

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Marius Kizala

**KULTŪROS, EDUKACIJOS IR SPORTO CENTRO KAUNE
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Lekt. Goaras Andriušis

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

Doc. dr. Mindaugas Augonis

KULTŪROS, EDUKACIJOS IR SPORTO CENTRO KAUNE
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS

Baigiamasis magistro projektas
Statyba (621J80001)

Vadovas

Lekt. Goaras Andriušis

Recenzentas

Rytis Šventoraitis

Projektą atliko

Marius Kizala

KAUNAS, 2016

Projektą atliko SSM- 4 gr. studentas:

Marius Kizala

vardas, pavardė

parašas, data

Konsultantai:

Architektūrinė dalis

Gitana Šukaitytė

vardas, pavardė

parašas, data

Ekonominė dalis

Loreta Inokaitytė

vardas, pavardė

parašas, data

Grafinė dalis

Jolanta Šadauskienė

vardas, pavardė

parašas, data

Konstrukcijų skaičiavimo dalis

Goaras Andriušis

vardas, pavardė

parašas, data

Technologijų dalis

Rūta Miniotaitė

vardas, pavardė

parašas, data

Darbų saugos dalis

Dalia Nizevičienė

vardas, pavardė

parašas, data

PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO PATVIRTINIMAS

Patvirtinu, kad parengtas magistro baigiamasis darbas

Kultūros, edukacijos ir sporto centro Kaune statybinių konstrukcijų dalies projektas

(įrašyti pavadinimą)

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

Marius Kizala

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Data 2016 m. sausio 4 d.

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

Magistro baigiamasis darbas

KULTŪROS, EDUKACIJOS IR SPORTO CENTRO KAUNE STATYBINIŲ
KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS

Marius Kizala

Magistro baigiamajame darbe pateikiamas kultūros, edukacijos ir sporto centro projektas. Projektas buvo parengtas remiantis Lietuvos Respublikos teisės aktais bei juose esančiais reikalavimais. Priimti tokie architektūriniai sprendiniai, kurie neprieštaruja visuomeninio statinio estetiniams reikalavimams. Atsižvelgiant į projektuojamo pastato paskirtį, suformuojamas sklypo planas. Išanalizavus nuolatinės ir kintamos apkrovas bei atlikus skaičiavimus, parenkamos laikančiosios konstrukcijos. Projekte atliekamas dviejų konstrukcijų montavimo ekonominis palyginimas. Rėmų montavimo schemas bei sąnaudos ir darbų grafikas pateikiami technologinėje kortelėje. Taip pat aptariama projektuojamo pastato atitiktis darbo saugos ir aplinkosaugos reikalavimams.

Darbą sudaro įvadas, 6 skyriai, išvados, 28 punktų literatūros sąrašas ir 7 priedai. Darbo apimtis – 191 psl., darbe pateikti 34 pav. ir 28 lentelės.

Reikšminiai žodžiai: rėmas, technologinė kortelė, laikančiosios konstrukcijos, visuomeninis pastatas.

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

Master final work

STRUCTURAL PART OF PROJECT OF A CULTURE, EDUCATION AND SPORTS
CENTRE IN KAUNAS CITY

Marius Kizala

A project of the culture, education and sports centre was made in this thesis. The project was formulated with reference to the main requirements stated in law of the Republic of Lithuania. Following the aesthetic requirements of the community building, architectural solutions were adopted. A lot plan was designed according to purpose of the centre. After analyzing fixed and variable loads and making calculations, load-bearing structures were chosen. In this project economic comparison of two structures installation was carried out. The schemes of frames mounting, expenditure and work schedule are given in the technological card. The congruity of the designed building for the industrial safety and environment protection requirements is being discussed as well.

The thesis consists of introduction, 6 chapters, conclusions, a list of 28 literature sources and 7 annexes. There are 191 pages, 34 figures and 28 tables in this paper.

Keywords: frame, technological card, load-bearing structures, community building.

Turinys

Įvadas.....	10
1. Statybos reglamentavimo ir teisės sąlygos.....	12
1.1. Statinio projektavimas	12
1.2. Esminiai statinio reikalavimai	13
1.3. Statybos leidimas	13
1.4. Statybos darbai.....	14
1.5. Statinių pripažinimas tinkamais naudoti.....	15
2. Architektūrinė dalis.....	16
2.1. Statybos vieta ir sklypo principiniai sprendimai.....	16
2.2. Sklypo ir statinio bendrieji rodikliai	16
2.3. Architektūriniai sprendimai	16
2.4. Konstrukciniai sprendimai.....	17
2.5. Stogo šilumos perdavimo koeficiento nustatymas.....	19
3. Konstrukcinė dalis.....	21
3.1. Apkrovų skaičiavimas.....	21
3.1.1. Sniego apkrovos nustatymas	21
3.1.2. Naudojimo apkrovų skaičiavimas	22
3.1.3. Vėjo apkrovų skaičiavimas.....	22
3.1.4. Nuolatinės apkrovos skaičiavimas.....	24
3.2. Deriniai	26
3.3. Metalinės santvaros projektavimas	29
3.3.1. Santvaros strypų įrašų suvestinė.....	29
3.3.2. Santvaros apatinės juostos projektavimas	30
3.3.3. Santvaros viršutinės juostos projektavimas.....	31
3.3.4. Santvaros spyrių projektavimas.....	34
3.3.5. Santvaros mazgų projektavimas	37
3.3.6. Statybinės pakylės projektavimas	51
3.4. Metalinės kolonos projektavimas	52
3.4.1. Kolonos charakteristikos	52
3.4.2. Kolonos pastovumas momento veikimo plokštumoje.....	53
3.4.3. Kolonos pastovumas iš momento veikimo plokštumos	54
3.4.4. Kolonos skerspjūvio sienelės pastovumas.....	56
3.4.5. Kolonos skerspjūvio juostos pastovumas.....	56

3.4.6.	Kolonos galvenos projektavimas.....	57
3.4.7.	Kolonos bazės projektavimas	59
3.5.	Metalinio trilanksčio rėmo projektavimas	68
3.5.1.	Strypų įrašų suvestinė.....	68
3.5.2.	Metalinio rėmo kolonos vidinės juostos projektavimas	69
3.5.3.	Rėmo kolonos išorinės juostos projektavimas	72
3.5.4.	Metalinio rėmo rėmsijos išorinės juostos projektavimas	75
3.5.5.	Metalinio rėmo rėmsijos vidinės juostos projektavimas	77
3.5.6.	Metalinio rėmo spyrių projektavimas.....	80
3.5.7.	Kraigo jungties skaičiavimas.....	82
3.6.	Plieninės sijos projektavimas.....	86
3.6.1.	Saugos ribinis būvis.....	86
3.6.2.	Tinkamumo ribinis būvis.....	89
3.7.	G/b perdangų plokštės su apskritomis kiaurymėmis projektavimas.....	90
3.7.1.	Pradiniai duomenys	90
3.7.2.	Perdangos plokštės skaičiavimas saugos ribinio būvio sąlygomis.....	90
3.8.	Polinių pamatų projektavimas	99
3.8.1.	Reikiamo gręžtinio polinio pamato dydžio nustatymas	99
3.8.2.	Gręžtinio poliaus armatūros karkaso projektavimas	101
4.	Technologinė ir ekonominė dalys	103
4.1.	Metalinių trilanksčių rėmų montavimo technologinė kortelė.....	103
4.1.1.	Rėmų montavimo darbų apimčių skaičiavimas.....	103
4.1.2.	Kabinimo priemonių parinkimas	103
4.1.3.	Krano parinkimas	103
4.1.4.	Darbo sąnaudų, mechanizmų ir medžiagų poreikio skaičiavimas.....	106
4.1.5.	Darbo sąnaudų suvestinė	107
4.1.6.	Statybinių medžiagų suvestinė	107
4.1.7.	Metalinių rėmų montavimas.....	107
4.1.8.	Darbų kokybė ir kontrolė.....	108
4.1.9.	Darbų sauga	109
4.2.	Konstrukcijų montavimo ekonominis palyginimas	109
5.	Mokslinio tiriamojo darbo rezultatai ir jų panaudojimas	112
5.1.	Įstriža flanšinė jungtis	112

5.2. Įprasta flanšinė jungtis	117
6. Darbų sauga ir aplinkosauga	120
6.1. Darbų sauga	120
6.1.1. Bendra projektuojamo pastato charakteristika	120
6.1.2. Plieninio trilanksčio rėmo montavimo darbų sauga	121
6.2. Aplinkosauga	125
6.2.1. Bendrieji projektuojamo pastato vandentiekio, atliekų šalinimo, oro kokybės, šildymo bei triukšmo reikalavimai	125
6.3. Gaisrinė sauga.....	126
Išvados	127
Literatūros sąrašas	128
Priedai.....	130

Išvadas

Projektuojamo pastato vieta – Kaunas. Statinio paskirtis – daugiafunkcinio naudojimo (ekspozicijų salės, administracinės patalpos, baseinas ir kita). Projektuojamas pastatas susidaro iš dviejų dalių. Pirmoji pastato dalis yra sudaryta iš dviejų tarpsnių, kurių plotis yra po 19,8 m bei 32,7 m ilgio, aukštis nuo 15,05 m iki 16,12 m. Antroji pastato dalis yra 21,8 m ilgio bei 19,8 m pločio, aukštis nuo 8,0 m iki 11,6 m. Pirmosios pastato dalies karkasas yra metalinis. Jis sudarytas iš septynių skersinių rėmų, kurių žingsnis – 5,45 m. Skersinį rėmą sudaro HEA 240 kolonos, kurios yra standžiai įtvirtintos, o viršuje per antkolonius lanksčiai sujungtos su dvišlaitėmis kabamosios metalinėmis santvaromis. Santvaros projektuojamos iš stačiakampių bei kvadratinių plieninių vamzdžių. Aukštis iki sanvarų apačios yra 12,94 m. Rėmo sudėtyje taip pat yra tarpaukštinės sijos HEA 340, kurios viename tarpsnyje yra jungiamos lanksčiai prie kolonų. Šis tarpsnis yra sudarytas iš trijų aukštų, kurių grindų altitudės yra 4,5 bei 9,0 m.

Antroji pastato dalis yra sudaryta iš spragotinio tipo plieninių trilanksčių rėmų, kurie išdėstomi 5,45 m žingsniu. Rėmas yra lanksčiai sujungiamas pamatuose bei kraigo mazge. Spragotinis rėmas sudarytas iš plieninių vamzdinių profilių.

Pastato pastovumą užtikrina horizontalūs bei vertikalūs ryšiai tarp skersinių rėmų. Ryšiai projektuojami iš kvadratinių vamzdžių 100x100x4 mm, 120x120x4 mm bei plieninių tempių, kurių skersmuo yra 20 mm.

Pagal kategoriją statinys priskiriamas prie ypatingųjų statinių, nes yra didelis atstumas tarp atramų (kai atstumas tarp atramų 12 m ir daugiau).

Pagal paskirtį pastatas priskiriamas negyvenamųjų pastatų grupei (kultūros, mokslo ir sporto paskirties pastatai).

Darbui parengti naudoti pagrindiniai privalomieji dokumentai, reikalingi konstrukcijų skaičiavimui: STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“, STR 2.05.08:2005 „Plieninių konstrukcijų projektavimas“ ir STR 2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“.

Taip pat buvo naudojami ir kiti privalomieji teisiniai dokumentai, iš kurių pagrindinis yra LR Statybos įstatymas.

Atlikdamas magistro baigiamąjį darbą, suprojektavau 19,8 m santvarą, tarpaukštinės surenkamas g/b kiaurymėtas plokštes, metalinį siją ir koloną, polinį pamatą bei palyginau du

skirtingus trilanksčius rėmus. Pirmasis rėmas – medinis, sudarytas iš klijuotos medienos elementų. Antrasis rėmas suprojektuotas iš plieninių kvadratinių bei stačiakampių vamzdžių. Projektuojamas pastatas yra numatomas pirmuosiuose sniego bei vėjo apkrovų rajonuose. Taip pat pastate yra naudojimo apkrova ant tarpaukštinių surenkamų g/b perdangų, imta pagal dvi skirtingas kategorijas: antrame aukšte numatoma C1, o trečiame aukšte – C3 kategorijos. Apskaičiavau visas laikinąsias bei nuolatines apkrovas, kurios veikia projektuojamą statinį. Pastato konstrukcinius elementus veikiančias įrašas apskaičiavau su programa „Robot Structural Analysis“.

Abiems skirtingiems trilanksčiams rėmams buvo sudarytos montavimo lokalinės sąmatos pagal programą „SISTELA“. Iš gautų rezultatų buvo nustatyta, kad metalinio rėmo montavimas yra 9,49 % pigesnis. Gautus rezultatus pateikiu stulpelinėse diagramose.

1. Statybos reglamentavimo ir teisės sąlygos

Lietuvos Respublikos teritorijoje statomų, rekonstruojamų ir remontuojamų statinių esminius reikalavimus, statybos techninio normavimo, statybinių tyrinėjimų, statinių projektavimo, statybos, statybos užbaigimo, statinių naudojimo ir priežiūros, griovimo tvarką, statybos dalyvių, viešojo administravimo subjektų, statinių savininkų (ar naudotojų) ir kitų juridinių ir fizinių asmenų veiklos šioje srityje principus ir atsakomybę nusako Lietuvos Respublikos Statybos Įstatymas [[1] 1 straipsnis 1 punktas].

Teisę būti statytoju Lietuvos Respublikoje turi Lietuvos bei užsienio valstybių fiziniai ir juridiniai asmenys. Ši teisė yra įgyvendinama, kai tenkinamos tokios sąlygos:

- statytojas žemės sklypą valdo nuosavybės teise arba valdo ir naudoja kitais Lietuvos Respublikos įstatymų nustatytais pagrindais;
- statytojas turi nustatyta tvarka parengtą ir patvirtintą (kai tai privaloma) statinio projektą ar kultūros paveldo statinio tvarkomųjų statybos darbų projektą;
- statytojas turi nustatyta tvarka išduotą statybos leidimą.

1.1. Statinio projektavimas

Statinio projektas paruošiamas taip, kad per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę užtikrintų statybos įstatymo apibrėžtus esminius statinio reikalavimus. Architektūra neprieštarauja tam ir atitinka savivaldybės mero (jo įgalioto savivaldybės administratoriaus ar kito savivaldybės administracijos tarnautojo) išduotame projektavimo sąlygų sąvade nustatytus architektūros ir statybos sklypo tvarkymo urbanistinius reikalavimus, normatyvinius statybos techninius ir normatyvinius statinio saugos ir paskirties dokumentus, tai pat deri prie kraštovaizdžio, atitinka statinio paskirtį ir neprieštarauja statinio inžinerinių sistemų ir technologinių inžinerinių sistemų reikalavimams. Sudarant statinio projektą remtasi įstatymais, teisės aktais bei nustatyta tvarka patvirtintais normatyviniais statinio saugos ir paskirties dokumentais, atsižvelgiant į aplinkos apsaugą, gaisrinę saugą, gyventojų higieną, darbų saugą, žmonių su negalia reikmes ir sveikatos apsaugą. Įmonė, kuri suprojektavo statinį, nustatyta tvarka paskiria statinio projekto vadovą ir už projekto vykdymo priežiūrą atsakingą asmenį, kuris privalo atitikti keliamus reikalavimus, nurodytus teisės aktuose.

Parengtam projektui statytojo (užsakovo) užsakymu atestuota įmonė atlieka privalomąją ypatingo statinio projekto ekspertizę ir pateikia atitinkamas išvadas.

Iki paraiškos statybos leidimui gauti, statytojas (užsakovas) samdo asmenį, kuris bus atsakingas už statinio statybos techninę priežiūrą. Statinio statybos techninės priežiūros

tvarką nustato Vyriausybės įgaliota institucija. Asmuo pasamdytas į šias pareigas privalo tikrinti, kad statyba būtų atliekama pagal statinio projektą ir kokybiškai, kontroliuoti statybos metu naudojamų statybos produktų bei įrenginių kokybę, tikrinti ir priimti paslėptus statybos darbus ir paslėptas statinio konstrukcijas, kartu su statybos vadovu rengti statinio pripažinimo tinkamu naudoti dokumentus ir dalyvauti statinį pripažįstant tinkamu naudoti, atlikti bendrosios (bendrųjų statybos darbų) statinio statybos techninės priežiūros vadovo funkcijas, koordinuoti specialiąją (specialiųjų statybos darbų) statinio statybos techninę priežiūrą ir jos vadovų veiklą. Techninis priežiūrėtojas turi teisę stabdyti statybą, jei rangovas nevykdo šių reikalavimų ir jei statybos darbai kelia pavojų žmonėms ir aplinkai.

1.2. Esminiai statinio reikalavimai

Projekte turi būti nurodyta, kad naujai statomas statinys privalo užtikrinti tokius reikalavimus:

- mechaninis atsparumas ir pastovumas. Pastato konstrukcijos suprojektuotos vadovaujantis normatyviniais statybos techniniais dokumentais. Projektiniai sprendimai užtikrina kad apkrovos, galinčios statinį veikti statybos ir naudojimo metu, nesukeltų šių pasekmių: viso statinio ar jo dalies griūties, didesnių deformacijų nei leistinos, žalos kitoms statinio dalims, įrenginiams ar sumontuotai įrangai;
- higiena, sveikata ir aplinkos apsauga. Vidaus aplinka, vandens tiekimas, nuotekų ir atliekų šalinimas ir išorės aplinka atitinka esminius higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos reikalavimus;
- gaisrinės saugos. Įrengtos priešgaisrinės pertvaros tarp administracinių ir sandėliavimo patalpų;
- saugus naudojimas. Statinys suprojektuotas ir bus pastatytas taip, kad išvengtų visų įmanomų nelaimingų atsitikimų;
- apsauga nuo triukšmo. Turi būti ribojamos triukšmo ribos, kad žmonės galėtų ramiai dirbti;
- energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas. Atitvarinių konstrukcijų (sienų, denginio, langų, lauko durų) šilumos perdavimo koeficientai atitinka normatyvinių dokumentų reikalavimus [[1] 4 straipsnis].

1.3. Statybos leidimas

Pastato statybai privalomą statybos leidimą išduoda Kauno miesto savivaldybės meras arba administracijos subjektas. Kad statybos leidimą gautų, statytojas (užsakovas) pateikia:

- nustatytos formos prašymą;
- žemės sklypo nuosavybės teisę ar kitą valdymo ir naudojimo teisę patvirtinančius dokumentus;
- statybos projektą ir kompiuterinę laikmeną su statybos projekto įrašu;
- statinio projekto ekspertizės išvadas;
- statinio projekto patvirtinimo dokumentą;
- dokumentą dėl statinio statybos techninės priežiūros vadovo paskyrimo ir jo kvalifikacijos atestato kopiją [[1] 23 straipsnis].

Išduotas statybos leidimas galioja neribotai.

1.4. Statybos darbai

Statybos darbai pradedami tik po to, kai statytojas (užsakovas) nustatytą tvarka gavo ir perdavė statybos įmonei (rangovui), kuri įstatymų nustatyta tvarka turi teisę vykdyti ypatingų statinių statybą, šiuos reikalingus dokumentus:

- statybos leidimą;
- projektavimo sąlygų sąvadą;
- nustatyta tvarka parengtą ir patvirtintą statinio projektą ir darbų projektą. Darbo projektas gali būti pateiktas kaip vientisas dokumentas arba atskirais sprendiniais skirtingu laiku pagal rangovo suderintą grafiką;
- statybvietės perdavimo ir priėmimo aktą;
- statybos darbų žurnalą;

Statybos įmonė (rangovas) įsakymu ar kitu reikalingu dokumentu skiria:

- Statinio statybos vadovą - fizinį asmenį (specialistą, turintį statybos, architektūros ar kitą aukštąjį inžinerinį išsimokslinimą), atestuotą nustatyta tvarka, kuris, atstovaudamas rangovui, įgyvendina statinio projektą nuo statybos pradžios iki statinio pripažinimo tinkamu naudoti, kartu yra bendrųjų statybos darbų vadovas, koordinuoja statinio statybos specialiųjų darbų vykdymą bei šių darbų vadovų veiklą ir pagal kompetenciją atsako už pastatyto statinio normatyvinę kokybę.

- Statinio statybos specialiųjų darbų vadovą - fizinį asmenį (specialistą, turintį statybos ar kitą aukštąjį arba aukštesnįjį inžinerinį išsimokslinimą), atestuotą nustatyta tvarka, kuris, atstovaudamas rangovui ir įgyvendindamas statinio projektą nuo statybos pradžios iki statinio pripažinimo tinkamu naudoti, vadovauja tam tikriems statybos specialiesiems darbams, būdamas techniškais klausimais pavaldus statinio statybos vadovui ir pagal kompetenciją atsako už pastatyto statinio normatyvinę kokybę.

Statinio statybos vadovui yra pavaldūs visi statybos darbuose dalyvaujantys bendrųjų ir specialiųjų statybos darbų vadovai, specialistai ir darbininkai. Reikalavimai statinio statybos specialiųjų darbų vadovui išlieka tokie patys, bet tik jo vadovaujamų specialiųjų darbų sričiai.

1.5. Statinių pripažinimas tinkamais naudoti

Tinkamas naudoti statinys – toks statinys, kuris atitinka projektą, tenkina esminius statinio reikalavimus ir gali būti saugiai naudojamas pagal paskirtį.

Užbaigus naujo ypatingo statinio statybą, tokio, koks yra mano projektuojamas pastatas Aplinkos ministerijos nustatyta tvarka surašomas statybos užbaigimo aktas.

Komisija statybos užbaigimo akto gavimui reikalingas procedūras turi pradėti ne vėliau kaip per 20 darbo dienų, nuo tos dienos, kai buvo užregistruotas statytojo pateiktas prašymas. Visi komisiją sudarantys nariai pagal savo kompetenciją vizualiai patikrina statinio atitiktį statinio projektui (ar nėra neatitikimų ar kitokių netikslumų), išnagrinėja visus komisijai pateiktus dokumentus (jie turi atitikti visus keliamus reikalavimus sudėčiai, apimčiai ir kita), pagal tai nustato, ar buvo įvykdyti visi nurodyti statinio projekto sprendiniai. Komisija gali atrankos būdu patikrinti kai kurių statinio dalių, konstrukcijų, taip pat elementų, inžinerinių sistemų ir kt. atitiktį duotiems dokumentams, taip pat pareikalauti iš statytojo atlikti visus reikalaujamus bandymus, matavimus, ardymo darbus ir kt.

Jeigu iškyla kokių nors neaiškumų, yra kviečiamas statytojas ir visi su statinio statyba susiję atsakingi asmenys (statinio projekto vadovas, statinio projekto ekspertizės vadovas, statinio projekto vykdymo priežiūros vadovas, statinio statybos techninis prižiūrėtojas, statinio statybos vadovas, statinio statybos specialiųjų darbų vadovai), kurie teikti reikalingus pasiaiškinimus.

Norint, kad viskas būtų užbaigta greitai ir be jokių nesklendimų, reikia laikytis statinio projekte parašytų statinio bendrųjų rodiklių (nesiskirtų nuo faktinių), tačiau, jei tokios procedūros neatliekamos, komisija savo bendru sutarimu sprendžia faktą, ar nustatyti nukrypimai nuo projekto yra esminiai ir ar jie daro lemiamą įtaką visiems projektuojamo ypatingo statinio atitikties esminiams reikalavimams. Jei tie rodikliai buvo neesminiai, tai komisija gali pasirašyti statybos užbaigimo aktą. Aktas gali būti ir nepasirašytas, jei bent vienas iš komisijos narių tam nepritaria. Patį statybos užbaigimo aktą pasirašo sutelktos komisijos pirmininkas [[2] V skirsnis].

2. Architektūrinė dalis

2.1. Statybos vieta ir sklypo principiniai sprendimai

Statybos vieta: Jėgainės g, Kaunas.

Sklypo plotas: 83,8 a.

Sklypo reljefas: lygus.

Užstatymo plotas: 1840,04 m².

Pastatas yra projektuojamas sklypo centrinėje dalyje, aplink jį numatant pakloti asfalto dangą lengvajam autotransportui. Taip pat yra numatoma suprojektuoti betoninių trinkelinių takelius aplink visą projektuojamą visuomeninį pastatą. Likusi sklypo dalis yra apželdinama veja. Sklype yra suprojektuoti du įvažiavimai iš Jėgainės gatvės. Automobilių stovėjimo aikštelės yra suprojektuotos rytinėje sklypo dalyje, numatant pagrindinį įvažiavimą iš šalia esančios gatvės. Šalia vieno iš pagrindinių įėjimų (rytinėje dalyje) į pastatą projektuojamos 3 vietos žmonių su negalia automobiliams.

2.2. Sklypo ir statinio bendrieji rodikliai

Bendras sklypo plotas yra 83,8 a. Numatomas projektuoti pastatas yra vienintelis statinys sklype ir jo užimamas plotas sudaro apie 22 % sklypo užstatymo tankumo. Projektuojamas pastatas nėra vien tik vieno aukšto, todėl bendras sklypo užstatymo intensyvumas siekia 50,4 %. Likusią projektuojamo pastato sklypo dalį sudaro asfalto, betoninių trinkelinių bei apželdinimo plotai.

2.1. lentelė Bendrieji sklypo ir statinio rodikliai

Pavadinimas	Matavimo vnt.	Kiekis
Sklypo plotas	a	83,8
Sklypo užstatymo tankumas	%	21,96
Sklypo užstatymo intensyvumas	%	50,39
Statiniais užimtas žemės plotas	m ²	1840,04
Apželdintas plotas	m ²	1853,35
Trinkelėmis klojamas plotas	m ²	934,88
Asfalto dangos plotas	m ²	3751,73
Pastato aukštis	m	12,05/16,12

2.3. Architektūriniai sprendimai

Projektuojamas pastatas yra sudarytas iš dviejų skirtingų tūrių: vieno aukšto tūrio (baseino patalpa), bei šalia esantis kitas tūris, kuris yra dalinamas į dvi dalis – vieno aukšto (ekspozicijų salė) bei trijų aukštų (visuomeninės paskirties įvairios patalpos).

Vienaukštėje pastato dalyje, kurios aukštis yra 16,12 m, numatomos patalpos parodų ekspozicijoms. Pagrindiniai įėjimai į pastatą – iš vakarinės bei pietinės sklypo pusės. Ši pastato dalis yra paskiriama vien tik ekspozicijų parodoms, todėl išorinės sienos projektuojamos iš vitrininių langų.

Trijų aukštų pastato dalyje (plotis – 19,8 m, ilgis – 33,75 m, aukštis – 16,12 m) projektuojamos uždara bei atvira laiptinė, keltuvas, administraciniai kabinetai, tualetai (vyrų, moterų ir žmonėms su negalia), persirengimo (vyrų ir moterų), dušų (vyrų ir moterų), valymo įrenginių, pagalbinės patalpos. Taip pat numatomos patalpos, kurių paskirtis yra kultūrinė, sportinė: biblioteka su skaityklomis, tapybos ir modeliavimo klasės, jogos ir treniruoklių salės, pasirodymų su repetacijų salės. Iš pagrindinės pastato dalies korpuso numatomas įėjimas per rytinę pastato dalį. Antrojo ir trečiojo aukštų planas panašus savo pagalbinių patalpų išdėstymu, tik labiau skiriasi visuomeninių patalpų funkcijos.

Likusioje vienaukštėje pastato dalyje (plotis – 19,8 m, ilgis – 23,05 m, aukštis – 12,05 m) projektuojamas baseinas į kurį įėjimas yra iš triaukštės pastato dalies.

Pastato fasadai aptaisomi „Ethernit“ apdailos plokštėmis „Tectiva“ TE00 (kreminė spalva), „Tectiva“ TE10 (smėlio spalva) bei „Tectiva“ TE60 (šviesiai ruda spalva). Plokštės orientuojamos vertikaliai, o jų matmenys priklauso nuo pastato angų išdėstymo bei matmenų. Vidaus sienos administracinėse, techninėse bei švietimo paskirties patalpose dažomos, persirengimo patalpose, dušuose ir tualetuose – klijuojamos keraminėmis plytelėmis, o sporto patalpos pirmame aukšte yra atskiriamos skaidraus tipo pertvaromis.

Grindų danga trijų aukštų pastato tarpsnio patalpose – keraminės plytelės, o vieno aukšto ekspozicijų salėje sandėlyje – betoninė grindų danga.

Trijų aukštų pastato dalyje buitinėse patalpose yra įrengiamos kabamosios lubos.

2.4. Konstrukciniai sprendimai

Projektuojamas pastatas yra sudarytas iš dviejų tarpsnių: vienaukščio 19,8 m pločio bei trijų aukštų tokio pat pločio – 19,8 m, kurio gale yra taip projektuojama 19,8 m pločio vienaaukštė pastato dalis. Bendras pastato ilgis yra 56,80 m.

Pamatai. Parinkti gelžbetoniniai gręžtiniai poliniai pamatai, kurių skersmuo yra 1,0 m, ilgis – 3,5 m. Poliai projektuojami iš C25/30 klasės betono. Pastato pamatinės sijos numatomos monolitinės gelžbetoninės. Viršutinė polių altitudė yra -1.050 m, o apatinė altitudė yra -3,550 m. Įgilinama į juostuoto molio sluoksnį, kurio kūginis stiprumas $q_c = 2,4 MPa$.

Grindys. Įrengiamos betoninės C25/30 betono armuotos grindys. Betono sluoksnis trijų aukštų pastato dalies tarpsnyje yra 100 mm, o kitose pastato dalyse – 150 mm. Grindų

deformacinės siūlės įrengiamos kas 5,45x6,6 m stačiakampiais pagal sienas ir kolonas. Taip pat numatomas termoizoliacijos sluoksnis (100 mm) po betono armuotomis grindimis.

Kolonos. Projektuojamos surenkamos dviejų tipų metalinės kolonos:

- vientisos HEA 240 profilio;
- sudėtinės (spragotinės) kolonos iš tuščiavidurių karšto formavimo plieninių vamzdžių.

Perdanga. Projektuojamos surenkamos gelžbetoninės kiaurymėtosios perdangų plokštės, kurių aukštis yra 220 mm.

Denginio konstrukcijos. Suprojektuotos 19,8 m dvišlaitės kabamosios metalinės santvaros iš stačiakampio ir kvadratinio profilio metalinių vamzdžių. Pastato pagrindiniuose rėmuose prie išorinių sienų yra numatoma plieninės laikančiosios sijos HEA 240, kurios lankstais tvirtinamos prie kolonų. Pastato dalyje, kur projektuojamas baseinas, numatomas 19,8 m trilankstis plieninis spragotinis rėmas, kuris sudarytas iš plieninių vamzdžių.

Tarpaukštinės konstrukcijos. Perimti tarpaukštines apkrovas numatytos dvitėžio tipo HEA 340. Šios sijos lakstais tvirtinamos prie kolonų.

Ryšiai projektuojami tarp santvarų, kolonų bei trilanksčio rėmo konstrukcijų. Ryšiai numatomi iš kvadratinio profilio metalinių profilių (100x100x4 mm arba 120x120x4 mm). Santvaros skersinius ir išilginius ryšius viršutinės juostos plokštumoje atstoja profiliuotas skardinis paklotas. Santvaros horizontalūs ryšiai ties apatine juosta įrengiami tam, kad būtų padidintas santvarų atsparumas susisukimui. Vertikalūs ryšiai įrengiami tarp pirmų ir paskutinių dviejų santvarų. Kryžminiai ryšiai įrengiami ties apatinės bei viršutinės santvaros juostos mazgais. Išilgine kryptimi užtikrinti konstrukcijų pastovumui yra numatyti vertikalūs kryžminiai ryšiai, kurie kartu su kolonomis sudaro išilginį rėmą. Šie vertikalūs ryšiai prie kolonų yra prijungiami varžtais.

Sienos. Projektuojamo pastato sienos yra mūrinės, iš ARKO M24 blokelių, kurie yra apšildinti pilkuoju polisteroliu „NEO EPS 70 N“ (250 mm). Fasadais yra ventiliuojami, todėl naudojami aliumininiai profiliai bei fibrocementinės apdailos plokštės. Bendras tokios sienos šilumos perdavimo koeficientas yra numatomas $U_0=0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Likusios pastato sienos projektuojamos iš aliuminio – stiklo sistemų. Fasadų sistemos sudarytos iš sudėtinių, horizontalių ir vertikalų elementų, kurie pagaminami gamykloje, o sumontuojami statybos aikštelėje. Vitrinių langų šilumos perdavimo koeficientas neviršija $U=1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Langai. Numatomi projektuoti plastikiniai dviejų stiklo paketų langai su aliuminio profiliu, kurių spalva yra balta. Langai bus dviejų skirtingų matmenų tipo: 1,5x2,4 m ir 1,5x4,8 m. Langų šilumos perdavimo koeficientas neviršija $U=1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Stogas. Stogas tarp ašių A – F₁ yra projektuojamas plokščias su nuolydžiu 7°. Stogo viršutinis sluoksnis susideda iš dviejų sluoksnių prilydomos bituminės dangos, kuri atlieka pagrindinę hidroizoliacijos paskirtį. Vėliau yra montuojama dviejų tipo mineralinė akmens vata – kietoji „PAROC ROB 80“ (20 mm) bei minkštoji „PAROC ROS 30“ (280 mm). Vata dedama ant laikančiųjų profiliuotos skardos lakštų „RUUKKI T130M-75L-930“ ($t=0,7 \text{ mm}$). Tarp kietosios ir minkštosios mineralinės akmens vatų yra projektuojama difuzinė plėvelė, kuri izoluoja orą ir garus. Pagal technologinius bei kitokius reikalavimus, yra numatyti ventiliaciniai kaminėliai, tam kad stogas ventiliuotųsi bei nesikauptų kondensatas.

Stogas tarp ašių G – K yra projektuojamas su nuolydžiu 20°. Stogo sudedamosios dalys yra tokios pat kaip ir prieš tai aprašyto, tik vietoj apatinio kietos vatos sluoksnio naudojamas lentų paklotas ($t=19 \text{ mm}$), kuris remiasi ant medinių ilginių, kurių aukštis yra 200 mm, o plotis, priklausomai nuo jų žingsnio, yra 100 arba 200 mm. Taip pat yra numatyti ventiliaciniai kaminėliai, tam, kad stogas ventiliuotųsi bei nesikauptų kondensatas.

2.5. Stogo šilumos perdavimo koeficiento nustatymas

Stogo denginio konstrukciją sudaro:

- 2 sl. prilydomos bituminės dangos $d_1 = 10 \text{ mm}$,
 $\lambda_1 = 0,23 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;
- Akmens vatos plokštė „PAROC ROB 80“, $d_2 = 20 \text{ mm}$, $\lambda_3 = 0,038 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;
- Akmens vata „PAROC ROS 30“, $d_3 = 280 \text{ mm}$, $\lambda_3 = 0,036 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;
- Orą ir garus izolijuojanti plėvelė „PAROC XMV 020 bas“, $R_4 = 0,04 (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$;
- Akmens vatos plokštė „PAROC ROB 80“, $d_5 = 20 \text{ mm}$, $\lambda_6 = 0,038 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;
- Profiliuotos skardos lakštai „T130M-75L-930“, $d_6 = 0,7 \text{ mm}$, $\lambda_6 = 50 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;

Atitvaros visuminė varža:

$$R = R_{si} + R_s + R_{se} \quad (2.5.1)$$

čia R_{si} – atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža stogui $R_{si} = 0,1 (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$

R_s – atitvaros šiluminė varža randama pagal formulę:

$$R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (2.5.2)$$

R_{se} – atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža stogui $R_{se} = 0,04 (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$

Atskirų sluoksnių šiluminės varžos skaičiuojamos pagal formulę:

$$R_n = \frac{d_n}{\lambda_n} \quad (2.5.3)$$

Pirmo sluoksnio šiluminė varža:

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0,01}{0,23} = 0,043 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W} \quad (2.5.4)$$

Antro sluoksnio šiluminė varža:

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} = \frac{0,02}{0,038} = 0,526 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W} \quad (2.5.5)$$

Trečio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_3} = \frac{0,28}{0,036} = 7,778 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W} \quad (2.5.6)$$

Ketvirto sluoksnio šiluminė varža:

$$R_4 = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W} \quad (2.5.7)$$

Penkto sluoksnio šiluminė varža:

$$R_5 = \frac{d_5}{\lambda_5} = \frac{0,02}{0,038} = 0,526 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W} \quad (2.5.8)$$

Šešto sluoksnio šiluminė varža:

$$R_6 = \frac{d_6}{\lambda_6} = \frac{0,0007}{50} = 0,000014 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W} \quad (2.5.9)$$

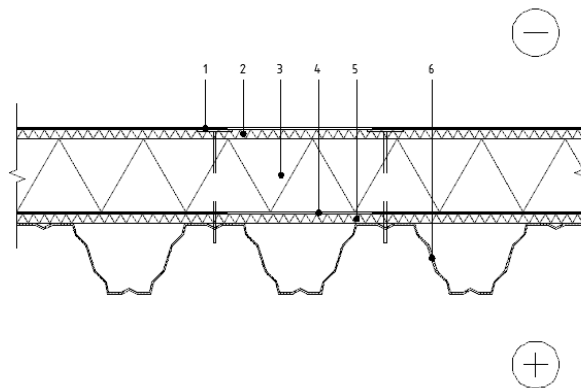
Tada bendra šiluminė varža:

$$R = 0,1 + 0,043 + 0,526 + 7,778 + 0,04 + 0,526 + 0,000014 + 0,04 = 9,05 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W} \quad (2.5.10)$$

Šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{9,053} = 0,11 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} < U_{norm} = 0,11 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} \quad (2.5.11)$$

Apskaičiuotas šilumos perdavimo koeficientas neviršija norminės reikšmės visuomeniniams pastatams.



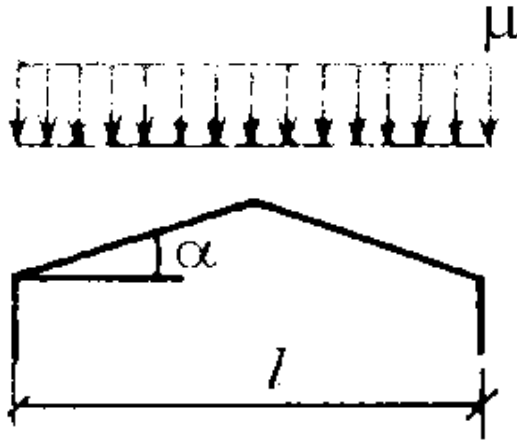
2.1 pav. Stogo denginio konstrukcijos schema

3. Konstrukcinė dalis

3.1. Apkrovų skaičiavimas

3.1.1. Sniego apkrovos nustatymas

Projektuojamas pastatas – Kauno rajone, todėl imame I sniego apkrovos rajoną, kur sniego apkrovos charakteristinė apkrova $s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$. Sniego apkrovą skaičiuojame pagal [[3] 2 priedo 1 lentelės 1 schemą].



3.1 pav. Sniego apkrovos skaičiuojamoji schema

Sniego apkrovos į horizontaliąją projekciją dydis nustatomas pagal formulę:

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,2 \text{ kN/m}^2; \quad (3.1.1.1)$$

čia:

μ_i – stogo sniego apkrovos formos koeficientas;

C_e – atodangos koeficientas;

C_t – terminis koeficientas;

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

Koncentruota charakteristinė jėga nuo sniego apkrovų į trilankstį metalinį rėmą (tarp ašių G-K):

$$F_{s,k,met} = (s_k \cdot a) \cdot l \cdot \cos \alpha = (1,2 \cdot 2,1) \cdot 5,45 \cdot \cos 20^\circ = 12,906 \text{ kN}. \quad (3.1.1.2)$$

Koncentruota charakteristinė jėga nuo sniego apkrovų į rėmą prie krašto:

$$F_{s,k,met} = \left(s_k \cdot \frac{a}{2} \right) \cdot l \cdot \cos \alpha = \left(1,2 \cdot \frac{2,1}{2} \right) \cdot 5,45 \cdot \cos 20^\circ = 6,453 \text{ kN}; \quad (3.1.1.3)$$

a – sutelkiamos apkrovos ilgis.

Išskirstyta į strypą charakteristinė jėga nuo sniego apkrovų į dvinavį metalinį rėmą (tarp ašių A-F₁):

$$q_{s,k} = s_k \cdot l \cdot \cos \alpha = 1,2 \cdot 5,45 \cdot \cos 7^\circ = 6,536 \text{ kN/m}. \quad (3.1.1.4)$$

Kraštiniuose rėmuose sniego apkrova tenkanti vienam rėmui yra dvigubai mažesnė, nei kituose rėmuose.

3.1.2. Naudojimo apkrovų skaičiavimas

Skaičiuotinė naudojimo apkrova į tiesinį metrą II aukšto tarpaukštinėms sijoms yra:

$$q_{naud} = q_{naud,k} \cdot a \cdot \gamma_Q = 3,0 \cdot 5,45 \cdot 1,5 = 24,525 \text{ kN/m}; \quad (3.1.2.1)$$

$q_{naud,k} = 3,0 \text{ kN/m}^2$ – naudojimo apkrova C1 kategorijos patalpoms [[3] 10.2 lentetė].

Skaičiuotinė naudojimo apkrova į tiesinį metrą III aukšto tarpaukštinėms sijoms yra:

$$q_{naud} = q_{naud,k} \cdot a \cdot \gamma_Q = 5,0 \cdot 5,45 \cdot 1,5 = 40,875 \text{ kN/m}; \quad (3.1.2.2)$$

$q_{naud,k} = 5,0 \text{ kN/m}^2$ – naudojimo apkrova C3 kategorijos patalpoms [[3] 10.2 lentetė].

3.1.3. Vėjo apkrovų skaičiavimas

Pagal STR 2.05.04:2003 “Poveikiai ir apkrovos” Kaunas priklauso I vėjo greičio rajonui, vietovės tipas – B. Šiam rajonui vėjo greičio pagrindinė atskaitinė reikšmė $v_{ref,0} = 24 \text{ m/s}$.

Atskaitinis vėjo greitis:

$$v_{ref} = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{ref,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 24 = 24 \text{ m/s}; \quad (3.1.3.1)$$

čia: $c_{DIR}, c_{TEM}, c_{ALT}$ - krypties, laiko ir aukščio virš jūros lygio koeficientai, paprastai lygūs 1,0.

Atskaitinis vėjo slėgis:

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} \cdot v_{ref}^2 = \frac{1,25}{2} \cdot 24^2 = 360 \text{ N/m}^2 = 0,36 \text{ kN/m}^2; \quad (3.1.3.2)$$

čia: ρ - oro tankis.

Vidutinė slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamoji:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e; \quad (3.1.3.3)$$

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

c_e – išorinio slėgio aerodinaminis koeficientas.

Vėjo apkrovos schema ir aerodinaminiai koeficientai nustatomi pagal STR 2.05.04:2003 4 priedo 1 lentelėje pateiktą 2-ąją schemą.

Vėjo apkrovos į trišarnyrį metalinį rėmą (tarp ašių G-K)

Vėjo apkrova į metalinio rėmo kolonas yra tokia pati kaip ir medinio rėmo. Skaičiuojame vėjo apkrovą tenkančią metaliniai rėmsijai.

Koncentruota charakteristinė jėga nuo vėjo apkrovų į rėmsiją (kairė pusė):

$$F_{w,k,1,met} = \frac{q_{vejo,3.1} + q_{vejo,3.2}}{2} \cdot a = \frac{0,332 + 0,382}{2} \cdot 2,1 = 0,750 \text{ kN}. \quad (3.1.3.4)$$

Koncentruota charakteristinė jėga nuo vėjo apkrovų į rėmsiją prie krašto (kairė pusė):

$$F_{w,k,2,met} = \frac{q_{vejo,3.1} + q_{vejo,3.2}}{2} \cdot \frac{a}{2} = \frac{0,332 + 0,382}{2} \cdot \frac{2,1}{2} = 0,374 \text{ kN}. \quad (3.1.3.5)$$

Koncentruota charakteristinė jėga nuo vėjo apkrovų į rėmsiją (dešinė pusė):

$$F_{w,k,3,met} = \frac{q_{vejo,4.1} + q_{vejo,4.2}}{2} \cdot a = \frac{0,540 + 0,463}{2} \cdot 2,1 = 1,054 \text{ kN}. \quad (3.1.3.6)$$

Koncentruota charakteristinė jėga nuo vėjo apkrovų į rėmsiją prie krašto (dešinė pusė):

$$F_{w,k,4,met} = \frac{q_{vejo,4.1} + q_{vejo,4.2}}{2} \cdot \frac{a}{2} = \frac{0,540 + 0,463}{2} \cdot \frac{2,1}{2} = 0,526 \text{ kN}. \quad (3.1.3.7)$$

Koncentruota charakteristinė jėga nuo vėjo apkrovų į rėmsiją (dešinė pusė), kai vėjas pučia statmenai į rėmą:

$$F_{w,k,5,met} = w_{me,7} \cdot l \cdot a = 0,160 \cdot 5,45 \cdot 2,1 = 1,831 \text{ kN}. \quad (3.1.3.8)$$

Koncentruota charakteristinė jėga nuo vėjo apkrovų į rėmsiją prie krašto (dešinė pusė), kai vėjas pučia statmenai į rėmą:

$$F_{w,k,6,met} = w_{me,7} \cdot l \cdot \frac{a}{2} = 0,160 \cdot 5,45 \cdot \frac{2,1}{2} = 0,916 \text{ kN}. \quad (3.1.3.9)$$

Vėjo apkrovos į dvinavį rėmą (tarp ašių A-F₁)

Išorinio slėgio aerodinaminiai koeficientai: C_e = +0,8; C_e = -0,6.

Koeficientai c(z): 5m – 0,5; 10m – 0,65; 14,3 m – 0,736.

Apskaičiuojame vidutinės slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamąsias:

$$w_{me,1} = 0,36 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 0,144 \text{ kN/m}^2; \quad (3.1.3.10)$$

$$w_{me,2} = 0,36 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 0,187 \text{ kN/m}^2; \quad (3.1.3.11)$$

$$w_{me,3} = 0,36 \cdot 0,736 \cdot 0,8 = 0,212 \text{ kN/m}^2 \quad (3.1.3.12)$$

$$w_{me,4} = 0,36 \cdot 0,5 \cdot (-0,6) = 0,108 \text{ kN/m}^2; \quad (3.1.3.13)$$

$$w_{me,5} = 0,36 \cdot 0,65 \cdot (-0,6) = 0,140 \text{ kN/m}^2; \quad (3.1.3.14)$$

$$w_{me,6} = 0,36 \cdot 0,736 \cdot (-0,6) = 0,159 \text{ kN/m}^2. \quad (3.1.3.15)$$

Skaičiuotinės vėjo slėgio apkrovos į tiesinį metrą:

$$q_{vejo,1} = w_{me,1} \cdot a \cdot \gamma_Q = 0,144 \cdot 5,45 \cdot 1,5 = 1,177 \text{ kN/m}; \quad (3.1.3.16)$$

$$q_{vejo,2} = w_{me,2} \cdot a \cdot \gamma_Q = 0,187 \cdot 5,45 \cdot 1,5 = 1,529 \text{ kN/m}; \quad (3.1.3.17)$$

$$q_{vejo,3} = w_{me,3} \cdot a \cdot \gamma_Q = 0,212 \cdot 5,45 \cdot 1,5 = 1,733 \text{ kN/m}; \quad (3.1.3.18)$$

$$q_{vejo,4} = w_{me,4} \cdot a \cdot \gamma_Q = 0,108 \cdot 5,45 \cdot 1,5 = 0,883 \text{ kN/m}; \quad (3.1.3.19)$$

$$q_{vejo,5} = w_{me,5} \cdot a \cdot \gamma_Q = 0,140 \cdot 5,45 \cdot 1,5 = 1,145 \text{ kN/m}; \quad (3.1.3.20)$$

$$q_{vejo,6} = w_{me,6} \cdot a \cdot \gamma_Q = 0,159 \cdot 5,45 \cdot 1,5 = 1,300 \text{ kN/m}; \quad (3.1.3.21)$$

a – sutelkiamos apkrovos ilgis;

$\gamma_Q = 1,5$ - laikinosios apkrovos patikimumo koeficientas.

3.1.4. Nuolatinės apkrovos skaičiavimas

Stogo denginio konstrukcijos tarp ašių G-K

3.1 lentelė. Nuolatinė denginio apkrova

Eil. Nr.	Stogo elementai	Charakteristinė apkrova kN/m ²	Apkrovos patikimumo koeficientas	Skaičiuotinė apkrova kN/m ²
1.	2 sl. Ruloninės dangos	0,1962	1,35	0,265
2.	Kieta mineralinė vata (30 mm)	0,048	1,35	0,0648
3.	Minkšta mineralinė vata (170 mm)	0,167	1,35	0,2525
4.	Garų izoliacijos sl.	0,01962	1,35	0,0265
5.	Lentų paklotas (storis 1,9 cm)	0,0725	1,35	0,0979
		$g_k = 0,5458$		$g_d = 0,7371$
6.	Ilginis	0,052	1,35	0,07
		$g'_k = 0,5978$		$g'_d = 0,8071$

Atstumas tarp ilginių ašių:

$$a = \frac{S_{r\acute{e}mo}}{n} = \frac{10,534}{10} = 1,05 \text{ m.} \quad (3.1.4.1)$$

Nuolatinių apkrovų apskaičiavimas tarp ašių A-F₁

3.2 lentelė. Stogo konstrukcijos elementai, veikiantys į 1 m²

Eilės nr.	Stogo elementas	Norminė apkrova q _k , kN/m ²	Apkrovos patikimumo koeficientas, γ _G	Skaičiuotinė apkrova q _{Ed} , kN/m ²
1	2 sl. prilydomos bituminės stogo dangos „UNIFLEKS“ (UNIFLEKS PV s4B), d=4,0 mm, (4,8 kg/m ²)	0,043	1,35	0,058
2	Akmens vatos plokštės PAROC ROB 80, d=20 mm, ρ=180 kg/m ³	0,036	1,35	0,0486
3	Akmens vata PAROC ROS 30, d=160 mm, ρ=130 kg/m ³	0,204	1,35	0,2755
4	Oro ir garų izoliacija Corotop RED Strong (0,180 kg/m ²)	0,0017	1,35	0,0023

5	Akmens vatos plokštės PAROC ROB 80, d=20 mm, $\rho=180 \text{ kg/m}^3$	0,036	1,35	0,0486
6	Profiliuotos plieninės skardos lakštai T130M-75L-930, d=0,7 mm, (0,098 kN/m ²)	0,098	1,35	0,1323
7	Stogo ryšiai	0,05	1,35	0,0675
		$\Sigma q_k=0,469$		$\Sigma q_{Ed}=0,6328$

3.3 lentelė. Tarpaukštinės perdangos elementai veikiantys į 1 m²

Eilės nr.	Perdangos elementas	Norminė apkrova q_k , kN/m ²	Apkrovos patikimumo koeficientas, γ_G	Skaičiuotinė apkrova q_{Ed} , kN/m ²
1	Grindų keramininės plytelės NEXTRA PIOMBO d=12 mm (16 kg/m ²)	0,17	1,35	0,229
2	Armuotas išlyginamasis sluoksnis (50 mm)	1,25	1,35	1,69
3	Skiriamasis sluoksnis	0,0009	1,35	0,0012
4	Akmens vatos plokštės PAROC GRS 20, d=30 mm, $\rho=240 \text{ kg/m}^3$	0,07	1,35	0,095
5	Kiaurymėtosios perdangos plokštės	3,212	1,35	4,336
		$\Sigma q_k=4,703$		$\Sigma q_{Ed}=6,351$

3.4 lentelė. Elementai veikiantys į 1 m²

Eilės nr.	Elementas	Norminė apkrova q_k , kN/m ²	Apkrovos patikimumo koeficientas, γ_G	Skaičiuotinė apkrova q_{Ed} , kN/m ²
1	Metalinė santvara (19,8 m)	0,158	1,35	0,213

3.5 lentelė. Elementai veikiantys į 1 m

Eilės nr.	Elementas	Norminė apkrova q_k , kN/m	Apkrovos patikimumo koeficientas, γ_G	Skaičiuotinė apkrova q_{Ed} , kN/m
1	Tarpaukštinė sija IPE 400 (66,3 kg/m)	0,65	1,35	0,878

3.6 lentelė. Elementai veikiantys kaip koncentruotos jėgos

Eilės nr.	Elementas	Norminė apkrova Q_k , kN	Apkrovos patikimumo koeficientas, γ_G	Skaičiuotinė apkrova Q_{Ed} , kN
1	Kolona HEA 300 ($l=15,3$ m, 88,3 kg/m)	13,253	1,35	17,892
1	Kolona HEA 300 ($l=10,0$ m, 88,3 kg/m)	8,662	1,35	11,694

Apytikslis santvaros savasis svoris nustatomas pagal empirinę formulę:

$$g_{sant} = 0,004 \cdot (4,42 \cdot \sqrt{L} + L) = 0,004 \cdot (4,42 \cdot \sqrt{19,8} + 19,8) = 0,158 \text{ kN/m}^2. \quad (3.1.4.2)$$

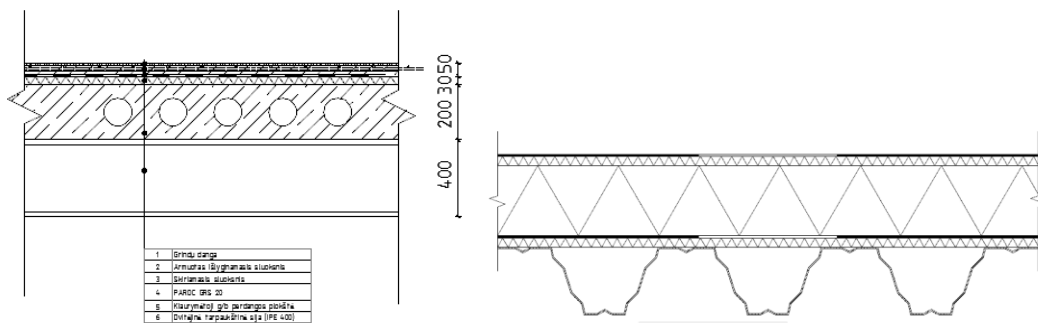
Skaičiuotinė santvaros apkrova į tiesinį metrą, kai santvaros yra išdėliojamos 5,45 m žingsniu, yra:

$$g_{sant,Ed} = g_{sant} \cdot a \cdot \gamma_G = 0,158 \cdot 5,45 \cdot 1,35 = 1,162 \text{ kN/m}; \quad (3.1.4.3)$$

čia: a – santvarų išdėliojimo žingsnis;

L – santvaros ilgis;

γ_G – nuolatinės apkrovos patikimumo koeficientas.



3.2 pav. Tarpaukštinės perdangos su grindimis bei stogo detalės

3.2. Deriniai

Pastate veikia keturios pagrindinės apkrovų grupės: nuolatinės, sniego, naudojimo ir vėjo apkrovos. Vienu metu veikiant kelioms apkrovoms susidaro skaičiuojamieji apkrovų deriniai, kurie apibūdinami tokia forma:

$$\sum G_k \cdot \gamma_G + S_k \cdot \gamma_Q + W \cdot \gamma_Q \cdot \varphi_{0,2} + Q \cdot \gamma_Q \cdot \varphi_{0,3}; \quad (3.2.1)$$

G_k – nuolatinės apkrovos;

$$\gamma_G = 1,35;$$

W – apkrovos, kurias sukelia vėjas;

$$\gamma_Q, \gamma_{Q2}, \gamma_{Q3} = 1,5;$$

S – apkrova, kurią sukelia sniegas;

$$\varphi_{0,i} = 0,7 \text{ (sniego ir naudojimo apkrovoms);}$$

Q – apkrova, kurią sukelia naudojimo

$$\varphi_{0,i} = 0,6 \text{ (vėjo apkrovai).}$$

apkrova;

Trilanksčiui rėmui tarp šių G-K projektuojamame pastate sudarome 9-nis skaič. derinius:

Pirmas derinys

Nuolatinės apkrovos ir sniego apkrova veikianti ant viso rėmo:

$$\sum G_k \cdot \gamma_G + S_k \cdot \gamma_Q = G_k \cdot 1,35 + S_k \cdot 1,5. \quad (3.2.2)$$

Antras derinys

Nuolatinės apkrovos ir vėjo apkrova:

$$\sum G_k \cdot \gamma_G + W_k \cdot \gamma_Q = G_k \cdot 1,35 + W_k \cdot 1,5. \quad (3.2.3)$$

Trečias derinys

Nuolatinės apkrovos, sniego apkrova veikianti ant viso rėmo (pagrindinė kintamoji apkrova) ir vėjo apkrova:

$$\sum G_k \cdot \gamma_G + S_k \cdot \gamma_Q \cdot \varphi_{0,2} + W_k \cdot \gamma_Q \cdot \varphi_{0,3} = G_k \cdot 1,35 + S_k \cdot 1,5 \cdot 1,0 + W_k \cdot 1,5 \cdot 0,6. \quad (3.2.4)$$

Ketvirtas derinys

Nuolatinės apkrovos, sniego apkrova veikianti ant viso rėmo ir vėjo apkrova (pagrindinė kintamoji apkrova):

$$\sum G_k \cdot \gamma_G + S_k \cdot \gamma_Q \cdot \varphi_{0,3} + W_k \cdot \gamma_Q \cdot \varphi_{0,2} = G_k \cdot 1,35 + S_k \cdot 1,5 \cdot 0,7 + W_k \cdot 1,5 \cdot 1,0. \quad (3.2.5)$$

Penktas derinys

Nuolatinės apkrovos ir sniego apkrova veikianti ant kairiosios rėmo dalies:

$$\sum G_k \cdot \gamma_G + S_{k,1} \cdot \gamma_Q = G_k \cdot 1,35 + S_{k,1} \cdot 1,5. \quad (3.2.6)$$

Šeštasis derinys

Nuolatinės apkrovos, sniego apkrova veikianti ant kairiosios rėmo dalies (pagrindinė kintamoji apkrova) ir vėjo apkrova:

$$\sum G_k \cdot \gamma_G + S_{k,1} \cdot \gamma_Q \cdot \varphi_{0,2} + W_k \cdot \gamma_Q \cdot \varphi_{0,3} = G_k \cdot 1,35 + S_{k,1} \cdot 1,5 \cdot 1,0 + W_k \cdot 1,5 \cdot 0,6. \quad (3.2.7)$$

Septintasis derinys

Nuolatinės apkrovos, sniego apkrova veikianti ant dešinėsios rėmo dalies (pagrindinė kintamoji apkrova) ir vėjo apkrova:

$$\sum G_k \cdot \gamma_G + S_{k,2} \cdot \gamma_Q \cdot \varphi_{0,2} + W_k \cdot \gamma_Q \cdot \varphi_{0,3} = G_k \cdot 1,35 + S_{k,2} \cdot 1,5 \cdot 1,0 + W_k \cdot 1,5 \cdot 0,6. \quad (3.2.8)$$

Aštuntasis derinys

Nuolatinės apkrovos, sniego apkrova veikianti ant kairiosios rėmo dalies ir vėjo apkrova (pagrindinė kintamoji apkrova):

$$\sum G_k \cdot \gamma_G + S_{k,1} \cdot \gamma_Q \cdot \varphi_{0,3} + W_k \cdot \gamma_Q \cdot \varphi_{0,2} = G_k \cdot 1,35 + S_{k,1} \cdot 1,5 \cdot 0,7 + W_k \cdot 1,5 \cdot 1,0. \quad (3.2.9)$$

Devintasis derinys

Nuolatinės apkrovos, sniego apkrova veikianti ant dešinėsios rėmo dalies ir vėjo apkrova (pagrindinė kintamoji apkrova):

$$\Sigma G_k \cdot \gamma_G + S_{k,2} \cdot \gamma_Q \cdot \varphi_{0,3} + W_k \cdot \gamma_Q \cdot \varphi_{0,2} = G_k \cdot 1,35 + S_{k,2} \cdot 1,5 \cdot 0,7 + W_k \cdot 1,5 \cdot 1,0. \quad (3.2.10)$$

Dvinauiui daugiaaukščiui rėmui tarp ašių A-F₁ sudaromos skirtingos apkrovų kombinacijos:

- nuolatinė apkrova;
- sniego apkrova (visame denginyje);
- sniego apkrova (deginio kairėje pusėje);
- sniego apkrova (deginio dešinėje pusėje);
- sniego apkrova (pastato viduryje);
- vėjo apkrova (veikianti į dešinę pusę);
- vėjo apkrova (veikianti į kairę pusę);
- naudojimo apkrova (visuose tarpatramiuose).

Iš viso dvinauiui metaliniui rėmui sudaryti po 22 ribinius stiprumo bei tinkamumo derinius, kurių duomenys yra pateikta prieduose.

3.3. Metalinės santvaros projektavimas

3.3.1. Santvaros strypų įrašų suvestinė

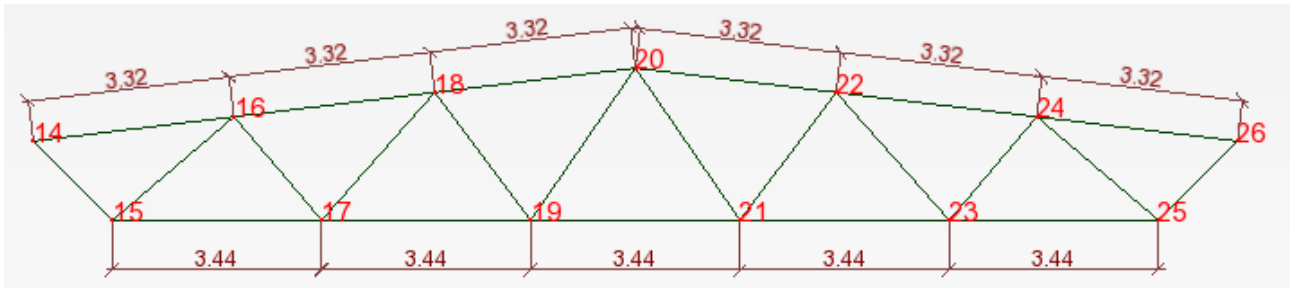
3.7 lentelė. Santvaros įrašų suvestinė

Strypo numeris	Strypo įraža, kai sniegas ant viso stogo, kN	Maksimali įraža, gniuždymas, kN	Maksimali įraža, tempimas, kN	Maksimalus veikiantis momentas, kNm
Apatinė juosta				
15-17	237,606	-	237,606	0,760
17-19	305,943	-	305,943	0,760
19-21	283,177	-	283,177	0,760
21-23	305,943	-	305,943	0,760
23-25	237,606	-	237,606	0,760
Viršutinė juosta				
14-16	-107,599	-107,599	-	-15,110
16-18	-276,765	-276,765	-	-15,110
18-20	-299,788	-299,788	-	-15,110
20-22	-299,109	-299,109	-	-15,110
22-24	-276,765	-276,765	-	-15,110
24-26	-106,997	-106,997	-	-15,110
Spyriai				
14-15	155,486	-	155,486	0
15-16	-169,520	-169,520	-	0
16-17	50,206	-	50,206	0
17-18	-51,575	-51,575	-	0
18-19	-20,412	-20,412	-	0
19-20	19,228	-	19,228	0
20-21	18,675	-	18,675	0
21-22	-20,412	-20,412	-	0
22-23	-51,575	-51,575	-	0
23-24	50,206	-	50,206	0
24-25	-170,207	-170,207	-	0
25-26	154,510	-	154,510	0

Visi santvaros elementai (viršutinė ir apatinė juosta, spyriai) projektuojami iš kvadratinių ir stačiakampių vamzdžių. Parenku S275JR markės plieną, kurio $f_y=275 \text{ N/mm}^2$,

$$f_{y,d} = \frac{f_y}{\gamma_M} = \frac{275}{1,1} = 250 \text{ N/mm}^2; \quad (3.3.1.1)$$

čia: f_y – charakteristinis plieno stipris pagal takumo ribą [[5] 6.5 lentelė]; γ_M – medžiagos patikimumo koeficientas [[4] 35p.].



3.3 pav. Santvaros schema

3.3.2. Santvaros apatinės juostos projektavimas

Tempimo jėgos ir lenkiamųjų momentų veikiamų elementų tikrinamas stiprumas, tam tikrais atvejais skerspjūvio elementų pastovumas, taip pat tikrinama, ar liaunis neviršija ribinio liaunio. Pasirenkame profilį pagal reikiamą skerspjūvio plotą, priimant, kad skerspjūvis yra tik centriškai tempiamas:

Centriškai tempiamo elemento stiprumo sąlyga:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0. \quad (3.3.2.1)$$

Iš šios sąlygos nustatome reikalingą skerspjūvio plotą:

$$A_{net} \geq \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{305,943}{250 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 12,92 \cdot 10^{-4} m^2 = 12,92 cm^2. \quad (3.3.2.2)$$

Iš sortimento parenkame stačiakampį šalto tempimo vamzdį: **100x120 mm, t=4 mm.**

Ekscentriškai tempiamo-lenkiamo elemento stiprumo sąlyga:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^n + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0; \quad (3.3.2.3)$$

$$M_{pl,Rd} = c_{pl,1} \cdot W_{net,min} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 1,04 \cdot 52,65 \cdot 10^{-3} \cdot 250 \cdot 0,95 = 13,0 kNm; \quad (3.3.2.4)$$

$$N_{pl,Rd} = A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 16,55 \cdot 10^{-1} \cdot 250 \cdot 0,95 = 393,06 kN; \quad (3.3.2.5)$$

čia: $c_{pl,1} = 1,04$ [[3] 7.5 lentelė], $\gamma_c = 0,95$ [[5] 7.1 lentelė], $n = 1,5$ [[5] 7.5 lentelė].

$W_{net,min} = 52,65 cm^3$; $A_{net} = 16,55 cm^2$.

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^n + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = \left(\frac{305,943}{393,06} \right)^{1,5} + \frac{0,760}{13,0} = 0,75 \leq 1,0. \quad (3.3.2.6)$$

Sąlyga tenkinama. Nors atsarga yra didelė, tačiau pasilikame projektuojamą profilį, nes jis atitinka santvaros mazgų projektavimo konstrukcines sąlygas.

Strypo ribinis liaunis:

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y}; \quad (3.3.2.7)$$

čia $l_{y,eff}=l=3,44$ m; $i_y=3,99$ cm.

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{3,44}{0,0399} = 86,22 \leq \lambda_{u,t} = 400. \quad (3.3.2.8)$$

Sąlygos tenkinamos.

3.3.3. Santvaros viršutinės juostos projektavimas

Santvaros viršutinės juostos strypai yra gniuždomi-lenkiami. Didžiausia gniuždymo jėga yra $N_{Ed}=299,788$ kN, o didžiausias lenkimo momentas $M_{Ed}=15,110$ kNm. Vientisojo skerspjūvio strypų stiprumas tikrinamas, kai $e_{rel,eff} > 20$, ir tikrinamas pastovumas momento veikimo plokštumoje, kai $e_{rel,eff} \leq 20$. Pastovumas iš momento veikimo plokštumos tikrinamas visada [[4] 6 priedo 154 p.].

Projektuojant santvaros viršutinę juostą, jos profilį pasirenkame pagal numatomą reikiamą skerspjūvio plotą:

$$A_{net} \geq \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{299,788}{250 \cdot 10^3 \cdot 1,0} = 12,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 12,00 \text{ cm}^2. \quad (3.3.3.1)$$

Iš sortimento parenkame stačiakampį vamzdį: **150x100 mm, t=7,1 mm.**

$$e_{rel} = \frac{eA}{W_c} = \frac{0,05 \cdot 31,75 \cdot 10^{-4}}{154,05 \cdot 10^{-6}} = 1,038; \quad (3.3.3.2)$$

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{15,11}{299,788} = 0,05 \text{ m}. \quad (3.3.3.3)$$

Sąlyginis elemento liaunis apskaičiuojamas taip λ :

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}}; \quad (3.3.3.4)$$

čia elemento liaunis nustatomas:

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{3,49}{0,054} = 64,63; \quad (3.3.3.5)$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 64,63 \cdot \sqrt{\frac{250}{2,1 \cdot 10^5}} = 2,23. \quad (3.3.3.6)$$

k_{shape} – skerspjūvio formos koeficientas, [[4] 7.6 lentelė].

Kai $\frac{A_f}{A_w} > 1,0$, tai:

$$k_{shape} = (1,90 - 0,1e_{rel}) - 0,01(6 - e_{rel})\bar{\lambda} = (1,90 - 0,1 \cdot 1,038) - 0,01 \cdot (6 - 1,038) \cdot 2,23 = 1,686. \quad (3.3.3.7)$$

Skaičiuojame $e_{rel,eff} = k_{shape}e_{rel} = 1,686 \cdot 1,038 = 1,750$. Kadangi $e_{rel,eff} \leq 20$, tai tikrinamas yra pastovumas momento veikimo plokštumoje ir pastovumas iš momento veikimo plokštumos, o stiprumas netikrinamas.

Skaičiuojame pastovumą momento veikimo plokštumoje, sutampančioje su simetrijos plokštuma:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{299,778}{322,263} = 0,93 \leq 1,0. \quad (3.3.3.8)$$

Sąlyga tenkinama.

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

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e A \cdot f_{y,d} \gamma_c = 0,406 \cdot 31,75 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 322,263 \text{ kN}; \quad (3.3.3.9)$$

čia $\varphi_e = 0,406$. φ_e - koeficientas nustatomas pagal STR 2.05.08:2005 1 priedo 2 lentelę.

Tikriname elemento pastovumą iš momento veikimo plokštumos pagal šią formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = \frac{299,778}{312,745} = 0,96 \leq 1,0. \quad (3.3.3.10)$$

Sąlyga tenkinama.

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

$$N_{NM,TF,Rd} = c \cdot \varphi_z \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,895 \cdot 0,440 \cdot 31,75 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 312,745 \text{ kN} \quad (3.3.3.11)$$

čia: $\varphi_z = 0,440$ – centriškai gniuždomo elemento klupumo koeficientas [[4] 1 priedo 1 lentelė], imant $\lambda_z = l_{eff,z} / i_z$. Koeficientas c , kai santykinio ekscentriciteto reikšmė $e_{rel,y} \leq 5$, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel,y}} = \frac{1,161}{1 + 0,576 \cdot 0,515} = 0,895; \quad (3.3.3.12)$$

čia: α ir β – koeficientai, imami iš [5] 7.8 lentelės. α priklauso nuo $e_{rel,y}$ kuris yra: , tai:

$$e_{rel,y} = e_y \frac{A}{W_{y,c}} = \frac{0,025 \cdot 31,75 \cdot 10^{-4}}{154,05 \cdot 10^{-6}} = 0,515; \quad (3.3.3.13)$$

$$\alpha = 0,55 + 0,05 \cdot e_{rel,y} = 0,55 + 0,05 \cdot 0,515 = 0,576; \quad (3.3.3.14)$$

$$\text{Čia } e_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{7,555}{299,778} = 0,025 \text{ m}; M_{y,Ed} = 0,5 \cdot M_{Ed,max} = 0,5 \cdot 15,110 = 7,555 \text{ kNm}.$$

Lenkiamasis momentas $M_{y,Ed}$ imamas lygus didžiausiam momentui strypo ilgio viduriniame trečdalyje, bet ne mažiau kaip pusė didžiausio visame strypo ilgyje veikiančio momento. Iš programos „Robot Structural Analysis“ gautų duomenų pagalba matome, kad viduriniame trečdalyje veikia 6,370 kNm momentas, bet jis yra mažesnis nei pusė didžiausio visame strypo ilgyje veikiančio momento.

$$\beta = \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_z}} = \sqrt{\frac{0,593}{0,440}} = 1,161; \quad (3.3.3.15)$$

nes:

$$\lambda_z = \frac{l_{z,eff}}{i_z} = \frac{4,5}{0,0394} = 114,21 > \lambda_c = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{210000}{250}} = 91,0. \quad (3.4.3.16)$$

Patikriname gniuždomo strypo liaunį pavoјingesnėje plokštumoje. Ribinis liaunis gniuždomiems elementams apskaičiuojamas pagal STR 2.05.08:2005, 7.18 lentelę:

$$\lambda_{u,c} = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,96 = 152,4; \quad (3.3.3.17)$$

čia:

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0,96; \quad (3.3.3.18)$$

$$\lambda_y = 114,21 < \lambda_{u,c} = 152,4. \quad (3.3.3.19)$$

Sąlyga tenkinama.

Be šių skaičiavimų taip pat būtina patikrinti skerspjūvio elementų (sienelės, juostų) pastovumą.

Skerspjūvio sienelė yra pastovi, jei tenkinama $\frac{h_{eff}}{t_w} \leq \bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$ sąlyga. Sienelės

skaičiuojamojo aukščio santykis su storiu apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = \frac{135,8}{7,1} = 19,13. \quad (3.3.3.20)$$

Sąlyginis ribinis sienelės liaunis $\bar{\lambda}_{wu}$ apskaičiuojamas pagal [3] 7.26 lentelės formules.

Kai

$$\bar{\lambda}_1 = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 64,63 \cdot \sqrt{\frac{250}{2,1 \cdot 10^5}} = 2,23 \quad (3.3.3.21)$$

$$e_{rel} = \frac{eA}{W_c} = \frac{0,05 \cdot 31,75 \cdot 10^{-4}}{154,05 \cdot 10^{-6}} = 1,038 \quad (3.3.3.22)$$

tai

$$\bar{\lambda}_{wu} = 1,2 + 0,35 \cdot \bar{\lambda}_1 = 1,2 + 0,35 \cdot 2,23 = 1,981; \quad (3.3.3.23)$$

$$\text{čia } \lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{3,49}{0,054} = 64,63.$$

Apsiskaičiuojame santykį:

$$\bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 1,981 \cdot \sqrt{\frac{210000}{250}} = 57,41. \quad (3.3.3.24)$$

Tikriname sienelės pastovumą:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = 19,13 \leq \bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 57,41. \quad (3.3.3.25)$$

Sąlyga yra tenkinama.

3.3.4. Santvaros spyrių projektavimas

Santvaros spyrius sudaro strypai 14-15, 15-16, 16-17, 17-18, 18-19, 19-20, 20-21, 21-22, 22-23, 23-24, 24-25 ir 25-26. Šie elementai yra projektuojami iš stačiakampių vamzdžių. 15-16, 17-18, 18-19, 21-22, 22-23 ir 24-25 strypai projektuojami kaip gniuždomi elementai pagal didžiausią gniuždymo jėgą $N=169,520$ kN. Likę santvaros tinklelio strypai – kaip tempiamieji elementai, pagal didžiausią tempimo jėgą $N=155,486$ kN.

Skaičiuojamas gniuždomasis elementas:

1. Reikiamas skerspjūvio plotas, kuris turi atlaikyti strypo įrąžą:

$$A_{net,d} \geq \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{169,520}{250 \cdot 10^3 \cdot 1,0} = 6,81 \cdot 10^{-4} m^2 = 6,81 cm^2; \quad (3.3.4.1)$$

γ_c - darbo sąlygų koeficientas.

2. Skaičiuojamieji strypo ilgiai (15-16 elemento):

$$l_{y,eff} = l_{z,eff} = 0,9 \cdot l_{eff} = 0,9 \cdot 2,62 = 2,358 m.$$

3. Pasirenkame gniuždomo strypo liaunį $\lambda = 120$.

4. Reikiami inercijos spinduliai:

$$i_y = \frac{l_{y,eff}}{\lambda} = \frac{2,358}{120} = 0,0197 m. \quad (3.3.4.2)$$

5. Iš sortimento parenkame kvadratinį šalto tempimo vamzdį [5]:

80x80x4 mm, A=11,7 cm², i_y=3,07 cm, , i_z=3,07 cm.

6. Skaičiuojame strypų liaunius ašies y ir z kryptimi:

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{2,358}{0,0307} = 76,81; \lambda_z = \frac{l_{z,eff}}{i_z} = \frac{2,358}{0,0307} = 76,81. \quad (3.3.4.3)$$

Klupumo koeficientas $\varphi_y = 0,698$ nustatomas interpoliacijos būdu iš STR 2.05.08:2005 1 priedo 1 lentelės pagal takumo ribą $f_{y,d} = 250 MPa$ ir liaunį $\lambda_y = 76,81$.

7. Tikriname centriškai gniuždomo elemento pastovumą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{169,520}{204,165} = 0,83 \leq 1,0. \quad (3.3.4.4)$$

Nors atsarga yra didelė, tačiau pasilikame projektuojamą profilį, kad tenkintų santvaros mazgų projektavimo sąlygas.

Čia:

$$N_{c,Rd} = \varphi_y \cdot A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,698 \cdot 11,7 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 204,165 kN. \quad (3.3.4.5)$$

8. Patikriname gniuždomo strypo liaunį. Ribinis liaunis gniuždomiems elementams apskaičiuojamas pagal STR 2.05.08:2005, 7.18 lentelę:

$$\lambda_{u,c} = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,83 = 160,2; \quad (3.3.4.6)$$

čia:

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0,83; \quad (3.3.4.7)$$

$$\lambda_y = 76,81 < \lambda_{u,c} = 160,2. \quad (3.3.4.8)$$

Sąlyga tenkinama.

Skaičiuojamas tempiamasis elementas:

1. Reikiamas skerspjūvio plotas, kuris turi atlaikyti strypo įrąžą:

$$A_{net,d} \geq \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{155,486}{250 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 6,58 \cdot 10^{-4} m^2 = 6,58 cm^2; \quad (3.3.4.9)$$

γ_c - darbo sąlygų koeficientas. Tempiamiems elementams imamas $\gamma_c = 0,95$ (STR 2.05.08:2005, 7.1 lentelė).

2. Iš sortimento parenkame stačiakampį vamzdį:

40x80x4 mm, A=6,71 cm², i_y= 1,59 cm, i_z=2,75 cm.

3. Tikriname skerspjūvio stiprumą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{155,486}{159,363} = 0,98 \leq 1,0 . \quad (3.3.4.10)$$

Čia:

$$N_{pl,Rd} = A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 6,71 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 0,95 = 159,363 \text{ kN} .$$

4. Tikriname strypų ribinius liaunius:

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{1,84}{0,0159} = 115,72 \leq \lambda_{u,t} = 400 ; \quad (3.3.4.11)$$

Skaičiuojamieji strypo ilgiai: $l_{y,eff} = l_{z,eff} = 4,243 \text{ m}$.

$\lambda_{u,t} = 400$, esant plokščioms santvaroms, veikiant statinei apkrovai [[4] 7.19 lentelė]. Visos sąlygos tenkinamos.

3.8 lentelė Santvaros strypų suvestinė

Strypo numeris	Strypo ilgis, mm	Strypo skerspjūvis	Skerspjūvio plotas, cm ²	Skerspjūvio masė, kg/m	Strypo masė, kg
Apatinė juosta					
15-17	3440	100x120x4	16,55	13,0	44,72
17-19	3440				44,72
19-21	3440				44,72
21-23	3440				44,72
23-25	3440				44,72
Viršutinė juosta					
14-16	3320	150x100x7,1	31,75	24,9	82,67
16-18	3320				82,67
18-20	3320				82,67
20-22	3320				82,67
22-24	3320				82,67
24-26	3320				82,67
Spyriai					
14-15	1840	40x80x4	8,55	6,71	12,35
15-16	2620	80x80x4	11,7	9,22	24,16
16-17	2230	40x80x4	8,55	6,71	14,96

17-18	2800	80x80x4	11,7	9,22	25,82
18-19	2630	80x80x4	11,7	9,22	24,25
19-20	3030	40x80x4	8,55	6,71	20,33
20-21	3030	40x80x4	8,55	6,71	20,33
21-22	2630	80x80x4	11,7	9,22	24,25
22-23	2800	80x80x4	11,7	9,22	25,82
23-24	2230	40x80x4	8,55	6,71	14,96
24-25	2620	80x80x4	11,7	9,22	24,16
25-26	1840	40x80x4	8,55	6,71	12,35

3.3.5. Santvaros mazgų projektavimas

Gniuždomojo santvaros tinklelio spyrio ir viršutinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas („I“ mazgas)

Santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atspario tikrinimas

Įrašos ženklų koeficientas: $\gamma_1 = 1$, nes tinklelio elementas yra gniuždomas.

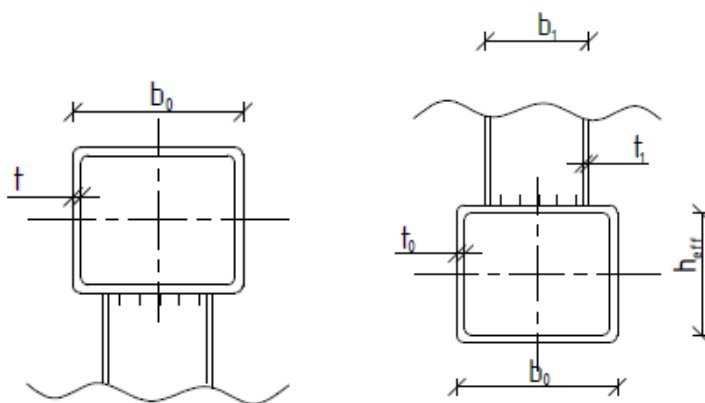
Kadangi:

$$\frac{|N_{02}|}{A_0 f_{y,d}} = \frac{276,765}{31,75 \cdot 10^{-4} \cdot 250000} = 0,35 < 0,5; \quad (3.3.5.1)$$

tada santvaros juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas: $\gamma_0 = 1,0$.

Santvaros juostos iškyša:

$$a = \frac{b_0 - b_1}{2} = \frac{0,10 - 0,08}{2} = 0,010 \text{ m.} \quad (3.3.5.2)$$



3.4 pav. Santvaros juostų pjūvis

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_1 = 0,141 \text{ m.} \quad (3.3.5.3)$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų:

$$g = 0,066 / 2 = 0,033 \text{ m.} \quad (3.3.5.4)$$

Kadangi $\frac{b_1}{b_0} = \frac{0,08}{0,10} = 0,8 < 0,9$ ir $\frac{g}{c_1} = \frac{0,033}{0,141} = 0,23 < 0,25$, santvaros viršutinės juostos,

veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis tikrinamas pagal šią nelygybę:

$$|N_1| + \frac{1,5 \cdot |M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (b + g + 2\sqrt{2b_0 a})}{(0,4 + 1,8 \cdot g / c_1) \cdot a \cdot \sin \theta_1}; \quad (3.3.5.6)$$

lenkiamasis momentas tinklelio elemente ties juostos kraštu $M_1 = 0$;

$$169,520 + \frac{1,5 \cdot 0}{0,08} < \quad (3.3.5.7)$$

$$\frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 250000 \cdot 0,0071^2 (0,10 + 0,033 + 2\sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot 0,010})}{(0,4 + 1,8 \cdot 0,033 / 0,141) 0,010 \cdot \sin 33^\circ} = 683,361 \text{ kN.}$$

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, $\gamma_t = 1,0$, nes $h_0 / t_0 = 150 / 7,1 = 21,1 < 25$.

Tikriname sąlygą: $b_1 / b_0 = 80 / 100 = 0,8 < 0,85$; todėl juostos sienutės atspario mazgo plokštumoje skaičiuoti nereikia.

Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

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

$$b_1 / t_1 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8; \quad (3.3.5.8)$$

$$80 / 4 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 250^2 - 0,2 \cdot 250 + 81,8;$$

$$20 < 47,11.$$

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys.

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant kvadratiniam skerspjūviui,

$$|N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd,1} A_1}{[1 + 0,01(3 + 5b_1 / b_0 - 0,1h_1 / t_1)b_0 / t_0] \sin \theta_1}, \quad (3.3.5.9)$$

$M_1 = 0$,

$$169,520 \text{ kN} < \frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 250000 \cdot 11,7 \cdot 10^{-4}}{[1 + 0,01(3 + 5 \cdot 0,08 / 0,10 - 0,1 \cdot \frac{0,08}{0,004})0,10 / 0,0071] \sin 33} = 315,13 \text{ kN}$$

Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas

Virinti naudojama elektrodinė viela G35, kurios charakteristinis stipris

$$f_{vw,u} = 440 \text{ MPa} . \quad (3.3.5.10)$$

Plieno stipris pagal stiprumo ribą:

$$f_u = 410 \text{ MPa} . \quad (3.3.5.11)$$

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \frac{440}{1,25} = 193,6 \text{ MPa} ; \quad (3.3.5.12)$$

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ MPa} . \quad (3.3.5.13)$$

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

Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela:

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} \leq f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}} ; \quad (3.3.5.14)$$

$$184,5 \text{ MPa} < 193,6 \text{ MPa} < 184,5 \frac{1,05}{0,9} = 215,25 \text{ MPa}.$$

Parinkta tinkama elektrodinė viela.

$$\left(|N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1} \right) \frac{[1 + 0,01(3 + 5b_1/b_0 - 0,1h_1/t_1)b_0/t_0] \cdot \sin \theta_1}{4 \cdot \beta_{wf} k_f h_1} \leq \gamma_c f_{vw,f,d} , (3.3.5.15)$$

$$\left(|169,520| + \frac{0,5 \cdot |0|}{0,08} \right) \frac{[1 + 0,01 \cdot (3 + 5 \cdot 0,08 / 0,1 - 0,1 \cdot 0,08 / 0,004)0,10 / 0,0071] \cdot \sin 33}{4 \cdot 0,9 \cdot 0,005 \cdot 0,08} < 1 \cdot 193,6$$

$$109,71 \text{ MPa} < 193,6 \text{ MPa}$$

Kertinių siūlių, jungiančių gniuždomąjį tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas.

$$l_{w,eff,k} = \frac{N_{Ed}}{4 \cdot \beta_{wz} \cdot k_f \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{170,207 \cdot 10^3}{4 \cdot 1,05 \cdot 0,005 \cdot 184,5 \cdot 10^6 \cdot 1} + 0,01 = 53,9 \text{ mm}$$

$$l_{w,eff} \geq 4k_f = 4 \cdot 5 = 20 \text{ mm}; l_{w,eff} \geq 40 \text{ mm}; l_{w,eff} \leq 85 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f = 85 \cdot 0,9 \cdot 5 = 382,5 \text{ mm};$$

$$k_f = 5 < 1,2 \cdot t_{\min} = 1,2 \cdot 4 = 4,8 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm} \quad (3.3.5.16)$$

**Tempiamojo santvaros tinklelio spyrio ir viršutinės juostos jungties laikomosios galios
tikrinimas („I“ mazgas)**

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

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

$$\text{Kadangi } \frac{|N_{02}|}{A_0 f_{y,d}} = \frac{276,765}{31,75 \cdot 10^{-4} \cdot 250000} = 0,35 < 0,5, \text{ tai santvaros juostoje veikiančios ašinės}$$

jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 1$.

Santvaros juostos iškyša:

$$a = \frac{b_0 - b_2}{2} = \frac{0,10 - 0,08}{2} = 0,010 \text{ m.} \quad (3.3.5.17)$$

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis: $c_2 = 0,048$ m.

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų:

$$g = 0,066 / 2 = 0,033 \text{ m.} \quad (3.3.5.18)$$

$$\text{Kadangi } \frac{b_2}{b_0} = \frac{0,08}{0,10} = 0,8 < 0,9 \text{ ir } \frac{g}{c_2} = \frac{0,033}{0,048} = 0,69 > 0,25, \text{ tai santvaros viršutinės juostos,}$$

veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atsparis tikrinamas pagal nelygybę:

$$|N_2| + \frac{1,7|M|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (c_2 + 2\sqrt{2b_0 a})}{a \sin \theta_2}; \quad (3.3.5.19)$$

lenkiamasis momentas tinklelio elemente ties juostos kraštu – $M_2 = 0$;

$$50,206 + \frac{1,7 \cdot 0}{0,05} < \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 250000 \cdot 0,0071^2 (0,048 + 2\sqrt{2 \cdot 0,10 \cdot 0,010})}{0,010 \cdot \sin 57^\circ} = 235,45 \text{ kN} \quad (3.3.5.20)$$

Santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo strypo, išplėšimo atsparis yra pakankamas.

Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

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

$$b_2/t_2 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8; \quad (3.3.5.21)$$

$$80/4 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 250^2 - 0,2 \cdot 250 + 81,8;$$

$$20 < 47,11.$$

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys.

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant stačiakampiam skerspjūviui,

$$|N_2| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd,2} A_2}{[1 + 0,01(3 + 5b_2/b_0 - 0,1h_2/t_2)b_0/t_0] \sin \theta_2} \cdot \frac{2}{1 + b_2/h_2} \quad (3.3.5.22)$$

$$M_2 = 0$$

$$50,206 \text{ kN} < \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 250000 \cdot 8,55 \cdot 10^{-4}}{[1 + 0,01(3 + 5 \cdot 0,08/0,10 - 0,1 \cdot 0,04/0,004) \cdot 0,10/0,0071] \sin 57^\circ} \cdot \frac{2}{1 + 0,08/0,04} = 110,51 \text{ kN}$$

Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas

Virinti naudojama elektrodinė viela G35, kurios charakteristinis stipris:

$$f_{vw,u} = 440 \text{ MPa} . \quad (3.3.5.23)$$

Plieno stipris pagal stiprumo ribą

$$f_u = 410 \text{ MPa} . \quad (3.3.5.24)$$

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \frac{440}{1,25} = 193,6 \text{ MPa} ; \quad (3.3.5.25)$$

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ MPa} . \quad (3.3.5.26)$$

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

Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} \leq f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}} ; \quad (3.3.5.27)$$

$$184,5 \text{ MPa} < 193,6 \text{ MPa} < 184,5 \frac{1,05}{0,9} = 215,3 \text{ MPa} .$$

Parinkta tinkama elektrodinė viela.

$$\left(|N_2| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \right) \frac{[1 + 0,01(3 + 5b_2/b_0 - 0,1h_2/t_2)b_0/t_0] \cdot \sin \theta_2}{4 \cdot \beta_{wf} k_f h_2} \leq \gamma_c f_{vw,f,d} \quad (3.3.5.28)$$

$$\left(50,206 + \frac{0,5 \cdot |0|}{0,04} \right) \frac{[1 + 0,01 \cdot (3 + 5 \cdot 0,08/0,10 - 0,1 \cdot 0,04/0,004) \cdot 0,10/0,0071] \cdot \sin 57^\circ}{4 \cdot 0,9 \cdot 0,005 \cdot 0,04} < 1 \cdot 193,6$$

$$107,901 \text{ MPa} < 193,6 \text{ MPa} .$$

Kertinių siūlių, jungiančių gniuždomą tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas.

$$l_{w,eff,k} = \frac{N_{Ed}}{4 \cdot \beta_{wz} \cdot k_f \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{50,206 \cdot 10^3}{4 \cdot 1,05 \cdot 0,005 \cdot 184,5 \cdot 10^6 \cdot 1} + 0,01 = 23,0 \text{ mm} \quad (3.3.5.29)$$

$$l_{w,eff} \geq 4k_f = 4 \cdot 5 = 20 \text{ mm}; \quad (3.3.5.30)$$

$$l_{w,eff} \geq 40 \text{ mm}; \quad (3.3.5.31)$$

$$l_{w,eff} \leq 85 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f = 85 \cdot 0,9 \cdot 5 = 382,5 \text{ mm}. \quad (3.3.5.32)$$

Priimame minimalų kertinės siūlės ilgį 40 mm.

Tempiamojo santvaros tinklelio spyrio ir viršutinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas (atraminiame „2“ mazge)

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

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

Kadangi $\frac{|N_0|}{A_0 \cdot f_{y,d}} = \frac{107,599}{31,75 \cdot 10^{-4} \cdot 250000} = 0,14 < 0,5$, tai santvaros juostoje veikiančios ašinės

jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 1$.

Santvaros juostos iškyša:

$$a = \frac{b_0 - b_2}{2} = \frac{0,10 - 0,08}{2} = 0,010 \text{ m}. \quad (3.3.5.33)$$

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_2 = 0,050 \text{ m}. \quad (3.3.5.34)$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų: $g = 0,021 / 2 = 0,0105 \text{ m}$.

Kadangi $\frac{b_2}{b_0} = \frac{0,08}{0,10} = 0,8 < 0,9$ ir $\frac{g}{c_2} = \frac{0,0105}{0,050} = 0,21 < 0,25$, tai santvaros viršutinės juostos,

veikiamos spyrio, išplėšimo atsparis tikrinamas pagal nelygybę:

$$|N_2| + \frac{1,5|M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (c_2 + g + 2\sqrt{2b_0 a})}{(0,4 + 1,8g/c_2) a \sin \theta_2}; \quad (3.3.5.35)$$

lenkiamasis momentas tinklelio elemente ties juostos kraštu – $M_2 = 0$;

$$155,486 + \frac{1,5 \cdot 0}{0,04} < \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 250000 \cdot 0,0071^2 (0,050 + 0,0105 + 2\sqrt{2 \cdot 0,10 \cdot 0,010})}{(0,4 + 1,8 \cdot 0,0105 / 0,05) \cdot 0,010 \cdot \sin 53^\circ} = 346,704$$

kN (3.3.5.36)

Santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo strypo, išplėšimo atsparis yra pakankamas.

Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

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

$$b_2/t_2 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8; \quad (3.3.5.37)$$

$$80/4 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 250^2 - 0,2 \cdot 250 + 81,8;$$

$$20 < 47,11.$$

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys.

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant stačiakampiam skerspjūviui,

$$|N_2| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd,2} A_2}{1 + 0,013 b_0 / t_0} \cdot \frac{2}{3} \left(1 + \frac{1}{1 + b_2 / h_2}\right); \quad (3.3.5.38)$$

$$M_2 = 0$$

$$155,486 \text{ kN} < \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 250000 \cdot 8,55 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot 0,10 / 0,0071} \cdot \frac{2}{3} \left(1 + \frac{1}{1 + 0,08 / 0,04}\right) = 192,714 \text{ kN}.$$

Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas

Virinti naudojama elektrodinė viela G35, kurios charakteristinis stipris:

$$f_{vw,u} = 440 \text{ MPa}. \quad (3.3.5.39)$$

Plieno stipris pagal stiprumo ribą

$$f_u = 410 \text{ MPa}. \quad (3.3.5.40)$$

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \frac{440}{1,25} = 193,6 \text{ MPa}; \quad (3.3.5.41)$$

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ MPa}. \quad (3.3.5.42)$$

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

Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} \leq f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}}; \quad (3.3.5.43)$$

$$184,5 \text{ MPa} < 193,6 \text{ MPa} < 184,5 \frac{1,05}{0,9} = 215,3 \text{ MPa}.$$

Parinkta tinkama elektrodinė viela.

$$\left(|N_2| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \right) \frac{0,75 + 0,01b_0/t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_2 / \sin \theta_2 + b_2)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d} \quad (3.3.5.44)$$

$$\frac{0,15549 \cdot (0,75 + 0,01 \cdot 0,10 / 0,0071)}{0,9 \cdot 0,005 \cdot (2 \cdot 0,04 / \sin 53^\circ + 0,08)} < 1 \cdot 193,6$$

$$171,64 \text{ MPa} < 193,6 \text{ MPa}.$$

Kertinių siūlių, jungiančių gniuždomą tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas.

$$l_{w,eff,k} = \frac{N_{Ed}}{4 \cdot \beta_{wz} \cdot k_f \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{156,213 \cdot 10^3}{4 \cdot 1,05 \cdot 0,005 \cdot 184,5 \cdot 10^6 \cdot 1} + 0,01 = 50,32 \text{ mm} \quad (3.3.5.45)$$

$$l_{w,eff} \geq 4k_f = 4 \cdot 5 = 20 \text{ mm}; l_{w,eff} \geq 40 \text{ mm}; l_{w,eff} \leq 85 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f = 85 \cdot 0,9 \cdot 5 = 382,5 \text{ mm}.$$

Santvaros apatinės juostos montazinio mazgo projektavimas („3“ mazgas)

Apatinei juostai jungti naudojamos jungės. Kadangi prie jungės jungiamas uždaro skerspjūvio profilis, jungiamieji varžtai iškeliami į išorę nuo profilio 100x120x4. Sujungimą veikia $N_{Ed} = 283,223 \text{ kN}$ įraža. Kaip jungės naudojami 8.8 kokybės klasės varžtai M20 varžtai, jungės storis parenkamas 25 mm.

Skaičiuotinis varžtų tempiamasis plieno stipris:

$$f_{bt,d} = 0,50 \cdot f_{bu} = 0,50 \cdot 800 = 400 \text{ N/mm}^2. \quad (3.3.5.46)$$

Skaičiuotinis vieno varžto tempiamasis atsparis apskaičiuojamas:

$$F_{bt,Rd} = f_{bt,d} \cdot A_{b,net} = 400 \cdot 245 = 98000 \text{ N} = 98,0 \text{ kN}. \quad (3.3.5.47)$$

Centriškai tempiamų jungių su uždaro profilio jungiamaisiais elementais stiprumas yra pakankamas, kai [[5] 8 priedas]:

$$N_{Ed} \leq n \cdot k_2 \cdot F_{bt,d}; \quad 20 \leq t_f \leq 40 \text{ mm}; \quad (3.3.5.48)$$

n – visas jungties varžtų skaičius; t_f – flanšo storis; k_2 – koeficientas iš [[4] 8 priedo 2.5 lentelės]: $k_2=0,85$.

Reikiamas varžtų skaičius (STR 2.05.08:2005, 8 priedas):

$$n = \frac{N_{Ed} \cdot 1,1}{k_2 \cdot F_{bt,Rd}} = \frac{283,177 \cdot 1,1}{0,85 \cdot 98,0} = 3,74. \quad (3.3.5.49)$$

Priimame jungčiai $n=6$ varžtus.

Varžtų išdėstymo apribojimai [[5] 7.31 lentelė] :

mažiausiai atstumai tarp varžtų centrų: $2,5 \cdot d_0 = 2,5 \cdot 22 = 55 \text{ mm}$,

mažiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto : $1,5 \cdot d_0 = 1,5 \cdot 22 = 33 \text{ mm}$

didžiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto: $4 \cdot d_0 = 4,0 \cdot 22 = 88 \text{ mm}$

didžiausias atstumas tarp varžtų centrų: $8 \cdot d_0 = 8,0 \cdot 22 = 176 \text{ mm}$.

d_0 - varžto skylės skersmuo (varžtų skylės turi būti didesnės už varžto skersmenį) [[5] 7 priedas, 3.1 lentelė].

Tikrinamas suvirinimo siūlės stiprumas, kuri jungia apatinę juostą ir jungės plokštelę.

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

Skaičiuojamasis siūlės ilgis:

$$l_{w,eff} = l - 10 \text{ mm} = (2 \cdot b_1 + 2 \cdot b_2) - 10 = (2 \cdot 100 + 2 \cdot 120) - 10 = 430 \text{ mm}. \quad (3.3.5.50)$$

Projektuojame sudurtinę virinimo jungtį. Tėjinė jungtis su vienpuse sudurtine siūle ir pusine prijungiamojo elemento nuosklemba turi būti skaičiuojama pagal formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{1,15 t \cdot l_w f_{th,d} \gamma_c} \leq 1,0; \quad (3.3.5.51)$$

čia: l_w – vienpusės virintinės siūlės ilgis; t – jungiamojo elemento storis;; $f_{th,d}$ – skaičiuotinis tempiamasis plieno stipris gaminio storio kryptimi (žr. 7.3 lentelę [4]).

$$f_{th,d} = 0,5 \cdot \frac{f_u}{\gamma_M} = 0,5 \cdot \frac{410}{1,1} = 186,36 \text{ MPa} \quad (3.3.5.52)$$

$$\frac{283,177 \cdot 10^3}{1,15 \cdot 0,004 \cdot 0,43 \cdot 186,36 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,77 < 1,0. \quad (3.3.5.53)$$

Sąlygos tenkinamos.

Tempiamų flanšinių jungčių atsparis vietinei skersinei jėgai tikrinamas pagal formulę:

$$V_{ioc} \leq \mu_h \sum_{j=1}^n F_{bhf,Rd,j}; \quad (3.3.5.54)$$

čia: n – visas varžtų skaičius, kai prijungiamas uždarojo skerspjuvio elementas; μ_h – trinties koeficientas [[4] 7.34 lentelė].

Kontaktinė įraža, kai prijungiamas uždaro profilio skerspjuvis:

$$F_{bhf,Rd} = 0,1 F_{bh,t,Rd} = 0,1 \cdot 98,0 = 9,8 \text{ kN}. \quad (3.3.5.55)$$

Jei vietinės skersinės jėgos nėra, jungtis tikrinama sąlyginei vietinei skersinei jėgai, kuri imama lygi:

$$V_{ioc} = 0,1 \mu_h N_{Ed} = 0,1 \cdot 0,25 \cdot 283,177 = 7,08 \text{ kN}. \quad (3.3.5.56)$$

Jungiamų paviršių apdirbimo (nuvalymo) būdas nagrinėjama atveju - be apdirbimo, o varžtų reguliavimo būdas parenkamas pagal sukimo momentą. Todėl $\mu_h=0,25$.

Tempiamų flanšinių jungčių atsparis vietinei skersinei jėgai:

$$7,08 \leq 0,25 \cdot 6 \cdot 9,8 = 14,7 \text{ kN}. \quad (3.3.5.57)$$

Skaičiuojame reikalingą užsukimo momentą:

$$M_{sukimo} = n \cdot K \cdot F_{p,cd} \cdot d = 1,06 \cdot 0,18 \cdot 88,2 \cdot 0,02 = 0,337 \text{ kNm}; \quad (3.3.5.58)$$

čia:

$$F_{p,cd} = 0,9 \cdot f_{bt,d} \cdot A_{b,net} = 0,9 \cdot 400 \cdot 245 = 88,2 \text{ kN}. \quad (3.3.5.59)$$

Gniuždomojo santvaros tinklelio spyrio ir apatinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas („4“ mazgas)

Santvaros apatinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atspario tikrinimas

Įrašos ženklų koeficientas $\gamma_1 = 1$, nes tinklelio elementas yra gniuždomas.

Kadangi santvaros apatinė juosta yra tempiama, tai veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 1$.

Santvaros juostos iškyša:

$$a = \frac{b_0 - b_1}{2} = \frac{0,12 - 0,08}{2} = 0,02 \text{ m}. \quad (3.3.5.60)$$

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_1 = 0,124 \text{ m}. \quad (3.3.5.61)$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų

$$g = 0,016 / 2 = 0,008 \text{ m}. \quad (3.3.5.62)$$

Kadangi $\frac{b_1}{b_0} = \frac{0,08}{0,12} = 0,67 < 0,9$ ir $\frac{g}{c_1} = \frac{0,008}{0,124} = 0,065 < 0,25$, santvaros viršutinės juostos,

veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis tikrinamas pagal šią nelygybę:

$$|N_1| + \frac{1,5 \cdot |M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (c_1 + g + 2\sqrt{2b_0 a})}{(0,4 + 1,8g / c_1) a \sin \theta_1}; \quad (3.3.5.63)$$

lenkiamasis momentas tinklelio elemente ties juostos kraštu $M_1 = 0$;

$$169,520 + \frac{1,5 \cdot 0}{0,08} < \quad (3.3.5.64)$$

$$\frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 250000 \cdot 0,004^2 (0,124 + 0,008 + 2\sqrt{2 \cdot 0,12 \cdot 0,02})}{\left(0,4 + 1,8 \frac{0,008}{0,124}\right) \cdot 0,02 \cdot \sin 40^\circ} = 163,108 \text{ kN.}$$

Santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis yra nepakankamas, todėl didiname juostos profilio skerspjūvį: **100x120x5** mm. Tada santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis tikrinamas:

$$169,520 + \frac{1,5 \cdot 0}{0,08} < \quad (3.3.5.65)$$

$$\frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 250000 \cdot 0,005^2 (0,124 + 0,008 + 2\sqrt{2 \cdot 0,12 \cdot 0,02})}{\left(0,4 + 1,8 \frac{0,008}{0,124}\right) \cdot 0,02 \cdot \sin 40^\circ} = 254,86 \text{ kN.}$$

Santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis yra pakankamas.

Santvaros apatinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas gniuždomojo spyrio prijungimo vietoje

Koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį, $\gamma_t = 1,0$, nes $h_0/t_0 = 80/4 = 20 < 25$.

Tikriname sąlygą: $b_1/b_0 = 80/120 = 0,67 < 0,85$, todėl juostos sienutės atspario mazgo plokštumoje skaičiuoti nereikia.

Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

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

$$b_1/t_1 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8; \quad (3.3.5.66)$$

$$80/4 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 250^2 - 0,2 \cdot 250 + 81,8;$$

$$20 < 47,11.$$

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys.

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant kvadratiniam skerspjūviui,

$$|N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd,2} A_2}{1 + 0,013 b_0 / t_0}, \quad (3.3.5.67)$$

$$M_1 = 0,$$

$$169,520 \text{ kN} < \frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 250000 \cdot 11,7 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot 0,12 / 0,005} = 222,94 \text{ kN.}$$

Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas

Virinti naudojama elektrodinė viela G35, kurios charakteristinis stipris

$$f_{vw,u} = 440 \text{ MPa} . \quad (3.3.5.68)$$

Plieno stipris pagal stiprumo ribą

$$f_u = 410 \text{ MPa} . \quad (3.3.5.69)$$

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \frac{440}{1,25} = 193,6 \text{ MPa} ; \quad (3.3.5.70)$$

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ MPa} . \quad (3.3.5.71)$$

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

Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela:

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} \leq f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}} ; \quad (3.3.5.72)$$

$$184,5 \text{ MPa} < 193,6 \text{ MPa} < 184,5 \frac{1,05}{0,9} = 215,3 \text{ MPa}.$$

Parinkta tinkama elektrodinė viela.

$$\left(|N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1} \right) \frac{0,75 + 0,01b_0/t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_1 / \sin \theta_1 + b_1)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d}, M_1 = 0 \text{ kNm}, \quad (3.3.5.73)$$

$$\frac{0,16952 \cdot (0,75 + 0,01 \cdot 0,12 / 0,005)}{0,9 \cdot 0,005 \cdot (2 \cdot 0,08 / \sin 40^\circ + 0,08)} < 1 \cdot 193,6$$

$$113,85 \text{ MPa} < 193,6 \text{ MPa}.$$

Kertinių siūlių, jungiančių gniuždomąjį tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas.

$$l_{w,eff,k} = \frac{N_{Ed}}{4 \cdot \beta_{wz} \cdot k_f \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{169,52 \cdot 10^3}{4 \cdot 1,05 \cdot 0,005 \cdot 184,5 \cdot 10^6 \cdot 1} + 0,01 = 53,9 \text{ mm} \quad (3.3.5.74)$$

Tikriname sąlygas:

$$l_{w,eff} \geq 4k_f = 4 \cdot 5 = 20 \text{ mm} ; l_{w,eff} \geq 40 \text{ mm} ; l_{w,eff} \leq 85 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f = 85 \cdot 0,9 \cdot 5 = 382,5 \text{ mm}$$

$$k_f = 5 < 1,2 \cdot t_{\min} = 1,2 \cdot 4 = 4,8 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm} . \quad (3.3.5.75)$$

Tempiamojo santvaros tinklelio spyrio ir apatinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas („4“ mazgas)

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

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

Kadangi santvaros apatinė juosta yra tempinama, tai veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 1$.

Santvaros juostos iškyša:

$$a = \frac{b_0 - b_2}{2} = \frac{0,12 - 0,08}{2} = 0,02 \text{ m.} \quad (3.3.5.76)$$

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis: $c_2 = 0,056 \text{ m}$.

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų:

$$g = 0,016 / 2 = 0,008 \text{ m.} \quad (3.3.5.77)$$

Kadangi $\frac{b_2}{b_0} = \frac{0,08}{0,12} = 0,67 < 0,9$ ir $\frac{g}{c_2} = \frac{0,008}{0,056} = 0,14 < 0,25$, tai santvaros apatinės juostos,

veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atsparis tikrinamas pagal nelygybę:

$$|N_2| + \frac{1,5|M|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (c_2 + g + 2\sqrt{2b_0 a})}{(0,4 + 1,8g / c_2) a \sin \theta_2}, \quad (3.3.5.78)$$

lenkiamasis momentas tinklelio elemente ties juostos kraštu – $M_2 = 0$;

$$155,486 + \frac{1,5 \cdot 0}{0,04} < \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 250000 \cdot 0,005^2 (0,056 + 0,008 + 2\sqrt{2 \cdot 0,12 \cdot 0,02})}{(0,4 + 1,8 \cdot 0,008 / 0,056) \cdot 0,02 \cdot \sin 46^\circ} = 162,66 \text{ kN}$$

Santvaros apatinės juostos, veikiamos tempiamojo strypo, išplėšimo atsparis yra pakankamas.

Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

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

$$b_2 / t_2 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8; \quad (3.3.5.79)$$

$$80 / 4 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 250^2 - 0,2 \cdot 250 + 81,8;$$

$$20 < 47,11.$$

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys.

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant stačiakampiam skerspjūviui,

$$|N_2| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd,2} A_2}{1 + 0,013b_0/t_0} \cdot \frac{2}{3} \left(1 + \frac{1}{1 + b_2/h_2}\right); \quad (3.3.5.80)$$

$$M_2 = 0$$

$$155,486 \text{ kN} < \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 250000 \cdot 8,55 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot 0,12/0,005} \cdot \frac{2}{3} \left(1 + \frac{1}{1 + 0,08/0,04}\right) = 173,78 \text{ kN}$$

Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas

Virinti naudojama elektrodinė viela G35, kurios charakteristinis stipris:

$$f_{vw,u} = 440 \text{ MPa} . \quad (3.3.5.81)$$

Plieno stipris pagal stiprumo ribą

$$f_u = 410 \text{ MPa} \quad (3.3.5.82)$$

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \frac{440}{1,25} = 193,6 \text{ MPa}; \quad (3.3.5.83)$$

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ MPa} . \quad (3.3.5.84)$$

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

Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} \leq f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}}; \quad (3.3.5.85)$$

$$184,5 \text{ MPa} < 193,6 \text{ MPa} < 184,5 \frac{1,05}{0,9} = 215,3 \text{ MPa}.$$

Parinkta tinkama elektrodinė viela.

$$\left(|N_2| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \right) \frac{0,75 + 0,01b_0/t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_2 / \sin \theta_2 + b_2)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d}, \quad (3.3.5.86)$$

$$\frac{0,15549 \cdot (0,75 + 0,01 \cdot 0,12/0,005)}{0,9 \cdot 0,005 \cdot (2 \cdot 0,04 / \sin 46^\circ + 0,08)} < 1 \cdot 193,6$$

$$179,75 \text{ MPa} < 193,6 \text{ MPa}$$

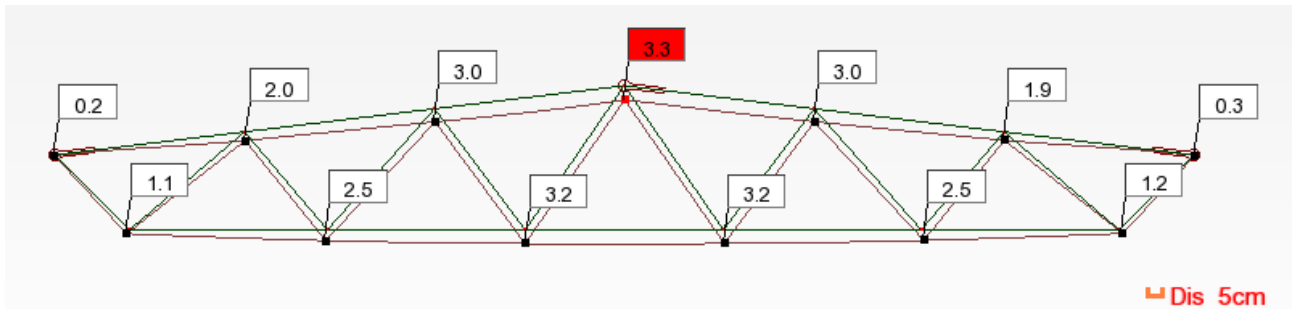
Kertinių siūlių, jungiančių gniuždomą tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas.

$$l_{w,eff,k} = \frac{N_{Ed}}{4 \cdot \beta_{wz} \cdot k_f \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{155,486 \cdot 10^3}{4 \cdot 1,05 \cdot 0,005 \cdot 184,5 \cdot 10^6 \cdot 1} + 0,01 = 50,3 \text{ mm} \quad (3.3.5.87)$$

$$l_{w,eff} \geq 4k_f = 4 \cdot 5 = 20 \text{ mm}; l_{w,eff} \geq 40 \text{ mm}; l_{w,eff} \leq 85 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f = 85 \cdot 0,9 \cdot 5 = 382,5 \text{ mm}. \quad (3.3.5.88)$$

3.3.6. Statybinės pakyls projektavimas

Kai yra plokštieji stogai, statybinė pakyla turi būti numatyta nepaisant tarpatramio dydžio, laikant ją lygia įlinkiui nuo charakteristinio derinio apkrovų [[3] 90.3 p.], pridedant 1/200 tarpatramio dydžio [[4] 236 p.].



3.9 pav. Santvaros įlinkis nuo charakteristinio derinio

Apskaičiuotas įlinkis nuo charakteristinio derinio apkrovų programa „Robot Structural Analysis“: $d=0,033 \text{ m}$;

Prie paskaičiuoto įlinkio pridedame 1/200 tarpatramio dydžio ir gauname statybinės pakyls aukštį:

$$\frac{l}{200} = \frac{19,8}{200} = 0,099 \text{ m}; \quad (3.3.5.89)$$

$$d + \frac{l}{200} = 0,033 + 0,099 = 0,132 \text{ m}. \quad (3.3.5.90)$$

Konstrucinių elementų įrašos, atsirandančios dėl charakteristinių apkrovų, yra pateiktos priede.

3.4. Metalinės kolonos projektavimas

3.4.1. Kolonos charakteristikos

Projektuojame koloną esančia E-4 ašiu sankirtoje. Kolona yra veikiamą stogo denginio, santvaros savojo svorio, perdangos plokščių su naudojimo apkrova, sniego apkrovų. Dėl susidarančio momento kolona – ekscentriškai gniuždoma-lenkiama. Numatoma pastovaus skerspjūvio dvitėjė kolona, kurios ilgis $l_{c1} = 5,50 \text{ m}$, $l_{c2} = 4,50 \text{ m}$ ir $l_{c3} = 5,30 \text{ m}$. Kolonos įrąžos ir lenkimo momentai skaičiuojami su programine įranga „Autocad Robot Structural Analysis“. Pagal skaičiavimų rezultatus iš programos matome, jog didžiausia ašinė įrąža bei lenkimo momentas pirmo aukšto kolonoje yra: ašinė įrąža: $N_{Ed} = 673,424 \text{ kN}$; lenkimo momentas: $M_{Ed} = 25,841 \text{ kNm}$.

Kolonai ir visiems jos elementams naudojame S275JR markės plieną. Skaičiuotinis plieno stipris:

$$f_{y,d} = \frac{f_y}{\gamma_M} = \frac{275}{1,1} = 250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}; \quad (3.4.1.1)$$

čia: f_y – charakteristinis plieno stipris pagal takumo ribą [[4] 6.5 lentelė]; γ_M – medžiagos patikimumo koeficientas [[4] 35p.].

Iš asortimento parenkame HEA240 kurios charakteristikos:

$W_{y,net} = 675,1 \text{ cm}^3$	$I_y = 7763 \text{ cm}^3$	$h = 230 \text{ mm}$	$t_w = 7,5 \text{ mm}$	$A_{net} = 76,8 \text{ cm}^2$	$i_y = 10,05 \text{ cm}$
$W_{z,net} = 230,7 \text{ cm}^3$	$I_z = 2769 \text{ cm}^3$	$b = 240 \text{ mm}$	$t_f = 12 \text{ mm}$	$P = 50,5 \text{ kg/m}$	$i_z = 6,00 \text{ cm}$

Apskaičiuojame kolonos dalių skaičiuojamuosius ilgio koeficientus. Rėmo plokštumoje kolonų ir sijų jungtys lanksčios. Statmenoje rėmui plokštumoje sijos prie kolonų prijungtos irgi lanksčiai. Pastato stabilumą šioje plokštumoje užtikrina ramsčių sistema. Kolonos skaičiuojamasis ilgis:

$$l_{eff} = \mu l_c. \quad (3.4.1.2)$$

Nagrinėjamas rėmas yra nesuvaržytas ryšiais, standumo diafragmomis ar branduoliu rėmo plokštumoje, todėl gali būti klasifikuojamas kaip laisvasis.

Pastoviojo skerspjūvio kolonų ir statramsčių skaičiuojamojo ilgio koeficientas μ imamas atsižvelgiant į jų galų įtvirtinimą bei apkrovą.

Rėmo apatinio aukšto kolonai:

$$\mu = \frac{(p + 0,63)\sqrt{n + 0,28}}{\sqrt{pn(p + 0,9) + 0,1n}} = \frac{(2,483 + 0,63)\sqrt{2,483 + 0,28}}{\sqrt{2,483 \cdot 2,483 \cdot (2,483 + 0,9) + 0,1 \cdot 2,483}} = 1,126; \quad (3.4.1.3)$$

čia:

$$n = \frac{I_{ru} l_c}{2l_r I_c} = \frac{23130 \cdot 5,50}{6,60 \cdot 7763} = 2,483; \quad (3.4.1.4)$$

$$p = \frac{I_{rl} l_c}{l_r I_c} = \frac{23130 \cdot 5,50}{6,60 \cdot 7763} = 2,48; \quad (3.4.1.5)$$

k – angų (tarpatramių) skaičius;

I_c ir l_c – tikrinamos kolonos skerspjūvio inercijos momentas ir ilgis;

l_r , l_{r1} ir l_{r2} – rėmo tarpatramiai;

I_{ru} , I_{ru1} , I_{ru2} ir I_{rl} , I_{rl1} , I_{rl2} – prie tikrinamosios kolonos viršutinių ir apatinių galų prijungtų rėmo sijų skerspjūvių inercijos momentai.

Skaičiuojamasis kolonos ilgis:

$$l_{eff,y} = \mu_y l_c = 1,126 \cdot 5,5 = 6,195 \text{ m}. \quad (3.4.1.6)$$

3.4.2. Kolonos pastovumas momento veikimo plokštumoje

Kolonos liaunis rėmo plokštumoje:

$$\lambda_y = l_{eff,y} / i_y = 619,5 / 9,17 = 61,64. \quad (3.4.2.1)$$

Kolonos sąlyginis liaunis:

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 61,64 \sqrt{\frac{250}{2,1 \cdot 10^5}} = 2,127 \quad (3.4.2.2)$$

Skerspjūvio formos koeficientas k_{shape} skaičiuojamas pagal [4] 7.6 lentelę:

$$A_f = b \times t_f = 0,24 \cdot 0,012 = 0,00288 \text{ m}^2, \quad (3.4.2.3)$$

$$A_w = (h - 2t_f)t_w = (0,230 - 2 \cdot 0,012) \cdot 0,0075 = 0,001545 \text{ m}^2, \quad (3.4.2.4)$$

$$A_f / A_w = 0,00288 / 0,001545 = 1,864 > 1,0, \quad (3.4.2.5)$$

ašinės jėgos ekscentricitetas:

$$e = M_{Ed} / N_{Ed} = 25,841 / 673,424 = 0,040 \text{ m}, \quad (3.4.2.6)$$

santykinis ekscentricitetas:

$$e_{rel} = \frac{eA}{W_c} = \frac{0,040 \cdot 76,8 \cdot 10^{-4}}{675,1 \cdot 10^{-6}} = 0,455, \quad (3.4.2.7)$$

$$0 \leq \bar{\lambda} \leq 5 \text{ ir } 0,1 < e_{rel} \leq 5, \quad (3.4.2.8)$$

ir skerspjūvio formos koeficientas:

$$k_{shape} = (1,90 - 0,1e_{rel}) - 0,01(6 - e_{rel})\bar{\lambda} = (1,90 - 0,1 \cdot 0,455) - 0,01 \cdot (6 - 0,455) \cdot 2,127 = 1,737. \quad (3.4.2.9)$$

Kolonos santykinis lyginamasis ekscentricitetas:

$$e_{rel,eff} = k_{shape} e_{rel} = 1,737 \cdot 0,455 = 0,790 < 20, \quad (3.4.2.10)$$

Stiprumo sąlygos galima netikrinti.

Ekscentriškai gniuždomų elementų pastovumas momento veikimo plokštumoje tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} \leq 1,0. \quad (3.4.2.11)$$

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

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e A f_{y,d} \gamma_c. \quad (3.4.2.12)$$

Ekscentriškai gniuždomo elemento vientisijo skerspjūvio klupumo koeficientas nustatomas pagal [4] 1 priedo 2 lentelę interpoliuojant.

Kai $\bar{\lambda} = 2,127$ ir $e_{rel,eff} = 0,790$,

$$\varphi_e = 0,564. \quad (3.4.2.13)$$

Visuomeninių pastatų kolonomis elemento darbo sąlygų koeficientas: $\gamma_c = 0,95$.

Ekscentriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje:

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e A f_{y,d} \gamma_c = 0,564 \cdot 76,8 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 1028,74 \text{ kN}. \quad (3.4.2.14)$$

Kadangi:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{673,424}{1028,736} = 0,65 \leq 1,0, \quad (3.4.2.15)$$

tai rėmo plokštumoje kolona bus pastovi.

Kolonos pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje yra pakankamas.

3.4.3. Kolonos pastovumas iš momento veikimo plokštumos

Tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} \leq 1,0. \quad (3.4.3.1)$$

Skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento lenkiamasis–sukamasis pastovumo atsparis:

$$N_{NM,TF,Rd} = c \varphi_z A f_{y,d} \gamma_c. \quad (3.4.3.2)$$

Ekscentricitetas naudojamas skaičiuojant pastovumą iš rėmo plokštumos:

$$e_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{21,976}{673,424} = 0,033 \text{ m}, \quad (3.4.3.3)$$

Santykinis ekscentricitetas:

$$e_{rel,y} = \frac{e_y A}{W_c} = \frac{0,033 \cdot 76,8 \cdot 10^{-4}}{675,1 \cdot 10^{-6}} = 0,375. \quad (3.4.3.4)$$

Lenkiamasis momentas $M_{y,Ed}$ imamas lygus didžiausiam momentui strypo ilgio viduriniame trečdalyje, bet ne mažiau kaip pusė didžiausio visame strypo ilgyje veikiančio momento. Maksimali lenkiamojo momento reikšmė viduriniame trečdalyje kolonos ilgio (21,976 kNm) yra didesnė nei pusė maksimalaus lenkiamojo momento:

$$M_{y,Ed} = 0,5 \cdot 25,841 = 12,921 < 21,976 \text{ kNm}. \quad (3.4.3.5)$$

Kadangi

$$e_{rel,y} = 0,375 < 5, \quad (3.4.3.6)$$

tai

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha e_{rel,y}} = \frac{1}{1 + 0,669 \cdot 0,375} = 0,800, \quad (3.4.3.7)$$

$$\alpha = 0,65 + 0,05 e_{rel,y} = 0,65 + 0,05 \cdot 0,375 = 0,669, \quad (3.4.3.8)$$

kolonos liaunis iš momento veikimo plokštumos:

$$\lambda_z = l_{eff,z} / i_z = 5,5 / 0,06 = 91,67, \quad (3.4.3.9)$$

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

Liaunis

$$\lambda_c = 3,14 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 3,14 \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{250}} = 91,01, \quad (3.4.3.10)$$

kadangi $\lambda_z = 91,67 > \lambda_c = 91,01$, tai koeficientas $\beta = \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_z}} = \sqrt{\frac{0,593}{0,588}} = 1,00$.

Klupumo koeficientas φ_z pagal $\lambda_z = 91,67$ ir $f_{y,d} = 250$ MPa nustatomas iš [4] 1 priedo 1 lentelės

$$\varphi_z = 0,588. \quad (3.4.3.11)$$

Skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento lenkiamasis–sukamasis pastovumo atsparis

$$\begin{aligned} N_{NM,TF,Rd} &= c \varphi_z A f_{y,d} \gamma_c = \\ &= 0,800 \cdot 0,588 \cdot 76,8 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 858,010 \text{ kN}, \end{aligned} \quad (3.4.3.12)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = \frac{673,424}{858,010} = 0,78 \leq 1,0. \quad (3.4.3.13)$$

Kolonos pastovumo atsparis iš momento veikimo plokštumos yra pakankamas.

Kolonos ribinis liaunis momento veikimo plokštumoje:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,65 = 141,0, \quad (3.4.3.14)$$

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{673,424}{1028,736} = 0,65, \quad (3.4.3.15)$$

$$\lambda_y = 61,64 < \lambda_u = 141,0. \quad (3.4.3.16)$$

Kolonos ribinis liaunis stamenai momento veikimo plokštumai:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,78 = 133,2, \quad (3.4.3.17)$$

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = \frac{673,424}{858,010} = 0,78 \quad (3.4.3.18)$$

$$\lambda_z = 91,67 < \lambda_u = 133,2. \quad (3.4.3.19)$$

Kolonos liauniai neviršija ribinių reikšmių.

3.4.4. Kolonos skerspjūvio sienelės pastovumas

Sienelės aukščio santykis su storiu:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = \frac{206}{7,5} = 27,47. \quad (3.4.4.1)$$

Sąlyginis ribinis sienelės liaunis, esant elemento sąlyginiam liauniui momento veikimo plokštumoje $\bar{\lambda}_1 = \bar{\lambda} = 2,127 > 2,0$:

$$\bar{\lambda}_{wu} = 1,20 + 0,35\bar{\lambda}_1 = 1,2 + 0,35 \cdot 2,127 = 1,944 < 2,0. \quad (3.4.4.2)$$

Sienelės liaunio sąlyga:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = 27,47 < \bar{\lambda}_{wu} \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 1,944 \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{250}} = 56,34. \quad (3.4.4.3)$$

Kolonos sienelės liaunis neviršija ribinio.

3.4.5. Kolonos skerspjūvio juostos pastovumas

Didžiausias kolonos juostos nuosvyros pločio santykis su jos storiu:

$$\frac{b_{eff}}{t_f} = \frac{116,3}{12,0} = 9,69 < (0,36 + 0,10\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = (0,36 + 0,1 \cdot 2,127) \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{250}} = 16,60. \quad (3.4.5.1)$$

Kolonos juostos liaunis neviršija ribinio.

Kolonos skerspjūvis yra pakankamo didumo.

3.4.6. Kolonos galvenos projektavimas

Kolonos galveną sudaro atraminė galvenos plokštė, galvenos atraminės briaunos ir skersinės sąstandos. Kolonos liemuo – HEA 240 dvitėjinė karšto valcavimo sija, kurios skerspjūvio aukštis $h_k = 230 \text{ mm}$, lentynos plotis $b_k = 240 \text{ mm}$, sienutės storis $t_w = 7,5 \text{ mm}$, o lentynos storis $t_f = 12 \text{ mm}$. Koloną veikianti ašinė įraša $N_{Ed} = 271,958 \text{ kN}$. Remiant konstrukcijas ant kolonos viršaus, paprastai priimama, jog tokia jungtis – lankstinė.

Kolonos galvenos storis pagal konstrukcinius reikalavimus 16–30 mm. Plokštės ilgis ir plotis parenkami taip, jog jie būtų apie 15 mm didesni už kolonos liemens gabaritinius matmenis [[4] 8 priedas 41p.].

Priimame, jog galvenos atraminės plokštės storis $t_{pl} = 20 \text{ mm}$, o ilgis ir plotis – 245x255 mm.

Kolonos galvenos atraminės briaunos matmenys nustatomi taip [[4] 8 priedas 42p.):

Atraminės briaunos storis imamas:

$$t_{br} = 10 \div 20 > 0,5b_{br}\sqrt{f_{y,d}/E}. \quad (3.4.6.1)$$

Vienos atraminės briaunos plotis:

$$b_{br} \geq \frac{N_{Ed}}{2 \cdot t_{br} \cdot f_{p,d} \cdot \gamma_c}. \quad (3.4.6.2)$$

Priimame, jog $t_{br} = 10 \text{ mm}$, tuomet atraminės briaunos plotis:

$$b_{br} \geq \frac{N_{Ed}}{2 \cdot t_{br} \cdot f_{p,d} \cdot \gamma_c} = \frac{271,958 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,01 \cdot 372,73 \cdot 1} = 0,036 \text{ m} = 36 \text{ mm}; \quad (3.4.6.3)$$

čia $f_{p,d}$ – skaičiuotinis glemžiamasis plieno stipris:

$$f_{p,d} = \frac{f_u}{\gamma_M} = \frac{410}{1,1} = 372,73 \text{ MPa}. \quad (3.4.6.4)$$

Priimame, kad $b_{br} = 40 \text{ mm}$.

Tikriname ar pasirinkome tinkamas atraminės briaunos storis:

$$t_{br} = 10 > 0,5b_{br}\sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 0,5 \cdot 40 \sqrt{\frac{250}{210 \cdot 10^3}} = 0,69 \text{ mm}. \quad (3.4.6.5)$$

Paprastai galvenos atraminių plokščių ir kolonos atraminio galo paviršiai yra nudrožiami arba nufrezuojami, tuomet laikoma, kad spaudimas perduodamas glaudžiai besiliečiančiais paviršiais, o virintinių siūlių statinio aukštis imamas konstruktyviai atsižvelgiant į mažiausius galimus siūlių statinius jungiant atitinkamo storio elementus [[4] 7.29 lentelė]. Kolonos galvenos elementų suvirinimui naudojamas pusiau automatinis suvirinimo būdas bei $d_w = 2 \text{ mm}$ skersmens elektrodinė viela G38. Siūlių virinimo padėtis – žemutinė.

Virinimui naudojamos elektrodinės vielos G38 charakteristinis stipris:

$$f_{vw,u} = 470 \text{ MPa} . \quad (3.4.6.6)$$

Plieno stipris pagal stiprumo ribą:

$$f_u = 410 \text{ MPa} . \quad (3.4.6.7)$$

Skaičiuotinis kertinės siūlės kerpamasis metalo stipris per siūlės metalą:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \cdot \frac{470}{1,25} = 206,8 \text{ MPa} . \quad (3.4.6.8)$$

Skaičiuotinis kertinės siūlės kerpamasis metalo stipris per sulydymo srities metalą:

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ MPa} . \quad (3.4.6.9)$$

Kertinės siūlės koeficientai, kai virinama pusiau automatinio būdu, žemutinėje padėtyje, o siūlių statiniai yra [[4] 7.30 lentelė]:

$$\beta_{wf} = 0,9; \beta_{wz} = 1,05 . \quad (3.4.6.10)$$

Tikriname, ar gerai parinkta elektrodinė viela:

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} \leq f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}} ; \quad (3.4.6.11)$$

$$184,5 \text{ Mpa} < 206,8 \text{ Mpa} \leq 184,5 \cdot \frac{1,05}{0,9} = 215,25 \text{ Mpa} .$$

Sąlyga tenkinama. Tai reiškia, jog pasirinkome tinkamą elektrodinę vielą.

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

$$l_{w,eff} = 4 \cdot (40 - 10) = 120 \text{ mm} . \quad (3.4.6.12)$$

Apskaičiuojame siūlių, jungiančių galvenos atraminę plokštę ir briauną, statinio aukštį:

$$k_f = \frac{N_{Ed}}{\beta_{w,f} \cdot l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{271,958 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 120 \cdot 206,8 \cdot 1} = 12,1 \text{ mm} ; \quad (3.4.6.13)$$

$$k_f = \frac{N_{Ed}}{\beta_{w,z} \cdot l_{w,eff} \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{271,958 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 120 \cdot 184,5 \cdot 1} = 11,7 \text{ mm} . \quad (3.4.6.14)$$

Leistinas didžiausias kertinės siūlės statinis:

$$k_f \leq 1,2t_{min} = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ mm} . \quad (3.4.6.15)$$

Leistinas mažiausias kertinės siūlės statinis [[4] 7.29 lentelė]:

$$k_{f,min} = 6 \text{ mm} . \quad (3.4.6.16)$$

Priimame $k_f = 12 \text{ mm}$.

Virintinių siūlių, jungiančių galvenos atraminę briauną ir kolonos sienelę, ilgis nustatomas įvertinant galimą netolygią apkrovą dėl atraminių paviršių nelygiagretumo ar gamybos netikslumų, santvaros atraminę reakciją padidinant 20 %:

$$l_{br,w,eff} = \frac{1,2 \cdot N_{Ed}}{4\beta_{w,f} \cdot k_f \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{1,2 \cdot 271,958 \cdot 10^3}{4 \cdot 0,9 \cdot 4 \cdot 206,8 \cdot 1} = 109,6 \text{ mm}; \quad (3.4.6.17)$$

$$l_{br,w,eff} = \frac{1,2 \cdot N_{Ed}}{4\beta_{w,z} \cdot k_f \cdot f_{vw,f,z} \cdot \gamma_c} = \frac{1,2 \cdot 271,958 \cdot 10^3}{4 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 184,5 \cdot 1} = 105,3; \quad (3.4.6.18)$$

čia $k_f = k_{f,min} = 4$

Atraminę briauną prie kolonos sienelės jungiančių virintinių siūlių ilgis neturi viršyti:

$$l_{br,w,eff} = 108 \text{ mm} < 4\beta_{w,f} \cdot k_f = 85 \cdot 0,9 \cdot 4 = 306 \text{ mm}. \quad (3.4.6.19)$$

Atraminės briaunos ilgis (aukštis):

$$h_{br} \geq l_{br,w,eff} + 10 = 108 + 10 = 83 \text{ mm}. \quad (3.4.6.20)$$

Priimame $h_{br} = 150 \text{ mm}$.

Tikriname galvenos atraminių briaunų kerpamąjį atsparį:

$$\frac{1,2 \cdot N_{Ed}}{2 \cdot h_{br} \cdot t_{br} \cdot f_{s,d} \cdot \gamma_c} = \frac{1,2 \cdot 271,958 \cdot 10^3}{2 \cdot 150 \cdot 10 \cdot 145 \cdot 1} = 0,75 < 1,0; \quad (3.4.6.21)$$

čia $f_{s,d}$ – skaičiuotinis kerpamasis plieno stipris:

$$f_{s,d} = 0,58 \cdot \frac{f_y}{\gamma_M} = 0,58 \cdot \frac{275}{1,1} = 145 \text{ MPa}. \quad (3.4.6.22)$$

Galvenos atraminių briaunų kerpamasis atsparis – pakankamas.

Tikrinamas kolonos sienelės kerpamasis atsparis galvenos atraminių briaunų prijungimo vietoje:

$$\frac{1,2 \cdot N_{Ed}}{2 \cdot h_{br} \cdot t_w \cdot f_{s,d} \cdot \gamma_c} = \frac{1,2 \cdot 271,958 \cdot 10^3}{2 \cdot 150 \cdot 7,5 \cdot 145 \cdot 1} = 1,0 \leq 1,0. \quad (3.4.6.23)$$

Kolonos sienelės kerpamasis atsparis galvenos atraminių briaunų prijungimo vietoje – pakankamas.

Galvenos atraminės briaunos apačioje įrengiamos skersinės sąstandos siekiant išvengti kolonos sienelės išsikreivavimo statmenai jos plokštumai dėl galimo netolygaus santvaros rėmimosi į koloną. Skersinių sąstandų matmenys imami tokie patys kaip ir galvenos atraminių briaunų, o virintinių siūlių matmenys – pagal konstrukcinius reikalavimus [[4] 8 priedas, 48p.]

3.4.7. Kolonos bazės projektavimas

Ekscentriškai gniuždomų kolonų bazės konstruojamos pailgintos lenkiamojo momento plokštumoje. Kolonos ir pamato jungtis yra standžioji, t. y. atlaiko didelius lenkiamuosius momentus, todėl šių kolonų bazės yra konstruojamos su statlakščiais. Statlakščiai yra tvirtinami lenkiamojo momento plokštumoje. Statmena rėmui kryptimi kolonos paprastai

laikomos įtvirtintos lanksčiai, nes atstumas tarp varžtų šia linkme yra santykinai nedidelis [[4] 8 priedas, 69p.]

Skaičiuojant ekscentriškai gniuždomos ištisinės kolonos bazę, turi būti nustatyti šie parametrai [[4] 8 priedas, 72p.):

- pado plokštės matmenys;
- statlakščių ir briaunų matmenys;
- inkarinių varžtų skersmenys;
- inkarinių plokščių matmenys;
- virintinių siūlių, prijungiančių statlakščius prie pado plokštės ir prie kolonos liemens, parametrai.

Kolonos liemuo – valcuotas dvitėjis HEA 240, kurio skerspjūvio aukštis $h_k = 230 \text{ mm}$, lentynos plotis $b_k = 240 \text{ mm}$, sienutės storis $t_w = 7,5 \text{ mm}$, o lentynos storis $t_f = 12 \text{ mm}$. Statlakščių storis imamas $t_{st} = 10 \text{ mm}$ (pagal STR 2.05.08:2005, 8 priedas, 73 p.).

Visus kolonos elementus skaičiuojame nuo vieno pavojingiausio apkrovų derinio, kurio – ašinė jėga $N_k = 673,424 \text{ kN}$, lenkimo momentas $M_k = 25,841 \text{ kNm}$.

Pamato pakolonio matmenys - $D = 1000 \text{ mm}$. Pamato betonas – C20/25, o plienas S275JR markės. Konstrukcijoms suvirinti numatytas pusiau automatinis būdas apsauginių dujų aplinkoje vientiso skerspjūvio viela, $d_w < 1,4 \text{ mm}$. Elektrodinė viela – G38 pagal LST EN 440. Inkariniai varžtai iš plieno S275JR.

Betono skaičiuotiniai gniuždymo ir tempimo stipriai:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{20}{1,5} = 12 \text{ MPa}; \quad (3.4.7.1)$$

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk 0,05}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{1,5}{1,5} = 0,9 \text{ MPa}; \quad (3.4.7.2)$$

čia koeficientai α_{cc} ir α_{ct} turi būti imami lygūs 1,0. Skaičiuojant konstrukcijas, įvertinant stačiakampio formos įtempių pasiskirstymo diagramą; koeficientas $\alpha = 0,9$, kai charakteristinis betono stipris $\leq 50 \text{ MPa}$; γ_c – patikimumo koeficientas, kuris gelžbetonio konstrukcijoms imamas 1,5 [[6] 43.1.2 p.]; $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$ – charakteristinis betono gniuždomasis stipris [[6] 5 lentelė]; $f_{ctk} = 1,5 \text{ MPa}$ – charakteristinis betono tempiamasis stipris [[6] 5 lentelė].

Pado plokštės plotis dažniausiai nustatomas pagal konstrukcinius reikalavimus, atsižvelgiant į kolonos atraminės dalies plotį:

$$B = b_k + 2 \cdot (t_{st} + c) = 240 + 2 \cdot (10 + 80) = 420 \text{ mm} = 0,42 \text{ m}; \quad (3.4.7.3)$$

čia $c = 80 \text{ mm} < 80 \div 100 \text{ mm}$ – pado plokštės iškyšos plotis.

Skaičiuojame preliminarų pado plokštės ilgį:

$$L = h_k + 2 \cdot c_1 = 230 + 2 \cdot 140 = 510 \text{ mm}; \quad (3.4.7.4)$$

priimame $L = 0,52 \text{ m}$;

čia $c_1 = 140 \text{ mm}$.

Skaičiuojame pamato glemžimo plotą:

$$A_{c0} = B \cdot L = 0,42 \cdot 0,52 = 0,218 \text{ m}^2. \quad (3.4.7.5)$$

Skaičiuojame įtempių pasiskirstymo plotą pamate:

$$A_{c1} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,0^2}{4} = 0,785 \text{ m}^2; \quad (3.4.7.6)$$

čia pamato viršaus matmenys : $D = 1,0 \text{ m}$.

Skaičiuojamas šoninio apspaudimo gniuždant koeficientas

$$k_u = 0,8 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{ctd}} = 0,8 \cdot \frac{12}{0,9} = 10,67 < 14,0. \quad (3.4.7.7)$$

Priimame $k_u = 14,0$

Skaičiuojame koeficientą, įvertinantį betono gniuždomojo stiprio padidėjimą:

$$\begin{aligned} w_u &= 1 + k_u \cdot k_f \cdot \frac{f_{ctd}}{f_{cd}} \cdot \left(\sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} - 1 \right) = \\ &= 1 + 14,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{0,9}{12} \cdot \left(\sqrt{\frac{0,785}{0,284}} - 1 \right) = 2,395 \leq \omega_{u,max} = 3,5. \end{aligned} \quad (3.4.7.8)$$

Priimame $w_u = 3,5$.

Čia [[6] 17 lentelė] $k_f = 1,0$ – koeficientas įvertinantis betono šoninio apspaudimo nevienodumą; $\omega_{u,max} = 3,5$ ribinė betono glemžiamojo stiprio padidėjimo reikšmė.

Skaičiuojame kolonos pamato betono glemžiamąjį stiprį:

$$f_{cud} = \alpha \cdot w_u \cdot f_{cd} = 0,85 \cdot 3,5 \cdot 12 = 35,7 \text{ MPa}; \quad (3.4.7.9)$$

čia $\alpha = 0,85$ – koeficientas, įvertinantis ilgalaikį apkrovos poveikį, jos netinkamiausią pridėjimą;

Tiksliname pado plokštės ilgį:

$$\begin{aligned} L &= \frac{|N_k|}{2 \cdot B \cdot f_{cud}} + \sqrt{\left(\frac{|N_k|}{2 \cdot B \cdot f_{cud}} \right)^2 + \frac{6 \cdot M_k}{B \cdot f_{cud}}} = \\ &= \frac{673,424 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,42 \cdot 35,7} + \sqrt{\left(\frac{673,424 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,42 \cdot 35,7} \right)^2 + \frac{6 \cdot 25,841 \cdot 10^{-3}}{0,42 \cdot 35,7}} \\ &= 0,128 \text{ m}. \end{aligned} \quad (3.4.7.10)$$

Priimtas pado plokštės ilgis – tinkamas.

Skaičiuojame pado plokštės plotą ir atsparumo momentą:

$$A = A_{c0} = 0,284 \text{ m}^2; \quad (3.4.7.11)$$

$$W = \frac{B \cdot L^2}{6} = \frac{0,42 \cdot 0,52^2}{6} = 18928 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3. \quad (3.4.7.12)$$

Skaičiuojame įtempius pamato betone po pado plokšte:

$$\sigma_{c,max} = \frac{N_k}{A} + \frac{M_k}{W} = \frac{673,424 \cdot 10^{-3}}{0,284} + \frac{25,841 \cdot 10^{-3}}{18928 \cdot 10^{-6}} = 3,762 \text{ MPa} \quad (3.4.7.13)$$

$$< f_{cud} = 35,7 \text{ MPa};$$

$$\sigma_{c,min} = \frac{N_k}{A} - \frac{M_k}{W} = \frac{673,424 \cdot 10^{-3}}{0,284} - \frac{25,841 \cdot 10^{-3}}{18928 \cdot 10^{-6}} = 0,940 \text{ MPa}. \quad (3.4.7.14)$$

Gniuždomosios zonos ilgis:

$$s = \frac{\sigma_{c,max}}{\sigma_{c,max} + \sigma_{c,min}} \cdot L = \frac{3,762}{3,762 + 0,940} \cdot 0,52 = 0,42 \text{ m}. \quad (3.4.7.15)$$

Nustatius plokštės matmenis, apskaičiuojamas jos storis. Šiam tikslui plokštė suskirstoma į tris atskirus ruožus, kurių rėmimosi sąlygos yra: 1 – gembinė sija, 2 – trimis kraštais paremta plokštelė, 3 – keturiais kraštais paremta plokštelė.

Skaičiuojame kiekvieno ruožo lenkiamuosius momentus, imant 1 cm pločio juostą, apkrautą tolygiai išskirstyta apkrova $q = \sigma_{c,max}$ [[4] 8 priedas 76 p.]:

- 1 plotelis – plokštelė įtvirtinta vienu kraštu:

$$M_1 = \frac{\sigma_{c,max} \cdot c^2}{2} = \frac{3,762 \cdot 10^3 \cdot 0,08^2}{2} = 12,038 \text{ kNm/m}. \quad (3.4.7.16)$$

- 2 plotelis – plokštelė paremta trimis kraštais:

$$M_2 = \alpha \cdot \sigma_{c,max} \cdot b_k^2 = 0,072 \cdot 3,762 \cdot 10^3 \cdot 0,24^2 = 15,519 \text{ kNm/m}; \quad (3.4.7.17)$$

čia $\alpha = 0,072$ – koeficientas, nes $\frac{c_1}{b_k} = \frac{0,14}{0,24} = 0,583$ [[3] 8 priedas 3.3 lentelė].

- 3 plotelis – keturiais kraštais paremta plokštelė:

$$M_3 = \alpha_1 \cdot \sigma_{3,c} \cdot a_1^2 = 0,0922 \cdot 2,401 \cdot 10^3 \cdot 0,116^2 = 2,979 \text{ kNm/m}; \quad (3.4.7.18)$$

čia $a_1 = 0,5 \cdot (b_k - t_w) = 0,5 \cdot (240 - 7,5) = 116,3 \text{ mm} = 0,116 \text{ m}$;

$$\sigma_{3,c} = \frac{s - c_1 + t_f}{s} \cdot \sigma_{c,max} = \frac{0,42 - 0,14 - 0,012}{0,42} \cdot 3,762 \quad (3.4.7.19)$$

$$= 2,401 \text{ MPa};$$

$\alpha_1 = 0,0922$ – koeficientas, kuris, kai santykis $\frac{b_1}{a_1} = \frac{206}{116} = 1,78$ [[4] 8 priedas 3.2 lentelė],

čia $b_1 = h_k - 2 \cdot t_f = 230 - 2 \cdot 12 = 206 \text{ mm}$.

Skaičiuojame pado plokštės storį pagal didžiausią lenkimo momentą:

$$t_{pl} = \sqrt{\frac{6 \cdot M_1}{f_{y,d} \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 15,519 \cdot 10^{-3}}{250 \cdot 1,2}} = 0,018 \text{ m} = 18 \text{ mm}; \quad (3.4.7.20)$$

čia γ_c – statinės apkrovos veikiamos atraminės plokštės, kurios storis ne daugiau kaip 40 mm, darbo sąlygų koeficientas [[4] 7.1 lentelė].

Priimame $t_{pl} = 20 \text{ mm}$.

Atsargos labai priimame, kad kolonos sienelė neperduoda įrašos pado plokštei, tuomet lentynų perduodama įrašą statlaksčiui bus atlaikoma dviem virintinėmis siūlėmis.

Skaičiuojame įrašą virintinėje siūlėje, prijungiančioje statlakštį prie kolonos lentynos:

$$N_{st,Ed} = \frac{|N_{k,Ed}|}{2} + \frac{M_{k,Ed}}{h_k} = \frac{673,424}{2} + \frac{25,841}{0,206} = 463,500 \text{ kN}; \quad (3.4.7.21)$$

čia $h_k = 206 \text{ mm} = 0,206 \text{ m}$ – atstumas tarp kolonos lentynų.

Kolonos bazės suvirinimui naudojamas tokią pačią elektrodinę vielą kaip ir naudojant kolonos galvenai suvirinti – G38. Siūlių virinimo padėtis – žemutinė. Siūlės stipriai yra lygūs kolonos galvenos virintinių siūlių stipriams.

Mažiausias virintinės siūlės statinio aukštis statlaksčiui prijungti prie kolonos lentynos, jei taikomas pusiau automatinis suvirinimo būdas $k_{f,min} = 6 \text{ mm}$, priimame $k_f = 6 \text{ mm}$.

Nustatome statlakščio aukštį, atsižvelgiant į reikalingą virintinių siūlių ilgį statlaksčiui prie kolonos prijungti:

$$l_{st,w,eff} = \frac{N_{st}}{2 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{463,5 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,006 \cdot 206,8 \cdot 1,0} \quad (3.4.7.22)$$

$$= 0,208 \text{ m}.$$

Priimame $l_{st,w,eff} = 0,21 \text{ m}$;

Siūlės skaičiuojamasis ilgis turi tenkinti sąlygas [[4] 143p.]:

$$4 \cdot k_f = 4 \cdot 6 = 24 \text{ mm} \leq l_{st,w,eff} = 210 \text{ mm} \leq 85 \cdot \beta_{wf} \cdot k_f \quad (3.4.7.23)$$

$$= 85 \cdot 0,9 \cdot 6 = 459 \text{ mm}.$$

Sąlyga – tenkinama.

Skaičiuojame reikalingą statlakščio aukštį:

$$h_{st} = l_{st,w,eff} + 10 = 210 + 10 = 220 \text{ mm}. \quad (3.4.7.24)$$

Atsargos labai, tolygiai išskirstyta apkrova, veikianti statlakštį, skaičiuojame nuo pusės pado plokštės pločio:

$$q_{st,max} = \sigma_{c,max} \cdot B \cdot 0,5 = 3,762 \cdot 10^3 \cdot 0,42 \cdot 0,5 = 790,02 \text{ kN/m}; \quad (3.4.7.25)$$

$$\sigma_{2,c} = \frac{s - c_1}{s} \cdot \sigma_{c,max} = \frac{0,42 - 0,14}{0,42} \cdot 3,762 = 2,508 \text{ MPa}; \quad (3.4.7.26)$$

$$q_{2,st} = \sigma_{2,c} \cdot B \cdot 0,5 = 2,508 \cdot 10^3 \cdot 0,42 \cdot 0,5 = 526,68 \text{ kN/m}. \quad (3.4.7.27)$$

Skaičiuojame statlakščio gembinės dalies lenkiamasis momentas ir skersinė jėga nuo pamato spaudimo [[4] 8 priedas 3.39]:

$$\begin{aligned} M_{st} &= \frac{q_{2,st} \cdot c_1^2}{2} + \frac{c_1^2}{3} \cdot (q_{st,max} - q_{2,st}) = \\ &= \frac{526,68 \cdot 0,14^2}{2} + \frac{0,14^2}{3} \cdot (790,02 - 526,68) = 6,882 \text{ kNm}; \end{aligned} \quad (3.4.7.28)$$

$$V_{st,1} = \frac{(q_{st,max} + q_{2,st})}{2} \cdot c_1 = \frac{790,02 + 526,68}{2} \cdot 0,14 = 92,169 \text{ kN}; \quad (3.4.7.29)$$

$$V_{st,2} = \frac{N_{st}}{2} - V_{st,1} = \frac{463,5}{2} - 92,169 = 139,581 \text{ kN}. \quad (3.4.7.30)$$

Kadangi $V_{st,1} < V_{st,2}$, tai tolimesniuose skaičiavimuose $V_{st} = V_{st,2} = 139,581 \text{ kN}$.

Skaičiuojame statlakščio skerspjūvio plotą ir atsparumo momentą [[4] 8 priedas 80p.]:

$$A_{st} = t_{st} \cdot h_{st} = 0,01 \cdot 0,22 = 22 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2; \quad (3.4.7.31)$$

$$W_{st} = \frac{t_{st} \cdot h_{st}^2}{6} = \frac{0,01 \cdot 0,22^2}{6} = 80,667 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3. \quad (3.4.7.32)$$

Skaičiuojame normalinius ir tangentinius įtempius:

$$\sigma_{st} = \frac{M_{st}}{W_{st}} = \frac{6,882 \cdot 10^{-3}}{80,667 \cdot 10^{-6}} = 85,314 \text{ MPa}; \quad (3.4.7.33)$$

$$\begin{aligned} \tau_{st} &= \frac{V_{st}}{A_{st}} = \frac{139,581 \cdot 10^{-3}}{22 \cdot 10^{-4}} = 63,446 \text{ MPa} < f_{s,d} \cdot \gamma_c = 145 \cdot 1,0 \\ &= 145 \text{ MPa}; \end{aligned} \quad (3.4.7.34)$$

Tikriname statlakščio atsparį:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{st}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed}^2}}{1,15 \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{\sqrt{85,314^2 + 3 \cdot 63,446^2}}{1,15 \cdot 250 \cdot 1,0} = 0,48 < 1,0. \quad (3.4.7.35)$$

Skaičiuojame statlakščio skersinę jėgą ir lenkiamąjį momentą nuo įrašos inkariniuose varžtuose:

$$V_{v,st} = \frac{N_{v,max}}{2} = \frac{136,55}{2} = 68,274 \text{ kN}; \quad (3.4.7.36)$$

$$M_{v,st} = V_{v,st} \cdot (c_1 + \delta) = 68,274 \cdot (0,14 + 0,04) = 12,289 \text{ kNm}; \quad (3.4.7.37)$$

čia $N_{v,max}$ – didžiausia inkarinius varžtus veikianti tempimo jėga nuo nepalankiausio apkrovų derinio.

Skaičiuojame normalinius ir tangentinius įtempius nuo įrašos inkariniuose varžtuose:

$$\sigma_{st} = \frac{M_{v,st}}{W_{st}} = \frac{12,289 \cdot 10^{-3}}{80,667 \cdot 10^{-6}} = 152,346 \text{ MPa}; \quad (3.4.7.38)$$

$$\tau_{st} = \frac{V_{v,st}}{A_{st}} = \frac{68,274 \cdot 10^{-3}}{22 \cdot 10^{-4}} = 31,034 \text{ MPa.} \quad (3.4.7.39)$$

Tikriname statlakščio atsparį nuo įrašos inkariniuose varžtuose:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{st}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed}^2}}{1,15 \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c} = \frac{\sqrt{152,346^2 + 3 \cdot 31,034^2}}{1,15 \cdot 250 \cdot 1,0} = 0,56 \leq 1,0. \quad (3.4.7.40)$$

Statlakščio atsparis – pakankamas.

Inkariniai varžtai skaičiuojami įrašų kolonos atraminiame pjūvyje deriniui, kuriame yra didžiausias lenkimo momentas. Skaičiavimam naudosime pirmąjį apkrovų derinį, tą patį, kaip ir kolonos bazės skaičiavimuose.

Skaičiuojame atstumą nuo kolonos ašies iki gniuždomos zonos sunkio centro:

$$d = \frac{L}{2} - \frac{s}{3} = \frac{540}{2} - \frac{420}{3} = 130 \text{ mm} = 0,13 \text{ m.} \quad (3.4.7.41)$$

Skaičiuojame atstumą nuo pamato gniuždomosios zonos sunkio centro iki inkarinių varžtų, esančių tempiamoje pusėje ašies:

$$y = L + \delta - \frac{s}{3} = 0,52 + 0,06 - \frac{0,42}{3} = 0,44 \text{ m.} \quad (3.4.7.42)$$

Suminė ašinė jėga, veikianti tempiamosios bazės pusės varžtuose:

$$N_v = \frac{M_k - |N_k| \cdot d}{y} = \frac{26,713 - 667,65 \cdot 0,13}{0,44} = -136,55 \text{ kN.} \quad (3.4.7.43)$$

Priimame $N_v = 136,55 \text{ kN}$.

Skaičiuojame inkarinių varžtų, iš karštai valcuoto S275JR plieno, skaičiuotinį tempiamąjį stiprį:

$$f_{ba,d} = 0,5 \cdot f_u = 0,5 \cdot 410 = 205 \text{ MPa.} \quad (3.4.7.44)$$

Skaičiuojame reikalingą inkarinio varžto skerspjūvio plotą:

$$\begin{aligned} A_{b,net} &= \frac{N_v}{n \cdot f_{ba,d} \cdot \gamma_c} = \frac{136,55 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 205 \cdot 1,0} = 3,33 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 3,33 \text{ cm}^2 \\ &= 333 \text{ mm}^2; \end{aligned} \quad (3.4.7.45)$$

čia n – inkarinių varžtų skaičius.

Prenkame 24 mm skersmens inkarinius varžtus M24, kurių skerspjūvio plotas $A_{b,net} = 353 \text{ mm}^2$ [[4] 7.32 lentelė].

Skaičiuojame inkarinių varžtų plokštelės lenkiamąjį momentą:

$$\begin{aligned} M_{pl} &= \frac{N_v}{4} \cdot (b_k + t_{st} - b_v) = \frac{136,55}{4} \cdot (0,24 + 0,01 - 0,33) \\ &= 2,731 \text{ kNm}; \end{aligned} \quad (3.4.7.46)$$

čia b_v – atstumas tarp gretimų inkarinių varžtų; varžto skylės plotis plokštelėje $d_0 = 26 \text{ mm}$.

Plokštelės plotis nustatomas atsižvelgiant į mažiausius atstumus nuo varžto iki elemento krašto statmena įrašai kryptimi:

$$b_{pl} \geq 2 \cdot 1,5 \cdot d_0 = 2 \cdot 1,5 \cdot 26 = 78 \text{ mm.} \quad (3.4.7.47)$$

Priimame, jog $b_{pl} = 80 \text{ mm}$.

Skaičiuojame inkarinių varžtų plokštelės storį:

$$t_{pl} = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{pl}}{(b_{pl} - d_0) \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 2,731 \cdot 10^{-3}}{(0,08 - 0,026) \cdot 250 \cdot 1,2}} = 0,031 \text{ m.} \quad (3.4.7.48)$$

Priimame, jog $t_{pl} = 32 \text{ mm}$.

Virintinių siūlių, jungiančių bazės elementus prie pado plokštės, mažiausias galimas virintinės siūlės statinio aukštis, kai virinama prie 32 mm storio elemento, $k_{f,min} = 7 \text{ mm}$. Priimame $k_f = 7 \text{ mm}$.

Skaičiuojame virintinių siūlių metalo kerpamasis plotas:

$$\begin{aligned} A_{wf} &= 2 \cdot (\beta_{wf} \cdot k_f \cdot (L - 10) + 2\beta_{wf} \cdot k_f \cdot (c_1 - 10)) = \\ &= 2 \cdot (0,9 \cdot 0,007 \cdot (0,52 - 0,01) + 2 \cdot 0,9 \cdot 0,007 \cdot (0,14 - 0,01)) = \quad (3.4.7.49) \\ &= 97,02 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2. \end{aligned}$$

Skaičiuojami virintinių siūlių, prijungiančių bazės elementus prie pado plokštės, inercijos ir atsparumo momentai:

$$\begin{aligned} I_{wf} &= 2 \cdot \left(\frac{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot (L - 10)^3}{12} + 2 \cdot \right. \\ &\quad \cdot \left(\frac{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot (c_1 - 10)^3}{12} + \beta_{wf} \cdot k_f \cdot (c_1 - 10) \right. \\ &\quad \left. \left. \cdot \left(\frac{L}{2} - \frac{c_1}{2} \right)^2 \right) \right) \quad (3.4.7.50) \\ &= 2 \cdot \left(\frac{0,9 \cdot 0,007 \cdot (0,52 - 0,01)^3}{12} + 2 \cdot \right. \\ &\quad \cdot \left(\frac{0,9 \cdot 0,007 \cdot (0,14 - 0,01)^3}{12} + 0,9 \cdot 0,007 \right. \\ &\quad \left. \left. \cdot (0,14 - 0,01) \cdot \left(\frac{0,52}{2} - \frac{0,14}{2} \right)^2 \right) \right) = 2,62 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4; \end{aligned}$$

$$W_{pl} = \frac{I_{wf}}{0,5 \cdot L} = \frac{2,62 \cdot 10^{-4}}{0,5 \cdot 0,52} = 10,083 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3. \quad (3.4.7.51)$$

Tikrinamas virintinių siūlių, jungiančių bazės elementus prie pado plokštės, atsparis:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} \cdot \left(\frac{N_k}{A_{wf}} + \frac{M_k}{W_{wf}} \right) = \\ & = \frac{1}{206,8 \cdot 1,0} \cdot \left(\frac{673,424 \cdot 10^{-3}}{97,02 \cdot 10^{-4}} + \frac{25,841 \cdot 10^{-3}}{10,083 \cdot 10^{-4}} \right) = 0,46 < 1,0. \end{aligned} \quad (3.4.7.52)$$

Kolonos bazės stiprumas – pakankamas.

3.5. Metalinio trilanksčio rėmo projektavimas

3.5.1. Strypų įrašų suvestinė

3.10 lentelė Strypų įrašų suvestinė

Strypo numeris	Strypo įrašas, kai sniegas ant viso stogo, kN	Maksimali įrašas, gniuždymas, kN	Maksimali įrašas, tempimas, kN	Maksimalus veikiantis momentas, kNm
Rėmsijos viršutinė juosta				
19-22	-122,901	122,901		2,000
22-24	-81,922	81,922		2,000
24-26	-13,351	13,351		0,486
26-28	67,264		67,264	-3,788
28-30	147,105		147,105	-3,788
Rėmsijos apatinė juosta				
20-21	82,844		82,844	0,913
21-23	52,994		52,994	0,913
23-25	-17,863	17,863		0,664
25-27	-108,037	108,037		0,600
27-29	-200,190	200,190		-4,323
Kolonos išorinė juosta				
30-31	127,319		127,319	-1,653
31-32	127,319		127,319	-1,653
32-34	102,953		102,953	-1,086
34-36	44,059		44,059	-1,329
36-38	-74,912	74,912		-1,601
Kolonos vidinė juosta				
29-33	-272,228	272,228		-4,293
33-35	-232,211	232,211		-1,506
35-37	-150,520	150,520		-1,506
Tinklelio elementai				
19-20	79,406		79,406	
19-21	-21,459	21,459		
21-22	10,880		10,880	
22-23	-50,701	50,701		
23-24	35,460		35,460	
24-25	-70,128	70,128		
25-26	55,605		55,605	
26-27	-81,954	81,954		
27-28	63,752		63,752	
28-29	-95,829	95,829		
29-30	-161,694	161,694		
29-31	-2,529	2,529		
29-32	-20,710	20,710		
32-33	24,539		24,539	
33-34	-35,668	35,668		
34-35	44,251		44,251	
35-36	-61,462	61,462		

36-37	83,250		83,250	
37-38	-60,994	60,994		-23,123

Visi rėmo elementai projektuojami iš kvadratinų ir stačiakampių vamzdžių. Parenku S275JR markės plieną, kurio $f_y=275 \text{ N/mm}^2$,

$$f_{y,d} = \frac{f_y}{\gamma_M} = \frac{275}{1,1} = 250 \text{ N/mm}^2; \quad (3.5.1.1)$$

čia: f_y – charakteristinis plieno stipris pagal takumo ribą [[4] 6.5 lentelė]; γ_M – medžiagos patikimumo koeficientas [[4] 35p.].

3.5.2. Metalinio rėmo kolonos vidinės juostos projektavimas

Rėmo vidinės juostos strypai yra gniuždomi-lenkiami. Didžiausia gniuždymo jėga yra $N_{Ed}=272,228 \text{ kN}$, o didžiausias lenkimo momentas $M_{Ed}=-4,293 \text{ kNm}$. Vientisojo skerspjūvio strypų stiprumas tikrinamas, kai $e_{rel,eff} > 20$, ir tikrinamas pastovumas momento veikimo plokštumoje, kai $e_{rel,eff} \leq 20$. Pastovumas iš momento veikimo plokštumos tikrinamas visada [[4] 6 priedo 154 p.].

Projektuojant rėmo juostas, jų profilį pasirenkame pagal numatomą reikiamą skerspjūvio plotą:

$$A_{net} \geq \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{272,228}{250 \cdot 10^3 \cdot 1,0} = 10,88 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 10,88 \text{ cm}^2. \quad (3.5.2.1)$$

Iš sortimento parenkame kvadratinį vamzdį: **120x120 mm, t=8,0 mm**.

$$e_{rel} = \frac{eA}{W_c} = \frac{0,02 \cdot 35,2 \cdot 10^{-4}}{121 \cdot 10^{-6}} = 0,582; \quad (3.5.2.2)$$

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{4,293}{272,228} = 0,02 \text{ m}. \quad (3.5.2.3)$$

Sąlyginis elemento liaunis apskaičiuojamas taip λ :

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}}; \quad (3.5.2.4)$$

čia elemento liaunis nustatomas:

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{2,330}{0,0455} = 51,21; \quad (3.5.2.5)$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 51,21 \cdot \sqrt{\frac{250}{2,1 \cdot 10^5}} = 1,767. \quad (3.5.2.6)$$

k_{shape} – skerspjūvio formos koeficientas, [[5] 7.6 lentelė].

Kai $\frac{A_f}{A_w} > 1,0$, tai:

$$k_{shape} = (1,90 - 0,1e_{rel}) - 0,01(6 - e_{rel})\bar{\lambda} = (1,90 - 0,1 \cdot 0,582) - 0,01 \cdot (6 - 0,582) \cdot 1,767 = 1,746 \quad (3.5.2.7)$$

Skaičiuojame $e_{rel,eff} = k_{shape}e_{rel} = 1,746 \cdot 0,582 = 1,016$. Kadangi $e_{rel,eff} \leq 20$, tai tikrinamas yra pastovumas momento veikimo plokštumoje ir pastovumas iš momento veikimo plokštumos, o stiprumas netikrinamas.

Skaičiuojame pastovumą momento veikimo plokštumoje, sutampančioje su simetrijos plokštuma:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{272,228}{581,29} = 0,47 \leq 1,0. \quad (3.5.2.8)$$

Sąlyga tenkinama.

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

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e A \cdot f_{y,d} \gamma_c = 0,560 \cdot 35,2 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 581,29 \text{ kN}; \quad (3.5.2.9)$$

čia $\varphi_e = 0,560$. φ_e - koeficientas nustatomas pagal STR 2.05.08:2005 1 priedo 2 lentelę.

Tikriname elemento pastovumą iš momento veikimo plokštumos pagal šią formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = \frac{272,228}{309,38} = 0,88 \leq 1,0. \quad (3.5.2.10)$$

Sąlyga tenkinama.

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

$$N_{NM,TF,Rd} = c \cdot \varphi_z \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 1,204 \cdot 0,292 \cdot 35,2 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 309,38 \text{ kN} \quad (3.5.2.11)$$

čia: $\varphi_z = 0,292$ – centriškai gniuždomo elemento klupumo koeficientas [[4] 1 priedo 1 lentelė], imant $\lambda_z = l_{eff,z} / i_z$. Koeficientas c , kai santykinio ekscentriciteto reikšmė $e_{rel,y} \leq 5$, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel,y}} = \frac{1,425}{1 + 0,7 \cdot 0,262} = 1,204; \quad (3.5.2.12)$$

čia: α ir β – koeficientai, imami iš [5] 7.8 lentelės. α priklauso nuo $e_{rel,y}$ kuris yra:

$$e_{rel,y} = e_y \frac{A}{W_{y,c}} = \frac{0,009 \cdot 35,2 \cdot 10^{-4}}{121 \cdot 10^{-6}} = 0,262, \text{ tai:}$$

$$\alpha = 0,7; \text{ Čia } e_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{2,566}{272,228} = 0,009 \text{ m};$$

$$M_{y,Ed} = 2,566 > 0,5 \cdot M_{Ed,max} = 0,5 \cdot 4,293 = 2,237 \text{ kNm}.$$

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

$$\beta = \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_z}} = \sqrt{\frac{0,593}{0,292}} = 1,425; \quad (3.5.2.13)$$

nes:

$$\lambda_z = \frac{l_{z,eff}}{i_z} = \frac{6,981}{0,0455} = 153,4 > \lambda_c = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{210000}{250}} = 91,0. \quad (3.4.3.14)$$

Patikriname gniuždomo strypo liaunį pavojingesnėje plokštumoje. Ribinis liaunis gniuždomiems elementams apskaičiuojamas pagal STR 2.05.08:2005, 7.18 lentelę:

$$\lambda_{u,c} = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,88 = 157,3; \quad (3.5.2.15)$$

čia:

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0,88; \quad (3.5.2.16)$$

$$\lambda_z = 153,4 < \lambda_{u,c} = 157,3. \quad (3.5.2.17)$$

Sąlyga tenkinama.

Be šių skaičiavimų taip pat būtina patikrinti skerspjuvio elementų (sienelės, juostų) pastovumą.

Skerspjuvio sienelė yra pastovi, jei tenkinama $\frac{h_{eff}}{t_w} \leq \bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$ sąlyga. Sienelės

skaičiuojamojo aukščio santykis su storiu apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = \frac{104}{8,0} = 13. \quad (3.5.2.18)$$

Sąlyginis ribinis sienelės liaunis $\bar{\lambda}_{wu}$ apskaičiuojamas pagal [4] 7.26 lentelės formules.

Kai $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 51,21 \cdot \sqrt{\frac{250}{2,1 \cdot 10^5}} = 1,767$ ir $e_{rel} = \frac{eA}{W_c} = \frac{0,02 \cdot 35,2 \cdot 10^{-4}}{121 \cdot 10^{-6}} = 0,582$, tai

$\bar{\lambda}_{wu} = 1,0 + 2 \cdot \bar{\lambda} = 1,0 + 2 \cdot 1,767 = 3,534$. Čia $\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{2,33}{0,0455} = 51,21$.

Apsiskaičiuojame santykį:

$$\bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 1,353 \cdot \sqrt{\frac{210000}{250}} = 39,2. \quad (3.5.2.19)$$

Tikriname sienelės pastovumą:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = 13 \leq \bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 39,2. \quad (3.5.2.20)$$

Sąlyga yra tenkinama.

3.5.3. Rėmo kolonos išorinės juostos projektavimas

Rėmo kolonos išorinės juostos strypai yra gniuždomi-lenkiami bei tempiami-lenkiami. Elementą projektuojame pagal didžiausią gniuždymo jėgą $N_{Ed}=74,912$ kN bei didžiausias lenkimo momentą (toje elemento dalyje) $M_{Ed}=-1,601$ kNm. Vientisojo skerspjūvio strypų stiprumas tikrinamas, kai $e_{rel,eff} > 20$, ir tikrinamas pastovumas momento veikimo plokštumoje, kai $e_{rel,eff} \leq 20$. Pastovumas iš momento veikimo plokštumos tikrinamas visada [[4] 6 priedo 154 p.].

Iš sortimento parenkame kvadratinį vamzdį: **120x120 mm, t=6,0 mm**.

$$e_{rel} = \frac{eA}{W_c} = \frac{0,02 \cdot 27,0 \cdot 10^{-4}}{96,6 \cdot 10^{-6}} = 0,574; \quad (3.5.3.1)$$

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{1,601}{74,912} = 0,02 m. \quad (3.5.3.2)$$

Sąlyginis elemento liaunis apskaičiuojamas taip λ :

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}}; \quad (3.5.3.3)$$

čia elemento liaunis nustatomas:

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{1,150}{0,0463} = 24,84; \quad (3.5.3.4)$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 24,84 \cdot \sqrt{\frac{250}{2,1 \cdot 10^5}} = 0,857. \quad (3.5.3.5)$$

k_{shape} – skerspjūvio formos koeficientas, [[4] 7.6 lentelė].

Kai $\frac{A_f}{A_w} > 1,0$, tai:

$$k_{shape} = (1,90 - 0,1e_{rel}) - 0,01(6 - e_{rel})\bar{\lambda} = (1,90 - 0,1 \cdot 0,574) - 0,01 \cdot (6 - 0,574) \cdot 0,857 = 1,796 \quad (3.5.3.6)$$

Skaičiuojame $e_{rel,eff} = k_{shape} e_{rel} = 1,796 \cdot 0,574 = 1,031$. Kadangi $e_{rel,eff} \leq 20$, tai tikrinamas yra pastovumas momento veikimo plokštumoje ir pastovumas iš momento veikimo plokštumos, o stiprumas netikrinamas.

Skaičiuojame pastovumą momento veikimo plokštumoje, sutampančioje su simetrijos plokštuma:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{74,912}{449,55} = 0,17 \leq 1,0. \quad (3.5.3.7)$$

Sąlyga tenkinama.

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

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e A \cdot f_{y,d} \gamma_c = 0,666 \cdot 27,0 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 449,55 \text{ kN}; \quad (3.5.3.8)$$

čia $\varphi_e = 0,666$. φ_e - koeficientas nustatomas pagal STR 2.05.08:2005 1 priedo 2 lentelę.

Tikriname elemento pastovumą iš momento veikimo plokštumos pagal šią formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = \frac{74,912}{597,63} = 0,13 \leq 1,0. \quad (3.5.3.9)$$

Sąlyga tenkinama.

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

$$N_{NM,TF,Rd} = c \cdot \varphi_z \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 1,658 \cdot 0,534 \cdot 27 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 597,63 \text{ kN} \quad (3.5.3.10)$$

čia: $\varphi_z = 0,534$ – centriškai gniuždomo elemento klupumo koeficientas [[4] 1 priedo 1 lentelė], imant $\lambda_z = l_{eff,z} / i_z$. Koeficientas c , kai santykinio ekscentriciteto reikšmė $e_{rel,y} \leq 5$, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel,y}} = \frac{1,054}{1 + 0,7 \cdot 0,363} = 1,658; \quad (3.5.3.11)$$

čia: α ir β – koeficientai, imami iš [4] 7.8 lentelės. α priklauso nuo $e_{rel,y}$ kuris yra:

$$e_{rel,y} = e_y \frac{A}{W_{y,c}} = \frac{0,013 \cdot 27,0 \cdot 10^{-4}}{96,6 \cdot 10^{-6}} = 0,363, \text{ tai:}$$

$$\alpha = 0,7; \text{ Čia } e_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{1,0}{74,912} = 0,013 \text{ m}$$

$$M_{y,Ed} = 1,0 > 0,5 \cdot M_{Ed,max} = 0,5 \cdot 1,601 = 0,801 \text{ kNm}; \quad (3.5.3.12)$$

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

$$\beta = \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_z}} = \sqrt{\frac{0,593}{0,534}} = 1,054; \quad (3.5.3.13)$$

nes:

$$\lambda_z = \frac{l_{z,eff}}{i_z} = \frac{4,6}{0,0463} = 99,35 > \lambda_c = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{210000}{250}} = 91,0. \quad (3.4.3.14)$$

Patikriname gniuždomo strypo liaunį pavojingesnėje plokštumoje. Ribinis liaunis gniuždomiems elementams apskaičiuojamas pagal STR 2.05.08:2005, 7.18 lentelę:

$$\lambda_{u,c} = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,5 = 180; \quad (3.5.3.15)$$

čia:

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0,13 < 0,5; \quad (3.5.3.16)$$

$$\lambda_z = 99,35 < \lambda_{u,c} = 180. \quad (3.5.3.17)$$

Sąlyga tenkinama.

Be šių skaičiavimų taip pat būtina patikrinti skerspjūvio elementų (sienelės, juostų) pastovumą.

Skerspjūvio sienelė yra pastovi, jei tenkinama $\frac{h_{eff}}{t_w} \leq \bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$ sąlyga. Sienelės

skaičiuojamojo aukščio santykis su storiu apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = \frac{108}{6,0} = 18. \quad (3.5.3.18)$$

Sąlyginis ribinis sienelės liaunis $\bar{\lambda}_{wu}$ apskaičiuojamas pagal [4] 7.26 lentelės formules.

$$\text{Kai } \bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 24,84 \cdot \sqrt{\frac{250}{2,1 \cdot 10^5}} = 0,857 \quad \text{ir} \quad e_{rel} = \frac{eA}{W_c} = \frac{0,02 \cdot 27 \cdot 10^{-4}}{96,6 \cdot 10^{-6}} = 0,574, \quad \text{tai}$$

$$\bar{\lambda}_{wu} = 1,2.$$

Apsiskaičiuojame santykį:

$$\bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 1,2 \cdot \sqrt{\frac{210000}{250}} = 34,78. \quad (3.5.3.19)$$

Tikriname sienelės pastovumą:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = 18 \leq \bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 34,78. \quad (3.5.3.20)$$

Sąlyga yra tenkinama.

3.5.4. Metalinio rėmo rėmsijos išorinės juostos projektavimas

Rėmo rėmsijos išorinės juostos strypai yra gniuždomi-lenkiami bei tempiami-lenkiami. Elementą projektuojame pagal didžiausią gniuždymo jėgą $N_{Ed}=122,901$ kN bei didžiausias lenkimo momentą (toje elemento dalyje) $M_{Ed}=2,000$ kNm. Vientisojo skerspjūvio strypų stiprumas tikrinamas, kai $e_{rel,eff} > 20$, ir tikrinamas pastovumas momento veikimo plokštumoje, kai $e_{rel,eff} \leq 20$. Pastovumas iš momento veikimo plokštumos tikrinamas visada [[4] 6 priedo 154 p.].

Iš sortimento parenkame stačiakampį vamzdį: **100x120 mm, t=6,0 mm**.

$$e_{rel} = \frac{eA}{W_c} = \frac{0,02 \cdot 24,96 \cdot 10^{-4}}{85,7 \cdot 10^{-6}} = 0,582; \quad (3.5.4.1)$$

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{2,000}{122,901} = 0,02 m. \quad (3.5.4.2)$$

Sąlyginis elemento liaunis apskaičiuojamas taip λ :

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}}; \quad (3.5.4.3)$$

čia elemento liaunis nustatomas:

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{2,100}{0,0393} = 53,44; \quad (3.5.4.4)$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 53,44 \cdot \sqrt{\frac{250}{2,1 \cdot 10^5}} = 1,844. \quad (3.5.4.5)$$

k_{shape} – skerspjūvio formos koeficientas, [[4] 7.6 lentelė].

Kai $\frac{A_f}{A_w} > 1,0$, tai:

$$k_{shape} = (1,90 - 0,1e_{rel}) - 0,01(6 - e_{rel})\bar{\lambda} = (1,90 - 0,1 \cdot 0,582) - 0,01 \cdot (6 - 0,582) \cdot 1,844 = 1,742$$

Skaičiuojame $e_{rel,eff} = k_{shape}e_{rel} = 1,742 \cdot 0,582 = 1,014$. Kadangi $e_{rel,eff} \leq 20$, tai tikrinamas yra pastovumas momento veikimo plokštumoje ir pastovumas iš momento veikimo plokštumos, o stiprumas netikrinamas.

Skaičiuojame pastovumą momento veikimo plokštumoje, sutampančioje su simetrijos plokštuma:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{122,901}{441,792} = 0,28 \leq 1,0. \quad (3.5.4.6)$$

Sąlyga tenkinama.

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

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e A \cdot f_{y,d} \gamma_c = 0,708 \cdot 24,96 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 441,792 \text{ kN}; \quad (3.5.4.7)$$

čia $\varphi_e = 0,708$. φ_e - koeficientas nustatomas pagal STR 2.05.08:2005 1 priedo 2 lentelę.

Tikriname elemento pastovumą iš momento veikimo plokštumos pagal šią formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = \frac{122,901}{215,32} = 0,57 \leq 1,0. \quad (3.5.4.8)$$

Sąlyga tenkinama.

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

$$N_{NM,TF,Rd} = c \cdot \varphi_z \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 1,124 \cdot 0,307 \cdot 24,96 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 215,32 \text{ kN} \quad (3.5.4.9)$$

čia: $\varphi_z = 0,292$ – centriškai gniuždomo elemento klupumo koeficientas [[4] 1 priedo 1 lentelė], imant $\lambda_z = l_{eff,z} / i_z$. Koeficientas c , kai santykinio ekscentriciteto reikšmė $e_{rel,y} \leq 5$, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel,y}} = \frac{1,390}{1 + 0,7 \cdot 0,338} = 1,124; \quad (3.5.4.10)$$

čia: α ir β – koeficientai, imami iš [4] 7.8 lentelės. α priklauso nuo $e_{rel,y}$ kuris yra:

$$e_{rel,y} = e_y \frac{A}{W_{y,c}} = \frac{0,012 \cdot 24,96 \cdot 10^{-4}}{85,7 \cdot 10^{-6}} = 0,338, \text{ tai: } \alpha = 0,7; \text{ Čia}$$

$$e_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{1,431}{122,901} = 0,012 \text{ m}; \quad (3.5.4.11)$$

$$M_{y,Ed} = 1,431 > 0,5 \cdot M_{Ed,max} = 0,5 \cdot 2,000 = 1,01 \text{ kNm}; \quad (3.5.4.12)$$

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

$$\beta = \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_z}} = \sqrt{\frac{0,593}{0,307}} = 1,390; \quad (3.5.4.13)$$

nes:

$$\lambda_z = \frac{l_{z,eff}}{i_z} = \frac{6,326}{0,0454} = 139,3 > \lambda_c = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{210000}{250}} = 91,0. \quad (3.4.3.14)$$

Patikriname gniuždomo strypo liaunį pavoјingesnėje plokštumoje. Ribinis liaunis gniuždomiems elementams apskaičiuojamas pagal STR 2.05.08:2005, 7.18 lentelę:

$$\lambda_{u,c} = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,57 = 175,66; \quad (3.5.4.15)$$

čia:

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0,57; \quad (3.5.4.16)$$

$$\lambda_z = 139,3 < \lambda_{u,c} = 175,66. \quad (3.5.4.17)$$

Sąlyga tenkinama.

Be šių skaičiavimų taip pat būtina patikrinti skerspjūvio elementų (sienelės, juostų)

pastovumą. Skerspjūvio sienelė yra pastovi, jei tenkinama $\frac{h_{eff}}{t_w} \leq \bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$ sąlyga. Sienelės

skaičiuojamojo aukščio santykis su storiu apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = \frac{88}{6,0} = 14,67. \quad (3.5.4.18)$$

Sąlyginis ribinis sienelės liaunis $\bar{\lambda}_{wu}$ apskaičiuojamas pagal [4] 7.26 lentelės formules.

Kai $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 53,44 \cdot \sqrt{\frac{250}{2,1 \cdot 10^5}} = 1,844$ ir $e_{rel} = \frac{eA}{W_c} = \frac{0,02 \cdot 24,96 \cdot 10^{-4}}{85,7 \cdot 10^{-6}} = 0,582$, tai

$$\bar{\lambda}_{wu} = 1,0 + 2 \cdot \bar{\lambda} = 1,0 + 2 \cdot 1,844 = 1,369.$$

Apsiskaičiuojame santykį:

$$\bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 1,369 \cdot \sqrt{\frac{210000}{250}} = 39,7. \quad (3.5.4.19)$$

Tikriname sienelės pastovumą:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = 14,67 \leq \bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 39,7. \quad (3.5.4.20)$$

Sąlyga yra tenkinama.

3.5.5. Metalinio rėmo rėmsijos vidinės juostos projektavimas

Rėmo rėmsijos vidinės juostos strypai yra gniuždomi-lenkiami bei tempiami-lenkiami. Elementą projektuojame pagal didžiausią gniuždymo jėgą $N_{Ed}=200,190$ kN bei didžiausias lenkimo momentą (toje elemento dalyje) $M_{Ed}=4,323$ kNm. Vientisojo skerspjūvio strypų stiprumas tikrinamas, kai $e_{rel,eff} > 20$, ir tikrinamas pastovumas momento veikimo

plokštumoje, kai $e_{rel,eff} \leq 20$. Pastovumas iš momento veikimo plokštumos tikrinamas visada [[4] 6 priedo 154 p.].

Iš sortimento parenkame stačiakampį vamzdį: **100x120 mm, t=6,0 mm**.

$$e_{rel} = \frac{eA}{W_c} = \frac{0,02 \cdot 24,96 \cdot 10^{-4}}{85,7 \cdot 10^{-6}} = 0,582; \quad (3.5.5.1)$$

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{4,323}{200,190} = 0,02 m. \quad (3.5.5.2)$$

Sąlyginis elemento liaunis apskaičiuojamas taip λ :

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}}; \quad (3.5.5.3)$$

čia elemento liaunis nustatomas:

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{2,04}{0,0393} = 51,91; \quad (3.5.5.4)$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 51,91 \cdot \sqrt{\frac{250}{2,1 \cdot 10^5}} = 1,791. \quad (3.5.5.5)$$

k_{shape} – skerspjūvio formos koeficientas, [[4] 7.6 lentelė].

Kai $\frac{A_f}{A_w} > 1,0$, tai:

$$k_{shape} = (1,90 - 0,1e_{rel}) - 0,01(6 - e_{rel})\bar{\lambda} = (1,90 - 0,1 \cdot 0,582) - 0,01 \cdot (6 - 0,582) \cdot 1,791 = 1,745 \quad (3.5.5.6)$$

Skaičiuojame $e_{rel,eff} = k_{shape}e_{rel} = 1,745 \cdot 0,582 = 1,015$. Kadangi $e_{rel,eff} \leq 20$, tai tikrinamas yra pastovumas momento veikimo plokštumoje ir pastovumas iš momento veikimo plokštumos, o stiprumas netikrinamas.

Skaičiuojame pastovumą momento veikimo plokštumoje, sutampančioje su simetrijos plokštuma:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{200,19}{441,792} = 0,45 \leq 1,0. \quad (3.5.5.7)$$

Sąlyga tenkinama.

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

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e A \cdot f_{y,d} \gamma_c = 0,708 \cdot 24,96 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 441,792 kN; \quad (3.5.5.8)$$

čia $\varphi_e = 0,708$. φ_e - koeficientas nustatomas pagal STR 2.05.08:2005 1 priedo 2 lentelę.

Tikriname elemento pastovumą iš momento veikimo plokštumos pagal šią formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = \frac{200,19}{219,53} = 0,91 \leq 1,0. \quad (3.5.5.9)$$

Sąlyga tenkinama.

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

$$N_{NM,TF,Rd} = c \cdot \varphi_z \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 1,124 \cdot 0,313 \cdot 24,96 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 219,53 \text{ kN} \quad (3.5.5.10)$$

čia: $\varphi_z = 0,292$ – centriškai gniuždomo elemento klupumo koeficientas [[4] 1 priedo 1 lentelė], imant $\lambda_z = l_{eff,z}/i_z$. Koeficientas c , kai santykinio ekscentriciteto reikšmė $e_{rel,y} \leq 5$, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel,y}} = \frac{1,376}{1 + 0,7 \cdot 0,320} = 1,124; \quad (3.5.5.11)$$

čia: α ir β – koeficientai, imami iš [5] 7.8 lentelės. α priklauso nuo $e_{rel,y}$ kuris yra:

$$e_{rel,y} = e_y \frac{A}{W_{y,c}} = \frac{0,011 \cdot 24,96 \cdot 10^{-4}}{85,7 \cdot 10^{-6}} = 0,320, \text{ tai: } \alpha = 0,7; \text{ čia:}$$

$$e_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{2,16}{200,19} = 0,011 \text{ m}; \quad (3.5.5.12)$$

$$M_{y,Ed} = 2,041 < 0,5 \cdot M_{Ed,max} = 0,5 \cdot 4,323 = 2,16 \text{ kNm}; \quad (3.5.5.13)$$

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

$$\beta = \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_z}} = \sqrt{\frac{0,593}{0,313}} = 1,376; \quad (3.5.5.14)$$

nes:

$$\lambda_z = \frac{l_{z,eff}}{i_z} = \frac{6,276}{0,0454} = 138,24 > \lambda_c = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{210000}{250}} = 91,0. \quad (3.4.3.15)$$

Patikriname gniuždomo strypo liaunį pavojingesnėje plokštumoje. Ribinis liaunis gniuždomiems elementams apskaičiuojamas pagal STR 2.05.08:2005, 7.18 lentelę:

$$\lambda_{u,c} = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,91 = 155,3; \quad (3.5.5.16)$$

čia:

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0,91; \quad (3.5.5.17)$$

$$\lambda_z = 138,24 < \lambda_{u,c} = 155,3. \quad (3.5.5.18)$$

Sąlyga tenkinama.

Be šių skaičiavimų taip pat būtina patikrinti skerspjūvio elementų (sienelės, juostų) pastovumą.

Skerspjūvio sienelė yra pastovi, jei tenkinama $\frac{h_{eff}}{t_w} \leq \bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$ sąlyga. Sienelės

skaičiuojamojo aukščio santykis su storiu apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = \frac{88}{6,0} = 14,67. \quad (3.5.5.19)$$

Sąlyginis ribinis sienelės liaunis $\bar{\lambda}_{wu}$ apskaičiuojamas pagal [4] 7.26 lentelės formules.

Kai $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 51,91 \cdot \sqrt{\frac{250}{2,1 \cdot 10^5}} = 1,791$ ir $e_{rel} = \frac{eA}{W_c} = \frac{0,02 \cdot 24,96 \cdot 10^{-4}}{85,7 \cdot 10^{-6}} = 0,582$, tai

$$\bar{\lambda}_{wu} = 1,0 + 2 \cdot \bar{\lambda} = 1,0 + 2 \cdot 1,791 = 1,358.$$

Apsiskaičiuojame santykį:

$$\bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 1,358 \cdot \sqrt{\frac{210000}{250}} = 39,4. \quad (3.5.5.20)$$

Tikriname sienelės pastovumą:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = 14,67 \leq \bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 39,4. \quad (3.5.5.21)$$

Sąlyga yra tenkinama.

3.5.6. Metalinio rėmo spyrių projektavimas

Rėmo tinklelio elementai projektuojami iš dviejų tipų vamzdinių profilių. 19-21, 22-23, 24-25, 26-27, 28-29, 29-30, 29-31, 29-32, 33-34 ir 35-36 strypai projektuojami kaip gniuždomi elementai pagal didžiausią gniuždymo jėgą $N=161,694$ kN. Likę santvaros tinklelio strypai – kaip tempiamieji elementai, pagal didžiausią tempimo jėgą $N=83,250$ kN.

Skaičiuojamas gniuždomasis elementas:

Reikiamas skerspjūvio plotas, kuris turi atlaikyti strypo įrąžą:

$$A_{net,d} \geq \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{161,694}{250 \cdot 10^3 \cdot 1,0} = 6,47 \cdot 10^{-4} m^2 = 6,47 cm^2; \quad (3.5.6.1)$$

γ_c - darbo sąlygų koeficientas.

Skaičiuojamieji strypo ilgiai (15-16 elemento): $l_{y,eff} = l_{z,eff} = 0,9 \cdot l_{eff} = 0,9 \cdot 1,960 = 1,764 m$.

Pasirenkame gniuždomo strypo liaunį $\lambda = 120$.

Reikiami inercijos spinduliai:

$$i_y = \frac{l_{y,eff}}{\lambda} = \frac{1,764}{120} = 0,0147 \text{ m} . \quad (3.5.6.2)$$

Iš sortimento parenkame kvadratinį karšto formavimo vamzdį:

$$\mathbf{80 \times 80 \times 4 \text{ mm}, A=12,0 \text{ cm}^2, i_y=3,09 \text{ cm}, i_z=3,09 \text{ cm} .}$$

Skaičiuojame strypų liaunius ašies y ir z kryptimi:

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{1,764}{0,0309} = 57,09 ; \lambda_z = \frac{l_{z,eff}}{i_z} = \frac{1,764}{0,0309} = 57,09 . \quad (3.5.6.3)$$

Klupumo koeficientas $\varphi_y = 0,814$ nustatomas interpoliacijos būdu iš STR 2.05.08:2005 1 priedo 1 lentelės pagal takumo ribą $f_{y,d} = 250 \text{ MPa}$ ir liaunį $\lambda_y = 57,09$.

Tikriname centriškai gniuždomo elemento pastovumą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{161,694}{244,2} = 0,66 \leq 1,0 . \quad (3.5.6.4)$$

Nors atsarga yra didelė, tačiau pasilikame projektuojamą profilį, kad tenkintų santvaros mazgų projektavimo sąlygas.

Čia:

$$N_{c,Rd} = \varphi_y \cdot A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,814 \cdot 12,0 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 244,2 \text{ kN} . \quad (3.5.6.5)$$

Patikriname gniuždomo strypo liaunį. Ribinis liaunis gniuždomiems elementams apskaičiuojamas pagal STR 2.05.08:2005, 7.18 lentelę:

$$\lambda_{u,c} = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,66 = 170,3 ; \quad (3.5.6.6)$$

čia:

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0,66 ; \quad (3.5.6.7)$$

$$\lambda_y = 57,09 < \lambda_{u,c} = 170,3 . \quad (3.5.6.8)$$

Sąlyga tenkinama.

Skaičiuojamas tempiamasis elementas:

Reikiamas skerspjūvio plotas, kuris turi atlaikyti strypo įrąžą:

$$A_{net,d} \geq \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{83,250}{250 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 3,51 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 3,51 \text{ cm}^2 ; \quad (3.5.6.9)$$

γ_c - darbo sąlygų koeficientas. Tempiamiems elementams imamas $\gamma_c = 0,95$ (STR 2.05.08:2005, 7.1 lentelė).

Iš sortimento parenkame stačiakampį vamzdį:

40x80x4 mm, A=8,79 cm², i_y= 1,59 cm, i_z=2,79 cm.

Tikriname skerspjūvio stiprumą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{83,25}{208,763} = 0,40 \leq 1,0 . \quad (3.5.6.10)$$

Čia:

$$N_{pl,Rd} = A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 8,79 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 0,95 = 208,763 \text{ kN} . \quad (3.5.6.11)$$

Tikriname strypų ribinius liaunius:

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{1,293}{0,0159} = 81,322 \leq \lambda_{u,t} = 400 ; \quad (3.5.6.12)$$

Skaičiuojamieji strypo ilgiai: $l_{y,eff} = l_{z,eff} = 1,293 \text{ m}$.

$\lambda_{u,t} = 400$, esant plokščioms santvaroms, veikiant statinei apkrovai [[4] 7.19 lentelė]. Visos sąlygos tenkinamos.

3.5.7. Kraigo jungties skaičiavimas

Centrinio varžto kraigo mazge laikomosios galios skaičiavimas

Didžiausios įrašos, darančios įtaką centrinio varžto skaičiavimui yra:

$$N_{Ed} = 122,901 \text{ kN}; V_{Ed} = 1,402 \text{ kN}.$$

Suminė įraža:

$$F = \sqrt{N_{Ed}^2 + V_{Ed}^2} = \sqrt{122,901^2 + 1,402^2} = 122,909 \text{ kN}. \quad (3.5.7.1)$$

Pasirenkame M60 4.6 kokybės klasės ir B gaminio klasės varžtą, kurio skerspjūvio plotas:

$$A_b = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} = 28,26 \text{ cm}^2. \quad (3.5.7.2)$$

Varžto kerpamasis stipris:

$$f_{bs,d} = 0,4 \cdot f_{bu} = 0,4 \cdot 400 = 160 \text{ MPa}; \quad (3.5.7.3)$$

čia: f_{bu} – varžto stipris pagal stiprumo ribą.

Jėga, kurią atlaiko vienas varžtas:

$$F_{b,v,Rd} = f_{bs,d} \cdot \gamma_b \cdot A_b \cdot n_s = 160 \cdot 10^6 \cdot 1,0 \cdot 28,26 \cdot 10^{-4} \cdot 1 = 452,16 \text{ kN}; \quad (3.5.7.4)$$

čia: γ_b – varžtinės jungties darbo sąlygų koeficientas; n_s – varžto kirpimo polkštumų skaičius.

Kraiginiui mazgui sujungti naudojamos S275 plieno klasės plokštelės (ausys), kurių storis glemžiant viena kryptimi. Metalų vietinis glemžimas ritininiuose lankstuose:

$$f_{l,d} = 0,5 \cdot \frac{f_u}{\gamma_M} = 0,5 \cdot \frac{410}{1,1} = 186,364 \text{ MPa}; \quad (3.5.7.5)$$

čia: f_u – plieno stipris pagal stiprumo ribą.

$$F_{l,Rd} = f_{l,d} \cdot \gamma_b \cdot d \cdot \sum t = 186,364 \cdot 10^6 \cdot 1,0 \cdot 0,06 \cdot 0,02 = 223,637 \text{ kN}. \quad (3.5.7.6)$$

Mažiausias atlaikymo galia tenka kirpimo stipriui.

$$F_{min} = 223,637 \geq \frac{F}{\gamma_c \cdot n} = \frac{122,909}{1,0 \cdot 1} = 122,909 \text{ kN}; \quad (3.5.7.7)$$

čia: γ_c – darbo sąlygų keoficientas; n – varžtų skaičius.

Sąlyga tenkinama.

Ausies privirinimas prie plokštelės

Suvirinimui naudojama elektrodinė viela $d_w=1,5$ mm. Siūlė stačioji. Virinti naudojama elektrodinė viela G35, kurios charakteristinis stipris:

$$f_{vw,u} = 440 \text{ MPa}. \quad (3.5.7.8)$$

Plieno stipris pagal stiprumo ribą

$$f_u = 410 \text{ MPa}. \quad (3.5.7.9)$$

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \frac{440}{1,25} = 193,6 \text{ MPa}; \quad (3.5.7.10)$$

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ MPa}. \quad (3.5.7.11)$$

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

Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} \leq f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}}; \quad (3.5.7.12)$$

$$166,5 \text{ MPa} < 193,6 \text{ MPa} < 184,5 \frac{1,05}{0,9} = 215,25 \text{ MPa}.$$

Parinkta tinkama elektrodinė viela.

Ieškome silpnesnio pjūvio:

$$\beta_{wf} \cdot f_{vw,f,d} = 0,9 \cdot 193,6 = 174,24 \text{ N/mm}^2 \text{ (silpnesnis)}; \quad (3.5.7.13)$$

$$\beta_{wz} \cdot f_{vw,z,d} = 1,05 \cdot 184,5 = 193,73 \text{ N/mm}^2. \quad (3.5.7.14)$$

Mažiausias leistinas siūlės statinis - $k_{f,min} = 6$ mm, kai $t=20$ mm. Didžiausias leistinas kertinės siūlės statinis, kai jungiam:

$$k_{f,max} = 1,2 \cdot t_{min} = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ mm}; \quad (3.5.7.15)$$

čia t_{min} – ploniausio iš jungiamųjų elementų storis.

Parinkamas kertinių siūlių statinis: $k_f = 6$ mm. Nustatome siūlės skaičiuojamąjį ilgį:

$$l_{w,eff} \geq 4k_f = 4 \cdot 6 = 24 \text{ mm} \quad l_{w,eff} \geq 40 \text{ mm}$$

$$l_{w,eff} = l_1 - 10 = 360 - 10 = 350 \text{ mm}. \quad (3.5.7.16)$$

Skaičiuojame suvirintinę jungtį su kertinėmis (kampinėms) siūlėmis. Jungtyje veikia ašinė ir skersinė jėgos. Rėmo kraigo mazge ties sujungimu veikia tokios įrašos:

$$N_{Ed} = 122,901 \text{ kN}; V_{Ed} = 1,402 \text{ kN}.$$

Ši jungtis sąlyginiam kirpimui nuo ašinės jėgos skaičiuojama taip:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{vw,f,Rd}} = \frac{122,901}{347,609} = 0,35 \leq 1,0. \quad (3.5.7.17)$$

Skaičiuotinis ašinės jėgos veikiamų kertinių siūlių per siūlės metalo pjūvį atsparis skaičiuojamas taip:

$$N_{vw,f,Rd} = A_{w,eff,f} f_{vw,f,d} \gamma_c = 0,00189 \cdot 193,6 \cdot 10^6 \cdot 0,95 = 347,609 \text{ kN} \quad (3.5.7.18)$$

Skaičiuojamasis siūlės pjūvio plotas suskaičiuojamas taip:

$$A_{w,eff,f} = \beta_{wf} k_f \sum l_{w,eff} = 0,9 \cdot 0,006 \cdot 0,350 = 0,00189 \text{ m}^2. \quad (3.5.7.19)$$

Suvirintinė jungtis su kertinėmis siūlėmis, veikiamą lenkimo momento siūlių plokštumoje sąlyginiam kirpimui skaičiuojama taip:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{vw,f,Rd}} = \frac{0,332}{57,935} = 0,01 \leq 1,0. \quad (3.5.7.20)$$

Skaičiuotinis lenkimo momento veikiamo kertinių siūlių per siūlės metalo pjūvį atsparis skaičiuojamas taip:

$$M_{vw,f,Rd} = W_{w,eff,f} f_{vw,f,d} \gamma_c = 0,000315 \cdot 193,6 \cdot 0,95 = 57,935 \text{ kNm}, \quad (3.5.7.21)$$

Siūlių atsparumo momentai apskaičiuojami taip:

$$W_{w,eff,f} = \beta_{wf} \frac{n \cdot k_f l_{w,eff}}{6} = 0,9 \cdot \frac{1 \cdot 0,006 \cdot 0,350}{6} = 0,000315 \text{ m}^3. \quad (3.5.7.22)$$

Momentas veikiantis siūlę:

$$M_{y,Ed} = V_{Ed} \cdot a = 1,402 \cdot 0,237 = 0,332 \text{ kNm}. \quad (3.5.7.23)$$

Siūlių stiprumas nuo įrašų N_{Ed} ir $M_{y,Ed}$ bendro poveikio tikrinamas taip:

$$\frac{\tau_{vw,MN,f,Ed}}{f_{vw,f,d} \gamma_c} \leq 1,0 \quad \text{ir} \quad \frac{\tau_{vw,MN,z,Ed}}{f_{vw,z,d} \gamma_c} \leq 1,0; \quad (3.5.7.24)$$

čia: $\tau_{vw,MN,f,Ed}$ ir $\tau_{vw,MN,z,Ed}$ – įtempiai skaičiuotiniame pjūvyje atitinkamai per siūlės metalą ir per sulydymo srities metalą. Tikriname pagal silpnesnį pjūvį – per siūlės metalą ($\tau_{vw,MN,f,Ed}$).

čia:

$$\tau_{vw,MN,f,Ed} = \tau_{vw,M,f,Ed} + \tau_{vw,N,f,Ed} = 1,109 + 68,449 = 69,558 \text{ MPa}. \quad (3.5.7.25)$$

Įtempis $\tau_{vw,N,f,Ed}$ skaičiuojamas taip:

$$\tau_{vw,N,f,Ed} = \frac{N_{Ed}}{A_{w,eff,f}\gamma_c} = \frac{122,901}{0,00189 \cdot 0,95} = 68,449 \text{ MPa} . \quad (3.5.7.26)$$

Įtempis $\tau_{vw,M,f,Ed}$ skaičiuojamas taip:

$$\tau_{vw,M,f,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{w,eff,f}\gamma_c} = \frac{0,332}{0,000315 \cdot 0,95} = 1,109 \text{ MPa} . \quad (3.5.7.27)$$

Atstojamasis įtempis nuo visų įrašų bendro poveikio apskaičiuojamas kaip vektorių $\vec{\tau}_{vw,N}$, $\vec{\tau}_{vw,M}$ ir $\vec{\tau}_{vw,V}$ suma. Tuomet atstojamasis įtempis $x-a-z$ plokštumoje skaičiuojami taip:

$$\tau_{vw,f,Ed} = \sqrt{\tau_{vw,MN,f,Ed}^2 + \tau_{vw,V,f,Ed}^2} = \sqrt{69,558^2 + 0,781^2} = 69,562 \text{ MPa} . \quad (3.5.7.28)$$

Įtempis $\tau_{vw,V,f,Ed}$ apskaičiuojamas taip:

$$\tau_{vw,V,f,Ed} = \frac{V_{xz,Ed}}{A_{w,eff,f}\gamma_c} = \frac{1,402}{0,00189 \cdot 0,95} = 0,781 \text{ MPa} . \quad (3.5.7.29)$$

Siūlių stiprumas nuo visų įrašų poveikio tikrinamas lyginant atstojamąjį įtempį nuo visų įrašų su siūlių skaičiuotiniu stipriu:

$$\frac{\tau_{vw,f,Ed}}{f_{vw,f,d}\gamma_c} = \frac{69,562}{193,6 \cdot 0,95} = 0,38 \leq 1,0 . \quad (3.5.7.30)$$

Visos sąlygos tenkinamos. Apskaičiuota pagal STR 2.05.08:2005 7 priedo nurodymus.

3.6. Plieninės sijos projektavimas

Dvitramė pramonės pastato sija yra lanksčiai atremta ant plieninių kolonų. Gelžbetoninės perdangos plokštės yra įrengtos ant viršutinės sijos juostos. Tarpai tarp plokščių yra užmonolitinami naudojant inkarinę armatūrą tarp plokščių bei privirintus inkarinius strypus prie sijos viršutinės juostos taip užtikrinant jos pastovumą.

Maksimalus sijos įlinkis nuo charakteristinių apkrovų $d = 32$ mm. Sijos skerspjūvis yra iš valcuoto profilio, kurio plienas – S275 pagal standartą LST EN 10025-2.

Pasirenkame HEA 340 dvitėję sija, kurios skerspjūvio geometriniai rodikliai:

$$A = 133,5 \text{ cm}^2; \quad I_y = 27690 \text{ cm}^4; \quad W_y = 1850 \text{ cm}^3; \quad S_y = 925 \text{ cm}^3.$$

Plieno charakteristinis stipris pagal takumo ribą $f_y = 275$ MPa.

Plieno skaičiuotinis lenkiamasis stipris:

$$f_{y,d} = f_y / \gamma_M = 275 / 1,1 = 250 \text{ MPa}. \quad (3.6.1)$$

Plieno skaičiuotinis šlyties stipris

$$f_{s,d} = 0,58 f_y / \gamma_M = 0,58 \times 275 / 1,1 = 145,0 \text{ MPa}. \quad (3.6.2)$$

3.6.1. Saugos ribinis būvis

3.6.1.1. Sijos stiprumo sąlygos

Sijos lenkiamasis stiprumas tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0, \quad (3.6.1.1.1)$$

lenkiamasis tamprusis atsparis

$$M_{c,Rd} = W_{net,min} f_{y,d} \gamma_c = 1850 \cdot 10^{-6} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1,0 = 462,5 \text{ kNm}, \quad (3.6.1.1.2)$$

kur $W_{net,min} = W_y$; $\gamma_c = 1,0$,

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{419,055}{462,500} = 0,90 \leq 1,0. \quad (3.6.1.1.3)$$

Sijos skerspjūvio lenkiamasis stiprumas yra pakankamas.

Sijos kerpamasis stiprumas:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0. \quad (3.6.1.1.4)$$

Kerpamasis atsparis:

$$V_{c,Rd} = \frac{I_y \cdot t_w}{S_y} f_{s,d} \gamma_c = \frac{27690 \cdot 10^{-8} \cdot 0,0095}{925 \cdot 10^{-6}} \cdot 145 \cdot 10^3 \times 1,0 = 412,356 \text{ kN}, \quad (3.6.1.1.5)$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{253,973}{412,356} = 0,62 \leq 1,0. \quad (3.6.1.1.6)$$

Sijos skerspjūvio kerpamasis stiprumas maksimalios skersinės jėgos veikimo vietoje yra pakankamas.

Sijos sienelės stiprumas turi būti pakankamas visame sijos ilgyje. Esant tolygiai paskirstytai apkrovai, maksimalūs sienelės įtempiai veikia sijos tarpatramio viduriniame pjūvyje:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{w,x,Ed}^2 - \sigma_{w,x,Ed}\sigma_{w,z,Ed} + \sigma_{w,z,Ed}^2 + 3\tau_{w,xz,Ed}^2}}{1,15f_{y,d}} \leq \gamma_c, \quad (3.6.1.1.7)$$

$$\frac{\sqrt{183,852^2 - 183,852 \cdot 0 + 0^2 + 3 \cdot 0^2}}{1,15 \cdot 250} = 0,64 < 1,0. \quad (3.6.1.1.8)$$

Kadangi $M_z = 0$ ir sijos neveikia vietiniai įtempiai (4.43), tai $\sigma_{w,z,Ed} = 0$.

Normaliniai įtempiai sijos sienelės krašte sijos viduriniame pjūvyje

$$\sigma_{w,x,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{I_{y,net}} z = \frac{0,419}{27690 \cdot 10^{-8}} \cdot 0,1215 = 183,852 \text{ MPa}. \quad (3.6.1.1.9)$$

Tangentiniai įtempiai sijos sienelės krašte

$\tau_{w,xz,Ed} = 0$, kadangi sijos viduryje skersinė jėga lygi 0.

Tangentiniai įtempiai neviršija skaičiuotinio stiprio šlyčiai

$$\frac{\tau_{w,xz,Ed}}{f_{s,d}\gamma_c} = \frac{0}{145 \cdot 1,0} = 0 \leq 1,0. \quad (3.6.1.1.10)$$

Įtempiai sijos sienelės krašte neviršija skaičiuotinio stiprio.

3.6.1.2. Bendrasis sijos pastovumas

Sijos bendrojo pastovumo tikrinti nereikia, nes apkrova perduodama per standų paklotą, ištiesai paremtą ir sujungtą su sijos gniuždomąja juosta.

3.6.1.3. Sijos sienelės pastovumas

Sijos sienelės sąlyginis liaunis

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_{eff}}{t_w} \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = \frac{24,3}{0,95} \sqrt{\frac{250}{2,1 \cdot 10^5}} = 0,88 < 3,2. \quad (3.6.1.3.1)$$

Sijos sienelės pastovumą nereikia tikrinti.

3.6.1.4. Sijos atraminės sąstandos pastovumas

Būtina apskaičiuoti sudėtinio skerspjūvio sijos sienelės ruožo virš atramos, sustandinto sąstandomis, pastovumą iš plokštumos kaip statramstį, apkrautą atramine reakcija. Į šio

statramsčio skaičiuotinį skerspjūvį įtraukiami skersinės sąstandos skerspjūvis ir sienelės $0,65 t_w \sqrt{E/f_{y,d}}$ pločio juostos iš kiekvienos sąstandos pusės skerspjūvis.

$$0,65 \cdot t_w \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 0,65 \cdot 0,95 \cdot \sqrt{\frac{210000}{250}} = 17,9 \text{ cm.} \quad (3.6.1.4.1)$$

Statramsčio skaičiuojamasis aukštis imamas lygus sienelės aukščiui. Gniuždomo elemento pastovumo atsparis skaičiuojamas pagal formulę:

$$N_{c,Rd} = \varphi A f_{y,d} \gamma_c = 0,987 \cdot 65 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1,0 = 1603,875 \text{ kN}; \quad (3.6.1.4.2)$$

čia:

$$\begin{aligned} A &= b_w \cdot t_w + 0,65 \cdot t_w^2 \cdot \sqrt{E/f_{y,d}} = \\ &= 0,3 \cdot 0,016 + 0,65 \cdot 0,016^2 \cdot \sqrt{210000/250} = 0,0065 \text{ m}^2. \end{aligned} \quad (3.6.1.4.3)$$

Inercijos momentas

$$I_z = \frac{b_w^3 \cdot t_w}{12} = \frac{0,3^3 \cdot 0,016}{12} = 0,000036 \text{ m}^4. \quad (3.6.1.4.4)$$

Inercijos spindulys

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{0,000036}{0,0065}} = 0,074 \text{ m} \quad (3.6.1.4.5)$$

$\varphi = 0,987$, kai

$$\lambda_z = \frac{l_{eff}}{i_z} = \frac{29,7}{0,074} = 4,0. \quad (3.6.1.4.6)$$

Centriškai gniuždomo elemento pastovumo sąlyga:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{253,973}{1603,875} = 0,16 \leq 1,0. \quad (3.6.1.4.7)$$

Atraminų sąstandų apatiniai galai turi būti nudrožti arba glaudžiai priglundę prie sijos apatinės juostos, arba privirinti prie jos. Įtempiai šiuose skerspjūviuose, veikiant atraminei reakcijai, neturi viršyti skaičiuotinio glemžiamojo plieno stiprio $f_{p,d}$, kai $a_p \leq 1,5 t_p$:

Tangentiniai atraminės sąstandos įtempiai

$$\tau_{a.s,Ed} = \frac{V_{Ed}}{t_w h_w} = \frac{0,254}{0,016 \cdot 0,30} = 52,917 < f_{p,d} = \frac{f_u}{\gamma_M} = \frac{410}{1,1} = 372,73 \text{ MPa} \quad (3.6.1.4.8)$$

Sąlygos tenkinamos.

3.6.1.5. Gniuždomosios sijos juostos pastovumo tikrinimas

Juostos nuosvyros pločio ir juostos storio santykis

$$b_{eff} = (b - t_w) / 2 = (300 - 9,5) / 2 = 145,25 \text{ mm}, \quad (3.6.1.5.1)$$

$$\frac{b_{eff}}{t_f} = \frac{145,25}{16,5} = 8,8 < 0,5 \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{250}} = 14,5. \quad (3.6.1.5.2)$$

Gniuždomoji sijos juosta yra pastovi.

3.6.2. Tinkamumo ribinis būvis

Ribinius sijos įlinkius tikriname pagal charakteristinius tinkamumo derinius. Plieninėje sijoje įlinkį nustatome naudodami skaičiavimo programą „Autodesk Robot Structural Analysis“.

Tinkamumo ribinio būvio sąlygos nurodytos STR 2.05.04:2003 [7.4] p. 17.1 :

$$d < d_{lim} \quad (3.6.2.1)$$

$$0,0229 m < 6,6 / 205 = 0,032 m \quad (3.6.2.2)$$

Sijos standumas yra pakankamas – įlinkis neviršija ribinio.

3.7. G/b perdangų plokštės su apskritomis kiaurymėmis projektavimas

3.7.1. Pradiniai duomenys

3.7.1.1. Pastato charakteristikos

Projektuojama 3-ijų aukštų visuomeninio mišraus karkaso pastato surenkamosios gelžbetoninės tarpaukštinės perdangos plokštės su apskritomis kiaurymėmis.

Atstumai tarp laikančiųjų karkaso rėmsių ašių $L = l_n = 5,45 \text{ m}$.

Pastato plotų panaudojimo kategorija – C3. Charakteristinės nuolatinės ir naudojimo apkrovos nurodytos ankstesniuose skyriuose. Pastato atsparumas ugniai laipsnis – I, o perdangų atsparumas ugniai – REI 60. Pastato dalies aplinkos sąlygų klasė – X0, o patalpų santykinis oro drėgmis RH=50%. Kiaurymėtosios perdangų plokštės nominalus plotis $b_n = 1320 \text{ mm}$. Pagal paskirtį pastatas atitinka RC2 patikimumo klasę. Esant tiems patiems projektavimo ir tikrinimo lygiams – DSL2 ir IL2 – nuolatinių skaičiuotinių situacijų pagrindinių derinių apkrovų dalinius koeficientus galima padauginti iš poveikių koeficiento $K_{F1} = 1,0$

3.7.1.2. Plokštės medžiagos, pleišėtumo reikalavimai ir gamyba

Kiaurymėtoji įtemptojo g/b perdangų plokštė gaminama iš normaliojo C25/30 klasės betono. Išilginė tempiamoji S800 klasės armatūra įtempinama elektroterminiu būdu į atsparas (plieninių klojinių galus). Gaminys apdorojamas termiškai natūralaus slėgio garų kameroje. Betono stipris apspaudimo metu [6]

$$f_{cp} = 0,8 \cdot f_{ck} = 0,8 \cdot 25 = 20 \text{ Mpa.} \quad (3.7.1.2.1)$$

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

Plokštės viršutinė lentyna armuojama S500 klasės armatūrinės vielos suvirintu tinklu. Pakėlimo kilpos daromos iš S240 klasės armatūros.

3.7.2. Perdangos plokštės skaičiavimas saugos ribinio būvio sąlygomis

3.7.2.1. Apkrovos ir poveikiai

Apskaičiuojamos nuolatinės skaičiuotinės situacijos apkrovos, kai perdangų plokštę veikia nuolatinės ir kintamosios apkrovos. Nuolatinės ir kintamosios apkrovos jau yra apskaičiuotos ankstesniuose skyriuose.

3.7.2.2. Plokštės skaičiuotinė schema ir įrąžos

Atsižvelgiant į pastato duomenis, plokštės tarpatramio skaičiuotinis (efektyvusis) ilgis

$$l_{eff} = l - 2 \cdot t - 0,5 \cdot a_1 = 5,45 - 2 \cdot 0,02 - 2 \cdot 0,5 \cdot 0,3 \cong 5,26 \text{ m.} \quad (3.7.2.2.1)$$

Skaičiuotinės poveikių reikšmės 1 m plokštės ilgio, kai jos nominalusis plotis $b_n = 1,32 \text{ m}$:

- nuolatinių apkrovų, įskaitant plokštės savąjį svorį,

$$g_d = g_{d2} \cdot b_n = 6,35 \cdot 1,32 = 8,38 \text{ kN/m}; \quad (3.7.2.2.2)$$

- plokštės savojo svorio

$$g_{ds} = g_{ks} \cdot b_n = 3,212 \cdot 1,35 \cdot 1,32 = 5,72 \text{ kN/m}; \quad (3.7.2.2.3)$$

- kintamųjų apkrovų

$$q_d = q_{d2} \cdot b_n = 5,5 \cdot 1,5 \cdot 1,32 = 10,89 \text{ kN/m}; \quad (3.7.2.2.4)$$

- suminis apkrovų poveikis

$$p_d = g_d + q_d = 8,38 + 10,89 = 19,27 \text{ kN/m}. \quad (3.7.2.2.5)$$

Poveikių efektai (įrašos). Skaičiuotinai poveikių efektai nuolatinei situacijai:

- lenkimo momentas plokštės tarpatramyje nuo suminio poveikio

$$M_{Ed} = p_d \cdot l_{eff}^2 / 8 = 19,27 \cdot 5,26^2 / 8 = 66,64 \text{ kNm}; \quad (3.7.2.2.6)$$

- didžiausia skersinė jėga

$$V_{Ed} = p_d \cdot l_{eff} / 2 = 19,27 \cdot 5,26 / 2 = 50,68 \text{ kN}. \quad (3.7.2.2.7)$$

3.7.2.3. Plokštės geometriniai skerspjūvio matmenys

Įtempiojo g/b kiaurymėtosios perdangų plokštės skerspjūvio aukštis:

$$h = l_{eff} / 30 = 5,26 / 30 = 0,175 \text{ m}; \quad (3.7.2.3.1)$$

imamas $h = 0,22 \text{ m}$. Skerspjūvio naudingasis (darbo) aukštis:

$$d = h - a_1 = 0,22 - 0,045 = 0,175 \text{ m}; \quad (3.7.2.3.2)$$

čia $a_1 = 0,045 \text{ m}$ (įvertinant 230.2 p. (5) nurodymus). Kiti plokštės skerspjūvio matmenys, imant 6 kiaurymes, kurių skersmuo $\phi_h = 0,150 \text{ m}$, bus tokie: viršutinės ir apatinės lentynų storis – $(0,22 - 0,150) / 2 = 0,035 \text{ m}$; briaunų plotis:

$$(1270 - 6 \cdot 150) / 7 = 53 \text{ mm} = 0,053 \text{ m}. \quad (3.7.2.3.3)$$

3.7.2.4. Plokštės skaičiuotiniai skerspjūvio matmenys

Skaičiuotinis kiaurymėtųjų plokščių skerspjūvis yra dvitėjinis. Skaičiuotinio skerspjūvio aukštis h ir viršutinės bei apatinės lentynų pločiai yra tokie pat, kaip ir tikrojo skerspjūvio, tačiau skaičiuojant plokštės stiprį rekomenduojama viršutinės lentynos skaičiuotinį aukštį h_{eff} imti lygų minimaliam viršutinės plokštės storiui virš kiaurymės, o dvitėjinio skerspjūvio briaunos plotį b_w - lygų visų vertikaliųjų briaunų minimalių storių sumai. Be to, apatinės lentynos įtakos skerspjūvio stipriui nepaisoma [7]. Atsižvelgus į visus keliamus reikalavimus (rekomendacijų), plokštės normalinio pjūvio stipriui apskaičiuoti imamas tėjinis skerspjūvis, kurio $h = 0,220 \text{ m}$, $h_{eff} = 0,035 \text{ m}$, $b_{eff} = 1,27 \text{ m}$,

$$b_w = b_{eff} - n_k \cdot \phi_h = 1,27 - 6 \cdot 0,15 = 0,37 \text{ m}. \quad (3.7.2.4.1)$$

Tikrinant plokštės atitikimą tinamumo ribinių būvių sąlygoms, kiaurymės keičiamos stačiakampėmis taip, kad jų plotas ir inercijos momentas liktų nepakitę. Stačiakamps

kiaurymės aukštis $h_1 = \sqrt{12 \cdot I/A}$, plotis $b_1 = A/h_1$ (čia A ir I – ovalo ir kitokios skerspjūvio formos kiaurymių atitinkamai plotas ir inercijos momentas). Visos apskritos kiaurymės, kurių skersmuo ϕ_h , pakeičiamos kvadratinėmis su kraštine

$$h_1 = 0,9 \cdot \phi_h = 0,9 \cdot 0,15 = 0,136 \text{ m.} \quad (3.7.2.4.2)$$

Plokštės su apskritomis kiaurymėmis atitikimas ribinių būvių sąlygoms skaičiuojamas imant tokius ekvivalentiško skerspjūvio matmenis: $h = 0,220 \text{ m}$, $b_{eff} = 1,27 \text{ m}$, $b_{f1} = 1,31 \text{ m}$,

$$h_{eff} = h_{f1} = (h - 0,9 \cdot \phi_h)/2 = (0,220 - 0,136)/2 = 0,042 \text{ m,} \quad (3.7.2.4.3)$$

$$b_w = b_{eff} - n_k \cdot 0,9 \cdot \phi_h = 1,27 - 6 \cdot 0,9 \cdot 0,15 = 0,46 \text{ m.} \quad (3.7.2.4.4)$$

3.7.2.5. *Betono ir armatūros savybių rodikliai*

Normaliojo betono C25/30 klasės stiprio gniuždant mechaninių savybių rodikliai: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$, $f_{ctk,0,05} = 1,8 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 31 \text{ GPa}$.

Skaičiuotiniai betono stipriai saugos ribiniams būviams gniuždant :

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_c \cdot f_{ck}/\gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 25/1,5 = 15 \text{ MPa,} \quad (3.7.2.5.1)$$

ir tempiant :

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05}/\gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,8/1,5 = 1,08 \text{ MPa.} \quad (3.7.2.5.2)$$

Skaičiuotiniai betono stipriai tinkamumo ribiniams būviams:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_c \cdot f_{ck}/\gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 25/1,0 = 22,5 \text{ MPa,} \quad (3.7.2.5.3)$$

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05}/\gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,8/1,0 = 1,62 \text{ MPa.} \quad (3.7.2.5.4)$$

Iš anksto įtemptoji armatūra – S800 klasės strypai, kurios mechaninių savybių rodikliai: charakteristinis stipris $f_{pk} = 785 \text{ MPa}$, skaičiuotinis tempiamasis stipris $f_{pd} = 714 \text{ MPa}$, gniuždomasis stipris $f_{pdc} = 400 \text{ MPa}$, tamprumo modulis $E_{sm} = 2,05 \text{ GPa}$.

Viršutinės plokštės lentyna armuojama konstruktyviai suvirintu S500 klasės vielos tinklu. Plokštės briaunų ruožai atstumu $l_{eff}/4 = 5,26/4 = 1,315 \text{ m} \approx 1,5 \text{ m}$ nuo atramų armuojami plokščiais strypynais, suvirintais iš S400 klasės armatūros, kurios mechaninių savybių rodikliai: $f_{yd} = 355 \text{ MPa}$,

$$f_{ywd} = f_{yd} \cdot \gamma_{s1} \cdot \gamma_{s2} = 355 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 256 \text{ MPa} \quad (3.7.2.5.5)$$

Plokštės pakėlimo kilpų armatūra S240 klasės, kurios $f_{yd} = 214 \text{ MPa}$.

3.7.2.6. *Preliminarinis iš anksto įtemptosios armatūros skaičiavimas*

Iš anksto įtemptoji armatūra apskaičiuojama pagal 3.5 pav. pateiktą schemą. Duotuoju atveju ekvivalentiško skerspjūvio matmenužys: $h = 0,22 \text{ m}$, $d = 0,175 \text{ m}$, $b_w = 0,46 \text{ m}$, $h_{eff} = 0,042 \text{ m}$, santykis $h_{eff}/h = 0,042/0,22 = 0,19 > 0,1$, todėl skaičiuotinis tęjinio skerspjūvio gniuždomosios lentynos plotis $b_{eff} = 1,27 \text{ m}$.

Atsižvelgiant į reglamento reikalavimus, pradiniai išankstiniai armatūros įtempimai imami:

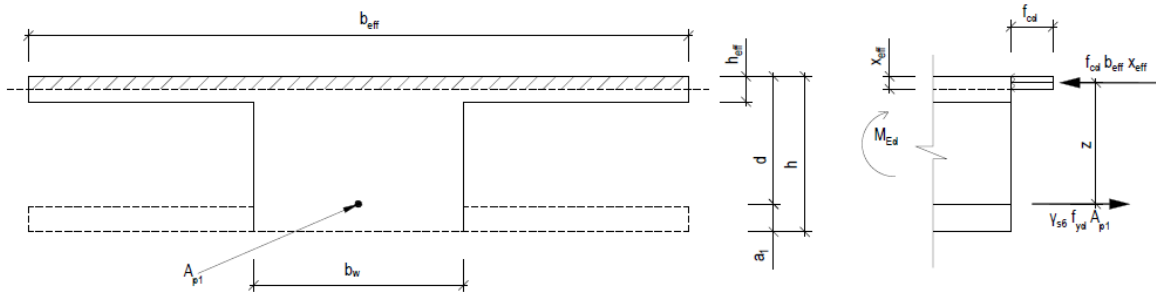
$$\sigma_p = 0,7 \cdot f_{pk} = 0,7 \cdot 785 = 550 \text{ MPa}. \quad (3.7.2.6.1)$$

Tikrinamos sąlygos: elektroterminio armatūros įtempimo atveju įtempių nuokrypis

$$p = 30 + 360/l = 30 + 360/(1,05 \cdot 5,26) = 93,73 \text{ MPa}; \quad (3.7.2.6.2)$$

$$\sigma_p + p = 550 + 93,73 = 643,73 < f_{pk} = 785 \text{ MPa}. \quad (3.7.2.6.3)$$

Sąlyga įvykdyta.



3.5 pav. Plokštės normalinio pjūvio stiprumo skaičiuotinė schema

Skaičiavimuose armatūros pradinio išankstinio įtempimo reikšmės dauginamos iš armatūros įtempimo tikslumo koeficientas: $\gamma_{sp} = 1 \pm \Delta\gamma_{sp}$;

čia $\Delta\gamma_{sp}$ – dydis, kuris armatūrą įtempiant elektroterminiu būdu nustatomas taip, imant įtempiamų strypų skaičių $n_p = 6$,

$$\Delta\gamma_{sp} = (0,5 \cdot p/\sigma_p)(1 + 1/\sqrt{n_p}) = (0,5 \cdot 93,73/550)(1 + 1/\sqrt{6}) = 0,12 > 0,1; \quad (3.7.2.6.4)$$

imama $\Delta\gamma_{sp} = 0,12$.

Esant nepalankiai išankstinio įtempimo įtakai,

$$\gamma_{sp} = 1 + \Delta\gamma_{sp} = 1 + 0,12 = 1,12; \quad (3.7.2.6.5)$$

esant palankiai išankstinio įtempimo įtakai

$$\gamma_{sp} = 1 - \Delta\gamma_{sp} = 1 - 0,12 = 0,88. \quad (3.7.2.6.6)$$

Įvertinus įtempimo tikslumą, armatūros išankstiniai įtempimai $\sigma_p = 0,88 \cdot 550 = 484 \text{ MPa}$.

Iš anksto įtemptosios armatūros kiekis apskaičiuojamas iš plokštės normalinio pjūvio, kuriame veikia didžiausias lenkimo momentas, stiprumo sąlygos; čia $M_{Ed} = 66,64 \text{ kNm}$.

Lenkiamo elemento gniuždomosios zonos ribinis santykinis aukštis apskaičiuojamas taip:

$$\xi_{lim} = \omega / \left(1 + \left(\frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \right) \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right) \right) = 0,73 / \left(1 + \left(\frac{619}{500} \right) \cdot \left(1 - \frac{0,73}{1,1} \right) \right) = 0,515; \quad (3.7.2.6.7)$$

čia

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 15 = 0,73. \quad (3.7.2.6.8)$$

Kai $f_{pk} = 785 > 400 \text{ MPa}$, įtempimai

$$\sigma_{s,lim} = f_{pd} + 400 - \sigma_p - \Delta\sigma_p = 714 + 400 - 495 - 160 = 619 \text{ MPa} \quad (3.7.2.6.9)$$

$$\Delta\sigma_p = 1500 \cdot \sigma_p / f_{pd} - 1200 = 1500 \cdot 495 / 714 - 1200 = -160 \text{ MPa} < 0, \quad (3.7.2.6.10)$$

nes S800 klasės strypų $f_{pk} = 785 > 600 \text{ MPa}$ ir įtempiami elektroterminiu būdu;

$\sigma_{sc,lim} = 500 \text{ MPa}$, kadangi betonas normalusis.

Laikant, kad neutralioji ašis yra tėjinio skerspjūvio lentynoje, t. y. $x_{eff} \leq h_{eff}$, koeficientas:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d^2 = 66,64 \cdot 10^{-3} / 15 \cdot 1,27 \cdot 0,175^2 = 0,114. \quad (3.7.2.6.11)$$

Santykinis gniuždomosios zonos aukštis

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,114} = 0,122 < \xi_{lim} = 0,515. \quad (3.7.2.6.12)$$

Kadangi

$$x_{eff} = \xi_{eff} \cdot d = 0,122 \cdot 0,175 = 0,0214 < h_{eff} = 0,042 \text{ m}, \quad (3.7.2.6.13)$$

prielaida teisinga.

Apskaičiuojant g/b plokštę, armuotą stipriąja armatūra, kai $\xi_{eff} < \xi_{lim}$, skaičiuotinis armatūros stipris f_{pd} dauginamas iš koeficiento γ_{s6} :

$$\begin{aligned} \gamma_{s6} &= \eta - (\eta - 1) \cdot \left(2 \cdot \frac{\xi_{eff}}{\xi_{lim}} - 1 \right) = \\ &= 1,15 - (1,15 - 1) \cdot \left(2 \cdot \frac{0,122}{0,515} - 1 \right) = 1,20 > \eta = 1,15; \end{aligned} \quad (3.7.2.6.14)$$

Imamas $\gamma_{s6} = 1,15$; čia $\eta = 1,15$, nes $f_{pk} = 785 > 750 \text{ MPa}$.

Įtemtosios tempiamosios armatūros skerspjūvio plotas apskaičiuojamas pagal formulę, gautą iš $\sum N = 0$, kai $A_{p2} = 0$, $b = b_{eff}$:

$$\begin{aligned} A_{p1} &= f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot \xi_{eff} \cdot \frac{d}{f_{pd}} \cdot \gamma_{s6} = \\ &= 15 \cdot 1,27 \cdot 0,122 \cdot 0,175 / 714 \cdot 1,15 = 4,95 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2. \end{aligned} \quad (3.7.2.6.15)$$

Iš asortimento lentelės imama 5Ø12 S800, kurių $A_{p1} = 5,66 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$.

3.7.2.7. Plokštės ekvivalentiško skerspjūvio geometriniai rodikliai

Plokštės ekvivalentiško skerspjūvio geometriniai rodikliai apskaičiuoti nepaisant viršutinės plokštės tinklo išilginės armatūros 8Ø4S500 (dėl $\alpha_e A_{s2}$ dydžio nereikšmingumo).

Skerspjūvio plotas

$$\begin{aligned} A_{eff} &= b_w \cdot h + (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} + (b_{f1} - b_w) \cdot h_{f1} + \alpha_e \cdot A_{p1} = 0,46 \cdot 0,2 + \\ &(1,27 - 0,46) \cdot 0,042 + (1,31 - 0,46) \cdot 0,042 + 6,61 \cdot 5,66 \cdot 10^{-4} = 0,1496 \text{ m}^2; \end{aligned} \quad (3.7.2.7.1)$$

čia α_e – armatūros ir betono tamprumo modulių santykis

$$\alpha_e = E_{sm} / E_{cm} = 205 / 31 = 6,61. \quad (3.7.2.7.2)$$

Skerspjūvio statinis momentas plokštės apatinio sluoksnio atžvilgiu

$$S_{eff} = 0,5 \cdot b_w \cdot h^2 + (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} \cdot (h - 0,5 \cdot h_{eff}) + 0,5 \cdot (b_{f1} - b_w) \cdot h_{f1}^2 + \alpha_e \cdot A_{p1} \cdot a_1 = 0,5 \cdot 0,46 \cdot 0,22^2 + (1,27 - 0,46) \cdot 0,042 \cdot (0,22 - 0,5 \cdot 0,042) + 0,5 \cdot (1,31 - 0,46) \cdot 0,042^2 + 6,61 \cdot 5,66 \cdot 10^{-4} \cdot 0,045 = 0,0146 \text{ m}^3. \quad (3.7.2.7.3)$$

Ekvivalentiško skerspjūvio svorio centro atstumas nuo plokštės apatinio sluoksnio

$$y_{sc} = S_{eff}/A_{eff} = 0,0146/0,1496 = 0,0976 \text{ m}. \quad (3.7.2.7.4)$$

Ekvivalentiško skerspjūvio inercijos momentas 0-0 ašies atžvilgiu

$$I_{eff} = b_w \cdot h^3/12 + b_w \cdot h \cdot (0,5 \cdot h - y_{sc})^2 + (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff}^3/12 + (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} \cdot (h - y_{sc} - 0,5 \cdot h_{eff})^2 + (b_{f1} - b_w) \cdot h_{f1}^3/12 + (b_{f1} - b_w) \cdot h_{f1} \cdot (y_{sc} - 0,5 \cdot h_{f1})^2 + \alpha_e \cdot A_{p1} \cdot (y_{sc} - a_1)^2 = 0,46 \cdot 0,22^3/12 + 0,46 \cdot 0,22 \cdot (0,5 \cdot 0,22 - 0,0976)^2 + (1,27 - 0,46) \cdot 0,042^3/12 + (1,27 - 0,46) \cdot 0,042 \cdot (0,22 - 0,0976 - 0,5 \cdot 0,042)^2 + (1,31 - 0,46) \cdot 0,042^3/12 + (1,31 - 0,46) \cdot 0,042 \cdot (0,0976 - 0,5 \cdot 0,042)^2 + 6,61 \cdot 5,66 \cdot 10^{-4} \cdot (0,0976 - 0,045)^2 = 0,000699 \text{ m}^4. \quad (3.7.2.7.5)$$

Skerspjūvio atsparumo momentas plokštės apatinio sluoksnio atžvilgiu:

$$W_{eff1} = I_{eff}/y_{sc} = 0,000699/0,0976 = 0,0007216 \text{ m}^3. \quad (3.7.2.7.6)$$

Skerspjūvio atsparumo momentas plokštės viršutinio sluoksnio atžvilgiu:

$$W_{eff2} = I_{eff}/(h - y_{sc}) = 0,000699/(0,2 - 0,0976) = 0,006826 \text{ m}^3. \quad (3.7.2.7.7)$$

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

$$W_{pl1} = \gamma \cdot W_{eff1} = 1,5 \cdot 0,0007216 = 0,00108 \text{ m}^3; \quad (3.7.2.7.8)$$

čia $\gamma = 1,5$, kadangi $b_{eff}/b_w = 1,27/0,46 = 2,76 < 6$.

Tas pats viršutinio krašto atžvilgiu:

$$W_{pl2} = \gamma \cdot W_{eff2} = 1,5 \cdot 0,006826 = 0,0102 \text{ m}^3. \quad (3.7.2.7.9)$$

3.7.2.8. Plokštės armatūros išankstinių įtempių nuostoliai

Išankstinių armatūros įtempių nuostolių dydžiai nustatomi pagal XII sk. [5] nuostatas. Įtemptiant armatūrą į atsparas, būtina įvertinti: *pirmuosius nuostolius*, atsirandančius dėl inkarų deformacijos, temperatūrų skirtumo, klojinių deformavimosi (įtemptiant į klojinius atsparas), dėl greitai pasireiškiančio betono valkšnumo; *antruosius nuostolius* – dėl betono susitraukimo ir valkšnumo.

Apskaičiuojant armatūros išankstinių įtempių nuostolius, imamas armatūros įtempimotikslumo koeficientas $\gamma_p = 1$. Tuomet pradinio išankstinio įtempio reikšmė

$$\sigma_p = \gamma_p \cdot \sigma_p = 1,0 \cdot 550 = 550 \text{ MPa}. \quad (3.7.2.8.1)$$

Anksčiau nustatyti ekvivalentiško skerspjūvio parametrai: $A_{p1} = 5,66 \cdot 10^{-4} m^2$, $A_{eff} = 0,1496 m^2$, $y_{sc} = 0,0976 m$, $a_1 = 0,0976 m$, $I_{eff} = 0,000699 m^4$.

Armatūros atstumas nuo ekvivalentiško skerspjūvio svorio centro

$$y_{p1} = y_{sc} - a_1 = 0,0976 - 0,045 = 0,0526 m. \quad (3.7.2.8.2)$$

Pirmieji įtempių nuostoliai, apskaičiuojami naudojantis 9 lentelės 1...6 p. [5]:

– armatūros strypų $\emptyset 12A800$ išankstinių įtempių *nuostoliai dėl relaksacijos*, įtempiant elektroterminiu būdu

$$\Delta\sigma_{pr} = 0,03 \cdot \sigma_p = 0,03 \cdot 550 = 16,5 MPa; \quad (3.7.2.8.3)$$

– *įtempių nuostoliai dėl temperatūrų atramos ir betone skirtumo*, kai $\Delta t = 60 C$ ir betonas C25/30 klasės,

$$\Delta\sigma_T = 1,25 \cdot \Delta t = 1,25 \cdot 60 = 75,0 MPa; \quad (3.7.2.8.4)$$

– *įtempių nuostoliai dėl inkarų deformacijos*, kai armatūra įtempama elektroterminiu būdu, $\Delta\sigma_l = 0$;

– *įtempių nuostoliai dėl klojinių deformacijos* $\Delta\sigma_f = 0$, nes armatūra įtempama elektroterminiu būdu.

Tokiu būdu betono apspaudimo jėga po pirmųjų armatūros įtempių nuostolių iki ją atleidžiant iš atsparų bus:

$$P_{m,0} = A_{p1} \cdot (\sigma_p - \Delta\sigma_{pr} - \Delta\sigma_T - \Delta\sigma_l - \Delta\sigma_f) = 5,66 \cdot 10^{-4} \cdot (550 - 16,5 - 75,0 - 0 - 0) = 0,311 MN. \quad (3.7.2.8.5)$$

Laikant, kad jėgos $P_{m,0}$ pridėties taškas sutampa su armatūros A_{p1} svorio centru, jos ekscentricitetams

$$e_p = (A_{p1} \cdot y_{p1}) / A_{p1} = (5,66 \cdot 10^{-4} \cdot 0,0526) / 5,66 \cdot 10^{-4} = 0,0526 m. \quad (3.7.2.8.6)$$

Didžiausi gniuždymo įtempiai betone nuo jėgos $P_{m,0}$, nepaisant savojo plokštės svorio:

$$\sigma_{cp,0} = P_{m,0} / A_{eff} + P_{m,0} \cdot e_p \cdot y_{sc} / I_{eff} = 0,311 / 0,1496 + 0,311 \cdot 0,0526 \cdot 0,045 / 0,000699 = 3,132 MPa < 0,6 \cdot f_{cp} = 0,6 \cdot 20 = 12 MPa. \quad (3.7.2.8.7)$$

Įtempių nuostoliai dėl greitai pasireiškiančio betono valkšnumo apskaičiuojami pagal 9 lent. 6 p. [5]. Dėl to reikia apskaičiuoti įtempius betone nuo apspaudimo jėgos ir plokštės savojo svorio sukkelto lenkimo momento:

$$M_{s,s} = g_{k,s} \cdot l^2 / 8 = 3,212 \cdot 4,2^2 / 8 = 7,082 MNm; \quad (3.7.2.8.8)$$

čia $l = 4,2 m$ – atstumas tarp atramų plokštę sandėliuojant.

Įtempiai betone ties iš anksto įtemptąja armatūra, t.y. atstumu $y_{p1} = 0,0526 m$:

$$\sigma_{cp,1} = P_{m,0}/A_{eff} + P_{m,0} \cdot e_p \cdot y_{p1}/I_{eff} - M_{s,s} \cdot y_{p1}/I_{eff} = 0,311/0,1496 + 0,311 \cdot 0,0526 \cdot 0,0526/0,000699 - 7,082 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0526/0,000699 = 2,777 \text{ MPa}. \quad (3.7.2.8.9)$$

Kadangi koeficientas $\alpha = 0,25 + 0,025 \cdot f_{cp} = 0,25 + 0,025 \cdot 20 = 0,75 > \sigma_{cp,1}/f_{cp} = 2,777/20 = 0,139$, tai šie armatūros įtempių nuostoliai skaičiuojami pagal formulę:

$$\Delta\sigma_{pc,1} = 0,85 \cdot 40 \cdot \sigma_{cp,1}/f_{cp} = 0,85 \cdot 40 \cdot 2,777/20 = 4,721 \text{ MPa}. \quad (3.7.2.8.10)$$

Tokiu būdu *pirmieji išankstinių įtempių nuostoliai* bus:

$$\sum \Delta\sigma_{p1} = \Delta\sigma_{pr} + \Delta\sigma_T + \Delta\sigma_l + \Delta\sigma_f + \Delta\sigma_{pc,1} = 16,5 + 75,0 + 0 + 0 + 4,721 = 96,221 \text{ MPa}. \quad (3.7.2.8.11)$$

Betono apspaudimo jėga, atmetus pirmuosius armatūros išankstinių įtempių nuostolius,

$$P_{m,1} = A_{p1} \cdot (\sigma_p - \sum \Delta\sigma_{p1}) = 5,66 \cdot 10^{-4} \cdot (550 - 96,221) = 0,308 \text{ MN}. \quad (3.7.2.8.12)$$

Antrieji įtempių nuostoliai apskaičiuojami pagal 9 lent. 8 ir 9 p. [6].

Nuostoliai dėl betono susitraukimo, kai gaminyš šutinamas esant atmosferos slėgiui (C25/30 klasės betonas): $\Delta\sigma_{ps} = 40 \text{ MPa}$.

Apskaičiuojant armatūros *įtempių nuostolius dėl betono valkšnumo*, reikia žinoti betono įtempius ties A_{p1} armatūra, atmetus visus pirmuosius įtempių nuostolius, t.y. apskaičiuojamus pagal apspaudimo jėgą $P_{m,1} = 0,308 \text{ MN}$:

$$\sigma_{cp,1} = P_{m,1}/A_{eff} + P_{m,1} \cdot e_p \cdot y_{p1}/I_{eff} - M_{s,s} \cdot y_{p1}/I_{eff} = 0,308/0,1496 + 0,308 \cdot 0,0526 \cdot 0,0526/0,000699 - 7,082 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0526/0,000699 = 0,686 \text{ MPa}. \quad (3.7.2.8.13)$$

Kadangi $\sigma_{cp,1}/f_{cp} = 0,686/20 = 0,034 < 0,75$, tai armatūros išankstinių įtempių *nuostoliai dėl betono valkšnumo* (9 lent. 9 p. [5])

$$\Delta\sigma_{pc,2} = 0,85 \cdot 150 \cdot \sigma_{cp,1}/f_{cp} = 0,85 \cdot 150 \cdot 0,686/20 = 4,374 \text{ MPa}. \quad (3.7.2.8.14)$$

Tokiu būdu visi (suminiai) armatūros išankstinių įtempių nuostoliai:

$$\Delta\sigma_{p,com1} = \Delta\sigma_{pr} + \Delta\sigma_T + \Delta\sigma_l + \Delta\sigma_f + \Delta\sigma_{pc,1} + \Delta\sigma_{ps} + \Delta\sigma_{pc,2} = 16,5 + 75,0 + 0 + 0 + 4,721 + 40,0 + 4,374 = 140,595 \text{ MPa} > 100 \text{ MPa}. \quad (3.7.2.8.15)$$

Apspaudimo jėga, atmetus visus armatūros išankstinio įtempimo nuostolius,

$$P_{m\infty} = A_{p1} \cdot (\sigma_p - \sum \Delta\sigma_{p,com1}) = 5,66 \cdot 10^{-4} \cdot (550 - 140,595) = 0,278 \text{ MN}; \quad (3.7.2.8.16)$$

šios jėgos ekscentricitetas:

$$e_{pc} = A_{p1} \cdot (\sigma_p - \sum \Delta\sigma_{p,com1}) \cdot y_{p1}/P_{m\infty} = 5,66 \cdot 10^{-4} \cdot (550 - 140,595) \cdot 0,0526/0,278 = 0,053 \text{ m}. \quad (3.7.2.8.17)$$

3.7.2.9. Plokštės normalinio pjūvio stiprumo įvertinimas

Tikrinamas plokštės tarpatramio vidurio normalinio pjūvio stipris, atsižvelgiant į pasirinktą armatūrą $A_{p1} = 5,66 \cdot 10^{-4} m^2$ ir faktiškus armatūros išankstinius įtempius. Skaičiuotinė schema ta pati kaip ir ankstesniuose skyriuose.

Ribinis gniuždomosios zonos santykinis aukštis:

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

$$= 0,73 / \left(1 + \left(\frac{704,595}{500}\right) \cdot \left(1 - \frac{0,73}{1,1}\right)\right) = 0,495; \quad (3.7.2.9.1)$$

čia ω ir $\sigma_{sc,lim}$ kaip ir anksčiau;

$$\sigma_{s,lim} = f_{pd} + 400 - (\sigma_p - \Delta\sigma_{p,com1}) - \Delta\sigma_p = 714 + 400 - (550 - 140,595) - 0 =$$

$$704,595 \text{ MPa}; \quad (3.7.2.9.2)$$

$$\Delta\sigma_p = 1500 \cdot \frac{(\sigma_p - \Delta\sigma_{p,com1})}{f_{pd}} - 1200 =$$

$$= 1500 \cdot \frac{(550 - 140,595)}{714} - 1200 = -339,9 \text{ MPa} < 0; \quad (3.7.2.9.3)$$

imama $\Delta\sigma_p = 0$.

Armatūros darbo sąlygų koeficientas

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) \cdot \left(2 \cdot \frac{\xi_{eff}}{\xi_{lim}} - 1\right) =$$

$$= 1,15 - (1,15 - 1) \cdot (2 \cdot 0,122/0,495 - 1) = 1,20 > \eta = 1,15; \quad (3.7.2.9.4)$$

imama $\gamma_{s6} = 1,15$.

Gniuždomosios zonos aukštis:

$$x_{eff} = \gamma_{s6} \cdot f_{pd} \cdot A_{p1} / b_{eff} \cdot f_{cd} = 1,15 \cdot 714 \cdot 5,66 \cdot 10^{-4} / 1,27 \cdot 15 = 0,0293 < h_{eff} =$$

$$0,032 \text{ m}; \quad (3.7.2.9.5)$$

$$\xi_{eff} = 0,0293 / 0,175 = 0,167 < \xi_{lim} = 0,495. \quad (3.7.2.9.6)$$

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

$$M_{Rd} = \gamma_{s6} \cdot f_{pd} \cdot A_{p1} \cdot (d - 0,5 \cdot x_{eff}) = 1,15 \cdot 714 \cdot 5,66 \cdot 10^{-4} \cdot (0,175 - 0,5 \cdot 0,029) =$$

$$0,0746 \text{ MNm}. \quad (3.7.2.9.7)$$

Išvada. Plokštės normalinio pjūvio stipris yra pakankamas.

Likę gelžbetoninės perdangos stiprumo bei tinkamumo sąlygų tikrinimai yra nurodyti prieduose.

3.8. Polinių pamatų projektavimas

3.8.1. Reikiamo gręžtinio polinio pamato dydžio nustatymas

Projektuojami gręžtiniai poliniai pamatai. Skaičiavimo tvarka turėtų būti tokia:

- apskaičiuojama polio laikomoji galia $R_{c,cal}$;
- apskaičiuojama laikomosios galios charakteristinė vertė $R_{c;k}$;
- apskaičiuojama laikomosios galios projektinė vertė $R_{c;d}$.

$$R_c = R_b + R_s; \quad (3.8.1.1)$$

$$R_b = \alpha_b \cdot q_c \cdot A_b; \quad (3.8.1.2)$$

$$R_s = \sum(\alpha_{si} \cdot q_{ci} \cdot A_{si}); \quad (3.8.1.3)$$

čia: R_b – pagrindo po polio padu laikomoji galia; q_c - grunto kūginis stiprumas; α_b – empirinis koreliacijos koeficientas tarp q_c ir pagrindo stiprumo; α_{si} – empirinis koreliacijos koeficientas tarp q_c ir trinties stiprumo, priklausantis nuo grunto; R_s – polio šonų pagrindo laikomoji galia; A_{si} – i -tojo sluoksnio polio šonų paviršiaus plotas [26];

α_b ir α_{si} rekomenduojamosios reikšmės bus pateiktos LST-EN 1997-1:2003 atitinkamose lentelėse.

Pirmojo sluoksnio šonų pagrindo laikomoji galia:

$$R_{s,1} = \alpha_{s,1} \cdot q_{c,1} \cdot A_{s,1} = 0,02 \cdot 8 \cdot (3,14 \cdot 1,1 \cdot 0,7) = 0,3868 \text{ MN} = 386,848 \text{ kN}. \quad (3.8.1.4)$$

Antrojo sluoksnio šonų pagrindo laikomoji galia:

$$R_{s,2} = \alpha_{s,2} \cdot q_{c,2} \cdot A_{s,2} = 0,03 \cdot 2,2 \cdot (3,14 \cdot 1,1 \cdot 1,5) = 0,3419 \text{ MN} = 341,946 \text{ kN}. \quad (3.8.1.5)$$

Trečiojo sluoksnio šonų pagrindo laikomoji galia:

$$R_{s,3} = \alpha_{s,3} \cdot q_{c,3} \cdot A_{s,3} = 0,03 \cdot 1,6 \cdot (3,14 \cdot 1,1 \cdot 0,7) = 0,1161 \text{ MN} = 116,054 \text{ kN}. \quad (3.8.1.6)$$

Ketvirtojo sluoksnio šonų pagrindo laikomoji galia:

$$R_{s,4} = \alpha_{s,4} \cdot q_{c,4} \cdot A_{s,4} = 0,04 \cdot 2,1 \cdot (3,14 \cdot 1,1 \cdot 1,0) = 0,3956 \text{ MN} = 395,64 \text{ kN}. \quad (3.8.1.7)$$

Visų sluoksnių šonų pagrindo laikomoji galia:

$$\begin{aligned} R_s &= R_{s,1} + R_{s,2} + R_{s,3} + R_{s,4} = \\ &= 386,848 + 341,946 + 116,054 + 395,640 = 1240,468 \text{ kN}. \end{aligned} \quad (3.8.1.8)$$

Polio pado laikomoji galia:

$$R_b = \alpha_b \cdot q_c \cdot A_b = 1,0 \cdot 2,1 \cdot \frac{3,14 \cdot 1,1^2}{4} = 1,9947 \text{ MN} = 1994,685 \text{ kN}. \quad (3.8.1.9)$$

Kalibruotąsias apskaičiuotąsias pagal statinės penetracijos duomenis reikšmes gauname naudodami modeliavimo koeficientus γ_{Rb} ir γ_{Rs} , kurių vertės priklauso nuo polių įrengimo būdo. Projektuojami poliai yra gręžtiniai, todėl modeliavimo koeficientai yra tokie: $\gamma_{Rb} = 2$ bei $\gamma_{Rs} = 1,5$ [26].

$$R_{C;cal} = \frac{R_b}{\gamma_{Rb}} + \frac{R_s}{\gamma_{Rs}} = \frac{1994,685}{2} + \frac{1240,488}{1,5} = 1824,335 \text{ kN}. \quad (3.8.1.10)$$

Laikomosios galios charakteristinė vertė randama tokiu pat principu kaip ir bandymų bei statinėmis apkrovomis atveju, dalijant kalibruotąją vertę iš dalinio koeficiento, kuris priklauso nuo statinės penetracijos bandymų skaičiaus. Kadangi buvo atlikti trys penetracijos bandymai, tai gautoji reikšmė mažinama 1,33 karto:

$$R_{C;k} = R_{C;cal}/1,33 = 1824,335/1,33 = 1371,68 \text{ kN}. \quad (3.8.1.11)$$

Polio laikomosios galios projektinė vertė nustatoma $R_{C;k}$ vertę dalijant iš dalinio koeficiento γ_t , pateikto LST EN 1997-1:2003 normose, kurio vertė priklauso nuo projektavimo metodikos bei polių įrengimo būdo.

$$R_{C;d} = R_{C;k}/\gamma_t. \quad (3.8.1.12)$$

Projektavimo derinys **DA1/1**:

$$R_{C;d} = \frac{R_{C;k}}{\gamma_t} = \frac{1184,278}{1,15} = 1029,803 \text{ kN}. \quad (3.8.1.13)$$

Projektavimo derinys **DA1/2**:

$$R_{C;d} = \frac{R_{C;k}}{\gamma_t} = \frac{1184,278}{1,5} = 789,517 \text{ kN}. \quad (3.8.1.14)$$

Pagal gautas atramines reakcijas iš skaičiavimo programos E-5 ašyse esančio pamato bei pridėjus pačio gręžtinio polio ir grunto virš poliaus savuosius svorius, tikriname ribinius būvius:

- charakteristinių apkrovų sukelti poveikiai:

$$R_k = R_{konstr.,k} + R_{polio,k} + R_{grunto,k} = 646,287 + \left(\frac{3,14 \cdot 1,1^2}{4} \cdot 3,9 \cdot 25 \right) + \left(\frac{3,14 \cdot 1,1^2}{4} \cdot 1,0 \cdot 21,3 \right) = 759,363 \text{ kN}; \quad (3.8.1.15)$$

- skaičiuotinių apkrovų sukelti poveikiai:

$$R_d = R_{konstr.,d} + R_{polio,d} + R_{grunto,d} = 915,651 + \left(\frac{3,14 \cdot 1,0^2}{4} \cdot 3,5 \cdot 25 \right) \cdot 1,35 + \left(\frac{3,14 \cdot 1,1^2}{4} \cdot 1,0 \cdot 21,3 \right) \cdot 1,35 = 1068,305 \text{ kN}; \quad (3.8.1.16)$$

Projektavimo derinys **DA1/1**:

$$R_{C;d} = 1192,765 \text{ kN} > R_d = 1068,305 \text{ kN}. \quad (3.8.1.17)$$

Projektavimo derinys **DA1/2**:

$$R_{C;d} = 914,453 \text{ kN} > R_k = 759,363 \text{ kN}. \quad (3.8.1.18)$$

Visos sąlygos yra tenkinamos.

3.8.2. Gręžtinio poliaus armatūros karkaso projektavimas

3.8.2.1. Pamato pradiniai duomenys

Poliaus skersmuo $\varnothing=1100$ mm; $a_s=70$ mm, betonas C20/25, kurio $f_{cd} = 12$ N/mm²; $E_{cm} = 30 \cdot 10^3$ N/mm², išilginė armatūra S500, kurios $f_{yd} = 455$ N/mm², $A_{s,tot} = 1607,7$ mm² (8 \varnothing 16). Veikia išilginė jėga nuo visų poveikių $N_{Ed} = 1068,31$ kN. Lenkimo momentas nuo visų poveikių $M_{Ed} = 23,98 \cdot 10^3$ kN·mm nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių $M_{Ed,\ell} = 16,8 \cdot 10^3$ kNmm. Poliaus skaičiuojamasis ilgis $l_0 = 3900$ mm.

3.8.2.2. Armatūros karkaso skaičiavimas

Pirmiausia apskaičiuojamas liaunis:

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{3900}{275} = 14,2 > 14. \quad (3.8.2.2.1)$$

čia inercijos spindulys yra:

$$i = \frac{\phi}{4} = \frac{1100}{4} = 275 \text{ mm}. \quad (3.8.2.2.2)$$

Reikia įvertinti išlinkį. Tuo tikslu apskaičiuojama sąlyginė kritinė jėga N_{crit} . Poliaus skerspjūvio plotas ir inercijos momentas [6]:

$$A_c = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1100^2}{4} = 949850 \text{ mm}^2; \quad (3.8.2.2.3)$$

$$I_c = \frac{\pi \phi^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 1100^4}{64} = 71832,41 \cdot 10^6 \text{ mm}^4. \quad (3.8.2.2.4)$$

Armatūros inercijos momentas:

$$I_s = \frac{A_{s,tot} \cdot r_s^2}{2} = \frac{1607,7 \cdot 944^2}{2} = 716,47 \cdot 10^6. \quad (3.8.2.2.5)$$

Ekscentricitetas, įvertinus lenkimo momentą bei ašinę jėgą, bus:

$$e_0 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{23,98 \cdot 10^3}{1068,31 \cdot 10^3} = 22 \text{ mm}; \quad (3.8.2.2.6)$$

$$\delta_e = \frac{e_0}{\phi} = \frac{22}{1100} = 0,02 < \delta_{e,\min} = 0,5 - 0,01 \frac{l_0}{\phi} - 0,01 f_{cd} = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{3900}{1100} - 0,01 \cdot 12 = 0,345.$$

Priimame $\delta_e = 0,345$. φ_ℓ apskaičiuojama pagal formulę:

$$\varphi_\ell = 1 + \beta \frac{M_{Ed,\ell}}{M_{Ed}} = 1 + \beta \frac{M_{Ed,\ell} + N_{Ed,\ell} \cdot r_s}{M_{Ed} + N_{Ed} \cdot r_s} = 1 + 1 \cdot \frac{(16,8 + 935,940 \cdot 0,944) \cdot 10^3}{(23,98 + 1068,31 \cdot 0,944) \cdot 10^3} = 1,872; \quad (3.8.2.2.7)$$

$$\begin{aligned}
N_{\text{crit}} &= \frac{6,4E_{\text{cm}}}{l_0^2} \left[\frac{I_c}{\varphi_\ell} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e I_s \right] = \\
&= \frac{6,4 \cdot 30 \cdot 10^3}{3900^2} \left[\frac{71832,41 \cdot 10^6}{1,872} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,983} + 0,1 \right) + 6,67 \cdot 716,47 \cdot 10^6 \right] = 15249 \text{ kN}.
\end{aligned} \tag{3.8.2.2.8}$$

čia koeficientas:

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{\text{cm}}} = \frac{2 \cdot 10^5}{30 \cdot 10^3} = 6,67. \tag{3.8.2.2.9}$$

Koeficientas η apskaičiuojamas pagal [6] 3 priedas (5.2) formulę:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{\text{Ed}}}{N_{\text{crit}}}} = \frac{1}{1 - \frac{1068,31}{15249}} = 1,075. \tag{3.8.2.2.10}$$

Ekscentricitetas, įvertinus išlinkį, bus:

$$e = (e_0 + \varepsilon_a) \eta = (22 + 0) \cdot 1,075 = 24 \text{ mm} < 3 \cdot r_s = 3 \cdot 944 = 2832 \text{ mm}. \tag{3.8.2.2.11}$$

Laikomoji galia tikrinama pagal [6] 3 priedas (5.60) sąlygą, t. y.

$$N_{\text{Ed}} \cdot (e_0 \cdot \eta + r_s) \leq (f_{\text{cd}} \cdot A_c \cdot \beta_c + f_{\text{ycd}} \cdot A_{\text{s,tot}} \cdot \beta_s) \cdot r_s \tag{3.8.2.2.12}$$

$$1068310 \cdot (24 + 944) = 1034,1 \cdot 10^6 \leq (12 \cdot 949850 \cdot 0,95 + 455 \cdot 1607 \cdot 0,99) \cdot 944 = 10905,24 \cdot 10^6$$

N·mm,

čia dydžiai apskaičiuojami β_c ir β_s taip:

$$\beta_c = 1 - 0,32 \sqrt{24/944} = 0,95; \tag{3.8.2.2.13}$$

$$\beta_s = 1 - 0,33 \frac{24}{944} = 0,99. \tag{3.8.2.2.14}$$

Išilginės armatūros kiekis parinktas pagal rekomenduojamą tokio skersmens poliui pagal [27] 9.6N lentelę, kai poliaus skerspjūvio plotas $0,5 \text{ m}^2 < A_c \leq 1,0 \text{ m}^2$, tai išilginės armatūros mažiausias skerspjūvio plotas $A_s \geq 25 \text{ cm}^2$, todėl priimame $8\emptyset 16$.

4. Technologinė ir ekonominė dalys

4.1. Metalinių trilankčių rėmų montavimo technologinė kortelė

4.1.1. Rėmų montavimo darbų apimčių skaičiavimas

4.1 lentelė. Montuojamų elementų specifikacija

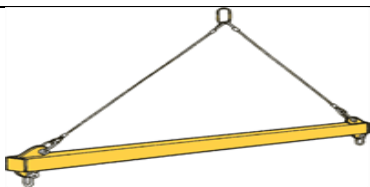
Elemento pavadinimas	Tipas	Matmenys, m			Elementų skaičius	Vieno elemento	Bendras
		L	B	H		masė, t	masė, t
1	2	3	4	5	6	7	9
Plieninis trilankstis rėmas	R-1	19,8	-	11,51	5	2,232	11,16

4.1.2. Kabinimo priemonių parinkimas

Kabinimo priemonės parenkamos pagal montuojamų elementų specifikacijas.

Duomenys surašomi į lentelę:

4.2 lentelė. Kabinimo priemonės

Kabinėjimo priemonės pavadinimas	Eskizas	Kabinėjimo priemonių			Pritaikymo sritis
		Keliamoji galia, t	Masė, t	Skaičiuojamasis aukštis, m	
Traversa 6650-40/2		4	0,029	1,250	Plieninis trilankstis rėmas

4.1.3. Krano parinkimas

Pagal techninius rodiklius kranai parenkami remiantis montuojamųjų elementų specifikacija, kai žinomos elementų masės, jų montavimo aukštis ir atstumas nuo kranų. Skaičiuojami reikiami kranų parametrai.

Keliamosios galios skaičiavimas

Didžiausia reikalinga kranų keliamoji galia, kai reikia pakelti pusę plieninio rėmo:

$$Q_r = Q_1 + Q_2 = 1,116 + 0,029 = 1,145 \text{ t}; \quad (4.1.3.1)$$

Q_1 – keliamosios konstrukcijos masė, t;

Q_2 – kabinimo prie strėlės priemonės masė, t.

Reikalingas kranų kablo pakėlimo aukštis

Maksimalus reikalingas kablo pakėlimo aukštis, kai reikia pakelti metalinį rėmą:

$$H_{\text{reik}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4; \quad (4.1.3.2)$$

h_1 – aukštis nuo kranų stovėjimo plokštumos iki atramos, ant kurios remiasi montuojamas elementas;

h_2 – laisvas tarpas virš atramos iki montuojamo elemento;

h_3 – montuojamo elemento aukštis;

h_4 – kabinimo priemonės aukštis

$$H_{\text{reik}} = 0,15 + 1,0 + 11,51 + 1,25 = 13,91 \text{ m}. \quad (4.1.3.3)$$

Reikalingas strėlinio kranų strėlės siekis, rėmui pakelti

$$L_{\text{reik}} = \frac{(H_r + h_5 - h) \cdot (b + a)}{h_2 + h_3 + h_4 + h_5} = \frac{(13,91 + 1,0 - 1,5) \cdot (10,9 + 1,5)}{1,0 + 11,51 + 1,25 + 1,0} = 11,266 \text{ m}; \quad (4.1.3.4)$$

h_5 – sutrauktų kranų skryščių aukštis ($h_5 = 1 \text{ m}$);

h – strėlės lanksto aukštis nuo kranų stovėjimo lygio ($h = 1,5 \text{ m}$);

a – mažiausias leidžiamas atstumas nuo kranų strėlės ašies iki sumontuotos konstrukcijos ($a = 1,5 \text{ m}$);

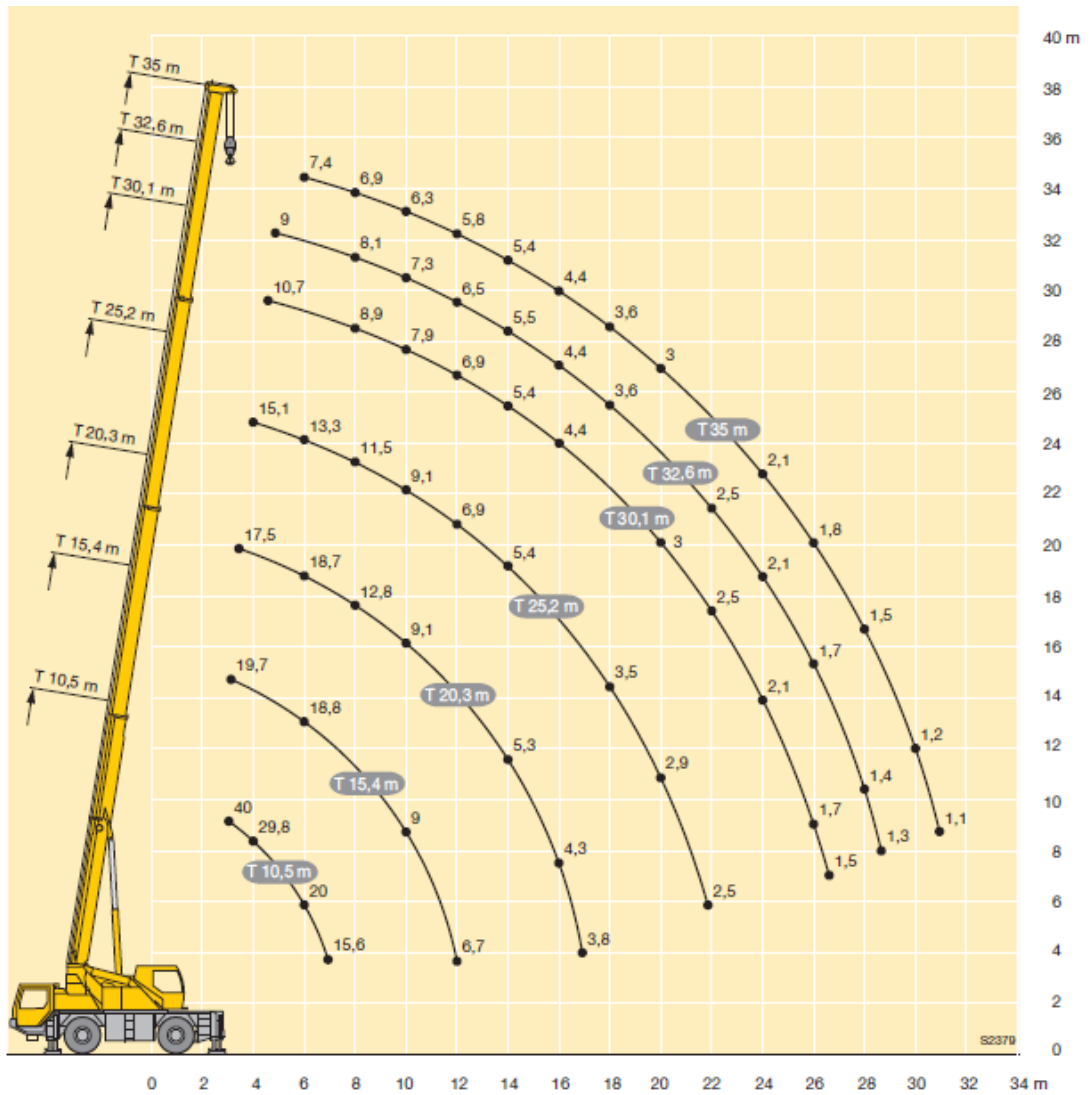
b – atstumas, m, nuo arčiausiai sumontuotos konstrukcijos artimiausio taško iki kranų kablo projekcijos į horizontaliąją plokštumą, montuojant labiausiai nuo kranų nutolusį elementą.

Pagal gautus duomenis:

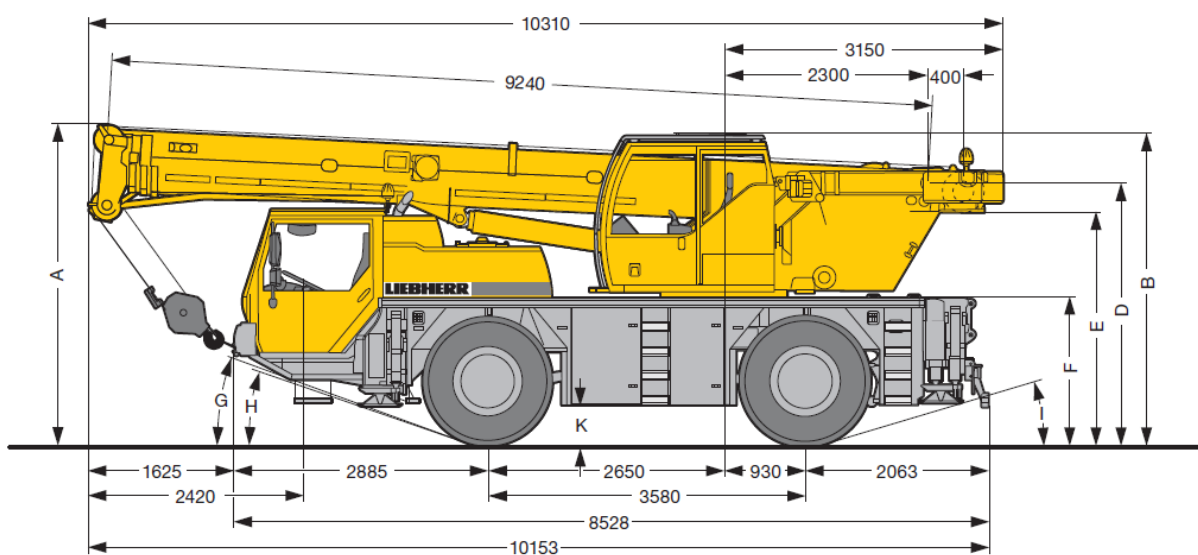
- reikiamas kranų strėlės siekis $L_{\text{reik}} = 11,266 \text{ m}$;
- reikiamas kranų kablo pakėlimo aukštis $H_{\text{reik}} = 13,91 \text{ m}$;
- reikiama kranų keliamoji jėga $Q_{\text{reik}} = 1,145 \text{ t}$.

Parenkame automobilinejį kraną LTM 1040-2.1, kurio:

- Keliamoji galia 40 t;
- Maksimalus strėlės ilgis 35 m.



4.1 pav. Automobilinio kranų strelės siekio grafikas



4.2 pav. Automobilinis kranas LTM 1030-2.1

4.1.4. Darbo sąnaudų, mechanizmų ir medžiagų poreikio skaičiavimas

4.3 lentelė. Darbo sąnaudų, mechanizmų ir medžiagų poreikio skaičiavimas

Normatyvo šifras	Kategorija	Darbų aprašymas	Darbų apimtis		Darbo sąnaudos			Mechanizmai				Medžiagos			
			mat. vnt.	kiekis	vie- netui žm. val.	visam darbui		pavadinimas	darbo sąnaudos			pavadinimas	mat vnt.	kiekis	
						žm. val.	žm. d.		vie- netui maš. val.	visam darbui				vienetui	visam darbui
										maš. val.	maš. pam.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		1. Rėmo montavimas													
N9P-0102	4,5	1.3 Metalinių gegnių ir pogežnių santvarų montavimas , kai anga iki 24m, santvarų masė iki 3,0t	t	11,16	15,4	171,865	21,485	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam. galios	0,8	15,365	1,92	Suvirinimo elektrodai	kg	3,0	33,48
												Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	0,8	8,93
												Plieninės statybinės konstrukcijos	t	1,0	11,16
								Suvirinimo transformatorius	3,9	43,525	5,44	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	1,0	11,16
								Rąstai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	m ³	0,01	0,112				

4.1.5. Darbo sąnaudų suvestinė

4.4 lentelė. Sąnaudų suvestinė

Eil. Nr	Ciklai ir procesai	Darbų apimtis		Darbo sąnaudos žm.d	Mechanizmai	
		Mato vnt.	Kiekis		Pavadinimas	Darbo sąnaudos mašinos pamainomis
1	2	3	4	5	6	7
I	Rėmų montavimas	t	11,16	21,485	Kranas	1,92
					Suvirinimo transformatorius	5,44
				Σ=21,485		Σ= 7,36

4.1.6. Statybinių medžiagų suvestinė

4.5 lentelė. Medžiagų suvestinė

Eil. nr.	Medžiagos pavadinimas	Matavimo vnt.	Kiekis
1	2	3	4
	Metalas		
1.	Suvirinimo elektrodai	kg	33,48
2.	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	8,93
3.	Plieninės statybinės konstrukcijos	t	11,16
4.	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	11,16
	Medžio gaminiai		
5.	Rąstai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	m ³	0,112

4.1.7. Metalinių rėmų montavimas

Metaliniai rėmai statomi ant surenkamųjų arba monolitinių pamatų, kuriuose yra įtaisyti inkariniai varžtai. Prieš statant rėmus reikia kruopščiai patikrinti jų pamatus. Jų paviršiai turi būti projektiniame aukštyje ir griežtai horizontalūs, o inkariniai varžtai, prie kurių rėmo statramstis tvirtinamas, turi atitikti projekto reikalavimus [8].

Trilankstis rėmas į projektinę padėtį statoma trimis etapais:

1. Kabinams ir pakeliamas į vertikalią padėtį.
2. Nuleidžiamas ant pamato inkarinių varžtų.
3. Sutvirtinamas varžtais ir kitomis projekte nurodytomis priemonėmis.

Prieš keliant rėmą, pritvirtinamos lipynės su darbo aikštelėmis. Po šito etapo konstrukcija yra prikabinama ir keliamą dviem etapais. Pirmajame etape truputį pakeliamas vienas jo galas. Įsitikinus, kad rėmas prikabinamas patikimai, tada jis keliamas į projektinę padėtį. Rėmo statramsčio padėtis erdvėje reguliuojama atotampa. Pakėlę rėmo statramsčių virš pamato, montuotojai atsargiai nuleidžia jį ant pamato inkarinių varžtų. Pastatytas statramstis yra sureguliuojamas teodolitu bei pritvirtinamas inkariniais varžtais. Pirmiausia turi būti statomi rėmai, kurie bus sujungti nuolatiniais metaliniais ryšiais. Jeigu tokios galimybės nėra, tuomet konstrukcijos turi būti tarp savęs laikinai sutvirtinamos atotampomis arba standžiais spyriais.

Keliamo rėmo spragotinės rėmsijos apatiniuose tempiamosios juostos elementuose nuo savosios masės atsiranda gniuždymo įtempių, kurie gali konstrukciją deformuoti, todėl tokios rėmsijos turi būti laikinai sustiprinamos rąstais arba pusrąščiais. Jie prie juostų tvirtinami iš dviejų pusių varžtais arba apkabomis.

Ilgai rėmai stropuojamos skersėmis. Jeigu norima kelti sustambintus dviejų rėmų blokus, tai yra naudojama keturšakiai kabiniai.

Pastatytos į vertikalią padėtį rėmsijos fiksuojamos dviejose vietose, naudojant specialius laikiklius. Erdviniam standumui užtikrinti du rėmai tarp savęs sujungiami denginio konstrukcijos ilginiais. Metalinės konstrukcijos sandūrose suvirinamos, tvirtinamos kniedėmis arba varžtais.

4.1.8. Darbų kokybė ir kontrolė

Visus pagrindinius statybinių konstrukcijų montavimo kokybės reikalavimus nusako statybinės normos ir taisyklės, kurių pagrindu ir yra sudarytos visos statybos bei montavimo darbų vykdymo ir priėmimo techninės sąlygos.

Kokybės kontrolės pradžia – priimant atvežtus į statybietę surenkamus elementus, ir baigiama atiduodant pastatą eksploatuoti. Visi atvežti į statybietę elementai turi turėti atitikties deklaracijas, projekto matmenis. Taip pat, gaminių nuokrypos negali viršyti nustatytų norminių nuokrypų [8].

Statybos ir montavimo aikštelėje konstrukcinius elementus kokybiškai įvertinti turi konstrukcijų montavimo organizacija, techninė priežiūra bei iš dalies ir užsakovas. Jeigu konstrukcijos yra netinkamos naudoti, tokiu atveju į gamyklas siunčiamos reklamacijos, o konstrukcijos brokuojamos.

Konstrukcijų padėtis yra tikrinama du kartus su geodeziniais prietaisais:

- prieš laikinai įtvirtinus;
- galutinai įtvirtinus.

Konstrukcijų montavimo nuokrypos neturi būti didesnės už leistinas (4.6 lentelė).

4.6 lentelė. Leistinosios nuokrypos montuojant plienines konstrukcijas.

Nuokrypos	Leistinosios nuokrypos, mm
Rėmo statramsčio atraminės plokštumos nuokrypos pagal aukštį	+5
Rėmo statramsčio nuokrypos nuo ašių apačioje	±5
Rėmo statramsčio nuokrypos nuo vertikalės jos viršuje (m)	±15
Rėmo statramsčio ir rėmsijos atraminių mazgų altitudžių nuokrypos	±20
Atstumo tarp rėmų rėmsijų viršutinių juostų ašių nuokrypos	±15

Montuojant metalines konstrukcijas, būtina tikrinti virintinių siūlių kokybę, varžtų padėtį montavimo sandūrose ir pan. Dažniausiai virintinės siūlės kontroliuojamos vizualiai, atliekant mechaninius, rentgenoskopinius ar kitokius specialius tyrimus. Jei nustatoma, kad yra defektnių virintinių siūlių, jos iškertamos ir suvirinamos konstrukcijos pakartotinai.

Pabaigus montuoti konstrukcijas, visi atlikti darbai yra priimami bei surašomi aktai. Tarpinė priėmimo ir perdavimo kontrolė atliekama baigus darbus, kurių negalima patikrinti įvykdžius kitas operacijas [8].

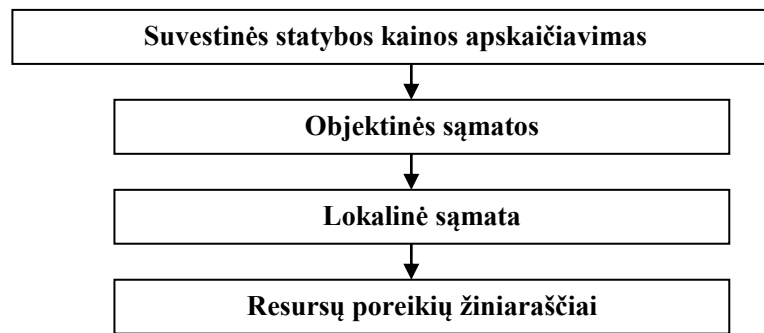
4.1.9. Darbų sauga

Jei vėjas labai stiprus, konstrukcijas montuoti draudžiama. Montuotojai privalo dėvėti specialius ryškios spalvos drabužius ir dirbti su apsauginiais šalmais. Draudžiama dirbti po montuojamomis konstrukcijomis. Plačiau montavimo darbų sauga penktame skyriuje.

4.2. Konstrukcijų montavimo ekonominis palyginimas

Skaičiuojamoji statybos kaina apima tyrinėjimo, projektavimo, bendrųjų ir specialiųjų darbų statybos vertę, įrenginių įsigijimo, montavimo, derinimo ir išbandymo, techninio personalo apmokymo ir kitas investuotojo išlaidas, susijusias su statinio statyba bei jo priėmimu naudoti.

Statinių statybos skaičiuojamųjų kainų nustatymo tikslas – apskaičiuoti ir iš anksto numatyti ekonomiškai pagrįstas statinių projektinių sprendinių parengimo, įgyvendinimo, statinių statybos vykdymo, projekto valdymo ir kitas išlaidas bei, atsižvelgiant į rinkos sąlygas, rangos sudarymo prielaidas, baigiamuosius statybos sutarties rezultatus, atsiskaitymo už atliktus darbus būdus, planuoti bendrą investicijų poreikį ir suformuoti skaičiuojamąją statybos kainą.



4.3 pav. Sąmatinės dokumentacijos sudėtis

Lokalinė sąmata sudaroma kiekvienam statiniui arba jo daliai remiantis detaliųjų išteklių poreikio žiniaraščiais arba darbų kiekio sąrašais, medžiagų poreikio, mechanizmų poreikio ir darbo sąnaudų poreikio žiniaraščiais. Lokalinėse sąmatose išvardijami darbai, jų kiekis, kaina bei bendroji darbų vertė. Galiausiai seka resursų arba statybos išteklių žiniaraščiai. Jie reikalingi projekte numatytiems statybos darbams atlikti. Statybos išteklių poreikių žiniaraštį sudaro: darbų kiekių žiniaraštis, mechanizmų poreikio žiniaraštis, medžiagų poreikio žiniaraštis, darbo sąnaudų poreikio žiniaraštis. Visi sąmatiniai dokumentacijai reikalingi dokumentai nurodyti 4.3 paveikslėlyje.

Norėdami palyginti skirtingų konstrukcijų montavimo kainas sudarėme lokales sąmatas. Bendrą konstrukcijos montavimo kainą sudaro tiesioginės ir netiesioginės išlaidos.

Tiesiogines išlaidas sudaro:

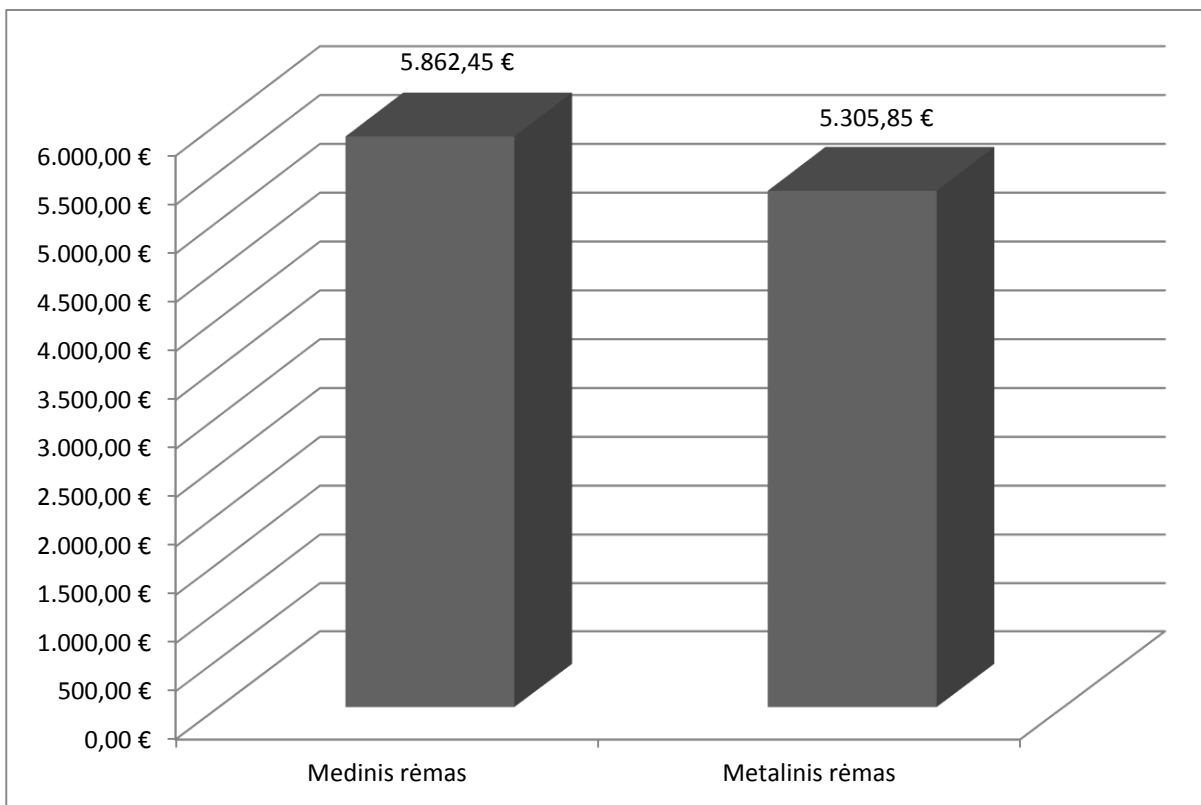
- statinio statybos darbų išlaidos;
- statybvietės išlaidos;

Netiesiogines išlaidas sudaro:

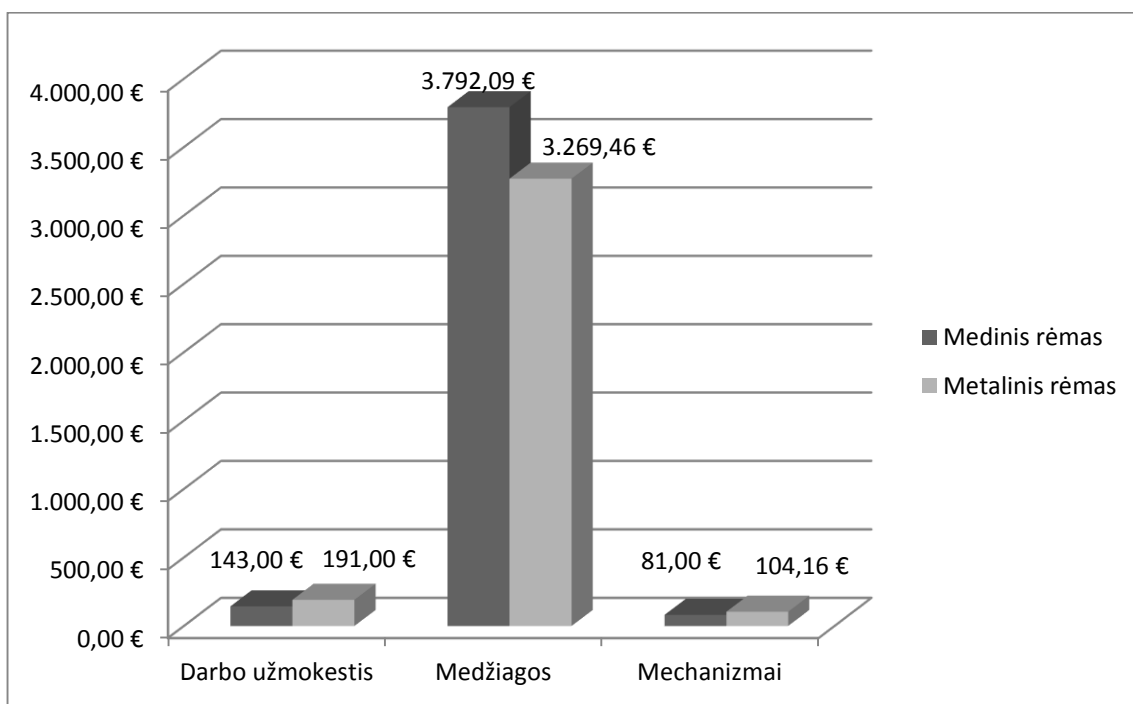
- pridėtinės išlaidos (30 % nuo visų darbininkų darbo užmokesčio);
- pelnas (5 % nuo tiesioginių, pridėtinių, socialinio draudimo ir kitų išlaidų sumos).

Magistro baigiamajame darbe pateikiame dviejų skirtingų konstrukcijų montavimo palyginimo lokales sąmatas. Pirmoji konstrukcija – medinis trilankstis rėmas, suprojektuotas iš klijuotos medienos bei plieninių varžtų ir detalių. Antroji konstrukcija – plieninis spragotinis trilankstis rėmas, kuris sudarytas iš kelių skirtingų surenkamųjų vienetų, kurie yra sujungiami varžtais. Rėmų montavimo lokaliųjų sąmatų skaičiavimai pateikti prieduose. Lokalinės sąmatos sudarytos kompiuterine sąmatų skaičiavimo programa „Sistela“ pagal 2015 metų spalio mėnesio kainas.

Palyginus abiejų konstrukcijų montavimo kainas nustatėme, jog antrasis konstrukcijų montavimo variantas yra 9,49 proc. pigesnis už pirmąjį. Grafinis rėmų montavimo kainų palyginimas bei konstrukcijų montavimo sudedamųjų dalių palyginimas pateikti 4.4 ir 4.5 pav.



4.4 pav. Rėmų kainos palyginimas



4.5 pav. Rėmų darbo užmokesčio, medžiagų bei mechanizmų palyginimas

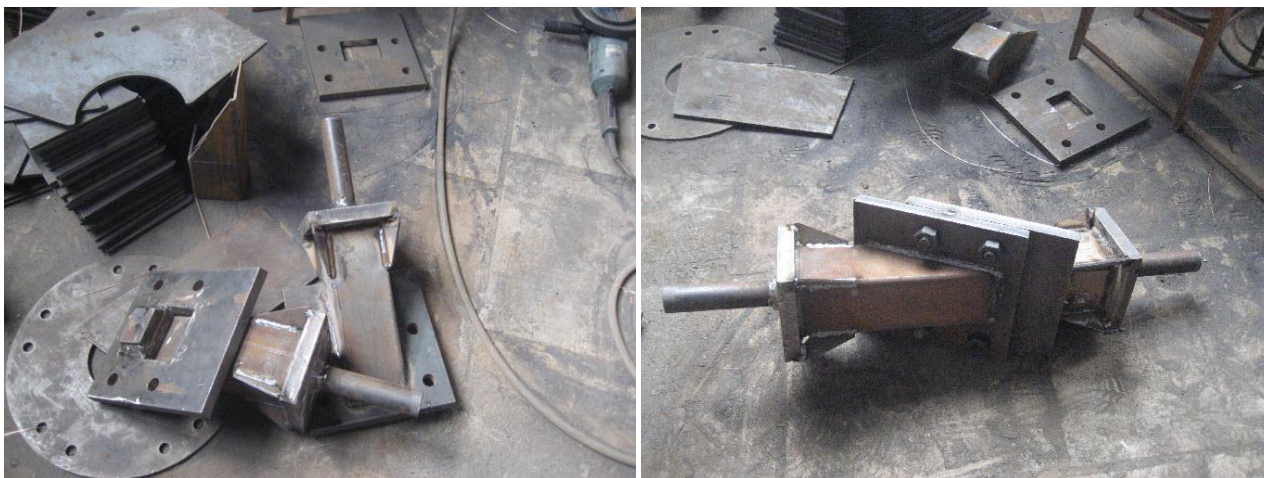
5. Mokslinio tiriamojo darbo rezultatai ir jų panaudojimas

5.1. Įstriža flanšinė jungtis

Flanšinės jungtys yra rekomenduojamos naudoti, nes tokio jungimo būdu atliekamas ekonomišką plieno naudojimas bei nereikalingas montažinis suvirinimas, tokiu būdu išlaikomas aukštas technologiškumo lygis. Flanšinėse jungtyse stiprieji įtemptieji varžtai yra išnaudojami tiesiogiai ir pilnai, nes varžtai yra tempiami, todėl flanšinės jungtys yra vienos iš efektyviausių varžtų jungimo būdų. Taip pat flanšinės jungtis galima naudoti tada, kai konstrukciniai elementai yra veikiami tempimo, gniuždymo bei lenkimo įrašų. Įtemptieji varžtai flanšinėse jungtyse gali būti veikiamos lenkimo momento tempimo įtempių zonoje [28].

Įprastos flanšinės jungtys, kai yra jungiami stačiakampiai ar kvadratiniai plieniniai vamzdžiai, susideda iš tempiamųjų varžtų bei sąstandų, kurios įprastai yra privirinamos prie vamzdžių kampų. Šių sąstandų matmenys yra nustatomos pagal flanšo ir jungiamų elementų dydžius – ne mažesni nei 1,5 elemento profilio aukščio.

Norint padidinti jungties patikimumą, sumažinti plieno naudojimą bei supaprastinti pačią jungtį, buvo panaudota nauja technologinė išeitis – elementai jungiami 30° laipsnių kampu kartu naudojant tarpines atramėles.



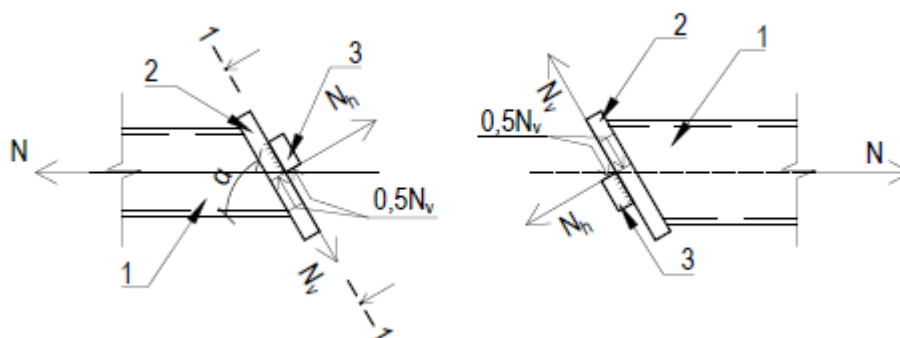
5.1 pav. Įstriža flanšinė jungtis

Šis jungimo būdas susideda iš dviejų atramėlių, kurios įeina į jau padarytą skylę gretimame flanše ir taip su ja kontaktuoja. Pagindinė mintis yra ta, kad kiekviena iš tų dviejų atramų įeina į gretimą flanšo skylę ir savo galu remiasi į flanšo skylės briauną taip, kad gretima atrama viena su kita nesiliečia, o kontaktuoja tik gretimais flanšais.

Medžiagų mažesnis sunaudojimas flanšinei jungčiai pasireiškia tuo, kad iš flanšo dalies yra išpjauama skylė, į kurią įeis kito flanšo atrama, o išpjautas flanšo fragmentas panaudojamas kaip atrama. Dėka to sutaupoma iki 20 % plieno jungčiai. Jungties elementų kraštai išlyginami

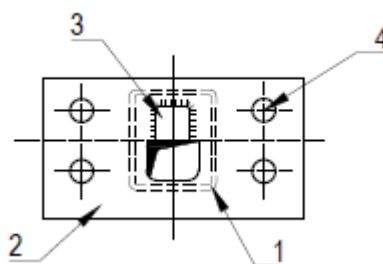
nudrožiant, frezuojant ar kitais būdais. Flanšas gaminamas naudojant šablonus ir konduktorius. Taip pat flanšą galima pagaminti liejimo būdu – toks būdas labiausiai pageidautinas.

Įstriža flanšinė jungtis dirba tokiu būdu: įraša N atsirandanti elementuose išskirstoma į dvi dedamąsias – flanšo plokštumoje ir jai statmenoje. Pusę įrašos perima atramėlė (3), o kitą pusę tiesiogiai pats flanšas, kuri perduodama jam per kito flanšo atramėlę. Toks įrašų pasiskirstymas tarp atramos ir flanšo apsprendžiamas tuo, kad gretimos atramos tarpusavyje nesąveikauja, o liečiasi tik su gretimais flanšais.



5.2 pav. Įstrižos flanšinės jungties dalys: 1 – jungiamas elementas; 2 – flanšas; 3 – atramėlė; 4 – įtempiamieji varžtai.

Įrašos, veikiančios į atramą, sumažėjimas du kartus užtikrina technologinį ir ekonominį efektą dėka atramos galo ilgio sumažėjimo su kontaktuojančia flanšo skylės briauna bei sumažėjusio virintinių siūlių apimties. Sumažėjus atramos galo ilgiui, sumažėja ir įrašos ekscentricitetas, tenkantis atramai, otuo pačiu sumažėja ir sukimo momentas jungties elementuose, kuris yra iššauktas šio ekscentriciteto. Visa tai padidina jungties patikimumą. Įrašą veikianti statmenai flanšinei jungčiai, yra dalinai perimama trinties pagalba, veikiančia lietimosi galuose, o likusi įrašos dalis perimama įtempiamųjų varžtų pagalba.



5.3 pav. Įstrižos flanšinės jungties pjūvis 1-1.

Sumažinus varžtų įrašą, tiek pat kartų yra sumažinamas momentas, lenkiantis flanšus, otai leidžia priimti plonesnius lakštus taupant plieno medžiagas. Be to, projektuojamos jungties medžiagų imlumui teigiamą įtaką daro ir įtempiamųjų varžtų galimas skersmens sumažinimas, varžtų kiekio sumažinimas arba jų abiejų kombinacija.

Kadangi prie jungės jungiamas uždaro skerspjūvio profilis, jungiamieji varžtai iškeliami į išorę nuo profilio 120x120x6. Sujungimą veikia $N_{Ed} = 127,319$ kN įraša. Ši įraša išskirstoma į dvi dedamasias: N_b ir N_h . Iš 5.1.2 pav. Matome, kad gautos jėgos yra tokios:

$$N_v = N_{Ed} \cdot \cos\alpha = 127,319 \cdot \cos 30^\circ = 110,261 \text{ kN}; \quad (5.1.1)$$

$$N_h = N_{Ed} \cdot \sin\alpha = 127,319 \cdot \sin 30^\circ = 63,660 \text{ kN}. \quad (5.1.2)$$

Įtemptuosius varžtus veikia jėga N_b , kuri apskaičiuojama taip:

$$N_b = N_h - N_\mu = 63,660 - 13,783 = 49,877 \text{ kN}; \quad (5.1.3)$$

čia $N_\mu = \mu \cdot N_c$, μ – trinties koeficientas, kuris neapdirbtiems paviršiams yra 0,25.

$$N_\mu = \mu \cdot N_c = \mu \cdot \left(\frac{N_v}{2}\right) = 0,25 \cdot \left(\frac{110,261}{2}\right) = 13,783 \text{ kN}. \quad (5.1.4)$$

Kaip jungės naudojami 8.8 kokybės klasės varžtai M20 varžtai, jungės storis parenkamas - 20 mm.

Skaičiuotinis varžtų tempiamasis plieno stipris:

$$f_{bt,d} = 0,50 \cdot f_{bu} = 0,50 \cdot 800 = 400 \text{ N/mm}^2. \quad (5.1.5)$$

Skaičiuotinis vieno varžto tempiamasis atsparis apskaičiuojamas:

$$F_{bt,Rd} = f_{bt,d} \cdot A_{b,net} = 400 \cdot 245 = 98000 \text{ N} = 98,0 \text{ kN}. \quad (5.1.6)$$

Centriškai tempiamų jungių su uždaro profilio jungiamaisiais elementais stiprumas yra pakankamas, kai [[4] 8 priedas]:

$$N_{Ed} \leq n \cdot k_2 \cdot F_{bt,d}; \quad 20 \leq t_f \leq 40 \text{ mm}; \quad (5.1.7)$$

n – visas jungties varžtų skaičius; t_f – flanšo storis; k_2 – koeficientas iš [[4] 8 priedo 2.5 lentelės]: $k_2=0,85$.

Reikiamas varžtų skaičius (STR 2.05.08:2005, 8 priedas):

$$n = \frac{N_b \cdot 1,1}{k_2 \cdot F_{bt,Rd}} = \frac{49,877 \cdot 1,1}{0,85 \cdot 98,0} = 0,66. \quad (5.1.8)$$

Priimame jungčiai $n=4$ varžtus.

Varžtų išdėstymo apribojimams [[4] 7.31 lentelė] :

$$\text{mažiausiai atstumai tarp varžtų centrų: } 2,5 \cdot d_0 = 2,5 \cdot 22 = 55 \text{ mm},$$

$$\text{mažiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto: } 1,5 \cdot d_0 = 1,5 \cdot 22 = 33 \text{ mm}$$

$$\text{didžiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto: } 4 \cdot d_0 = 4,0 \cdot 22 = 88 \text{ mm}$$

$$\text{didžiausias atstumas tarp varžtų centrų: } 8 \cdot d_0 = 8,0 \cdot 22 = 176 \text{ mm}.$$

d_0 - varžto skylės skersmuo (varžtų skylės turi būti didesnės už varžto skersmenį) [[4] 7 priedas, 3.1 lentelė].

Flanšų tempiamųjų zonų varžtai turi būti išdėstyti kuo arčiau jungiamo profiliuočio ir tolygiai pagal kontūrą. Turi būti tenkinamos šios sąlygos:

$$k_f + \frac{d_2}{2} + g \leq m_{1j} \leq 3,5d_b, \quad (5.1.9)$$

$$e_j \geq 0,8d_2, \quad (5.1.10)$$

$$l_j \leq 4d_b, \quad (5.1.11)$$

čia: k_f – kampinės siūlės statinio aukštis; m_{1j} – atstumas nuo skylės centro iki prijungiamo profiliuočio krašto flanšo j -ojo ruožo; e_j – atstumas nuo skylės centro iki flanšo j -ojo ruožo; d_2 – išorinis poveržlės skersmuo; d_b – nominalusis varžto sriegio skersmuo; l_j – flanšo išorinės zonos plotis, tenkantis j -ajam varžtui; $g = 2$ mm.

$$k_f + \frac{d_2}{2} + g = 6 + \frac{37}{2} + 2 = 26,5 \leq m_1 = 45 \leq 3,5d_b = 3,5 \cdot 20 = 70 \text{ mm}, \quad (5.1.12)$$

$$e_j = 45 \geq 0,8d_2 = 0,8 \cdot 20 = 21,2 \text{ mm} \quad (5.1.13)$$

$$l_j \leq 4d_b = 4 \cdot 20 = 80 \text{ mm}, \quad (5.1.14)$$

Tikrinamas suvirinimo siūlės stiprumas, kuri jungia juostą ir jungės plokštelę.

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

Skaičiuojamasis siūlės ilgis:

$$l_{w,eff} = l - 10 \text{ mm} = (2 \cdot b_1 + 2 \cdot b_2) - 10 = (2 \cdot 120 + 2 \cdot 120) - 10 = 470 \text{ mm}. \quad (5.1.15)$$

Projektuojame sudurtinę virinimo jungtį. Tėjinė jungtis su vienpuse sudurtine siūle ir pusine prijungiamojo elemento nuosklemba turi būti skaičiuojama pagal formulę

$$\frac{N_{Ed}}{1,15 t \cdot l_w f_{th,d} \gamma_c} \leq 1,0. \quad (5.1.16)$$

čia: l_w – vienusi virintinės siūlės ilgis; t – jungiamojo elemento storis; $f_{th,d}$ – skaičiuotinis tempiamasis plieno stipris gaminio storio kryptimi (žr. 7.3 lentelę [5]).

$$f_{th,d} = 0,5 \cdot \frac{f_u}{\gamma_M} = 0,5 \cdot \frac{410}{1,1} = 186,36 \text{ MPa} \quad (5.1.17)$$

$$\frac{55,131 \cdot 10^3}{1,15 \cdot 0,006 \cdot 0,47 \cdot 186,36 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,09 < 1,0. \quad (5.1.18)$$

Sąlygos tenkinamos.

Parenkamas kertinės siūlės statinis $k_f = 6 \text{ mm}$, nes mažiausias kertinės siūlės statinis $k_{f,min} = 6 \text{ mm}$, kai storesniojo iš elementų storis $t = 17 - 22 \text{ mm}$.

Tikrinamas sąlyginis kirpimas [[4] 152 p.]:

- per siūlės metalą:

$$\frac{N_c}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{55,131 \cdot 1000}{0,9 \cdot 0,006 \cdot 0,470 \cdot 193,6 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,11 \leq 1,0; \quad (5.1.19)$$

- per sulydymo srities metalą:

$$\frac{N_c}{\beta_{wz} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{55,131 \cdot 1000}{1,05 \cdot 0,006 \cdot 0,470 \cdot 184,5 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,10 \leq 1,0. \quad (5.1.20)$$

Sąlygos tenkinamos.

Tempiamų flanšinių jungčių atsparis vietinei skersinei jėgai tikrinamas pagal formulę:

$$V_{ioc} \leq \mu_h \sum_{j=1}^n F_{bhf,Rd,j}; \quad (5.1.21)$$

čia: n – visas varžtų skaičius, kai prijungiamas uždarojo skerspjūvio elementas; μ_h – trinties koeficientas [[4] 7.34 lentelė].

Kontaktinė įraša, kai prijungiamas uždaro profilio skerspjūvis:

$$F_{bhf,Rd} = 0,1 F_{bh,t,Rd} = 0,1 \cdot 98,0 = 9,8 \text{ kN}. \quad (5.1.22)$$

Jei vietinės skersinės jėgos nėra, jungtis tikrinama sąlyginei vietinei skersinei jėgai, kuri imama lygi:

$$V_{ioc} = 0,1 \mu_h N_v = 0,1 \cdot 0,25 \cdot 49,877 = 1,247 \text{ kN}. \quad (5.1.23)$$

Jungiamų paviršių apdirbimo (nuvalymo) būdas nagrinėjama atveju - be apdirbimo, o varžtų reguliavimo būdas parenkamas pagal sukimo momentą. Todėl $\mu_h=0,25$.

Tempiamų flanšinių jungčių atsparis vietinei skersinei jėgai:

$$1,247 \leq 0,25 \cdot 4 \cdot 9,8 = 9,8 \text{ kN}. \quad (5.1.24)$$

Skaičiuojame reikalingą užsukimo momentą:

$$M_{sukimo} = n \cdot K \cdot F_{p,cd} \cdot d = 1,06 \cdot 0,18 \cdot 88,2 \cdot 0,02 = 0,337 \text{ kNm}; \quad (5.1.25)$$

čia:

$$F_{p,cd} = 0,9 \cdot f_{bt,d} \cdot A_{b,net} = 0,9 \cdot 400 \cdot 245 = 88,2 \text{ kN}. \quad (5.1.26)$$

Skaičiuojame atraminės plokštelės glemžimo sąlygas bei virintinė siūlės stiprumą.

Atraminės plokštelės glemžimo įtempiai:

$$\tau_{a,p,Ed} = \frac{N_c}{t_w h_w} = \frac{0,055}{0,02 \cdot 0,04} = 68,75 < f_{p,d} = \frac{f_u}{\gamma_M} = \frac{410}{1,1} = 372,73 \text{ MPa} \quad (5.1.27)$$

Sąlyga tenkinama.

Tikrinamas suvirinimo siūlės stiprumas, kuri jungia flanšą atraminę plokštelę.

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

Skaičiuojamasis siūlės ilgis:

$$l_{w,eff} = l - 10 \text{ mm} = (2 \cdot b_1 + b_2) - 10 = (2 \cdot 40 + 40) - 10 = 110 \text{ mm}. \quad (5.1.28)$$

Tikrinamas sąlyginis kirpimas [[4] 152 p.]:

- per siūlės metalą:

$$\frac{N_c}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{55,131 \cdot 1000}{0,9 \cdot 0,006 \cdot 0,110 \cdot 193,6 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,48 \leq 1,0; \quad (5.1.29)$$

- per sulydymo srities metalą:

$$\frac{N_c}{\beta_{wz} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{55,131 \cdot 1000}{1,05 \cdot 0,006 \cdot 0,110 \cdot 184,5 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,43 \leq 1,0. \quad (5.1.30)$$

Sąlygos tenkinamos.

5.2. Įprasta flanšinė jungtis

Kadangi prie jungės jungiamas uždaro skerspjuvio profilis, jungiamieji varžtai iškeliami į išorę nuo profilio 120x120x6. Sujungimą veikia $N_{Ed} = 127,319 \text{ kN}$ įraža. Kaip jungės naudojami 8.8 kokybės klasės varžtai M20 varžtai, jungės storis parenkamas - 20 mm.

Skaičiuotinis varžtų tempiamasis plieno stipris:

$$f_{bt,d} = 0,50 \cdot f_{bu} = 0,50 \cdot 800 = 400 \text{ N/mm}^2. \quad (5.2.1)$$

Skaičiuotinis vieno varžto tempiamasis atsparis apskaičiuojamas:

$$F_{bt,Rd} = f_{bt,d} \cdot A_{b,net} = 400 \cdot 245 = 98000 \text{ N} = 98,0 \text{ kN}. \quad (5.2.2)$$

Centriškai tempiamų jungių su uždaro profilio jungiamaisiais elementais stiprumas yra pakankamas, kai [[4] 8 priedas]:

$$N_{Ed} \leq n \cdot k_2 \cdot F_{bt,d}; \quad 20 \leq t_f \leq 40 \text{ mm}; \quad (5.2.3)$$

n – visas jungties varžtų skaičius; t_f – flanšo storis; k_2 – koeficientas iš [[4] 8 priedo 2.5 lentelės]: $k_2=0,85$.

Reikiamas varžtų skaičius (STR 2.05.08:2005, 8 priedas):

$$n = \frac{N_{Ed} \cdot 1,1}{k_2 \cdot F_{bt,Rd}} = \frac{127,319 \cdot 1,1}{0,85 \cdot 98,0} = 1,68. \quad (5.2.4)$$

Priimame jungčiai $n=6$ varžtus.

Varžtų išdėstymo apribojimai [[4] 7.31 lentelė] :

$$\text{mažiausiai atstumai tarp varžtų centrų: } 2,5 \cdot d_o = 2,5 \cdot 22 = 55 \text{ mm},$$

mažiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto : $1,5 \cdot d_0 = 1,5 \cdot 22 = 33 \text{ mm}$

didžiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto: $4 \cdot d_0 = 4,0 \cdot 22 = 88 \text{ mm}$

didžiausias atstumas tarp varžtų centrų: $8 \cdot d_0 = 8,0 \cdot 22 = 176 \text{ mm}$.

d_0 - varžto skylės skersmuo (varžtų skylės turi būti didesnės už varžto skersmenį) [[4] 7 priedas, 3.1 lentelė].

Flanšų tempiamųjų zonų varžtai turi būti išdėstyti kuo arčiau jungiamo profiliuotio ir tolygiai pagal kontūrą. Turi būti tenkinamos šios sąlygos:

$$k_f + \frac{d_2}{2} + g \leq m_{1j} \leq 3,5d_b, \quad (5.2.5)$$

$$e_j \geq 0,8d_2, \quad (5.2.6)$$

$$l_j \leq 4d_b, \quad (5.2.7)$$

čia: k_f – kampinės siūlės statinio aukštis; m_{1j} – atstumas nuo skylės centro iki prijungiamo profiliuotio krašto flanšo j -ojo ruožo; e_j – atstumas nuo skylės centro iki flanšo j -ojo ruožo; d_2 – išorinis poveržlės skersmuo; d_b – nominalusis varžto sriegio skersmuo; l_j – flanšo išorinės zonos plotis, tenkantis j -ajam varžtui; $g = 2 \text{ mm}$.

$$k_f + \frac{d_2}{2} + g = 6 + \frac{37}{2} + 2 = 26,5 \leq m_1 = 45 \leq 3,5d_b = 3,5 \cdot 20 = 70 \text{ mm}, \quad (5.2.8)$$

$$e_j = 45 \geq 0,8d_2 = 0,8 \cdot 20 = 21,2 \text{ mm} \quad (5.2.9)$$

$$l_j \leq 4d_b = 4 \cdot 20 = 80 \text{ mm}, \quad (5.2.10)$$

Tikrinamas suvirinimo siūlės stiprumas, kuri jungia apatinę juostą ir jungės plokštelę.

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

Skaičiuojamasis siūlės ilgis:

$$l_{w,eff} = l - 10 \text{ mm} = (2 \cdot b_1 + 2 \cdot b_2) - 10 = (2 \cdot 120 + 2 \cdot 120) - 10 = 470 \text{ mm}. \quad (5.2.11)$$

Projektuojame sudurtinę virinimo jungtį. Tėjinė jungtis su vienpuse sudurtine siūle ir pusine prijungiamojo elemento nuosklemba turi būti skaičiuojama pagal formulę

$$\frac{N_{Ed}}{1,15 t l_w f_{th,d} \gamma_c} \leq 1,0. \quad (5.2.12)$$

čia: l_w – vienusi virintinės siūlės ilgis; t – jungiamojo elemento storis;; $f_{th,d}$ – skaičiuotinis tempiamasis plieno stipris gaminio storio kryptimi (žr. 7.3 lentelę [5]).

$$f_{th,d} = 0,5 \cdot \frac{f_u}{\gamma_M} = 0,5 \cdot \frac{410}{1,1} = 186,36 \text{ MPa} \quad (5.2.13)$$

$$\frac{127,319 \cdot 10^3}{1,15 \cdot 0,006 \cdot 0,47 \cdot 186,36 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,21 < 1,0. \quad (5.2.14)$$

Sąlygos tenkinamos.

Prenkamas kertinės siūlės statinis $k_f = 6 \text{ mm}$, nes mažiausias kertinės siūlės statinis $k_{f,\min} = 6 \text{ mm}$, kai storesniojo iš elementų storis $t = 17 - 22 \text{ mm}$.

Tikrinamas sąlyginis kirpimas [[4] 152 p.]:

- per siūlės metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{127,319 \cdot 1000}{0,9 \cdot 0,006 \cdot 0,470 \cdot 193,6 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,26 \leq 1,0; \quad (5.2.15)$$

- per sulydymo srities metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{127,319 \cdot 1000}{1,05 \cdot 0,006 \cdot 0,470 \cdot 184,5 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,23 \leq 1,0. \quad (5.2.16)$$

Sąlygos tenkinamos.

Tempiamų flanšinių jungčių atsparis vietinei skersinei jėgai tikrinamas pagal formulę:

$$V_{ioc} \leq \mu_h \sum_{j=1}^n F_{bhf,Rd,j}; \quad (5.2.17)$$

čia: n – visas varžtų skaičius, kai prijungiamas uždarojo skerspjūvio elementas; μ_h – trinties koeficientas [[4] 7.34 lentelė].

Kontaktinė įraša, kai prijungiamas uždaro profilio skerspjūvis:

$$F_{bhf,Rd} = 0,1 F_{bh,t,Rd} = 0,1 \cdot 98,0 = 9,8 \text{ kN}. \quad (5.2.18)$$

Jei vietinės skersinės jėgos nėra, jungtis tikrinama sąlyginei vietinei skersinei jėgai, kuri imama lygi:

$$V_{ioc} = 0,1 \mu_h N_{Ed} = 0,1 \cdot 0,25 \cdot 127,319 = 3,18 \text{ kN}. \quad (5.2.19)$$

Jungiamų paviršių apdirbimo (nuvalymo) būdas nagrinėjama atveju - be apdirbimo, o varžtų reguliavimo būdas parenkamas pagal sukimo momentą. Todėl $\mu_h = 0,25$.

Tempiamų flanšinių jungčių atsparis vietinei skersinei jėgai:

$$3,18 \leq 0,25 \cdot 6 \cdot 9,8 = 14,7 \text{ kN}. \quad (5.2.20)$$

Skaičiuojame reikalingą užsukimo momentą:

$$M_{sukimo} = n \cdot K \cdot F_{p,cd} \cdot d = 1,06 \cdot 0,18 \cdot 88,2 \cdot 0,02 = 0,337 \text{ kNm}; \quad (5.2.21)$$

čia:

$$F_{p,cd} = 0,9 \cdot f_{bt,d} \cdot A_{b,net} = 0,9 \cdot 400 \cdot 245 = 88,2 \text{ kN}. \quad (5.2.22)$$

6. Darbų sauga ir aplinkosauga

6.1. Darbų sauga

6.1.1. Bendra projektuojamo pastato charakteristika

Kultūros, edukacijos ir sporto centro darbo vietoje ir aplinkoje gali pasireikšti fizinių, fizikinių, cheminių, ergonominių ar psichosocialinių veiksnių sukeliama pavojai. Profesinė rizika darbuotojams nustatoma įvertinus visus galimus pavojus sveikatai ar gyvybei dėl pavojingo, kenksmingo darbo aplinkos veiksnio ar veiksnių poveikio. Poveikis ir pavojus yra nustatomas remiantis galiojančiomis higienos normomis, standartais, bendrosiomis gaisrinės saugos taisyklėmis bei kitais teisiniais aktais. Vertinimas pradamas nuo rizikos veiksnių, šaltinių identifikavimo, jų tyrimo ir priimtino nustatymo. Identifikavus galimus pavojus, jų priežastis sprendžiama, kaip galima jų išvengti arba jas sumažinti, kad poveikis žmogaus sveikatai ir (ar) gyvybei būtų kuo mažesnis.

Remiantis sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklių bei higienos normomis sanitarinė apsaugos zona (SAZ) yra 40 m. [9]

Statybos pradžioje paskiriamas darbuotojas, atsakingas už darbo saugos priemonių įvykdymą. Statybvieta yra aptveriamas apsauginėmis tvoromis, kurių apimtis numatoma tokia, kad užtikrintų krano apsaugos zonos keliamus reikalavimus [10].

Statybos aikštelėje prie buitinių patalpų gerai prieinamoje vietoje numatomas įrengti priešgaisrinis postas (skydas su gesintuvais ir kitu priešgaisrinio inventariumi). Be to, priešgaisriniai postai įrengiami ir statomame pastate. Statybvietaje rangovas privalo nurodyti evakavimo kelius iš statybvietai ir iš pastato, kilus gaisrui arba atsitikus kitokiai avarijai. Statybvietaje yra suprojektuoti du antžeminiai hidrantai, kurie užtikrina vandens tiekimą gaisro metu. Suprojektuotame pastate tolygiai išdėstomi milteliniai gesintuvai (ABC tipo). Kiekvienoje patalpos 200 m² ploto dalyje numatoma po keturis 2 kg, tris 4 kg arba po du 6 kg gesintuvus. [11]

Statybos metu statybvietaje rangovas privalo vykdyti LR darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymo ir kitų darbuotojų saugos ir sveikatos norminių teisės aktų nustatytas darbdavio pareigas bei užtikrinti tvarką ir švarą, tinkamą darbo vietų išdėstymą, darbo įrenginių techninę priežiūrą ir t.t. [12].

Profesinės rizikos veiksnių vertinimas montuojant trilankstį plieninį rėmą pastato viduje pateikiamas 6.1 – 6.5 lentelėse.

6.1.2. Plieninio trilanksčio rėmo montavimo darbų sauga

Draudžiama žmonėms būti ant keliamų ir transportuojamų konstrukcijų. Nutraukus darbą, neleistina palikti pakeltus ant krano kablo elementus. Visi statybos vadovai, montuotojai ir kiti darbininkai, dirbantieji krano veikimo zonoje, gerai turi žinoti konstrukcijų kėlimo tvarką bei montavimo darbų signalus.

Kranininkui nurodymus ir signalus duoda tik vienas asmuo – montuotojų brigadininkas, prikabinėtojas arba grandininkas. Signalą „Stop“ gali paduoti bet kuris darbuotojas, kuris pastebėjo pavojų. Ypač svarbiais atvejais signalus turi paduoti tik montuotojų brigadininkas, dalyvaujant inžinerinės technikos darbuotojui, atsakingam už saugią montavimo eigą. Kad perkeliamos konstrukcijos ir elementai nesiūbuotų ir nesisukiotų, jie visada turi būti prilaikomi virvių arba plono lankstaus lyno atotampomis. [8]

Darbdavio įgaliojimas asmuo (paprastai tai būna darbų vadovas) savarankiškai organizuoja darbuotojų instruktavimą darbuotojų saugos ir sveikatos klausimais ir užtikrina, kad darbuotojai gautų informaciją, nurodytą pateiktuose darbuotojų saugos ir sveikatos norminiuose teisės aktuose (išskyrus atvejus, jei tokia informacija darbuotojams buvo suteikta mokant pagal Mokymo ir atestavimo darbuotojų saugos ir sveikatos klausimais bendruosius nuostatus. Instruktavimas būna įvadinis, pirminis, periodinis, papildomas [12].

Profesinės rizikos (rizika) vertinimo tikslas yra nustatyti ir įvertinti esamą ar galimą riziką darbe, ją pašalinti, o jei negalima pašalinti, įdiegti prevencijos priemones, kad darbuotojai būtų apsaugoti nuo rizikos arba ji būtų kiek įmanoma sumažinta. [14]

6.1 lentelė. Fizikinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Veiksniai, galintys kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo vietos šiluminė aplinka (patalpų mikroklimatas)	Esant sunkiam fiziniui III kategorijos darbuotojui, kai temperatūra viršija 26°C, reikia riboti darbo trukmę [13]		X		X
Darbo vietos apšvietimas	Apšvietimas yra natūralus, o jei yra reikalinga, tai papildomai įrengiama stacionarus apšvietimas.[15]		X		X
Triukšmas	Darbo vietose numatomas momentinis triukšmo lygis iki 137 dB(C). Viršutinė ekspozicijos vertė		X		X

	veiksmams pradėti 85 dB(A). [9]				
Vibracija, darbas su vibruojančiais įrankiais, vibraciją keliančios mašinos	Vibracija neviršija numatomo 2,5 m/s ² pagreičio kasdieninio veikimo procese. [16]		X		X

6.2 lentelė. Fizinį veiksmų sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Veiksniai, galintys kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Besisukančios ar judamos mašinų dalys (automobilinis kranas)	Įrenginių besisukančios dalys (kablys) yra neuždengtos.	X		X	
Pjovimo įrankiai (rankiniai ir mechaniniai)	Montavimo metu numatomi įrankiai (diskiniai elektriniai šlifuočiai) yra su tinkama apsaugų konstrukcija.	X		X	
Transportavimo įranga, kranai, liftai ir kt.	Numatomi automobilinei kranai, kurių techninė būklė yra patikrinta bei nėra nustatytų pažeidimų. Darbuotojai apsaugoti nuo keliamo pavojaus. [17]	X		X	
Darbo vietos priešgaisrinis parengimas	Evakuaciniai keliai pažymėti ženklais. Numatyta uždara evakuacinė laiptinė. Nurodytos gesintuvų stovėjimo vietos.	X		X	

6.3 lentelė. Cheminių veiksmų sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Veiksniai, galintys kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Cheminės medžiagos, sukeliančios sprogo, gaisro pavojų	Cheminės medžiagos (dizelinas), sukeliančios sprogo, gaisro pavojų yra tinkamai sandėliuojamos bei apsaugotos. [18]		X	X	
Dulkės	Leistinoji dulkių koncentracija ore,		X		X

	<p>ilgalaikio poveikio ribinis dydis (IPRD): įkvėpiamoji frakcija – 10 mg/m³; alveolinė frakcija – 5 mg/m³ [18]</p> <p>Papildomai darbuotojams yra išduotos veido kaukės, respiratoriai.</p> <p>Numatomas papildomas patalpų vėdinimas. [19]</p>				
--	--	--	--	--	--

6.4 lentelė. Ergonominių ir psichosocialinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Tipinių veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo sunkumas (Dinaminis darbas)	Vienkartinio rankomis keliamo krovinio masė, kai krovinys nuolat pernešamas per pamainą ar dirbant kitą darbą yra mažesnė nei 30 kg. Pasikartojantys rankų judesiai dalyvaujant plaštakos ir pirštų raumenims neturėtų viršyti 40 tūkst. kartų per pamainą, o dalyvaujant rankų ir pečių juostos raumenims ne daugiau 20 tūkst. kartų. [20]	X		X	
Pastangų dydis, judinant valdymo įrangą	Pastangų dydis iki 4,5 kg.	X		X	
Darbo poza	Darbas stovint, taip pat dalis pamainos laiko dirbant nepatogioje pozijoje.		X		X
Judėjimo atstumas darbo aplinkoje	Darbuotojas per pamainą nueina 4 km.	X		X	
Darbo įtampa (dėmesys)	Vienu metu stebimų darbo procesų objektų skaičiaus higienos norma < 25, koncentravimosi trukmė < 75%. Informacinių signalų higienos norma numatoma mažesnė nei 200 sk/h. Darbo		X		X

	vietoje vienu metu stebimi keli objektai, koncentravimosi trukmė - 5%. [20]				
Darbo įtampa (Regos ir klausos analizatoriai)	Stebimo objekto dydis numatomas 0,5 mm ir daugiau. [20]	X		X	
Darbo emocinė įtampa	Darbas vykdomas pagal nustatytą grafiką. Laiko ir informacijos netrūksta. Atsakomybė už kitų asmenų saugumą.	X		X	
Darbo patalpų dydis, dizainas	Numatytos tinkamos darbo patalpos, kuriose užtenka vietos darbuotojams.	X		X	

6.5 lentelė. Rizikos nustatymo duomenų lapas

Veikla	Pavojai	Taikomos saugos priemonės	Pavojaus dydis	Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė (balais)	Pasekmės	Rizikos dydis balais
Vadovavimas darbams	Emociniai	Dalintis atsakomybe su kitais asmenimis	1	1	1	1
Konstrukcijų montavimas	Fiziniai	Automobilinio krano veikimo zona yra apsaugota pagal keliamus reikalavimus.	3	1	1	3
	Triukšmas	Numatytos klausos apsaugos priemonė	1	1	2	2
Lauko darbai	Karštis	Naudojamos asmeninės apsauginės priemonės, geriama daug skysčių, taip pat daromos pertraukos.	1	1	2	2

	Dulkės	Papildomai darbuotojams yra išduotos veido kaukės, respiratoriai. Numatomas papildomas patalpų vėdinimas.	1	1	2	2
--	--------	--	---	---	---	---

Atlikus profesinės rizikos vertinimą, nustatėme, kad įvairių veiksnių rizikos dydis neviršija 3 balų, todėl rizika yra toleruotina ir nereikia imtis jokių papildomų rizikos mažinimo ar šalinimo priemonių, išskyrus tuos atvejus, kai rizikoms sumažinti nereikia didelių sąnaudų (laiko, pinigų ir pastangų). Projektuojamame pastate reikėtų užtikrinti, kad jau esamos rizikos šalinimo ir (ar) mažinimo priemonės veiktų joms nustatyta tvarka.

6.2. Aplinkosauga

6.2.1. Bendrieji projektuojamo pastato vandentiekio, atliekų šalinimo, oro kokybės, šildymo bei triukšmo reikalavimai

Vandens tiekimas ir šalinimas

Projektuojamo pastato vandentiekio sistema įrengiama pagal normatyvinių dokumentų ir įstatymų reikalavimus. Sistema turi būti suprojektuota ir įrengiama iš tokių statybos produktų, kurių savybės užtikrintų pagrindinius vandentiekio sistemos reikalavimus. Pastatas statomas Kaune, kur greta projektuojamo sklypo nuvesti miesto vandentiekio tinklai, todėl numatomas pastato prijungimas prie esamų tinklų.

Paviršinių nuotekų šalinimo projektavimas. Didesnėje autotransporto stovėjimo aikštelė traktuojama kaip galimai teršiama teritorija. Paviršinės nuotekos prieš išleidžiant į miesto lietaus nuotakyną turi būti valomos. Numatytos smėlio (purvo), naftos gaudyklės.

Atliekų šalinimas

Buitinių nuotekų tinklai projektuojami remiantis normatyvinių dokumentų nuostatais. Tinklai projektuojami su nuolydžiais, o vamzdžių diametrai parenkami pagal išduodamas prisijungimo sąlygas prie miesto tinklų.. Buitiniai nuotekų tinklai taip pat jungiami prie miesto tinklų.

Oro kokybė

Pastate turi būti suprojektuotos ir įrengtos tokios mikroklimato bei oro kokybės parametrus palaikančios ir reguliuojančios šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemos, kad normaliai eksploatuojant patalpas normaliomis lauko sąlygomis visose to pastato patalpų veiklos zonose, arba tik numatytose vietose, optimaliai naudojant energiją būtų galima palaikyti norminius mikroklimato bei oro kokybės

parametrus. Šios sistemos, būdamos pastato dalimis, turi tenkinti esminius statinio reikalavimus, kurie yra nurodomi normatyviniuose teisės aktuose [[21] 7 punktas].

Kadangi projektuojamame pastate nėra specialių technologijos reikalavimų, santykinė drėgmė ir oro judrumas tokios rūšies patalpose nenormuojamas [[21] 9.6 punktas].

Šildymas

Šildymo sistemos turi būti projektuojamos atsižvelgiant į pastate numatomo proceso reikalavimus derinant su užsakovu dėl pageidaujamo komforto lygio ir kitų specifinių reikalavimų. Šilumos sistema turi būti įrengiama remiantis normatyviniais dokumentais ir atitikti gaisrinės saugos keliamus reikalavimus. Projektuojamą pastatą numatoma prijungti prie miesto šilumos tinklų.

Triukšmas

Naujai pastatytų, rekonstruotų ar kapitališkai suremontuotų įvairios paskirties statinių ar jų dalių (pramogų, aptarnavimo, paslaugų bei kitos ūkinės veiklos) į aplinką skleidžiamas triukšmas neturi bloginti šalia esančių pastatų vidaus ir išorės aplinkos garso klasių rodiklių [[22] 7 punktas].

6.3. Gaisrinė sauga

Statinys turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad įvykus gaisrui, būtų įvykdyti tokie keliami reikalavimai:

- statinio laikančiosios konstrukcijos tam tikrą laiką išlaikytų apkrovas;
- būtų ribojamas ugnies bei dūmų plitimas statinyje;
- būtų ribojamas gaisro plitimas į gretimus statinius;
- žmonės galėtų saugiai išeiti iš statinio ar būtų galima juos gelbėti kitomis priemonėmis;
- pradėtų veikti gaisrinės saugos bei gaisro aptikimo, gesinimo sistemos;
- ugniagesiai gelbėtojai galėtų saugiai dirbti. [23]

Išvados

1. Tiriamojo projekto darbe buvo paskaičiuotos pagrindinės pastatą laikančios konstrukcijos nuo pavojingiausių apkrovų derinių gautų įrašų (metalinė 19,8 m ilgio denginį laikanti dvišlaitė santvara sudaryta iš kvadratinių ir stačiakampių vamzdžių, 5,45 m tarpatramio gelžbetoninė, įtemptai armuota, kiaurymėtoji perdangos plokštė, metalinė HEA 240 profilio tarpaukštinė kolona, 19,8 m tarpatramio trilankstis spragotinis plieninis rėmas, 6,6 m ilgio tarpaukštinė plieninė sija ir polinis pamatas) tenkina visus saugos ir tinkamumo ribinių būvių reikalavimus, kurie nurodyti reglamentuose.
2. Moksliniame tiriamajame darbe buvo atliktas trilanksčio plieninio rėmo flanšinių jungčių palyginimas. Atlikus tokį palyginimą, galima teigti, kad įstriža flanšinė jungtis už įprastą flanšinę jungtį yra pranašesnė plieno medžiagų mažesniu sunaudojimu, tačiau įstriža jungtis yra sudėtingesnė technologiniu atžvilgiu.
3. Atlikus ekonominį medinio ir metalinio trilanksčių rėmų palyginimą, gauta kad metalinis rėmas yra ekonomiškesnis 9,49 %.
4. Metalinių trilanksčių rėmų montavimui parinktas Liebherr LTM 1030-2.1 35 t automobilinis kranas. Penkių žmonių brigada darbus atliks per keturias dienas.

Literatūros sąrašas

1. Lietuvos Respublikos Statybos Įstatymas 1996 m. kovo 19 d. Nr. I-1240. Aktuali redakcija nuo 2013 m. liepos 7 d. [žiūrėta 2014-05-20]. Prieiga per internetą: < http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=454053 >.
2. Statybos Techninis Reglamentas STR 1.11.01:2010 „Statybos užbaigimas“. Valstybės žinios 2010-09-30, Nr. 116-5947.
3. Statybos Techninis Reglamentas STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“. Valstybės žinios 2003-06-20, Nr. 59-2683.
4. Statybos Techninis Reglamentas STR 2.05.08:2005 „Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos“. Valstybės žinios 2005-02-26, Nr. 28-895.
5. Profiliai. - [žiūrėta 2015-05-21]. Prieiga per internetą: < <http://www.b2bmetal.eu/metalo-gaminiai-metalo-gaminiu-technines-charakteristikos> >.
6. Statybos Techninis Reglamentas STR 2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“. Valstybės žinios 2005-02-26, Nr. 28-893.
7. V. Venckevičius, I. Židonis „Pastatų perdangos su surenkamosiomis gelžbetoninėmis kiaurymėtosiomis plokštėmis“. Šiauliai, 2007.
8. E. K. Zavadzka, A. Karablikovas, P. Malinauskas, P. Mikšas, H. Nakas, R. Sakalauskas „Statybos procesų technologija“. Vilnius: Technika, 2008.
9. HN 33:2011 „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“. Valstybės žinios, 2011-06-21, Nr. 75-3638.
10. Saugos ir sveikatos taisyklės statyboje. DT 5-00. Valstybės žinios, 2001-01-10, Nr. 3-74.
11. Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai. Valstybės žinios, 2010, Nr. 146 -7510 (Aktuali redakcija: Valstybės žinios, 2011-06-21, Žin., 2011, Nr.: 75-3661; 2011-02-24, Žin., 2011, Nr. 23-1137).
12. Darboviečių įrengimo statybvietėse nuostatai. Valstybės žinios, 2008-01-24, Nr. 10-362.
13. HN 69:2003 "Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametru norminės vertės ir matavimo reikalavimai. Valstybės žinios, 2004-03-26, Nr. 45-1485.
14. Profesinės rizikos vertinimo bendrieji nuostatai. Valstybės žinios, 2012-10-31, Nr. 126-6350.
15. HN 98:2014. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. TAR, 2014, Nr. 5119.
16. Darbuotojų apsaugos nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2004-03-17, Nr. 41-1350.

17. Kėlimo kranų naudojimo taisyklės. Valstybės žinios, 2010-09-23, Nr. 112-5717.
18. HN 23:2011. Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. Matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai. Valstybės žinios, 2011-09-10, Nr. 112-5274.
19. Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsaugos priemonėmis nuostatai. Valstybės žinios, 2007-11-29, Nr. 123-5055.
20. Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodiniai nurodymai, Patvirtinta Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ir Lietuvos Respublikos socialinės ir darbo apsaugos ministerijos, 2005 m. liepos 15 d. įsakymu. Nr. V-592/A1-210.
21. Statybos Techninis Reglamentas STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“. Valstybės žinios 2005-06-15, Nr. 75-2779.
22. Statybos Techninis Reglamentas STR 2.01.07:2003 „Pastatų vidaus ir išorės aplinkos apsauga nuo triukšmo“ 2003-07-17, Nr. 387.
23. Statybos Techninis Reglamentas STR 2.01.01(2):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Gairinės sauga“. Valstybės žinios 2000-02-25, Nr. 17-424.
24. Statybos Techninis Reglamentas STR 2.05.07:2005 „Medinių konstrukcijų projektavimas“. Valstybės žinios 2005-02-22, Nr. 25-818.
25. Valentinavičius Algirdas, Valiūnas Balys „Medinės konstrukcijos“. Vilnius: Enciklopedija, 2000.
26. Lietuvos statybos inžinierių sąjunga „Pastatų konstruktoriaus ir statybininko žinynas“. Kaunas: Naujasis lankas, 2009.
27. Eurokodas 2 „Gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. 1-1 dalis. Bendrosios ir pastatų taisyklės“ EN 1992-1-1:2004.
28. Įstriža flanšinė jungtis. - [žiūrėta 2015-10-21]. Prieiga per internetą: <
<http://3dstroyproekt.ru/splice-the-chords#>>.

Priedai

Priedas 1

Koncentruota charakteristinė jėga nuo sniego apkrovų į trišarnyrį medinį rėmą (tarp ašių I-M):

$$F_{s,k} = (s_k \cdot a) \cdot l \cdot \cos\alpha = (1,2 \cdot 1,05) \cdot 5,45 \cdot \cos 20^\circ = 6,453 \text{ kN}. \quad (1.1)$$

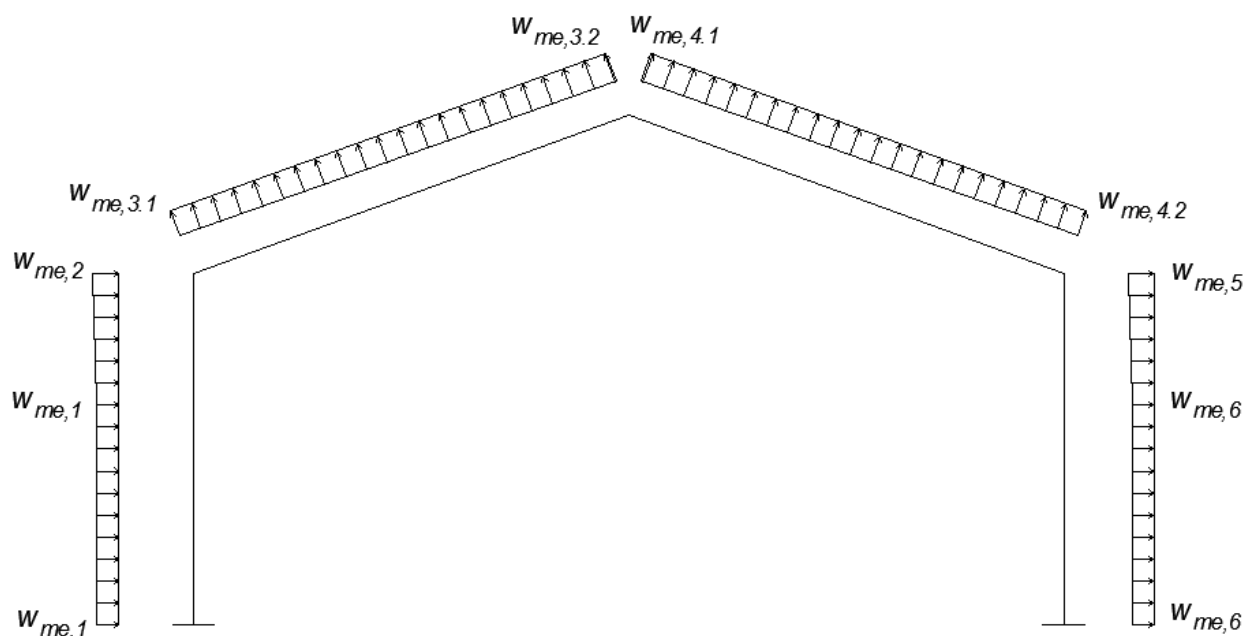
Koncentruota charakteristinė jėga nuo sniego apkrovų į rėmą prie krašto:

$$F_{s,k} = \left(s_k \cdot \frac{a}{2}\right) \cdot l \cdot \cos\alpha = \left(1,2 \cdot \frac{1,05}{2}\right) \cdot 5,45 \cdot \cos 20^\circ = 3,227 \text{ kN}; \quad (1.2)$$

a – sutelkiamos apkrovos ilgis;

Vėjo apkrovos į trišarnyrį medinį rėmą (tarp ašių I-M)

Išorinio slėgio aerodinaminiai koeficientai: $C_e = +0,8$; $C_{e1} = -0,285$; $C_{e2} = -0,4$; $C_{e3} = -0,4$. Koeficientai $c(z)$: 5m – 0,5; 8m – 0,59; 11,603 m – 0,682;



1.1 pav. Vėjo apkrovos schema į medinį rėmą

Apskaičiuojame vidutinės slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamąsias:

$$w_{me,1} = 0,36 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 0,144 \text{ kN/m}^2; \quad (1.3)$$

$$w_{me,2} = 0,36 \cdot 0,59 \cdot 0,8 = 0,170 \text{ kN/m}^2; \quad (1.4)$$

$$w_{me,3,1} = 0,36 \cdot 0,59 \cdot (-0,285) = 0,061 \text{ kN/m}^2; \quad (1.5)$$

$$w_{me,3,2} = 0,36 \cdot 0,682 \cdot (-0,285) = 0,070 \text{ kN/m}^2; \quad (1.6)$$

$$w_{me,4,1} = 0,36 \cdot 0,682 \cdot (-0,4) = 0,099 \text{ kN/m}^2; \quad (1.7)$$

$$w_{me,4,2} = 0,36 \cdot 0,59 \cdot (-0,4) = 0,085 \text{ kN/m}^2; \quad (1.8)$$

$$w_{me,5} = 0,36 \cdot 0,59 \cdot (-0,4) = 0,085 \text{ kN/m}^2; \quad (1.9)$$

$$w_{me,6} = 0,36 \cdot 0,5 \cdot (-0,4) = 0,072 \text{ kN/m}^2 ; \quad (1.10)$$

$$w_{me,7} = 0,36 \cdot \left(\frac{0,682 + 0,59}{2} \right) \cdot (-0,7) = 0,160 \text{ kN/m}^2 .$$

čia $w_{me,7}$ - vėjo apkrova į rėmo rygelį, kai vėjas pučia statmenai į rėmą.

Charakteristinės vėjo slėgio apkrovos į tiesinį metrą:

$$q_{vejo,1} = w_{me,1} \cdot l = 0,144 \cdot 5,45 = 0,785 \text{ kN/m}; \quad (1.11)$$

$$q_{vejo,2} = w_{me,2} \cdot l = 0,170 \cdot 5,45 = 0,927 \text{ kN/m}; \quad (1.12)$$

$$q_{vejo,3.1} = w_{me,3.1} \cdot l = 0,061 \cdot 5,45 = 0,332 \text{ kN/m}; \quad (1.13)$$

$$q_{vejo,3.2} = w_{me,3.2} \cdot l = 0,07 \cdot 5,45 = 0,382 \text{ kN/m}; \quad (1.14)$$

$$q_{vejo,4.1} = w_{me,4.1} \cdot l = 0,099 \cdot 5,45 = 0,540 \text{ kN/m}; \quad (1.15)$$

$$q_{vejo,4.2} = w_{me,4.2} \cdot l = 0,085 \cdot 5,45 = 0,463 \text{ kN/m}; \quad (1.16)$$

$$q_{vejo,5} = w_{me,5} \cdot l = 0,085 \cdot 5,45 = 0,463 \text{ kN/m}; \quad (1.17)$$

$$q_{vejo,6} = w_{me,6} \cdot l = 0,072 \cdot 5,45 = 0,392 \text{ kN/m} . \quad (1.18)$$

l – sutelkiamos apkrovos ilgis;

Koncentruota charakteristinė jėga nuo vėjo apkrovų į rygelį (kairė pusė):

$$F_{w,k,1} = \frac{q_{vejo,3.1} + q_{vejo,3.2}}{2} \cdot a = \frac{0,332 + 0,382}{2} \cdot 1,05 = 0,375 \text{ kN}. \quad (1.19)$$

Koncentruota charakteristinė jėga nuo vėjo apkrovų į rygelį prie krašto (kairė pusė):

$$F_{w,k,2} = \frac{q_{vejo,3.1} + q_{vejo,3.2}}{2} \cdot \frac{a}{2} = \frac{0,332 + 0,382}{2} \cdot \frac{1,05}{2} = 0,187 \text{ kN}. \quad (1.20)$$

Koncentruota charakteristinė jėga nuo vėjo apkrovų į rygelį (dešinė pusė):

$$F_{w,k,3} = \frac{q_{vejo,4.1} + q_{vejo,4.2}}{2} \cdot a = \frac{0,540 + 0,463}{2} \cdot 1,05 = 0,527 \text{ kN}. \quad (1.21)$$

Koncentruota charakteristinė jėga nuo vėjo apkrovų į rygelį prie krašto (dešinė pusė):

$$F_{w,k,4} = \frac{q_{vejo,4.1} + q_{vejo,4.2}}{2} \cdot \frac{a}{2} = \frac{0,540 + 0,463}{2} \cdot \frac{1,05}{2} = 0,263 \text{ kN}. \quad (1.22)$$

Pakloto apskaičiavimastarp ašių I-M

Paklotas apskaičiuojamas kaip dviejų angų nekarpyta sija (1.2 pav.) pagal dvi apkrovų schemas: pagal schemą a) apskaičiuojamas pakloto stiprumas ir standumas (įlinkis), o pagal schemą b) apskaičiuojamas tik pakloto stiprumas.

Skaiciuojant pagal schemą „a“ priimama 1,0m pločio pakloto juosta. Vertinamos denginio savojo svorio ir sniego apkrovos.

Pagal schemą „a“ paklotas apskaičiuojamas du kartus – ties kraigu ir karnizu. Didžiausias lenkimo momentas yra atramoje. Jo reikšmė apskaičiuojama

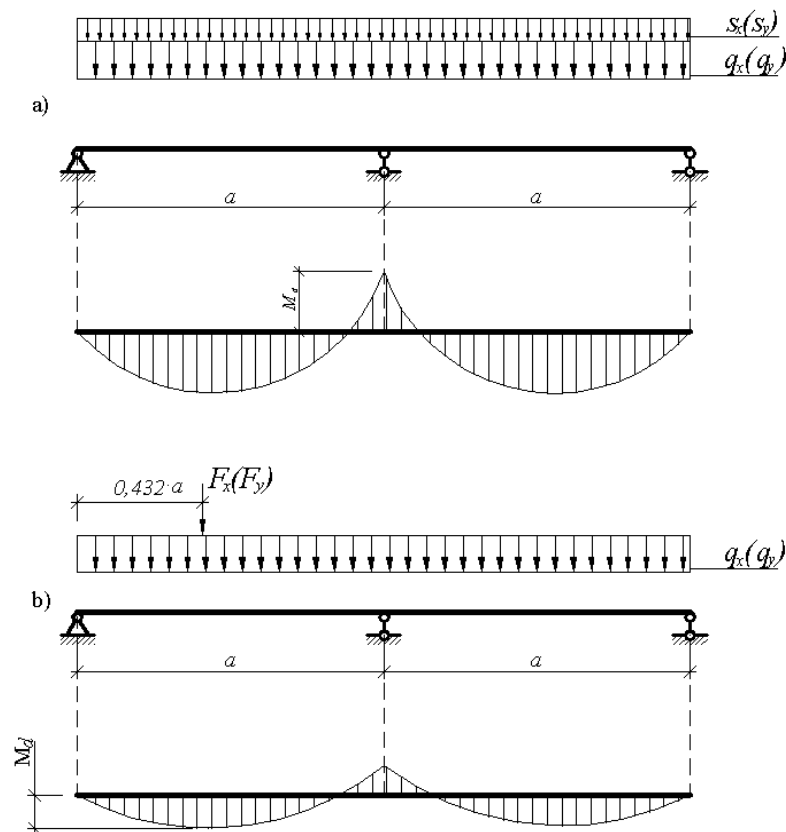
Kai $\alpha = 0^\circ$

$$M_d^{kraig} = 0,125 \cdot (s_d \cdot \cos^2 \alpha + g_d \cdot \cos \alpha) \cdot a^2 = 0,125 \cdot (1,8 \cdot \cos^2 0^\circ + 0,7371 \cdot \cos 0^\circ) \cdot 1,05^2 = 0,350 \text{ kNm}. \quad (1.23)$$

Kai $\alpha = 20^\circ$

$$M_d^{karn} = 0,125 \cdot (s_d \cdot \cos^2 \alpha + g_d \cdot \cos \alpha) \cdot a^2 = 0,125 \cdot (1,8 \cdot \cos^2 20^\circ + 0,7371 \cdot \cos 20^\circ) \cdot 1,05^2 = 0,314 \text{ kNm}. \quad (1.24)$$

Pasirenkame didesnį lenkimo momentą $M_d^{kraig} = 0,350 \text{ kNm}$.



1.2 pav. Pakloto skaičiuojamosios schemos

Paklotui naudojama spygliuočių mediena. Jei paklotas gerai vėdinamas ir yra galimybė jį apžiūrėti, galima naudoti ir lapuočių medieną. Pasirenkamas C18 klasės mediena.

Pakloto lenkimo įtempimai apskaičiuojami:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{0,350 \cdot 10^3}{6,017 \cdot 10^{-5}} = 5816852 \text{ Pa} = 5,82 \text{ MPa} \leq f_{m,d} = 12,46 \text{ MPa}; \quad (1.25)$$

čia:

$$f_{m,d} = \frac{f_k}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = \frac{18}{1,3} \cdot 0,9 = 12,46 \text{ MPa}. \quad (1.26)$$

Stačiakampio skerspjūvio W – atsparumo momentas:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{1,0 \cdot 0,019^2}{6} = 6,017 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3. \quad (1.27)$$

Pakloto įlinkis apskaičiuojamas:

kai $\alpha = 0^\circ$

$$u^{kraig} = \frac{2,13 \cdot (s \cdot \cos^2 \alpha + g_k \cdot \cos \alpha) \cdot a^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{2,13 \cdot (1,2 \cdot \cos^2 0^\circ + 0,5458 \cdot \cos 0^\circ) \cdot 1,05^4}{384 \cdot 9 \cdot 10^6 \cdot 0,572 \cdot 10^{-6}} = 0,0023 \text{ m} = 2,3 \text{ mm}. \quad (1.28)$$

čia: medienos tamprumo modulis $E = 9 \cdot 10^6 \text{ MPa}$ nustatomas pagal STR 2.05.07:2005 „Medinių konstrukcijų projektavimas“ 3 lentelę.

Stačiakampio skerspjūvio I – inercijos momentas:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{1,0 \cdot 0,019^3}{12} = 0,572 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4. \quad (1.29)$$

Pakloto įlinkis neturi viršyti ribinės reikšmės, kuri lygi:

$$u_{rib} = a \cdot \frac{1}{150} = 1320 \cdot \frac{1}{150} = 8,8 \text{ mm}; \quad (1.30)$$

$$u^{kraig} = 5,7 \text{ mm} < u_{rib} = 8,8 \text{ mm}; \quad (1.31)$$

kai $\alpha = 20^\circ$

$$u^{karn} = \frac{2,13 \cdot (s \cdot \cos^2 \alpha + g_k \cdot \cos \alpha) \cdot a^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{2,13 \cdot (1,2 \cdot \cos^2 20^\circ + 0,5458 \cdot \cos 20^\circ) \cdot 1,05^4}{384 \cdot 9 \cdot 10^6 \cdot 0,572 \cdot 10^{-6}} = 0,002 \text{ m} = 2,0 \text{ mm} \quad (1.32)$$

$$u^{karn} = 2,3 \text{ mm} < u_{rib} = 8,8 \text{ mm}.$$

Sąlygos tenkinamos.

Skaičiuojant paklotą pagal schemą „b“, t.y. veikiant konstrukcijos savajam svoriui ir montažinei apkrovai, savuoju svoriu laikomas tik pakloto, garo ir šilumos izoliacijos svoris.

Jei atstumas tarp viengubo pakloto lentų ašių ne didesnis kaip 150 mm, tai pakloto skaičiuojamosios juostos plotis priimamas lygus dviem lentoms. Laikoma, kad koncentruota skaičiuotinė apkrova ($F_d = F_k \cdot \gamma_Q$) tenka dviem lentoms. Šiuo atveju koncentruota apkrova, tenkanti vienai lentai, bus $F/2$. Atstumą tarp viengubo pakloto ašių priimame 150 mm, tada:

$$b_l = 2 \cdot 150 = 300 \text{ mm}. \quad (1.33)$$

Tuomet skaičiuotinė koncentruota apkrova bus:

$$F_d = F_k \cdot \gamma_Q = 1,1 \cdot 1,5 = 1,65 \text{ kN}. \quad (1.34)$$

čia: F_k – charakteristinė montažinė apkrova.

Pagal schemą „b“ skaičiuotinis lenkimo momentas bus:

$$M_d^{kraig} = (0,07 \cdot (g_d \cdot b_l) \cdot a^2 + 0,21 \cdot F_d \cdot a) \cdot \cos \alpha = \left(0,07 \cdot (0,7371 \cdot 0,3) \cdot 1,05^2 + 0,21 \cdot \frac{1,65}{2} \cdot 1,05 \right) \cdot \cos 0^\circ = 0,199 \text{ kNm}. \quad (1.35)$$

Pakloto lenkimo įtempimai:

$$\sigma = \frac{M_d}{W_d} = \frac{0,199 \cdot 10^3}{3,008 \cdot 10^{-5}} = 6615691,5 \text{ Pa} = 6,62 \text{ MPa} \leq f_{m,d} = 12,46 \text{ MPa}. \quad (1.36)$$

čia: W_d nustatomas pakloto skaičiuojamosios juostos pločiui. Montażinei apkrovai paklotą pakanka apskaičiuoti kraige, kai $\alpha = 0$.

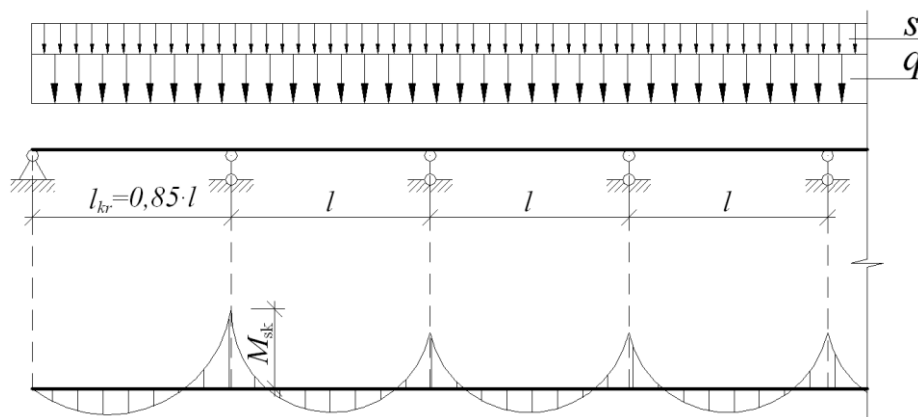
$$W_d = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{0,5 \cdot 0,019^2}{6} = 3,008 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3. \quad (1.37)$$

Taupant medieną prie viengubo pakloto lentų galima prikalti skirstomąjį tašelį. Tada koncentruota apkrova pasiskirsto pakloto 0,5 m plotyje. Šiuo atveju pakloto atsparumo momentas apskaičiuojamas, imant jo plotį lygų 0,5 m.

Ilginio apskaičiavimastarp ašių I-M

Projektuojami daugiaangiai, nekarpyti, vienodų įlinkių ilginiai, sudaryti iš dviejų sugretintų lentų. Užsiduodamas ilginio skerspjūvis, apskaičiuojamas jo savasis svoris (medienos vidutinis tankis imamas pagal STR 2.05.07:2005 3 lentelę) ir jį veikianti apkrova.

Ilginio skaičiuojamoji schema pateikta 1.3 paveiksle.



1.3 pav. Ilginio skaičiuojamoji schema

Jei stogo nuolydžio kampas didesnis nei 15° , tai

$$q_k^{kraig} = (g_k \cdot \cos\alpha + s_k \cdot \cos^2\alpha) \cdot a + q_{k,ilg} \cdot \cos\alpha = (0,5978 \cdot \cos 0^\circ + 1,2 \cdot \cos^2 0^\circ) \cdot 1,05 = 1,888 \text{ kN/m}. \quad (1.38)$$

Skaičiuojamoji apkrova:

$$q_d^{kraig} = (g_d \cdot \cos\alpha + s_d \cdot \cos^2\alpha) \cdot a + q_{d,ilg} \cdot \cos\alpha = (0,807 \cdot \cos 0^\circ + 1,8 \cdot \cos^2 0^\circ) \cdot 1,05 = 2,737 \text{ kN/m}. \quad (1.39)$$

Kai stogo nuolydžio kampas didesnis kaip 15° , ilginiai apskaičiuojami kaip įstrižai lenkiami elementai. Todėl veikiančią apkrovą reikia išskaidyti į vertikalią ir horizontalią dedamąsias. Šiame projekte stogo konstrukcijai naudojamas ištisinis lentų paklotas patikimai pritvirtintas prie ilginių, tai jis atlaiko įrašas stogo šlaito kryptimi.

Didžiausias ilginio lenkimo momentas bus atramoje

$$M_d = \frac{q_d \cdot l^2}{12} = \frac{2,737 \cdot 5,45^2}{12} = 6,775 \text{ kNm}. \quad (1.40)$$

čia: l – ilginio skaičiuotinas tarpatramis (lygus, atstumui tarp pagrindinių laikančiųjų konstrukcijų).

Reikiamas ilginio skerspjūvio atsparumo momentas

$$W_{reik} = \frac{M_d}{f_{m,d}} = \frac{6,775 \cdot 10^3}{12,46 \cdot 10^6} = 5,437 \cdot 10^{-4} m^3 = 543,7 cm^3. \quad (1.41)$$

Parinkę ilginio skerspjūvio vienos lentos plotį b , apskaičiuojame reikiamą ilginio aukštį (lentų matmenys parenkami pagal sortimentą)

$$h_{reik} = \sqrt{\frac{6 \cdot W_{reik}}{2 \cdot b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 543,7}{2 \cdot 5}} = 18,06 cm. \quad (1.45)$$

Priimame ilginio aukštį $h = 20,0 cm$, plotį $b = 5 cm$. Mediena yra C18 klasės.

Apskaičiuojame daugiaangio ilginio įlinkį

$$I = \frac{2 \cdot b \cdot h^3}{12} = \frac{2 \cdot 0,05 \cdot 0,2^3}{12} = 6,667 \cdot 10^{-5} m^4; \quad (1.46)$$

$$u = \frac{q_k \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{1,888 \cdot 5,45^4}{384 \cdot 9 \cdot 10^6 \cdot 6,667 \cdot 10^{-5}} = 0,0072 m = 7,2 mm. \quad (1.47)$$

Palyginame su ribine įlinkio reikšme, kuri lygi

$$u_{rib} = \frac{1}{200} \cdot l = \frac{1}{200} \cdot 5450 = 27,3 mm; \quad (1.48)$$

$$u = 7,2 mm < u_{rib} = 27,3 mm.$$

Sąlygos tenkinamos.

Koncentruota charakteristinė jėga nuo nuolatinių apkrovų į medinį rėmą:

$$F_{g,k} = (g_k \cdot a + q_{ilg,k}) \cdot l = (0,5458 \cdot 1,05 + 0,052) \cdot 5,45 = 3,407 kN. \quad (1.49)$$

Koncentruota charakteristinė jėga nuo nuolatinių apkrovų į medinį rėmą prie krašto:

$$F_{g,k} = \left(g_k \cdot \frac{a}{2} + q_{ilg,k}\right) \cdot l = \left(0,5458 \cdot \frac{1,05}{2} + 0,052\right) \cdot 5,45 = 1,845 kN. \quad (1.50)$$

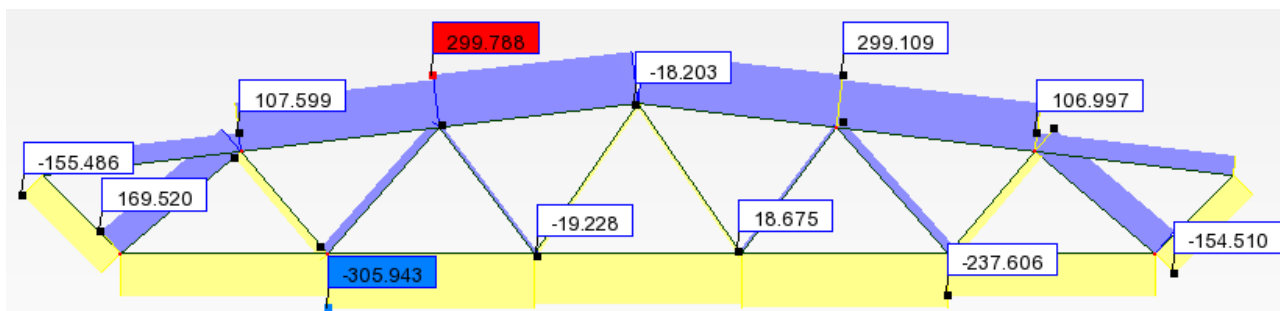
Metaliniam rėmui projektuojami ilginiai išdėstomi dvigubai didesniu atstumu, todėl naudojami ilginiai, kurių aukštis $h = 20,0 cm$, plotis $b = 10 cm$. Taip pat naudojamas storesnis lentų paklotas, kurio lentų storis yra 2,2 cm, dėl to charakteristinė apkrova $g_k = 0,5458 + 0,0114 = 0,5572 kN/m^2$.

Koncentruota charakteristinė jėga nuo nuolatinių apkrovų į metalinį rėmą:

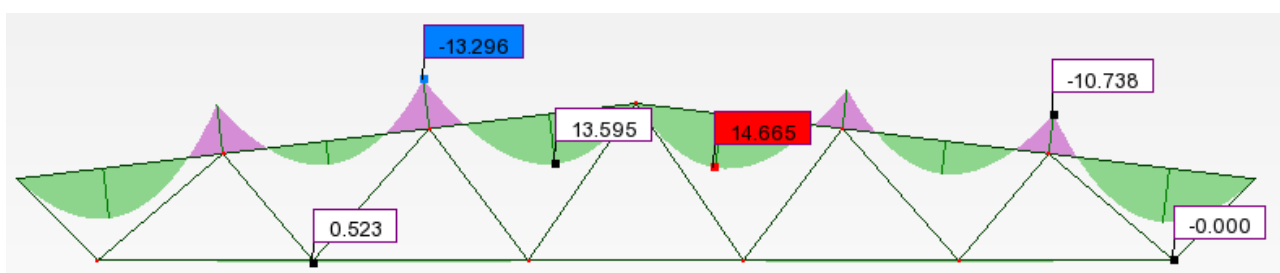
$$F_{g,k} = (g_k \cdot a + q_{ilg,k}) \cdot l = (0,5572 \cdot 2,1 + 0,104) \cdot 5,45 = 6,944 kN. \quad (1.51)$$

Koncentruota charakteristinė jėga nuo nuolatinių apkrovų į metalinį rėmą prie krašto:

$$F_{g,k} = \left(g_k \cdot \frac{a}{2} + q_{ilg,k}\right) \cdot l = \left(0,5572 \cdot \frac{2,1}{2} + 0,104\right) \cdot 5,45 = 3,472 kN. \quad (1.52)$$



2.1 pav. Santvaros skaičiavimui priimto derinio ašinių jėgų įrašų diagramos



2.2 pav. Santvaros skaičiavimui priimto derinio lenkimo momentų įrašų diagramos

Trišarnyrio medinio rėmo skaičiavimas

Standaus rėmo karnizo mazgo skaičiavimas

Standžiam rėmo karnizo mazge virbalai gali būti išdėstyti keliais apskritimais. Kuo mažesnio spindulio apskritimu išdėstyti virbalai, tuo mažesni virbalų įtempiai nuo lenkiamojo momento poveikio. Mazge atsirandančios didžiausios yra: $M_{Ed} = 547,86 \text{ kNm}$; $N_{Ed} = 159,84 \text{ kN}$; $V_{Ed} = 120,85 \text{ kN}$.

Užsiduodame, kad mazgo rygelio aukštis $h_{ryg} = 1,5 \text{ m}$, o plotis $t_2 = 0,3 \text{ m}$. Kolonos vieno elemento plotis $t_1 = 0,2 \text{ m}$. Pasirenkame virbalus, kurių skersmuo yra $d = 20 \text{ mm}$.

Skaičiuojame virbalų atsparį:

kai mediena glemžiama:

$$R_{j,d} = 0,5 \cdot t_2 \cdot d \cdot k_\alpha = 0,5 \cdot 30 \cdot 2,0 \cdot 0,9 = 27,0 \text{ kN}; \quad (3.1)$$

kai varžtas lenkiamas:

$$R_{j,d} = (1,8 \cdot d^2 + 0,02 \cdot t_1^2) \cdot \sqrt{k_\alpha} = (1,8 \cdot 2,0^2 + 0,02 \cdot 20^2) \cdot \sqrt{0,9} = 14,42 \text{ kN}; \quad (3.2)$$

bet ne daugiau kaip

$$R_{j,d} = 2,5 \cdot d^2 \cdot \sqrt{k_\alpha} = 2,5 \cdot 2,0^2 \cdot \sqrt{0,9} = 9,487 \text{ kN}; \quad (3.3)$$

čia: $k_\alpha = 0,9$ - koeficientas virbalų (varžtų) pjūvio laikančiosios galios sumažėjimui įvertinti ([24] 15 lentelė), kai jėga veikia kampu medienos pluoštų atžvilgiu; t_1 – jungties kraštinių elementų storis ir vienašlyčių jungčių plonesniųjų elementų storis, cm; t_2 – jungties vidurinių elementų storis ir vienašlyčių jungčių vienodo storio arba storesniųjų elementų storis, cm; d – virbalo skersmuo, cm. Karnizo mazgo sandūros virbalai, išdėstyti apskritimais, kurių skersmenys r_1 ir r_2 atlaiko lenkiamąjį momentą:

$$M_b = n_1 \cdot r_1 \cdot R_{j.d.min} + n_2 \cdot r_2 \cdot R_{j.d.min} \cdot \frac{r_2}{r_1} = 35 \cdot 1,36 \cdot 9,487 + 29 \cdot 1,12 \cdot 9,487 \cdot \frac{1,12}{1,36} = 705,34 \text{ kNm}; \quad (3.4)$$

čia: n_1 – virbalų skaičius išoriniame apskritime, n_2 – virbalų skaičius vidiniame apskritime, r_1 – išorinio apskritimo skersmuo, r_2 – vidinio apskritimo skersmuo.

Apskritimo skersmenys ir virbalų skaičius apskaičiuojamas pagal šias formules:

$$r_1 = h_{ryg} - 7 \cdot d = 1,5 - 7 \cdot 0,02 = 1,36 \text{ m}; \quad (3.5)$$

$$r_2 = r_1 - 12 \cdot d = 1,36 - 12 \cdot 0,02 = 1,12 \text{ m}; \quad (3.6)$$

$$s \geq 6 \cdot d = 6 \cdot 0,02 = 0,12 \text{ m}; \quad (3.7)$$

$$n_1 = \frac{\pi \cdot r_1}{s} = \frac{3,14 \cdot 1,36}{0,12} = 35,58 \approx 35 \text{ vnt}; \quad (3.8)$$

$$n_2 = \frac{\pi \cdot r_2}{s} = \frac{3,14 \cdot 1,12}{0,12} = 29,31 \approx 29 \text{ vnt}. \quad (3.9)$$

Įrašą virbale nuo veikiančio lenkiamojo momento:

$$P_1 = R_{j.d.min} \cdot \frac{M_{Ed}}{M_b} = 9,487 \cdot \frac{547,86}{705,34} = 7,369 \text{ kN}. \quad (3.10)$$

Virbalo įrašą nuo ašinės ir skersinės jėgos:

$$P_2 = \sqrt{\left(\frac{N_{Ed}}{n_b}\right)^2 + \left(\frac{V_{Ed}}{n_b}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{159,84}{64}\right)^2 + \left(\frac{120,85}{64}\right)^2} = 3,131 \text{ kN}; \quad (3.11)$$

čia: N_{Ed} – statramsčio ašinė jėga, V_{Ed} – statramsčio skersinė jėga (skėtimas), n_b – bendras virbalų skaičius mazge.

Bendra virbalo įrašą neturi viršyti jo laikomosios galios:

$$\sum P = P_1 + P_2 = 7,369 + 3,131 = 10,5 \text{ kN} > R_{j.j.min} = 9,487 \text{ kN}. \quad (3.12)$$

Sąlyga netenkinama, todėl rėmsijos ir kolonos skerspūvius. Priimame, kad mazge rėmsijos aukštis $h_{ryg} = 1,7 \text{ m}$. Virbalo laikomosios galios išlieka tos pačios.

Karnizo mazgo sandūros virbalai, išdėstyti apskritimais atlaiko lenkiamąjį momentą:

$$M_b = n_1 \cdot r_1 \cdot R_{j.d.min} + n_2 \cdot r_2 \cdot R_{j.d.min} \cdot \frac{r_2}{r_1} = 40 \cdot 1,56 \cdot 9,487 + 34 \cdot 1,32 \cdot 9,487 \cdot \frac{1,32}{1,56} = 952,261 \text{ kNm}. \quad (3.13)$$

Apskritimo skersmenys ir virbalų skaičius apskaičiuojamas pagal šias formules:

$$r_1 = h_{ryg} - 7 \cdot d = 1,7 - 7 \cdot 0,02 = 1,56 \text{ m}; \quad (3.14)$$

$$r_2 = r_1 - 12 \cdot d = 1,36 - 12 \cdot 0,02 = 1,32 \text{ m}; \quad (3.15)$$

$$s \geq 6 \cdot d = 6 \cdot 0,02 = 0,12 \text{ m}; \quad (3.16)$$

$$n_1 = \frac{\pi \cdot r_1}{s} = \frac{3,14 \cdot 1,56}{0,12} = 40,82 \approx 40 \text{ vnt}; \quad (3.17)$$

$$n_2 = \frac{\pi \cdot r_2}{s} = \frac{3,14 \cdot 1,32}{0,12} = 34,54 \approx 34 \text{ vnt}. \quad (3.18)$$

Įrašą virbale nuo veikiančio lenkiamojo momento:

$$P_1 = R_{j.d.min} \cdot \frac{M_{Ed}}{M_b} = 9,487 \cdot \frac{547,86}{952,261} = 5,458 \text{ kN}. \quad (3.19)$$

Virbalo įrašą nuo ašinės ir skersinės jėgos:

$$P_2 = \sqrt{\left(\frac{N_{Ed}}{n_b}\right)^2 + \left(\frac{V_{Ed}}{n_b}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{159,84}{74}\right)^2 + \left(\frac{120,85}{74}\right)^2} = 2,708 \text{ kN}. \quad (3.20)$$

Bendra virbalo įrašą neturi viršyti jo laikomosios galios:

$$\sum P = P_1 + P_2 = 5,458 + 2,708 = 8,166 \text{ kN} < R_{j.j.min} = 9,487 \text{ kN}. \quad (3.21)$$

Sąlyga tenkinama.

Šarnyrinio rėmo kraigo mazgo skaičiavimas

Ašinė jėga rėmų elementams perduodama per metalinio lizdo atraminę plokštę, kuri gali būti per visą skerspjuvio aukštį arba tik skerspjuvio aukščio dalyje. Metalinio lizdo šoninės plokštelės prie rėmo prijungiamos varžtais, kurių kiekis yra apskaičiuojamas. Skaičiuojant patikrinama, ar atlaiko veikiančią įrašą kraštinius (labiausiai įtemptas) varžtas. Šį varžtą apskaičiuojame pagal tokią formulę:

$$S_b = \sqrt{\left(\frac{M_b \cdot a_{max}}{n_b \cdot \sum a_i^2}\right)^2 + \left(\frac{V_{Ed}}{m_b}\right)^2} \leq R_{j.d.min}; \quad (3.22)$$

čia: V_{Ed} – skersinė jėga rėmo mazge, M_b – lenkiamasis momentas lizdo varžtų svorio centre, e – atstumas tarp lanksto centro ir varžtų svorio centro, a_i – atstumas tarp varžtų, išdėstytų simetriškai lizdo ašies atžvilgiu, a_{max} – atstumas tarp kraštinių varžtų vertikaliaja kryptimi, n_b – varžtų skaičius horizontaliaja kryptimi, m_b – bendras varžtų skaičius lizde [25].

Didžiausia skersinė jėga kraigo mazge: $V_{Ed} = 33,70 \text{ kN}$. Apskaičiuojame lenkimo momentą

$$M_b = V_{Ed} \cdot e = 33,70 \cdot 0,38 = 12,806 \text{ kNm}. \quad (3.23)$$

Parenkami varžtai $d_b = 24 \text{ mm}$, ir jų laikomoji galia, kai prie medinio elemento jungiamos metalinės detalės, apskaičiuojama pagal šią formulę:

$$R_{j.d} = 250 \cdot 10^5 \cdot n_k \cdot d_b^2 \cdot \sqrt{k_\alpha} = 250 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 0,024^2 \cdot \sqrt{0,9} = 27322 \text{ N} = 27,322 \text{ kN}; \quad (3.24)$$

čia: n_k – varžto kerпамų pjūvių skaičius, d_b – varžto skersmuo (m), k_α – koeficientas varžto laikomajai galiai sumažinti, kai kampas tarp veikiančios jėgos ir medienos pluošto α .

Taip pat patikriname ir kitas varžtų stiprumus medienos atžvilgiu ir varžto lenkimui:

kai mediena glemžiama:

$$R_{j,d} = 0,8 \cdot b_r \cdot d \cdot k_\alpha = 0,8 \cdot 30 \cdot 2,4 \cdot 0,9 = 51,84 \text{ kN}; \quad (3.25)$$

kai varžtas lenkiamas:

$$R_{j,d} = (1,8 \cdot d^2 + 0,02 \cdot b_r^2) \cdot \sqrt{k_\alpha} = (1,8 \cdot 2,4^2 + 0,02 \cdot 30^2) \cdot \sqrt{0,9} = 26,91 \text{ kN}. \quad (3.26)$$

Kaip matome mažiausias varžto atsparis yra $R_{j,d,min} = 26,91 \text{ kN}$.

Naudojame vieną varžtų eilę ($n_b = 1$), kurioje varžtai išdėstyti minimaliaisiais reikalaujamais atstumais [24]:

$$a_{max} = 0,1 \cdot 4 = 0,4 \text{ m}; \quad (3.27)$$

$$\sum a_i^2 = (0,1 \cdot 2)^2 + (0,1 \cdot 4)^2 = 0,2 \text{ m}. \quad (3.28)$$

Iš viso varžtų skaičius lizde $m_b = 5$. Skaičiuojame, ar atlaiko veikiančią įrąža kraštinis varžtas:

$$S_b = \sqrt{\left(\frac{M_b \cdot a_{max}}{n_b \cdot \sum a_i^2}\right)^2 + \left(\frac{V_{Ed}}{m_b}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{12,806 \cdot 0,4}{1 \cdot 0,2}\right)^2 + \left(\frac{33,7}{5}\right)^2} = 26,48 \text{ kN} \leq R_{j,d} = 26,91 \text{ kN}. \quad (3.29)$$

Sąlyga tenkinama.

Atraminio lankstinio mazgo skaičiavimas

Skaičiuojame atraminio mazgo plokštelių plotus, esančius po kolona. Skaičiutinis klijuotos medienos stipris gniuždant išilgai pluošto apskaičiuojamas:

$$f_{c,0,g,d} = \frac{f_{c,0,g,k}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = \frac{26,5}{1,25} \cdot 0,9 = 19,08 \text{ MPa}. \quad (3.30)$$

Skaičiutinis klijuotos medienos stipris gniuždant skersai pluošto apskaičiuojamas:

$$f_{c,90,g,d} = \frac{f_{c,90,g,k}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = \frac{3,0}{1,25} \cdot 0,9 = 2,16 \text{ MPa}; \quad (3.31)$$

čia: $f_{c,0,g,k}$ – charakteristinis gniuždomos išilgai pluošto klijuotosios medienos stipris, $f_{c,90,g,k}$ – charakteristinis gniuždomos skersai pluošto klijuotosios medienos stipris, γ_M – medžiagos savybės rodiklio dalinis koeficientas, k_{mod} – modifikacijos koeficientas, įvertinantis apkrovos pobūdį ir eksploatacines (drėgmės) sąlygas [24].

Atraminiam mazge didžiausios įrąžos: $N_{Ed} = 177,07 \text{ kN}$; $V_{Ed} = 60,68 \text{ kN}$.

Reikiamas plokštelės plotas po kolona nuo ašinės jėgos:

$$A_{reik} \geq \frac{N_{Ed}}{f_{c,0,g,d}} = \frac{177,07}{19,08} = 0,0093 \text{ m}^2. \quad (3.32)$$

Kolonos klijuotos medienos plotis $b = 2 \cdot t_1 = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ m}$. Reikiamas plokštelės ilgis:

$$l_{reik} \geq \frac{A_{reik}}{b} = \frac{0,0093}{0,4} = 0,023 \text{ m}. \quad (3.33)$$

Projektuojamos plokštelės matmenys – 0,9x0,77x0,02 m iš S355 plieno klasės.

Reikiamas plokštelės plotas po kolona nuo skersinės jėgos:

$$A_{reik} \geq \frac{V_{Ed}}{f_{c,90,g,d}} = \frac{60,68}{2,16} = 0,028 \text{ m}^2. \quad (3.34)$$

Kolonos klijuotos medienos plotis $b = 2 \cdot t_1 = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ m}$. Reikiamas plokštelės ilgis:

$$l_{reik} \geq \frac{A_{reik}}{b} = \frac{0,028}{0,4} = 0,07 \text{ m}. \quad (3.35)$$

Projektuojamos plokštelės matmenys – 0,7x0,40x0,01 m iš S355 plieno klasės.

Smeigės kolonai sujungti su plokštelėmis parenkamos konstrukciškai –6xD16 mm virbalai. Tam naudojama vidurinė plokštelė (0,62x0,40x0,01 m), kuri yra sujungta su jau anksčiau apskaičiuotomis plokštelėmis.

Taip pat parenkami 6xD24 mm inkariniai varžtai atraminiam mazgui pritvirtinti prie pamato.

Kolonos ir rėmsijos skaičiuojamųjų ilgių skaičiavimas

Lanksčiai į atramas atremtų simetrinių trijų lankstų rėmų statramsčio projektinis ilgis apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$l_{eff,k} = 2 \cdot l_k \cdot \sqrt{1 + 0,4 \cdot \beta} = 2 \cdot 8,0 \cdot \sqrt{1 + 0,4 \cdot 4,119} = 26,035 \text{ m}. \quad (3.36)$$

Rodiklis β apskaičiuojamas

$$\beta = \frac{I_k \cdot 2 \cdot l_r}{I_r \cdot l_k} = \frac{0,08201 \cdot 2 \cdot 10,534}{0,05243 \cdot 8,0} = 4,119; \quad (3.37)$$

čia: I_k, I_r – statramsčio ir rėmsijos skerspjūvių inercijos momentai; l_k, l_r – statramsčio ir rygelio ilgiai.

Statramsčio ir rėmsijos kintamojo skerspjūvio inercijos momentai apskaičiuojami pjūvyje, kuris yra $0,65l_k$ bei $0,65l_r$ atstumu nuo lanksto.

$$I_k = 2 \cdot \frac{t_1 \cdot h^3}{12} = 2 \cdot \frac{0,2 \cdot 1,35^3}{12} = 0,08201 \text{ m}^4; \quad (3.38)$$

$$I_r = \frac{t_2 \cdot h^3}{12} = \frac{0,3 \cdot 1,28^3}{12} = 0,05243 \text{ m}^4. \quad (3.39)$$

Rėmsijos projektinis ilgis apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$l_{eff,r} = 2 \cdot l_r \cdot \sqrt{(1 + 0,4 \cdot \beta) \cdot k} = 2 \cdot 10,534 \cdot \sqrt{(1 + 0,4 \cdot 4,119) \cdot 2,961} = 58,989 \text{ m}. \quad (3.40)$$

Rodiklis k apskaičiuojamas

$$k = \frac{I_k \cdot N_k}{I_r \cdot N_r} = \frac{0,08201 \cdot \left(\frac{180,51 + 159,84}{2}\right)}{0,05243 \cdot \left(\frac{115,14 + 64,68}{2}\right)} = 2,961; \quad (3.41)$$

čia: N_k – statramsčio vidutinė įrąža; N_r – rygelio vidutinė įrąža.

Skaičiuojame kolonos liaunius momento veikimo plokštumoje. Kolonos redukuotas aukštis:

$$h_{red} = h \cdot \sqrt[3]{0,1 + 0,9 \cdot \frac{h_1}{h}} = 1,7 \cdot \sqrt[3]{0,1 + 0,9 \cdot \frac{0,68}{1,7}} = 1,312 \text{ m}; \quad (3.42)$$

čia: h_l, h – atitinkamai skerspjūvio mažiausias ir didžiausias aukštis.

$$\lambda_y = \frac{l_{eff,k}}{0,289 \cdot h_{red}} = \frac{26,035}{0,289 \cdot 1,312} = 68,648. \quad (3.43)$$

Kintamo aukščio skerspjūvio gniuždomiems elementams ribinio liaunio reikšmės dauginamos iš $\sqrt{k_{N,shape}}$ koeficiento

$$k_{N,shape} = (0,4 + 0,6 \cdot k_h) \cdot k_h = (0,4 + 0,6 \cdot 0,9) \cdot 0,9 = 0,846. \quad (3.44)$$

Koeficientas k_h :

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} = \left(\frac{600}{1700} \right)^{0,1} = 0,90, \right. \\ \left. 1,1 \right. \quad (3.45)$$

Priimame koeficientą $k_h = 0,9$.

Tikriname kolonos liaunumą:

$$\lambda_y = 68,648 < \lambda_u \cdot \sqrt{k_{N,shape}} = 120 \cdot \sqrt{0,846} = 110,37. \quad (3.46)$$

Sąlyga tenkinama.

Skaičiuojame rėmsijos liaunius momento veikimo plokštumoje:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff,r}}{0,289 \cdot h_{max}} = \frac{58,989}{0,289 \cdot 1,7} = 120,07. \quad (3.47)$$

Kintamo aukščio skerspjūvio gniuždomiems elementams ribinio liaunio reikšmės dauginamos iš $\sqrt{k_{N,shape}}$ koeficiento.

$$k_{N,shape} = (0,4 + 0,6 \cdot k_h) \cdot k_h = (0,4 + 0,6 \cdot 0,9) \cdot 0,9 = 0,846. \quad (3.48)$$

Koeficientas k_h :

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} = \left(\frac{600}{1700} \right)^{0,1} = 0,90, \right. \\ \left. 1,1 \right. \quad (3.49)$$

Priimame koeficientą $k_h = 0,9$.

Tikriname rėmsijos liaunumą:

$$\lambda_y = 120,07 < \lambda_u \cdot \sqrt{k_{N,shape}} = 150 \cdot \sqrt{0,846} = 137,97. \quad (3.50)$$

Sąlyga tenkinama.

Ekscentriškai gniuždomos rėmsijos stiprumo skaičiavimas

Rėmsijoje veikiančios didžiausios įrašos: $M_{Ed} = 547,86 \text{ kNm}$; $N_{Ed} = 115,14 \text{ kN}$;

Elemento įtempimai, veikiant pavojingiausiajam deriniui, apskaičiuojami pagal formulę

$$\frac{N_{c,d}}{A_{net}} + \frac{M_d}{k_{def} \cdot W_d} \leq f_{c,0,g,d}; \quad (3.51)$$

čia – $f_{c,0,g,d}$ – skaičiuotinis klijuotinės medienos stipris gniuždant; koeficientas k_{def} (nuo 1 iki 0), įvertinantis papildomą lenkimo momentą, sukeltą ašinės jėgos dėl elemento išlinkimo [24]. Jis nustatomas:

$$W_d = \frac{b \cdot h_{max}^2}{6} = \frac{0,3 \cdot 1,7^2}{6} = 0,145 \text{ m}^3; \quad (3.52)$$

$$k_{def} = 1 - \frac{N_{c,d}}{\varphi \cdot f_{c,0,g,d} \cdot A} = 1 - \frac{115,14 \cdot 10^3}{0,208 \cdot 19,08 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \cdot 1,7} = 0,943. \quad (3.53)$$

Klupumas nustatomas pagal formulę:

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{120,07^2} = 0,208. \quad (3.54)$$

Tikrinamas rėmsijos stiprumas:

$$\frac{N_{c,d}}{A_{net}} + \frac{M_d}{k_{def} \cdot W_d} = \frac{115,14 \cdot 10^3}{0,3 \cdot 1,7} + \frac{547,86 \cdot 10^3}{0,943 \cdot 0,145} = 4,23 \text{ MPa} \leq f_{c,0,g,d} = 19,08 \text{ MPa}; \quad (3.55)$$

$$\frac{19,08 - 4,23}{19,08} \cdot 100 \% = 77,8 \%. \quad (3.56)$$

Stiprumo sąlyga tenkinama.

Ekscentriškai gniuždomos kolonos stiprumo skaičiavimas

Statramstyje veikiančios didžiausios įrašos: $M_{Ed} = 547,86 \text{ kNm}$; $N_{Ed} = 159,84 \text{ kN}$.

Elemento įtempimai, veikiant pavojingiausiajam deriniui, apskaičiuojami pagal formulę

$$\frac{N_{c,d}}{A_{net}} + \frac{M_d}{k_{def} \cdot W_d} \leq f_{c,0,g,d}; \quad (3.57)$$

čia – $f_{c,0,g,d}$ – skaičiuotinis klijuotinės medienos stipris gniuždant; koeficientas k_{def} (nuo 1 iki 0), įvertinantis papildomą lenkimo momentą, sukeltą ašinės jėgos dėl elemento išlinkimo [24]. Jis nustatomas

$$W_d = \frac{b \cdot h_{max}^2}{6} = \frac{0,2 \cdot 1,7^2}{6} = 0,0963 \text{ m}^3; \quad (3.58)$$

$$k_{def} = 1 - \frac{N_{c,d}}{\varphi \cdot f_{c,0,g,d} \cdot A} = 1 - \frac{159,84 \cdot 10^3}{0,623 \cdot 19,08 \cdot 10^6 \cdot 0,4 \cdot 1,7} = 0,98. \quad (3.59)$$

Klupumas nustatomas pagal formulę:

$$\varphi = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{\lambda}{100}\right)^2 = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{68,648}{100}\right)^2 = 0,623. \quad (3.60)$$

Tikrinamas statramsčio stiprumas:

$$\frac{N_{c,d}}{A_{net}} + \frac{M_d}{k_{def} \cdot W_d} = \frac{159,84 \cdot 10^3}{0,4 \cdot 1,7} + \frac{547,86 \cdot 10^3}{0,980 \cdot 0,0963} = 6,040 \text{ MPa} \leq f_{c,0,g,d} = 19,08 \text{ MPa}; \quad (3.61)$$

$$\frac{19,08 - 6,040}{19,08} \cdot 100 \% = 68,3 \%. \quad (3.62)$$

Stiprumo sąlyga tenkinama.

Skaičiuojame kolonos pastovumą iš momento veikimo plokštumos.

Redukuotas statramsčio aukštis: $h_{red} = 1,312 \text{ m}$.

Sudėtinio statramsčio inercijos momentas iš plokštumos:

$$I_z = \frac{2 \cdot \left(\frac{b_s}{2}\right)^3 \cdot h_{red}}{12} + 2 \cdot \frac{b_s}{2} \cdot h_{red} \cdot \left(\frac{b_r}{2} + \frac{b_s}{4}\right)^2 = \frac{2 \cdot \left(\frac{0,4}{2}\right)^3 \cdot 1,312}{12} + 2 \cdot \frac{0,4}{2} \cdot 1,312 \cdot \left(\frac{0,3}{2} + \frac{0,4}{4}\right)^2 = 0,0345 \text{ m}^4 \quad (3.63)$$

Statramsčio inercijos spindulys iš plokštumos:

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{b_s \cdot h_{red}}} = \sqrt{\frac{0,0345}{0,4 \cdot 1,312}} = 0,256 \text{ m}. \quad (3.64)$$

Statramstis viršuje iš plokštumos yra suvaržomas ilginiais, todėl statramsčio skaičiuojamasis ilgis $l_{eff,z} = l_s = 8,0 \text{ m}$. Sudėtinio skerspjūvio liaunis z ašies atžvilgiu:

$$\lambda_z = \frac{l_{eff,z}}{i_z} = \frac{8,0}{0,256} = 31,20. \quad (3.65)$$

Intarpai statramstyje išdėstomi kas 0,6 m, todėl skaičiuotinis jungimo priemonių skaičius viename elemento siūlės ilgio metre:

$$n_1 = \frac{1}{0,6} = 1,67. \quad (3.66)$$

Sudėtinė kolona jungiama apvaliais plieniniais kaiščiais, kurių skersmuo $d = 20 \text{ mm}$, todėl jungties slankumo koeficientas, įvertinantis jungties priemonės tipą:

$$k_j = \frac{1}{2,5 \cdot d^2} = \frac{1}{2,5 \cdot 2,0^2} = 0,1. \quad (3.67)$$

Liaunumo koeficientas μ_z :

$$\mu_z = \sqrt{1 + k_j \cdot \frac{(b_s + b_r) \cdot h_{red} \cdot n_j}{l_{eff,z}^2 \cdot n_1}} = \sqrt{1 + 0,1 \cdot \frac{(40+30) \cdot 131,2 \cdot 2}{8,0^2 \cdot 1,67}} = 4,26; \quad (3.68)$$

čia: n_j - skaičiuotinis jungimo siūlių skaičius sudėtiniame skerspjūvyje [24].

Sudėtinio skerspjūvio elementų liaunis:

$$\lambda = \sqrt{(\mu_z \cdot \lambda_z)^2 + \lambda_1^2} = \sqrt{(4,26 \cdot 31,2)^2 + 0^2} = 133,05 \leq \lambda_u \cdot \sqrt{k_{N,shape}} = 150 \cdot \sqrt{0,846} = 137,97. \quad (3.69)$$

Kadangi $\lambda > 70$, tai klupumo koeficientą skaičiuojame pagal formulę:

$$\varphi_z = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{133,05^2} = 0,169. \quad (3.70)$$

Elemento maksimalaus aukščio skerspjūvio plotas:

$$A_d = \frac{4}{3} \cdot b \cdot h_{max} = \frac{4}{3} \cdot 0,4 \cdot 1,7 = 0,9067 \text{ m}^2. \quad (3.71)$$

Tikrinamas statramsčio iš plokštumos pastovumas:

$$\frac{N_{Ed}}{\varphi_z \cdot A \cdot k_{N,shape}} = \frac{159,84 \cdot 10^3}{0,169 \cdot 0,9067 \cdot 0,846} = 1,23 \text{ MPa} \leq f_{c,0,g,d} = 19,08 \text{ MPa}; \quad (3.72)$$

čia: $k_{N,shape}$ - koeficientas, įvertinantis skerspjūvio kitimą:

$$k_{N,shape} = (0,4 + 0,6 \cdot k_h) \cdot k_h = (0,4 + 0,6 \cdot 0,9) \cdot 0,9 = 0,846. \quad (3.73)$$

Koeficientas k_h :

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1}, \left(\frac{600}{1700} \right)^{0,1}, 1,1 \right\} = 0,90. \quad (3.74)$$

Priimame koeficientą $k_h = 0,9$.

$$\frac{19,08-1,23}{19,08} \cdot 100 \% = 93,6 \%. \quad (3.75)$$

Pastovumo sąlygos tenkinamos.

Priedas 4

Plokštės įstrižųjų pjūvių stiprumo skersinių jėgų atžvilgiu skaičiavimas

Kiaurymėtosios plokštės skaičiuotinis tarpatramis $l_{eff} = 5,26 \text{ m}$. Betonas normalusis C25/30 klasės: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$, $f_{ctk,0,05} = 1,8 \text{ MPa}$, $f_{cd} = 15 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,08 \text{ MPa}$. Kiekvieno išilginio armatūros strypo išankstinio įtempimo (apspaudimo) jėga, įvertinus visus įtempių nuostolius: $P_{m\infty} = 0,278/6 = 0,0463 \text{ MN}$; kos ekscentricitetas $e_{pc} = 0,053 \text{ m}$.

Skaičiuojant imamas 203 mm pločio plokštės fragmentas, kurio charakteristikos: $A_{eff} = 0,0229 \text{ m}^2$, atstumas nuo skerspjūvio svorio centro iki plokštės apačios $y_{sc} = 0,0976 \text{ m}$, inercijos momentas skerspjūvio centro atžvilgiu $I_{eff} = 0,00011 \text{ m}^4$.

Skaičiuotinis nuolatinės apkrovos nuo plokštės ir grindų svorio poveikis $g_d = 6,35 \text{ kN/m}^2$, skaičiuotinės laikinosios apkrovos - $q_d = 8,25 \text{ kN/m}^2$.

Skaičiavimas atliekamas plokštės skerspjūvio pločiui $b_{eff} = 0,203 \text{ m}$ (atstumas tarp kiaurymių centrų) ir $b_w = 0,053 \text{ m}$; $d = 0,22 - 0,045 = 0,175 \text{ m}$.

Apkrovų poveikiai 0,203 m pločio plokštės ruožui:

- nuo visų apkrovų

$$p_d = (g_d + q_d) \cdot 0,203 = (6,35 + 8,25) \cdot 0,203 = 2,964 \text{ kN/m}; \quad (4.1)$$

- nuo nuolatinės ir ekvivalentiškos laikinosios apkrovos

$$p_{eff,d} = (g_d + q_d/2) \cdot 0,203 = (6,35 + 8,25/2) \cdot 0,203 = 2,126 \text{ kN/m}; \quad (4.2)$$

Didžiausia skersinė jėga pjūvyje prie atramos nuo visų apkrovų poveikio

$$V_{Ed,max} = p_d \cdot l_{eff}/2 = 2,964 \cdot 5,26/2 = 7,795 \text{ kN}. \quad (4.3)$$

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

$$2,5 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 2,5 \cdot 1,08 \cdot 0,053 \cdot 0,175 = 0,025 \text{ MN} = 25,04 \text{ kN} > V_{Ed,max} = 7,795 \text{ kN}. \quad (4.4)$$

Elementas sąlyga atitinka.

Tikrinama 6.12 [6] sąlyga. Apskaičiuojami normaliniai betono įtempiai ties elemento skerspjūvio svorio centru:

$$\sigma_x = \sigma_c = N_{Ed}/A_{eff} = P_{m\infty}/A_{eff} = 0,0463/0,0229 = 2,022 \text{ MPa} < 0,5 \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 15 = 7,5 \text{ MPa}. \quad (4.5)$$

Vadinasi, sąlygos tikrinti nereikia.

Apskaičiuojamas plokštės ruožo ilgis nuo atramos krašto l_1 , kuriame saugos ribiniame būvyje neatsiranda normalinių plyšių, pagal 6.16 sąlygą [6]. Šiuo atveju ji atrodo taip:

$$M_{Ed} = 0,5 \cdot \left((g_d + q_d) \cdot l_{eff} \cdot l_1 - (g_d + q_d) \cdot l_1^2 \right) = M_{cr,d}. \quad (4.6)$$

Skaičiavimui supaprastinti imama $W_{pl} = 1,5 \cdot W_{eff}$ ir $\varphi = 0,9$. Tuomet

$$W_{eff} = I_{eff}/y_{sc} = 0,00011/0,0976 = 0,00113 \text{ m}^3; \quad (4.7)$$

$$W_{pl} = 1,5 \cdot W_{eff} = 1,5 \cdot 0,00113 = 0,00169 \text{ m}^3. \quad (4.8)$$

Pagal reglamento [6] 14.10 formulę:

$$r = \varphi \cdot W_{eff}/A_{eff} = 0,9 \cdot 0,00113/0,0229 = 0,0444 \text{ m}; \quad (4.9)$$

$$e_p = y_{sc} - a_1 = 0,0976 - 0,045 = 0,0526 \text{ m}; \quad (4.10)$$

$$M_{cr,d} = f_{ctd} \cdot W_{pl} + P_{m\infty} \cdot (e_p + r) = 1,08 \cdot 0,00169 + 0,0463 \cdot (0,0526 + 0,0444) = 0,00632 \text{ MNm}. \quad (4.11)$$

Iš aukščiau pateiktos lygties apskaičiuojamas atstumas l_1 :

$$l_1 = \frac{l_{eff}}{2} - \sqrt{\left(\frac{l_{eff}}{2}\right)^2 - \frac{2M_{cr,d}}{(g_d+q_d)}} = \frac{5,26}{2} - \sqrt{\left(\frac{5,26}{2}\right)^2 - \frac{2 \cdot 0,00632}{(2,964 \cdot 10^{-3})}} = 1,001 > c_{max} = 2d = 2 \cdot 0,175 = 0,35 \text{ m} \quad (4.12)$$

Normaliniai plyšiai neatsiranda gana ilgame elemento ruože, todėl reikia į tai atsižvelgti. Plokštės įstrižojo pjūvio stiprumas tikrinamas pagal (6.5) sąlygą [6], imant $c = l_1 = 1,001 \text{ m}$, kai $c = 1,001 > c_{max} = 0,35 \text{ m}$, taip pat c , apskaičiuotą pagal reglamento [6] 3 priedo (6.27) formulę. Tuo tikslu apskaičiuojami dydžiai $M_{c4}, V_{Rd,c,min}$ ir $V_{cr,d}$ pagal [6] (6.7), (6.8) ir (6.18) formules.

Pagal (6.9) [6] formulę, imant $N_{Ed} = P_{m\infty}$, koeficientas

$$\varphi_n = 0,1 \cdot \frac{P_{m\infty}}{f_{ctd}} \cdot b_w \cdot d = 0,1 \cdot \frac{0,0463}{1,08} \cdot 0,053 \cdot 0,175 = 0,462 < 0,5. \text{ Priimame } \varphi_n = 0,462.$$

Iš reglamento [6] 15 lentelės $\varphi_{c4} = 1,5$ ir $\varphi_{c3} = 0,6$. Iš [6] (6.5) sąlygos:

$$M_{c4} = \varphi_{c4} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d^2 = 1,5 \cdot (1 + 0,462) \cdot 1,08 \cdot 0,053 \cdot 0,175^2 = 0,0038 \text{ MNm}.$$

$$V_{Rd,c,min} = \varphi_{c3} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,6 \cdot (1 + 0,462) \cdot 1,08 \cdot 0,053 \cdot 0,175 = 0,009 \text{ MN}.$$

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

$$S_{eff} = 0,5 \cdot b_{eff} \cdot (h - y_{sc})^2 - \phi_h^3/12 = 0,5 \cdot 0,203 \cdot (0,22 - 0,0976)^2 - 0,150^3/12 = 0,00078 \text{ m}^3; \quad (4.13)$$

čia: ϕ_h kiaurymės skersmuo.

Dydis $V_{cr,d}$ apskaičiuojamas pagal [6] (6.18) formulę, nepaisant svarbiausių gniuždymo įtempių σ_y . Laikant, kad svarbiausieji gniuždymo įtempiai σ_y neturi įtakos betono tempiamajam stipriui, pagal (6.19 a) [6] formulę kerpamasis stipris

$$\tau_{xy,Rd} = f_{ctd} \cdot \sqrt{1 + \sigma_x/f_{ctd}} = 1,08 \cdot \sqrt{1 + 2,022/1,08} = 1,83 \text{ MPa}. \quad (4.14)$$

Tikrinama, ar galima taikyti [6] (6.19 a) formulę.

$$\gamma_{mc,lim} = 1 - 0,2 - \alpha \cdot f_{ck,cube} = 1 - 0,2 - 0,01 \cdot 30 = 0,5 \text{ (čia } \alpha = 0,01 \text{ – normaliajam betonui),}$$

o pagal (6.26) formulę – ribinė kerpamojo įtempio reikšmė:

$$\tau_{xy,lim} = f_{cd} \cdot \sqrt{\gamma_{mc,lim} \cdot (\gamma_{mc,lim} - \sigma_x/f_{cd})} = 15 \cdot \sqrt{0,5 \cdot (0,5 - 2,022/15)} = 6,41 > \tau_{xy,Rd} = 1,83 \text{ MPa.} \quad (4.15)$$

Vadinasi, įtempiai $\tau_{xy,Rd}$ pagal (6.19 a) [6] formulę yra apskaičiuoti teisingai.

Pagal (6.18) [6] formulę apskaičiuojama įstrižuosius plyšius sukelianti kerpamoji jėga:

$$V_{cr,d} = b_w \cdot (I_{eff}/S_{eff}) \cdot \tau_{xy,Rd} = 0,053 \cdot (0,00011/0,00078) \cdot 1,83 = 0,0137 \text{ MN.} \quad (4.16)$$

Pagal [6] (6.27) formulę apskaičiuojamas įstrižojo pjūvio projekcijos ilgis

$$c = M_{c4}/V_{cr,d} = 0,0038/0,0137 = 0,277 < c_{max} = 0,438 \text{ m;} \quad \text{čia} \quad c_{max} = (\varphi_{c4}/\varphi_{c3}) \cdot d = (1,5/0,6) \cdot 0,175 = 0,438 \text{ m pagal [6] (6.6) formulę.}$$

Be to, $c = 0,277 < l_1 = 1,001$; todėl ruože $c = 0,277 \text{ m}$ normalinių plyšių neatsiras.

Tokiu būdu tikrinamos dvi minėtos įstrižųjų pjūvių stiprumo sąlygos pjūviui, kurio projekcijos ilgis $c = 0,277 \text{ m}$: $V_{Ed} = V_{Ed,max} - c \cdot p_{eff,d} = 7,795 - 0,277 \cdot 2,126 = 7,206 < V_{cr,d} = 13,7 \text{ kN}$ ir ruožo be normalinių plyšių ilgio gale $l_1 = 1,001 \text{ m} > c_{max} = 0,438 \text{ m}$.

$$V_{Ed} = V_{Ed,max} - l_1 \cdot p_{eff,d} = 7,795 - 1,001 \cdot 2,126 = 5,667 < V_{Rd,c,min} = 8,0 \text{ kN.} \quad (4.17)$$

Abi sąlygos tenkinamos, todėl plokštės nereikia armuoti skersine armatūra.

Įsitikinama, ar reikia plokštę armuoti skersine armatūra, ignoruojant normalinių plyšių nebuvimą ruože prie atramų. Tikrinama (6.13) [6] sąlyga:

$$V_{Ed,max} \leq \sqrt{M_{c4} \cdot p_{eff,d}} = \sqrt{3,8 \cdot 2,126} = 2,842 \text{ kN} < V_{Rd,c,min} = 8,0 \text{ kN.} \quad (4.18)$$

$$V_{Ed,max} = 7,795 < V_{Rd,min} = 8,0 \text{ kN.} \quad (4.19)$$

Taigi, sąlyga $V_{Ed} \leq V_{Rd}$ yra tenkinama, todėl ir pagal šį skaičiavimą plokštės nereikia armuoti skersine armatūra.

Pagal [6] 253 p. kiaurymėtųjų plokščių, kurių skerspjūvio aukštis $h < 300 \text{ mm}$, leidžiama nearmuoti skersine armatūra. Tačiau plokščių atraminiuose ruožuose $l_{eff}/4 = 5,26/4 \approx 1,32 \text{ m}$ ši armatūra parenkama konstruktyviai: kraštinėse briaunose ir dvejose vidurinėse briaunose dedami plokšti suvirinti strypynai, kurių vertikalieji strypai $\emptyset 6S500$ (atstumai tarp jų $s_w = h/2 = 220/2 = 110 \text{ mm}$; imama $s_w = 0,10 \text{ m}$); vidurinėje plokštės dalyje $l_{eff}/2 = 2,63 \text{ m}$ šios armatūros nėra. Šių strypynų horizontalieji strypai – $\emptyset 8S500$.

Įstrižųjų pjūvių stipris lenkimo momento atžvilgiu

Laisvai atremtos plokštės pavojingas įstrižasis pjūvis prasideda nuo atramos krašto. Kadangi atraminiuose plokštės ruožuose užtenka tik konstrukcinės skersinės armatūros, įtemptosios

armatūros inkaravimosi (įtempių perdavimo) ilgyje l_{bpd} dedami ją gaubiantys suvirinti $\emptyset 3 - 4S500$ vielos tinkleliai, ir įstrižojo pjūvio stipris momento atžvilgiu netikrinamas [7].

Išvada. Perdangų plokštė atitinka naudojimo situacijos saugos ribinių būvių reikalavimus.

Plokštės transportavimo, gamybos, ir montavimo situacijos ribinių būvių skaičiavimas

Tikrinami *trumpalaikės situacijos* plokštės saugos ir tinkamumo ribiniai būviai.

Plokštei pakelti (išimant iš klojinių, montuojant ir pan.) gamybos metu įdedamos pakėlimo kilpos, atstumu $l_c = 0,5$ m nuo jos galų.

Viršutinio krašto pleišėtumas apspaudžiant

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

$$M_{Egd} = g_{s,s} \cdot l_k^2 / 8 = 3,212 \cdot 1,32 \cdot 5,41^2 / 8 = 15,51 \text{ kNm} = 0,0155 \text{ MNm}. \quad (4.20)$$

Plokštės apspaudimo jėga, atmetus pirmuosius armatūros įtempių nuostolius, kai $\gamma_{sp} = 1,12$:

$$P_{d,sup} = \gamma_{sp} \cdot P_{m1} = 1,12 \cdot 0,308 = 0,345 \text{ MN}. \quad (4.21)$$

Skerspjūvio atsparumo momentai apatinio ir viršutinio krašto atžvilgiu: $W_{eff1} = 0,000722 \text{ m}^3$;

$$W_{eff2} = 0,006826 \text{ m}^3.$$

Didžiausi betono gniuždymo įtemptai apspaudžiant plokštę

$$\sigma_{c,max} = P_{d,sup} / A_{eff} + (P_{d,sup} \cdot e_{p1} - M_{Egd}) / W_{eff1} = 0,345 / 0,1496 + (0,345 \cdot 0,0526 - 0,0155) / 0,000722 = 5,972 \text{ MPa}. \quad (4.22)$$

$$\varphi = 1,6 - \sigma_{c,max} / f_{cp} = 1,6 - 5,972 / 20 = 1,30 > 1,0; \text{ imama } \varphi = 1,0 > 0,7.$$

Atstumas nuo skerspjūvio branduolio centro iki jo viršūnės, labiausiai nutolusios nuo tempiamojo krašto:

$$r_{inf} = \varphi \cdot W_{eff2} / A_{eff} = 1,0 \cdot 0,006826 / 0,1496 = 0,046 \text{ m}. \quad (4.23)$$

Iš 6 priedo arba 1 lent.[6], kai $b_{eff} / b_w = 1,27 / 0,46 = 2,76 < 6$, koeficientas $\gamma = 1,50$.

$$\text{Tada } W_{pl2} = \gamma \cdot W_{eff2} = 1,5 \cdot 0,006826 = 0,01 \text{ m}^3.$$

Tikrinama [6] (2.26) sąlyga, imant $M_r = M_{Egd} = 0,0155 \text{ MNm}$, $P_{d,sup} = 0,345 \text{ MN}$:

$$P_{d,sup} \cdot (e_{p1} - r_{inf}) + M_{Egd} = 0,345 \cdot (0,0526 - 0,046) + 0,0155 = 0,0178 < f_{ctk} \cdot W_{pl2} = 1,8 \cdot 0,01 = 0,018 \text{ MN}. \quad (4.24)$$

Pleišėtumas transportuojant ir montuojant

Lenkimo momentas gembėje, t.y. atstumu $l_c = 0,5$ m nuo plokštės galo (nepaisant dinamiškumo koeficiento):

$$M_{Egd} = g_{s,s} \cdot l_c^2 / 2 = 3,212 \cdot 1,32 \cdot 0,5^2 / 2 = 0,53 \text{ MNm}. \quad (4.25)$$

Didžiausi betono įtempiai $\sigma_{c,max} = P_{d,sup}/A_{eff} + (P_{d,sup} \cdot e_{p1} - M_{Egd})/W_{eff1} = 0,345/0,1496 + (0,345 \cdot 0,0526 - 0,53 \cdot 10^{-3})/0,000722 = 26,706 MPa$.

$\varphi = 1,6 - \sigma_{c,max}/f_{cp} = 1,6 - 26,706/20 = 0,265 < 0,7$; imama $\varphi = 0,7 < 1,0$. Tuomet $r_{inf} = \varphi \cdot W_{eff2}/A_{eff} = 0,7 \cdot 0,006826/0,1496 = 0,0322 m$.

Tikrinama [6] (2.26) sąlyga:

$$P_{d,sup} \cdot (e_{p1} - r_{inf}) + M_{Egd} = 0,345 \cdot (0,0526 - 0,0322) + 0,53 \cdot 10^{-3} = 0,0076 < f_{ctk} \cdot W_{pl2} = 1,8 \cdot 0,01 = 0,018 MN. \quad (4.26)$$

Išvada. Plyšiai viršutinėje plokštės zonoje gamybos metu neatsiras.

Plokštės stiprumas gamybos situacijų metu

Plokštės normalinio pjūvio stiprumas skaičiuojamas kaip ekscentriškai gniuždomo elemento. Laikoma, kad skaičiuotinis plokštės savojo svorio poveikis bus didžiausias ją transportuojant, kai dinamiškumo koeficientas $\gamma_d = 1,6$ (I. II sk.[6]):

$$g_{s,sd} = 3,212 \cdot 1,32 \cdot 1,6 = 6,783 kN/m. \quad (4.27)$$

Lenkimo momentas gembėje

$$M_{Egd} = g_{s,sd} \cdot l_c^2/2 = 6,783 \cdot 0,5^2/2 = 0,848 kNm. \quad (4.28)$$

Apspaudimo jėga, veikianti plokštę kaip išorinis poveikis, irimo stadijoje iki naudojimo (gamybos situacijose), įvertinant $\sigma_{sc,lim} = 330 MPa$ (72 p.[6]):

$$N_{con} = N_{Ed} = (\gamma_{sp} \cdot (\sigma_p - \sum \Delta\sigma_{p1}) - 330) \cdot A_{p1} = (1,12 \cdot (550 - 96,221) - 330) \cdot 5,66 \cdot 10^{-4} = 0,101 MN. \quad (4.29)$$

Jėgos N_{Ed} atstumas nuo viršutinės neįtemptosios armatūros A_{s2} skerspjūvio svorio centro

$$e_{s2} = d_2 - a_1 + M_{Egd}/N_{Ed} = 0,19 - 0,045 + 0,848 \cdot 10^{-3}/0,101 = 0,153 m, \quad d_2 = h - a_2 = 0,22 - 0,03 = 0,19 m. \quad (4.30)$$

Betono gniuždomasis stipris apspaudimo metu $f_{cp} = 20 MPa$. Skaičiuojant normalinio pjūvio stiprį pagal schemą, įvertinama tokia išilginė armatūra: iš anksto įtemptoji A_{p1} ($5\emptyset 12S800$), neįtemptoji A_{s2} , kurią sudaro plokštės atraminių ruožų ($l_{eff}/4$) strypynų horizontalieji armatūros strypai $4\emptyset 8S500$ ($A_s = 2,1 \cdot 10^{-4} m^2$) ir viršutinės lentynos tinklo išilginė armatūra $8\emptyset 3S500$ ($A_s = 0,49 \cdot 10^{-4} m^2$). Nepaisant minėto tinklo išilginės armatūros, lieka $A_{s2} = 2,1 \cdot 10^{-4} m^2$.

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

$$N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_{s2} \cdot f_{cpd} \cdot x_{eff} \cdot b_{f1} - \sigma_{sc} \cdot A_{p1} = 0; \quad \text{čia } f_{cpd} = 0,8 \cdot f_{cd} = 0,8 \cdot 15 = 12 > 11 MPa \quad (37 p.[6]);$$

$$\sigma_{sc} = \sigma_{sc,lim} - \gamma_{sp} \cdot (\sigma_p - \sum \Delta\sigma_{p1}) = 500 - 1,12 \cdot (550 - 96,221) = -8,23 MPa \cong 0; \quad (4.31)$$

Laikant, kad $x_{eff} \leq h_{f1}$, turima:

$$x_{eff} = (N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_{s2} - \sigma_{sc} \cdot A_{p1}) / f_{cpd} \cdot b_{f1} = (0,121 + 355 \cdot 2,1 \cdot 10^{-4} - 0 \cdot 5,66 \cdot 10^{-4}) / 12 \cdot 1,31 = 0,012 < h_{f1} = 0,042 \text{ m.} \quad (4.32)$$

Vadinasi, prielaida teisinga.

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis, imant $\sigma_{sc,lim} = 330 \text{ MPa}$ (72 p.[6]):

$$\xi_{lim} = \omega / \left(1 + \left(\frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \right) \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right) \right) = 0,754 / \left(1 + \left(\frac{355}{330} \right) \cdot \left(1 - \frac{0,754}{1,1} \right) \right) = 0,563; \quad \text{čia } \omega = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cpd} = 0,85 - 0,008 \cdot 12 = 0,754; \sigma_{s,lim} = f_{yd} = 335 \text{ MPa.}$$

Tikrinama stiprumo sąlyga:

$$M_{Ed} = N_{Ed} \cdot e_{s2} \leq M_{Rd} = f_{cpd} \cdot b_{f1} \cdot x_{eff} \cdot (d_2 - 0,5 \cdot x_{eff}) + \sigma_{sc} \cdot A_{p1} \cdot (d_2 - a_1). \\ M_{Ed} = 0,101 \cdot 0,153 = 0,153 < M_{Rd} = 12 \cdot 1,31 \cdot 0,012 \cdot (0,19 - 0,5 \cdot 0,012) + 0 \cdot 5,66 \cdot 10^{-4} \cdot (0,19 - 0,045) = 0,034 \text{ MNm.} \quad (4.33)$$

Išvados:

1. Plokštės stiprumas transportuojant (ir montuojant, nes $\gamma_d = 1,4 < 1,6$) yra pakankamas;
2. Perdangų plokštė atitinka trumpalaikės situacijos saugos ir tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.

Perdangos plokštės skaičiavimas tinkamumo ribinių būvių sąlygomis

Normalinių plyšių atsiradimas

Plokštę veikiančių apkrovų poveikių charakteristinės ir skaičiuotinės (tinkamumo ribiniam būviui) reikšmės nustatomos pagal skaičiuotinę schemą [7]:

– plokštės savojo svorio charakteristinės apkrovos poveikis

$$g_{d1} = g_{k1} = 3,212 \cdot 1,0 \cdot 1,32 = 4,24 \text{ kN/m;} \quad (4.34)$$

– nuolatinės apkrovos (su grindų konstrukcijos svoriu)

$$g_d = g_k = (2,60 + 1,491) \cdot 1,0 \cdot 1,32 = 4,61 \text{ kN/m;} \quad (4.35)$$

– naudojimo apkrovos poveikis

$$q_d = q_k = 5,5 \cdot 1,32 = 7,26 \text{ kN/m;} \quad (4.36)$$

– naudojimo apkrovos tariamai nuolatinės dalies poveikis

$$q_{d,lt} = q_{k,lt} = \Psi_2 \cdot 5,5 \cdot 1,32 = 0,6 \cdot 5,5 \cdot 1,32 = 4,356 \text{ kN/m;} \quad (4.37)$$

čia $\Psi_2 = 0,6$ (10 priedo 1 lent.[3]).

Visos apkrovos poveikis $p_d = p_k = g_k + q_k = 4,61 + 7,26 = 11,87 \text{ kN/m.}$

Nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovų poveikiai

$$p_{gd} = p_{gk} = g_k + q_{k,lt} = 4,61 + 4,356 = 8,966 \text{ kN/m.} \quad (4.38)$$

Plokštės įrašos (poveikių efektai):

– lenkimo momentai:

$$M_{Ed} = p_d \cdot l_{eff}^2 \cdot /8 = 11,87 \cdot 5,26^2 \cdot /8 = 42,95 \text{ kNm}; \quad (4.39)$$

$$M_{Egd} = p_{gd} \cdot l_{eff}^2 \cdot /8 = 8,966 \cdot 5,26^2 \cdot /8 = 31,01 \text{ kNm}; \quad (4.40)$$

$$M_{Eggd} = g_{d1} \cdot l_{eff}^2 \cdot /8 = 4,24 \cdot 5,26^2 \cdot /8 = 14,66 \text{ kNm}; \quad (4.41)$$

– skersinės jėgos:

$$V_{Ed} = p_d \cdot l_{eff} \cdot /2 = 11,87 \cdot 5,26 \cdot /2 = 31,22 \text{ kN}; \quad (4.42)$$

$$V_{Egd} = p_{gd} \cdot l_{eff} \cdot /2 = 8,966 \cdot 5,26 \cdot /2 = 23,58 \text{ kN}. \quad (4.43)$$

Skaičiavime, atliktame ankstesniuose skyriuose, nustatyta, kad plokštės viršuje gamybos metu plyšių neatsiras. Todėl koeficientas $\lambda = 0$ (164 p. (14.14) formulė [6]). Anksčiau nustatyti armatūros išankstiniai įtempiai, įvertinus visus jų nuostolius:

$$\sigma_{pm} = \sigma_{pm} - \Delta\sigma_{p,com} = 550 - 140,595 = 409,405 \text{ MPa}. \quad (4.44)$$

Vidutinė betono apspaudimo jėga, įvertinus visus įtempių nuostolius:

$$P_{m\infty} = \sigma_{pm} \cdot A_{p1} = 409,405 \cdot 5,66 \cdot 10^{-4} = 0,232 \text{ MN}. \quad (4.45)$$

Betono apspaudimo jėga tinkamumo ribiniam būviui:

$$P_{d,sup} = \gamma_{sp} \cdot P_{m\infty} = 1,12 \cdot 0,232 = 0,260 \text{ MN}; \quad (4.46)$$

$$P_{d,inf} = \gamma_{sp} \cdot P_{m\infty} = 0,88 \cdot 0,232 = 0,204 \text{ MN}. \quad (4.47)$$

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

$$\sigma_{c,max} = P_{d,inf}/A_{eff} - P_{d,inf} \cdot e_p \cdot (h - y_{sc})/I_{eff} + M_{Ed} \cdot (h - y_{sc})/I_{eff} = 0,204/0,1496 - 0,204 \cdot 0,0526 \cdot (0,22 - 0,0976)/0,000699 + 41,05 \cdot 10^{-3} \cdot (0,22 - 0,0976)/0,000699 = 6,04 \text{ MPa}; \text{čia } A_{eff} = 0,1496 \text{ m}^2, e_p = 0,0526 \text{ m}, y_{sc} = 0,0976 \text{ m}, I_{eff} = 0,000699 \text{ m}^4.$$

Koeficientas $\varphi = 1,6 - \sigma_{c,max}/f_{ck} = 1,6 - 6,04/25 = 1,36 > 1,0$; imama $\varphi = 1,0 > 0,7$ (164 p. [6]). Atstumas nuo ekvivalentiško skerspjuvio svorio centro iki branduolio viršūnės, labiausiai nutolusios nuo tempiamosios zonos krašto:

$$r_{sup} = \varphi \cdot W_{eff1}/A_{eff} = 1,0 \cdot 0,000722/0,1496 = 0,0048 \text{ m}. \quad (4.48)$$

Plyšių atsiradimo momentas apskaičiuojamas pagal [6] (14.4) formulę:

$$M_{cr} = f_{ctk} \cdot W_{pl1} + P_{d,inf} \cdot (e_p + r_{sup}) = 1,8 \cdot 0,0011 + 0,204 \cdot (0,0526 + 0,0048) = 0,016 < M_{Ed} = 0,041 \text{ MNm}. \quad (4.49)$$

Išvada. Naudojimo situacijos metu plokštės apačioje atsiras statmenieji (normaliniai) plyšiai.

Normalinių plyšių atsivėrimo skaičiavimas

Bendruoju atveju normalinių plyšių atsivėrimo plotis w_k (mm) apskaičiuojamas pagal [6] (14. 22) formulę:

$$w_k = \delta \cdot \varphi_l \cdot \eta \cdot (\sigma_s/E_s) \cdot 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot \rho_1) \cdot \sqrt[3]{\emptyset}, \quad (4.50)$$

čia $\delta = 1,0$, skaičiuojant lenkiamą momentą, pvz., plokštę; η – koeficientas; $\eta = 1,0$, kai yra rumbuotoji strypinė armatūra; φ_l – koeficientas, įvertinantis apkrovos veikimo trukmę (23 lent. [6]); ρ_1 – elemento skerspjūvio armavimo koeficientas, imamas lygus tempiamosios armatūros skerspjūvio ploto ir elemento betoninio skerspjūvio ploto (naudingojo aukščio ribose ir atmetus gniuždomųjų tėjinio (dvitėjinio) skerspjūvio lentynų plotą) santykiui [7], būtent:

$$\rho_1 = A_{p1} / (b_w \cdot d + (b_{f1} - b_w) \cdot (h_{f1} - a_s)) \leq 0,02. \quad (4.51)$$

Jeigu h_{f1} (apatinės lentynos aukštis) mažesnis už a_s (šiuo atveju $a_s = a_1$), lentynų nepaisoma.

\emptyset – armatūros strypų skersmuo (mm); σ_s – armatūros įtempiai, apskaičiuojami pagal [6] (14.26) formulę.

$$E_s = E_{sm} = 205 \cdot 10^3 \text{ MPa}. \quad (4.52)$$

Armavimo koeficientas, kai $h_{f1} = 0,032 < a_1 = 0,045 \text{ m}$, $\rho_1 = 5,66 \cdot 10^{-4} / (0,46 \cdot 0,175 + 0) = 0,007 < 0,02$; imama $\rho_1 = 0,007$.

Tokiu būdu, veikiant nuolatinei ir tariamai nuolatinei apkrovoms nuolatinėje situacijoje, koeficientas $\varphi_l = 1,6 - 15 \cdot 0,007 = 1,49$, koeficientas $\eta = 1,0$, kadangi iš anksto įtemptoji strypinė armatūra rumbuota. Visos apkrovos poveikio sukeltas lenkimo momentas $M_{Ed} = 41,05 \text{ kNm}$, taip pat – nuolatinės ir tariamai nuolatinės – $M_{Egd} = 31,01 \text{ kNm}$.

Santykiniam gniuždomosios zonos aukščiui apskaičiuoti pagal [6] (14.39) formulę reikalingi dydžiai:

$$\delta = M_{Ed} / b_w \cdot d^2 \cdot f_{ck} = 41,05 \cdot 10^{-3} / 0,46 \cdot 0,175^2 \cdot 25 = 0,117; \quad (4.53)$$

$$\lambda = \varphi_f \cdot (1 - h_{eff} / 2 \cdot d) = 0,423 \cdot (1 - 0,042 / 2 \cdot 0,175) = 0,372; \quad (4.54)$$

$$\varphi_f = (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} / b_w \cdot d = (1,27 - 0,46) \cdot 0,042 / 0,46 \cdot 0,175 = 0,423. \quad (4.55)$$

Santykinis gniuždomosios zonos aukštis:

$$\xi = 1 / \{ \beta + [1 + 5 \cdot (\delta + \lambda) / 10 \cdot \rho_1 \cdot \alpha_e] \} + (1,5 + \varphi_f) / (11,5 \cdot e_{s,tot} / d - 5) = 1 / \{ 1,8 + [1 + 5 \cdot (0,117 + 0,372) / 10 \cdot 0,007 \cdot 6,61] \} + (1,5 + 0,423) / (11,5 \cdot 0,155 / 0,175 - 5) = 0,438 > h_{eff} / d = 0,042 / 0,175 = 0,24; \text{ be to, } \xi = 0,438 < 1,$$

čia $e_{s,tot}$ – suminis išilginės jėgos atstumas nuo tempiamosios armatūros A_{p1} svorio centro; $\beta = 1,8$ – normaliajam betonui. Suminė išilginė jėga, įvertinus visus armatūros įtempių nuostolius ir

koeficientą $\gamma_{sp} = 1$, $N_{tot} = P_{m\infty} = 0,278$ MN. Jos ekscentricitetas $e_{s,tot} = (0,043 + 0,278 \cdot 0) / 0,278 = 0,155$ m;

čia e_{sp} – atstumas nuo apspaudimo jėgos pridėties taško iki tempiamosios armatūros svorio centro, t.y. $e_{sp} = y_{sc} - a_1 - e_p = 0,0976 - 0,045 - 0,0526 = 0$.

Pastaba. Skerspjūviai su lentyna gniuždomojoje zonoje, kai $\xi < h_{eff}/d$, apskaičiuojami kaip stačiakampiai, kurių $b = b_{eff}$ [7].

Lentynos pločio dydis b_{eff} vertinamas pagal [6] 76 p. nurodymus. Pagal [6](14.44) formulę, vidinių jėgų petys:

$$z = d \cdot \left(1 - \left((h_{eff}/d) \cdot \varphi_f + \xi^2 \right) / 2 \cdot (\varphi_f + \xi) \right) = 0,175 \cdot \left(1 - \left((0,042/0,175) \cdot 0,372 + 0,438^2 \right) / 2 \cdot (0,372 + 0,438) \right) = 0,129 \text{ m.} \quad (4.56)$$

Tempiamosios armatūros įtempių prieaugis pagal (14.26) [6] formulę:

$$\sigma_s = \left(M_{Ed} - P_{m\infty} \cdot (z - e_{sp}) \right) / A_{p1} \cdot z = (0,041 - 0,232 \cdot (0,129 - 0)) / 5,66 \cdot 10^{-4} \cdot 0,129 = 81,49 \text{ MPa.} \quad (4.57)$$

Trumpalaikio plyšio plotis nuo visos apkrovos poveikio:

$$w_{lim1} = \delta \cdot \varphi_l \cdot \eta \cdot (\sigma_s / E_s) \cdot 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot \rho_1) \cdot \sqrt[3]{\varnothing} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (81,49 / 205 \cdot 10^3) \cdot 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot 0,007) \cdot \sqrt[3]{12} = 0,05 < 0,30 \text{ mm,} \quad (4.58)$$

čia $\varnothing = 12$ mm – įtemptosios armatūros skersmuo; $\varphi_l = 1,0$ (esant trumpalaikiai skaičiuotinei situacijai – žr. 23 lent. [6]).

Tempiamosios armatūros įtempių prieaugis nuo nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovų poveikio

$$\sigma_s = \left(M_{Egd} - P_{m\infty} \cdot (z - e_{sp}) \right) / A_{p1} \cdot z = (0,031 - 0,232 \cdot (0,129 - 0)) / 5,66 \cdot 10^{-4} \cdot 0,129 = 44,09 \text{ MPa.} \quad (4.59)$$

Ilgalaikio plyšio plotis, kai koeficientas $\varphi_l = 1,46$:

$$w_{lim2} = 1 \cdot 1,46 \cdot 1 \cdot (44,09 / 205 \cdot 10^3) \cdot 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot 0,007) \cdot \sqrt[3]{12} = 0,04 < 0,20 \text{ mm.} \quad (4.60)$$

Išvada. Plokštės normalinių plyšių atsivėrimo pločiai yra leistini.

Plokštės įlinkis

Kadangi $M_{Ed} = 41,05 > M_{cr} = 16$ kNm, naudojimo metu kiaurymėtoje plokštėje atsiras normaliniai plyšiai. Todėl plokštės įlinkis, įvertinant šiuos plyšius, apskaičiuojamas pagal [6] formulę:

$$d = d_1 - d_2 + d_3 - d_4; \quad (4.61)$$

čia: d_1 – visos apkrovos trumpalaikio poveikio sukeltas įlinkis; d_2 – nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovos trumpalaikio poveikio sukeltas įlinkis; d_3 – nuolatinės ir tariamai nuolatinės

apkrovos ilgalaikio poveikio sukeltas įlinkis; d_4 – išlinkis, sukeltas apspaudimo jėgos dėl betono valkšnumo ir susitraukimo. Kadangi patalpų santykinis oro drėgnis $RH = 50\%$, tai koeficientas, apibūdinantis tampriai plastišką betono gniuždomosios zonos savybę, imamas iš 26 lent. [6]: esant trumpalaikiai skaičiuotinei situacijai $\nu = 0,45$, ilgalaikiai – $\nu = 0,15$. Visos apkrovos trumpalaikio poveikio sukeltas plokštės išilginės ašies kreivis tarpatramio viduryje pagal [6] (14. 38) formulę:

$$(1/r)_1 = (M/d \cdot z) \cdot \left(\psi_s/E_{sm} \cdot A_{p1} + \psi_c / \left((\varphi_f + \xi) \cdot b_w \cdot d \cdot E_{cm} \cdot \nu \right) \right) - (N_{tot}/d) \cdot$$

$(\psi_s/E_{sm} \cdot A_{p1})$ čia: $M = M_{Ed} + P_{d,inf} \cdot e_{sp} = 41,05 + 0,204 \cdot 0 = 41,05$ kNm; $N_{tot} = P_{d,inf} = 204$ kN; $d = 0,175$ m, $\psi_c = 0,9$ – koeficientas, kuriuo įvertinamos gniuždomojo betono tampriai plastinės deformacijos (26 lent. [6]); anksčiau yra apskaičiuoti dydžiai: $\xi = 0,438$; $\varphi_f = 0,423$; $z = 0,129$ m; $e_{s,tot} = 0,155$ m.

Koeficientas, įvertinantis tempiamosios armatūros deformacijų netolygumą:

$$\psi_s = 1,25 - \varphi_{ls} \cdot \varphi_m - (1 - \varphi_m^2) / \left((3,35 - 1,8 \cdot \varphi_m) \cdot (e_{s,tot}/d) \right) = 1,25 - 1,0 \cdot 0,07 - (1 - 0,07^2) / \left((3,35 - 1,8 \cdot 0,07) \cdot (0,155/0,175) \right) = 0,871 < 1,0; \quad (4.62)$$

čia $\varphi_{ls} = 1,0$ (271 lent. [6]); φ_m – koeficientas, apskaičiuojamas pagal [6] (14.76) formulę:

$$\varphi_m = (f_{ctk} \cdot W_{pl1}) / (M_r - M_{rp}) = (1,8 \cdot 0,0011) / (0,041 - 0,014) = 0,07 < 1; \quad (4.63)$$

$$M_r = M_{Ed} = 0,041 \text{ MNm}; \quad (4.64)$$

$$M_{rp} = P_{d,inf} \cdot (e_p + r_{sup}) = 0,204 \cdot (0,0526 + 0,0048) = 0,014 \text{ MNm}. \quad (4.65)$$

Tokiu būdu:

$$(1/r)_1 = (0,041/0,175 \cdot 0,129) \cdot \left(0,871/205 \cdot 10^3 \cdot 5,66 \cdot 10^{-4} + 0,9 / \left((0,423 + 0,438) \cdot 0,46 \cdot 0,175 \cdot 31 \cdot 10^3 \cdot 0,45 \right) \right) - (0,232/0,175) \cdot (0,871/205 \cdot 10^3 \cdot 5,66 \cdot 10^{-4}) = -0,00384 \text{ m}^{-1}. \quad (4.66)$$

Nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovos trumpalaikio poveikio sukeltas plokštės išilginės ašies kreivis tarpatramio viduryje:

$$(1/r)_2 = (M_{Egd}/d \cdot z) \cdot \left(\psi_s/E_{sm} \cdot A_{p1} + \psi_c / \left((\varphi_f + \xi) \cdot b_w \cdot d \cdot E_{cm} \cdot \nu \right) \right) - (N_{tot}/d) \cdot (\psi_s/E_{sm} \cdot A_{p1}) = (0,031/0,175 \cdot 0,129) \cdot \left(0,718/205 \cdot 10^3 \cdot 5,66 \cdot 10^{-4} + 0,9 / \left((0,423 + 0,686) \cdot 0,46 \cdot 0,175 \cdot 31 \cdot 10^3 \cdot 0,45 \right) \right) - (0,204/0,175) \cdot (0,718/205 \cdot 10^3 \cdot 5,66 \cdot 10^{-4}) = 0,0015 \text{ m}^{-1}; \quad (4.67)$$

čia $N_{tot} = P_{d,inf} = 0,204$ MN; $\varphi_c = 0,9$; $\nu = 0,45$;

ξ – gniuždomosios betono zonos santykinis aukštis pagal [6] (14.39) formulę:

$$\xi = 1/(\beta + (1 + 5 \cdot (\delta + \lambda))/10 \cdot \rho_1 \cdot \alpha_e) + (1,5 + \varphi_f)/(11,5 \cdot e_{s,tot}/d) - 5 = 1/((1,8 + (1 + 5 \cdot (0,088 + 0,372))/10 \cdot 0,007 \cdot 6,61)) + (1,5 + 0,423)/(11,5 \cdot 0,134/0,175 - 5) = 0,686 > h_{eff}/d = 0,042/0,175 = 0,24;$$

$$\text{čia } \beta = 1,8; \rho_1 = 0,007; \alpha_e = 6,61; \varphi_f = 0,423; \lambda = 0,372 ;$$

$$\delta = M_{Egd}/b_w \cdot d^2 \cdot f_{ck} = 0,031/0,46 \cdot 0,175^2 \cdot 25 = 0,088; \quad (4.68)$$

$$e_{s,tot} = M_{Egd}/N_{tot} = 0,031/0,232 = 0,134 \text{ m}. \quad (4.69)$$

Vidinių jėgų petys:

$$z = d \cdot \left(1 - \left(\frac{h_{eff}}{d} \cdot \varphi_f + \xi^2\right) / 2 \cdot (\varphi_f + \xi)\right) = 0,175 \cdot \left(1 - \left(\frac{0,042}{0,175} \cdot 0,423 + 0,686^2\right) / 2 \cdot (0,423 + 0,686)\right) = 0,034 \text{ m}; \quad (4.70)$$

$$\psi_s = 1,25 - \varphi_{ls} \cdot \varphi_m - (1 - \varphi_m^2) / \left(\left(3,35 - 1,8 \cdot \varphi_m\right) \cdot \left(\frac{e_{s,tot}}{d}\right)\right) = 1,25 - 1 \cdot 0,11 - (1 - 0,11^2) / \left(\left(3,35 - 1,8 \cdot 0,11\right) \cdot \left(0,134/0,175\right)\right) = 0,718; \quad (4.71)$$

$$\varphi_m = (1,8 \cdot 0,0011) / (0,031 - 0,014) = 0,11 < 1,0; \text{ imama } \varphi_m = 0,11.$$

Nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovos ilgalaikio poveikio sukeltas plokštės išilginės ašies kreivis tarpatriamio viduryje:

$$(1/r)_3 = \left(M_{Egd}/d \cdot z\right) \cdot \left(\psi_s/E_{sm} \cdot A_{p1} + \psi_c / \left(\left(\varphi_f + \xi\right) \cdot b_w \cdot d \cdot E_{cm} \cdot \nu\right)\right) - (N_{tot}/d) \cdot \left(\psi_s/E_{sm} \cdot A_{p1}\right) = (0,031/0,175 \cdot 0,129) \cdot \left(0,718/205 \cdot 10^3 \cdot 5,66 \cdot 10^{-4} + 0,9 / \left(\left(0,423 + 0,438\right) \cdot 0,46 \cdot 0,175 \cdot 31 \cdot 10^3 \cdot 0,15\right)\right) - (0,204/0,175) \cdot \left(0,718/205 \cdot 10^3 \cdot 5,66 \cdot 10^{-4}\right) = 0,000224 \text{ m}^{-1}; \quad (4.72)$$

$$\text{čia } M = M_{Egd} = 0,031 \text{ MNm}, N_{tot} = P_{d,inf} = 0,204 \text{ MN};, \psi_c = 0,9, \nu = 0,15, \xi = 0,438, \varphi_f = 0,423, z = 0,129 \text{ m}, \psi_s = 0,718.$$

Apspaudimo jėgos sukeltas kreivis apskaičiuojamas pagal [6] (14.36) ir (14.37) formules:

$$(1/r)_4 = (\varepsilon_{c1} - \varepsilon_{c2})/d = (0,00024 - 0,000201)/0,175 = 0,000222 \text{ m}^{-1}; \quad (4.73)$$

čia ε_{c1} ir ε_{c2} – betono santykinės deformacijos, sukeltos apspaudimo jėgos P_m (dėl betono susitraukimo ir valkšnumo) ir apskaičiuojamos atitinkamai tempiamosios armatūros svorio centro lygyje ir kraštiniame gniuždomosios betono zonos sluoksnyje [7]:

$$\varepsilon_{c1} = (\Delta\sigma_{pc1,1} + \Delta\sigma_{pc2,1} + \Delta\sigma_{ps})/E_{sm} = (4,721 + 4,374 + 40)/205 \cdot 10^3 = 0,00024; \quad (4.74)$$

čia $\Delta\sigma_{pc1,1} = 4,721 \text{ MPa}$ – armatūros išankstinių įtempių nuostoliai dėl greitai pasireiškiančio betono valkšnumo;

$\Delta\sigma_{pc2,1} = 4,374 \text{ MPa}$ – tas pats, dėl ilgalaikio betono valkšnumo; $\Delta\sigma_{ps} = 40 \text{ MPa}$ – tas pats, dėl betono susitraukimo.

$$\varepsilon_{c2} = (\Delta\sigma_{pc1,2} + \Delta\sigma_{pc2,2} + \Delta\sigma_{ps})/E_{sm} = (1,23 + 0 + 40)/205 \cdot 10^3 = 0,000201; \quad (4.75)$$

čia $\Delta\sigma_{pc1,2}$ – tariamai esamos gniuždomosios zonos armatūros įtempių nuostoliai dėl greitai pasireiškiančio betono valkšnumo, apskaičiuojami taip:

$$\Delta\sigma_{pc1,2} = 0,85 \cdot 40 \cdot (\sigma_{cp2}/f_{cp}) = 0,85 \cdot 40 \cdot (0,723/20) = 1,23, \quad \text{kadangi } 0,723/20 = 0,04 < \alpha = 0,8;$$

čia σ_{cp2} – betono įtempiai kraštiniame gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\sigma_{cp2} = P_{m0}/A_{eff} - P_{m0} \cdot e_p \cdot (h - y_{sc})/I_{eff} + M_{s,s} \cdot (h - y_{sc})/I_{eff} = 0,311/0,1496 - 0,311 \cdot 0,0526 \cdot (0,22 - 0,0976)/0,000699 + 0,0071 \cdot (0,22 - 0,0976)/0,000699 = 0,7225 \text{ MPa};$$

$\Delta\sigma_{pc2,2}$ – tariamai esamos gniuždomos armatūros įtempių nuostoliai dėl betono valkšnumo, kai betono įtempiai kraštiniame gniuždomosios zonos sluoksnyje

$$\sigma_{cp2} = P_{m1}/A_{eff} - P_{m1} \cdot e_p \cdot (h - y_{sc})/I_{eff} = 0,301/0,1496 - 0,301 \cdot 0,0526 \cdot (0,22 - 0,0976)/0,000699 = -0,307 \text{ MPa}; \text{ todėl } \Delta\sigma_{pc2,2} = 0.$$

Apskaičiuojamas plokštės kreivis ((14.48) formulė [6]):

$$(1/r) = (1/r)_1 - (1/r)_2 + (1/r)_3 - (1/r)_4 = 0,00384 - 0,0015 + 0,000224 - 0,000222 = 0,002342 \text{ m}^{-1}. \quad (4.76)$$

Kiaurymėtosis plokštės įlinkis

$$d = (1/r) \cdot (5/48) \cdot l_{eff}^2 = 0,002342 \cdot (5/48) \cdot 5,26^2 = 0,0067 \text{ m} = 7 \text{ mm} < d_{lim} = 26,3 \text{ mm}; \quad (4.77)$$

čia $d_{lim} = l_{eff}/200 = 5,26/200 = 0,0263 \text{ m} = 26,3 \text{ mm}$ (žr. 17.1 lent.[3]).

Kadangi santykis $l_{eff}/h = 5,26/0,22 = 23,91 > 10$, nereikia atsižvelgti į skersinių jėgų (šlyties deformacijų) poveikį elemento įlinkiui (190 p. [6]).

Išvados: 1. Plokštės įlinkis neviršija ribinės reikšmės. 2. Plokštė atitinka tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.

Perdangos plokštės konstravimas

Laikant, kad perdangų plokštė gali būti keliamą už dviejų pakėlimo kilpų, jos savasis svoris, su dinamiškumo koeficientu $\gamma_d = 1,4$, tenkantis vienai pakėlimo kilpai:

$$G_{s,s,d} = 0,5 \cdot l_k \cdot g_{d1} \cdot \gamma_f \cdot \gamma_d = 0,5 \cdot 5,41 \cdot 4,24 \cdot 1,0 \cdot 1,4 = 16,06 \text{ kN}. \quad (4.78)$$

čia l_k – konstrukcinis plokštės. Kilpos armatūros skerspjūvio plotas $A_s = G_{s,s,d}/f_{yd} = 16,06 \cdot 10^{-3}/214 = 0,000075 \text{ m}^2$ (0,75 cm²).

Iš asortimento lentelės parenkamos pakėlimo kilpos $\emptyset 12A240$, kurių $A_s = 1,313 \cdot 10^{-4} m^2$. Iš anksto įtemptosios armatūros, įtempiamos į atsparas, inkaravimosi (įtempių perdavimo) ilgio ruože l_{bpd} numatomi suvirinti $\emptyset 3-4 S500$ vielos armatūros tinkleliai, gaubiantys ją iš apačios.

Skaičiuotinis armatūros inkaravimosi ilgis nustatomas pagal 241 p. [6] taip:

$$l_{bpd} = 1,2 \cdot l_{pt2} + \alpha_2 \cdot \emptyset \cdot (\sigma_{pd} - \sigma_{p\infty}) \cdot f_{bpd}; \quad (4.79)$$

čia σ_{pd} – armatūros įtempiai, kuriuos sukelia lenkimo momentas; $\sigma_{pd} = M_{Ed}/A_{p1} \cdot (d - 0,5 \cdot h \cdot x_{eff}) = 0,0782/5,66 \cdot 10^{-4} \cdot (0,175 - 0,5 \cdot 0,22 \cdot 0,0293) = 804,313 MPa$;

$\sigma_{p\infty}$ – išankstiniai armatūros įtempiai, įvertinus visus jų nuostolius, $\sigma_{p\infty} = \sigma_p - \Delta\sigma_{p,com1} = 550 - 140,595 = 409,405 MPa$; l_{pt2} – įtempių perdavimo zonos bazinis ilgis:

$$l_{pt2} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \emptyset \cdot \sigma_{p1}/f_{bpt} = 1,25 \cdot 0,25 \cdot 0,0012 \cdot 453,779/2,33 = 0,073 m; \quad (4.80)$$

(čia $\alpha_1 = 1,25$; $\alpha_2 = 0,25$; $\sigma_{p1} = \sigma_p - \sum \Delta\sigma_{p1} = 550 - 96,221 = 453,779 MPa$; f_{bpt} – armatūros ir betono sankibos įtempiai – $f_{bpt} = \eta_{p1} \cdot \eta_1 \cdot f_{cta}(t) = 2,7 \cdot 1,0 \cdot 0,86 = 2,33 MPa$, kai $f_{cta}(t) = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot 0,8 \cdot f_{ctk0,05}/\gamma_c = 0,9 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1,8/1,5 = 0,86 MPa$);

f_{bpd} – armatūros ir betono sankabos ribiniai įtempiai – $f_{bpd} = \eta_{p2} \cdot \eta_1 \cdot 0,8 \cdot f_{cta} = 1,4 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,08 = 1,21 MPa$.

Tokiu būdu skaičiuotinis iš anksto įtemptosios armatūros inkaravimosi ilgis:

$$l_{bpd} = 1,2 \cdot 0,073 + 0,25 \cdot 0,0012 \cdot (804,313 - 409,405) \cdot 1,21 = 0,23 m; \quad \text{imama } l_{bpd} = 0,25 m.$$

Plokštės viršutinė lentyna, kaip ir iš anksto įtemptosios armatūros inkaravimosi ilgio zonos, armuojamos suvirintais aukščiau minėtos vielinės armatūros tinklais. Plokštės armavimas parodytas brėžiniuose.

Grėž. Nr.3

2015.9.21

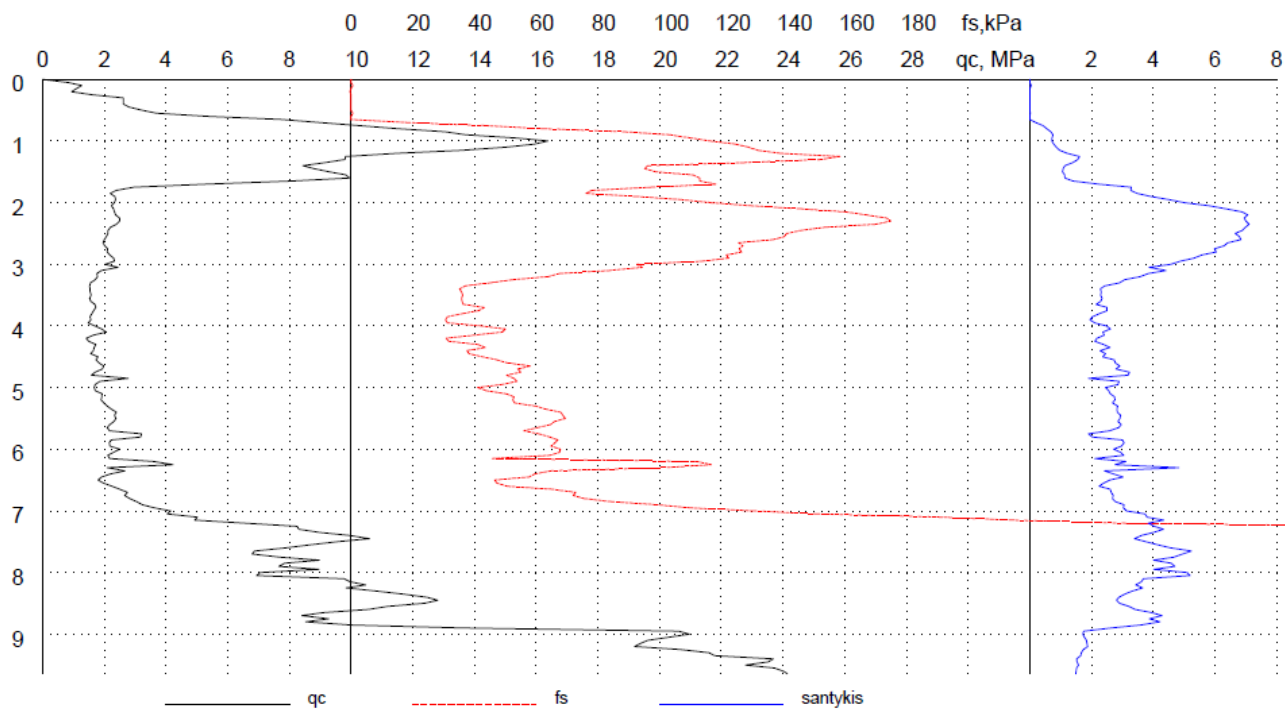
Altitude: 73,02m

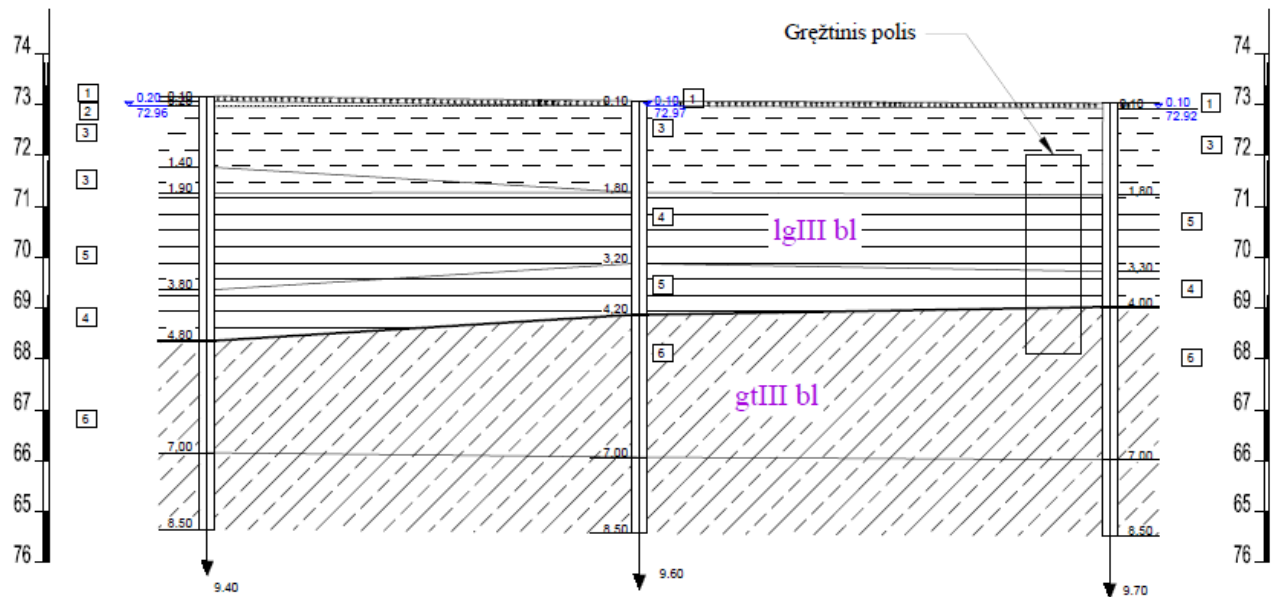
Tnž. geologinio sluoksnio Nr.	Grunto aprašymas	Sluoksnio pado		Sluoksnio storis	Stulpelis	Vandens lygis			Savybės pagal CPT					
		gylis	altitudė			Pasirodė	Nusistovėjo	Aukšt.	q _c , MPa	σ (q _c)	f _s , kPa	σ (f _s)	f _v /q _c , %	
														0.10
1	Molinias dulkingas (CI Si), kietas, rusvas, m. drėgnas	0.40	72.82	0.40				0.10	72.92	1.0	0.25	0	0.3	0.0
3	Molis juostuotas (CI), pusiau kietas, rudas	1.80	71.22	1.70						8.0	2.30	69	57.1	0.9
5	Molis juostuotas (CI), kietai plastingas, rudas	3.30	69.72	1.50						2.2	0.24	118	36.3	5.5
4	Smėlingas dulkingas moreninis molis (sasi CI), kietai plastingas	4.00	69.02	0.70						1.6	0.07	37	4.4	2.3
6	Smėlingas dulkingas moreninis molis (sasi CI), kietas, vietomis su smėlio lėšiais	7.00	66.02	3.00						2.1	0.53	57	16.9	2.7
7		8.50	64.52	1.50						7.9	1.53	300	8.6	3.8

CPT Nr. 3

2015.9.21

Altitude: 73,02m





Taško Nr.	Gręž.CPT-1	Gręž.CPT-2	CPT Gr.-3
Altitude, m	73.16	73.07	73.02
Atstumas, m	17.00	18.50	

Priedas 6

LOKALINĖ SĄMATA

Sudaryta
pagal 2015.10
kainas

2015.12.02

Suma žiniaraščiui

5862.45 EUR

Sąm. eil.	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma	Kiekis	Kaina EUR	Iš viso EUR
1	1 N10P-0301	vnt.		1,0		
	Medinių santvarų ir arkų, surenkamų iš segmentų, montavimas, kai tarpatramis daugiau 18m iki 21m k1=1.05, k2=1.05					
	Darbo sąn. kateg. 3.8	žm.val.	26,0	27,3	5,24	143,05
120052	Tvirtinimo varžtai (statybiniai)	kg	21,8	21,8	1,93	42,07
260063	Metaliniai elementai	kg	415,0	415,0	1,95	809,25
261196	Medinės santvaros, arkos	vnt.	1,0	1,0		
534021	Neapipjaautos lentos 40mm st. ir daugiau (4rūš.)	m3	16,283	16,283	159,92	2603,98
534028	Pusrąščiai (spygl., 4 rūš.)	m3	2,106	2,106	159,92	336,79
489131	Kranas	maš.val	3,3	3,465	22,61	78,34
489244	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	maš.val	5,4	5,67	0,47	2,66
N10P-0301	Darbo užm. 143.05	Medžiagos 3792.09		Mechanizmai 81.00		Iš viso 4016.14
Iš viso skyriuje	1 Darbo užm. 143	Medžiagos 3792		Mechanizmai 81		Iš viso 4016
Viso žiniaraštyje	1 Darbo užm. 143	Medžiagos 3792		Mechanizmai 81		Iš viso 4016
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%			114		
	Papildomų mechanizmų vertė 3.00%					2
	Sezoniniai darbai 15.00% (0)					
	Specifiniai darbai 17.00%					

Papildomas darbo užmokestis 8.00%(143)		11			
	Viso:	154	3906	83	4143
Soc.draudimo išlaidos 31.00%(143+11)		48			
Statinio statybos išlaidos	Viso:	202	3906	83	4191
Statybviētės išlaidos 9.00%					377
Iš viso tiesioginės išlaidos					4568
Pridėtinės išlaidos 30.00%(143+11)					46
Pelnas 5.00%(4568+46)					231
Iš viso netiesioginės išlaidos					277
					Bendra vertė be PVM 4845
Pridėtinės vertės mokestis 21.00%					1017,45
					Bendra vertė su PVM 5862,45

DARBO UŽMOKESČIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2015.10 kainas

2016.01.01

Sąm. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Darbo sąnaudos žm./val.	Kategorija	Tarifinis atlygis	Darbo užmok. EUR
1								
1	N10P-0301	Medinių santvarų ir arkų, surenkamų iš segmentų, montavimas, kai tarptraimis daugiau 18m iki 21m k1=1.05, k2=1.05	vnt.	1,0	27,3	3,8	5,24	143,05
Iš viso skyriuje 1					27,3			143,0
Iš viso žiniaraštyje 1					27,3			143,0

MEDŽIAGŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2015.10 kainas

2016.01.01

Resurso kodas	Pavadinimas	Mato vnt	Kaina EUR	Kiekis	Vertė EUR
1	METALAS				
120052	Tvirtinimo varžtai (statybiniai)	kg	1,93	21,8	42,07
260063	Metaliniai elementai	kg	1,95	415,0	809,25
Iš viso					851,32
8	MEDŽIO GAMINIAI				
261196	Medinės santvaros, arkos	vnt		1,0	
534021	Neapipjaautos lentos 40mm st. ir daugiau (4rūš.)	m3	159,92	16,283	2603,98
534028	Pusrąščiai (spygl., 4 rūš.)	m3	159,92	2,106	336,79
Iš viso					2940,77
Iš viso					3792,09

MECHANIZMŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2015.10 kainas

2016.01.01

Resurso kodas	Pavadinimas	Darbo val. kaina EUR	Darbo valandų skaičius	Vertė EUR
489131	Kranas	22,61	3,465	78,34
489244	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	0,47	5,67	2,66
Iš viso				81,0

LOKALINĖ SĄMATA

Sudaryta pagal
2015.10 kainas

2015.12.02

Suma žiniaraščiui 5305.85 EUR

Sąm. eil.	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma	Kiekis	Kaina EUR	Iš viso EUR
1	1 N9P-0102	t		2,232		
	Metalinų gegnių ir pogeigninių santvarų montavimas, kai anga iki 24m, santvarų masė iki 3,0t k8=1.09					
	Darbo sąn. kateg. 4.5	žm.val.	15,4	34,3728	5,55	190,77
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	3,0	6,696	1,94	12,99
120051	Tvirtinimo varžtai (jvairūs)	kg	0,8	1,7856	1,93	3,45
520003	Plieninės statybinės konstrukcijos	t	1,0	2,232		3247,96
520349	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	1,0	2,232	1455,18	3,26
534001	Rąstai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	m3	0,01	0,02232		1,8
380004	Suvirinimo transformatorius	maš.val	3,9	8,7048	80,44	24,37
489034	Kranas ant automob. važiuoklės keliam.galios iki 10 t	maš.val	0,6	1,3392	2,8	30,28
489051	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam.galios	maš.val	0,8	1,7856	22,61	49,51
					27,73	
N9P-0102	Darbo užm. 190.77	Medžiagos 3269.46		Mechanizmai 104.16		Iš viso 3564.39
Iš viso skyriuje 1	Darbo užm. 191	Medžiagos 3269		Mechanizmai 104		Iš viso 3564
Viso žiniaraštyje 1	Darbo užm. 191	Medžiagos 3269		Mechanizmai 104		Iš viso 3564
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%			98		
	Papildomų mechanizmų vertė 3.00%				3	
	Sezoniniai darbai 15.00% (0)					
	Specifiniai darbai 17.00%		17			
	Papildomas darbo užmokestis 8.00%(191+17)		17			
	Viso:		225	3367	107	3699
	Soc.draudimo išlaidos 31.00%(191+17+17)		70			
	Statinio statybos išlaidos	Viso:	295	3367	107	3769
	Statybvietės išlaidos 9.00%					339
	Iš viso tiesioginės išlaidos					4108
	Pridėtinės išlaidos 30.00%(191+17+17)					68
	Pelnas 5.00%(4108+68)					209
	Iš viso netiesioginės išlaidos					277
					Bendra vertė be PVM	4385
	Pridėtinės vertės mokestis 21.00%					920,85
					Bendra vertė su PVM	5305,85

DARBO UŽMOKESČIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2015.10 kainas

2016.01.01

Sąm. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Darbo sąnaudos žm./val.	Kategorija	Tarifinis atlygis	Darbo užmok. EUR
1	N9P-0102	Metaliųjų gegnių ir pogežniųjų santvarų montavimas, kai anga iki 24m, santvarų masė iki 3,0t k8=1.09	t	2,232	34,37	4,5	5,55	190,77

Iš viso skyriuje 1

34,37

191,0

Iš viso žiniaraštyje 1

34,37

191,0

MECHANIZMŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2015.10 kainas

2016.01.01

Resurso kodas	Pavadinimas	Darbo val. kaina EUR	Darbo valandų skaičius	Vertė EUR
380004	Suvirinimo transformatorius	2,8	8,7048	24,37
489034	Kranas ant automob. važiuoklės keliam.galios iki 10 t	22,61	1,3392	30,28
489051	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam. galios	27,73	1,7856	49,51
Iš viso				104,16

MEDŽIAGŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2015.10 kainas

2016.01.01

Resurso kodas	Pavadinimas	Mato vnt	Kaina EUR	Kiekis	Vertė EUR
1 METALAS					
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	1,94	6,696	12,99
120051	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	1,93	1,7856	3,45
520003	Plieninės statybinės konstrukcijos	t	1455,18	2,232	3247,96
520349	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	1,46	2,232	3,26
Iš viso					3267,66
8 MEDŽIO GAMINIAI					
534001	Rąstai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	m3	80,44	0,02232	1,8
Iš viso					1,8
Iš viso					3269,46

Priedas 7**Programos „Autodesk Robot Structural Analysis” skaičiavimo duomenys**

Pastato konstrukciniai elementai

Bar	Node 1	Node 2	Section	Material	Length (m)	Gamma (Deg)	Type
1	291	150	TCAR 120x4	Steel	7,743	0,0	Rysiai
2	299	142	TCAR 120x4	Steel	7,743	0,0	Rysiai

3	299	144	TCAR 120x4	Steel	7,068	0,0	Rysiai
4	150	293	TCAR 120x4	Steel	7,068	0,0	Rysiai
5	293	120	TCAR 120x4	Steel	7,602	0,0	Rysiai
6	588	649	TCAR 100x4	Steel	5,450	0,0	Rysiai
7	586	647	TCAR 100x4	Steel	5,450	-0,0	Rysiai
8	649	682	TCAR 100x4	Steel	5,450	0,0	Rysiai
9	647	680	TCAR 100x4	Steel	5,450	-0,0	Rysiai
10	682	715	TCAR 100x4	Steel	5,450	0,0	Rysiai
11	680	713	TCAR 100x4	Steel	5,450	-0,0	Rysiai
12	715	748	TCAR 100x4	Steel	5,450	0,0	Rysiai
13	713	746	TCAR 100x4	Steel	5,450	-0,0	Rysiai
14	778	741	TCAR 120x4	Steel	7,132	0,0	Rysiai
15	774	745	TCAR 120x4	Steel	7,132	0,0	Rysiai
16	765	728	TCAR 120x4	Steel	7,132	0,0	Rysiai
17	761	732	TCAR 120x4	Steel	7,132	0,0	Rysiai
18	745	708	TCAR 120x4	Steel	7,132	0,0	Rysiai
19	741	712	TCAR 120x4	Steel	7,132	0,0	Rysiai
20	732	695	TCAR 120x4	Steel	7,132	0,0	Rysiai
21	728	699	TCAR 120x4	Steel	7,132	0,0	Rysiai
22	712	675	TCAR 120x4	Steel	7,132	0,0	Rysiai
23	708	679	TCAR 120x4	Steel	7,132	0,0	Rysiai
24	699	662	TCAR 120x4	Steel	7,132	0,0	Rysiai
25	695	666	TCAR 120x4	Steel	7,132	0,0	Rysiai
26	116	117	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 1
27	679	635	TCAR 120x4	Steel	7,132	0,0	Rysiai
28	675	639	TCAR 120x4	Steel	7,132	0,0	Rysiai
29	666	602	TCAR 120x4	Steel	7,132	0,0	Rysiai
30	120	121	IPE 240	S 275	9,972	-0,0	Sija 2
31	121	117	IPE 240	S 275	9,972	-0,0	Sija 2
32	662	606	TCAR 120x4	Steel	7,132	0,0	Rysiai
57	142	120	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 2
58	143	132	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 4
59	144	145	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
60	145	146	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
61	146	147	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
62	787	148	HEA 240	S 275	16,100	-90,0	Kolona 3
63	788	149	HEA 240	S 275	16,100	-90,0	Kolona 3
64	150	151	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
65	151	152	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
66	152	153	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
67	4	27	TCAR 100x4	S 235	5,450	0,0	Rysiai
68	27	50	TCAR 100x4	S 235	5,450	0,0	Rysiai
69	50	73	TCAR 100x4	S 235	5,450	0,0	Rysiai
70	73	96	TCAR 100x4	S 235	5,450	0,0	Rysiai
71	25	2	TCAR 100x4	S 235	5,450	0,0	Rysiai
72	48	25	TCAR 100x4	S 235	5,450	0,0	Rysiai
73	71	48	TCAR 100x4	S 235	5,450	0,0	Rysiai
74	94	71	TCAR 100x4	S 235	5,450	0,0	Rysiai

75	5	28	TCAR 100x4	S 235	5,450	-0,0	Rysiai
76	28	51	TCAR 100x4	S 235	5,450	-0,0	Rysiai
77	51	74	TCAR 100x4	S 235	5,450	-0,0	Rysiai
78	74	97	TCAR 100x4	S 235	5,450	-0,0	Rysiai
202	265	266	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 1
203	266	267	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
204	267	268	RECT 120x100x5	S 275	17,200	90,0	Apatinė juosta
205	268	269	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
206	269	270	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
207	270	266	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
208	267	271	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
209	271	272	TREC 80x40x4	S 275	2,227	90,0	Temp. spyris
210	272	273	SQUA 80x80x4	S 275	2,806	0,0	Gniuž. spyris
211	273	274	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
212	274	270	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
213	270	275	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
214	275	276	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
215	276	277	SQUA 80x80x4	S 275	2,804	0,0	Gniuž. spyris
216	277	278	TREC 80x40x4	S 275	2,229	90,0	Temp. spyris
217	278	268	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
233	291	269	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 2
234	292	281	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 4
235	293	294	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
236	294	295	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
237	295	296	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
238	294	297	HEA 240	S 275	10,000	-90,0	Kolona 3
239	295	298	HEA 240	S 275	10,000	-90,0	Kolona 3
240	299	300	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
241	300	301	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
242	301	302	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
243	303	304	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 1
244	304	305	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
245	305	306	RECT 120x100x5	S 275	17,200	90,0	Apatinė juosta
246	306	307	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
247	307	308	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
248	308	304	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
249	305	309	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
250	309	310	TREC 80x40x4	S 275	2,227	90,0	Temp. spyris
251	310	311	SQUA 80x80x4	S 275	2,806	0,0	Gniuž. spyris
252	311	312	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
253	312	308	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
254	308	313	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
255	313	314	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
256	314	315	SQUA 80x80x4	S 275	2,804	0,0	Gniuž. spyris
257	315	316	TREC 80x40x4	S 275	2,229	90,0	Temp. spyris
258	316	306	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
274	329	307	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 2
275	330	319	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 4

276	331	332	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
277	332	333	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
278	333	334	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
279	332	335	HEA 240	S 275	10,000	-90,0	Kolona 3
280	333	336	HEA 240	S 275	10,000	-90,0	Kolona 3
281	337	338	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
282	338	339	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
283	339	340	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
284	341	342	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 1
285	342	343	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
286	343	344	RECT 120x100x5	S 275	17,200	90,0	Apatinė juosta
287	344	345	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
288	345	346	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
289	346	342	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
290	343	347	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
291	347	348	TREC 80x40x4	S 275	2,227	90,0	Temp. spyris
292	348	349	SQUA 80x80x4	S 275	2,806	0,0	Gniuž. spyris
293	349	350	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
294	350	346	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
295	346	351	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
296	351	352	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
297	352	353	SQUA 80x80x4	S 275	2,804	0,0	Gniuž. spyris
298	353	354	TREC 80x40x4	S 275	2,229	90,0	Temp. spyris
299	354	344	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
315	367	345	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 2
316	368	357	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 4
317	369	370	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
318	370	371	HEA 340	S 275	6,600	0,0	Sija 1
319	371	372	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
320	370	373	HEA 240	S 275	10,000	-90,0	Kolona 3
321	371	374	HEA 240	S 275	10,000	-90,0	Kolona 3
322	375	376	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
323	376	377	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
324	377	378	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
325	379	380	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 1
326	380	381	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
327	381	382	RECT 120x100x5	S 275	17,200	90,0	Apatinė juosta
328	382	383	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
329	383	384	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
330	384	380	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
331	381	385	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
332	385	386	TREC 80x40x4	S 275	2,227	90,0	Temp. spyris
333	386	387	SQUA 80x80x4	S 275	2,806	0,0	Gniuž. spyris
334	387	388	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
335	388	384	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
336	384	389	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
337	389	390	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
338	390	391	SQUA 80x80x4	S 275	2,804	0,0	Gniuž. spyris

339	391	392	TREC 80x40x4	S 275	2,229	90,0	Temp. spyris
340	392	382	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
356	405	383	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 2
357	406	395	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 4
358	407	408	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
359	408	409	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
360	409	410	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
361	408	411	HEA 240	S 275	10,000	-90,0	Kolona 3
362	409	412	HEA 240	S 275	10,000	-90,0	Kolona 3
363	413	414	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
364	414	415	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
365	415	416	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
366	417	418	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 1
367	418	419	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
368	419	420	RECT 120x100x5	S 275	17,200	90,0	Apatinė juosta
369	420	421	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
370	421	422	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
371	422	418	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
372	419	423	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
373	423	424	TREC 80x40x4	S 275	2,227	90,0	Temp. spyris
374	424	425	SQUA 80x80x4	S 275	2,806	0,0	Gniuž. spyris
375	425	426	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
376	426	422	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
377	422	427	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
378	427	428	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
379	428	429	SQUA 80x80x4	S 275	2,804	0,0	Gniuž. spyris
380	429	430	TREC 80x40x4	S 275	2,229	90,0	Temp. spyris
381	430	420	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
397	443	421	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 2
398	444	433	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 4
399	445	446	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
400	446	447	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
401	447	448	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
402	446	449	HEA 240	S 275	10,000	-90,0	Kolona 3
403	447	450	HEA 240	S 275	10,000	-90,0	Kolona 3
404	451	452	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
405	452	453	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
406	453	454	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
407	455	456	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 1
411	459	460	IPE 240	S 275	9,972	-0,0	Sija 2
412	460	456	IPE 240	S 275	9,972	-0,0	Sija 2
438	481	459	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 2
439	482	471	HEA 240	S 275	15,300	-90,0	Kolona 4
440	483	484	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
441	484	485	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
442	485	486	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
443	793	487	HEA 240	S 275	16,100	-90,0	Kolona 3
444	794	488	HEA 240	S 275	16,100	-90,0	Kolona 3

445	489	490	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
446	490	491	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
447	491	492	HEA 360	S 275	6,600	0,0	Sija 1
468	117	273	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
469	266	789	TCAR 120x4	S 235	8,597	-0,0	Rysiai
470	266	311	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
471	304	273	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
472	304	349	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
473	342	311	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
474	342	387	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
475	380	349	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
476	380	425	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
477	418	387	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
478	418	795	TCAR 120x4	S 235	8,597	-0,0	Rysiai
479	456	425	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
495	269	791	TCAR 120x4	S 235	8,597	0,0	Rysiai
496	269	314	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
497	307	276	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
498	307	352	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
499	345	314	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
500	345	390	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
501	383	352	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
502	383	428	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
503	421	390	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
504	421	797	TCAR 120x4	S 235	8,597	-0,0	Rysiai
505	459	428	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
506	120	285	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
507	269	787	TCAR 120x4	S 235	8,597	-0,0	Rysiai
508	269	323	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
509	307	285	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
510	307	361	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
511	345	323	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
512	345	399	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
513	383	361	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
514	383	437	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
515	421	399	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
516	421	793	TCAR 120x4	S 235	8,597	-0,0	Rysiai
517	459	437	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
518	132	288	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
519	281	788	TCAR 120x4	S 235	8,597	0,0	Rysiai
520	281	326	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
521	319	288	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
522	319	364	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
523	357	326	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
524	357	402	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
525	395	364	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
526	395	440	TCAR 120x4	S 235	8,596	-0,0	Rysiai
527	433	402	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai

528	433	794	TCAR 120x4	S 235	8,597	-0,0	Rysiai
529	471	440	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
530	567	2	TCAR 120x4	Steel	0,725	0,0	Rysiai
531	568	4	TCAR 120x4	Steel	0,725	0,0	Rysiai
535	132	133	IPE 240	S 275	9,972	-0,0	Sija 2
536	133	120	IPE 240	S 275	9,972	-0,0	Sija 2
547	269	502	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
548	502	503	RECT 120x100x5	S 275	17,200	90,0	Apatinė juosta
549	503	281	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
550	281	282	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
551	282	269	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
552	502	514	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
553	514	515	TREC 80x40x4	S 275	2,227	90,0	Temp. spyris
554	515	285	SQUA 80x80x4	S 275	2,806	0,0	Gniuž. spyris
555	285	517	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
556	517	282	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
557	282	518	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
558	518	288	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
559	288	520	SQUA 80x80x4	S 275	2,804	0,0	Gniuž. spyris
560	520	521	TREC 80x40x4	S 275	2,229	90,0	Temp. spyris
561	521	503	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
562	307	522	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
563	522	523	RECT 120x100x5	S 275	17,200	90,0	Apatinė juosta
564	523	319	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
565	319	320	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
566	320	307	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
567	522	524	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
568	524	525	TREC 80x40x4	S 275	2,227	90,0	Temp. spyris
569	525	323	SQUA 80x80x4	S 275	2,806	0,0	Gniuž. spyris
570	323	527	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
571	527	320	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
572	320	528	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
573	528	326	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
574	326	529	SQUA 80x80x4	S 275	2,804	0,0	Gniuž. spyris
575	529	530	TREC 80x40x4	S 275	2,229	90,0	Temp. spyris
576	530	523	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
577	345	531	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
578	531	532	RECT 120x100x5	S 275	17,200	90,0	Apatinė juosta
579	532	357	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
580	357	358	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
581	358	345	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
582	531	533	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
583	533	534	TREC 80x40x4	S 275	2,227	90,0	Temp. spyris
584	534	361	SQUA 80x80x4	S 275	2,806	0,0	Gniuž. spyris
585	361	536	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
586	536	358	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
587	358	537	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
588	537	364	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris

589	364	538	SQUA 80x80x4	S 275	2,804	0,0	Gniuž. spyris
590	538	539	TREC 80x40x4	S 275	2,229	90,0	Temp. spyris
591	539	532	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
592	383	540	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
593	540	541	RECT 120x100x5	S 275	17,200	90,0	Apatinė juosta
594	541	395	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
595	395	396	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
596	396	383	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
597	540	542	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
598	542	543	TREC 80x40x4	S 275	2,227	90,0	Temp. spyris
599	543	399	SQUA 80x80x4	S 275	2,806	0,0	Gniuž. spyris
600	399	545	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
601	545	396	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
602	396	546	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
603	546	402	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
604	402	547	SQUA 80x80x4	S 275	2,804	0,0	Gniuž. spyris
605	547	548	TREC 80x40x4	S 275	2,229	90,0	Temp. spyris
606	548	541	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
607	421	549	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
608	549	550	RECT 120x100x5	S 275	17,200	90,0	Apatinė juosta
609	550	433	TREC 80x40x4	S 275	1,838	90,0	Temp. spyris
610	433	434	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
611	434	421	RECT 150x100x7.1	S 275	9,972	-0,0	Viršutinė juosta
612	549	551	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
613	551	552	TREC 80x40x4	S 275	2,227	90,0	Temp. spyris
614	552	437	SQUA 80x80x4	S 275	2,806	0,0	Gniuž. spyris
615	437	554	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
616	554	434	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
617	434	555	TREC 80x40x4	S 275	3,035	90,0	Temp. spyris
618	555	440	SQUA 80x80x4	S 275	2,628	0,0	Gniuž. spyris
619	440	556	SQUA 80x80x4	S 275	2,804	0,0	Gniuž. spyris
620	556	557	TREC 80x40x4	S 275	2,229	90,0	Temp. spyris
621	557	550	SQUA 80x80x4	S 275	2,625	0,0	Gniuž. spyris
625	471	472	IPE 240	S 275	9,972	-0,0	Sija 2
626	472	459	IPE 240	S 275	9,972	-0,0	Sija 2
642	96	97	TCAR 150x5	S 275	10,534	0,0	Virš. juosta (rėmas)
643	97	94	TCAR 150x5	S 275	10,534	0,0	Virš. juosta (rėmas)
644	586	587	TCAR 150x5	S 275	9,328	0,0	Apat. juosta (rėmas)
645	587	588	TCAR 150x5	S 275	9,328	0,0	Apat. juosta (rėmas)
646	601	95	TCAR 150x5	S 275	6,905	0,0	Išor. juosta (rėmas)
647	634	93	TCAR 150x5	S 275	6,905	0,0	Išor. juosta (rėmas)
648	588	591	TCAR 150x5	S 275	6,982	0,0	Vidin. juosta (rėmas)
649	586	592	TCAR 150x5	S 275	6,982	0,0	Vidin. juosta (rėmas)
650	96	586	SQUA 80x80x4	S 275	1,961	0,0	Temp. spyris
651	586	642	SQUA 80x80x4	S 275	1,860	0,0	Temp. spyris
652	642	594	SQUA 80x80x4	S 275	1,684	0,0	Temp. spyris
653	594	643	SQUA 80x80x4	S 275	1,686	0,0	Temp. spyris
654	643	596	SQUA 80x80x4	S 275	1,477	0,0	Temp. spyris

655	596	644	SQUA 80x80x4	S 275	1,479	0,0	Temp. spyris
656	644	598	SQUA 80x80x4	S 275	1,297	0,0	Temp. spyris
657	598	646	SQUA 80x80x4	S 275	1,298	0,0	Temp. spyris
658	646	600	SQUA 80x80x4	S 275	1,156	0,0	Temp. spyris
659	600	97	SQUA 80x80x4	S 275	1,164	0,0	Temp. spyris
660	97	587	SQUA 80x80x4	S 275	0,385	0,0	Temp. spyris
661	601	586	SQUA 80x80x4	S 275	1,627	0,0	Temp. spyris
662	586	602	SQUA 80x80x4	S 275	1,995	0,0	Temp. spyris
663	602	603	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	0,0	Temp. spyris
664	603	604	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	0,0	Temp. spyris
665	604	605	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	0,0	Temp. spyris
666	605	606	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	0,0	Temp. spyris
667	606	592	SQUA 80x80x4	S 275	1,294	0,0	Temp. spyris
668	592	95	SQUA 80x80x4	S 275	0,593	0,0	Temp. spyris
687	97	626	SQUA 80x80x4	S 275	1,164	0,0	Temp. spyris
688	626	627	SQUA 80x80x4	S 275	1,156	0,0	Temp. spyris
689	627	628	SQUA 80x80x4	S 275	1,298	0,0	Temp. spyris
690	628	103	SQUA 80x80x4	S 275	1,297	0,0	Temp. spyris
691	103	630	SQUA 80x80x4	S 275	1,479	0,0	Temp. spyris
692	630	101	SQUA 80x80x4	S 275	1,477	0,0	Temp. spyris
693	101	632	SQUA 80x80x4	S 275	1,686	0,0	Temp. spyris
694	632	99	SQUA 80x80x4	S 275	1,684	0,0	Temp. spyris
695	99	588	SQUA 80x80x4	S 275	1,860	0,0	Temp. spyris
696	588	94	SQUA 80x80x4	S 275	1,961	0,0	Temp. spyris
697	588	634	SQUA 80x80x4	S 275	1,627	0,0	Temp. spyris
698	588	635	SQUA 80x80x4	S 275	1,995	0,0	Temp. spyris
699	635	636	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	0,0	Temp. spyris
700	636	637	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	0,0	Temp. spyris
701	637	638	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	0,0	Temp. spyris
702	638	639	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	0,0	Temp. spyris
703	639	591	SQUA 80x80x4	S 275	1,294	0,0	Temp. spyris
704	591	93	SQUA 80x80x4	S 275	0,593	0,0	Temp. spyris
705	94	634	SQUA 80x80x4	S 275	1,095	0,0	Temp. spyris
706	96	601	SQUA 80x80x4	S 275	1,095	0,0	Temp. spyris
707	73	74	TCAR 150x5	S 275	10,534	0,0	Virš. juosta (rėmas)
708	74	71	TCAR 150x8	S 275	10,534	0,0	Virš. juosta (rėmas)
709	647	648	TCAR 150x5	S 275	9,328	0,0	Apat. juosta (rėmas)
710	648	649	TCAR 150x5	S 275	9,328	0,0	Apat. juosta (rėmas)
711	650	72	TCAR 150x5	S 275	6,905	0,0	Išor. juosta (rėmas)
712	651	70	TCAR 150x5	S 275	6,905	0,0	Išor. juosta (rėmas)
713	649	652	TCAR 150x5	S 275	6,982	0,0	Vidin. juosta (rėmas)
714	647	653	TCAR 150x5	S 275	6,982	-0,0	Vidin. juosta (rėmas)
715	73	647	SQUA 80x80x4	S 275	1,961	0,0	Temp. spyris
716	647	654	SQUA 80x80x4	S 275	1,860	0,0	Temp. spyris
717	654	655	SQUA 80x80x4	S 275	1,684	0,0	Temp. spyris
718	655	656	SQUA 80x80x4	S 275	1,686	0,0	Temp. spyris
719	656	657	SQUA 80x80x4	S 275	1,477	0,0	Temp. spyris
720	657	658	SQUA 80x80x4	S 275	1,479	0,0	Temp. spyris

721	658	659	SQUA 80x80x4	S 275	1,297	0,0	Temp. spyris
722	659	660	SQUA 80x80x4	S 275	1,298	0,0	Temp. spyris
723	660	661	SQUA 80x80x4	S 275	1,156	0,0	Temp. spyris
724	661	74	SQUA 80x80x4	S 275	1,164	0,0	Temp. spyris
725	74	648	SQUA 80x80x4	S 275	0,385	0,0	Temp. spyris
726	650	647	SQUA 80x80x4	S 275	1,627	0,0	Temp. spyris
727	647	662	SQUA 80x80x4	S 275	1,995	-0,0	Temp. spyris
728	662	663	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	0,0	Temp. spyris
729	663	664	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	-0,0	Temp. spyris
730	664	665	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	0,0	Temp. spyris
731	665	666	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	-0,0	Temp. spyris
732	666	653	SQUA 80x80x4	S 275	1,294	0,0	Temp. spyris
733	653	72	SQUA 80x80x4	S 275	0,593	-0,0	Temp. spyris
734	74	667	SQUA 80x80x4	S 275	1,164	0,0	Temp. spyris
735	667	668	SQUA 80x80x4	S 275	1,156	0,0	Temp. spyris
736	668	669	SQUA 80x80x4	S 275	1,298	0,0	Temp. spyris
737	669	670	SQUA 80x80x4	S 275	1,297	0,0	Temp. spyris
738	670	671	SQUA 80x80x4	S 275	1,479	0,0	Temp. spyris
739	671	672	SQUA 80x80x4	S 275	1,477	0,0	Temp. spyris
740	672	673	SQUA 80x80x4	S 275	1,686	0,0	Temp. spyris
741	673	674	SQUA 80x80x4	S 275	1,684	0,0	Temp. spyris
742	674	649	SQUA 80x80x4	S 275	1,860	0,0	Temp. spyris
743	649	71	SQUA 80x80x4	S 275	1,961	0,0	Temp. spyris
744	649	651	SQUA 80x80x4	S 275	1,627	0,0	Temp. spyris
745	649	675	SQUA 80x80x4	S 275	1,995	0,0	Temp. spyris
746	675	676	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	-0,0	Temp. spyris
747	676	677	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	0,0	Temp. spyris
748	677	678	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	-0,0	Temp. spyris
749	678	679	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	0,0	Temp. spyris
750	679	652	SQUA 80x80x4	S 275	1,294	-0,0	Temp. spyris
751	652	70	SQUA 80x80x4	S 275	0,593	0,0	Temp. spyris
752	73	650	SQUA 80x80x4	S 275	1,095	0,0	Temp. spyris
753	50	51	TCAR 150x5	S 275	10,534	0,0	Virš. juosta (rėmas)
754	51	48	TCAR 150x8	S 275	10,534	0,0	Virš. juosta (rėmas)
755	680	681	TCAR 150x5	S 275	9,328	0,0	Apat. juosta (rėmas)
756	681	682	TCAR 150x5	S 275	9,328	0,0	Apat. juosta (rėmas)
757	683	49	TCAR 150x5	S 275	6,905	0,0	Išor. juosta (rėmas)
758	684	47	TCAR 150x5	S 275	6,905	0,0	Išor. juosta (rėmas)
759	682	685	TCAR 150x5	S 275	6,982	0,0	Vidin. juosta (rėmas)
760	680	686	TCAR 150x5	S 275	6,982	-0,0	Vidin. juosta (rėmas)
761	50	680	SQUA 80x80x4	S 275	1,961	0,0	Temp. spyris
762	680	687	SQUA 80x80x4	S 275	1,860	0,0	Temp. spyris
763	687	688	SQUA 80x80x4	S 275	1,684	0,0	Temp. spyris
764	688	689	SQUA 80x80x4	S 275	1,686	0,0	Temp. spyris
765	689	690	SQUA 80x80x4	S 275	1,477	0,0	Temp. spyris
766	690	691	SQUA 80x80x4	S 275	1,479	0,0	Temp. spyris
767	691	692	SQUA 80x80x4	S 275	1,297	0,0	Temp. spyris
768	692	693	SQUA 80x80x4	S 275	1,298	0,0	Temp. spyris

769	693	694	SQUA 80x80x4	S 275	1,156	0,0	Temp. spyris
770	694	51	SQUA 80x80x4	S 275	1,164	0,0	Temp. spyris
771	51	681	SQUA 80x80x4	S 275	0,385	0,0	Temp. spyris
772	683	680	SQUA 80x80x4	S 275	1,627	0,0	Temp. spyris
773	680	695	SQUA 80x80x4	S 275	1,995	-0,0	Temp. spyris
774	695	696	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	0,0	Temp. spyris
775	696	697	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	-0,0	Temp. spyris
776	697	698	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	0,0	Temp. spyris
777	698	699	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	-0,0	Temp. spyris
778	699	686	SQUA 80x80x4	S 275	1,294	0,0	Temp. spyris
779	686	49	SQUA 80x80x4	S 275	0,593	-0,0	Temp. spyris
780	51	700	SQUA 80x80x4	S 275	1,164	0,0	Temp. spyris
781	700	701	SQUA 80x80x4	S 275	1,156	0,0	Temp. spyris
782	701	702	SQUA 80x80x4	S 275	1,298	0,0	Temp. spyris
783	702	703	SQUA 80x80x4	S 275	1,297	0,0	Temp. spyris
784	703	704	SQUA 80x80x4	S 275	1,479	0,0	Temp. spyris
785	704	705	SQUA 80x80x4	S 275	1,477	0,0	Temp. spyris
786	705	706	SQUA 80x80x4	S 275	1,686	0,0	Temp. spyris
787	706	707	SQUA 80x80x4	S 275	1,684	0,0	Temp. spyris
788	707	682	SQUA 80x80x4	S 275	1,860	0,0	Temp. spyris
789	682	48	SQUA 80x80x4	S 275	1,961	0,0	Temp. spyris
790	682	684	SQUA 80x80x4	S 275	1,627	0,0	Temp. spyris
791	682	708	SQUA 80x80x4	S 275	1,995	0,0	Temp. spyris
792	708	709	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	-0,0	Temp. spyris
793	709	710	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	0,0	Temp. spyris
794	710	711	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	-0,0	Temp. spyris
795	711	712	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	0,0	Temp. spyris
796	712	685	SQUA 80x80x4	S 275	1,294	-0,0	Temp. spyris
797	685	47	SQUA 80x80x4	S 275	0,593	0,0	Temp. spyris
798	50	683	SQUA 80x80x4	S 275	1,095	0,0	Temp. spyris
799	27	28	TCAR 150x5	S 275	10,534	0,0	Virš. juosta (rėmas)
800	28	25	TCAR 150x5	S 275	10,534	0,0	Virš. juosta (rėmas)
801	713	714	TCAR 150x5	S 275	9,328	0,0	Apat. juosta (rėmas)
802	714	715	TCAR 150x5	S 275	9,328	0,0	Apat. juosta (rėmas)
803	716	26	TCAR 150x5	S 275	6,905	0,0	Išor. juosta (rėmas)
804	717	24	TCAR 150x5	S 275	6,905	0,0	Išor. juosta (rėmas)
805	715	718	TCAR 150x5	S 275	6,982	0,0	Vidin. juosta (rėmas)
806	713	719	TCAR 150x5	S 275	6,982	-0,0	Vidin. juosta (rėmas)
807	27	713	SQUA 80x80x4	S 275	1,961	0,0	Temp. spyris
808	713	720	SQUA 80x80x4	S 275	1,860	0,0	Temp. spyris
809	720	721	SQUA 80x80x4	S 275	1,684	0,0	Temp. spyris
810	721	722	SQUA 80x80x4	S 275	1,686	0,0	Temp. spyris
811	722	723	SQUA 80x80x4	S 275	1,477	0,0	Temp. spyris
812	723	724	SQUA 80x80x4	S 275	1,479	0,0	Temp. spyris
813	724	725	SQUA 80x80x4	S 275	1,297	0,0	Temp. spyris
814	725	726	SQUA 80x80x4	S 275	1,298	0,0	Temp. spyris
815	726	727	SQUA 80x80x4	S 275	1,156	0,0	Temp. spyris
816	727	28	SQUA 80x80x4	S 275	1,164	0,0	Temp. spyris

817	28	714	SQUA 80x80x4	S 275	0,385	0,0	Temp. spyris
818	716	713	SQUA 80x80x4	S 275	1,627	0,0	Temp. spyris
819	713	728	SQUA 80x80x4	S 275	1,995	-0,0	Temp. spyris
820	728	729	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	0,0	Temp. spyris
821	729	730	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	-0,0	Temp. spyris
822	730	731	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	0,0	Temp. spyris
823	731	732	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	-0,0	Temp. spyris
824	732	719	SQUA 80x80x4	S 275	1,294	0,0	Temp. spyris
825	719	26	SQUA 80x80x4	S 275	0,593	-0,0	Temp. spyris
826	28	733	SQUA 80x80x4	S 275	1,164	0,0	Temp. spyris
827	733	734	SQUA 80x80x4	S 275	1,156	0,0	Temp. spyris
828	734	735	SQUA 80x80x4	S 275	1,298	0,0	Temp. spyris
829	735	736	SQUA 80x80x4	S 275	1,297	0,0	Temp. spyris
830	736	737	SQUA 80x80x4	S 275	1,479	0,0	Temp. spyris
831	737	738	SQUA 80x80x4	S 275	1,477	0,0	Temp. spyris
832	738	739	SQUA 80x80x4	S 275	1,686	0,0	Temp. spyris
833	739	740	SQUA 80x80x4	S 275	1,684	0,0	Temp. spyris
834	740	715	SQUA 80x80x4	S 275	1,860	0,0	Temp. spyris
835	715	25	SQUA 80x80x4	S 275	1,961	0,0	Temp. spyris
836	715	717	SQUA 80x80x4	S 275	1,627	0,0	Temp. spyris
837	715	741	SQUA 80x80x4	S 275	1,995	0,0	Temp. spyris
838	741	742	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	-0,0	Temp. spyris
839	742	743	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	0,0	Temp. spyris
840	743	744	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	-0,0	Temp. spyris
841	744	745	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	0,0	Temp. spyris
842	745	718	SQUA 80x80x4	S 275	1,294	-0,0	Temp. spyris
843	718	24	SQUA 80x80x4	S 275	0,593	0,0	Temp. spyris
844	27	716	SQUA 80x80x4	S 275	1,095	0,0	Temp. spyris
845	4	5	TCAR 150x5	S 275	10,534	0,0	Virš. juosta (rėmas)
846	5	2	TCAR 150x5	S 275	10,534	0,0	Virš. juosta (rėmas)
847	746	747	TCAR 150x5	S 275	9,328	0,0	Apat. juosta (rėmas)
848	747	748	TCAR 150x5	S 275	9,328	0,0	Apat. juosta (rėmas)
849	749	3	TCAR 150x5	S 275	6,905	0,0	Išor. juosta (rėmas)
850	750	1	TCAR 150x5	S 275	6,905	0,0	Išor. juosta (rėmas)
851	748	751	TCAR 150x5	S 275	6,982	0,0	Vidin. juosta (rėmas)
852	746	752	TCAR 150x5	S 275	6,982	-0,0	Vidin. juosta (rėmas)
853	4	746	SQUA 80x80x4	S 275	1,961	0,0	Temp. spyris
854	746	753	SQUA 80x80x4	S 275	1,860	0,0	Temp. spyris
855	753	754	SQUA 80x80x4	S 275	1,684	0,0	Temp. spyris
856	754	755	SQUA 80x80x4	S 275	1,686	0,0	Temp. spyris
857	755	756	SQUA 80x80x4	S 275	1,477	0,0	Temp. spyris
858	756	757	SQUA 80x80x4	S 275	1,479	0,0	Temp. spyris
859	757	758	SQUA 80x80x4	S 275	1,297	0,0	Temp. spyris
860	758	759	SQUA 80x80x4	S 275	1,298	0,0	Temp. spyris
861	759	760	SQUA 80x80x4	S 275	1,156	0,0	Temp. spyris
862	760	5	SQUA 80x80x4	S 275	1,164	0,0	Temp. spyris
863	5	747	SQUA 80x80x4	S 275	0,385	0,0	Temp. spyris
864	749	746	SQUA 80x80x4	S 275	1,627	0,0	Temp. spyris

865	746	761	SQUA 80x80x4	S 275	1,995	-0,0	Temp. spyris
866	761	762	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	0,0	Temp. spyris
867	762	763	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	-0,0	Temp. spyris
868	763	764	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	0,0	Temp. spyris
869	764	765	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	-0,0	Temp. spyris
870	765	752	SQUA 80x80x4	S 275	1,294	0,0	Temp. spyris
871	752	3	SQUA 80x80x4	S 275	0,593	-0,0	Temp. spyris
872	5	766	SQUA 80x80x4	S 275	1,164	0,0	Temp. spyris
873	766	767	SQUA 80x80x4	S 275	1,156	0,0	Temp. spyris
874	767	768	SQUA 80x80x4	S 275	1,298	0,0	Temp. spyris
875	768	769	SQUA 80x80x4	S 275	1,297	0,0	Temp. spyris
876	769	770	SQUA 80x80x4	S 275	1,479	0,0	Temp. spyris
877	770	771	SQUA 80x80x4	S 275	1,477	0,0	Temp. spyris
878	771	772	SQUA 80x80x4	S 275	1,686	0,0	Temp. spyris
879	772	773	SQUA 80x80x4	S 275	1,684	0,0	Temp. spyris
880	773	748	SQUA 80x80x4	S 275	1,860	0,0	Temp. spyris
881	748	2	SQUA 80x80x4	S 275	1,961	0,0	Temp. spyris
882	748	750	SQUA 80x80x4	S 275	1,627	0,0	Temp. spyris
883	748	774	SQUA 80x80x4	S 275	1,995	0,0	Temp. spyris
884	774	775	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	-0,0	Temp. spyris
885	775	776	SQUA 80x80x4	S 275	1,722	0,0	Temp. spyris
886	776	777	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	-0,0	Temp. spyris
887	777	778	SQUA 80x80x4	S 275	1,484	0,0	Temp. spyris
888	778	751	SQUA 80x80x4	S 275	1,294	-0,0	Temp. spyris
889	751	1	SQUA 80x80x4	S 275	0,593	0,0	Temp. spyris
890	4	749	SQUA 80x80x4	S 275	1,095	0,0	Temp. spyris
891	71	651	SQUA 80x80x4	S 275	1,095	0,0	Temp. spyris
892	48	684	SQUA 80x80x4	S 275	1,095	0,0	Temp. spyris
893	25	717	SQUA 80x80x4	S 275	1,095	0,0	Temp. spyris
894	2	750	SQUA 80x80x4	S 275	1,095	0,0	Temp. spyris
895	120	276	TCAR 120x4	S 235	8,596	0,0	Rysiai
896	144	269	TCAR 120x4	Steel	7,602	0,0	Rysiai
897	789	790	HEA 240	S 275	16,100	-90,0	Kolona 3
898	791	792	HEA 240	S 275	16,100	-90,0	Kolona 3
899	795	796	HEA 240	S 275	16,100	-90,0	Kolona 3
900	797	798	HEA 240	S 275	16,100	-90,0	Kolona 3

Elementų skerspjūvis

Section name	Bar list	AX (cm2)	AY (cm2)	AZ (cm2)	IX (cm4)	IY (cm4)	IZ (cm4)
TCAR 150x8	708 754	43,460	19,316	19,316	2353,000	1424,000	1424,000
HEA 360	59to61 64to66 235to237 240to242 276to278 281to283 317 319 322to324 358to360 363to365 399to401 404to406 440to442 445to447	142,758	101,006	36,863	147,000	33089,800	7886,840
IPE 240	30 31 411 412 535 536 625 626	39,116	23,932	15,057	11,600	3891,630	283,634
HEA 340	318	133,473	95,306	33,247	123,000	27693,100	7436,000

TCAR 150x5	642to649 707 709to714 753 755to760 799to806 845to852	28,227	12,547	12,547	1556,000	974,900	974,900
HEA 240	26 57 58 62 63 202to407By41 233to438By41 234to439By41 238to443By41 239to444By41 897to900	76,836	55,443	18,532	38,200	7763,180	2768,810
RECT 120x100x5	204to368By41 548to608By15	20,360	10,000	12,000	582,860	419,310	316,270
RECT 150x100x7.1	206to370By41 207to371By41 550to610By15 551to611By15	31,750	14,200	21,300	1095,500	926,940	493,620
TREC 80x40x4	203to367By41 205to369By41 209to373By41 212to376By41 213to377By41 216to380By41 547to607By15 549to609By15 553to613By15 556to616By15 557to617By15 560to620By15	8,883	3,948	3,948	55,140	69,580	22,550
SQUA 80x80x4	208to217By3 210to374By41 215to379By41 249to258By3 290to299By3 331to340By3 372to381By3 552to561By3 554to614By15 559to619By15 567to576By3 582to591By3 597to606By3 612to621By3 650to668 687to706 715to752 761to798 807to844 853to894	11,748	6,400	6,400	180,440	111,043	111,043
TCAR 100x4	6to13 67to78	15,280	6,791	6,791	360,600	234,000	234,000
TCAR 120x4	1to5 14to25 27to29 32 468to479 495to531 895 896	18,480	8,213	8,213	634,300	413,500	413,500

Elementų medžiagos

	Materia I	E (MPa)	G (MPa)	NI	LX (1/°C)	RO (kN/m3)	Re (MPa)
1	Steel	210000,00	81000,00	0,30	0,00	77,010	235,00
2	S 275	210000,00	81000,00	0,30	0,00	77,010	275,00
3	S 235	210000,00	81000,00	0,30	0,00	77,010	235,00

Atramos

Support name	List of nodes	List of edges	List of objects	Support conditions
Pinned	640 641 779to786			UX UY UZ
Fixed	116 142 143 148 149 265to455By38 291to481By38 292to482By38 297to487By38 298to488By38 790 792 796 798			UX UY UZ RX RY RZ

Pastatų veikiančios apkrovos

Case	Label	Case name	Nature	Analysis type
1	DL1	Nuosavas svoris	Structural	Static - Linear
2	DL11	Nuolatinė apkrova	Structural	Static - Linear
3	SN1	Sniego apkrova (visa)	snow	Static - Linear
4	SN2	Sniego apkrova (kairė pusė)	snow	Static - Linear
5	SN3	Sniego apkrova (dešinė pusė)	snow	Static - Linear
6	W1	Vėjo apkrova X+	wind	Static - Linear
7	W2	Vėjo apkrova X-	wind	Static - Linear
8	W3	Vėjo apkrova Y+	wind	Static - Linear
9	W4	Vėjo apkrova Y-	wind	Static - Linear
101		Derinys 1	Structural	Linear Combination
102		Derinys 2	Structural	Linear Combination
103		Derinys 3	Structural	Linear Combination
104		Derinys 4	Structural	Linear Combination
105		Derinys 5	Structural	Linear Combination
106		Derinys 6	Structural	Linear Combination
107		Derinys 7	Structural	Linear Combination
108		Derinys 8	Structural	Linear Combination
109		Derinys 9	Structural	Linear Combination
110	L1	Naudojimo apkrova	Category C	Static - Linear
111		$ULS/1=1*1.35 + 2*1.35 + 110*1.50 + 9*0.90 + 3*0.75$	Structural	Linear Combination
112		$ULS/2=1*1.35 + 2*1.35 + 110*1.50 + 9*0.90$	Structural	Linear Combination
113		$ULS/3=1*1.35 + 2*1.35 + 110*1.50 + 3*0.75$	Structural	Linear Combination
114		$ULS/4=1*1.35 + 2*1.35 + 110*1.50$	Structural	Linear Combination
115		$ULS/5=1*1.35 + 2*1.35$	Structural	Linear Combination
116		$ULS/19=1*1.35 + 2*1.35 + 110*1.05 + 9*0.90 + 3*1.50$	Structural	Linear Combination
117		$ULS/20=1*1.35 + 2*1.35 + 110*1.05 + 3*1.50$	Structural	Linear Combination
118		$ULS/21=1*1.35 + 2*1.35 + 9*0.90 + 3*1.50$	Structural	Linear Combination
119		$ULS/22=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.50$	Structural	Linear Combination
120		$SLS:CHR/1=1*1.00 + 2*1.00 + 110*1.00 + 9*0.60 + 3*0.50$	dead	Linear Combination
121		$SLS:CHR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 110*1.00 + 9*0.60$	dead	Linear Combination
122		$SLS:CHR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 110*1.00 + 3*0.50$	dead	Linear Combination
123		$SLS:CHR/4=1*1.00 + 2*1.00 + 110*1.00$	dead	Linear Combination
124		$SLS:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00$	dead	Linear Combination
125		$SLS:CHR/6=1*1.00 + 2*1.00 + 110*0.70 + 9*1.00 + 3*0.50$	dead	Linear Combination
126		$SLS:CHR/7=1*1.00 + 2*1.00 + 110*0.70 + 9*1.00$	dead	Linear Combination
127		$SLS:CHR/8=1*1.00 + 2*1.00 + 9*1.00 + 3*0.50$	dead	Linear Combination
128		$SLS:CHR/9=1*1.00 + 2*1.00 + 9*1.00$	dead	Linear Combination
129		$SLS:CHR/10=1*1.00 + 2*1.00 + 110*0.70 + 9*0.60 + 3*1.00$	dead	Linear Combination
130		$SLS:CHR/11=1*1.00 + 2*1.00 + 110*0.70 + 3*1.00$	dead	Linear Combination
131		$SLS:CHR/12=1*1.00 + 2*1.00 + 9*0.60 + 3*1.00$	dead	Linear Combination
132		$SLS:CHR/13=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00$	dead	Linear Combination

Apkrovų reikšmės

Case	Load type	List	Load values
1	self-weight	1to32 57to78 202to217 233to258 274to299 315to340 356to381 397to407 438to448 450to462 468to479 495to531 547to621 411 412 535 536 625 626 642to668 687to900	PZ Negative Factor=1,00
2	nodal force	74 654to660By2 668to674By2	FZ=-6,944(kN)
2	nodal force	28 51 687to693By2 701to707By2 720to726By2 734to740By2	FZ=-6,944(kN)
2	nodal force	5 25 27 48 50 71 73 97to103By2 627 642to644 646 753to759By2 767to773By2	FZ=-3,472(kN)
2	nodal force	2 4 94 96	FZ=-1,736(kN)
2	(FE) uniform	452to455	PZ=-0,469(kN/m2)
2	(FE) uniform	461 462	PZ=-4,703(kN/m2)
3	nodal force	28 51 74 654to660By2 668to674By2 687to693By2 701to707By2 720to726By2 734to740By2	FZ=-12,906(kN)
3	nodal force	5 25 27 48 50 71 73 97to103By2 627 642to644 646 753to759By2 767to773By2	FZ=-6,453(kN)
3	nodal force	2 4 94 96	FZ=-3,227(kN)
3	(FE) uniform	452to455	PZ=-1,200(kN/m2) projected
3	uniform load		PZ=-6,540(kN/m)
4	(FE) uniform	452	PZ=-1,200(kN/m2) projected
4	nodal force	5 27 50 73 97 642to644 646 753to759By2	FZ=-6,453(kN)
4	nodal force	28 51 74 654to660By2 687to693By2 720to726By2	FZ=-12,906(kN)
4	nodal force	4 96	FZ=-3,227(kN)
5	(FE) uniform	455	PZ=-1,200(kN/m2) projected
5	nodal force	28 51 74 668to674By2 701to707By2 734to740By2	FZ=-12,906(kN)
5	nodal force	5 25 48 71 97to103By2 627 767to773By2	FZ=-6,453(kN)
5	nodal force	2 94	FZ=-3,227(kN)

6	nodal force	28 51 74 654to660By2 668to674By2 687to693By2 701to707By2 720to726By2 734to740By2	FZ=1,831(kN)
6	nodal force	5 25 27 48 50 71 73 97to103By2 627 642to644 646 753to759By2 767to773By2	FZ=0,916(kN)
6	nodal force	2 4 94 96	FZ=0,456(kN)
6	(FE) planar on contour	448	PX1=0,144(kN/m2) PX2=0,144(kN/m2) PX3=0,144(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=0,0(m) N2X=0,0(m) N2Y=19,800(m) N2Z=0,0(m) N3X=0,0(m) N3Y=19,800(m) N3Z=5,000(m) P1(0, 39.6, 0) P2(0, 0, 0) P3(0, 0, 5) P4(0, 19.8, 5) P5(0, 39.6, 5)
6	(FE) planar on contour	448	PX1=0,144(kN/m2) PX2=0,144(kN/m2) PX3=0,187(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=5,000(m) N2X=0,0(m) N2Y=0,0(m) N2Z=5,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=19,800(m) N3Z=10,000(m) P1(0, 39.6, 5) P2(0, 0, 5) P3(0, 0, 10) P4(0, 19.8, 10) P5(0, 39.6, 10)
6	(FE) planar on contour	448	PX1=0,187(kN/m2) PX2=0,187(kN/m2) PX3=0,212(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=10,000(m) N2X=0,0(m) N2Y=0,0(m) N2Z=10,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=29,700(m) N3Z=15,500(m) P1(0, 39.6, 10) P2(0, 0, 10) P3(0, 0, 14.3) P4(0, 9.9, 15.5) P5(0, 19.8, 14.3) P6(0, 29.7, 15.5) P7(0, 39.6, 14.3)
6	(FE) planar on contour	456	PX1=0,108(kN/m2) PX2=0,108(kN/m2) PX3=0,140(kN/m2) N1X=32,700(m) N1Y=39,600(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=5,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=39,600(m) N3Z=10,000(m) P1(32.7, 39.6, 5) P2(32.7, 19.8, 5) P3(32.7, 19.8, 10) P4(32.7, 39.6, 10)
6	(FE) planar on contour	456	PX1=0,108(kN/m2) PX2=0,108(kN/m2) PX3=0,108(kN/m2) N1X=32,700(m) N1Y=39,600(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=19,800(m) N3Z=5,000(m) P1(32.7, 39.6, 0) P2(32.7, 19.8, 0) P3(32.7, 19.8, 5) P4(32.7, 39.6, 5)
6	(FE) planar on contour	451	PY1=-0,108(kN/m2) PY2=-0,108(kN/m2) PY3=-0,140(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=5,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=0,0(m) N3Z=10,000(m) P1(0, 0, 5) P2(32.7, 0, 5) P3(32.7, 0, 10) P4(0, 0, 10)
6	(FE) planar on contour	451	PY1=-0,140(kN/m2) PY2=-0,140(kN/m2) PY3=-0,159(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=10,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=10,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=0,0(m) N3Z=14,300(m) P1(0, 0, 10) P2(32.7, 0, 10) P3(32.7, 0, 14.3) P4(0, 0, 14.3)
6	(FE) uniform	452	PZ=0,188(kN/m2) local
6	(FE) uniform	453	PZ=0,188(kN/m2) local
6	(FE) uniform	454	PZ=0,188(kN/m2) local
6	(FE) uniform	455	PZ=0,188(kN/m2) local
6	(FE) planar on contour	459	PX1=0,108(kN/m2) PX2=0,108(kN/m2) PX3=0,108(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=19,800(m) N1Z=0,0(m) N2X=55,225(m) N2Y=0,0(m) N2Z=0,0(m) N3X=55,225(m) N3Y=0,0(m) N3Z=5,000(m) P1(55.2, 0, 0) P2(55.2, 19.8, 0) P3(55.2, 19.8, 5) P4(55.2, 0, 5)
6	(FE) planar on contour	459	PX1=0,108(kN/m2) PX2=0,108(kN/m2) PX3=0,140(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=0,0(m) N1Z=5,000(m) N2X=55,225(m) N2Y=19,800(m) N2Z=5,000(m) N3X=55,225(m) N3Y=9,900(m) N3Z=11,600(m) P1(55.2, 0, 5) P2(55.2, 19.8, 5) P3(55.2, 19.8, 8) P4(55.2, 9.9, 11.6) P5(55.2, 0, 8)
6	(FE) planar on contour	457	PX1=0,108(kN/m2) PX2=0,108(kN/m2) PX3=0,140(kN/m2) N1X=32,700(m) N1Y=19,800(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=5,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=0,0(m) N3Z=10,000(m) P1(32.7, 0, 8) P2(32.7, 0, 10) P3(32.7, 6.6, 10.4)
6	(FE)	460	PY1=0,108(kN/m2) PY2=0,108(kN/m2) PY3=0,140(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=19,800(m)

	planar on contour		N1Z=-5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=-5,000(m) N3X=55,225(m) N3Y=19,800(m) N3Z=8,000(m) P1(55.2, 19.8, 5) P2(32.7, 19.8, 5) P3(32.7, 19.8, 8) P4(55.2, 19.8, 8)
6	(FE) planar on contour	458	PY1=-0,108(kN/m2) PY2=-0,108(kN/m2) PY3=-0,140(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=19,800(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=-5,000(m) N3X=55,225(m) N3Y=19,800(m) N3Z=8,000(m) P1(55.2, 0, 5) P2(32.7, 0, 5) P3(32.7, 0, 8) P4(55.2, 0, 8)
6	(FE) planar on contour	458	PY1=-0,108(kN/m2) PY2=-0,108(kN/m2) PY3=-0,108(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=0,0(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=0,0(m) N3Z=5,000(m) P1(55.2, 0, 0) P2(32.7, 0, 0) P3(32.7, 0, 5) P4(55.2, 0, 5)
6	(FE) uniform		PZ=0,160(kN/m2) local
6	(FE) planar on contour	457	PX1=0,108(kN/m2) PX2=0,108(kN/m2) PX3=0,140(kN/m2) N1X=32,700(m) N1Y=19,800(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=5,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=0,0(m) N3Z=10,000(m) P1(32.7, 19.8, 8) P2(32.7, 19.8, 10) P3(32.7, 13.2, 10.4)
6	(FE) planar on contour	450	PY1=0,108(kN/m2) PY2=0,108(kN/m2) PY3=0,108(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=39,600(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=39,600(m) N3Z=5,000(m) P1(0, 39.6, 0) P2(32.7, 39.6, 0) P3(32.7, 39.6, 5) P4(0, 39.6, 5)
6	(FE) planar on contour	457	PX1=0,140(kN/m2) PX2=0,140(kN/m2) PX3=0,159(kN/m2) N1X=32,700(m) N1Y=39,600(m) N1Z=10,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=10,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=9,900(m) N3Z=15,500(m) P1(32.7, 19.8, 10) P2(32.7, 19.8, 14.3) P3(32.7, 9.9, 15.5) P4(32.7, 0, 14.3) P5(32.7, 0, 10) P6(32.7, 6.6, 10.4) P7(32.7, 9.9, 11.6) P8(32.7, 13.2, 10.4)
6	(FE) planar on contour	456	PX1=0,140(kN/m2) PX2=0,140(kN/m2) PX3=0,159(kN/m2) N1X=32,700(m) N1Y=39,600(m) N1Z=10,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=10,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=9,900(m) N3Z=15,500(m) P1(32.7, 39.6, 10) P2(32.7, 19.8, 10) P3(32.7, 19.8, 14.3) P4(32.7, 29.7, 15.5) P5(32.7, 39.6, 14.3)
6	(FE) planar on contour	450	PY1=0,108(kN/m2) PY2=0,108(kN/m2) PY3=0,140(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=39,600(m) N2Z=5,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=39,600(m) N3Z=10,000(m) P1(0, 39.6, 5) P2(32.7, 39.6, 5) P3(32.7, 39.6, 10) P4(0, 39.6, 10)
6	(FE) planar on contour	450	PY1=0,140(kN/m2) PY2=0,140(kN/m2) PY3=0,159(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=10,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=39,600(m) N2Z=10,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=39,600(m) N3Z=14,300(m) P1(0, 39.6, 10) P2(32.7, 39.6, 10) P3(32.7, 39.6, 14.3) P4(0, 39.6, 14.3)
6	(FE) planar on contour	451	PY1=-0,108(kN/m2) PY2=-0,108(kN/m2) PY3=-0,108(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=0,0(m) N3Z=5,000(m) P1(0, 0, 0) P2(32.7, 0, 0) P3(32.7, 0, 5) P4(0, 0, 5)
6	(FE) planar on contour	460	PY1=0,108(kN/m2) PY2=0,108(kN/m2) PY3=0,108(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=19,800(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=39,600(m) N3Z=5,000(m) P1(55.2, 19.8, 0) P2(32.7, 19.8, 0) P3(32.7, 19.8, 5) P4(55.2, 19.8, 5)
7	nodal force	28 51 74 654to660By2 668to674By2 687to693By2 701to707By2 720to726By2 734to740By2	FZ=1,831(kN)
7	nodal force	2 4 94 96	FZ=0,456(kN)
7	nodal force	5 25 27 48 50 71 73 97to103By2 627 642to644 646 753to759By2 767to773By2	FZ=0,916(kN)
7	(FE) planar on contour	448	PX1=-0,108(kN/m2) PX2=-0,108(kN/m2) PX3=-0,108(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=0,0(m) N2X=0,0(m) N2Y=19,800(m) N2Z=0,0(m) N3X=0,0(m) N3Y=19,800(m) N3Z=5,000(m) P1(0, 39.6, 0) P2(0, 0, 0) P3(0, 0, 5) P4(0, 19.8, 5) P5(0, 39.6, 5)

7	(FE) planar on contour	448	PX1=-0,108(kN/m ²) PX2=-0,108(kN/m ²) PX3=-0,140(kN/m ²) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=5,000(m) N2X=0,0(m) N2Y=0,0(m) N2Z=5,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=19,800(m) N3Z=10,000(m) P1(0, 39.6, 5) P2(0, 0, 5) P3(0, 0, 10) P4(0, 19.8, 10) P5(0, 39.6, 10)
7	(FE) planar on contour	448	PX1=-0,140(kN/m ²) PX2=-0,140(kN/m ²) PX3=-0,159(kN/m ²) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=10,000(m) N2X=0,0(m) N2Y=0,0(m) N2Z=10,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=29,700(m) N3Z=15,500(m) P1(0, 39.6, 10) P2(0, 0, 10) P3(0, 0, 14.3) P4(0, 9.9, 15.5) P5(0, 19.8, 14.3) P6(0, 29.7, 15.5) P7(0, 39.6, 14.3)
7	(FE) planar on contour	456	PX1=-0,144(kN/m ²) PX2=-0,144(kN/m ²) PX3=-0,187(kN/m ²) N1X=32,700(m) N1Y=39,600(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=5,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=39,600(m) N3Z=10,000(m) P1(32.7, 39.6, 5) P2(32.7, 19.8, 5) P3(32.7, 19.8, 10) P4(32.7, 39.6, 10)
7	(FE) planar on contour	456	PX1=-0,144(kN/m ²) PX2=-0,144(kN/m ²) PX3=-0,144(kN/m ²) N1X=32,700(m) N1Y=39,600(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=19,800(m) N3Z=5,000(m) P1(32.7, 39.6, 0) P2(32.7, 19.8, 0) P3(32.7, 19.8, 5) P4(32.7, 39.6, 5)
7	(FE) planar on contour	456	PX1=-0,187(kN/m ²) PX2=-0,187(kN/m ²) PX3=-0,212(kN/m ²) N1X=32,700(m) N1Y=39,600(m) N1Z=10,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=10,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=9,900(m) N3Z=15,500(m) P1(32.7, 39.6, 10) P2(32.7, 19.8, 10) P3(32.7, 19.8, 14.3) P4(32.7, 29.7, 15.5) P5(32.7, 39.6, 14.3)
7	(FE) planar on contour	457	PX1=-0,187(kN/m ²) PX2=-0,187(kN/m ²) PX3=-0,212(kN/m ²) N1X=32,700(m) N1Y=39,600(m) N1Z=10,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=10,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=9,900(m) N3Z=15,500(m) P1(32.7, 19.8, 10) P2(32.7, 19.8, 14.3) P3(32.7, 9.9, 15.5) P4(32.7, 0, 14.3) P5(32.7, 0, 10) P6(32.7, 6.6, 10.4) P7(32.7, 9.9, 11.6) P8(32.7, 13.2, 10.4)
7	(FE) planar on contour	457	PX1=-0,144(kN/m ²) PX2=-0,144(kN/m ²) PX3=-0,187(kN/m ²) N1X=32,700(m) N1Y=19,800(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=5,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=0,0(m) N3Z=10,000(m) P1(32.7, 19.8, 8) P2(32.7, 19.8, 10) P3(32.7, 13.2, 10.4)
7	(FE) planar on contour	457	PX1=-0,144(kN/m ²) PX2=-0,144(kN/m ²) PX3=-0,187(kN/m ²) N1X=32,700(m) N1Y=19,800(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=5,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=0,0(m) N3Z=10,000(m) P1(32.7, 0, 8) P2(32.7, 0, 10) P3(32.7, 6.6, 10.4)
7	(FE) planar on contour	450	PY1=0,108(kN/m ²) PY2=0,108(kN/m ²) PY3=0,108(kN/m ²) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=39,600(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=39,600(m) N3Z=5,000(m) P1(0, 39.6, 0) P2(32.7, 39.6, 0) P3(32.7, 39.6, 5) P4(0, 39.6, 5)
7	(FE) planar on contour	450	PY1=0,108(kN/m ²) PY2=0,108(kN/m ²) PY3=0,140(kN/m ²) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=39,600(m) N2Z=5,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=39,600(m) N3Z=10,000(m) P1(0, 39.6, 5) P2(32.7, 39.6, 5) P3(32.7, 39.6, 10) P4(0, 39.6, 10)
7	(FE) planar on contour	450	PY1=0,140(kN/m ²) PY2=0,140(kN/m ²) PY3=0,159(kN/m ²) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=10,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=39,600(m) N2Z=10,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=39,600(m) N3Z=14,300(m) P1(0, 39.6, 10) P2(32.7, 39.6, 10) P3(32.7, 39.6, 14.3) P4(0, 39.6, 14.3)
7	(FE) planar on contour	451	PY1=-0,108(kN/m ²) PY2=-0,108(kN/m ²) PY3=-0,108(kN/m ²) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=0,0(m) N3Z=5,000(m) P1(0, 0, 0) P2(32.7, 0, 0) P3(32.7, 0, 5) P4(0, 0, 5)
7	(FE) planar on contour	451	PY1=-0,108(kN/m ²) PY2=-0,108(kN/m ²) PY3=-0,140(kN/m ²) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=5,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=0,0(m) N3Z=10,000(m) P1(0, 0, 5) P2(32.7, 0, 5) P3(32.7, 0, 10) P4(0, 0, 10)
7	(FE) planar on contour	451	PY1=-0,140(kN/m ²) PY2=-0,140(kN/m ²) PY3=-0,159(kN/m ²) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=10,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=10,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=0,0(m) N3Z=14,300(m) P1(0, 0, 10) P2(32.7, 0, 10) P3(32.7, 0, 14.3) P4(0, 0, 14.3)

7	(FE) uniform	452	PZ=0,188(kN/m2) local
7	(FE) uniform	453	PZ=0,188(kN/m2) local
7	(FE) uniform	454	PZ=0,188(kN/m2) local
7	(FE) uniform	455	PZ=0,188(kN/m2) local
7	(FE) planar on contour	459	PX1=-0,144(kN/m2) PX2=-0,144(kN/m2) PX3=-0,144(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=19,800(m) N1Z=0,0(m) N2X=55,225(m) N2Y=0,0(m) N2Z=0,0(m) N3X=55,225(m) N3Y=0,0(m) N3Z=5,000(m) P1(55.2, 0, 0) P2(55.2, 19.8, 0) P3(55.2, 19.8, 5) P4(55.2, 0, 5)
7	(FE) planar on contour	459	PX1=-0,144(kN/m2) PX2=-0,144(kN/m2) PX3=-0,187(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=0,0(m) N1Z=5,000(m) N2X=55,225(m) N2Y=19,800(m) N2Z=5,000(m) N3X=55,225(m) N3Y=9,900(m) N3Z=11,600(m) P1(55.2, 0, 5) P2(55.2, 19.8, 5) P3(55.2, 19.8, 8) P4(55.2, 9.9, 11.6) P5(55.2, 0, 8)
7	(FE) planar on contour	460	PY1=0,108(kN/m2) PY2=0,108(kN/m2) PY3=0,108(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=19,800(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=39,600(m) N3Z=5,000(m) P1(55.2, 19.8, 0) P2(32.7, 19.8, 0) P3(32.7, 19.8, 5) P4(55.2, 19.8, 5)
7	(FE) planar on contour	460	PY1=0,108(kN/m2) PY2=0,108(kN/m2) PY3=0,140(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=19,800(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=5,000(m) N3X=55,225(m) N3Y=19,800(m) N3Z=8,000(m) P1(55.2, 19.8, 5) P2(32.7, 19.8, 5) P3(32.7, 19.8, 8) P4(55.2, 19.8, 8)
7	(FE) planar on contour	458	PY1=-0,108(kN/m2) PY2=-0,108(kN/m2) PY3=-0,140(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=19,800(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=5,000(m) N3X=55,225(m) N3Y=19,800(m) N3Z=8,000(m) P1(55.2, 0, 5) P2(32.7, 0, 5) P3(32.7, 0, 8) P4(55.2, 0, 8)
7	(FE) planar on contour	458	PY1=-0,108(kN/m2) PY2=-0,108(kN/m2) PY3=-0,108(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=0,0(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=0,0(m) N3Z=5,000(m) P1(55.2, 0, 0) P2(32.7, 0, 0) P3(32.7, 0, 5) P4(55.2, 0, 5)
7	(FE) uniform		PZ=0,160(kN/m2) local
8	nodal force	28 51 74 668to674By2 701to707By2 734to740By2	FZ=0,750(kN)
8	nodal force	654to660By2 687to693By2 720to726By2	FZ=1,054(kN)
8	nodal force	5 25 48 71 97to103By2 627 767to773By2	FZ=0,374(kN)
8	nodal force	2 94	FZ=0,187(kN)
8	nodal force	4 96	FZ=0,263(kN)
8	nodal force	27 50 73 642to644 646 753to759By2	FZ=0,526(kN)
8	(FE) planar on contour	451	PY1=0,144(kN/m2) PY2=0,144(kN/m2) PY3=0,144(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=0,0(m) N3Z=5,000(m) P1(0, 0, 0) P2(32.7, 0, 0) P3(32.7, 0, 5) P4(0, 0, 5)
8	(FE) planar on contour	451	PY1=0,144(kN/m2) PY2=0,144(kN/m2) PY3=0,187(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=5,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=0,0(m) N3Z=10,000(m) P1(0, 0, 5) P2(32.7, 0, 5) P3(32.7, 0, 10) P4(0, 0, 10)

8	(FE) planar on contour	451	PY1=0,187(kN/m ²) PY2=0,187(kN/m ²) PY3=0,212(kN/m ²) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=10,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=10,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=0,0(m) N3Z=14,300(m) P1(0, 0, 10) P2(32.7, 0, 10) P3(32.7, 0, 14.3) P4(0, 0, 14.3)
8	(FE) planar on contour	450	PY1=0,108(kN/m ²) PY2=0,108(kN/m ²) PY3=0,108(kN/m ²) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=39,600(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=39,600(m) N3Z=5,000(m) P1(0, 39.6, 0) P2(32.7, 39.6, 0) P3(32.7, 39.6, 5) P4(0, 39.6, 5)
8	(FE) planar on contour	450	PY1=0,108(kN/m ²) PY2=0,108(kN/m ²) PY3=0,140(kN/m ²) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=39,600(m) N2Z=5,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=39,600(m) N3Z=10,000(m) P1(0, 39.6, 5) P2(32.7, 39.6, 5) P3(32.7, 39.6, 10) P4(0, 39.6, 10)
8	(FE) planar on contour	450	PY1=0,140(kN/m ²) PY2=0,140(kN/m ²) PY3=0,159(kN/m ²) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=10,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=39,600(m) N2Z=10,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=39,600(m) N3Z=14,300(m) P1(0, 39.6, 10) P2(32.7, 39.6, 10) P3(32.7, 39.6, 14.3) P4(0, 39.6, 14.3)
8	(FE) planar on contour	448	PX1=-0,108(kN/m ²) PX2=-0,108(kN/m ²) PX3=-0,108(kN/m ²) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=0,0(m) N2X=0,0(m) N2Y=19,800(m) N2Z=0,0(m) N3X=0,0(m) N3Y=19,800(m) N3Z=5,000(m) P1(0, 39.6, 0) P2(0, 0, 0) P3(0, 0, 5) P4(0, 19.8, 5) P5(0, 39.6, 5)
8	(FE) planar on contour	448	PX1=-0,108(kN/m ²) PX2=-0,108(kN/m ²) PX3=-0,140(kN/m ²) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=5,000(m) N2X=0,0(m) N2Y=0,0(m) N2Z=5,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=19,800(m) N3Z=10,000(m) P1(0, 39.6, 5) P2(0, 0, 5) P3(0, 0, 10) P4(0, 19.8, 10) P5(0, 39.6, 10)
8	(FE) planar on contour	448	PX1=-0,140(kN/m ²) PX2=-0,140(kN/m ²) PX3=-0,159(kN/m ²) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=10,000(m) N2X=0,0(m) N2Y=0,0(m) N2Z=10,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=29,700(m) N3Z=15,500(m) P1(0, 39.6, 10) P2(0, 0, 10) P3(0, 0, 14.3) P4(0, 9.9, 15.5) P5(0, 19.8, 14.3) P6(0, 29.7, 15.5) P7(0, 39.6, 14.3)
8	(FE) planar on contour	456	PX1=0,140(kN/m ²) PX2=0,140(kN/m ²) PX3=0,159(kN/m ²) N1X=32,700(m) N1Y=39,600(m) N1Z=10,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=10,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=9,900(m) N3Z=15,500(m) P1(32.7, 39.6, 10) P2(32.7, 19.8, 10) P3(32.7, 19.8, 14.3) P4(32.7, 29.7, 15.5) P5(32.7, 39.6, 14.3)
8	(FE) planar on contour	457	PX1=0,140(kN/m ²) PX2=0,140(kN/m ²) PX3=0,159(kN/m ²) N1X=32,700(m) N1Y=39,600(m) N1Z=10,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=10,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=9,900(m) N3Z=15,500(m) P1(32.7, 19.8, 10) P2(32.7, 19.8, 14.3) P3(32.7, 9.9, 15.5) P4(32.7, 0, 14.3) P5(32.7, 0, 10) P6(32.7, 6.6, 10.4) P7(32.7, 9.9, 11.6) P8(32.7, 13.2, 10.4)
8	(FE) planar on contour	456	PX1=0,108(kN/m ²) PX2=0,108(kN/m ²) PX3=0,108(kN/m ²) N1X=32,700(m) N1Y=39,600(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=19,800(m) N3Z=5,000(m) P1(32.7, 39.6, 0) P2(32.7, 19.8, 0) P3(32.7, 19.8, 5) P4(32.7, 39.6, 5)
8	(FE) planar on contour	456	PX1=0,108(kN/m ²) PX2=0,108(kN/m ²) PX3=0,140(kN/m ²) N1X=32,700(m) N1Y=39,600(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=5,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=39,600(m) N3Z=10,000(m) P1(32.7, 39.6, 5) P2(32.7, 19.8, 5) P3(32.7, 19.8, 10) P4(32.7, 39.6, 10)
8	(FE) planar on contour	457	PX1=0,108(kN/m ²) PX2=0,108(kN/m ²) PX3=0,140(kN/m ²) N1X=32,700(m) N1Y=19,800(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=5,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=0,0(m) N3Z=10,000(m) P1(32.7, 19.8, 8) P2(32.7, 19.8, 10) P3(32.7, 13.2, 10.4)
8	(FE) planar on contour	457	PX1=0,108(kN/m ²) PX2=0,108(kN/m ²) PX3=0,140(kN/m ²) N1X=32,700(m) N1Y=19,800(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=5,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=0,0(m) N3Z=10,000(m) P1(32.7, 0, 8) P2(32.7, 0, 10) P3(32.7, 6.6, 10.4)
8	(FE) uniform	453 455	PZ=0,162(kN/m ²) local
8	(FE) uniform	452 454	PZ=0,121(kN/m ²) local
8	(FE)	459	PX1=0,108(kN/m ²) PX2=0,108(kN/m ²) PX3=0,108(kN/m ²) N1X=55,225(m) N1Y=19,800(m)

	planar on contour		N1Z=0,0(m) N2X=55,225(m) N2Y=0,0(m) N2Z=0,0(m) N3X=55,225(m) N3Y=0,0(m) N3Z=5,000(m) P1(55.2, 0, 0) P2(55.2, 19.8, 0) P3(55.2, 19.8, 5) P4(55.2, 0, 5)
8	(FE) planar on contour	459	PX1=0,108(kN/m2) PX2=0,108(kN/m2) PX3=0,140(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=0,0(m) N1Z=5,000(m) N2X=55,225(m) N2Y=19,800(m) N2Z=5,000(m) N3X=55,225(m) N3Y=9,900(m) N3Z=11,600(m) P1(55.2, 0, 5) P2(55.2, 19.8, 5) P3(55.2, 19.8, 8) P4(55.2, 9.9, 11.6) P5(55.2, 0, 8)
8	(FE) planar on contour	460	PY1=0,108(kN/m2) PY2=0,108(kN/m2) PY3=0,108(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=19,800(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=39,600(m) N3Z=5,000(m) P1(55.2, 19.8, 0) P2(32.7, 19.8, 0) P3(32.7, 19.8, 5) P4(55.2, 19.8, 5)
8	(FE) planar on contour	460	PY1=0,108(kN/m2) PY2=0,108(kN/m2) PY3=0,140(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=19,800(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=5,000(m) N3X=55,225(m) N3Y=19,800(m) N3Z=8,000(m) P1(55.2, 19.8, 5) P2(32.7, 19.8, 5) P3(32.7, 19.8, 8) P4(55.2, 19.8, 8)
8	(FE) planar on contour	458	PY1=0,144(kN/m2) PY2=0,144(kN/m2) PY3=0,187(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=19,800(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=5,000(m) N3X=55,225(m) N3Y=19,800(m) N3Z=8,000(m) P1(55.2, 0, 5) P2(32.7, 0, 5) P3(32.7, 0, 8) P4(55.2, 0, 8)
8	(FE) planar on contour	458	PY1=0,144(kN/m2) PY2=0,144(kN/m2) PY3=0,144(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=0,0(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=0,0(m) N3Z=5,000(m) P1(55.2, 0, 0) P2(32.7, 0, 0) P3(32.7, 0, 5) P4(55.2, 0, 5)
8	(FE) uniform		PZ=0,092(kN/m2) local
9	nodal force	28 51 74 668to674By2 701to707By2 734to740By2	FZ=1,054(kN)
9	nodal force	654to660By2 687to693By2 720to726By2	FZ=0,750(kN)
9	nodal force	5 25 48 71 97to103By2 627 767to773By2	FZ=0,526(kN)
9	nodal force	2 94	FZ=0,263(kN)
9	nodal force	4 96	FZ=0,187(kN)
9	nodal force	27 50 73 642to644 646 753to759By2	FZ=0,374(kN)
9	(FE) planar on contour	451	PY1=-0,108(kN/m2) PY2=-0,108(kN/m2) PY3=-0,108(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=0,0(m) N3Z=5,000(m) P1(0, 0, 0) P2(32.7, 0, 0) P3(32.7, 0, 5) P4(0, 0, 5)
9	(FE) planar on contour	451	PY1=-0,108(kN/m2) PY2=-0,108(kN/m2) PY3=-0,140(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=5,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=0,0(m) N3Z=10,000(m) P1(0, 0, 5) P2(32.7, 0, 5) P3(32.7, 0, 10) P4(0, 0, 10)
9	(FE) planar on contour	451	PY1=-0,140(kN/m2) PY2=-0,140(kN/m2) PY3=-0,159(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=0,0(m) N1Z=10,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=10,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=0,0(m) N3Z=14,300(m) P1(0, 0, 10) P2(32.7, 0, 10) P3(32.7, 0, 14.3) P4(0, 0, 14.3)
9	(FE) planar on contour	450	PY1=-0,144(kN/m2) PY2=-0,144(kN/m2) PY3=-0,144(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=39,600(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=39,600(m) N3Z=5,000(m) P1(0, 39.6, 0) P2(32.7, 39.6, 0) P3(32.7, 39.6, 5) P4(0, 39.6, 5)
9	(FE) planar on contour	450	PY1=-0,144(kN/m2) PY2=-0,144(kN/m2) PY3=-0,187(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=39,600(m) N2Z=5,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=39,600(m) N3Z=10,000(m) P1(0, 39.6, 5) P2(32.7, 39.6, 5) P3(32.7, 39.6, 10) P4(0, 39.6, 10)
9	(FE)	450	PY1=-0,187(kN/m2) PY2=-0,187(kN/m2) PY3=-0,212(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m)

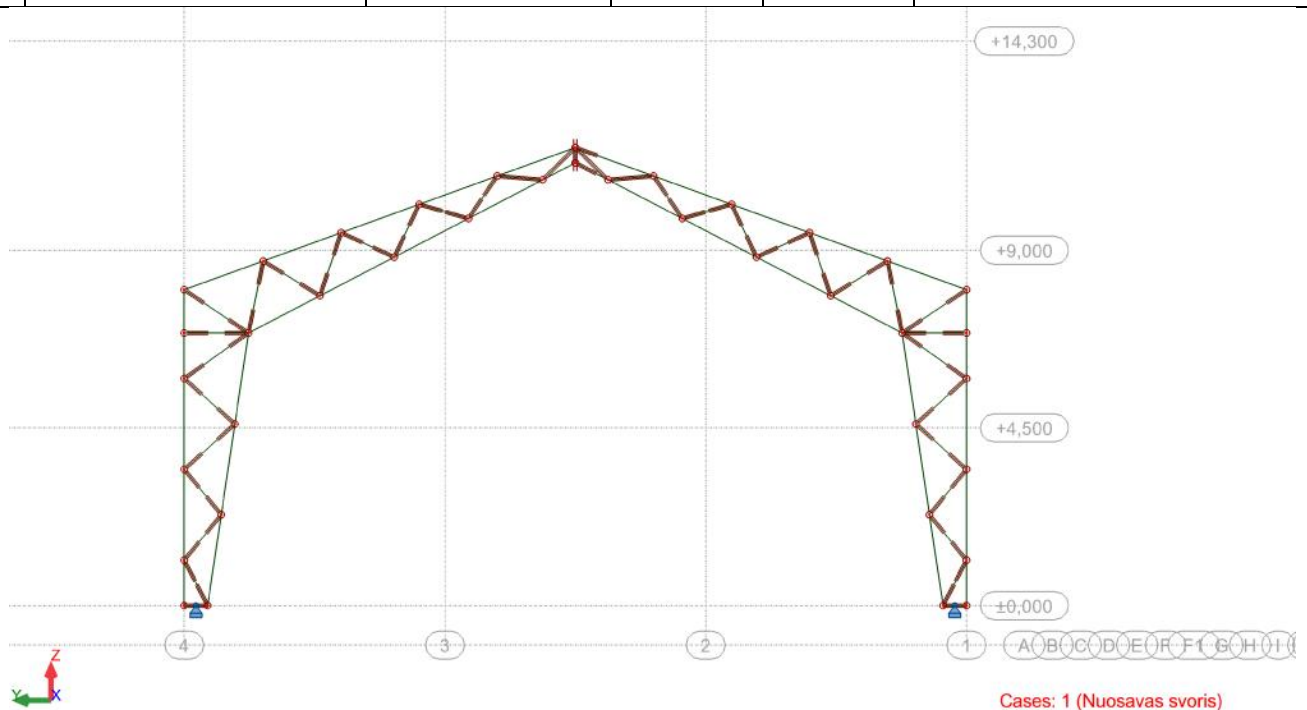
	planar on contour		N1Z=10,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=39,600(m) N2Z=10,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=39,600(m) N3Z=14,300(m) P1(0, 39.6, 10) P2(32.7, 39.6, 10) P3(32.7, 39.6, 14.3) P4(0, 39.6, 14.3)
9	(FE) planar on contour	448	PX1=-0,108(kN/m2) PX2=-0,108(kN/m2) PX3=-0,108(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=0,0(m) N2X=0,0(m) N2Y=19,800(m) N2Z=0,0(m) N3X=0,0(m) N3Y=19,800(m) N3Z=5,000(m) P1(0, 39.6, 0) P2(0, 0, 0) P3(0, 0, 5) P4(0, 19.8, 5) P5(0, 39.6, 5)
9	(FE) planar on contour	448	PX1=-0,108(kN/m2) PX2=-0,108(kN/m2) PX3=-0,140(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=5,000(m) N2X=0,0(m) N2Y=0,0(m) N2Z=5,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=19,800(m) N3Z=10,000(m) P1(0, 39.6, 5) P2(0, 0, 5) P3(0, 0, 10) P4(0, 19.8, 10) P5(0, 39.6, 10)
9	(FE) planar on contour	448	PX1=-0,140(kN/m2) PX2=-0,140(kN/m2) PX3=-0,159(kN/m2) N1X=0,0(m) N1Y=39,600(m) N1Z=10,000(m) N2X=0,0(m) N2Y=0,0(m) N2Z=10,000(m) N3X=0,0(m) N3Y=29,700(m) N3Z=15,500(m) P1(0, 39.6, 10) P2(0, 0, 10) P3(0, 0, 14.3) P4(0, 9.9, 15.5) P5(0, 19.8, 14.3) P6(0, 29.7, 15.5) P7(0, 39.6, 14.3)
9	(FE) planar on contour	456	PX1=0,108(kN/m2) PX2=0,108(kN/m2) PX3=0,140(kN/m2) N1X=32,700(m) N1Y=39,600(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=5,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=39,600(m) N3Z=10,000(m) P1(32.7, 39.6, 5) P2(32.7, 19.8, 5) P3(32.7, 19.8, 10) P4(32.7, 39.6, 10)
9	(FE) planar on contour	456	PX1=0,108(kN/m2) PX2=0,108(kN/m2) PX3=0,108(kN/m2) N1X=32,700(m) N1Y=39,600(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=19,800(m) N3Z=5,000(m) P1(32.7, 39.6, 0) P2(32.7, 19.8, 0) P3(32.7, 19.8, 5) P4(32.7, 39.6, 5)
9	(FE) planar on contour	456	PX1=0,140(kN/m2) PX2=0,140(kN/m2) PX3=0,159(kN/m2) N1X=32,700(m) N1Y=39,600(m) N1Z=10,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=10,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=9,900(m) N3Z=15,500(m) P1(32.7, 39.6, 10) P2(32.7, 19.8, 10) P3(32.7, 19.8, 14.3) P4(32.7, 29.7, 15.5) P5(32.7, 39.6, 14.3)
9	(FE) planar on contour	457	PX1=0,140(kN/m2) PX2=0,140(kN/m2) PX3=0,159(kN/m2) N1X=32,700(m) N1Y=39,600(m) N1Z=10,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=10,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=9,900(m) N3Z=15,500(m) P1(32.7, 19.8, 10) P2(32.7, 19.8, 14.3) P3(32.7, 9.9, 15.5) P4(32.7, 0, 14.3) P5(32.7, 0, 10) P6(32.7, 6.6, 10.4) P7(32.7, 9.9, 11.6) P8(32.7, 13.2, 10.4)
9	(FE) planar on contour	457	PX1=0,108(kN/m2) PX2=0,108(kN/m2) PX3=0,140(kN/m2) N1X=32,700(m) N1Y=19,800(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=5,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=0,0(m) N3Z=10,000(m) P1(32.7, 19.8, 8) P2(32.7, 19.8, 10) P3(32.7, 13.2, 10.4)
9	(FE) planar on contour	457	PX1=0,108(kN/m2) PX2=0,108(kN/m2) PX3=0,140(kN/m2) N1X=32,700(m) N1Y=19,800(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=5,000(m) N3X=32,700(m) N3Y=0,0(m) N3Z=10,000(m) P1(32.7, 0, 8) P2(32.7, 0, 10) P3(32.7, 6.6, 10.4)
9	(FE) uniform	455	PZ=0,121(kN/m2) local
9	(FE) uniform	454	PZ=0,162(kN/m2) local
9	(FE) uniform	452	PZ=0,162(kN/m2) local
9	(FE) uniform	453	PZ=0,121(kN/m2) local
9	(FE) planar on contour	459	PX1=0,108(kN/m2) PX2=0,108(kN/m2) PX3=0,108(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=19,800(m) N1Z=0,0(m) N2X=55,225(m) N2Y=0,0(m) N2Z=0,0(m) N3X=55,225(m) N3Y=0,0(m) N3Z=5,000(m) P1(55.2, 0, 0) P2(55.2, 19.8, 0) P3(55.2, 19.8, 5) P4(55.2, 0, 5)
9	(FE) planar on contour	459	PX1=0,108(kN/m2) PX2=0,108(kN/m2) PX3=0,140(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=0,0(m) N1Z=5,000(m) N2X=55,225(m) N2Y=19,800(m) N2Z=5,000(m) N3X=55,225(m) N3Y=9,900(m) N3Z=11,600(m) P1(55.2, 0, 5) P2(55.2, 19.8, 5) P3(55.2, 19.8, 8) P4(55.2, 9.9, 11.6) P5(55.2, 0, 8)

9	(FE) planar on contour	460	PY1=-0,144(kN/m2) PY2=-0,144(kN/m2) PY3=-0,144(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=19,800(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=39,600(m) N3Z=5,000(m) P1(55.2, 19.8, 0) P2(32.7, 19.8, 0) P3(32.7, 19.8, 5) P4(55.2, 19.8, 5)
9	(FE) planar on contour	460	PY1=-0,144(kN/m2) PY2=-0,144(kN/m2) PY3=-0,187(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=19,800(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=5,000(m) N3X=55,225(m) N3Y=19,800(m) N3Z=8,000(m) P1(55.2, 19.8, 5) P2(32.7, 19.8, 5) P3(32.7, 19.8, 8) P4(55.2, 19.8, 8)
9	(FE) planar on contour	458	PY1=-0,108(kN/m2) PY2=-0,108(kN/m2) PY3=-0,140(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=19,800(m) N1Z=5,000(m) N2X=32,700(m) N2Y=19,800(m) N2Z=5,000(m) N3X=55,225(m) N3Y=19,800(m) N3Z=8,000(m) P1(55.2, 0, 5) P2(32.7, 0, 5) P3(32.7, 0, 8) P4(55.2, 0, 8)
9	(FE) planar on contour	458	PY1=-0,108(kN/m2) PY2=-0,108(kN/m2) PY3=-0,108(kN/m2) N1X=55,225(m) N1Y=0,0(m) N1Z=0,0(m) N2X=32,700(m) N2Y=0,0(m) N2Z=0,0(m) N3X=32,700(m) N3Y=0,0(m) N3Z=5,000(m) P1(55.2, 0, 0) P2(32.7, 0, 0) P3(32.7, 0, 5) P4(55.2, 0, 5)
9	(FE) uniform		PZ=0,092(kN/m2) local
110	(FE) uniform	461	PZ=-3,000(kN/m2)
110	(FE) uniform	462	PZ=-5,000(kN/m2)

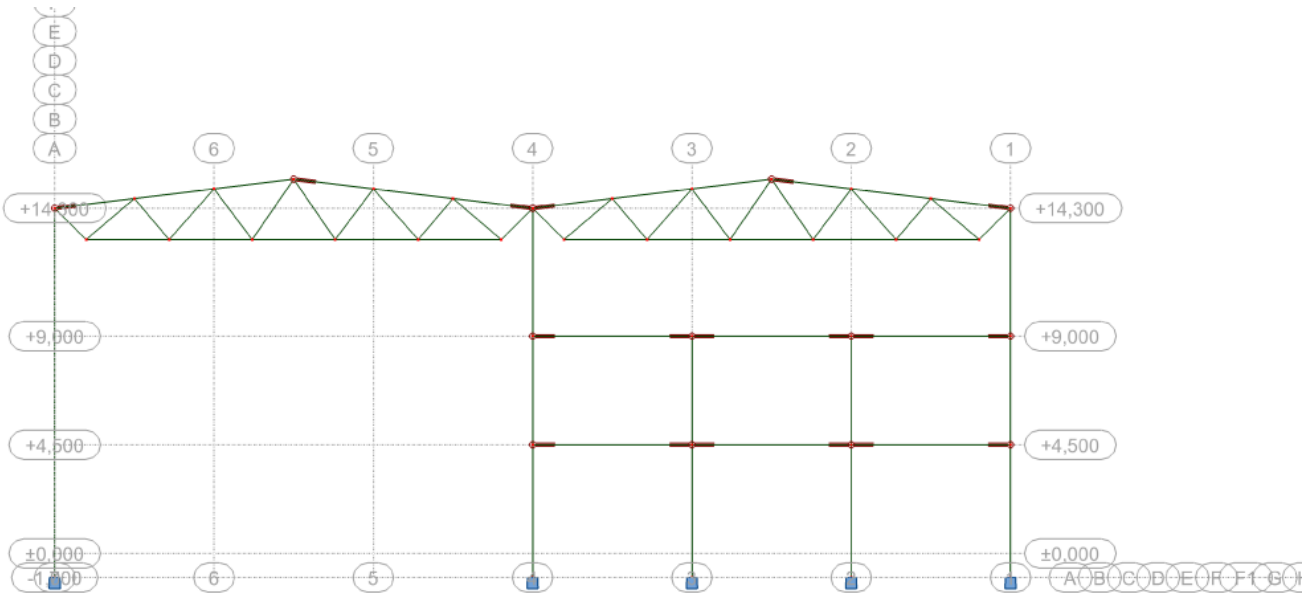
Skaiciavimo deriniai

Combinations	Name	Analysis type	Combination type	Case nature	Definition
101 (C)	Derinys 1	Linear Combination	ULS	Structural	(1+2)*1.35+3*1.50
102 (C)	Derinys 2	Linear Combination	ULS	Structural	(1+2)*1.35+6*1.50
103 (C)	Derinys 3	Linear Combination	ULS	Structural	(1+2)*1.35+3*1.50+6*0.90
104 (C)	Derinys 4	Linear Combination	ULS	Structural	(1+2)*1.35+6*1.50+3*1.05
105 (C)	Derinys 5	Linear Combination	ULS	Structural	(1+2)*1.35+4*1.50
106 (C)	Derinys 6	Linear Combination	ULS	Structural	(1+2)*1.35+4*1.50+6*0.90
107 (C)	Derinys 7	Linear Combination	ULS	Structural	(1+2)*1.35+5*1.50+6*0.90
108 (C)	Derinys 8	Linear Combination	ULS	Structural	(1+2)*1.35+6*1.50+4*1.05
109 (C)	Derinys 9	Linear Combination	ULS	Structural	(1+2)*1.35+6*1.50+5*1.05
111 (C)	ULS/1=1*1.35 + 2*1.35 + 110*1.50 + 9*0.90 + 3*0.75	Linear Combination		Structural	(1+2)*1.35+110*1.50+9*0.90+3*0.75
112 (C)	ULS/2=1*1.35 + 2*1.35 + 110*1.50 + 9*0.90	Linear Combination		Structural	(1+2)*1.35+110*1.50+9*0.90
113 (C)	ULS/3=1*1.35 + 2*1.35 + 110*1.50 + 3*0.75	Linear Combination		Structural	(1+2)*1.35+110*1.50+3*0.75
114 (C)	ULS/4=1*1.35 + 2*1.35 + 110*1.50	Linear Combination		Structural	(1+2)*1.35+110*1.50
115 (C)	ULS/5=1*1.35 + 2*1.35	Linear Combination		Structural	(1+2)*1.35
116 (C)	ULS/19=1*1.35 + 2*1.35 + 110*1.05 + 9*0.90 + 3*1.50	Linear Combination		Structural	(1+2)*1.35+110*1.05+9*0.90+3*1.50
117 (C)	ULS/20=1*1.35 + 2*1.35 + 110*1.05 + 3*1.50	Linear Combination		Structural	(1+2)*1.35+110*1.05+3*1.50

118 (C)	$ULS/21=1*1.35 + 2*1.35 + 9*0.90 + 3*1.50$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+9*0.90+3*1.50$
119 (C)	$ULS/22=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.50$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+3*1.50$
120 (C)	$SLS:CHR/1=1*1.00 + 2*1.00 + 110*1.00 + 9*0.60 + 3*0.50$	Linear Combination	SLS:CHR	dead	$(1+2+110)*1.00+9*0.60+3*0.50$
121 (C)	$SLS:CHR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 110*1.00 + 9*0.60$	Linear Combination	SLS:CHR	dead	$(1+2+110)*1.00+9*0.60$
122 (C)	$SLS:CHR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 110*1.00 + 3*0.50$	Linear Combination	SLS:CHR	dead	$(1+2+110)*1.00+3*0.50$
123 (C)	$SLS:CHR/4=1*1.00 + 2*1.00 + 110*1.00$	Linear Combination	SLS:CHR	dead	$(1+2+110)*1.00$
124 (C)	$SLS:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00$	Linear Combination	SLS:CHR	dead	$(1+2)*1.00$
125 (C)	$SLS:CHR/6=1*1.00 + 2*1.00 + 110*0.70 + 9*1.00 + 3*0.50$	Linear Combination	SLS:CHR	dead	$(1+2+9)*1.00+110*0.70+3*0.50$
126 (C)	$SLS:CHR/7=1*1.00 + 2*1.00 + 110*0.70 + 9*1.00$	Linear Combination	SLS:CHR	dead	$(1+2+9)*1.00+110*0.70$
127 (C)	$SLS:CHR/8=1*1.00 + 2*1.00 + 9*1.00 + 3*0.50$	Linear Combination	SLS:CHR	dead	$(1+2+9)*1.00+3*0.50$
128 (C)	$SLS:CHR/9=1*1.00 + 2*1.00 + 9*1.00$	Linear Combination	SLS:CHR	dead	$(1+2+9)*1.00$
129 (C)	$SLS:CHR/10=1*1.00 + 2*1.00 + 110*0.70 + 9*0.60 + 3*1.00$	Linear Combination	SLS:CHR	dead	$(1+2+3)*1.00+110*0.70+9*0.60$
130 (C)	$SLS:CHR/11=1*1.00 + 2*1.00 + 110*0.70 + 3*1.00$	Linear Combination	SLS:CHR	dead	$(1+2+3)*1.00+110*0.70$
131 (C)	$SLS:CHR/12=1*1.00 + 2*1.00 + 9*0.60 + 3*1.00$	Linear Combination	SLS:CHR	dead	$(1+2+3)*1.00+9*0.60$
132 (C)	$SLS:CHR/13=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00$	Linear Combination	SLS:CHR	dead	$(1+2+3)*1.00$

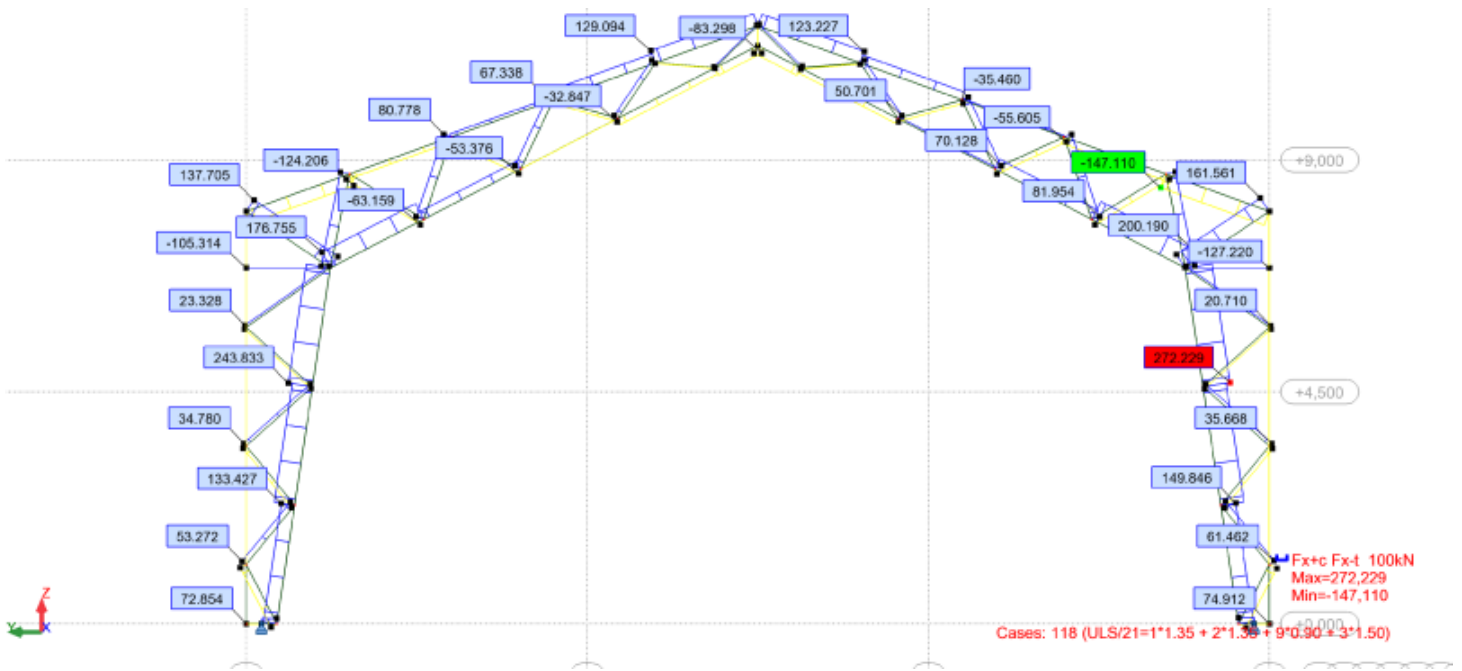


7.1 pav. Trilankščio metalinio rėmo skaičiuotinė schema

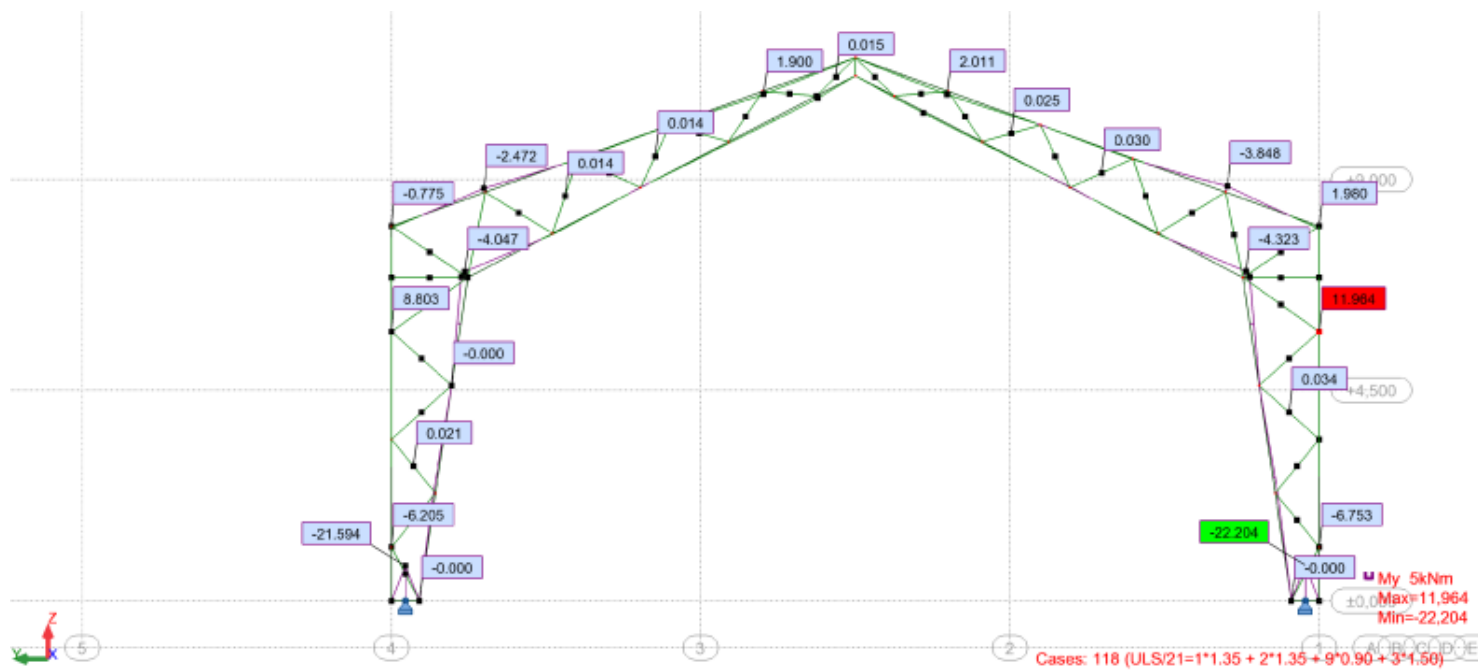


Cases: 1 (Nuosavas svoris)

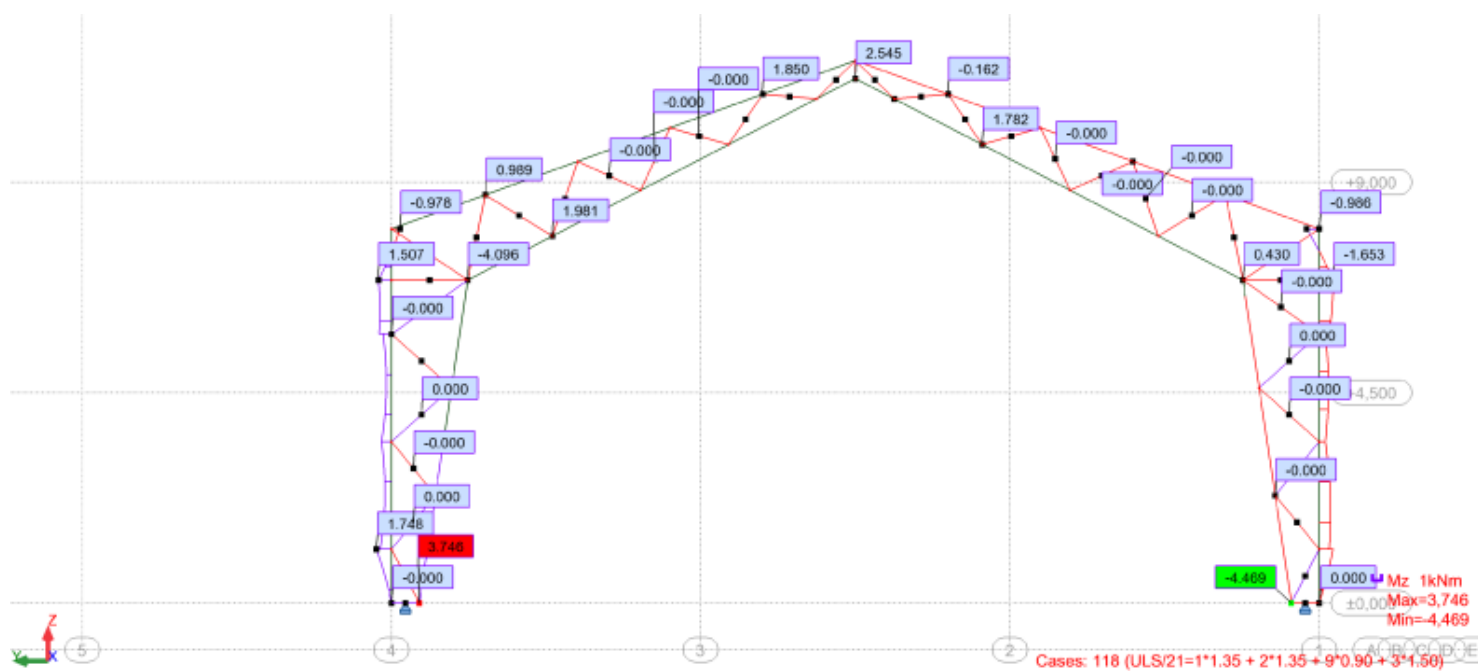
7.2 pav. Dvinačio daugiaaukščio rėmo skaičiuotinė schema



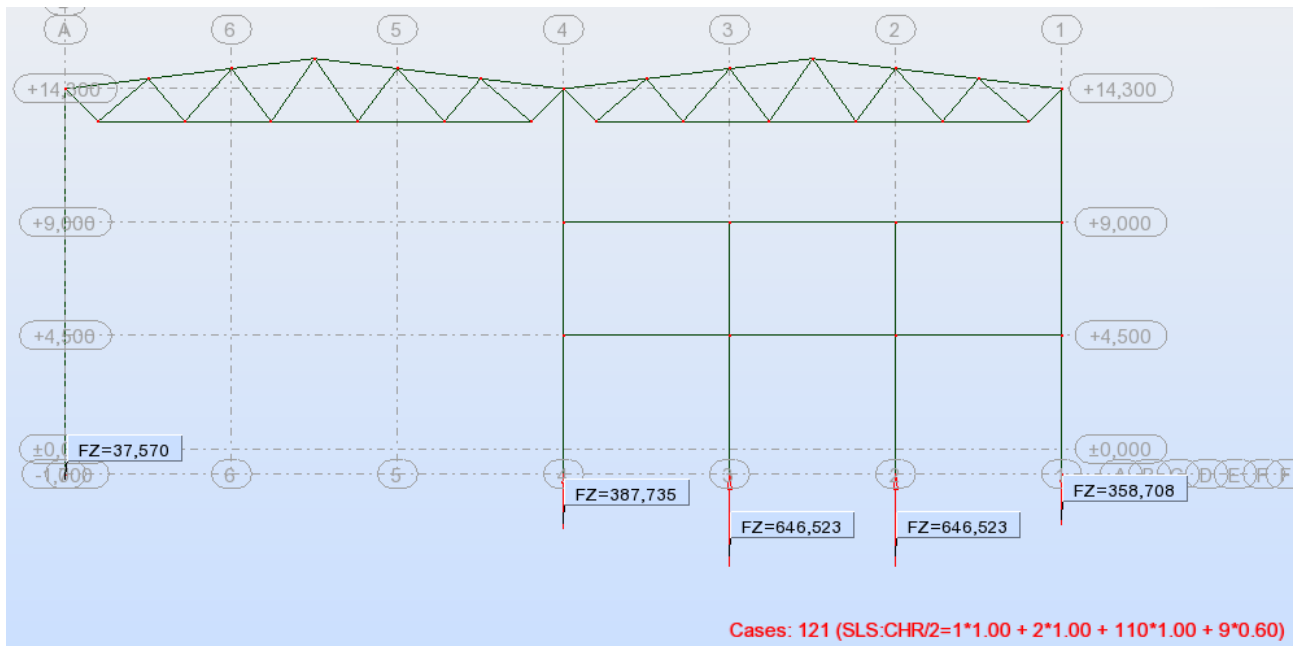
7.3 pav. Trilankščio metalinio rėmo ašinių įrašų diagrama



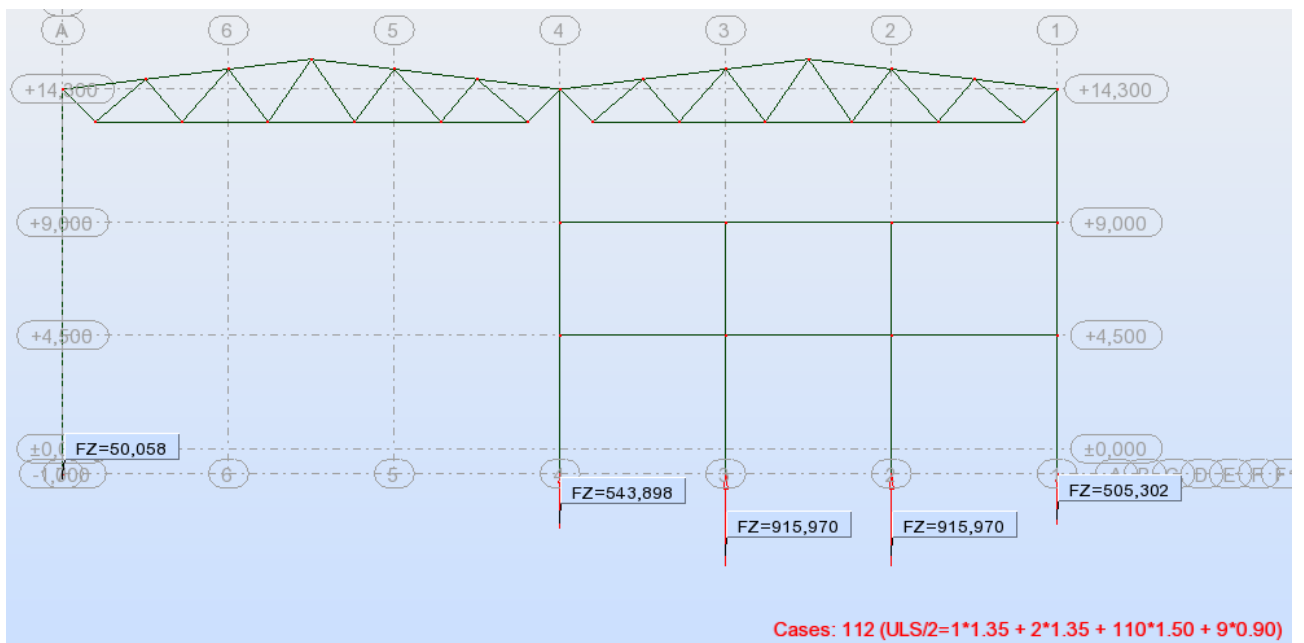
7.4 pav. Trilanksčio metalinio rėmo lenkimo momentų (M_y) diagrama



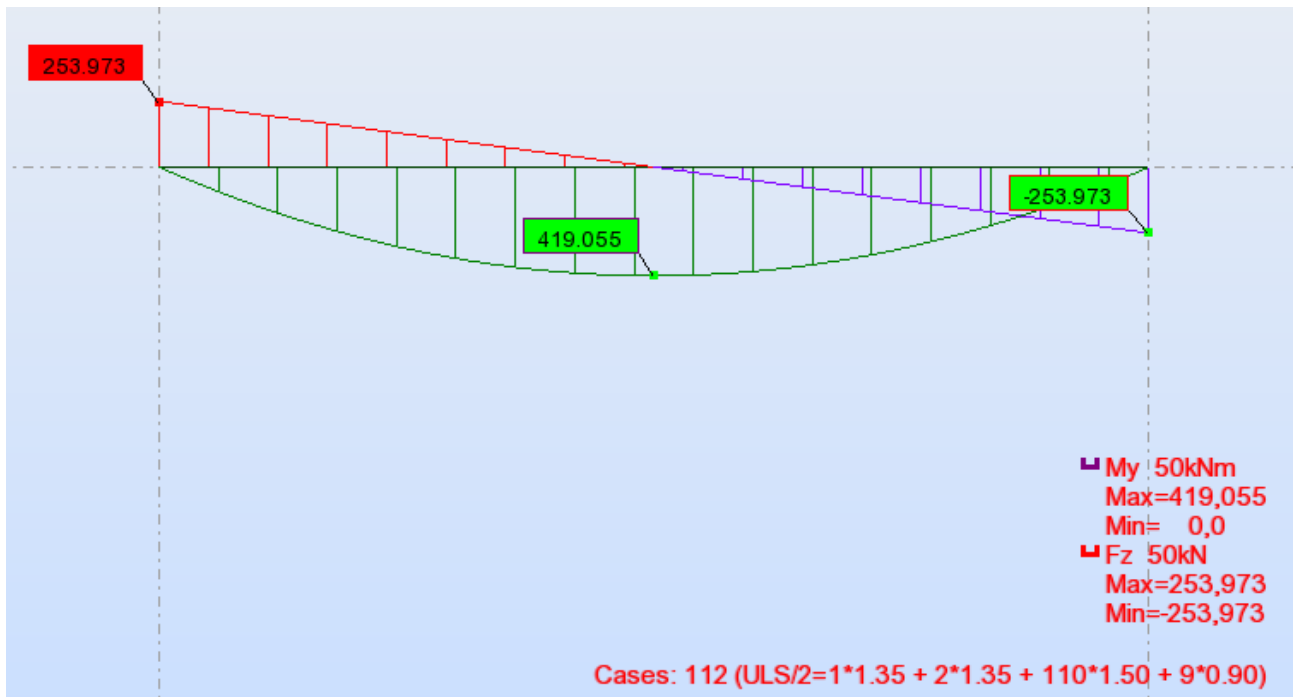
7.5 pav. Trilanksčio metalinio rėmo lenkimo momentų (M_z) diagrama



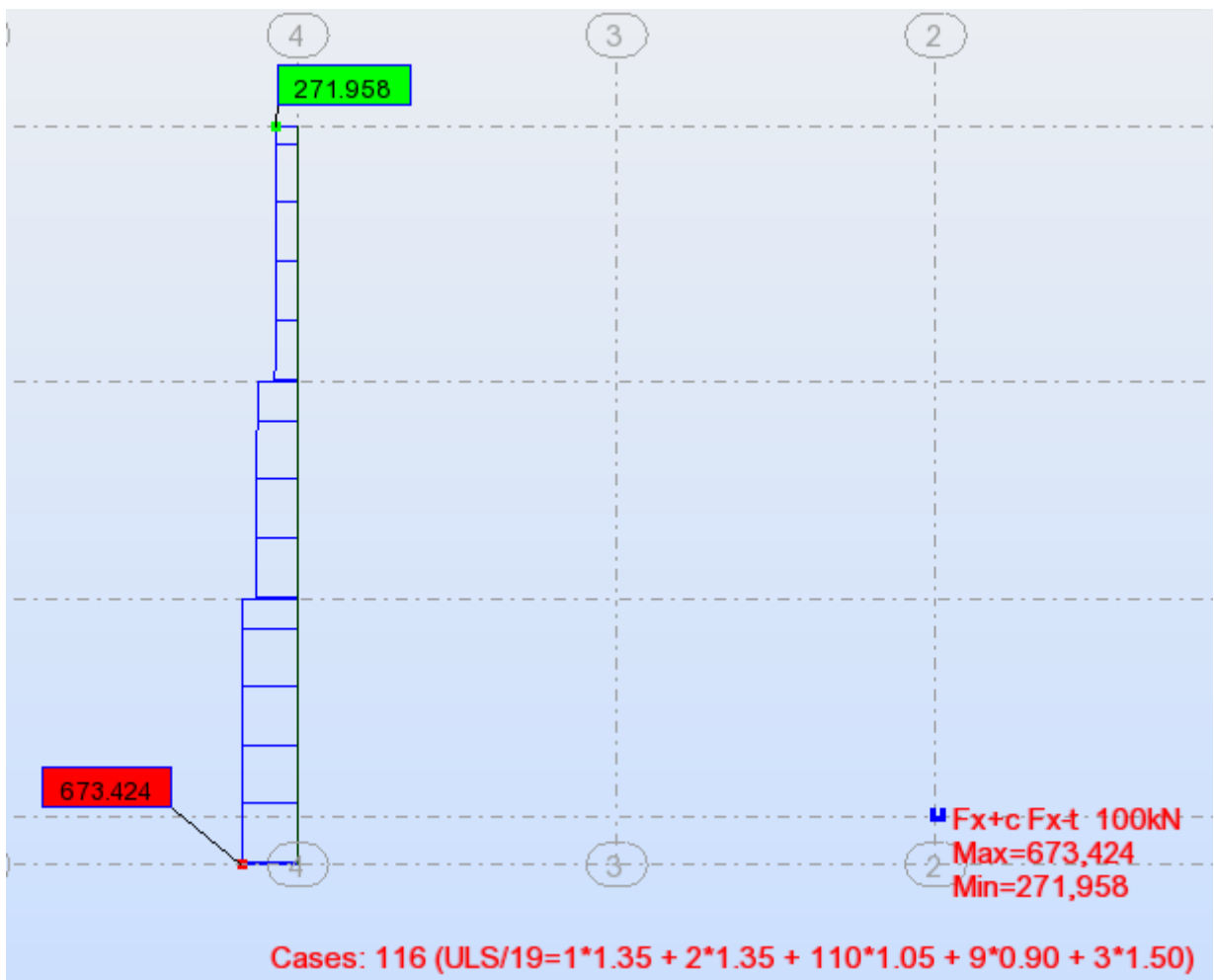
7.6 pav. Dvinačio daugiaaukščio rėmo charakteristinės apkrovos į pamatus



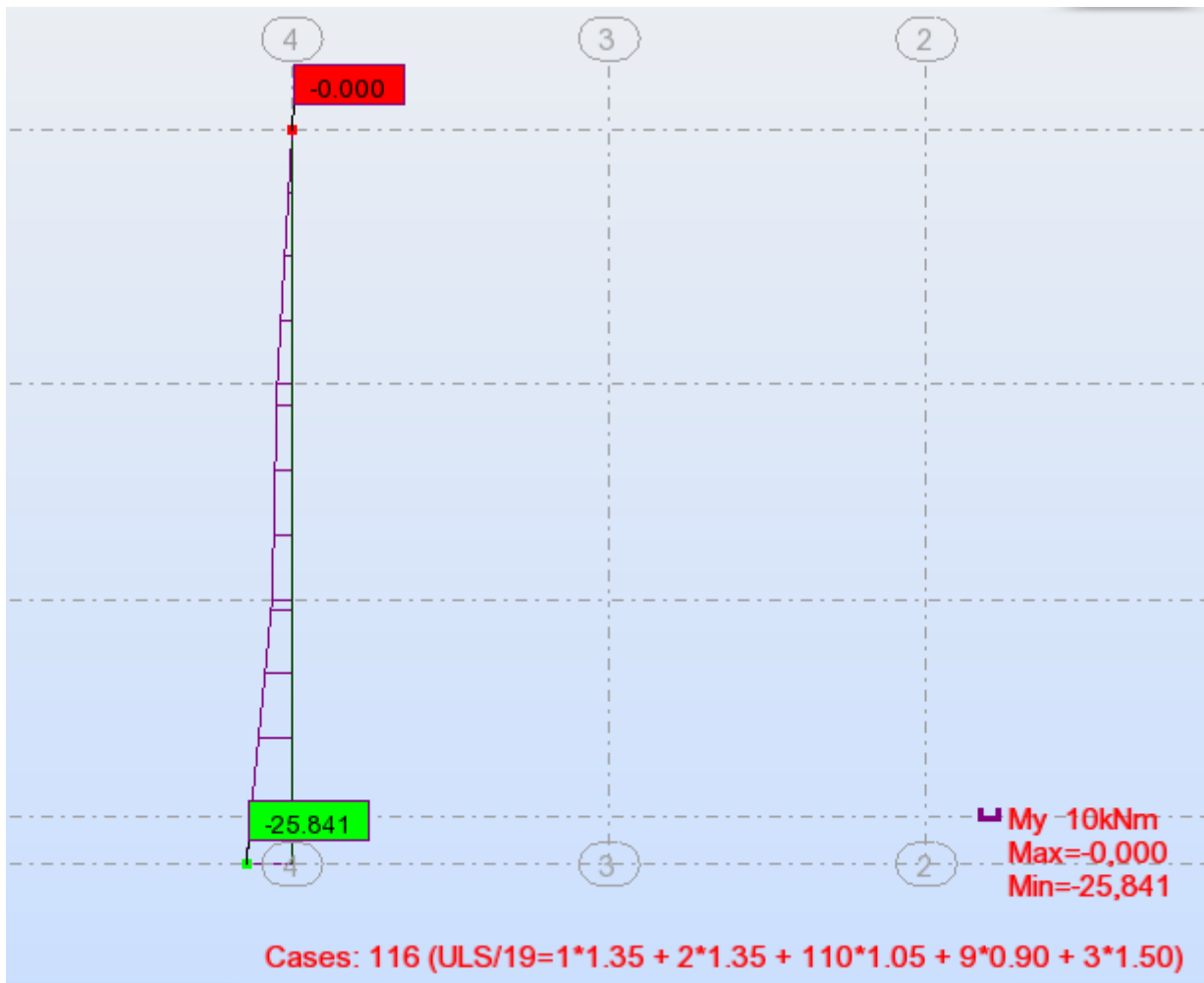
7.7 pav. Dvinačio daugiaaukščio rėmo skaičiuotinės apkrovos į pamatus



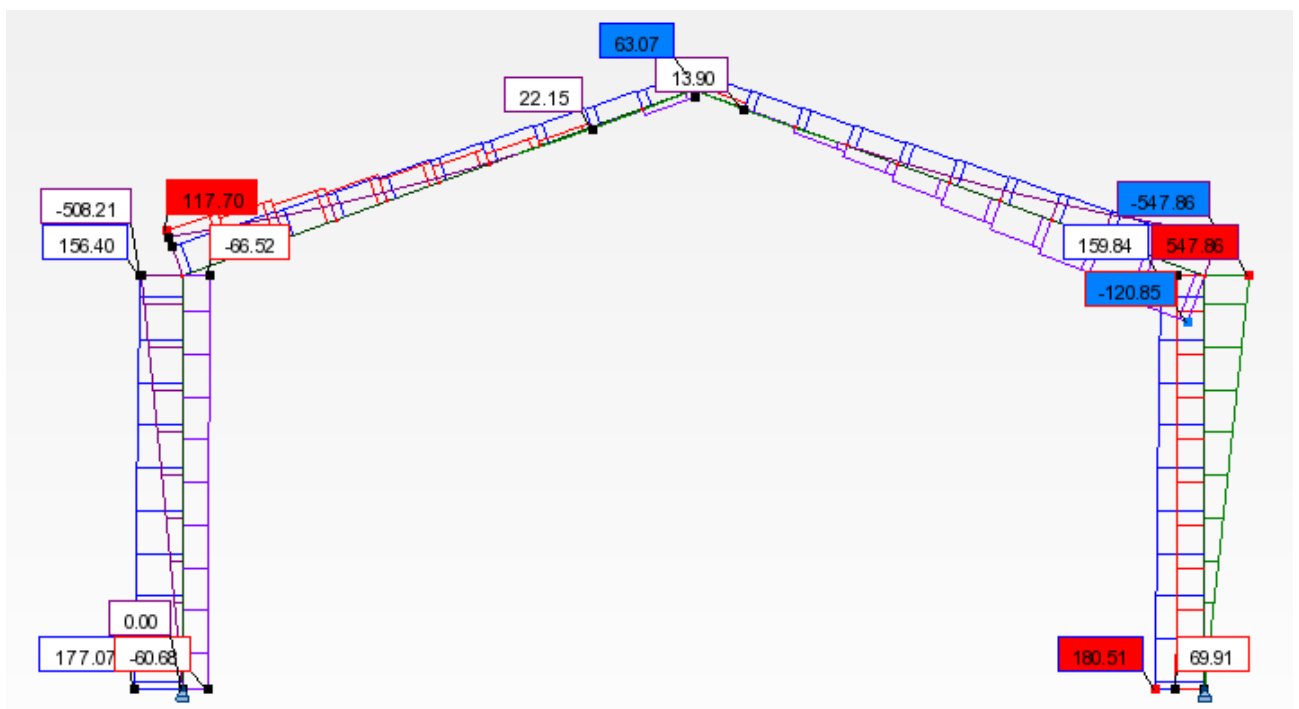
7.8 pav. Tarpaukštinės sijos skersinių jėgų ir lenkimo momentų diagramos



7.9 pav. Metalinės kolonos ašinių jėgų diagrama



7.10 pav. Metalinės kolonos lenkimo momentų diagrama



7.11 pav. Medinio trilankščio rėmo skaičiuojamųjų įrašų diagramos