

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS

Gintautas Duoblys

MOKSLO PASKIRTIES PASTATO ELEKTRĖNUOSE
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Dr. Nerijus Meslinas

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

Doc. dr. Mindaugas Augonis

MOKSLO PASKIRTIES PASTATO ELEKTRĖNUOSE STATYBINIŲ
KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS

Baigiamasis magistro projektas

Statyba (621J80001)

Vadovas

dr. Nerijus Meslinas

Recenzentas

Aurimas Kriauza

Projektą atliko

Gintautas Duoblys

KAUNAS, 2016

Projektą atliko SSM- 4 gr.
studentas:

Gintautas Duoblys

vardas, pavardė

parašas, data

Konsultantai:

Architektūrinė dalis

Gitana Šukaitytė

vardas, pavardė

parašas, data

Ekonominė dalis

L. Inokaitytė

vardas, pavardė

parašas, data

Grafinė dalis

Jolanta Šadauskienė

vardas, pavardė

parašas, data

Konstrucijų skaičiavimo dalis

M. Kasiulevičius

vardas, pavardė

parašas, data

Technologijų dalis

Rūta Miniotaitė

vardas, pavardė

parašas, data

Darbų saugos dalis

Dalia Nizevičienė

vardas, pavardė

parašas, data

PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO

PATVIRTINIMAS

Patvirtinu, kad parengtas (magistro) baigiamasis darbas

Mokymo pasiekimas pascudo Elektronuose

stadybinuz konstrukciuz daleis projektu,

(įrašyti pavadinimą)

- 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 įtrauktų informacijos šaltinių nuorodas.

Sintautas Decoblys



(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Data 2016 01-06

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

Magistro baigiamasis darbas

MOKSLO PASKIRTIES PASTATO ELEKTRĖNUOSE STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ
DALIES PROJEKTAS

Gintautas Duoblys

Magistro baigiamajame darbe pateikiamas mokslo paskirties pastato statybinių konstrukcijų projektas. Projektas parengtas remiantis Lietuvos Respublikos teisės aktais bei juose esančiais reikalavimais. Atliekant geologinius tyrimus bei geodezinius matavimus tiriamas statybos aikštelės tinkamumas, formuojamas sklypo planas. Išanalizavus nuolatinės ir kintamos apkrovas bei atlikus skaičiavimus, parenkamos laikančiosios konstrukcijos. Darbe projektuojama plieninė, kompozitinė santvaros, bei dvišlaitė medinė sija – bei atliekamas jų ekonominis palyginimas. Santvarų montavimo schemas bei sąnaudos ir darbų grafikas pateikiami technologinėje kortelėje. Taip pat aptariama projektuojamo pastato atitiktis darbo saugos ir aplinkosaugos reikalavimams.

Darbą sudaro įvadas, 6 skyriai, išvados ir 16 punktų literatūros sąrašas. Darbo apimtis – 146 psl., darbe pateikti 23 pav. ir 35 lentelių.

Reikšminiai žodžiai: santvara, sija, laikančiosios konstrukcijos, mokslo paskirties pastatas.

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

Master's final work

STRUCTURAL PART OF PROJECT OF EDUCATIONAL BUILDING IN ELEKTRĖNAI
Gintautas Duoblys

The final thesis presents a project of Educational Building in Elektrėnai. The project was prepared in accordance with legislative acts of the Republic of Lithuania and the relevant requirements. The geological exploration and geodetic measurements were carried out in order to determine the suitability of the building lot and to prepare a lot plan. Following the analysis of constant and variable loads and the appropriate calculations, load-bearing structures were chosen. The thesis provides for truss of steel, truss of composite, and wooden beam, and compares the truss and beam economically. Technological card includes truss mounting schemes, costs and work schedule. The thesis moreover discusses compliance of the designed building with labor protection and environmental protection requirements.

The thesis consists of an introduction, 6 chapters, conclusions and a list of 16 references. There are 146 pages, 23 figures and 35 tables in the thesis.

Keywords: truss, beam, load-bearing structures, education building.

Turinys

Įvadas	8
1. Statybos teisės dalis	10
1.1. Statinio projektavimas	10
1.2. Esminiai statinio reikalavimai.....	11
1.3. Statybos leidimas	12
1.4. Statybos darbai.....	12
1.5. Statinių pripažinimas tinkamais naudoti.....	13
2. Architektūrinė dalis	14
2.1. Statybos vieta ir sklypo principiniai sprendimai.....	14
2.2. Sklypo ir statinio bendrieji rodikliai.....	15
2.3. Architektūriniai sprendimai.....	15
2.4. Konstrukciniai sprendimai.....	16
2.5. Stogo šilumos perdavimo koeficientas	17
3. Konstrukcinė dalis	21
3.1. Apkrovų skaičiavimas	21
3.1.1. Sniego apkrovos	21
3.1.2. Naudojimo apkrovų skaičiavimas.....	22
3.1.3. Vėjo apkrovų skaičiavimas	22
3.1.4. Nuolatinės apkrovos.....	23
3.2. Deriniai	25
3.3. Plieninės santvaros projektavimas	26
3.3.1. Įrąžos	26
3.3.2. Viršutinės juostos projektavimas	28
3.3.3. Apatinės juostos projektavimas	30
3.3.4. Tempiamų spyrių projektavimas.....	31
3.3.5. Gniuždomų spyrių projektavimas	32
3.3.6. Mazgų projektavimas	35
3.3.7. Statybinės pakylės projektavimas	48
3.4. Gelžbetoninės kolonos projektavimas	49
3.4.1. Kolonos armavimas	49
3.5. Sekliojo pamato skaičiavimas.....	53
3.5.1. Bendrosios pamato charakteristikos.....	53

3.5.2.	Pamato amavimo skaičiavimas	54
3.5.3.	Inkarinių varžtų apskaičiavimas.....	57
4.	Technologinė ir ekonominė dalys	58
4.1.	Kolonų ir santvarų montavimo darbų apimčių skaičiavimas	58
4.1.1.	Stropų parinkimas	58
4.1.2.	Krano parinkimas	59
4.1.3.	Darbo sąnaudų, mechanizmų ir medžiagų poreikio skaičiavimas.....	61
4.1.4.	Darbo sąnaudų suvestinė	63
4.1.5.	Santvarų montavimas	64
4.1.6.	Darbų kokybė ir kontrolė	64
4.2.	Konstrukcijų montavimo ekonominis palyginimas	65
5.	Mokslinio tiriamojo darbo rezultatai ir jų panaudojimas.....	68
6.	Darbų sauga ir aplinkosauga	71
6.1.	Darbų sauga.....	71
6.1.1.	Profesinės rizikos vertinimas darbo vietoje	71
6.1.2.	Bendrieji projektuojamo pastato vandentiekio, atliekų šalinimo, oro kokybės, šildymo bei triukšmo reikalavimai.....	75
6.2.	Gaisrinė sauga	76
	Išvados.....	78
	Literatūros sąrašas	79
	Priedai	79

Ivadas

Projektuojamas pastatas yra Elektrėnų pagrindinė mokykla. Pastato vieta yra Rungos g., Elektrėnai.

Pastatas numatomas 2 aukštų aukščio. Pastatas yra 7,55 m aukščio. Stogas plokščias ir dengtas rulonine bitumine danga. Stogo laikančioji konstrukcija – santvara, ilginiai ir skardinis profiliuotas paklotas.

Projektuojamas pastatas patenka į I sniego apkrovos rajoną $s_k = 1,2kN/m^2$;

Prieš pradėdant santvaros skaičiavimus, buvo paskaičiuotas ilginis ir parinktas jam profilis: IPE160.

Projektuojamos pastato dalies karkasas yra mišrus. Sudarytas iš septynių skersinių rėmų. Rėmų žingsnis – 6,0 m. Skersinį rėmą sudaro dvi 300x300 gelžbetoninės kolonos, standžiai įtvirtintos pamatuose, bei metalinė santvara, šarnyriškai sujungta su kolona. Tokių rėmų yra septyni. Pastato aukščiausia vieta – 7,55 m .

Pastato pastovumą užtikrina horizontalūs bei vertikalūs ryšiai tarp skersinių rėmų. Ryšiai projektuojami iš kvadratinių vamzdžių 50x50x4 mm.

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

Pagal paskirtį pastatas priskiriamas negyvenamųjų pastatų grupei (mokslo paskirties pastatai).

Magistro baigiamajame darbe atliktas 18,0 m pastato tarpsnio, pakabinamos santvaros su trikampiu tinkleliu, kompozitinės santvaros, bei dvišlaitės medinės sijos projektavimas. Taip atliktas šių konstrukcijų ekonominis palyginimas. Taip pat padaryta plieninių santvarų montavimo technologinė kortelė. Magistro baigiamajame darbe taip pat atliktas gelžbetoninės kolonos, bei seklojo pamato projektavimas.

Darbui parengti naudoti pagrindiniai privalomieji dokumentai:

LR Statybos įstatymas;

STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“;

STR 1.05.06:2010 „Statinio projektavimas“;

STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“;

STR 2.05.08:2005 „Plieninių konstrukcijų projektavimas“;

LST EN 1993-1-8:2005+AC:2006:Eurokodas 3.Plieninių konstrukcijų projektavimas. 1-8 dalis.
Mazgų projektavimas“;

STR 2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetonių konstrukcijų projektavimas“;

Projektuojamas pastatas priklauso I – ajam sniego rajonui. Vėjo rajonas taip pat I – asis, o vietovės tipas B (miestų teritorijos, miškų masyvai ir kitos vietovės, kurios yra tolygiai užstatytos aukštesnėmis kaip 10 m kliūtimis). Apskaičiuotos visos laikinosios bei nuolatinės apkrovos. Santvaroje ir kolonoje veikiančios įrašos apskaičiuotos su programa „Robot Structural Analysis“.

Kiekvienai iš projektuojamų santvarų, bei sijai sudarytos montavimo lokalinės sąmatos. Palyginus montavimo kainas buvo nustatyta, kad plieninės santvaros montavimas yra 11 % pigesnis už kompozitinės santvaros, bei 12 % už dvišlaitės sijos.

1. Statybos teisės dalis

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

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

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

1.1. Statinio projektavimas

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

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

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

1.2. Esminiai statinio reikalavimai

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

- Mechaninis atsparumas ir pastovumas.

Pastato konstrukcijos suprojektuotos vadovaujantis normatyviniais statybos techniniais dokumentais. Projektiniai sprendimai užtikrina kad apkrovos, galinčios statinį veikti statybos ir naudojimo metu, nesukeltų šių pasekmių: viso statinio ar jo dalies griūties, didesnių deformacijų nei leistinos, žalos kitoms statinio dalims, įrenginiams ar sumontuotai įrangai;

- Higiena, sveikata ir aplinkos apsauga.

Vidaus aplinka, vandens tiekimas, nuotekų ir atliekų šalinimas ir išorės aplinka atitinka esminius higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos reikalavimus;

- Gaisrinės sauga.

Įrengtos priešgaisrinės pertvaros tarp administracinių ir sandėliavimo patalpų;

- Saugus naudojimas.

Statinys suprojektuotas ir bus pastatytas taip, kad išvengti visų įmanomų nelaimingų atsitikimų;

- apsauga nuo triukšmo.

Turi būti ribojamos triukšmo ribos, kad žmonės galėtų ramiai dirbti;

- Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas.

Atitvarinių konstrukcijų (sienų, denginio, langų, lauko durų) šilumos perdavimo koeficientai atitinka normatyvinių dokumentų reikalavimus. [[1] 4 straipsnis]

1.3. Statybos leidimas

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

- nustatytos formos prašymą;
- žemės sklypo nuosavybės teisę ar kitą valdymo ir naudojimo teisę patvirtinančius dokumentus;
- statybos projektą ir kompiuterinę laikmeną su statybos projekto įrašu;
- statinio projekto ekspertizės išvadas. [[1] 23 straipsnis]

Statyba be galiojančio statybą leidžiančio dokumento yra draudžiama. Leidimas statyti naują statinį yra neterminuotas.

1.4. Statybos darbai

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

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

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

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

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

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

1.5. Statinių pripažinimas tinkamais naudoti

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

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

Komisija statybos užbaigimo akto gavimui reikalingas procedūras turi pradėti ne vėliau kaip per 20 darbo dienų, nuo tos dienos, kai buvo užregistruotas statytojo pateiktas prašymas. Visi komisiją sudarantys nariai pagal savo kompetenciją vizualiai patikrina statinio atitiktį statinio projektui (ar nėra neatitikimų ar kitokių netikslumų), išnagrinėja visus komisijai pateiktus dokumentus (jie turi atitikti visus keliamus reikalavimus sudėčiai, apimčiai ir kita), pagal tai nustato, ar buvo įvykdyti visi nurodyti statinio projekto sprendiniai.

Jeigu iškyla kokie nors neaiškumai, tai tada yra kviečiami statytojas ir visi su statinio statyba atsakingi asmenys (statinio projekto vadovas, statinio projekto ekspertizės vadovas, statinio projekto vykdymo priežiūros vadovas, statinio statybos techninis prižiūrėtojas, statinio statybos vadovas, statinio statybos specialiųjų darbų vadovai), kurie teikti reikalingus pasiaiškinimus.

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

2. Architektūrinė dalis

2.1. Statybos vieta ir sklypo principiniai sprendimai

Statybos vieta: Rungos g. 24, Elektrėnai.

Objektas: visuomeninės paskirties – mokslo (bendrojo lavinimo mokykla)

Sklypo plotas: 118 a.

Sklypo reljefas: lygus.

Užstatymo plotas: 2079 m².

Sklypas yra palankioje teritorijoje, pietinėje Elektrėnų dalyje. Vakarų kryptimi – Elektrinės gatvė, pietų ir rytine kryptimi Rungos g. Pietų pusėje valstybinės žemės koridorius už kurio yra gyvenamųjų namų sklypai. Teritorijos privažiavimo keliai asfaltuoti, kiti plotai sutankintas gruntas. Pastatas projektuojamas sklypo pietinėje dalyje, aplink jį numatant asfalto dangą autotransportui, betoninių trinkelų takelius pėstiesiems bei apželdinamus plotus. Sklype projektuojami du įvažiavimai iš Rungos gatvės. Pietinėje sklypo dalyje suprojektuotos automobilių stovėjimo aikštelės, kartu su jomis suprojektuotos vietos žmonių su negalia automobiliams. Taip pat aikštelė su stovais dviračiams. Suprojektuota reprezentacinė aikštė pietinėje sklypo dalyje. Sklype numatomas apželdinimas aplink pastatą esančioje teritorijoje. Sklypo ribos apjuostos tvora.

2.2. Sklypo ir statinio bendrieji rodikliai

2.2.1 lentelė. Sklypo ir statinio bendrieji rodikliai

Pavadinimas	Matavimo vnt.	Kiekis
I. SKLYPAS		
Sklypo plotas	a	111,28
Sklypo užstatymo tankumas	%	18,69
Sklypo užstatymo intensyvumas	%	26,5
Statiniais užimtas žemės plotas	m ²	2079,9
Apželdintas plotas	m ²	5087,6
Trinkelėmis klojamas plotas	m ²	2909,3
Asfalto dangos plotas	m ²	1051,2
II. PASTATAS		
Bendras plotas	m ²	2953,3
Aukštų skaičius	vnt.	2
Pastato aukštis	m	7,55

2.3. Architektūriniai sprendimai

Projektuojamas pastatas: dviejų aukštų, pirma pastato dalis 30,97 m pločio ir 40,20 ilgio, antroji pastato dalis 13,2 m pločio ir 37,40 m ilgio.

Pirmame aukšte numatoma sporto salė, kabinetai, klasės, vyrų ir moterų WC, persirengimo kambariai. Pagrindinis įėjimas į pastatą pietinėje pusėje. Laiptai vedantys į antrą aukštą yra vakarinėje pusėje esančiame pastato kampe. Taip pat yra numatytas liftas žmonėms su negalia.

Antrame aukšte yra suprojektuota aktų salė skirta mokslo renginiams, klasės, vyrų ir moterų WC.

Pastato fasadai tinkuojami, dažomi RAL 2000 (oranžine spalva) ir RAL 6017 (žalia spalva). Cokolis dažomas RAL 8019 (pilka spalva). Prie įėjimų esantys stogeliai dažomi RAL 3013(tamsiai raudona spalva).

Vidaus sienos patalpose yra dažomos, persirengimo patalpose, dušuose ir tualetuose – klijuojamos keramikinėmis plytelėmis.

Grindų danga administracinėse ir darbuotojų persirengimo patalpose – keraminės plytelės, kabinetuose – linoleumas. Sporto salėje grindys montuojamos atskiromis lentelėmis ant lagių, prie kurių apačios yra prikaltos guminės pagalvėlės, kurios kontaktuoja su betono pagrindu.

Sporto salėje lubos paliekamos tokios, kokios yra, t.y. matomos santvaros.

Kabinetuose ir kitose patalpose įrengiamos kabamosios lubos.

Vidinės durys – plastikinės be langų.

Langai – plastikiniai, dvigubi (1500x2500) ir (1500x2300), viena dalis varstoma. Sporto salėje – plastikiniai (1000x4500), nevarstomi.

2.4. Konstrukciniai sprendimai

Pamatai. Parinkti seklieji gelžbetoniniai pamatai. Pamatų betonas - C25/30. Pamatinės sijos monolitinės gelžbetoninės.

Grindys. Įrengiamos betoninės C25/30 betono armuotos grindys. Betono sluoksnis 100 mm. Grindų sėdimo siūlės įrengiamos kas 6,0 m kvadratais pagal sienas ir kolonas.

Kolonos. Projektuojamos surenkamos gelžbetoninės 300x300 mm kolonos (iš C30/37 sunkiojo betono), žingsnis 6,0 m.

Perdanga. Surenkamos gelžbetoninės 20 cm aukščio perdangos plokštės.

Tarpaukštinės konstrukcijos. Perimti tarpaukštines apkrovas numatytos dvitėjo tipo IPE 360. Šios sijos lankstais tvirtinamos prie kolonų.

Santvaros ir sijos. Suprojektuota 18 m trapecinės formos kabamosios metalinės santvaros iš stačiakampio bei kvadratinio profilio metalinių vamzdžių. Taip pat ant santvarų, žingsniu 3 m dedami ilginiai IPE 160.

Ryšiai projektuojami tarp santvarų ir kolonų. Ryšiai numatomi iš kvadratinio profilio metalinių profilių. Santvaros horizontalūs ryšiai ties apatine juosta įrengiami tam, kad būtų padidintas santvarų atsparumas susisukimui. Kryžminiai ryšiai įrengiami ties apatinės santvaros juostos mazgais. Šių ryšių paskirtis padidinti atsparumą susisukimui.

Sienos. Sienos mūrinės iš „ARKO“ blokelių, 250 mm storio, apšiltintos 15 cm storio termoizoliacine medžiaga Paroc Linio 15 cm storio, kurios šiluminės varžos koeficientas $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

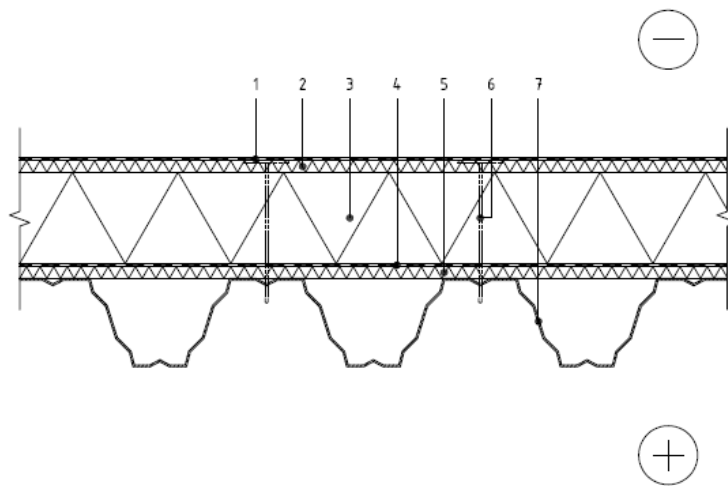
Langai. Plastikiniai dviejų stiklo paketu langai su aliuminio profiliu. Langų šilumos perdavimo koeficientas $U=0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Stogas. Stogo konstrukcija, nuolydis, dangos ir naudojamos medžiagos parenkami atsižvelgiant į klimato sąlygas, architektūrinius reikalavimus, pastato paskirtį ir kt. Stogas dengiamas dviem izoliuojančio vandenį dangom, dedamas viršutinis ir apatinis sluoksniai, naudojama prilydoma bituminė danga. Dedama dviejų tipo mineralinė akmens vata – kietoji „PAROC ROB 60“ ir minkštoji „PAROC ROS 30“, vata dedama ant profiliuotos skardos profilio „Ruuki T45-60-905“, tarp vatų dedama difuzinė plėvelė. Visas stogo paklotas dedamas ant IPE 160 profilio. Taip pat uždengus stogą dedami ventiliaciniai kaminėliai, kad stogas ventiliuotųsi, nesikauptų kondensatas. Stogo nuolydžio kampas 1,5 laipsniai. Plieninė santvara, kurioje viršutinė ir apatinė juostos yra iš kvadratinių karšto valcavimo plieno profilių S355 plieno klasės, o spyriai ir stačiakampių karšto valcavimo S355 plieno klasės profilių. Santvara atremiama į kolonas lankstais.

2.5. Stogo šilumos perdavimo koeficientas

2.5.1 lentelė. Stogą sudarančių elementų charakteristikos

Elemento pavadinimas	Šilumos laidumo koeficientas λ_{dec}	Elemento storis d_n , m.
2sl. Prilydoma bituminė danga	-	0,005-0,007
„PAROC ROB 60“, 20 mm, $\rho = 160 \text{ kg}/\text{m}^3$	0,040	0,02
„PAROC ROS 30“, 280 mm, $\rho = 120 \text{ kg}/\text{m}^3$	0,038	0,28
Garo izoliacija (polietileninė plėvelė), $\rho = 980 \text{ kg}/\text{m}^3$	-	-
„PAROC ROB 60“, 20 mm, $\rho = 100 \text{ kg}/\text{m}^3$	0,040	0,02
Profiliuotas skardos paklotas	-	0,045



2.5.1. pav. Plokščiojo stogo ant profiliuoto skardos pakloto šiltinimo detalė

Suminis šiluminės varžos skaičiavimas:

$$R_t = R_{si} + R_{se} + R_s \text{ (m}^2 \text{ K/W)}; \quad (2.5.1)$$

čia: R_{si} - atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža (priklauso nuo šilumos srauto krypties konstrukcijoje);

R_{se} - atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža (priklauso nuo šilumos srauto krypties konstrukcijoje);

R_s – konstrukcijos šiluminė varža (m² K/W);

Konstrukcijos šiluminė varža:

$$R_s = R_1 + R_2 \text{ (m}^2 \text{ K/W)}; \quad (2.5.2)$$

Atitvaros šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = 1 / R_t \leq U_N \text{ (W /m}^2 \text{ K)}; \quad (2.5.3)$$

čia: R_t – suminė šiluminė atitvaros varža;

U_N – norminis šilumos perdavimo koeficientas Norminis šilumos perdavimo koeficientas, stogams apskaičiuojamas:

$$U_N = 0,25 \text{ W / m}^2 \text{ K}. \quad (2.5.4)$$

Apskaičiuoju konstrukcijos šiluminę varžą R_s :

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \quad (\text{m}^2 \text{K/W}). \quad (2.5.5)$$

Pirmasis sluoksnis- 2sl. prilydoma bituminė danga:

$$R_1 = 0,04 \text{ (m}^2\text{K)/W}.$$

Antrasis sluoksnis- 20 mm storio šilumos izoliacija „PAROC ROB 60“, kurios

$$\lambda_{2,ds} = 0,04 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}.$$

Antrojo sluoksnio akmens vatos šiluminė varža:

$$R_2 = d_2 / \lambda_{2,ds} = 0,02 / 0,04 = 0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}; \quad (2.5.6)$$

čia: d_2 - antrojo sluoksnio storis;

$\lambda_{2,ds}$ - antrojo sluoksnio šiluminės varžos koeficientas.

Trečiasis sluoksnis- 280 mm storio šilumos izoliacija „PAROC ROS 30“, kurios:

$$\lambda_{2,ds} = 0,038 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

Trečiojo sluoksnio akmens vatos šiluminė varža:

$$R_3 = d_3 / \lambda_{3,ds} = 0,28 / 0,038 = 7,368 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}; \quad (2.5.7)$$

čia: d_3 - trečiojo sluoksnio storis;

$\lambda_{3,ds}$ - trečiojo sluoksnio šiluminės varžos koeficientas.

Ketvirtasis sluoksnis- garo izoliacija (polietileninė plėvelė), kurios

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

Penktasis sluoksnis - 20 mm storio šilumos izoliacija „PAROC ROB 60“, kurios

$$\lambda_{2,ds} = 0,04 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}.$$

Penktojo sluoksnio akmens vatos šiluminė varža:

$$R_5 = d_5 / \lambda_{5,ds} = 0,02 / 0,04 = 0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}; \quad (2.5.8)$$

čia: d_5 - penktojo sluoksnio storis;

$\lambda_{5,ds}$ - penktojo sluoksnio šiluminės varžos koeficientas.

Konstrukcijos suminė šiluminė varža:

$$\begin{aligned} R_s &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = \\ &= 0,04 + 0,5 + 7,368 + 0,04 + 0,5 = 8,448 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}; \end{aligned} \quad (2.5.9)$$

Apskaičiuoju suminę šiluminę atitvaros varžą R_t :

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0,10 + 8,448 + 0,04 = 8,588 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}; \quad (2.5.10)$$

čia: Atitvaros išorinio paviršiaus šilumos atidavimo varža: $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$;

Atitvaros vidinio paviršiaus šilumos atidavimo varža: $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$.

Apskaičiuoju atitvaros šilumos perdavimo koeficientą:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{8,588} = 0,116 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K}). \quad (2.5.11)$$

Norminis šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_N = 0,20 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K});$$

$$\text{Pagal sąlygą:} \quad U = 0,116 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_N = 0,20 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K}). \quad (2.5.12)$$

3. Konstrukcinė dalis

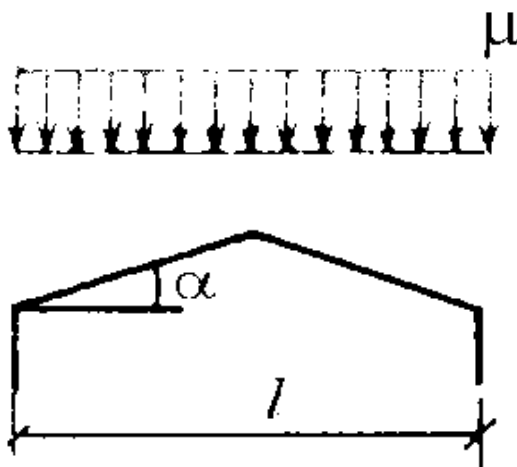
3.1. Apkrovų skaičiavimas

3.1.1. Sniego apkrovos

Sniego apkrova tenkanti $1m^2$ stogo horizontalaus paviršiaus ploto, imama priklausomai nuo Lietuvos sniego apkrovos rajono. Esamu atveju priimama S_1 sniego apkrovos rajonas, nes pastatas planuojamas statyti ir eksploatuoti Elektrėnuose. [3]

Charakteristinė sniego dangos apkrova į horizontaliąją stogo plokštumos projekciją:

$$s_k = 1,2kN/m^2;$$



3.1.1. pav. Sniego apkrovos skaičiuojamoji schema

Sniego apkrovos į horizontaliąją projekciją dydis nustatomas pagal formulę:

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

Čia: μ_i – stogo sniego apkrovos formos koeficientas; C_e – atodangos koeficientas; C_t – terminis koeficientas; s_k – sniego dangos ant $1m^2$ horizontaliojo žemės paviršiaus svorio charakterinė reikšmė.

Ilginiai remiami į santvaros mazgus, todėl išdėstomi kas 3 m. Sniego apkrova tenkanti vienam ilginiui:

$$S_i = S \cdot b = 1,2 \cdot 3 = 3,6kN/m \quad (3.1.1.2)$$

Ilginiai yra 6 m. ilgio, todėl taškinė apkrova nuo sniego į ne krašte esantį santvaros mazgą yra:

$$S_N = S_i \cdot l = 3,6 \cdot 6 = 21,6 \text{ kN} \quad (3.1.1.3)$$

Kraštiniuose mazguose apkrova yra per pus mažesnė:

$$S_N = 21,6 / 2 = 10,8 \text{ kN} \quad (3.1.1.4)$$

Skaičiuojant įrašas kompiuterine programa sniego apkrovos patikimo koeficientas imamas

$$\gamma_{Q_s} = 1,3.$$

Sniego maišo apkrova nevertinama, kadangi parapeto aukštis

$$h = 0,5 \text{ m} < \frac{s_k}{2} = 0,6 \text{ m} \quad (3.1.1.5)$$

3.1.2. Naudojimo apkrovų skaičiavimas

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

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

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

3.1.3. Vėjo apkrovų skaičiavimas

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

Atskaitinis vėjo greitis:

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

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

Atskaitinis vėjo slėgis:

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

čia: ρ - oro tankis.

Vidutinė slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamoji:

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

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

c_e – išorinio slėgio aerodinaminis koeficientas.

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

Vėjo apkrovos į rėmą

Išorinio slėgio aerodinaminiai koeficientai: $C_e = +0,8$; $C_{e1} = -0,285$; $C_{e2} = -0,4$; $C_{e3} = -0,4$. Koeficientai $c(z)$: 5 m – 0,5; 7,55 m – 0,57;

Apskaičiuojame vidutinės slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamąsias:

$$w_{me,1} = 0,36 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 0,144 \text{ kN/m}^2; \quad (3.1.3.4)$$

$$w_{me,2} = 0,36 \cdot 0,57 \cdot 0,8 = 0,164 \text{ kN/m}^2; \quad (3.1.3.5)$$

Charakteristinės vėjo slėgio apkrovos į tiesinį metrą:

$$q_{vejo,1} = w_{me,1} \cdot l = 0,144 \cdot 6 = 0,864 \text{ kN/m}; \quad (3.1.3.6)$$

$$q_{vejo,2} = w_{me,2} \cdot l = 0,164 \cdot 6 = 0,99 \text{ kN/m}; \quad (3.1.3.7)$$

3.1.4. Nuolatinės apkrovos

Stogo apkrovos:

3.1.4.1. Lentelė. Stogo apkrovos

Stogo elementai ir jų storiai	Charakteristinė apkrova, kN/m ²	Patikimumo koeficientas, γ_G	Skaičiuotina apkrova kN/m ²
Du sluoksniai ruloninės prilydomosios dangos	0,043	1,35	0,058
PAROC ROB 60 20mm	0,034	1,35	0,046
PAROC ROS 30 280 mm	0,311	1,35	0,420
Orą ir garus izoliuojantis sl.	0,0017	1,35	0,0023
Nuolydį formuojantis sl.	0,015	1,35	0,02
PAROC ROB 60 20mm	0,034	1,35	0,046
Profiliuotas skardinis lakštas	0,0819	1,35	0,110
Σ	0,412	Σ	0,556

Ilginiui tenkanti skaičiuotinė išskirstyta apkrova nuo stogo ir sniego:

$$q = S_i \cdot \gamma_Q + G_N \cdot b \cdot \gamma_G = 3,6 \cdot 1,3 + 0,412 \cdot 3 \cdot 1,35 = 6,348 \text{ kN/m} \quad (3.1.4.1)$$

Ilginis atremtas ant santvaros kaip dviaatramė sija, todėl jo lenkimo momentas:

$$M = \frac{ql^2}{8} = \frac{6,348 \cdot 6^2}{8} = 28,568 \text{ kNm}; \quad (3.1.4.2)$$

Ilginis iš S355 plieno, todėl: $f_{y,d} = \frac{f_y}{\gamma_M} = \frac{355}{1,1} = 322,727 \text{ MPa}; \quad (3.1.4.3.)$

Reikiamas skerspjūvio atsparumo momentas:

$$W_y = \frac{M_{\max}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{28,568 \cdot 10^3}{322,727 \cdot 10^6 \cdot 0,9} = 0,0000983 = 98,3 \text{ cm}^3; \quad (3.1.4.4)$$

Prenkamas ilginis IPE160, kurio 124 cm^3 , $M = 15,8 \text{ kg/m} = 0,158 \text{ kN/m}$.

Visas ilginio svoris $M_{i\lg} = M \cdot l = 0,158 \cdot 6 = 0,948 \text{ kN}$.

Susumuojama visa santvaros apkrova vienam mazgui:

3.14.2. Lentelė. Apkrova vienam santvaros mazgui

Apkrova	Charakteristinė apkrova, kN	Patikimumo koeficientas, γ_G	Skaičiuotina apkrova kN
Stogo apkrova (deng+sant. sav. svoris)	10,05	1,35	13,58
Ilginio apkrova	0,948	1,35	1,279
Apkrova mazgui Σ	10,998	Σ	14,85
Apkrova kraštiniam mazgui Σ	5,973	Σ	8,069

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

3.2. Deriniai

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

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

G_K – nuolatinės apkrovos;

W – apkrovos, kurias sukelia vėjas;

S – apkrova, kurią sukelia sniegas;

Q – apkrova, kurią sukelia naudojimo apkrova;

$\gamma_G=1,35$;

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

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

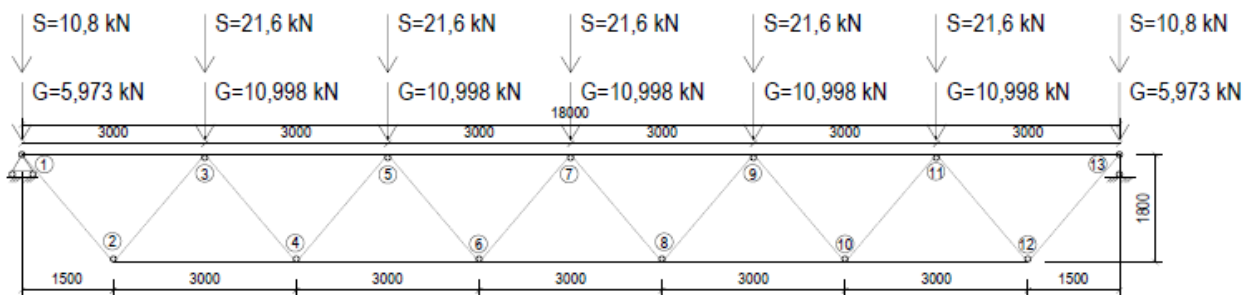
$\varphi_{0,i}=0,6$ (vėjo apkrovai)

Rėmui naudoti apkrovų deriniai skaičiuoti „Robot Structural Analysis“ programa, gauti duomenys pateikti prieduose

3.3. Plieninės santvaros projektavimas

3.3.1. Įrašos

Įrašos skaičiuojamos programa „Robot Structural Analysis“.

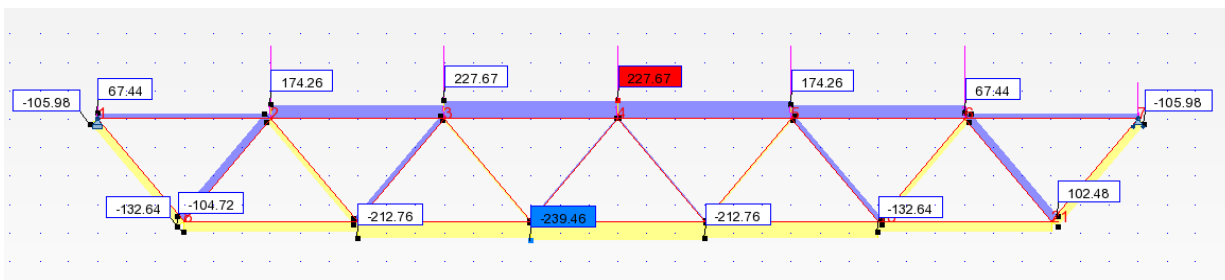


3.3.1.1 pav. Santvaros skaičiuojamoji schema

Pagal skaičiavimų rezultatus, pateiktus 3.3.1.1 paveiksliuke, gavome tokias įrašas santvaros strypuose nuo nepalankiausio derinio (lent. 3.3.1.1):

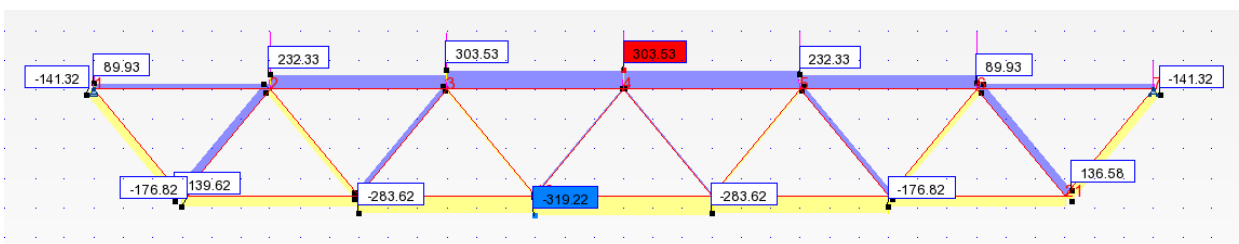
Strypo numeris	Strypo įrašo tinkamumo ribiniam būviui, Kn	Strypo įrašo saugos ribiniam būviui, kN
Viršutinė juosta		
1-3	-67,44	-89,93
3-5	-174,26	-232,33
5-7	-227,67	-303,53
7-9	227,67	-303,53
9-11	-174,26	-232,33
11-13	-67,44	-89,93
Apatinė juosta		
2-4	132,64	176,82
4-6	212,76	283,62
6-8	239,46	319,22
8-10	212,76	283,62
10-12	132,64	176,82
Spyriai		
1-2	105,98	141,32
2-3	-102,48	-136,58
3-4	65,64	87,56
4-5	-60,76	-80,97
5-6	23,93	31,95
6-7	-19,05	-25,36
7-8	-19,05	-25,36
8-9	23,93	31,95
9-10	-60,76	-80,97
10-11	65,64	87,56
11-12	-102,48	-136,58
12-13	105,98	141,32

Īrāžų diagrama tinkamumo ribiniam būviui:



3.3.1.2 pav. Īrāžų diagrama tinkamumo ribiniam būviui

Īrāžų diagrama saugos ribiniam būviui:



3.3.1.3. pav. Īrāžų diagrama saugos ribiniam būviui

Visi santvaros elementai projektuojami iš 355 JR klasės plieno, kurio stipris pagal takumo ribą $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$. Tuomet skaičiuotinis plieno stipris pagal takumo ribą:

$$f_{y,d} = \frac{f_y}{\gamma_M} = \frac{355}{1,1} = 322,727 \text{ N/mm}^2 \quad (3.3.1.1.)$$

Čia $\gamma_M = 1,1$ - medžiagos patikimumo koeficientas.

3.3.2. Viršutinės juostos projektavimas

Viršutinė santvaros juosta skaičiuojama kaip centriškai gniuždomas elementas, o jos skerspjūvis parenkamas vienodas per visą ilgį. Maksimali įrāža veikianti viršutinę santvaros juostą $N_{Ed} = 303,53 \text{ kN}$.

Primame $\lambda_0 = 90$, tada interpoliuodami randame klupumo koeficientą $\varphi = 0,519$.

Skaičiuojamieji gniuždomojo elemento strypo ilgiai santvaros juostoms jų plokštumoje ir joms statmena kryptimi: $l_{eff,y} = l = 3,0 \text{ m}, l_{eff,z} = l_1 = 6,0 \text{ m}$. (3.3.2.1.)

Skaičiuojame reikiamą gniuždomo strypo skerspjūvio plotą:

$$A_{net} \geq \frac{N_{Ed}}{\varphi \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{303,53}{0,519 \cdot 322,727 \cdot 10^3 \cdot 0,9} = 20,13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 20,13 \text{ cm}^2; \quad (3.3.2.2.)$$

$$\text{Skaičiuojame reikalingą inercijos spindulį: } i_z > \frac{l_{eff,z}}{\lambda_0} = \frac{6,0}{90} = 0,06m = 6,0cm ; \quad (3.3.2.3.)$$

Pagal gautas reikiamas reikšmes ir konstrukcinius reikalavimus parenkami **140x140x6** karšto tempimo vamzdžiai pagal EN 10210:2006, kurių charakteristikos: $A = 31,8cm^2$, $i_y = i_z = 5,45cm$.

Gniuždomos viršutinės juostos strypo liauniai:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff,y}}{i_y} = \frac{3,0}{0,0545} = 55 ; \quad (3.3.2.4.)$$

$$\lambda_z = \frac{l_{eff,z}}{i_z} = \frac{6,0}{0,0545} = 110 ; \quad (3.3.2.5.)$$

Kadangi $\lambda_{max} = \lambda_z = 110$, tai klupumo koeficientas $\varphi = 0,378$. Tikrinamas stiprumas:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Pl,Rd}} = \frac{N_{Ed}}{A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot y_c} = \frac{202,64}{22,20 \cdot 10^{-4} \cdot 322,727 \cdot 10^3 \cdot 0,9} = 0,31 < 1,00 ; \quad (3.3.2.6.)$$

Tikriname elemento pastovumą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{N_{Ed}}{\varphi \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot y_c} = \frac{202,64}{0,378 \cdot 22,20 \cdot 10^{-4} \cdot 322,727 \cdot 10^3 \cdot 0,9} = 0,83 < 1,00 ; \quad (3.3.2.7.)$$

Tikrinamas liaunis:

$$\lambda_{max} = 110 < \lambda_u = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,83 = 130,2 ; \quad (3.3.2.8.)$$

$$\text{Čia } \alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0,83 \geq 0,5 .$$

Ribinis liaunis neviršytas.

Tikriname sienelės pastovumą:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = \frac{110}{6} = 18,3 < \bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 1,6 \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9}{322,727 \cdot 10^6}} = 40,81 ; \quad (3.3.2.9.)$$

$$\text{Čia } \bar{\lambda}_{wu} = 1,0 + 0,2 \cdot \bar{\lambda} = 1 + 0,2 \cdot 4,310 = 1,862 > 1,6 ;$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 110 \cdot \sqrt{\frac{322,727 \cdot 10^6}{210 \cdot 10^9}} = 4,310 ; \quad (3.3.2.10.)$$

Čia h_{eff} - skaičiuojamasis sienelės aukštis; t_w - sienelės storis; $\bar{\lambda}$ - sąlyginis elemento liaunis; E – plieno tamprumo modulis.

Sienelės pastovumas pakankamas.

3.3.3. Apatinės juostos projektavimas

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

Centriškai tempiamo elemento stiprumo sąlyga: $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} < 1,0$;

Iš šios sąlygos nustatome reikalingą skerspjūvio plotą:

$$A_{net} \geq \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{319,22}{322,727 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 10,41 \cdot 10^{-4} m^2 = 10,41 cm^2 \quad (3.3.3.1.)$$

Pagal gautą reikiamą skerspjūvio plotą ir konstrukcinius reikalavimus parenkami **80x40x5** karšto tempimo vamzdžiai pagal EN 10210:2006, kurių charakteristikos: $A = 10,70 cm^2$, $i_y = 2,74 cm$, $i_z = 1,55 cm$.

Tikrinamas stiprumas:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{N_{Ed}}{A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{319,22 \cdot 10^3}{10,70 \cdot 10^{-4} \cdot 322,727 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,97 < 1,00; \quad (3.3.3.2.)$$

Skaičiuojamieji tempiamo elemento strypo ilgiai santvaros juostoms jų plokštumoje ir joms statmena kryptimi: $l_{eff,y} = l = 3,0 m$, $l_{eff,z} = l_1 = 6,0 m$.

Tempiamos apatinės juostos strypo liauniai:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff,y}}{i_y} = \frac{3,0}{0,0274} = 110; \quad (3.3.3.3.)$$

$$\lambda_z = \frac{l_{eff,z}}{i_z} = \frac{6}{0,0155} = 387; \quad (3.3.3.4.)$$

Santvaros ribinis tempiamo spyrio liaunis $\lambda_{u,t} = 400$ ir todėl ribinio liaunio sąlyga tenkinama.

Tačiau preliminariai paskaičiavus spyrius įvertinus viršutinę juostą gauname, jog mažiausias spyrio plotis 90 mm.

Spyriai turi tenkinti sąlygas:

$$b_{1,max} \leq b_0 - 2(t_0 + t_1) = 140 - 2(5 + 6) = 118 \text{ mm.} \quad (3.3.3.5)$$

(priėmus sąlygą, kad spyrio profilio storis 5mm.)

$$b_{1,min} \geq 0,6b_0 = 0,6 \cdot 140 = 84 \text{ mm.} \quad (3.3.3.6)$$

$$t > \frac{k_{fmin}}{1,2} = \frac{5}{1,2} = 4,17 \text{ (} k_{fmin} \text{ pagal STR 2.05.08:2005 7.29 lent.)} \quad (3.3.3.7)$$

Čia b_1 - spyrio plotis, b_0 - viršutinės juostos plotis, t_0 - viršutinės juostos profilio storis, t_1 - spyrio profilio storis, k_{fmin} - mažiausias kertinės (kampinės) siūlės statinis.

Tad, apatinės juostos plotis turi būti apie 100 mm, kad tenkintų privirinimo sąlygas. Apatinę juostą priimu **100x100x5** karšto tempimo vamzdžiai pagal EN 10210:2006, kurių charakteristikos: $A = 18,70 \text{ cm}^2$, $i_y = 3,86 \text{ cm}$, $i_z = 3,86 \text{ cm}$

3.3.4. Tempiamų spyrių projektavimas

Spyriai 1-2, 12-1

Šie spyriai yra tempiami didžiausia 141,32 kN jėga.

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

$$A_{net,d} \geq \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{141,32}{322,727 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 4,61 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 6,61 \text{ cm}^2; \quad (3.3.4.1)$$

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

2. Iš sortimento parenkame mažiausią profilį, tenkinantį sąlygas:

$$\mathbf{50x50x5 \text{ mm, } A=7,19 \text{ cm}^2, i_y=i_z=1,86 \text{ cm.}}$$

3. Tikriname skerspjūvio stiprumą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{141,32}{220,43} = 0,64 \leq 1,0 \quad (3.3.4.2)$$

Čia $N_{pl,Rd} = A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 7,19 \cdot 10^{-4} \cdot 322,727 \cdot 10^6 \cdot 0,95 = 220,43 \text{ kN}$

4. Tikriname strypų ribinius liaunius:

$$\lambda = \frac{l_{eff}}{i} = \frac{2,343}{0,0186} = 125 \leq \lambda_{u,t} = 400, \quad (3.3.4.3)$$

Skaičiuojamieji strypo ilgiai: $l_{eff} = l_{eff} = 2,343 \text{ m.}$

$\lambda_{u,t} = 400$, esant plokščioms santvaroms, veikiant statinei apkrovai (STR 2.05.08:2005, 7.19 lentelė). Visos sąlygos tenkinamos.

5. Ankstesniame skyriuje paskaičiuotas preliminarus spyrio plotis turi būti >84 mm, todėl spyrį priimu **50x90x5 mm, A=12,7 cm², i_y=3,16, i_z=1,97 cm**

3.3.5. Gniuždomų spyrių projektavimas

Spyriai 2-3, 11-12

Maksimali gniuždymo įrąža $N_{Ed} = 136,58 kN$

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

$$A_{net,d} \geq \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{136,58}{322,727 \cdot 10^3 \cdot 0,9} = 4,702 \cdot 10^{-4} m^2 = 4,702 cm^2; \quad (3.3.5.1.)$$

γ_c - darbo sąlygų koeficientas. Gniuždomiems elementams imamas $\gamma_c = 0,9$ (STR 2.05.08:2005).

2. Skaičiuojamieji strypo ilgiai [STR 2.05.08:2005 7.9 lentelė]

$$l_{y,eff} = l_{z,eff} = 0,9 \cdot l_{eff} = 0,9 \cdot 2,343 = 2,109 m \quad (3.3.5.2)$$

3. Preliminarus liaunis spyriams ir statramsčiams $\lambda_0 = 100 \dots 120$. Priimame $\lambda_0 = 120$, tuomet klupumo koeficientas $\varphi = 0,318$.

4. Reikiami inercijos spinduliai:

$$i_y = \frac{l_{y,eff}}{\lambda} = \frac{2,109}{120} = 0,0175 m \quad (3.3.5.3)$$

5. Iš sortimento parenkame stačiakampį vamzdį:

$$\mathbf{60 \times 60 \times 5 \text{ mm, A} = 10,7 \text{ cm}^2, \mathbf{i}_y = \mathbf{i}_z = 2,23 \text{ cm.}}$$

6. Skaičiuojame strypų liaunį pagal mažesnį inercijos spindulį:

$$\lambda = \frac{l_{eff}}{i_z} = \frac{2,109}{0,0223} = 94,57 \quad (3.3.5.4)$$

Klupumo koeficientas $\varphi_z = 0,499$.

7. Tikriname centriškai gniuždomo elemento pastovumą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{136,58}{155,082} = 0,88 \leq 1,0 \quad (3.3.5.5)$$

Sąlyga tenkinama

Čia $N_{c,Rd} = \varphi_z \cdot A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,499 \cdot 10,7 \cdot 10^{-4} \cdot 322,727 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 155,082 kN$

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

$$\lambda_{u,c} = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,88 = 127,2 \quad (3.3.5.6)$$

Čia
$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0,88;$$

$\lambda = 94,57 < \lambda_{u,c} = 127,8$ Sąlyga tenkinama.

Ankstesniame skyriuje paskaičiuotas preliminarus spyrio plotis turi būti >84 mm, todėl spyrį priimu **70x90x5 mm, A=15,0 cm², i_y=3,35, i_z=2,74 cm.**

Strypo numeris	Strypo ilgis, mm	Strypo skerspjūvis	Skerspjūvio plotas, cm²	Skerspjūvio masė, kg/m	Strypo masė, kg
Viršutinė juosta					
1-3	3000	140x140x6	24,9	31,8	95,4
3-5	3000	140x140x6	24,9	31,8	95,4
5-7	3000	140x140x6	24,9	31,8	95,4
7-9	3000	140x140x6	24,9	31,8	95,4
9-11	3000	140x140x6	24,9	31,8	95,4
11-13	3000	140x140x6	24,9	31,8	95,4
Apatinė juosta					
2-4	3000	100x100x5	18,7	14,7	44,1
4-6	3000	100x100x5	18,7	14,7	44,1
6-8	3000	100x100x5	18,7	14,7	44,1
8-10	3000	100x100x5	18,7	14,7	44,1
10-12	3000	100x100x5	18,7	14,7	44,1
Spyriai					
1-2	2343	50x90x5	12,7	9,99	23,4
2-3	2343	70x90x5	15,0	11,8	27,64
3-4	2343	50x90x5	12,7	9,99	23,4
4-5	2343	70x90x5	15,0	11,8	27,64
5-6	2343	50x90x5	12,7	9,99	23,4
6-7	2343	70x90x5	15,0	11,8	27,64
7-8	2343	70x90x5	15,0	11,8	27,64
8-9	2343	50x90x5	12,7	9,99	23,4
9-10	2343	70x90x5	15,0	11,8	27,64
10-11	2343	50x90x5	12,7	9,99	23,4
11-12	2343	70x90x5	15,0	11,8	27,64
12-13	2343	50x90x5	12,7	9,99	23,4

3.3.6. Mazgų projektavimas

Atraminio mazgo „G“ projektavimas

Tempiamojo santvaros tinklelio spyrio ir viršutinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas

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

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

$$\text{Kadangi} \quad \frac{|N_1|}{A_0 f_{y,d}} = \frac{141,32 \cdot 10^3}{24,9 \cdot 10^{-4} \cdot 322,727 \cdot 10^6} = 0,18 < 0,5, \quad (3.3.6.1)$$

tai santvaros juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 1$.

Čia $N_1 = 141,32 \text{ kN}$ - ašinė tempimo jėga, $A_0 = 24,9 \text{ cm}^2 = 24,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ - santvaros viršutinės juostos plotas, $f_{y,d} = 322,727 \text{ N/mm}^2$ - tempiamasis stipris pagal takumo ribą.

$$\text{Santvaros juostos iškyša:} \quad a = \frac{b_0 - b_1}{2} = \frac{0,14 - 0,09}{2} = 0,025 \text{ m}. \quad (3.3.6.2)$$

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_1 = \frac{h_1}{\sin \theta_1} = \frac{0,05}{\sin 50^\circ} = 0,065 \text{ m}. \quad (3.3.6.3)$$

Pusė tarpo tarp spyrio ir atraminės briaunos: $g = 0,126 / 2 = 0,063 \text{ m}$.

$$\text{Kadangi} \quad \frac{b_1}{b_0} = \frac{0,09}{0,14} = 0,64 < 0,9 \quad \text{ir} \quad \frac{g}{c_1} = \frac{0,063}{0,065} = 0,96 > 0,25, \quad (3.3.6.4)$$

tai santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atsparis tikrinamas pagal nelygbę:

$$|N_1| + \frac{1,7|M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (c_1 + 2\sqrt{2b_0 a})}{a \sin \theta_1}, \quad (3.3.6.5)$$

Čia $\gamma_c = 0,95$ - darbo sąlygų koeficientas, $\gamma_1 = 1,2$ - įrašos ženklų prijungiamajame elemente įtakos koeficientas, lenkiamasis momentas tinklelio elemente ties juostos kraštu – $M_1 = 0$;

$$141,32 \cdot 10^3 + \frac{1,7 \cdot 0}{0,05} < \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 322,727 \cdot 10^3 \cdot 0,006^2 (0,065 + 2\sqrt{2 \cdot 0,14 \cdot 0,025})}{0,025 \cdot \sin 50^\circ} = 160,67 \text{ kN} \quad (3.3.6.6)$$

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

Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie viršutinės juostos srityje

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

$$b_1/t_1 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8, \quad (3.3.6.7)$$

$$18 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,727^2 - 0,2 \cdot 322,727 + 81,8, \quad (3.3.6.8)$$

$$18 < 42,77.$$

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys.

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant kvadratiniam skerspjūviui:

$$|N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd,1} A_1}{1 + 0,013 b_0 / t_0} \quad (3.3.6.9)$$

Čia lenkiamasis momentas tinklelio elemente $M_2=0$;

$$141,32 \text{ kN} < \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 322,727 \cdot 10^3 \cdot 12,7 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,14}{0,006}} = 377,36 \text{ kN} \quad (3.3.6.10)$$

Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas

Virinti naudojama elektrodinė viela G35, kurios skersmuo $d_w = 1,5 \text{ mm}$, o charakteristinis stipris:

$$f_{vw,u} = 440 \text{ MPa};$$

Plieno stipris pagal stiprumo ribą

$$f_u = 410 \text{ MPa}$$

Skaičiuotini siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \frac{440}{1,25} = 193,6 \text{ MPa}, \quad (3.3.6.11)$$

čia $\gamma_{Mw} = 1,25$ - virintinės siūlės metalo patikimumo koeficientas

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ MPa}, \quad (3.3.6.12)$$

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

Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela

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

$$167,9 \text{ MPa} < 193,6 \text{ MPa} < 184,5 \frac{1,05}{0,9} = 215,3 \text{ MPa}. \quad (3.3.6.13)$$

Elektrodinė viela parinkta tinkamai.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atsparis turi tenkinti nelygybę:

$$\left(|N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1} \right) \frac{0,75 + 0,01b_0/t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_1/\sin\theta_1 + b_1)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d}; \quad (3.3.6.14)$$

$$\frac{141,32 \cdot 10^3 \cdot (0,75 + 0,01 \cdot 0,14/0,006)}{0,9 \cdot 0,005 \cdot (2 \cdot 0,05/\sin 50^\circ + 0,09)} < 1 \cdot 193,6 \quad (3.3.6.15)$$

$$140,02 \text{ Mpa} < 193,6 \text{ Mpa}$$

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

Skaičiuojamasis siūlės ilgis:

$$l_{w,eff} = l - 2t = (2 \cdot 65 + 2 \cdot 90) - 2 \cdot 5 = 300 \text{ mm} \quad (3.3.6.16)$$

Priimame, kad siūlės statinis $k_f = 5 \text{ mm}$.

Tikriname virintinę siūlę sąlyginiam kirpimui dviejuose pjūviuose:

Per siūlės metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} k_f \sum l_{w,eff} f_{vw,f,d} \gamma_c} = \frac{141,32 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,005 \cdot 0,3 \cdot 193,6 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,56 \leq 1,0 \quad (3.3.6.17)$$

Per sulydymo srities metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{141,32 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 0,005 \cdot 0,300 \cdot 184,5 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,51 \leq 1,0 \quad (3.3.6.18)$$

Kertinių siūlių atsparis pakankamas.

Flanšinės jungties (santvaros prijungimo prie kolonos) skaičiavimas

Sujungimą veikia atraminė reakcija $N_{Ed} = 254,43kN$. Profiliuotis prie flanšo jungiamas kartinėmis siūlėmis prieš tai paviršių apdirbant plieniniais šepėčiais. Jungtyje naudojami neįtemptieji konstrukciškai priimti varžtai 8.8 klasės M20 skersmens 4 vnt. varžtai. Flanšo storį preliminariai priimu 20mm (STR 2.05.08:2005 8 priedas 2.2 lent.)

Varžtų išdėstymo apribojimai (STR 2.05.08:2005, 7.31 lentelė) :

- mažiausi atstumai tarp varžtų centrų: $2,5 \cdot d_0 = 2,5 \cdot 22 = 55mm$,
- didžiausias atstumas tarp varžtų centrų: $8 \cdot d_0 = 8,0 \cdot 22 = 176mm$.
- mažiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto : $1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 22 = 26,4mm$
- didžiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto:
 $4 \cdot d_0 = 4,0 \cdot 22 = 88mm$

d_0 - varžto skylės skersmuo (varžtų skylės turi būti didesnės už varžto skersmenį) (STR 2.05.08:2005, 7 priedas, 3.1 lentelė)

Siūlių, jungiančių flanšą su viršutine santvaros juosta, atspario tikrinimas

Skaičiuojamasis siūlės ilgis:

$$\sum l_{eff} = l - 10 = (140 \cdot 2 + 140 \cdot 2) - 10 = 560mm \quad (3.3.6.19)$$

Kartinės siūlės statinis priimamas $k_f = 6mm$

Tikrinamas sąlyginis kirpimas (STR 2.05.08:2005, 152 p.):

- per siūlės metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{254,43 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,006 \cdot 0,560 \cdot 193,6 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,43 \leq 1,0 \quad (3.3.6.20)$$

- per sulydymo srities metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{254,43 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 0,006 \cdot 0,560 \cdot 184,5 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,39 \leq 1,0 \quad (3.3.6.21)$$

Sąlygos tenkinamos.

Tikrinamas atraminės plokštelės stiprumas

Pagal varžtų išdėstymo atstumus priimu flanšo matmenis 320x250 mm.

Flanšo plotas: $A_{net} = 240 \cdot 240 = 57600 \text{ mm}^2$

Tikrinama sąlyga:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{254,43 \cdot 10^3}{48400 \cdot 322,727 \cdot 1} = 0,013 < 1 \quad (3.3.6.22)$$

Elemento stiprumas pakankamas

Mazgo „H“ projektavimas

Šiame mazge viršutinė santvaros juosta susikerta su gniuždomu tinklelio spyrių 2-3, kurio įrašas 136,58 kN ir tempiamu tinklelio spyrių 3-4, kurio įrašas 87,56 kN.

Gniuždomojo tinklelio spyrių 2-3 ir santvaros apatinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas.

Santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrių, praspaudimo atspario tikrinimas.

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

Kadangi elementas yra gniuždomas, o santykis:

$$\frac{|N_1|}{A_0 f_{y,d}} = \frac{136,58 \cdot 10^3}{24,9 \cdot 10^{-4} \cdot 322,727 \cdot 10^6} = 0,16 < 0,5, \quad (3.3.6.23)$$

tai ašinės jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 1$.

Santvaros juostos iškyša: $a = \frac{b_0 - b_1}{2} = \frac{0,14 - 0,09}{2} = 0,025 \text{ m.}$ (3.3.6.24)

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_1 = \frac{h_1}{\sin \theta_1} = \frac{0,07}{\sin 50^\circ} = 0,09 \text{ m.}$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų: $g = 0,039 / 2 = 0,0195 \text{ m.}$

Kadangi $\frac{b_1}{b_0} = \frac{0,09}{0,14} = 0,64 < 0,9$ ir $\frac{g}{c_1} = \frac{0,0195}{0,065} = 0,3 > 0,25$, tai santvaros apatinės

juostos,

Ekscentricitetas e_e :

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 38,07 \cdot 1,06 + \frac{260 - 40}{2} = 150,35 \text{ mm}. \quad (3.4.1.14)$$

Reikalingas armavimas apskaičiuojamas:

Apskaičiuojamos reikšmės:

$$\alpha_n = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d} = \frac{350,85 \cdot 10^3}{18 \cdot 300 \cdot 260} = 0,249. \quad (3.4.1.15)$$

$$\alpha_m = \frac{N_{Ed} \cdot e_e}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{350,85 \cdot 10^3 \cdot 150,35}{18 \cdot 300 \cdot 260^2} = 0,144. \quad (3.4.1.16)$$

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis:

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706; \quad (3.4.1.17)$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,56. \quad (3.4.1.18)$$

Kadangi $\alpha_m = 0,12 < \xi_{lim} = 0,56$, armatūros plotus $A_{s1} = A_{s2}$ apskaičiuojame pagal formules:

$$\begin{aligned} A_{s1} = A_{s2} &= \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \frac{\alpha_m - \alpha_n (1 - 0,5\alpha_n)}{1 - a_2/d} = \\ &= \frac{18 \cdot 300 \cdot 260}{365} \cdot \frac{0,12 - 0,144(1 - 0,5 \cdot 0,249)}{1 - 40/260} = -23,36 \text{ mm}^2 \end{aligned} \quad (3.4.1.19)$$

Gavome, kad armatūros nereikia, bet laikantis konstrukcinio minimumo, priimama $4\varnothing 16$ mm

S400 armatūros klasės strypai su $2,01\text{cm}^2$ ir skersinė armatūra $\varnothing 8$ S240.

Armavimo koeficientas:

$$\mu_s = \frac{A_s}{A_c} = \frac{2 \cdot 0,000402}{0,09} = 0,009; \quad (3.4.1.20)$$

Perskaičiuoju su nauju armavimo koeficientu.

veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis tikrinamas pagal nelygybę:

$$|N_1| + \frac{1,5|M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (c_1 + g + \sqrt{2b_0 a})}{(0,4 + 1,8g / c_1) a \sin \theta_1}, \quad (3.3.6.25)$$

Čia $\gamma_c = 0,95$ - darbo sąlygų koef., $\gamma_1 = 1$ - įrašos ženklo prijungiamajame elemente įtakos koef., lenkiamasis momentas tinklelio elemente ties juostos kraštu – $M_1 = 0$;

$$\begin{aligned} 136,58 \cdot 10^3 + \frac{1,5 \cdot 0}{0,05} &< \frac{0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 322,727 \cdot 10^6 \cdot 0,006^2 (0,09 + 0,0195 + 2\sqrt{2 \cdot 0,14 \cdot 0,025})}{(0,4 + 1,8 \cdot 0,0195 / 0,065) \cdot 0,025 \cdot \sin 50^\circ} = \\ &= 154,401 kN \end{aligned} \quad (3.3.6.26)$$

Santvaros apatinės juostos, veikiamos gniuždomojo strypo, praspaudimo atsparis yra pakankamas.

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas gniuždomojo spyrio prijungimo vietoje

Koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį, $\gamma_t = 1,0$, nes $h_0/t_0 = 140/6 = 23,3 \leq 25$.

Tikriname sąlygą : $b_1/b_0 = 90/140 = 0,64 < 0,85$, (3.3.6.27)

Todėl juostos sienutės atspario mazgo plokštumoje skaičiuoti nereikia.

Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie apatinės juostos srityje

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

$$b_1/t_1 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8, \quad (3.3.6.28)$$

$$90/5 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,727^2 - 0,2 \cdot 322,727 + 81,8, \quad (3.3.6.29)$$

$$18 < 42,77.$$

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjuvio matmenys.

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant kvadratiniam skerspjuviui:

$$|N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd,1} A_1}{1 + 0,013 b_0 / t_0} \quad (3.3.6.30)$$

Čia lenkiamasis momentas tinklelio elemente $M_2=0$;

$$136,58\text{kN} < \frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 322,727 \cdot 10^6 \cdot 12,7 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,14}{0,006}} = 314,473\text{kN} \quad (3.3.6.31)$$

Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas

Virinti naudojama elektrodinė viela G35, kurios skersmuo $d_w = 1,5\text{mm}$, o charakteristinis stipris:

$$f_{vw,u} = 440 \text{ MPa};$$

Plieno stipris pagal stiprumo ribą

$$f_u = 410 \text{ MPa}$$

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \frac{440}{1,25} = 193,6 \text{ MPa}, \quad (3.3.6.32)$$

čia $\gamma_{Mw} = 1,25$ - virintinės siūlės metalo patikimumo koef.

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ MPa}, \quad (3.3.6.33)$$

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

Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} \leq f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}}, \quad (3.3.6.34)$$

$$167,9\text{MPa} < 193,6 \text{ MPa} < 184,5 \frac{1,05}{0,9} = 215,3 \text{ MPa} \quad (3.3.6.35)$$

Elektrodinė viela parinkta tinkamai.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atsparis turi tenkinti nelygybę:

$$\left(|N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1} \right) \frac{0,75 + 0,01b_0/t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_1 / \sin \theta_1 + b_1)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d}; \quad (3.3.6.36)$$

$$\frac{136,58 \cdot 10^3 \cdot (0,75 + 0,01 \cdot 0,14 / 0,006)}{0,9 \cdot 0,005 \cdot (2 \cdot 0,05 / \sin 50^\circ + 0,09)} < 1 \cdot 193,6 \quad (3.3.6.37)$$

$$135,32 \text{ Mpa} < 193,6 \text{ Mpa}$$

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

Skaičiuojamasis siūlės ilgis:

$$l_{w,eff} = l - 2t = (2 \cdot 93 + 2 \cdot 90) - 2 \cdot 5 = 263 \text{ mm} \quad (3.3.6.38)$$

Čia $t=5$ – plonesniojo iš jungiamųjų elementų storis.

Priimame, kad siūlės statinis $k_f = 5 \text{ mm}$.

Tikriname virintinę siūlę sąlyginiam kirpimui dviejuose pjūviuose:

Per siūlės metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} k_f \sum l_{w,eff} f_{vw,f,d} \gamma_c} = \frac{136,58 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,005 \cdot 0,263 \cdot 193,6 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,62 \leq 1,0 \quad (3.3.6.39)$$

Per sulydymo srities metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} k_f \sum l_{w,eff} f_{vw,z,d} \gamma_c} = \frac{136,58 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 0,005 \cdot 0,263 \cdot 184,5 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,56 \leq 1,0 \quad (3.3.6.40)$$

Kertinių siūlių atsparis pakankamas.

Tempiamojo tinklelio spyrio 3-4 ir santvaros apatinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas.

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

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

$$\text{Kadangi} \quad \frac{|N_2|}{A_0 f_{y,d}} = \frac{87,356 \cdot 10^3}{24,9 \cdot 10^{-4} \cdot 322,727 \cdot 10^6} = 0,11 < 0,5, \quad (3.3.6.41)$$

tai santvaros juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 1$.

Čia $N_0 = 87,356kN$ - ašinė tempimo jėga, $A_0 = 24,9cm^2 = 24,9 \cdot 10^{-4} m^2$ - santvaros viršutinės juostos plotas, $f_{y,d} = 322,727N/mm^2$ - tempiamasis stipris pagal takumo ribą.

$$\text{Santvaros juostos iškyša: } a = \frac{b_0 - b_2}{2} = \frac{0,14 - 0,09}{2} = 0,025 \text{ m.} \quad (3.3.6.42)$$

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_2 = \frac{h_2}{\sin \theta_2} = \frac{0,05}{\sin 50^\circ} = 0,065 \text{ m.} \quad (3.3.6.43)$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų: $g = 0,039/2 = 0,019 \text{ m.}$

$$\text{Kadangi } \frac{b_2}{b_0} = \frac{0,09}{0,14} = 0,64 < 0,9 \text{ ir } \frac{g}{c_2} = \frac{0,019}{0,065} = 0,29 > 0,25, \quad (3.3.6.44)$$

tai santvaros apatinės juostos, veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atsparis tikrinamas pagal nelygybę:

$$|N_2| + \frac{1,5|M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (c_2 + g + \sqrt{2b_0 a})}{(0,4 + 1,8g/c_2) a \sin \theta_2}, \quad (3.3.6.45)$$

Čia $\gamma_c = 0,95$ - darbo sąlygų koef., $\gamma_1 = 1,2$ - įrašos ženklų prijungiamajame elemente įtakos koef., lenkiamasis momentas tinklelio elemente ties juostos kraštu – $M_2 = 0$;

$$\begin{aligned} 87,356 \cdot 10^3 + \frac{1,5 \cdot 0}{0,05} &< \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 322,727 \cdot 10^6 \cdot 0,006^2 (0,065 + 0,019 + \sqrt{2 \cdot 0,14 \cdot 0,025})}{(0,4 + 1,8 \cdot 0,019/0,065) \cdot 0,065 \cdot \sin 50^\circ} = \\ &= 250,05kN \end{aligned} \quad (3.3.6.46)$$

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

Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie apatinės juostos srityje

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

$$b_2/t_2 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8, \quad (3.3.6.47)$$

$$90/5 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,727^2 - 0,2 \cdot 322,727 + 81,8, \quad (3.3.6.48)$$

$$18 < 42,77.$$

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys.

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant kvadratiniam skerspjūviui:

$$|N_2| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd,2} A_2}{1 + 0,013 b_0 / t_0} \quad (3.3.6.49)$$

Čia lenkiamasis momentas tinklelio elemente $M_2=0$;

$$87,536 \text{ kN} < \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 322,727 \cdot 10^6 \cdot 24,9 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,14}{0,006}} = 739,87 \text{ kN} \quad (3.3.6.50)$$

Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas

Virinti naudojama elektrodinė viela G35, kurios skersmuo $d_w = 1,5 \text{ mm}$, o charakteristinis stipris:

$$f_{vw,u} = 440 \text{ MPa};$$

Plieno stipris pagal stiprumo ribą

$$f_u = 410 \text{ MPa}$$

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \frac{440}{1,25} = 193,6 \text{ MPa}, \quad (3.3.6.51)$$

čia $\gamma_{Mw} = 1,25$ - virintinės siūlės metalo patikimumo koeficientas

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ MPa}, \quad (3.3.6.52)$$

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

Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} \leq f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}}, \quad (3.3.6.53)$$

$$167,9 \text{ MPa} < 193,6 \text{ MPa} < 184,5 \frac{1,05}{0,9} = 215,3 \text{ MPa}. \quad (3.3.6.54)$$

Elektrodinė viela parinkta tinkamai.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atsparis turi tenkinti nelygybę:

$$\left(|N_2| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \right) \frac{0,75 + 0,01b_0 / t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_2 / \sin \theta_2 + b_2)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d}; \quad (3.3.6.55)$$

$$\frac{87,536 \cdot 10^3 \cdot (0,75 + 0,01 \cdot 0,14 / 0,006)}{0,9 \cdot 0,005 \cdot (2 \cdot 0,05 / \sin 50^\circ + 0,09)} < 1 \cdot 193,6 \quad (3.3.6.56)$$

$$86,73 \text{ Mpa} < 193,6 \text{ Mpa}$$

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

Skaičiuojamasis siūlės ilgis:

$$l_{w,eff} = l - 2t = (2 \cdot 65 + 2 \cdot 90) - 2 \cdot 5 = 235 \text{ mm} \quad (3.3.6.57)$$

Čia $t=5$ – plonesniojo iš jungiamųjų elementų storis.

Priimame, kad siūlės statinis $k_f = 5 \text{ mm}$.

Tikriname virintinę siūlę sąlyginiam kirpimui dviejuose pjūviuose:

Per siūlės metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} k_f \sum l_{w,eff} f_{vw,f,d} \gamma_c} = \frac{87,536 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,005 \cdot 0,235 \cdot 193,6 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,45 \leq 1,0 \quad (3.3.6.58)$$

Per sulydymo srities metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} k_f \sum l_{w,eff} f_{vw,z,d} \gamma_c} = \frac{87,536 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 0,005 \cdot 0,235 \cdot 184,5 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,40 \leq 1,0 \quad (3.3.6.59)$$

Kertinių siūlių atsparis pakankamas.

Santvaros apatinės juostos montažinio mazgo projektavimas („K“ mazgas)

Apatinei juostai jungti naudojamos jungės. Kadangi prie jungės jungiamas uždaro skerspjūvio profilis, jungiamieji varžtai iškeliami į išorę nuo profilio 100x100x5. Sujungimą veikia

$N_{Ed} = 319,2 \text{ kN}$ įraža. Kaip jungės naudojami 10.9 kokybės klasės varžtai M24 varžtai, jungės storis parenkamas - 20 mm.

Skaičiuotinis varžtų tempiamasis plieno stipris:

$$f_{bt,d} = 0,50 \cdot f_{bu} = 0,50 \cdot 1000 = 500 N / mm^2. \quad (3.3.6.60)$$

Skaičiuotinis vieno varžto tempiamasis atsparis apskaičiuojamas:

$$F_{bt,Rd} = f_{bt,d} \cdot A_{b,net} = 500 \cdot 353 = 176500 N = 176,5 kN. \quad (3.3.6.61)$$

Centriškai tempiamų jungių su uždaro profilio jungiamaisiais elementais stiprumas yra pakankamas, kai [[6] 8 priedas]:

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

n – visas jungties varžtų skaičius; t_f – flanšo storis; k_2 – koeficientas iš [[6] 8 priedo 2.5 lentelės]: $k_2=0,85$.

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

$$n = \frac{N_{Ed} \cdot 1,1}{k_2 \cdot F_{bt,Rd}} = \frac{319,22 \cdot 1,1}{0,85 \cdot 176,5} = 2,34. \quad (3.3.6.62)$$

Priimame jungčiai $n=4$ varžtus.

Varžtų išdėstymo apribojimai [[6] 7.31 lentelė] :

mažiausiai atstumai tarp varžtų centrų: $2,5 \cdot d_0 = 2,5 \cdot 26 = 65 mm$,

mažiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto : $1,5 \cdot d_0 = 1,5 \cdot 26 = 39 mm$

didžiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto: $4 \cdot d_0 = 4,0 \cdot 26 = 104 mm$

didžiausias atstumas tarp varžtų centrų: $8 \cdot d_0 = 8,0 \cdot 26 = 208 mm$.

d_0 - varžto skylės skersmuo (varžtų skylės turi būti didesnės už varžto skersmenį) [[6] 7 priedas, 3.1 lentelė].

Kertinių siūlių, jungiančių jungę su jungiamuoju elementu, stiprumas turi būti tikrinamas dviejuose pjūviuose: per siūlės metalo pjūvį; per sulydimo srities metalo pjūvį. Tikrinamas suvirinimo siūlės stiprumas, kuri jungia apatinę juostą ir jungės plokštelę.

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

Skaičiuojamasis siūlės ilgis:

$$l_{w,eff} = l - 10 mm = (2 \cdot b_1 + 2 \cdot b_2) - 10 = (2 \cdot 100 + 2 \cdot 100) - 10 = 390 mm. \quad (3.3.6.63)$$

Prenkamas kartinės siūlės statinis $k_f = 6\text{ mm}$, nes mažiausias kartinės siūlės statinis $k_{f,\min} = 6\text{ mm}$, kai storesniojo iš elementų storis $t = 17 - 22\text{ mm}$. Pasirenkame tokią pačią elektrodinę vielą, kaip ir ankstesniuose santvaros mazguose.

Tikrinamas sąlyginis kirpimas [[6] 152 p.]:

per siūlės metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{319,22 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,006 \cdot 0,390 \cdot 220,0 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,72 \leq 1,0 \quad (3.3.6.64)$$

per sulydymo srities metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{319,22 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 0,006 \cdot 0,390 \cdot 211,5 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,64 \leq 1,0 \quad (3.3.6.65)$$

Sąlygos tenkinamos.

Tempiamų flanšinių jungčių atsparis vietinei skersinei jėgai tikrinamas pagal formulę:

$$V_{ioc} \leq \mu_h \sum_{j=1}^n F_{bhf,Rd,j} ; \quad (3.3.6.66)$$

čia: n – visas varžtųskaičius, kai prijungiamas uždarojo skerspjūvio elementas; μ_h – trinties koeficientas [[8] 7.34 lentelė].

Kontaktinė įraža, kai prijungiamas uždaro profilio skerspjūvis:

$$F_{bhf,Rd} = 0,1F_{bh,t,Rd} = 0,1 \cdot 176,5 = 17,65\text{ kN} . \quad (3.3.6.67)$$

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

$$V_{ioc} = 0,1\mu_h N_{Ed} = 0,1 \cdot 0,25 \cdot 319,22 = 7,98\text{ kN} . \quad (3.3.6.68)$$

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

Tempiamų flanšinių jungčių atsparis vietinei skersinei jėgai:

$$7,98 \leq 0,25 \cdot 4 \cdot 17,65 = 17,65\text{ kN} . \quad (3.3.6.69)$$

Skaičiuojame reikalingą užsukimo momentą:

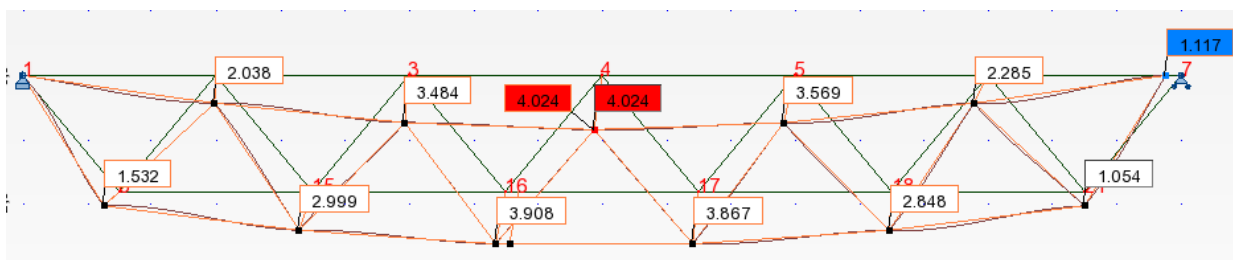
$$M_{sukimo} = n \cdot K \cdot F_{p,cd} \cdot d = 1,06 \cdot 0,18 \cdot 154,35 \cdot 0,024 = 0,707 \text{ kNm}; \quad (3.3.6.70)$$

čia: $F_{p,cd} = 0,9 \cdot f_{bt,d} \cdot A_{b,net} = 0,9 \cdot 500 \cdot 343 = 154,35 \text{ kN}$.

3.3.7. Statybinės pakyls projektavimas

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

Apskaičiuotas įlinkis nuo charakteristinio derinio apkrovų programa „Robot Structural Analysis“: $d=0,011 \text{ m}$;



3.3.7.1. pav. Santvaros įlinkiai

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

$$\frac{l}{200} = \frac{18}{200} = 0,09 \text{ m}; \quad (3.3.7.1)$$

$$d + \frac{l}{200} = 0,004 + 0,09 = 0,094 \approx 0,095 \text{ m}. \quad (3.3.7.2)$$

3.4. Gelžbetoninės kolonos projektavimas

3.4.1. Kolonos armavimas

Ekscentriškai gniuždoma gelžbetoninė kolona projektuojama iš S400 klasės armatūros ($f_{yd} = f_{scd} = 365 \text{ N/mm}^2$; $E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$) ir C30/37 klasės sunkiojo betono ($E_{cm} = 3,2 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$). Armatūros skerspjūvio plotai $A_{s1} = A_{s2}$ [5]. Pradiniai kolonos matmenys 300x300 mm. Kolonos skaičiuojamasis ilgis $l_0 = 3,05 \text{ m}$ [5]. Koloną veikiančios įrašos:

- nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių $N_{Ed,\ell} = 199,33 \text{ kN}$, $M_{Ed,\ell} = 0,55 \text{ kNm}$;
- nuo nuolatinių ir kintamųjų poveikių $N_{Ed} = 350,85 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 13,36 \text{ kNm}$.

Skerspjūvio naudingasis aukštis:

$$d = h - a_1 = 300 - 40 = 260 \text{ mm} \quad (3.4.1.1)$$

Čia: $h = 300 \text{ mm}$ – kolonos skerspjūvio aukštis;

$a_1 = a_2 = 40 \text{ mm}$ – apsauginis betono sluoksnis.

Betono skaičiuotinis stipris gniuždant:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 30 / 1,5 = 18 \text{ N/mm}^2. \quad (3.4.1.2)$$

$$M_{Ed,s} = M_{Ed} + N_{Ed} \frac{d - a_2}{2} = 13,36 \cdot 10^6 + 350,85 \cdot 10^3 \cdot \frac{260 - 40}{2} = 51,954 \text{ kNm}. \quad (3.4.1.3)$$

$$M_{Ed,s\ell} = M_{Ed,\ell} + N_{Ed,\ell} \frac{d - a_2}{2} = 0,55 \cdot 10^6 + 199,33 \cdot 10^3 \cdot \frac{260 - 40}{2} = 22,473 \text{ kNm}. \quad (3.4.1.4)$$

Kiti dydžiai bus:

$$\varphi_\ell = 1 + \beta \frac{M_{Ed,s\ell}}{M_{Ed,s}} = 1 + 1 \frac{22,473}{51,954} = 1,40 < \varphi_\ell = 1 + \beta = 1 + 1 = 2; \quad (3.4.1.5)$$

φ_ℓ - koeficientas įvertinantis apkrovų trukmės poveikį.

$$e_0 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{13,36 \cdot 10^6}{350,85 \cdot 10^3} = 38,07 \text{ mm} > e_a = h/30 = 10 \text{ mm}. \quad (3.4.1.6)$$

$$\begin{aligned} \delta_e &= \frac{e_0}{h} = \frac{0,03807}{0,3} = 0,127 > \delta_{e,\min} = 0,4 - 0,01 \frac{l_0}{h} - 0,01 f_{cd} = \\ &= 0,5 - 0,01 \frac{7,27}{0,3} - 0,01 \cdot 18 = 0,077; \end{aligned} \quad (3.4.1.7)$$

$$\text{Čia} \quad l_0 = l = 3050 \text{ mm}; \quad (3.4.1.8)$$

l_0 - ekscentriškai gniuždomos kolonos skaičiuojamasis ilgis.

Sąlyga tenkinama, todėl priimame $\delta_e = 0,127$.

Pirmam priartėjimui priimame $\mu_s = 0,01$ (μ_s – išilginio armavimo koeficientas).

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{2 \cdot 10^5}{3,2 \cdot 10^4} = 6,25; \quad (3.4.1.9)$$

čia:

E_s - armatūros takumo modulis;

E_{cm} - betono takumo modulis;

α_e - koeficientas įvertinantis armatūros ir betono santykį.

$$I_c = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{300 \cdot 300^3}{12} = 6,75 \cdot 10^8 \text{ mm}^4; \quad (3.4.1.10)$$

čia

I_c - betono skerspjūvio inercijos momentas elemento viso skerspjūvio centro atžvilgiu.

$$I_s = \mu_s \cdot b \cdot d \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2 = 0,01 \cdot 300 \cdot 260 \left(\frac{260 - 40}{2} \right)^2 = 0,09 \cdot 10^8 \text{ mm}^4 \quad (3.4.1.11)$$

čia

I_s - armatūros skerspjūvio ploto inercijos momentas elemento viso skerspjūvio centro atžvilgiu

$$N_{\text{crit}} = \frac{6,4 \cdot E_{cm}}{l_0^2} \left[\frac{I_c}{\varphi_\ell} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e I_s \right] = \quad (3.4.1.12)$$

$$= \frac{6,4 \cdot 3,2 \cdot 10^4}{3050^2} \left[\frac{6,75 \cdot 10^8}{1,6} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,127} + 0,1 \right) + 6,25 \cdot 0,09 \cdot 10^8 \right] = 6667,87 \text{ kN};$$

N_{crit} - sąlyginė išilginė kritinė jėga. Apskaičiuojamas koeficientas η :

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{\text{Ed}}}{N_{\text{crit}}}} = \frac{1}{1 - \frac{350,85}{6667,87}} = 1,06. \quad (3.4.1.13)$$

Armatūros inercijos momentas:

$$I_s = \mu_s \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{d - d_1}{2} \right)^2 = \quad (3.4.1.21)$$

$$= 0,009 \cdot 300 \cdot 260 \cdot \left(\frac{260 - 40}{2} \right)^2 = 0,0849 \cdot 10^8 \text{ mm}^4;$$

Čia: d_1 - apsauginis betono sluoksnis;

Arnavimo koeficientas $\mu_s = 0,009$.

Kritinė ašinė jėga:

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

$$= \frac{6,4 \cdot 3,2 \cdot 10^4}{3050^2} \left[\frac{6,75 \cdot 10^8}{1,6} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,127} + 0,1 \right) + 6,25 \cdot 0,0849 \cdot 10^8 \right] = 6598,27 \text{ kN} \quad (3.4.1.22)$$

Koeficientas, įvertinantis ašinės jėgos ekscentriciteto e_0 padidėjimą dėl įlinkio:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{\text{Ed}}}{N_{\text{crit}}}} = \frac{1}{1 - \frac{350,85}{6598,27}} = 1,056. \quad (3.4.1.23)$$

Ekscentricitetas:

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a}{2} = 38,07 \cdot 1,056 + \frac{260 - 40}{2} = 150,2 \text{ mm}. \quad (3.4.1.24)$$

Apskaičiuojami koeficientai:

$$\alpha_n = \frac{N_{\text{Ed}}}{f_{\text{cd}} \cdot b \cdot d} = \frac{350,85 \cdot 10^3}{18 \cdot 300 \cdot 260} = 0,249 < \xi_{\text{lim}}. \quad (3.4.1.25)$$

$$\alpha_m = \frac{N_{\text{Ed}} \cdot e_e}{f_{\text{cd}} \cdot b \cdot d^2} = \frac{350,85 \cdot 10^3 \cdot 150,2}{18 \cdot 300 \cdot 260^2} = 0,144. \quad (3.4.1.26)$$

Tai armatūros plotas :

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{f_{\text{cd}} \cdot b \cdot d}{f_{\text{yd}}} \cdot \frac{\alpha_m - \alpha_n(1 - 0,5\alpha_n)}{1 - a_2/d}; \quad (3.4.1.27)$$

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{18 \cdot 300 \cdot 260}{365} \cdot \frac{0,144 - 0,249(1 - 0,5 \cdot 0,249)}{1 - 40/260} = -336,45 \text{ mm}^2. \quad (3.4.1.28)$$

Gavome, kad armatūros reikia labai mažai, bet laikantis konstrukcinio minimumo, priimama $4\varnothing 16$ mm S400 armatūros klasės strypai su $2,01 \text{ cm}^2$ ir skersinė armatūra $\varnothing 8$ S240.

Armavimo koeficientas:

$$\mu_s = \frac{A_s}{A_c} = \frac{2 \cdot 0,000402}{0,09} = 0,009; \quad (3.4.1.29)$$

Gniuždomos zonos aukštis:

$$x_{eff} = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b} = \frac{350,85}{18 \cdot 10^3 \cdot 0,3} = 0,065 \text{ m}; \quad (3.4.1.30)$$

Kai

$$\frac{x_{eff}}{d} = \frac{0,065}{0,26} = 0,249 < \xi_{lim} = 0,56; \quad (3.4.1.31)$$

skerspjūvio stiprumas tikrinamas:

$$N_{Ed} \cdot e_e \leq f_{cd} \cdot b \cdot x_{eff} (d - 0,5 \cdot x_{eff}) + f_{scd} \cdot A_{s2} (d - a); \quad (3.4.1.32)$$

$$350,85 \cdot 0,150 = 52,63 \text{ kNm} \leq 18 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 0,065 (0,36 - 0,4 \cdot 0,065) + \\ + 365 \cdot 10^3 \cdot 4,02 \cdot 10^{-4} \cdot (0,26 - 0,04) = 149,51 \text{ kNm}. \quad (3.4.1.33)$$

Sąlyga tenkinama, kolonos stiprumas pakankamas.

Skersinė armatūra priimama konstrukciškai. Pagal išilginės armatūros $d = 16\text{mm}$, parenkamas skersinės armatūros skersmuo $\varnothing 8$ S240 klasės. Atstumai tarp skersinių strypų:

$$s = 20d = 20 \cdot 1,6 = 32\text{cm} < 40\text{cm} \quad (3.4.1.34)$$

Priimame: $s=35\text{cm}$.

3.5. Sekliojo pamato skaičiavimas

3.5.1. Bendrosios pamato charakteristikos

Pamatas apskaičiuojamas kolonai, kurios padėtis plane nusakoma koordinatėmis D-3. Pamatas apkrautas centriška jėga. Pamatą veikiančią jėgą sudaro nuolatinė apkrova lygi 206,91 kN ir laikinoji apkrova kuri yra lygi 151,2 kN. Pamato pado plokštė yra įleista į 1,1 m gylį. Gruntinio vandens nesiekiamo. Pamatas įrengiamas smėlingame dulkingame molyje. Grunto ant kurio yra pastatytas pamatas pagrindinės charakteristikos: savitasis sunkis $22,3 \text{ kN/m}^3$, sankabumas $c = 47 \text{ kPa}$, vidinės trinties kampas $\varphi=22^\circ$, poringumo koeficientas $e=,34$, deformacijų modulis 32000 kPa , kūginis stipris $q_c=3,2 \text{ MPa}$.

Pamato pado plokštė betonuojama iš C25/30 klasės betono. Kadangi pamato pado plokštė yra kvadratinė, tai ilgio ir pločio matmenys yra po 1,85 m, o aukštis yra 0,5m. Taip pat po pamato padu yra pabetonuojamas liesas betonas (C8/10), kurio matmenys yra 2050x2050x50 mm. Plokštė armuojama dviem armatūros tinklais - viršutiniu ir apatiniu. Armatūros klasė yra S500. Apatinis tinklas yra iš armatūros, kuri abiejomis kryptimis išdėstyta vienodai ($\varnothing 12$ žingsnis yra 150mm). Viršutinis armatūros tinklas yra konstrukciškai parinktas pagal „Peikko” gaminių

katalogo HPM tipo varžtus. Jis yra $\phi 8$, kurių strypai abiejomis kryptimis išdėstomi vienodai. Skersinė armatūra, jungianti abu tinklus yra iš 8mm skersmens armatūros strypų (armatūros klasė S500). Kolona prie pamato jungiama inkariniais varžtais, kurių markė yra HPM24L. Inkariniai varžtai yra suprojektuoti naudojantis „Peikko“ siūloma programa.

Atlikus skaičiavimus buvo nustatyti pamato nuosėdžiai, kurie yra lygus 109,57 mm, o tai viršija leistinus 50 mm, dėl to pamato pado plokštės matmenis reikia didinti, kol nuosėdžiai neviršys leistinų.

3.5.2. Pamato armavimo skaičiavimas

Kolonos sukeliama apkrova:

Nuolatinė apkrova, veikianti į pamatą $G_k = 206,91$ kN;

Laikinoji apkrova veikianti į pamatą $Q_k = 151,20$ kN;

Kolonos skerspjūvis 300 x 300 mm;

Kolona armuota 4 ϕ 16 mm skersmens strypais;

Armatūros plieno takumo riba $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.1} \approx 450$ MPa (plieno klasė S500);

Gniuždomo betono stipris $f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{25}{1,5} = 15,0$ MPa (betono klasė C25/30).

Pamato pado plokštės:

Armatūros plieno takumo riba $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.1} \approx 450$ MPa ;

Gniuždomo betono stipris $f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{25}{1,5} = 15,0$ MPa .

Skaičiuojamoji apkrova pamatui:

$$V_d = \gamma_G (G_k + G_{grunk}) + \gamma_Q Q_k = 1,35 \cdot (206,91 + 36,0) + 1,3 \cdot 151,20 = 524,489 \text{ kN}; \quad (3.5.2.1)$$

Skaičiavimus atlieku su tokiu pamato padu: 1,85x1,85x0,5 m.

Skaičiuojamasis grunto atsparumas:

$$q_s = V_d / B^2 = 524,489 / 1,85^2 = 153,247 \text{ kPa}. \quad (3.5.2.2)$$

Kadangi gelžbetonis pamato padas liečiasi su gruntu apsauginis betono sluoksnis priimasmas 0,0885m, tuomet efektyvusis plokštės skerspjūvio aukštis d:

$$d = h - 0,0885 = 0,5 - 0,0885 = 0,4115 \text{ m.}$$

Patikrinimas kirpimui:

Kritinis pjūvis vienpusiam kirpimui yra per d nuo kolonos krašto:

$$V_u = q_s \cdot B \cdot (h - d) = 153,247 \cdot 1,85 \cdot (0,775 - 0,4115) = 103,055 \text{ kN} \quad (3.5.2.3)$$

$$\phi \cdot V_c = \phi \cdot 0,17 \cdot \sqrt{f_{cd}} \cdot B \cdot d = 0,85 \cdot 0,17 \cdot \sqrt{15} \cdot 1,85 \cdot 0,4115 \cdot 1000 = 426,04 \text{ kN} \quad (3.5.2.4)$$

$$V_u = 103,055 \text{ kN} < \phi \cdot V_c = 426,04 \text{ kN}, \text{ sąlyga tenkinama.} \quad (3.5.2.5)$$

Kritinis pjūvis praspaudimui per d/2 nuo kolonos krašto:

$$\phi \cdot V_c = \phi \cdot 0,34 \cdot \sqrt{f_{cd}} \cdot B_o \cdot d = 0,85 \cdot 0,34 \cdot \sqrt{15} \cdot 2,846 \cdot 0,4115 = 1,311 \text{ MN} = 1310,8 \text{ kN} \quad (3.5.2.6)$$

Čia; B_o yra plokštės praspaudimo kritinio pjūvio perimetras:

$$B_o = 4 \cdot (0,3 + 2 \cdot d / 2) = 4 \cdot (0,3 + 2 \cdot 0,4115 / 2) = 2,846 \text{ m} \quad (3.5.2.7)$$

$$V_u = q_s \cdot A_{kr} = 153,247 \cdot 2,916 = 446,909 \text{ kN} \quad (3.5.2.8)$$

Čia A_{kr} -kritinis plotas lygus:

$$A_{kr} = (B \cdot L) - (0,3 + d)^2 = (1,85 \cdot 1,85) - (0,3 + 0,4115)^2 = 2,916 \text{ m}^2 \quad (3.5.2.9)$$

$$V_u = 446,909 \text{ kN} < \phi \cdot V_c = 1310,8 \text{ kN}, \quad (3.5.2.10)$$

sąlyga tenkinama.

- **Armatūros skaičiavimas:**

Lenkimo momentas kritiniame pjūvyje:

$$M_u = q_s \cdot B \cdot \left(\frac{0,775^2}{2} \right) = 153,247 \cdot 1,85 \cdot \left(\frac{0,775^2}{2} \right) = 42,51 \text{ kNm} \quad (3.5.2.11)$$

Reikalingas armatūros kiekis apskaičiuojamas:

$$A_s = \frac{0,85 \cdot f_{cd} \cdot B \cdot a}{f_{yd}} = \frac{0,85 \cdot 15 \cdot 1,85 \cdot a}{450} = 0,0524a \quad (3.5.2.12)$$

Kai $\phi = 0,9$ ir $A_s = 0,0524a$, iš lygties $M_u \leq \phi \cdot A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$ gauname:

$$M_u = 42,51 = 0,9 \cdot 0,0524a \cdot 450000 \cdot \left(0,4115 - \frac{a}{2}\right); \quad (3.5.2.13)$$

Išsprendęs kvadratinę lygtį gaunu, kad $a = 0,0049m$

$$\text{Tada } A_s = 0,0524a = 0,0524 \cdot 0,0049 = 0,000257 m^2 = 2,568 cm^2 \quad (3.5.2.14)$$

Patikrinu ar plokštės procentinis armavimas atitinka sąlyga:

$$s = \frac{A_s}{B \cdot d} = \frac{0,000257}{1,85 \cdot 0,4115} = 0,00034 < s_{\min} = 0,0018 \quad (3.5.2.15)$$

Sąlyga, netenkinama, kadangi gautas s mažesnis už s_{\min} , tai priimu $s=0,0018$, tada $A_{s(\min)}$:

$$A_{s(\min)} = s_{\min} \cdot B \cdot d = 0,0018 \cdot 1,85 \cdot 0,4115 = 13,70 cm^2 \quad (3.5.2.16)$$

Reikiamą plotą padidinu 5 % : $A_s = 14,39 cm^2$ (3.5.2.17)

Parenku 13 ϕ 12 mm, S500 strypus, kurių $A_s = 10,18 cm^2$. Priimu armavimo žingsnį: $a = 15 cm$;

Kraštinius strypus nuo pamato pado išdėstau žingsniu 5 cm, o likusius 11 – lieka strypų žingsniu 15 cm. Taip pat konstrukciškai parenkame skersinę armatūrą $\phi 8$ mm, kurią išdėstome 150 mm žingsniu.

Norint apskaičiuoti kolonos ir pamato pado plokštės sandūros užtvirtinimui reikalingą inkarinių varžtų kiekį bei dydžius, prie kolonos sukeliamų vertikalių apkrovų reikia pridėti vėjo slėgio sukeliama momentą:

Kolonos ilgis 7,2 m;

Oro tankis: $q=1,25 kg/m^3$;

Vėjo greitis $V_{ret}=24 m/s$;

Koeficientas priklausantis nuo aukščio $C(z)=0,566$;

Aerodinaminis koeficientas $C(e)=+0.8$, $C(e)=-0.6$;

Atskaitinis vėjo slėgis $q_{ref}=0,36 \text{ kN/m}^2$;

Vidutinė slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamoji:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot C(z) \cdot C(e) = 0,36 \cdot 0,566 \cdot 0,8 = 0,163 \text{ kN/m}^2 \quad ; \quad (3.5.2.18)$$

Į tiesinį metrą: $w'_{me} = 0,163 \cdot 0,4 = 0,0652 \text{ kN/m} \quad ; \quad (3.5.2.19)$

Koncentruota jėga $Q = 0,0652 \cdot 7,2 = 0,469 \text{ kN} \quad (3.5.2.20)$

Momentas $M_k = Q \cdot l / 2 = 0,469 \cdot 7,2 / 2 = 1,69 \text{ kNm} \quad (3.5.2.21)$

Įvertinus laikinos apkrovos saugos koeficientas

$$M_d = \gamma_Q \cdot M_k = 1,3 \cdot 1,69 = 2,197 \text{ kNm} \quad (3.5.2.22)$$

3.5.3. Inkarinių varžtų apskaičiavimas

Inkarinius varžtus parenku naudodamasis „Peikko” projektavimo programa. Pagal gautus duomenis priimu tokius inkarinius varžtus: **4xHPM24L**. Viršutinį armatūros tinklą parenkame konstrukciškai pagal katalogų siūlomus variantus: $\phi 8$ mm strypus išdėstytus žingsniu 200 mm.

4. Technologinė ir ekonominė dalys

4.1. Kolonų ir santvarų montavimo darbų apimčių skaičiavimas


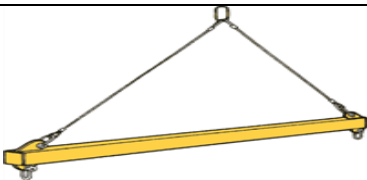
4.1 lentelė. Montuojamų elementų specifikacija

Elemento pavadinimas	Tipas	Matmenys, m			Elementų skaičius	Vieno elemento masė, t	Bendras masė, t
		L	B	H			
1	2	3	4	5	6	7	9
Kolona	HEA 280	8,95	0,28	0,27	17	0,684	11,628
	HEA 140	5,2	0,14	0,133	11	0,128	1,408
	HEA 160	3,75	0,16	0,152	11	0,114	1,254
Santvara	Sant-1	24,0	-	3,180	11	1,709	18,799

4.1.1. Stropų parinkimas

Kabinimo priemonės parenkamos pagal montuojamų elementų specifikacijas. Duomenys surašomi į lentelę:

4.1.1.1. lentelė. Kabinimo priemonės

Kabinėjimo priemonės pavadinimas	Eskizas	Kabinėjimo priemonių			Pritaikymo sritis
		Keliamoji galia, t	Masė, t	Skaičiuojamasis aukštis, m	
Griebtuvas 0.5 STNMK		0,5	0,0055	-	Kolonoms
Traversa 6650-40/2		4	0,029	1,250	Santvarai, ilginiams

4.1.2. Krano parinkimas

Pagal techninius rodiklius kranai parenkami remiantis montuojamųjų elementų specifikacija, kai žinomos elementų masės, jų montavimo aukštis ir atstumas nuo krano. Skaičiuojami reikiami krano parametrai.

Keliamosios galios skaičiavimas:

Didžiausia reikalinga krano keliamoji galia, kai reikia pakelti metalinę santvarą:

$$Q_r = Q_1 + Q_2 = 1,182 + 0,029 = 1,738 \text{ t}; \quad (4.1.2.1)$$

Q_1 – keliamosios konstrukcijos masė, t;

Q_2 – kabinimo prie strėlės priemonės masė, t.

Reikalingas krano kablo pakėlimo aukštis:

Maksimalus reikalingas kablo pakėlimo aukštis, kai reikia pakelti metalinę santvarą:

$$H_{\text{reik}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4; \quad (4.1.2.2)$$

h_1 – aukštis nuo krano stovėjimo plokštumos iki atramos, ant kurios remiasi montuojamas elementas;

h_2 – laisvas tarpas virš atramos iki montuojamo elemento;

h_3 – montuojamo elemento aukštis;

h_4 – kabinimo priemonės aukštis

$$H_{\text{reik}} = 8,5 + 1,0 + 3,180 + 1,25 = 13,93 \text{ m}. \quad (4.1.2.3)$$

Reikalingas strėlinio krano strėlės siekis, santvarai pakelti:

$$L_{\text{reik}} = \frac{(H_r + h_5 - h) \cdot (b + a)}{h_2 + h_3 + h_4 + h_5} = \frac{(13,93 + 1,0 - 1,5) \cdot (12,0 + 1,5)}{1,0 + 3,180 + 1,25 + 1,0} = 28,197 \text{ m}; \quad (4.1.2.4)$$

h_5 – sutrauktų krano skryščių aukštis ($h_5 = 1 \text{ m}$);

h – strėlės lanksto aukštis nuo krano stovėjimo lygio ($h = 1,5 \text{ m}$);

a – mažiausias leidžiamas atstumas nuo krano strėlės ašies iki sumontuotos konstrukcijos ($a = 1,5 \text{ m}$);

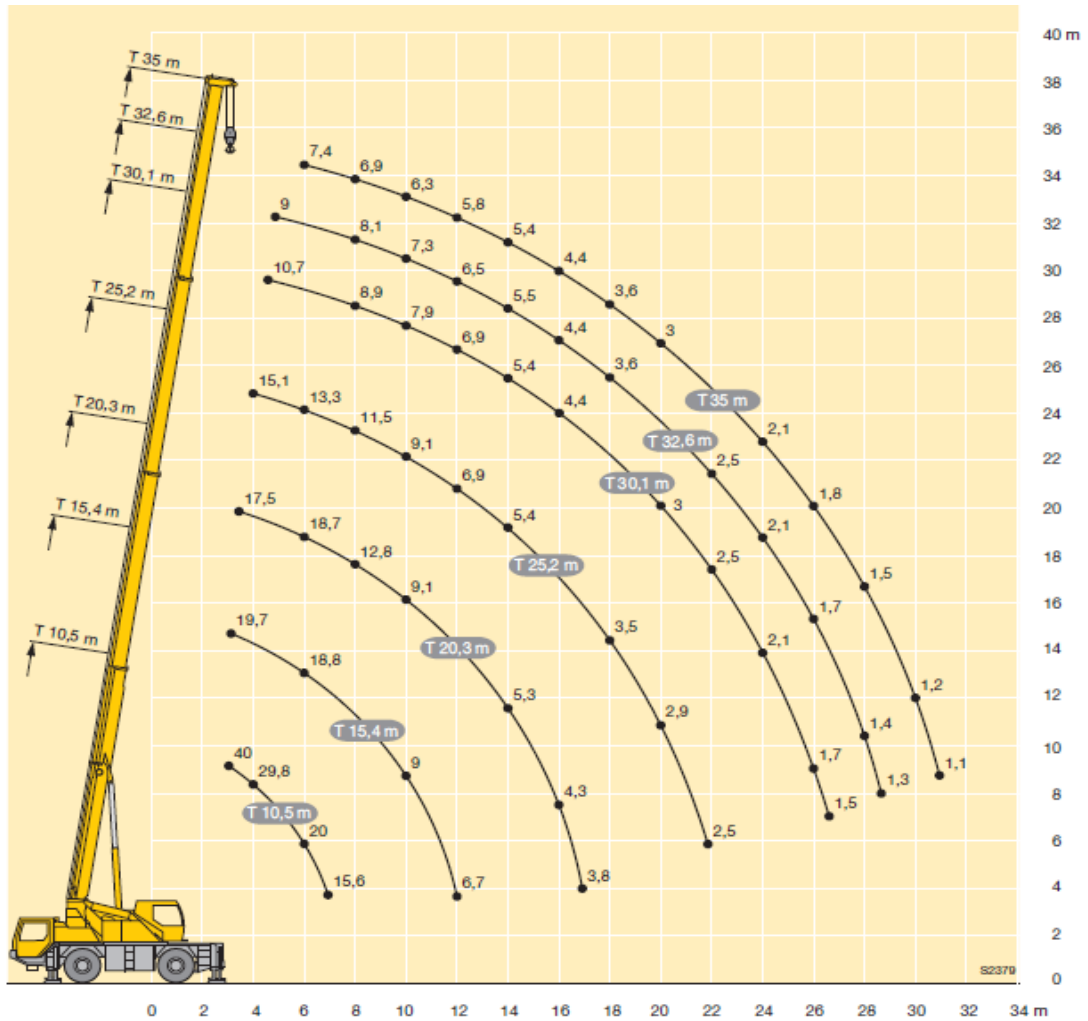
b – atstumas, m, nuo arčiausiai sumontuotos konstrukcijos artimiausio taško iki krano kablo projekcijos į horizontaliąją plokštumą, montuojant labiausiai nuo krano nutolusį elementą.

Pagal gautus duomenis:

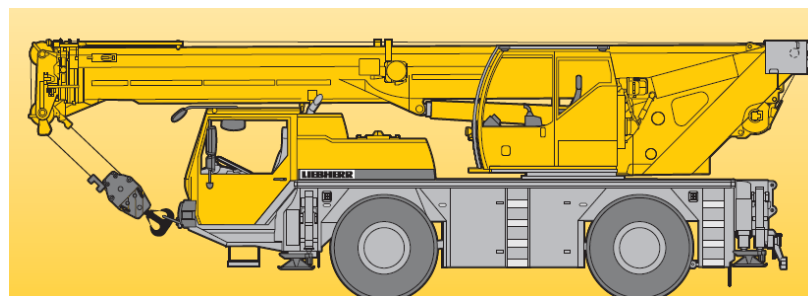
- reikiamas krano strėlės siekis $L_{reik,}=28,197$ m;
- reikiamas krano kablo pakėlimo aukštis $H_{reik}=13,93$ m;
- reikiama krano keliamoji jėga $Q_{reik}= 1,738$ t.

Parenkame automobilinejį kraną LTM 1040-2.1, kurio:

- Keliamoji galia 40 t;
- Maksimalus strėlės ilgis 35 m.



4.1.2.1. pav. Automobilinio krano strėlės siekio grafikas



4.1.2.2. pav. Automobilinis kranas LTM 1040-2.1

4.1.3. Darbo sąnaudų, mechanizmų ir medžiagų poreikio skaičiavimas

4.1.3.1. lentelė. Darbo sąnaudų, mechanizmų ir medžiagų poreikio skaičiavimas

Normatyvo šifras	Kategorija	Darbų aprašymas	Darbų Apimtis		Darbo sąnaudos			Mechanizmai				Medžiagos				
			mat. vnt.	kiekis	vie-netui žm. val.	visam darbui		pavadinimas	darbo sąnaudos			pavadinimas	mat vnt.	kiekis		
						žm. val.	žm. d.		vie-netui maš. val.	visam darbui				vienetui	visam darbui	
										maš. val.	maš. pam.					visam darbui
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11			12	13	14
		1. Santvarų montavimas														
N9P-0102	4,5	1.3 Metalinių gegnių ir pogeigninių santvarų	t	8,274	16,7	138,17	17,272	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam. galios	0,9	7,446	0,93	Suvirinimo elektrodai	kg	3,116	25,781	
												Tvirtinimo varžtai (įvairūs	kg	10,008	82,806	

		montavimas, kai anga iki 18m, santvarų masė daugiau 1,0t									Plieninės statybinės konstrukcijos	t	1,112	9,200
											Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	4,48	37,067
							Suvirinimo transformatorius	3,9	32,269	4,03	Rąstai 14- 24cm st. (spygl., 3 rūš.)	m ³	0,01	0,082

4.1.4. Darbo sąnaudų suvestinė

4.1.4.1. lentelė. Sąnaudų suvestinė

Eil. Nr.	Ciklai ir procesai	Darbų apimtis		Darbo sąnaudos žm. d.	Mechanizmai	
		Mato vnt.	Kiekis		Pavadinimas	Darbo sąnaudos mašinos pamainomis
1	2	3	4	5	6	7
1	Santvarų montavimas	t	8,274	17,72	Kranas	0,93
					Suvirinimo transformatorius	4,03
				Σ=17,72		Σ= 4,96

4.1.4.2. lentelė. Medžiagų suvestinė

Eil. nr.	Medžiagos pavadinimas	Matavimo vnt.	Kiekis
1	2	3	4
	Metalas		
1.	Suvirinimo elektrodai	kg	25,781
2.	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	82,806
3.	Plieninės statybinės konstrukcijos	kg	9200
4.	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	t	0,037
	Medžio gaminiai		
5.	Rąstai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	t	0,082

4.1.5. Santvarų montavimas

Keliamos santvaros apatiniuose tempiamosios juostos elementuose nuo savosios masės atsiranda gniuždymo įtempių, kurie gali santvarą deformuoti. Todėl tokios santvaros turi būti laikinai sustiprinamos rąstais arba pusrąščiais. Jie prie santvaros tvirtinami iš dviejų pusių varžtais arba apkabomis.

Ilgos santvaros stropuojamos skersėmis. Jeigu norima kelti sustambintas dviejų santvarų blokus, tai naudojamosi keturšakiu kabiniu arba skerse.

Pastatytos į vertikalią padėtį santvaros fiksuojamos dviejose vietose, naudojant specialius laikiklius. Erdviniam standumui užtikrinti dvi santvaros tarp savęs sujungiamos denginio konstrukcijos ilginiais arba profiliuotu skardiniu paklotu. Metalinės konstrukcijos sandūrose suvirinamos, tvirtinamos kniedėmis arba varžtais.

4.1.6. Darbų kokybė ir kontrolė

Visus pagrindinius statybinių konstrukcijų montavimo kokybės reikalavimus nusako statybinės normos ir taisyklės, kurių pagrindu ir yra sudarytos visos statybos bei montavimo darbų vykdymo ir priėmimo techninės sąlygos.

Kokybės kontrolės pradžia – priimant atvežtus į statybietę surenkamus elementus, ir baigiama atiduodant pastatą eksploatuoti. Visi atvežti į statybietę elementai turi turėti atitikties deklaracijas, projekto matmenis. Taip pat, gaminių nuokrypos negali viršyti nustatytų norminių nuokrypų. [11]

Statybos ir montavimo aikštelėje konstrukcinius elementus kokybiškai įvertinti turi konstrukcijų montavimo organizacija, techninė priežiūra, bei iš dalies ir užsakovas. Jeigu konstrukcijos yra netinkamos naudoti, tokiu atveju į gamyklas siunčiamos reklamacijos, o konstrukcijos brokuojamos.

Konstrukcijų padėtis yra tikrinama du kartus su geodeziniais prietaisais:

- laikinai įtvirtinus;
- galutinai įtvirtinus.

Konstrukcijų montavimo nuokrypos neturi būti didesnės už leistinąsias (4.6 lentelė).

4.1.6.1. lentelė. Leistinosios nuokrypos montuojant plienines konstrukcijas

Nuokrypos	Leistinosios nuokrypos, mm
Kolonos atraminės plokštumos nuokrypos pagal aukštį	+5
Kolonos nuokrypos nuo ašių apačioje	±5
Kolonos nuokrypos nuo vertikalės jos viršuje (m)	±15
Santvarų ir rygelių atraminių mazgų altitudžių nuokrypos	±20
Atstumo tarp santvarų viršutinių juostų ašių nuokrypos	±15

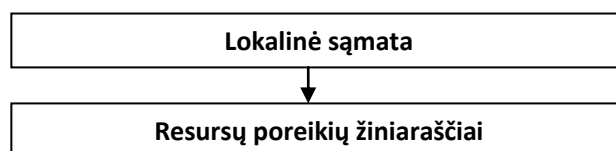
Montuojant metalines konstrukcijas, būtina tikrinti virintinių siūlių kokybę, varžtų padėtį montavimo sandūrose ir pan. Dažniausiai virintinės siūlės kontroliuojamos vizualiai, atliekant mechaninius, rentgenoskopinius ar kitokius specialius tyrimus. Jei nustatoma, kad yra defektnių virintinių siūlių, jos iškertamos ir suvirinamos konstrukcijos pakartotinai.

Pabaigus montuoti konstrukcijas, visi atlikti darbai yra priimami bei surašomi aktai. Tarpinė priėmimo ir perdavimo kontrolė atliekama baigus darbus, kurių negalima patikrinti įvykdžius kitas operacijas. [11]

4.2. Konstrukcijų montavimo ekonominis palyginimas

Skaičiuojamoji statybos kaina apima tyrinėjimo, projektavimo, bendrųjų ir specialiųjų darbų statybos vertę, įrenginių įsigijimo, montavimo, derinimo ir išbandymo, techninio personalo apmokymo ir kitas investuotojo išlaidas, susijusias su statinio statyba bei jo priėmimu naudoti.

Statinių statybos skaičiuojamųjų kainų nustatymo tikslas – apskaičiuoti ir iš anksto numatyti ekonomiškai pagrįstas statinių projektinių sprendinių parengimo, įgyvendinimo, statinių statybos vykdymo, projekto valdymo ir kitas išlaidas bei, atsižvelgiant į rinkos sąlygas, rangos sudarymo prielaidas, baigiamuosius statybos sutarties rezultatus, atsiskaitymo už atliktus darbus būdus, planuoti bendrą investicijų poreikį ir suformuoti skaičiuojamąją statybos kainą.



4.2.1. pav. Sąmatinės dokumentacijos sudėtis

Lokalinė sąmata sudaroma kiekvienam statiniui arba jo daliai remiantis detaliųjų išteklių poreikio žiniaraščiais arba darbų kiekio sąrašais, medžiagų poreikio, mechanizmų poreikio ir

darbo sąnaudų poreikio žiniaraščiais. Lokalinėse sąmatose išvardijami darbai, jų kiekis, kaina bei bendroji darbų vertė. Galiausiai seka resursų arba statybos išteklių žiniaraščiai. Jie reikalingi projekte numatytiems statybos darbams atlikti. Statybos išteklių poreikių žiniaraštį sudaro: darbų kiekių žiniaraštis, mechanizmų poreikio žiniaraštis, medžiagų poreikio žiniaraštis, darbo sąnaudų poreikio žiniaraštis. Visi sąmatiniai dokumentacijai reikalingi dokumentai nurodyti 4.2.1 paveikslėlyje.

Norėdami palyginti skirtingų konstrukcijų montavimo kainas sudarėme lokales sąmatas. Bendrą konstrukcijos montavimo kainą sudaro tiesioginės ir netiesioginės išlaidos.

Tiesiogines išlaidas sudaro:

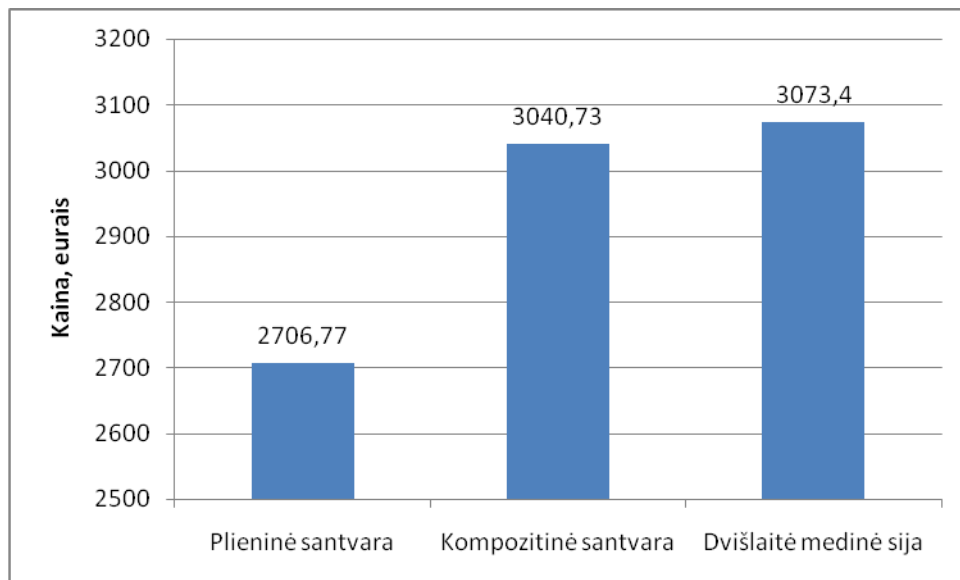
- statinio statybos darbų išlaidos;
- statybvietės išlaidos;

Netiesiogines išlaidas sudaro:

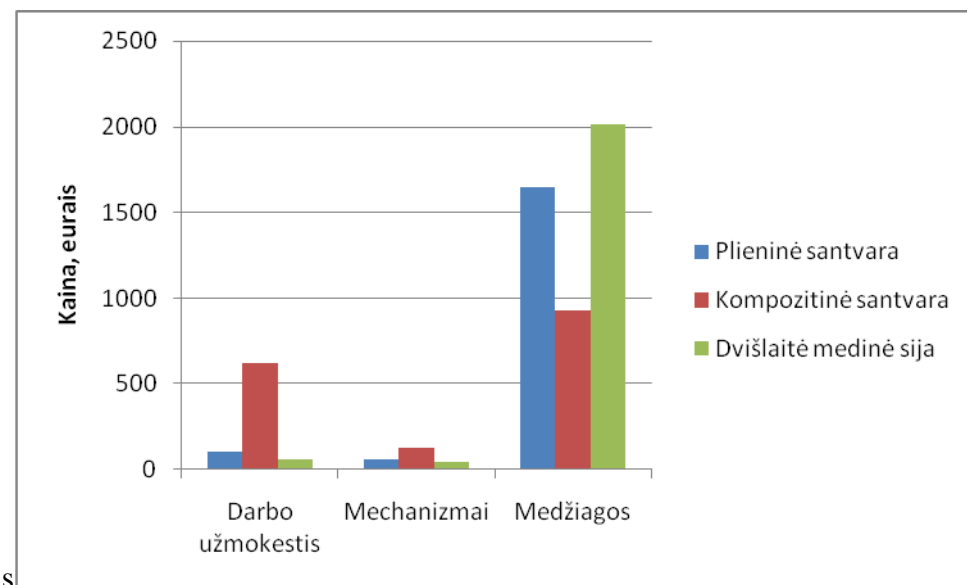
- pridėtinės išlaidos (30 % nuo visų darbininkų darbo užmokesčio);
- pelnas (5 % nuo tiesioginių, pridėtinių, socialinio draudimo ir kitų išlaidų sumos).

Magistro baigiamajame darbe pateikiamas plieninės ir kompozitinės santvaros bei medinės sijos projektavimo ekonominis palyginimas bei sudarytos santvarų bei medinės sijos montavimo lokalinės sąmatos. Montavimo lokaliųjų sąmatų skaičiavimai pateikti 1 priede. Lokalinės sąmatos sudarytos kompiuterine sąmatų skaičiavimo programa „Sistela“.

Atlikus skaičiavimus su kompiuterine sąmatų skaičiavimo programa „Sistela“ gavome, jog plieninės santvaros montavimo bendra kaina yra 2706,77 €, kompozitinės santvaros montavimo bendra kaina – 3043,73 €, o dvišlaitės medinės sijos – 3073,4 €. Palyginus šių konstrukcijų montavimo kainas nustatėme, jog plieninės santvaros montavimas yra 11,0 proc. pigesnis už kompozitinės santvaros montavimą, bei 12,0 % pigesnis už dvišlaitės medinės sijos montavimą. Grafinis konstrukcijų montavimo kainų palyginimas bei sudedamųjų dalių palyginimas pateikti 4.2.1 ir 4.2.2 pav.



4.2.2 pav. Konstrukcijų montavimo kainos palyginimas



4.2.3 pav. Konstrukcijų montavimo sudedamųjų dalių palyginimas

5. Mokslinio tiriamojo darbo rezultatai ir jų panaudojimas

Šiame skyriuje nagrinėsiu santvaros atraminio mazgo kaištinę jungtį.

Kaiščio skaičiavimas:

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{Ub} * A}{\gamma_{M2}} * n = 2 \frac{0,6 * 800 * \pi * 0,024^2}{1,25 * 4} = 347,21 \text{ kN}; \quad (5.1)$$

$\alpha_v = 0,6$, nes kaištis 8.8 klasės;

$f_{Ub} = 800$, nes kaištis 8.8 klasės;

$n = 2$, nes dvi kirpimo plokštumos;

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

$$303,5 \text{ kN} \leq 347,21 \text{ kN};$$

Auselės glemžimo skaičiavimas (santvaros):

$$F_{b,Rd} = \frac{1,5 * t * d * f_y}{\gamma_{M2}} = \frac{1,5 * 0,03 * 0,026 * 355}{1,25} = 332,28 \text{ kN}; \quad (5.2)$$

$$F_{b,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

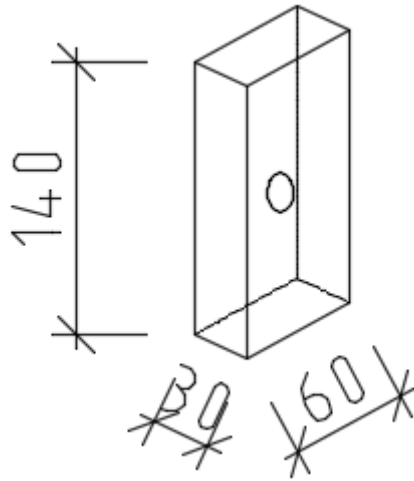
$$303,5 \leq 332,28 \text{ kN};$$

Auselių (kolonos) klupumo skaičiavimas:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I_y}{L_{cr}^2} = \frac{3,14^2 * 210 * 10^9 * 1,35 * 10^{-7}}{0,14^2} = 14261,21 \text{ kN}; \quad (5.3)$$

Viena auselė suklyptų prie tokios ašinės jėgos;

$$I_y = \frac{b^3 * h}{12} = \frac{0,03^3 * 0,06}{12} = 1,35 * 10^{-7} \text{ m}^4; \quad (5.4)$$



5.1 pav.

Jeigu,

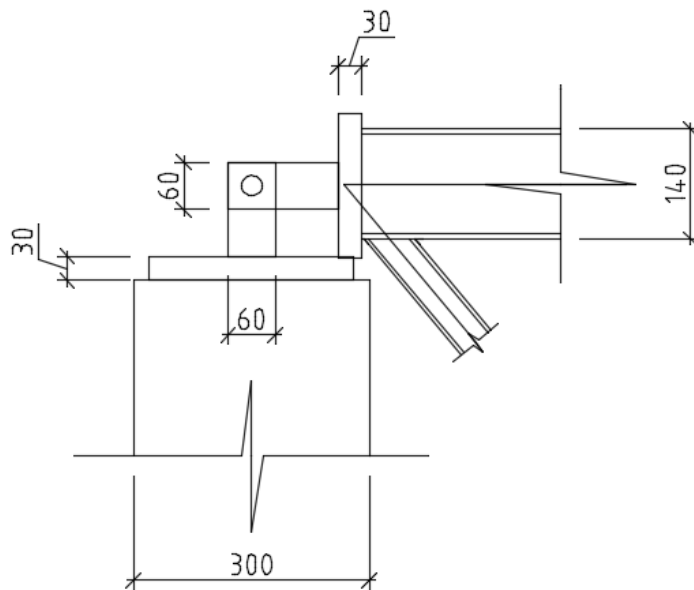
$\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0,04$, klumpimo poveikio galima nepaisyti;

$$\frac{303,5}{14261,21} = 0,0061 \leq 0,04 \quad (5.5)$$

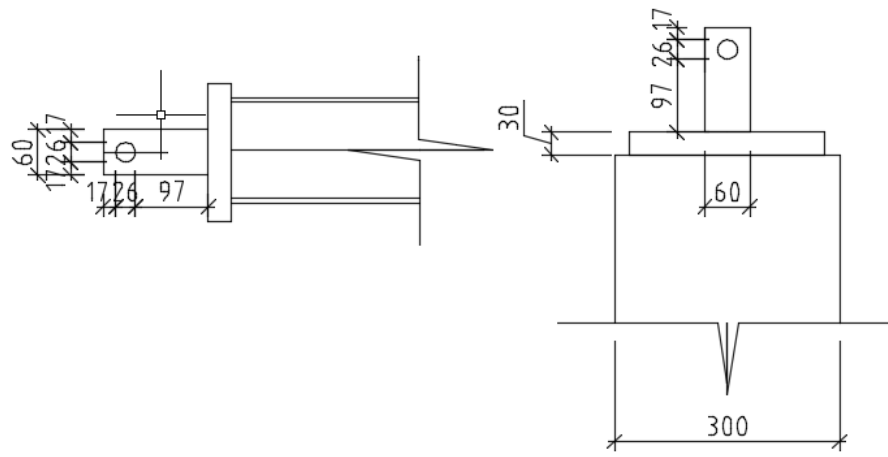
$$Q \geq \frac{F_{Ed} * f_{Mo}}{2t * \varphi_y} + \frac{2d_0}{3} = \frac{303,5 * 1}{2 * 0,03 * 355} + \frac{2 * 0,026}{3} = 14,26 \text{ mm}; \quad (5.6)$$

$$Q \geq \frac{F_{Ed} * f_{Mo}}{2t * \varphi_y} + \frac{d_0}{3} = \frac{303,5 * 1}{2 * 0,03 * 355} + \frac{0,026}{3} = 14,26 \text{ mm}; \quad (5.7)$$

Priimu 17 mm, nors užtektų ir 15 mm;



5.2 pav.



5.3 pav

6. Darbų sauga ir aplinkosauga

6.1. Darbų sauga

6.1.1. Profesinės rizikos vertinimas darbo vietoje

Profesinės rizikos vertinimas atliekamas naujai statomo mokslo paskirties pastato statybos aikštelėje, vykdant santvarų montavimo darbus. Atliekant šį darbą naudojama (automobilinis kranas, elektriniai prietaisai), taip pat ir žmonių darbo jėga.

Darbdavio įgaliotas asmuo (paprastai tai būna darbų vadovas) savarankiškai organizuoja darbuotojų instruktavimą darbuotojų saugos ir sveikatos klausimais ir užtikrina, kad darbuotojai gautų informaciją, nurodytą pateiktuose darbuotojų saugos ir sveikatos norminiuose teisės aktuose (išskyrus atvejus, jei tokia informacija darbuotojams buvo suteikta mokant pagal mokymo ir atestavimo darbuotojų saugos ir sveikatos klausimais bendruosius nuostatus. Instruktavimas būna įvadinis, pirminis, periodinis, papildomas [10].

6.1.1.1. lentelė. Fizikinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Veiksniai, galintys kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo vietos šiluminė aplinka (patalpų mikroklimatas)	Statybų metu darbuotojus veikia karštis, kai temperatūra viršija 26°C, reikia riboti darbo trukmę [16]		X		X
Darbo vietos apšvietimas	Statybvietėje yra natūralus apšvietimas. [16]	X		X	
Triukšmas	Darbo vietose numatomas momentinis triukšmo lygis iki 137 dB(C). Viršutinė ekspozicijos vertė veiksams pradėti 85 dB(A). [12]		X		X

6.1.1.2. lentelė. Fizinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Veiksniai, galintys kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Pjovimo įrankiai (rankiniai ir mechaniniai)	Statybų metu naudojami pjovimo įrankiai (kampinis šlifuoכלis) yra be įprastos apsaugos nuo pjovimo disko.		X		X
Transportavimo įranga, kranai, ir kt.	Darbuotojui dirbančiam kranų veikimo zonoje kyla pavojus būti sužeistam. [15]		X		X
Karštos medžiagos ir/ar paviršiai	Statybų metu karštų medžiagų, dėl kurių kiltų grėsmė darbuotojų saugai, nėra.	X		X	
Medžiagų išmetimas, ruošinių išmetimas	Atlikusios medžiagos yra saugiai išmetamos.	X		X	
Darbo vietos priešgaisrinis parengimas	Gaisro gesinimo priemonės objekte yra pažymėtos atitinkamais ženklais, aiškiai matomoje vietoje.	X		X	

6.1.1.3 lentelė. Cheminių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Veiksniai, galintys kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Dulkės	Darbuotojams dirbantiems su dulkes skleidžiančiomis medžiagomis (ruošiant medinius tąšus, t.y. pjaustant), yra išduodami respiratoriai.		X		X

6.1.1.4. lentelė. Ergonominių ir psichosocialinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Tipinių veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo sunkumas (Dinaminis darbas)	Sunkus fizinis III kategorijos darbas tenkantis darbuotojams, didelė tikimybė gauti trauma [11]		X		X
Valdymo įrangos išdėstymas nuolatinėje darbo vietoje	Pagrindiniai įrankiai yra projektuojami 1 zonoje, o kiti įrankiai bei medžiagos išdėstomos atitinkamai 2 ir 3 zonose.	X		X	
Pastangų dydis, judinant valdymo įrangą	Pastangų dydis iki 9,0 kg.	X		X	
Darbo poza	Darbo poza laisva, patogī, periodiškai būnant nepatogioje pozijoje.		X		X
Judėjimo atstumas darbo aplinkoje	Darbuotojas per pamainą nueina iki 4 km.	X		X	
Darbo įtampa (dėmesys)	Darbas pagal nustatytą grafiką, darbas esant laiko ir informacijos trūkumui, darbas lydymas pavojų, asmeninės rizikos, atsakomybės už kitų asmenų saugumą % .	X		X	
Darbo įtampa (Regos ir klausos analizatoriai)	Objekte stebimų objektų dydžiai nuo 0,6 mm iki 5 mm.	X		X	
Darbo emociinė	Darbai yra numatyti iš anksto t.y.	X		X	

įtampa	pagal nustatytą grafiką,				
Darbo monotonija	Darbas nėra monotoniškas, dalis veiksmų yra cikliškai pasikartojantys.	X		X	
Darbas izoliuotoje vietoje (kai darbuotojas dirba vienas arba izoliuotoje patalpoje)	Statybvietėje darbų zonų, kuriose dirbtų tik vienas darbuotojas nėra.	X		X	
Jaunų darbininkų, nėščių moterų, neįgalių asmenų darbas	Statybos objekte nėščiosios moterys nedirba.	X		X	

Veikla	Pavojai	Taikomos saugos priemonės	Pavojaus dydis	Traumos ar kitokio sveikatos pakenkim o tikimybė (balais)	Pasekmės	Rizikos dydis balais
---------------	----------------	----------------------------------	-----------------------	--	-----------------	-----------------------------

Darbo patalpų dydis, dizainas	Darbo patalpos atitinka keliamus reikalavimus, yra pakankamo dydžio.	X		X	
-------------------------------	--	---	--	---	--

Plieninių santvarų montavimas	Fiziniai	Automobilinio kranų veikimo zona yra apsaugota pagal keliamus reikalavimus.	2	1	1	2
	Triukšmas	Numatytos klausos apsaugos priemonė	1	1	2	2
	Dulkės	Išdalunami respiratoriai	1	1	2	1

Atliktas profesinės rizikos vertinimas. Pagal aukščiau esančią lentelę matome, jog atliekant plieninių santvarų montavimą gresia trijų tipų pavojai: fiziniai, triukšmas ir dulkės. Įvertinus pavojaus dydį, traumas ir kitokio sveikatos sutrikdymo tikimybę ir pasekmes matome, jog fizinio pavojaus dydis yra 2 balai. Siekiant užtikrinti saugų darbą, automobilinio kranų veikimo zona turi būti apsaugota pagal keliamus reikalavimus. Kitas gresiantis pavojus yra triukšmas. Šios pavojaus rizikos dydis yra taip pat 2 balai. Apsaugo priemonė – apsauginės ausinės. Dulkių pavojaus rizikos dydis taip pat yra 2 balai. Taigi tiek fizinio, tiek triukšmo, tiek dulkių pavojaus rizikos dydis yra toleruotinas, nereikia papildomų rizikos šalinimo priemonių, nebent kai joms įgyvendinti nereikia didelių sąnaudų.

6.1.5 pav

6.1.2. Bendrieji projektuojamo pastato vandentiekio, atliekų šalinimo, oro kokybės, šildymo bei triukšmo reikalavimai

Vandens tiekimas ir šalinimas

Projektuojamo pastato vandentiekio sistema įrengiama pagal normatyvinių dokumentų ir įstatymų reikalavimus. Sistema turi būti suprojektuota ir įrengiama iš tokių statybos produktų, kurių savybės užtikrintų pagrindinius vandentiekio sistemos reikalavimus. Pastatas statomas Kaune, kur greta projektuojamo sklypo nuvesti miesto vandentiekio tinklai, todėl numatomas pastato prijungimas prie esamų tinklų.

Paviršinių nuotekų šalinimo projektavimas. Didesnėje autotransporto stovėjimo aikštelė traktuojama kaip galimai teršiama teritorija. Paviršinės nuotekos prieš išleidžiant į miesto lietaus nuotakyną turi būti valomos. Numatytos smėlio (purvo), naftos gaudyklės.

Atliekų šalinimas

Buitinių nuotekų tinklai projektuojami remiantis normatyvinių dokumentų nuostatais. Tinklai projektuojami su nuolydžiais, o vamzdžių diametrai parenkami pagal išduodamas prisijungimo sąlygas prie miesto tinklų.. Buitiniai nuotekų tinklai taip pat jungiami prie miesto tinklų.

Oro kokybė

Pastate turi būti suprojektuotos ir įrengtos tokios mikroklimato bei oro kokybės parametrus palaikančios ir reguliuojančios šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemos, kad normaliai eksploatuojant patalpas normaliomis lauko sąlygomis visose to pastato patalpų veiklos zonose, arba tik numatytose vietose, optimaliai naudojant energiją būtų galima palaikyti norminius mikroklimato bei oro kokybės parametrus. Šios sistemos, būdamos pastato dalimis, turi tenkinti esminius statinio reikalavimus, kurie yra nurodomi normatyviniuose teisės aktuose [[21] 7 punktas].

Kadangi projektuojamame pastate nėra specialių technologijos reikalavimų, santykinė drėgmė ir oro judrumas tokios rūšies patalpose nenormuojamas [[21] 9.6 punktas].

Šildymas

Šildymo sistemos turi būti projektuojamos atsižvelgiant į pastate numatomo proceso reikalavimus derinant su užsakovu dėl pageidaujamo komforto lygio ir kitų specifinių reikalavimų. Šilumos sistema turi būti įrengiama remiantis normatyviniais dokumentais ir atitikti gaisrinės saugos keliamus reikalavimus. Projektuojamą pastatą numatoma prijungti prie miesto šilumos tinklų.

Triukšmas

Naujai pastatytų, rekonstruotų ar kapitališkai suremontuotų įvairios paskirties statinių ar jų dalių (pramogų, aptarnavimo, paslaugų bei kitos ūkinės veiklos) į aplinką skleidžiamas triukšmas neturi bloginti šalia esančių pastatų vidaus ir išorės aplinkos garso klasių rodiklių [[22] 7 punktas].

6.2. Gaisrinė sauga

Statinys turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad įvykus gaisrui, būtų įvykdyti tokie keliami reikalavimai:

- statinio laikančiosios konstrukcijos tam tikrą laiką išlaikytų apkrovas;

- būtų ribojamas ugnies bei dūmų plitimas statinyje;
- būtų ribojamas gaisro plitimas į gretimus statinius;
- žmonės galėtų saugiai išeiti iš statinio ar būtų galima juos gelbėti kitomis priemonėmis;
- pradėtų veikti gaisrinės saugos bei gaisro aptikimo, gesinimo sistemos;
- ugniagesiai gelbėtojai galėtų saugiai dirbti. [23]

Išvados

1. Apskaičiuotas stogo atitvaros šilumos perdavimo koeficientas U yra lygus $0,116 W/(K \cdot m^2)$ ir neviršija norminės reikšmės ($U_{norm} = 0,20 W/(K \cdot m^2)$) skirtos visuomeninės paskirties pastatams.
2. Suprojektuotas 6 m valcuotojo IPE 160 profilio metalinis ilginis. Bendra jo masė gauta 94,8 kg.
3. Sporto salės stogo laikančiąjai konstrukcijai buvo suprojektuota trys laikančiosios konstrukcijos. Pirmoji - 18 m pakabinama metalinė santvara su trikampiu tinkleliu. Antroji – kompozitinė santvara, sudaryta iš plieninių ir medinių elementų. Trečioji – dvišlaitė medinė sija. Atlikus ekonominius skaičiavimus gauta, kad plieninė santvara yra pigiausia. Bendra santvaros masė yra 1182,2 kg. Numatyta 95 mm statybinė pakyla.
4. Suprojektuota 300x300 mm skerspjūvio gelžbetoninė kolona, bei parinkta jei armatūra.
5. Suprojektuotas sekclusis pamatas : kvadratinis 1,85x1,85x0,5 m;
6. Plieninių santvarų montavimui parinktas KAMAZ KC-4572 16 t keliamosios galios automobilinis kranas. Penkių žmonių brigada darbus atliks per tris dienas.

Literatūros sąrašas

1) Lietuvos Respublikos Statybos Įstatymas 1996 m. kovo 19 d. Nr. I-1240. Aktuali redakcija nuo 2013 m. liepos 7 d. [žiūrėta 2015-12-23]. Prieiga per internetą:

http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=429306

2) Statybos Techninis Reglamentas STR 1.11.01:2010 „Statybos užbaigimas“. Valstybės žinios 2010-09-30, Nr. 116-5947.

3) Statybos Techninis Reglamentas STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“

4) Statybos Techninis Reglamentas STR 2.05.08:2005 „Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos“. Valstybės žinios 2005-02-26, Nr. 28-895.

5) Statybos Techninis Reglamentas STR 2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“. Valstybės žinios 2005-02-26, Nr. 28-893.

6) Darboviečių įrengimo statybvietėse nuostatai. Valstybės žinios, 2008-01-24, Nr. 10-362;

7) Saugos ir sveikatos taisyklės statyboje. DT 5-00. Valstybės žinios, 2001-01-10, Nr. 3-74;

8) STR 1.07.02:2005 Žemės darbai. Valstybės žinios, 2005-12-29, Nr. 151-5569;

9) Saugos eksploatuojant elektros įrenginius taisyklės. Valstybės žinios, 2010, Nr. 39-1878 (Aktuali redakcija: Valstybės žinios, 2012, Nr.: 124 -6254).

10) Darbuotojų saugos ir sveikatos instrukcijų rengimo ir instruktavimo tvarka. Valstybės žinios, 2005-04-26, Nr. 53-1817;

11) HN 69:2003 "Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai. Valstybės žinios, 2004-03-26, Nr. 45-1485;

12) Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2005-04-26, Nr. 53-1804;

13) Darbuotojų apsaugos nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2004-03-17, Nr. 41-1350;

14) Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsaugos priemonėmis nuostatai. Valstybės žinios, 2007-11-29, Nr. 123-5055;

15) Kėlimo kranų naudojimo taisyklės. Valstybės žinios, 2010-09-23, Nr. 112-5717.

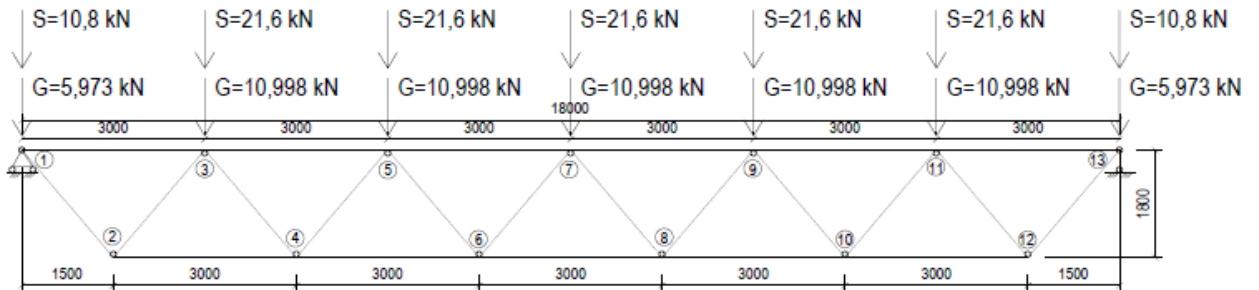
16) HN 98:2014. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. TAR, 2014, Nr. 5119.

Priedai

Kompozitinės santvaros projektavimas

Įrašos

Įrašos skaičiuojamos programa „Robot Structural Analysis“.



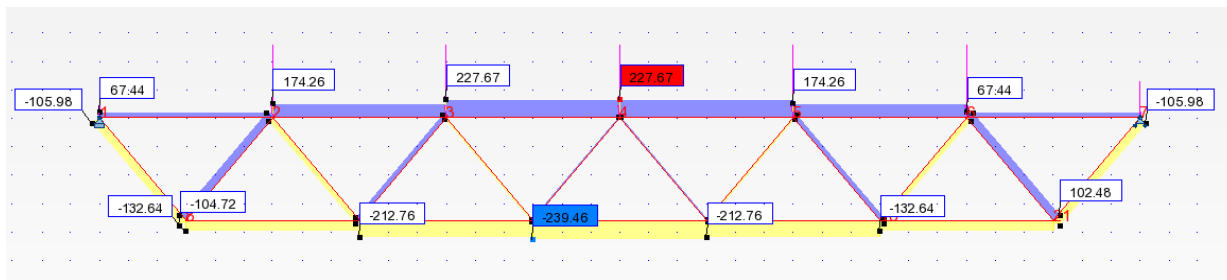
1 pav. Santvaros skaičiuojamoji schema

Pagal skaičiavimų rezultatus, pateiktus 3.3.1.1 paveiksliuke, gavome tokias įrašas santvaros strypuose nuo nepalankiausio derinio (lent. 3.3.1.1):

1 lentelė. Įrašų lentelė

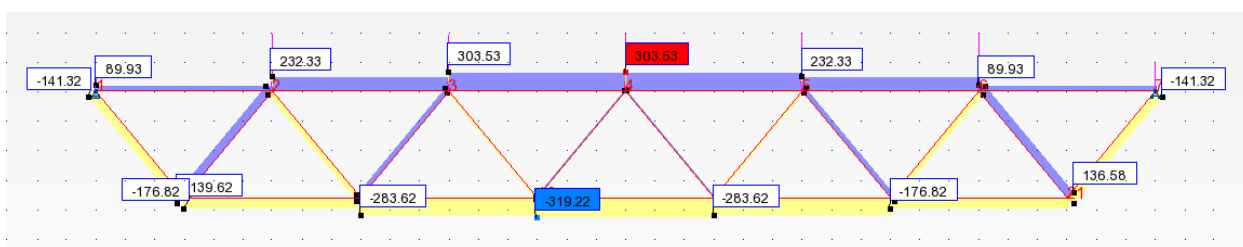
Strypo numeris	Strypo įrašas tinkamumo ribiniam būviui, kN	Strypo įrašas saugos ribiniam būviui, kN
Viršutinė juosta		
1-3	-67,44	-89,93
3-5	-174,26	-232,33
5-7	-227,67	-303,53
7-9	227,67	-303,53
9-11	-174,26	-232,33
11-13	-67,44	-89,93
Apatinė juosta		
2-4	132,64	176,82
4-6	212,76	283,62
6-8	239,46	319,22
8-10	212,76	283,62
10-12	132,64	176,82
Spyriai		
1-2	105,98	141,32
2-3	-102,48	-136,58
3-4	65,64	87,56
4-5	-60,76	-80,97
5-6	23,93	31,95
6-7	-19,05	-25,36
7-8	-19,05	-25,36
8-9	23,93	31,95
9-10	-60,76	-80,97
10-11	65,64	87,56
11-12	-102,48	-136,58
12-13	105,98	141,32

Įrašų diagrama tinkamumo ribiniam būviui:



2 pav. Įrašų diagrama tinkamumo ribiniam būviui

Įrašų diagrama saugos ribiniam būviui:



3 pav. Įrašų diagrama saugos ribiniam būviui

Santvaros skerspjūvių projektavimas

Visi santvaros elementai projektuojami iš 355 JR klasės plieno, kurio stipris pagal takumo ribą $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ [4]. Tuomet skaičiuotinis plieno stipris pagal takumo ribą:

$$f_{y,d} = \frac{f_y}{\gamma_M} = \frac{355}{1,1} = 322,727 \text{ N/mm}^2 ; \quad (1)$$

Čia $\gamma_M = 1,1$ - medžiagos patikimumo koeficientas.

Viršutinės juostos projektavimas

Viršutinė santvaros juosta skaičiuojama kaip centriškai gniuždomas elementas, o jos skerspjūvis parenkamas vienodas per visą ilgį. Maksimali įrašą veikianti viršutinę santvaros juostą $N_{Ed} = 303,53 \text{ kN}$.

Priimame $\lambda_0 = 90$, tada interpoliuodami randame klupumo koeficientą $\varphi = 0,519$.

Skaičiuojamieji gniuždomojo elemento strypo ilgiai santvaros juostoms jų plokštumoje ir joms statmena kryptimi: $l_{eff,y} = l = 3,0 \text{ m}$, $l_{eff,z} = l_1 = 6,0 \text{ m}$.

Skaičiuojame reikiamą gniuždomo strypo skerspjūvio plotą:

$$A_{\text{net}} \geq \frac{N_{Ed}}{\varphi \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{303,53}{0,519 \cdot 322,727 \cdot 10^3 \cdot 0,9} = 20,13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 20,13 \text{ cm}^2; \quad (2)$$

Skaičiuojame reikalingą inercijos spindulį: $i_z > \frac{l_{\text{eff},z}}{\lambda_0} = \frac{6,0}{90} = 0,06 \text{ m} = 6,0 \text{ cm};$

Pagal gautas reikiamas reikšmes ir konstrukcinius reikalavimus parenkami **140x140x6** karšto tempimo vamzdžiai pagal EN 10210:2006, kurių charakteristikos: $A = 31,8 \text{ cm}^2, i_y = i_z = 5,45 \text{ cm}.$

Gniuždomos viršutinės juostos strypo liauniai:

$$\lambda_y = \frac{l_{\text{eff},y}}{i_y} = \frac{3,0}{0,0545} = 55; \quad (3)$$

$$\lambda_z = \frac{l_{\text{eff},z}}{i_z} = \frac{6,0}{0,0545} = 110; \quad (4)$$

Kadangi $\lambda_{\text{max}} = \lambda_z = 110$, tai klupumo koeficientas $\varphi = 0,378$. Tikrinamas stiprumas:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Pl,Rd}} = \frac{N_{Ed}}{A_{\text{net}} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{303,53}{31,8 \cdot 10^{-4} \cdot 322,727 \cdot 10^3 \cdot 0,9} = 0,32 < 1,00; \quad (5)$$

Tikriname elemento pastovumą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{N_{Ed}}{\varphi \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{303,53}{0,378 \cdot 31,8 \cdot 10^{-4} \cdot 322,727 \cdot 10^3 \cdot 0,9} = 0,87 < 1,00; \quad (6)$$

Tikrinamas liaunis:

$$\lambda_{\text{max}} = 110 < \lambda_u = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,83 = 130,2; \quad (7)$$

Čia $\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0,83 \geq 0,5.$

Ribinis liaunis neviršytas.

Tikriname sienelės pastovumą:

$$\frac{h_{\text{eff}}}{t_w} = \frac{110}{6} = 18,3 < \bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 1,6 \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9}{322,727 \cdot 10^6}} = 40,81; \quad (8)$$

Čia $\bar{\lambda}_{wu} = 1,0 + 0,2 \cdot \bar{\lambda} = 1 + 0,2 \cdot 4,310 = 1,862 > 1,6$;

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 110 \cdot \sqrt{\frac{322,727 \cdot 10^6}{210 \cdot 10^9}} = 4,310; \quad (9)$$

Čia h_{eff} - skaičiuojamasis sienelės aukštis; t_w - sienelės storis; $\bar{\lambda}$ - sąlyginis elemento liaunis; E – plieno tamprumo modulis.

Sienelės pastovumas pakankamas.

Apatinės juostos projektavimas

Tempimo jėgos veikiamų elementų tikrinamas stiprumas, tam tikrais atvejais skerspjūvio elementų pastovumas, taip pat tikrinama, ar liaunis neviršija ribinio liaunio. Pasirenkame profilį pagal reikiamą skerspjūvio plotą, priimant, kad skerspjūvis yra tik centriškai tempiamas. Centriškai tempiamo elemento stiprumo sąlyga: $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} < 1,0$;

Iš šios sąlygos nustatome reikalingą skerspjūvio plotą:

$$A_{net} \geq \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{319,22}{322,727 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 10,41 \cdot 10^{-4} m^2 = 10,41 cm^2 \quad (10)$$

Pagal gautą reikiamą skerspjūvio plotą ir konstrukcinius reikalavimus parenkami **80x40x5** karšto tempimo vamzdžiai pagal EN 10210:2006, kurių charakteristikos: $A = 10,70 cm^2$, $i_y = 2,74 cm$, $i_z = 1,55 cm$.

Tikrinamas stiprumas:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{N_{Ed}}{A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{319,22 \cdot 10^3}{10,70 \cdot 10^{-4} \cdot 322,727 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,97 < 1,00; \quad (11)$$

Skaičiuojamieji tempiamo elemento strypo ilgiai santvaros juostoms jų plokštumoje ir joms statmena kryptimi: $l_{eff,y} = l = 3,0 m$, $l_{eff,z} = l_1 = 6,0 m$.

Tempiamos apatinės juostos strypo liauniai:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff,y}}{i_y} = \frac{3,0}{0,0274} = 110; \quad (12)$$

$$\lambda_z = \frac{l_{eff,z}}{i_z} = \frac{6}{0,0155} = 387; \quad (13)$$

Santvaros ribinis tempiamo spyrio liaunis $\lambda_{u,t} = 400$ ir todėl ribinio liaunio sąlyga tenkinama.

Tempiamų spyrių projektavimas

Šie spyriai yra tempiami didžiausia 141,32 kN jėga.

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

$$A_{net,d} \geq \frac{N_{Ed}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{141,32}{322,727 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 4,61 \cdot 10^{-4} m^2 = 6,61 cm^2; \quad (14)$$

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

2. Iš asortimento parenkame mažiausią profilį, tenkinantį sąlygas:

50x50x5 mm, A=7,19 cm², i_y=i_z=1,86 cm.

3. Tikriname skerspjūvio stiprumą:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{141,32}{220,43} = 0,64 \leq 1,0 \quad (15)$$

Čia $N_{pl,Rd} = A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 7,19 \cdot 10^{-4} \cdot 322,727 \cdot 10^6 \cdot 0,95 = 220,43 kN$

4. Tikriname strypų ribinius liaunius:

$$\lambda = \frac{l_{eff}}{i} = \frac{2,343}{0,0186} = 125 \leq \lambda_{u,t} = 400, \quad (16)$$

Skaičiuojamieji strypo ilgiai: $l_{eff} = l_{eff} = 2,343 m$.

$\lambda_{u,t} = 400$, esant plokščioms santvaroms, veikiant statinei apkrovai (STR 2.05.08:2005, **7.19 lentelė**). Visos sąlygos tenkinamos.

5. Preliminarus spyrio plotis turi būti >84 mm, todėl spyrį priimu **50x90x5 mm, A=12,7 cm², i_y=3,16, i_z=1,97 cm**

Spyriai 3-4, 10-11 ir 5-6, 8-9

Maksimali tempimo įrąža $N_{Ed} = 87,56 kN$

Pasirenkama C24 klasės statybinė mediena.

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,6 \frac{14}{1,3} = \frac{6,46 N}{mm^2} \quad (17)$$

$$A_n > \frac{N_{Ed}}{f_{t,0,d}} = \frac{87,56 \cdot 10^3}{6,46} = 13354 mm^2 = 133,54 cm^2 \quad (18)$$

Pagal stiprumo tempiant sąlygas parenkamas **100x150mm** medinis tašas.

Gniuždomų spyrių projektavimas

Spyriai 2-3, 11-12

Maksimali gniuždymo įraša $N_{Ed} = 136,58kN$

Centriškai gniuždomas elementas skaičiuojamas pagal formulę:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A_n} \leq f_{c,0,d} \quad (19)$$

$\sigma_{c,0,d}$ - skaičiuotinis gniuždomasis įtempis išilgai plaušo

N_{Ed} - strypo skaičiuojamoji gniuždymo jėga

A_n - strypo skerspjūvio plotis neto

$f_{c,0,d}$ -skaičiuotinis gniuždomasis stipris išilgai plaušo

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,6 \frac{21}{1,3} = \frac{9,7N}{mm^2} \quad (20)$$

$$A_n > \frac{N_{Ed}}{f_{c,0,d}} = \frac{136,58 \cdot 10^3}{9,7} = 14080mm^2 = 140,8cm^2 \quad (21)$$

Pagal stiprumo gniuždant sąlygas parenkamas 120x150mm medinis tašas.

Tikrinamas gniuždomo elemento stabilumas.

Stabilumas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,d}}{\varphi \cdot A_d} \leq f_{c,0,d} \quad (22)$$

Čia $N_{c,d}$ - gniuždomojo strypo įraša, A_d - projektinis skerspjūvio plotas, $f_{c,0,d}$ - gniuždomosios medienos projektinis stipris, φ - klupumo koeficientas.

Strypo liaunis:

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{l_{ef}}{0,289 \cdot h} = \frac{2340}{0,289 \cdot 120} = 67 < 70; \quad (23)$$

$$\varphi = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{67}{100} \right)^2 = 0,64; \quad (24)$$

$$\frac{N_{c,d}}{\varphi \cdot A_d} = \frac{136,58 \cdot 10^3}{0,64 \cdot 18000} = 11,85 N/mm^2 > f_{c,0,d} = 9,7 N/mm^2 \quad (25)$$

Sąlyga netenkinama!

Todėl parenkamas didesnių matmenų tašas **150x150** mm.

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{l_{ef}}{0,289 \cdot h} = \frac{2340}{0,289 \cdot 150} = 53,98 < 70 \quad (26)$$

$$\varphi = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{57,09}{100} \right)^2 = 0,739; \quad (27)$$

$$\frac{N_{c,d}}{\varphi \cdot A_d} = \frac{136,58 \cdot 10^3}{0,739 \cdot 22500} = 8,21 N/mm^2 < f_{c,0,d} = 9,7 N/mm^2 \quad (28)$$

Sąlyga tenkinama.

Spyriai 4-5, 6-7, 7-8, 9-10

Maksimali gniuždymo įraža $N_{Ed} = 80,97 kN$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,6 \frac{21}{1,3} = \frac{9,7 N}{mm^2} \quad (29)$$

$$A_n > \frac{N_{Ed}}{f_{c,0,d}} = \frac{80,97 \cdot 10^3}{9,7} = 8347 mm^2 = 83,47 cm^2 \quad (30)$$

Pagal stiprumo gniuždant sąlygas parenkamas 100x100 mm medinis tašas.

Tikrinamas gniuždomo elemento stabilumas.

Strypo liaunis:

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{l_{ef}}{0,289 \cdot h} = \frac{2340}{0,289 \cdot 100} = 80,97 > 70; \quad (31)$$

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{80,97^2} = 0,45; \quad (32)$$

$$\frac{N_{c,d}}{\varphi \cdot A_d} = \frac{80,97 \cdot 10^3}{0,45 \cdot 10000} = 17,99 N/mm^2 > f_{c,0,d} = 9,7 N/mm^2 \quad (33)$$

Sąlyga netenkinama!

Todėl parenkamas didesnių matmenų tašas **120x120** mm.

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{l_{ef}}{0,289 \cdot h} = \frac{2340}{0,289 \cdot 120} = 67 < 70 \quad (34)$$

$$\varphi = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{67}{100} \right)^2 = 0,64; \quad (35)$$

$$\frac{N_{c,d}}{\varphi \cdot A_d} = \frac{80,97 \cdot 10^3}{0,625 \cdot 14400} = 8,99 N / mm^2 < f_{c,0,d} = 9,7 N / mm^2 \quad (36)$$

Sąlyga tenkinama.

Mazgų projektavimas

Varžtų spyrių prijungimui parinkimas

Projektuojamas medinio tempiamo spyrio ir plieninės santvaros juostos sujungimo mazgas.

Tikrinama virbalinė jungtis.

Virbalo vieno šlyties pjūvio skaičiuotinis atsparis:

a) Kai kaištis lenkiamas

$$R_{j,d} = 1,8d^2 + 0,02t_1^2 = 1,8 \cdot 1,6^2 + 0,02 \cdot 10^2 = 6,608 kN, \text{ bet ne daugiau kaip:}$$

$$R_{j,d} = 2,5d^2 = 2,5 \cdot 1,6^2 = 6,4 kN. \quad (37)$$

Čia $d = 16 mm$ - virbalo skersmuo, $t_1 = 100 mm$ - jungties elemento storis.

b) Kai mediena glemžiama

$$R_{j,d} = 0,8t_1d = 0,8 \cdot 10 \cdot 1,6 = 12,8 kN \quad (38)$$

Čia $R_{j,d,\min} = 6,4 kN$

Varžto kirpimo plokštumų skaičius, naudojant dvi įleistas plokšteles į medinį spyrį $n=4$.

Tempiami spyriai 1-2, 12-13:

$$N_1 = N / n = 141,32 / 4 = 35,33 kN \quad (39)$$

Šiems spyriams reikia 6 varžtų 16mm diametro. Tuomet laikomoji geba

$$R_{j,d,\min} = 6,4 \cdot 6 = 38,4 kN \quad (40)$$

Tempiami spyriai 3-4, 10-11 ir 5-6, 8-9:

$$N_1 = N / n = 87,56 / 4 = 21,89kN \quad (41)$$

Šiems spyriams reikia 4 varžtų 16mm diametro. Tuomet laikomoji geba

$$R_{j,d,\min} = 6,4 \cdot 6 = 25,6kN \quad (42)$$

Gniuždomi spyriai 2-3, 11-12:

$$N_1 = N / n = 136,58 / 4 = 34,15kN \quad (43)$$

Šiems spyriams reikia 6 varžtų 16mm diametro. Tuomet laikomoji geba

$$R_{j,d,\min} = 6,4 \cdot 6 = 38,4kN \quad (44)$$

Gniuždomi spyriai 4-5, 9-10. 6-7, 7-8:

$$N_1 = N / n = 80,97 / 4 = 20,24kN \quad (45)$$

Šiems spyriams reikia 4 varžtų 16mm diametro. Tuomet laikomoji geba

$$R_{j,d,\min} = 6,4 \cdot 4 = 25,6kN \quad (46)$$

Varžtų išdėstymo apribojimai:

- mažiausias atstumas tarp varžtų centrų: $2,5 \cdot d_0 = 2,5 \cdot 18 = 45\text{ mm}$;
- mažiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto : $1,5 \cdot d_0 = 1,5 \cdot 18 = 27\text{ mm}$;
- didžiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto: $4 \cdot d_0 = 4,0 \cdot 18 = 72\text{ mm}$;
- didžiausias atstumas tarp varžtų centrų: $8 \cdot d_0 = 8,0 \cdot 18 = 144\text{ mm}$;

d_0 - varžto skylės metalinėje plokštelėje skersmuo.

Mediniame spyryje varžto skylės dydis toks pat, koks ir varžto skersmuo.

Virintinių plieninės plokštelės siūlių patikrinimas

Kertinių siūlių, jungiančių jungę su jungiamuoju elementu, stiprumas turi būti tikrinamas dviejuose pjūviuose: per siūlės metalo pjūvį; per sulydimo srities metalo pjūvį. Tikrinamas suvirinimo siūlės stiprumas, kuri jungia viršutinę juostą ir jungės plokštelę.

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

Skaičiuojamasis siūlės ilgis:

$$l_{w,eff} = l - 10mm = 560 - 10 = 550mm. \quad (47)$$

Parenkamas kertinės siūlės statinis $k_f = 5mm$

Tikrinamas sąlyginis kirpimas

- per siūlės metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{141,32 \cdot 1000}{0,9 \cdot 0,005 \cdot 0,550 \cdot 193,6 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,29 \leq 1,0. \quad (48)$$

Čia $f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \frac{440}{1,25} = 193,6 \text{ MPa}$

- per sulydymo srities metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{141,32 \cdot 1000}{1,05 \cdot 0,005 \cdot 0,550 \cdot 184,5 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,27 \leq 1,0. \quad (49)$$

Čia $f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ MPa}$,

Abi sąlygos tenkinamos!

Pastaba: vienam mazgui prijungti naudojami dvi plokštelės, todėl atsarga yra dvigubai didesnė.

Atraminis mazgas

Sujungimą veikia atraminė reakcija $N_{Ed} = 254,43kN$. Profiliuotis prie flanšo jungiamas kertinėmis siūlėmis prieš tai paviršių apdirbant plieniniais šepetiais. Jungtyje naudojami neįtemptieji konstrukciškai priimti varžtai 5.6 klasės M20 skersmens 4 vnt. varžtai. Flanšo storį preliminariai priimu 20 mm (STR 2.05.08:2005 8 priedas 2.2 lent.)

Varžtų išdėstymo apribojimai (STR 2.05.08:2005, 7.31 lentelė):

- mažiausiai atstumai tarp varžtų centrų: $2,5 \cdot d_0 = 2,5 \cdot 22 = 55mm$,
 - didžiausias atstumas tarp varžtų centrų: $8 \cdot d_0 = 8,0 \cdot 22 = 176mm$.
 - mažiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto: $1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 22 = 26,4mm$
 - didžiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto: $4 \cdot d_0 = 4,0 \cdot 22 = 88mm$
- d_0 - varžto skylės skersmuo (varžtų skylės turi būti didesnės už varžto skersmenį) (STR 2.05.08:2005, 7 priedas, 3.1 lentelė)

Siūlių, jungiančių flanšą su viršutine santvaros juosta, atspario tikrinimas

Skaičiuojamasis siūlės ilgis:

$$\sum l_{eff} = l - 10 = (140 \cdot 2 + 140 \cdot 2) - 10 = 550mm \quad (50)$$

Kertinės siūlės statinis priimamas $k_f = 5mm$

Tikrinamas sąlyginis kirpimas (STR 2.05.08:2005, 152 p.):

- per siūlės metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{254,43 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,005 \cdot 0,550 \cdot 193,6 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,53 \leq 1,0 \quad (51)$$

- per sulydymo srities metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{254,43 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 0,005 \cdot 0,550 \cdot 184,5 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 0,47 \leq 1,0 \quad (52)$$

Sąlygos tenkinamos.

Tikrinamas atraminės plokštelės stiprumas

Pagal varžtų išdėstymo atstumus priimu flanšo matmenis 220x220 mm.

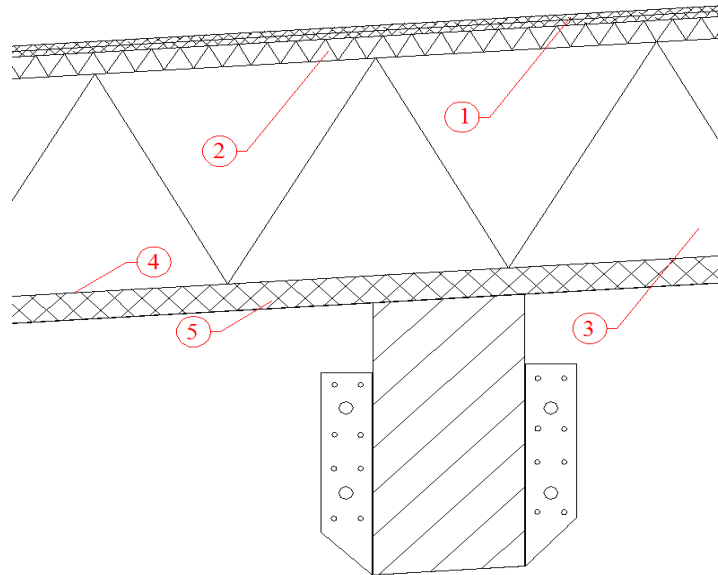
Flanšo plotas: $A_{net} = 220 \cdot 220 = 48400mm^2$

Tikrinama sąlyga:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{254,43 \cdot 10^3}{48400 \cdot 322,727 \cdot 1} = 0,016 < 1 \quad (53)$$

Elemento stiprumas pakankamas.

Dvišlaitės medinės sijos projektavimas

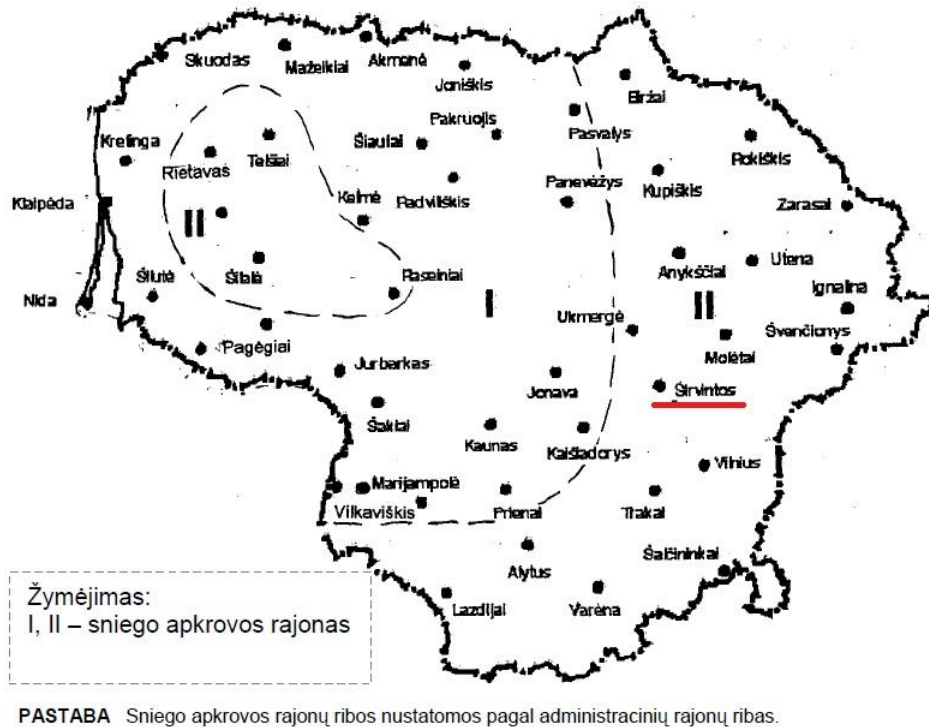


4 pav. Stogo konstrukcija

2 lentelė.

Eilės Nr.	Konstrukcijos pavadinimas ir techninės charakteristikos	Charakteristinė apkrova g_k , kPa	Nuolatinės apkrovos patikimumo koef.	Skaičiuotinė apkrova, kPa
1.	Hidroizolecinė medžiaga. Du sluoksniai ruloninės dangos. Svoris 7 kg/m^2	0,043	1,35	0,058
2.	PAROC ROB 60 20mm.	0,034	1,35	0,046
3.	PAROC ROS 30 160 mm	0,176	1,35	0,238
4.	Garo izoliacinė medžiaga	0,0017	1,35	0,0023
5.	PAROC ROB 60 20mm	0,034	1,35	0,046
6.	Paklotas / OSB 3 plokštė. $t=25\text{mm}$, svoris 650 kg/m^3	0,163	1,35	0,22
		$\Sigma g_k=0,451$		$\Sigma g_d=0,609$

Sniego apkrova



5 pav. Lietuvos sniego apkrovos rajonai

Kadangi Elektrėnai miestas yra I sniego apkrovos rajone $S=1,2 \text{ kN/m}^2$

Charakteristinė sniego apkrova:

$$S_k = S * \mu * C_T * C_E \quad (54)$$

čia: $\mu=0,8$ (Sniego formos koeficientas iki 30° toks);

$C_T=1,0$ (Temperatūros koeficientas įvertinantis temperatūros nuostolius per stogą);

$C_E=1,0$ (Ekspozicijos koeficientas priklauso nuo vietovės)

$$S_k = 1,2 * 0,8 * 1,0 * 1,0 = 0,96 \text{ kN/m}^2 \quad (55)$$

Skaičiuotinė sniego apkrova:

$$S_d = S_k * \gamma_Q = 0,96 * 1,3 = 1,248 \text{ kN/m}^2 \quad (56)$$

Ilginio projektavimas

Ilginio medienos klasė yra C30, tokios klasės medienos vidutinis tankis yra lygus 460 kg/m^3 ($4,6 \text{ kN/m}^3$), atstumas tarp ilginių yra $6,0 \text{ m}$. Priimu, kad ilginio matmenys yra $b=150 \text{ mm}$, $h=200 \text{ mm}$.

Ilginio svoris:

$$m=b*h*(B-0,2-0,07)*\rho_{\text{mean}} \quad (57)$$

čia: $b=0,15\text{m}$ (Ilginio matmuo);

$h=0,20\text{m}$ (ilginio matmuo);

$B=6,0\text{ m}$ (Atstumas tarp ilginių);

$\rho_{\text{mean}}=460\text{ kg/m}^3$ (vidutinis medienos tankis pagal klasę kg/m^3)

$$m=0,15*0,2*(6,0-0,2-0,07)*460=79,07\text{ kg}$$

Charakteristinė ilginio apkrova:

$$g_{\text{ilg.k}}=\rho_{\text{mean}}*b*h \quad (58)$$

čia: $\rho_{\text{mean}}=4,6\text{ kN/m}^3$ (vidutinis medienos tankis pagal klasę kN/m^3)

$$g_{\text{ilg.k}}=4,6*0,15*0,2=0,138\text{ kN/m}$$

Skaičiuotinė ilginio apkrova:

$$g_{\text{ilg.d}}=g_{\text{ilg.k}}*\gamma_G \quad (59)$$

čia: $\gamma_G=1,35$ (Atsargos koeficientas)

$$g_{\text{ilg.d}}=0,138*1,35=0,186\text{ kN/m}$$

Skaičiuotinė apkrova tenkanti ant ilginio:

$$P_{1,d}=(S_d+g_d)*L_1+g_{\text{ilg.d}} \quad (60)$$

čia: $S_d=1,248\text{ kN/m}^2$ (Skaičiuotinė sniego apkrova);

$g_d=0,609$ (Skaičiuotinė suminė apkrova);

$L_1=1,5\text{m}$ (Atstumas tarp ilginių);

$g_{\text{ilg.d}}=0,186\text{ kN/m}$ (Skaičiuotinė ilginio apkrova)

$$P_{1,d}=(1,248+0,609)*1,5+0,186=2,971\text{ kN/m} \quad (61)$$

Ilginyje susidarantys lenkimo momentai Y ir Z ašių atžvilgiu:

$$M_{\text{yd}}=\frac{P_{1d} * \cos\alpha * B_{\text{ilg}}^2}{8}; \quad (62)$$

$$M_{zd} = \frac{P_{1d} \cdot \sin \alpha \cdot B_{ilg}^2}{8} \quad (63)$$

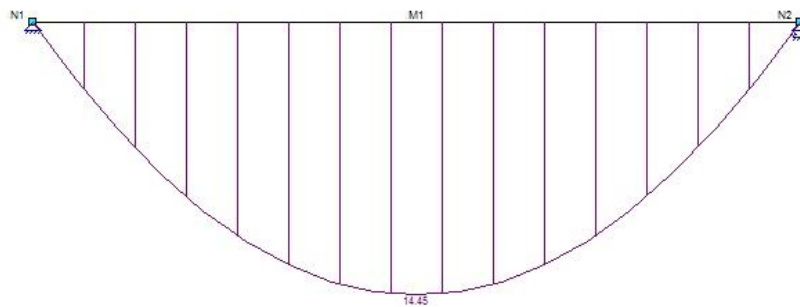
čia: $P_{1d}=2,971$ kN/m (Skaičiuotinė apkrova tenkanti ant ilginio);

$\alpha=4^\circ$ (ilginio pasvirimo kampas sijos nuolydžio atžvilgiu);

$B_{ilg}=5,73$ m (gaunamas B-0,2-0,07)

$$M_{yd} = \frac{2,972 \cdot \cos 4 \cdot 5,73^2}{8} = 12,16 \text{ kNm} \quad (64)$$

$$M_{zd} = \frac{2,972 \cdot \sin 4 \cdot 5,73^2}{8} = 0,85 \text{ kNm} \quad (65)$$



6 pav. Ilginį veikiantis momentas

Normaliniai įtempiai:

$$\sigma_{yd} = \frac{M_{yd} \cdot 6}{b \cdot h^2} + k_m \frac{M_{zd} \cdot 6}{b^2 \cdot h}; \quad (66)$$

$$\sigma_{zd} = k_m \frac{M_{yd} \cdot 6}{b \cdot h^2} + \frac{M_{zd} \cdot 6}{b^2 \cdot h} \quad (67)$$

čia: $M_{yd}=14,42$ kN/m (Skaičiuotinis momentas y ašies atžvilgiu);

$M_{yz}=1,01$ kN/m (Skaičiuotinis momentas z ašies atžvilgiu);

$k_m=0,7$ (formos koeficientas)

$$\sigma_y = \frac{12,16 \cdot 6}{0,15 \cdot 0,2^2} + 0,7 \frac{0,85 \cdot 6}{0,15 \cdot 0,2} = 12,28 \text{ kNm} \quad (68)$$

$$\sigma_z = 0,7 \frac{12,16 \cdot 6}{0,15 \cdot 0,2^2} + \frac{0,85 \cdot 6}{0,15 \cdot 0,2} = 8,68 \text{ kNm} \quad (69)$$

Sąlygos, kurias turi tenkinti gauti normaliai įtempiai:

$$\sigma_y \leq f_{m,d};$$

$$\sigma_z \leq f_{m,d}$$

$$\text{čia: } f_{m,d} = \frac{f_{mk} * k_m}{\gamma_m} = \frac{30 * 0,9}{1,3} = 20,77 \text{ MPa} \quad (\text{skaičiuotinas stipris, pagal medienos klase})$$

$$12,28 \text{ MPa} < 20,77 \text{ MPa} \quad (70)$$

$$8,68 \text{ MPa} < 20,77 \text{ MPa} \quad (71)$$

Abi sąlygos tenkinamos, ilginio stiprumas pakankamas.

8.2 Dviatramio ilginio įlinkiai

Charakteristinė apkrova:

$$P_{G,k} = G_k * L_1 * g_{ilg,k} \quad (72)$$

čia: $G_k=0,451 \text{ kPa}$ (Suminė charakteristinė apkrova);

$g_{ilg,k}=0,138 \text{ kN/m}$ (Charakteristinė ilginio apkrova)

$$P_{G,k} = 0,451 * 1,5 + 0,138 = 0,815 \text{ kN/m}$$

Charakteristinė apkrova kai veikia sniegas:

$$P_{Q,k} = S_k * L_1 \quad (73)$$

čia: $S_k=0,96 \text{ kN/m}^2$ (charakteristinė sniego apkrova)

$$P_{Q,k} = 0,96 * 1,5 = 1,44 \text{ kN/m} \quad (74)$$

Pradinis įlinkis, kai veikia charakteristinė apkrova:

$$w_{G,inst,y} = k * \frac{P_{G,k} * B_{ilg}^4 * 12 * \cos\alpha}{E_{0,mean} * b * h^3} \quad (75)$$

$$w_{G,inst,z} = k * \frac{P_{G,k} * B_{ilg}^4 * 12 * \sin\alpha}{E_{0,mean} * b^3 * h} \quad (76)$$

čia: $k=$ (koeficientas);

$P_{G,k}=0,815 \text{ kN/m}$ (charakteristinė apkrova);

$E_{0,mean}=12 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$ (Vidutinis tamprumo išilgai pluošto modulis)

$$w_{g,inst,y} = k \cdot \frac{P_{G,k} \cdot B_{ilg}^4 \cdot 12 \cdot \cos \alpha}{E_{o,mean} \cdot b \cdot h^3} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,815 \cdot 5,73^4 \cdot 12 \cdot \cos 4}{12 \cdot 10^6 \cdot 0,15 \cdot 0,2^3} = 0,0095m; \quad (77)$$

$$w_{g,inst,z} = k \cdot \frac{P_{G,k} \cdot B_{ilg}^4 \cdot 12 \cdot \sin \alpha}{E_{o,mean} \cdot b^3 \cdot h} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,815 \cdot 5,73^4 \cdot 12 \cdot \sin 4}{12 \cdot 10^6 \cdot 0,15^3 \cdot 0,2} = 0,00118m; \quad (78)$$

Bendras įlinkis nuo nuolatinių apkrovų:

$$w_{G,inst} = \sqrt{w_{G,inst,y}^2 + w_{G,inst,z}^2} = \sqrt{0,0095^2 + 0,00118^2} = 0,0095; \quad (79)$$

Pradinis įlinkis, kai veikia kintamos apkrovos:

$$w_{Q,inst,y} = \frac{k \cdot P_{Q,k} \cdot B_{ilg}^4 \cdot 12 \cdot \cos \alpha}{E_{0,mean} \cdot b \cdot h^3}; \quad (80)$$

$$w_{Q,inst,z} = \frac{k \cdot P_{Q,k} \cdot B_{ilg}^4 \cdot 12 \cdot \sin \alpha}{E_{0,mean} \cdot b^3 \cdot h} \quad (81)$$

čia: $P_{Q,k}=1,44 \text{ kN/m}$ (charakteristinė apkrova, kai veikia sniegas)

$$w_{Q,inst,y} = k \cdot \frac{P_{Q,k} \cdot B_{ilg}^4 \cdot 12 \cdot \cos \alpha}{E_{o,mean} \cdot b \cdot h^3} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,44 \cdot 5,73^4 \cdot 12 \cdot \cos 4}{12 \cdot 10^6 \cdot 0,15 \cdot 0,2^3} = 0,0168m; \quad (82)$$

$$w_{Q,inst,z} = k \cdot \frac{P_{Q,k} \cdot B_{ilg}^4 \cdot 12 \cdot \sin \alpha}{E_{o,mean} \cdot b^3 \cdot h} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,44 \cdot 5,73^4 \cdot 12 \cdot \sin 4}{12 \cdot 10^6 \cdot 0,15^3 \cdot 0,2} = 0,002m; \quad (83)$$

Bendras įlinkis nuo kintamų apkrovų:

$$w_{Q,inst} = \sqrt{w_{Q,inst,y}^2 + w_{Q,inst,z}^2} = \sqrt{0,0168^2 + 0,002^2} = 0,0169; \quad (84)$$

$$0,0169m \leq \frac{B_{ilg}}{300} = 0,0191m \quad (85)$$

Galutinis įlinkis:

$$w_{tin,1} = w_{G,inst} \cdot k_{def} + w_{Q,inst} \cdot (1 + \Psi_2 \cdot k_{def}) \quad (86)$$

$$w_{tin,2} = (w_{G,inst} + \Psi_2 \cdot w_{Q,inst}) \cdot (1,0 + k_{def}) - w_s \quad (87)$$

čia: $k_{def}=2,0$ (koeficientas įvertinantis valkšnumą);

$\Psi_2=0,2$ (Derinio koeficientas);

$w_{G,inst}=0,00095\text{m}$ (Bendras įlinkis nuo nuolatinės apkrovos);

$w_{Q,inst}=0,0169\text{m}$ (Bendras įlinkis nuo kintamos apkrovos);

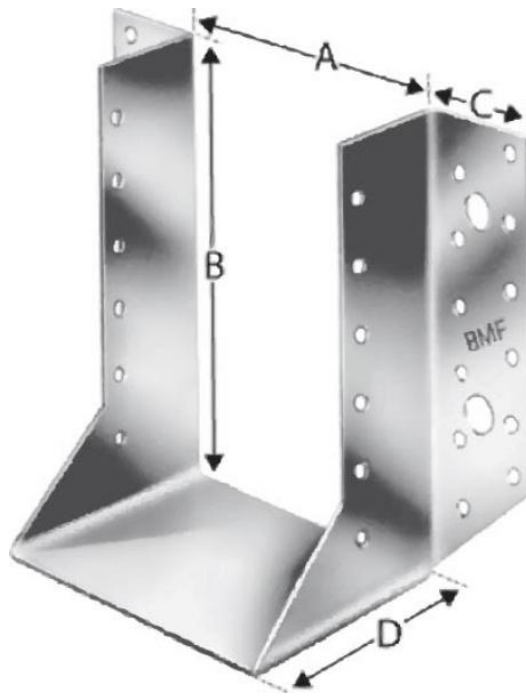
$w_s=0$ (Statybinės pakylės dydis)

$$w_{in,1} = 0,00095 * 2,0 + 0,0169 * (1,0 + 0,2 * 2) = 0,0256 \leq \frac{B_{ilg}}{200} = 0,028\text{m} \quad (88)$$

$$w_{in,2} = (0,00095 + 0,2 * 0,0169) * (1 + 0,2) - 0 = 0,005\text{m} \leq \frac{B_{ilg}}{200} = 0,028\text{m} \quad (89)$$

Sąlygos tenkinamos, įlinkiai neviršija leistinų.

Ilginio tvirtinimas



7 pav. Ilginiai prie sijos bus tvirtinami papildomų detalių pagalba

Detalė: BNS150/145-B bus naudojamas dalinis sukalinimas (vinyš kalamos į kas antrą skylė t. y. vietoj 12 vinių bus naudojamos 6) $R_{1,kdown}=15,5$ kN

$A=150$ mm, $B=145$ mm, $C=42$ mm, $D=87$ mm, $l_{vinių}=50$ mm.

$$R_{1d,down} = \frac{R_{1,kdown} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{15,5 \cdot 0,9}{1,3} = 10,73 \text{ kN} \quad (90)$$

$$V_d = \frac{P_{1,d} \cdot B_{ilgd}}{2,0} = \frac{2,971 \cdot 5,73}{2,0} = 8,51 \text{ kN}; \quad (91)$$

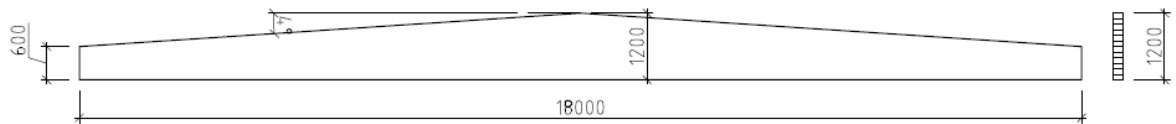
Ilginio tvirtinimo jungtis turi tenkinti sąlygą:

$$V_d \leq R_{1d,down}$$

$$8,51 \text{ kN} \leq 10,73 \text{ kN} \quad (92)$$

Sąlyga tenkinama, ilginiams tvirtini prie sijos bus naudojama detalė BNS 150/145-B su daliniu sukalinimu

Dvišlaitės sijos projektavimas



8 pav. Dvišlaitė sija

Charakteristinės apkrovos:

$$g_{s,k} = \rho_{g,k} \cdot A_{vid} = \rho_{g,k} \cdot b \cdot \left(h_a + \frac{h - h_a}{2} \right); \quad (93)$$

čia: $\rho_{g,k} = 3,7 \text{ kN/m}^3$ (Klijuotos medienos tankis);

$b = 0,2 \text{ m}$ (Sijos storis);

$h_a = 0,6 \text{ m}$ (Sijos galų aukštis);

$h = 1,2 \text{ m}$ (Sijos aukštis ties viduriu)

$$g_{s,k} = 3,7 \cdot 0,2 \cdot \left(0,6 + \frac{1,2 - 0,6}{2} \right) = 0,666 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (94)$$

$$P_{2,k} = \left(G_k + S_k + \frac{g_{ilg,k}}{L_1} \right) \cdot B + g_{s,k}; \quad (95)$$

$$P_{2,k} = \left(0,451 + 0,96 + \frac{0,138}{1,5} \right) \cdot 6 + 0,666 = 9,68 \text{ kN}; \quad (96)$$

Skaičiuotinė apkrova:

$$P_{2,d} = \left(G_d + S_d + \frac{g_{ilg,d}}{L_1} \right) \cdot B + g_{sk} \cdot \gamma_G; \quad (97)$$

$$P_{2,d} = \left(0,609 + 1,248 + \frac{0,138}{1,5} \right) \cdot 6,0 + 0,666 = 12,36 \text{ kN}; \quad (98)$$

Saugos ribinio būvio skaičiavimas

Pirmoji sąlyga. Maksimalių normalinių įtempių tikrinimas:

Atstumas ties pavojingiausia vieta:

$$x = \frac{L \cdot h_a}{2h} \quad (99)$$

čia: $L=18,0$ m (Dvišlaitės sijos ilgis);

$h_a=0,6$ m (Sijos galų aukštis);

$h=1,2$ m (Sijos aukštis ties viduriu)

$$x = \frac{18 \cdot 0,6}{2 \cdot 1,2} = 4,5 \text{ m}; \quad (100)$$

Sijos aukštis ties pavojingiausia vieta:

$$h_x = h_a \cdot \left(2 - \frac{h_a}{h} \right); \quad (101)$$

$$h_x = 0,6 \cdot \left(2 - \frac{0,6}{1,2} \right) = 0,9 \text{ m} \quad (102)$$

Lenkimo momentas toje vietoje:

$$M_{x,d} = \frac{P_{2,d} \cdot x \cdot (L - x)}{2} \quad (103)$$

$$M_{x,d} = \frac{12,36 \cdot 4,5 \cdot (18 - 4,5)}{2} = 375,4 \text{ kNm}; \quad (104)$$

$$\sigma_{m,o,d} = (1 + 4 \cdot \tan^2 \alpha) \cdot \frac{6 \cdot M_{x,d}}{b \cdot h_x^2} \leq f_{m,d} = \frac{f_{m,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \quad (105)$$

$$\sigma_{m,o,d} = (1 + 4 \cdot \tan^2 4) \cdot \frac{6 \cdot 375,4}{0,2 \cdot 0,9^2} = 14,17 \text{ MPa}; \quad (106)$$

$$f_{m,d} = \frac{24 \cdot 0,9}{1,25} = 17 \text{ MPa} \quad (107)$$

$$14,17 \text{ Mpa} \leq 17 \text{ Mpa} \quad (108)$$

Sąlyga tenkinama.

Gniuždomieji įtempiai:

$$\sigma_{m,a,d} = (1 - 4 \cdot \tan^2 \alpha) \cdot \frac{6 \cdot M_{x,d}}{b \cdot h_x^2} \leq \frac{f_{m,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_m} \cdot k_{ma} \quad (109)$$

čia: $h_x=0,9$ m (Sijos aukštis ties pavojingiausia vieta);

$M_{x,d}=375,4$ kNm (Momentas pavojingiausioje vietoje);

$f_{m,k}=24$ Mpa (medienos skaičiuotinas stipris);

$$k_{mod}=0,9$$

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} * \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad (110)$$

$$f_{c,90,d} = \frac{f_{c,90,k} \cdot 0,9}{1,25} = \frac{2,7 \cdot 0,9}{1,25} = 1,94 \text{ MPa} \quad (111)$$

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\frac{17}{1,94} * \sin^2 4 + \cos^2 4} = 23,57 \text{ MPa} \quad (112)$$

$$\sigma_{m,\alpha,d} = (1 - 4 \cdot \tan^2 4) \frac{6 \cdot 375,4}{0,2 \cdot 0,9^2} = 13,63 \text{ MPa}; \quad (113)$$

$$13,63 \text{ Mpa} \leq 23,57 \text{ Mpa} \quad (114)$$

Sąlyga tenkinama.

Antroji sąlyga. Normalinių įtempių tikrinimas kraige:

Sąlyga:

$$\sigma_{m,d} = k_L \cdot \frac{6 \cdot M_{max,d}}{b \cdot h^2} \leq f_{m,d} = \frac{f_{m,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \quad (115)$$

$$k_1 = 1 + 1,4 \cdot \tan \alpha + 5,4 \cdot \tan^2 \alpha \quad [\text{tai yra koeficientas įvertinantis sijos geometriją.}]$$

$$k_1 = 1 + 1,4 \cdot \tan 4 + 5,4 \cdot \tan^2 4 = 1,12 \quad (116)$$

$$M_{max,d} = \frac{P_{2,d} \cdot L^2}{8} = \frac{12,36 \cdot 18^2}{8} = 500,58 \text{ kNm}; \quad (117)$$

$$1,12 \cdot \frac{6 \cdot 500,58}{0,2 \cdot 1,2^2} \leq \frac{24 \cdot 0,9}{1,25} \quad (118)$$

$$11,68 \text{ MPa} \leq 17 \text{ MPa} \quad (119)$$

Sąlyga tenkinama.

Trečioji sąlyga. Tempimas skersai medienos pluoštų tikrinimas kraige:

Sąlyga kurią tikrinsime:

$$\sigma_{t,90,d} = k_p \cdot \frac{6 \cdot M_{max,d}}{b \cdot h^2} \leq k_{dis} \cdot \left(\frac{V_0}{V} \right)^{0,2} \cdot f_{t,90,d} \quad (120)$$

čia: $k_p=0,2 \cdot \tan \alpha$ (Formos koeficientas);

$M_{\max,d}=500,58$ kNm;

$k_{dis}=1,4$ (Koeficientas, 1,4 nes dvišlaitė sija);

$V_0=0,01$ m³

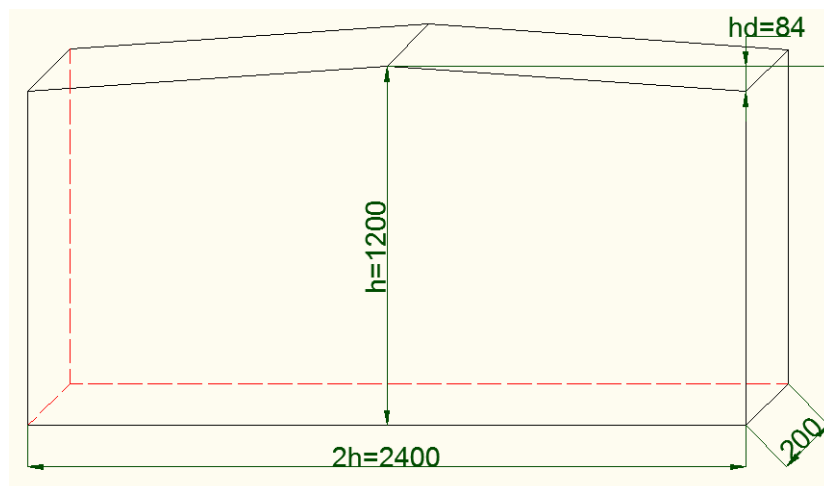
V – kraigo zonos tūris (turi tenkinti $V \leq V_b$; V_b – visos sijos tūris)

$$k_p = 0,2 \cdot \tan 4^\circ = 0,014 \quad (121)$$

$$f_{t,90,d} = \frac{f_{t,90,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \quad (122)$$

čia: $f_{t,90,k}=0,4$ N/mm² (Charakteristinis medienos stipris tempiant skersai pluošto)

$$f_{t,90,d} = \frac{0,4 \cdot 0,9}{1,25} = 0,288 \quad (123)$$



9 pav. Kraigas

$$V = ((1,2 - 0,084) \cdot 2,4 + 1,2 \cdot 0,082) \cdot 0,2 = 0,555 \text{ m}^3 \quad (124)$$

$$V_b = (17 \cdot 0,6 + \frac{17}{2} \cdot 0,6) \cdot 0,2 = 3,06 \text{ m}^3 \quad (125)$$

$0,555 \text{ m}^3 \leq 3,06 \text{ m}^3$ sąlyga tenkinama.

$$0,014 \cdot \frac{6 \cdot 500,58}{0,2 \cdot 1,2^2} \leq 1,4 \cdot \left(\frac{0,01}{0,555}\right)^2 \cdot 0,288 \quad (126)$$

$$0,146 \text{ MPa} \leq 0,181 \text{ MPa} \quad (127)$$

Sąlyga tenkinama.

Ketvirtoji sąlyga. Tangentiniai įtempimai nuo skersinės jėgos:

$$\text{Sąlyga} \quad \tau = \frac{1,5V_d}{b \cdot h_a} \leq f_{v,d} = \frac{f_{v,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} ; \quad (128)$$

čia: $f_{v,k}=2,7 \text{ N/mm}^2$ (Charakteristinė medienos GL24h šlytis);

$$V_d = \frac{P_{2,d} \cdot L}{2} = \frac{12,36 \cdot 18}{2} = 111,24 \text{ kN} \quad (129)$$

$$\tau = \frac{1,5 \cdot 111,24}{0,2 \cdot 0,6} = 1,39 \text{ MPa} \quad (130)$$

$$f_{v,d} = \frac{2,7 \cdot 0,9}{1,25} = 1,944 \text{ MPa} \quad (131)$$

$$1,390 \text{ Pa} \leq 1,944 \text{ MPa} \quad (132)$$

Sąlyga tenkinama.

Penktoji sąlyga. Sijos pastovumas:

$$\frac{L_{ef} \cdot h}{b^2} < 140 \quad (133)$$

čia: $L_{ef} = L_1 = 1,5 \text{ m}$ (atstumas tarp ilginių)

$$\frac{1,5 \cdot 1,2}{0,2^2} = 45 \leq 140 \quad (134)$$

Sąlyga tenkinama.

Šeštoji sąlyga. Atramos glemžimas:

Sąlyga

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{V_d}{b \cdot l_v} \leq f_{c,90,d} \cdot k_{c,90,d} = \frac{f_{c,90,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \cdot k_{c,90,d} \quad (135)$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{V_d}{b \cdot l_v} = \frac{111,24}{0,2 \cdot 0,4} = 1,39 \text{ MPa} \quad (136)$$

$$f_{c,90,d} = \frac{f_{c,90,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} = \frac{2,7 \cdot 0,9}{1,25} = 1,944 \text{ MPa} \quad (137)$$

$k_{c,90,d} = 1,75$ [Imama tokia koeficiento reikšmė, nes $L_v \leq 400\text{mm}$]

$$1,39 \text{ MPa} \leq 1,944 \text{ MPa} \quad (138)$$

Sąlyga tenkinama.

Septintoji sąlyga. Sijos įlinkis:

Sijos didžiausias lenkiamasis momentas dėl nuolatinės apkrovos poveikio:

$$M_{\max,Gk} = \left(\left(G_k + \frac{g_{i1g,k}}{L_1} \right) \cdot B + g_{s,k} \right) \cdot L^2 = \left(\left(0,451 + \frac{0,138}{1,5} \right) \cdot 6 + 0,666 \right) \cdot 18^2 = 158,92 \text{ kNm} \quad (139)$$

Sijos didžiausias lenkiamasis momentas kintamos apkrovos poveikio:

$$M_{\max,Qk} = \frac{S_k \cdot B \cdot L^2}{8} = \frac{0,96 \cdot 6 \cdot 18^2}{8} = 233,28 \text{ kNm} \quad (140)$$

Akimirkinis sijos įlinkis dėl nuolatinės apkrovos poveikio:

$$U_{inst,G} = \frac{1,25 \cdot M_{\max,Gk} \cdot L^2}{E_{o,mean} \cdot b \cdot h_a^3} \cdot \frac{\left(\frac{h_a}{a}\right)^3}{0,15 + 0,85 \cdot \left(\frac{h_a}{a}\right)} + \frac{1,2 \cdot M_{Max,Gk}}{G_{mean} \cdot b \cdot h_a} \cdot \frac{2}{1 + \left(\frac{h_a}{h}\right)^{\frac{2}{3}}} =$$

$$\frac{1,25 \cdot 158,92 \cdot 18^2}{11,6 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,6^3} \cdot \frac{\left(\frac{0,6}{1,2}\right)^3}{0,15 + 0,85 \cdot \left(\frac{0,6}{1,2}\right)} + \frac{1,2 \cdot 158,92}{0,72 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,6} \cdot \frac{2}{1 + \left(\frac{0,6}{1,2}\right)^{\frac{2}{3}}} = 30,6 \text{ mm} \quad (141)$$

Akimirkinis sijos įlinkis dėl kintamos apkrovos poveikio:

$$U_1(inst, Q) = (1,25 \cdot M_1(max. Q_1k) \cdot L^2) / (E_1(0, mean) \cdot b \cdot h_1a^3) + (h_1a/h)^3 / (0,15 + 0,85 \cdot (h_1a/h)) + (1,2 \cdot M_{Max,Qk}) / (G_{mean} \cdot b \cdot h_a) \cdot \frac{2}{1 + \left(\frac{h_a}{h}\right)^{\frac{2}{3}}} =$$

$$U_{inst,Q} = \frac{1,25 \cdot M_{\max,Qk} \cdot L^2}{E_{o,mean} \cdot b \cdot h_a^3} \cdot \frac{\left(\frac{h_a}{a}\right)^3}{0,15 + 0,85 \cdot \left(\frac{h_a}{a}\right)} + \frac{1,2 \cdot M_{Max,Qk}}{G_{mean} \cdot b \cdot h_a} \cdot \frac{2}{1 + \left(\frac{h_a}{h}\right)^{\frac{2}{3}}} =$$

$$\frac{1,25 \cdot 233,28 \cdot 18^2}{11,6 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,6^3} \cdot \frac{\left(\frac{0,6}{1,2}\right)^3}{0,15 + 0,85 \cdot \left(\frac{0,6}{1,2}\right)} + \frac{1,2 \cdot 233,28}{0,72 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,6} \cdot \frac{2}{1 + \left(\frac{0,6}{1,2}\right)^{\frac{2}{3}}} = 35,4 \text{ mm} \quad (142)$$

Tinkamumo ribinio būvio pagrindinės sąlygos:

$$U_{inst,G} = 8,69\text{mm} \leq 56,67\text{mm} = \frac{17000}{300} = \frac{L}{300} \quad (143)$$

$$U_{inst,G} = 30,6\text{mm} \leq 60\text{mm} = \frac{18000}{300} = \frac{L}{300} \quad (144)$$

Sąlyga tenkinama.

$$U_{fin} = U_{inst,G} \cdot k_{def} + U_{inst,Q} \cdot (1 + \Psi_2 \cdot k_{def}) \leq \frac{L}{200} \quad (145)$$

$$U_{fin} = 8,69 \cdot 0,8 + 20,62 \cdot (1 + 0,2 \cdot 0,8) = 30,87\text{mm} \leq 85\text{mm} = \frac{17000}{200} \quad (146)$$

$$U_{fin} = 30,6 \cdot 0,8 + 35,4(1 + 0,2 \cdot 0,8) = 65,54\text{mm} \leq 90\text{mm} = \frac{18000}{200} = \frac{L}{200} \quad (147)$$

Sąlyga tenkinama.

Apkrovų į pamatą skaičiavimas

Pamatą veikianti apkrova susideda iš:

- a) nuolatinės apkrovos – G_k ;
- b) kintamosios apkrovos – Q_k .

Pamatui tenkančias apkrovas gauname iš „Autodesk Robot Structural Analysis“ programos. Nuolatinė charakteristinė apkrova tenkanti pamatui $G_k = 206,91\text{ kN}$. Kintama charakteristinė apkrova $Q_k = 151,20\text{ kN}$.

Pamato įgilinimo gylis

Ivertinam sezoninio įšalo gyli:

Sezoninio įšalo skaičiuojamasis gylis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$d_f = k_h \cdot d_{fn} \quad (148)$$

Čia: k_n - pastato šiluminio režimo įtakos koeficientas (šildomų pastatų išorės ir vidaus pamatams jis lygus $k_h = 0,5$);

d_{fn} - norminis įšalo gylis, nustatomas šiluminiais ir techniniais apskaičiavimais;

Norminis įšalo gylis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$d_{fn} = d_0 \cdot \sqrt{M_t} = 0,3 \cdot \sqrt{15,6} = 1,185 \text{ m} \quad (149)$$

Čia: d_0 - išalo gylis, kuris vidutinio stambumo smėliams lygus 0,30 m;

M_t - nedimensinis dydis, lygus neigiamų mėnesio vidutinių temperatūrų per žiemą absoliutinių reikšmių sumai;

$$M_t = 6 + 5,2 + 1,2 + 3,2 = 15,6 \quad (150)$$

$$d_f = k_h \cdot d_{fn} = 0,5 \cdot 1,185 = 0,5925 \text{ m} \text{ priimu, kad } d_f = 0,6 \text{ m} \quad (151)$$

Pamatas turi būti įgilintas ne mažiau $d_f = 0,6$ m. Kad pamatas remtųsi į stipresnį gruntą ir nebūtų pereinamoje grunto zonoje pamatas papildomai pagilinamas iki 1,1 m.

Pamato projektavimas saugos ribiniam būviui

Pamatas projektuojamas saugos ribiniam būviui, todėl turi būti patikrintas pamato laikančiojo atsparumo netekimas tiek grunto nedrenuojamomis, tiek ir drenuojamomis sąlygomis. Mano atveju pamatą veikia nuolatinė vertikali apkrova $G_k = 206,91$ kN bei vertikali laikinųjų sniego bei naudojimo apkrovų suma $Q_k = 151,20$ kN. Horizontali vėjo apkrova nevertinama.

$$V_{pamato} = a \cdot b \cdot h = 1,85 \cdot 1,85 \cdot 0,5 = 1,711 \text{ m}^3 \quad (152)$$

Pamato betono vienetinis svoris lygus 25 kN/m^3 :

$$N_{k,pamato} = V_{pamato} \cdot 25 = 1,711 \cdot 25 = 42,781 \text{ kN}; \quad (153)$$

$$V_{grunto} = (1,85 \cdot 1,85 - 0,3 \cdot 0,3) \cdot 0,6 = 2,00 \text{ m}^3; \quad (154)$$

$$V_{kol.igilin.} = 0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,6 = 0,054 \text{ m}^3; \quad (155)$$

$$N_{k,grunto} = V_{grunto} \cdot \gamma = 2,00 \cdot 18 = 36,0 \text{ kN}; \quad (156)$$

$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ – užpilamo grunto (smėlis) sluoksnio vienetinis svoris;

$$G_{k,pamato} = N_{k,grunto} + N_{k,pamato} = 78,781 \text{ kN}. \quad (157)$$

Pamato pado matmenų skaičiavimas nedrenuojamomis sąlygomis

DA1 projektavimo būdas (1 derinys)

(A1+M1+R1)

Pamato pado matmenys 1,85 x 1,85 x 0,5m.

Veikianti nuolatinė apkrova: 206,91 kN ;

Veikianti laikinoji apkrova: 151,20 kN;

Naudojamų patikimumo koeficientų reikšmės. Derinys A1+M1+R1.

3 lentelė. Naudojamų patikimumo koeficientų reikšmės

Patikimumo koeficientas	Rinkiniai		
	A1	M1	R1
γ_G	1,35		
γ_Q	1,3		
γ_{cu}		1,0	
$\gamma_{R,v}$			1,0

Skaičiuojamoji apkrova:

$$V_d = \gamma_G (G_k + G_{pam,k}) + \gamma_Q Q_k = 1,35 \cdot (206,91 + 78,781) + 1,3 \cdot 151,20 = 582,243 \text{ kN}; \quad (158)$$

Visuminis skaičiuojamasis atodangos slėgis pamato pado lygyje:

$$q_d = h_1 \cdot \gamma_6 + h_2 \cdot \gamma_6 = 0,5 \cdot 22,3 + 0,6 \cdot 22,3 = 24,53 \text{ kN/m}^2 \quad (159)$$

$\gamma_6 = 22,3 \text{ kN/m}^3$ – šešto grunto sluoksnio vienetinis svoris;

h_1 = kolonos įgilinimo gylis, m;

h_2 = pamato pado plokštės aukštis, m;

$$c_{u,k} = \frac{q_c}{14 + 5 \cdot \ln q_c} = 35,99 \text{ kPa}; \quad (160)$$

$c_{u,k}$ - kerpamasis stipris nedrenuojant, kPa;

Čia $q_c = 3,2 \text{ MPa}$ (kūginė sprauda);

$$c_{u,d} = \frac{c_{u,k}}{\gamma_{cu}} = 35,99 \text{ kPa}; \quad (161)$$

Grunto laikančiosios galios ir pamato pado ploto santykis;

$$R_d / A' = (2 + \pi) \cdot c_{u,d} \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q_d = 5,14 \cdot 35,99 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 + 24,53 = 246,58 \text{ kN/m}^2 \quad (162)$$

s_c - pamato formos koeficientas ($s_c = 1 + 0,2 \cdot b/l = 1,2$)

b_c - pamato pado posvyrio koeficientas ($b_c = 1,0$)

i_c - apkrovos pasvyrimo į pamato padą koeficientas ($i_c = 1,0$)

$$R_d = (R_d / A') \cdot b \cdot l = 246,58 \cdot 1,85 \cdot 1,85 / \gamma_{R,V} = 843,920 \text{ kN}; \quad (163)$$

$$V_d = 582,243 \text{ kN} < R_d = 843,920 \text{ kN} \quad (164)$$

Saugos ribinio būvio sąlyga tenkinama

$$(R_d - V_d) \cdot 100\% / R_d = ((843,920 - 582,243) / 843,920) \cdot 100\% = 31,01\% \quad (165)$$

Visuminis saugos koeficientas;

$$OFS = \frac{R_d}{G_k + G_{pam,k} + Q_k} = \frac{843,920}{206,91 + 78,781 + 151,2} = 1,932 \quad (166)$$

DA1 projektavimo būdas (2 derinys)

(A2 +M2 +R1)

Pamato pado matmenys 1,85 x 1,85 x 0,5m.

Veikianti nuolatinė apkrova: 206,91 kN ;

Veikianti laikinoji apkrova: 151,20 kN;

Naudojamų patikimumo koeficientų reikšmės. Derinys A2 +M2 +R1.

4 lentelė. Naudojamų patikimumo koeficientų reikšmės

Patikimumo koeficientas	Rinkiniai		
	A2	M2	R1
γ_G	1,0		
γ_Q	1,3		
γ_{cu}		1,4	
$\gamma_{R,v}$			1,0

Skaičiuojamoji apkrova:

$$V_d = \gamma_G(G_k + G_{pamk}) + \gamma_Q Q_k = 1,0 \cdot (206,91 + 78,781) + 1,3 \cdot 151,2 = 489,802 \text{ kN}; \quad (167)$$

Visuminis skaičiuojamasis atodangos slėgis pamato pado lygyje:

$$q_d = h_1 \cdot \gamma_6 + h_2 \cdot \gamma_6 = 0,5 \cdot 22,3 + 0,6 \cdot 22,3 = 24,53 \text{ kN/m}^2 \quad (168)$$

$\gamma_6 = 22,3 \text{ kN/m}^3$ – šešto grunto sluoksnio vienetinis svoris;

h_1 = kolonos įgilinimo gylis, m;

h_2 = pamato pado plokštės aukštis, m;

$$c_{u,k} = \frac{q_c}{14 + 5 \cdot \ln q_c} = 35,99 \text{ kPa}; \quad (169)$$

$c_{u,k}$ - kerpamasis stipris nedrenuojant, kPa;

Čia $q_c = 3,2 \text{ MPa}$ (kūginė sprauda);

$$c_{u,d} = \frac{c_{u,k}}{\gamma_{cu}} = 25,71301 \text{ kPa}; \quad (170)$$

Grunto laikančiosios galios ir pamato pado ploto santykis;

$$R_d / A' = (2 + \pi) \cdot c_{u,d} \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q_d = 5,14 \cdot 25,71301 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 + 24,53 = 183,1278 \text{ kN/m}^2 \quad (171)$$

s_c - pamato formos koef ($s_c = 1 + 0,2 \cdot b/l = 1,2$)

b_c - pamato pado posvyrio koeficientas ($b_c = 1,0$)

i_c - apkrovos pasvyrimo į pamato padą koeficientas ($i_c=1,0$)

$$R_d = (R_d / A') \cdot b \cdot l = 183,1278 \cdot 1,85 \cdot 1,85 / \gamma_{R,V} = 626,755 \text{ kN}; \quad (172)$$

$$V_d = 489,802 \text{ kN} < R_d = 626,755 \text{ kN} \quad (173)$$

Saugos ribinio būvio sąlyga tenkinama.

$$(R_d - V_d) \cdot 100\% / R_d = ((626,755 - 489,802) / 626,755) \cdot 100\% = 21,85\% \quad (174)$$

Visuminis saugos koeficientas;

$$OFS = \frac{R_d}{G_k + G_{pam,k} + Q_k} = \frac{626,755}{206,91 + 78,781 + 151,2} = 1,435 \quad (175)$$

DA2 projektavimo būdas

(A1 +M1 +R2)

Pamato pado matmenys 1,85 x 1,85 x 0,5m.

Veikianti nuolatinė apkrova: 206,91 kN ;

Veikianti laikinoji apkrova: 151,20 kN;

Naudojamų patikimumo koeficientų reikšmės. Derinys A1+M1+R2.

5 lentelė. Naudojamų patikimumo koeficientų reikšmės

Patikimumo koeficientas	Rinkiniai		
	A1	M1	R2
γ_G	1,35		
γ_Q	1,3		
γ_{cu}		1,0	
$\gamma_{R,V}$			1,4

Skaičiuojamoji apkrova:

$$V_d = \gamma_G (G_k + G_{pam,k}) + \gamma_Q Q_k = 1,35 \cdot (206,91 + 78,781) + 1,3 \cdot 151,2 = 582,231 \text{ kN};$$

(176)

Visuminis skaičiuojamasis atodangos slėgis pamato pado lygyje:

$$q_d = h_1 \cdot \gamma_6 + h_2 \cdot \gamma_6 = 0,5 \cdot 22,3 + 0,6 \cdot 22,3 = 24,53 \text{ kN/m}^2$$

(177)

$\gamma_6 = 22,3 \text{ kN/m}^3$ – šešto grunto sluoksnio vienetinis svoris;

h_1 = kolonos įgilinimo gylis, m;

h_2 = pamato pado plokštės aukštis, m;

$$c_{u,k} = \frac{q_c}{14 + 5 \cdot \ln q_c} = 35,99 \text{ kPa};$$

(178)

$c_{u,k}$ - kerpamasis stipris nedrenuojant, kPa;

Čia $q_c = 3,2 \text{ MPa}$ (kūginė sprauda);

$$c_{u,d} = \frac{c_{u,k}}{\gamma_{cu}} = 35,99821 \text{ kPa};$$

(179)

Grunto laikančiosios galios ir pamato pado ploto santykis;

$$R_d / A' = (2 + \pi) \cdot c_{u,d} \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q_d = 5,14 \cdot 35,99821 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 + 24,53 = 246,567 \text{ kN/m}^2$$

(180)

s_c - pamato formos koef ($s_c = 1 + 0,2 \cdot b/l = 1,2$)

b_c - pamato pado posvyrio koeficientas ($b_c = 1,0$)

i_c - apkrovos pasvyrimo į pamato padą koeficientas ($i_c = 1,0$)

$$R_d = (R_d / A') \cdot b \cdot l = 246,567 \cdot 1,85 \cdot 1,85 / \gamma_{R,V} = 602,768 \text{ kN};$$

(181)

$$V_d = 582,231 \text{ kN} < R_d = 602,768 \text{ kN}$$

(182)

Saugos ribinio būvio sąlyga tenkinama.

$$(R_d - V_d) \cdot 100\% / R_d = ((602,768 - 582,231) / 602,768) \cdot 100\% = 3,41\%$$

(183)

Visuminis saugos koeficientas;

$$OFS = \frac{R_d}{G_k + G_{pam,k} + Q_k} = \frac{602,768}{206,91 + 78,781 + 151,2} = 1,379 \quad (184)$$

DA3 projektavimo būdas (A1+M2+R3)

Pamato pado matmenys 1,85 x 1,85 x 0,5m.

Veikianti nuolatinė apkrova: 206,91 kN ;

Veikianti laikinoji apkrova: 151,20 kN;

Naudojamų patikimumo koeficientų reikšmės. Derinys A1+M2+R3.

6 lentelė. Naudojamų patikimumo koeficientų reikšmės

Patikimumo koeficientas	Rinkiniai		
	A1	M2	R3
γ_G	1,35		
γ_Q	1,3		
γ_{cu}		1,4	
$\gamma_{R,v}$			1,0

Skaičiuojamoji apkrova:

$$V_d = \gamma_G(G_k + G_{pam,k}) + \gamma_Q Q_k = 1,35 \cdot (206,91 + 78,781) + 1,3 \cdot 151,2 = 582,231 \text{ kN}; \quad (185)$$

Visuminis skaičiuojamasis atodangos slėgis pamato pado lygyje:

$$q_d = h_1 \cdot \gamma_6 + h_2 \cdot \gamma_6 = 0,5 \cdot 22,3 + 0,6 \cdot 22,3 = 24,53 \text{ kN/m}^2 \quad (186)$$

$\gamma_6 = 22,3 \text{ kN/m}^3$ – šešto grunto sluoksnio vienetinis svoris;

h_1 = kolonos įgilinimo gylis, m;

h_2 = pamato pado plokštės aukštis, m;

$$c_{u,k} = \frac{q_c}{14 + 5 \cdot \ln q_c} = 35,99 \text{ kPa}; \quad (187)$$

$c_{u,k}$ - kerpamasis stipris nedrenuojant, kPa;

Čia $q_c = 3,2 \text{ MPa}$ (kūginė sprauda);

$$c_{u,d} = \frac{c_{u,k}}{\gamma_{cu}} = 25,71301 \text{ kPa}; \quad (188)$$

Grunto laikančiosios galios ir pamato pado ploto santykis;

$$R_d / A' = (2 + \pi) \cdot c_{u,d} \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q_d = 5,14 \cdot 25,71301 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 + 24,53 = 183,1278 \text{ kN/m}^2 \quad (189)$$

s_c - pamato formos koef ($s_c = 1 + 0,2 \cdot b/l = 1,2$)

b_c - pamato pado posvyrio koeficientas ($b_c = 1,0$)

i_c - apkrovos pasvyrimo į pamato padą koeficientas ($i_c = 1,0$)

$$R_d = (R_d / A') \cdot b \cdot l = 183,1278 \cdot 1,85 \cdot 1,85 / \gamma_{R,V} = 626,7558 \text{ kN}; \quad (190)$$

$$V_d = 582,231 \text{ kN} < R_d = 626,755 \text{ kN} \quad (191)$$

Saugos ribinio būvio sąlyga tenkinama.

$$(R_d - V_d) \cdot 100\% / R_d = ((626,755 - 582,231) / 626,755) \cdot 100\% = 7,10\% \quad (192)$$

Visuminis saugos koeficientas;

$$OFS = \frac{R_d}{G_k + G_{pam,k} + Q_k} = \frac{626,755}{206,91 + 78,781 + 151,2} = 1,435 \quad (193)$$

3.2. Drenuojamo grunto sąlygomis

DA1 projektavimo būdas (1 derinys)

$$(AI+MI+RI)$$

Pamato pado matmenys 1,85 x 1,85 x 0,5m.

Veikianti nuolatinė apkrova: 206,91 kN ;

Veikianti laikinoji apkrova: 151,20 kN;

Naudojamų patikimumo koeficientų reikšmės.

Patikimumo koeficientas	Rinkiniai		
	A1	M1	R1
γ_G	1,35		
γ_Q	1,3		
$\gamma_{R,v}$			1,0
$\gamma_{\varphi'}$		1,0	
$\gamma_{c'}$		1,0	

Skaičiuojamoji apkrova:

$$V_d = \gamma_G (G_k + G_{pam,k}) + \gamma_Q Q_k = 1,35 \cdot (206,91 + 78,781) + 1,3 \cdot 151,2 = 582,231 \text{ kN}; \quad (194)$$

Visuminis skaičiuojamasis atodangos slėgis pamato pado lygyje:

$$q_d = h_1 \cdot \gamma_6 + h_2 \cdot \gamma_6 = 0,5 \cdot 22,3 + 0,6 \cdot 22,3 = 24,53 \text{ kN/m}^2 \quad (195)$$

$\gamma_6 = 22,3 \text{ kN/m}^3$ – šešto grunto sluoksnio vienetinis svoris;

h_1 = kolonos įgilinimo gylis, m;

h_2 = pamato pado plokštės aukštis, m;

Skaičiuotinis vidinės trinties kampas φ'_d :

$$\varphi'_k = 22; \quad (196)$$

$$\varphi'_d = \frac{\varphi'_k}{\gamma_{\varphi'}} = \frac{22}{1,0} = 22^\circ; \quad (197)$$

Skaičiuotinio efektyviojo sankabumo skaičiavimas:

$$c'_d = \frac{c'}{\gamma_{c'}} = \frac{47}{1,0} = 47 \text{ kPa}; \quad (198)$$

Grunto laikančiosios galios koeficientai, kai $\varphi'_d = 22^\circ$: $N_q = 7,82$; $N_\gamma = 5,46$; $N_c = 17,05$;

Pamato formos nedimensiniai koeficientai:

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \sin \varphi'_d = 1 + \left(\frac{1,85}{1,85} \right) \sin 22^\circ = 1,375; \quad (199)$$

$$s_\gamma = 0,7; \quad s_c = \frac{s_q N_q - 1}{N_q - 1} = \frac{1,375 \cdot 7,82 - 1}{7,82 - 1} = 1,4295; \quad (200)$$

$i_q = 1,0; i_\gamma = 1,0; i_c = 1,0$; - pasvirusiai jėgai, atsiradusiai nuo horizontalios jėgos

$b_q = 1,0; b_\gamma = 1,0; b_c = 1,0$; - pamato pado pasvirimo nedimensiniai koeficientai

Skaičiuojamasis atsparumas:

$$\begin{aligned} \frac{R_d}{A} &= q_d \cdot N_q \cdot b_q \cdot i_q \cdot s_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot i_\gamma \cdot s_\gamma + c'_d \cdot N_c \cdot b_c \cdot i_c \cdot s_c = \\ &= 24,53 \cdot 7,82 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,375 + 0,5 \cdot 22,3 \cdot 1,85 \cdot 5,46 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 + 47 \cdot 17,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,4295 = 1488,079 \text{ kN/m}^2 \end{aligned} \quad (201)$$

$$R_d = \frac{(R_d / A) \cdot B \cdot L}{\gamma_{R,v}} = \frac{1488,079 \cdot 1,85 \cdot 1,85}{1,0} = 5092,95 \text{ kN}; \quad (202)$$

Saugos ribinio būvio sąlyga tenkinama:

$$V_d = 582,231 \text{ kN} < R_d = 5092,95 \text{ kN}. \quad (203)$$

$$(R_d - V_d) / R_d = \frac{(5092,95 - 582,231)}{5092,95} \cdot 100\% = 88,57\% \quad (204)$$

Visuminis saugos koeficientas:

$$OFS = \frac{R_d}{G_k + G_{pam,k} + Q_k} = \frac{5092,95}{206,91 + 78,781 + 151,2} = 11,657. \quad (205)$$

DA1 projektavimo būdas (2 derinys)

(A2+M2+R1)

Pamato pado matmenys 1,85 x 1,85 x 0,5m.

Veikianti nuolatinė apkrova: 206,91 kN;

Veikianti laikinoji apkrova: 151,20 kN;

Naudojamų patikimumo koeficientų reikšmės.

8 lentelė. Naudojamų patikimumo koeficientų reikšmės

Patikimumo koeficientas	Rinkiniai		
	A2	M2	R1
γ_G	1,0		
γ_Q	1,3		
$\gamma_{R;v}$			1,0
$\gamma_{\varphi'}$		1,25	
$\gamma_{c'}$		1,25	

Skaičiuojamoji apkrova:

$$V_d = \gamma_G (G_k + G_{pam,k}) + \gamma_Q Q_k = 1,0 \cdot (206,91 + 78,781) + 1,3 \cdot 151,2 = 482,242 \text{ kN}; \quad (206)$$

Visuminis skaičiuojamasis atodangos slėgis pamato pado lygyje:

$$q_d = h_1 \cdot \gamma_6 + h_2 \cdot \gamma_6 = 0,5 \cdot 22,3 + 0,6 \cdot 22,3 = 24,53 \text{ kN/m}^2 \quad (207)$$

$\gamma_6 = 22,3 \text{ kN/m}^3$ – šešto grunto sluoksnio vienetinis svoris;

h_1 = kolonos įgilinimo gylis, m;

h_2 = pamato pado plokštės aukštis, m;

Skaičiuotinis vidinės trinties kampas φ'_d : $\varphi'_k = 22$;

$$\varphi'_d = \frac{\varphi'_k}{\gamma_{\varphi'}} = \frac{22}{1,0} = 22^\circ; \quad (208)$$

Skaičiuotinio efektyviojo sankabumo skaičiavimas:

$$c'_d = \frac{c'}{\gamma_{c'}} = \frac{47}{1,0} = 47 \text{ kPa}; \quad (209)$$

Grunto laikančiosios galios koeficientai, kai $\varphi'_d = 22^\circ$: $N_q = 7,82$; $N_\gamma = 5,46$; $N_c = 17,05$;

Pamato formos nedimensiniai koeficientai:

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \sin \varphi'_d = 1 + \left(\frac{1,85}{1,85} \right) \sin 22^\circ = 1,375; \quad (210)$$

$$s_\gamma = 0,7;$$

$$s_c = \frac{s_q N_q - 1}{N_q - 1} = \frac{1,375 \cdot 7,82 - 1}{7,82 - 1} = 1,4295; \quad (211)$$

$i_q = 1,0$; $i_\gamma = 1,0$; $i_c = 1,0$; - pasvirusiai jėgai, atsiradusiai nuo horizontalios jėgos

$b_q = 1,0$; $b_\gamma = 1,0$; $b_c = 1,0$; - pamato pado pasvirimo nedimensiniai koeficientai

Skaičiuojamasis atsparumas:

$$\begin{aligned} \frac{R_d}{A} &= q_d \cdot N_q \cdot b_q \cdot i_q \cdot s_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot i_\gamma \cdot s_\gamma + c'_d \cdot N_c \cdot b_c \cdot i_c \cdot s_c = \\ &= 24,53 \cdot 7,82 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,375 + 0,5 \cdot 22,3 \cdot 1,85 \cdot 5,46 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 + 37,6 \cdot 17,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,4295 = 1192,011 \text{ kN} \end{aligned} \quad (212)$$

$$R_d = \frac{(R_d / A) \cdot B \cdot L}{\gamma_{R,v}} = \frac{1192,011 \cdot 1,85 \cdot 1,85}{1,0} = 4079,657 \text{ kN}; \quad (213)$$

Saugos ribinio būvio sąlyga tenkinama:

$$V_d = 482,242 \text{ kN} < R_d = 4079,657 \text{ kN}. \quad (214)$$

$$(R_d - V_d) / R_d = \frac{(4079,657 - 482,242)}{4079,657} \cdot 100\% = 88,18\% \quad (215)$$

Visuminis saugos koeficientas:

$$OFS = \frac{R_d}{G_k + G_{pam,k} + Q_k} = \frac{4079,657}{206,91 + 78,781 + 151,2} = 9,34. \quad (216)$$

DA2 projektavimo būdas

(A1+M1+R2)

Pamato pado matmenys 1,85 x 1,85 x 0,5m.

Veikianti nuolatinė apkrova: 206,91 kN ;

Veikianti laikinoji apkrova: 151,20 kN;

Naudojamų patikimumo koeficientų reikšmės. Derinys A1+M1+R2.

9 lentelė. Naudojamų patikimumo koeficientų reikšmės

Patikimumo koeficientas	Rinkiniai		
	A1	M1	R2
γ_G	1,35		
γ_Q	1,3		
$\gamma_{R,v}$			1,4

$\gamma_{\phi'}$		1,0	
$\gamma_{c'}$		1,0	

Skaičiuojamoji apkrova:

$$V_d = \gamma_G(G_k + G_{pamk}) + \gamma_Q Q_k = 1,35 \cdot (206,91 + 78,781) + 1,3 \cdot 151,2 = 582,231 \text{ kN}; \quad (217)$$

Visuminis skaičiuojamasis atodangos slėgis pamato pado lygyje:

$$q_d = h_1 \cdot \gamma_6 + h_2 \cdot \gamma_6 = 0,5 \cdot 22,3 + 0,6 \cdot 22,3 = 24,53 \text{ kN/m}^2 \quad (218)$$

$\gamma_6 = 22,3 \text{ kN/m}^3$ – šešto grunto sluoksnio vienetinis svoris;

h_1 = kolonos įgilinimo gylis, m;

h_2 = pamato pado plokštės aukštis, m;

Skaičiuotinis vidinės trinties kampas ϕ'_d :

$$\phi'_k = 22;$$

$$\phi'_d = \frac{\phi'_k}{\gamma_{\phi'}} = \frac{22}{1,0} = 22^\circ; \quad (219)$$

Skaičiuotinio efektyviojo sankabumo skaičiavimas:

$$c'_d = \frac{c'}{\gamma_{c'}} = \frac{47}{1,0} = 47 \text{ kPa}; \quad (220)$$

Grunto laikančiosios galios koeficientai, kai $\phi'_d = 22^\circ$: $N_q = 7,82$; $N_\gamma = 5,46$; $N_c = 17,05$;

Pamato formos nedimensiniai koeficientai:

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \sin \phi'_d = 1 + \left(\frac{1,85}{1,85} \right) \sin 22^\circ = 1,375; \quad (221)$$

$$s_\gamma = 0,7;$$

$$s_c = \frac{s_q N_q - 1}{N_q - 1} = \frac{1,375 \cdot 7,82 - 1}{7,82 - 1} = 1,4295; \quad (222)$$

$i_q = 1,0$; $i_\gamma = 1,0$; $-i_c = 1,0$; - pasvirusiai jėgai, atsiradusiai nuo horizontalios jėgos

$b_q = 1,0; b_\gamma = 1,0; b_c = 1,0$; - pamato pado pasvirimo nedimensiniai koeficientai

Skaičiuojamasis atsparumas:

$$\begin{aligned} \frac{R_d}{A} &= q_d \cdot N_q \cdot b_q \cdot i_q \cdot s_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot i_\gamma \cdot s_\gamma + c'_d \cdot N_c \cdot b_c \cdot i_c \cdot s_c = \\ &= 24,53 \cdot 7,82 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,375 + 0,5 \cdot 22,3 \cdot 1,85 \cdot 5,46 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 + 47 \cdot 17,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,4295 = 1488,079 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

(223)

$$R_d = \frac{(R_d / A) \cdot B \cdot L}{\gamma_{R,v}} = \frac{1488,079 \cdot 1,85 \cdot 1,85}{1,4} = 3637,822 \text{ kN};$$

(224)

Saugos ribinio būvio sąlyga tenkinama:

$$V_d = 582,231 \text{ kN} < R_d = 3637,822 \text{ kN}.$$

(225)

$$(R_d - V_d) / R_d = \frac{(3637,822 - 582,231)}{3637,822} \cdot 100\% = 84,0\%$$

(226)

Visuminis saugos koeficientas:

$$OFS = \frac{R_d}{G_k + G_{pam,k} + Q_k} = \frac{3637,822}{206,91 + 78,781 + 151,2} = 8,33.$$

(227)

DA3 projektavimo būdas

Derinys (A1+M2+R3)

Pamato pado matmenys 1,85 x 1,85 x 0,5m.

Veikianti nuolatinė apkrova: 206,91 kN;

Veikianti laikinoji apkrova: 151,20 kN;

Naudojamų patikimumo koeficientų reikšmės. Derinys A1+M2+R3.

10 lentelė. Naudojamų patikimumo koeficientų reikšmės

Patikimumo koeficientas	Rinkiniai		
	A1	M2	R3

γ_G	1,35		
γ_Q	1,3		
$\gamma_{R;v}$			1,0
$\gamma_{\varphi'}$		1,25	
$\gamma_{c'}$		1,25	

Skaičiuojamoji apkrova:

$$V_d = \gamma_G (G_k + G_{pam,k}) + \gamma_Q Q_k = 1,35 \cdot (206,91 + 78,781) + 1,3 \cdot 151,2 = 582,231 \text{ kN}; \quad (228)$$

Visuminis skaičiuojamasis atodangos slėgis pamato pado lygyje:

$$q_d = h_1 \cdot \gamma_6 + h_2 \cdot \gamma_6 = 0,5 \cdot 22,3 + 0,6 \cdot 22,3 = 24,53 \text{ kN/m}^2 \quad (229)$$

$\gamma_6 = 22,3 \text{ kN/m}^3$ – šešto grunto sluoksnio vienetinis svoris;

h_1 = kolonos įgilinimo gylis, m;

h_2 = pamato pado plokštės aukštis, m;

Skaičiuotinis vidinės trinties kampas φ'_d :

$$\varphi'_k = 22;$$

$$\varphi'_d = \frac{\varphi'_k}{\gamma_{\varphi'}} = \frac{22}{1,25} = 17,6^\circ; \quad (230)$$

Skaičiuotinio efektyviojo sankabumo skaičiavimas:

$$c'_d = \frac{c'}{\gamma_{c'}} = \frac{47}{1,25} = 37,6 \text{ kPa}; \quad (231)$$

Grunto laikančiosios galios koeficientai, kai $\varphi'_d = 17,6^\circ$: $N_q = 7,82$; $N_\gamma = 5,46$; $N_c = 17,05$;

Pamato formos nedimensiniai koeficientai:

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \sin \varphi'_d = 1 + \left(\frac{1,85}{1,85} \right) \sin 22^\circ = 1,375; \quad (232)$$

$$s_\gamma = 0,7;$$

$$s_c = \frac{s_q N_q - 1}{N_q - 1} = \frac{1,30237 \cdot 7,82 - 1}{7,82 - 1} = 1,3467; \quad (233)$$

$i_q = 1,0; i_\gamma = 1,0; i_c = 1,0$; - pasvirusiai jėgai, atsiradusiai nuo horizontalios jėgos

$b_q = 1,0; b_\gamma = 1,0; b_c = 1,0$; - pamato pado pasvirimo nedimensiniai koeficientai

Skaičiuojamasis atsparumas:

$$\begin{aligned} \frac{R_d}{A} &= q_d \cdot N_q \cdot b_q \cdot i_q \cdot s_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot i_\gamma \cdot s_\gamma + c'_d \cdot N_c \cdot b_c \cdot i_c \cdot s_c = \\ &= 24,53 \cdot 7,82 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3024 + 0,5 \cdot 22,3 \cdot 1,85 \cdot 5,46 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 + 37,6 \cdot 17,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3467 = 1192,01 \text{ kN} \end{aligned}$$

(234)

$$R_d = \frac{(R_d / A) \cdot B \cdot L}{\gamma_{R,v}} = \frac{1192,011 \cdot 1,85 \cdot 1,85}{1,0} = 4079,657 \text{ kN}; \quad (235)$$

Saugos ribinio būvio sąlyga tenkinama:

$$V_d = 582,231 \text{ kN} < R_d = 4079,657 \text{ kN}. \quad (236)$$

$$(R_d - V_d) / R_d = \frac{(4079,657 - 582,231)}{4079,657} \cdot 100\% = 85,73\% \quad (237)$$

Visuminis saugos koeficientas:

$$OFS = \frac{R_d}{G_k + G_{pam,k} + Q_k} = \frac{4079,657}{206,91 + 78,781 + 151,2} = 9,34. \quad (238)$$

Skaičiavimų nedrenuojamomis grunto sąlygomis gauti rezultatai:

11 lentelė.

Projektavimo būdas:	Pamato pado plokštės matmenys m,	Ekvivalentinis visuminės saugos koeficientas
DA-1 (1 derinys)	1,85x1,85x0,5	1,93
DA-1 (2 derinys)		1,43

DA-2		1,38
DA-3		1,43

Skaičiavimų drenuojamomis grunto sąlygomis rezultatai:

Projektavimo būdas:	Pamato pado plokštės matmenys m,	Ekvivalentinis visuminės saugos koeficientas
DA-1 (1 derinys)	1,85x1,85x0,5	11,66
DA-1 (2 derinys)		9,34
DA-2		8,33
DA-3		9,34

Pamato sėdimo skaičiavimas

$E_s = 32000 \text{ kN/m}^2$ – nagrinėjamo grunto sluoksnio deformacijų modulis;

$\mu_s = 0,36$ – Puasono koeficientas.;

$e_0 = 0,34$ – poringumo koeficientas;

$C_c = 0,25$ - suspaudimo rodiklis, kuris priklauso nuo poringumo;

Šešto grunto sluoksnio savitasis sunkis $\gamma = 22,3 \text{ kN/m}^3$;

α_r - koef. priklausantis nuo pamato pado matmenų santykio L/B.

Tamprieji nuosėdžiai:

$$S_e = \frac{B \cdot q_0}{E_s} \cdot (1 - \mu_s^2) \cdot \alpha_r = \frac{1,85 \cdot 103,123}{32000} \cdot (1 - 0,36^2) \cdot 0,88 = 0,00457 \text{ m} = 4,57 \text{ mm}; \quad (239)$$

$$\text{čia: } q_o = \frac{G_k + G_{k,pamato} + Q_k}{B' \cdot L'} - q_d = \frac{206,91 + 78,781 + 151,2}{1,85 \cdot 1,85} - 24,53 = 103,123 \text{ kN/m}^2; \quad (240)$$

q_o - įtempiai po pamato padu;

Konsolidacijos sėdimai:

$$S_c = \frac{C_c \cdot H_c}{1 + e_o} \log \left(\frac{p_o + \Delta p_{av}}{p_o} \right); \quad (241)$$

p_o - efektyvių įtempių molio sluoksnyje vidurkis, prieš pamato įrengimą.

$$p_o = h \cdot \gamma_6 = 1,55 \cdot 22,3 = 34,565 \text{ kN/m}; \quad (242)$$

Čia $h = (h_{zg} + z_3) / 2 = (1,1 + 2,0) / 2 = 1,55 \text{ m}$

Δp_{av} - įtempių prieaugio molio sluoksnyje vidurkis, įrengus pamatą.

$$\Delta p_{av} = \frac{1}{6} (\Delta p_t + \Delta p_m + \Delta p_b); \quad (243)$$

Molio sluoksnio viršus yra gylyje $z_1 = 0 \text{ m}$, todėl:

$$\Delta p_t = \frac{q_0 \cdot B \cdot L}{(B + z_1) \cdot (L + z_1)} = \frac{103,123 \cdot 1,85 \cdot 1,85}{(1,85 + 0) \cdot (1,85 + 0)} = 103,123 \text{ kN/m}^2; \quad (244)$$

Molio sluoksnio vidurys yra gylyje $z_2 = 1,0$ m, todėl:

$$\Delta p_m = \frac{q_0 \cdot B \cdot L}{(B + z_2) \cdot (L + z_2)} = \frac{103,123 \cdot 1,85 \cdot 1,85}{(1,85 + 1,0) \cdot (1,85 + 1,0)} = 43,452 \text{ kN/m}^2; \quad (245)$$

Molio sluoksnio apačia yra gylyje $z_3 = 2,0$ m, todėl:

$$\Delta p_b = \frac{q_0 \cdot B \cdot L}{(B + z_3) \cdot (L + z_3)} = \frac{103,123 \cdot 1,85 \cdot 1,85}{(1,85 + 2,0) \cdot (1,85 + 2,0)} = 23,811 \text{ kN/m}^2; \quad (246)$$

Patikrinimas:

$$\Delta p_b = 23,811 \approx \gamma_6 \cdot (z_3 + h_{eg}) \cdot 0,2 = 22,3 \cdot (2,0 + (1,1 + 2,0)) \cdot 0,2 = 22,75 \quad (247)$$

$$\Delta p_{av} = \frac{1}{6}(\Delta p_t + 4 \cdot \Delta p_m + \Delta p_b) = \frac{1}{6}(103,123 + (4 \cdot 43,452) + 23,811) = 28,398 \text{ kN/m}^2; \quad (248)$$

Tuomet:

$$S_c = \frac{C_c \cdot H_c}{1 + e_o} \log\left(\frac{p_o + \Delta p_{av}}{p_o}\right) = \frac{0,25 \cdot 2,0}{1 + 0,34} \log\left(\frac{34,565 + 28,398}{34,565}\right) = 0,105 \text{ m} = 105 \text{ mm}; \quad (249)$$

Bendri sėdimai:

$$S = S_e + S_c = 4,57 + 105,0 = 109,57 \text{ mm}. \quad (250)$$

13	24,00	3,30		
14	30,00	3,30		
17	3,00	6,77		
18	4,50	4,97		
19	6,00	6,77		
20	7,50	4,97		
21	9,00	6,77		
22	10,50	4,97		
23	12,00	6,77		
24	13,50	4,97		
25	15,00	6,77		
26	16,50	4,97		
28	1,50	4,97		

Data – Bars

13 lentelė

Bar	Node 1	Node 2	Section	Material	Length (m)	Gamma (Deg)	Type
3	1	2	C R300x3 00	CONCR	7,27	0,0	RC Column
4	3	4	C R300x3 00	CONCR	7,27	0,0	RC Column
5	5	6	C R300x3 00	CONCR	7,27	0,0	RC Column
6	7	8	C R300x3 00	CONCR	7,27	0,0	RC Column
7	4	8	IPE 360	S355	6,00	0,0	Sija 1
8	8	6	IPE 360	S355	6,00	0,0	Sija 1
9	12	13	IPE 360	S355	6,00	0,0	Sija 1
10	13	14	IPE 360	S355	6,00	0,0	Sija 1
11	2	28	TREC 90x50x 5	S355	2,34	90,0	Spyriai
12	28	17	RECT 90x70x5	S355	2,34	90,0	Spyriai

13	17	18	TREC 90x50x 5	S355	2,34	90,0	Spyriai
14	18	19	RECT 90x70x 5	S355	2,34	90,0	Spyriai
15	19	20	TREC 90x50x 5	S355	2,34	90,0	Spyriai
16	20	21	RECT 90x70x 5	S355	2,34	90,0	Spyriai
17	21	22	RECT 90x70x 5	S355	2,34	90,0	Spyriai
18	22	23	TREC 90x50x 5	S355	2,34	90,0	Spyriai
19	23	24	RECT 90x70x 5	S355	2,34	90,0	Spyriai
20	24	25	TREC 90x50x 5	S355	2,34	90,0	Spyriai
21	25	26	RECT 90x70x 5	S355	2,34	90,0	Spyriai
22	26	4	TREC 90x50x 5	S355	2,34	90,0	Spyriai

23	2	21	SQUA 140x14 0x6	S355	9,00	0,0	Virsutine juosta
24	21	4	SQUA 140x14 0x6	S355	9,00	0,0	Virsutine juosta
25	28	22	SQUA 100x10 0x5	S355	9,00	0,0	Virsutine juosta
26	22	26	SQUA 100x10 0x5	S355	6,00	0,0	Virsutine juosta

Data – Sections

14 lentelė

	Section name	Bar list	AX (mm²)	AY (mm²)	AZ (mm²)	IX (mm⁴)	IY (mm⁴)	IZ (mm⁴)
	C R300x300	3to6	90000	75000	75000	1138723011	675000000	675000000
	SQUA 100x100x5	25 26	1836	1000	1000	4405200	2711021	2711021
	SQUA 140x140x6	23 24	3123	1680	1680	14787700	9204262	9204262
	TREC 90x50x5	11 13 15 18 20 22	1288	572	572	1163000	1299000	499800
	RECT 90x70x5	12 14 16 17 19 21	1436	700	900	2101300	1567700	1058000
	IPE 360	7to10	7273	4281	2905	362000	162656000	10434500

Data – Materials

15 lentelė

	Material	E (MPa)	G (MPa)	NI	LX (1/°C)	RO (kN/m3)	Re (MPa)
1	CONCR	25000,00	10720,00	0,17	0,00	24,53	25,00
2	S275	205000,00	80000,00	0,30	0,00	77,01	275,00
3	S355	205000,00	80000,00	0,30	0,00	77,01	355,00

Data – Supports

16 lentelė

	Support name	List of nodes	List of edges	List of objects	Support conditions
	Fixed	1to7By2			UX UZ RY

Case	Label	Case name	Nature	Analysis type
1	DL1	Nuosavas svoris	Structural	Static - Linear
2	DL2	Nuolatinė apkrova	Structural	Static - Linear
3	SN1	Sniego apkrova	snow	Static - Linear
4	L1	Naudojimo apkrova	Category C	Static - Linear
5	W1	Vejo apkrova X+	wind	Static - Linear
6	W2	Vejo apkrova X-	wind	Static - Linear
7		$ULS/1=1*1.35 + 2*1.35 + 4*1.30 + 3*0.91$	Structural	Linear Combination
8		$ULS/2=1*1.35 + 2*1.35 + 4*1.30$	Structural	Linear Combination
9		$ULS/3=1*1.35 + 2*1.35 + 4*1.30 + 5*0.78 + 3*0.91$	Structural	Linear Combination
10		$ULS/4=1*1.35 + 2*1.35 + 4*1.30 + 5*0.78$	Structural	Linear Combination
11		$ULS/5=1*1.35 + 2*1.35 + 4*1.30 + 6*0.78 + 3*0.91$	Structural	Linear Combination

12		$ULS/6=1*1.35 + 2*1.35 + 4*1.30 + 6*0.78$	Structural	Linear Combination
13		$ULS/7=1*1.35 + 2*1.35$	Structural	Linear Combination
14		$ULS/15=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.91 + 5*1.30 + 3*0.91$	Structural	Linear Combination
15		$ULS/16=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.91 + 5*1.30$	Structural	Linear Combination
16		$ULS/17=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.91 + 6*1.30 + 3*0.91$	Structural	Linear Combination
17		$ULS/18=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.91 + 6*1.30$	Structural	Linear Combination
18		$ULS/19=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 3*0.91$	Structural	Linear Combination
19		$ULS/20=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30$	Structural	Linear Combination
20		$ULS/21=1*1.35 + 2*1.35 + 6*1.30 + 3*0.91$	Structural	Linear Combination
21		$ULS/22=1*1.35 + 2*1.35 + 6*1.30$	Structural	Linear Combination
22		$ULS/31=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.91 + 3*1.30$	Structural	Linear Combination
23		$ULS/32=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.91 + 5*0.78 + 3*1.30$	Structural	Linear Combination
24		$ULS/33=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.91 + 6*0.78 +$	Structural	Linear Combination

		3*1.30		
25		ULS/34=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.30	Structural	Linear Combination
26		ULS/35=1*1.35 + 2*1.35 + 5*0.78 + 3*1.30	Structural	Linear Combination
27		ULS/36=1*1.35 + 2*1.35 + 6*0.78 + 3*1.30	Structural	Linear Combination
28		SLS:CHR/1=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00 + 3*0.70	dead	Linear Combination
29		SLS:CHR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00	dead	Linear Combination
30		SLS:CHR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00 + 5*0.60 + 3*0.70	dead	Linear Combination
31		SLS:CHR/4=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00 + 5*0.60	dead	Linear Combination
32		SLS:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00 + 6*0.60 + 3*0.70	dead	Linear Combination
33		SLS:CHR/6=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00 + 6*0.60	dead	Linear Combination
34		SLS:CHR/7=1*1.00 + 2*1.00	dead	Linear Combination
35		SLS:CHR/8=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.70 + 5*1.00 + 3*0.70	dead	Linear Combination
36		SLS:CHR/9=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.70 + 5*1.00	dead	Linear Combination
37		SLS:CHR/10=1*1.00 +	dead	Linear

		$2*1.00 + 4*0.70 + 6*1.00 + 3*0.70$		Combination
38		SLS:CHR/11=1*1.00 + $2*1.00 + 4*0.70 + 6*1.00$	dead	Linear Combination
39		SLS:CHR/12=1*1.00 + $2*1.00 + 5*1.00 + 3*0.70$	dead	Linear Combination
40		SLS:CHR/13=1*1.00 + $2*1.00 + 5*1.00$	dead	Linear Combination
41		SLS:CHR/14=1*1.00 + $2*1.00 + 6*1.00 + 3*0.70$	dead	Linear Combination
42		SLS:CHR/15=1*1.00 + $2*1.00 + 6*1.00$	dead	Linear Combination
43		SLS:CHR/16=1*1.00 + $2*1.00 + 4*0.70 + 3*1.00$	dead	Linear Combination
44		SLS:CHR/17=1*1.00 + $2*1.00 + 4*0.70 + 5*0.60 + 3*1.00$	dead	Linear Combination
45		SLS:CHR/18=1*1.00 + $2*1.00 + 4*0.70 + 6*0.60 + 3*1.00$	dead	Linear Combination
46		SLS:CHR/19=1*1.00 + $2*1.00 + 3*1.00$	dead	Linear Combination
47		SLS:CHR/20=1*1.00 + $2*1.00 + 5*0.60 + 3*1.00$	dead	Linear Combination
48		SLS:CHR/21=1*1.00 + $2*1.00 + 6*0.60 + 3*1.00$	dead	Linear Combination
49		Tariam		Linear Combination

Loads - Values

- Cases: 1to49

18 lentelė

	Case	Load type	List	Load values
	1	self-weight	3to26	PZ Negative Factor=1,00
	2	uniform load	9 10	PZ=-28,22(kN/m)
	2	nodal force	2 4	FZ=-5,97(kN)
	2	nodal force	17to25By2	FZ=-11,00(kN)
	2	uniform load	7 8	PZ=-2,47(kN/m)
	3	uniform load	7	PZ=-7,20(kN/m)
	3	nodal force	17to25By2	FZ=-21,60(kN)
	3	nodal force	2 4	FZ=-10,80(kN)
	3	uniform load	8	PZ=-7,20(kN/m)
	4	uniform load	9 10	PZ=-18,00(kN/m)
	5	trapezoidal load (2p)	3	PX2=0,86(kN/m) PX1=0,86(kN/m) X2=5,50(m) X1=0,50(m) global not project. absolute
	5	trapezoidal load (2p)	3	PX2=0,99(kN/m) PX1=0,86(kN/m) X2=7,27(m) X1=5,50(m) global not project. absolute
	5	trapezoidal load (2p)	5	PX2=0,75(kN/m) PX1=0,65(kN/m) X2=7,27(m) X1=5,50(m) global not project. absolute
	5	trapezoidal load	5	PX2=0,65(kN/m) PX1=0,65(kN/m) X2=5,50(m) X1=0,50(m) global not project.

		(2p)		absolute
	6	trapezoidal load (2p)	3	PX2=-0,65(kN/m) PX1=-0,65(kN/m) X2=5,50(m) X1=0,50(m) global not project. absolute
	6	trapezoidal load (2p)	5	PX2=-0,86(kN/m) PX1=-0,86(kN/m) X2=5,50(m) X1=0,50(m) global not project. absolute
	6	trapezoidal load (2p)		PX2=-0,99(kN/m) PX1=-0,86(kN/m) X2=5,50(m) X1=0,50(m) global not project. absolute
	6	trapezoidal load (2p)	5	PX2=-0,99(kN/m) PX1=-0,86(kN/m) X2=7,27(m) X1=5,50(m) global not project. absolute
	6	trapezoidal load (2p)		PX2=-0,74(kN/m) PX1=-0,65(kN/m) X2=5,50(m) X1=0,50(m) global not project. absolute
	6	trapezoidal load (2p)	3	PX2=-0,74(kN/m) PX1=-0,65(kN/m) X2=7,27(m) X1=5,50(m) global not project. absolute

Combinations	Name	Analysis type	Combination type	Case nature	Definition
7 (C)	$U_{LS}/1=1*1.35$ $+ 2*1.35 +$ $4*1.30 +$ $3*0.91$	Linear Combination		Structural	$(2+1)*1.35+4$ $*1.30+3*0.91$
8 (C)	$U_{LS}/2=1*1.35$ $+ 2*1.35 +$ $4*1.30$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+4$ $*1.30$
9 (C)	$U_{LS}/3=1*1.35$ $+ 2*1.35 +$ $4*1.30 +$ $5*0.78 +$ $3*0.91$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+4$ $*1.30+5*0.78$ $+3*0.91$
10 (C)	$U_{LS}/4=1*1.35$ $+ 2*1.35 +$ $4*1.30 +$ $5*0.78$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+4$ $*1.30+5*0.78$
11 (C)	$U_{LS}/5=1*1.35$ $+ 2*1.35 +$ $4*1.30 +$ $6*0.78 +$ $3*0.91$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+4$ $*1.30+6*0.78$ $+3*0.91$
12 (C)	$U_{LS}/6=1*1.35$ $+ 2*1.35 +$ $4*1.30 +$ $6*0.78$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+4$ $*1.30+6*0.78$

13 (C)	$U_{LS}/7=1*1.35 + 2*1.35$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35$
14 (C)	$U_{LS}/15=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.91 + 5*1.30 + 3*0.91$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+(4+3)*0.91+5*1.30$
15 (C)	$U_{LS}/16=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.91 + 5*1.30$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+4*0.91+5*1.30$
16 (C)	$U_{LS}/17=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.91 + 6*1.30 + 3*0.91$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+(4+3)*0.91+6*1.30$
17 (C)	$U_{LS}/18=1*1.35 + 2*1.35 + 4*0.91 + 6*1.30$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+4*0.91+6*1.30$
18 (C)	$U_{LS}/19=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30 + 3*0.91$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+5*1.30+3*0.91$
19 (C)	$U_{LS}/20=1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.30$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+5*1.30$
20 (C)	$U_{LS}/21=1*1.35 + 2*1.35 + 6*1.30 + 3*0.91$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+6*1.30+3*0.91$

21 (C)	$\text{ULS}/22=1*1.3$ $5 + 2*1.35 +$ $6*1.30$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+6$ $*1.30$
22 (C)	$\text{ULS}/31=1*1.3$ $5 + 2*1.35 +$ $4*0.91 +$ $3*1.30$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+4$ $*0.91+3*1.30$
23 (C)	$\text{ULS}/32=1*1.3$ $5 + 2*1.35 +$ $4*0.91 +$ $5*0.78 +$ $3*1.30$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+4$ $*0.91+5*0.78$ $+3*1.30$
24 (C)	$\text{ULS}/33=1*1.3$ $5 + 2*1.35 +$ $4*0.91 +$ $6*0.78 +$ $3*1.30$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+4$ $*0.91+6*0.78$ $+3*1.30$
25 (C)	$\text{ULS}/34=1*1.3$ $5 + 2*1.35 +$ $3*1.30$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+3$ $*1.30$
26 (C)	$\text{ULS}/35=1*1.3$ $5 + 2*1.35 +$ $5*0.78 +$ $3*1.30$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+5$ $*0.78+3*1.30$
27 (C)	$\text{ULS}/36=1*1.3$ $5 + 2*1.35 +$ $6*0.78 +$ $3*1.30$	Linear Combination		Structural	$(1+2)*1.35+6$ $*0.78+3*1.30$
28 (C)	$\text{SLS:CHR}/1=1$ $*1.00 + 2*1.00$ $+ 4*1.00 +$ $3*0.70$	Linear Combination	SLS:CHR	dead	$(1+2+4)*1.00$ $+3*0.70$

29 (C)	SLS:CHR/2=1 *1.00 + 2*1.00 + 4*1.00	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+4)*1.00
30 (C)	SLS:CHR/3=1 *1.00 + 2*1.00 + 4*1.00 + 5*0.60 + 3*0.70	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+4)*1.00 +5*0.60+3*0 .70
31 (C)	SLS:CHR/4=1 *1.00 + 2*1.00 + 4*1.00 + 5*0.60	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+4)*1.00 +5*0.60
32 (C)	SLS:CHR/5=1 *1.00 + 2*1.00 + 4*1.00 + 6*0.60 + 3*0.70	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+4)*1.00 +6*0.60+3*0 .70
33 (C)	SLS:CHR/6=1 *1.00 + 2*1.00 + 4*1.00 + 6*0.60	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+4)*1.00 +6*0.60
34 (C)	SLS:CHR/7=1 *1.00 + 2*1.00	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2)*1.00
35 (C)	SLS:CHR/8=1 *1.00 + 2*1.00 + 4*0.70 + 5*1.00 + 3*0.70	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+5)*1.00 +(4+3)*0.70
36 (C)	SLS:CHR/9=1 *1.00 + 2*1.00 + 4*0.70 + 5*1.00	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+5)*1.00 +4*0.70

37 (C)	SLS:CHR/10= 1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.70 + 6*1.00 + 3*0.70	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+6)*1.00 +(4+3)*0.70
38 (C)	SLS:CHR/11= 1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.70 + 6*1.00	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+6)*1.00 +4*0.70
39 (C)	SLS:CHR/12= 1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 3*0.70	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+5)*1.00 +3*0.70
40 (C)	SLS:CHR/13= 1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+5)*1.00
41 (C)	SLS:CHR/14= 1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00 + 3*0.70	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+6)*1.00 +3*0.70
42 (C)	SLS:CHR/15= 1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+6)*1.00
43 (C)	SLS:CHR/16= 1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.70 +	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+3)*1.00 +4*0.70

	3*1.00				
44 (C)	SLS:CHR/17= 1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.70 + 5*0.60 + 3*1.00	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+3)*1.00 +4*0.70+5*0 .60
45 (C)	SLS:CHR/18= 1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.70 + 6*0.60 + 3*1.00	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+3)*1.00 +4*0.70+6*0 .60
46 (C)	SLS:CHR/19= 1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+3)*1.00
47 (C)	SLS:CHR/20= 1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.60 + 3*1.00	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+3)*1.00 +5*0.60
48 (C)	SLS:CHR/21= 1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.60 + 3*1.00	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2+3)*1.00 +6*0.60
49 (C)	Tariam	Linear Combination	ULS		(1+2)*1.00+4 *0.60+3*0.20