

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

TVIRTINU

Katedros vedėjas

Doc. dr. Mindaugas Augonis

**SPORTO SALĖS JONAVOJE STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ
DALIES PROJEKTAS**

Baigiamasis magistro projektas
Statyba (621J80001)

Vadovas

Lekt. Mindaugas Kasiulevičius

Recenzentas

Projektą atliko

Ingrida Marašinskaitė

KAUNAS, 2016

Užduotis

Sutikimas

Parašų lapas

**PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO
PATVIRTINIMAS**

Patvirtinu, kad parengtas magistro baigiamasis darbas „SPORTO SALĖS JONAVOJE STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS“

- atliktas savarankiškai ir nebuvo kaip visuma pateiktas jokiai 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.

(vardas, pavardė)

(parašas)

Data: _____ m. _____ mėn. _____ d.

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

Magistro baigiamasis darbas

SPORTO SALĖS JONAVOJE STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS

Ingrida Marašinskaitė

ANOTACIJA

Magistro baigiamojo darbo tikslas – suprojektuoti visuomeninės sporto paskirties pastato laikančiąsias konstrukcijas, atlikus ekonominę konstrukcijų palyginimą aprašyti ekonomiškesnio rėmo montavimo technologinį procesą, darbų organizavimą ir saugą, bei pateikti techninio projekto brėžinius.

Projektuojamas objektas – 9 870,80 m² sporto salė su administracinėmis patalpomis Jonavoje, Taurostos gatvėje, netoli Neries upės.

Projekte pateikiami dokumentų sąrašas, kuriais privaloma vadovautis projektuojant pastatą, architektūriniai pastato sprendimai su brėžiniais. Pagrindinė darbo dalis – statinio laikančiųjų konstrukcijų projektavimas. Darbe projektuojama kolona, dviejų tipų pamatai, du 78 metrų tarpatramio rėmo variantai. Parenkamas ekonomiškesnis rėmo variantas, apskaičiuojami ir pateikiami duomenys technologinei kortelei paruošti. Aprašomas darbų organizavimas ir darbų sauga, įvertinama profesinė rizika.

Darbą sudaro 10 dalių: įvadas, 6 skyriai, išvados, literatūros sąrašas ir priedai.

Darbo apimtis – 89 puslapiai, neskaičiuojant priedų. Darbe pateikiama 31 lentelė, 34 paveikslai ir 47 literatūros šaltiniai.

Reikšminiai žodžiai: laikančiosios konstrukcijos, plieninis trijų šarnyrų rėmas

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

Master final work

STRUCTURAL PART OF PROJECT OF SPORTS HALL IN JONAVA

Ingrida Marasinskaite

SUMMARY

The aim of this master final work – design a bearing structure for sports purpose public building, find the most economic construction, analyze building preparation and construction works including work organization and prepare technical project drawings.

The object is 9 870,80 sq. m. area sports hall with administrative premises in Taurostos st., Jonava town, nearby river Neris.

The project presented a list of documents which must be followed designing this building, also architectural building solutions and drawings. The main part of this master final work is structure calculations. Structural part includes calculations of metal column, two types of foundation and two options for 78 meters frame structure. After economical comparison, calculated necessary data for assembly technology card for most cost-effective frame production and assembling. Paper also describes principles of work organization, work safety and occupational risk.

Work consists of 10 parts: introduction, 6 chapters, conclusions, bibliographical entries and appendices.

Scope of work – 89 pages excluding appendices. Paper includes 31 tables, 34 figures, 47 bibliographical entries and 6 appendices.

Keywords: Bearing structure, steel three-link frame

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	10
PAVEIKSLŲ SARAŠAS	11
ĮVADAS	13
1. STATYBOS REGLAMENTAVIMO IR TEISĖS SĄLYGOS	15
2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS	17
2.1. Sklypo projektavimas	17
2.2. Architektūriniai statinio sprendimai	18
2.3. Konstrukciniai sprendimai	21
2.4. Stogo šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas	24
3. KONSUKCINĖ DALIS	26
3.1. Pastato skaičiuojamojo rėmo sudarymas	26
3.1.1. Pastatą veikiančios apkrovos	26
3.1.2. Skaičiuojamoji schema	29
3.1.3. Derinių sudarymas	33
3.2. Trišarnyrio rėmo projektavimas.....	35
3.3. Rėmo elementų skerspjūvių skaičiavimas pagal STR	37
3.3.1. Viršutinės rėmo juostos projektavimas.....	37
3.3.2. Gniuždomojo rėmo tinklelio elemento projektavimas.....	43
3.3.3. Tempiamojo rėmo tinklelio elemento projektavimas	44
3.3.4. Gniuždomojo spyrio projektavimas.....	45
3.3.5. Rėmo elementų išnaudojimų palyginimas	46
3.4. Rėmo mazgų projektavimas.....	47
3.4.1. Viršutinės juostos „1“ mazgo projektavimas (T10 ir T21).....	48
3.4.2. Kraigo („2“) mazgo projektavimas (T8 ir T9).....	53
3.4.3. Karnizo mazgo („3“) projektavimas.....	54
3.4.4. Atraminio mazgo („4“) projektavimas	55
3.4.5. Flanšinių jungčių projektavimas	56
3.5. Rėmo fachverko kolonų projektavimas	58
3.6. Pamato GP-1 projektavimas	62
3.6.1. Gręžtinio poliaus GP-1 laikomosios galios skaičiavimas.....	63
3.6.2. Gręžtinio poliaus GP-1 armavimo skaičiavimas.....	65
3.7. Pamato PM-1 projektavimas.....	68

4. MOKSLINĖ TIRIAMOJI DALIS	72
4.1. Pastato griūties imitavimas	72
4.2. Kranu keliamos rėmo dalies tyrimas	77
5. TECHNOLOGINĖ, ORGANIZACINĖ IR EKONOMINĖ DALYS.....	81
5.1. Ekonominis konstrukcijų palyginimas.....	81
5.2. Rėmų montavimo technologinės kortelės aprašas	83
5.2.1. Rėmų montavimo darbų sąnaudos	83
5.2.2. Rėmų montavimo žmonių ir mašinų darbų sąnaudos	84
5.2.3. Rėmų montavimo techniniai – materialiniai ištekliai	85
5.2.4. Rėmų montavimo technologija	87
5.2.5. Darbo kokybės kontrolė	88
5.2.6. Techniniai – ekonominiai montavimo darbų rodikliai.....	89
5.3. Statybos darbų organizavimo principai	90
5.3.1. Pagrindiniai statybvietės plano sudarymo principai	91
6. DARBUOTOJŲ SAUGA IR SVEIKATA	93
6.1. Bendra tiriamojo objekto charakteristika.....	93
6.1.1. Darbo vietos charakteristika	93
6.1.2. Darbo aplinkos profesinės rizikos veiksniai ir jų šaltiniai	95
6.2. Profesinės rizikos vertinimas	97
6.2.1. Žalos sveikatai sunkumo, žalos pasireiškimo tikimybės vertinimas ir rizikos dydžio vertinimas.....	98
6.2.2. Rizikos priimtimumo nustatymas	99
6.3. Rizikos sumažinimas iki leistinų dydžių	99
6.4. Rizikos nustatymas rėmo montavimo metu.....	99
6.5. Rizikos tyrimo išvados.....	100
IŠVADOS	102
NAUDOTOS LITERATŪROS SĄRAŠAS	103
PRIEDAI.....	106
1 PRIEDAS.....	107
2 PRIEDAS.....	118
3 PRIEDAS.....	120
4 PRIEDAS.....	121
5 PRIEDAS.....	128
6 PRIEDAS.....	130

LENTELIŲ SĄRAŠAS

2.1 lentelė. Pastato techniniai rodikliai.....	17
2.2 lentelė. Sklypo techniniai rodikliai.....	17
2.3 lentelė. Sanitarinių prietaisų skaičius.....	19
2.4 lentelė. Statinių (gaisrinių skyrių) atsparumo ugniai laipsnis.....	21
3.1 lentelė. Stogo konstrukcijos apkrova.....	29
3.2 lentelė. Apkrovų tipai.....	33
3.3 lentelė. Derinių koeficientų reikšmės.....	33
3.4 lentelė. Deriniai elementų saugos ir tinkamumo ribiniams būviams.....	33
3.5 lentelė. Skaičiuojamųjų apkrovų derinių sukeltos įrašos rėmo elementuose.....	35
3.6 lentelė. Skaičiavimų palyginimai.....	46
3.7 lentelė. Gruntų rodiklių suvestinė lentelė.....	64
3.8 lentelė. Apskaičiuotos f , k_p ir M_{max} reikšmės.....	67
5.1 lentelė. Rėmo su spyriais ir statramsčiais montuojamų elementų sąrašas.....	82
5.2 lentelė. Rėmo su spyriais be statramsčių montuojamų elementų sąrašas.....	82
5.3 lentelė. Žmonių ir mašinų darbo sąnaudos.....	84
5.4 lentelė. Techninių išteklių poreikis.....	85
5.5 lentelė. Materialinių išteklių poreikis.....	86
5.6 lentelė. Medžiagų poreikio suvestinė.....	87
5.7 lentelė. Mechanizmų ir instrumentų poreikio suvestinė.....	87
5.8 lentelė. Konstrukcijų montavimo kontrolė.....	89
5.9 lentelė. Leistini plieninių rėmų montavimo nuokrypiai.....	89
5.10 lentelė. Techniniai – ekonominiai montavimo proceso rodikliai.....	90
6.1 lentelė. Fizikinių veiksnių sukeltų pavojų identifikavimas.....	95
6.2 lentelė. Fizinių veiksnių sukeltų pavojų identifikavimas.....	96
6.3 lentelė. Ergonominių ir psichologinių veiksnių keliamo pavojaus identifikavimas.....	97
6.4 lentelė. Žalos sveikatai sunkumo vertinimas.....	98
6.5 lentelė. Žalos pasireiškimo tikimybės vertinimas.....	98
6.6 lentelė. Rizikos dydžio vertinimo schema.....	98
6.7 lentelė. Rizikos priimtimumo nustatymas.....	99
6.8 lentelė. Balų reikšmės.....	99
6.9 lentelė. Rizikos įvertinimas.....	100

PAVEIKSLŲ SARAŠAS

2.1 pav. Stogo detalė.....	24
3.1 pav. Sniego apkrovos schema.....	27
3.2 pav. Sniego apkrovos variantai.....	27
3.3 pav. Vėjo apkrovų schema.....	28
3.4 pav. Rėmo skaičiuojamoji schema.....	30
3.5 pav. Erdvinis skaičiuojamasis pastato modelis.....	31
3.6 pav. „1“ mazgas: ryšių tvirtinimas.....	32
3.7 pav. „2“ mazgas: ryšių tvirtinimas.....	32
3.8 pav. Rėmo elementų numeracija.....	36
3.9 pav. Projektuojamo „K“ formos mazgo schema.....	48
3.10 pav. Kraigo mazgo schema.....	53
3.11 pav. Viršutinės juostos flanšinė jungtis.....	57
3.12 pav. Fachverko kolonos skaičiuojamoji schema ir įrašų diagramos.....	59
3.13 pav. Geologinis pjūvis (4 gręžinys).....	63
3.14 pav. Ekscentriškai gniuždomo apvalaus skerspjuvio elemento skaičiuojamoji schema.....	66
3.15 pav. Projektuojamo pamato schema.....	68
4.1 pav. Pašalinamas pirmasis tinklelio elementas.....	72
4.2 pav. Konstrukcijos deformacijos prieš elementų pašalinimą.....	73
4.3 pav. Konstrukcijos deformacijos pašalinus pirmąjį elementą.....	73
4.4 pav. Konstrukcijos deformacijos pašalinus antrąjį elementą.....	74
4.5 pav. Konstrukcijos deformacijos pašalinus trečiąjį elementą.....	74
4.6 pav. Plieninio trijų šarnyrų rėmo ašinių jėgų reikšmės.....	74
4.7 pav. Plieninio trijų šarnyrų rėmo ašinių jėgų reikšmės pašalinus TIN-1 elementą.....	74
4.8 pav. Apskaičiuotas rėmo elementų išnaudojimas ir rėmo elementų išnaudojimas pašalinus 10 elementą.....	75
4.9 pav. Plieninio trijų šarnyrų rėmo lenkimo momentų reikšmės, kol rėmas nepažeistas ir suirus 10 elementui.....	75
4.10 pav. Pašalinama rėmo atrama.....	76
4.11 pav. Programos įspėjimas apie konstrukcijos nestabilumą.....	77
4.12 pav. Konstrukcijos griūtis.....	77
4.13 pav. Kranu keliamos konstrukcijos ašinių jėgų diagrama.....	78

4.14 pav. Kranu keliamos konstrukcijos lenkimo momentų diagrama.....	78
4.15 pav. Kranu keliamos konstrukcijos deformacijos.....	79
5.1 pav. Statinio konstrukcijų kainos sudedamosios dalys.....	81
5.2 pav. Nagrinėjamų konstrukcijų kainų palyginimo diagrama.....	82
5.3 pav. Nagrinėjamų konstrukcijų tiesioginių išlaidų pasiskirstymo grafikas.....	83

IVADAS

Magistro baigiamajame darbe projektuojama sporto salė su administracinėmis patalpomis. Numatyta pastato statybos vieta – Jonavos mieste, Taurostos gatvėje, netoli Neries upės. Pastatas priskiriamas viešų pastatų kategorijai, sporto paskirties pastatų pogrupiui. Dėl didelio tarpatramio ir galimo didelio žmonių skaičiaus sporto salėje – pastatas priskiriamas ypatingų statinių grupei. Pastato paskirtis – rengti futbolo varžybas ir treniruotes. Pastatas projektuojamas vieno aukšto, jo ilgis 128,62 m., o plotis – 85,00 m (tarp ašių). Statinio laikančiosios konstrukcijos projektuojamos pastato daliai, kur numatoma įrengti futbolo aikštę. Šios pastato dalies stogas dvišlaitis su apsaugine tvorele. Statinio aukštis siekia 15,0 m.

Magistro baigiamojo darbo uždaviniai:

1. suprojektuoti statinio laikančiąsias konstrukcijas, naudojantis galiojančiais Lietuvos Respublikos statybiniais privalomaisiais dokumentais, ir kompiuterine projektavimo programa, gautus rezultatus palyginti;
2. suprojektuoti dvi vienodos paskirties konstrukcijas ir atlikti ekonominį palyginimą;
3. apskaičiuoti reikiamus duomenis ekonomiškesnės konstrukcijos montavimo darbų technologinės kortelės sudarymui, aprašyti montavimo technologiją, darbų organizavimą ir saugą;
4. išnagrinėti pastato laikančiosios konstrukcijos elementų irimą ir konstrukcijos griūtį, įrašų pasiskirstymą rėmo elementui netekus laikomosios galios, taip pat kranu keliamos rėmo dalies siūlių stiprumą kėlimo metu.

Darbą sudaro šešios dalys: teisinė dalis, architektūrinė, konstrukcinė, technologinė, organizacinė ir ekonominė bei darbuotojų sauga ir sveikata.

Teisinėje darbo dalyje aprašomi dokumentai, kuriais privaloma naudotis projektuojant statinį, išdėstomi esminiai statinio reikalavimai.

Architektūrinėje dalyje aprašoma projektuojamo pastato statybos vieta, pagrindiniai pastato ir sklypo techniniai rodikliai. Aprašomi projektuojamo statinio architektūriniai sprendimai.

Konstrukcinėje dalyje atliekamas dviejų 78 metrų tarpatramio rėmų, su skirtingais tinklelio variantais, projektavimas, fachverko kolonos skaičiavimai, gręžtinių polinių pamatų ir seklių pamatų projektavimas. Skaičiavimai atliekami vadovaujantis Lietuvos Respublikos statybos įstatymu ir techniniais reglamentais. Naudodami kompiuterinę projektavimo

programą sudarome trimatį pastato modelį su konstrukcijas veikiančiomis apkrovomis ir apskaičiuojame konstrukcijų elementuose veikiančias įrašas.

Tiriamajoje dalyje nagrinėjamas rėmo elementų irimas ir pastato griūties imitavimas. Tikrinamas rėmo įrašų pokytis suirus bent vienam konstrukcijos tinklelio elementui. Skaičiuojamas kranu keliamos rėmo dalies siūlių stiprumas.

Technologinėje, organizacinėje ir ekonominėje dalyse atliekamas ekonominis dviejų plieninių trišarnyrių rėmų palyginimas. Sudaromos ir pateikiamos gamybos ir montavimo lokalinės sąmatos. Ekonomiškesniam rėmo variantui aprašomi rėmo montavimo principai ir parengiami techninio projekto brėžiniai.

Paskutinėje darbo dalyje, vadovaujantis statybos techniniais reglamentais, aprašoma darbo sauga statybos aikštelėje, vertinama profesinė rizika.

1. STATYBOS REGLAMENTAVIMO IR TEISĖS SĄLYGOS

Naujas statinys – sporto maniežas, kaip ir kiti pastatai, kurie statomi, rekonstruojami ar renovuojami Lietuvos Respublikos teritorijoje, vandenyse ir tarptautiniuose vandenyse esančiame jos kontinentiniame šelfe, į kurį Lietuvos Respublika turi išimtinės teises, projektuojamas remiantis Lietuvos Respublikos statybos įstatymu, kuris nustato statinių esminius reikalavimus, pastato tyrinėjimo, statinių projektavimo, statybos, statybos pradžios ir užbaigimo, atidavimo naudojimui, priežiūros, nugriovimo ir visos išvardintos veiklos priežiūros tvarką, statybos dalyvių, statinių savininkų ir kitų su statybos procesu susijusių juridinių bei fizinių asmenų teises, atsakomybę, veiklos principus. [8]

Projektuojamas statinys, vadovaujantis Statybos techniniais reglamentais, privalo būti suprojektuotas ir pastatytas naudojant tokius statybos produktus, kurių ypatybės per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę užtikrintų esminius statinio reikalavimus:

1) mechaninį atsparumą ir pastovumą; 2) gaisrinę saugą; 3) higieną, sveikatą ir aplinkos apsaugą; 4) saugų naudojimą; 5) apsaugą nuo triukšmo; 6) energijos taupymą ir šilumos išsaugojimą; 7) Tvarus gamtos išteklių naudojimas. [3]

STATINIO PAVADINIMAS. Sporto centras.

STATYBOS GEOGRAFINĖ VIETA. Jonavos m., Taurostos gatvė 14 (skl. kad. Nr. 4610/16:71)

STATYBOS FINANSAVIMO ŠALTINIAI. Projektavimo ir statybos darbai finansuojami Jonavos raj. savivaldybės.

STATYBOS RŪŠIS. Vadovaujantis LR statybos įstatymo 1996 03 19, Nr.I – 1240, nauja redakcija, patvirtinta 2010 10 01 d., STR 1.01.08:2002, statybos rūšis yra nauja statyba.

STATYBOS PASKIRTIS. Vadovaujantis STR 1.01.09:2003 „Statinių klasifikavimas pagal naudojimo paskirtį“ 8.14. p. ir 8.2. p. – sporto paskirties statinys su administracinėmis patalpomis.

STATINIO KATEGORIJA. Remiantis STR 1.01.06:2013 „Ypatingi statiniai“ 5 p. statinys priskiriamas ypatingų statinių kategorijai. [15]

Statinio projektavimas vykdomas laikantis Lietuvos statybos techninių reglamentų reikalavimų. Statinį veikiančios apkrovos, naudojimo ir aplinkos poveikiai nustatyti ir apskaičiuoti pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ nurodymus [30]. Pastato atitvarų šiluminės savybės apskaičiuojamos naudojantis STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“ [24]. Pastato projektas ruošiamas remiantis STR 2.05.06:2010 „Statinio

projektavimas“ nustatyta projekto rengimo tvarka [17]. Statinio laikančiosios konstrukcijos projektuojamos vadovaujantis STR 2.05.03:2003 „Statybinių konstrukcijų projektavimo pagrindai“ nurodymais [29]. Statinio laikančiosios konstrukcijos suprojektuotos taip, kad atitiktų STR 2.01.01(1):2005 „Esminiai statinio reikalavimai. Mechaninis patvarumas ir pastovumas“ keliamus reikalavimus [20]. Pastato laikančiosios konstrukcijos projektuojamos remiantis STR 2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“ [31] bei STR 2.05.08:2005 „Plieninių konstrukcijų projektavimas“ nurodymais [33]. Remiantis STR 1.06.03:2002 „Statinio projekto ekspertizė ir statinio ekspertizė“, techninio projekto rengimo metu atliekama projektuojamo statinio dalies ekspertizė, po ekspertizės patvirtinimo rengiamas darbo projektas, kuriam atliekama pakartotinė ekspertizė [18]. Vadovaujantis STR 1.09.05:2002 „Statinio projekto vykdymo priežiūra“ nurodymais, turi būti atlikta visų projekto dalių vykdymo priežiūra [19].

2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

Projektuojamo statinio „Sporto centro“ statybos vieta – Taurostos g. 14, Jonavos m. Pastato sklypo vieta numatyta netoli Neries upės, dalis sklypo ribojasi su Gaižiūnų gatve, dalis – Taurostos gatve. Sporto maniežas orientuotas taip, kad įėjimas į pastatą būtų matomas nuo Taurostos gatvės. Šalia pastato, lygiagrečiai jam, orientuotos dar dvi futbolo aikštės. Futbolo maniežo vieta – miesto pakraštyje, šalia magistralinio kelio A6. Į šiaurę nuo projektuojamo statinio, pervažius per Nerį – miesto centras, į pietvakarius – vienas didžiausių miestų Lietuvoje – Kaunas. Šalia sklypo, šiaurės ir vakarų kryptimi – gyvenamųjų namų rajonas. Pietų kryptimi – numatoma naujų gyvenamųjų namų rajono vieta. Rytinėje pusėje – pievos, miškai. 2.1 ir 2.2 lentelėse pateikiami pastato ir sklypo techniniai rodikliai.

2.1 lentelė. Pastato techniniai rodikliai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Vertė	Matavimo vienetas
1	Bendras plotas	9 870.80	m ²
2	Pagrindinis plotas	9 599.51	m ²
3	Pagalbinis plotas	271.29	m ²
4	Nešildomo maniežo tūris	110 125	m ³
5	Aptarnavimo patalpų bloko tūris	4 860	m ³
6	Visas pastato tūris	114 985	m ³
7	Aukštų skaičius	1	vnt
8	Pastato aukštis	15	m
9	Projektinis žiūrovų vietų skaičius manieže	~250	vnt
10	Projektinis žiūrovų vietų skaičius lauko tribūnose	~500	vnt

2.2 lentelė. Sklypo techniniai rodikliai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Vertė	Matavimo vienetas
1	Sklypo plotas	50 029.00	m ²
2	Sklypo užstatymo plotas	16 860.90	m ²
3	Sklypo užstatymo intensyvumas	33.70	%
4	Sklypo užstatymo tankumas	19.70	%

2.1. Sklypo projektavimas

Žemės reljefas. Pastato statybos aikštelė yra kairiajame Neries krante, apie 250 m. nuo upės vagos. Absoliutiniai sklypo aukščiai kinta nuo 44.50–45.30 m ribose. Hidrologinės sąlygos: pagal geologinių tyrinėjimų ataskaitą, didžiausias prognozuojamas požeminių gruntinių vandenių lygis 1,4–1,9 m. gylyje. Gruntas – žvyringas smėlis, rupus smėlis, giliau – smėlingas dulkingas molis.

Statinių padėtis sklype. Jonavos sporto centre projektuojami sporto aikštynai, teniso kortai, maniežas su administracinėmis patalpomis. Sklype projektuojamas sporto maniežas turi būti orientuojamas taip, kad tilptų tarp šalia esančių pavienių statinių. Projektuojamo

pastato sklypo ribose matoma kadaise buvusi futbolo aikštė. Pastatas bus orientuojamas taip, kad jo pagrindinis fasadas būtų atsisukęs į šiaurinę pusę (Taurostos g.), o šoninis fasadas – lygiagretus Gaižiūnų gatvei. Sporto maniežas – vienas pastatas, kurį sudaro futbolo maniežo aikštė ir administracinės patalpos. Sklypo ribose talpinamas pastatas ir dar dvi futbolo aikštės, kurios orientuotos futbolo maniežo aikštei. Įvažiavimas į mašinų stovėjimo aikštelę – nuo Taurostos gatvės.

Sporto centro teritorijos planavimas. Po sporto maniežo statybos numatomas teritorijos tvarkymas. Planuojama sutvarkytą ir suformuotą sklypo paviršių apsėti sportine veja, nes didžiojoje sklypo dalyje bus įrengiami futbolo aikštynai. Teniso aikštynų dangas numatyta įrengti iš gumos granulių.

Sporto centro teritorijoje numatoma įrengti dviračių stovus, suoliukus, vaikščiojimo takus, šiukšliadėžes, žiūrovų tribūnas, šviestuvus aplink pastatą. Pastato fasadas bei iškaba taip pat numatomi apšviesti. Futbolo aikštės bei kiti aikštynai turi būti tinkamai apšviesti, kad netrukdytų žaidimui.

Pagrindinis patekimas į Sporto centrą numatomas iš Taurostos g. Patogus patekimas į mašinų stovėjimo aikštelę nuo pagrindinio kelio. Numatomas kelias ir mašinų stovėjimo vietos arčiau futbolo stadiono žaidėjams bei sporto centro darbuotojams. Įrengiamas pėsčiųjų takas iš Taurostos g. ir iš Gaižiūnų g. pusės.

Numatomas sklypo teritorijos aptvėrimas, siekiant riboti naudojimąsi aikštynu be žinios, taip pat vengiant vandalizmo aktų, saugant Sporto centro turtą. Taip pat teritorijos aptvėrimas formuotų vienodą žmonių srautą.

Automobilių stovėjimo vietų planavimas.

Šalia pagrindinės gatvės (Taurostos) numatyta įrengti automobilių stovėjimo aikštelę. Aikštelėje projektuojama įrengti 97 vietas, iš kurių 6 bus skirtos žmonėms su negalia. Jos įrengiamos arčiausiai įėjimo į pastatą. Tarp šių stovėjimo vietų paliekama 1,5 m išlipimo aikštelė. [26] Stovėjimo vietos pažymimos sutartiniu ženklu. Įrengtas kelias nuo Taurostos gatvės sujungiamas su Gaižiūnų gatve, taigi numatomi du įvažiavimai į sklypą. Šalia teniso kortų įrengiamos 27 vietos automobiliams ir 5 vietos numatytos autobusams. Lengvųjų automobilių vietų plotis – 2,5 m, ilgis – 5,0 m. [218] Įrengiamos pėsčiųjų perėjos, kad lankytojai saugiai pasiektų pastatą iš savo automobilių stovėjimo vietų. Automobilių stovėjimo vietų kiekis bei kiti parametrai parinkti remiantis STR 2.03.01:2001 nurodymais.

2.2. Architektūriniai statinio sprendimai

Sporto maniežo patalpų planavimas buvo atliekamas remiantis STR 2.02.02:2004 „Visuomeninės paskirties statiniai“ nurodymais. [25]

Projektuojamas statinys sudarytas iš dviejų dalių: administracinių patalpų ir pagrindinės futbolo aikštės. Pastato forma sudaryta iš stačiakampio formos pagrindinio pastato, su dvišlaičiu stogu, ir prie jo fasadinių sienų prijungtų administracinių patalpų. Bendras pastato ilgis – 128,62 m., plotis – 85,0 m tarp ašių. Sporto centras – vieno aukšto statinys, pastato aukštis, kur numatoma įrengti futbolo aikštę – 15,0 metrų, administracinių patalpų aukštis – 5,5 m.

Pastatui parinktos spalvos – sidabrinė ir tamsiai žalia. Maniežo sienoms naudojamos sidabrinės spalvos daugiasluoksnės plokštės, administracinėms – tamsiai žalios spalvos daugiasluoksnės plokštės. Stogui naudojama prilydoma bituminė juodos spalvos danga, apsauginei stogo tvorelei ir katilinės kaminams (h=0,6 m.) parinkta tamsiai žalia spalva. Lauko tribūnos taip pat priderintos prie pastato, jas numatyta įrengti žalios spalvos. Aplink pastatą įrengiami takai iš trinkelų (pilkos spalvos).

Pagrindinėje pastato dalyje įrengiama tik aikštė, administracinėse patalpose įrengiami sanitariniai mazgai, katilinė, registratūra, bilietų kasa, prekybos vietos, persirengimo kambariai su dušais bei tualetais, nuolatinių darbuotojų kabinetai. Taip pat numatomos patalpos medicinos punktui, konferencijų salei bei teisėjų persirengimo kambariui. Numatomas projektinis vietų skaičius žiūrovų tribūnose ~250. Patekimas į maniežą pritaikytas ir žmonėms su negalia.

Sanitariniai mazgai. Sanitariniai mazgai projektuojami remiantis STR 2.02.02:2004 reikalavimais. Juose nurodyta, jog tualetų kabinos matmenys turi būti ne mažesni kaip 1,2x0,8 m (su bidė – 1,8x1,2 m), o prietaisų kiekis sanitariniuose mazguose turi būti ne mažesnis nei nurodytas 2.3 lentelėje.

2.3 lentelė. Sanitarinių prietaisų skaičius [25]

Įrenginio pavadinimas	Vyrų ne daugiau kaip	Moterų ne daugiau kaip
1 unitazas	18	12
1 pisuaras	18	-
1 bidė (higieninis dušas)	-	14

Taip pat įrengiamas tualetas su atskiru įėjimu, pritaikytas žmonėms su negalia. [25]

Persirengimo kambariai. Persirengimo kambarių projektavimas vykdomas remiantis HN 123:2013 „Sporto klubo paslaugų sveikatos saugos reikalavimai“. Penki persirengimo kambariai išdėstyti taip, jog būtų galima tiesia patekti į dušo patalpas. Persirengimo patalpoje numatyti suolai, spintelės daiktams susidėti ir kabliukai daiktams. Dušas: persirengimo kambariuose numatomas vienas ragelis 5 persirengimo vietoms. Tualetas: numatomas vienas unitazas ir praustuvė 30 persirengimo vietų. Grindų danga persirengimo, dušo ir tualetų patalpose privalo būti neslidi ir tinkama drėgnam valymui. [6]

Higiena sveikata ir aplinkos apsauga. Sporto maniežas privalo būti pastatytas taip, kad nekeltų pavojaus statinyje ir šalia jo būnantiems žmonėms. Jis turi nekelti grėsmės žmonių sveikatai, neišskirtų kenksmingų dujų ar pavojingų dalelių, kenksmingos spinduliuotės, kad nekeltų grėsmės dėl netinkamo nuotekų, dūmų, kietųjų ar skystųjų atliekų pašalinimo, drėgmės statinio dalyse ar jo dalių paviršiuose. [21]

Vidaus aplinkos reikalavimai. Patalpose turi būti įrengtas apšvietimas. Dirbtinis ir natūralus apšvietimas įrengiamas visose darbo ir poilsio patalpose. Patalpose įrengiamas natūralus vėdinimas arba mechaninis vėdinimas, neturint galimybių įrengti natūralaus. Tualetai ir dušai turi turėti atskiras vėdinimo sistemas. Patalpos turi būti prižiūrimos, grindis kiekvieną dieną valomos.

Statinsys bei visos jo patalpos išdėstomos siekiant išvengti bet kokių nelaimingų atsitikimų: kritimo, užkliuvimo, paslydimo, susižalojimo įsipjovus, nusideginus. Siekiama sumažinti nuketėjimo riziką dėl elektros srovės, sprogimo, susidūrimo. Pastate įrengiamos nuorodos, įspėjamieji ženklai, padėsiantys apsaugoti lankytojus nuo susidūrimo, atsitrenkimo. Sporto manieže nenumatoma jokių langų, taigi vykstant rungtynėms ar treniruotėms bus išvengta dužimų. Administracinėse patalpose visos stiklinės vitrinos, durys ir langai su įspėjimais, kad būtų išvengta atsitrenkimų ir susižalojimų.

Sporto maniežo pritaikymas žmonėms su negalia. Įėjimas į pastatą projektuojamas žemės paviršiaus lygyje. Pastato viduje nenumatoma įrengti slenksčių. Numatomi tualetai pritaikyti žmonėms su negalia. Koridoriai ir durys projektuoti taip, kad nesukeltų nepatogumų žmonėms su negalia. Šalia žiūrovų tribūnų numatyta vietos bei patogus, platus privažiavimas. Evakuacinis išėjimas iš futbolo aikštės tiesus, su nuorodomis. Įrengtas patogus privažiavimas prie lauke esančių žiūrovų tribūnų.

Patekimas į sporto centrą, koridorių išdėstymas. Pagrindinis įėjimas į pastatą numatomas iš Taurostos gatvės. Virš pagrindinio įėjimo pakabinama iškaba. Šalia įėjimo projektuojama automobilių stovėjimo aikštelė, takelis nuo pagrindinės gatvės iki Sporto centro. Praėjus tambūrą ir koridorių – patenkama į futbolo aikštę. Šis kelias – evakuacinis išėjimas. Koridorius nuo įėjimo į pastatą veda į sanitarinius mazgus, persirengimo kambarius ir technines patalpas. Iš futbolo aikštės numatytas tiesesnis ir patogesnis patekimas iš šias patalpas. Kitos svarbios patalpos – darbuotojų kabinetai, bilietų kasos, registratūra ir prekybos vietos – numatytos šalia įėjimo. Taip pat numatoma keli išėjimai iš pastato į lauko sporto aikštyną bei du tiesioginiai išėjimai į lauką iš vidinės futbolo aikštės.

Pastato atitvaros. Pastatas projektuojamas B energinio naudingumo klasės. Futbolo aikštynas numatytas nešildomas, administracinės patalpos – šildomos. Negyvenamiesiems

viešos paskirties pastatams reikiamos atitvarų šilumos perdavimo koeficiento vertės: siena - $U=0,25$ ($W/m^2 \cdot K$), stogas - $U=0,20$ ($W/m^2 \cdot K$), grindys ant grunto (šildomų patalpų) - $U=0,30$ ($W/m^2 \cdot K$). Kadangi futbolo aikštyno patalpos nešildomos – grindų šildyti nereikia. Grindys apšildomos perimetru (1,2 m. pločio juosta). Futbolo aikštyno sienoms parinktos daugiasluoksnės 100 mm sienų plokštės KS1000 RW (termoizoliacija IPN-L, $U=0,243$ ($W/m^2 \cdot K$)) [46], kurios orientuojamos horizontaliai ir tvirtinamos prie rėmų. Administracinių patalpų sienoms naudojamos 120 mm daugiasluoksnės sienų plokštės KS1000 RW (termoizoliacija THERMALsafe, $U=0,164$ ($W/m^2 \cdot K$)) [46]. Administracinės dalies sienų plokštės tvirtinamos vertikaliai, taip sukuriama kontrastas. Sienų plokštės išorės apdaila – skarda, spalva – sidabrinė (RAL 9006). Stogas sudarytas iš laikančiojo pakloto, polistireninio putplasčio EPS100, orą ir garus izoliuojančio sluoksnio ir 2 sluoksnių prilydomos bituminės dangos.

Pastatas projektuojamas I ugniaatsparumo laipsniui ir 3 gaisro apkrovos kategorijai pagal STR 2.01.04:2004.

2.4 lentelė. Statinių (gaisrinių skyrių) atsparumo ugniai laipsnis [23]

Statinio atsparumo ugniai laipsnis	Gaisro apkrovos kategorija	Statinio, statinio gaisrinio skyriaus konstrukcijų elementų (turinčių ugnies atskyrimo ir (ar) apsaugos funkcijas) atsparumas ugniai ne mažesnis kaip (min.)							
		Gaisrinių skyrių atskyrimo sienos ir perdangos	Laikančiosios konstrukcijos	Nelaikančiosios vidinės sienos	Lauko siena	Aukštų, pastogės patalpų perdangos	Stogai	Laiptinės	
								Vidinės sienos	Laiptiniai ir aikštelės
I	3	RN ⁽¹⁾	R 60 ⁽²⁾	EI 15 ⁽⁵⁾	RN ⁽³⁾	REI 45 ⁽²⁾	RE 20 ⁽⁴⁾	REI 60	R 45

(1) Pastatas vertinamas kaip vienas gaisrinis skyrius.

(2) Konstrukcijoms įrengti naudojami ne žemesnės kaip B–s3, d2 degumo klasės statybos produktai

(3) Lauko sienai atsparumo ugniai reikalavimai (EI 15) netaikomi, kadangi aukščiausio aukšto grindų altitudė neviršija 6 m.;

(4) Stogą laikančiosioms konstrukcijoms (gegnėms, grebėstams ir pan.) įrengti naudojami ne žemesnės kaip B–s3, d2 degumo klasės statybos produktai.

(5) Konstrukcijoms įrengti naudojami ne žemesnės kaip D–s3, d2 degumo klasės statybos produktai.

2.3. Konstrukciniai sprendimai

Projektuojamas pastatas sudarytas iš dviejų dalių: futbolo aikštyno ir administracinių patalpų. Administracinėje pastato dalyje įrengiami dušai, persirengimo kambariai, tualetai, registratūra, bilietų kasa, darbuotojų kabinetai ir kitos patalpos. Pagrindinė darbe nagrinėjama konstrukcija – trišarnyris strypinis rėmas.

Skaičiuojamasis trimatis pastato modelis apkrautas charakteristinėmis apkrovomis, kurias sudaro nuolatinės ir laikinosios apkrovos. Statinio laikančiosios konstrukcijos projektuojamos stiprumui ir pastovumui pagal sudarytus derinius.

Rėmas yra veikiamas nuolatinių – tai konstrukcijų nuosavas svoris, konstrukcijų denginių, įrenginių svoris (technologinė apkrova: vėdinimo sistemos, apšvietimo sistemos) ir kintamų apkrovų (naudojimo, vėjo ir sniego). Trimatis skaičiuojamasis nagrinėjamo pagrindinio statinio modelis sudarytas iš metalinių trišarnyrių rėmų, lanksčiai įtvirtintų gelžbetoniniuose pamatuose, fachverko kolonų, rostverkų bei ryšių, užtikrinančių pastato standumą. Administracinės patalpos sudarytos iš gręžtinių polių, monolitinių rostverkų, metalinių kolonų, metalinių sijų bei ryšių (ramsčių).

Futbolo aikštė. Pagrindinė statinio dalis - vienaukštė. Pastatą sudaro pamatai, trišarnyriai rėmai, kolonos, ryšiai.

Pamatai. Šioje pastato dalyje įrengiami masyvūs pamatai, kurie skirti rėmo vertikalioms ir skėtimo jėgoms perimti. Pastato galuose numatomi gręžtiniai poliai, kurių ilgis 4,0 m ($\varnothing 300$ ir $\varnothing 500$ mm), ant kurių remiasi rostverkas. Į jį standžiai įtvirtinamos fachverko kolonos. Pamatai ir rostverkai projektuojami iš C20/25 XC2 aplinkos sąlygų klasės betono. Rostverkai projektuojami stačiakampio skerspjūvio 250(b) x 400(h). Pamatai išdėstomi 6,0 metro žingsniu.

Kolonos. Pastato galuose įrengiamos fachverkinės sienos. Pagrindinės jų laikančiosios konstrukcijos – kolonos. Fachverko kolonos numatomos plieninės, tuščiavidurių kvadratinų profilių iš S275 stiprumo klasės karštai valcuoto plieno. Kolonų skerspjūvis 150 x 300 mm. Jos išdėstomos 6,0 metrų žingsniu.

Rėmai. Rėmai projektuojami 78 metrų tarpatramio, rėmo aukštis ~14,6 metro. Rėminė konstrukcija projektuojamos iš karštojo valcavimo stačiakampių profilių. Pagrindinė laikančioji konstrukcija pastate išdėstoma kas 6,0 metrus. Rėmo viršutinė juosta - 250x350x10, apatinė - 250x350x12. Tinklelio elementai parinkti skirtingų skerspjūvių, siekiant optimizuoti rėmą.

Ryšiai. Konstrukcijų ir viso statinio pastovumui užtikrinti įrengiama ryšių sistema, kurią sudaro vertikalūs kryžminiai, horizontalūs išilginiai ir horizontalūs kryžminiai (skersiniai) ryšiai. Ryšiai (ramsčiai) suprojektuoti iš tuščiavidurių kvadratinio skerspjūvio karštai valcuotų plieno profilių. Galinėms pastato sienoms tenka atlaikyti vėjo apkrovas, todėl yra įrengiami ryšiai, kurie sustandina statinį, padeda apkrovas perduoti rėmams. Rėmai sujungti viršutinės juostos lygyje, ta padeda padaryti plieninis profiliuotas apkrovas laikantis lakštas. Dėl įrengiamų ryšių rėmai „dirba“ kartu, užtikrinamas rėmų pastovumas iš plokštumos ir bendras pastato standumas.

Administracinės patalpos. Ši pastato dalis taip pat vienaukštė. Administracinių patalpų konstrukcijos: poliniai pamatai, rostverkas, kolonos, sijos bei ryšiai.

Pamatai. Gręžtiniai poliniai pamatai (ilgis 4,0 m., $\varnothing 300$ ir $\varnothing 500$ mm), rostverkai projektuojami iš C20/25 stiprumo XC2 aplinkos sąlygų klasės betono. Rostverkai numatomi stačiakampio skerspjūvio, dviejų tipų: 300(b) x 600(h) mm ir 250(b) x 400(h) mm.

Kolonos. Administracinėse patalpose projektuojamos plieninės kolonos, tuščiavidurių kvadratinių profilių 150x150x5 iš S275 stiprumo klasės karštai valcuoto plieno. Kolonų žingsnis - 6,0 m.

Sijos. Ant kolonų remiamos sijos, ant kurių bus remiama stogo konstrukcija. Taip pat prie kolonų tvirtinami UPN plieniniai profiliai, naudojami parapeto formavimui. Stogo nuolydis bus formuojamas iš apšiltinimo sluoksnio.

Ryšiai. Ryšių paskirtis – užtikrinti bendrą administracinės pastato dalies konstrukcijų darbą. Ryšiams naudojami tuščiaviduriai kvadratiniai karštojo valcavimo profiliai. Pastatų fasadams naudojamos daugiasluoksnės sienų plokštės, kurios tvirtinamos prie kolonų. [47]

Visiems gelžbetoniniams elementams naudojamas betonas, pagal LST EN 206-1:2002, armuojamas S500 ir S240 stiprumo klasių armatūros strypais ir lankstiniais pagal LST EN ISO 15630-1:2010.

Grindys. Pastate įrengiamos grindys pritaikytos patalpoms. Administracinėje pastato dalyje grindys apšildomos 100 mm EPS 70 polistireniniu putplasčiu, įrengiamas 70 mm armuotas išlyginamasis sluoksnis. Numatyta danga – kiliminių plytelių danga. Koridoriuose ir hole parinkta neįrengti grindų dangos, virš armuoto sluoksnio įrengiamas betoninių grindų dėvimas sluoksnis. Persirengimo patalpose virš apšiltinimo sluoksnio įrengiamas 60 mm armuotas išlyginamasis sluoksnis. Ant jo tepama du sluoksniai hidroizoliacijos, įrengiama akmens masės plytelių danga. Manieže, futbolo aikštyno teritorijoje įrengiama SBR gumos granuliu padas, pilamas kvarcinio smėlio sluoksnis, gumos granuliu sluoksnis. Tiesiama dirbtinė veja 40 mm.

Sienos. Išorinėms maniežo sienoms parenkama daugiasluoksnės sienų plokštės KS1000 RW (termoizoliacija IPN-L, 100 mm)[47]. Administracinių patalpų išorinėms sienoms parinktos daugiasluoksnės sienų plokštės KS1000 RW (termoizoliacija THERMALsafe, 120 mm) [47]. Pertvaroms administracinėse patalpose, rūbinėse, techninėse patalpose ir kt. – naudojami AEROC „Element 150“ blokeliai [46] pertvaroms (150x400x600 mm). Šie blokeliai gali būti naudojami tiek sausose, tiek drėgnose patalpose. Blokeliai užtikrina gerą garso izoliaciją, kuri reikalinga administracijos darbuotojų kabinetuose.

Stogas. Maniežo stogas numatomas dvišlaitis, šlaitai, be parapetų, tačiau numatyta įrengti apsauginę tvorelę 0,6 m, pagal [25] reikalavimus. Apsauginė tvorelė parenkama su papildomais strypais sniego sulaikymui. [147] Stogo detalė pateikiama 2.1 pav. Ant viršutinės

rėmo juostos tvirtinamas profiliuotasis paklotas, skirtas apkrovų laikymui [42], stogas apšildomas polistireniniu putplasčiu EPS 100 (200 mm), stogo danga – klijuojama šaltu būdu stogo danga (RESITRIX® CL). Įrengiami vėdinimo kaminėliai (aukščiausioje stogo dalyje) kas 80 m, pagal STR 2.05.02:2008.[28] Administracinių patalpų stogo detalė tokia pati. Šioje pastato dalyje numatyta įrengti parapetus. Stogas – sutapdintas, Nuolydis į įlajas suformuojamas iš apšiltinimo sluoksnio.

2.4. Stogo šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

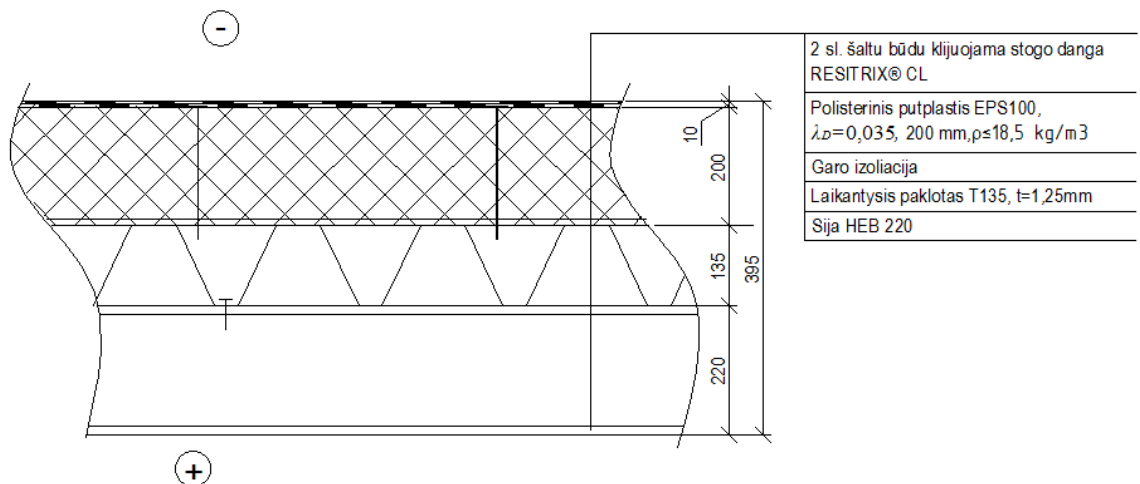
Atitvaros šilumos perdavimo koef. apskaičiuojamas vadovaujantis STR 2.01.03:2009 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių projektinės vertės“. [22]

Atitvaros sluoksnio šiluminė varža apskaičiuojama pagal formulę:

$$R_n = \frac{d_n}{\lambda_{ds,n}}, \quad (2.4.1)$$

čia: d_n - n -tojo sluoksnio storis, m ;

$\lambda_{ds,n}$ - n -tojo sluoksnio skaičiuojamoji šiluminio laidumo vertė, $W/m \cdot K$.



2.1 pav. Stogo detalė

1) Du sluoksniai šaltu būdu klijuojamos stogo dangos ($d_1=0,010$ m, $\lambda_{ds,1}=0,21$ $W/m \cdot K$):

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{ds,1}} = \frac{0,010}{0,21} = 0,048 \frac{m^2 \cdot K}{W};$$

1) Polistireninis putplastis EPS 100 ($d_2=0,20$ m):

Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{D,2}=0,035$ $W/m \cdot K$. Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl medžiagos papildomo įdrėkimo nevėdinamoje konstrukcijoje $\Delta\lambda_{o,2}=0,002$ $W/m \cdot K$. Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl šilumos konvekcijos poveikio:

$$\Delta\lambda_{cv,2}=\lambda_{D,2} \cdot K_{cv,2}=0,035 \cdot 0=0,000$$
 $W/m \cdot K$; (2.4.2)

čia: $K_{cv}=0$ – šilumos konvekcijos poveikio koeficientas.

Projektinė termoizoliacinės medžiagos šilumos laidumo koeficiento vertė :

$$\lambda_{ds,2} = \lambda_{D,2} + \Delta\lambda_{\omega,2} + \Delta\lambda_{cv,2} = 0,035 + 0,002 + 0,0 = 0,037 \text{ W/m}\cdot\text{K}; \quad (2.4.3)$$

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{ds,2}} = \frac{0,2}{0,037} = 5,406 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

3) Profiliuotos skardos laikantysis stogo paklotas “T-135” ($d_3=1,25 \text{ mm}$, $\lambda_{3ds}=50$ W/m·K [42]);

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_{ds,3}} = \frac{0,00125}{50} = 2,5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Visuminė atitvaros šiluminė varža skaičiuojama pagal formulę:

$$R = R_{si} + R_l + R_2 + \dots + R_n + R_{se}, \quad (2.4.4)$$

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

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

R_l, R_2, \dots, R_n – atskirų atitvaros sluoksnių šiluminės varžos.

Pagal (2.4.4) formulę apskaičiuojama visuminė denginio šiluminė varža:

$$R = 0,1 + 0,048 + 5,406 + 0,000025 + 0,04 = 5,60 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Denginio šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{5,60} = 0,18 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot \text{K} \quad (2.4.5)$$

Norminė stogo šilumos perdavimo reikšmė [27]:

$$U_N = 0,20 \cdot \kappa_1 = 0,20 \cdot 1,150 = 0,23 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot \text{K} \quad (2.4.6)$$

$$\text{čia: } \kappa_1 = \frac{20}{\theta_{i,H} - 0,6} = \frac{20}{18 - 0,6} = 1,150 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \quad (2.4.7)$$

$\theta_{i,H}$ - patalpos vidaus temperatūra (°C) šildymo sezono metu;

Denginio šilumos perdavimo koeficientas turi tenkinti sąlygą:

$$U \leq U_N \rightarrow 0,18 < 0,23 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot \text{K} \text{ - sąlyga tenkinama} \quad (2.4.8)$$

Taigi apskaičiuotas stogo konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientas neviršija šios paskirties pastatų grupėms priskiriamos norminės stogų šilumos perdavimo koeficiento reikšmės pateiktos STR 2.05.01:2013 „Pastatų energetinio naudingumo projektavimas“. [27]

3. KONSUKCINĖ DALIS

Pastato laikančiosios konstrukcijos turi būti suprojektuotos taip, kad tenkintų saugos ir tinkamumo ribinius būvius. Konstrukcijų projektavimas vykdomas remiantis Statybos techninio reglamento STR 2.05.03:2003 „Statybinių konstrukcijų projektavimo pagrindai“ [29] reikalavimais ir nurodymais. Darbe bus nagrinėjamos tik futbolo aikštyno laikančiosios konstrukcijos. Administracinių patalpų konstrukcijos nebus skaičiuojamos.

3.1. Pastato skaičiuojamojo rėmo sudarymas

3.1.1. Pastatą veikiančios apkrovos

Sniego apkrova

Sniego apkrova pasirenkama pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“. Pastatas pagal šio reglamento 1 priedo 1 lentelę priskiriamas I sniego apkrovos rajonui. [30] Sniego apkrova į stogo horizontaliąją projekciją nustatoma pagal formulę:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \quad (3.1.1)$$

čia: μ_i – stogo sniego apkrovos formos koeficientas, nustatomas pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ (žr. 2 priedo 1 lentelę);

C_e – atodangos koeficientas, įprastai lygus $C_e = 1,0$, nustatomas pagal STR 2.05.04:2003 (žr. 2 priedo 154 punktą) [30];

C_t – terminis koeficientas, įprastais atvejais $C_t = 1,0$, nustatomas pagal STR 2.05.04:2003 (žr. 2 priedo 154 punktą) [30];

s_k – sniego dangos ant 1 m^2 horizontaliojo žemės paviršiaus svorio charakteristinė reikšmė. I sniego apkrovos rajonui $s_k = 1,2 \text{ kN} / \text{m}^2$, nustatomas pagal STR 2.05.04:2003 (žr. 1 priedo 1 lentelę) [30].

Koeficientas μ , kai stogo nuolydis $i = 8^\circ \leq 25^\circ$, pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ (žr. 2 priedo 1 lentelės 1 schemą) $\mu = 1,0$. Nagrinėjami trys variantai kai sniego apkrova per visa stogą veikia tolygiai, kai veikia netolygiai ir kai veikia tik pusę stogo.

Apskaičiuojame sniego charakteristinės apkrovos reikšmę į stogo horizontaliąją projekciją pagal 3.1.1 formulę:

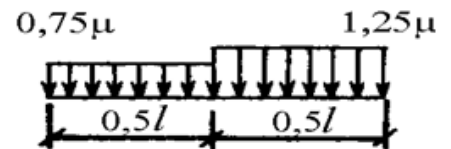
$$s_{1k} = s_{2k} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 1,20 \text{ kN} / \text{m}^2.$$

Skaičiuojamos trys sniego apkrovos schemas: kai apkrautas visas stogas, kai apkrova veikia tik pusę stogo ir kai apkrova paskirstyta netolygiai.

Kai stogas apkrautas netolygia sniego apkrova, o stogo nuolydis $\alpha \leq 25^0$, tai $\mu = 1$.

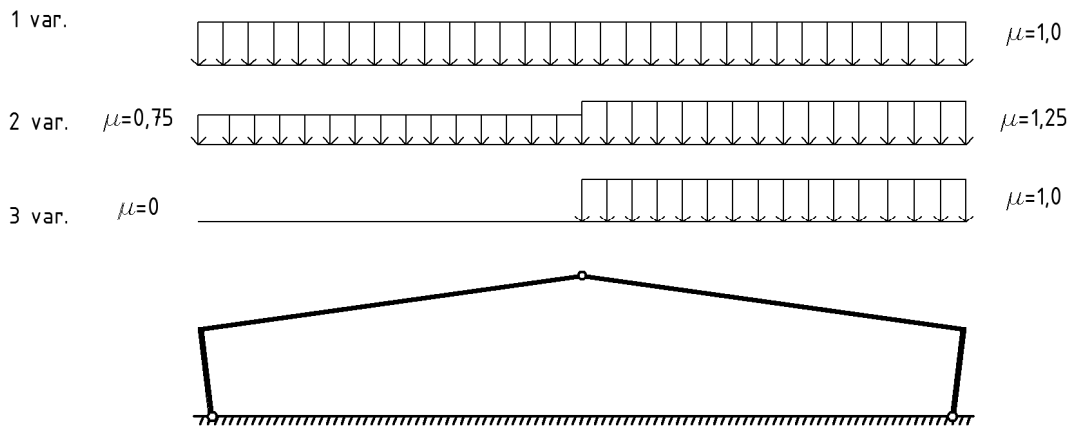
$$\mu_1 = 0,75 \cdot 1,0 = 0,75;$$

$$\mu_2 = 1,25 \cdot 1,0 = 1,25;$$



3.1 pav. Sniego apkrovos schema

Vėjo apkrova



3.2 pav. Sniego apkrovos variantai

Projektuojamo pastato ilgis 108 metrai, plotis 78 metrai, aukštis 15 metrų. Naudojantis STR „Poveikiai ir apkrovos“, nustatoma vėjo apkrovos schema ir aerodinaminis koeficientas. Jonava priklauso I vėjo apkrovos rajonui. [30] Vėjo greičio pagrindinė atskaitinė reikšmė I vėjo rajonui $v_{ref,0} = 24 \text{ m/s}$ (žr. STR 2.05.04:2003 3 priedą).

Pastato vietovės tipas – A (žr. STR 2.05.04:2003 197 punktą).

Vidutinė slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamoji w_{me} apskaičiuojama pagal STR 2.05.04:2003, taikant išraišką [30]:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e \quad (3.1.2)$$

čia: c_e – išorinio slėgio aerodinaminis koeficientas (žr. STR 2.05.04:2003 2 priedo 2 schema), $c_e = 0,8$, $c_{e1} = -0,07$, $c_{e2} = -0,4$, $c_{e3} = -0,45$, schema pateikiama 3.3a pav. [30];

$c(z)$ – koeficientas, priklausantis nuo vietovės reljefo tipo ir aukščio nuo žemės paviršiaus; (žr. STR 2.05.04:2003 18 lent.) [30];

q_{ref} – atskaitinis vėjo slėgis, apskaičiuojamas pagal [30]:

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} \cdot v_{ref}^2 = \frac{1,25}{2} \cdot 24^2 = 0,36 \text{ kN/m}^2 \quad (3.1.3)$$

čia: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ – oro tankis.

v_{ref} – atskaitinis vėjo greitis, apskaičiuojamas, pagal [30]:

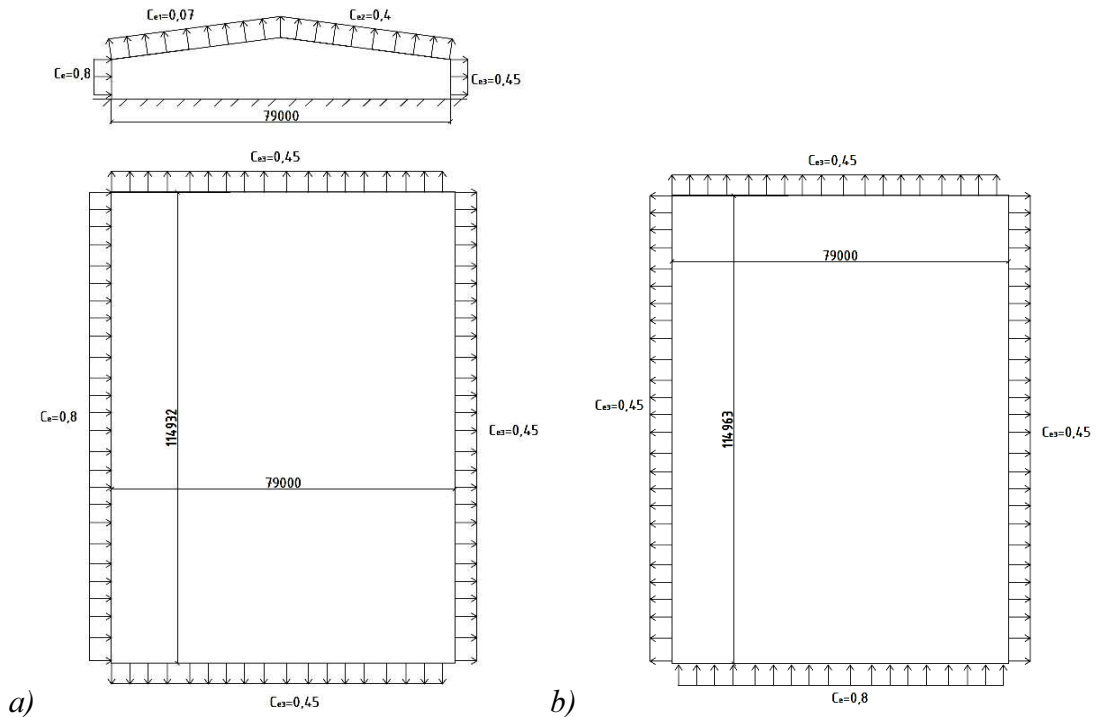
$$v_{ref} = c_{DIR} \times c_{ALT} \times c_{TEM} \times v_{ref,0} = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 24 = 24 \text{ m/s}; \quad (3.1.4)$$

čia: $v_{ref,0}$ – vėjo greičio pagrindinė atskaitinė reikšmė

c_{DIR} – krypties koeficientas, lygus 1,0 (žr. STR 2.05.04:2003 3 priedo 2 lentelę);

c_{ALT} – aukščio virš jūros lygio koeficientas, lygus 1,0 (žr. STR 2.05.04:2003 3 priedą);

c_{TEM} – laikotarpio (sezono) koeficientas (žr. STR 2.05.04:2003 3 priedą).



3.3 pav. Vėjo apkrovų schema

Aerodinaminiai pastato koeficientai C_{e1} , C_{e2} , C_{e3} randami interpoliacijos būdu pagal STR „Poveikiai ir apkrovos“ 4 priedo 2 schemą. Pagal pastato matmenis apskaičiuojami aerodinaminiai koeficientai. 3.3 pav. pateikiame vėjo apkrovų variantus. Darbe skaičiuojamas tik a vėjo apkrovų variantas, kai vėjas pučia į šoninę pastato sieną, nes jis pagal skaičiavimus pavojingesnis nei b variantas.

Koeficientas, įvertinantis vėjo slėgio pokytį pagal aukštį, A tipo vietai (atviros jūrų pakrantės, ežerų ir vandens tvenkinių pakrantės):

$$\text{Kai } z = 5 \text{ m} \rightarrow c(z) = 0,75;$$

$$z = f = 9,6 \text{ m} \rightarrow c(z) = 0,99;$$

$$z = f = 15 \text{ m} \rightarrow c(z) = 1,13;$$

Slėgio į išorinį šoninį paviršių vidutinė dedamoji:

Iki $h=5,0$ m

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,75 \cdot 0,8 = 0,22 \text{ kN} / \text{m}^2;$$

$$w_{me3} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e3} = 0,36 \cdot 0,75 \cdot (-0,45) = -0,13 \text{ kN/m}^2;$$

Iki h=9,6 m

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,99 \cdot 0,8 = 0,29 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{me1} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e1} = 0,36 \cdot 0,99 \cdot (-0,07) = -0,03 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{me2} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e2} = 0,36 \cdot 0,99 \cdot (-0,4) = -0,15 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{me3} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e3} = 0,36 \cdot 0,99 \cdot (-0,45) = -0,16 \text{ kN/m}^2;$$

Iki h=15,0 m

$$w_{me1} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e1} = 0,36 \cdot 1,13 \cdot (-0,07) = -0,03 \text{ kN/m}^2;$$

$$w_{me2} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_{e2} = 0,36 \cdot 1,13 \cdot (-0,4) = -0,16 \text{ kN/m}^2;$$

Technologinė apkrova

Technologinę apkrovą sudaro vėdinimo, apšvietimo sistemos. Priimame šios apkrovos svorį $t_k=0,3 \text{ kN/m}^2$.

Nuolatinė apkrova

Nuolatinę stogo apkrovą 3.1 lentelėje skaičiuojame pagal 2.1 paveikslėlyje pateiktą stogo detalės schemą.

3.1. lentelė. Stogo konstrukcijos apkrova

Nr.	Pavadinimas	Medžiagos tankis, kN/m^3	Storis, m	Charakteristinė apkrova, kN/m^2	Dalinis patikimumo koeficientas γ_G	Skaičiuojamoji apkrova, kN/m^2
1.	Klijuojama stogo danga	-	-	0,140	1,35	0,189
2.	Polistireninis putplastis EPS100 (tvirtinamas smeigėmis)	0,20	0,20	0,040	1,35	0,054
3.	Profiliuotas paklotas (T-135, t=1,25)	-	-	0,200	1,35	0,270
Suminė apkrova:				$g_k=0,380$	1,35	$g_d=0,513$

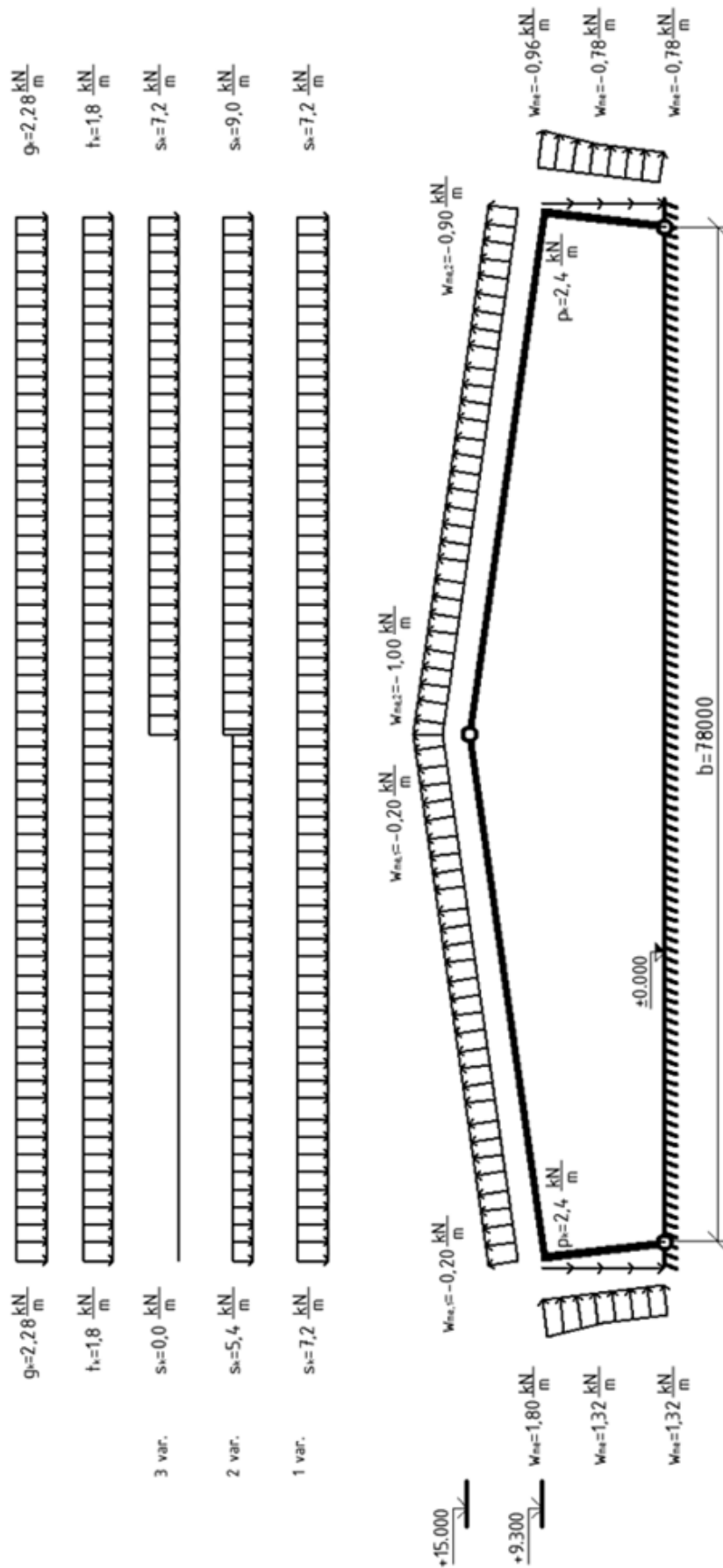
Sienoms naudojamos daugiasluoksnės sienų plokštės, kurių svoris 40kg/m^2 . Sienų aukštis 9,3 metro. Sienų apkrova $p_k=0,4 \text{ kN/m}^2$.

Stogo apkrovoms galime priskirti ir ryšių savąjį svorį, programoje jis apskaičiuojamas automatiškai (galime priimti, kad ryšių charakteristinė apkrova $\sim 0,2 \text{ kN/m}^2$).

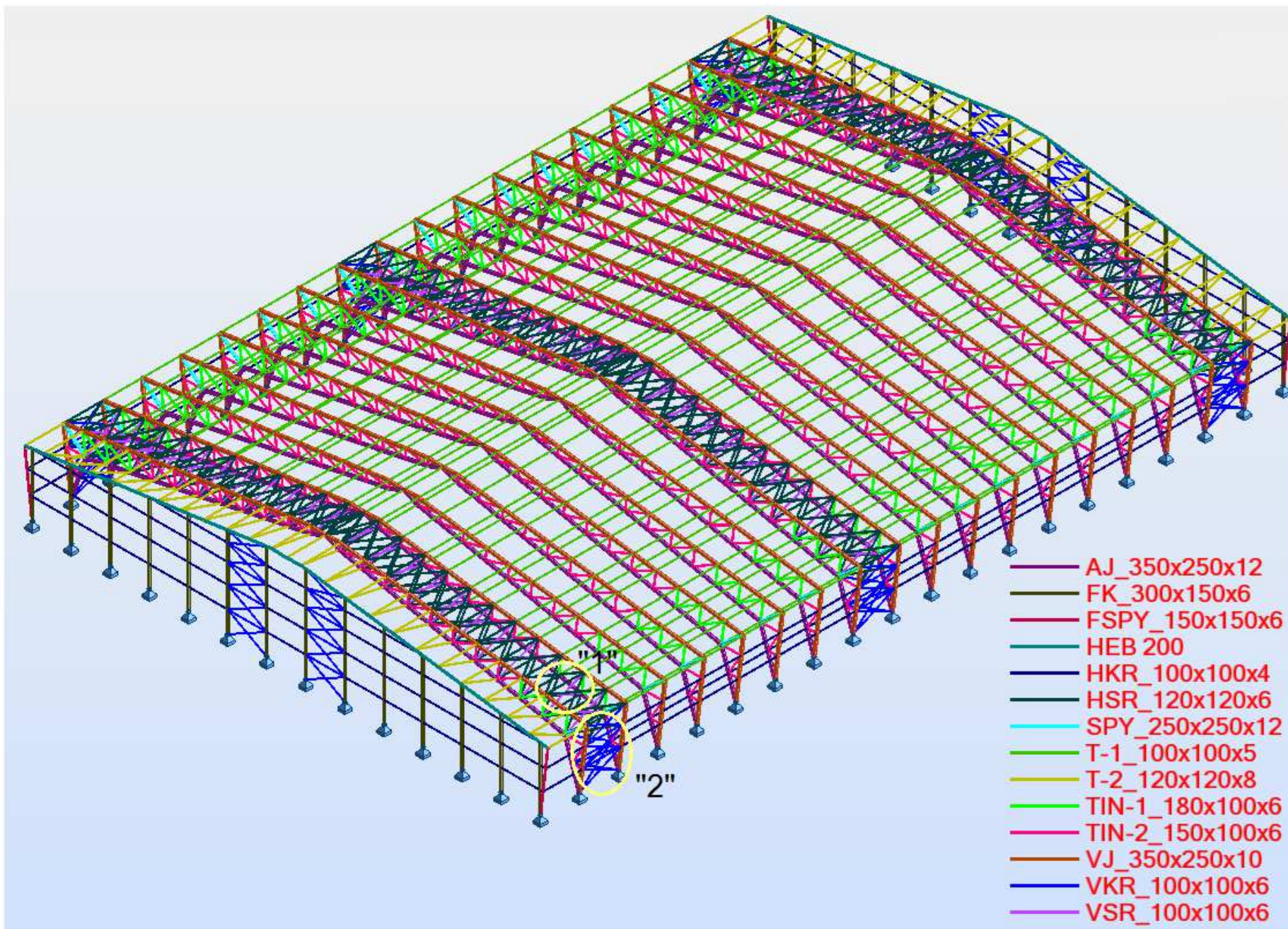
3.1.2. Skaičiuojamoji schema

Futbolo maniežo pagrindinė laikančioji konstrukcija – trišarnyris rėmas. Rėmai išdėstyti kas 6 metrus, visame pastato ilgyje, todėl sudarant rėmo skaičiuojamąją schemą, apkrovas skaičiuojame rėmo tiesiniam metrui, taigi plote išskirstytas apkrovas dauginame iš

rėmų žingsnio. Dvimačio rėmo skaičiuojamoji schema pateikta 3.4 pav. Trišarnyriai rėmai sujungti ramsčių sistema, kurie užtikrina statinio pastovumą.

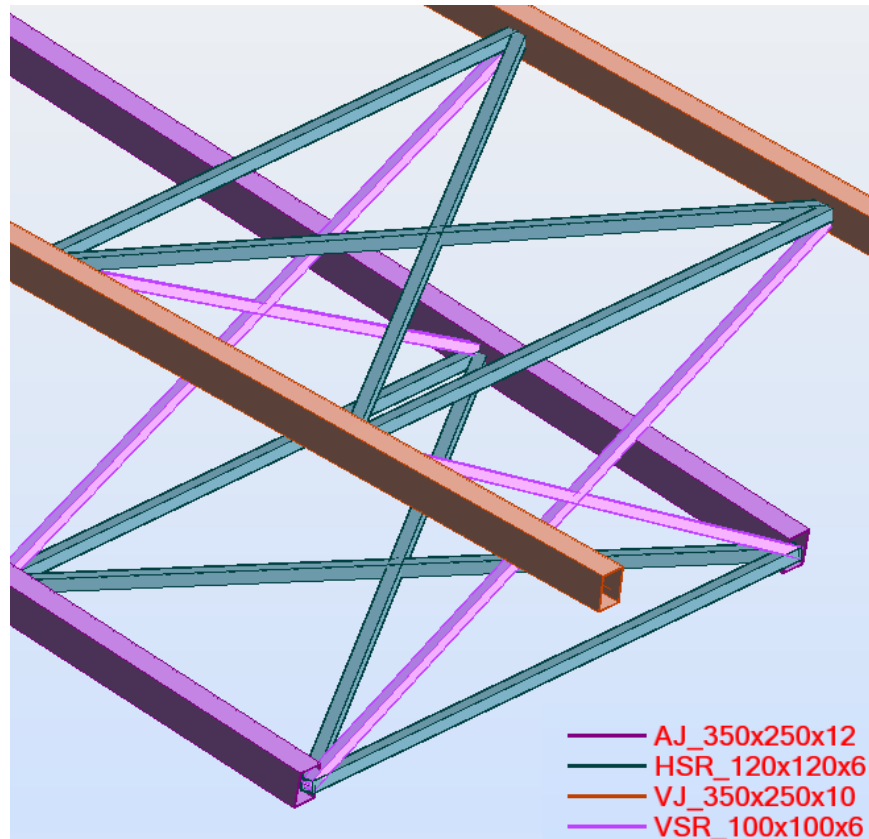


3.4 pav. Rėmo skaičiuojamoji schema

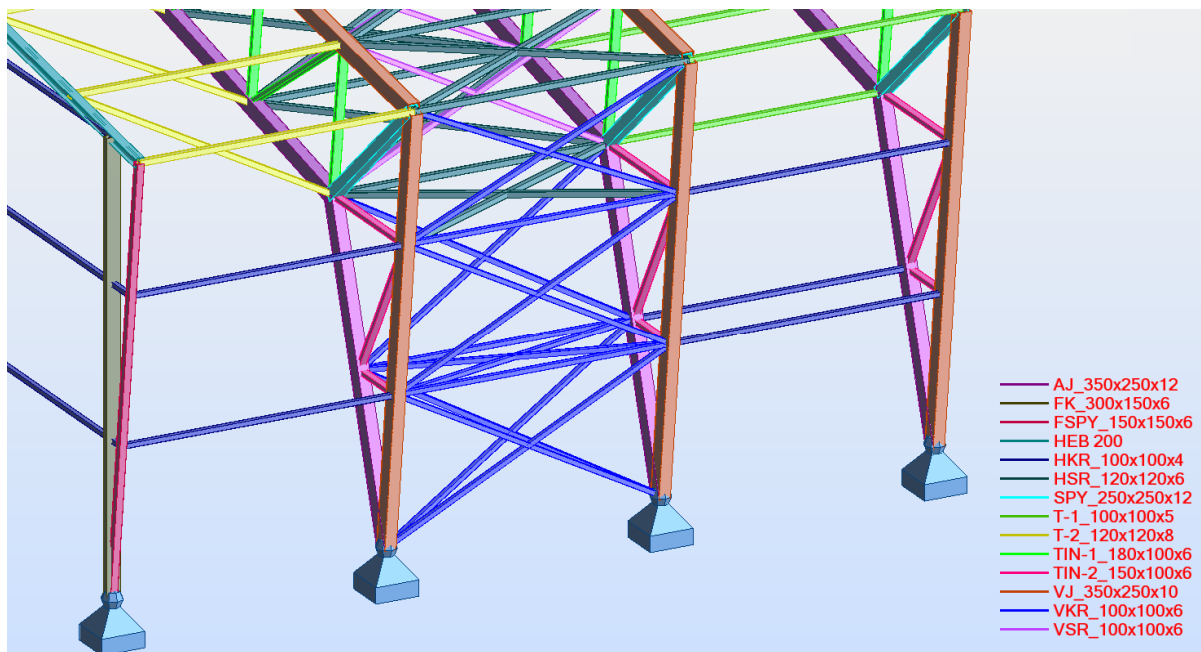


3.5 pav. Erdvinis skaičiuojamasis pastato modelis

Pateikiame išdidintus „1“ ir „2“ mazgus (ryšių prijungimo vietas).



3.6 pav. „1“ mazgas: ryšių tvirtinimas



3.7 pav. „2“ mazgas: ryšių tvirtinimas

3.1.3. Derinių sudarymas

Rėmas skaičiuojamas naudojantis kompiuterine konstrukcijų projektavimo programa Autodesk „Robot Structural Analysis Profesional“.

3.2 lentelė. Apkrovų tipai

Apkrovos apibūdinimas	Apkrovos žymuo
Savasis skaičiuojamų konstrukcijų svoris (skersinis rėmas: kolona, rygelis)	N ₁
Savasis sienų ir denginio savasis svoris (pakloto, stogo konstrukcijos, sienos konstrukcijos svoris, ryšiai)	N ₂
Sniego apkrova (1 sniego apkrovos variantas: veikia per visą stogą)	S ₁
Sniego apkrova (2 sniego apkrovos variantas: veikia stogą netolygiai)	S ₂
Sniego apkrova (veidrodžiškai 2 sniego apkrovos variantui: veikia stogą netolygiai)	S ₃
Sniego apkrova (3 sniego apkrovos variantas: veikia pusę stogo)	S ₄
Sniego apkrova (veidrodžiškai 3 sniego apkrovos variantas: veikia pusę stogo)	S ₅
Vėjo apkrova	V
Technologinė apkrova	T

Kad sudarytume apkrovų derinius (nuolatinė + vyraujanti kintama + kiti kintamieji poveikiai) parenkame koeficientus, kitiems kintamiems poveikiams (žr. STR 2.05.04:2003, 13 priedo, 1 lent.), juos nurodome 3.3 lentelėje.

3.3 lentelė. Derinių koeficientų reikšmės [30]

Poveikis	ψ_0
Statinių sniego apkrovos	0,7
Statinių vėjo apkrova	0,6

Sudaromi deriniai elementų stiprumo skaičiavimams (ULS) ir elementų standumo skaičiavimams (SLS). Pavojingiausias derinius veikiančius konstrukciją parenkamas iš 3.4 lentelės.

3.4 lentelė. Deriniai elementų saugos ir tinkamumo ribiniams būviams

Žymuo	Derinys	Derinio aprašymas
1 ULS	$(N_1+N_2+T)*1,35+S_1*1,3$	Nuolatinė + technologinė + sniegas1
2 ULS	$(N_1+N_2+T)*1,35+S_2*1,3$	Nuolatinė + technologinė + sniegas2
3 ULS	$(N_1+N_2+T)*1,35+S_4*1,3$	Nuolatinė + technologinė + sniegas4
4 ULS	$(N_1+N_2+T)*1,35+V*1,3$	Nuolatinė + technologinė + vėjas
5 ULS	$(N_1+N_2)*1,35+V*1,3$	Nuolatinė + vėjas
6 ULS	$(N_1+N_2+T)*1,35+S_1*1,3+V*1,3*0,6$	Nuolatinė + technologinė + vyr. sniegas1 + vėjas
7 ULS	$(N_1+N_2+T)*1,35+S_2*1,3+V*1,3*0,6$	Nuolatinė + technologinė + vyr. sniegas2 + vėjas
8 ULS	$(N_1+N_2+T)*1,35+S_3*1,3+V*1,3*0,6$	Nuolatinė + technologinė + vyr. sniegas3 + vėjas

Žymuo	Derinys	Derinio aprašymas
9 ULS	$(N_1+N_2+T)*1,35+S_4*1,3+V*1,3*0,6$	Nuolatinė + technologinė + vyr. sniegas4 + vėjas
10 ULS	$(N_1+N_2+T)*1,35+S_5*1,3+V*1,3*0,6$	Nuolatinė + technologinė + vyr. sniegas5 + vėjas
11 ULS	$(N_1+N_2+T)*1,35+V*1,3+S_1*1,3*0,7$	Nuolatinė + technologinė + vyr. vėjas + sniegas1
12 ULS	$(N_1+N_2+T)*1,35+V*1,3+S_2*1,3*0,7$	Nuolatinė + technologinė + vyr. vėjas + sniegas2
13 ULS	$(N_1+N_2+T)*1,35+V*1,3+S_3*1,3*0,7$	Nuolatinė + technologinė + vyr. vėjas + sniegas3
14 ULS	$(N_1+N_2+T)*1,35+V*1,3+S_4*1,3*0,7$	Nuolatinė + technologinė + vyr. vėjas + sniegas4
15 ULS	$(N_1+N_2+T)*1,35+V*1,3+S_5*1,3*0,7$	Nuolatinė + technologinė + vyr. vėjas + sniegas5
16 ULS	$(N_1+N_2)*1,35+S_1*1,3+V*1,3*0,6$	Nuolatinė + vyr. sniegas1 + vėjas
17 ULS	$(N_1+N_2)*1,35+S_2*1,3+V*1,3*0,6$	Nuolatinė + vyr. sniegas2 + vėjas
18 ULS	$(N_1+N_2)*1,35+S_3*1,3+V*1,3*0,6$	Nuolatinė + vyr. sniegas3 + vėjas
19 ULS	$(N_1+N_2)*1,35+S_4*1,3+V*1,3*0,6$	Nuolatinė + vyr. sniegas4 + vėjas
20 ULS	$(N_1+N_2)*1,35+S_5*1,3+V*1,3*0,6$	Nuolatinė + vyr. sniegas5 + vėjas
21 ULS	$(N_1+N_2)*1,35+V*1,3+S_1*1,3*0,7$	Nuolatinė + vyr. vėjas + sniegas1
22 ULS	$(N_1+N_2)*1,35+V*1,3+S_2*1,3*0,7$	Nuolatinė + vyr. vėjas + sniegas2
23 ULS	$(N_1+N_2)*1,35+V*1,3+S_3*1,3*0,7$	Nuolatinė + vyr. vėjas + sniegas3
24 ULS	$(N_1+N_2)*1,35+V*1,3+S_4*1,3*0,7$	Nuolatinė + vyr. vėjas + sniegas4
25 ULS	$(N_1+N_2)*1,35+V*1,3+S_5*1,3*0,7$	Nuolatinė + vyr. vėjas + sniegas5
1 SLS	$(N_1+N_2+T)*1,0+S_1*1,0$	Nuolatinė + technologinė + sniegas1
2 SLS	$(N_1+N_2+T)*1,0+S_2*1,0$	Nuolatinė + technologinė + sniegas2
3 SLS	$(N_1+N_2+T)*1,0+S_4*1,0$	Nuolatinė + technologinė + sniegas4
4 SLS	$(N_1+N_2+T)*1,0+V*1,0$	Nuolatinė + technologinė + vėjas
5 SLS	$(N_1+N_2)*1,0+V*1,0$	Nuolatinė + vėjas
6 SLS	$(N_1+N_2+T)*1,0+S_1*1,0+V*1,0*0,6$	Nuolatinė + technologinė + vyr. sniegas1 + vėjas
7 SLS	$(N_1+N_2+T)*1,0+S_2*1,0+V*1,0*0,6$	Nuolatinė + technologinė + vyr. sniegas2 + vėjas
8 SLS	$(N_1+N_2+T)*1,0+S_3*1,0+V*1,0*0,6$	Nuolatinė + technologinė + vyr. sniegas3 + vėjas
9 SLS	$(N_1+N_2+T)*1,0+S_4*1,0+V*1,0*0,6$	Nuolatinė + technologinė + vyr. sniegas4 + vėjas
10 SLS	$(N_1+N_2+T)*1,0+S_5*1,0+V*1,0*0,6$	Nuolatinė + technologinė + vyr. sniegas5 + vėjas
11 SLS	$(N_1+N_2+T)*1,0+V*1,0+S_1*1,0*0,7$	Nuolatinė + technologinė + vyr. vėjas + sniegas1
12 SLS	$(N_1+N_2+T)*1,0+V*1,0+S_2*1,0*0,7$	Nuolatinė + technologinė + vyr. vėjas + sniegas2
13 SLS	$(N_1+N_2+T)*1,0+V*1,0+S_3*1,0*0,7$	Nuolatinė + technologinė + vyr. vėjas + sniegas3
14 SLS	$(N_1+N_2+T)*1,0+V*1,0+S_4*1,0*0,7$	Nuolatinė + technologinė + vyr. vėjas + sniegas4
15 SLS	$(N_1+N_2+T)*1,0+V*1,0+S_5*1,0*0,7$	Nuolatinė + technologinė + vyr. vėjas + sniegas5
16 SLS	$(N_1+N_2)*1,0+S_1*1,0+V*1,0*0,6$	Nuolatinė + vyr. sniegas1 + vėjas
17 SLS	$(N_1+N_2)*1,0+S_2*1,0+V*1,0*0,6$	Nuolatinė + vyr. sniegas2 + vėjas
18 SLS	$(N_1+N_2)*1,0+S_3*1,0+V*1,0*0,6$	Nuolatinė + vyr. sniegas3 + vėjas
19 SLS	$(N_1+N_2)*1,0+S_4*1,0+V*1,0*0,6$	Nuolatinė + vyr. sniegas4 + vėjas
20 SLS	$(N_1+N_2)*1,0+S_5*1,0+V*1,0*0,6$	Nuolatinė + vyr. sniegas5 + vėjas
21 SLS	$(N_1+N_2)*1,0+V*1,0+S_1*1,0*0,7$	Nuolatinė + vyr. vėjas + sniegas1
22 SLS	$(N_1+N_2)*1,0+V*1,0+S_2*1,0*0,7$	Nuolatinė + vyr. vėjas + sniegas2
23 SLS	$(N_1+N_2)*1,0+V*1,0+S_3*1,0*0,7$	Nuolatinė + vyr. vėjas + sniegas3
24 SLS	$(N_1+N_2)*1,0+V*1,0+S_4*1,0*0,7$	Nuolatinė + vyr. vėjas + sniegas4
25 SLS	$(N_1+N_2)*1,0+V*1,0+S_5*1,0*0,7$	Nuolatinė + vyr. vėjas + sniegas5

3.2. Trišarnyrio rėmo projektavimas

Trišarnyrį rėmą apskaičiavus kompiuterine programa, buvo gautos įrašos veikiančios konstrukcijoje. Didžiausios įrašos elementuose, gautos sudarius apkrovų derinius, pateikiamos 3.5 lentelėje. Iš programos atliktų skaičiavimų galime nustatyti, jog pavojingiausias derinys konstrukcijos stiprumui yra 2 ULS, standumui – 2 SLS.

3.5. lentelė. Skaičiuojamųjų apkrovų derinių sukeltos įrašos rėmo elementuose

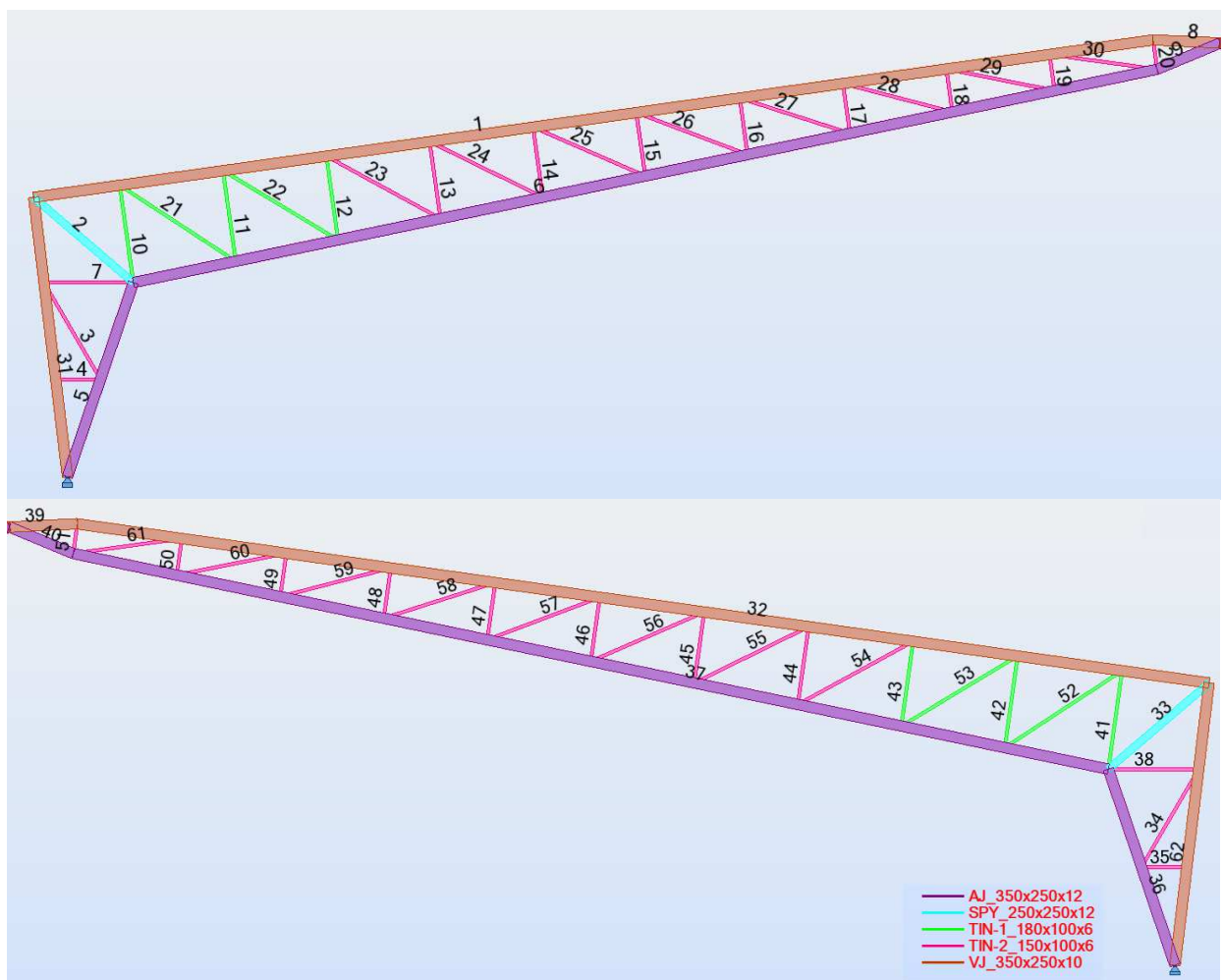
Eil. Nr.	Elemento numeris	Elemento ilgis, m	Maksimalios įrašos			Derinys
			Ašinė jėga N, kN	Skersinė jėga Q, kN	Lenkimo momentas M, kNm	
AJ						
1	5 ir 36	6,93	2616,31	56,00	-94,34	2 ULS
2	6 ir 37	35,38	2689,30	13,48	-23,47	2 ULS
			-465,00	12,7	46,29	10 ULS
			-376,19	16,62	-3,70	10 ULS
3	9 ir 40	2,31	372,016	-5,91	17,22	10 ULS
			370,68	9,16	0	10 ULS
			-137,20	3,69	0	6 ULS
VJ						
4	31 ir 62	9,51	-1736,52	-26,04	64,33	2 ULS
			-1716,09	-26,52	62,79	7 ULS
			-1630,85	-24,56	73,25	2 ULS
5	1 ir 32	38,24	1201,87	0	44,47	7 ULS
			1273,62	126,54	-5,87	7 ULS
			-1526,66	135,38	-126,47	2 ULS
			-1554,73	122,74	-111,51	2 ULS
6	8 ir 39	2,28	1036,25	14,43	0	2 ULS
			1029,93	-28,20	-16,27	7 ULS
			925,04	-26,93	-19,66	10 ULS
SPY						
7	2 ir 33	4,44	2280,94	0	0	2 ULS
TIN-1						
8	10 ir 41	3,32	505,30	0	0	2 ULS
9	11 ir 42	3,09	400,59	0	0	2 ULS
10	12 ir 43	2,89	394,34	0	0	2 ULS
11	21 ir 52	4,69	-609,67	0	0	2 ULS
12	22 ir 53	4,54	-605,80	0	0	2 ULS
TIN-2						
13	4 ir 35	1,52	25,33	0	0	7 ULS
14	3 ir 34	3,79	-104,40	0	0	8 ULS
15	7 ir 38	3,02	65,60	0	0	8 ULS
16	13 ir 44	2,63	333,76	0	0	2 ULS
17	14 ir 45	2,39	296,89	0	0	2 ULS
18	15 ir 46	2,16	239,03	0	0	2 ULS
19	16 ir 47	1,93	191,03	0	0	2 ULS

Eil. Nr.	Elemento numeris	Elemento ilgis, m	Ašinė jėga N, kN	Skersinė jėga Q, kN	Lenkimo momentas M, kNm	Derinys
20	17 ir 48	1,70	123,91	0	0	2 ULS
21	18 ir 49	1,46	70,84	0	0	7 ULS
22	19 ir 50	1,23	-31,26	0	0	20 ULS
23	20 ir 51	1,00	-108,40	0	0	2 ULS
24	28 ir 59	3,82	-171,59	0	0	2 ULS
25	29 ir 60	3,74	98,65	0	0	10 ULS
26	30 ir 61	3,67	271,80	0	0	10 ULS
27	23 ir 54	4,40	-540,82	0	0	2 ULS
28	24 ir 55	4,27	-494,67	0	0	2 ULS
29	25 ir 56	4,14	-433,84	0	0	2 ULS
30	26 ir 57	4,02	-361,70	0	0	2 ULS
31	27 ir 58	3,92	-269,78	0	0	2 ULS

Pastaba: (-) ašinėse jėgose – tempimas.

Programa apskaičiuoto rėmo įrašų diagramos pateikiamos 6 priede.

Programoje apskaičiuoti rėmo elementų numeracija pateikta 3.6 pav. Elementai skaičiuoti programa „Autodesk Robot Structural Analysis Professional“ pagal EN 1993-1:2005/AC:2009, o rankiniu būdu skaičiuojama remiantis STR 2.05.08:2005 reikalavimais.



3.8 pav. Rėmo elementų numeracija

Rėmas projektuojamas iš S275 stiprumo klasės plieno. Apskaičiuojame šio plieno skaičiuojamąjį stiprį:

$$f_{y,d} = \frac{f_y}{\gamma_M} = \frac{275}{1,1} = 250 \text{ MPa} \quad (3.2.1)$$

čia: f_y - charakteristinis tempiamasis (gniuždomasis) stipris pagal takumo ribą, $f_y=275 \text{ MPa}$ (žr. STR 2.05.08:2005 6.5 lentelę)[13];

γ_M – medžiagos patikimumo koeficientas $\gamma_M=1,1$ (žr. STR 2.05.08:2005, 35p.)[13].

3.3. Rėmo elementų skerspjūvių skaičiavimas pagal STR

Šiame skyriuje skaičiuojami elementų skerspjūviai pagal veikiančias įrašas. Skaičiuojame rėmo viršutinę (1 ir 32) ir apatinę (6 ir 37) juostas. Skaičiavimuose naudosisime su Autodesk „Robot Structural Analysis Profesional“ apskaičiuotus skerspjūvius. Lyginsime skerspjūvių išnaudojimą skaičiuojant pagal Eurokoda ir pagal STR reikalavimus.

3.3.1. Viršutinės rėmo juostos projektavimas

Projektuojama viršutinė juosta 1 (32 strypas).

Ekscentriškai gniuždomos viršutinės rėmo juostos projektavimas

Remiantis kompiuteriniu projektavimu, iš STR 2.05.08:2005 1 priedo 1 lentelės apytikriai pasirenkame gniuždomo strypo liaunius $\lambda_{y,0}=30$ ir $\lambda_{z,0}=35$. Nustatome klupumo koeficientą $\varphi_y=0,929$, darbo sąlygų koeficientas $\gamma_c=1,0$. Projektuojame pagal pirmąjį derinį: $N_{Ed}=1273,62 \text{ kN}$, $M_{y,Ed}=-5,87 \text{ kNm}$, $M_{z,Ed}=-0,96 \text{ kNm}$.

Randame reikiamą skerspjūvio plotą, kuris reikalingas atlaikyti įrašą:

$$A_d = \frac{N_{Ed}}{\varphi \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{1273,62 \cdot 10^3}{0,929 \cdot 250 \cdot 10^2 \cdot 1,0} = 54,84 \text{ cm}^2; \quad (3.3.1)$$

Rėmo sijos viršutinė juosta suvaržyta plokštumoje kas 3,53 m, iš plokštumos – kas 3,53 m, todėl $l_{y,eff}=3,53$, $l_{z,eff}=3,53$ m. Paskaičiuojami reikalingi inercijos spinduliai:

$$i_{y,d} = \frac{l_{y,eff}}{\lambda_0} = \frac{353,0}{30} = 11,77 \text{ cm}; \quad i_{z,d} = \frac{l_{z,eff}}{\lambda_0} = \frac{353,0}{35} = 10,08 \text{ cm} \quad (3.3.2)$$

Iš sortimento [207] parenkame stačiakampio skerspjūvio profilį 350x250x10, kurio $A_{net}=114,9 \text{ cm}^2$; $i_y=13,23 \text{ cm}$; $i_z=10,19 \text{ cm}$; $W_y=1149 \text{ cm}^3$; $W_z=955 \text{ cm}^3$; $m=90,2 \text{ kg/m}$.

Tikrinami viršutinės juostos liauniai:

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{353,0}{13,23} = 26,69 < \lambda_{cu} = 151; \quad \lambda_z = \frac{l_{z,eff}}{i_z} = \frac{353,0}{10,19} = 34,65 < \lambda_{cu} = 151; \quad (3.3.3)$$

$$\text{kur: } \lambda_{cu} = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,48 = 151. \quad (3.3.4)$$

Tikrinamos sąlygos:

$$\tau_{w,Ed} \leq 0,5 f_{s,d} \rightarrow \frac{V_{Ed}}{t_w h_w} \leq 0,5 \cdot \frac{0,58 \cdot f_y}{\gamma_M} \rightarrow \frac{126,54 \cdot 10^3}{0,010 \cdot 0,35} \leq 0,5 \cdot \frac{0,58 \cdot 275 \cdot 10^6}{1,1}; \quad (3.3.5)$$

$$36,16 < 72,50 \text{ MPa.}$$

$$\frac{N_{Ed}}{A_{net} f_{y,d}} > 0,1 \rightarrow \frac{1273,62 \cdot 10^3}{114,9 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6} > 0,1 \rightarrow 0,45 > 0,1. \quad (3.3.6)$$

Tikriname stiprumą:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^n + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} \leq 1,0; \quad (3.3.7)$$

$$\left(\frac{1273,62}{2872,50} \right)^{1,5} + \frac{5,87}{313,10} + \frac{0,96}{272,17} = 0,32 \leq 1,0$$

čia: - N_{Ed} , $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ skaičiuotinos ašinės jėgos bei lenkimo momentai rėmo plokštumoje ir iš plokštumos. Pateikiamos reikšmės – nepalankiausių derinių;

$N_{pl,Rd}$, $M_{pl,y,Rd}$, $M_{pl,z,Rd}$ - skaičiuojamosios ekscentriškai gniuždomo elemento atsparis bei skerspjūvio lenkiamieji atspariai pagal takumo ribą. Jie apskaičiuojami pagal formules:

$$N_{pl,Rd} = A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 114,9 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1,0 = 287250 \text{ kN} ; \quad (3.3.8)$$

$$M_{pl,y,Rd} = c_{pl,y} \cdot W_{y,net,min} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 1,09 \cdot 1149 \cdot 10^{-6} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 31310 \text{ kNm}; \quad (3.3.9)$$

$$M_{pl,z,Rd} = c_{pl,z} \cdot W_{z,net,min} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 1,14 \cdot 955 \cdot 10^{-6} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 27217 \text{ kNm}; \quad (3.3.10)$$

čia: $c_{pl,y} = 1,09$; $c_{pl,z} = 1,14$, $n=1,5$ - plieninių konstrukcijų stiprumo skaičiavimo, įvertinant ribotas plastines deformacijas koeficientai, (žr. STR 2.05.08:2005 7.5 lentelę).

Tikrinama gniuždomųjų ir lenkiamųjų dviejose svarbiausiose plokštumose vientiso skerspjūvio strypų pastovumas:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,yz,Ed}} = \frac{1273,62}{2723,13} = 0,47 \leq 1,0, \text{ sąlyga tenkinama.} \quad (3.3.11)$$

čia: $N_{NM,yz,Ed}$ - skaičiuojamasis ekscentriškai gniuždomo dviejose plokštumose elemento pastovumo atsparis.

$$N_{NM,yz,Ed} = \varphi_{e,yz} \cdot A \cdot f_{y,d} \gamma_c = 0,948 \cdot 114,9 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1,0 = 2723,13 \text{ kN} \quad (3.3.12)$$

Apskaičiuojame ekscentriškai gniuždomo dviejose plokštumose elemento klupumo koeficientą:

$$\varphi_{e,yz} = \varphi_{e,z} \left(0,6\sqrt[3]{c} + 0,4\sqrt[4]{c} \right) = 0,956 \cdot \left(0,6\sqrt[3]{0,973} + 0,4\sqrt[4]{0,973} \right) = 0,948 \quad (3.3.13)$$

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel,y}} = \frac{1}{1 + 0,55 \cdot 0,05} = 0,973 \quad (3.3.14)$$

čia: α ir β – koeficientai, parenkami iš STR 2.05.08:2005 7.8 lentelės.

Sąlyginis strypo liaunis $\bar{\lambda}_y$ nustatomas pagal formulę:

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 26,69 \cdot \sqrt{\frac{250}{210000}} = 0,92 \quad (3.3.15)$$

$$e_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{5,87}{1273,62} = 0,005 \text{ m}; \quad (3.3.16)$$

$$e_{rel,y} = \frac{e_y \cdot A}{W_y} = \frac{0,005 \cdot 114,9 \cdot 10^{-4}}{1149 \cdot 10^{-6}} = 0,05 \text{ m}; \quad (3.3.17)$$

Sąlyginis strypo liaunis $\bar{\lambda}_z$:

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 34,65 \cdot \sqrt{\frac{250}{210000}} = 1,20 \quad (3.3.18)$$

$$e_z = \frac{M_{z,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{0,96}{1273,62} = 0,0008 \text{ m} \quad (3.3.19)$$

$$e_{rel,z} = \frac{e_z \cdot A}{W_z} = \frac{0,0008 \cdot 114,9 \cdot 10^{-4}}{955 \cdot 10^{-6}} = 0,010 \text{ m} \quad (3.3.20)$$

Naudodamiesi STR 2.05.08:2005 1 priedo 2 lentele interpoliacijos būdu nustatome φ_e reikšmę. Koeficiento φ_e reikšmės nustatymui reikalingas strypo sąlyginis liaunis $\bar{\lambda}_z$ ir santykinis lyginamasis ekscentricitetas $e_{rel,z,eff}$, kurį apskaičiuojame pagal (3.3.21) formulę.

$$e_{rel,z,eff} = k_{shape} \cdot e_{rel,z} = 1,66 \cdot 0,010 = 0,017 \text{ m}; \quad (3.3.21)$$

$$k_{shape} = (1,75 - 0,1 \cdot e_{rel,z}) - 0,02 \cdot (5 - e_{rel,y}) \cdot \bar{\lambda}_y = (1,75 - 0,1 \cdot 0,010) - 0,02 \cdot (5 - 0,05) \cdot 0,92 = 1,66$$

$\varphi_{e,z} = 0,956$.

Projektuojame pagal antrąjį derinį: $N_{Ed} = 1201,87 \text{ kN}$, $M_{y,Ed} = -44,47 \text{ kNm}$, $M_{z,Ed} = -0,20 \text{ kNm}$.

Randame reikiamą skerspjūvio plotą, kuris reikalingas atlaikyti įrašą:

$$A_d = \frac{N_{Ed}}{\varphi \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{1201,87 \cdot 10^3}{0,929 \cdot 250 \cdot 10^2 \cdot 1,0} = 51,75 \text{ cm}^2; \quad (3.3.22)$$

Rėmo sijos viršutinė juosta suvaržyta plokštumoje kas 3,53 m, iš plokštumos – kas 3,53 m, todėl $l_{y,eff}=3,53$, $l_{z,eff}=3,53$ m. Paskaičiuojami reikalingi inercijos spinduliai:

$$i_{y,d} = \frac{l_{y,eff}}{\lambda_0} = \frac{353,0}{30} = 11,77 \text{ cm}; \quad i_{z,d} = \frac{l_{z,eff}}{\lambda_0} = \frac{353,0}{35} = 10,08 \text{ cm} \quad (3.3.23)$$

Iš sortimento parenkame stačiakampio skerspjūvio profilį 350x250x10, kurio $A_{net}=114,9 \text{ cm}^2$; $i_y=13,23 \text{ cm}$; $i_z=10,19 \text{ cm}$; $W_y = 1149 \text{ cm}^3$; $W_z = 955 \text{ cm}^3$; $m = 90,2 \text{ kg/m}$.

Tikrinami viršutinės juostos liauniai:

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{353,0}{13,23} = 26,69 < \lambda_{cu} = 151; \quad \lambda_z = \frac{l_{z,eff}}{i_z} = \frac{353,0}{10,19} = 34,65 < \lambda_{cu} = 151; \quad (3.3.24)$$

$$\text{kur: } \lambda_{cu} = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,48 = 151. \quad (3.3.25)$$

Tikrinamos sąlygos:

$$\tau_{w,Ed} \leq 0,5 f_{s,d} \rightarrow \frac{V_{Ed}}{t_w h_w} \leq 0,5 \cdot \frac{0,58 \cdot f_y}{\gamma_M}; \quad (3.3.26)$$

$$\frac{0}{0,010 \cdot 0,35} \leq 0,5 \cdot \frac{0,58 \cdot 275 \cdot 10^6}{1,1} \rightarrow 0 < 72,50 \text{ MPa}.$$

$$\frac{N_{Ed}}{A_{net} f_{y,d}} > 0,1 \rightarrow \frac{1201,87 \cdot 10^3}{114,9 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6} > 0,1 \rightarrow 0,42 > 0,1. \quad (3.3.27)$$

Tikriname stiprumą pagal 3.3.7 formulę:

$$\left(\frac{1201,87}{2872,50} \right)^{1,5} + \frac{44,47}{313,10} + \frac{0,20}{272,17} = 0,41 \leq 1,0.$$

čia: - N_{Ed} , $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ skaičiuotinos ašinės jėgos bei lenkimo momentai rėmo plokštumoje ir iš plokštumos. Pateikiamos reikšmės – nepalankiausių derinių;

$N_{pl,Rd}$, $M_{pl,y,Rd}$, $M_{pl,z,Rd}$ - skaičiuojamosios ekscentriškai gniuždomo elemento atsparis bei skerspjūvio lenkiamieji atspariai pagal takumo ribą. Jie apskaičiuojami pagal formules (3.3.8), (3.3.9), (3.3.10).

$$N_{pl,Rd} = 114,9 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1,0 = 287250 \text{ kN};$$

$$M_{pl,y,Rd} = 1,09 \cdot 1149 \cdot 10^{-6} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 31310 \text{ kNm};$$

$$M_{pl,z,Rd} = 1,14 \cdot 955 \cdot 10^{-6} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 27217 \text{ kNm};$$

čia: $c_{pl,y} = 1,09$; $c_{pl,z} = 1,14$, $n=1,5$ - plieninių konstrukcijų stiprumo skaičiavimo, įvertinant ribotas plastines deformacijas koeficientai, (žr. STR 2.05.08:2005 7.5 lentelę).

Tikrinama gniuždomųjų ir lenkiamųjų dviejose svarbiausiose plokštumose vientiso skerspjūvio strypų pastovumas:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,yz,Ed}} = \frac{1201,87}{2338,21} = 0,82 \leq 1,0, \text{ sąlyga tenkinama.} \quad (3.3.28)$$

čia: $N_{NM,yz,Ed}$ - skaičiuojamasis ekscentriškai gniuždomo dviejose plokštumose elemento pastovumo atsparis.

$$N_{NM,yz,Ed} = \varphi_{e,yz} \cdot A \cdot f_{y,d} \gamma_c = 0,814 \cdot 114,9 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1,0 = 2338,21 \text{ kN} \quad (3.3.29)$$

Apskaičiuojame ekscentriškai gniuždomo dviejose plokštumose elemento klupumo koeficientą:

$$\varphi_{e,yz} = \varphi_{e,z} \left(0,6\sqrt[3]{c} + 0,4\sqrt[4]{c} \right) = 0,868 \cdot \left(0,6\sqrt[3]{0,806} + 0,4\sqrt[4]{0,806} \right) = 0,814 \quad (3.3.30)$$

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel,y}} = \frac{1}{1 + 0,570 \cdot 0,422} = 0,806 \quad (3.3.31)$$

čia: α ir β – koeficientai, parenkami iš STR 2.05.08:2005 7.8 lentelės.

Sąlyginis strypo liaunis $\bar{\lambda}_y$ nustatomas pagal formulę:

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 26,69 \cdot \sqrt{\frac{250}{210000}} = 0,92 \quad (3.3.32)$$

$$e_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{44,47}{1201,87} = 0,037 \text{ m}; \quad (3.3.33)$$

$$e_{rel,y} = \frac{e_y \cdot A}{W_y} = \frac{0,037 \cdot 114,9 \cdot 10^{-4}}{1149 \cdot 10^{-6}} = 0,37 \text{ m}; \quad (3.3.34)$$

Sąlyginis strypo liaunis $\bar{\lambda}_z$:

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 34,65 \cdot \sqrt{\frac{250}{210000}} = 120; \quad (3.3.35)$$

$$e_z = \frac{M_{z,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{0,2}{1201,87} = 0,0002 \text{ m}; \quad (3.3.36)$$

$$e_{rel,z} = \frac{e_z \cdot A}{W_z} = \frac{0,0002 \cdot 114,9 \cdot 10^{-4}}{955 \cdot 10^{-6}} = 0,003 \text{ m}. \quad (3.3.37)$$

Naudodamiesi STR 2.05.08:2005 1 priedo 2 lentele interpoliacijos būdu nustatome φ_e reikšmę. Koeficiento φ_e reikšmės nustatymui reikalingas strypo sąlyginis liaunis $\bar{\lambda}_z$ ir santykinis lyginamasis ekscentricitetas $e_{rel,z,eff}$, kurią apskaičiuojame pagal (3.3.21) formulę.

$$e_{rel,z,eff} = k_{shape} \cdot e_{rel,z} = 1,66 \cdot 0,003 = 0,007 \text{ m};$$

$$k_{shape} = (1,75 - 0,1 \cdot e_{rel,z}) - 0,02 \cdot (5 - e_{rel,y}) \cdot \bar{\lambda}_y = (1,75 - 0,1 \cdot 0,003) - 0,02 \cdot (5 - 0,37) \cdot 0,92 = 1,66$$

$$\varphi_{e,z} = 0,868.$$

Viršutinė rėmo juosta (1 ir 32 elementai) yra ne tik gniuždoma, bet ir tempiama, todėl turime patikrinti ir ją.

Ekscentriškai tempiamos viršutinės rėmo juostos projektavimas

Didžiausia tempimo jėga 1 (32) elementuose $N_{Ed} = 1526,66$ kN. Apskaičiuojame reikiamą skerspjūvio plotą (įrašų derinys su didžiausia skersine jėga ir momentu):

$$A_d \geq \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{1526,66 \cdot 10^3}{250 \cdot 10^2 \cdot 0,95} = 64,29 \text{ cm}^2; \quad (3.3.38)$$

Pagal Autodesk „Robot Structural Analysis Profesional“ skaičiavimus, parenkame stačiakampį profilį 350x250x10, kurio $A_{net} = 114,9$ cm²; $i_y = 13,23$ cm; $i_z = 10,19$ cm; $W_y = 1149$ cm³; $W_z = 955$ cm³; $m = 90,2$ kg/m. Įrašos elemente: $N_{Ed} = 1526,66$ kN, $M_{y,Ed} = -126,47$ kNm, $M_{z,Ed} = -0,96$ kNm.

Tikriname skerspjūvio atsparumą ašinei jėgai ir lenkimo momentui pagal 3.3.7 formulę:

$$\left(\frac{1526,66}{2728,88} \right)^{1,5} + \frac{126,47}{313,10} + \frac{0,96}{272,17} \leq 1,0;$$

Sąlyga tenkinama $0,84 < 1,0$, atsarga 16%.

$N_{pl,Rd}$, $M_{pl,y,Rd}$, $M_{pl,z,Rd}$ - skaičiuojamosios ekscentriškai gniuždomo elemento atsparis bei skerspjūvio lenkiamieji atspariai pagal takumo ribą. Jie apskaičiuojami pagal formules (3.3.8), (3.3.9), (3.3.10).

Skaičiuojame viršutinės juostos lenkiamąjį atsparį pagal STR 2.05.08:2005 VI skirsnį:

$$M_{c,Rd} = W_{net,min} f_{y,d} \gamma_c = 955 \cdot 10^{-6} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 226,81 \text{ kNm}; \quad (3.3.39)$$

Lenkiamųjų elementų stiprumas tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{126,47 \cdot 10^3}{226,81 \cdot 10^3} = 0,47 \leq 1,0, \text{ lenkiamasis stiprumas pakankamas.} \quad (3.3.40)$$

čia: $M_{c,Rd}$ – skaičiuotino skerspjūvio lenkiamojo tampriojo stiprumo atspario reikšmė.

Tikrinant lenkiamųjų elementų kerpamąjį stiprį, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{135,38}{397,10} = 0,35 \leq 1,0, \text{ sąlyga tenkinama.} \quad (3.3.41)$$

čia: $V_{c,Rd}$ - kerpamasis atsparis, pagal formulę:

$$V_{c,Rd} = \frac{I_y \cdot t_w}{S_y} f_{s,d} \cdot \gamma_c = \frac{20100 \cdot 10^{-8} \cdot 0,010}{697,25 \cdot 10^{-6}} \cdot 145 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 397,10 \text{ kN}; \quad (3.3.42)$$

čia: S_y - profilio statinis momentas pagal y ašį:

$$S_y = 0,25 \cdot 0,010 \cdot \left(\frac{0,35}{2} - \frac{0,010}{2} \right) + \frac{\left(\frac{0,35}{2} - 0,010 \right)^2}{2} \cdot 0,010 \cdot 2 = 697,25 \text{ cm}^3 \quad (3.3.43)$$

$f_{s,d}$ - plieno skaičiuotinis šlyties stipris:

$$f_{s,d} = 0,58 f_y / \gamma_M = 0,58 \times 275 / 1,1 = 145 \text{ MPa}. \quad (3.3.44)$$

$$\lambda_{\max} = \lambda_z = 353 / 10,19 = 34,65 < \lambda_{tu} = 400, \quad (3.3.45)$$

sąlyga tenkinama, apskaičiuotas liauni neviršija ribinės reikšmės (21. 518 2.05.08:2005 7.19 lent.).

Atliekamas skaičiavimas su kitu deriniu: $N_{Ed}=1554,73 \text{ kN}$, $M_{y,Ed}=-111,51 \text{ kNm}$, $M_{z,Ed}=0,92 \text{ kNm}$, $V_{Ed}=122,74 \text{ kN}$. Tikrinamas stiprumas pagal (3.3.7) formulę:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^n + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} \leq 1,0 \rightarrow \left(\frac{1554,73}{2728,88} \right)^{1,5} + \frac{111,51}{313,10} + \frac{0,92}{272,17} = 0,79 \leq 1,0.$$

Tikrinamas stiprumas pagal (3.3.40) formulę:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{111,51 \cdot 10^3}{272,17 \cdot 10^3} = 0,41 \leq 1,0.$$

Tikrinamas stiprumas pagal (3.3.41) formulę:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{122,74}{397,10} = 0,31 \leq 1,0.$$

Sąlygos tenkinamos.

Apatinės rėmo juostos projektavimas

Apatinės rėmo juostos skaičiavimas analogiškas viršutinės juostos skaičiavimui. Galutiniai skaičiavimų rezultatai pateikiami 3.6 lentelėje.

3.3.2. Gniuždomojo rėmo tinklelio elemento projektavimas

Projektuojame 10 (41) rėmo elementą. Elementą veikiančio įrašos imamos iš 3.5 lentelės. Parenkame pradinį strypo liaunį $\lambda_{y,0} = 80$, $\lambda_{z,0} = 50$, nustatome klupumo koeficientą $\varphi_y = 0,675$.

Skaičiuojame reikiamą skerspjūvio plotą:

$$A_d = \frac{N_{Ed}}{\varphi \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{505,30 \cdot 10^3}{0,675 \cdot 250 \cdot 10^2 \cdot 1,0} = 29,95 \text{ cm}^2. \quad (3.3.46)$$

Randame spyrio skaičiuojamąjį ilgį:

$$l_{y,eff} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 3,32 = 2,99 \text{ m}; \quad l_{z,eff} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 3,32 = 2,99 \text{ m} \quad (3.3.47)$$

Apskaičiuojame reikiamus inercijos spindulius:

$$i_{y,d} = \frac{l_{y,eff}}{\lambda_{y,0}} = \frac{299,0}{80} = 3,74 \text{ cm}; \quad i_{z,d} = \frac{l_{z,eff}}{\lambda_{z,0}} = \frac{299,0}{50} = 5,98 \text{ cm}. \quad (3.3.48)$$

Iš sortimento [142] parenkamas 180x100x6 stačiakampis profilis, kurio:

$$A_{net} = 31,77 \text{ cm}^2; \quad i_y = 4,105 \text{ cm}, \quad i_z = 6,518 \text{ cm}; \quad m = 26,8 \text{ kg/m}; \quad W_y = 107,1 \text{ cm}^2; \\ W_z = 150,0 \text{ cm}^2.$$

Gniuždomo spyrio liauniai:

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{299,0}{4,105} = 72,84; \quad \lambda_z = \frac{l_{z,eff}}{i_z} = \frac{299,0}{6,518} = 45,90. \quad (3.3.49)$$

Tikriname stiprumą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0 \rightarrow \frac{505,30}{536,12} \leq 1,0 \rightarrow 0,95 \leq 1,0, \text{ sąlyga tenkinama.} \quad (3.3.50)$$

$$\text{čia } N_{c,Rd} = \varphi_{min} \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,675 \cdot 31,77 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 536,12 \text{ kN}; \quad (3.3.51)$$

Tikrinama ribinio liaunio sąlyga:

$$\lambda_u = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,95 = 153 > \lambda_z = 72,84, \text{ sąlyga tenkinama.} \quad (3.3.52)$$

Tinklelio elementai taip pat turi tenkinti šias sąlygas:

$$b \leq B - 2 \cdot (t_1 + t_2); \quad b \geq 0,6 \cdot B \quad (3.3.53)$$

Sąlygos tikrinamos spyrio su viršutine ir apatine juosta pagal (3.3.53) formules:

$$180 \leq 250 - 2 \cdot (6 + 10) \rightarrow 180 \leq 218; \quad 180 \leq 250 - 2 \cdot (6 + 12) \rightarrow 180 \leq 214; \\ 180 \geq 0,6 \cdot 250 \rightarrow 180 > 150; \quad 180 \geq 0,6 \cdot 250 \rightarrow 180 > 150;$$

Sąlygos tenkinamos, spyris neturėtų pradurti juostos.

$$\frac{h}{t_w} = \frac{180}{6} = 30 < 60, \text{ sąlyga tenkinama.} \quad (3.3.54)$$

Kiti gniuždomieji rėmo tinklelio elementai skaičiuojami analogiškai, todėl jų skaičiavimo nepateikiame.

3.3.3. Tempiamojo rėmo tinklelio elemento projektavimas

Tikrinamas 21 (52) elementas. Elemente esanti tempianti įraža $N_{Ed} = 609,67 \text{ kN}$.

Apskaičiuojamas reikiamas skerspjūvio plotas:

$$A_d = \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{609,67 \cdot 10^3}{250 \cdot 10^2 \cdot 0,95} = 25,67 \text{ cm}^2; \quad (3.3.55)$$

Pagal Autodesk „Robot Structural Analysis Profesional“ skaičiavimus, parenkame stačiakampį profilį 180x100x6, kurio:

$$A_{net} = 31,77 \text{ cm}^2; \quad i_y = 4,105 \text{ cm}, \quad i_z = 6,518 \text{ cm}; \quad m = 26,8 \text{ kg/m}; \quad W_y = 107,1 \text{ cm}^2; \quad W_z = 150,0 \text{ cm}^2.$$

Didžiausias skaičiuojamasis spyrio ilgis:

$$l_{y,eff} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 4,54 = 4,09 \text{ m}, l_{z,eff} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 4,54 = 4,09 \text{ m} \quad (3.3.56)$$

Tikriname stiprumą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0 \rightarrow \frac{609,67}{754,54} \leq 1,0 \rightarrow 0,81 \leq 1,0, \text{ sąlyga tenkinama.} \quad (3.3.57)$$

čia: $N_{pl,Rd} = A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 31,77 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 0,95 = 754,54 \text{ kN};$

Didžiausias spyrio liaunis: $\lambda_y = \frac{l_{eff,y}}{i_y} = \frac{409}{4,105} = 99,64, \lambda_z = \frac{l_{eff,z}}{i_z} = \frac{409}{6,518} = 62,75.$

Tikrinama ribinio liaunio sąlyga: $\lambda_u = 400 > \lambda_y = 99,64;$ - Sąlyga tenkinama

$$\lambda_u = 400 > \lambda_z = 62,75; - \text{Sąlyga tenkinama}$$

Tinklelio elementai taip pat turi tenkinti (3.3.53) formulių sąlygas.

Spyris su viršutine ir apatine juosta:

$$180 \leq 250 - 2 \cdot (6 + 10) \rightarrow 180 \leq 218; \quad 180 \leq 250 - 2 \cdot (6 + 12) \rightarrow 180 \leq 214;$$

$$180 \geq 0,6 \cdot 250 \rightarrow 180 > 150; \quad 180 \geq 0,6 \cdot 250 \rightarrow 180 > 150;$$

Sąlygos tenkinamos, spyris neturėtų būti išplėštas.

Tikrinama sąlyga pagal 3.3.54 formulę: $\frac{h}{t_w} = \frac{180}{6} = 30 < 60, \text{ sąlyga tenkinama.}$

Kiti tempiamieji rėmo tinklelio elementai skaičiuojami analogiškai, todėl jų skaičiavimo nepateikiame.

3.3.4. Gniuždomojo spyrio projektavimas

Projektuojame 2 (33) rėmo elementą. Elementą veikiančio įrašos imamos iš 3.5 lentelės. Parenkame pradinį strypo liaunį $\lambda_{y,0} = 50, \lambda_{z,0} = 50,$ nustatome klupumo koeficientą $\varphi_y = 0,848.$

Skaičiuojame reikiamą skerspjūvio plotą:

$$A_d = \frac{N_{Ed}}{\varphi \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{2280,94 \cdot 10^3}{0,848 \cdot 250 \cdot 10^2 \cdot 1,0} = 107,60 \text{ cm}^2. \quad (3.3.58)$$

Randame spyrio skaičiuojamąjį ilgį:

$$l_{y,eff} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 4,44 = 4,00 \text{ m}; l_{z,eff} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 4,44 = 4,00 \text{ m}. \quad (3.3.59)$$

Apskaičiuojame reikiamus inercijos spindulius:

$$i_{y,d} = \frac{l_{y,eff}}{\lambda_{y,0}} = \frac{400,0}{50} = 8,00 \text{ cm}; i_{z,d} = \frac{l_{z,eff}}{\lambda_{z,0}} = \frac{400,0}{50} = 8,00 \text{ cm}. \quad (3.3.60)$$

Iš sortimento parenkamas $\square 250 \times 250 \times 12$ kvadratinis profilis, kurio:

$$A_{\text{net}} = 112,7 \text{ cm}^2; i_y = i_z = 9,678 \text{ cm}; m = 88,5 \text{ kg/m}; W_y = W_z = 844,4 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Gniuždomo spyrio liauniai: } \lambda_y = \lambda_z = \frac{l_{\text{eff}}}{i} = \frac{400,0}{9,687} = 45,84. \quad (3.3.61)$$

Tikriname stiprumą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0 \rightarrow \frac{2280,94}{2389,24} \leq 1,0 \rightarrow 0,96 \leq 1,0, \text{ sąlyga tenkinama.} \quad (3.3.62)$$

$$\text{čia } N_{c,Rd} = \varphi_{\min} \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,848 \cdot 112,7 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 2389,24 \text{ kN}; \quad (3.3.63)$$

Tikrinama ribinio liaunio sąlyga:

$$\lambda_u = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,96 = 152,4 > \lambda_z = 45,84, \text{ sąlyga tenkinama.} \quad (3.3.64)$$

Sąlygos tikrinamos spyrio su viršutine ir apatine juosta pagal (3.3.53) formules:

$$250 \leq 250 - 2 \cdot (12 + 10) \rightarrow 250 > 206; \quad 250 \leq 250 - 2 \cdot (12 + 12) \rightarrow 250 > 202;$$

$$250 \geq 0,6 \cdot 250 \rightarrow 180 < 150; \quad 250 \geq 0,6 \cdot 250 \rightarrow 180 < 150;$$

Pirmoji sąlyga netenkinama, tačiau gniuždomas strypas neturėtų pradurti viršutinės ar apatinės juostos, nes jų pločiai vienodi ir sienelės sutampa..

$$\frac{h}{t_w} = \frac{250}{12} = 21 < 60, \text{ sąlyga tenkinama.} \quad (3.3.65)$$

3.3.5. Rėmo elementų išnaudojimų palyginimas

Trišarnyris rėmas buvo projektuotas kompiuterine programa Autodesk „Robot Structural Analysis Profesional“ pagal Eurocodą ir skaičiuota rankiniu būdu pagal STR. Skaičiavimų rezultatus (elementų išnaudojimą) palyginsime 3.6 lentelėje.

3.6 lentelė. Skaičiavimų palyginimai

	Elemento pavadinimas	Elemento skerspjūvis	Elemento išnaudojimas pagal EC, %	Elemento išnaudojimas pagal STR, %	Skirtumas
AJ	5 ir 36	□350x250x12	89	93	-4
	6 ir 37		93	85	8
	9 ir 40		14	12	2
VJ	31 ir 62	□350x250x10	54	67	-13
	1 ir 32		56	84	-28
	8 ir 39		41	38	3
SPY	2 ir 33	□250x250x12	79	96	-17
TIN_1	10 ir 41	□180x100x6	80	95	-15
	11 ir 42		60	55	5
	12 ir 43		56	54	2
	21 ir 52		69	81	-12
	22 ir 53		68	81	-13

TIN 2	4 ir 35	□150x100x6	3	4	-1
	3 ir 34		13	16	-3
	7 ir 38		11	10	1
	13 ir 44		52	51	1
	14 ir 45		44	46	-2
	15 ir 46		34	37	-3
	16 ir 47		27	30	-3
	17 ir 48		17	19	-2
	18 ir 49		10	11	-1
	19 ir 50		4	5	-1
	20 ir 51		14	17	-3
	28 ir 59		22	26	-4
	29 ir 60		20	16	4
	30 ir 61		55	42	13
	23 ir 54		69	81	-12
	24 ir 55		63	74	-11
	25 ir 56		55	65	-10
	26 ir 57		46	55	-9
27 ir 58	34	41	-7		

Pagal 3.6 lentelės duomenis matome procentais išreikštą elementų išnaudojimą. Didžiausias skirtumas tarp STR ir EC išnaudojimų – 28%. Didžiausias elementų išnaudojimas pagal EC 93% (apatinės juostos skaičiavime) ir 96% pagal STR (spyrio skaičiavime). Rėmas suprojektuotas iš penkių skirtingų elementų skerspjūvių. Daugiau skirtingų elementų neįtraukėme, kad rėmo montavimas nebūtų painus dėl didelio kiekio skirtingų skerspjūvių.

3.4. Rėmo mazgų projektavimas

Rėmo elementai projektuojami iš S275 plieno klasės. Rėmo elementai mazguose sujungiami juos privirinant. Pasirenkamas pusiau automatinis suvirinimo būdas apsauginėse dujose. Virinimui naudojama elektrodinė viela G35 Tinklelio elementai prie apatinės ir viršutinės juostų privirinamos kertinėmis siūlėmis. Kertinės siūlės charakteristinis metalo stipris pagal stiprumo ribą $f_{vw,u}=500$ MPa (STR 2:05.08:2005, 6.13 lentelė). Rėmo mazgai projektuojami vadovaujantis STR 2.05.08:2005 8 priedo nurodymais. [35] Mazguose tinklelio elementai apvirinami visu perimetru.

Elementų darbo sąlygų koeficientas $\gamma_c=0,95$ – tempiamiems elementams ir $\gamma_c=1,0$ – gniuždomiems elementams. Juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę, jei juosta gniuždoma ir $|N_0|/(A_0 f_{y,d}) > 0,5$:

$$\gamma_0 = 1,5 - |N_0|/(A_0 f_{y,d}) \quad (3.4.1)$$

kitu atveju $\gamma_0=1,0$ (žr. STR 2.05.08:2005 8 priedą).

Rėmo mazgai, projektuojami iš stačiakampių tuščiavidurių profiliuotųjų, kur tinklelio elementai jungiami prie rėmo viršutinės (apatinės) juostos, tikrinami pagal šias sąlygas:

- juostos sienutės, kuri liečiasi su tinklelio elementu, atsparumas išplėšimui (praspaudimui);
- juostos šoninės sienutės atsparumas gniuždomojo elemento prijungimo vietoje;
- tinklelio elemento atsparumas prijungimo prie juostos srityje;
- virintinių siūlių, kurio sujungia tinklelio elementą ir juosta, atsparumas.

Juostos šoninės sienutės atsparumas gniuždomojo elemento prijungimo vietoje tikrinamas pagal sąlygą: $b_1/b_0 > 0,85$,

čia: b_0 – siauresnės iš juostų skerspjūvio plotis;
 b_1 – spyrio skerspjūvio plotis.

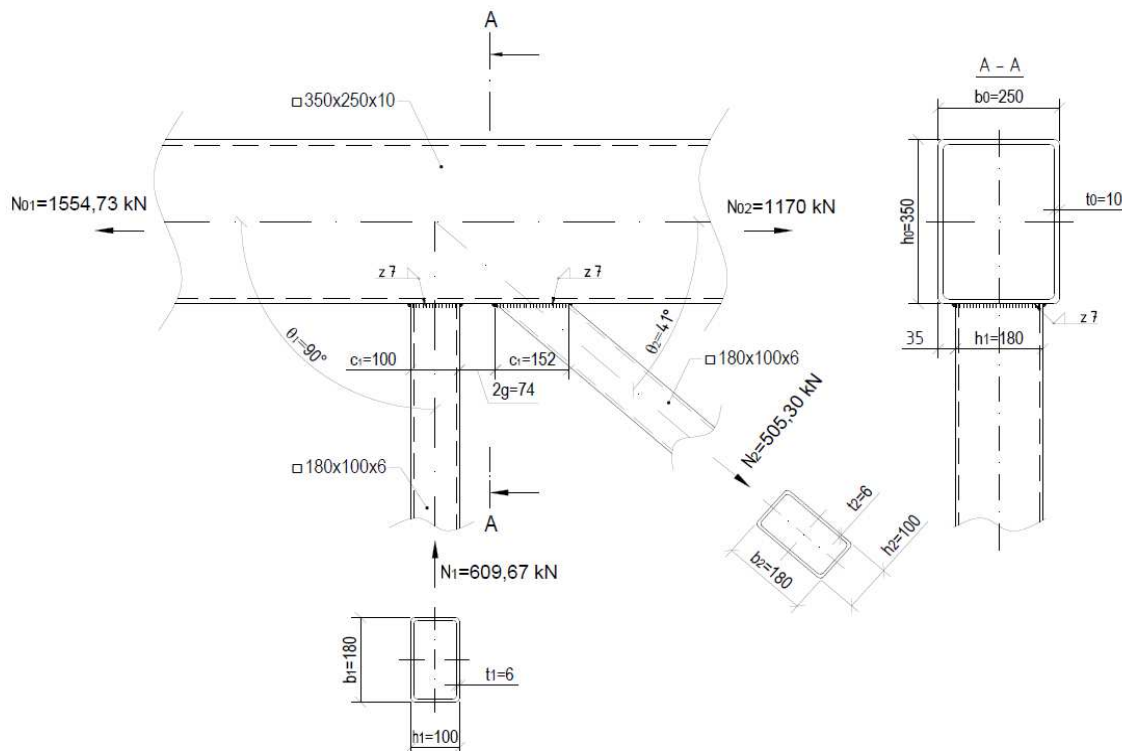
Juostos sienutės atspatis prijungimo vietoje bus tikrinamas tik mazguose su spyriais, nes $250/250=1,0 > 0,85$, o juostos pločio ir TIN_1 elementų pločio santykis $180/250=0,72 < 0,85$ bei juostos pločio ir TIN_2 elementų pločio santykis $150/250=0,60 < 0,85$.

3.4.1. Viršutinės juostos „1“ mazgo projektavimas (T10 ir T21)

Šį mazgą skaičiuojame, nes jame veikia didžiausios įrašos. Pateikiame „K“ formos mazgo schemą 3.7 pav.

Atliekamas gniuždomojo rėmo tinklelio spyrio ir viršutinės rėmo juostos jungties laikomosios galios tikrinimas

- Tikriname rėmo viršutinės juostos, kuri liečiasi su gniuždomuoju spyriu, atsparumą praspaudimui



3.9 pav. Projektuojamo „K“ formos mazgo schema

Įrašos ženklą prijungiamame elemente įtakos koeficientas $\gamma_1=1,0$, kadangi:

$$\frac{|N_{01}|}{A_0 f_{y,d}} = \frac{1554,73}{114,9 \cdot 10^{-4} \cdot 250000} = 0,54 > 0,5, \quad (3.4.2)$$

tai juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas apskaičiuojamas:

$$\gamma_0 = 1,5 - |N_{01}|/(A_0 f_{y,d}) = 1,5 - |1554,73|/(114,9 \cdot 10^{-4} \cdot 250000) = 0,96 \quad (3.4.3)$$

Skaičiuojama rėmo juostos iškyša:

$$a = \frac{b_0 - b_1}{2} = \frac{0,25 - 0,18}{2} = 0,035 \text{ m.} \quad (3.4.4)$$

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_1 = \frac{h_1}{\sin \theta_1} = \frac{0,10}{\sin 90^\circ} = 0,100 \text{ m.} \quad (3.4.5)$$

Pusė tarpo tarp rėmo tinklelio strypų – $g = 0,074 / 2 = 0,037 \text{ m.}$ (3.4.6)

$$\text{Kadangi } \frac{b_1}{b_0} = \frac{0,18}{0,25} = 0,72 < 0,9 \text{ ir } \frac{g}{c_1} = \frac{0,037}{0,100} = 0,37 > 0,25, \quad (3.4.7)$$

tai rėmo viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis tikrinamas pagal formulę:

$$|N_1| + \frac{1,7|M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (c_1 + \sqrt{2b_0 a})}{a \sin \theta_1}; \quad (3.4.8)$$

$$|609,67| + \frac{1,7 \cdot |0|}{0,10} \leq \frac{1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,96 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,010^2 \cdot (0,1 + \sqrt{2 \cdot 0,25 \cdot 0,035})}{0,035 \cdot \sin 90};$$

$609,67 > 151,4 \text{ kN}$, sąlyga netenkinama, todėl mazge dedame 12 mm plokštelę ir tikriname sąlyga iš naujo:

$$|609,67| + \frac{1,7 \cdot |0|}{0,10} \leq \frac{1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,96 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,022^2 \cdot (0,1 + \sqrt{2 \cdot 0,25 \cdot 0,035})}{0,035 \cdot \sin 90};$$

$609,67 < 732,4 \text{ kN}$, sąlyga tenkinama, rėmo viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, išplėšimo atsparis yra pakankamas.

- Rėmo viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinamas gniuždomojo spyrio prijungimo vietoje

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

$$h_0/t_0 = 250/10 = 25 \geq 25. \quad (3.4.9)$$

Juostos sienutės liaunį ir plieno stiprį įvertinantis koeficientas $k=1$, kadangi

$$h_0/t_0 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8, \quad (3.4.10)$$

$$250/10 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 250^2 - 0,2 \cdot 250 + 81,8, \text{ tai } 25,0 < 47,2.$$

Rėmo viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$N_1 \leq 2\gamma_c \gamma_t k f_{y,d} t_0 h_1 / \sin^2 \theta_1, \quad (3.4.11)$$

$$609,67 \leq 2 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,022 \cdot 0,1 / \sin^2 90,$$

taigi $609,67 \leq 836$, sąlyga tenkinama. Rėmo viršutinės juostos sienutės pastovumo atsparis yra pakankamas.

- *Rėmo viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinamas gniuždomojo spyrio prijungimo vietoje*

Tinklelio elemento atspario tikrinti nereikia, nes kampas tarp gniuždomo tinklelio elemento ir tempiamos juostos yra $\theta_1=90^\circ$.

- *Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas*

Virinimui naudojama elektrodinė viela G35, kurios charakteristinis stipris $f_{vw,u} = 440 \text{ MPa}$, pagal STR 2.05.08:2005 6.12 lentelė [32]. Nustatomas plieno stipris pagal stiprumo ribą $f_u = 370 \text{ MPa}$ (6.8 lentelė) [32].

Apskaičiuojami skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$\text{per siūlės metalą } f_{vw,f,d} = 0,55 \cdot \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \cdot \frac{440}{1,25} = 193,6 \text{ MPa}; \quad (3.4.12)$$

$$\text{per sulydymo srities metalą } f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 370 = 166,5 \text{ MPa}. \quad (3.4.13)$$

Kertinės siūlės koeficientai: $\beta_{wf} = 0,9$; $\beta_{wz} = 1,05$ pagal STR 2.05.08:2005 7.30 lentelę.

Tikriname ar tinkamai parinkta elektrodinė viela:

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} \leq f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}} \quad (3.4.14)$$

$$166,5 < 193,6 \leq 166,5 \cdot \frac{1,05}{0,9} = 194,25, \text{ parinkta tinkama elektrodinė viela.}$$

Kertinių siūlių, jungiančių gniuždomąjį tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas ir jo tikrinti nereikia.

Atliekamas tempiamojo rėmo tinklelio spyrio ir viršutinės rėmo juostos jungties laikomosios galios tikrinimas

- *Tikriname rėmo viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo tinklelio elemento, išplėšimo atsparį*

Tinklelio elementas yra tempiamas, taigi įrašos ženklų koeficientas $\gamma_1 = 1,2$.

$$\text{Kadangi } \frac{|N_{02}|}{A_0 f_{y,d}} = \frac{1170}{114,9 \cdot 10^{-4} \cdot 250000} = 0,41 < 0,5, \text{ tai rėmo juostoje veikiančios}$$

ašinės jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 1,0$.

Apskaičiuojama rėmo juostos iškyša:

$$a = \frac{b_0 - b_2}{2} = \frac{0,25 - 0,18}{2} = 0,035 \text{ m.} \quad (3.4.15)$$

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_2 = \frac{h_2}{\sin \theta_2} = \frac{0,10}{\sin 41^\circ} = 0,152 \text{ m.} \quad (3.4.16)$$

$$\text{Pusė tarpo tarp rėmo tinklelio strypų} - g = 0,074 / 2 = 0,037 \text{ m.} \quad (3.4.17)$$

$$\text{Kadangi } \frac{b_2}{b_0} = \frac{0,18}{0,25} = 0,72 < 0,9 \text{ ir } \frac{g}{c_1} = \frac{0,037}{0,100} = 0,37 > 0,25, \quad (3.4.18)$$

tai rėmo viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atsparis tikrinamas pagal formulę:

$$|N_2| + \frac{1,7|M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (c_2 + \sqrt{2b_0 a})}{a \sin \theta_2}; \quad (3.4.19)$$

$$|505,3| + \frac{1,7 \cdot |0|}{0,10} \leq \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,010^2 \cdot (0,1 + \sqrt{2 \cdot 0,25 \cdot 0,035})}{0,035 \cdot \sin 41};$$

$505,3 > 288,31$ kN, sąlyga netenkinama, todėl mazge dedame 12 mm plokštelę ir tikriname sąlyga iš naujo:

$$|505,3| + \frac{1,7 \cdot |0|}{0,10} \leq \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,012^2 \cdot (0,1 + \sqrt{2 \cdot 0,25 \cdot 0,035})}{0,035 \cdot \sin 41};$$

$609,67 < 1395,42$ kN, sąlyga tenkinama, rėmo viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis yra pakankamas.

- Rėmo viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinamas tempiamojo spyrio prijungimo vietoje

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

$$h_0 / t_0 = 250 / 10 = 25 \geq 25. \quad (3.4.20)$$

Juostos sienutės liaunį ir plieno stiprį įvertinantis koeficientas $k=1$, kadangi

$$h_0 / t_0 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8, \quad (3.4.21)$$

$$250 / 10 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 250^2 - 0,2 \cdot 250 + 81,8, \text{ tai } 25,0 < 47,2.$$

Rėmo viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$N_2 \leq 2\gamma_c \gamma_1 k f_{y,d} t_0 h_2 / \sin^2 \theta_2, \quad (3.4.22)$$

$$505,3 \leq 2 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,022 \cdot 0,1 / \sin^2 41,$$

taigi $609,67 \leq 1942,32$ kN, sąlyga tenkinama. Rėmo viršutinės juostos sienutės pastovumo atsparis yra pakankamas.

- Rėmo tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

Koeficientas, įvertinantis tinklelio elemento sienutės liaunį ir plieno stiprį $k=1$, nes pagal (3.4.21) formulę $250/10 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 250^2 - 0,2 \cdot 250 + 81,8$, tai $25,0 < 47,2$.

Tinklelio elementų matmenys reikalingi nustatant sienutės liaunį. Tinklelio elemento, kuris yra stačiakampio skerspjuvio, atspario tikrinimo sąlyga:

$$\left| N_2 \right| + \frac{0,5 |M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{y,d} A_2}{1 + 0,013 b_0 / t_0} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + b_2 / h_2} \right), \quad (3.4.23)$$

$$\left| 505,3 \right| + \frac{0,5 \cdot |0|}{0,10} \leq \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 31,77 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot 0,25 / 0,010} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + 0,18 / 0,1} \right),$$

sąlyga tenkinama $505,3 \leq 618,28$ kN, taigi tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie viršutinės juostos srityje, yra pakankamas.

- Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas

Virinimui naudojama elektrodinė viela G35, kurios charakteristinis stipris $f_{vw,u} = 440 \text{ MPa}$, pagal STR 2.05.08:2005 6.12 lentelė [32]. Nustatomas plieno stipris pagal stiprumo ribą $f_u = 370 \text{ MPa}$ (6.8 lentelė) [32].

Kertinių siūlių, jungiančių tempiamąjį tinklelio elementą su juosta, tikrinimas:

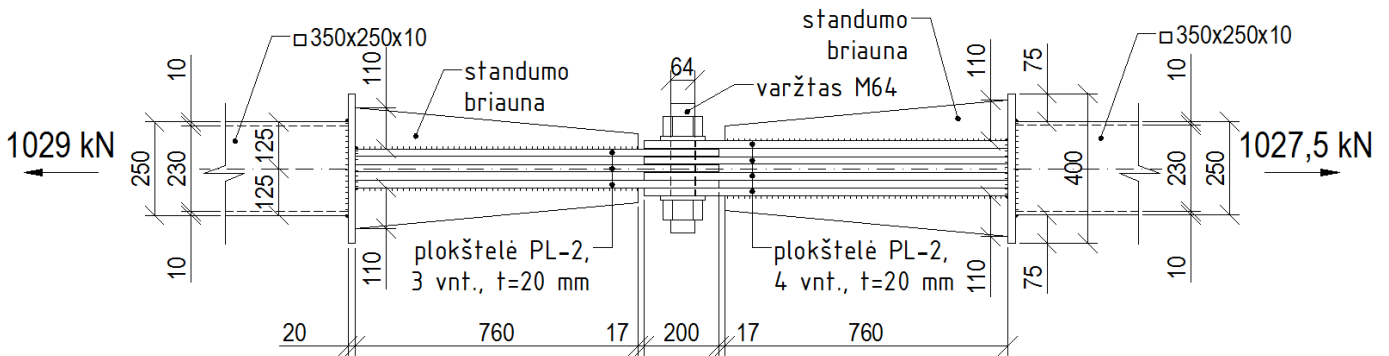
$$\left(\left| N_2 \right| + \frac{0,5 |M_2|}{h_2} \right) \frac{0,75 + 0,01 b_0 / t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_2 / \sin \theta_2 + b_2)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d}; \quad (3.4.24)$$

$$\left(505,30 + \frac{0,5 \cdot 0}{0,10} \right) \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot 0,25 / 0,01}{0,9 \cdot 0,007 \cdot (2 \cdot 0,1 / \sin 41 + 0,18)} \leq 0,95 \cdot 193,6 \cdot 10^3$$

$$165,42 \text{ MPa} < 183,92 \text{ MPa}, \text{ sąlyga tenkinama.}$$

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

3.4.2. Kraigo („2“) mazgo projektavimas (T8 ir T9)



3.10 pav. Kraigo mazgo schema

Kraigo mazgą projektuojame su plokštele, kuri privirinama prie viršutinės ir apatinės rėmų juostų. Plokštelės storis $t=20\text{ mm}$. Apatinė rėmo juosta iš stačiakampio profilio $\square 350 \times 250 \times 12$, viršutinė juosta – $\square 350 \times 250 \times 10$. Profiliai privirinami prie plokštelės visu kontūru. Privirinama kertinėmis siūlėmis. Rėmo viršutinė ir apatinė juostos gniuždomos. Skaičiuojamas siūlės statinio aukštis prie profilio ir prie plokštelės: $k_f \leq 1,2 \cdot t = 1,2 \cdot 10 = 12\text{ mm}$, priimame $k_f = 7\text{ mm}$. Tikriname siūlės atsparį. Virinimui naudojama elektrodinė viela G35 (charakteristinis stipris $f_{vw,u} = 440\text{ MPa}$, plieno stipris pagal stiprumo ribą $f_u = 370\text{ MPa}$). Siūlių stipriai jau buvo skaičiuoti 3.4.1. skyriuje (3.4.12 – 3.4.13 formulės).

$$\beta_{wf} \cdot f_{vw,f,d} = 0,9 \cdot 193,6 = 174,24\text{ N/mm}^2 \text{ – per siūlės metalą;}$$

$$\beta_{wz} \cdot f_{vw,z,d} = 1,05 \cdot 166,5 = 174,83\text{ N/mm}^2 \text{ – per sulydymo srities metalą;}$$

Silpnesnis pjūvis per sulydymo srities metalą, todėl tikriname viršutinės juostos jungties atsparį:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{982,61 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 7,0 \cdot 1216 \cdot 166,5 \cdot 1,0} = 0,78 < 1,0 \quad (3.4.25)$$

Sąlyga tenkinama, kadangi apatinėje juostoje įraša mažesnė, tai galime teigti, kad siūlė laikys. Mazge įrengiamos sąstandos (2 cm), kurių ilgis 730 mm. Jos jungiamos prie plokštelės, kertinėmis siūlėmis, kur siūlės statinis $k_f = 7\text{ mm}$.

Apskaičiuojamas kaištis, kuris naudojamas kraigo mazge, rėmo sujungimui. Tikrinamos kaiščio glemžimo ir kirpimo sąlygos. Kaiščio kokybės klasė – 8.8, A – gaminio klasė.

Skaičiuotinis vieno varžto kerpamasis atsparis:

$$F_{b,v,Rd} = f_{bs,d} \cdot \gamma_b \cdot A_b \cdot n_s = 320 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 0,00321 \cdot 6 = 6163,20\text{ kN} \quad (3.4.26)$$

Skaičiuotinis glemžiamasis atsparis:

$$F_{b,p,Rd} = f_{bp,d} \cdot \gamma_b \cdot d \cdot \sum t = 574,2 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 0,064 \cdot 0,06 = 2204,93\text{ kN (min)} \quad (3.4.27)$$

čia: $f_{bs,d}, f_{bp,d}$ – varžtinių jungčių skaičiuotiniai stipriai;

d – varžto skersmuo, $d=M64$;

$A_b = \pi \cdot d^2 / 4$ – varžto skerspjūvio plotas;

Σt – mažiausias suminis elementų, glemžiamų viena kryptimi, storis, $\Sigma t = 60$ mm;

n_s – varžto kirpimo plokštumų skaičius, (6);

γ_b – varžtinės jungties darbo sąlygų koeficientas (1,0), imamas iš STR 2.05.08:2005

7.33 lentelės;

$$f_{bs,d} = 0,4 \cdot f_{bu} = 0,4 \cdot 800 \cdot 10^6 = 320 \text{ MPa}; \quad (3.4.28)$$

$$f_{bp,d} = (0,6 + 410 \cdot f_u / E) \cdot f_u = (0,6 + 410 \cdot 410 \cdot 10^6 / 210 \cdot 10^9) \cdot 410 \cdot 10^6 = 574,2 \text{ MP} \quad (3.4.29)$$

Apskaičiuojame reikiamą varžtų kiekį n , veikiant ašinei jėgai N_{Ed} :

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_c \cdot F_{min}} \leq n \rightarrow \frac{2056,75 \cdot 10^3}{1,0 \cdot 2204,93 \cdot 10^3} \leq 1,0 \rightarrow 0,93 \leq 1,0, \text{ sąlyga tenkinama} \quad (3.4.30)$$

Mazge esančių plokštelių klupumas netikrinamas, nes įrengiamos sąstandos.

3.4.3. Karnizo mazgo („3“) projektavimas

Karnizo mazgą sudaro T2, T1 ir T31 rėmo elementai. Mazgas projektuojamas privirinant plokšteles. Karnizo mazgas turi būti standus, todėl numatoma įrengti standumo briaunas. Plokštelės pagalba sujungiant viršutinės juostas, įrengiamos papildomos plokštelės, kurių pagalba privirinamas spyris. Pagrindinės plokštelės įrengiamos $t=20$ mm storio, standumo briaunos – $t=12$ mm. Viršutinė rėmo juosta iš stačiakampio profilio $\square 350 \times 250 \times 10$. Profiliai privirinami prie plokštelės visu kontūru. Privirinama kertinėmis siūlėmis. Profiliai privirinami prie plokštelės visu kontūru. Privirinama kertinėmis siūlėmis. Rėmo viršutinė juosta tempiama, o spyris – gniuždomas. Skaičiuojamas siūlės statinio aukštis prie profilio ir prie plokštelės: $k_f \leq 1,2 \cdot t = 1,2 \cdot 10 = 12$ mm, priimame $k_f = 10$ mm. Tikriname sliūlės atsparį. Virinimui naudojama elektrodinė viela G35 (charakteristinis stipris $f_{vw,u} = 440 \text{ MPa}$, plieno stipris pagal stiprumo ribą $f_u = 370 \text{ MPa}$). Siūlių stipriai jau buvo skaičiuoti 3.4.1. skyriuje (3.4.12 – 3.4.13 formulės).

Siūlių stipriai jau buvo skaičiuoti 3.4.1. skyriuje (3.4.12 – 3.4.13 formulės).

$$\beta_{wf} \cdot f_{vw,f,d} = 0,9 \cdot 193,6 = 174,24 \text{ N/mm}^2 \text{ – per siūlės metalą};$$

$$\beta_{wz} \cdot f_{vw,z,d} = 1,05 \cdot 166,5 = 174,83 \text{ N/mm}^2 \text{ – per sulydymo srities metalą};$$

Silpnesnis pjūvis per sulydymo srities metalą, todėl tikriname viršutinės juostos (31 elemento) jungties atsparį:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \Sigma l_{eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{1709,43 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 10,0 \cdot 1200 \cdot 166,5 \cdot 1,0} = 0,95 < 1,0 \quad (3.4.31)$$

Sąlyga tenkinama, kadangi viršutinės juostos (1 elemento) įraša mažesnė, tai galime teigti, kad siūlė laikys. Mazge įrengiamos sąstandos (12 cm), kurių ilgis 152 ir 104 mm. Jos jungiamos prie plokštelės, kertinėmis siūlėmis, kur siūlės statinis $k_f=7\text{mm}$.

Tokiu pačiu principu projektuojamas ir mazgas rėmo viduje, kur sujungiamos apatinės rėmo juostos T5 ir T6, prie jų plokštelėmis prijungiant T2, T7 ir T10 elementus. Taip pat įrengiamos standumo briaunos. Visi šie procesai atliekami gamykloje, kvalifikuotų darbuotojų.

3.4.4. Atraminio mazgo („4“) projektavimas

Atraminį mazgą sudaro T5 ir T31 rėmo elementai. Atraminį mazgą projektuojame, kaip ir karnizo mazgą, su plokštelėmis, kurios privirinamos prie kolonos (viršutinės ir apatinės juostų). Pirmosios plokštelės privirinamos tokioje padėtyje, kad tarp apatinės ir viršutinės juostų liktų tarpelis jų privirinimui. Plokštelės storis $t=40\text{ mm}$. Apatinė rėmo juosta iš stačiakampio profilio $\square 350 \times 250 \times 12$, viršutinė juosta – $\square 350 \times 250 \times 10$. Profiliai privirinami prie plokštelės visu kontūru. Privirinama kertinėmis siūlėmis. Rėmo viršutinė juosta – tempiama, o apatinė juosta – gniuždomos. Skaičiuojamas siūlės statinio aukštis prie profilio ir prie plokštelės: $k_f \leq 1,2 \cdot t = 1,2 \cdot 12 = 14,4\text{ mm}$, $k_f \leq 1,2 \cdot t = 1,2 \cdot 10 = 12\text{ mm}$, priimame $k_f = 10\text{ mm}$. Tikriname siūlės atsparį. Virinimui naudojama elektrodinė viela G35 (charakteristinis stipris $f_{vw,u} = 440\text{MPa}$, plieno stipris pagal stiprumo ribą $f_u = 370\text{ MPa}$). Siūlių stipriai jau buvo skaičiuoti 3.4.1. skyriuje (3.4.12 – 3.4.13 formulės).

$$\beta_{wf} \cdot f_{vw,f,d} = 0,9 \cdot 193,6 = 174,24\text{ N/mm}^2 \text{ – per siūlės metalą;}$$

$$\beta_{wz} \cdot f_{vw,z,d} = 1,05 \cdot 166,5 = 174,83\text{ N/mm}^2 \text{ – per sulydymo srities metalą;}$$

Silpnesnis pjūvis per sulydymo srities metalą, todėl tikriname viršutinės juostos jungties atsparį:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{1709,43 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 10,0 \cdot 1200 \cdot 166,5 \cdot 1,0} = 0,95 < 1,0 \quad (3.4.32)$$

Sąlyga tenkinama. Tikrinamas jungties atsparis apatinėje juostoje.

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{2643,81 \cdot 10^3}{1,0 \cdot 14,0 \cdot 1200 \cdot 166,5 \cdot 1,0} = 0,94 < 1,0 \quad (3.4.33)$$

Mazge įrengiamos sąstandos (4 cm), kurių ilgis 395 mm ir 430 mm. Jos jungiamos prie plokštelės, kertinėmis siūlėmis, kur siūlės statinis $k_f=10\text{ mm}$ prie viršutinės juostos, $k_f=14$ – prie apatinės juostos.

Apskaičiuojamas kaištis, kuris naudojamas kraigo mazge, rėmo sujungimui. Tikrinamos kaiščio glemžimo ir kirpimo sąlygos. Kaiščio kokybės klasė – 8.8, A – gaminio klasė.

Skaičiuotinis vieno varžto kerpamasis atsparis:

$$F_{b,v,Rd} = f_{bs,d} \cdot \gamma_b \cdot A_b \cdot n_s = 320 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 0,00283 \cdot 6 = 5433,6 \text{ kN} \quad (3.4.34)$$

Skaičiuotinis glemžiamasis atsparis:

$$F_{b,p,Rd} = f_{bp,d} \cdot \gamma_b \cdot d \cdot \sum t = 574,2 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 0,060 \cdot 0,075 = 2583,90 \text{ kN (min)} \quad (3.4.35)$$

čia: $f_{bs,d}$, $f_{bp,d}$ – varžtinių jungčių skaičiuotiniai stipriai;

d – varžto skersmuo, $d = M64$;

$A_b = \pi \cdot d^2 / 4$ – varžto skerspjūvio plotas;

$\sum t$ – mažiausias suminis elementų, glemžiamų viena kryptimi, storis, $\sum t = 75 \text{ mm}$,

(vienos plokštelės storis 25 mm);

n_s – varžto kirpimo plokštumų skaičius, (6);

γ_b – varžtinės jungties darbo sąlygų koeficientas (1,0), imamas iš STR 2.05.08:2005

7.33 lentelės;

$$f_{bs,d} = 0,4 \cdot f_{bu} = 0,4 \cdot 800 \cdot 10^6 = 320 \text{ MPa}; \quad (3.4.36)$$

$$f_{bp,d} = (0,6 + 410 \cdot f_u / E) \cdot f_u = (0,6 + 410 \cdot 410 \cdot 10^6 / 210 \cdot 10^9) \cdot 410 \cdot 10^6 = 574,2 \text{ MP} \quad (3.4.37)$$

Apskaičiuojame reikiamą varžtų kiekį n , veikiant ašinei jėgai N_{Ed} :

$$\frac{N_{Ed}}{\gamma_c \cdot F_{\min}} \leq n \rightarrow \frac{1425,64 \cdot 10^3}{1,0 \cdot 2583,90 \cdot 10^3} \leq 1,0 \rightarrow 0,56 \leq 1,0, \text{ sąlyga tenkinama} \quad (3.4.38)$$

Mazge esančių plokštelių klupumas netikrinamas, nes įrengiamos sąstandos.

3.4.5. Flanšinių jungčių projektavimas

Rėmas pagaminamas gamykloje ir į statybos aikštelę atvežamas dalimis. Rėmas sujungiamas flanšinėmis jungtimis statybos proceso metu. Projektuojamos flanšinės rėmo jungtys. Jungtims naudojami tempiamieji varžtai. Naudojami M22, gaminio klasė A, kokybės klasė – 8.8. Charakteristinis varžtų stipris parenkamas iš [33] 6.18 lentelės - $f_{bu} = 1000 \text{ N/mm}^2$. Parenkame flanšų storį $t = 25 \text{ mm}$.

Apskaičiuojame ribinius varžtų išdėstymo atstumus pagal STR 2.05.08:2005 7.31 lent.:

$$\text{mažiausi atstumai tarp varžtų centrų} - 2,5 \cdot d_0 = 2,5 \cdot 24 = 60 \text{ mm}; \quad (3.4.39)$$

didžiausi atstumai, kai yra sustandinantys kampuočiai tempiant –

$$16 \cdot d_0 = 16 \cdot 24 = 384 \text{ mm}; \quad (3.4.40)$$

mažiausi atstumai įtempiamiems varžtams (nuo varžto centro iki elemento krašto) –

$$1,3 \cdot d_0 = 1,3 \cdot 24 = 31,2 \text{ mm}; \quad (3.4.41)$$

$$\text{didžiausi} - 4 \cdot d_0 = 4 \cdot 24 = 96 \text{ mm}, \quad (3.4.42)$$

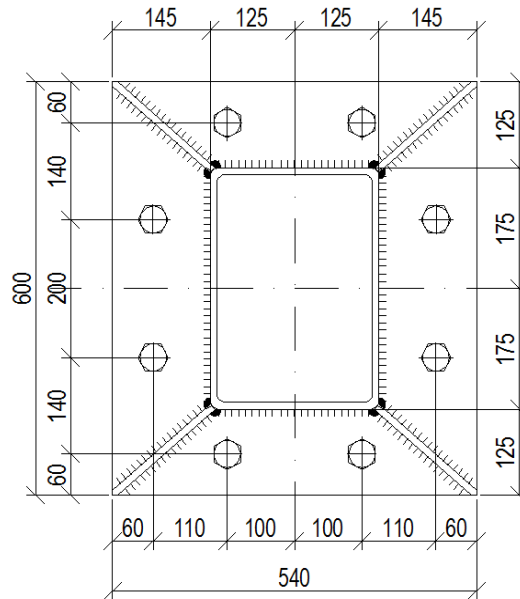
čia: d_0 - varžto skylės skersmuo, mm.

Apskaičiuojamas skaičiuojamasis vieno varžto M24 tempiamasis atsparis:

$$F_{bt,Rd} = f_{bt,d} A_{b,net} = 500 \cdot 10^6 \cdot 353 \cdot 10^{-6} = 176,5 \text{ kN}, \quad (3.4.43)$$

čia: $A_{b,net}$ - varžto grynasis (neto) skerspjūvio plotas $A_{b,net} = 535 \text{ mm}^2$, kai M24 (žr. STR 2.05.08:2005 7.32 lent.);

$f_{bt,d}$ – tempiamų varžtinių jungčių su 10.9 kokybės klasės varžtais skaičiuotinis stipris apskaičiuojamas taip: $f_{bt,d} = 0,5 \cdot f_{bu} = 0,5 \cdot 1000 = 500 \text{ MPa}$.



3.11 pav. Viršutinės juostos flanšinė jungtis.

Projektuojame flanšinę jungtį FL-1. Apskaičiuojamas reikiamas varžtų skaičius:

$$n \geq \frac{N_{Ed}}{k_2 \cdot F_{b,t,Rd}} = \frac{581,86}{0,85 \cdot 176,5} = 3,9, \text{ priimame 8 vnt. varžtų.} \quad (3.4.44)$$

Viršutinė juosta prie flanšo jungiama privirinant kertinėmis siūlėmis. Siūlės statinio aukštis prie profilio ir prie flanšo priimamas $k_f = 7 \text{ mm}$, nes $k_f \leq 1,2 \cdot t = 1,2 \cdot 12 = 14,4 \text{ mm}$. Virinimui naudojama elektrodinė viela G35 (charakteristinis stipris $f_{vw,u} = 440 \text{ MPa}$, plieno stipris pagal stiprumo ribą $f_u = 370 \text{ MPa}$). Pagal (3.4.12) ir (3.4.13) formules apskaičiuota, kad virintinių jungčių stipris kerpant per suvirinimo metalą $f_{vw,f,d} = 193,6 \text{ MPa}$, per sulydymo srities metalą $f_{vw,z,d} = 166,5 \text{ MPa}$.

Pagal (3.4.14) tikrintą sąlyga – elektrodinė viela parinkta tinkamai.

Randame silpnesnį pjūvį:

$$\beta_{wf} \cdot f_{vw,f,d} = 0,9 \cdot 193,6 = 174,24 \text{ N/mm}^2 \text{ – per siūlės metalą;} \quad (3.4.45)$$

$$\beta_{wz} \cdot f_{vw,z,d} = 1,05 \cdot 166,5 = 174,83 \text{ N/mm}^2 \text{ – per sulydymo srities metalą;} \quad (3.4.46)$$

Silpnėsnis pjūvis per sulydymo srities metalą, todėl tikriname viršutinės juostos jungties atsparį:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{581,86 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,007 \cdot 1,2 \cdot 166,5 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,47 < 1,0. \quad (3.4.47)$$

Sąlyga tenkinama. Flanšinėse jungtyse numatoma įrengti sąstandas. Sąstandos ilgis apskaičiuojamas taip: $1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 250 = 375$ mm, priimu 400 mm.

Sąstandos prie flanšo jungiamos virintinėmis kertinėmis siūlėmis. Siūlės statinis $k_f = 7$ mm. Flanšinės jungties itempiamieji varžtai turi būti iš kart įtempiami jėga, kuri 10% didesnė nei juostoje veikianti jėga. Apskaičiuojama suminė varžtų įveržimo jėga:

$$N_{Ed} = 1,1 \cdot 581,86 = 640,05 \text{ kN}. \quad (3.4.48)$$

Apskaičiuojama ašinė jėga, kuria iš anksto reikia įtempti įtempiamuosius varžtus:

$$F_{p,Cd} = \frac{N_{Ed}}{n} = \frac{640,05}{8} = 80,0 \text{ kN}. \quad (3.4.49)$$

Skaičiuojama vieno varžto įveržimo jėga:

$$M = K \cdot F_{p,Cd} \cdot d = 0,2 \cdot 80,0 \cdot 0,024 = 0,384 \text{ kNm}, \quad (3.4.50)$$

čia: d – varžto skersmuo,

K – korekcijos koeficientas,

$F_{p,Cd}$ – įtempimo jėga.

Projektuojant kitas rėmo flanšines jungtis, suvirinimo siūlių laikomosios galios, varžtų išdėstymas ir laikomoji galia tikrinama analogiškai. Rėmo flanšinės jungties mazgas pateikiamas prieduose 2015-MBD-SK X.

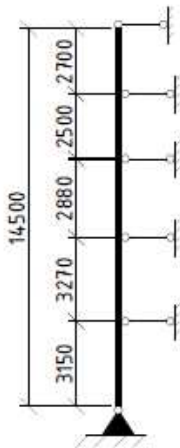
3.5. Rėmo fachverko kolonų projektavimas

Galinės maniežo sienos projektuojamos iš kolonų ir ryšių. Fachverko siena perima vėjo apkrovas ir stogo apkrovas (pusės tarpatramio). Ant kolonos remiama plieninė sija. Kraštinė fachverko sienos kolona projektuojama su spyriu, kuris skirtas perimti apkrovas ir išlaikyti reikiamą pastato formą. Galinė pastato siena projektuojama iš S275 stiprumo klasės plieno profilių. Įrašos apskaičiuotos kompiuterine programa. Elemento įrašų diagramos pateikiamos 3.10 pav (skaičiuojamoji schema sudaroma MK-1 kolonai). Kolona skaičiuojama kaip ekscentriškai gniuždomas elementas, lanksčiai įtvirtintas pamate. Ant kolonos viršaus remiama sija. 3.10 pav. pateiktos didžiausių įrašų, sukeltų pavojingiausių derinių, diagramos.

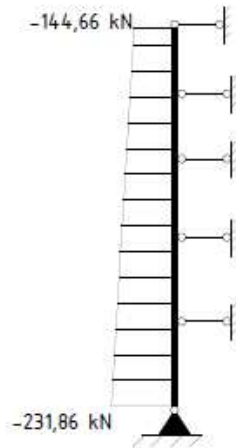
Plieno stipris pagal takumo ribą: $f_y = 275$ MPa;

Skaičiuotinis plieno stipris pagal (3.2.1) formulę: $f_{yd} = 250$ MPa.

FACHVERKO KOLONOS
SKAIČIUOJAMOJI SCHEMA

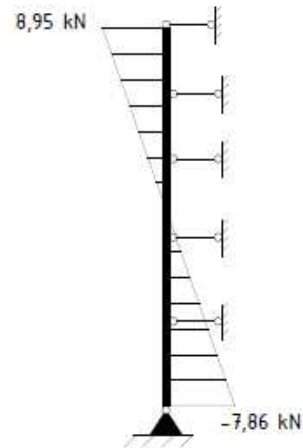


AŠINIŲ JĖGŲ N
DIAGRAMA



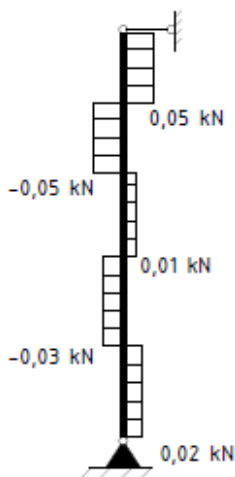
7 ULS

SKERSINIŲ JĖGŲ V_y
DIAGRAMA



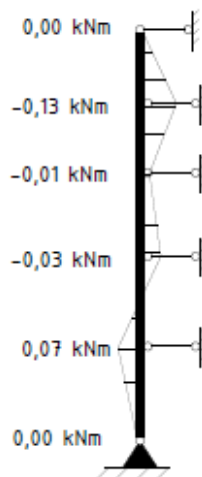
5 ULS

SKERSINIŲ JĖGŲ V_z
DIAGRAMA



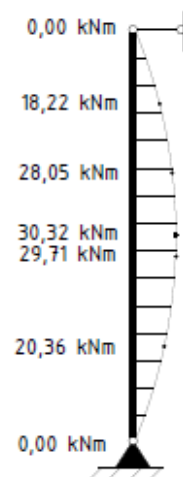
3 ULS

LENKIMO MOMENTŲ
M_y DIAGRAMA



3 ULS

LENKIMO MOMENTŲ
M_z DIAGRAMA



5 ULS

3.12 pav. Fachverko kolonos skaičiuojamoji schema ir įrašų diagramos

Kompiuterine skaičiavimo programa suprojektuota kolona $\square 300 \times 150 \times 6$, skaičiavimuose pagal STR netenkina kolonos pastovumo atspario iš plokštumos ir sienelės liaunio sąlygų. Fachverko kolonos skerspjūvis parenkamas $\square 300 \times 150 \times 8$, kurio $A_{net} = 68,75 \text{ cm}^2$; $i_y = 10,79 \text{ cm}$; $i_z = 6,269 \text{ cm}$; $W_y = 534,1 \text{ cm}^3$; $W_z = 360,2 \text{ cm}^3$; $I_y = 8011 \text{ cm}^4$; $I_z = 2702 \text{ cm}^4$.

Tikriname kolonos pastovumą rėmo plokštumoje. Kolonos skaičiuojamasis ilgis rėmo plokštumoje:

$$l_{eff,y} = \mu_y \cdot l_{c,max} = 1,0 \cdot 3,15 = 3,15 \text{ m}, \quad (3.5.1)$$

čia l_c – kolonos dalies ilgis, m ;

μ_y – skaičiuojamojo ilgio koeficientas (žr. STR 2.05.08:2005 3 priedo 6 lentelę). [32]

Apskaičiuojamas kolonos liaunis rėmo plokštumoje:

$$\lambda_y = l_{eff,y} / i_z = 315 / 6,269 = 50,2. \quad (3.5.2)$$

Sąlyginis strypo liaunis $\bar{\lambda}_y$ nustatomas pagal formulę:

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 50,2 \cdot \sqrt{\frac{250}{210000}} = 1,73 \quad (3.5.3)$$

$$e_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{0,07}{219,41} = 0,0003 \text{ m}; \quad (3.5.4)$$

$$e_{rel,y} = \frac{e_y \cdot A}{W_z} = \frac{0,0003 \cdot 68,75 \cdot 10^{-4}}{360,2 \cdot 10^{-6}} = 0,0057 \text{ m}; \quad (3.5.5)$$

Apskaičiuojame santykinį lyginamąjį ekscentricitetą $e_{rel,z,eff}$:

$$e_{rel,z,eff} = k_{shape} \cdot e_{rel,z} = 1,58 \cdot 0,056 = 0,09 \text{ m} < 20, \quad (3.5.6)$$

čia: skerspjūvio formos koeficientas k_{shape} skaičiuojamas pagal [32] 7.6 lentelę $A_f/A_w=0,5$:

$$k_{shape} = (1,75 - 0,1 \cdot e_{rel,y}) - 0,02 \cdot (5 - e_{rel,y}) \cdot \bar{\lambda}_y = (1,75 - 0,1 \cdot 0,0057) - 0,02 \cdot (5 - 0,0057) \cdot 1,73 = 1,58. \quad (3.5.7)$$

Kadangi $e_{rel,z,eff} < 20$, taigi stiprumo sąlygos pagal [32] 80 p. skaičiuoti nereikia.

Tikrinamas exc. gniuždomų elementų pastovumas momento veikimo plokštumoje:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} \leq 1,0, \quad (3.5.8)$$

čia: skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje apskaičiuojamas pagal formulę:

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_e = 0,851 \cdot 68,75 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 1389,52 \text{ kN} \quad (3.5.9)$$

čia: φ_e – klupumo koeficientas nustatomas pagal [32] 1 priedo 2 lentelę, $\varphi_e=0,851$.

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

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{219,41}{1389,52} = 0,16 \leq 1,0, \text{ taigi rėmo plokštumoje kolona bus pastovi.}$$

Kolonos pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje yra pakankamas.

Kolonos pastovumas iš plokštumos tikrinamas pagal formulę [134]:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} \leq 1,0. \quad (3.5.10)$$

Kolonos skaičiuojamasis ilgis iš rėmo plokštumos:

$$l_{eff,z} = \mu_z \cdot l_c = 1,0 \cdot 14,5 = 14,5 \text{ m}. \quad (3.5.11)$$

Apskaičiuojamas kolonos liaunis iš rėmo plokštumos:

$$\lambda_z = l_{eff,z} / i_y = 1450 / 10,79 = 134,4. \quad (3.5.12)$$

Sąlyginis strypo liaunis $\bar{\lambda}_z$:

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 134,4 \cdot \sqrt{\frac{250}{210000}} = 4,64; \quad (3.5.13)$$

Skaičiuotinis eksk. gniuždomo elemento lenkiamasis-sukamasis pastovumo atsparis:

$$N_{NM,TF,Rd} = c \cdot \varphi_z \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_e = 0,754 \cdot 0,330 \cdot 68,75 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 404,12 kN.$$

Apskaičiuojamas ekscentricitetas, skaičiuojant pastovumą iš rėmo plokštumos:

$$e_z = \frac{M_{z,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{20,36}{219,41} = 0,09 \text{ m}. \quad (3.5.14)$$

Skaičiuojamas santykinis ekscentricitetas:

$$e_{rel,z} = \frac{e_z \cdot A}{W_y} = \frac{0,09 \cdot 68,75 \cdot 10^{-4}}{534,1 \cdot 10^{-6}} = 1,16 < 5,0, \text{ tai} \quad (3.5.15)$$

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel,z}} = \frac{1,30}{1 + 0,625 \cdot 1,16} = 0,754 \quad (3.5.16)$$

Apskaičiuojame santykinį lyginamąjį ekscentricitetą $e_{rel,z,eff}$:

$$e_{rel,z,eff} = k_{shape} \cdot e_{rel,z} = 1,28 \cdot 1,16 = 1,49 m, \quad (3.5.17)$$

čia skerspjūvio formos koeficientas k_{shape} skaičiuojamas pagal [32] 7.6 lentelę $A_f/A_w=0,5$:

$$k_{shape} = (1,75 - 0,1 \cdot e_{rel,z}) - 0,02 \cdot (5 - e_{rel,z}) \cdot \bar{\lambda}_z = (1,75 - 0,1 \cdot 1,16) - 0,02 \cdot (5 - 1,16) \cdot 4,64 = 1,28. \quad (3.5.18)$$

$$\text{Tikrinama liaunio sąlyga } \lambda_c = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{210000}{250}} = 91,0, \quad (3.5.19)$$

$$\text{kadangi } \lambda_z=134,4 > \lambda_c=91, \text{ tai } \beta = \sqrt{\frac{\varphi_e}{\varphi_z}} = \sqrt{\frac{0,560}{0,330}} = 1,30. \quad (3.5.20)$$

Skaičiuojame ar kolonos pastovumo atsparis iš plokštumos yra pakankamas:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = \frac{219,41}{404,12} = 0,55 \leq 1,0, \text{ sąlyga tenkinama.}$$

Kolonos ribinis liaunis momento veikimo plokštumoje apskaičiuojamas:

$$\lambda_u = 210 - 60\alpha = 210 - 60 \cdot 0,16 = 200,4 \quad (3.5.21)$$

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{219,41}{1389,52} = 0,16, \quad (3.5.22)$$

$$\lambda_y = 50,2 < \lambda_u = 197,4.$$

Kolonos ribinis liaunis iš plokštumos apskaičiuojamas:

$$\lambda_u = 210 - 60\alpha = 210 - 60 \cdot 0,55 = 177,0, \quad (3.5.23)$$

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = \frac{219,41}{404,12} = 0,55, \quad (3.5.24)$$

$$\lambda_z = 134,4 < \lambda_u = 177,0.$$

Kolonos liauniai neviršija ribinių reikšmių.

Skaičiuojamas kolonos skerspjūvio sienelės pastovumas.

Sienelės aukščio santykis su storiu:

$$\frac{h_f}{t_w} = \frac{300}{6} = 37,5. \quad (3.5.25)$$

Sąlyginis ribinis sienelės liaunis, esant elemento sąlyginiam liauniui momento veikimo plokštumoje $\bar{\lambda}_1 = \bar{\lambda} = 1,73 < 2,0$:

$$\bar{\lambda}_{wu1} = 1,00 + 0,2 \bar{\lambda}_1 = 1,00 + 0,2 \cdot 1,73 = 1,35; \quad (3.5.26)$$

Sienelės liaunio sąlyga:

$$\frac{h_f}{t_w} = 37,50 < \bar{\lambda}_{wu1} \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 1,35 \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{250}} = 39,13. \quad (3.5.27)$$

Taigi kolonos sienelės liaunis neviršija ribinio.

3.6. Pamato GP-1 projektavimas

Jonavos Sporto centro Taurostos g. 14, Jonavos m. teritorijos inžineriniai geologiniai tyrimai atlikti techninio projekto stadijai remiantis STR 1.04.02:2011 „Inžineriniai geologiniai ir geotechniniai tyrimai“ [16], gruntų litologinė sudėtis nustatyta pagal LST EN ISO 14688-1:2004 „Geotechniniai tyrinėjimai ir bandymai. Gruntų atpažintis ir klasifikavimas. 1 dalis. Atpažintis ir aprašymas“ [9] ir LST EN ISO 14688-2:2004 „Geotechniniai tyrinėjimai ir bandymai. Gruntų atpažintis ir klasifikavimas. 2 dalis. Klasifikavimo principai“ [10].

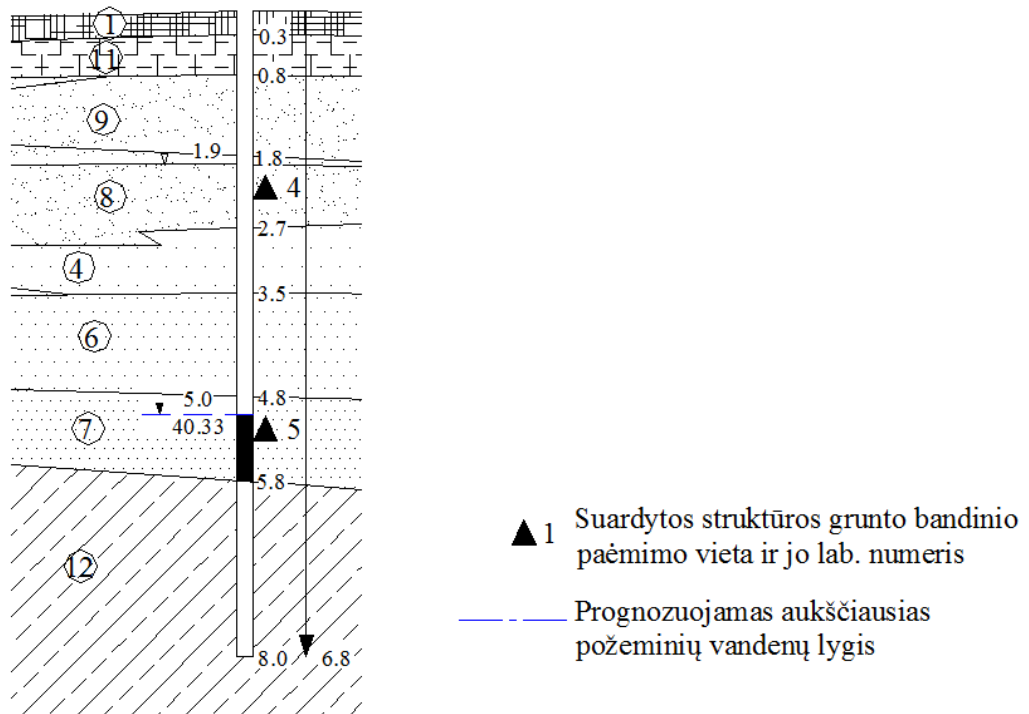
Geologinių tyrimų tikslas – išaiškinti aikštelės inžinerines geologines ir hidrogeologines sąlygas bei įvertinti gruntus kaip natūralius pagrindus projektuojamiems statiniams. Inžineriniams geologiniams duomenims gauti savaeigiu gręžimo agregatu (srieginiu būdu) išgręžti penki 8.0 m gylio gręžiniai. Sluoksnių ribų sutikslinimui ir geotechninių duomenų gavimui prie gręžinių atliktas statinis zondavimas. Zondavimo metu elektroniniu tenzozondu nustatytas grunto stiprumas kūgiui q_c (MPa) ir išmatuota šoninė trintis f_s (MPa). Pagal gautus rezultatus (q_c reikšmes) apskaičiuoti gruntų mechaniniai rodikliai.

Hidrogeologinės aikštelės sąlygos. Tyrimų metu sutikti požeminiai gruntinio tipo vandenys, kurie nusistovėjo 4.5-5.0 m gylyje. Požeminių vandenių matavimai atlikti pagal LST EN 1997-2 „Eurokodas 7. Geotechninis projektavimas. 2 dalis. Pagrindo tyrinėjimai ir bandymai“.

3.6.1. Gręžtinio poliaus GP-1 laikomosios galios skaičiavimas

Sporto centro galinės sienos – fachverko sienos. Fachverko kolonos remiamos ant rostverko ROS-2, kuris remiamas ant poliaus GP-1. Skaičiavimams gruntų charakteristikos imamos iš geologinių tyrimų ataskaitos. Antrame priede pateikiamas geologinių gręžinių planas ir gręžinių pjūviai. Numatomi $\varnothing 500$ mm skersmens ir 4,0 m ilgio poliai.

Pamatą veikia ašinė jėga $N_{Ed} = -180$ kN, skersinė jėga $V_{x,Ed} = V_{y,Ed} = \pm 14$ kN.



3.13 pav. Geologinis pjūvis (4 gręžinys)

3.7 lentelė. Gruntų rodiklių suvestinė lentelė

Geologinis indeksas	Inžin.-geol. sluoks. Nr.	Grunto pavadinimas	Kūginis stipris q_c , MPa	Šoninės trinties Stipris f_s , kPa	Konsistenc arba tankumas	E_o MPa	φ' laipsnis	c kPa	R_o kPa	Tankis gamtinis ρ , Mg*m ⁻³	Porin-gumo koef. e	Grunto kasimo klasif.
	1	Dirvožemis	-	-	-	-	-	-	-	1.30	-	6a
t IV	2	Supiltinis gruntas: smėlis su žvyro priemaiša	0.7	15	purus	0.7*	-	-	80	1.65	-	7a
a IIIbl	3	Vidutinio rupumo smėlis (MSa)	3.0	50	purus	9*	32	-	200	2.10	0.49	5a
a IIIbl	4	Rupus smėlis (CSa)	1.0	10	labai purus	1.5*	30	-	200	1.70	0.70	5a
a IIIbl	5	Rupus smėlis (CSa)	3.0	25	purus	9*	33	-	300	1.75	0.65	5a
a IIIbl	6	Rupus smėlis (CSa)	7.0	75	vidutinio tankumo	21*	34*	1	400	1.80	0.60	5a
a IIIbl	7	Rupus smėlis (CSa)	13	240	tankus	39*	38	1	500	2.10	0.50	5b
a IIIbl	8	Žvyringas smėlis (grSa)	3.7	40	purus	11*	33	-	350	1.80	0.65	5a
a IIIbl	9	Žvyringas smėlis (grSa)	7.5	65	vidutinio tankumo	22*	34*	1	500	1.90	0.60	5a
a IIIbl	10	Žvyringas smėlis (grSa)	11	150	tankus	33*	37*	1	600	1.95	0.50	5b
a IIIbl	11	Molingas dulkis (clSi)	1.8	30	standži ai plastingas	8*	18	28	230	2.00	0.65	8a
g IIIbl	12	Smėlingas dulkingas molis, moreninis (sasiCl)	5.0	280	kietas	50*	26*	70	500	2.30	0.33	8b

Apskaičiuojama pagrindo po polių laikomoji galia:

$$R_b = \alpha_b \cdot q_c \cdot A_b = 0,5 \cdot 7,0 \cdot 10^3 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} = 686,88 \text{ kN}; \quad (3.6.1)$$

čia: q_c -grunto kūginis stipris;

α_b -empirinis koreliacijos koeficientas tarp q_c ir pagrindo stiprumo parenkamas iš lentelės. Kadangi polio pagrindas-moreninis molis, kurio $q_c=7,0$, tai $\alpha_b=0,5$; [302, 118 p.]

A_b -pagrindo paviršiaus plotas.

Apskaičiuojant poliaus šoninio paviršiaus laikomąją galią, nevertiname 0,5 m storio viršutinio grunto sluoksnio, kuris gaubia polius, nes šis sluoksnis nebus pakankamai sutankintas įrengus pamatus. Skaičiuojama poliaus šoninio paviršiaus laikomoji galia:

$$\begin{aligned}
 R_s &= \sum (A_{si} \cdot q_{si}) = \sum (\pi \cdot d \cdot h \cdot q_{si}) = (\pi \cdot 0,5 \cdot 0,44 \cdot 30,0) + & (3.6.2) \\
 &+ (\pi \cdot 0,5 \cdot 1,02 \cdot 65,0) + (\pi \cdot 0,5 \cdot 0,89 \cdot 40,0) + (\pi \cdot 0,5 \cdot 0,66 \cdot 10,0) + \\
 &(\pi \cdot 0,5 \cdot 0,2 \cdot 65,0) + (\pi \cdot 0,5 \cdot 0,77 \cdot 75,0) = \\
 &= 20,73 + 104,10 + 55,90 + 10,37 + 20,41 + 90,67 = 302,18 \text{ kN};
 \end{aligned}$$

čia: q_{si} – i -tojo šoninės trinties stipris;

A_{si} – polio šoninio paviršiaus plotas i -tajame sluoksnyje.

Kalibruotąsias, apskaičiuotas pagal kūgio penetracijos bandymo duomenis, reikšmes gauname įvedė modeliavimo koeficientus $\gamma_{Rb}=2,0$, $\gamma_{Rs}=1,5$. Šios vertės priklauso nuo polių įrengimo budo, mūsų atveju – gręžtiniai poliai.

Gniuždomo polio pagrindo ribinė laikomoji galia:

$$R_{c,cal} = \frac{R_b}{\gamma_{Rb}} + \frac{R_s}{\gamma_{Rs}} = \frac{686,88}{2} + \frac{302,18}{1,5} = 544,90 \text{ kN}; \quad (3.6.3)$$

Apskaičiuojame poliaus charakteristinę vertę, kuri randama dalinant kalibruotąją vertę iš dalinio koeficiento, kuris priklauso nuo statinės penetracijos bandymų kiekio.

$$R_{c,k} = \frac{R_{c,cal}}{1,35} = \frac{544,90}{1,35} = 403,60 \text{ kN}; \quad (3.6.4)$$

Polio skaičiuojamoji laikomosios galios vertė apskaičiuojama laikomosios galios charakteristinę vertę dalinant iš dalinio koeficiento γ_t , kuri pateikta [37]. Jis priklauso nuo polio tipo, apkrovų grupės.

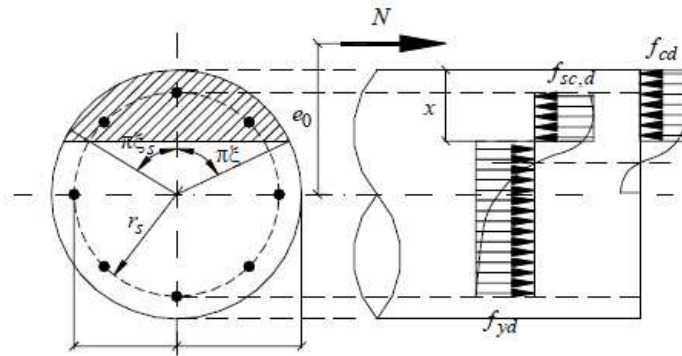
$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{1,50} = \frac{403,60}{1,50} = 269,00 \text{ kN}; \quad (3.6.5)$$

Taigi apskaičiuota poliaus GP-1 laikomoji galia $R_{c,d}=269,00$ kN. Poliui tenkanti ašinė jėga nuo kolonos $N_{Ed}=-180$ kN. Poliaus Gp-1 išnaudojimas – 67%.

Pagal geologinių tyrimų ataskaitos rekomendacijas ir išvadas, turime išvengti labai silpnų gruntų sluoksnių (2,3,4,5,8 IGS), taigi giliname polius iki 6 IGS sluoksnio.

3.6.2. Gręžtinio poliaus GP-1 armavimo skaičavimas

Gręžtiniai poliai projektuojami ir C20/25 stiprumo klasės betono ($f_{ck}=20$ MPa, $f_{cd}=12$ MPa), armavimui naudojama S500 ($f_{yk}=500$ MPa, $f_{yd}=450$ MPa) ir S240 klasės (skersinė) armatūra. Gręžtinio polio GP-1 armavimas skaičiuojamas pagal ekscentriškai gniuždomo apvalaus skerspjuvio elemento skaičiuojamą schemą 3.2pav.



3.14 pav. Ekscentriškai gniuždomo apvalaus skerspjuvio elemento skaičiuojamoji schema
 Grežtiniam poliui GP-1 parenkami 6Ø12 S500, kurių $A_s=6,78 \text{ cm}^2$.

Apskaičiuojama betono gniuždomosios zonos charakteristika, priklausanti nuo betono rūšies ir stiprio:

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 12 = 0,754; \quad (3.6.6)$$

čia: α – koeficientas, įvertinantis betono rūšį ($\alpha = 0,85$ – sunkiajam betonui) pagal [132];

f_{cd} – betono gniuždomasis stipris, MPa.

Apskaičiuojamas gniuždomosios zonos ribinis santykinis aukštis:

$$\xi_{\text{lim}} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,\text{lim}}}{\sigma_{sc,\text{lim}}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,754}{1 + \frac{450}{500} \left(1 - \frac{0,754}{1,1}\right)} = 0,617; \quad (3.6.7)$$

Parenkame santykinį gniuždomos zonos aukštį $\xi=0,33$ (iš pradžių pasirenkame $\xi=0,30$, toliau tiksliname (intervale 0,3-0,7), kol priartėjame prie 3.7.11 formulėje apskaičiuotos reikšmės). Santykinis gniuždomos zonos aukštis įvertinantis gniuždomą armatūrą:

$$\xi_s = \frac{\arccos\left(\frac{r_1}{r_2} \cos \pi \xi\right)}{\pi} = \frac{\arccos\left(\frac{0,25}{0,18} \cos(180^\circ \cdot 0,33)\right)}{180} = 0,250; \quad (3.6.8)$$

čia: r_1 – grežtinio polio spindulys, m;

r_2 – apskritimo, išvesto per išilginę armatūrą, spindulys, m.

Vertės koeficientas, apibūdinantis ryšį tarp santykinų dydžių:

$$k = \frac{\xi_s}{\xi} = \frac{0,250}{0,259} = 0,96; \quad (3.6.9)$$

Santykinis gniuždomos zonos aukštis:

$$\begin{aligned} \xi &= \frac{0,4 \cdot f_{cd} \cdot A + f_{yd} \cdot A_s + N}{1,8 \cdot f_{cd} \cdot A + k(f_{sc,d} + f_{yd}) \cdot A_s} = \\ &= \frac{0,4 \cdot 12 \cdot 10^6 \cdot 0,19625 + 450 \cdot 10^6 \cdot 6,78 \cdot 10^{-4} + 180,0 \cdot 10^3}{1,8 \cdot 12 \cdot 10^6 \cdot 0,19625 + 0,96 \cdot (450 + 450) \cdot 10^6 \cdot 6,78 \cdot 10^{-4}} = 0,259 < 0,617 \end{aligned} \quad (3.6.10)$$

čia: A – gręžtinio polio plotas, m^2 ;

A_s – išilginės armatūros plotas, m^2 ;

$f_{sc,d}$ – skaičiuotinis armatūros (ne įtemptos) gniuždomasis stipris, MPa.

Apskaičiuojamas lenkimo momentas, kurį atlaiko polis GP-1:

$$\begin{aligned} (Ne_o) &= \frac{2}{3} \cdot (f_{cd} \cdot r_1^3 \cdot \sin^3 \pi \xi) + (f_{yd} + f_{sc,d}) \cdot A_s \cdot r_2 \cdot \frac{\sin \pi \xi_s}{\pi} = & (3.6.11) \\ &= \frac{2}{3} \cdot (12 \cdot 10^6 \cdot 0,25^3 \cdot \sin^3(180^\circ \cdot 0,259)) + \\ &+ (450 + 450) \cdot 10^6 \cdot 6,78 \cdot 10^{-4} \cdot 0,18 \cdot \frac{\sin(180^\circ \cdot 0,250)}{180} = \\ &= 48,5 \text{ kNm} > M_{\max} = 6,54 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Apskaičiuojamas maksimalus lenkimo momentas polyje (pateikiama 3.8 lentelėje):

$$M_{\max} = P_t \cdot (e + f) - \frac{k_p \cdot \gamma \cdot b \cdot f^3}{2} + M_i; \quad (3.6.12)$$

čia: P_t – skersinė jėga, kN;

e – neįtvirtinta poliaus dalis, m;

f – gylis, kuriame skersinė jėga lygi nuliui, m;

k_p – pasyvinio slėgio koeficientas;

γ – grunto svorio tankis, kN/m³;

b – poliaus skersmuo, m;

Apskaičiuojamos charakteristikos:

$$f = 0,816 \cdot \left(\frac{P_t}{\gamma \cdot b \cdot k_p} \right)^{0,5}; \quad (3.6.13)$$

$$k_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right); \quad (3.6.14)$$

čia: φ – vidinės trinties kampas;

3.8 lentelė. Apskaičiuotos f , k_p ir M_{\max} reikšmės

Grunto IGS Nr.	k_p	f, m	M_{\max}, Nm
11	1,90	0,70	6541,50
9	3,54	0,53	4916,63
8	3,40	0,55	5154,46
4	3,00	0,60	5646,00
6	3,54	0,54	5051,60

Armatūra parinkta tinkamai, poliaus atsarga lenkimo momentui lygi 86,8%. Skersinė armatūra parenkama konstrukciškai $\varnothing 8 S240$, kas 200.

3.7. Pamato PM-1 projektavimas

Pamato gylis parenkamas toks, kad pagrindas būtų pakankamai stiprus pastato apkrovoms perimti. Pamatą įgilinamas į IGS6 sluoksnį (rupus smėlis, vidutinio tankumo). Pamato apačios altitudė -3.80 m. Didžiausios atraminės reakcijos gaunamos 2 ULS derinyje.

Pastatas turi būti normaliai eksploatuojamas, todėl reikia apriboti pastato ir pagrindo bendras deformacijas, taigi pamato pagrindą skaičiuoti pagal deformacijų ribinius būvius. Skaičiavimo uždavinys yra parinkti pamato konstrukcijos gylį ir matmenis bei užtikrinti kad pastato ir pagrindo bendrosios deformacijos nebūtų didesnės už ribines.

Pamato pado matmenų parinkimas

Pamatą apkrautas necentriškai.

Priartėjimo būdu apskaičiuojama reikiamas pamato pado plotas:

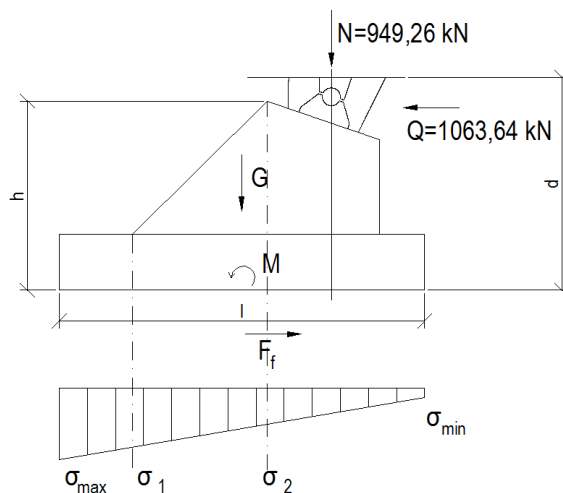
$$A = \frac{N_{II}}{R - \gamma_m \cdot d} = \frac{3670,56 \cdot 10^3}{500 \cdot 10^3 - 20 \cdot 10^3 \cdot 3,8} = 8,66 \text{ m}^2; \quad (3.7.1)$$

čia N_{II} – pamatui perduodamos ašinės jėgos skaičiuojamoji reikšmė;

R – pagrindo skaičiuojamasis stiprumas, pirmu skaičiavimu naudojame $R_0 = 500 \text{ k Pa}$ (sąlyginis skaičiuojamasis pagrindo stiprumas).

γ_m – pamato ir grunto ant jo pakopų vienetinis svoris, imamas 20 kN/m^3 ;

d – pamato gylis.



3.15 pav. Projektuojamo pamato schema

Randami pamato pado matmenys:

$$\eta = \frac{l}{b} = \frac{6500}{3500} = 1,86; \quad A = \eta \cdot b^2; \quad b = \sqrt{\frac{8,66}{1,86}} = 2,16 \text{ m}. \quad (3.7.2)$$

Pagrindo skaičiuojamasis stiprumas randamas pagal:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}]; \quad (3.7.3)$$

γ_{c1} – pagrindo darbo sąlygų koeficientas, $\gamma_{c1}=1,4$ [38];

γ_{c2} – pastato darbo sąlygų koeficientas, $\gamma_{c2}=1,4$ [38];

k – koeficientas, priklausantis nuo grunto savybių skaičiuojamųjų rodiklių nustatymo būdo, $k=1,0$;

k_z – koeficientas, priklausantis nuo pamato pločio, $k_z=1,0$;

M_γ, M_q, M_c – koeficientas, priklausantis nuo grunto vidinės trinties kampo skaičiuojamosios reikšmės φ_{II} , $M_\gamma=1,55$, $M_q=7,21$, $M_c=9,21$.

c_{II} – grunto sankabumo skaičiuojamoji reikšmė, $c_{II}=1,0$ kPa;

$\gamma_{II}, \gamma'_{II}$ – grunto žemiau ir aukščiau pamato pado vienetinio svorio svertinė vidutinė skaičiuojamoji reikšmė, $\gamma_{II}=18,0$ kN/m³, $\gamma'_{II}=18,0$ kN/m³;

b – pamato pado plotis;

d – pamato gylis nuo suplaniruoto žemės paviršiaus, kai pastatas be rūsio.

Pagrindo skaičiuojamasis stiprumas:

$$R = \frac{1,4 \cdot 1,4}{1,0} \cdot [1,55 \cdot 1,0 \cdot 2,16 \cdot 18 \cdot 10^3 + 7,21 \cdot 3,65 \cdot 18 \cdot 10^3 + (9,21 - 1) \cdot 0 \cdot 18 \cdot 10^3 + 9,21 \cdot 1,0 \cdot 10^3] = 1064,62 \text{ kPa} \quad (3.7.4)$$

Perskaičiuojamas pamato pado plotas:

$$A = \frac{N_{II}}{R - \gamma_m \cdot d} = \frac{3670,56 \cdot 10^3}{1064,62 \cdot 10^3 - 20 \cdot 10^3 \cdot 3,8} = 3,71 \text{ m}^2. \quad (3.7.5)$$

Pamato pado matmenis reikėtų sumažinti, tačiau skaičiuojant pamato slydimo sąlygą, tokių pamato matmenų nepakaktų. Pamato pado matmenis parenkame pagal slydimo sąlygą (6,5 x 3,5 m).

Grunto įtempimų tikrinimas

Parinkus pamato pado matmenis, tikriname įtempimai po pamato padu. Pamatas apkrautas necentriškai, todėl jį reikia konstruoti ir pado matmenis parinkti taip, kad įtempimų diagrama būtų trapecinė ir turi būti tenkinamos sąlygos:

$$\sigma_{II, \max} = \frac{N_{IIo}}{A} + \frac{M_{IIo}}{W} \leq 1,2 \cdot R; \quad (3.7.6)$$

$$\sigma_{II, \min} = \frac{N_{IIo}}{A} - \frac{M_{IIo}}{W} \geq 0. \quad (3.7.7)$$

Apskaičiuojame: $N_{IIo} = N_{II} + G_{II} = 3670,56$ kN.

$M_{IIo} = M_{II} + Q_{II} H_p = 0 + 1063,64 \cdot 3,45 = 3669,56$ kNm.

$G_{II} = 2721,3$ kN.

čia N_{II}, M_{II}, Q_{II} – pamatui perduodamos jėgos ir lenkimo momentas;

G_{II} – pamato ir grunto ant jo pakopų svorio jėga;

H_p – pamato aukštis;

W – pamato pado atsparumo momentas;

Tikriname sąlygas pagal 3.7.6 ir 3.7.7 formules:

$$\sigma_{II,max} = \frac{3670,56}{22,75} + \frac{3669,56}{42,84} = 310,24 \leq 1,2 \cdot 1064,62 = 1277,55 \text{ kN};$$
$$\sigma_{II,min} = \frac{3670,56}{22,75} - \frac{3669,56}{42,84} = 12,45 \geq 0,$$

Sąlygos tenkinamo, įtempių diagrama – trapecinė.

Pagrindo skaičiavimas pagal laikomosios galios ribinius būvius

Skaičiavimo pagal laikomosios galios ribinius būvius uždavinys yra patikrinti ar pamatas, kurio konstrukcija ir matmenys parinkti pagal deformacijų ribinius būvius, užtikrina pagrindo stiprumą ir pastovumą. Skaičiuojant pagrindo laikomąją galią, iš skiriamas plokščiasis slydimas. Turi būti tenkinama sąlyga:

$$\sum F_{sa} \leq \frac{\gamma_c \cdot \sum F_{sr}}{\gamma_n}; \quad (3.7.8)$$

čia $\sum F_{sa}$ ir $\sum F_{sr}$ – pamatą stumiančių ir laikančių skaičiuojamųjų jėgų projekcijų į slydimo plokštumą sumą;

γ_n – pastato patikimumo koeficientas, $\gamma_n = 1, 2$;

γ_c – pagrindo darbo sąlygų koeficientas, smėliams $\gamma_c = 1, 0$.

Laikančioji jėga:

$$\sum F_{sr} = F_f = \mu \cdot (N_{II} + G_{II}); \quad (3.7.9)$$

čia μ – trinties koeficientas tarp pamato pado ir grunto, smėliams – 0,4...0,5.

N_{II} ir G_{II} – pamatui perduodamos ašinės vertikalios jėgos ir pamato bei grunto ant jo pakopų svorio jėgos skaičiuojamosios reikšmės.

Apskaičiuojame laikančiąją jėgą:

$$\sum F_{sr} = F_f = 0,5 \cdot (949,26 \cdot 10^3 + 2721,30 \cdot 10^3) = 1335,28 \text{ kN}.$$

Tikriname sąlygą:

$$1063,64 \cdot 10^3 \leq \frac{1,0 \cdot 1335,28 \cdot 10^3}{1,2} = 1112,74 \text{ kN}, \text{ sąlyga tenkinama.}$$

Destabilizuojantis poveikis bus momentas nuo horizontaliosios jėgos:

$$M_{II} = Q_{II} \cdot h = 1063,64 \cdot 3,45 = 3669,56 \text{ kNm}, \quad (3.7.10)$$

čia Q_{II} – horizontali jėga,

h – atstumas nuo jėgos veikimo vietos iki pamato pado plokštumos.

Apskaičiuojamas stabilizuojamasis poveikis, tai momentas nuo vertikaliosios jėgos, grunto svorio ir pamato savojo svorio:

$$M_{sr} = N_{II} \cdot b + G_{II} \cdot a = 949,26 \cdot 4,84 + (568,75 \cdot 3,25 + 70,0 \cdot 2,44 + 225,0 \cdot 4,35 + 11,75 \cdot 3,47 + 34,2 \cdot 4,36 + 216,08 \cdot 0,650 + 193,62 \cdot 3,25 + 133 \cdot 6,1 + 112 \cdot 2,1 + 27,36 \cdot 5,03 + 2 \cdot 156,75 \cdot 3,5) = 1083337 \text{ kNm} \quad (3.7.11)$$

Tikriname sąlyga:

$$M_{II} \leq M_{sr} \rightarrow 3669,56 \text{ kNm} \leq 1083337 \text{ kNm},$$

sąlyga tenkinama, pamatas nebus apverstas.

Pamato pado armatūros skaičiavimas

Pamato pado plokštę iš apačios veikia grunto reakcinis slėgis. Pamato skaičiuojamieji pjūviai yra 1- 1 ir 2-2 (žr. 3.12 pav.). Naudojama armatūra S500. Apskaičiuojami juose veikiantys lenkimo momentai:

$$M_j = \frac{b \cdot a_j^2 \cdot (2 \cdot \sigma_{\max} + \sigma_j)}{6}; \quad (3.7.12)$$

čia a_j ir σ_j – pjūvio j atstumas ir grunto reakcinis slėgis jame.

Apskaičiuojamas pjūvyje j reikiamas armatūros skerspjūvio plotas:

$$A_{sj} = \frac{M}{f_{yd} \cdot z_j} = \frac{M_j}{f_{yd} \cdot 0,9 \cdot h_{0j}}; \quad (3.7.13)$$

čia M_j – pjūvio j lenkimo momentas;

h_{0j} – pjūvio j naudingasis skerspjūvio aukštis;

f_{yd} – armatūros skaičiuojamasis stipris.

Apskaičiuojami lenkimo momentas ir skerspjūvio plotas pagal 3.7.12 ir 3.7.13 formules pirmajam pjūviui:

$$M_1 = \frac{3,5 \cdot 1,3^2 \cdot (2 \cdot 310,24 + 250,68)}{6} = 858,82 \text{ kNm},$$

$$A_1 = \frac{858,82 \cdot 10^3}{434,8 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 0,930} = 0,00236 \text{ m}^2.$$

Parentama $\phi 25$ S500, kas 200 mm.

Apskaičiuojami lenkimo momentas ir skerspjūvio plotas pagal 3.7.12 ir 3.7.13 formules antrajam pjūviui:

$$M_2 = \frac{3,5 \cdot 3,695^2 \cdot (2 \cdot 310,24 + 140,96)}{6} = 6064,3 \text{ kNm},$$

$$A_2 = \frac{6064,3 \cdot 10^3}{434,8 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 3,3} = 0,0047 \text{ m}^2.$$

Parentama $\phi 25$ S500, kas 100 mm.

4. MOKSLINĖ TIRIAMOJI DALIS

Projektuojant statinį svarbu numatyti pačias nepalankiausias situacijas, tokias kaip statinio elementų ar viso statinio griūtis. Dėl įvairių neaiškios kilmės priežasčių arba nelaimingų atsitikimų (statybų broko, autoavarijų ar pan.) gali būti pažeisti statinio konstrukcijų elementai. Nepalankias situacijas statinyje gali sukelti įvairios priežastys: gaisras, nekokybiškos suvirinimo siūlės, korozija, automobilio smūgis į pastatą, teroro išpuoliai, netinkamas statinio eksploatavimas, neplanuotos apkrovos ant stogo, statinio naudojimas ne pagal paskirtį, stichinės nelaimės. Dėl išvardintų priežasčių, neplanuotų ir neapskaičiuotų apkrovų rėmo elementai gali būti pažeisti, o tai sukeltų didelę jų suirimo galimybę, todėl svarbu žinoti, kas atsitiks su konstrukcijomis suirus vienai ar kitai jos daliai.

4.1. Pastato griūtės imitavimas

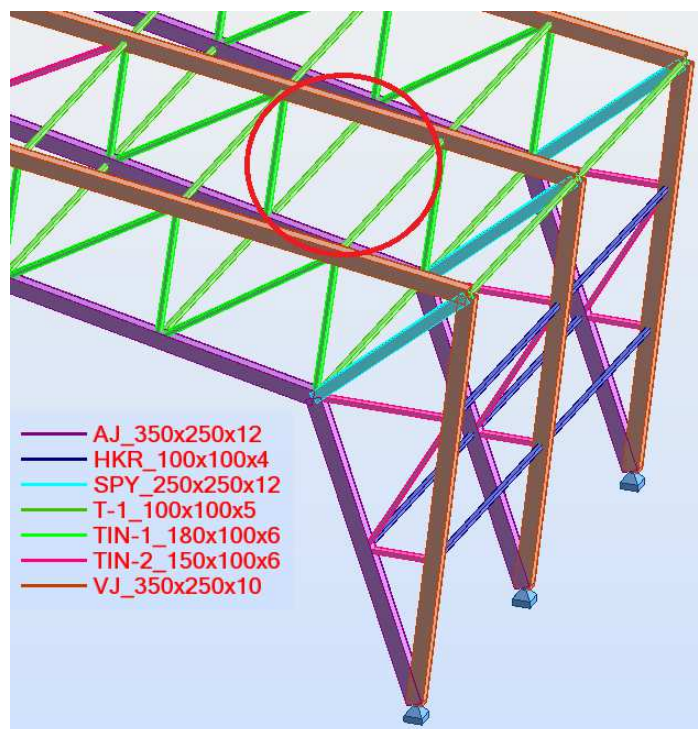
Šiame skyriuje tyrinėjama dalinė statinio griūtis, kai suyra tik dalis pastato ir viso pastato griūtis.

Atsitiktinai parinkus vieną iš pastato rėmų pašaliname po vieną jo elementą, kol statinys arba jo dalis tampa nestabilus ir „ima griūti“. Apie statinio griūtį galime spręsti iš stipriai išaugusių viso statinio deformacijų. Pastato dalies griūtį byloja išaugusios vietinės deformacijos.

Tyrimui pasirenkamas 10-asis nuo krašto rėmas. Prieš pradėdant ardyti konstrukcijas nustatome didžiausias konstrukcijų deformacijas nuo pavojingiausio derinio COMB02 (atvejis 202 SLS). Maksimalus poslinkis 15,7 cm.

Pirmiausia pašalinamas pirmasis tinklelio spyris (P_TIN-1) esantis arčiausiai karnizo (ne pagrindinis P_SPY-1 jungiantis rėmo lūžio taškus, žr. 4.1 paveikslą).

Po atliktų skaičiavimų matome, kad maksimalus konstrukcijų poslinkis nepadidėjo. 4.2 paveiksle pateiktos konstrukcijos deformacijos



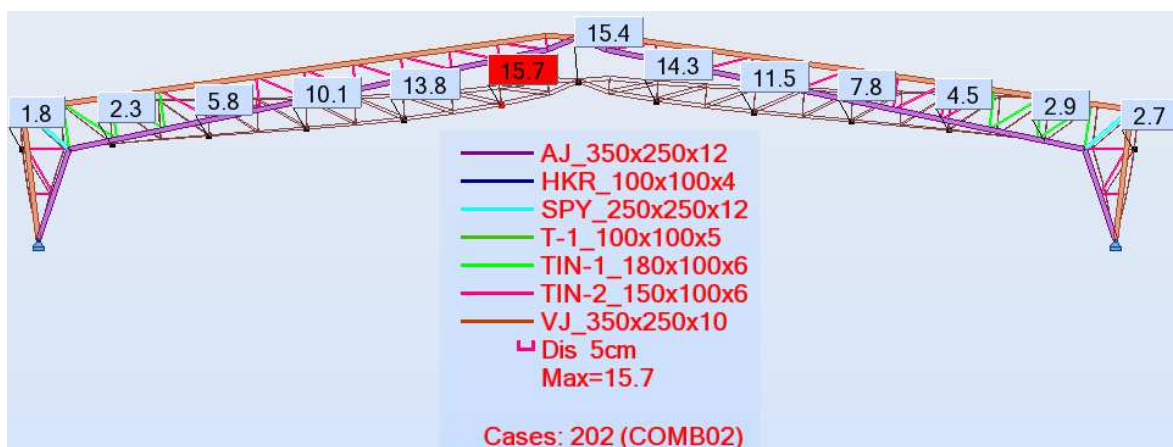
4.1 pav. Pašalinamas pirmasis tinklelio elementas

prieš pašalinant konstrukcijos elementus. Kaip matyti iš 4.3 pav. didžiausias rėmo įlinkis yra ties kraigu ir čia jis nepakito, tačiau dešinėje paveikslo pusėje matyti, kad prie karnizo, nagrinėjamo rėmo įlinkis padidėjo apie 2 cm, bet tai griūties neiššaukė.

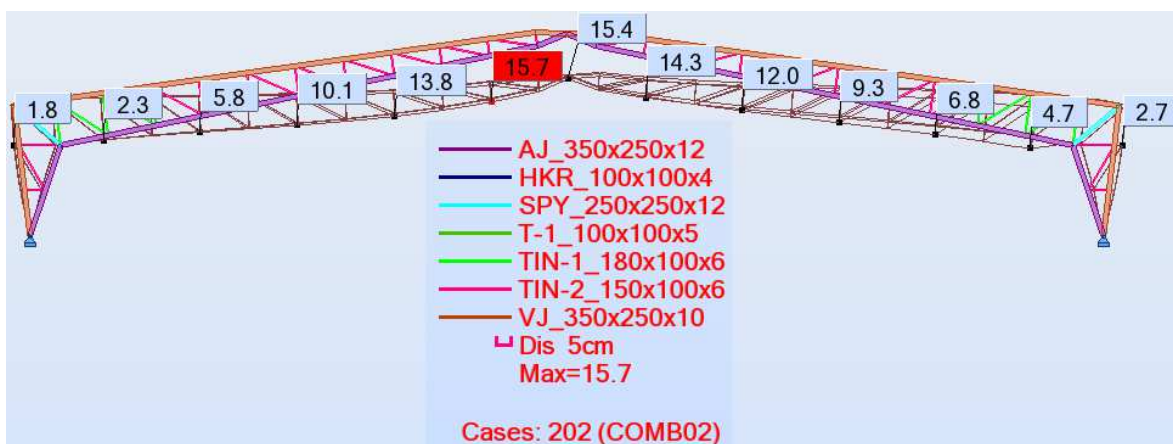
Toliau šalinamas kitas (4.1 pav. kairiau esantis) spyris, rezultatai perskaičiuojami. Matome, kad maksimalus įlinkis nuo to paties pavojingiausio derinio COMB02 (atvejis 202 SLS) padidėjo iki 19,5 cm. Pašalinus dar vieną spyrį – deformacijos padvigubėjo. Toliau šalindami po vieną spyrį matome, kad deformacijos didėja beveik dvigubai, o vėliau kinta nežymiai. Labai panašūs rezultatai gaunami šalinant ne spyrius o statramsčius, paliekant tik spyrius.

Šalinant visus elementus iš eilės nuo karnizo link kraigo, gaunamos mažesnės deformacijų reikšmės nei šalinant tik spyrius arba tik statramsčius.

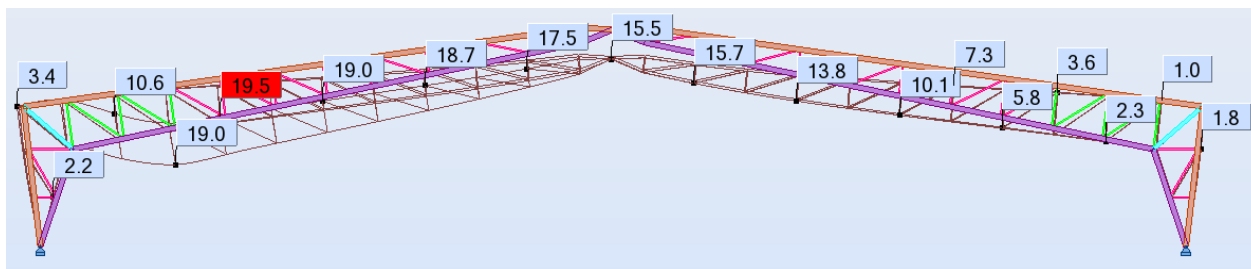
Kitokius rezultatus gauname, jei šaliname tinklelio elementus nuo kraigo link karnizo. Žymesni pasikeitimai (deformacijų pokytis ~3,5 cm) pasiekiami tik pašalinus net 8 tinklelio elementus iš eilės. Toliau šalinami elementai. Pašalinus kiekvieną statramstį – deformacijų reikšmės „grubiai“ padvigubėja. Iškart po jo pašalinus greta esantį spyrį – rezultatai nepasikeičia.



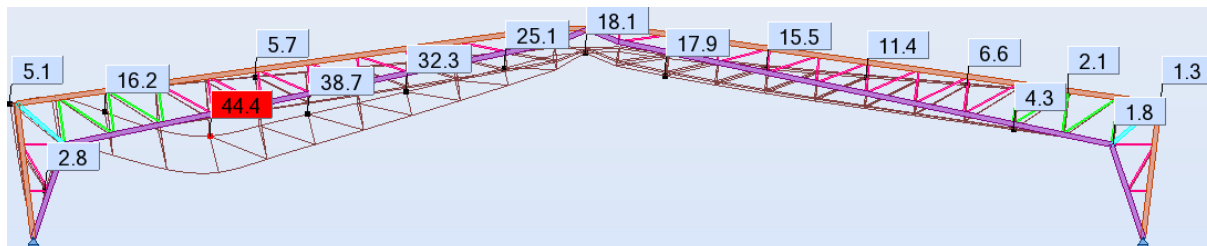
4.2 pav. Konstrukcijos deformacijos prieš elementų pašalinimą



4.3 pav. Konstrukcijos deformacijos pašalinus pirmąjį elementą



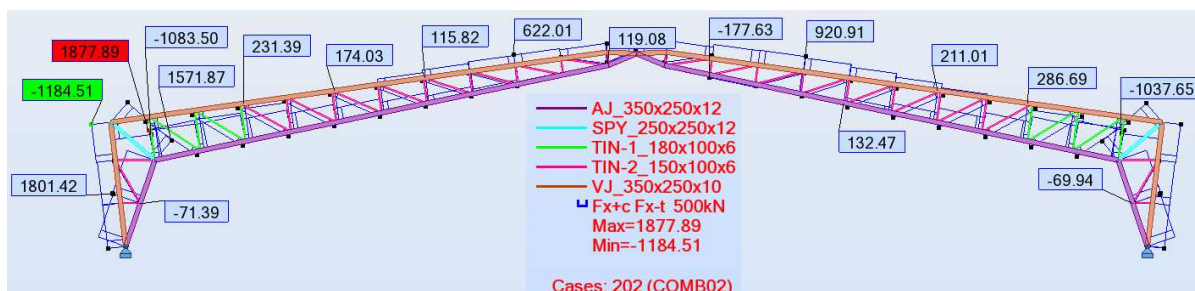
4.4 pav. Konstrukcijos deformacijos pašalinus antrąjį elementą



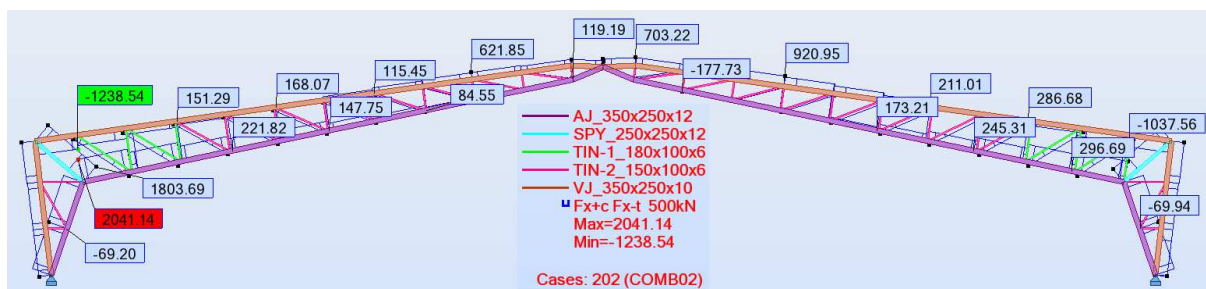
4.5 pav. Konstrukcijos deformacijos pašalinus trečiąjį elementą

Kad konstrukcijos dalis (vienas rėmas) sugriūtų reikia pašalinti bent 3-4 labiausiai apkrautus tinklelio elementus ties karnizu (TIN-1) arba daugiau kaip 10 tinklelio elementų ties kraigu (TIN-2).

Imitavę rėmo vieno spyrio (TIN-1 10 elementas, žr. 3.6 pav.) suirimą 4.6 pav. ir 4.7 pav. matome, jog ašinės jėgos tinklelio elementuose šiek tiek pakinta, o elementų išnaudojimas viršija 100%, nebetenkina stiprumo sąlygos. Tokį elemento išnaudojimą lemia 5-6 kartus padidėję lenkimo momentai viršutinėje ir apatinėje juostose, ties pašalintu elementu.



4.6 pav. Plieninio trijų šarnyrų rėmo ašinių jėgų reikšmės



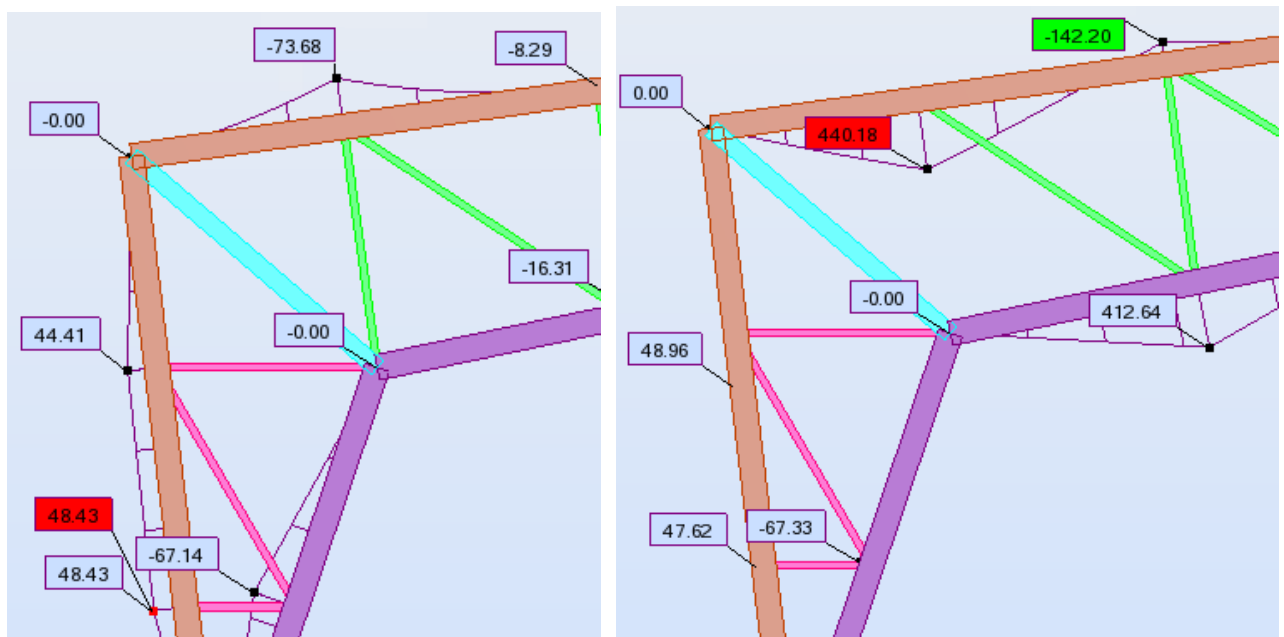
4.7 pav. Plieninio trijų šarnyrų rėmo ašinių jėgų reikšmės pašalinus TIN-1 elementą

Pašalinus bent vieną tinklelio elementą – labiau apkraunami šalia esantys, todėl 4.8 pav. galime pamatyti, kaip pasikeitė rėmo elementų išnaudojimai pašalinus 10 statramstį.

Elementas		Pjūvis	Medžiaga	Santyki
1898	OK	VJ_350x250x	S275	0.52
1899	OK	SPY_250x25	S275	0.72
1900	OK	TIN-2_150x10	S275	0.12
1901	OK	TIN-2_150x10	S275	0.03
1902	OK	AJ_350x250x	S275	0.82
1903	OK	AJ_350x250x	S275	0.86
1904	OK	TIN-2_150x10	S275	0.09
1905	OK	VJ_350x250x	S275	0.37
1906	OK	AJ_350x250x	S275	0.14
1907	OK	TIN-1_180x10	S275	0.77
1908	OK	TIN-1_180x10	S275	0.57
1909	OK	TIN-1_180x10	S275	0.52
1910	OK	TIN-2_150x10	S275	0.48
1911	OK	TIN-2_150x10	S275	0.40
1912	OK	TIN-2_150x10	S275	0.32
1913	OK	TIN-2_150x10	S275	0.24
1914	OK	TIN-2_150x10	S275	0.16
1915	OK	TIN-2_150x10	S275	0.09
1916	OK	TIN-2_150x10	S275	0.04
1917	OK	TIN-2_150x10	S275	0.12
1918	OK	TIN-1_180x10	S275	0.63
1919	OK	TIN-1_180x10	S275	0.62
1920	OK	TIN-2_150x10	S275	0.63
1921	OK	TIN-2_150x10	S275	0.57
1922	OK	TIN-2_150x10	S275	0.50
1923	OK	TIN-2_150x10	S275	0.42
1924	OK	TIN-2_150x10	S275	0.31
1925	OK	TIN-2_150x10	S275	0.20
1926	OK	TIN-2_150x10	S275	0.19
1927	OK	TIN-2_150x10	S275	0.51
1928	OK	VJ_350x250x	S275	0.49

Elementas		Pjūvis	Medžiaga	Santyki
1898	✗	VJ_350x250x	S275	10.77
1899	OK	SPY_250x25	S275	0.83
1900	OK	TIN-2_150x10	S275	0.12
1901	OK	TIN-2_150x10	S275	0.02
1902	OK	AJ_350x250x	S275	0.82
1903	✗	AJ_350x250x	S275	130.16
1904	OK	TIN-2_150x10	S275	0.10
1905	OK	VJ_350x250x	S275	0.37
1906	OK	AJ_350x250x	S275	0.14
1908	✗	TIN-1_180x10	S275	1.33
1909	OK	TIN-1_180x10	S275	0.34
1910	OK	TIN-2_150x10	S275	0.54
1911	OK	TIN-2_150x10	S275	0.39
1912	OK	TIN-2_150x10	S275	0.32
1913	OK	TIN-2_150x10	S275	0.24
1914	OK	TIN-2_150x10	S275	0.16
1915	OK	TIN-2_150x10	S275	0.09
1916	OK	TIN-2_150x10	S275	0.04
1917	OK	TIN-2_150x10	S275	0.12
1918	OK	TIN-1_180x10	S275	0.77
1919	OK	TIN-1_180x10	S275	0.88
1920	OK	TIN-2_150x10	S275	0.58
1921	OK	TIN-2_150x10	S275	0.58
1922	OK	TIN-2_150x10	S275	0.50
1923	OK	TIN-2_150x10	S275	0.42
1924	OK	TIN-2_150x10	S275	0.31
1925	OK	TIN-2_150x10	S275	0.20
1926	OK	TIN-2_150x10	S275	0.19
1927	OK	TIN-2_150x10	S275	0.51
1928	OK	VJ_350x250x	S275	0.49

4.8 pav. Apskaičiuotas rėmo elementų išnaudojimas ir rėmo elementų išnaudojimas pašalinus 10 elementą



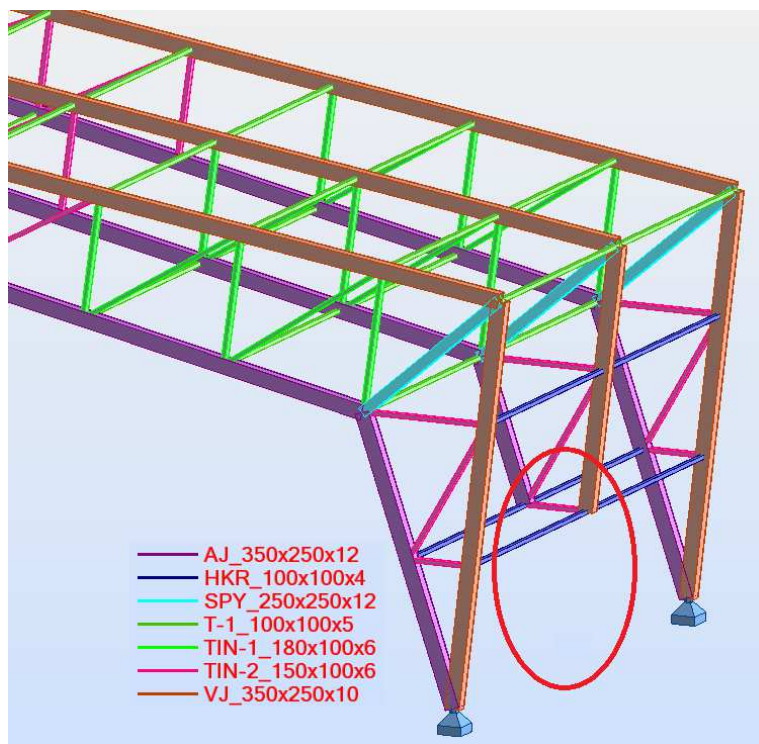
4.9 pav. Plieninio trijų šarnyrų rėmo lenkimo momentų reikšmės, kol rėmas nepažeistas ir suirus 10 elementui

Tokia pati rėmo analizė atliekama ir kraigo mazge. Pašalinus 19, 20 ir 30 elementus kraigo mazge (žr. 3.6 pav.), kaip ir karnizo mazge, ašinių jėgų reikšmės žymiai nepakinta, o lenkimo momentų reikšmės padidėja penkis kartus. Elementai šalia karnizo mazgo svarbesni, labiau apkrauti nei šalia kraigo mazgo. Pašalinę iš eilės tris elementus kraigo mazge iš skaičiavimų matome, jog apatinės ir viršutinės juostų išnaudojamas yra 96%, o pašalinę keturis elementus – išnaudojimas pasiekia 100%. Taigi galime teigti, kad keturių elementų suirimas kraigo mazge nebūtų tokia didelė žala rėmui, kaip vieno elemento suirimas karnizo mazge.

Svarbiausi rėmo tinklelio elementai – TIN-1, suirus ar kitaip netekus laikomosios galios bent vienam šiam elementui – viršutinės ir apatinės juostos išnaudojimas padidėja (prarandamas stiprumas). Tačiau nei vieno tinklelio elemento irimas neišsausks staigios rėmo griūties. Toks rėmo stiprumas svarbus, nes tai leistų saugiai evakuotis iš pastato įvykus nelaimingam atsitikimui ar kitaip pažeidus konstrukciją.

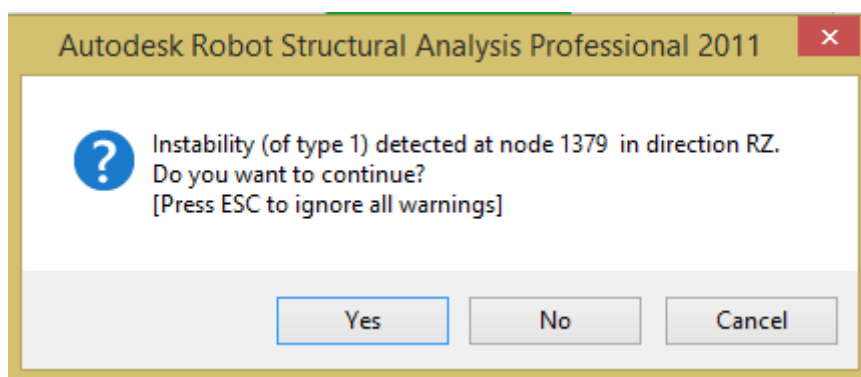
Atsižvelgiant į bendrą elementų išnaudojimą, visa konstrukcija, dėl vieno rėmo griūties, nesuirtų, jei ryšių sistemos varžtiniai sujungimai būtų suprojektuoti vėjo apkrovoms su nedidele atsarga.

Kitas svarbus atvejis kai suyra ne tinklelio elementai o pagrindiniai rėmo elementai (pvz. autoavarijos metu į statinį atsitrenkus automobiliui). Pašaliname pagrindinį laikantįjį elementą (rėmo atramą, žr. 4.10 pav.) ir perskaičiuojame rezultatus.



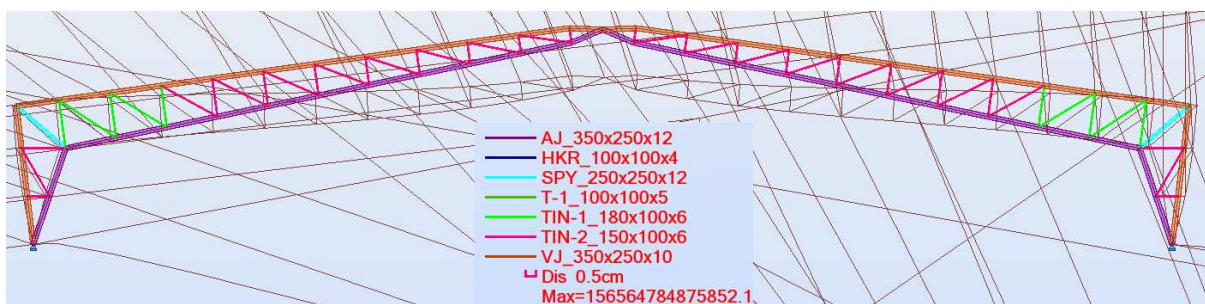
4.10 pav. Pašalinama rėmo atrama

Pradėjus skaičiuoti programa perspėja apie konstrukcijos nestabilumą (4.11 pav.)



4.11 pav. Programos įspėjimas apie konstrukcijos nestabilumą

Nepaisant programos perspėjimo, vykdome skaičiavimus toliau. Patikrinę konstrukcijos įlinkį matome, kad vyksta konstrukcijos griūtis. Konstrukcijos įlinkių diagrama, kai pašalinome konstrukcijos atramą, pateikiama 4.12 pav.

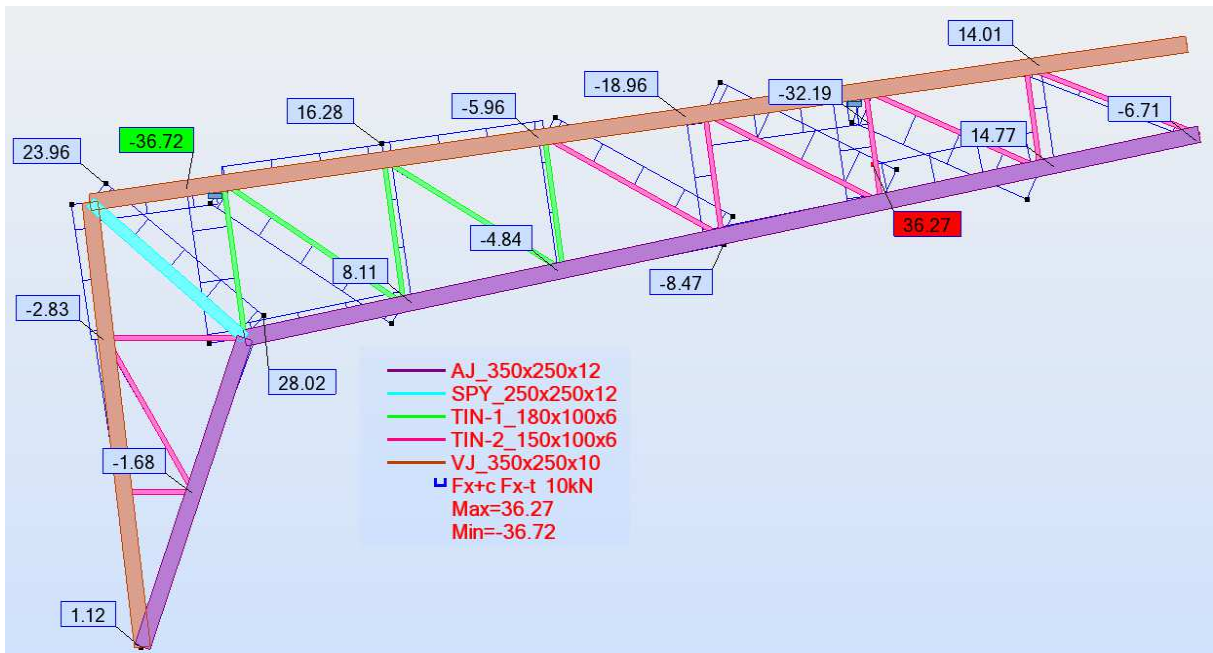


4.12 pav. Konstrukcijos griūtis

Suiręs vienas pastato rėmas nebūtinai turi būti viso pastato griūties priežastis. Tinkamai parinkus ryšių sistemą bei juos tvirtinančius varžtus, galima išvengti didesnės žalos. Svarbu, kad ryšių sistema būtų tvirtinama tokio stiprumo varžtais, kokio reikia atlaikyti vėjo apkrovas su nedidele atsarga, kad statinio dalies griūties metu, griūvanti konstrukcija, paskui save nenusitemptų greta esančių konstrukcijų.

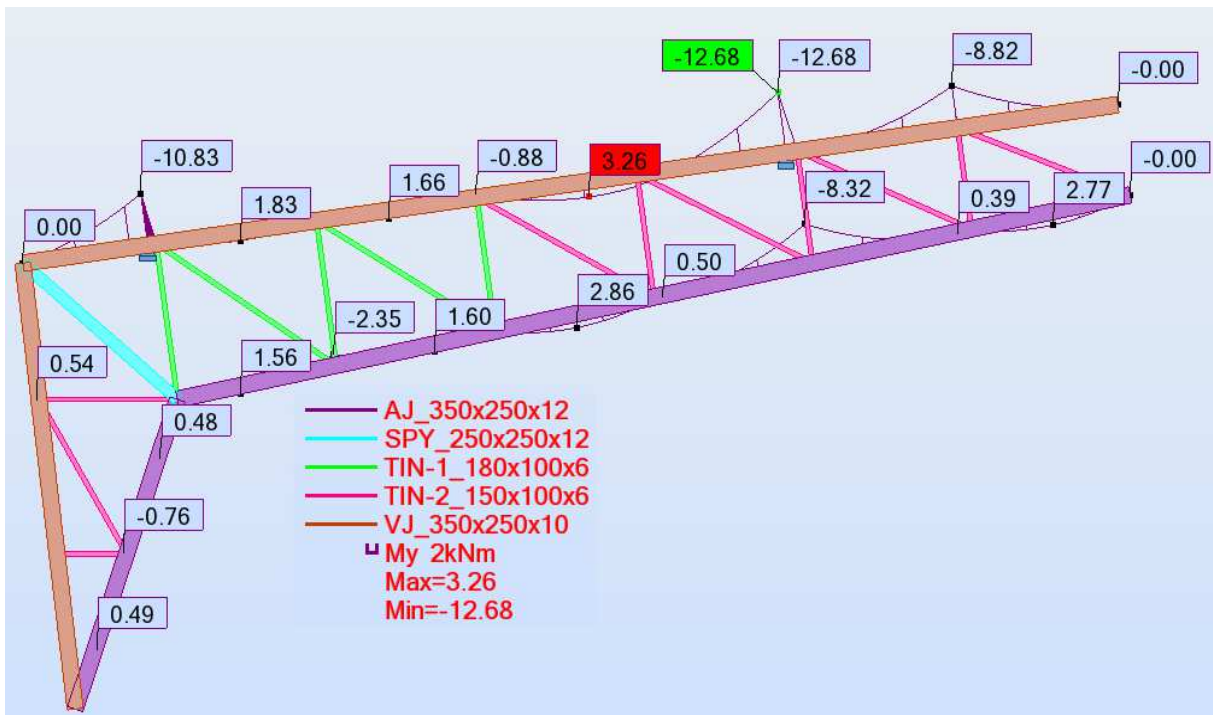
4.2. Kranu keliamos rėmo dalies tyrimas

Rėmas montavimo metu bus keliamas kranu. Kėlimo metu, konstrukciją blogai užkabinus ar neatsargiai keliant, gali įvykti nenumatytų veiksnių. Rėmo dalis gali atsipalaiduoti, susivyruoti, atsipalaidavusi staigiai kristi žemyn ir vėl įsitvirtinti prikabinime, kitaip sakant, gali atsirasti dinaminių veiksnių. Nagrinėsime sunkesnės konstrukcijos dalie deformacijas ir įrąžas kėlimo metu. Kompiuterine skaičiavimo programa Autodesk „Robot Structural Analysis Profesional“ sumodeliuojama rėmo dalis. Numatomos vietos, kuriose kranas montavimo metu prikabins konstrukciją. Keliama konstrukcija bus veikiamą savojo svorio įvertinant dinaminį koeficientą ($k=1,6$). 4.13 pav. pateikiame konstrukcijos ašinių jėgų diagramą.



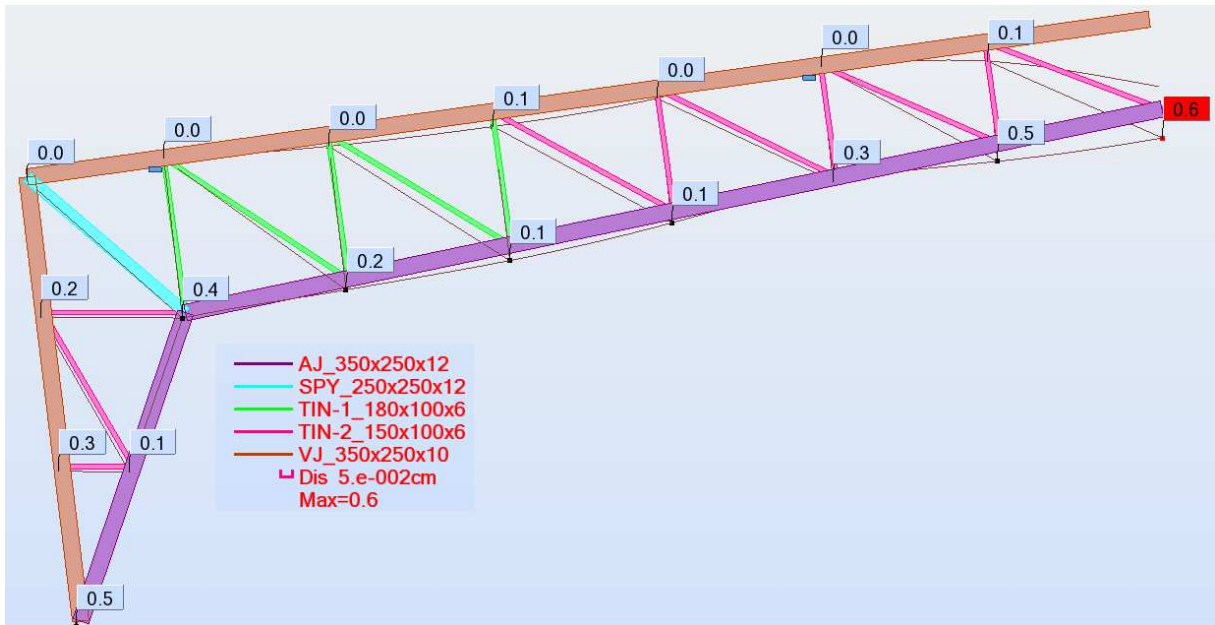
4.13 pav. Kranu keliamos konstrukcijos ašinių jėgų diagrama

Matome, jog didžiausios ašinės jėgos atsiranda statramsčiuose, šalia kurių tvirtinama kėlimo įranga. 4.14 pav. pateikta lenkimo momentų diagrama. Didžiausi lenkimo momentai atsiradę taip pat ties kėlimo mechanizmų tvirtinimu.



4.14 pav. Kranu keliamos konstrukcijos lenkimo momentų diagrama

Pateikiame konstrukcijos deformacijų schemą. Didžiausias apskaičiuotas įlinkis kėlimo metu yra 0,6 cm (žr. 4.15 pav.).



4.15 pav. Kranu keliamos konstrukcijos deformacijos

Apkrovos, veikiančios keliamą konstrukciją, yra mažesnės nei nagrinėjamos baigiamajame darbe. Pagal gautas įrašas patikrinsime elemento atsparumą išplėsimui ir virintinių siūlių atsparį (skaičiavimai pagal 3.4 skyrelį).

- Tikriname rėmo viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo 10 tinklelio elemento, išplėšimo atsparį

Tinklelio elementas yra tempiamas, taigi įrašos ženklų koeficientas $\gamma_1 = 1,2$.

$$\text{Kadangi } \frac{|N_{10}|}{A_v f_{y,d}} = \frac{36,72}{114,9 \cdot 10^{-4} \cdot 250000} = 0,02 < 0,5, \text{ tai rėmo juostoje} \quad (4.2.1)$$

veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 1,0$.

Apskaičiuojama rėmo juostos iškyša:

$$a = \frac{b_v - b_{10}}{2} = \frac{0,25 - 0,18}{2} = 0,035 \text{ m.} \quad (4.2.2)$$

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_{10} = \frac{h_{10}}{\sin \theta_{10}} = \frac{0,10}{\sin 90^\circ} = 0,10 \text{ m.} \quad (4.2.3)$$

$$\text{Pusė tarpo tarp rėmo tinklelio strypų} - g = 0,074 / 2 = 0,037 \text{ m.} \quad (4.2.4)$$

$$\text{Kadangi } \frac{b_{10}}{b_v} = \frac{0,18}{0,25} = 0,72 < 0,9 \text{ ir } \frac{g}{c_{10}} = \frac{0,037}{0,100} = 0,37 > 0,25, \quad (4.2.5)$$

tai rėmo viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atsparis tikrinamas pagal formulę:

$$|N_{10}| + \frac{1,7|M_{10}|}{h_{10}} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (c_{10} + \sqrt{2b_v a})}{a \sin \theta_{10}}; \quad (4.2.6)$$

$$|36,72| + \frac{1,7 \cdot |0|}{0,10} \leq \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,022^2 \cdot (0,1 + \sqrt{2 \cdot 0,25 \cdot 0,035})}{0,035 \cdot \sin 90};$$

36,72 < 915,48 kN, sąlyga tenkinama, rėmo viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atsparis yra

- *Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas*

Virinimui naudojama elektrodinė viela G35, kurios charakteristinis stipris $f_{vw,u} = 440 \text{ MPa}$, pagal STR 2.05.08:2005 6.12 lentelė [32]. Nustatomas plieno stipris pagal stiprumo ribą $f_u = 370 \text{ MPa}$ [32]. (6.8 lentelė).

Kertinių siūlių, jungiančių tempiamąjį tinklelio elementą su juosta, tikrinimas:

$$\left(|N_{10}| + \frac{0,5|M_{10}|}{h_{10}} \right) \frac{0,75 + 0,01b_v/t_v}{\beta_{wf}k_f(2h_{10}/\sin\theta_{10} + b_{10})} \leq \gamma_c f_{vw,f,d} \quad (4.2.7)$$

$$\left(36,72 + \frac{0,5 \cdot 0}{0,10} \right) \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot 0,25 / 0,01}{0,9 \cdot 0,007 \cdot (2 \cdot 0,1 / \sin 90 + 0,18)} \leq 0,95 \cdot 193,6 \cdot 10^3$$

15,338 MPa < 183,92 MPa, sąlyga tenkinama.

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

Taigi iš skaičiavimų ir diagramų matome, jog konstrukcijos elementų ir siūlių stiprumas pakankamas. Rėmo elementai nepraras pastovumo ir stiprumo konstrukcijų kėlimo etapu netgi atsiradus nenumatytiems dinaminiais veiksniams. Kėlimo ir montavimo etapu atsirandančios įrašos ir įlinkiai yra mažesni nei apskaičiuoti konstrukcijų eksploatavimo etapui.

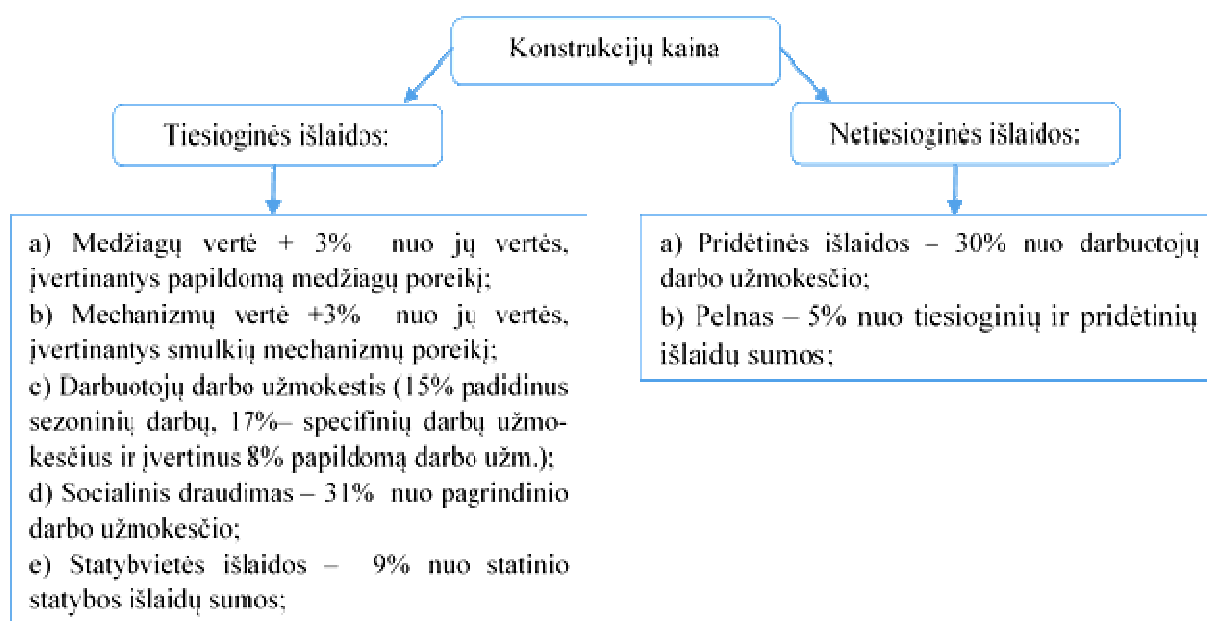
5. TECHNOLOGINĖ, ORGANIZACINĖ IR EKONOMINĖ DALYS

Ekonominėje dalyje sudaromas skirtingų pagrindinių laikančiųjų konstrukcijų – trijų šarnyrų metalo rėmų gamybos ir montavimo kainų palyginimas. Palyginimui sudaromi du rėmai su skirtingu tinklelio elementų išdėstymu. Pirmasis iš tarpusavyje lyginamų variantų – kai tinklelio elementai yra statramsčiai ir spyriai, dalinantys santvarą į stačiuosius trikampius. Antrasis rėmo variantas – kai tinklelio elementai yra spyriai, dalinantys rėmą į nelygiakraščius trikampius. Atlikus palyginimą, nustatoma, kuri iš pateiktų konstrukcijų yra ekonomiškesnė, taip pat įvertinami kiti, nemažiau svarbūs kriterijai, tokie kaip gamybos sudėtingumas, transportavimas, montavimas, konstrukcijos defektų įtaka statiniui. Įvertinus kuri konstrukcija yra tinkamesnė pagal išvardintus kriterijus, parengiamas statinio techninis projektas, darbų organizavimo, technologijos bei darbų kokybės kontrolės aprašai.

5.1. Ekonominis konstrukcijų palyginimas

Konstrukcijų gamybos – statybos kaina apskaičiuojama nustačius investicijų poreikį gamybai ir montavimui, dar vadinamą lokaline sąmata. Pastaroji yra detalizuojama pagal konkrečius statybos darbus statybos aikštelėje. Lokalinėje sąmatoje atsispindi visų atskirų darbų, reikalingų pastatyti nagrinėjamas konstrukcijas į projektinę padėtį kiekiai, reikalingų mechanizmų ir žmonių darbo sąnaudos, kainos ir suminė darbų vertė. Konstrukcijų gamybos – statybos lokalinės sąmata sudaroma kompiuterine sąmatų skaičiavimo programa „Sistela“. Investicijų poreikis nustatomas, pagal 2015 m. spalio mėn. kainas.

Lokalinės sąmatos, resursų ir darbo užmokesčių žiniaraščiai pateikti prieduose (4 pr.).



5.1 pav. Statinio konstrukcijų kainos sudedamosios dalys

5.1 ir 5.2 lentelėse, atitinkamai pateikti rėmo su spyriais ir statramsčiais bei rėmo su spyriais be statramsčių, metalo kiekiai, pagal kuriuos sudaromas palyginimas. Sudarant kiekvieno iš rėmų lokalines sąmatas įtraukiami konstrukcijų nuvalymo, gruntavimo ir priešgaisrinio dažymo darbų kiekiai.

5.1 lentelė. Rėmo su spyriais ir statramsčiais montuojamų elementų sąrašas

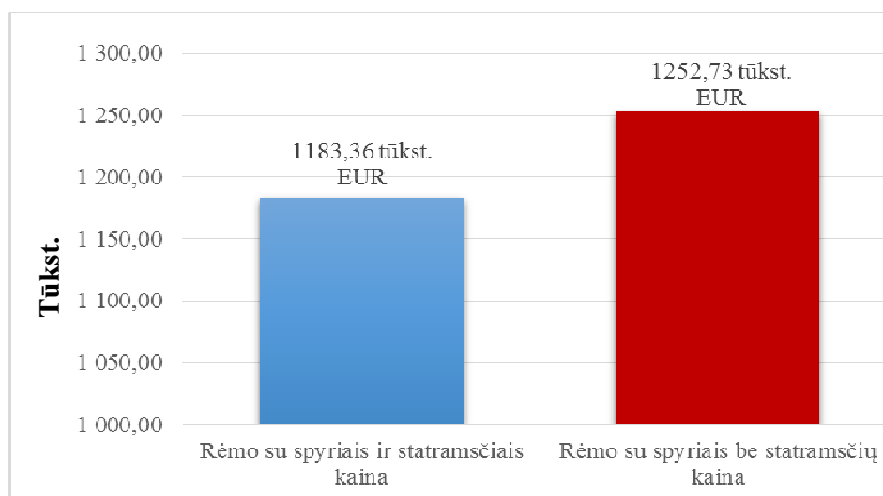
Elemento pavadinimas	Tipas	Matmenys, m			Elementų kiekis, vnt.	Vieneto masė, t	Bendra masė, t
		L	B	H			
Rėmas RM-1	RM-1/1	23,99	0,25	12,92	36	7,771	279,756
	RM-1/2	16,65	0,25	2,25	36	3,919	141,084

5.2 lentelė. Rėmo su spyriais be statramsčių montuojamų elementų sąrašas

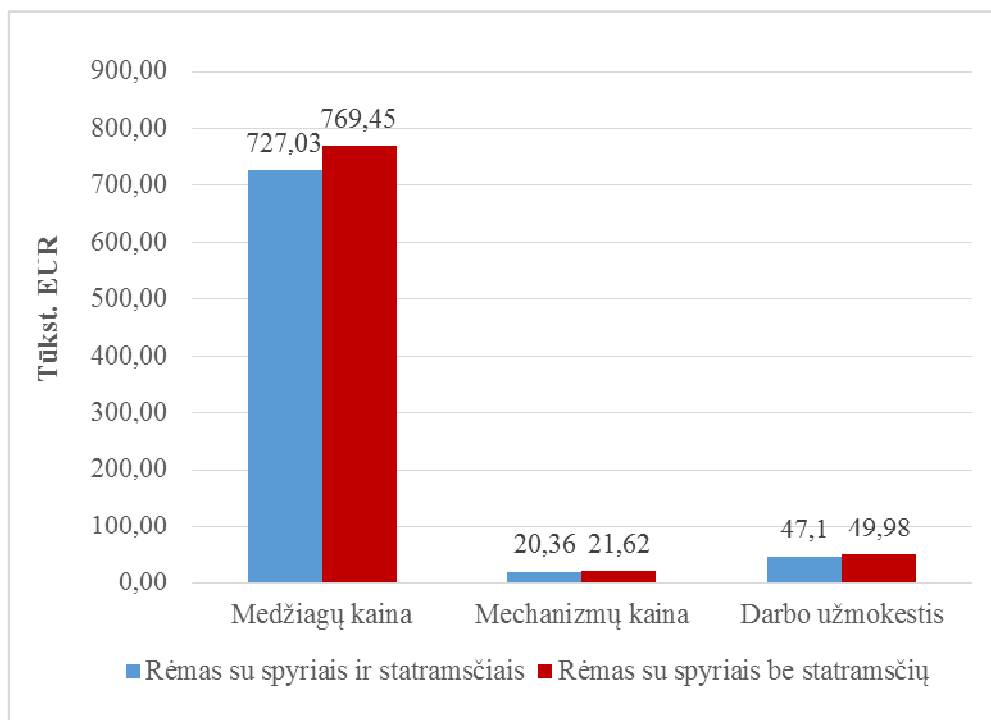
Elemento pavadinimas	Tipas	Matmenys, m			Elementų kiekis, vnt.	Vieneto masė, t	Bendra masė, t
		L	B	H			
Rėmas RM-2	RM-2/1	23,99	0,25	12,92	36	8,179	294,444
	RM-2/2	16,65	0,25	2,25	36	4,319	155,484

Pagal atliktus rėmų gamybos ir statybos kainų skaičiavimus, nustatyta, jog pagaminti ir pastatyti rėmus su spyriais ir statramsčiais yra 5,54 % pigiau nei rėmus be statramsčių. Lyginant rėmus pagal gamybos sudėtingumą ir rėmų defektų įtaką visai konstrukcijai, nepalankesnis variantas taip pat yra gaminant rėmą be statramsčių. Vertinant rėmus pagal transportavimo ir montavimo sudėtingumo kriterijus, rėmai yra lygiaverčiai. Pagrindiniai kriterijai yra kaina ir gamybos sudėtingumas bei konstrukcijų defektų įtaka statinio stiprumui ir pastovumui, todėl pasirenkamas rėmas su spyriais ir statramsčiais.

Grafinis kainų pasiskirstymas pateiktas 5.2 ir 5.3 paveiksluose.



5.2 pav. Nagrinėjamų konstrukcijų kainų palyginimo diagrama



5.3 pav. Nagrinėjamų konstrukcijų tiesioginių išlaidų pasiskirstymo grafikas

5.2. Rėmų montavimo technologinės kortelės aprašas

Ekonomiškesnei konstrukcijai sudaroma montavimo darbų technologinė kortelė, skirta rėmų montavimui ant pamatinių konstrukcijų, vieną rėmą montuojant iš atskirų segmentų, keturiais kranais.

5.2.1. Rėmų montavimo darbų sąnaudos

Darbų sąnaudos konstrukcijų montavimui apskaičiuojamos pagal darbo brėžinius, kurie pateikiami prieduose (br. 2016-MBD-SK 2,3,4 lapai). Parenkami dvi poros vienodų kranų, kadangi pusrėmiai yra vienodi ir jį sudaro analogiškos dalys. Du kranai kelia kraštines rėmo dalis, kiti du – vidurines. Pagal šių dalių svorius (5.1 lentelė) apskaičiuojami reikiamos keliamosios galios ir strėlės pakėlimo aukščio kranai. Skaičiavimas pateikiamas prieduose (5 priedas).

mašinų darbų sąnaudos

sąnaudos skaičiuojamos kompiuterine programa „Sistela“.

5.3 lentelė. Žmonių ir mašinų darbo sąnaudos

Darbo proceso (darbo) pavadinimas	Darbų apimtis		Darbo sąnaudos			Mechanizmai			
	Darbo mato vnt.	Kiekis	Norma darbo mato vnt.	Visam darbui		Tech. priemonės pavadinimas	Darbo sąnaudos		
				žm. val.	žm. d.		Vienetui maš. val.	Visam darbui	
							maš. val.	maš. pam.	
r pogeigninių santvarų montavimas , kai antvarų masė daugiau 5,0t k8=1.09	t	279,8	10,9	3049,8	381,2	Suv. transform.	5,0	1399	174,9
						Kranas vikšrinis 43,5 t kel. galios	0,7	196	24,5
						Kranas automob iki 10 t kel. gal.	0,38	106	13,3
r pogeigninių santvarų montavimas , kai antvarų masė iki 5,0t k8=1.09	t	141,1	16,6	2342,3	292,8	Suv. transform.	5,0	706	88,3
						Kranas automob 35 t kel. galios	0,7	98,8	12,4
						Kranas automob iki 10 t kel. gal.	0,58	81,8	10,2
alinių konstrukcijų nuvalymas	t	420,8	1,9	799,5	100,0	-	-	-	-
alinių konstrukcijų gruntavimas	t	420,8	3,6	1514,9	189,4	-	-	-	-
ų paviršių padengimas ugniai atspariais sluoksniu purkštuvu k8=1.17	m ²	5609	0,22	1234,0	154,3	Kompresorius kilnojamas su el. varikliu	0,13	729	91,1
ų paviršių padengimas ugniai atspariais sluoksniu teptuku k8=1.17	m ²	39,6	0,45	17,8	2,2	-	-	-	-

5.2.3. Rėmų montavimo techniniai – materialiniai ištekliai

Ištekliai skaičiuojami kompiuterine programa „Sistela“.

5.4 lentelė. Techninių išteklių poreikis

Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Normatyvų šifras	Darbo matavnt.	Kiekis	Tech. priemonės pavadinimas	Vienetui maš. val.	Visam darbui maš. val.	Visam darbui maš. pam.
1. Metalinių gegnių ir pogežnių santvarų montavimas , kai anga daugiau 24m, santvarų masė daugiau 5,0t k8=1.09	N9P-0102	t	279,8	Suvirinimo transformatorius	5,0	1399	174,9
				Kranas vikšrine važiuokle 43,5 t keliamosios galios	0,7	196	24,5
				Kranas automobiline važiuokle iki 10 t keliamosios galios	0,38	106	13,3
2. Metalinių gegnių ir pogežnių santvarų montavimas , kai anga daugiau 24m, santvarų masė iki 5,0t k8=1.09	N9P-0102	t	141,1	Suvirinimo transformatorius	5,0	706	88,3
				Kranas automobiline važiuokle 35 t keliamosios galios	0,7	98,8	12,4
				Kranas automobiline važiuokle iki 10 t keliamosios galios	0,58	81,8	10,2
3. Metalinių juostinių paviršių padengimas ugniai atspariais dažais 1250 mikronų sluoksniu purkštuvu k8=1.17	N13-198	m ²	5609	Kompresorius kilnojamas su elektriniu varikliu	0,13	729	91,1

5.5 lentelė. Materialinių išteklių poreikis

Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Normat. šifras	Darbo mato vnt.	Kiekis	Naudojamos medžiagos pavadinimas	Medž. matavimo vnt.	Poreikis darbo mato vienetui	Poreikis visam darbui
1. Metalinių gegnių ir pogežnių santvarų montavimas, kai anga daugiau 24m, santvarų masė daugiau 5,0t k8=1.09	N9P-0102	t	279,8	Suvirinimo elektrodai	kg	5,0	1398,78
				Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	4,0	1119,03
				Plieninės statybinės konstrukcijos	t	1,0	279,76
				Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	3,0	839,27
				Rąstai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	m ³	0,012	3,36
2. Metalinių gegnių ir pogežnių santvarų montavimas, kai anga daugiau 24m, santvarų masė iki 5,0t k8=1.09	N9P-0102	t	141,1	Suvirinimo elektrodai	kg	4,0	564,34
				Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	5,0	705,42
				Plieninės statybinės konstrukcijos	t	1,0	141,1
				Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	4,0	564,34
				Rąstai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	m ³	0,012	1,69
3. Vidutinio tipo metalinių konstrukcijų nuvalymas	N13-184	t	420,8	Skudurai	kg	0,03	12,63
4. Vidutinio tipo metalinių konstrukcijų gruntavimas	N13-187	t	420,8	Gliftalinis gruntas	t	0,0035	1,473
5. Metalinių juostinių paviršių padengimas ugniai atspariais dažais 1250 mikronų sluoksniu purkštuvu k8=1.17	N13-198	m ²	5609	Gruntas Pyrotect	kg	0,2	1121,8
				Dažai Pyrotect	kg	2,0	11218,0
6. Metalinių juostinių paviršių padengimas ugniai atspariais dažais 1250 mikronų sluoksniu teptuku k8=1.17	N13-197	m ²	39,6	Gruntas Pyrotect	kg	0,2	7,92
				Dažai Pyrotect	kg	2,0	79,20

5.6 lentelė. Medžiagų poreikio suvestinė

Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Kiekis
1	120038 Suvirinimo elektrodai	kg	1963,12
2	120051 Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	1824,45
3	520003 Plieninės statybinės konstrukcijos	t	420,90
4	520349 Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	1403,61
5	534001 Rąstai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	m ³	5,05
6	810042 Skudurai	kg	12,63
7	230178 Gliftalinis gruntas	t	1,473
8	230436 Gruntas Pyrotect	kg	1129,72
9	230437 Dažai Pyrotect	kg	11297,2

5.7 lentelė. Mechanizmų ir instrumentų poreikio suvestinė

Eil. Nr.	Pavadinimas	Markė	Kiekis
1.	Kranas ant vikšrinės važiuoklės 43,5 t keliamosios galios	Liebherr HS 8040 HD	2
2.	Kranas ant ratinės važiuoklės 35 t keliamosios galios	LTM 1030-2.1	2
3.	Kranas ant ratinės važiuoklės iki 10t keliamosios galios	ZIL ks-3575a	1
4.	Kobinys 4 SK-12.5	-	2
5.	Kobinys 2 SK-10.0	-	2
6.	Kobinys USK-5.0	-	1
7.	Alkūninis keltuvas iki 12,2 m	Niftylift HR12DE	2
8.	Alkūninis keltuvas iki 16 m	Haulotte HA16PX	1
9.	Kopėčios	-	4
10.	Suvirinimo transformatorius	Nordika 1800	2
11.	18-68 dydžių veržliarakčių rinkinys	Stahlwille	10
12.	Laužtuvas	Fiskars	6
13.	Plaktukas	TUV/GS	8
14.	Benzininis medienos pjūklas	STIHL	2
15.	Teodolitas	Spectra precision DET-2	1
16.	Gulsčiukas	SOLA	4

5.2.4. Rėmų montavimo technologija

Plieninis rėmas gaminamas gamykloje pagal darbo brėžinius. Į aikštelę rėmas atvežamas dalimis. Pusrėmis padalintas į tris dalis. Ant žemės flanšine jungtimi sujungiamos dvi pusrėmio dalys. Viršutinės ir apatinės juostos varžtai užveržiami pagal surinkimo techninių sąlygų nurodytus dydžius. Varžtai užveržiami tolygiai, šachmatiniu būdu, simetriškai rėmo ašiai. Varžtai užveržiami veržliarakčiu, o varžtų užveržimo kontrolė atliekama dinamometriniu raktu. Rėmo surinkimo eiga turi būti stebima darbų vadovo ir fiksuojama statybos darbų žurnale. Montavimo metu fiksuojami atliekami darbai, rėmo surinkimo eiliškumas, varžto užveržimo kokybė, taip pat ir naudojamų prietaisų (užveržimo instrumentų, krovinių griebtuvų) kokybė ir tinkamumas.

Priveržus varžtus nurodyta jėga, spyris privirintas ir patikrinta siūlės kokybė. Prieš pilnai pakeliant rėmo dalį, jis turi būti pakeltas 200-300 mm nuo stendo, siekiant patikrinti ar

konstrukcija gerai pritvirtinta, taip pat patikrinami visi kranų mechanizmai. Atlikus šiuos veiksmus, rėmo dalis keliama 43,5 t keliamosios galios kranu. Kai konstrukcija pakeliama į jos pastatymo vietą, atotampomis ji pasukama, kad padėtis taptų kuo artimesnė projektinei. Rėmas pastatomas ant inkarinių varžtų ir pritvirtinamas varžtais, tačiau nepriveržiamas galutinai. Tuomet 35 t keliamosios galios kranu keliama likusi pusrėmio dalis, ant alkūninio keltuvo esantys darbuotojai sujungia varžtais šias dvi pusrėmio dalis per flanšines jungtis, pilnai priverždami varžtus. Privirinamas spyris ir atliekama siūlės patikra. Analogiškai sumontuojamas kitas pusrėmis.

Sumontavus abu pusrėmius, iš alkūninio keltuvo darbuotojai sujungia pusrėmius kraigo mazge. Kuomet rėmas pastatytas į projektinę padėtį, visi varžtai pilnai užveržiami, atotampomis užtikrinamas rėmo stabilumas ir geometrinis nekintamumas. Kadangi nenaudojami laikini konstrukcijų įtvirtinimo stendai, vienam rėmui sumontuoti naudojami 4 kranai vienu metu.

Tokiu pačiu principu keliami ir montuojami likę rėmai. Sumontavus du rėmus į projektinę padėtį jie sujungiami erdviniais ryšiais. Įrengiant kitus rėmus, jie iškart tvirtinami ryšiais prie jau esančių konstrukcijų. Kranai iš vienos pozicijos įrengia keturis rėmus.

5.2.5. Darbo kokybės kontrolė

Konstrukcijų, elementų kokybę pradedama kontroliuoti gamykloje. Kokybės kontrolė vykdoma ir statybos aikštelėje. Visi elementai turi atitikti projektinius duomenis, matmenis, reikalavimus, valstybinio standarto reikalavimus. Elementų montavimo kokybės reikalavimai pateikiami statybos normose ir taisyklėse.

Prieš montuojant rėmus, reikia vizualiai patikrinti jų kokybę, ar jie neturi defektų, ar atitinka jiems keliamus reikalavimus, pažiūrėti ar jie buvo teisingai transportuojami. Prieš montuojant rėmus, patikrinama ar pamatai ir juose esantys inkariniai varžtai projektinėje padėtyje. Sumontavus kiekvieną rėmą patikrinama jų projektinė padėtis, ar nuokrypos neviršija ribinių reikšmių. Tikrinamas rėmo vertikalumas ir mazgų projektinės padėties.

Pabaigus rėmo montavimą, atsiradusius defektus ir įbrėžimus būtina padengti antikorozinėmis medžiagomis. Elementų nuokrypos neturi būti didesnės už normines. Pagrindiniai kokybės kriterijai – rėmų pastatymo tikslumas, varžtų užveržimo kokybė, suvirinimo kokybė. Virintinės siūlės tikrinamos ir kontroliuojamos vizualiai, atliekant mechaninius, rentgenoskopinius, ultragarsinius ir kitus reikiamus tyrimus. Esant defektams siūlėse – jos iškertamos ir suvirinamos iš naujo. Konstrukcijos turi būti apsaugomos nuo korozijos, tai daroma gruntuojant ir dažant rėmo elementus.

Statybos vadovas atsako ir kontroliuoja visus surenkamų rėmų montavimo darbus nuo paruošiamųjų ir montavimo darbų iki dokumentų įforminimo. Sumontuoti rėmai ir ryšių sistema priimami surašant aktą, su kuriuo kartu pateikiami:

- Darbo brėžiniai su pažymėtais nuokrypiais ir suderinimas su projekto autoriais, jei nuokrypiai viršija leistinus;
- Konstrukcijų sertifikatai;
- Paslėptų darbų aktai;
- Geodezinės išpildomosios nuotraukos;
- Statybos darbų žurnalas;
- Kiti nurodyti darbo projekte dokumentai [14].

5.8 lentelė. Konstrukcijų montavimo kontrolė

KONTROLIUOJAMA OPERACIJA	A* ir K*	KAIP KONTROLIUOJAMA	D*
1. PARUOŠIAMIEJI DARBAI - konstrukcinių elementų kokybės kontrolė - ašių ir atramų aukščio kontrolė	SV SV	vizualiai, rulete geodeziniais prietaisais	TP G
2. KONSTRUKCIJŲ MONTAVIMAS - elementų blokų sujungimas varžtais - rankinis elementų suvirinimas - elementų laikinas tvirtinimas - elementų pastovumo įtvirtinimas - konstrukcijų įtvirtinimo kontrolė	SV SV SV SV SV	dinamometras ultragarsiniai prietaisai geodeziniais prietaisais geodeziniais prietaisais geodeziniais prietaisais	TP TP TP TP TP
3. DOKUMENTŲ ĮFORMINIMAS -įrašai statybos darbų žurnale -kontrolinės geodezinės nuotraukos	SV SV	- -	- G

A* - atsako, K* - kontroliuoja, D* - dalyvauja.

5.9 lentelė. Leistini plieninių rėmų montavimo nuokrypiai

Eil. Nr.	Nuokrypių aprašymas	Leistinių nuokrypių dydis
1	Leistinas rėmų viršutinių juostų ašies nuokrypis nuo projektinių ties tvirtinimo taškais.	±15 mm
2	Įlinkis (kreivumas) tarp rėmo juostų tvirtinimo taškų (iki 0,0013 atstumo tarp tvirtinimo taškų).	min {0,0013; 15 mm}
3	Atraminių mazgų altitudžių nuokrypiai nuo projektinių	±10 mm
4	Rėmų apatinių ir viršutinių juostų ašių nuokrypiai plane (h – rėmo aukštis).	≤0.004h
5	Ryšių nuokrypiai nuo projektinių ašių	±5 mm

5.2.6. Techniniai – ekonominiai montavimo darbų rodikliai

Suskaičiavus mechanizmų, medžiagų ir instrumentų poreikį konstrukcijų montavimui, nustatomas žmonių, reikalingų šiam procesui įgyvendinti, per tam tikrą laiką, kiekis. Turint visus duomenis sudaroma techninių – ekonominių montavimo proceso rodiklių lentelė.

5.10 lentelė. Techniniai – ekonominiai montavimo proceso rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Mato vnt.	Rodiklio dydis	
			Norminis	Planuojamas
1	<i>Rėmų montavimas</i>	t	420,9	
2	Darbų sąnaudos	žm. d.	676,2	644
3	Mechanizmų sąnaudos	maš. pam.	37,8	37,8
4	Darbuotojų išdirbis	t/žm.d	0,622	0,654
5	<i>Laiko norma</i>	žm.d/ t	1,607	1,530
6	Darbo trukmė	pam.	18,9	18
7	Normų vykdymas	%	105,0	

5.3. Statybos darbų organizavimo principai

Statybos darbų organizavimas yra vienas svarbiausių veiksnių lemiančių galutinę statinio kokybę ir kainą. Kad statybos procesas būtų sklandus, o statinio kaina racionali, darbo jėga ir mechanizmai turėtų būti teisingai paskirstyti. Teisingai panaudojant turimus resursus, statybos procesas gali žymiai sutrumpėti, o statybos kaštai sumažėti.

Statybos paruošiamuosiuose ir organizavimo sprendiniuose nurodoma:

- statybos vietos sąlygos;
- statybos darbų eiliškumas;
- ypatingi statybos darbų organizavimo atvejai, kurių privaloma laikytis, kad būtų įvykdyti projekto ir techninių nurodymų (specifikacijų) reikalavimai [39].

Statybos paruošiamieji ir organizavimo sprendiniai yra techninio projekto dalis. Jie apima visus projekte numatytus statybos darbus, todėl juos sudarant atsižvelgiama į:

- statybvietės ypatumus;
- planinę, erdvinę ir konstrukcinę statomo objekto sandarą;
- inžinerinių tyrinėjimų rezultatus;
- statybos trukmę nustatančius norminius dokumentus ir užsakovo sutartį;
- medžiagų, konstrukcijų, įrenginių techninius nurodymus (specifikacijas);
- aplinkos apsaugos reikalavimus [39];

Objekto statybos paruošiamųjų ir specialiųjų statybos darbų sudėtis:

- teritorijos valymas (medžių ir krūmų pjovimas, kelmų rovimas ir jų išvežimas, dirvožemio nukasimas);
- statybvietės aptvėrimas (naudojami inventoriniai skydai iš lapuočių medienos. Skydų aukštis 1,8 m. prie gatvės įrengiamos apsaugos zonos);
- apsauga nuo paviršinio ir gruntinio vandens: iškasami grioviai, supilami pylimai, įrengiami atvirieji drenažai;

- geodezijos darbai statybvietėje. Pažymima tiksli būsimo pastato ir įrenginių vieta;
- laikinųjų kelių tiesimas, laikinųjų pastatų statyba (meistro kontora, persirengimo patalpa, džiovykla, prausykla, tualetas, sandėliai), laikinųjų ir nuolatinių tinklų tiesimas (vandentiekio, nuotekų, elektros).

Specialieji darbai atliekami statybos metu:

- vandentiekio ir nuotekų tinklų montavimas;
- elektros montavimo darbai;
- šildymo ir vėdinimo sistemų montavimas [40].

5.3.1. Pagrindiniai statybvietės plano sudarymo principai

Ruošiantis statinio statybai, paruošiamas statybvietės planas. Statybvietės planas reikalingas tam, kad rangovas galėtų paruošti mechanizmus ir darbuotojus darbams statomo statinio sklype. Statybvietės planas projektuojamas remiantis sklypo planu, darbo sąnaudų, mechanizmų darbo sąnaudų ir medžiagų poreikio skaičiavimo žiniaraščiu bei kranų techniniais duomenimis.

Suprojektavus reikiamus kėlimo mechanizmus ir kitus pagalbinius statybos instrumentus, numatomos jų judėjimo statybvietėje trajektorijos ir stovėjimo taškai. Žinant kaip judės mechanizmai nustatomos zonos, kuriose prietaisai kels pavojų darbuotojų sveikatai, ir į kurią galės patekti tik darbuotojai dalyvaujantys montavimo procese. Kranų veikimo zonose suprojektuojamos laikinos statybos produktų sandėliavimo aikštelės, stoginės ir sandėliai. Visi statybvietės sandėliai, aikštelės ir stoginės (pašiūrės) projektuojami numatant laikyti tam tikrą medžiagų atsargą. Visos statiniui reikalingos medžiagos nesandėliuojamos statybvietėje, jos reguliariai tiekėjų vežamos į statybos aikštelę, pagal rangovo užsakymą. Taip sutaupoma vietos aikštelėje.

Taip pat statybvietėje projektuojamos buitinės – administracinės patalpos darbuotojams. Atsižvelgiant į dirbančių žmonių skaičių apskaičiuojamas reikiamas patalpų plotas, ir įrengiami specialiai tam skirti kilnojamieji konteineriai ir biotualetai bei laikinasis vandentiekis ir nuotekų sistemos. Atskirai įrengiamos buitinių nuotekų ir automobilių nuotekų sistemos. Taip pat suprojektuojamas laikinas elektros tiekimas buitinėms – administracinėms patalpoms ir statybvietės apšvietimui bei, statybvietėje numatytiems elektros prietaisams.

Statybvietėje įrengiami pastovūs šuliniai vandentiekiiui ir nuotekoms bei įvadų į pastatą vietos. Aplink būsimą pastatą suprojektuojami gaisriniai hidrantai, kurie turi būti

netoliau kaip 50 m nuo pastato ir nerečiau kaip kas 100 m vienas nuo kito. Hidrantai privalo turėti atskirą vandens tiekimą.

Visa statybvietės teritorija aptveriamą aukšta, 1,8 m aukščio, lapuočių medienos skydų, apsaugine tvora. Statybvietėje įrengiamas laikinas žvyrkelis, kuris turi kuo mažiau patekti į kranų veikimo zonas.

6. DARBUOTOJŲ SAUGA IR SVEIKATA

Darbo sauga statybų aikštelėje ir darbo vietoje svarbi siekiant apsaugoti ne tik darbuotojų, bet ir visuomenės sveikatą bei gerovę. Šiame skyriuje atliekama darbuotojų darbo vietos charakteristika, nagrinėjami ir vertinami profesinės rizikos veiksniai bei jų šaltiniai.

6.1. Bendra tiriamojo objekto charakteristika

Sporto cento Jonavoje statybos darbams atlikti buvo pasirinkta UAB „Rekosta“. Bendrovė įsikūrusi nuo 1996 metų ir užsiima visais statybos darbais: nuo pastato projektavimo iki apdailos darbų. Tai – įmonė, kuri gali dirbti su bet kokiomis medžiagomis, yra apsirūpinusi įvairiausia technika ir įrengimais, trūkstamą įrangą nuomojasi. Sporto centras- tai naujas pastatas miesto pakraštyje. Sporto centro pastate numatoma įrengti vidaus futbolo aikštyną, administracines patalpas, sanitarinius mazgus, prekybos vietą. Pastate nebus jokių sudėtingų įrenginių (išskyrus statybos proceso metu). Sklype nėra kitų statinių, teritorijoje numatoma įrengti dvi lauko futbolo aikštes, teniso aikštynus ir mašinų stovėjimo aikštelę. Sanitarinė pastato apsaugos zona sporto ir kultūros statiniams neapibrėžiama. Išlaikome 25 m atstumą nuo automobilių stovėjimo aikštelės iki gyvenamųjų namų pagal [12].

Įmonės darbuotojų sauga ir sveikata rūpinasi darbuotojų saugos ir sveikatos tarnyba bei darbdavys. Kadangi statybos aikštelėje dirba mažiau kaip 50 žmonių, tai darbuotojų sveikatos ir saugos komiteto įkurti neprivaloma pagal [7]. Darbdavys privalo rūpintis darbuotojų sveikata, taigi jį atstovaujantys darbuotojai prižiūri, kad būtų tinkamai organizuojama ir įgyvendinama tinkamas saugos priemonių naudojimas.

Darbuotojai ruošiami saugiam darbui juos instruktuojuant. Priimtas naujas darbuotojas yra supažindinamas su nurodymais saugiam darbui. Taip pat darbuotojams reguliariai rengiami kursai, kurie turėtų papildyti, atnaujinti žinias bei priminti saugaus darbo metodus. Įmonėje vykdomi instruktavimai: įvadinis, pirminis, periodinis darbo vietoje, papildomas darbo vietoje, tikslinis darbo vietoje. Instruktavimas vykdomas sporto cente, taigi turi būti įforminamas instruktavimo registravimo žurnale ir saugoma darbdaviui atstovaujančio asmens nustatyta tvarka pagal [1]. Darbuotojai siunčiami į stažuotes pakelti kvalifikaciją.

6.1.1. Darbo vietos charakteristika

Prieš pradėdant statybas, pasamdyta įmonė, statybos rangovas privalo užtikrinti saugų darbą statybos aikštelėje. Visas sklypas aptveriamas ($h \geq 1,6$ m pagal [13]), jame vykstantys statybos procesai turi nekelti grėsmės dirbantiems aikštelėje ir pašaliniais už aikštelės ribų. Vykdyti montavimo darbus gali tik darbuotojai, kurie išklause saugaus darbo instruktažą. Sklype parinktos vietos sandėliavimo aikštelėms, aptveriamos mašinų darbo zonos, kad į jas nepatektų

žmonių buvimo vietas, kad nekeltų grėsmės sau ir kitiems darbuotojams. Nustatomos pavojingos zonos, kuriose gali veikti pavojingi veiksniai, teritorijos turi būti aptvertos ir pažymėtos įspėjamaisiais, draudžiamaisiais ženklais.

Darbai aikštelėje vykdomi paeiliui (pvz. žemės darbai, pamatų įrengimas, rostverko įrengimas ir t.t.), tai darbo mechanizmams užtenka vietos, jie nesikerta, vienu procesų atlikimas netrukdo kitiems. Statybos aikštelėje dirbančiam kranistui nurodymus turi duoti tik vienas žmogus. Kranu pakeltas konstrukcijas atkabinti leidžiama tik jas patikimai įtvirtinus. Darbuotojams draudžiama būti ant keliamų, montuojamų konstrukcijų. Darbuotojų poilsio zonos, buitinė patalpos turi būti už pavojingų zonų ribų. Darbuotojų poilsio metu draudžiama palikti kabančius krovinius ant krano. Visi darbo statybos procese naudojami mechanizmai turi atitikti technologinėse kortelėse nurodytus parametrus. Naudojant kopėčias, pastolius turi būti laikomasi reikalavimų: tinkamai paruoštas gruntas, prieš naudojant patikrintas elementų stabilumas. Dirbti aukštose atvirose vietose galima tik esant mažesniai nei 15 m/s vėjo greičiui, taip pat turi būti geras matomumas. Darbų vadovas turi nutraukti darbus statybos aikštelėje esant netinkamoms oro sąlygoms (vėjui, perkūnijai, sniegui, uraganui it t.t.). Darbuotojams draudžiama patekti į aikštelę, jei jie neturi apsauginių šalmų.

Darbuotojai aprūpinami tinkamomis asmeninėmis apsaugos priemonėmis, kurios reguliariai keičiamos naujomis. Kiekvienam dirbančiam statybos aikštelėje privalomas apsauginis šalmas (privalo atitikti Lietuvos standarto LST EN 397 nurodymus), apsauginiai darbo drabužiai (pagal LST EN 340), pirštinės (LST EN 388) ir avalynė (LST EN 346). Taip pat privalomos saugos priemonės, kad darbuotojai nenukristų dirbdamas aukštai (ant pastolių, stogo ir pan.). Statybos aikštelėse apsaugai nuo triukšmo naudojamos ausinės ir ausų kamštukai. Virinant elementus ar esant pavojui susižeisti akis ar veidą – privalomos apsauginės veido ir akių priemonės.[36]

Darbas statybos aikštelėje priskiriamas vidutinio sunkumo fiziniam darbui IIb kategorijai pagal [5], nes darbas reikalauja vidutinės fizinės įtampos stovint ar vaikstant pernešant krovinį iki 10 kg masės.

Statybos aikštelėje taip pat numatyta įrengti priešgaisrinį punktą su gesintuvais (miltelių ir vandens putų), gesinimo audiniai, laužtuvai, kirviai, kibirai, smėlio dėžėmis. Aplink projektuojamą pastatą įrengiami hidrantai. Jau pastatytame pastate įrengiami ženklai, nuorodos, padedančios greitai ir saugiai evakuotis iš pastato. Pastate įrengiamos priešgaisrinės saugos priemonės: gesintuvai, gesinimo audiniai ir kt. Pastate įrengtos priešgaisrinės saugos ir gesinimo sistemos turi suveikti prasidėjus gaisrui. Pastate suprojektuotas tiesiausias evakuacinis kelias. Pastato laikančiosios konstrukcijos padengiamos ugniai atspariais dažais.

6.1.2. Darbo aplinkos profesinės rizikos veiksniai ir jų šaltiniai

Profesinė rizika darbe pagal [11] – nustatinėjama siekiant įvertinti ir pašalinti galimą riziką darbo vietoje, o jei tai neįmanoma – privaloma įdiegti prevencijos priemonės, kad darbuotojai būtų kuo labiau apsaugoti nuo rizikos. Profesinė rizika yra apibrėžiama kaip pavojus sveikatai (susižeidimai, traumos) ar gyvybei dėl kenksmingų sąlygų darbo aplinkoje. Statybos aikštelėje vertinant riziką atliekamas rizikos identifikavimas, tyrimas, nustatymas bei įvertinimas. Tuomet ieškoma sprendimo būdų, kaip pavojų darbuotojams sumažinti, kokias naudoti priemones jų sveikatai apsaugoti.

Statybos aikštelėje atliekant rėmo montavimą pavojų darbuotojų saugai gali kelti fiziniai veiksniai, fizikiniai veiksniai, ergonominiai veiksniai ir psichologiniai veiksniai. Rėmo montavimo technologiniame procese fizikinių veiksnių keliančių pavojų identifikavimas atliekamas 6.1 lentelėje.

6.1 lentelė. Fizikinių veiksnių sukeltų pavojų identifikavimas

Veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo vietos šiluminė aplinka (patalpų mikroklimatas)	Rėmo montavimas vykdomas vasarą, atviroje erdvėje (lauke), tiesioginis lauko temperatūros poveikis: karštis, vėjas, drėgnas oras. Darbas vyksta visa darbo diena – 8 val. Darbas vyksta lauke, natūralios lauko sąlygos.		×		×
Darbo vietos apšvietimas	Darbas vyksta lauke, natūrali saulės šviesa, kuri gali akinti arba kurio gali nebūti dėl apniukusio dangaus.		×		×
Triukšmas	Darbo vietoje yra triukšmas dėl veikiančių mechanizmų Triukšmo poveikio dydis 85 dB(A) per dieną, didžiausias momentinis garso slėgis gali būti 200 Pa. [4]		×		×
Vibracija, darbas su vibruojančiais įrankiais, vibraciją keliančios mašinos	Montuojant rėmus vibracinių darbų atlikti nenumatoma. Labai silpną vibraciją gali kelti tik krano veikimas.	×		×	
Infraraudonasis spinduliavimas	Virinant rėmo elementus gali būti infraraudonųjų spindulių, tačiau jie neviršija leistino dydžio.		×		×
Ultravioletinis spinduliavimas	Virinant rėmo elementus gali būti infraraudonųjų spindulių, tačiau jie neviršija leistino dydžio.		×		×

Fiziniai veiksniai gali sužaloti darbuotoją dėl neatsargumo, todėl jie vieni svarbesnių. Fizinių veiksnių keliamo pavojaus identifikavimas 6.2 lentelėje.

6.2 lentelė. Fizinių veiksnių sukeltų pavojų identifikavimas

Veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Besisukančios ar judamos mašinų dalys	Judančios, besisukančios mašinų dalys (kranas) yra tinkamai apsaugotos, uždengtos ir nekelia pavojaus.		×		×
Pjovimo įrankiai (rankiniai ir mechaniniai)	Pjovimo įrankiai ir mechanizmai tvarkingi, su apsaugomis, patikrinami prieš darbą		×		×
Rankiniai įrankiai	Įrankių naudojimas nesusižeidžiant tvirtinant rėmus į pamatą ir tarpusavyje		×		×
Transportavimo įranga, kranai	Transportavimo įranga ir kranai su išpėjamaisiais ženklais, aptverti, juos naudoja tik apmokyti darbuotojai.		×		×
Transporto ir priėjimo keliai, pastoliai, kopėčios ir kt.	Pastoliai, kopėčios, keliai pritaikyti darbuotojams, keliai apšviesti, įrengti takeliai, poliai ir kopėčios pastatyti ant tinkamai paruošto grunto, tvarkingi elementų sujungimai.		×		×
Karštos medžiagos ir/ar paviršiai	Naudojami elementai gali įkaisti po virinimo.		×		×
Medžiagų išmetimas, elementų išmetimas	Pavojingos medžiagos išmetamos į kontenerius, kurie išvežami pasamdytų tarnybų.	×		×	
Elektros įtampa	Elektros įtampa įvesta tvarkingai, tinkama izoliacija, įnulinimas, įrengtas žeminimas, kad nekeltų pavojaus, nekiltų elektros iškvos.		×	×	
Darbo vietos priešgaisrinis parengimas	Statybos aikštelėje numatyti punktai su priešgaisrinėmis priemonėmis. Taip pat yra išpėjamieji ženklai, nurodantys išėjimą iš statybų aikštelės, kad gilus gaisrui nekiltų panika		×		×
Elementų kėlimas kranu	Keliami elementai gali sumušti, užkliudyti ar kitaip pakenkti neatidžiai dirbant.		×		×

Ergonominių ir psichologinių veiksnių įtaka darbuotojams, darbo sąlygoms pateikiama 6.3 lentelėje pagal [2].

6.3 lentelė. Ergonominių ir psichologinių veiksnių keliamo pavojaus identifikavimas

Veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo sunkumas (Dinaminis darbas)	Dirbant dalyvauja rankų, kojų, liemens raumenys – darbo galia iki 90,0 W, vienkartinio keliamo krovinio masė iki 30,0 kg, smulkių stereotipinių plaštakos ir pirštų judesių skaičius per pamainą iki 20 000 [4]		×		×
Darbo sunkumas (Statinis darbas)	Statinio krūvio dydis per pamainą prilaikant svorį (iki 130 000 kg·s) dviem rankomis, dalyvaujant liemens ir kojų raumenims. [4]		×		×
Valdymo įrangos išdėstymas nuolatinėje darbo vietoje	Įrangos išdėstymas matavimo lauko pasiekiamumo zonų horizontalioje ir vertikalioje plokštumose (1, 2, 3 zona)		×		×
Pastangų dydis, judinant valdymo įrangą	Pastangų dydis, judinant valdymo įrangą iki 4,5 kg.	×		×	
Darbo poza	Virinant rėmą, montuojant – darbas pasilenkus, atsitūpus, ant kelių. Prižiūrintys keliamą rėmą, jo padėti – laisva padėtis, stovint, Pakilę keltuvu ar dirbantys krane – aukštoje apribotoje erdvėje.		×		×
Judėjimo atstumas darbo aplinkoje	Judėjimas susijęs su rėmo technologiniu procesu. Rėmai yra keliami krano, kiekvienas darbuotojas turi savo darbo vietą, todėl didelio judėjimo nėra. (4,0–8.0 km.) [4]	×		×	
Darbo įtampa (dėmesys)	Vienu metu stebimas ir montuojamas tik vienas rėmas, koncentravimo trukmė iki 75% darbo dienos laiko, informacinių signalų skaičius (iki 300 per val.) [4]	×		×	
Darbo emocinė įtampa	Darbas pagal nustatytą grafiką, lydimas pavojų, asmeninės rizikos, atsakomybės už kitų asmenų saugumą	×		×	
Darbo monotonija	Montuojama 18 rėmų, monotoniškas darbas	×		×	
Darbas izoliuotoje vietoje (kai darbuotojas dirba vienas arba izoliuotoje patalpoje)	Darbas kolektyvinis. Dirba daug žmonių vienu metu.		×	×	
Jaunų darbininkų, nėščių moterų, neįgalių asmenų darbas	Jauni darbininkai apmokomi, instruktuojami, jiems duodami paprastesni darbai.		×		×
Darbo patalpų dydis, dizainas	Darbas vyksta lauke, pakankamai vietos, darbuotojams numatytos poilsio patalpos.		×		×

6.2. Profesinės rizikos vertinimas

Profesinės rizikos vertinimas, kaip jau buvo minėta 6.1.1. skyrelyje, svarbus dėl darbuotojų sveikatos, siekiant kaip įmano labiau juos apsaugoti mažinant riziką arba suteikiant

apsaugines priemones. Darbas be rizikos neįmanomas, tačiau darbdavio reikalaujama padaryti viską, kad būtų kuo mažesnė tikimybė susižeisti, susirgti ar numirti darbo vietoje.

6.2.1. Žalos sveikatai sunkumo, žalos pasireiškimo tikimybės vertinimas ir rizikos dydžio vertinimas

Žalos sveikatai vertinimas svarbus vertinant rizika, jo metu identifikuojami pavojai ir įvertinama galima žalos kategorija, kokia tikimybė pasireikšti sužalojimams. Žalos sveikatai sunkumo vertinimas pateikiamas 6.4 lentelėje ir žalos tikimybės vertinimas 6.5 lentelėje. [11]

6.4 lentelė. Žalos sveikatai sunkumo vertinimas [11]

Žalos kategorija	Maža	Vidutinė	Didelė
Pasekmės darbuotojo sveikatai	Nemalonūs pojūčiai ir dirginimas (pvz., galvos skausmas, akių dirginimas, nepatogumų sukeliantys laikini negalavimai), nelaimingi atsitikimai, nesukeliantys ilgai trunkančių negalavimų (pvz., paviršinės žaizdos, nedideli įpjovimai,-nedideli sumušimai)	Nelaimingi atsitikimai ir ligos, sukeliantys nedidelius, bet ilgalaikius ar pasikartojančius negalavimus (pvz., dalinis klausos netekimas, dermatitas, astma, nudegimai, smegenų sukrėtimas, sausgyslių patempimas, nedideli lūžiai ar kitos nedidelės traumos)	Nelaimingi atsitikimai ir ligos, sukeliantys rimtus ir ilgalaikius negalavimus ir (arba) mirtį (pvz., daugybinės traumos, neįgalumas, netektas darbingumas)

6.5 lentelė. Žalos pasireiškimo tikimybės vertinimas

Žalos tikimybės kategorija	Labai tikėtina	Tikėtina	Mažai tikėtina	Labai mažai tikėtina
Tipinis dažnumas	Galimi darbuotojo susižeidimai ir kita neigiama įtaka sveikatai nerečiau kaip kas 6 mėnesius	Įprastai gali patirti neigiamą poveikį sveikatai kartą per 5 metus	Įprastai gali patirti neigiamą poveikį sveikatai kartą per viso gyvenimo darbo laiką	Negali patirti neigiamo poveikio sveikatai nė karto per viso gyvenimo darbo laiką

Pagal šiuos du parametrus (žalos sunkumo ir pasireiškimo tikimybę) pateikiama 6.6 lentelė iš [11], kurioje matoma rizikos vertinimo schema.

6.6 lentelė. Rizikos dydžio vertinimo schema [11]

Žalos tikimybės kategorija	Žalos kategorija		
	maža žala	vidutinė žala	didelė žala
Labai mažai tikėtina	Labai maža rizika	Labai maža rizika	Didelė rizika
Mažai tikėtina	Labai maža rizika	Vidutinė rizika	Labai didelė rizika
Tikėtina	Maža rizika	Didelė rizika	Labai didelė rizika
Labai tikėtina	Maža rizika	Labai didelė rizika	Labai didelė rizika

Vertinant rizikos dydį, privaloma ir tiksliausia yra konsultuotis su darbuotojais, kuriems ir kyla grėsmė darbo vietoje. Pasikonsultavus su darbuotojais lengviau nustatomi pavojai, greičiau randami sprendimai.

6.2.2. Rizikos priimtino nustatymas

Atsižvelgdami į nustatytą rizikos dydį galime nuspręsti dėl rizikos priimtino. Rizika gali būti: priimtina, toleruotina ir nepriimtina.

6.7 lentelė. Rizikos priimtino nustatymas [11]

Rizikos dydis balais	Rizikos dydis	Rizikos priimtumas
1	Labai maža	Priimtina
2-3	Maža	Toleruotina
4-8	Vidutinė	
9-12	Didelė	
>12	Labai didelė	Nepriimtina

6.3. Rizikos sumažinimas iki leistinų dydžių

Remiantis [11] teksto 5 lentele galima atlikti papildomus veiksmus siekiant mažinti riziką:

- labai maža rizika – nebūtini papildomi veiksmai;
- vidutinė rizika – reikia ieškoti būdų rizikai sumažinti arba panaikinti, per tam tikrą laiką, ir įsitikinti, jog sprendimai pateisintų lūkesčius;

- didelė rizika – Privaloma užtikrinti, kad parinktos rizikos mažinimo priemonės veiktų. Rizikos mažinimas turi būti pradėtas tuoj pat, jei norimų rezultatų negaunama, gali būti stabdoma veikla (siekiant darbuotojų saugumo) ar ieškoma kitų sprendimų;

- labai didelė rizika – privaloma nedelsiant gerinti rizikos šalinimo ir mažinimo priemonės, statybos darbai privalo būti sustabdyti, kol rizikos šalinimo/mažinimo priemonės bus įgyvendintos bent jau iki toleruotino lygio. Jei to nepavyksta padaryti – darbai turi būti nutraukti.

6.4. Rizikos nustatymas rėmo montavimo metu

Naudodamiesi Danijoje taikoma metodika (įvertinimas balais), nustatysime rizikos dydį. Rizikos vertinimo charakteristikos apibūdinamos balais 1, 2, 3. Jų reikšmės aprašytos 6.8 lentelėje. Formulė rizikos dydžio skaičiavimui:

Rizikos dydis = pavojaus dydis x traumos ar kitokio neigiamo poveikio sveikatai tikimybė x pasekmės.

6.8 lentelė. Balų reikšmės

	Pavojaus dydis	Traumos ar kitokio neigiamo poveikio sveikatai tikimybė	Pasekmės
3	Labai didelis	Didelė	Padaliniui
2	Didelis	Vidutinė	Grupei
1	Nedidelis	Maža	Asmeniui

Įvertinsime riziką statybos aikštelėje montuojant rėmą. Rizikos dydžio įvertinimas pateikiamas 6.9 lentelėje.

6.9 lentelė. Rizikos įvertinimas

Veikla	Pavojai	Taikomos saugos priemonės	Priemonių pakanka	Pastebėti trūkumai	Pavojaus dydis	Traumos ar kitokio neigiamo poveikio sveikatai tikimybė	Pasekmės	Rizikos dydis balais
Rėmo elementų pakrovimas/iškrovimas	Fiziniai, ergonominiai, psichologiniai	Pirštinės, šalmai, darbiniai rūbai, avalynė.	Taip	Darbuotojai kelia sunkius elementus	1	2	1	2
Rėmo kėlimas ir reguliavimas	Fiziniai, fizikiniai, ergonominiai, psichologiniai	Pirštinės, šalmai, darbiniai rūbai, avalynė. Mašinos patikrintos ir atitinka reikalavimus.	Taip	-	1	1	2	2
Rėmo fiksavimas projektinėje padėtyje	Fiziniai, fizikiniai, ergonominiai, psichologiniai	Pirštinės, šalmai, darbiniai rūbai, avalynė.	Taip	-	1	1	1	1
Ruošimas suvirinimui	Fiziniai	Pirštinės, šalmai, darbiniai rūbai, avalynė.	Taip	-	1	1	1	1
Rėmo elementų suvirinimas	Fizikiniai, fiziniai	Pirštinės, šalmai, darbiniai rūbai, avalynė, apsauginiai akiniai, apsauginis suvirinimo skydelis, ausų kištukai. Prietaisai patikrintos ir atitinka reikalavimus.	Taip	-	1	1	1	1
Laikinių ryšių įrengimas	Fiziniai, fizikiniai, ergonominiai, psichologiniai	Pirštinės, šalmai, darbiniai rūbai, avalynė.	Taip	-	1	2	1	2

Įmonėse pildomos profesinės rizikos įvertinimo kortelės pavyzdys pateikiamas 3 priede.

6.5. Rizikos tyrimo išvados

Darbdavys turi užtikrinti darbuotojų saugą statybos aikštelėje, aprūpinti asmeninėmis apsaugos priemonėmis, kurios mažintų rizikos dydį.

Statybos aikštelėje privalo būti įspėjamieji, draudžiamieji ženklai pagal [13], užtvaros, saugančios darbuotojus ir pašalinius asmenis nuo sužalojimų.

Darbuotojams grėšiantys rizikos veiksniai – fizikiniai, fiziniai, ergonominiai ir psichologiniai, kuriuos turi numatyti specialistai ir darbdavio iniciatyva darbuotojai turi būti apsaugoti.

Statybos aikštelės darbuotojams rizika susirgti ar susižeisti darbo vietoje turi būti mažinama išnagrinėjus profesinės rizikos įvertinimo kortelę.

Rizikos įvertinimo lentelėje nustatyta, jog montuojant rėmus statybos aikštelėje rizikos dydis įvertintas 1 arba 2 balais, tai reiškia, jog rizika yra labai maža (priimtina) ir maža (toleruotina).

IŠVADOS

1. Atlikus skaičiavimus nustatyta, kad stogo šilumos perdavimo koeficientas $U=0,18$ $W/(m^2 \cdot K)$ neviršija norminės reikšmės $U_N=0,23$ $W/(m^2 \cdot K)$.
2. Atlikus 78 metrų rėmo skaičiavimus rankiniu būdu pagal STR 2.05.08:2005 ir kompiuterine programa pagal EC3 nustatyta, jog didžiausias elementų išnaudojimų skirtumas yra 28% (projektuojant viršutinę juostą su tempiamąja įrąža), mažiausias – 1%.
3. Atlikus rėmo elementų irimo analizę nustatyta, kad 1-4 tinklelio elementų suirimas ties kraigu nesukelia pastato griūties, tačiau suirus vienam tinklelio elementui ties karnizu, arba pagrindiniam rėmo elementui – įvyksta konstrukcijos griūtis.
4. Atlikus ekonominę konstrukcijų palyginimą apskaičiuota, kad pagaminti ir pastatyti rėmus su spyriais ir statramsčiais yra 5,54 % pigiau nei rėmus be statramsčių.

NAUDOTOS LITERATŪROS SĄRAŠAS

Normatyviniai dokumentai:

1. Darbuotojų saugos ir sveikatos instrukcijų rengimo ir darbuotojų, darbdavių susitarimu pasiūstų laikinam darbui į įmonę iš kitos įmonės, instruktavimo tvarkos aprašas. Valstybės žinios, 2012-08-17, Nr. 96-4944.
2. Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodiniai nurodymai. Valstybės žinios, 2005-08-06, Nr. 95-3536.
3. Europos parlamento ir tarybos reglamentas (ES) Nr. 305/2011 [žiūrėta 2015-11-03]. Prieiga per internetą: <<http://www.am.lt/VI/files/0.066360001426153491.pdf>>.
4. Higieninė darbo aplinkos veiksnių klasifikacija. Valstybės žinios, 2007-12-28, Nr. 137-5625.
5. 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.
6. Lietuvos higienos norma HN 123:2013 „Sporto klubo paslaugų sveikatos saugos reikalavimai“ [žiūrėta 2015-11-06]. Prieiga per internetą: <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=449947>.
7. Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas. Valstybės žinios, 2003, Nr. 70-3170.
8. Lietuvos Respublikos statybos įstatymas. 1996 m. kovo 19 d. Nr. I-1240. Nauja redakcija 2010-10-01 [žiūrėta 2015-11-03]. Prieiga per internetą: <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=378329>.
9. LST EN ISO 14688-1:2004 „Geotechniniai tyrinėjimai ir bandymai. Gruntų atpažintis ir klasifikavimas. 1 dalis. Atpažintis ir aprašymas“.
10. LST EN ISO 14688-2:2004 „Geotechniniai tyrinėjimai ir bandymai. Gruntų atpažintis ir klasifikavimas. 2 dalis. Klasifikavimo principai“.
11. Profesinės rizikos vertinimo bendrieji nuostatai. Valstybės žinios, 2012-10-31, Nr. 126-6350.
12. Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės. Valstybės žinios, 2004, Nr.134-4878. (Aktuali redakcija: TAR, 2014-02-14, Nr. 1536).
13. Saugos ir sveikatos taisyklių statyboje DT 5-00. Valstybės žinios, 2001-01-10, Nr. 3-74. (Valstybės žinios, 2011-06-28, Nr. 77-3785).
14. ST 121895674.06:2009 „Surenkamų konstrukcijų montavimo darbai“, [žiūrėta 2015-11-12]. Prieiga per internetą: <<http://www.statybostaisykles.lt/node/327>>.

15. STR 1.01.06:2013 „Ypatingi statiniai“.
16. STR 1.04.02:2011 „Inžineriniai geologiniai ir geotechniniai tyrimai“.
17. STR 1.05.06:2010 „Statinio projektavimas“.
18. STR 1.06.03:2002 „Statinio projekto ekspertizė ir statinio ekspertizė“
19. STR 1.09.04:2002 „Statinio projekto vykdymo priežiūra“.
20. STR 2.01.01(1):2005 „Esminiai statinio reikalavimai. Mechaninis patvarumas ir pastovumas“.
21. STR 2.01.01(3):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“.
22. STR 2.01.03:2009 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių projektinės vertės“.
23. STR 2.01.04:2004 „Gaisrinė sauga. Pagrindiniai reikalavimai“.
24. STR 2.01.09:2005 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“.
25. STR 2.02.02:2004 „Visuomeninės paskirties statiniai“.
26. STR 2.03.01:2001 „Statiniai ir teritorijos. reikalavimai žmonių su negalia reikmėms“.
27. STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“.
28. STR 2.05.02:2008 „Statinių konstrukcijos. Stogai“.
29. STR 2.05.03:2003 „Statybinių konstrukcijų projektavimo pagrindai“.
30. STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“.
31. STR 2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“.
32. STR 2.05.08:2005 „Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos“.
33. STR 2.05.08:2005 „Plieninių konstrukcijų projektavimas“.
34. STR 2.05.08:2005 6 priedas „Praktinio taikymo vadovas. Medžiagos. Elementų skaičiavimas“.
35. STR 2.05.08:2005 8 priedas „Praktinio taikymo vadovas. Jungčių skaičiavimas ir reikalavimai konstrukcijoms projektuoti“.

Knygos:

36. Kitinas V. Tipinių statybos procesų technologijos ir darbo organizavimo reglamentai: metodinė technologinių kortelių sudarymo medžiaga. Kaunas: Naujasis lankas, 2007, 368 p.
37. Sližytė D., Medzvieckas J., Mackevičius R. Pamatai ir pagrindai. Vilnius: Technika, 2012, 118 p.
38. Šimkus J. Pagrindai ir pamatai. Vilnius: Mokslas, 1985.

39. Zavadskas E. K., Mikšta P., Sakalauskas R., Šimkus J. R., Ustinovičius L. Statybos organizavimas. Vilnius: Technika, 2009, 272 p.

40. Zavadskas, E. K., Karablikovas, A., Malinauskas, P., Mikšta, P., Nakas, H., Sakalauskas, R. Statybos procesų technologija. Vilnius: Technika, 2008. ISBN 978-9955-28-172-6

Katalogai:

41. Plieninių profilių sortimentas. Valunta T., Janickas A. Statyba iš plieno. UAB „SERFAS“.

42. Profiliuotų laikančiųjų paklotų katalogas. Dr. hab. inž. Rafał J. Garncarek. Tabelaryczne zestawienia dopuszczalnych obciążeń blach trapezowych kaset ściennych elewacyjnych profili falistych.

Elektroniniai dokumentai:

43. Kėlimo kranas - [žiūrėta 2015-11-28]. Prieiga per internetą: <http://www.liebherr.ca/CR/en-GB/products_ca-cr.wfw/id-23360-0/measure-metric/tab-15718_85>.

44. Kėlimo kranas - [žiūrėta 2015-11-28]. Prieiga per internetą: <http://www.liebherr.com/AT/en-GB/products_at.wfw/id-3657-0/measure-metric>.

45. Pertvarų blokėliai „AEROC“ - [žiūrėta 2015-11-05]. Prieiga per internetą: <www.aeroc.lt/index.php?page=850&lang=lit&cnt=AEROC_Element>.

46. Sieninės daugiasluoksnės plokštės – [žiūrėta 2015-10-29]. Prieiga per internetą: <www.plokstes.kingspan.lt/KS1000-RW-6601.html>.

47. Stogo apsauginė tvorelė – [žiūrėta 2015-11-10]. Prieiga per internetą: <www.lemora.lt/lt/stogo-saugos-elementai/3103-apsaugine-tvorele.html>.

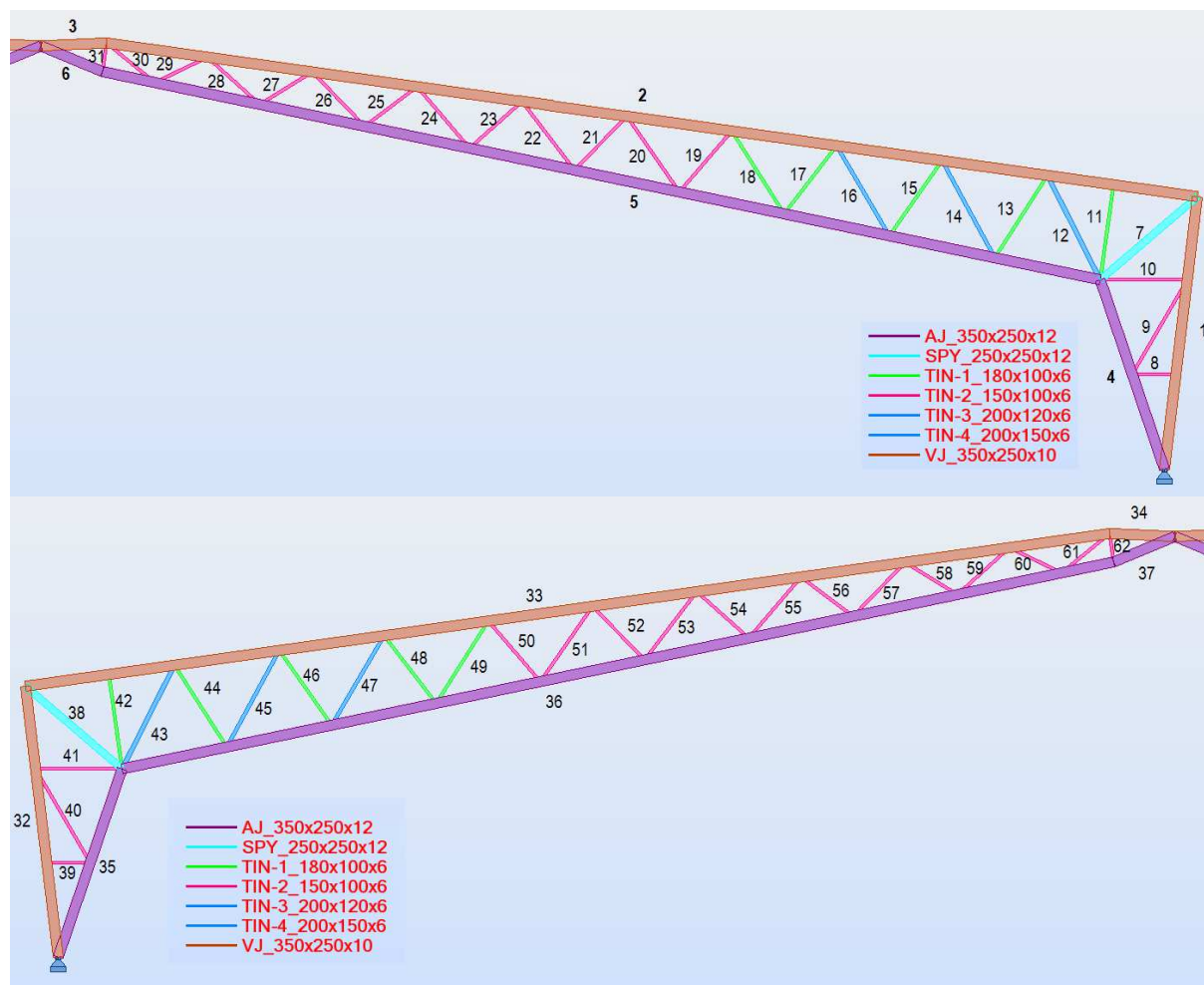
KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

PRIEDAI

KAUNAS, 2016

1 PRIEDAS

1. Lyginamojo rėmo su spyriais be statramsčių projektavimas



1.1 pav. Erdvinis skaičiuojamasis lyginamojo varianto modelis.

1.1 lentelė. Skaičiuojamųjų apkrovų derinių sukeltos didžiausios įrašos rėmo elementuose

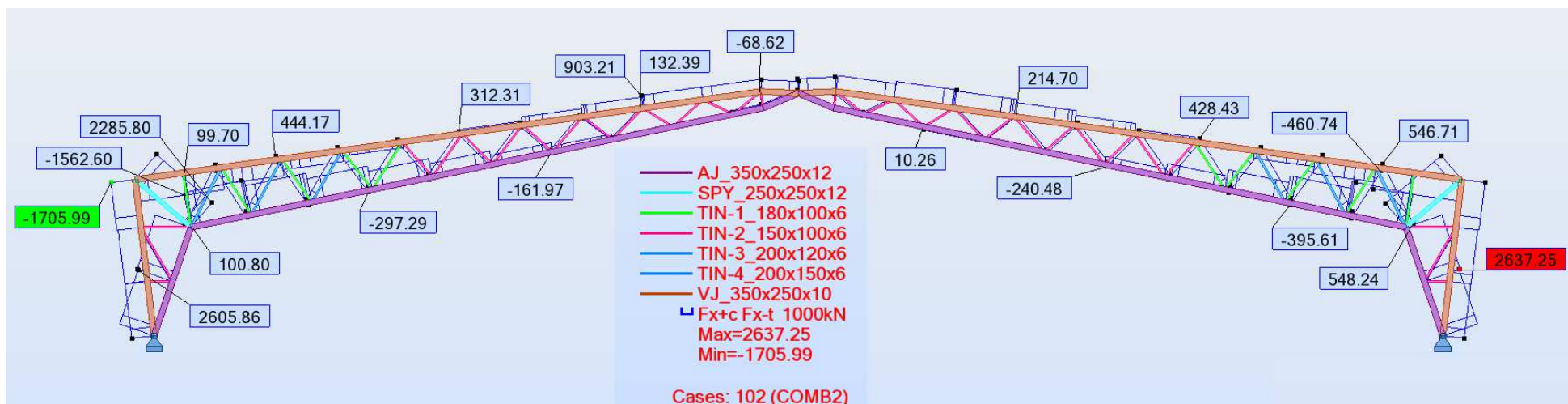
Eil. Nr.	Elemento numeris	Elemento ilgis, m	Maksimalios įrašos			Derinys
			Ašinė jėga N, kN	Skersinė jėga Q, kN	Lenkimo momentas M, kNm	
VJ						
1	1 ir 32	9,51	-1705,99	23,01	69,36	2 ULS
2	2 ir 33	38,24	-1562,60	97,11	-95,67	2 ULS
			1294,60	81,62	2,32	7 ULS
3	3 ir 34	2,28	-1505,50	112,28	-101,36	2 ULS
			1013,35	18,28	0	2 ULS
			1011,47	-23,66	6,14	2 ULS
AJ						
4	4 ir 35	6,93	2637,25	56,10	-94,36	2 ULS
			2605,86	57,23	-96,33	2 ULS
5	5 ir 36	35,38	2471,30	16,02	-27,38	2 ULS
			-96,35	22,35	-1,76	10 ULS

			-233,41	2,54	38,25	7 ULS
			-471,70	6,60	-0,65	10 ULS
6	6 ir 37	2,31	346,84	0,43	2,63	10 ULS
			-121,50	0,70	0	20 ULS
			344,56	-2,64	0	10 ULS
SPY						
7	7 ir 38	4,44	2285,80	0	0	2 ULS
TIN-1						
8	11 ir 42	3,32	115,52	0	0	2 ULS
9	13 ir 44	3,39	-460,74	0	0	2 ULS
10	15 ir 46	3,18	396,48	0	0	2 ULS
11	17 ir 48	2,98	-354,00	0	0	2 ULS
12	18 ir 49	3,40	429,39	0	0	2 ULS
TIN-2						
13	8 ir 39	1,52	25,68	0	0	7 ULS
14	9 ir 40	3,79	-104,73	0	0	8 ULS
15	10 ir 41	3,02	65,07	0	0	8 ULS
16	19 ir 50	2,79	-293,58	0	0	2 ULS
17	20 ir 51	3,19	365,16	0	0	2 ULS
18	21 ir 52	2,61	-241,03	0	0	2 ULS
19	22 ir 53	2,99	299,06	0	0	2 ULS
20	23 ir 54	2,43	-171,10	0	0	2 ULS
21	24 ir 55	2,80	215,33	0	0	2 ULS
22	25 ir 56	2,28	-108,44	0	0	2 ULS
23	26 ir 57	2,62	132,95	0	0	2 ULS
24	27 ir 58	2,14	-58,37	0	0	10 ULS
25	28 ir 59	2,45	-68,61	0	0	20 ULS
26	29 ir 60	2,02	172,27	0	0	10 ULS
27	30 ir 61	2,17	-188,68	0	0	10 ULS
28	31 ir 62	1,00	-74,03	0	0	10 ULS
TIN-3						
29	14 ir 45	3,83	541,52	0	0	ULS
30	16 ir 47	3,61	489,39	0	0	ULS
TIN-4						
31	12 ir 43	4,05	548,24	0	0	ULS

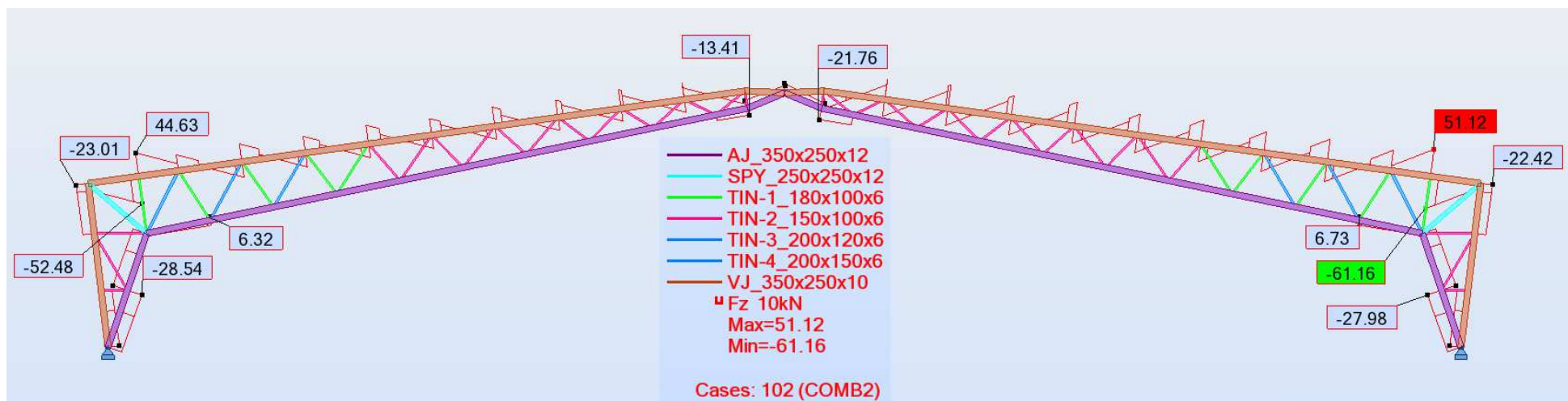
Pastaba: (-) ašinėse jėgose – tempimas.

Skaičiavimai atliekami pagal 3.3 skyrelį.

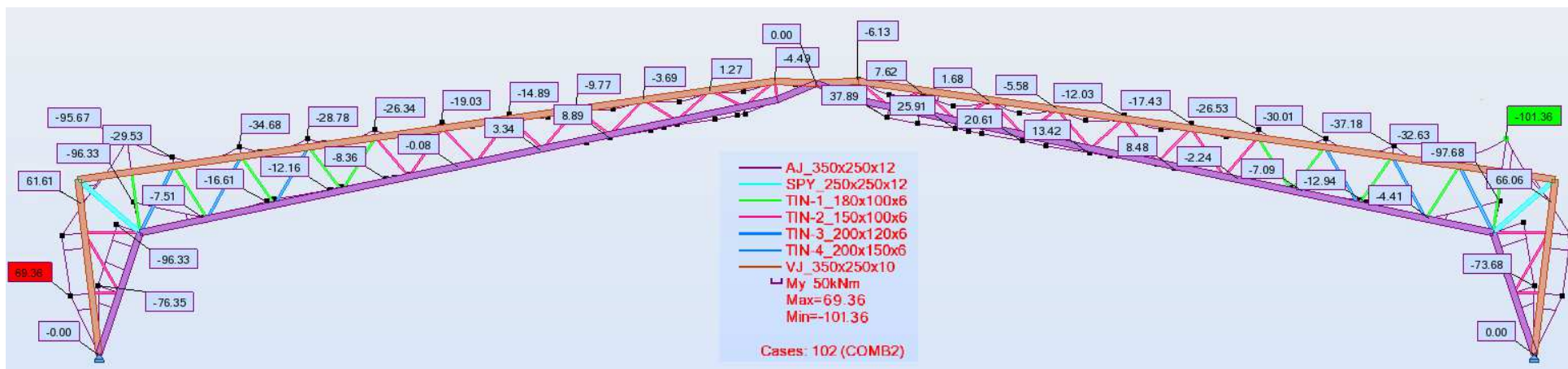
Rėmo be statramsčių ašinių, skersinių jėgų, lenkimo momentų ir įlinkių diagramos pateikiamos 1.2-1.4 paveikslėliuose.



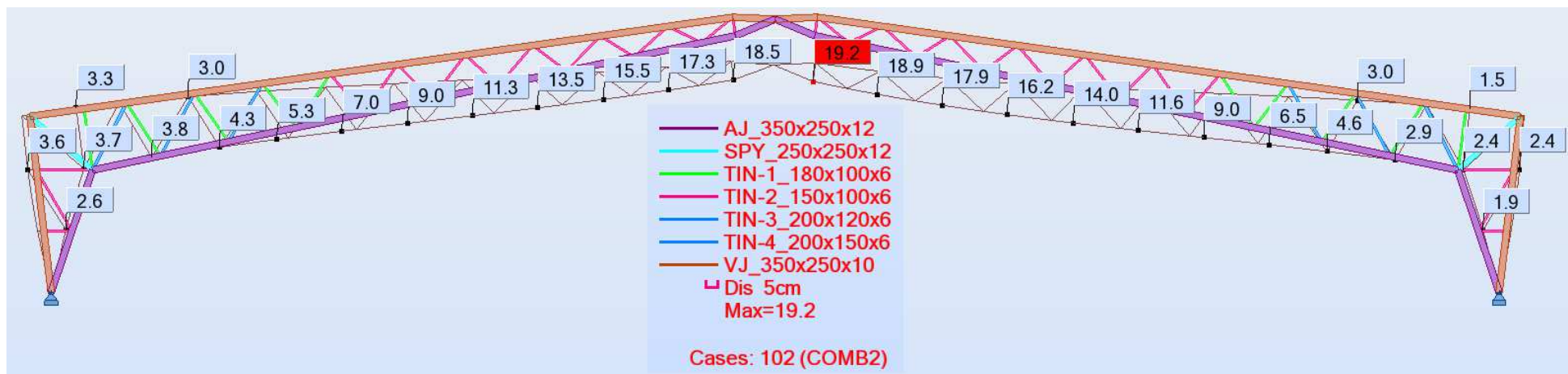
1.2 pav. Ašinių jėgų diagrama



1.3 pav. Skersinių jėgų diagrama



14. pav. Lenkimo momentų diagrama



15. pav. Įlinkių diagrama

1.1. Viršutinės rėmo juostos projektavimas

Projektuojama viršutinė juosta 2 (33 strypas).

Ekscentriškai gniuždomos viršutinės rėmo juostos projektavimas

Remiantis kompiuteriniu projektavimu, iš STR 2.05.08:2005 1 priedo 1 lentelės apytikriai pasirenkame gniuždomo strypo liaunius $\lambda_{y,0}=30$ ir $\lambda_{z,0}=40$. Nustatome klupumo koeficientą $\varphi_y=0,929$, darbo sąlygų koeficientas $\gamma_c=1,0$. Projektuojame pagal antrąjį derinį: $N_{Ed}=1294,60$ kN, $M_{y,Ed}=2,32$ kNm, $M_{z,Ed}=-0,56$ kNm.

Randame reikiamą skerspjūvio plotą, kuris reikalingas atlaikyti įrašą:

$$A_d = \frac{N_{Ed}}{\varphi \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{1294,60 \cdot 10^3}{0,929 \cdot 250 \cdot 10^2 \cdot 1,0} = 55,74 \text{ cm}^2;$$

Rėmo sijos viršutinė juosta suvaržyta plokštumoje kas 3,68 m, iš plokštumos – kas 3,53 m, todėl $l_{y,eff}=3,68$, $l_{z,eff}=3,53$ m. Paskaičiuojami reikalingi inercijos spinduliai:

$$i_{y,d} = \frac{l_{y,eff}}{\lambda_0} = \frac{368,0}{30} = 12,27 \text{ cm}; \quad i_{z,d} = \frac{l_{z,eff}}{\lambda_0} = \frac{353,0}{40} = 8,825 \text{ cm}.$$

Iš sortimento [207] parenkame stačiakampio skerspjūvio profilį 350x250x10, kurio $A_{net}=114,9$ cm²; $i_y=13,23$ cm; $i_z=10,19$ cm; $W_y=1149$ cm³; $W_z=955$ cm³; $m=90,2$ kg/m.

Tikrinami viršutinės juostos liauniai:

$$\lambda_y = \frac{l_{y,eff}}{i_y} = \frac{368,0}{13,23} = 27,82 < \lambda_{cu} = 150,6; \quad \lambda_z = \frac{l_{z,eff}}{i_z} = \frac{353,0}{10,19} = 34,65 < \lambda_{cu} = 150,6;$$

$$\text{kur: } \lambda_{cu} = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,49 = 150,6.$$

Tikrinamos sąlygos:

$$\tau_{w,Ed} \leq 0,5 f_{s,d} \rightarrow \frac{V_{Ed}}{t_w h_w} \leq 0,5 \cdot \frac{0,58 \cdot f_y}{\gamma_M} \rightarrow \frac{81,62 \cdot 10^3}{0,010 \cdot 0,35} \leq 0,5 \cdot \frac{0,58 \cdot 275 \cdot 10^6}{1,1};$$
$$23,32 < 72,50 \text{ MPa.}$$

$$\frac{N_{Ed}}{A_{net} f_{y,d}} > 0,1 \rightarrow \frac{1294,60 \cdot 10^3}{114,9 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6} > 0,1 \rightarrow 0,46 > 0,1.$$

Tikriname stiprumą:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^n + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} \leq 1,0;$$
$$\left(\frac{1294,60}{2872,50} \right)^{1,5} + \frac{2,32}{313,10} + \frac{0,56}{272,17} = 0,32 \leq 1,0$$

čia: - N_{Ed} , $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ skaičiuotinos ašinės jėgos bei lenkimo momentai rėmo plokštumoje ir iš plokštumos. Pateikiamos reikšmės – nepalankiausių derinių;

$N_{pl,Rd}$, $M_{pl,y,Rd}$, $M_{pl,z,Rd}$ - skaičiuojamosios ekscentriškai gniuždomo elemento atsparis bei skerspjūvio lenkiamieji atspariai pagal takumo ribą. Jie apskaičiuojami pagal formules:

$$N_{pl,Rd} = A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 1149 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1,0 = 287250 \text{ kN} ;$$

$$M_{pl,y,Rd} = c_{pl,y} \cdot W_{y,net,min} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 1,09 \cdot 1149 \cdot 10^{-6} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 31310 \text{ kNm};$$

$$M_{pl,z,Rd} = c_{pl,z} \cdot W_{z,net,min} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 1,14 \cdot 955 \cdot 10^{-6} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 27217 \text{ kNm};$$

čia: $c_{pl,y} = 1,09$; $c_{pl,z} = 1,14$, $n=1,5$ - plieninių konstrukcijų stiprumo skaičiavimo, įvertinant ribotas plastines deformacijas koeficientai, (žr. STR 2.05.08:2005 7.5 lentelę).

Tikrinama gniuždomųjų ir lenkiamųjų dviejose svarbiausiose plokštumose vientiso skerspjūvio strypų pastovumas:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,yz,Ed}} = \frac{1294,60}{2841,22} = 0,46 \leq 1,0, \text{ sąlyga tenkinama.}$$

čia: $N_{NM,yz,Ed}$ - skaičiuojamasis ekscentriškai gniuždomo dviejose plokštumose elemento pastovumo atsparis.

$$N_{NM,yz,Ed} = \varphi_{e,yz} \cdot A \cdot f_{y,d} \gamma_c = 0,989 \cdot 1149 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1,0 = 2841,22 \text{ kN}$$

Apskaičiuojame ekscentriškai gniuždomo dviejose plokštumose elemento klupumo koeficientą:

$$\varphi_{e,z} = \varphi_{e,z} \left(0,6\sqrt[3]{c} + 0,4\sqrt{c} \right) = 0,990 \cdot \left(0,6\sqrt[3]{0,997} + 0,4\sqrt{0,997} \right) = 0,989$$

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel,y}} = \frac{1}{1 + 0,55 \cdot 0,006} = 0,997$$

čia: α ir β – koeficientai, parenkami iš STR 2.05.08:2005 7.8 lentelės.

Sąlyginis strypo liaunis $\bar{\lambda}_y$ nustatomas pagal formulę:

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 27,82 \cdot \sqrt{\frac{250}{210000}} = 0,96$$

$$e_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{3,32}{1294,60} = 0,003 \text{ m};$$

$$e_{rel,y} = \frac{e_y \cdot A}{W_y} = \frac{0,003 \cdot 1149 \cdot 10^{-4}}{1149 \cdot 10^{-6}} = 0,03 \text{ m};$$

Sąlyginis strypo liaunis $\bar{\lambda}_z$:

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 34,65 \cdot \sqrt{\frac{250}{210000}} = 1,20$$

$$e_z = \frac{M_{z,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{0,56}{1294,60} = 0,0005 \text{ m}$$

$$e_{rel,z} = \frac{e_z \cdot A}{W_z} = \frac{0,0005 \cdot 114,9 \cdot 10^{-4}}{955 \cdot 10^{-6}} = 0,006 \text{ m}.$$

Naudodamiesi STR 2.05.08:2005 1 priedo 2 lentelę interpoliacijos būdu nustatome φ_e reikšmę. Koeficiento φ_e reikšmės nustatymui reikalingas strypo sąlyginis liaunis $\bar{\lambda}_z$ ir santykinis lyginamasis ekscentricitetas $e_{rel,z,eff}$, kurį apskaičiuojame taip:

$$e_{rel,z,eff} = k_{shape} \cdot e_{rel,z} = 1,63 \cdot 0,006 = 0,010 \text{ m};$$

$$k_{shape} = (1,75 - 0,1 \cdot e_{rel,z}) - 0,02 \cdot (5 - e_{rel,z}) \cdot \bar{\lambda}_z = (1,75 - 0,1 \cdot 0,006) - 0,02 \cdot (5 - 0,006) \cdot 1,2 = 1,63$$

$\varphi_{e,z} = 0,990$.

Ekscentriškai tempiamos viršutinės rėmo juostos projektavimas

Viršutinė rėmo juosta (2 ir 33 elementai) yra ne tik gniuždoma, bet ir tempiama, todėl turime patikrinti ir ją.

Projektuojame pagal pirmąjį derinį: $N_{Ed} = 1562,60 \text{ kN}$, $M_{y,Ed} = -95,67 \text{ kNm}$, $M_{z,Ed} = 0,05 \text{ kNm}$.

Apskaičiuojame reikiamą skerspjūvio plotą:

$$A_d \geq \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{1562,60 \cdot 10^3}{250 \cdot 10^2 \cdot 0,95} = 65,80 \text{ cm}^2;$$

Pagal Autodesk „Robot Structural Analysis Profesional“ skaičiavimus, parenkame stačiakampį profilį 350x250x10, kurio $A_{net} = 114,9 \text{ cm}^2$; $i_y = 13,23 \text{ cm}$; $i_z = 10,19 \text{ cm}$; $W_y = 1149 \text{ cm}^3$; $W_z = 955 \text{ cm}^3$; $m = 90,2 \text{ kg/m}$.

Tikriname skerspjūvio atsparumą ašinei jėgai ir lenkimo momentui:

$$\left(\frac{1562,60}{2728,88} \right)^{1,5} + \frac{95,67}{313,10} + \frac{0,05}{272,17} \leq 1,0;$$

Sąlyga tenkinama $0,75 < 1,0$, atsarga 25%.

Skaičiuojame viršutinės juostos lenkiamąjį atsparį pagal STR 2.05.08:2005 VI skirsnį:

$$M_{c,Rd} = W_{net,min} f_{y,d} \gamma_c = 955 \cdot 10^{-6} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 226,81 \text{ kNm};$$

Lenkiamųjų elementų stiprumas tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{95,67 \cdot 10^3}{226,81 \cdot 10^3} = 0,43 \leq 1,0, \text{ lenkiamasis stiprumas pakankamas.}$$

čia: $M_{c,Rd}$ – skaičiuotino skerspjūvio lenkiamojo tampriojo stiprumo atspario reikšmė.

Tikrinant lenkiamųjų elementų kerpamąjį stiprį, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{97,11}{397,10} = 0,25 \leq 1,0, \text{ sąlyga tenkinama.}$$

čia: $V_{c,Rd}$ - kerpamasis atsparis, pagal formulę:

$$V_{c,Rd} = \frac{I_y \cdot t_w}{S_y} f_{s,d} \cdot \gamma_c = \frac{20100 \cdot 10^{-8} \cdot 0,010}{697,25 \cdot 10^{-6}} \cdot 145 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 397,10 \text{ kN};$$

čia: S_y - profilio statinis momentas pagal y ašį:

$$S_y = 0,25 \cdot 0,010 \cdot \left(\frac{0,35}{2} - \frac{0,010}{2} \right) + \frac{\left(\frac{0,35}{2} - 0,010 \right)^2}{2} \cdot 0,010 \cdot 2 = 697,25 \text{ cm}^3;$$

$f_{s,d}$ - plieno skaičiuotinis šlyties stipris:

$$f_{s,d} = 0,58 f_y / \gamma_M = 0,58 \times 275 / 1,1 = 145 \text{ MPa.}$$

$$\lambda_{\max} = \lambda_z = 353 / 10,19 = 34,65 < \lambda_{tu} = 400,$$

sąlyga tenkinama, apskaičiuotas liauni neviršija ribinės reikšmės (žr. STR 2.05.08:2005 7.19 lent.).

Kiti viršutinių juostų skaičiavimai analogiškai pateiktajam, todėl skaičiavimų nerodome, pateikiame rezultatus 1.2 lentelėje.

Apatinės rėmo juostos projektavimas

Apatinės rėmo juostos skaičiavimas analogiškas viršutinės juostos skaičiavimui. Galutiniai skaičiavimų rezultatai pateikiami 1.2 lentelėje.

1.2. Gniuždomojo rėmo tinklelio skaičiavimas

Projektuojame 12 (43) rėmo elementą. Elementą veikiančio įrašos imamos iš pirmame priede pateiktos 1.1 lentelės. Parenkame pradinį strypo liaunį $\lambda_{y,0} = 70$, $\lambda_{z,0} = 60$, nustatome klupumo koeficientą $\varphi_y = 0,747$.

Skaičiuojame reikiamą skerspjūvio plotą:

$$A_d = \frac{N_{Ed}}{\varphi \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{548,24 \cdot 10^3}{0,747 \cdot 250 \cdot 10^2 \cdot 1,0} = 29,36 \text{ cm}^2.$$

Randame spyrio skaičiuojamąjį ilgį:

$$l_{y,eff} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 4,05 = 3,645 \text{ m}; \quad l_{z,eff} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 4,05 = 3,645 \text{ m m.}$$

Apskaičiuojame reikiamus inercijos spindulius:

$$i_{y,d} = \frac{l_{y,eff}}{\lambda_{y,0}} = \frac{364,5}{70} = 5,21 \text{ cm}; \quad i_{z,d} = \frac{l_{z,eff}}{\lambda_{z,0}} = \frac{364,5}{60} = 6,08 \text{ cm}.$$

Iš sortimento parenkamas □200x150x6 kvadratinis profilis, kurio:

$A_{net} = 40,17 \text{ cm}^2$; $i_y = 6,079 \text{ cm}$, $i_z = 7,597 \text{ cm}$; $m = 31,5 \text{ kg/m}$; $W_y = 198 \text{ cm}^2$, $W_z = 231,8 \text{ cm}^2$.

$$\text{Gniuždomo spyrio liauniai: } \lambda_y = \lambda_z = \frac{l_{eff}}{i} = \frac{364,5}{6,079} = 60,0.$$

Tikriname stiprumą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0 \rightarrow \frac{548,24}{750,17} \leq 1,0 \rightarrow 0,74 \leq 1,0, \text{ sąlyga tenkinama.}$$

$$\text{čia } N_{c,Rd} = \varphi_{min} \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,747 \cdot 40,17 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 750,17 \text{ kN};$$

Tikrinama ribinio liaunio sąlyga:

$$\lambda_u = 210 - 60 \cdot \alpha = 210 - 60 \cdot 0,74 = 165,6 > \lambda_z = 60,00, \text{ sąlyga tenkinama.}$$

Sąlygos tikrinamos spyrio su viršutine ir apatine juosta pagal (3.3.53) formules:

$$200 \leq 250 - 2 \cdot (10 + 6) \rightarrow 200 < 218; \quad 200 \leq 250 - 2 \cdot (12 + 6) \rightarrow 200 < 214;$$

$$200 \geq 0,6 \cdot 250 \rightarrow 200 > 150; \quad 200 \geq 0,6 \cdot 250 \rightarrow 200 > 150;$$

Sąlygos tenkinamos.

$$\frac{h}{t_w} = \frac{250}{10} = 25 < 60, \text{ sąlyga tenkinama.}$$

Kiti gniuždomieji rėmo tinklelio elementai skaičiuojami analogiškai, todėl jų skaičiavimo nepateikiame.

1.3. Tempiamojo rėmo tinklelio elemento projektavimas

Tikrinamas 13 (44) elementas. Elemente esanti tempianti įraša $N_{Ed} = 460,74 \text{ kN}$.

Apskaičiuojamas reikiamas skerspjūvio plotas:

$$A_d = \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{460,74 \cdot 10^3}{250 \cdot 10^2 \cdot 0,95} = 19,40 \text{ cm}^2.$$

Pagal Autodesk „Robot Structural Analysis Profesional“ skaičiavimus, parenkame stačiakampį profilį 180x100x6, kurio:

$A_{net} = 31,77 \text{ cm}^2$; $i_y = 4,105 \text{ cm}$, $i_z = 6,518 \text{ cm}$; $m = 26,8 \text{ kg/m}$; $W_y = 107,1 \text{ cm}^2$;
 $W_z = 150,0 \text{ cm}^2$.

Didžiausias skaičiuojamasis spyrio ilgis:

$$l_{y,eff} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 3,39 = 3,05 \text{ m}, l_{z,eff} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 3,39 = 3,05 \text{ m}.$$

Tikriname stiprumą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0 \rightarrow \frac{460,74}{754,54} \leq 1,0 \rightarrow 0,62 \leq 1,0, \text{ sąlyga tenkinama.}$$

$$\text{čia: } N_{pl,Rd} = A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 31,77 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 0,95 = 754,54 \text{ kN};$$

$$\text{Didžiausias spyrio liaunis: } \lambda_y = \frac{l_{eff,y}}{i_y} = \frac{305}{4,105} = 74,30, \quad \lambda_z = \frac{l_{eff,z}}{i_z} = \frac{3,05}{6,518} = 46,80.$$

Tikrinama ribinio liaunio sąlyga: $\lambda_u = 400 > \lambda_y = 74,30$; - Sąlyga tenkinama

$$\lambda_u = 400 > \lambda_z = 46,80; - \text{Sąlyga tenkinama}$$

Tinklelio elementai taip pat turi tenkinti (3.3.53) formulių sąlygas.

Spyris su viršutine ir apatine juosta:

$$180 \leq 250 - 2 \cdot (6 + 10) \rightarrow 180 \leq 218; \quad 180 \leq 250 - 2 \cdot (6 + 12) \rightarrow 180 \leq 214;$$

$$180 \geq 0,6 \cdot 250 \rightarrow 180 > 150; \quad 180 \geq 0,6 \cdot 250 \rightarrow 180 > 150;$$

Sąlygos tenkinamos, spyris neturėtų būti išplėštas.

$$\text{Tikrinama sąlyga pagal 3.3.54 formulę: } \frac{h}{t_w} = \frac{180}{6} = 30 < 60, \text{ sąlyga tenkinama.}$$

Kiti tempiamieji rėmo tinklelio elementai skaičiuojami analogiškai, todėl jų skaičiavimo nepateikiame.

1.4. Rėmo elementų išnaudojimų palyginimas

Trišarnyris rėmas buvo projektuotas kompiuterine programa Autodesk „Robot Structural Analysis Profesional“ pagal Eurocodą ir skaičiuota rankiniu būdu pagal STR. Skaičiavimų rezultatus (elementų išnaudojimą) palyginsime 1.2 lentelėje.

1.2 lentelė. Rėmo be statramsčių skaičiavimų palyginimai

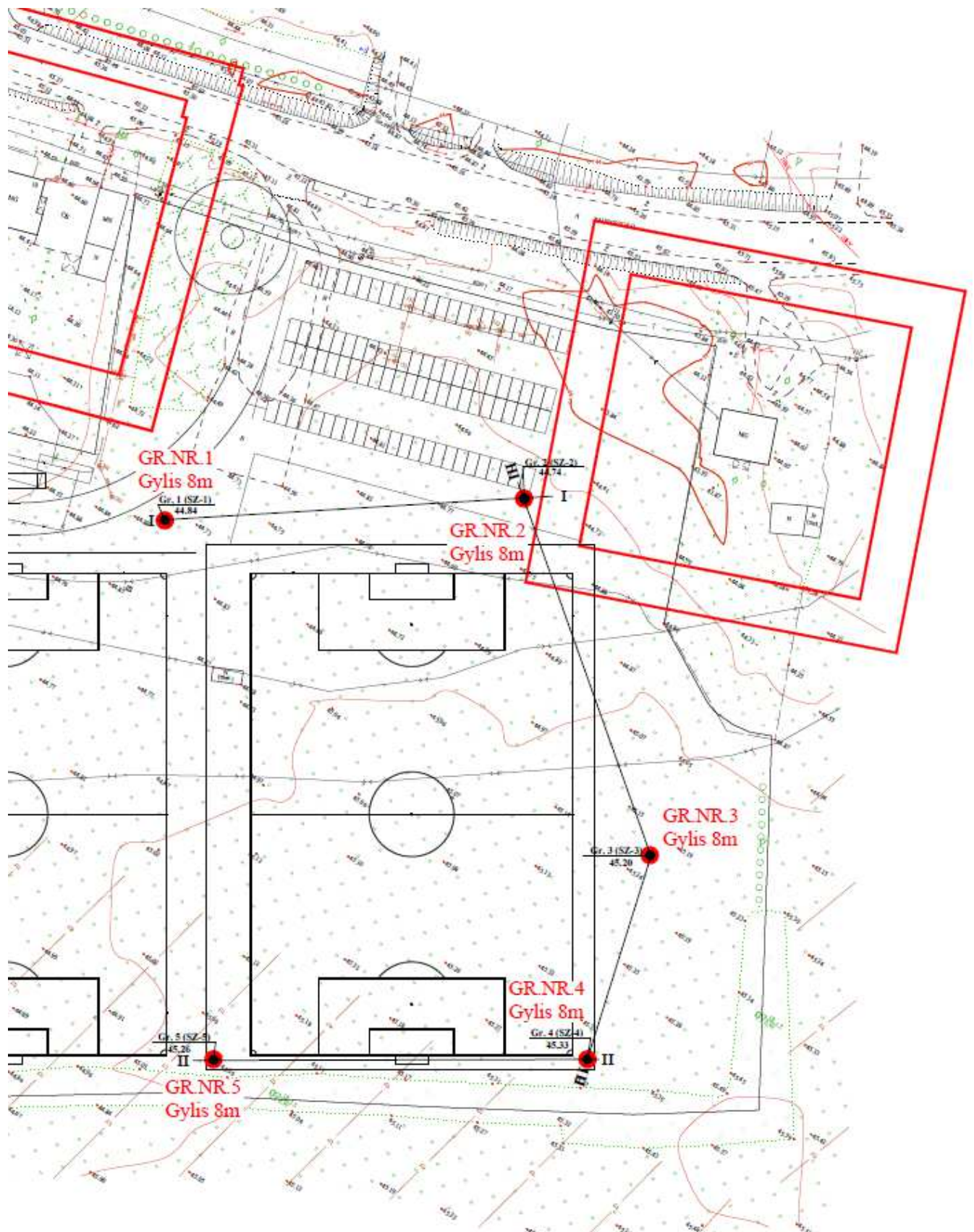
	Elemento pavadinimas	Elemento skerspjūvis	Elemento išnaudojimas pagal EC, %	Elemento išnaudojimas pagal STR, %	Skirtumas
AJ	4 ir 35	□350x250x12	89	88	1
	5 ir 36		96	74	22
	6 ir 37		13	11	2
VJ	1 ir 32	□350x250x10	53	72	-19
	2 ir 33		50	75	-25
	3 ir 34		34	38	-4
SPY	7 ir 38	□250x250x12	79	89	-10
TIN-1	11 ir 42	□180x100x6	18	19	-1
	13 ir 44		50	62	-12
	15 ir 46		43	65	-22
	17 ir 48		38	47	-9
	18 ir 49		84	70	-14
TIN-2	8 ir 39	□150x100x6	3	5	-2
	9 ir 40		13	16	-3
	10 ir 41		11	12	-1
	19 ir 50		36	44	-8
	20 ir 51		83	68	15

	21 ir 52		29	36	-7
	22 ir 53		68	52	16
	23 ir 54		21	26	-5
	24 ir 55		49	39	10
	25 ir 56		13	17	-4
	26 ir 57		30	24	6
	27 ir 58		9	9	0
	28 ir 59		15	11	4
	29 ir 60		40	29	11
	30 ir 61		23	29	-6
	31 ir 62		9	12	--3
TIN-3	14 ir 45	□200x120x6	74	75	-1
	16 ir 47		67	70	-3
TIN-4	12 ir 43	□200x150x6	59	65	-7

Pagal 1 priedo 1.2 lentelės duomenis matome procentais išreikštą elementų išnaudojimą. Didžiausias skirtumas tarp STR ir EC išnaudojimų – 25%. Didžiausias elementų išnaudojimas pagal EC 96% (apatinės juostos skaičiavime) ir 89% pagal STR (spyrio skaičiavime). Rėmas suprojektuotas iš septynių skirtingų elementų skerspjūvių. Daugiau skirtingų elementų neįtraukėme, kad rėmo montavimas nebūtų painus dėl didelio kiekio skirtingų skerspjūvių.

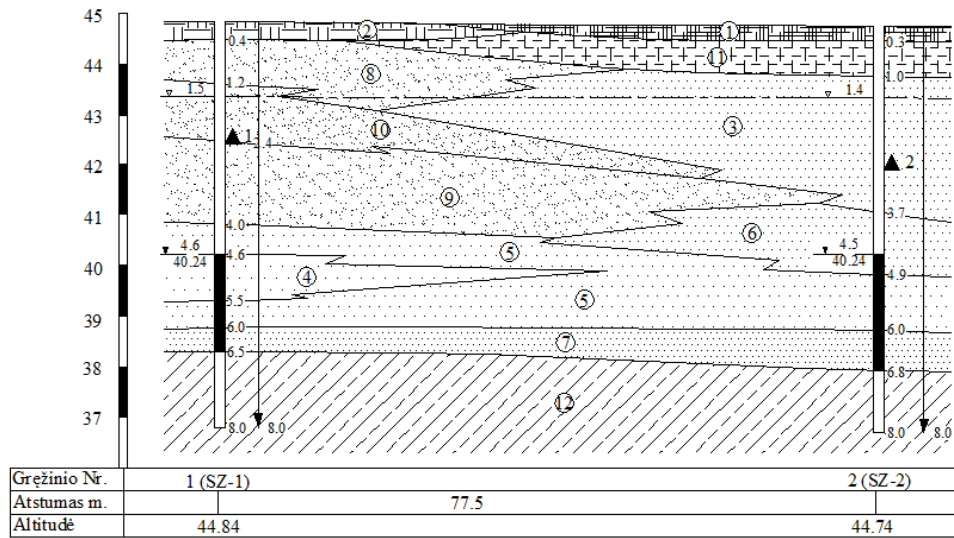
2 PRIEDAS

Sklypo dalies planas su grunto tyrimų vietomis

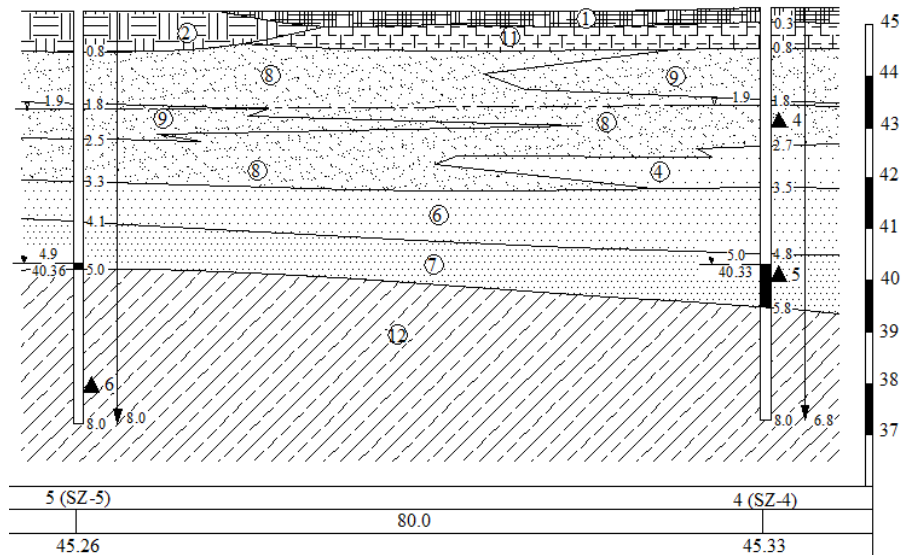


Geologiniai pjūviai

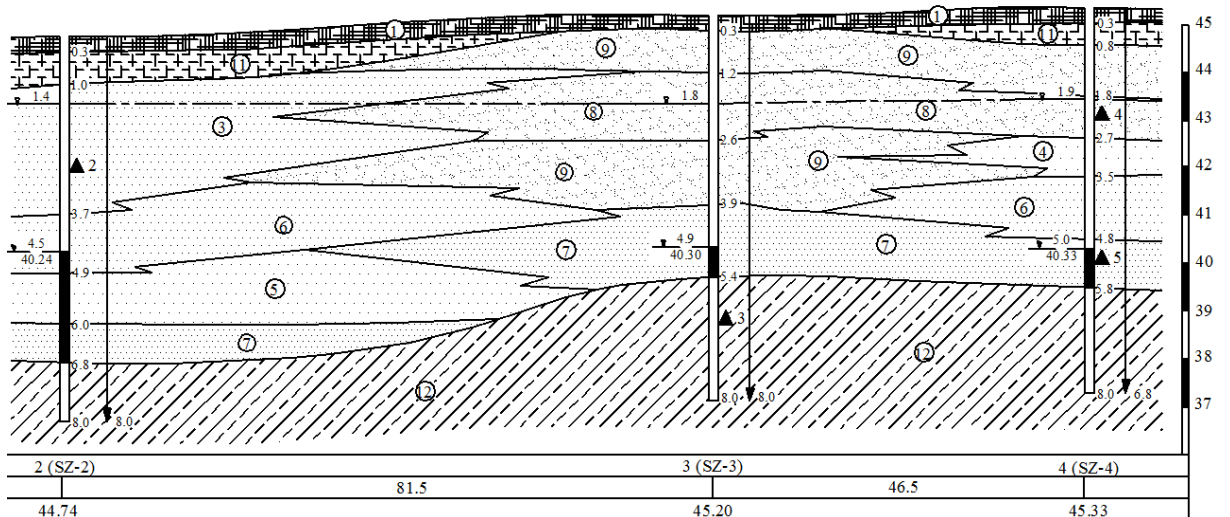
GEOLOGINIS - LITOLOGINIS PJŪVIS I-I



GEOLOGINIS - LITOLOGINIS PJŪVIS II-II



GEOLOGINIS - LITOLOGINIS PJŪVIS III-III



3 PRIEDAS

Profesinės rizikos įvertinimo kortelė

UAB „Rekosta“

PROFESINĖS RIZIKOS ĮVERTINIMO KORTELĖ

2016-06-22 Nr. 001

Įmonės ekonominės veiklos rūšis – statyba, projektavimas, inžineriniai tinklai.

Rizikos vertinimo objektas – Sporto centro Jonavoje, rėmų montavimo technologinis procesas.

Darbuotojų skaičius – 22, iš jų: riboto darbingumo asmenys – nėra, jauni asmenys – 4, nėščios, neseniai pagimdžiusios ar krūtimi maitinančios moterys – nėra.

Profesinės rizikos veiksnys		Esamos apsaugos priemonės	Nustatytas profesinės rizikos dydis ir priimtumas
Veiksnių pavadinimas	Kiekybiškai įvertintas veiksnio dydis		
1	2	3	4
Rėmo elementų pakrovimas/iškrovimas	2	Pirštinės, šalmai, darbiniai rūbai, avalynė.	Labai maža; priimtina
Rėmo kėlimas ir reguliavimas	2	Pirštinės, šalmai, darbiniai rūbai, avalynė.	Labai maža; priimtina
Rėmo fiksavimas projekcinėje padėtyje	1	Pirštinės, šalmai, darbiniai rūbai, avalynė.	Labai maža; priimtina
Ruošimas suvirinimui	1	Pirštinės, šalmai, darbiniai rūbai, avalynė.	Labai maža; priimtina
Rėmo elementų suvirinimas	1	Pirštinės, šalmai, darbiniai rūbai, avalynė, apsauginiai akiniai, apsauginis suvirinimo skydelis, ausų kištukai.	Labai maža; priimtina
Laikinių ryšių įrengimas	2	Pirštinės, šalmai, darbiniai rūbai, avalynė.	Labai maža; priimtina

Kortelę užpildė

Darbuotojų saugos ir sveikatos specialistas

(pareigų pavadinimas)

(parašas)

Jurgis Jurgilevičius

(vardas ir pavardė)

Direktorius

(darbdavio ar jam atstovaujančio asmens pareigų pavadinimas)

(parašas)

Petras Petravičius

(vardas ir pavardė)

Profesinės rizikos įvertinimas atnaujintas

2015-07-15

(data)

Profesinės rizikos įvertinimą atnaujino

Darbuotojų saugos ir sveikatos specialistas

(pareigų pavadinimas)

(parašas)

Jurgis Jurgilevičius

(vardas ir pavardė)

Pastabos _____

4 PRIEDAS

Rėmas su statramsčiais

MEDŽIAGŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS					
		Sudaryta pagal 2015.10 kainas			
Statinių grupė 1208 Sporto sale Jonavoje					
Statinys 1					
Žiniaraštis 1					
2015-12-15					
Resurso kodas	Pavadinimas	Mato vnt	Kaina EUR	Kiekis	Vertė EUR
1	METALAS				
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	1.94	1963.116	3808.45
120051	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	1.93	1824.444	3521.18
520003	Plieninės statybinės konstrukcijos	t	1455.18	420.84	612397.95
520349	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	1.46	1403.604	2049.26
	Iš viso				621776.84
4	APDAILOS MEDŽIAGOS				
230178	Glifalinis gruntas	t	3053.96	1.47294	4498.3
230436	Gruntas Pyrotec	kg	6.23	1129.716	7038.13
230437	Dažai Pyrotec	kg	8.26	11297.16	93314.54
	Iš viso				104850.97
8	MEDŽIO GAMINIAI				
534001	Rąstai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	m3	80.44	5.05008	406.23
	Iš viso				406.23
12	KITOS MEDŽIAGOS				
810042	Skudurai	kg		12.6252	
	Iš viso				
	Iš viso				727034.04

MECHANIZMŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS				
		Sudaryta pagal 2015.10 kainas		
Statinių grupė 1208 Sporto sale Jonavoje				
Statinys 1				
Žiniaraštis 1				
2015-12-15				
Resurso kodas	Pavadinimas	Darbo val. kaina EUR	Darbo valandų skaičius	Vertė EUR
368184	Kompresorius kilnojamas su el. varikliu	2.8	729.1674	2041.67
380004	Suvirinimo transformatorius	2.8	2104.2	5891.76
489034	Kranas ant automob. važiuoklės keliam. galios iki 10 t	22.61	188.136	4253.75
489051	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam. galios	27.73	294.588	8168.93
	Iš viso			20356.11

DARBO UŽMOKESČIO ŽINIARAŠTIS								
Sudaryta pagal 2015.10 kainas								
Statinių grupė 1208 Sporto sale Jonavoje								
Statinys 1								
Žiniaraštis 1								
2015-12-15								
Sąm. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Darbo sąn. žm./val.	Kateggorija	Tarifinis atlygis	Darbo užmok. EUR
1								
1	N9P-0102	Metalinių gegnių ir pogeigninių santvarų montavimas , kai anga daugiau 24m, santvarų masė daugiau 5,0t k8=1.09	t	279.756	3049.34	4.5	5.55	16923.84
2	N9P-0102	Metalinių gegnių ir pogeigninių santvarų montavimas , kai anga daugiau 24m, santvarų masė iki 5,0t k8=1.09	t	141.084	2341.99	4.5	5.55	12998.07
3	N13-184	Vidutinio tipo metalinių konstrukcijų nuvalymas	t	420.84	799.6	2.0	4.02	3214.38
4	N13-187	Vidutinio tipo metalinių konstrukcijų gruntavimas	t	420.84	1515.02	3.0	4.77	7226.66
5	N13-198	Metalinių juostinių paviršių padengimas ugniai atspariais dažais 1250 mikronų sluoksniu purkštuvu k8=1.17	m2	5608.98	1233.98	4.0	5.39	6651.13
6	N13-197	Metalinių juostinių paviršių padengimas ugniai atspariais dažais 1250 mikronų sluoksniu teptuku k8=1.17	m2	39.6	17.82	3.5	5.04	89.81
Iš viso skyriuje 1				8957.75			47104.0	
Iš viso žiniaraštyje 1				8957.75			47104.0	

SUDERINTA: _____ TŪKST.LT.				TVIRTINU: _____ TŪKST.LT.			
ATSAKINGAS ATSTOVAS _____				ATSAKINGAS ATSTOVAS			
2012 M. MĖN. D.				2012 M. MĖN. D.			
LOKALINĖ SĄMATA							
Sudaryta pagal 2015.10 kainas							
Statinių grupė 1208 Sporto sale Jonavoje							
Statinys 1							
Žiniaraštis 1							
2015.12.08				Suma žiniaraščiui 1183358.22 EUR			
Sąm. eil.	Darbo ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma	Kiekis	Kaina EUR	Iš viso EUR	
1							
1 N9P-0102			t		279.756		
	Metalinių gegnių ir pogeigninių santvarų montavimas , kai anga daugiau 24m, santvarų masė daugiau 5,0t k8=1.09						
	Darbo sąn. kateg. 4.5	žm.val.	10.9	3049.3404	5.55	16923.84	

120038	Suvirinimo elektrodai	kg	5.0	1398.78	1.94	2713.63
120051	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	4.0	1119.024	1.93	2159.72
520003	Plieninės statybinės konstrukcijos	t	1.0	279.756	1455.18	407095.34
520349	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	3.0	839.268	1.46	1225.33
534001	Rąstai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	m3	0.012	3.35707	80.44	270.04
380004	Suvirinimo transformatorius	maš.val	5.0	1398.78	2.8	3916.58
489034	Kranas ant automob. važiuoklės keliam.galios iki 10 t	maš.val	0.38	106.30728	22.61	2403.61
489051	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam. galios	maš.val	0.7	195.8292	27.73	5430.34
N9P-0102 Darbo užm. 16923.84 Medžiagos 413464.06			Mechanizmai 11750.53		Iš viso 442138.43	
2 N9P-0102		t		141.084		
	Metalinų gegnių ir pogežnių santvarų montavimas, kai anga daugiau 24m, santvarų masė iki 5,0t k8=1.09					
	Darbo sąn. kateg. 4.5	žm.val.	16.6	2341.9944	5.55	12998.07
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	4.0	564.336	1.94	1094.81
120051	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	5.0	705.42	1.93	1361.46
520003	Plieninės statybinės konstrukcijos	t	1.0	141.084	1455.18	205302.62
520349	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	4.0	564.336	1.46	823.93
534001	Rąstai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	m3	0.012	1.69301	80.44	136.19
380004	Suvirinimo transformatorius	maš.val	5.0	705.42	2.8	1975.18
489034	Kranas ant automob. važiuoklės keliam.galios iki 10 t	maš.val	0.58	81.82872	22.61	1850.15
489051	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam. galios	maš.val	0.7	98.7588	27.73	2738.58
N9P-0102 Darbo užm. 12998.07 Medžiagos 208719.01			Mechanizmai 6563.91		Iš viso 228280.99	
3 N13-184		t		420.84		
	Vidutinio tipo metalinių konstrukcijų nuvalymas					
	Darbo sąn. kateg. 2.0	žm.val.	1.9	799.596	4.02	3214.38
810042	Skudurai	kg	0.03	12.6252		
N13-184 Darbo užm. 3214.38 Medžiagos			Mechanizmai		Iš viso 3214.38	
4 N13-187		t		420.84		
	Vidutinio tipo metalinių konstrukcijų gruntavimas					
	Darbo sąn. kateg. 3.0	žm.val.	3.6	1515.024	4.77	7226.66
230178	Gliftalinis gruntas	t	0.0035	1.47294	3053.96	4498.3
N13-187 Darbo užm. 7226.66 Medžiagos 4498.30			Mechanizmai		Iš viso 11724.96	
5 N13-198		m2		5608.98		
	Metalinių juostinių paviršių padengimas ugniai atspariais dažais 1250 mikronų sluoksniu purkštuvu k8=1.17					
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	0.22	1233.9756	5.39	6651.13
230436	Gruntas Pyroprotect	kg	0.2	1121.796	6.23	6988.79
230437	Dažai Pyroprotect	kg	2.0	11217.96	8.26	92660.35
368184	Kompresorius kilnojamas su el. varikliu	maš.val	0.13	729.1674	2.8	2041.67
N13-198 Darbo užm. 6651.13 Medžiagos 99649.14			Mechanizmai 2041.67		Iš viso 108341.94	
6 N13-197		m2		39.6		
	Metalinių juostinių paviršių padengimas ugniai atspariais dažais 1250 mikronų sluoksniu teptuku k8=1.17					
	Darbo sąn. kateg. 3.5	žm.val.	0.45	17.82	5.04	89.81

230436	Gruntas Pyrotect	kg	0.2	7.92	6.23	49.34
230437	Dažai Pyrotect	kg	2.0	79.2	8.26	654.19
N13-197	Darbo užm. 89.81 Medžiagos 703.53			Mechanizmai		Iš viso 793.34
	Iš viso skyruije 1 Darbo užm. 47104 Medžiagos 727034			Mechanizmai 20356		Iš viso 794494
	Viso žiniaraštyje 1 Darbo užm. 47104 Medžiagos 727034			Mechanizmai 20356		Iš viso 794494
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%			21811		
	Papildomų mechanizmų vertė 3.00%				611	
	Sezoniniai darbai 15.00% (0)					
	Specifiniai darbai 17.00%		3839			
	Papildomas darbo užmokestis 8.00%(47104+3839)		4075			
	Viso:		55018	748845	20967	824830
	Soc.draudimo išlaidos 31.00%(47104+3839+4075)		17056			
	Statinio statybos išlaidos	Viso:	72074	748845	20967	841886
	Statybvietės išlaidos 9.00%					75770
	Iš viso tiesioginės išlaidos					917656
	Pridėtinės išlaidos 25.00%(47104+3839+4075)					13755
	Pelnas 5.00%(917656+13755)					46571
	Iš viso netiesioginės išlaidos					60326
				Bendra vertė be PVM		977982
	Pridėtinės vertės mokestis 21.00%					205376.22
				Bendra vertė su PVM		1183358.22
	Sudarė :					
	Ingrida Marašinskaitė					

Rėmas be statramsčių

MEDŽIAGŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS					
Sudaryta pagal 2015.10 kainas					
Statinių grupė 1208 Sporto sale Jonavoje					
Statiny 1					
Žiniaraštis 1					
2015-12-15					
Resurso kodas	Pavadinimas	Mato vnt	Kaina EUR	Kiekis	Vertė EUR
1	METALAS				
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	1.94	2094.156	4062.66
120051	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	1.93	1955.196	3773.53
520003	Plieninės statybinės konstrukcijos	t	1455.18	449.928	654726.23
520349	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	1.46	1505.268	2197.69
	Iš viso				664760.11
4	APDAILOS MEDŽIAGOS				
230178	Gliftalinis gruntas	t	3053.96	1.57475	4809.22
230436	Gruntas Pyrotect	kg	6.23	1119.528	6974.66
230437	Dažai Pyrotect	kg	8.26	11195.28	92473.01
	Iš viso				104256.89
8	MEDŽIO GAMINIAI				
534001	Rąstai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	m3	80.44	5.39914	434.31
	Iš viso				434.31
12	KITOS MEDŽIAGOS				
810042	Skudurai	kg		13.49784	

	Iš viso				
	Iš viso				769451.31

MECHANIZMŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS				
Sudaryta pagal 2015.10 kainas				
Statinių grupė	1208 Sporto sale Jonavoje			
Statinys	1			
Žiniaraštis	1			
2015-12-15				
Resurso kodas	Pavadinimas	Darbo val. kaina EUR	Darbo valandų skaičius	Vertė EUR
368184	Kompresorius kilnojamas su el. varikliu	2.8	722.5452	2023.13
380004	Suvirinimo transformatorius	2.8	2249.64	6298.99
489034	Kranas ant automob. važiuoklės keliam.galios iki 10 t	22.61	202.06944	4568.79
489051	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam. galios	27.73	314.9496	8733.55
	Iš viso			21624.46

DARBO UŽMOKESČIO ŽINIARAŠTIS								
Sudaryta pagal 2015.10 kainas								
Statinių grupė	1208 Sporto sale Jonavoje							
Statinys	1							
Žiniaraštis	1							
2015-12-15								
Sąm. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Darbo sąn., žm./val.	Kateggorija	Tarif. atlygis	Darbo užmok. EUR
				1				
1	N9P-0102	Metalinių gegnių ir pogežnių santvarų montavimas , kai anga daugiau 24m, santvarų masė daugiau 5,0t k8=1.09	t	294.444	3209.44	4.5	5.55	17812.39
2	N9P-0102	Metalinių gegnių ir pogežnių santvarų montavimas , kai anga daugiau 24m, santvarų masė iki 5,0t k8=1.09	t	155.484	2581.03	4.5	5.55	14324.74
3	N13-184	Vidutinio tipo metalinių konstrukcijų nuvalymas	t	449.928	854.86	2.0	4.02	3436.55
4	N13-187	Vidutinio tipo metalinių konstrukcijų gruntavimas	t	449.928	1619.74	3.0	4.77	7726.16
5	N13-198	Metalinių juostinių paviršių padengimas ugniai atspariais dažais 1250 mikronų sluoksniu purkštuvu k8=1.17	m2	5558.04	1222.77	4.0	5.39	6590.72
6	N13-197	Metalinių juostinių paviršių padengimas ugniai atspariais dažais 1250 mikronų sluoksniu teptuku k8=1.17	m2	39.6	17.82	3.5	5.04	89.81
Iš viso skyriuje 1					9505.67			49980.0
Iš viso žiniaraštyje 1					9505.67			49980.0

SUDERINTA: _____ TŪKST.LT.				TVIRTINU: _____ TŪKST.LT.		
ATSAKINGAS ATSTOVAS _____				ATSAKINGAS ATSTOVAS		
2012 M. MĖN. D.				2012 M. MĖN. D.		
LOKALINĖ SĄMATA						
Sudaryta pagal 2015.10 kainas						
Statinių grupė 1208 Sporto sale Jonavoje						
Statinys 1						
Žiniaraštis 1						
2015.12.08				Suma žiniaraščiui 1252726.31 EUR		
Sąm.	Darbu ir išlaidų	Mato	Norma	Kiekis	Kaina	Iš viso
eil.	aprašymai	vnt			EUR	EUR
1						
1 N9P-0102		t		294.444		
	Metalinų gegnių ir pogežnių santvarų montavimas , kai anga daugiau 24m, santvarų masė daugiau 5,0t k8=1.09					
	Darbo sąn. kateg. 4.5	žm.val.	10.9	3209.4396	5.55	17812.39
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	5.0	1472.22	1.94	2856.11
120051	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	4.0	1177.776	1.93	2273.11
520003	Plieninės statybinės konstrukcijos	t	1.0	294.444	1455.18	428469.02
520349	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	3.0	883.332	1.46	1289.66
534001	Rąstai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	m3	0.012	3.53333	80.44	284.22
380004	Suvirinimo transformatorius	maš.val	5.0	1472.22	2.8	4122.22
489034	Kranas ant automob. važiuoklės keliam.galios iki 10 t	maš.val	0.38	111.88872	22.61	2529.8
489051	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam.galios	maš.val	0.7	206.1108	27.73	5715.45
N9P-0102	Darbo užm. 17812.39 Medžiagos 435172.12			Mechanizmai 12367.47		Iš viso 465351.98
2 N9P-0102		t		155.484		
	Metalinų gegnių ir pogežnių santvarų montavimas , kai anga daugiau 24m, santvarų masė iki 5,0t k8=1.09					
	Darbo sąn. kateg. 4.5	žm.val.	16.6	2581.0344	5.55	14324.74
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	4.0	621.936	1.94	1206.56
120051	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	5.0	777.42	1.93	1500.42
520003	Plieninės statybinės konstrukcijos	t	1.0	155.484	1455.18	226257.21
520349	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	4.0	621.936	1.46	908.03
534001	Rąstai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	m3	0.012	1.86581	80.44	150.09
380004	Suvirinimo transformatorius	maš.val	5.0	777.42	2.8	2176.78
489034	Kranas ant automob. važiuoklės keliam.galios iki 10 t	maš.val	0.58	90.18072	22.61	2038.99
489051	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam.galios	maš.val	0.7	108.8388	27.73	3018.1
N9P-0102	Darbo užm. 14324.74 Medžiagos 230022.31			Mechanizmai 7233.87		Iš viso 251580.92
3 N13-184		t		449.928		
	Vidutinio tipo metalinių konstrukcijų nuvalymas					
	Darbo sąn. kateg. 2.0	žm.val.	1.9	854.8632	4.02	3436.55

810042	Skudurai	kg	0.03	13.49784		
N13-184	Darbo užm. 3436.55 Medžiagos			Mechanizmai		Iš viso 3436.55
4 N13-187		t		449.928		
	Vidutinio tipo metalinių konstrukcijų gruntavimas					
	Darbo sąn. kateg. 3.0	žm.val.	3.6	1619.7408	4.77	7726.16
230178	Glifalinis gruntas	t	0.0035	1.57475	3053.96	4809.22
N13-187	Darbo užm. 7726.16 Medžiagos 4809.22			Mechanizmai		Iš viso 12535.38
5 N13-198		m2		5558.04		
	Metalinių juostinių paviršių padengimas ugniai atspariais dažais 1250 mikronų sluoksniu purkštuvu k8=1.17					
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	0.22	1222.7688	5.39	6590.72
230436	Gruntas Pyrotect	kg	0.2	1111.608	6.23	6925.32
230437	Dažai Pyrotect	kg	2.0	11116.08	8.26	91818.82
368184	Kompresorius kilnojamas su el. varikliu	maš.val	0.13	722.5452	2.8	2023.13
N13-198	Darbo užm. 6590.72 Medžiagos 98744.14			Mechanizmai 2023.13		Iš viso 107357.99
6 N13-197		m2		39.6		
	Metalinių juostinių paviršių padengimas ugniai atspariais dažais 1250 mikronų sluoksniu teptuku k8=1.17					
	Darbo sąn. kateg. 3.5	žm.val.	0.45	17.82	5.04	89.81
230436	Gruntas Pyrotect	kg	0.2	7.92	6.23	49.34
230437	Dažai Pyrotect	kg	2.0	79.2	8.26	654.19
N13-197	Darbo užm. 89.81 Medžiagos 703.53			Mechanizmai		Iš viso 793.34
Iš viso skyriuje 1	Darbo užm. 49980 Medžiagos 769451			Mechanizmai 21624		Iš viso 841055
Viso žiniaraštyje 1	Darbo užm. 49980 Medžiagos 769451			Mechanizmai 21624		Iš viso 841055
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%			23084		
	Papildomų mechanizmų vertė 3.00%				649	
	Sezoniniai darbai 15.00% (0)					
	Specifiniai darbai 17.00%		4027			
	Papildomas darbo užmokestis 8.00%(49980+4027)		4321			
	Viso:		58328	792535	22273	873136
	Soc.draudimo išlaidos 31.00%(49980+4027+4321)		18082			
	Statinio statybos išlaidos	Viso:	76410	792535	22273	891218
	Statybvietės išlaidos 9.00%					80210
	Iš viso tiesioginės išlaidos					971428
	Pridėtinės išlaidos 25.00%(49980+4027+4321)					14582
	Pelnas 5.00%(971428+14582)					49301
	Iš viso netiesioginės išlaidos					63883
				Bendra vertė be PVM		1035311
	Pridėtinės vertės mokestis 21.00%					217415.31
				Bendra vertė su PVM		1252726.31
	Sudarė :					
	Ingrida Marašinskaitė					

5 PRIEDAS

Kėlimo ir kabinimo priemonių parinkimas

Parenkami dviejų tipų kranai rėmų montavimui. Kranai parenkami pagal keliamos konstrukcijos svorį ir aukštį, į kurią reikia pakelti konstrukciją. Skaičiavimuose įvertinamas atstumas tarp kranų ir montuojamos konstrukcijos vietos bei kablo pakėlimo aukštį.

Pirmasis kranas. Apskaičiuojama reikiama kranų keliamoji galia:

$$Q_{reik} = Q_{kons} + Q_{kab.} = 7,771 + 0,180 = 7,951t;$$

čia: Q_{kons} – montuojamos konstrukcijos masė, t.

$Q_{kab.}$ – kabinėjimo priemonės masė, t (parinktas griebtuvas PZK-10).

Apskaičiuojamas reikalingas kranų kablo pakėlimo aukštis:

$$H_{reik} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 9,38 + 1,0 + 12,92 + 9,0 = 32,30m;$$

čia: h_1 – atstumas nuo kranų stovėjimo padėties iki montuojamo elemento atramos taško, m;

h_2 – atstumas, kurį montuojamas elementas turi būti pakeltas virš atramos, m;

h_3 – montuojamo elemento aukštis, m;

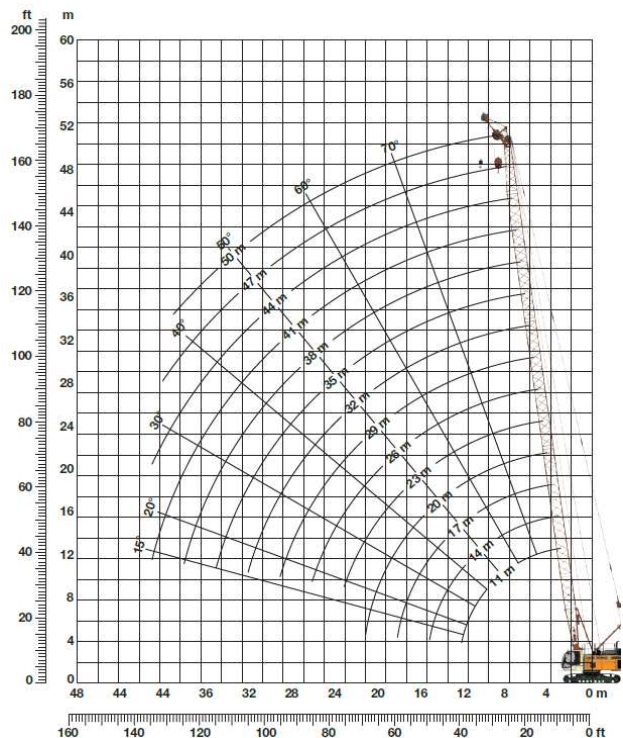
h_4 – kabinėjimo priemonės aukštis, arba aukštis nuo montuojamo elemento viršaus iki kranų strėlės aukščiausiojo taško, m.

Nustatomas kranų strėlės siekis. Jis nustatomas pagal toliausiai nuo kranų nutolusį elementą, kurį reikia montuoti aukščiausiai (H_{reik}). Atstumas iki tolimiausios atramos $L_{reik}=24,3$ m. Pagal apskaičiuotus duomenis parenkame automobilinį kraną Liebherr HS 8040 HD.[43]

5.1 lentelė. Kranų Liebherr HS 8040 HD techninės charakteristikos

Eil. Nr.	Techninės charakteristikos pavadinimas	Liebherr HS 8040 HD
1.	Keliamoji galia	43,5 t
2.	Strėlės ilgis	50 m
3.	Maksimalus siekis	44 m
4.	Minimalus siekis	5 m
5.	Kranų gabaritai	11,24x4,2x3,7
6.	Atraminis kontūras	5,46x4,20
7.	Pasisukimo spindulys	360°

5.1 pav. Kranų grafikas, nusakantis keliamosios galios priklausomybę nuo strėlės siekio



Antrasis kranas. Apskaičiuojama reikiama kranų keliamoji galia:

$$Q_{reik} = Q_{kons} + Q_{kab.} = 3,919 + 0,130 = 4,049t;$$

Parinktas kobinys 2SK-10,0.

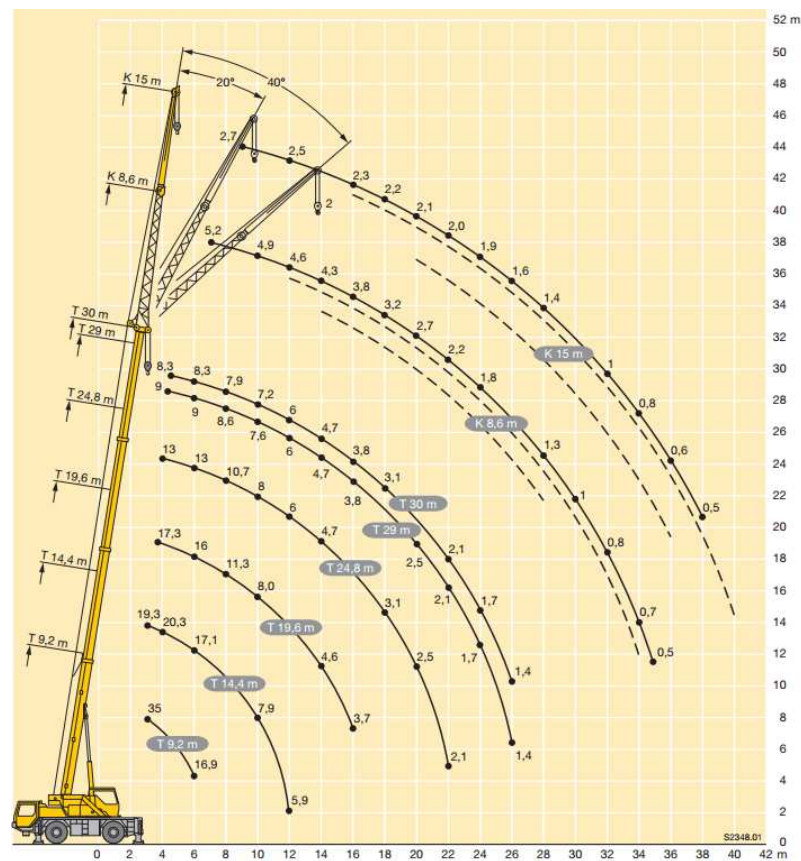
Apskaičiuojamas reikalingas krano kablo pakėlimo aukštis:

$$H_{reik} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 9,90 + 1,0 + 14,50 + 5,2 = 30,6 \text{ m};$$

Nustatomas krano strėlės siekis $L_{reik}=24,2 \text{ m}$. Pagal apskaičiuotus duomenis parenkame automobilinį kraną LTM 1030-2.1.[44]

5.2 lentelė. Krano LTM 1030-2.1 techninės charakteristikos

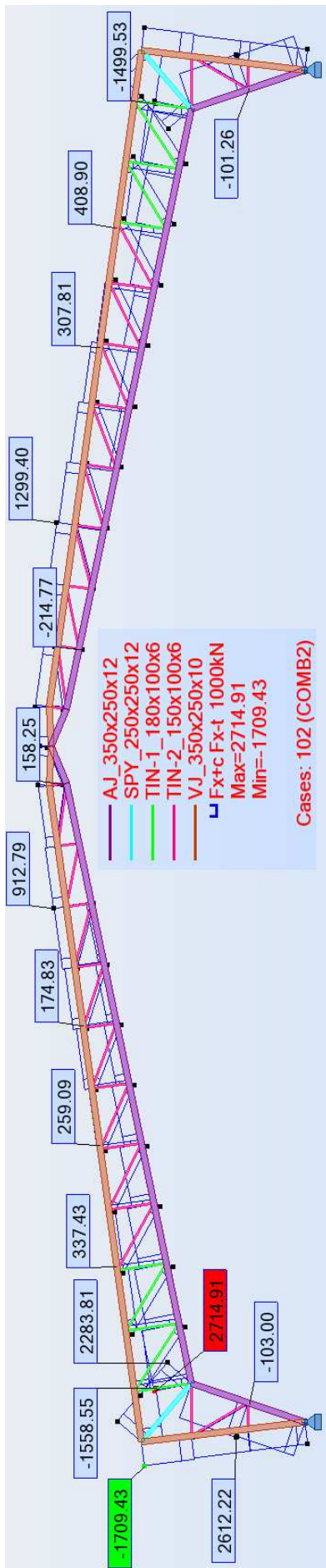
Eil. Nr.	Techninės charkteristikos pavadinimas	LTM 1030-2.1
1.	Keliamoji galia	35 t
2.	Strėlės ilgis	30+15 m
3.	Maksimalus siekis	40 m
4.	Minimalus siekis	3 m
5.	Krano gabaritai	10,153x2,55x3,495
6.	Atraminis kontūras	6,305x6,0
7.	Pasisukimo spindulys	360°



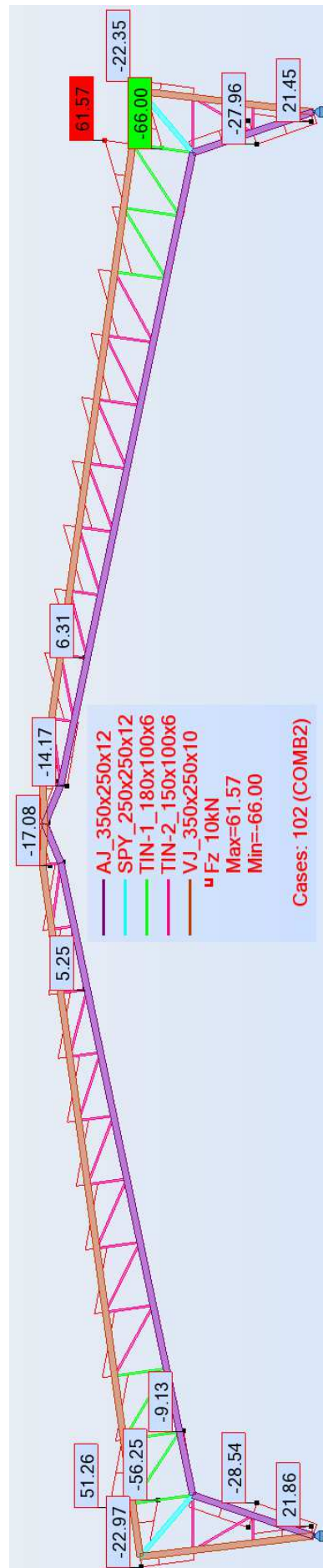
5.2 pav. Krano grafikas, nusakantis keliamosios galios priklausomybę nuo strėlės siekio

6 PRIEDAS

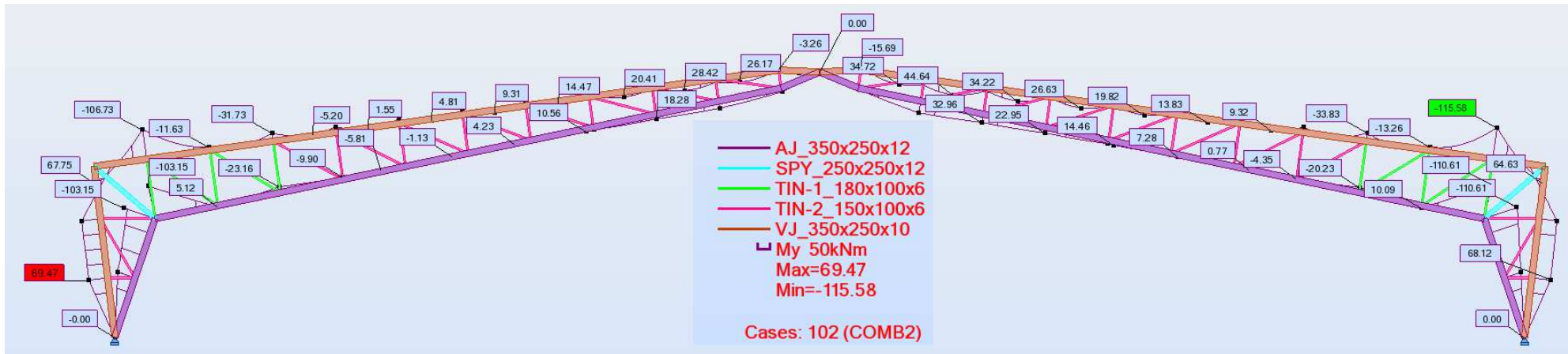
Rėmo su statramsčiais ašinių, skersinių jėgų, lenkimo momentų ir įlinkių diagramos



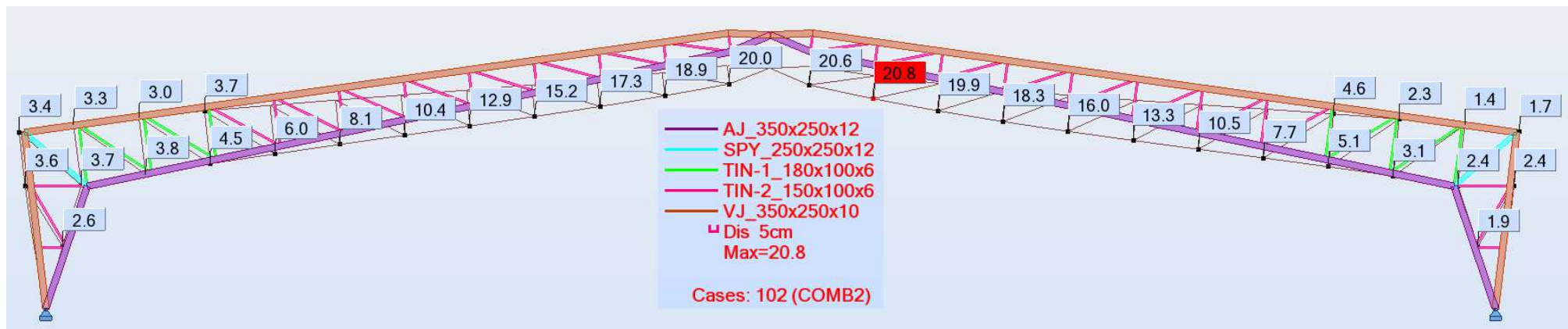
6.1 pav. Ašinių jėgų diagrama



6.2 pav. Skersinių jėgų diagrama



6.3 pav. Lenkimo momentų diagrama



6.4 pav. Įlinkių diagrama