ R_{c.d.R1} = 288 \text{ kN} \end{cases}$$

$$F_{max.A2} = 167,95 \text{ kN} \leq \begin{cases} N_{Rd} = 932,98 \text{ kN} \\ R_{c.d.R2} = 225 \text{ kN} \end{cases}$$

Tikriname poliaus išnaudojimą:

$$\Delta = \frac{R_{c.d.R1} - F_{max.A1}}{R_{c.d.R1}} \cdot 100\% = \frac{288 - 210}{288} \cdot 100\% = 27,08\%$$

Išvada: didžiausią įtaką poliams sukelia ašinės jėgos. Skaičiavimais parinkta konstrukcija atitinka saugos ribinius būvius. Polių konstrukcija teisinga. Suformuojama galvena $1,5 \times 1,5 \times 0,6m$, atstumai tarp polių lygus $3D=900mm$.

3.18. Pamato nuosėdžių skaičiavimas

Pamato nusėdimas skaičiuojamas darant prielaidą kad deformuojasi gruntas esantis žemiau polių pado. Polinį pamatą pakeičiame sąlyginiu. Apskaičiuojame vidutinį vidinės trinties kampą, nes gruntas sluoksniuotas:

$$\begin{aligned} \varphi'_{dm.M1} &= \frac{\varphi'_{d.1} \cdot l_1 + \varphi'_{d.2} \cdot l_2 + \varphi'_{d.3} \cdot l_3 + \varphi'_{d.4} \cdot l_4}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4} \cdot \gamma_{\varphi} \\ &= \frac{43,8 \cdot 0,5 + 34,8 \cdot 0,4 + 34,4 \cdot 1}{0,5 + 0,4 + 1} \cdot 1,0 = 36,96^{\circ} \end{aligned}$$

čia: $\varphi'_{d.i}$ - atskirų sluoksnių visame polio ilgyje, grunto vidinės trinties kampo skaičiuojamoji reikšmė, imama iš grunto tyrimų.

Vertikalios plokštumos posvyrio kampas:

$$\alpha_{M1} = \frac{\varphi'_{dm.M1}}{4} = \frac{36,96}{4} = 18,48^{\circ}.$$

Sąlyginis pamatų grupės pado ilgis ir plotis:

$$B_{s,M1} = L_{s,M1} = 3D + D + 2 \cdot h_{pol} \cdot tg\varphi'_{dm.M1} = 3 \cdot 0,3 + 0,3 + 2 \cdot 1,9 \cdot tg36,96 = 4,06$$

Sąlyginio pamato pado plotas:

$$A_{s,M1} = B_{s,M1} \cdot L_{s,M1} = 4,06 \cdot 4,06 = 16,48 \text{ m}^2;$$

Sąlyginio pamato gylis: $d_s = 1,3 + 2,5 = 3,8m$

Grunto svertinis vidutinis svorio tankis sluoksniuotam pagrindui:

$$\gamma_{dm} = \frac{+\gamma'_{d.1} \cdot l_1 + \gamma'_{d.2} \cdot l_2 + \gamma'_{d.3} \cdot l_3 + \gamma'_{d.4} \cdot l_4}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4} = \frac{18,8 \cdot 0,5 + 21,4 \cdot 0,4 + 22,4 \cdot 1}{0,5 + 0,4 + 1} = 21,24 \text{ kN/m}^3.$$

Pamato nuosėdis skaičiuojamas pagal didžiausią pamatui perduodama vertikaliąją jėgą.

Šiuo atveju pavojingesnis derinys bus A1 apkrovų grupei $N_{01.Ed,A1} = 627,48kN$,

$$M_{01.Ed,A1} = 46,89 \text{ kN}.$$

Pagrindo gruntą po pamato padu padaliname į elementarius sluoksnelius, kuriems galiotu tiesiškai deformuojamo puserdvio tamprumo teorija. Skaičiavimai laikomi pakankamai tiksliais kai elementaraus sluoksnelio storis $H_{i,M1} = 0,2 \cdot 2,67 \approx 0,5 \text{ m}$.

Sudaromos grunto įtempių diagramos: nuo grunto savojo svorio $p_{zg} = \sigma_{zg}$ ir nuo pamato apkrovos $p_{zp} = \sigma_{zp}$. Deformacijų zonos apatinė riba laikoma $\sigma_{zp} = 0,2\sigma_{zg}$.

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

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

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

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

h_n – sluoksnio storis.

Papildomi įtempiai pamato pado lygyje:

$$\sigma_{zp,0} = \sigma_{d,0} - \sigma_{zg,0} = \frac{N_{01.Ed,A1}}{A_{s,M1}} - \gamma_m \cdot d_f = \frac{627,48}{16,48} - 20 \cdot 1,3 = 12,08 \text{ kPa}.$$

Tuomet papildomi įtempiai:

$$\sigma_{zp} = k \cdot \sigma_{zp0}$$

čia: k – įtempių sklidimo koeficientas, priklausantys nuo η ir ζ ir nustatomas pagal 3.8 lentelę, interpoliuojant.

Sąlyginio pamato charakteristikos:

$$\eta = L_{s,M1}/B_{s,M1} = 4,06/4,06 = 1,0.$$

$$\zeta = 2z/B_{s,M1} = 2 \cdot 0,5/4,06 = 0,25.$$

Kiekvieno sluoksnelio suspaudimas skaičiuojamas pagal vidutinius papildomus įtempius sluoksnyje:

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

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

Pagal pateiktas formules, skaičiavimus pateikiame lentelės pavidalu (žr. 3. lentelę).

3.18 lentelė. Suvestiniai pamato nuosėdžio skaičiavimo rezultatai.

Eil. Nr.	η	$\zeta=2z/b$	z, m	k	$\sigma_{d,0}, kPa$	$\sigma_{zg,i}, kPa$	$\sigma_{zp0,i}, kPa$	$0,2\sigma_{zgi}, kPa$	E, Mpa	H_i, m	s_i, mm
0	1,0	0,00	0	1	38,08	24	12,1	5,2	23	0,5	0,11
1		0,30	0,5	0,98		36	11,8	7,2			0,21
2		0,38	1,0	0,95		46	11,5	9,2			0,20
3		0,7	1,5	0,81		56	9,8	11,2			0,18
4		1,0	2	0,7		66	8,5	13,2			0,16
5		1,2	2,5	0,61		76	7,4	15,2			0,14

Kadangi sąlyga $\sigma_{zp,2} < 0,2\sigma_{zg,2}$ tenkinama iki 2 ruožo, tai deformacijų zonos gylį priimame, kai $z_2 = 1,0 m$. Tuomet pamato nuosėdis:

$$s_n = \beta \cdot \sum_{i=1}^{n=2} s_i = 0,8 \cdot (0,11 + 0,21 + 0,2) = 4,16 \text{ mm}.$$

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

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

Išvada: pamato nuosėdis neviršija leistino. Pamato įgilinimas parinktas gerai.

3.19. Išilginės pagrindinės tempiamos armatūros parinkimas

Galveną armuojame S400 klasės armatūra. Skerspjūvio naudingasis aukštis $d = 600 - 80 = 520 \text{ mm}$. Armavimą parinksime pagal didžiausią veikiančią ašinę jėgą, įvertinant rostverko ir virš jo esančio grunto svorį $N_{01.Ed,A1} = 627,48 \text{ kN}$. Armatūrą parinkama pagal supaprastintą metodą, kuris pateiktas mokomojoje literatūroje [26]. Reikiamas armavimo plotas viena kryptimi pasinaudojus santvaros metodu

$$A_s = \frac{T/2}{0,87 f_{yk}} = \frac{N_{01.Ed,A1} \cdot (a/2)}{4 \cdot D \cdot 0,87 f_{yk}} = \frac{627,48 \cdot (0,9/2)}{4 \cdot 0,3 \cdot 0,87 \cdot 400} \cdot 10^1 = 6,76 \text{ cm}^2$$

Bendras armatūros plotas armuojant abejomis kryptimis $2A_s = 2 \cdot 6,76 = 13,5 \text{ cm}^2$. Priiame, kad rostverką armuosime 200/200/12/12 S400 klasės armatūros tinklu. Kiekviena kryptimi išdėstoma po 7 armatūros strypus, kurių faktinis plotas $A_{s,f} = A_{s,x} + A_{s,y} = 7,1 + 7,1 = 14,21 \text{ cm}^2$.

Minimalus armatūros plotas pagal EC:

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_r \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,2}{400} \cdot 1,5 \cdot 0,52 \cdot 10^4 = 11,54 \text{ cm}^2.$$

Išvados: Faktinis armatūros plotas didesnis už minimalų $A_{s,f} = 14,21 \text{ cm}^2 \geq A_{s,min} = 11,54 \text{ cm}^2$. Rostverkas armuojamas 180/180/12/12 S400 armatūros tinklu, skersinė armatūra parenkama pagal konstrukcinius reikalavimus

4. TIRIAMOJI DALIS

4.1. Teorinės žinios

Baigtinių elementų metodas [25] yra skaitinis metodas, naudojamas lygtims, kurios aprašo vientisą fizinį kūną, spręsti. Šis metodas naudojamas daugelyje mokslo ir inžinerijos sričių, tarp kurių yra ir konstrukcijų analizė. Pastaruoju atveju sprendžiamų uždavinių pagrindą sudaro deformuojamų kūnų mechanikos ir tamprumo teorijos lygtys. Sudėtingesniais atvejais, analizuojant konstrukcija, gali būti sprendžiami uždaviniai, įvertinantys kūno plastines deformacijas, valkšnumą ir pan.; tada ir naudojamos ir atitinkamų teorijų lygtimis.

Metodo esmė inžineriniu požiūriu nusakoma tokiais veiksniais: nepertraukiama sritis – konstrukcija – suskaidoma į mažas dalis, vadinamais elementais; elementai tarpusavyje siejasi baigtiniu skaičiumi taškų, kurie vadinami mazgais. Besiliečiančių elementų mazgai yra bendri. Toks elementų rinkinys sudaro konstrukcijos modelį. Kiekvienam elementui taikomas supaprastintas pagrindinių lygčių sprendimo būdas. Atskyras kiekvieno elemento sprendinys yra nežinomojo bendrojo sprendinio verčių mazguose funkcija. Bendro sprendinio būdo taikymas visiems elementams leidžia sudaryti baigtinę algebrinių lygčių sistemą, kurią išsprendus randamos ieškomų nežinomųjų vertės mazguose. Šitaip analizuojant konstrukciją, galima suformuoti lygtis kiekvienam atskiram baigtiniam elementui, kurios po to sukombinuojamos taip, kad būtų gautas visos fizinės sistemos (konstrukcijos) sprendinys. Jei konstrukcijos atsakas yra tiesinis ir tamprus, tai algebrinės lygtys yra tiesinės ir išsprendžiamos naudojant paprastas skaitinio sprendinio procedūras.

Kadangi konstrukcijos ištisinė sritis yra suskaidoma į baigtinius elementus su mazgais, kuriuose ieškoma sprendinio, tai ir konstrukcijos apkrovos bei poslinkiai turi būti perduoti į mazgus. Koncentruota jėga tiesiogiai perduodama mazge, o išskirstyta apkrova yra perskaičiuojama į atitinkamus mazgus veikiančias jėgas. Atramų ir tvirtinimų poveikis konstrukcijai taip pat perskaičiuojamas į poveikį mazgams ir perduodamas modeliui kaip poslinkis su nulinėmis vertėmis.

Žinant šį uždavinio sprendimo būdą, galima numatyti du paklaidų atsiradimo šaltinius. Pirmas paklaidų, t. y. skirtumo tarp tikslaus ir gauto rezultato, šaltinis yra rezultatų priklausomybė nuo elementų dydžio. Daugeliu atvejų mažinant elementų didį artėjama prie tikslaus sprendinio. Jis priklauso nuo kompiuterio tikslumo, sprendinio metodo algoritmo, lygčių skaičiaus ir elemento tipo. Abiejų rūšių paklaidos gali būti sumažintos tinkamai modeliuojant konstrukciją.

Paklaidomis netaikomos klaidos, padarytos įvedant duomenis. Klaidų šaltiniai gali būti: medžiagų savybių klaidingas įvertinimas, netinkamo elemento tipo parinkimas, klaidingas kraštinių sąlygų nurodymas ir pan.

Teoriškai visos konstrukcijos ar jų elementai, gali būti modeliuojami trimačiais kontinuumo elementais, tačiau daugelį konstrukcijų ar jų elementų galima supaprastinti darant tinkamas prielaidas. Supaprastinant uždavinį siekiama gerokai sumažinti pastangas, reikalingas sprendiniui gauti, neprarandant tikslumo. Dėl šios priežasties yra sukurta keletas skirtingų tipų baigtinių elementų. Pačia bendriausia prasme baigtinius elementus galime suskirstyti į dvi kategorijas: konstrukcinių baigtinių elementų grupę ir kontinuumo elementų grupę. Konstrukciniais baigtiniais elementais modeliuojamos santvaros, sijos, rėmai, plokštės ir kevalai. Jų matematinis modelis atitinka minėtų konstrukcijų matematinės lygtis. Baigtinių elementų metodu, kai naudojami konstrukciniai elementai, gautas rezultatas yra tokio pat tikslumo, kaip ir naudojant įprastus konstrukcijų mechanikos metodus. Nors šio tipo uždaviniai dažnai gali būti išspęsti nenaudojant baigtinių elementų, konstrukcinės programos padeda greičiau gauti rezultatus ir juos vaizdžiai pateikti, lyginant su klasikiniai konstrukcijų mechanikos lygčių sprendimo metodais.

Kontinuumo elementai yra dvimačiai arba trimačiai. Jų matematinis modelis formuojamas remiantis tamprumo teorijos lygtimis. Tiesiogiai, nenaudojant skaitinių metodų, galima išspręsti tik keletą dvimačių deformuojamo kontinuumo problemų. Trimačio uždavinio atveju tokių sprendinių beveik nėra. Taigi deformuojamo kontinuumo atveju baigtinių elementų metodas uždaviniams spręsti yra bene vienintelis šiuo metu plačiai taikomas metodas.

4.2. Mazgo skaičiavimas

Modeliuojamas mazgas programoje „Autodesk Robot Structural analysis Professional 2016“. Jungės plokštelė ir vamzdžio elementai modeliuojami tūriniais elementais. Mazge sumodeliuojama 240x240x30mm plieninė plokštelė su keturiomis skylėmis D24mm. Apatinės juostos elementas sumodeliuojamas iš keturių plokštelių 100x500x5mm. Apatinės juosto profilis nutraukiamas ir jo gale priimamas standus įtvirtinimas. Mazgas apkraunamas apkrova gaunama iš santvaros juostos skaičiavimo, čia $N = 517,59$ kN. Ši apkrova perskaičiuojama į plokštelės skylių briaunas:

$$N_{varžto} = \frac{517,59}{4} = 129,4 \text{ kN};$$

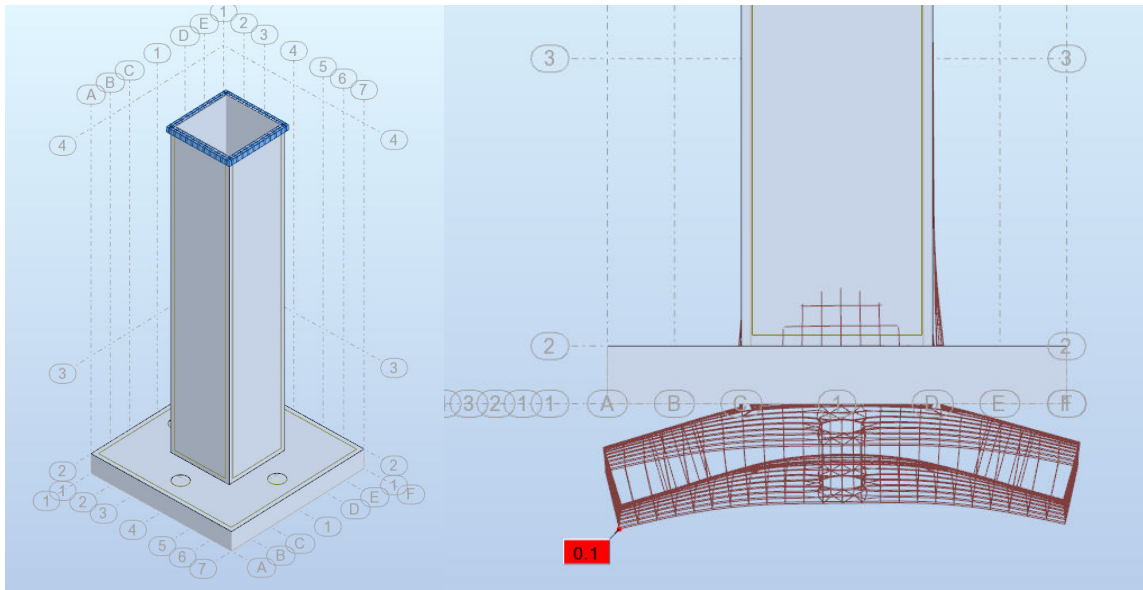
Varžto slypės perimetras:

$$C_{skylės} = \pi d = 3,14 \cdot 0,024 = 0,07536\text{m};$$

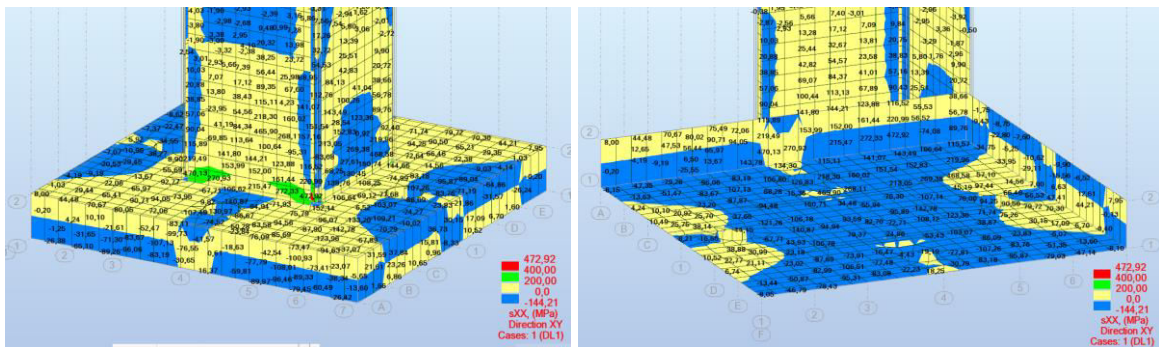
Apkrova į varžto skylės briauną:

$$q_{briaunos} = 129,4 \div 0,07536 = 1717,09 \text{kn/m.}$$

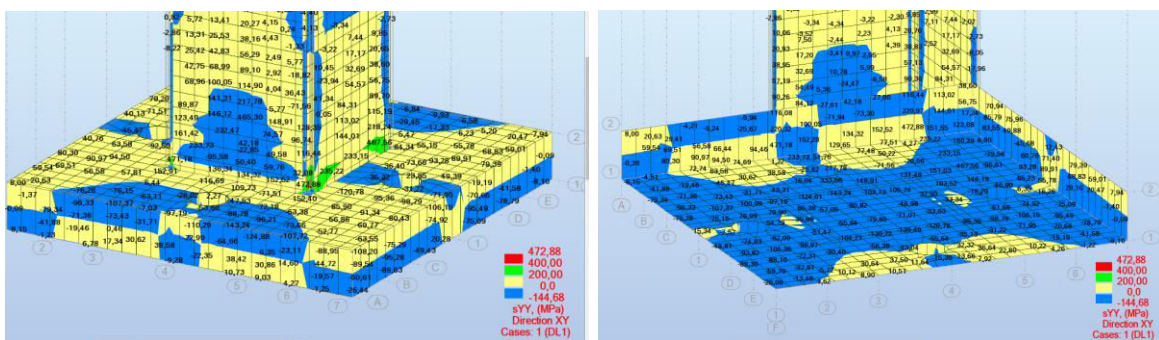
Apkraunamas mazgas. Atliekami skaičiavimai ir gaunami įtempių pasiskirstymo grafikai.



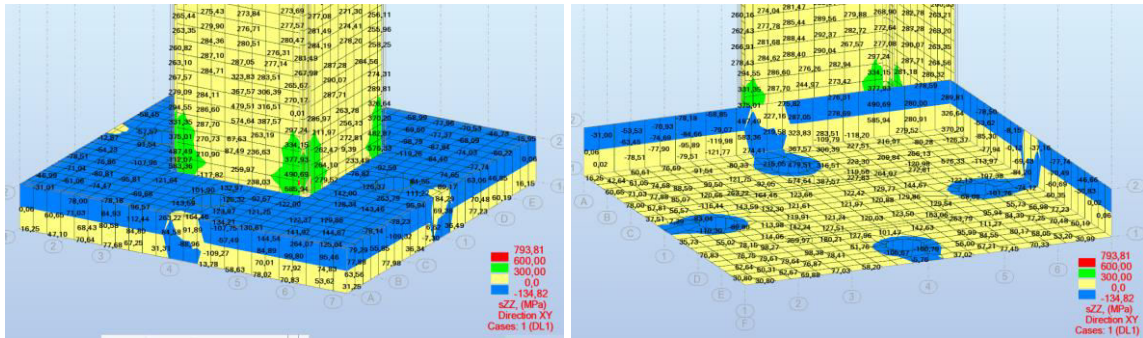
4.1 pav. Mazgo vaizdas; mazgo deformavimosi pobūdis



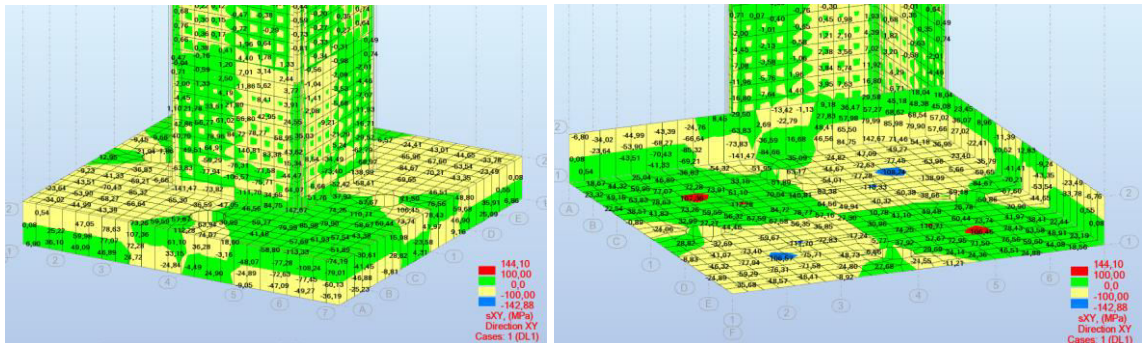
4.2 pav. Mazgo įtempimai x-x kryptimi



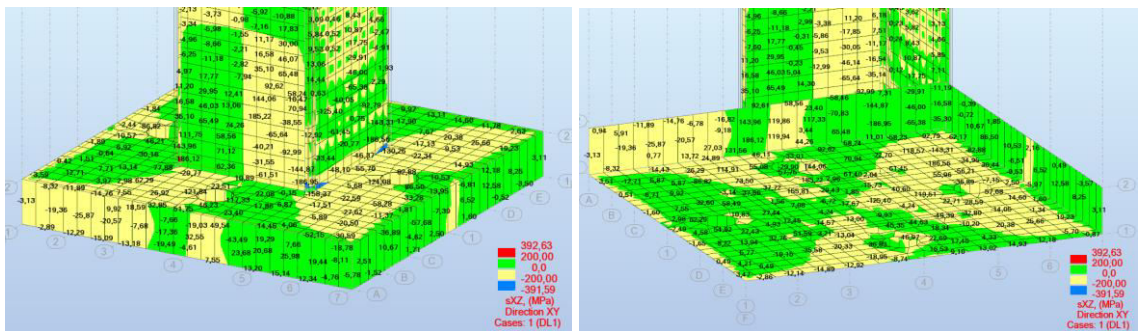
4.3 pav. Mazgo įtempimai y-y kryptimi



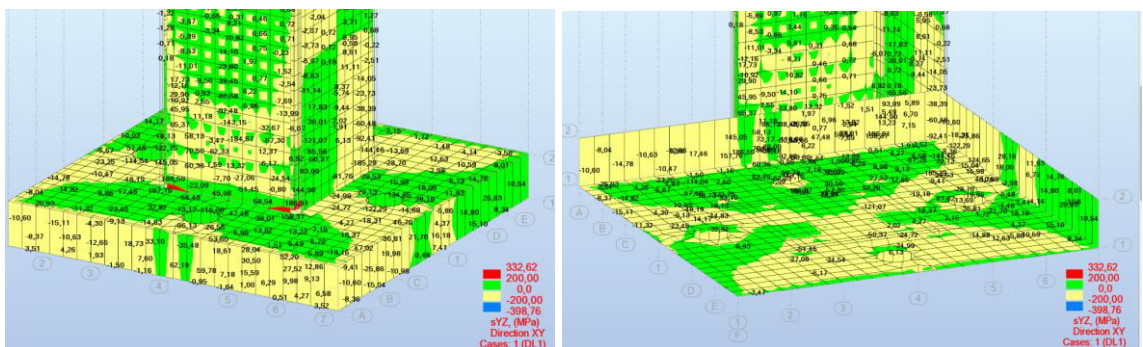
4.4 pav. Mazgo įtempimai z-z kryptimi



4.5 pav. Mazgo įtempimai x-y kryptimi

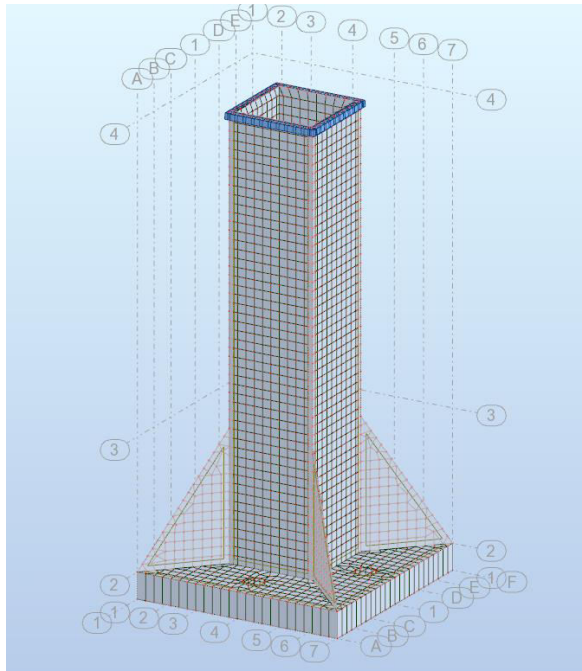


4.6 pav. Mazgo įtempimai x-z kryptimi

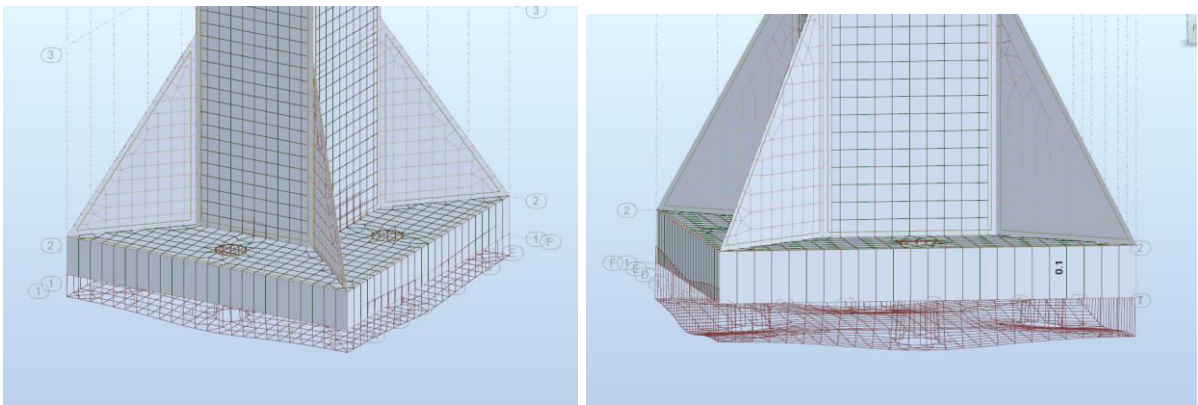


4.7 pav. Mazgo įtempimai y-z kryptimi

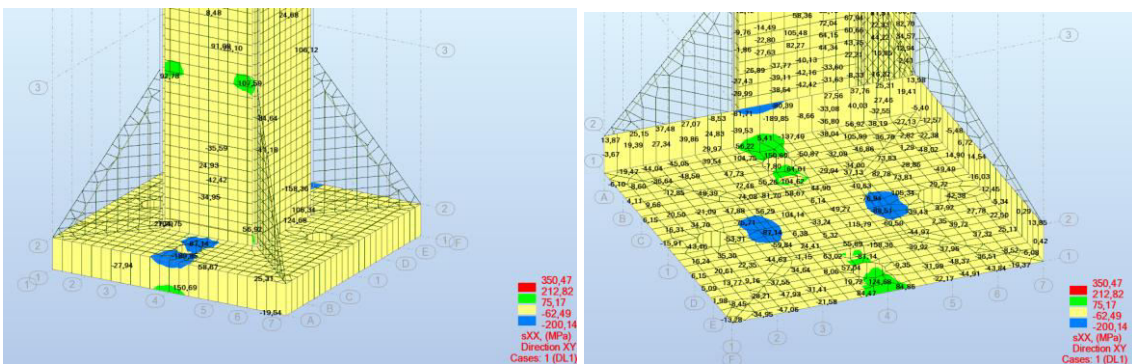
Jungės mazgas papildomas plokštelėmis, kurios numatomos projekte. Mazge plokštelės modeliuojamos kaip plokštuma, įtempimai plokštelės neskaiciuojami.



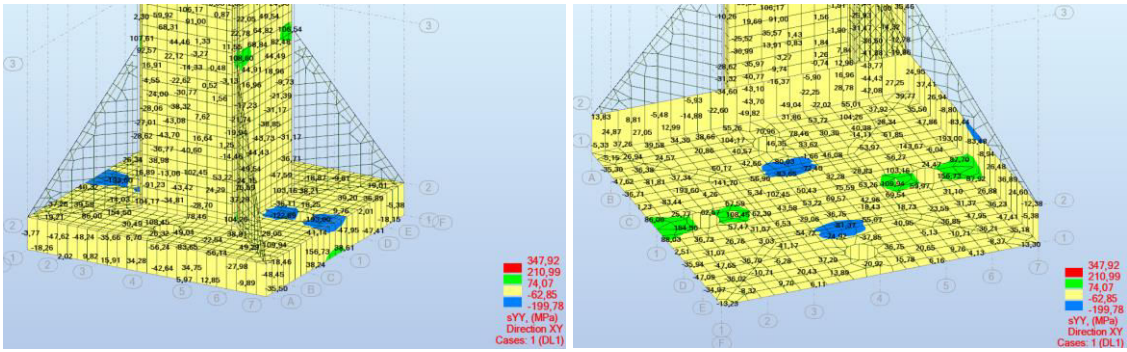
4.8 pav. Mazgo vazdas



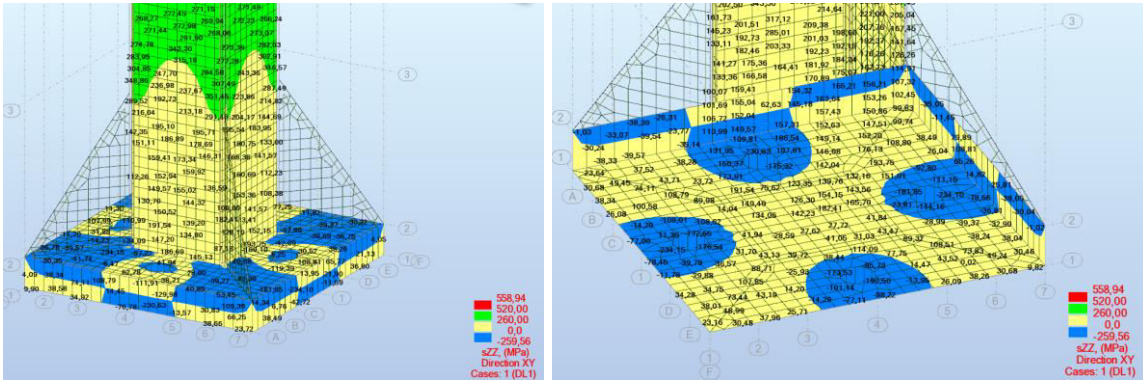
4.9 pav. Mazgo deformacinis pobūdis



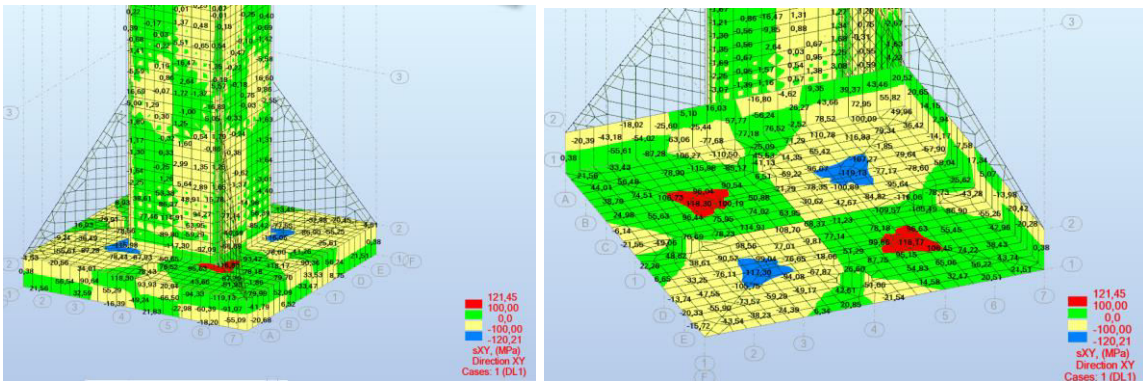
4.10 pav. Mazgo įtempimai x-x kryptimi



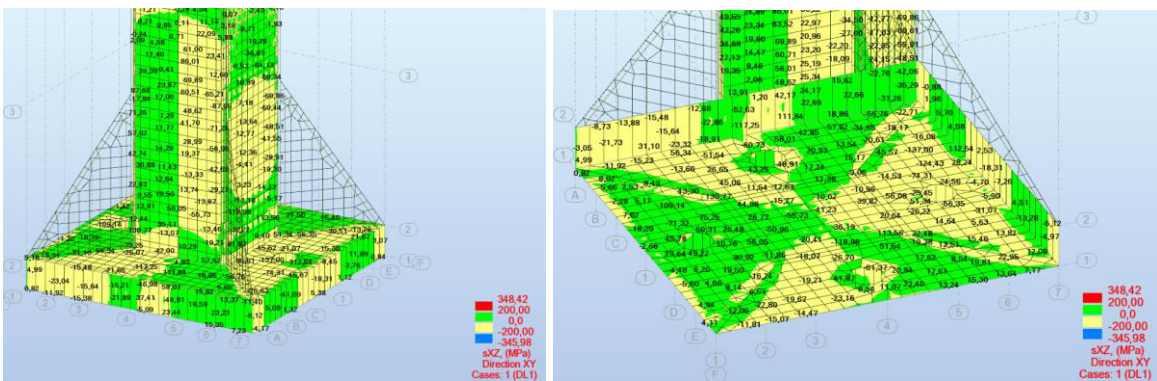
4.11 pav. Mazgo įtempimai y-y kryptimi



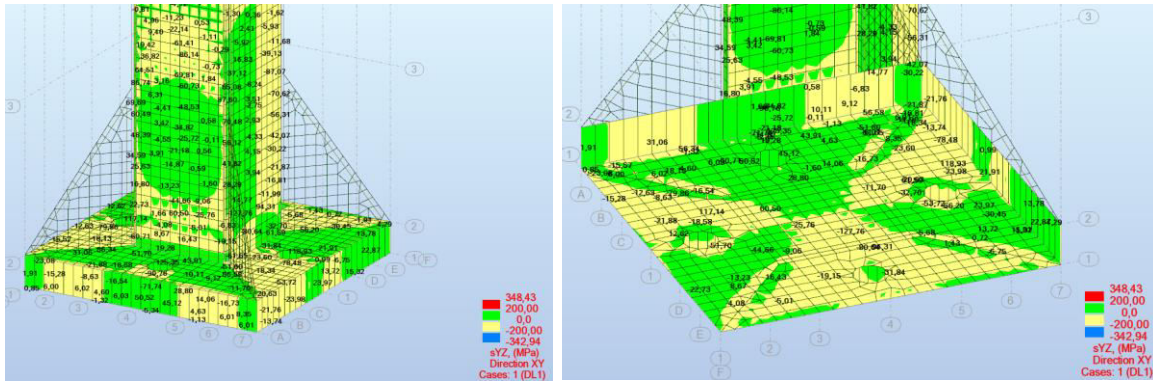
4.12 pav. Mazgo įtempimai z-z kryptimi



4.13 pav. Mazgo įtempimai x-y kryptimi



4.14 pav. Mazgo įtempimai x-z kryptimi



4.15 pav. Mazgo įtempimai y-z kryptimi

Iš įtempių pasiskirstymo paveikslų matome, kad jungėms mazge, sastandos daro didelę įtaką įtempių pasiskirstymui.

Pirmuoju atveju, kai nenaudojamos standumo plokštelės įtempiai juostoje pasiskirsto vienodai ir nesiekia 270-300 MPa, tačiau atsiranda vietiniai įtempiai kampuose, kaip matyti 4,2; 4,3; 4,4 ir 4,7 paveiksluose. Šie vietiniai įtempiai pavojingi: x-x kryptimi 470,13 MPa.; y-y kryptimi 472,88 MPa.; z-z kryptimi 585,46 MPa. Šie vietiniai įtempiai viršija leistimuosius $f_{y,d} = 322,7$ MPa, tai sąlygoja metalo takumo pasireiškimą, plyšių atsiradimą. Dėl vietinių įtemių toks mazgas neekonomiškas ir pavojingas.

Antruoju atveju įvedame standumo plokšteles. Mazgo vaizdas pateiktas 4.8 paveiksle. Mazgo deformacinis pobūdis pateikiamas 4.9 paveiksle. Šiuo atveju aiškiai matome, kad įtempiai mazge skiriasi nuo prieš tai nagrinėto atvejo. Sastandos perduodą tempimo įtempius į jungės plokštelę, suvirinimo vietose neatsiranda vietinių įtempių, to pasekoje įtempiai juostoje didesni nei juostos ir plokštelės sandūros vietose ir neviršija 200 MPa. Kai juostos įtempiai svyruoja 270-300 MPa.

Alikus mazgų palyginimą galime teigti, kad įrengiamos standumo plokštelės gerina juostos darbą ties jungės plokšte. Sumažinami juostos įtempiai virinimo zonoje, įtempiai per plokšteles perduodami į jungės plokštelę, išvengiama neleistinų įtempių koncentracijos virinimo zonoje.

Santvarų mazgų skaičiavimo metu (3.7 skyriuje) skaičiuodami jungės mazgą priememe, kad veikianti jėga per suvirinimo metalo pjūvi lygi juostoje veikiančiai ašinei jėgai. Atlikus tyrimą matome, kad dalis ašinės jėgos perduodama per juosteles į pagrindo plokštelę. Rankinio skaičiavimo metu neatsižvelgus į šiuos įtempių pokyčius suprojektuojamas stipresnis mazgas.

Galutinis mazgo modelis parengtas pagal rankinio skaičiavimo metu gautus rezultatus. Teigiame, kad sumodeliuotas mazgas neprieštaruoja rankinio skaičiavimo rezultatams. Įtempiai neviršija leistinųjų, mazgas paskaičiuotas teisingai.

5. DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA

Baigiamojo darbo projekte rengiamas prekybos paskirties pastatas – Audi centras. Pastato vieta – Šventupio g. 25a, Šiaulių mieste. Statybos darbų pradžia numatoma kovo mėnesį. Sanitarinė pastato zona atsižvelgiant į numatomas remonto dirbtuves pagal [15] 25.4 punktą 100 metrų. Nustatyta tarša – fizinė ir cheminė.

Prieš statybos darbų pradžią veikiančios įmonės teritorijoje statybos rangovas(-ai) ir įmonės vadovas privalo įforminti aktą-leidimą, kuriame turi būti numatytos priemonės, užtikrinančios darbų saugą [17]. Darbų pradžioje ir darbų eigoje statybvietėje turi būti nustatomos pavojingos zonos, kuriose nuolat veikia arba gali veikti (atsirasti) rizikos veiksniai. Statybos aikštelėje darbininkai yra supažindinami su saugaus darbo taisyklėmis, instruktuojami kvalifikuoto instruktoriaus (darbų vadovo), išdalinamos asmeninės apsaugos priemonės, darbininkai pasirašo aktą apie gautas priemones ir išklaustyta instruktažą. Visi asmenys, esantys statybvietėje, privalo dėvėti apsauginius šalms. Darbuotojai darbo metu privalo būti blaivūs, neapsvaigę nuo psichotropinių medžiagų. Su kranu dirbantys asmenys bei visi darbininkai turi būti pasitikrinę sveikatą ir turėti galiojančią sveikatos priežiūros įstaigos gydytojų išvadą apie tinkamumą atliekamam darbui. Asmenys dirbantys su specialia įranga privalo turėti pažymėjimus, įrodančius jų kompetenciją atlikti tam tikriems darbams [19]

5.1. Statybos aikštelė

Statybos teritorija aptveriamas nemažesne kaip 1,6 metrų aukščio tvora iš medinių plokščių arba metalinių tinklų. Pakabinamas statybos aikštelės stendas ir kiti informaciniai, draudžiamieji ženklai. Įrengiami vartai ir sunkiasvoriai technikai valyti skirta aikštelė. Pastatomi laikini statiniai: buitinių patalpų vagonėlis su šaltu vandeniu vasara ir karštu žiema ir galimybe sušilti; biologiniai tualetai; administracinis vagonėlis; uždaras statybinių medžiagų sandėlis. Taip pat įrengiamas atviras medžiagų sandėlis, pastatomas reguliariai išvežamas buitinių atliekų konteineris, statybinių medžiagų konteineris ir priešgaisrinis skydas. Buitiniai, administraciniai, sandėliavimo vagonėliai, tualetai ir priešgaisriniai skydas statomas atokiau nuo statomo pastato ir toliau nuo sunkiasvorės technikos judėjimo takų ir kranų stovėjimo vietų. Užtikrinami Bendrieji būtiniausi darbo vietų statybvietėje reikalavimai [16]: Stabilumas ir tvirtumas; elektros paskirstymo įrenginiai ir jų instaliacija; evakavimo keliai ir išėjimai; gaisrinė sauga; ir kiti punktai.

Atliekant plokščių montavimo darbus naudojami smulkus rankiniai įrankiai: plaktukai, rankiniai ir elektriniai pjūklai, armatūros žirkklės, laužtuvai, kastuvai, mentelės... plokštės keliamos traversu pasitelkiant kraną. Darbuotojai dirbantys prie kranų laikosi [18]

nurodytų taisyklių. Prie kranų dirbantys darbuotojai turi turėti stropuotojo pažymėjimus, nestovėti po strėle ir pakeltu kroviniu. Krovinis keliamas traversu, papildomai apjuosiant metaline grandine. Plokštės montuojamos ant smulkiagrūdžio betono, o tarpai tarp plokščių užmonolitunami C20/25 klasės betonu. Skiedinio gamybai naudojami rankiniai maišytuvai arba 0,25 kubo skiedinio maišyklės.

Aikštelėje dirba sunkiasvorė technika, į aplinką išskiriamos kietosios dalelės. Naudojami metalo ir betono pjovimo įrankiai. Maišomi skiediniai. Darbai atliekami atvirose teritorijose, naudojamos asmeninės apsaugos priemonės, respiratoriai, apsauginiai akiniai. Siekiant išvengti dulkių, aikštelės smėlio pagrindas laistomas vandeniu. Nagrinėjamuose darbuose nenaudojamos lakiosios ar kitos pavojingos cheminės medžiagos ir skyrus cementą ir klijų mišinius.

Darbuotojams suteikiamos galvos, klausos, akių, kvėpavimo takų, plaštakų ir rankų, pėdų ir kojų, viso kūno apsaugos priemonėmis nurodytomis [20]. Darbuotojai aikštelėje privalo dėvėti apsauginius šalmus, vilkėti apsauginius drabužius, avėti batus su apsaugine nosele.

Statybos etape numatoma naudoti medienos gaminius, sandėliavimui ir papildomai ramstymui. Kadangi aikštelėje nenumatoma naudoti skystų degių cheminių medžiagų parenkami 6 ABC tipo milteliniai gesintuvai su 4 kg gesinimo medžiaga [21] taip pat prieš gaisriniame skyde papildomai įrengiami gesintuvai, šalia sklypo ribos įrengtas priešgaisrinis vandens hidrantas.

5.2. Darbo aplinkos profesinės rizikos veiksniai ir jų šaltiniai

Nagrinėjami perdangų plokščių montavimo darbai. Darbų metu dirbama aukštyje didesniame kai du metrai ir naudojama potencialiai pavojinga technika – kranas, imamasi specialių darbo apsaugos priemonių. Kadangi plokštės keliamos kranu, būtina vadovautis kranu naudojimosi taisyklėmis [17]. Sumontavus perdangos plokštes, būtina atitverti turėklų perdangos kraštus, angas. Sumažinti galimybei nukristi nuo jos. Įrengiami laikini užlipimai, kopėčios patikimai atremiamos į žemę, tvirtai pritvirtinamos prie plokščių. Darbo metu veikia išoriniai veiksniai kaip krituliai, skersvėjis, tiesioginiai saulės spinduliai.

Identifikuojami fiziniai, fizikiniai, ergonominiai ir psichologiniai veiksniai 10.1, 10.2 ir 10.3 lentelėse.

5.1 lentelė. Fizikinių 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 vietos šiluminė	Temperatūra didesnė kaip 26 °C,		×		×

aplinka (patalpų mikroklimatas)	krituliai, skersvėjis				
Darbo vietos apšvietimas	Natūralus apšvietimas, įrengtas aikštelės dirbtinis apšvietimas	×		×	
Triukšmas	Didžiausias darbo dienos triukšmo poveikio dydis viršija norminę reikšmę - $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB (A)}$		×		×
Vibracija, darbas su vibruojančiais įrankiais, vibraciją keliančios mašinos	Giluminio vibratoriaus vibracijos intensyvumas viršija norminę reikšmę – $0,5 \text{ m/s}^2$ per darbo dieną		×		×

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
Skiedinio maišyklė	Atvirai besisukantis būgnas,		×		×
Elektriniai pjūklai	Besisukantis diskas, elektros įtampa laiduose	×		×	
Transportavimo įranga, kranai	Sunkaus krovinio kėlimas, prispaudimas, krovinio nukritimas	×		×	
Transporto ir priėjimo keliai, pastoliai, kopėčios	Atbula eiga judanti sunkiasvorė technika, nepritvirtinti pastoliai		×		×
Elektros įtampa	Tvarkinga elektros skydinė, įrankiai ir kabeliai su įžeminimu	×		×	
Darbo vietos priešgaisrinis parengimas	Darbo vieta atvira, nėra greit užsidegančių medžiagų, gesintuvai		×		×

5.3 lentelė. Cheminių veiksmų sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas.

Tipinių 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
Naudojamos bei procese išskiriamos kenksmingos medžiagos, kurių ilgalaikis poveikis sukelia ūmius arba lėtinius profesinius susirgimus	Portland cemento patekimas ant odos, minkštųjų audinių IPRD [27] : - įkvepiamoji frakcija 10 mg/m ³ - alveolinė frakcija 5 mg/m ³	×		×	
Dulkės	Darbo vieta atvira, vykdomi pjovimo darbai. IPRD [27]: įkvepiamoji frakcija 10 mg/m ³		×		×

5.4 lentelė. Ergonominių ir psichosocialinių 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 sunkumas (Dinaminis darbas)	Sunkus fizinis darbas, krovinio ne daugiau kaip [28]: vyr. – 30 kg mot. – 10 kg		×		×
Pastangų dydis, judinant valdymo įrangą	Armatūros tinklai, betono nešiojimas. Pastangų dydis		×		×

	vertinamas pagal [28]				
Darbo poza	Darbas laisvas, mišrioje pozicijoje, aukštoje nepatogioje pozicijoje vertinamas pagal [29]	x		x	
Darbo įtampa (regos ir klausos analizatoriai bendravime tarp darbininkų)	Krovinio reguliavimas, bendravimas su krano operatoriumi gestais, žodžiais su kitais darbininkais vertinamas pagal [29]	x		x	
Darbo emocinė įtampa	Darbas pagal nustatytą grafiką, asmeninė rizika, atsakomybės už kitų asmenų saugumą	x		x	

5.3. Profesinės rizikos vertinimas

Profesinė rizika – pavojaus sveikatai ar gyvybei galimybė dėl kenksmingo ir pavojingo darbo aplinkos veiksnio ar veiksnių poveikio. Rizikos įvertinimo tikslas yra nustatyti priemones, kurios reikalingos, kad rizika būtų pašalinta arba kitaip kontroliuojama bei sumažintos žalingų poveikių pasekmės. Stengiamasi pašalinti darbo riziką arba ją sumažinti iki priimtinos reikšmės

Nustatomas rizikos didis pasinaudojant Danijoje taikoma metodika - priskiriant pavojui, traumas ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybei ir pasekmėms balus nuo 1 iki 3. Paprasčiausias būdas apskaičiuoti rizikos dydį balais – naudotis žemiau pateikta formule:

$$\text{Rizikos dydis} = \text{pavojaus dydis} \times \text{traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė} \times \text{pasekmės.}$$

5.5 lentelė. Rizikos vertinimas balais.

Balų skaičius	1	2	3
Pavojaus dydis	nedidelis (normalios darbo sąlygos, gali susirgti profesine liga arba patirti lengvą traumą)	didelis (kenksmingos darbo sąlygos arba gali įvykti nelaimingas atsitikimas, kurio metu patiriama sveikatai pavojinga trauma)	labai didelis (labai kenksmingos darbo sąlygos arba gali įvykti nelaimingas atsitikimas (sunkus, mirtinas))
Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė	maža (traumos ar kitokie sveikatos pakenkimai reti)	vidutinė (atsitiktinės traumos ar kitokie sveikatos pakenkimai)	didelė (traumos ar kitokie sveikatos pakenkimai dažni)
Pasekmės gali būti vertinamos kaip veikiančios:	asmenį	grupe	padalinį

5.6 lentelė. Rizikos nustatymas.

Veikla	Pavojai	Taikomos saugos priemonės	Pavojaus dydis	Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė	Pasekmės	Rizikos dydis balais
Lauko darbai karštyje	Fiziniai	Asmeninės apsaugos priemonės, pertraukos, skysčių vartojimas vartojama daug skysčių, daromos pertraukos	1	1	2	2

Plokščių iškrovimas, kėlimas	Fiziniai, vibracija	Asmeninės apsaugos priemonės, komunikacija gestais, pavojingų zonų atpažinimas	1	2	1	2
Plokščių montavimas	Fiziniai, vibracija	Asmeninės apsaugos priemonės, komunikacija gestais, nėjimas į pavojingas zonas, turėklų įrengimas	2	2	1	4
Fiksavimas, ryšių įrengimas	Fiziniai	Asmeninės apsaugos priemonės	2	1	1	2
Sandūrų ir siūlių betonavimas	Triukšmas, vibracija	Asmeninės apsaugos priemonės, turėklai, vibraciją mažinančios priemonės	1	1	1	1
Gaminių pjaustymas	dulkės	Asmeninės apsaugos priemonės: akiniai, pirštinės, respiratoriai	1	1	1	1
Gaminių nešiojimas	Traumos tikimybė keliant krovinį nuo žemės	Naudojamos asmeninės apsaugos priemonės: pirštinės, šalmai, batai su apsaugomis	1	1	1	1

5.7 lentelė. Rizikos priimtumo nustatymo schema.

Rizikos dydis (rizikos dydis balais)	Rizikos priimtumas
Labai maža rizika (1)	Priimtina
Maža rizika (2-3)	Toleruotina
Vidutinė rizika (4-8)	
Didelė rizika (9-12)	
Labai didelė rizika (12 ir daugiau)	Nepriimtina

Atlikus rizikos vertinimo skaičiavimą gaunamas rizikos dydis 2-4. Rizika maža-vidutinė, tačiau toleruotina. Vienas iš rizikos mažinimo būdų galimas komunikavimo tarp darbuotojų ir kranų operatoriaus gerinimas. Rekomenduojama prieš pradėdant darbus numatyti tikslią darbų eigą, pasitikslinti matomumą ir komunikacijos gestais įgūdžius. Aptarti krovinio kėlimo kelią, pavojingus montavimo etapus. Daroma išvada, kad darbo aplinka parinkta teisingai.

5.4. Aplinkosauga

Statybos produktai neturi būti pralaidūs teršalams ir nuotėkoms, kurios gali pasklisti aplinkoje ir turėti aplinkai neigiamą poveikį, sukeldami grėsmę žmonių sveikatai, gyvūnams ir augalams bei ekosistemoms. Poveikis aplinkai turi būti nagrinėjamas įvairiais statybinių produktų naudojimo etapais: gavybos, gamybos ir statybos procesų metu; statinių naudojimo metu; griovimo, atliekų tvarkymo, deginimo ar pakartotinio naudojimo metu [22].

Siekiant išvengti būsimos žalos aplinkai, būtina atsižvelgti į statybos produktų įvertinimą per visą jų naudojimo laikotarpį. Statinių skleidžiami teršalai neturi kelti grėsmės žmonių sveikatai ir higienos sąlygoms. Šis reikalavimas yra susijęs su žmonių sveikatos sauga ir aplinkos taršos prevencija. Tokią taršą gali sukelti: statybos produktai; statinių įranga, įskaitant gaisrinę saugos įrangą; statinių inžinerinės sistemos [21].

Statinių poveikis aplinkai turi būti mažinamas: ribojant teršalų sklaidą; ribojant teršalų emisiją; ribojant statybos produktų, statinių įrangos ar jų inžinerinių sistemų, kurios išskiria teršalus, naudojimą [21].

Statinių sukeltas poveikis orui, dirvožemiui ir vandeniui ribojamas: matavimo ar skaičiavimo būdais (kada galima), nustatant teršalų migraciją, sklaidą ar emisiją; tinkamai projektuojant statinius [21].

6. TECHNOLOGINĖ, ORGANIZACINĖ DALIS

6.1. Surenkamos g/b perdangos technologinė kortelė

Technologinės kortelės paskirtis

Technologinė kortelė skirta surenkamos gelžbetoninės perdangos įrengimo darbams atlikti vaikų automobilių centre. Darbai vykdomi normaliomis sąlygomis.

Kortelėje projektuojamas darbų nuoseklumas, medžiagų sandėliavimas, darbininkų judėjimas ir poreikis, skaičiuojami pagrindiniai rodikliai, aprašoma kokybės kontrolė, darbų sauga.

Darbų fronto priėmimas

Prieš pradėdant darbus statybos darbų vadovas iš sienų bei sijų montuotojų priima darbų frontą. Priimant darbus turi būti pateikta išpildomoji atliktų darbų nuotrauka, kurioje turi būti sužymėti esami aukščiai ir jų atitikimas projektiniams bei esami nuokrypiai, taip pat patikrintas pastato kampų statusas.

Sijinės surenkamos g/b perdangos įrengimo proceso technologija

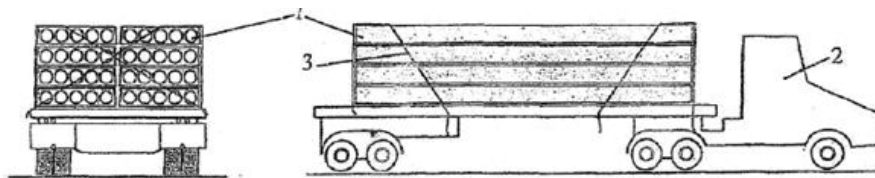
Surenkamos g/b perdangos plokštės montuoja 4 darbininkų brigada, vadovaujama darbų vadovo. Atliekant montavimo darbus būtinas kranas.

Prieš pradėdant montavimo darbus darbų vadovas turi atlikti šiuos parengiamuosius darbus:

- įvykdyti projekte numatytas organizacines ir technines priemones.
- įvertinti darbuotojų saugą ir sveikatą bei instrukuoti brigadą darbo vietoje.
- paruošti darbo vietą.
- sukomplektuoti darbo ir kontrolės įrankius.

Darbo eiga

1. *darbo įrankių, matavimo kontrolės priemonių vizualinė apžiūra.*
2. *plokščių transportavimas.* Prieš transportuojant būtina įsitikinti, kad perdangų plokštės yra saugiai atremtos ir pritvirtintos. Be to, reikia imtis priemonių, kad, staigiai sustabdžius transporto priemonę, plokštė nenuslystų pirmyn. Dėl netinkamo plokščių atrėmimo, nelygaus kelio paviršiaus, staigaus stabdymo bei per didelio vežimo greičio plokščių pjūviuose gali kilti įtempiai, didesni už projektinius, sąlygojantys plyšių atsiradimą. Šie reikalavimai keliami transportuojant, bet kokias kiaurymė tąsias perdangų plokštes.



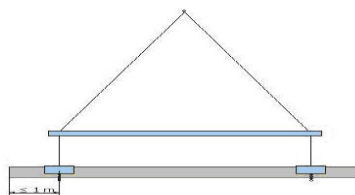
6.1. pav. Perdangų plokščių transportavimo schema: 1 – plokštės, 2 – transporto priemonė, 3 – plokščių tvirtinimo priemonės.

3. *Medžiagų perdangos montavimo darbams pristatymas ir sandėliavimas.* Tarpinis sandėliavimas dažnai nevykdomas, gaminiai montuojami tiesiai iš sunkvežimio. Kai atliekamas tarpinis sandėliavimas, statybvietėje užtikrinamas reikiamų medžiagų ir konstrukcijų poreikis. Jų kiekis statybvietėje išlaikomas minimalus, užtikrinant technologišką statybos vykdymo nuoseklumą. Sandėliavimo vieta turi būti parenkama taip, kad montavimo metu kranu galima būtų trumpiausiu atstumu perkelti reikiamą plokštę į montavimo vietą [24].

Sandėliuoti kiaurymė tas perdangos plokštes reikia taip, kad neatsirastų projektuojant nenumatytų įrašų ir įtempimų. Sandėliuojant statybvietėje, reikia laikytis šių reikalavimų:

- plokštės sandėliuojamos tik ant tvirto, sutankinto pagrindo sudėtų medinių tašų;
- plokštės sandėliuojamos rietuvėse, dedant vieną ant kitos ir atskiriant mediniais tašeliais. Tašeliai, kurių ilgis turi būti ne mažesnis už gaminio plotį, dedami tiksliai vienas virš kito nedaugiau- 400 mm atstumu nuo gaminio galo (Pav. 9.1);
- plokščių rietuvių aukštis turi būti toks, kad būtų galima nesunkiai pritvirtinti kėlimo griebtus, bet ne didesnis kaip 2,5 m;
- atstumas tarp gretimų rietuvių turi būti ne mažesnis kaip 1 m.

4. *Plokščių kėlimas.* Keliant plokštes, būtina imtis visų saugumo priemonių, pavyzdžiui, naudoti apsaugines grandines. Kiauryminės perdangos plokštės keliamos specialiais griebtuvais su paskirstomąja kėlimo traversa. Naudoti vien tik stropus griežtai draudžiama. Plokštėms kelti naudojamos specialios kėlimo priemonės – sijos (traversos) su griebtais bei atskiri griebtai (9.2 pav.). Šios priemonės parenkamos pagal keliamo gaminio ilgį ir svorį.



6.2 pav. Plokščių kėlimo schema.

Be to, plokštėms kelti naudojamos sijos (traversos) su keičiama įranga - dveji griebtais. Suminė dviejų griebtų keliamoji galia 6,0 t, o didžiausias keliamos plokštės ilgis priklauso nuo naudojamos kėlimo sijos. Griebtai ant plokštės dedami taip, kad nebūtų viršijama didžiausia leistinoji (apskaičiuota) plokštės galo iškiša, būtent: 1,5 m – VSD tipo plokštėms, 0,5 m – EPD tipo plokštėms. Naudojant visų tipų kėlimo įrangą, būtina plokštę apjuosti apsaugine grandine ir ją pritvirtinti.

Perdangų plokštės su apskritomis kiaurymėmis turi pakėlimo kilpas, įdedamas gamybos metu į visus keturis plokštės kampus ties kiaurymėmis tam tikru atstumu nuo galo. Plokštėms pakelti naudojamos kėlimo priemonės su specialiais kabliais.

Perdangos plokščių montavimas

Darbai atliekami šia tvarka:

1. Prieš montuojant plokštes, kampuose besiliečiančių blokelių ar plytų pertvaros pašalinamos ir suformuojamas gelžbetoninis vainikas. Stačiakampės formos armatūrinis karkasas gaminamas iš S400 klasės armatūros ir bendras skerspjūvis turi būti ne mažesnis kaip 226 mm^2 ir tai apytikriai atitinka $3\text{Ø}10$ arba $2\text{Ø}12$ strypus. Vainikas betonuojamas naudojant C20/25 klasės betoną. Gelžbetoninis vainikas garantuoja statinio pastovumą, išlygina skirtingai apkrautų sienų deformacijas, priima atsirandančias sienoje tempimo deformacijas, palaiko ryšį tarp apkrautos ir neapkrautos sienos mūro dalies.

2. Geriausia perdangos plokštės pradėti montuoti nuo laiptinės artėjant krano link.

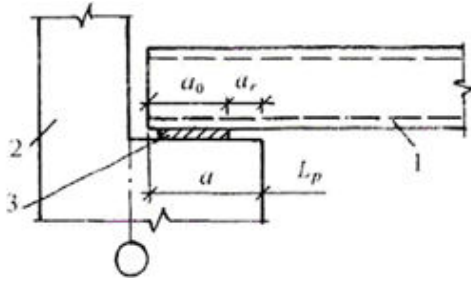
3. Gelžbetoninė perdangos plokštė turi remtis į gelžbetoninį vainiką. Atrėmimo ilgis priklauso nuo atramos konstrukcijos ir formos. Minimalus ir maksimalus atrėmimo ilgiai pateikti 9.1 lentelėje.

6.1 lentelė. Minimalus ir maksimalus atrėmimo ilgiai

Atramos pagrindas	Plokštės storis	Atramos ilgis a	
		Maksimalus ilgis	Minimalus efektyvus ilgis
Betonas arba metalas	$\leq 250 \text{ mm}$	70 mm	50 mm
	$\geq 300 \text{ mm}$	100 mm	80 mm
Plytų mūras	$\leq 250 \text{ mm}$	100 mm	80 mm
	$\geq 300 \text{ mm}$	120 mm	100 mm

Ši sąlyga turi būti išlaikyta tiek išorinėje, tiek vidinėje laikančiose sienose. Perdangos plokštė yra atremta tik galuose.

Atremiant nepertraukiamo formavimo perdangų plokštes į laikančiąsias konstrukcijas per paskirstomas juostas, turi būti tenkinama sąlyga $a \leq 40 + 0,004 L_p$, kur $a = a_0 + a_r$; L_p – tarpatrio ilgis prošvaisoje, t.y. atstumas tarp plokštės atramų kraštų iš vidaus pusės (Pav. 3).



6.3 pav. Kiaurymėtųjų nepertraukiamo formavimo perdangų plokščių atrėmimo schema: 1 – perdangos plokštė, 2 – atraminė konstrukcija, 3 – cementinio skiedinio sluoksnis arba neopreno juosta.

Atstumas nuo laikančiosios konstrukcijos briaunos iki paskirstomosios juostos krašto $a_r \leq 25$ mm. Skaičiuotinis dydis a nustatomas armatūros linkme. Kai plokštės į laikančiąsias konstrukcijas remiamos įstrižai, nupjautos plokštės dydis $a_L \leq 70$ mm. Remiant jas per cementinio skiedinio sluoksnį, paprastai imama $aL = 100$ mm.

4. Perdangų plokštės reikėtų jungti su vainiku. Tuo tikslu šoninės sienos mūras su perdangos plokšte surišamas inkarais. Atramose perdangų plokštės tarpusavyje ir su sienomis sujungiamos specialiais S240–S400 klasės armatūros inkarais. Bet kokių perdangų ir denginių inkarai užkabinami už plokštės 18 pakėlimo kilpų, o tvirtinimo vieta užtaisoma cementiniu skiediniu. Jeigu nėra pakėlimo kilpų, tai tam tikslui perdangos plokštėje kas 1500 mm pramušamos kiaurymės, kurios įbetonuojamos mažiausiai C10/12,5 klasės betonu.

5. Atremiant perdangų plokštės į atramas, tarp plokščių galų turi būti paliekamas tarpas t . Jo didumas priklauso nuo laikančiosios konstrukcijos tipo ir kitų veiksnių (6 pav.). Kai perdangos plokštės remiamos į mūro ar betono sienas, tarpas $t \geq 20$ mm, o esant įstrižai nupjautoms plokštėms, $t \geq 35$ mm.

6. Jungtys atramose

Sandūros tarp plokščių ir skersinių sijų įrengiamos naudojant sijose įrengtas kiaurymes, jose praveriant ryšamąją armatūrą, kuri viename gale įbetonuojama tarpe tarp plokščių, o kitame gale naudojant veržlę ir povežlę

7. Tarpų tarp perdangos plokščių užbetonavimas

Tarpai tarp plokščių išvalomi, sudrėkinami ir užpildomi aukštos klasės smulkiagrūdžiu betonu prieš tai sudėjus inkaruojamosios armatūros strypus, pagal projektą.

Horizontaliųjų cementinio skiedinio siūlių storis imtinai 15–20 mm. Siekiant padidinti platforminių sandūrų laikomąją galią, rekomenduojama plokščių kiaurymes užpildyti betonu plokštės atramos į sieną ilgiuje. Esant mažam perdangų plokščių atrėmimo į sieną ilgiui, rekomenduojama į jų kiaurymes įdėti armatūros strypynus ir kiaurymes užmonolitinti.

Sandūras armuoti patartina ir esant pakankamam plokščių atrėmimo ilgiui – padidindamas jų patikimumas. Užmonolitininimui tinkamesnis betonas su susitraukimą mažinančiais priedais.

8. Vandens nutekėjimo skylės

Vandens nutekėjimo skylės išgręžiamos plokščių galuose ties kiaurymėmis montavimo metu patekusiame į kiaurymes lietaus vandeniui pašalinti. Sumontavus, rangovas turi patikrinti ar skylės atviros.

9. Projektuojant ir montuojant konstrukcijas būtina atsižvelgti į išilginių elementų matmenų pokyčius kintant temperatūrai, betono sluoksnių susitraukimą ir valkšnumą. Temperatūrinės siūlės, priklausomai nuo pastato tarpatramio ilgio numatomos maždaug kas 10 m.

Viso pastato temperatūrinės - deformacinės siūlės turi būti tose pačiose pastato vietose.

Deformaciniai tarpai turi būti palikti ne mažesnio kaip 20 mm pločio. Deformacinės siūlės turi būti atitrauktos nuo sienų ne mažiau kaip 500 mm;

Deformacinės siūlės konstrukcija turi būti tokia, kad, atsiradus deformacijai, pro siūlę nepratekėtų vanduo. Deformacinių siūlių įdėklams turi būti naudojami nedegūs termoizoliaciniai statybos produktai;

10. Technologiniai reikalavimai. Gelžbetoninės kiaurymėtosios surenkamosios plokštės ant sienų ar sijų atremiamos paklojus išlyginamąjį cemento skiedinio sluoksnį. Plokščių galai ir sujungimo vietos užtaisomos cemento skiediniu ar betonu su tinkamos frakcijos užpildu.

Betono/skiedinio sluoksnis izoliuojančiomis medžiagomis turi būti visiškai atskirtas nuo pagrindinių konstrukcijų, taip pat negali būti sujungtas jokiais standžiais ryšiais su perdangos ar sienos kertančiais vamzdiniais.

Techninės įrangos (šildymo-vėdinimo prietaisų, santechninės įrangos ir kt.) pritvirtintos prie betono/skiedinio sluoksnio montavimo elementai ir detalės negali turėti standaus ryšio su pagrindinėmis konstrukcijomis - perdangos plokštėmis ir / arba sienomis.

Vamzdynai, kertantys pagrindines konstrukcijas ar besiliečiantys su jomis, nuo betono/skiedinio sluoksnio turi būti izoliuoti elastingomis medžiagomis.

Kaip elastingos (izoliuojančios) medžiagos vamzdynams įvilkti, priklausomai nuo konstrukcijos, gali būti panaudotos 5 mm ir storesnės pūsto polietileno tarpinės ir kevalai, izopreninės juostos ir pan.

11. Reikalavimai konstrukcijų komponentams. Medžiagų, panaudotų perdangų konstrukcijose, atitiktis vertinama pagal atitikties deklaracijose (STR 1.01.04 ir STR 1.03.02) ir/arba atitikties sertifikatuose pateiktas rodiklių vertes.

Atitikties deklaracijose ir/arba atitikties sertifikatuose turi būti pateiktos visos charakteristikos, kurios įvardintos šiame techniniame liudijime ir gali įtakoti perdangos konstrukcijos akustines bei kitas eksploatacines charakteristikas.

Betono/skiedinio sluoksnis gali būti kaip galutinė danga (tinkamai jų apdorojus) arba kaip sluoksnis laikantis galutinę-apdailinę grindų dangą.

Perdangos sumontavimo kokybės tikrinimas

1. Kontroliuojama medžiagų, atvežtų į statybos aikštelę kokybė. Visos medžiagos turi atitikti valstybinio standarto reikalavimus, projektinius matmenis, o nuokrypos ne didesnės už normines.

2. Montuojant vykdoma operacinė kokybės kontrolė. Prieš statant surenkamus elementus, geodeziniais instrumentais pažymimi atraminiai paviršiai plane ir pagal aukštį, dažniausiai žymimos ašys. Ant atraminio paviršiaus kiekvienai ašiai žymimos po dvi ašies linijos. surenkamų elementų ašys žymimos elementų atrėmimo paviršiuje. Atraminių paviršių aukštis žymimas niveliuojant.

Konstrukcijos elementų padėtis tikrinama geodeziniais prietaisais du kartus – prieš ją laikinai įtvirtinant ir prieš galutinį įtvirtinimą.

Pagrindiniai konstrukcijos kokybės kriterijai yra:

- konstrukcijos pastatymo tikslumas;
- suvirinimo kokybė
- sandūrų betonavimo kokybė

3. Prieš betonuojant konstrukcijų sandūras, reikia patikrinti naudojamo betono markę, ar teisingai išdėstyti armatūros strypai bei įdėtinės detalės, ar padaryta antikorozinė danga.

4. Atliekant visus darbus turi būti pildoma dokumentacija - statybos darbų žurnalas, paslėptų darbų aktai, pateikiami medžiagų sertifikatai.

5. Galutinė priėmimo ir perdavimo kontrolė atliekama baigus objekte visus montavimo darbus. Šios kontrolės metu prie pridavimo - perdavimo akto būtina pridėti: sumontuotų konstrukcijų darbo brėžinius su visomis darbo metu padarytomis pataisomis, pastatytų konstrukcijų įmonių sertifikatus, visus dokumentus dėl naudotų medžiagų (elektrodų, betono mišinių, plokščių ir t.t.) kokybės, laboratorinių tyrimų duomenis (virintinių siūlių, sandūrų už betonavimo stiprumo ir t.t.), konstrukcijų padėjimo ašių žymėjimo medžiagą, tarpinius priėmimo ir perdavimo kontrolės aktus ir visą kitą medžiagą dėl šio objekto statybos.

Leistinos nuokrypos

Plokštės nuokrypiai:

- Ilgis L - ± 15 mm arba L/1000
- Storis h - ± 5 mm arba h/40
- Plotis visos plokštės - ± 0 , -6 mm
siauros plokštės ± 15 mm
- Galo vertikalumas ± 10 mm
- Išlinkio nuokrypis prieš montavimą ± 6 mm//1000
- Plokštuma: 10 mm 500 mm ilgio liniuotei
- Įdėtinės detalės įstatytos gamykloje ± 20 mm
- Įdėtinės detalės šviežiame betone ± 50 mm
- Kietame betone ± 15 mm

Vietiniai nelygumai, matuojant 2 m ilgio liniuote neturi viršyti 2 mm. Matuoti pasirinktas vietas visomis kryptimis.

Leistini nukrypimai nuo vertikalės 2m ilgio ruože - 2 mm. Matuoti pasirinktose vietose 2 m ilgio gulsčiuku.

Montavimo nuokrypiai:

Montuojamų plokščių nuokrypiai nuo simetrijos ašies andgos perdengimo kryptimi, kai plokštės ilgis m :

- iki 4 m 5 mm
- 4 – 8 m 6 mm
- 8 – 16 m 8 mm
- 16 – 25 m 10 mm

Techniniai ir materialiniai resursai

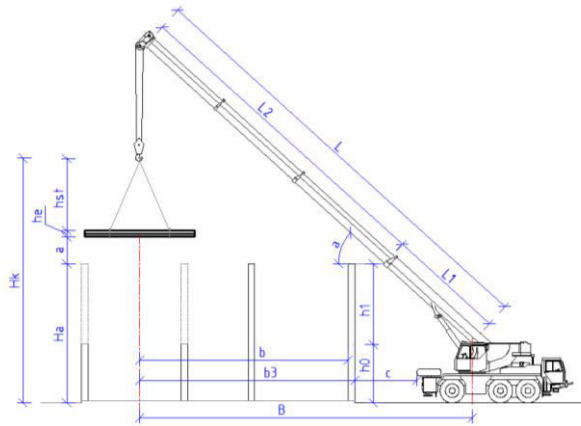
Mechanizmai, įrankiai, įranga pateikta 9.2 lentelėje:

6.2 lentelė. Mechanizmų, įrankių resursai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Kiekis	Pastaba
1.	Betono maišyklė	vnt.	1	
2.	Aštrūs peiliai	vnt.	4	
3.	Perforatorius	vnt.	2	
4.	Grąžtas	vnt.	2	
5.	Elektros kabelis	vnt.	2	
6.	Plaktukas	vnt.	4	
7.	Metrai (ruletės)	vnt.	4	
8.	Kampainiai	vnt.	4	
10.	Gulsčiukas, 2m	vnt.	4	
11.	Gulsčiukas, 1m	vnt.	4	
11.	Pjūklas	vnt.	2	

Krano prarinkimas

Krano skaičiuotinė schema pateikta 6.6 paveiksle:



6.6 pav. Krano parinkimo schema.

Skaičiuotinė krano kėlimo galia Q :

$$Q > P_1 + P_2$$

čia: P_1 - plokštės svoris, $P_1 \approx 2,4t$; P_2 -stropų svoris, $P_2 = 0,1t$.

$$Q > 2,4 + 0,1 = 2,5t$$

Skaičiuojame reikiamą krano kablo pakėlimo aukštį:

$$H_k = H_a + a + h_e + h_{st};$$

čia: H_a - kolonos aukštis nuo krano stovėjimo plokštumos,

$$H_a = 8,0m;$$

a - laisvas tarpas tarp kolonos ir keliamos sijos $a=1m$;

h_e - montuojamo elemento aukštis, $h_e=0,2m$;

h_{st} -užkabinimo sistemos ilgis, priimame: $h_{st}=3,5m$;

$$H_k = 8,0 + 1 + 0,2 + 3,5 = 12,7m.$$

Skaičiuojame minimalų faktišką strėlės ilgį L :

$$h_1 = H_a - h_0 = 8,0 - 3 = 5,0m; h_0 = 3m;$$

$$b = 6m; c = 1m;$$

$$b_3 = 6 + 0,4 + 1 = 7,4m; tg \alpha = \sqrt[3]{\frac{h_1}{b_3}} = \sqrt[3]{\frac{5}{7,4}} = 0,877, \quad \alpha = 41,3^\circ$$

$$L = L_1 + L_2;$$

$$L_1 = \frac{h_1}{\sin 41,3} = \frac{5,0}{0,66} = 7,58m;$$

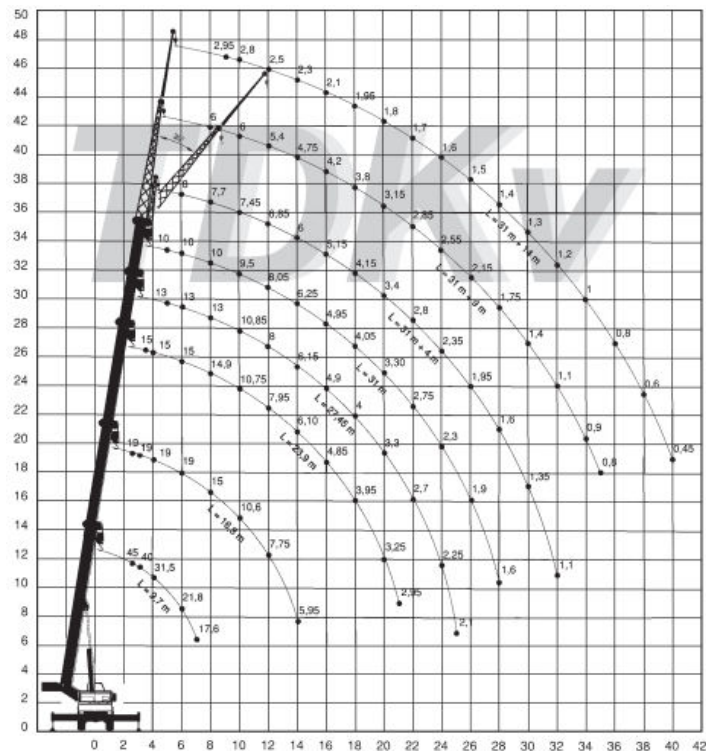
$$L_2 = \frac{b_3}{\cos 41,3} = \frac{7,4}{0,751} = 9,85m;$$

$$L = 7,58 + 9,85 = 17,43.$$

Skaičiuojame reikiamą kraną strėlės horizontalų ilgį (siekį):

$$B = L \cdot \cos 41,3 = 17,43 \cdot 0,75 = 13,09\text{m}.$$

Parenkame auto kraną iš UAB „Cranbalt“ pateikto kranų asortimento [23]. Pagal pateiktus grafikus pasirenkame PPM 530 ATT kraną. Keliamoji galia $Q=45\text{t}$, strėlės ilgis $L=31\text{m}$, maksimalus siekis $B_{\max}=28\text{m}$. kraną keliamosios galios grafikas pateiktas 9.7 paveiksle:



6.7 pav. Kraną keliamosios galios grafikas.

Darbo sauga

Atliekant darbus laikomasi saugaus darbo reikalavimų:

1. Pavojingos zonos, kuriuose veikia pavojingi ir kenksmingi veiksniai, turi būti aptvertos apsauginiais aptvarais.
2. Draudžiama dirbti aukštyje, kai vėjo greitis yra 15 m/s ir didesnis, bei kai yra plikšalos, lijdros, perkūnijos, rūkas, ar blogas matomumas darbe vietoje.
3. Po pakeltais montuojamų konstrukcijų elementais ar įrenginiais žmonėms būti draudžiama.
4. Sumontavus į projektinę padėtį konstrukcijas ar elementus, būtina patikimai pritvirtinti.
5. Pertraukų darbe metu draudžiama palikti pakeltus kabančius ant kraną kablo krovinius.
6. Nuolatinės ar laikinos darbuotojų buvimo vietos turi būti už pavojingų zonų ribų.
7. Visi asmenys, esantys statybvietyje, turi dėvėti apsauginius šalmsus.
8. Darbu su kranais turi būti skiriami reikiamos kvalifikacijos ir atestuoti mašinistai. Mašinisto

pažymėjime turi būti nurodyta su kokio tipo kranu jam leidžiama dirbti.

9. Kroviniams užkabinti skiriami stropuotojai, kurių instruktavimo, mokymo ir žinių tikrinimo tvarką nustato kranų savininkas, arba specializuota įmonė, arba atsakingas asmuo.

10. Prieš pradėdant darbą, mašinistas privalo apžiūrėti kraną ir įsitikinti ar jo techninė būklė yra tinkama darbui. Prieš naudojant kėlimo įrangą, stropuotojas arba mašinistas turi ją apžiūrėti.

Darbų kalendorinis grafikas

PERDANGOS PLOKŠČIŲ MONTAVIMO GRAFIKAS																									
Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis	Darbo sąnaudos, žm. d.		Mechanizmai		Darbininkai		Darbo atlikimo trukmė		Normų vykdymas	Birželis												
				nominis	planuojamas	pavadinimas	sąnaudos	specialybė	skaičius	norminė	planuojama		5	6	7	8	9	12	13	14	15	16	19		
1	Paruošiamieji darbai				8																				
2	Gelžbetoninių kiaušymėtu perdangos plokščių montavimas	m ²	242	67,4	80	kranas	16,7	vedovas stropuotojai	2	2.10	2.00	105													
4	Monolitiniai gelžbetonio 200 mm storio besijiniai perdenginiai	m ²	1,00	2	4	bet. siurblys	0,14	betonuotojas	1	0,25	0,50	50													
5	Technologinė pertrauka				4			vedovas	1																

DARBININKŲ DARBO POREIKIS																									
5																									
4																									
3																									
2																									
1																									

7. EKONOMINĖ DALIS

Baigiamojo magistro darbo metu paskaičiuotos keturios pagrindinės konstrukcijos: gręžtiniai pamatai, gelžbetoninė kolona, gelžbetoninė plokštė su įtemptąja armatūra ir metalinė santvara. Paskaičiuojami šių konstrukcijų kiekiai ir jų įrengimo lokalinės sąmatos

Pamatų įrengimas

Paskaičiuojami pagrindiniai pamatų kiekiai. Skaičiavimais parinktas vidurinės eilės pamatas priskiriamas po visomis kolonomis. Pastato perimetru numatomas surenkamos pamatinės sijos, o pastato viduje numatomas monolitinė gelžbetoninė sija su papildomais 300mm diametro poliais tarp kolonų.

7.1 lentelė. Pamatų kiekiai

Eil. Nr	Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis	Pastabos
1	300 mm. diametro, 1,9-2,5 m. ilgio polių įrengimas	m ³	25,04	Armatūros 1,878t.
3	Polių grupės (galvenos) įrengimas	m ³	39,15	Armatūros 2,936t.
4	Monolitinės pamatinės sijos įrengimas	m ³	24	Armatūros 1,8t.
5	Pamatinių sijų montavimas	vnt.	24	Kranas nuo 5t kel. galios

Kolonų montavimas

Pastato karkasui naudojamos gelžbetoninės kolonos. Skaičiavimais suprojektuota kraštinė kolona be gembinių konstrukcijų. Skaičiuojami kolonų įrengimo kiekiai

7.2 lentelė. Kolonų kiekiai

Eil. Nr	Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis	Pastabos
1	Kolonų kurių masė iki 3 t. montavimas	vnt	29	Betonas C20/25, kiekis 23,75 m ³

Gelžbetoninių plokščių montavimas

Skaičiavimais paskaičiuota gelžbetoninė perdangos plokštė. Plokštės nenutraukiamo formavimo su įtemptais lynais. Plokštės montuojamos remiant į gelžbetonines sijas ir į projektuojamą silikatinių blokelių mūrą. Paskaičiuoti perdangos kiekiai pateikiami lentelėje.

7.3 lentelė. perdangos kiekiai

Eil. Nr	Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis	Pastabos
1	Perdangos plokščių montavimas, 0-5m ² .	m ²	15,65	Betono norma 0,11268 m ³ /m ²
2	Perdangos plokščių montavimas, 5-10m ² .	m ²	228	Betono norma 0,11268 m ³ /m ²
3	Monolitinio g/b ruožo betonavimas	m ³	0,99	4,97 m ²

Metalinių santvarų montavimas

Skaičiavimais paskaičiuota gelžbetoninė perdangos plokštė. Plokštės nenutraukiamo formavimo su įtemptais lynais. Plokštės montuojamos remiant į gelžbetonines sijas ir į projektuojamą silikatinių blokelių mūrą. Paskaičiuoti perdangos kiekiai pateikiami lentelėje.

7.3 lentelė. perdangos kiekiai

Eil. Nr	Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis	Pastabos
1	Metalinė santvara 24 m.	kg	8480	848 kg/vnt
2	Metalinių sijų montavimas IPE 220, kurių ilgis 6 m.	kg	945	160 kg/vnt
3	Metalinių ryšių montavimas	kg	2400	60 m ² /vnt

IŠVADOS

Baigiamajame darbe suprojektuotas prekybos paskirties pastatas Šiauliuose. Skaičiavimais įvertintas pastato padėtis regione, parinktas sniego ir vėjo greičio rajonai, įvertintas vietovės užstatymas parenkant vėjo aerodinaminį koeficientą.

Teisinėje dalyje pateikiamas projektavimo metu naudojamų statybos reglamentų sąrašas, kuriais normuojamos statybinės konstrukcijos, apkrovos.

Architektūrinėje dalyje paskaičiuoti pagrindiniai pastato rodikliai: sklypo plotas 4270 m²; pastato bendras plotas – 1161,13 m²; tūris – 11524 m³, aukštis – 10,10 m. Aprašyti esminiai statinio reikalavimų išpildymas ir pritaikymas žmonėms su negalia.

Priede pateiktas pasirinktos detalės, stogo detalės šiluminiai skaičiavimai. Pastato atitvaros projektuotos į A šilumos naudingumo klasę. Skaičiavimai rodo, kad stogo detalė tenkina norminės rekšmės: $U_{\text{stog}}=0,103\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})\leq U_N=0,11\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Konstruktinėje dalyje sudaryta skersinio rėmo skaičiuojamoji schema, paskaičiuotos apkrovos. Pagal pasirinkimą atlikti keturių konstrukcijų skaičiavimai. Skaičiavimais parinktos konstrukcijų medžiagos, ganiniai ir elementų skerspjūviai. Visos skaičiuotos konstrukcijos tenkina saugos ir tinkamumo ribinius būvius.

Tiriamojame dalyje baigtinių elementų metodu programa sumodeliuotas jungės mazgas su ir be standumo plokštelių. Atlykus šių mazgų palyginimą prieita išvada, jog standumo plokštelės tempiamoje jungėje tolygiau paskirsto įtempius ir išvengiamos didelės įtempių koncentracijos, dėl kurių galimai atsiveria plyšiai.

Technologinėje dalyje sudaryta perdangos plokščių montavimo technologinė kortelė, parinktas autokranas. Sudaryta 4 asmenų brigada su darbų vadovu, kuri perdangos plokštes sumontuoja per 4 darbo dienas. Po plokščių montavimo numatoma septinių darbo dienų technologinė pertrauka. Numatomas atliktų darbų aktavimas po vienuolikos darbo dienų.

Ekonominėje dalyje paskaičiuotos skaičiuotų konstrukcijų kainos. Gauti tokie rezultatai:

Pamatų įrengimas 47452 € be PVM; kolonų įrengimas 27716 € be PVM; perdangos įrengimas 6973 € be PVM; gegnių santvarų montavimas 25159€ be PVM.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

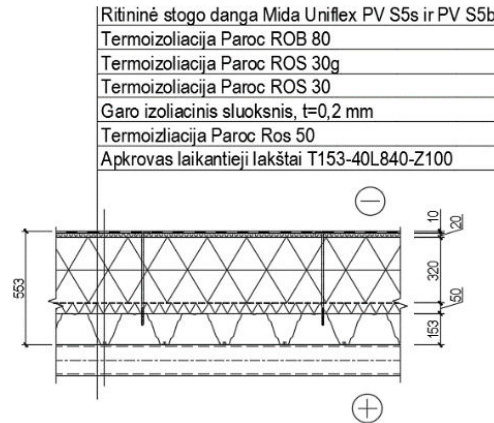
1. STR 2.06.04:2014. Gatvės ir vietinės reikšmės keliai. Bendrieji reikalavimai. Teisės aktų registras, 2014-06-17, Nr. 2014-07690
2. GAJAUSKAS, Julius, et al. Pastatų konstruktoriaus ir statybininko žinynas. Vilnius: Naujasis lankas, 2009. 1520 p. ISBN 978-9955-03-565-7.
3. LAKIŪNAS, Gediminas. Pramoninio pastato metalinės konstrukcijos. Kaunas: KPI, 1989. 67 p. UDK 624.014.
4. STR 2.05.04:2003. Poveikiai ir apkrovos. Valstybės žinios, 2003, Nr. 233.
5. STR 2.05.08:2005. Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos. Valstybės žinios, 2005, Nr. 28-895.
6. STR 2.05.08:2005 Praktinio taikymo vadovas (Priedas 6), Valstybės žinios, 2006-01-04, Nr. 1-4
7. STR 2.05.08:2005 Praktinio taikymo vadovas (Priedas 7) Valstybės žinios, 2006-05-18, Nr. 56-2004
8. STR 1.05.08:2003 Statinio projekto architektūrinės ir konstrukcinės dalių brėžinių braižymo taisyklės ir grafiniai žymėjimai, Valstybės žinios, 2003-12-27, Nr. 122-5541
9. STR 2.01.01(2):1999. Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga. Valstybės žinios, 2000-02-25, Nr. 17-424
10. STR 2.02.02:2004. Visuomeninės paskirties pastatai. Valstybės žinios, 2004-04-15, Nr. 54-1851
11. STR 2.05.0.5:2005. Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. Valstybės žinios, 2005-02-05, Nr. 17-550
12. STR 2.05.05:2005. 3 priedas „Praktinio taikymo vadovas“. Valstybės žinios, 2005-08-13, Nr. 98-3711
13. STR 2.01.09:2012 aktuali redakcija. Priedas 2. Valstybės žinios, 2012, Nr. 99-5071.
14. VENCKEVIČIUS, Vytautas, Pastatų perdangos su surenkamosiomis gelžbetoninėmis kiaurymė tosiomis plokštėmis, Šiauliai: 2007 mokomoji knyga UDK 624.012.45
15. STR 2.05.01:2013 Pastatų energinio naudingumo projektavimas. Valstybės žinios, 2013-12-17, Nr. 129-6566.
16. Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės . Valstybės žinios, 2004, Nr. 134-4878
17. Darboviečių įrengimo statybvietės nuostatai. Valstybės žinios, 2008, Nr. 10-362
18. Saugos ir sveikatos taisyklės statyboje dt 5-00. Valstybės žinios, 2001-01-10, Nr. 3-74
19. Kėlimo kranų naudojimo taisyklės. Valstybės žinios, 2010-09-23, Nr. 112-5717

20. Darbuotojų saugos ir sveikatos taisyklės statyboje. DT 5-00 Valstybės žinios, 2011, Nr. 77-3785
21. Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsaugos priemonėmis nuostatai. Valstybės žinios, 2007-11-29, Nr. 123-5055
22. Bendrosios gaisrinės saugos taisyklės. Valstybės žinios, 2010, Nr. 99 -5167 (Aktuali redakcija: Valstybės žinios Nr. 118-5970).
23. „Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“. Valstybės žinios, 2000, Nr. 8-215
24. Internetinė svetainė <http://cranbalt.lt/product-category/nuoma/automobiliniai-kranai/>
25. Surenkamų gelžbetoninių gaminių montavimo rekomendacijos. Betonika. Leidimas 1 2008 lapkritis
26. NARVYDAS, Evaldas, Kompiuterinė konstrukcijų analizė: principai ir tipiniai pavyzdžiai, Kaunas:2011 mokomoji knyga ISBN 978-9955-25-625-0
27. SLIŽAITĖ, Danutė, Pamatai ir pagrindai, Vilnius: Technika, 2012. 240p. UDK 624.15(075.8) SI-32
28. Lietuvos higienos norma HN 23:2011 „Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai“ “. Valstybės žinios, 2011-09-10, Nr. 112-5274
29. Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodiniai nurodymai. Valstybės žinios, 2005-08-06, Nr. 95-3536
30. Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodiniai nurodymai. 2 priedas. Valstybės žinios, 2005-08-06, Nr. 95-3536

PRIEDAI

Varžų skaičiavimas

Apskaičiuojame vienos duotos konstrukcijos (2.1 pav) visuminę šiluminę varžą.



2.1. pav. Stogo detalė

Apskaičiuojamos atskirų sluoksnių šiluminės varžos ir visuminė šiluminė varža.

Pirmasis sluoksnis – 50 mm storio šilumos izoliacija iš mineralinės vatos, kurios $\lambda_{dec} = 0,038 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

$$\Delta\lambda_{cv} = 0,038 \cdot 0,1 = 0,0038 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}).$$

$$\lambda_{ds} = 0,038 + 0,001 + 0,0038 = 0,043 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}).$$

$$R_1 = 0,05 / 0,043 = 1,16 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W};$$

Antrasis sluoksnis – garo izoliacija priimama, kaip plonas sluoksnis tarp atitvaros sluoksnių – $R_{q,3} = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)}/\text{W}$.

Trečiasis sluoksnis – 320 mm storio šilumos izoliacija Paroc Ros 30 ir Paroc Ros30g, kurių $\lambda_{dec} = 0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

$$\Delta\lambda_{cv} = 0,036 \cdot 0,1 = 0,0036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}).$$

$$\lambda_{ds} = 0,036 + 0,001 + 0,0036 = 0,041 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}).$$

$$R_3 = 0,32 / 0,041 = 7,81 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W};$$

Ketvirtasis sluoksnis – 20 mm storio šilumos izoliacija iš mineralinės vatos, kurios $\lambda_{dec} = 0,038 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

$$\Delta\lambda_{cv} = 0,038 \cdot 0,1 = 0,0038 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}).$$

$$\lambda_{ds} = 0,038 + 0,001 + 0,0038 = 0,043 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}).$$

$$R_4 = 0,02 / 0,043 = 0,47 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W};$$

Penktasis sluoksnis yra iš 9 mm storio bituminės dangos, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{ds} = 0,17 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

$$R_5 = d_5/\lambda_{5,ds} = 0,009/0,17 = 0,05 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}.$$

Stogo suminė šiluminė varža:

$$R_s = R_{q,1} + R_2 + R_{q,3} + R_4 + R_5 = 1,16+0,04+ 7,81 + 0,47 + 0,05 = 9,53 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}.$$

Stogo visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0,10 + 9,53+ 0,10 = 9,73\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}.$$

Apskaičiuojamas šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{9,73} = 0,103 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}).$$

Stogo visuminė šiluminė varža $R_t = 9,73\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, šilumos perdavimo koeficientas $U = 0,103 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Išvada: Stogo laidumo koeficientas $U=0,103\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ tenkina [14] 4 lentelėje pateiktas norminius šilumos perdavimo koeficiento reikalavimus $U_N=0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

SUDERINTA: _____ TŪKST.LT.

TVIRTINU: _____ TŪKST.LT.

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

2012 M. MĖN. D.

2012 M. MĖN. D.

LOKALINĖ SAMATA

Sudaryta pagal 2015.10 kainas

Statinių grupė **M_I_1** Magistro darbasStatiny **7** Ekonominė dalisŽiniaraštis **1** Grežtiniai pamatai

2016.01.04

Suma žiniaraščiui **57416.92** EUR

Sąm. eil.	Darbu ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma (d. užm.)	Kiekis (medž.)	Kaina (EUR) (mech.)	Iš viso (EUR)	Vieneto kaina su priskaitymais be PVM	Kaina su priskaitymais be PVM visam kiekiui
1	Pirmas							
1	N5P-0603	m3		25,04			351,4748	8800,928992
	Grežtinių polių betonavimas , kai grežinio skersmuo iki 500 mm							
	Darbo sąn. kateg. 4.5	žm.val.	3,5	87,64	5,55	486,4	10,8414	950,140296
	260009 Armatūros karkasai	t	0,075	1,878	959,91	1802,71	1131,5755	2125,098789
	600043 Betono mišiniai	m3	1,14	28,5456	72,52	2070,13	85,4891	2440,337653
	489034 Kranas ant automob. važiuoklės keliam.galios iki 10 t	maš.val	0,15	3,756	22,61	84,92	26,6535	100,110546
	489092 Betono siurblys	maš.val	0,44	11,0176	41,59	458,22	49,0277	540,167588
	489246 Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliu	maš.val	0,2	5,008	2,8	14,02	3,3007	16,529906
	489303 Universalus agregatas polių ir inkarų įrengimui grunte	maš.val	1,17	29,2968	76,11	2229,78	89,7211	2628,541122
N5P-0603	Darbo užm. 486.40	Medžiagos 3872.84						
2	N57P-6407	m3		39,15			221,1858	8659,42407
	Mechanizmai 2786.94							
	Iš viso 7146.18							
	Monolitinės galvenos įrengimas, kai pamato tūris iki 0,5 m3							
	Darbo sąn. kateg. 3.5	žm.val.	8,3	324,945	5,04	1637,72	10,0164	3254,779098
	230451 Specialus tepalas klojiniams	l	0,146	5,7159	3,8	21,72	4,4796	25,604946
	260024 Įdėtinės detalės	t	0,075	2,936	1947,53		2295,8165	
	261195 Armatūros tinklai ir karkasai	t	1,0	959,91	1131,5755			
	521966 Inventoriniai lengvų metalo-faneros skydų klojiniai	m2	0,04	1,566	402,4	630,16	474,3632	742,852771

Sąm. eil.	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma (d. užm.)	Kiekis (medž.)	Kaina (EUR) (mech.)	Iš viso (EUR)	Vieneto kaina su priskaitymais be PVM	Kaina su priskaitymais be PVM visam kiekiui
573015	Neplautas žvyras	m3	0,13	5,0895	10,84	55,17	12,7786	65,036685
600043	Betono mišiniai	m3	1,015	39,73725	72,52	2881,75	85,4891	3397,101739
489034	Kranas ant automob. važiuoklės keliam.galios iki 10 t	maš.val	0,56	21,924	22,61	495,7	26,6535	584,351334
489192	Vibratorius	maš.val	0,5	19,575	0,47	9,2	0,5541	10,846508
489334	Mini daugiafunkcinės mašinos	maš.val	0,52	20,358	24,12	491,03	28,4335	578,849193
N57P-6407	Darbo užm. 1637.72 Medžiagos 3588.80		Mechanizmai 995.93		Iš viso 6222.45			
3 N6-17		m3		24,0			205,1158	4922,7792
Geležbetoninės pamatų sijos, įrengiant klojinčius iš skydų,								
	Darbo sąn. kateg. 3.33	žm.val.	10,0	240,0	4,97	1192,8	10,0461	2411,064
120002	Plieninė viela	t	0,00029	0,00696	897,02	6,24	1057,4386	7,359773
120030	Statybinės viny	kg	0,2205	5,292	1,06	5,61	1,2496	6,612883
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	1,7	40,8	1,94	79,15	2,2869	93,30552
260014	Betonas	m3	1,015	24,36	72,52	1766,59	85,4891	2082,514476
260017	Armatūra	t	0,075	1,8	634,08		747,4757	
534003	Apipjaautos lentos 40mm st. (3 rūš.)	m3	0,004	0,096	192,29	18,46	226,6782	21,761107
534017	Apipjaautos lentos 25-32mm st. (3 rūš.)	m3	0,0023	0,0552	192,29	10,61	226,6782	12,512637
534936	Klojinių skydai	m2	0,055	1,32	8,08	10,67	9,525	12,573
489131	Kranas	maš.val	0,43	10,32	22,61	233,34	26,6535	275,06412
N6-17	Darbo užm. 1192.80 Medžiagos 1897.33		Mechanizmai 233.34		Iš viso 3323.47			
4 N7-7		vnt		24,0			1044,4857	25067,6568
Pamatų sijų montavimas								
	Darbo sąn. kateg. 3.67	žm.val.	4,9	117,6	5,17	607,99	8,7819	1032,75144
260027	Surenkamos g/b konstrukcijos	vnt	1,0	24,0	832,32	19975,68	981,1679	23548,0296
600008	Cementinis skiedinys S5	m3	0,0047	0,1128	57,18	6,45	67,4058	7,603374
600046	Betono mišiniai C12/15	m3	0,03	0,72	71,18	51,25	83,9095	60,41484
489041	Kranas ant vikšrinės važiuoklės 16 t keliamosios galios	maš.val	0,47	11,28	31,5	355,32	37,1333	418,863624
N7-7	Darbo užm. 607.99 Medžiagos 20033.38		Mechanizmai 355.32		Iš viso 20996.69			
Iš viso skyriuje 1 Darbo užm. 3925 Medžiagos 29392								
Viso žiniaraštyje 1 Darbo užm. 3925 Medžiagos 29392								
				882				
Papildomų medžiagų vertė 3.00%								
Papildomų mechanizmų vertė 3.00%				131				
Sezoniniai darbai 15.00% (3317)								
Specifiniai darbai 17.00%								
Papildomas darbo užmokestis 8.00%(3925+498+81)								
Soc.draudimo išlaidos 31.00%(3925+498+81+360)								
Statinio statybos išlaidos								
Viso:				30274	4503	39641		
Viso:				30274	4503	41149		

Šam. eil.	Darbu ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma (d.užm.)	Kiekis (medž.)	Kaina (EUR) (mech.)	Iš viso (EUR)	Vieneto kaina su priskaitymais be PVM	Kaina su priskaitymais be PVM visam kiekiui
	Statybvietės išlaidos 9.00%					3703		
	Iš viso tiesioginės išlaidos					44852		
	Pridėtinės išlaidos 7.00%(3925+498+81+360)					340		
	Pelnas 5.00%(44852+340)					2260		
	Iš viso netiesioginės išlaidos					2600		
						47452		
						9964,92		
	Pridėtinės vertės mokestis 21.00%					57416,92		
						57416,92		

Sudarė :

/Pavardė/

Sąm. eil.	Darbu ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma (d. užm.)	Kiekis (mez.)	Kaina (EUR) (mech.)	Iš viso (EUR)	Vieneto kaina su priskaitymais be PVM	Kaina su priskaitymais be PVM visam kiekiui
iš viso netiesioginės išlaidos								
						1384		
						27716		
						5820,36		
						33536,36		

Bendra vertė be PVM

Bendra vertė su PVM

Pridėtinės vertės mokestis 21.00%

Sudarė :
/Pavardė/

SUDERINTA: _____ TŪKST.LT.

TVIRTINU: _____ TŪKST.LT.

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

2012 M. MĖN. D.

2012 M. MĖN. D.

LOKALINĖ SAMATA

Sudaryta pagal 2015.10 kainas

Statinių grupė M_T_1 Magistro darbas**Statiny 7 Ekonominė dalis****Žiniaraštis 3 Perdangos montavimas**

2016.01.04

Suma žiniaraščiui 8437.33 EUR

Sąm. eil.	Darbu ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma (d.užm.)	Kiekis (medž.)	Kaina (EUR) (mech.)	Iš viso (EUR)	Vieneto kaina su priskaitymais be PVM	Kaina su priskaitymais be PVM visam kiekiui
1	Pirmas							
1	N7P-0406	100m2		0,1565			2877,5941	450,343477
	Geležbetoninių kiaurymėtu perdangos plokščių montavimas							
	Darbo sąn. kateg. 3.5	žm.val.	35,7	5,58705	5,04	28,16	8,8179	49,266048
	261203 Kiaurymėtos perdangos plokštės	m3	20,0	3,13	95,65	299,38	112,7556	352,925028
	600004 Cementinis skiedinys	m3	0,12	0,01878	57,18	1,07	67,4058	1,265881
	600043 Betono mišiniai	m3	0,72	0,11268	72,52	8,17	85,4891	9,632912
	489131 Kranas	maš.val	8,85	1,38503	22,61	31,32	26,6535	36,915764
	489192 Vibratorius	maš.val	3,9	0,61035	0,47	0,29	0,5541	0,338195
	N7P-0406 Darbo užm. 28.16 Medžiagos 308.62		Mechanizmai 31.61			Iš viso 368.39		
2	N7P-0406	100m2		2,28			2811,6248	6410,504544
	Geležbetoninių kiaurymėtu perdangos plokščių montavimas							
	Darbo sąn. kateg. 3.5	žm.val.	31,7	72,276	5,04	364,27	8,8179	637,32254
	261203 Kiaurymėtos perdangos plokštės	m3	20,0	45,6	95,65	4361,64	112,7556	5141,65536
	600004 Cementinis skiedinys	m3	0,06	0,1368	57,18	7,82	67,4058	9,221113
	600043 Betono mišiniai	m3	0,72	1,6416	72,52	119,05	85,4891	140,338907
	489131 Kranas	maš.val	7,85	17,898	22,61	404,67	26,6535	477,044343
	489192 Vibratorius	maš.val	3,9	8,892	0,47	4,18	0,5541	4,927057
	N7P-0406 Darbo užm. 364.27 Medžiagos 4488.51		Mechanizmai 408.85			Iš viso 5261.63		
3	N6P-0601	m3		0,99			114,343	113,19957
	Monolitinių geležbetoninių perdangų betonavimas, kai armavimas							

Sąm. el.	Darbu ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma (d.užm.)	Kiekis (medž.)	Kaina (EUR) (mech.)	Iš viso (EUR)	Vieneto kaina su priskaitymais be PVM	Kaina su priskaitymais be PVM visam kiekiui
	Darbo sąn. kateg. 3.5	žm.val.	2,0	1,98	5,04	9,98	10,1876	20,171448
600043	Betono mišiniai	m3	1,015	1,00485	72,52	72,87	85,4891	85,903722
489092	Betono siurblys	maš.val	0,14	0,1386	41,59	5,76	49,0277	6,795239
489192	Vibratorius	maš.val	0,6	0,594	0,47	0,28	0,5541	0,329135
N6P-0601	Darbo užm. 9.98 Medžiagos 72.87		Mechanizmai 6.04		Iš viso 88.89			
	Iš viso skyriuje 1 Darbo užm. 402 Medžiagos 4870		Mechanizmai 447		Iš viso 5719		5803,5619	6974,047591
	Viso žiniaraštyje 3 Darbo užm. 402 Medžiagos 4870		Mechanizmai 447		Iš viso 5719			
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%			146				
	Papildomų mechanizmų vertė 3.00%				13			
	Sezoniniai darbai 15.00% (10)		2					
	Specifiniai darbai 17.00%		12					
	Papildomas darbo užmokestis 8.00%(402+2+12)		33					
			449		460	5925		
	Soc.draudimo išlaidos 31.00%(402+2+12+33)	Viso:	139	5016	460	6064		
	Statinio statybos išlaidos	Viso:	588	5016	460	546		
	Statybvietės išlaidos 9.00%					6610		
	Iš viso tiesioginės išlaidos					31		
	Pridėtinės išlaidos 7.00%(402+2+12+33)					332		
	Pelnas 5.00%(6610+31)					363		
	Iš viso netiesioginės išlaidos					6973		
	Pridėtinės vertės mokestis 21.00%					1464,33		
						8437,33		

Sudarė :

/Pavardė/

SUDERINTA: _____ TŪKST.LT.

TVIRTINU: _____ TŪKST.LT.

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

2012 M. MĖN. D.

2012 M. MĖN. D.

LOKALINĖ SĄMATA

Sudaryta pagal 2015.10 kainas

Statinių grupė **M_T_1** Magistro darbas

Statinys **7** Ekonominė dalis

Žiniaraštis **4** Santvarų skaičiavimas

2016.01.04

Suma žiniaraščiui **30442.39** EUR

Sąm. eil.	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma (d. užm.)	Kiekis (medž.)	Kaina (EUR) (mech.)	Iš viso (EUR)	Vieneto kaina su priskaitymais be PVM	Kaina su priskaitymais be PVM visam kiekiui
1	Pirmas							
1	N9P-0102	t		8,48			1940,0309	16451,462032
	Metallinių gegnių ir pogeigniųjų santvarų montavimas, kai anga iki Darbo sąn. kateg. 4.5	žm.val.	15,4	130,592	5,55	724,79	10,2758	1341,937274
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	3,0	25,44	1,94	49,35	2,2869	58,178736
120051	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	0,8	6,784	1,93	13,09	2,2752	15,434957
520003	Plieninės statybinės konstrukcijos	t	1,0	8,48	1455,18	12339,93	1715,4171	14546,737008
520349	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	1,0	8,48	1,46	12,38	1,7211	14,594928
534001	Raštai 14-24cm st. (spvgl., 3 rūš.)	m3	0,01	0,0848	80,44	6,82	94,8255	8,041202
380004	Suvirinimo transformatorius	maš.val	3,9	33,072	2,8	92,6	3,3007	109,16075
489034	Kranas ant automob. važiuoklės keliam.galios iki 10 t	maš.val	0,6	5,088	22,61	115,04	26,6535	135,613008
489051	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam. galios	maš.val	0,8	6,784	27,73	188,12	32,6891	221,762854
N9P-0102	Darbo užm. 724.79	Medžiagos 12421.57						
2	N9P-0103	t		0,945			2030,2963	1918,630004
	Metallinių sijų ir ilginių montavimas, kai sijų, ilginių masė Darbo sąn. kateg. 4.5	žm.val.	19,0	17,955	5,55	99,65	9,7102	174,346641
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	1,7	1,6065	1,94	3,12	2,2869	3,673905
120051	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	9,0	8,505	1,93	16,41	2,2752	19,350576
520003	Plieninės statybinės konstrukcijos	t	1,0	0,945	1455,18	1375,15	1715,4171	1621,069159

Sąm. eil.	Darbu ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma (d.užm.)	Kiekis (medž.)	Kaina (EUR) (mech.)	Iš viso (EUR)	Vieneto kaina su priskaitymais be PVM	Kaina su priskaitymais be PVM visam kiekiui
520349	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	8,0	7,56	1,46	11,04	1,7211	13,011516
380004	Suvirinimo transformatorius	maš.val	2,2	2,079	2,8	5,82	3,3007	6,862155
489051	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam. galios	maš.val	2,6	2,457	27,73	68,13	32,6891	80,317119
N9P-0103	Darbo užm. 99.65 Medžiagos 1405.72							
3 N9P-0104	Darbo užm. 99.65 Medžiagos 1405.72	t	Mechanizmai 73.95	3,345	Iš viso 1579.32	2029,9343	6790,130234	
	Metallinių ryšių ir spyrių montavimas, kai ryšių ir spyrių masė Darbo sąn. kateg. 4.4	žm.val.	24,0	80,28	5,52	443,15	9,3764	752,737392
120051	Tvirtinimo varžtai (ivairūs)	kg	16,8	56,196	1,93	108,46	2,2752	127,857139
520003	Plieninės stalybinės konstrukcijos	t	1,0	3,345	1455,18	4867,58	1715,4171	5738,0702
520349	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	0,2	0,669	1,46	0,98	1,7211	1,151416
489051	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam. galios	maš.val	1,5	5,0175	27,73	139,14	32,6891	164,017559
489244	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	maš.val	3,4	11,373	0,47	5,35	0,5541	6,301779
N9P-0104	Darbo užm. 443.15 Medžiagos 4977.02							
Iš viso skyrinuje 1	Darbo užm. 1268 Medžiagos 18804							
Viso žiniaraštyje 4	Darbo užm. 1268 Medžiagos 18804							
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%			564				
	Papildomų mechanizmų vertė 3.00%			18				
	Sezoniniai darbai 15.00% (0)							
	Specifiniai darbai 17.00%							
	Papildomas darbo užmokestis 8.00%(1268+68)							
	Soc.draudimo išlaidos 31.00%(1268+68+107)							
	Statinio statybos išlaidos							
	Statybvietės išlaidos 9.00%							
	Iš viso tiesioginės išlaidos							
	Pridėtinės išlaidos 7.00%(1268+68+107)							
	Pelnas 5.00%(23860+101)							
	Iš viso netiesioginės išlaidos							
	Pridėtinės vertės mokestis 21.00%							
	Bendra vertė be PVM							
	Bendra vertė su PVM							

Sudarė :

/Pavardė/