

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS

Vytenis Morkūnas

PREKYBINĖS PASKIRTIES PASTATO STATYBINIŲ
KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Lekt. Nerijus Adamukaitis

Kaunas, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas
Doc. dr. Mindaugas Augonis

PREKYBINĖS PASKIRTIES PASTATO STATYBINIŲ
KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS

Baigiamasis magistro projektas
Statyba (621J80001)

Vadovas

Lekt. Nerijus Adamukaitis

Recenzentas

Projektą atliko

Vytenis Morkūnas

KAUNAS, 2016

Projektą atliko SSM- 4 gr. studentas:

Vytenis Morkūnas

vardas, pavardė

parašas, data

Konsultantai:

Architektūrinė dalis

Gitana Šukaitytė

vardas, pavardė

parašas, data

Ekonominė dalis

Odeta Viliūnienė

vardas, pavardė

parašas, data

Grafinė dalis

Jolanta Šadauskienė

vardas, pavardė

parašas, data

Konstrukcijų skaičiavimo dalis

Mindaugas Augonis

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 „prekybinės paskirties pastato statybinių konstrukcijų dalies projektas“:

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

(vardas, pavardė, parašas, data)

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

Magistro baigiamasis darbas

**PREKYBINĖS PASKIRTIES PASTATO STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES
PROJEKTAS**

Vytenis Morkūnas

ANOTACIJA

Baigiamojo darbo tikslas parengti prekybinės paskirties pastato statybinių konstrukcijų dalies projektą. Pastatas bus statomas Kelmėje, Kooperacijos g. 41.

Baigiamąjį projektą sudaro:

Architektūrinė konstrukcinė dalis, kurioje nurodyti pastato konstrukcijos elementai, medžiagos, pagrindiniai pastato techniniai rodikliai.

Konstrukcinė dalis, kurioje apskaičiuotos pastato laikančiosios konstrukcijos. Santvaros, kolonos ir poliniai pamatai.

Technologinė organizacinė dalis, kurioje sudaryta ir išanalizuota pastato stogo konstrukcijų montavimo technologija.

Darbų saugos dalis, kurioje parengtos darbų saugos priemonės ir jų sprendimo keliai.

Ekonominė dalis, kurioje suprojektuotos ir palygintos dvi stogą laikančios konstrukcijos.

Parengti projektuojamojo pastato architektūriniai ir konstrukciniai brėžiniai.

Reikšmingi žodžiai: santvara, kolona, polinis pamatas, gruntas.

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

Master's thesis

STRUCTURAL PART OF PROJECT OF COMERCIAL BUILDING

Vytenis Morkūnas

SUMMARY

The goal of Master's thesis is to develop the design of building structures component for commercial building. The building will be constructed in Kelmė, Kooperacijos g. 41.

The final project consists of:

Architectural structural part, which contains the elements of the building design, materials, basic technical indicators.

Structural part, which includes calculated load-bearing structure of the building. Girders, columns and pile foundation.

Technological and organizational part, which makes and analyzes the roof mounting technology.

Work safety part, which includes the established safety measures and ways of solving them.

The economic part, in which two roof-bearing structures are constructed and compared.

Completed architectural and structural drawings of the designed building.

Key words: truss, column, pile foundation, soil.

TURINYS

ĮVADAS.....	11
1. ARCHITEKTŪRINĖ KONSTRUKCINĖ DALIS	13
1.1. BENDROJI DALIS.....	13
1.2. ARCHITEKTŪRINIAI – KONSTRUKCINIAI SPRENDIMAI.....	14
1.3. LAIKANČIOS KONSTRUKCIJOS	15
1.4. STOGO ŠILUMOS LAIDUMO SKAIČIAVIMAS.....	17
2. KONSTRUKCIJŲ SKAIČIAVIMAS	19
2.1. RĖMO POVEIKIŲ IR APKROVŲ SKAIČIAVIMAS.....	19
2.1.1. Konstrukcijų savasis svoris	19
2.1.2. Sniego apkrova	21
2.1.3. Vėjo apkrova.....	23
2.2. SANTVAROS SKAIČIAVIMAS	25
2.2.1. Santvaros skaičiavimas kompiuterine programa	25
2.2.2. Santvaros elementų skaičiavimas.....	26
2.2.2.1. Santvaros viršutinė juosta	27
2.2.2.2. Santvaros apatinė juosta	30
2.2.2.3. Santvaros tinkliukas	31
2.2.2.4. Santvaros elementų skaičiavimo rezultatai	33
2.3. SANTVAROS MAZGŲ PROJEKTAVIMAS	35
2.3.1. Gniuždomos santvaros viršutinės juostos ir tinklelio elementų jungties laikomosios galios tikrinimas (mazgas „A“)	35
2.3.2. Flanšinės jungties skaičiavimas (mazgas B).....	40
2.3.3. Atraminio mazgo skaičiavimas (mazgas D)	43
2.4. GELŽBETONINĖS KOLONOS K-1 PROJEKTAVIMAS	45
2.4.1. Kolonos armavimas išilgine armatūra	46
2.4.2. Kolonos laikomosios galios patikrinimas.	49

2.4.3.	Kolonos armavimas skersine armatūra.	51
2.4.4.	Įdėtinės detalės ID-1 projektavimas	51
2.5.	POLINIO PAMATO PROJEKTAVIMAS	53
2.5.1.	Polinio pamato parinkimas.....	53
2.5.2.	Polinio pamato įgilinimas	54
2.5.3.	Polinio pamato laikomosios galios tikrinimas.....	54
2.5.3.1.	<i>Laikomosios galios tikrinimas pagal A1 „+“ M1 „+“ R1 derinį.....</i>	<i>55</i>
2.5.3.2.	<i>Laikomosios galios tikrinimas pagal A2 „+“ M1 „+“ R4 derinį.....</i>	<i>60</i>
2.5.4.	Polinio pamato nuosėdžio skaičiavimas	63
2.5.5.	Polinio pamato armatūros skaičiavimas	66
3.	TECHNOLOGINĖ ORGANIZACINĖ DALIS	71
3.1.	SANTVARŲ MONTAVIMO TECHNOLOGINĖ KORTELĖ	71
3.1.1.	Krano parinkimas	71
3.1.2.	Santvarų montavimas	75
3.1.3.	Darbų kokybė ir kontrolė	76
3.1.4.	Darbų sauga	77
3.2.	VIRŠUTINIŲ STOGO SLUOKSNIŲ ĮRENGIMO DARBŲ TECHNOLOGIJA	77
3.2.1.	Profiliuoto skardos pakloto „Ruukki“ montavimo nurodymai	77
3.2.2.	Vandens garų izoliacijos įrengimas	86
3.2.3.	Šilumos izoliacijos įrengimas ir tvirtinimas	87
3.2.4.	Hidroizoliacinio sluoksnio įrengimas.....	89
3.2.5.	Deformacinių siūlių įrengimas hidroizoliacinėje stogo dangoje	94
4.	DARBŲ SAUGA	95
4.1.	PAGRINDINIAI DARBO SAUGOS REIKALAVIMAI	95
4.2.	PROFESINĖS RIZIKOS VERTINIMAS DARBO VIETOJE	97
4.3.	APLINKOS APSAUGA	100

5. EKONOMINĖ DALIS..... 102

IŠVADOS 105

LITERATŪROS SĄRAŠAS 107

PRIEDAI:

1 priedas. Rėmo statiniai skaičiavimai;

2 priedas. Dvišlaitės kombinuotos klijuotos medienos/metalo santvaros skaičiavimas;

3 priedas. Metalinės santvaros mazgo "A" patikrinimas kompiuterine programa "Autodesk robot structural analysis profesional 2016";

4 priedas. Kolonos K-1 laikomosios galios patikrinimas kompiuterine programa "Autodesk robot structural analysis profesional 2016";

5 priedas. Sąmatiniai lyginamų konstrukcijų skaičiavimai;

6 priedas. Polinio pamato skaičiavimams naudojami geologiniai duomenys.

IVADAS

Projektuojamas vieno aukšto prakybos paskirties pastatas Kelmėje, Kooperacijos g. 41. Statybinio sklypo plotas 0,4848 ha, sklypas neužstatytas pastatais. Sklypas yra centrinėje Kelmės miestelio dalyje. Šiaurinė ir rytinė sklypo dalys ribojasi su šalia esančiais sklypais ir pastatais. Pietinė sklypo dalis ribojasi su Kooperacijos gatve, vakarinė su Dariaus ir Girėno gatve.

Pastatas priskiriamas ypatingų statinių kategorijai, jo bendras vidaus patalpų plotas 1488,11m². Šiame plote suprojektuota „Maxima X“ maisto prekybos parduotuvė su administracinės, buitinės ir techninės paskirties patalpomis.

Pastato statybai numatoma naudoti standartinius gaminius, todėl stogo ir sienų konstrukcijos dėliojamos vienodais atstumais, laikantis rekomendacijų. Pastato ilgis $L=2 \times 4,5m + 9 \times 6m$ (taip išdėliojamos laikančiosios kolonos), plotis $B=24-27m$. Sieninių plokščių tvirtinimui pastato galuose projektuojamos gelžbetoninės fachverko kolonos kas 6 metrus.

Statinio savybės turi būti tokios, kad jas tinkamai panaudojus statinys arba atskiros jo dalys atitiktų savo paskirtį bei esminius reikalavimus ekonomiškai pagrįstą naudojimo laiką.

Baigiamojo projekto objektas: prekybinės paskirties pastato statybinių konstrukcijų dalies projektas.

Baigiamojo projekto tikslas: Parengti prakybos paskirties pastato statybinių konstrukcijų dalies projektą.

Baigiamojo darbo aktualumas: tinkamai ir kokybiškai parengus pastato pagrindinių laikančių konstrukcijų projektą, didėja tikimybė, kad bus išvengta nenumatytų atvejų ir klaidų vykdant įrengimo darbus. Jie bus atlikti laiku pagal numatytą grafiką, parinktos racionalios statybos darbų technologijos leidžiančios atlikti darbus kokybiškai ir laikantis normatyvų. Taip pat funkcionaliai panaudoti materialinius ir finansinius išteklius.

Baigiamojo projekto uždaviniai:

- Apibūdinti pastato paskirtį ir parenkamas konstrukcijas;
- Parinkti pastatui atitinkamas konstrukcijas ir suprojektuoti apkrovas tenkančias laikančioms konstrukcijoms;
- Naudojantis kompiuterine programa Autodesk „Robot Structural“ apskaičiuoti įrašas tenkančias konstrukcijoms;

- Atlikti skaičiavimus ir suprojektuoti laikančias konstrukcijas: santvarą, koloną, pamatus;
- Analizuoti ir taikyti stogo konstrukcijų montavimo darbų technologiją;
- Suprojektuoti dvi stogą laikančias konstrukcijas (kombinuotą ir metalinę santvaras) ir jas detalizavus išrinkti ekonomiškesnį variantą;
- Parengti projektuojamo pastato architektūrinės dalies brėžinius;
- Parengti projektuojamo pastato konstrukcinės dalies brėžinius;
- Numatyti saugias darbo priemones.

1. ARCHITEKTŪRINĖ KONSTRUKCINĖ DALIS

1.1. BENDROJI DALIS

Praktybos paskirties pastatas projektuojamas Kelmėje, Kooperacijos g. 41. Statinys priskiriamas ypatingų statinių kategorijai. Projektuojamas pastatas 1 aukšto, viduje bus įrengiamos administracinės paskirties patalpos ir „Maxima X“ maisto prekybos parduotuvė su administracinės, buitinės ir techninės paskirties patalpomis.

Esama situacija

Sklypas tuščias, neužstatytas. Didžioji sklypo dalis užžėlusį žolę. Projektuojamo pastato sklype medžių nėra. Rytinė sklypo dalis ribojasi su autoserviso pastatu, šiaurinė – su mūriniais garažais. Sklypo ribose yra keletas inžinerinių tinklų trasų atkarpų, likusių nugriovus individualius namus. Šios nenaudojamos trasų atkarpos bus demontuotos.

Sklypo plano sprendiniai

Žemės sklypo plotas – 0,4848 ha. Sklypas yra centrinėje Kelmės miestelio dalyje. Šiaurinė ir rytinė sklypo dalys ribojasi su šalia esančiais sklypais ir pastatais. Pietinė sklypo dalis ribojasi su Kooperacijos gatve, vakarinė su Dariaus ir Girėno gatve. Patekimui į sklypą numatyti du įvažiavimai iš Kooperacijos gatvės. Šie įvažiavimai atitinka generalinio plano sprendinius. Ties šiaurine ir vakarine sklypo riba projektuojamas pastatas. Ūkinė parduotuvės zona ir kiemas suprojektuoti rytinėje sklypo dalyje. Sklype šiuo metu nėra jokių vertingų želdinių. Sklypo reljefas šiuo metu yra lygus. Sklypo esamų paviršių absoliutinės altitudės svyruoja nuo 129,92m sklypo rytiniame pakraštyje iki 132,80m sklypo vakarinėje dalyje. Statinio išdėstymas sklype atitinka norminius reikalavimus, siekiant nepažeisti gretimų sklypų savininkų teisėtą interesų.

Pagrindinės įėjimas į prekybos centrą projektuojamas vakarinėje pusėje, kuo arčiau nuo esamų pėsčiųjų perėjų per Dariaus ir Girėno bei Kooperacijos gatves. Krovininis transportas, aptarnaujantis parduotuvės pastatą, pateks ir išvažinės pro Kooperacijos gatvėje esantį rytinį įvažiavimą.

Ties pietine sklypo dalimi palei Kooperacijos gatvę, projektuojama 40 vietų automobilių stovėjimo aikštelė. Aikštelėje numatytas parkavimo vietų kiekis žmonių su negalia automobiliams atitinka norminį – 4%. Iš viso suprojektuotos 2 automobilių stovėjimo vietos

žmonėms su negalia, bei papildomos 3 vietos su žymėjimu „šeima“, skirtos šeimoms su mažamečiais vaikais. Stovėjimo vietos suprojektuotos patogiausioje aikštelės dalyje, arčiausiai įėjimo į pastatą.

Visi sklypo ribose projektuojami privažiavimai ir mašinų stovėjimo aikštelės dengiamos asfaltbetonio danga, pėsčiųjų šaligatviai dengiami trinkelėmis bei šaligatvio plytelėmis. Projekte numatyta papildomai sutvarkyti ~ 3000m² teritorijos už sklypo ribų. Bus atnaujintos esamos ir naujai įrengtos dangos, aplink pastatą ir parkavimo aikštelę, Kooperacijos bei Dariaus ir Girėno gatves.

Projekto sprendiniai užtikrina gretimų teritorijų apsaugą nuo erozijos, užpelkėjimo, gruntinių vandenų užteršimo gamybinėmis nuotekomis bei atliekomis.

Projektuojamas pastatas pilnai prijungiamas prie miesto inžinerinių tinklų infrastruktūros, šiluma pastatui tiekama iš miesto šiluminių tinklų. Pastato lauko tinklų statybos metu pažeistos dangos bus kokybiškai atstatytos.

1.2. ARCHITEKTŪRINIAI – KONSTRUKCINIAI SPRENDIMAI

Pastatas 1 aukšto. Pagrindinis įėjimas į pastatą projektuojamas vakarinėje pastato dalyje. Ūkinė pastato zona projektuojama rytinėje pastato dalyje. Prekybinį plotą sudaro prekybos salė ir vestibulis ir ūkinių patalpų blokas.

Parduotuvės bei administracinio pastato funkcinė schema įtakojo aiškia ir paprastą parduotuvės tūrio formą, pagrindinius įėjimus akcentuoja virš parapetų iškylančios stogo dalys, atkartojančios istoriškai susiklosčiusį aplinkinį užstatymą, taip pat aliuminio konstrukcijų vitrininio stiklinimo fasadas, skaidantis ir dalinantis pastato tūrio plokštumas į miesto masteliui būdingus gabaritus.

Projektuojamo pastato konstrukcijos:

- Pastato pamatai – g/b spraustiniai.
- Pastato konstrukcinė schema – surenkamos g/b kolonos. Išorinės sienos iš daugiasluoksnių panelių. Užpildui naudojama kieta mineralinė vata, užtikrinanti didelį atsparumą ugniai.
- Stogas virš prekybos salės sutapdintas, iš profiliuotos skardos, apšiltintos akmens vata bei ritinės hidroizoliacijos danga.
- Vidaus pertvaros iš daugiasluoksnių panelių, plytų mūro, bei lengvos, surenkamo gipso kartono.

- Išorės apdaila: pagrindiniai fasadai papildomai apdailinami klinkerio plytų mūru. Įėjimo durys ir vitrinos aliuminio konstrukcijos, langai - aliumininiai.
- Vidaus apdaila: atitinka patalpų paskirtį, priešgaisrinius ir higieninius reikalavimus.

1.3. LAIKANČIOS KONSTRUKCIJOS

Pamatai

Pamato pagrindui pasirinktas stiprus smėlingas, dulkingas molis ($q=4,0-11,4$ MPa).

Pamatai –g/b spraustiniai poliai.

Pamatų sijos monolitinio gelžbetonio. Pamatas armuojamas išilgine ir skersine armatūra, iš anksto pagamintais erdviniais strypynais. Pamatams naudojamas ne žemesnes kaip C20/25 XC2 klasės betonas. Kad betonavimo metu armatūros strypynas gręžinyje neiškryptų iš projektinės padėties, turi būti įrengiami fiksatoriai. Ant gręžtinių pamatų įrengiami rostverkai su inkariniais varžtais g/b kolonai. Po rostverko kraštais įrengiamas tankinto žvyro pagrindas. Siekiant išvengti „šalčio tiltelių“ pamatinė sija betonuojama su 10 cm EPS100 putų polistirolo intarpu viduryje. Po pamatine sija dedama 5 cm putų polistirolo paklotas. Ant pamatinės sijos tvirtinamas plieninis profilis, kuris tarnauja kaip pagrindas sieniniams paneliams tvirtinti. Pamatinėje sijoje ties rostverku ne rečiau kaip kas 24 m. įrengiamos deformacinės siūlės.

Kolonos

Projektuojamas pastatas karkasinis. Kolonos g/b 30x30 cm gaminamos gamykloje. Tam tikslui turi būti paruošti kolonų armavimo darbo brėžiniai. Kolonos prie pamato jungiamos varžtais.

Atstumai tarp pastato kolonų kintami - nuo 3,0 iki 24,0 m.

Visos gelžbetoninės kolonos standžiai jungiamos su pamatais.

Perdangos ir denginiai

Santvaros uždarų profilių kvadratinių ir stačiakampių vamzdžių 24,00 m ilgio remiamos ant g/b kolonų. Santvarų plienas S355. Santvarų gamybai ir montavimui turi būti paruošti darbo brėžiniai. Denginio viršutiniame sluoksnyje (ruloninėje hidroizoliacijoje) būtina įrengti ventiliacinius kaminėlius, šilumos izoliacijoje esančiai drėgmei išgarinti. Šie kaminėliai įrengiami po vieną ne didesniai nei 50 m² stogo paviršiaus plotui.

Ryšiai

Pastato horizontalieji poslinkiai dalinai ribojami gelžbetoninių kolonų standžiomis jungtimis su pamatu.

Stogo horizontalūs ryšiai santvarų viršutinės juostos lygyje išdėstyti pastato išilgine ir skersine kryptimi ties santvaros mazgais, taip kad būtų užtikrintas pastato laikančiojo karkaso bendras darbas veikiant vėjo bei temperatūriniais poveikiams.

Stogo santvarų apatinės ir viršutinės juostos vidurinė zona suvaržoma horizontaliais ryšiais.

Plieninių laikančiųjų konstrukcijų montažo metu būtina naudoti laikinuosius ryšius kurie užtikrintų plieninio laikančio karkaso elementų liaunį ne didesnį nei 220.

Ryšiai prie kolonų tvirtinami tiesiogiai kontūru privirinant prie įdėtinės detalės.

Stogo laikantis profiliuotas paklotas

Stogo laikantis prof. paklotas, perima nuolatinės (vertinama ir galima dalis ventilacijos, apšvietimo ir kitų sistemų apkrovos) bei sniego apkrovos. Be kita ko stogo paklotas tarnauja kaip santvaros viršutinės juostos horizontalūs ryšiai. Stogo prof. pakloto rekomenduojamas storis - ne mažiau nei 0,9 mm, o tvirtinimo prie plieninių karkaso elementų dažnis - ne rečiau nei po 2 savisriegius į kiekvieną prof. pakloto bangą (lietimosi su prof. paklotą laikančia plienine konstrukcija lygyje). Stogo paklotas konkretaus gamintojo darbo projekte turi būti parinktas toks, kad būtų tenkinamos „Saugos“ ir „Tinkamumo naudoti“ ribinių būvių sąlygos.

Grindys ant grunto

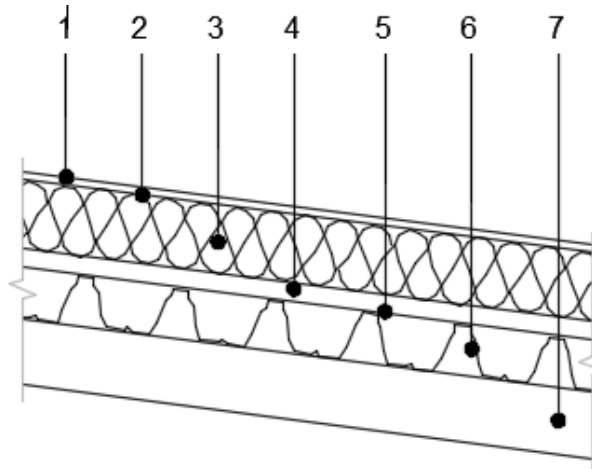
Grindų ant grunto armavimo ir apšiltinimo principinė detalė pateikta architektūriniuose brėžiniuose. Grindų temperatūrinės - deformacinės siūlės įrengiamos kas 6,0 m abiejomis pastato kryptimis, įpjauant laikantį grindų sluoksnį per 1/3 storio. Grindų ir kolonų sandūrų vietose įrengiamos tarpinės.

Parapeto elementai

Parapeto vertikalūs statramsčiai numatyti iš keturkampio vamzdinio profilio. Jų panaudojimas būtinas ten, kur sieninių plokščių standumo neužtenka perimti vėjo apkrovoms.

1.4. STOGO ŠILUMOS LAIDUMO SKAIČIAVIMAS

Projektuojamame pastate bus įrengiamas sutapdintas šiltas stogas.



1.4.1 pav. Stogo mazgas.

- 1- Prilydoma danga 2sl.
- 2- Akmens vata 20cm 120 kg/m³
- 3- Putų polistirolas EPS100 160mm
- 4- Garo izoliacija polietileno plėvelė 0.2mm
- 5- Akmens vata 20cm 120kg/m³
- 6- Profiliuota skarda h=128x0,88mm
- 7- Santvaros viršutinė juosta

Šiluminė varža apskaičiuojama pagal šią formulę:

$$R = d/\lambda \quad (1.4.1)$$

Čia: R – šiluminė varža;

d – sluoksnio storis;

λ – šilumos laidumo koeficientas (W/mK);

R_{si}, R_{se} - Vidinio ir išorinio paviršių šiluminė varža;

Atskirų sluoksnių šiluminė varža apskaičiuojama:

$$R_1 = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}; \quad (1.4.2)$$

$$R_2 = 0,02/0,04=0,5 \text{ m}^2\text{K/W};$$

$$R_3 = 0,16/0,035=4,57 \text{ m}^2\text{K/W};$$

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

$$R_5 = 0,02/0,04=0,5 \text{ m}^2\text{K/W};$$

$$R_{si} + R_{se} = 0,14 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Suminė šiluminė varža apskaičiuojama:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_{si} + R_{se} =$$
$$0,04 + 0,5 + 4,57 + 0,04 + 0,5 + 0,14 = 5,79 \text{ m}^2\text{K/W} \quad (1.4.3)$$

Apskaičiuojame šiluminį stogo laidumą:

$$U = 1/R_s = 1/5,79 = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (1.4.4)$$

Tikrinama sąlyga:

$$0,17 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Šiluminis stogo laidumas atitinka maxima xx katalogo ribines reikšmes (1.4.2 pav.)

№	Ribojančios konstrukcijos tipas	U, W/m ² K	
		Regionas 1	Regionas 2
1	Stogas	0,22	0,20
2	Išorinė siena	0,25	0,25
3	Cokolis	0,30	0,30
4	Vitrina, stiklopaketas	1,20	1,20
5	Vitrina, profilis	1,60	1,60
6	Langas, stiklopakeltas	1,20	1,20
7	Langas, profilis	1,60	1,60
8	Durys	2,0	2,0

1.4.1 pav. Maxima xx katalogo atitvarų šiluminio laidumo reikšmės.

2. KONSTRUKCIJŲ SKAIČIAVIMAS

2.1. RĖMO POVEIKIŲ IR APKROVŲ SKAIČIAVIMAS

Apkrovų dydžiai ir jų patikimumo koeficientai priimti pagal STR2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ [1]. Nuolatinėms apkrovoms, atsirandančioms nuo perdangos, stogo, sienų svorio, dalinis poveikio patikimumo koeficientas γ_G imamas 1,35. Sniego apkrovos charakteristinė reikšmė priimta I-ajam sniego apkrovos rajonui ir lygi $1,2 \text{ kN/m}^2$, sniego poveikio dalinis patikimumo koeficientas γ_Q imamas lygus 1,5. Vėjo apkrova priimta I-ajam vėjo apkrovos rajonui, jo atskaitinė reikšmė $v_{\text{ref},0}$ lygi 24 m/s , vietovės tipas B (miestų teritorija). Vėjo poveikio dalinis patikimumo koeficientas γ_Q imamas lygus 1,5. Stogas pagal jo prieinamumą priskirtas H kategorijai – neprieinamas stogas, išskyrus normalią priežiūrą ir remontą ir jo panaudojimo apkrova priimtai $0,4 \text{ kN/m}^2$. Stogo naudojimo apkrovos poveikio dalinis patikimumo koeficientas γ_Q imamas lygus 1,3. Statybos metu atsirandančios apkrovos nuo statybinių mechanizmų, medžiagų sandėliavimo ir kt. neturi viršyti pagrindinių laikančių konstrukcijų apkrovų, kurios betarpiškai veikia jas.

2.1.1. Konstrukcijų savasis svoris

Virš pastato dalies, kurioje įkurdintos sandėliavimo ir pardavimo patalpos numatomos dvišlaitės metalinės santvaros iš keturkampio skerspjuvio vamzdžių, ant kurių dedami plieniniai profiliuoti lakštai ir įrengiamas šiltas stogas (2.1.1.1 pav.), kurio šiluminė varža $R=5,71 \text{ m}^2\text{K/W}$. Stogo konstrukciją veikiančios apkrovos pateikiamos 2.1.1.1 lentelėje.



2.1.1.1 pav. Stogo detalė.

2.1.1.1 lentelė Stogo konstrukcijos savojo svorio apkrovos.

Nr.	Pavadinimas	Storis, <i>mm</i>	Būdingoji apkrova, <i>kN/m²</i>	Dalinis patikimumo koeficientas <i>γ_G, γ_Q</i>	Skaičiuojamoji apkrova, N/m ²
Apkrovos pridedamos į viršutinę santvaros juostą					
1.	Profiliuotas skardos paklotas ARCLAD	-	0,11	1,35	0,1485
2.	Mineralinė vata PAROC ROB60	20	0,031	1,35	0,0416
3.	Putų polistirolas ŠILOPORAS EPS 100	160	0,029	1,35	0,0396
4.	Garų izoliacinė plėvelė Alu Reflex	0,2	0,001	1,35	0,0016
5.	Mineralinė vata PAROC ROB60	20	0,031	1,35	0,0419
6.	Bituminė lakštinė (ritininė) stogų ir hidroizoliacinė danga MIDA TECHNOELAST	-	0,124	1,35	0,167
7.	Ventiliacijos, apšvietimo ir kitos sistemos	-	0,4	1,35	0,54
Nuolatinė suminė apkrova veikianti viršutinę santvaros juostą G_k:			0,726	-	0,98
Kabančiosios konstrukcijos, apkrovos pridedamos į apatinę santvaros juostą.					
8.	Ventiliacijos, apšvietimo, lubų, sprinklerinės ir kitos sistemos	-	0,8	1,35	1,08
Nuolatinė suminė apkrova veikianti apatinę santvaros juostą G_k:			0,8	-	1,08
Suminė nuolatinė apkrova veikianti santvaros konstrukciją G_{d1}:					1,25

Denginio vieno kvadrato savasis charakteristinis svoris $1,25 \text{ k N/m}^2$.

Tolygiai išskirstyta apkrova tenkanti vienai santvarai:

$$g_k = g_{st,k} \cdot b = 1,25 \cdot 6 = 7,5 \text{ kN/m}; \quad (2.1.1.1)$$

čia: b – santvarų žingsnis;

$g_{st,k}$ – stogo konstrukcijos savojo svorio apkrova.

Sienos aukštis: $h_w = 6,0 \text{ m}$

Sienos apkrovą supaprastintai galima laikyti koncentruota jėga kolonos skerspjūvio keitimo vietoje. Koloną veikianti daugiasluoksnių plokščių savojo svorio apkrova:

$$G_w = h_w \cdot 23,6 \cdot g \cdot b \cdot \gamma_n = 6,0 \cdot 23,6 \cdot 9,81 \cdot 6 = 8,33 \text{ kN}; \quad (2.1.1.2)$$

čia: g – laisvojo kritimo pagreitis, $9,81 \text{ m/s}^2$;

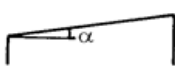


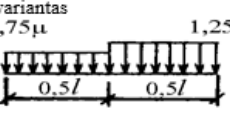
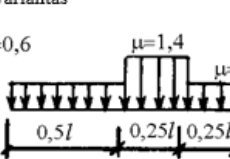
$23,6 \text{ kg/m}^2$ – plokštės svoris (Rukki daugiasluoksnės plokštės SPA E);

6 m – žingsnis tarp kolonų;

Taip pat montuojamas AHU-1 kondensatorius sveriantis 534 kg ant santvaros esančios trečioje ašyje, paskirstant svorį per tris tiesinius metrus.

2.1.2. Sniego apkrova

2.1.2.1 lentelė. Sniego apkrova skaičiuojama pagal STR nurodytas skaičiuojamasias schemas

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

Sniego apkrovos į stogo horizontalios projekcijos dydis nustatomas:

$$s = \mu \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k; \quad (2.1.2.1)$$

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

μ_i – stogo sniego apkrovos formos koeficientas [1], 158-162 punktai.

c_e – atodangos koeficientas = 1

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

Stogo konstrukcijos nuolydis 8° , ties kraigu ir karnizu $\mu_1 = 1$.

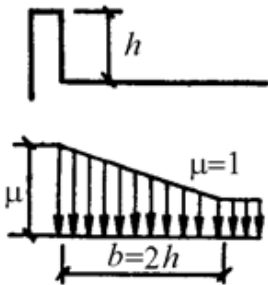
$s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$;

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

Sniego apkrova ties parapetais:

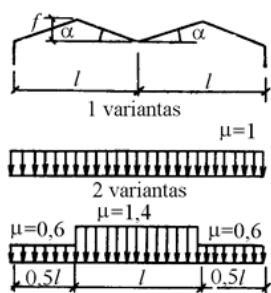
$$s = 2,83 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 3,4 \text{ kN/m}^2$$

2.1.2.2 lentelė. Sniego apkrova ties parapetais skaičiuojama pagal STR nurodytas skaičiuojamąsias schemas

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

Sniego apkrova ties stogeliais:

2.1.2.2 lentelė. Sniego apkrova ties stogeliais skaičiuojama pagal STR nurodytas skaičiuojamąsias schemas

<p>5.</p>	<p>Dviejų tarpinių ir daugiatarpsniai statiniai su dvišlaitiais stogais</p> 	<p>2 variantas taikomas, kai $\alpha \geq 15^\circ$.</p>
-----------	---	---

Sniego apkrovos į stogo horizontalios projekcijos dydis nustatomas:

$$s = \mu \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k;$$

Stogo konstrukcijos nuolydis 34° , ties išoriniais šlaitais $\mu_1 = 0,6$.

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

$$s = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 0,72 \text{ kN/m}^2;$$

Stogo konstrukcijos nuolydis 34° , ties vidiniais šlaitais $\mu_1 = 1,4$.

$$s = 1,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,68 \text{ kN/m}^2;$$

2.1.3. Vėjo apkrova

Nagrinėjamo pastato ilgis 63 m , plotis 27 m , aukštis $f = 8,03 \text{ m}$. Nagrinėjama vėjo apkrovos schema bei aerodinaminiai koeficientai nustatomi pagal reglamento [1] 4 priedo 1 schemą.

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

$$v_{ref} = c_{DIR} \times c_{ALT} \times c_{TEM} \times v_{ref} = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 24 = 24 \text{ m/s}; \quad (2.1.3.1)$$

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

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

c_{TEM} – laikotarpio (sezono) koeficientas.

Atskaitinis vėjo slėgis q_{ref} apskaičiuojamas:

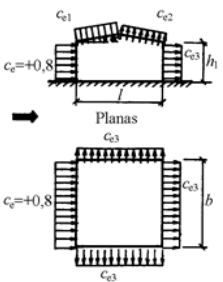
$$q_{ref} = \frac{\rho \times v_{ref}^2}{2} = \frac{1,25 \times 24^2}{2} \cdot 10^{-3} = 0,36 \text{ kN/m}^2; \quad (2.1.3.2)$$

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

Aerodinaminiai pastato koeficientai randami pagal Reglamento [1] 4 priedo 1 schemą, t.y. atskirai stovinės plokščiosios išsities konstrukcijos ir vertikalūs ir ne daugiau kaip 15° nuo vertikalės pasvirę paviršiai: pavėjinis $c_e = 0,8$, priešvėjinis $c_e = -0,6$.

Koeficientas, įvertintais vėjo slėgio pokyčių pagal aukštį, B tipo vietai (reglamento [1] 197.2 punktas, miestų teritorijos, miškų masyvai ir kitos vietovė, kurios tolygiai užstatytos aukštesnėmis kaip 10 m kliūtimis) nustatomas pagal Reglamento [1] 12.1 lentelę.

2.1.3.1 lentelė. Pastatų, konstrukcijų ir vėjo apkrovų schemas

Schemos Nr.	Statinių, pastatų, konstrukcijų ir vėjo apkrovų schemas	Aerodinaminių koeficientų c apskaičiavimas	Pastabos																																																	
1.	Atskirai stovinčios plokščiosios ištinės konstrukcijos Vertikalūs ir ne daugiau kaip 15° nuo vertikalės pasvirę paviršiai: priešvėjinis pavėjinis	$c_e=+0,8$ $c_e=-0,6$																																																		
2.	Pastatai su dvišlaičiu stogu 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Koeficientas</th> <th>$\alpha, ^\circ$</th> <th colspan="4">c_{e1}, c_{e2} reikšmės, kai $h/1$ lygus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">c_{e1}</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>-0,6</td> <td>-0,7</td> <td>-0,8</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>+0,2</td> <td>-0,4</td> <td>-0,7</td> <td>-0,8</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>+0,4</td> <td>+0,3</td> <td>-0,2</td> <td>-0,4</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>+0,8</td> <td>+0,8</td> <td>+0,8</td> <td>+0,8</td> </tr> <tr> <td>c_{e2}</td> <td>≤ 60</td> <td>-0,4</td> <td>-0,4</td> <td>-0,5</td> <td>-0,8</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>b/l</th> <th colspan="3">c_{e3} reikšmės, kai $h/1$ lygus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>$\leq 0,5$</td> <td>1</td> <td>≥ 2</td> </tr> <tr> <td>≤ 1</td> <td>-0,4</td> <td>-0,5</td> <td>-0,6</td> </tr> <tr> <td>≥ 2</td> <td>-0,5</td> <td>-0,6</td> <td>-0,6</td> </tr> </tbody> </table>	Koeficientas	$\alpha, ^\circ$	c_{e1}, c_{e2} reikšmės, kai $h/1$ lygus				c_{e1}	0	0	-0,6	-0,7	-0,8	20	+0,2	-0,4	-0,7	-0,8	40	+0,4	+0,3	-0,2	-0,4	60	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	c_{e2}	≤ 60	-0,4	-0,4	-0,5	-0,8	b/l	c_{e3} reikšmės, kai $h/1$ lygus				$\leq 0,5$	1	≥ 2	≤ 1	-0,4	-0,5	-0,6	≥ 2	-0,5	-0,6	-0,6	<p>1 Kai vėjas pučia statmenai pastato galui, visam denginio paviršiui $c_e=-0,7$.</p> <p>2. Apskaičiuojant koeficientą v pagal Reglamento 203 punktą $h=h_1+0,2 \cdot l \cdot \tan \alpha$</p>
Koeficientas	$\alpha, ^\circ$	c_{e1}, c_{e2} reikšmės, kai $h/1$ lygus																																																		
c_{e1}	0	0	-0,6	-0,7	-0,8																																															
	20	+0,2	-0,4	-0,7	-0,8																																															
	40	+0,4	+0,3	-0,2	-0,4																																															
	60	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8																																															
c_{e2}	≤ 60	-0,4	-0,4	-0,5	-0,8																																															
b/l	c_{e3} reikšmės, kai $h/1$ lygus																																																			
	$\leq 0,5$	1	≥ 2																																																	
≤ 1	-0,4	-0,5	-0,6																																																	
≥ 2	-0,5	-0,6	-0,6																																																	

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

$$w_{me} = q_{ref} \times c(z) \times c_{ei}; \quad (2.1.3.3)$$

čia: q_{ref} – atskaitinis vėjo slėgis;

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

c_i – išorinio slėgio aerodinaminiai koeficientai.

Nustatant vėjo apkrovos dedamąją w_{me} , būtina taikyti aerodinaminio koeficiento reikšmę išoriniam slėgiui c_e . Tarpinės apkrovos reikšmės suinterpoliavus: $c_{e1} = -0,13$; $c_{e2} = -0,4$; $c_{e3} = -0,55$. Kadangi projektuojamo pastato aukštis 6,0m, o priimtos vietovės tipas B, tai $c(z) = 0,5$ kai $h \leq 5m$ ir $0,65$ kai $h \leq 10m$

$$w_{me}^{ce} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,5 \cdot (0,8) = 0,144 (\text{kN/m}^2) = 0,86 \text{kNm}; \quad (2.1.3.4)$$

$$w_{me1}^{ce} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,65 \cdot (0,8) = 0,187 (\text{kN/m}^2);$$

$$w_{me}^{ce3} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,5 \cdot (-0,6) = -0,108 (\text{kN/m}^2) = -0,65 \text{kNm};$$

$$w_{me1}^{ce3} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,65 \cdot (-0,6) = -0,140 (\text{kN/m}^2);$$

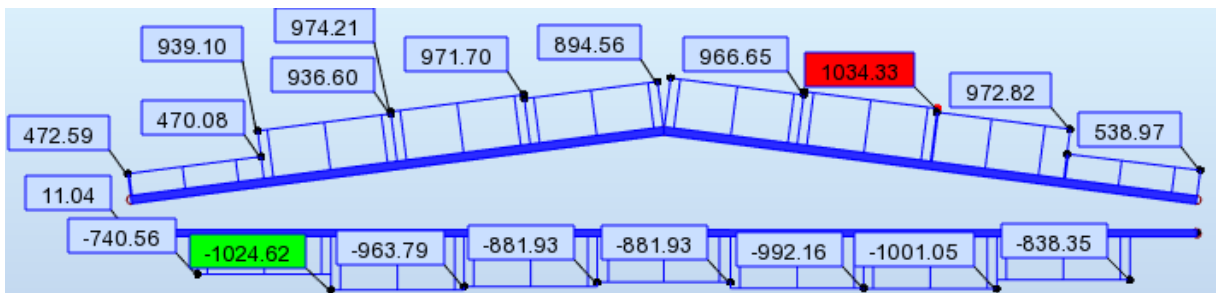
$$w_{me}^{ce1} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,65 \cdot (-0,13) = -0,0304 (\text{kN/m}^2) = 0,18 \text{kNm};$$

$$w_{me}^{ce2} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,65 \cdot (-0,4) = -0,0936 (\text{kN/m}^2) = 0,56 \text{kNm};$$

2.2. SANTVAROS SKAIČIAVIMAS

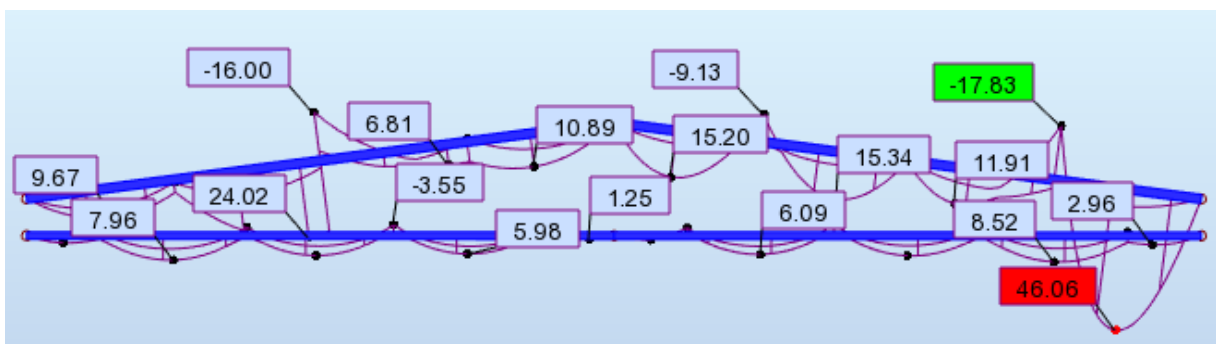
2.2.1. Santvaros skaičiavimas kompiuterine programa

Santvaros viršutinės ir apatinės juostos ašinės įrašos:



2.2.1.1 pav. standžiai atremtos santvaros ašinės įrašos nuo pavojingiausio derinio ($ULS/8=1*1.35 + 3*1.50$)

Santvaros viršutinės ir apatinės juostos lenkimo momentai:



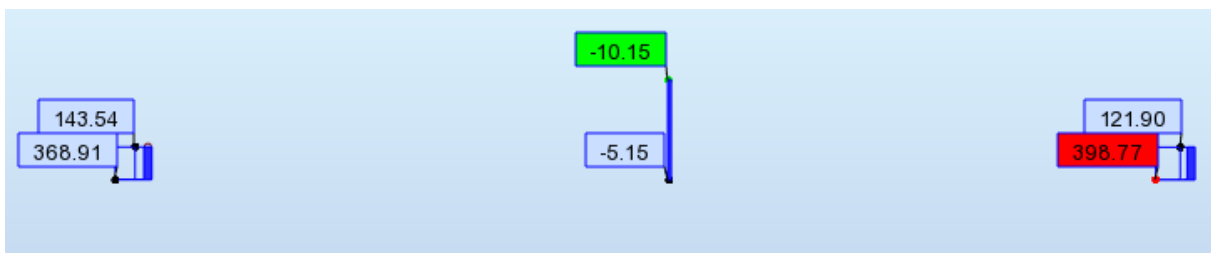
2.2.1.2 pav. standžiai atremtos santvaros lenkimo momentai nuo pavojingiausio derinio ($ULS/8=1*1.35 + 3*1.50$)

Santvaros tinklelio ašinės įrašos:



2.2.1.3 pav. standžiai atremtos santvaros ašinės įrašos nuo pavojingiausio derinio ($ULS/8=1*1.35 + 3*1.50$)

Santvaros spyrių ašinės įrašos:



2.2.1.4 pav. standžiai atremtos santvaros ašinės įrašos nuo pavojingiausio derinio ($ULS/8=1*1.35 + 3*1.50$)

2.2.2. Santvaros elementų skaičiavimas

2.2.2.1 lentelė. Santvaros elementus veikiančios didžiausios įrašos.

Santvaros elementas	Elemento numeris	Derinys	Maksimalios skaičiuojamosios įrašos	
			N_{ED}, kN	M_{ED}, kNm
Viršutinė juosta	1	ULS/8	974,21	24,05
	2		1034,33	46,06
Apatinė juosta	3	ULS/8	-1024,62	-
	4		-1001,05	-
Spyriai	5	ULS/8	-519,44	-
	6		-588,23	-
	7		360,37	-
	8		412,86	-
	9		-219,99	-
	10		-132,74	-
	11		156,06	-
	12		82,12	-
	13		37,76	-
	14		-21,78	-
	15		-61,78	-
	16		-23,30	-
	17		64,64	-
	18		88,14	-
Statramsčiai	19	ULS/8	-82,17	-
	20		-103,94	-
	21		368,91	-
	22		398,77	-
	23		-10,15	-

2.2.2.1. Santvaros viršutinė juosta

Pagal pavojingiausią derinį $ULS/8 = (1 \times 1,35 + 2 \times 1,50)$ viršutinė santvaros juosta (elementas Nr. 2) veikiama gniuždančios ašinės jėgos $N_{Ed} = 1034,33 kN$, ir lenkimo momento $M_{Ed} = 46,06 kNm$.

Santvaros viršutinė juosta projektuojama iš šaltai valcuotu kvadratinų profilių 200x200x10 mm, kurio charakteristikos iš [23] lentelių: skerspjūvio plotas $A = 72,6 cm^2$; skerspjūvio atsparumo momentai $W_{el} = W_{el,y} = 425 cm^3$; inercijos spindulys $i = i_y = 7,65 cm$. Plieno klasė S355, $f_y = 355 MPa$.

Skaičiuotinis elemento stipris pagal Reglamento [3] 6.3 lentelę:

$$f_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{\gamma_M} = \frac{355}{1,1} = 322,73 MPa. \quad (2.2.2.1.1)$$

Saugos ribinio būvio tikrinimas rėmo plokštumoje

Skaičiuojamasis santvaros viršutinės juostos ilgis tarp tvirtinimo taškų pagal Reglamento [3] 7.1 lentelę:

$$l_{eff,y} = l = 3,025 m.$$

Elemento liaunis:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff,y}}{i_y} = \frac{302,5}{7,65} = 39,54. \quad (2.2.2.1.2)$$

Sąlyginis elemento liaunis:

$$\bar{\lambda} = \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 39,54 \cdot \sqrt{\frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210}} = 1,55 \quad (2.2.2.1.3)$$

čia: E – plieno tamprumo modulis, randamas pagal Reglamento [2] 6.4 lentelę, $E = 210 GPa$.

Ašinės jėgos ekscentritetas:

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{46,06}{1034,33} = 0,045 m. \quad (2.2.2.1.4)$$

Santykinis ekcentrisitetas pagal Reglamento [2] 82 punktą:

$$e_{rel} = \frac{e \cdot A}{W_c} = \frac{0,045 \cdot 72,6 \cdot 10^{-4}}{425 \cdot 10^{-6}} = 0,77. \quad (2.2.2.1.5)$$

Tuomet skerspjūvio formos koeficientas pagal Reglamento [2] 7.6 lentelę, kai

Skaičiavimai atliekami pagal Reglamento [3] III skyrių. Skerspjūvio formos koeficientas, pagal Reglamento [2] 7.6 lentelę kai $0 \leq \bar{\lambda} = 1,55 \leq 5$ ir $0,1 \leq e_{rel} = 0,77 \leq 5$:

$$k_{shape} = (1,35 - 0,05 \cdot e_{rel}) - 0,01 \cdot (5 - e_{rel})\bar{\lambda} \quad (2.2.2.1.6)$$

$$= (1,35 - 0,05 \cdot 0,77) - 0,01 \cdot (5 - 0,77) \cdot 1,55 = 1,25.$$

Santykiniis lyginamasis ekscentricitetas:

$$e_{rel,eff} = k_{shape} \cdot e_{rel} = 1,25 \cdot 0,77 = 0,96. \quad (2.2.2.1.7)$$

Klupumo koeficientas pagal Reglamento [2] 1 priedo 2 lentelę interpoliuojant, kai $\bar{\lambda} = 1,55$ ir $e_{rel,eff} = 0,96$ tai $\varphi_e = 0,597$.

Tuomet ekscentriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje:

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,597 \cdot 72,6 \cdot 322,73 \cdot 0,9 \cdot 10^{-1} \quad (2.2.2.1.8)$$

$$= 1258,90 kN.$$

čia: γ_c – darbo sąlygų koeficientas, pagal Reglamento [2] 7.1 lentelę, $\gamma_c = 0,9$.

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

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{1034,33}{1258,90} = 0,82 \leq 1,0 \quad (2.2.2.1.9)$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{N_{NM,c,Rd} - N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} \cdot 100\% = \frac{1258,90 - 1034,33}{1258,90} \cdot 100\% = 17,84\%. \quad (2.2.2.1.10)$$

Santvaros viršutinės juostos ribinis liaunis pagal Reglamento [2] 7.18 lentelę:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,82 = 130,8 \quad (2.2.2.1.11)$$

Išvada: viršutinės juostos atsparis lenkimo (rėmo) plokštumoje pakankamas. Atsarga 17,84%, tačiau ekonomiškumo kriterijai netenkinami ($\Delta = 17,84\% > 5\%$). Liaunis neviršija ribinio liaunio $\lambda_y = 39,54 \leq \lambda_u = 130,8$.

Saugos ribinio būvio tikrinimas iš rėmo plokštumos

Skerspjuvio atsparumo momentai $W_{el} = W_{el,y} = 425 \text{ cm}^3$; inercijos spindulys $i = i_y = 7,65 \text{ cm}$.

Skaičiuojamasis santvaros viršutinės juostos ilgis tarp tvirtinimo taškų pagal Reglamento [3] 7.1 lentelę: $l_{eff,z} = l_1 = 6,05 \text{ m}$ (ryšiai krašte, ketvirtadalio dalyje ir viduryje).

Elemento liaunis:

$$\lambda_z = \frac{l_{eff,z}}{i} = \frac{605}{7,65} = 79,08. \quad (2.2.2.1.12)$$

Sąlyginis elemento liaunis:

$$\bar{\lambda} = \lambda_z \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 79,08 \cdot \sqrt{\frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210}} = 3,1. \quad (2.2.2.1.13)$$

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

$$M_{z,Ed} = \frac{M_{Ed}}{2} = \frac{46,06}{2} = 23,03 \text{ kNm}. \quad (2.2.2.1.14)$$

Ekscentricitetas naudojamas skaičiuojant pastovumą iš rėmo plokštumos:

$$e_z = \frac{M_{z,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{23,03}{1034,33} = 0,022 \text{ m}. \quad (2.2.2.1.15)$$

Santykinis ekscentricitetas:

$$e_{rel,z} = \frac{e_z \cdot A}{W_c} = \frac{0,022 \cdot 72,60 \cdot 10^{-4}}{425 \cdot 10^{-6}} = 0,376. \quad (2.2.2.1.16)$$

Liaunis:

$$\lambda_c = 3,14 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^3}{322,73}} = 80,10. \quad (2.2.2.1.17)$$

Kadangi $\lambda_z = 79,08 < \lambda_c = 80,10$, tai koeficientas pagal Reglamento [2] 7.8 lentelę

$\beta = 1$,

Kai $2,5 < \bar{\lambda} = 3,1 \leq 4,50$,

$$\begin{aligned} \varphi_z &= 1,47 - 13,0 \cdot \frac{f_{y,d}}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{f_{y,d}}{E}\right) \bar{\lambda} \\ &+ \left(0,0275 - 5,53 \frac{f_{y,d}}{E}\right) \bar{\lambda}^2 \\ &= 1,47 - 13,0 \cdot \frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210} \\ &- \left(0,371 - 27,3 \frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210}\right) \cdot 3,1 \\ &+ \left(0,0275 - 5,53 \frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210}\right) \cdot 3,1^2 = 0,613 \end{aligned} \quad (2.2.2.1.18)$$

Kadangi $e_{rel,z} = 0,376 < 5,0$, tai koeficientas pagal Reglamento [2] 86 punktą:

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel.z}} = \frac{1}{1 + 0,6 \cdot 0,376} = 0,816. \quad (2.2.2.1.19)$$

čia: β – koeficientas pagal Reglamento [2] 7.8 lentelę.

α – koeficientas pagal Reglamento [2] 7.8 lentelę kai $e_{rel.z} = 0,376 < 1,0$, $\alpha = 0,6$.

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

$$N_{NM,TF,Rd} = \varphi_z \cdot c \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,613 \cdot 0,816 \cdot 72,6 \cdot 322,73 \cdot 10^{-1} \cdot 0,9 \quad (2.2.2.1.20) \\ = 1054,80 \text{ kN}.$$

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

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = \frac{1034,33}{1054,80} = 0,98 < 1,0. \quad (2.2.2.1.21)$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{N_{NM,TF,Rd} - N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} \cdot 100\% = \frac{1054,80 - 1034,33}{1054,80} \cdot 100\% = 1,94 \%. \quad (2.2.2.1.22)$$

Santvaros viršutinės juostos ribinis liaunis pagal Reglamento [2] 7.18 lentelę:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,98 = 121,2 \quad (2.2.2.1.23)$$

Išvada: viršutinės juostos pastovumas iš rėmo plokštumos pakankamas. Atsarga 1,94 % tenkina ekonomiškumo kriterijų ($\Delta = 1,94\% < 5\%$). Liaunis neviršija ribinio liaunio $\lambda_z = 79,08 \leq \lambda_u = 121,2$.

2.2.2.2. Santvaros apatinė juosta

Pagal pavojingiausia derinį $ULS/2 = 1 \times 1,35 + 2 \times 1,30$ apatinė santvaros juosta (elementai Nr. 124) veikiama tempiamos ašinės jėgos $N_{Ed} = 1024,62 \text{ kN}$.

Santvaros apatinė juosta projektuojama iš šaltai valcuotu kvadratinų profilių 160x160x8 mm, kurio charakteristikos iš [5] lentelių: skerspjūvio plotas $A = 46,4 \text{ cm}^2$; inercijos spindulys $i = i_y = i_z = 6,12 \text{ cm}$. Plieno klasė S355, $f_y = 355 \text{ MPa}$.

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

$$N_{pL,Rd} = A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 46,4 \cdot 322,73 \cdot 10^{-1} \cdot 0,9 = 1347,72 \text{ kN}. \quad (2.2.2.2.1)$$

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

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl.Rd}} = \frac{1024,62}{1347,72} = 0,76 \leq 1,0. \quad (2.2.2.2.2)$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{N_{pl.Rd} - N_{Ed}}{N_{pl.Rd}} \cdot 100\% = \frac{1347,72 - 1024,62}{1347,72} \cdot 100\% = 23,97\%. \quad (2.2.2.2.3)$$

Išvada: apatinės juostos stiprumas pakankamas. Atsarga 23,97%, ekonomiškumo kriterijai netenkinami ($\Delta = 23,97\% < 5\%$). Parinkus mažesnio skerspjūvio apatinę juostą, flanšinėje jungtyje nebeatlaiko suvirinimas ties kertinėmis siūlėmis, todėl skerspjūvio mažinti nebegalima.

2.2.2.3. Santvaros tinkliukas

Santvaros tinkliuką sudaro spyriai ir statramstis. Elementuose veikia ašinės gniuždančios ir tempiančios jėgos. Projektuodami santvaros tinkliuką stengsimės kiek įmanoma prisiderinti prie veikiančių įrašų, kad elementai būtų maksimaliai išnaudojami ir turėtume kuo mažiau skirtingų skerspjūvių ir būtų tenkinamos sąlygos $b_0/b_i = 0,9 - 0,6$ ir $t_0/t_i \leq 3$. Čia t_0 – storiausio elemento storis, šiuo atveju 10 mm; b_0 – didžiausio elemento plotis, šiuo atveju $b_0 = 0,20$. Spyrių mažiausias plotis $b_i = 0,6 \cdot b_0 = 0,6 \cdot 0,20 = 0,12$ m.

Ekcentriškai tempiami tinkliuko elementai skaičiuojami analogiškai, kaip apatinė santvaros juosta. Skaičiavimus pateiksime lentelės pavidalų, o centriškai gniuždomų el. skaičiavimą parodysime tik vienam pavojingiausia spyriui, kuriame veikia didžiausios įrašos (elementai Nr. 7, 8).

Saugos ribinio būvio tikrinimas rėmo plokštumoje (spyriai Nr. 7, 8)

Pagal pavojingiausia derinį $ULS/8=1*1.35 + 2*1.50$ didžiausia gniuždanti įraša veikianti tinkliuko elementą (elementai Nr. 7, 8) veikiama gniuždančios ašinės jėgos $N_{Ed} = 412,86$ kN.

Santvaros tinkliuko spyriai Nr. 7 ir 8 projektuojami iš šaltai valcuotu kvadratinį profilių 120x120x5 mm, kurio charakteristikos iš [23] lentelių: skerspjūvio plotas $A = 22,4$ cm²; skerspjūvio atsparumo momentai $W_{el} = W_{el,y} = W_{el,z} = 80,9$ cm³; inercijos spindulys $i = i_y = i_z = 4,66$ cm. Plieno klasė S355, $f_y = 355$ MPa.

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

$$N_{pl.Rd} = A_{net} \cdot f_{y.d} \cdot \gamma_c = 22,4 \cdot 322,73 \cdot 10^{-1} \cdot 0,9 = 650,62 \text{ kN}. \quad (2.2.2.3.1)$$

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

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl.Rd}} = \frac{412,86}{650,62} = 0,63 \leq 1,0. \quad (2.2.2.3.2)$$

Skaičiuojamasis santvaros tinkliuko ilgis tarp tvirtinimo taškų pagal Reglamento [3] 7.1 lentelę:

$$l_{eff.y} = 0,8l = 0,8 \cdot 1,88 = 1,504 \text{ m} \quad (2.2.2.3.3)$$

Elemento liaunis:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff.y}}{i} = \frac{150,4}{4,66} = 32,27. \quad (2.2.2.3.4)$$

Sąlyginis elemento liaunis:

$$\bar{\lambda} = \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{f_{y.d}}{E}} = 32,27 \cdot \sqrt{\frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210}} = 1,27. \quad (2.2.2.3.5)$$

Klupumo koeficientas pagal Reglamento [2] 58 punktą kai $0 < \bar{\lambda} \leq 2,5$,

$$\varphi = 1,0 - \left(0,073 - 5,53 \frac{f_{y.d}}{E} \right) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}} = 1,0 - \left(0,073 - 5,53 \cdot \frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210} \right) 1,27 \sqrt{1,27} = 0,908 \quad (2.2.2.3.6)$$

Skaičiuotinio centriškai gniuždomo elemento pastovumo atspario reikšmė, apskaičiuojama taip:

$$N_{c.Rd} = \varphi \cdot A \cdot f_{y.d} \cdot \gamma_c = 0,908 \cdot 22,4 \cdot 322,73 \cdot 10^{-1} \cdot 0,9 = 590,77 \text{ kN}. \quad (2.2.2.3.7)$$

Tikrinant centriškai gniuždomo elemento pastovumą, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c.Rd}} = \frac{412,86}{590,77} = 0,70 < 1,0 \quad (2.2.2.3.8)$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{N_{c.Rd} - N_{Ed}}{N_{c.Rd}} \cdot 100\% = \frac{590,77 - 412,86}{590,77} \cdot 100\% = 30,11\%. \quad (2.2.2.3.9)$$

Santvaros viršutinės juostos ribinis liaunis pagal Reglamento [2] 7.18 lentelę:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,70 = 138 \quad (2.2.2.3.10)$$

čia: $\alpha = N_{Ed}/N_{c.Rd} = 412,86/590,77 = 0,70$.

Išvada: tinkliuko spyrių Nr. 7, 8 stiprumas ir pastovumas rėmo plokštumoje pakankamas. Atsarga 30,11% netenkina ekonomiškumo kriterijų ($\Delta = 30,11\% > 5\%$). Liaunis

neviršija ribinio liaunio $\lambda_y = 32,27 \leq \lambda_u = 138$. Mažesnio skerspjūvio neparenkame norint sumažinti skirtingų skerspjūvių skaičių santvareje.

Saugos ribinio būvio tikrinimas iš rėmo plokštumos (spyriai Nr. 7, 8)

Pagal Reglamento [2] 87 punktą, kai $\lambda_y \leq \lambda_z$ pastovumo tikrinti iš rėmo plokštumos nereikia.

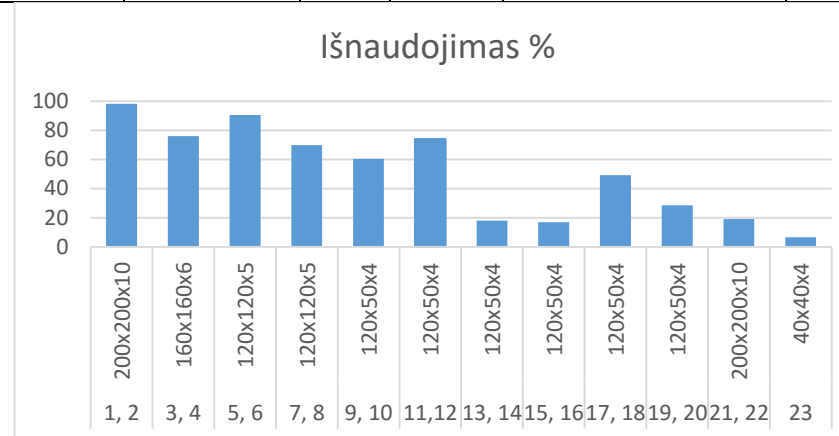
2.2.2.4. Santvaros elementų skaičiavimo rezultatai

2.2.2.4.1 lentelė. Santvaros elementų svoris (be papildomo metalo lakštų mazgams).

Elemento Nr.	Santvaros elementas	Skerspjūvis	Plieno klasė	Masė, kg
1, 2	Viršutinė juosta	200x200x10	S355	1379,4
3,4	Apatinė juosta	160x160x6		679,2
5, 6, 7, 8,	Spyriai	120x120x5		124,6
9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20		120x50x4		135,6
21, 22		Statramsčiai		200x200x10
23	Statramstis	40x40x4		9,7
Suvirinimui (2%):				48,3
Iš viso :				2462,3

2.3.2.4.2 lentelė. Suvestiniai santvarų el. skaičiavimo rezultatai.

Elementas	Elem. Nr.	Veikianti max įraža		Skerspjūvis	Skerspjūvio plotas, cm^2	Skaičiuojamasis ilgis, cm		Inercijos spindulys, cm		Elemento liaunis		Ribinis liaunis λ_u	Klupumo koef., φ	Atsparis, kN	Neišnaud. Δ , %
		Reikšmė	Mato vnt.			$l_{eff.y}$	$l_{eff.z}$	i_y	i_z	λ_y	λ_z				
Virš. juosta	1, 2	1034,33	kN	200x200x10	72,6	3,025	6,05	7,65	7,65	39,54	79,08	130,8	0,597	1258,90	17,84
												121,2	0,613	1054,80	1,94
Ap. juosta	3, 4	-1024,62	kN	160x160x8	46,4	-	-	6,25	6,12	-	-	-	-	1347,72	23,97
Spiriai	5, 6	-588,23	kN	120x120x5	22,4	-	-	4,66	4,66	-	-	-	-	650,62	9,59
	7, 8	412,86	kN	120x120x5	22,4	1,504	1,504	4,66	4,66	32,27	-	138	0,908	590,77	30,11
	9, 10	-219,99	kN	120x50x4	12,55	-	-	2,06	4,13	-	-	-	-	364,52	39,65
	11,12	156,06	kN	120x50x4	12,55	1,712	1,712	2,06	4,13	83,11	-	135,6	0,579	211,06	26,06
	13, 14	37,76	kN	120x50x4	12,55	1,712	1,712	2,06	4,13	83,11	-	169,2	0,579	211,06	82,11
	15, 16	-61,78	kN	120x50x4	12,55	-	-	2,06	4,13	-	-	-	-	364,52	83,05
	17, 18	88,14	kN	120x50x4	12,55	1,944	1,944	2,06	4,13	94,36	-	150,6	0,493	179,71	50,95
	19, 20	-103,94	kN	120x50x4	12,55	-	-	2,06	4,13	-	-	-	-	364,52	71,49
Statr.	21, 22	398,77	kN	200x200x10	72,6	-	-	7,65	7,65	7,84	-	168,6	0,989	2085,52	80,88
	23	-10,15	kN	40x40x4	5,36	-	-	1,44	1,44	-	-	-	-	155,68	93,48



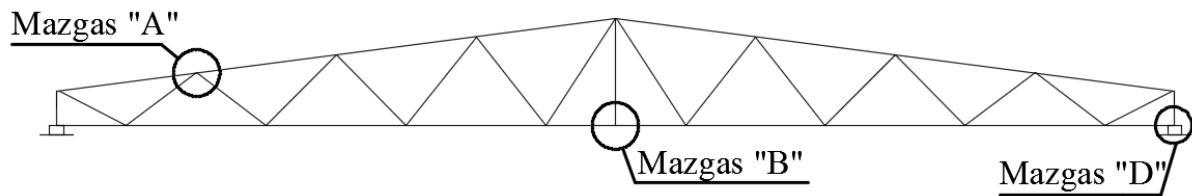
2.2.2.4.1 grafikas. Elementų laikomosios galios išnaudojimo grafikas.

2.3. SANTVAROS MAZGŲ PROJEKTAVIMAS

Santvaros tikrinami mazgai parodyti 2.3.1 pav.

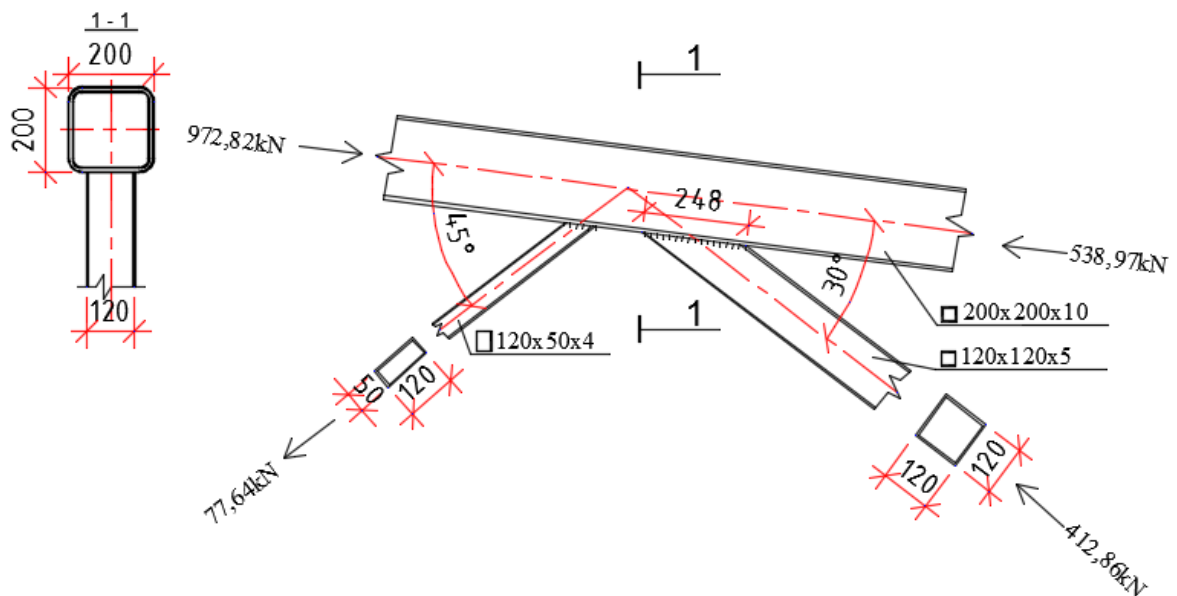
Santvaros elementai pagaminti iš plieno S355MH (LST EN 10219-1). Kertinės siūlės, jungiančios tinklelio ir juostos elementus, suvirintos pusiau automatinio būdu apsauginėse dujose. Apatinės padėties virinimui naudota elektrodinė viela G38 pagal LST EN 440 [7.6].

Elementų darbo sąlygų koeficientas pagal Reglamento [2] 7.1 lentelę – $\gamma_c = 0,95$.



2.3.1 pav. Tikrinamų mazgų vieta.

2.3.1. Gniuždomos santvaros viršutinės juostos ir tinklelio elementų jungties laikomosios galios tikrinimas (mazgas „A“)



2.3.1.1 pav. santvaros mazgas „A“.

Santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atspario tikrinimas

Pagal Reglamento [5] 89 punktą, kai

$$\frac{|N_{02}|}{A_0 \cdot f_{y,d}} = \frac{|972,82| \cdot 10^1}{72,6 \cdot 322,73} = 0,42 < 0,5 \quad (2.3.1.1)$$

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

Santvaros juostos iškyša, $a = (b_0 - b_1)/2 = (20 - 12)/2 = 4 \text{ cm}$.

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis, $c_2 = h_1/\sin\theta_1 = 12/\sin 30 = 24 \text{ cm}$.

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų, $g = 10,8/2 = 5,4 \text{ cm}$.

Kadangi $b_1/b_0 = 12/20 = 0,6 < 0,9$ ir $g/c_2 = 5,4/24 = 0,23 > 0,25$, tai skaičiuojame pagal Reglamento:

$$\begin{aligned} |N_2| + \frac{1,5 \cdot |M_2|}{h_2} &= |412,86| + \frac{1,5 \cdot |0|}{0,12} = 412,86 \quad (2.3.1.2) \\ &\leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_0 \cdot f_{y,d} \cdot t_0^2 \cdot (b + g + \sqrt{2 \cdot b_0 \cdot a})}{(0,4 + \frac{1,8g}{c_2}) \cdot a \sin\theta_1} \\ &= \frac{0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 322,73 \cdot 10^3 \cdot 0,01^2 \cdot (0,12 + 0,054 + \sqrt{2 \cdot 0,20 \cdot 0,04})}{(0,4 + 1,8 \cdot \frac{0,054}{0,24}) \cdot 0,04 \cdot \sin 30} \\ &= 572,23 \text{ kN}; \end{aligned}$$

čia: M_2 – lenkiamasis momentas prijungiamajame elemente mazgo plokštumoje, sutampančiame su juostos lentyna pjūvyje (momento dėl mazgų standumo galima nevertinti);

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{572,23 - 412,86}{572,23} \cdot 100\% = 27,85 \%. \quad (2.3.1.3)$$

Išvada: Santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis yra pakankamas, atsarga $\Delta = 27,85 \%$.

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas gniuždomojo spyrio prijungimo vietoje

Kadangi $h_0/t_0 = 20/1,0 = 20 < 25$, todėl koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį $\gamma_t = 1,0$. Koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį ir plieno stiprį pagal Reglamento [5] 91 punktą kai $h_0/t_0 = 20 \leq 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y,d}^2 - 0,2 \cdot f_{y,d} + 81,8 = 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,73^2 - 0,2 \cdot 322,73 + 81,8 = 42,77$, $k = 1,0$.

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$N_2 = 412,86 \text{ kN} \leq \frac{2 \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t \cdot k \cdot f_{y.d} \cdot t_0 \cdot h_1}{\sin^2 \theta_1} \quad (2.3.1.4)$$

$$= \frac{2 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 322,73 \cdot 10^3 \cdot 0,01 \cdot 0,12}{\sin^2 30} = 2943,30 \text{ kN}.$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{2943,30 - 412,86}{2943,30} \cdot 100\% = 85,97\%. \quad (2.3.1.5)$$

Išvada: Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atsparis yra pakankamas atsarga $\Delta = 85,97\%$.

Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

Kadangi $h_1/t_1 = 12/0,5 = 24 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y.d}^2 - 0,2 \cdot f_{y.d} + 81,8 = 42,77$, todėl $k = 1,0$.

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

$$N_2 = 412,86 \text{ kN} \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot k \cdot f_{y.d} \cdot A_1}{1 + 0,013 \cdot \frac{b_0}{t_0}} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + \frac{b_1}{h_1}} \right) \quad (2.3.1.6)$$

$$= \frac{0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 322,73 \cdot 22,4 \cdot 10^{-1}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,20}{0,010}} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + \frac{0,12}{0,12}} \right)$$

$$= 545,06 \text{ kN}.$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{545,06 - 412,86}{545,06} \cdot 100\% = 24,25\%. \quad (2.3.1.7)$$

Išvada: Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas atsarga $\Delta = 24,25\%$.

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

Pagal reglamento 93 punkta virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atsparis turi būti tikrinamas mazguose, nurodytuose 89 punkte, kai kampas tarp tinklelio ir juostos $\alpha = 40 - 50^\circ$, kadangi kampas tarp gniuždomojo strypo ir juostos yra 30° , virintinių siūlių stiprumo tikrinti nereikia.

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

Įrašos ženklų koeficientas pagal Reglamento [5] 89 punktą, kai elementai tempiami $\gamma_2 = 1,2$.

Santvaros juostos iškyšą, $a = (b_0 - b_1)/2 = (20 - 12)/2 = 4 \text{ cm}$.

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis, $c_1 = h_2/\sin\theta_2 = 5/\sin 45 = 7,07 \text{ cm}$.

Kadangi $b_2/b_0 = 12/20 = 0,6 < 0,9$ ir $g/c_1 = 5,4/7,07 = 0,76 \geq 0,25$, tai turime taikyti formulę pagal Reglamento [5] 90 punktą:

$$\begin{aligned} |N_2| &= 77,64 \text{ kN} \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_0 \cdot f_{y,d} \cdot t_0^2 \cdot (c_1 + \sqrt{2 \cdot b_0 \cdot a})}{a \cdot \sin\theta_2} & (2.3.1.8) \\ &= \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 322,73 \cdot 10^3 \cdot 0,010^2 \cdot (0,0707 + \sqrt{2 \cdot 0,20 \cdot 0,04})}{0,04 \cdot \sin 45} \\ &= 256,54 \text{ kN}; \end{aligned}$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{256,54 - 77,64}{256,54} \cdot 100\% = 69,74 \%. \quad (2.3.1.9)$$

Išvada: Santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo strypo, išplėšimo atsparis yra pakankamas, atsarga $\Delta = 69,74 \%$.

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas tempiamojo spyrio prijungimo vietoje.

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$\begin{aligned} N_2 &= 77,64 \text{ kN} \leq \frac{2 \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t \cdot k \cdot f_{y,d} \cdot t_0 \cdot h_1}{\sin^2\theta_2} & (2.3.1.10) \\ &= \frac{2 \cdot 0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 322,73 \cdot 10^3 \cdot 0,010 \cdot 0,05}{\sin^2 45} = 525,59 \text{ kN}. \end{aligned}$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{525,59 - 77,64}{525,59} \cdot 100\% = 85,23 \%. \quad (2.3.1.11)$$

Išvada: Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atsparis yra pakankamas, atsarga $\Delta = 85,23 \%$.

Tempiamo tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

Kadangi $h_1/t_1 = 5/0,4 = 12,5 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y.d}^2 - 0,2 \cdot f_{y.d} + 81,8 = 42,77$, todėl $k = 1,0$.

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

$$N_2 = 77,64 \text{ kN} \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot k \cdot f_{y.d} \cdot A_1}{1 + 0,013 \cdot \frac{b_0}{t_0}} \quad (2.3.1.12)$$
$$= \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 322,73 \cdot 12,55 \cdot 10^{-1}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,20}{0,010}} = 366,45 \text{ kN}$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{366,45 - 77,64}{366,45} \cdot 100\% = 78,81\% \quad (2.3.1.13)$$

Išvada: Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas atsarga $\Delta = 78,81\%$.

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

Virintinės siūlės jungiančios tempiamą tinklelio elementą ir viršutinę juostą atsparis:

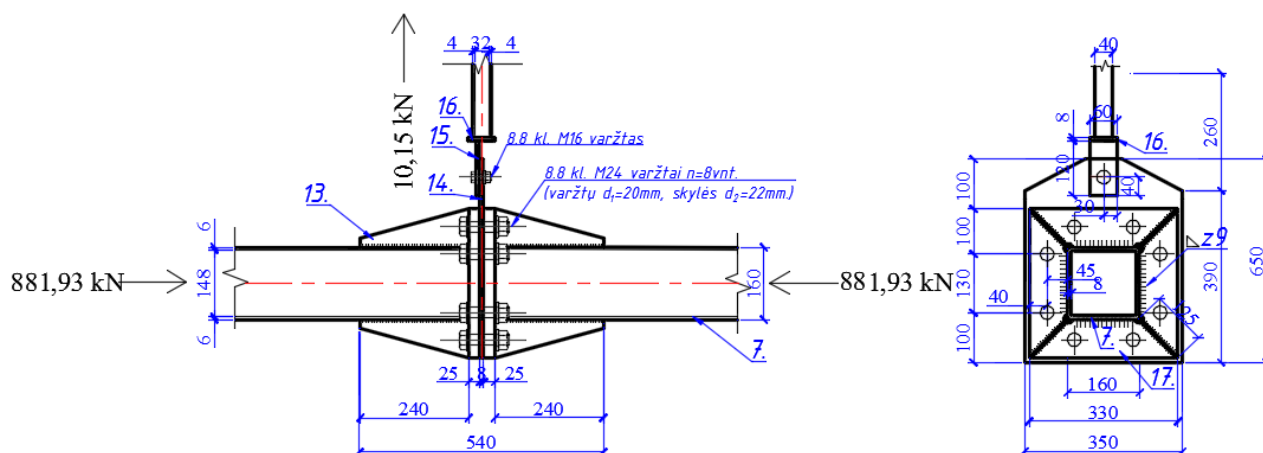
$$|N_1| \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{b_0}{t_0}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \left(2 \cdot \frac{h_1}{\sin \theta_1} + b_1\right)} \quad (2.3.1.14)$$
$$= |77,64 \cdot 10^{-3}| \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{0,20}{0,010}}{0,9 \cdot 0,004 \cdot \left(2 \cdot \frac{0,05}{\sin 45} + 0,12\right)}$$
$$= 78,37 \text{ MPa} \leq \gamma_c \cdot f_{vw.f.d} = 0,95 \cdot 207 = 196,65 \text{ MPa.}$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{196,65 - 78,37}{196,65} \cdot 100\% = 60,15\% \quad (2.3.1.15)$$

Išvada: Kertinių siūlių, jungiančių gniuždomą tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas atsarga $\Delta = 60,15\%$.

2.3.2. Flanšinės jungties skaičiavimas (mazgas B)



2.3.2.1 pav. Flanšinė jungtis – mazgas „B“.

Flanšinė jungtis konstruojama pagal Reglamento [5] 7-20 punktus. Kadangi flanšinė jungtį veikia centriškai pridėta tempianti ašinė jėga $N_{Ed} = 881,93 kN \leq 2500 kN$ tai flanšinę jungtį galime naudoti.

Pagal rekomendacijas flanšinę jungtį rekomenduojama jungti M24 varžtais, nebent tokių varžtų naudojimas neracionalus (neekonomiškas). Priimame, kad jungtis bus jungiama 8.8 klasės M24 varžtais. Flanšinės jungties sąstandos ilgis turi būti ne mažesnis nei $l_{fl} = 240 mm \geq 1,5 \cdot 160 = 240 mm$, o storis $t_{fl} = 9 mm \leq 1,2 \cdot t = 1,2 \cdot 8,0 = 9,6 mm$.

Pagal Reglamento [2] 7.31 lentelę atstumai tarp varžtų pateikti 2.3.2.2 lentelėje.

2.3.2.2 lentelė. Varžtų išdėstymo reikalavimai flanšinėje jungtyje.

ATSTUMO CHARAKTERISTIKA	VARŽTŲ IŠDĖSTYMO ATSTUMAI
Atstumai tarp varžtų centrų bet kuria kryptimi:	
mažiausi	$2,5 \cdot d_0 = 2,5 \cdot 24 = 60 mm.$
didžiausi vidurinėse eilėse, taip pat kraštinėse eilėse, kai yra sustandinantys kampuočiai tempiant	$16 \cdot d_0 = 16 \cdot 24 = 384 mm.$
Atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto	
mažiausias įtempiamiesiems varžtams esant bet kokiam krašto apdirbimui ir bet kokios krypties įrašai	$1,3 \cdot d_0 = 1,3 \cdot 24 = 31,2 mm.$
didžiausias	$4 \cdot d_0 = 4 \cdot 24 = 96 mm.$

Taipogi turi būti tenkinamos šios sąlygos:

$$k_f + \frac{d_2}{2} + g = 9 + \frac{36}{2} + 2 = 29 mm \leq m_{1,j} = 31,2 mm \leq 3,5d_0 = 3,5 \cdot 24 \quad (2.3.2.1)$$

$$= 84 mm;$$

$$e_j \geq 0,8 \cdot d_2 = 0,8 \cdot 36 = 28,8 mm; \quad (2.3.2.2)$$

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

d_2 – išorinis poveržlės skersmuo $d_2 = s = 36 \text{ mm}$;

g – skylės ir varžto diametro skirtumas, $g = 2 \text{ mm}$.

Varžtų atspario tikrinimas

Skaičiuotinis vieno varžto tempiamasis atsparis pagal Reglamento [2] 172 punktą :

$$F_{bt.Rd} = f_{bt.Rd} \cdot A_{b.net} = f_{b.t.Rd} \cdot A_{b.net} = 400 \cdot 353 \cdot 10^{-3} = 141,2 \text{ kN}, \quad (2.3.2.3)$$

čia: $f_{bt.Rd}$ – skaičiuotinis varžtų tempiamasis plieno stipris 8.8 kl. M20 varžtams pagal Reglamento [2] 6.17 ir 6.18 lenteles $f_{bt.Rd} = 0,50f_{bu} = 0,50 \cdot 800 = 400 \text{ MPa}$.

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

Centriškai tempiamų flanšinių jungčių su uždaro profilio jungiamaisiais elementais stiprumas tikrinamas pagal Reglamento [5] 25 punktą, kai $t_f \geq 25 \text{ mm}$

$$N_{Ed} = 881,93 \text{ kN} \leq n \cdot k_2 \cdot F_{b.t.Rd} = 8 \cdot 0,85 \cdot 141,2 = 960,16 \text{ kN} \quad (2.3.2.4)$$

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

k_2 – koeficientas iš Reglamento [5] 2.5 lentelės, $k_2 = 0,85$.

t_f – flanšo plokštelės storis, $t_f = 25 \text{ mm}$.

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{960,16 - 881,93}{960,16} \cdot 100\% = 8,14 \%. \quad (2.3.2.5)$$

Išvada: Užtikrinant reikiamą varžtų atspario reikšmę, reikalingi 8 vnt. 8.8 kl. M24 varžtai. Gauta atsarga $\Delta = 8,14 \%$ netenkina ekonomiškumo kriterijų ($\Delta = 8,14 \% \leq 5\%$), tačiau mažiau varžtų priimti negalime dėl didžiausių leidžiamų atstumų iki flanšo krašto. O imant 8 vnt. 8.8 kl. M22 varžtus nebeužtikrinamas varžtų atsparumas.

Lenkiamojo flanšų atspario tikrinimas

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

Jungties šlyties kerpamajo atspario tikrinimas

Pagal Reglamento [5] 26.2 punktą kai prijungiamas uždarojo skerspjūvio elementas, kontaktinė įraša apskaičiuojama:

$$F_{bhf.Rd} = 0,1 \cdot F_{b.t.Rd} = 0,1 \cdot 141,2 = 14,12 \text{ kN} \quad (2.3.2.6)$$

Tempiamų flanšinių jungčių atsparis vietinei skersinei:

$$V = 10,15 \text{ kN} \leq \mu_h \cdot n \cdot F_{bhf.Rd} = 0,35 \cdot 8 \cdot 14,12 = 39,54 \text{ kN} \quad (2.3.2.6)$$

$V=10,15 \text{ kN}$, skersinė jėga nuo statramsčio ties santvaros viduriu.

Siūlių, jungiančių flanšą su profiliuočiu atspario tikrinimas

Virinti naudojama elektrodinė viela G38, kurios charakteristinis stipris pagal Reglamento [2] 6.10 lentelę $f_{vw,u} = 470 \text{ MPa}$. Skaičiuotiniai siūlių stipriai pagal Reglamento [2] 6.11 lentelę:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \cdot \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \cdot \frac{470}{1,25} = 207 \text{ MPa}; \quad (2.3.2.7)$$

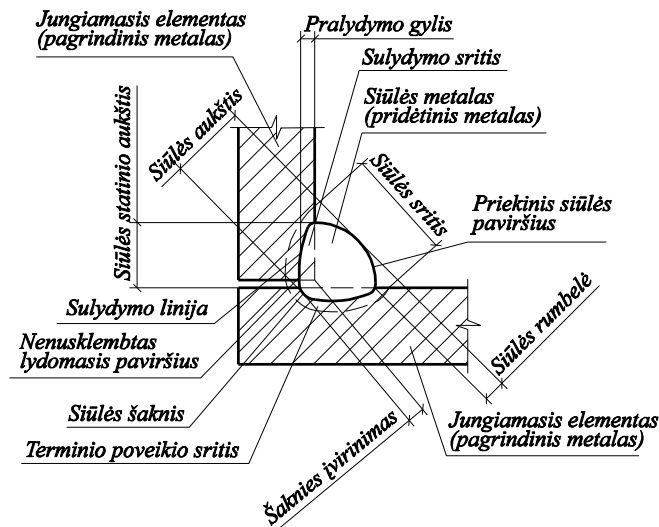
$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 450 = 202 \text{ MPa}. \quad (2.3.2.8)$$

čia: f_u – plieno stipris pagal stiprumo ribą pagal Reglamento [2] 6.10 lentelę, S355 plienui $f_u = 450 \text{ MPa}$;

γ_{Mw} – virintinės (lydytinės) siūlės metalo medžiagos patikimumo koeficientas, pagal Reglamento [2] 6.10 lentelę $\gamma_{Mw} = 1,25$.

Kertinės siūlės koeficientai pagal Reglamento [2] 7.30 lentelę $\beta_{wf} = 0,9$; $\beta_{wz} = 1,05$.

Suvirinimo statinis $k_f = 9 \text{ mm} \leq 1,2 \cdot t = 1,2 \cdot 8 = 9,6 \text{ mm}$.



2.4.2.2 pav. Kertinės virintinės (lydytinės) siūlės elementai.

Iš sąlygų nustatome silpnesnį pjūvį:

$$\beta_{wf} \cdot f_{vw,f,d} = 0,9 \cdot 207 = 186,3 \text{ MPa} < \beta_{wz} \cdot f_{vw,z,d} = 1,05 \cdot 202 = 212,10 \text{ MPa}; \quad (2.3.2.9)$$

Silpnesnis pjūvis per siūlės metalą, todėl tikriname jungties atsparį:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot 1} = \frac{881,93 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 0,009 \cdot 0,63 \cdot 186,3 \cdot 1,0} = 0,928 \leq 1,0. \quad (2.3.2.10)$$

čia: $l_{w,eff}$ – siūlės ilgis įvertinant galima nekokybiškos siūlės dalį $l_{w,eff} = l_w - 10 = 640 - 10 = 630 \text{ mm}$.

Išvada: Parinkus suvirinimo siūlės stainį $k_f = 9 \text{ mm}$, virintinės siūlės atsparis per silpnesnį siūlės metalą pakankamas (atsarga 7,2%).

Įtemptųjų varžtų įveržimas

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

Vieno varžto įveržimo jėga:

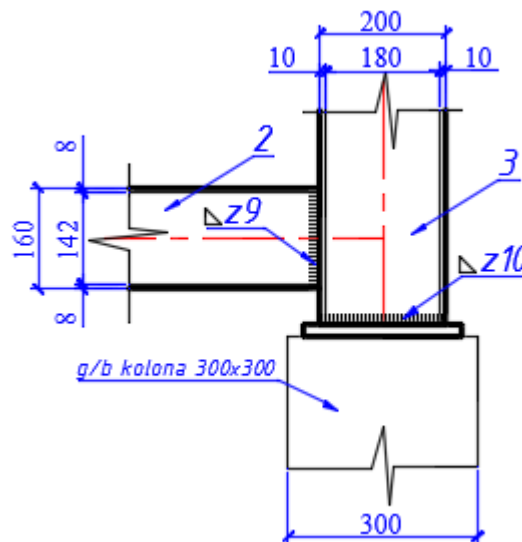
$$M = K \cdot F_{p,cd} \cdot d = 0,2 \cdot 110,24 \cdot 0,024 = 0,529 \text{ kNm}; \quad (2.3.2.11)$$

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

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

$$F_{p,cd} = N_{Ed}/n = 881,93 / 8 = 110,24 \text{ kN}. \quad (2.3.2.12)$$

2.3.3. Atraminio mazgo skaičiavimas (mazgas D)



2.3.3.1 pav. Atraminis mazgas „D“.

Siūlių, jungiančių statramstį su plokšte atspario tikrinimas

Virintinės siūlės, jungiančios statramstį ir kolonos įdėtinę detalę (plokštę) su frezuotaisiais atraminiais paviršiais, skaičiuojamos 20 % veikiančiai skaičiuotinei įrašai [5]:

$$N_{Ed} = 398,77 \cdot 0,2 = 79,75 \text{ kN} \quad (2.3.3.1)$$

Virinti naudojama elektrodinė viela G38, kurios charakteristinis stipris pagal Reglamento [2] 6.10 lentelę $f_{vw,u} = 470 \text{ MPa}$. Skaičiuotiniai siūlių stipriai pagal Reglamento [2] 6.11 lentelę:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \cdot \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \cdot \frac{470}{1,25} = 207 \text{ MPa}; \quad (2.3.3.2)$$

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 450 = 202 \text{ MPa}. \quad (2.3.3.3)$$

čia: f_u – plieno stipris pagal stiprumo ribą pagal Reglamento [2] 6.10 lentelę, S355 plienui $f_u = 450 \text{ MPa}$;

γ_{Mw} – virintinės (lydytinės) siūlės metalo medžiagos patikimumo koeficientas, pagal Reglamento [2] 6.10 lentelę $\gamma_{Mw} = 1,25$.

Kertinės siūlės koeficientai pagal Reglamento [2] 7.30 lentelę $\beta_{wf} = 0,9$; $\beta_{wz} = 1,05$.

Suvirinimo statinis $k_f = 10 \text{ mm} \leq 1,2 \cdot t = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ mm}$.

Iš sąlygų nustatome silpnesnį pjūvį:

$$\begin{aligned} \beta_{wf} \cdot f_{vw,f,d} &= 0,9 \cdot 207 = 186,3 \text{ MPa} < \beta_{wz} \cdot f_{vw,z,d} = 1,05 \cdot 202 \\ &= 212,10 \text{ MPa}; \end{aligned} \quad (2.3.3.4)$$

Silpnesnis pjūvis per siūlės metalą, todėl tikriname jungties atsparį:

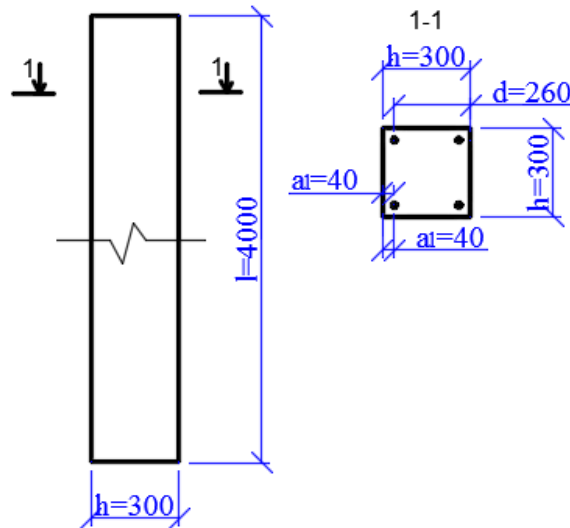
$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot 1} = \frac{79,75 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 0,01 \cdot 0,79 \cdot 186,3 \cdot 1,0} = 0,06 \leq 1,0. \quad (2.3.3.5)$$

čia: $l_{w,eff}$ – siūlės ilgis įvertinant galima nekokybiškos siūlės dalį $l_{w,eff} = l_w - 10 = 800 - 10 = 790 \text{ mm}$.

Išvada: Parinkus suvirinimo siūlės statinį $k_f = 10 \text{ mm}$, virintinės siūlės atsparis per silpnesnį siūlės metalą pakankamas.

2.4. GELŽBETONINĖS KOLONOS K-1 PROJEKTAVIMAS

Surenkama gelžbetoninė ekscentriškai gniuždoma nekintamo skerspjūvio kolona projektuojama iš C30/37 klasės sunkiojo betono ir armuojama S400 klasės armatūra. Kolonos skerspjūvis $300 \times 300 \text{ mm}$, ilgis $l = 4,0 \text{ m}$. Kolona armuojama simetriškai – $A_{s1} = A_{s2}$.



2.4.1 pav. Kolonos K-1 skaičiuojamoji schema

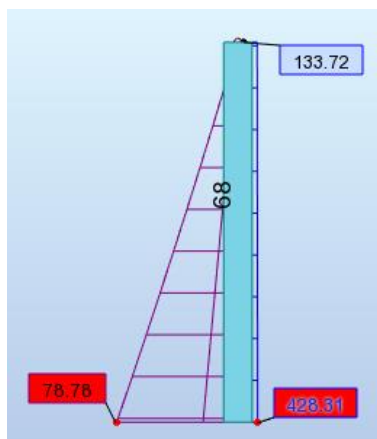
Pagal [6] 13 lentelę apskaičiuoju kolonos skaičiuotinį ilgį:

$$l_0 = l \cdot 0,8 = 4,0 \cdot 0,8 = 3,20 \text{ m} \quad (2.4.1)$$

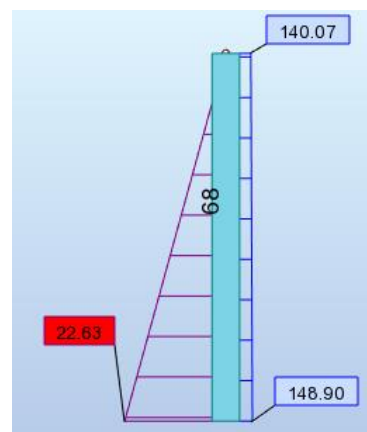
Įrašos paskaičiuotos su kompiuterine programa „Autodesk robot structural analysis 2015“. Pagal pavojingiausią apkrovų derinį parenkamos įrašos veikiančios koloną:

Nuo nuolatinių ir kintamųjų poveikių $M_{Ed} = -78,78 \text{ kNm}$, $N_{Ed} = -428,31 \text{ kN}$;

Nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių $M_{Ed1} = -22,62 \text{ kNm}$, $N_{Ed1} = -148,90 \text{ kN}$;

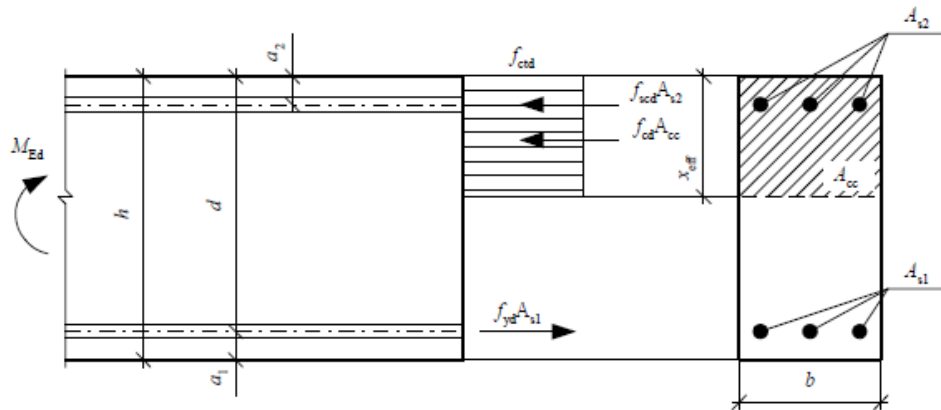


2.4.2 pav. M_{Ed} ; N_{Ed}



2.4.3 pav. M_{Ed1} ; N_{Ed1}

2.4.1. Kolonos armavimas išilgine armatūra



2.4.4 pav. Ekscentriškai gniuždomųjų stačiakampio skerspjūvio lenkiamųjų elementų statmenosio pjūvio stiprio skaičiuotinė schema

Apskaičiuojamas naudingasis kolonos skerspjūvio aukštis:

$$d = h - a_1 = 0,3 - 0,04 = 0,26 \text{ m} \quad (2.4.1.2)$$

Čia: h – kolonos skerspjūvio aukštis 0,3 m;

$a_1 = a_2$ – apsauginis betono sluoksnis 0,04 m.

Betono skaičiuotinis stipris gniuždant skaičiuojamas pagal [6] 7.4 formulę:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{30}{1,5} = 18 \text{ MPa} \quad (2.4.1.3)$$

Čia: α – koeficientas, priimame 0,9;

α_{cc} – koeficientas, priimame 1;

f_{ck} – charakteristinis betono stipris gniuždant 30 MPa;

γ_c – gelžbetoninių konstrukcijų patikimumo koeficientas 1,5.

Lenkimo momentai nuo visų poveikių – $M_{Ed,s}$ ir nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių – $M_{Ed,sl}$ apskaičiuojami pagal formules:

$$M_{Ed,s} = M_{Ed} + N_{Ed} \left(\frac{d - a}{2} \right) = 78,78 + 428,31 \cdot \left(\frac{0,26 - 0,04}{2} \right) = 125,89 \text{ kNm}; \quad (2.4.1.4)$$

$$M_{Ed,sl} = M_{Ed,l} + N_{Ed,l} \left(\frac{d - a}{2} \right) = 22,62 + 148,90 \cdot \left(\frac{0,26 - 0,04}{2} \right) = 39,0 \text{ kNm}; \quad (2.4.1.5)$$

Koeficientas, įvertinantis ilgalaikių poveikių įtaką elemento įlinkiui ribiniame būvyje:

$$\varphi_l = 1 + \beta \cdot \frac{M_{Ed,sl}}{M_{Ed,s}} = 1 + 1 \cdot \frac{39,0}{125,89} = 1,31 < \varphi_l = 1 + \beta = 1 + 1 = 2; \quad (2.4.1.6)$$

Čia: β – koeficientas, įvertinantis betono rūšį ir nustatomas pagal [7] 7 lentelę.

Priimu $\varphi_l = 1,31$.

Pradinis išilginės jėgos ekscentricitetas lenkimo momento plokštumoje:

$$e_0 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{78,78}{428,31} = 0,1839m = 183,9mm > e_a = \frac{h}{30} = \frac{0,3}{30} = 0,01m = 10,0mm; \quad (2.4.1.7)$$

Priimu $e_0 = 0,1839 m = 183,9 mm$.

Sąlyginės kritinės jėgos apskaičiavimui nustatome:

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = \frac{0,1839}{0,30} = 0,613 > \delta_{e,min} = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{l_0}{h} - 0,01 \cdot f_{cd} = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{3,2}{0,3} - 0,01 \cdot 18 = 0,213 \quad (2.4.1.8)$$

Priimame koeficiento reikšmę $\delta_e = \delta_{e,min} = 0,613$. Pirmam priartėjimui priimame armavimo koeficientą $\rho_1 = 0,01$. Apskaičiuojamas armatūros ir betono tamprumo modulių santykis:

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200 \cdot 10^3}{32 \cdot 10^3} = 6,25; \quad (2.4.1.9)$$

Čia: E_s – armatūros tamprumo modulis;

E_{cm} – betono tamprumo modulis (kirstinis).

Betono skerspjūvio inercijos momentas:

$$I_c = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,3 \cdot 0,3^3}{12} = 0,000675m^4; \quad (2.4.1.10)$$

Armatūros skerspjūvio ploto inercijos momentas elemento viso skerspjūvio centro atžvilgiu:

$$I_s = \rho_1 \cdot b \cdot d \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2 = 0,01 \cdot 0,3 \cdot 0,26 \cdot \left(\frac{0,26 - 0,03}{2} \right)^2 = 0,00001032m^4; \quad (2.4.1.11)$$

Apskaičiuoju sąlyginę išilginę kritinę jėgą:

$$\begin{aligned}
N_{cr} &= \frac{6,4 \cdot E_{cm}}{l_0^2} \left[\frac{I_c}{\varphi_l} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e I_s \right] = \\
&= \frac{6,4 \cdot 32 \cdot 10^6}{3,2^2} \left[\frac{0,000675}{1,31} \cdot \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,613} + 0,1 \right) + 6,25 \cdot 0,00001032 \right] \\
&= 3910,42 kN
\end{aligned} \tag{2.4.1.12}$$

Čia: l_0 - elemento skaičiuotinis ilgis;

φ_l - koeficientas, įvertinantis ilgalaikių poveikių įtaką elemento įlinkiui ribiniame būvyje;

δ_e - koeficientas priklausantis nuo atsitiktinio ekscentriciteto;

I_c - betoninės dalies skerspjūvio inercijos momentas.

Apskaičiuoju koeficientą η , įvertinantį ašinės jėgos ekscentriciteto e_0 padidėjimą dėl įlinkio, vertė pagal formulę:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{428,31}{3910,42}} = 1,12; \tag{2.4.1.13}$$

Apskaičiuojamas skaičiuotinis ekscentricitetas e_e :

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 0,1839 \cdot 1,12 + \frac{0,26 - 0,04}{2} = 0,316 m; \tag{2.4.1.14}$$

Apskaičiuojamas reikalingas armavimas.

Skaičiuoju reikšmes:

$$\alpha_n = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d} = \frac{428,31}{18 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 0,26} = 0,305; \tag{2.4.1.15}$$

$$\alpha_m = \frac{N_{Ed} \cdot e_e}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{428,31 \cdot 0,316}{18 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 0,26^2} = 0,371; \tag{2.4.1.16}$$

Skaičiuojame elemento gniuždomosios zonos aukštį pagal [6] 8.14 formulę:

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{365}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,706}{1,1} \right)} = 0,560. \tag{2.4.1.17}$$

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706; \tag{2.4.1.18}$$

Čia: ω – betono gniuždomosios zonos charakteristika.

$$f_{yd} = f_{yk}/1,1 = 400/1,1 \cong 365 \text{ N/mm}^2;$$

α – koeficientas, įvertinantis betono rūšį, sunkiam 0,85;

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

$\sigma_{s,lim}$ – armatūros įtempiai, MPa, atsižvelgiant į armatūros takumo ribą:

$$\sigma_{s,lim} = f_{yd} - \sigma_p, \text{ kai takumo įtempiai} \leq 400 \text{ MPa};$$

$\sigma_{s,lim} = f_{yd} + 400 - \sigma_p - \Delta\sigma_p$, kai strypinė armatūra ir jos takumo įtempiai > 400 MPa;

$\sigma_{s,lim} = f_{yd} + 400 - \sigma_p$, kai naudojama stiprioji viela arba lynai;

Čia: f_{yd} – skaičiuotinis armatūros tempiamasis stipris;

σ_p – įtempiai įvertinant koeficientą $\gamma_p < 1,0$;

$\Delta\sigma_p$ – pagal [6] 1 priedą;

$\sigma_{sc,lim}$ – gniuždomosios zonos armatūros ribiniai įtempiai. Kai konstrukcijos gaminamos iš sunkiojo, smulkiagrūdžio ir lengvojo betono – $\sigma_{sc,lim} = 500$ MPa.

Kadangi $\alpha_n = 0,305 < \xi_{lim} = 0,560$, tai kolonos armavimui reikalingas armatūros plotas apskaičiuojamas $A_{s1} = A_{s2}$:

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \frac{\alpha_m - \alpha_n (1 - 0,5\alpha_n)}{1 - a_2/d} = \frac{18 \cdot 0,3 \cdot 0,26}{365} \cdot \frac{0,371 - 0,305(1 - 0,5 \cdot 0,305)}{1 - 0,04/0,26} = 0,00051 m^2; \quad (2.4.1.19)$$

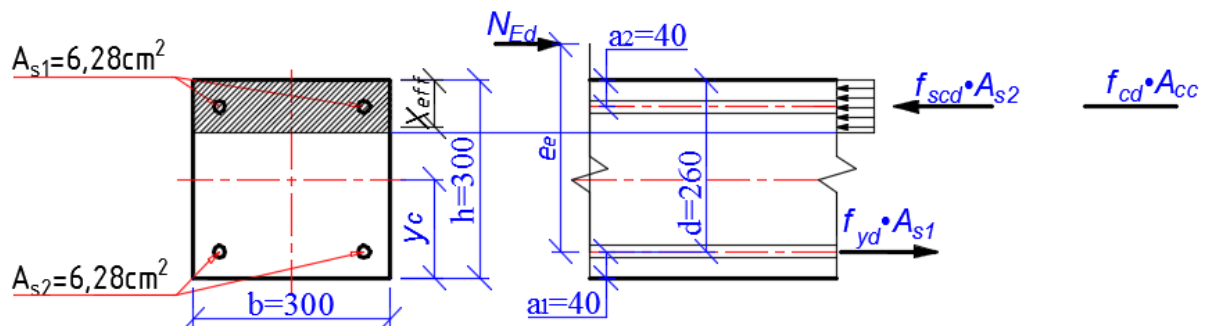
Tikrinamas ar tiksliai parinktas armavimo koeficientas:

$$\rho = \frac{A_{s1} + A_{s2}}{b \cdot h} = \frac{2 \cdot 5,1}{30 \cdot 30} = 0,011 > 0,01. \quad (2.4.1.20)$$

Išvada: kadangi armavimo koeficientas parinktas tinkamai, pagal gautą reikalingą armatūros skerspjūvio plotą, iš sortimento lentelės parenkama išilginė armatūra vienoje skerspjūvio pusėje $2\phi 20$ S400 strypai $A_s = 6,28$ cm².

2.4.2. Kolonos laikomosios galios patikrinimas.

Pasinaudodami 2.4.2.1 pav. Pateikta schema patikrinsime kolonos laikomąją galią.



2.4.2.1 pav. Kolonos K-1 skerspjūvio stiprio skaičiuotinė schema

Perskaičiuoju parametrus:

$$I_s = (A_{s1} + A_{s2}) \cdot \left(\frac{d - a_2}{2}\right)^2 = \quad (2.4.2.1)$$

$$(6,28 \cdot 10^{-4} + 6,28 \cdot 10^{-4}) \cdot \left(\frac{0,26 - 0,04}{2}\right)^2 = 1,520 \cdot 10^{-5} m^{-4};$$

$$N_{cr} = \frac{(6,4 \cdot E_{cm})}{l_0^2} \cdot \left(\frac{I_c}{\varphi_l} \cdot \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1\right) + \alpha_e \cdot I_s\right) = \frac{(6,4 \cdot 32 \cdot 10^6)}{3,2^2} \quad (2.4.2.2)$$

$$\cdot \left(\frac{0,000675}{1,31} \cdot \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,613} + 0,1\right) + 6,25 \cdot 1,52 \cdot 10^{-5}\right) = 4520,42 \text{ kN};$$

Perskaičiuojama koeficiento η , įvertinančio ašinės jėgos ekscentriciteto e_0 padidėjimą dėl įlinkio, vertė pagal formulę:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{428,31}{4520,42}} = 1,105; \quad (2.4.2.3)$$

Perskaičiuojamas skaičiuotinis ekscentricitetas e_e :

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 0,1839 \cdot 1,105 + \frac{0,26 - 0,04}{2} = 0,313 \text{ m}; \quad (2.4.2.4)$$

Apskaičiuojamas gniuždomos zonos aukštis:

$$x_{eff} = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b} = \frac{428,31}{18 \cdot 10^3 \cdot 0,3} = 0,0793 \text{ m}; \quad (2.4.2.5)$$

Kadangi $x_{eff} = 0,0793 < \xi_{lim} \cdot d = 0,560 \cdot 0,26 = 0,1456$, tai skerspjūvio laikomoji galia tikrinama pagal šią sąlygą:

$$f_{cd} \cdot b \cdot x_{eff} \cdot (d - 0,5 \cdot x_{eff}) + f_{scd} \cdot A_{s2} (d - a_2) \geq N_{Ed} \cdot e_e; \quad (2.4.2.6)$$

$$18 \cdot 0,3 \cdot 0,0793 \cdot (0,26 - 0,5 \cdot 0,0793) + 365 \cdot 6,28 \cdot 10^{-4} \cdot (0,26 - 0,04) = 144,79 \text{ kN} \geq 428,31 \cdot 0,313 = 134,06 \text{ kN};$$

Skerspjūvio laikomoji galia pakankama.

Tikrinu kolonos liaunį. Skaičiuoju inercijos spindulį keturkampio skerspjūvio kolonai:

$$i = 0,269 \cdot 0,3 = 0,081; \quad (2.4.2.7)$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{3,2}{0,081} = 39,51 < \lambda_{max} = 120; \quad (2.4.2.8)$$

Ekscentriškai gniuždomųjų elementų skerspjūvio matmenys turi būti tokie, kad jų liaunis l_0/i visomis kryptimis neviršytų pagal [7] 62.2 punktą – 120.

2.4.3. Kolonos armavimas skersine armatūra.

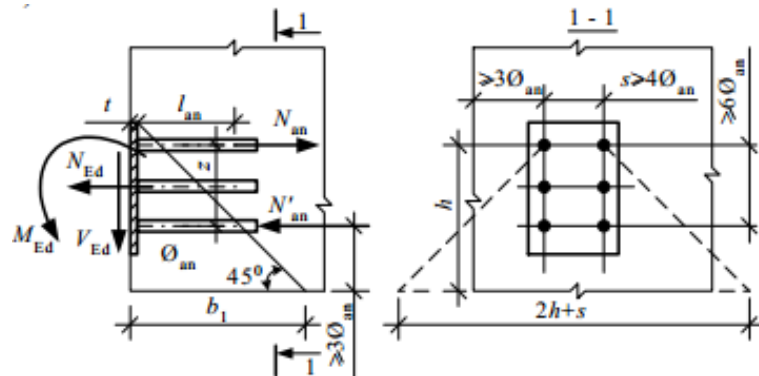
Dėl darbo apimties konstrukciniai skaičiavimai neatliekami, o skersiniai strypai priimami konstruktyviai. Pagal išilginės armatūros $d = 18 \text{ mm}$, skersinės armatūros skersmuo turi būti ne mažiau $1/3$, todėl parenku $\text{Ø}8 \text{ S240}$ klasės armatūrą. Maksimalūs atstumai tarp skersinių strypų $s = 20 \cdot d = 20 \cdot 20 = 40 \text{ cm}$, bet ne daugiau kaip $h=30\text{cm}$. todėl skersinę armatūrą naudosime kas 25 cm . Ties kolonos galais skersinė armatūra sutankinama atstumu 10 cm , kad atlaikytu vietinį glemžimą nuo santvaros ir pamato.

2.4.4. Įdėtinės detalės ID-1 projektavimas

Metalinės santvaros konstrukcija prie kolonos bus tvirtinama per detalę, kuri privirinama prie įdėtinės detalės projektuojamoje kolonoje. Priartėjimo būdu užsiduodame, kad įdėtinės detalės inkarai bus $\text{Ø} 20$. Įdėtinė detalė skaičiuojama nuo pavojingiausio įrašų derinio:

$$N_{Ed,max} = 398,77 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} = 3,03 \text{ kN}$$



2.4.4.1 pav. Įdėtinės detalės skaičiuojamoji schema

Inkarų, privirintų tėjine jungtimi prie plokščių metalinių įdėtinių detalių, skaičiavimas lenkimo momentui, ašinei ir šlyties jėgoms išdėstytoms vienoje įdėtinės detalės simetrijos plokštumoje, veikiant statinei apkrovai, atliekamas pagal formulę [6]:

$$A_{an} = \frac{1,1 \sqrt{N_{an}^2 + \left(\frac{V_{an}}{\lambda \delta}\right)^2}}{f_{yd}} \quad (2.4.4.1)$$

Čia: A_{An} - suminis, labiausiai apkrautos inkarų eilės skerspjūvio plotas;

V_{an} - šlyties jėga vienai inkarų eilei;

δ - koeficientas. Neesant tempimo įrašos $\delta=1,0$;

N_{an} - didžiausia gniuždymo įraša vienoje inkarų eilėje:

$$N'_{an} = \frac{M_{ed}}{z} - \frac{N_{Ed}}{n_{an}} = -\frac{398,77}{2} = -199,39 \text{ kN} \quad (2.4.4.2)$$

Čia: n_{an} - inkarų eilių skaičius šlyties jėgos veikimo kryptimi.

Šlyties jėga vienai inkarų eilei:

$$V_{an} = \frac{V_{Ed} - 0,3 \cdot N_{an}}{n_{an}} = \frac{3,03 - 0,3 \cdot (-199,39)}{2} = 31,42 \text{ kN} \quad (2.4.4.3)$$

Dydis λ , kai betono klasė C12/15-C40/50 ir inkarų skersmuo 8-25mm, apskaičiuojamas:

$$\lambda = \frac{4,75^3 \sqrt{f_{cd}}}{(1 + 0,15 \cdot A_{an}) \sqrt{f_{yd}}} \cdot \beta = \frac{4,75^3 \sqrt{18}}{(1 + 0,15 \cdot 6,28) \sqrt{365}} \cdot 1 = 0,264 \quad (2.4.4.4)$$

Čia: β - koeficientas, priklausantis nuo betono rūšies. Sunkiajam betonui $\beta=1,0$;

A_{an1} – labiausiai apkrautos eilės inkarų plotas, cm^2 .

Pagal (2.7.4.1) formulę:

$$A_{an} = \frac{1,1 \sqrt{N_{an}^2 + \left(\frac{V_{an}}{\lambda \delta}\right)^2}}{f_{yd}} = \frac{1,1 \sqrt{(-199,39)^2 + \left(\frac{31,42}{0,264 \cdot 1,0}\right)^2}}{365} \quad (2.4.4.5)$$
$$= 601 \text{ mm}^2$$

Parenkame 2 inkarus $\varnothing 20$ mm, kurių $A_{an} = 6,28 \text{ mm}^2$.

Kadangi pasirinktasis inkarų skersmuo sutampa su apskaičiuotoju skersmeniu.

Minimalus inkarų (be antgalių) inkaravimo ilgis pagal konstravimo taisykles turi būti:

$$l_{bd,lim} = 35 \cdot d = 35 \cdot 20 = 700 \text{ mm} \quad (2.4.4.6)$$

Įdėtinės detalės plokštelės storis apskaičiuojamas:

$$\begin{cases} t \geq 0,25 \cdot \varnothing_{an} \cdot \frac{f_{y,d}}{f_{y,w,d}}, \\ t \geq 0,7 \cdot \varnothing_{an}. \end{cases} \quad (2.4.4.7)$$

Iš (2.7.4.7) sąlygos plokštelės storis:

$$t = 0,25 \cdot 20 \cdot \frac{365}{130} = 14,04 \text{ mm} \quad (2.4.4.8)$$

Čia: $f_{y,d} = 365 \text{ N/mm}^2$, kadangi inkarai gaminami iš S400 klasės armatūros.

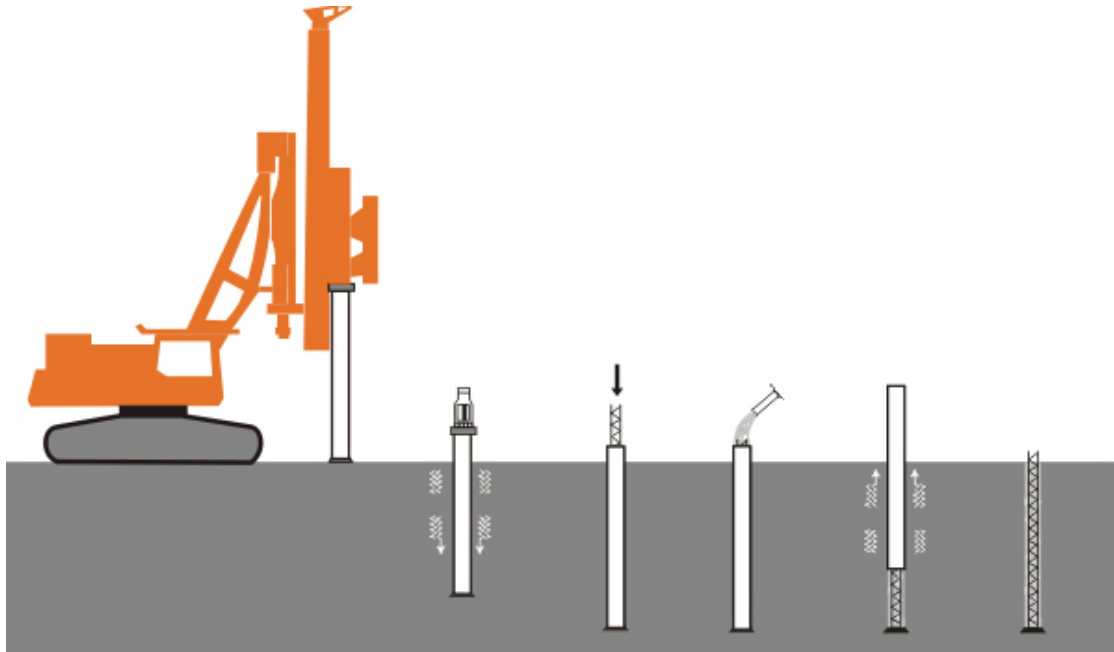
Skaičiuojamas plokštelės storis atsižvelgiant į inkarų virinimo reikalavimus:

$$t = 0,65 \cdot 20 = 13 \text{ mm} \quad (2.4.4.9)$$

Pagal gautus skaičiavimus įdėtinės detalės storis priimamas $t = 15 \text{ mm}$

2.5. POLINIO PAMATO PROJEKTAVIMAS

2.5.1. Polinio pamato parinkimas



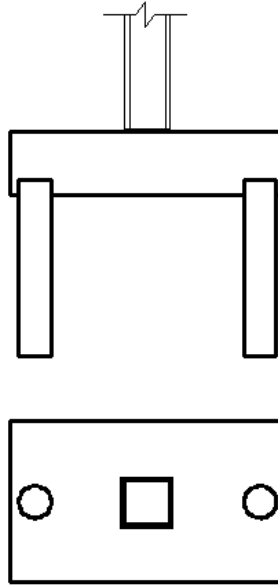
2.5.1.1 pav. Polių įrengimo technologinė schema (spraustiniai poliai)

Poliai įrengiami taikant šį metodą:

- Į žemę yra įspraudžiamas reikiamo diametro plieninis vamzdis uždaru galu.
- Po to į vamzdį įstatomas erdvinis armatūros karkasas, kuris užpilamas betono mišiniu.
- Vamzdis vibruojant ištraukiamas, taip sutankinant betoną.

Šis polinių (spraustinių polių) pamatų įrengimo būdas pakankamai spartus ir ekonomišką. Spraustiniai poliai įrengiami nepašalinant grunto ir nesuardant jo struktūros, kas sąlygoja didelę polinių pamatų laikomąją galią. Ši technologija plačiai naudojama įvairių pastatų statyboje, pradedant individualiais gyvenamaisiais namais ir baigiant pramoniniais pastatais.

Poliniai pamatai bus projektuojami atskirai po kiekviena kolona apjungti rostverku, kad sujungtų juos į vieną darbą. Poliai su rostverku bus jungiami standžiai. Rostverkas bus gelžbetoninis.



2.5.1.2 pav. Polinio pamato schema.

2.5.2. Polinio pamato įgilinimas

Projektuojant polinius pamatus, parenkami polių ir rostverko matmenys ir konstrukcija, polių gylis ir skaičius, atsižvelgiant į pamatą veikiančias apkrovas, pagrindo gruntų sluoksniavimąsi ir stiprumą, kad būtų užtikrintas pastato pastovumas ir normalios eksploataavimo sąlygos. Parenku apskritimo formos 0,35 m skersmens pamatą. Polis bus atremtas į moreninį dulkingą molį (priemolį), kurio deformacijos modulis $E=27$ MPa, o per visą savo ilgį eis per dirvožemio 20 cm sluoksnį, perkastą gruntą smėlis su molio priemaišom 1,1m storio sluoksnį $E=4,5$ MPa, dulkingą molį 1,7 m storio, kurio $E=16$ MPa, Molį rudą, minkštai plastišką storis 2,9m kurio $E=13$ MPa. Poliniai pamatai ekonomiškai, kai juose polių mažai ir jų gylis ir skersmuo prisilaikant laikomosios galios ir kitų atsparumo skaičiavimų parinktas racionaliai. Parenku polių gylį, tam, kad jo padas atsiremtų į stiprų gruntą, kuris prasideda gylyje 5,9 m. Polis įgilinamas į stiprųjį gruntą, atsižvelgiant į reikalavimus taikomus gruntams.

2.5.3. Polinio pamato laikomosios galios tikrinimas

Tikrinant polinio pamato laikomąją galią turi būti tenkinama sąlyga:

$$F_d \leq R_d; \quad (2.5.3.1)$$

Čia: F_d - projektinė apkrova poliui;

R_d - polio laikomoji galia;

Ši sąlyga turi būti patikrina pagal du derinius:

- 1 derinys: $A1$ „+“ $M1$ „+“ $R1$,

- 2 derinys: $A2$ „+“ $M1$ „+“ $R4$.

čia: A – daliniai koeficientai, taikomi poveikiams ir poveikių efektams;

M – daliniai koeficientai, taikomi grunto rodikliams;

R – daliniai koeficientai, taikomi atsparumams;

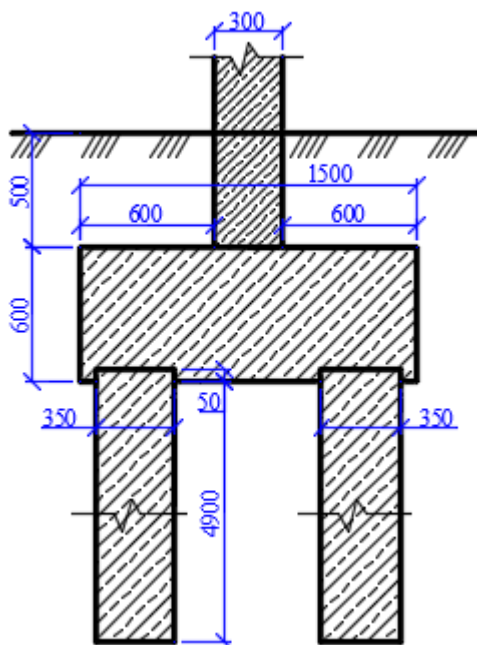
2.5.3.1. Laikomosios galios tikrinimas pagal $A1$ „+“ $M1$ „+“ $R1$ derinį

Laikomoji polio galia priklauso nuo jo gylio, skersmens, įrengimo technologijos bei gruntinių sąlygų. Bus projektuojami spraustiniai poliai. Centriškai gniuždomo polio pagrindo laikomoji galia susideda iš po polio padu esančio grunto laikomosios galios ir pagrindo ties šoniniu polio paviršiumi laikomosios galios.

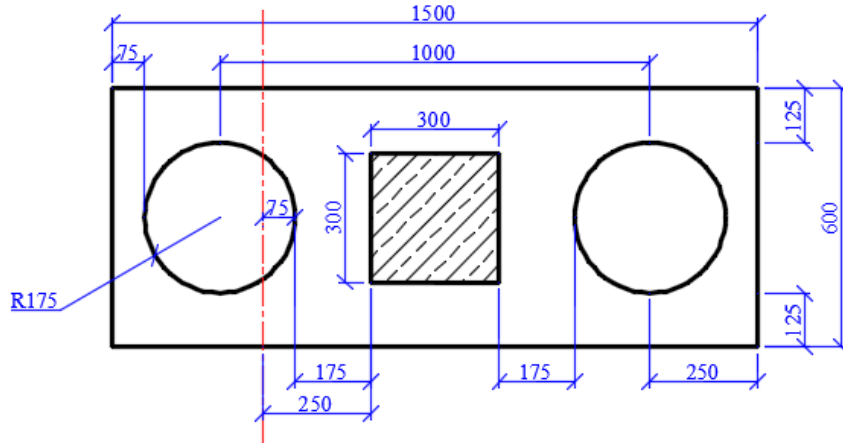
Rostverko matmenys – 1,5m x 0,6m x 0,6m – parinkti remiantis geotechninio projektavimo nurodymais [22].

Polio skersmuo – 350mm

Atstumas tarp polio centrų 3D – 1000mm



2.5.3.1.1 pav. Polinio pamato skaičiuojamoji schema.



2.5.3.1.2 pav. Polinio pamato skaičiuojamoji schema.

Pagrindo po polio padu laikomoji galia:

$$R_b = q_b \cdot A_b; \quad (2.5.3.1.1)$$

čia: q_b - pagrindo po polio padu stiprumas.

A_b - polio pado skerspjūvio plotas.

$$q_b = \alpha_b \cdot q_c; \quad (2.5.3.1.2)$$

$$A_b = \pi \times r^2 = 3,14 \times (0,175)^2 = 0,056 \quad (2.5.3.1.3)$$

čia: α_b - empirinis koreliacijos koeficientas, moliams – 1;

q_c - kūginis stipris, imamas iš statinio zondavimo grafiko, priimamas 3 MPa;

$$q_b = 1 \times 3 = 3 \text{ MPa}$$

$$R_b = 3 \times 10^6 \times 0,056 = 168 \text{ MPa} \quad (2.5.3.1.4)$$

Pagrindo ties polio šoniniu paviršiumi laikomoji galia:

$$R_s = \sum_{i=1}^n (q_{si} \cdot A_{si}); \quad (2.5.3.1.5)$$

čia: q_{si} - trinties stiprumas i-tojo grunto sluoksnio;

A_{si} - i-tojo sluoksnio polio šoninio paviršiaus plotas;

Pagal sąlygą, $q_{si} \leq q_{\max}$, ([22] 4.1 lentelė) turime paskaičiuoti i-tojo sluoksnio trinties stiprumą.

Pagal mano atvejį :

4.1 lentelė. Empirinių koreliacijos koeficientų reikšmės
(Pastatų konstruktoriaus ir statybininko žinynas 2009)

Grunto tipas	Kūginis stipris q_c , MPa	α_b	q_{si} , MPa	$q_{si, \max}$, MPa
Moreninis molis	1–5	1,0*	$0,05 \cdot q_{ci}$	0,200
	>5	0,8*		
Juostinis molis		1,0	$0,035 \cdot q_{ci}$	0,150
Dulkis		0,6	$0,025 \cdot q_{ci}$	0,150
Smėlis	0–10	0,5	$0,01 \cdot q_{ci}$	0,180
	≥ 25	0,5	$0,008 \cdot q_{ci}$	

2.5.3.1.3 pav Empirinės koreliacijos koeficientų reikšmės.

Grunto savybės imamos iš grunto geologijos (6 priedas).

$$q_{c1} = 3 \text{ Mpa}$$

$$q_{c1} = 1,6 \text{ Mpa} - \text{juostinis molis}$$

$$q_{c1} = 1,3 \text{ Mpa} - \text{juostinis molis}$$

$$q_{c1} = 3 \text{ Mpa}$$

Pagal 4,1 lentelę randamos q_{si} formulės:

$$q_{s1} = 0,03 \text{ Mpa} \leq q_{si, \max} = 0,18 \text{ Mpa}$$

$$q_{s2} = 0,056 \text{ Mpa} \leq q_{si, \max} = 0,15 \text{ Mpa}$$

$$q_{s3} = 0,046 \text{ Mpa} \leq q_{si, \max} = 0,15 \text{ Mpa}$$

$$q_{s4} = 0,15 \text{ Mpa} \leq q_{si, \max} = 0,2 \text{ Mpa}$$

(2.5.3.1.6)

Visos sąlygos tenkinamos.

Visų sluoksnių šoninio paviršiaus plotas:

$$A_{s1} = \pi \times d \times l = 3,14 \times 0,35 \times 0,2 = 0,22 \text{ m}^2$$

$$A_{s1} = \pi \times d \times l = 3,14 \times 0,35 \times 1,7 = 1,87 \text{ m}^2$$

$$A_{s1} = \pi \times d \times l = 3,14 \times 0,35 \times 2,9 = 3,19 \text{ m}^2$$

$$A_{s1} = \pi \times d \times l = 3,14 \times 0,35 \times 0,1 = 0,11 \text{ m}^2$$

(2.5.3.1.7)

$$R_s = 0,03 \times 10^3 \times 0,22 + 0,056 \times 10^3 \times 1,87 +$$

$$0,046 \times 10^3 \times 3,19 + 0,15 \times 10^3 \times 0,11 = 204,56 \text{ kN}$$

(2.5.3.1.8)

Kalibruotąsias, apskaičiuotas pagal statinio zondavimo duomenis, reikšmes gauname įvedę modeliavimo koeficientus γ_{mb} ir γ_{ms} , kurių vertės priklauso nuo polių įrengimo ([22] 4.2 lentelė).

Polio tipas	γ_{mb}	γ_{ms}
Spraustiniai	1,1	1,1
Spraustiniai gręžtiniai	1,1	1,35
Vientiso sraigtinio gręžimo CFA	2,0	1,5
Gręžtiniai	2,0	1,5

2.5.3.1.4 pav. Modeliavimo koeficientų reikšmės.

$$R_{c,cal} = \frac{R_b}{\gamma_{mb}} + \frac{R_s}{\gamma_{ms}} = \frac{168}{1,1} + \frac{204,56}{1,1} = 338,69kN \quad (2.5.3.1.9)$$

Laikomosios galios charakteristinė vertė:

ξ	n						
	1	2	3	4	5	7	10
ξ_3	1,40	1,35	1,33	1,31	1,29	1,27	1,25
ξ_4	1,40	1,27	1,23	1,20	1,15	1,12	1,08

2.5.3.1.5 pav. Koreliacijos koeficientai.

$$R_{c,k} = \frac{R_{c,cal}}{\xi_3} = \frac{338,69}{1,35} = 250,88 \quad (2.5.3.1.10)$$

Gniuždomo polio laikomosios galios projektinė vertė:

Atsparumas	Polio tipas	Simbolis	Apkrovų grupė			
			R1	R2	R3	R4
Polio pado laikomoji galia	kaltiniai	γ_b	1,0	1,1	1,0	1,3
	gręžtiniai		1,25			1,6
	CFA		1,1			1,45
Polio kamieno šoninio paviršiaus laikomoji galia gniuždant	kaltiniai	γ_s	1,0	1,1	1,0	1,3
	gręžtiniai					
	CFA					
Polio pagrindo suminis atsparumas gniuždymui	kaltiniai	γ_t	1,0	1,1	1,0	1,3
	gręžtiniai		1,15			1,5
	CFA		1,1			1,4
Polio laikomoji galia tempiant	kaltiniai	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,15	1,1	1,6
	gręžtiniai					
	CFA					

2.5.3.1.6 pav. Dalinių koeficientų reikšmės.

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t} = \frac{250,88}{1,0} = 250,88kN \quad (2.5.3.1.11)$$

$$R_{c,d} = \frac{R_{b,k}}{\gamma_b} + \frac{R_{s,k}}{\gamma_s} = \frac{168}{1,0} + \frac{204,56}{1,0} = 372,56kN \quad (2.5.3.1.12)$$

Priimama $R_{c,d} = 250,88kN$

Polių skaičius reikalingas pamatui:

$$n = \frac{V_{d,0}}{R_d}; \quad (2.5.3.1.13)$$

čia: $V_{d,0}$ - Projektinė vertikali apkrova rostverko apačioje.

$$V_{d,0} = V_d + G_d; \quad (2.5.3.1.14)$$

$$G_d = \gamma \times \gamma_G \times V = 25 \times 1,35 \times 0,54 = 18,23kN \quad (2.5.3.1.15)$$

$$G_{gr} = \gamma \times \gamma_g \times V = (1,5 \times 0,6 - 0,3 \times 0,3) \times 0,5 \times 16,5 \times 1,35 = 9,02kN \quad (2.5.3.1.16)$$

čia: V - Rostverko tūris;

G_d - Rostverko svoris;

G_{gr} - Grunto virš rostverko svoris

$$V_d = 428,31kN$$

$$V_{d,0} = 428,31 + 18,23 + 9,02 = 455,56kN \quad (2.5.3.1.17)$$

$$n = \frac{V_{d,0}}{R_d} = \frac{455,56}{250,88} = 1,82 \quad (2.5.3.1.18)$$

Priimamas polių skaičius: 2

Pamato laikomoji galia su 2 poliais:

$$R_d = n \times R_{c,d} = 2 \times 250,88 = 501,76kN \quad (2.5.3.1.19)$$

$$R_d = 501,76kN > V_d = 455,56kN \quad (2.5.3.1.20)$$

Polinio pamato ekonomiškumas:

$$\frac{R_d - V_{d,0}}{R_d} \times 100\% = \frac{501,76 - 455,56}{501,76} \times 100\% = 9,21\% < 10\% \quad (2.5.3.1.21)$$

Sąlyga tenkinama. Pamatą suprojektuotas ekonomiškai.

2.5.3.2. Laikomosios galios tikrinimas pagal A2 „+“ M1 „+“ R4 derinį

Pagrindo po polio padu laikomoji galia:

$$R_b = q_b \cdot A_b; \quad (2.5.3.2.1)$$

čia: q_b - pagrindo po polio padu stiprumas.

A_b - polio pado skerspjūvio plotas.

$$q_b = \alpha_b \cdot q_c; \quad (2.5.3.2.2)$$

$$A_b = \pi \times r^2 = 3,14 \times (0,175)^2 = 0,056 \quad (2.5.3.2.3)$$

čia: α_b - empirinis koreliacijos koeficientas, moliams – 1;

q_c - kūginis stipris, imamas iš statinio zondavimo grafiko, priimamas 3 MPa;

$$q_b = 1 \times 3 = 3 \text{ MPa}$$

$$R_b = 3 \times 10^6 \times 0,056 = 168 \text{ MPa} \quad (2.5.3.2.4)$$

Pagrindo ties polio šoniniu paviršiumi laikomoji galia:

$$R_s = \sum_{i=1}^n (q_{si} \cdot A_{si}); \quad (2.5.3.2.5)$$

čia: q_{si} - trinties stiprumas i-tojo grunto sluoksnio;

A_{si} - i-tojo sluoksnio polio šoninio paviršiaus plotas;

Pagal sąlygą, $q_{si} \leq q_{\max}$, ([22] 4.1 lentelė) turime paskaičiuoti i-tojo sluoksnio trinties stiprumą.

Pagal mano atvejį :

4.1 lentelė. Empirinių koreliacijos koeficientų reikšmės
(Pastatų konstruktoriaus ir statybininko žinynas 2009)

Grunto tipas	Kūginis stipris q_c , MPa	α_b	q_{si} , MPa	$q_{si \max}$, MPa
Moreninis molis	1–5 >5	1,0* 0,8*	$0,05 \cdot q_{ci}$	0,200
Juostinis molis		1,0	$0,035 \cdot q_{ci}$	0,150
Dulkis		0,6	$0,025 \cdot q_{ci}$	0,150
Smėlis	0–10 ≥ 25	0,5 0,5	$0,01^* \cdot q_{ci}$ $0,008^* \cdot q_{ci}$	0,180

2.5.3.2.1 pav. Empirinių koreliacijos koeficientų reikšmės.

$$q_{ci} = 3 \text{ MPa}$$

$q_{c2} = 1,6\text{Mpa}$ - juostinis molis

$q_{c3} = 1,3\text{Mpa}$ - juostinis molis

$q_{c4} = 3\text{Mpa}$

Pagal 4.1 lentelę randamos q_{si} formulės:

$$q_{s1} = 0,03\text{Mpa} \leq q_{si,\max} = 0,18\text{Mpa}$$

$$q_{s2} = 0,056\text{Mpa} \leq q_{si,\max} = 0,15\text{Mpa}$$

$$q_{s3} = 0,046\text{Mpa} \leq q_{si,\max} = 0,15\text{Mpa}$$

$$q_{s4} = 0,15\text{Mpa} \leq q_{si,\max} = 0,2\text{Mpa}$$

(2.5.3.2.6)

Visos sąlygos tenkinamos.

Visų sluoksnių šoninio paviršiaus plotas:

$$A_{s1} = \pi \times d \times l = 3,14 \times 0,35 \times 0,2 = 0,22\text{m}^2$$

$$A_{s1} = \pi \times d \times l = 3,14 \times 0,35 \times 1,7 = 1,87\text{m}^2$$

$$A_{s1} = \pi \times d \times l = 3,14 \times 0,35 \times 2,9 = 3,19\text{m}^2$$

$$A_{s1} = \pi \times d \times l = 3,14 \times 0,35 \times 0,1 = 0,11\text{m}^2$$

(2.5.3.2.7)

$$R_s = 0,03 \times 10^3 \times 0,22 + 0,056 \times 10^3 \times 1,87 +$$

$$0,046 \times 10^3 \times 3,19 + 0,15 \times 10^3 \times 0,11 = 204,56\text{kN}$$

(2.5.3.2.8)

Kalibruotąsias, apskaičiuotas pagal statinio zondavimo duomenis, reikšmes gauname įvedę modeliavimo koeficientus γ_{mb} ir γ_{ms} , kurių vertės priklauso nuo polių įrengimo ([22] 4.2 lentelė).

Polio tipas	γ_{mb}	γ_{ms}
Spraustiniai	1,1	1,1
Spraustiniai gręžtiniai	1,1	1,35
Vientiso sraigtinio gręžimo CFA	2,0	1,5
Gręžtiniai	2,0	1,5

2.5.3.2.2 pav. Modeliavimo koeficientų reikšmės.

$$R_{c,cal} = \frac{R_b}{\gamma_{mb}} + \frac{R_s}{\gamma_{ms}} = \frac{168}{1,1} + \frac{204,56}{1,1} = 338,69\text{kN}$$

(2.5.3.2.9)

Laikomosios galios charakteristinė vertė:

ξ	n						
	1	2	3	4	5	7	10
ξ_3	1,40	1,35	1,33	1,31	1,29	1,27	1,25
ξ_4	1,40	1,27	1,23	1,20	1,15	1,12	1,08

2.5.3.2.3 pav. Korelacijos koeficientai.

$$R_{c,k} = \frac{R_{c,cal}}{\xi_3} = \frac{338,69}{1,35} = 250,88 \quad (2.5.3.2.10)$$

Gniuždomo polio laikomosios galios projektinė vertė:

Atsparumas	Polio tipas	Simbolis	Apkrovų grupė			
			R1	R2	R3	R4
Polio pado laikomoji galia	kaltiniai	γ_b	1,0	1,1	1,0	1,3
	gręžtiniai		1,25			1,6
	CFA		1,1			1,45
Polio kamieno šoninio paviršiaus laikomoji galia gniuždant	kaltiniai	γ_s	1,0	1,1	1,0	1,3
	gręžtiniai					
	CFA					
Polio pagrindo suminis atsparumas gniuždymui	kaltiniai	γ_t	1,0	1,1	1,0	1,3
	gręžtiniai		1,15			1,5
	CFA		1,1			1,4
Polio laikomoji galia tempiant	kaltiniai	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,15	1,1	1,6
	gręžtiniai					
	CFA					

2.5.3.2.4 pav. Dalinių koeficientų reikšmės.

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t} = \frac{250,88}{1,3} = 192,98kN \quad (2.5.3.2.11)$$

$$R_{c,d} = \frac{R_{b,k}}{\gamma_b} + \frac{R_{s,k}}{\gamma_s} = \frac{168}{1,3} + \frac{204,56}{1,3} = 276,58kN \quad (2.5.3.2.12)$$

Priimama $R_{c,d} = 192,98kN$

Polių skaičius reikalingas pamatui:

$$n = \frac{V_{d,0}}{R_d}; \quad (2.5.3.2.13)$$

čia: $V_{d,0}$ - Projektinė vertikali apkrova rostverko apačioje.

$$V_{d,0} = V_d + G_d; \quad (2.5.3.2.14)$$

$$G_d = \gamma \times \gamma_G \times V = 25 \times 1,35 \times 0,54 = 18,23kN \quad (2.5.3.2.15)$$

$$G_{gr} = \gamma \times \gamma_g \times V = (1,5 \times 0,6 - 0,3 \times 0,3) \times 0,5 \times 16,5 \times 1,35 = 9,02kN \quad (2.5.3.2.16)$$

čia: V - Rostverko tūris;

G_d - Rostverko svoris;

G_{gr} - Grunto virš rostverko svoris

$$V_d = 297,89kN$$

$$V_{d,0} = 297,89 + 18,23 + 9,02 = 325,14kN \quad (2.5.3.2.17)$$

$$n = \frac{V_{d,0}}{R_d} = \frac{325,14}{192,98} = 1,68 \quad (2.5.3.2.18)$$

Priimamas polių skaičius: 2

Pamato laikomoji galia su 2 poliais:

$$R_d = n \times R_{c,d} = 2 \times 192,98 = 385,96kN \quad (2.5.3.2.19)$$

$$R_d = 385,96kN > V_d = 325,14kN \quad (2.5.3.2.20)$$

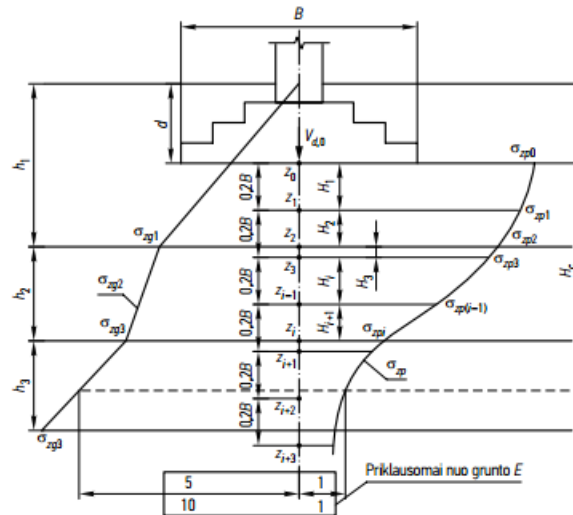
Polinio pamato ekonomiškumas:

$$\frac{R_d - V_{d,0}}{R_d} \times 100\% = \frac{385,96 - 325,14}{385,96} \times 100\% = 15,76\% < 10\% \quad (2.5.3.2.21)$$

Sąlyga tenkinama. Pamatas suprojektuotas ekonomiškai.

2.5.4. Polinio pamato nuosėdžio skaičiavimas

Polinio pamato nuosėdis skaičiuojamas, nes deformuojasi gruntas esantis žemiau polių pado, o poliai ir gruntas tarp jų nesideformuoja. Skaičiuojant polinio pamato nuosėdį laikoma, kad poliai ir tarp jų esantis gruntas sudaro masyvą, vadinamą sąlyginiu pamatu, kuris pastato apkrovą perduoda ir paskirsto žemiau polių pado slūgstančiam gruntui. Polinio pamato nuosėdis skaičiuojamas sumavimo metodu.



2.5.4.1 pav. Pamato nuosėdžių skaičiuojamoji schema

Sąlyginio pamato gylis:

$$d_s = d + l = 1,1 + 4,9 = 6,0m \quad (2.5.4.1)$$

čia: d - rostverko gylis;

l - projektinis polio gylis;

Sąlyginio pamato pločiui rasti iš taškų K ir L brėžiamos dvi atkarpos KD ir LC, nuo vertikalios plokštumos pasvirusios kampu α

$$\varphi_{dm} = \frac{\varphi_{d1} \times l_1 + \varphi_{d2} \times l_2 + \varphi_{d3} \times l_3 + \varphi_{d4} \times l_4}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4} = \frac{29,4 \times 0,1 + 18,3 \times 1,7 + 17,5 \times 2,9 + 21,5 \times 0,6}{0,2 + 1,7 + 2,9 + 0,1} = 18,43^\circ \quad (2.5.4.2)$$

$$\alpha = \frac{\varphi_d}{4} = 4,61^\circ \quad (2.5.4.3)$$

čia: φ_d' - grunto vidinės trinties kampas;

Sąlyginio pamato pado plotis:

$$B_s = (m - 1) \times a + d + 2 \times l \times \tan \alpha = (2 - 1) \times 1,00 + 0,35 + 2 \times 4,9 \times 0,08 = 2,134m \quad (2.5.4.4)$$

čia: m - polių eilių skaičius pamate B kryptimi;

a - atstumas tarp polių ašių;

d - polio skerspjūvis;

Sąlyginio pamato pado ilgis:

$$L_s = (m - 1) \times a + d + 2 \times l \times \tan \alpha = (1 - 1) \times 1,0 + 0,35 + 2 \times 4,9 \times 0,08 = 1,134m \quad (2.5.4.5)$$

čia: m - polių eilių skaičius pamate L kryptimi;

Sąlyginio pamato pado plotas:

$$A_s = B_s \times L_s = 2,134 \times 1,134 = 2,42m^2 \quad (2.5.4.6)$$

Grunto svertinis vidutinio svorio tankis sluoksniuoto pagrindo:

$$\begin{aligned} \gamma_{dm} &= \frac{d_1 \times \gamma_{d,1} + d_2 \times \gamma_{d,2} + d_{31} \times \gamma_{d,3} + d_4 \times \gamma_{d,4}}{d + l_1 + l_2 + l_3 + l_4} = \\ &= \frac{16,5 \times 1,1 + 16,5 \times 0,1 + 21,6 \times 1,7 + 20,8 \times 2,9 + 21,5 \times 0,1}{1,1 + 0,1 + 1,7 + 2,9 + 0,1} = \\ &20,21kN / m^3 \end{aligned} \quad (2.5.4.7)$$

Sąlyginio pamato svoris:

$$G_s = A_s \cdot d_s \cdot \gamma_{dm} + n \cdot G_{d,p}, \quad (2.5.4.8)$$

čia: n - polių skaičius;

$G_{d,p}$ - polių svoris;

$$G_{d,p} = \gamma \times \gamma_G \times (\pi \times r^2 \times l) = 25 \times 1,35(3,14 \times 0,175^2 \times 4,9) = 15,90kN \quad (2.5.4.9)$$

$$G_s = 2,42 \times 6,0 \times 20,21 + 2 \times 15,90 = 309,35kN \quad (2.5.4.10)$$

Papildomas slėgis sąlyginio pamato pade:

$$\sigma_{d,0} = \frac{V_{d,0}}{A_s} = \frac{455,56 + 309,35}{2,42} = 316,08kPa \quad (2.5.4.11)$$

Papildomi įtempiai pamato pado lygyje:

$$\sigma_{zp0} = \sigma_{d,0} - \sigma_{zg0} = \frac{V_{d,0}}{A} - \gamma'_d \times d \quad (2.5.4.12)$$

σ_{zg0} - Įtempiai nuo grunto pamato pado lygyje;

$\sigma_{d,0}$ - įtempiai po pamato padu;

γ'_d - grunto virš pamato pado lygio svorio tankio skaičiuotinė vertė;

A – pamato pado plotas;

d – pamato gylis;

$$\begin{aligned} \gamma_{d,1} &= 16,5 \times 1 = 16,5kPa \\ \gamma_{d,2} &= (16,5 - 9,81) \times 0,2 = 1,34kPa \\ \gamma_{d,3} &= (21,6 - 9,81) \times 1,7 = 20,043kPa \\ \gamma_{d,4} &= (20,8 - 9,81) \times 2,9 = 31,871kPa \\ \gamma_{d,5} &= (21,5 - 9,81) \times 0,1 = 1,169kPa \end{aligned} \quad (2.5.4.13)$$

$$\sigma_{zg,0} = 16,5 + 1,34 + 20,043 + 31,871 + 1,169 = 70,72 \text{ kPa} \quad (2.5.4.14)$$

$$\sigma_{zp0} = \sigma_{d,0} - \sigma_{zg0} = 316,08 - 70,92 = 240,48 \text{ kPa} \quad (2.5.4.15)$$

$z = 0,2B_s = 0,2 \times 2,134 = 0,427$ - sluoksnelio storis

$h_n = 0,427 \times 2 = 0,854$

$H_i = 0,427$

$E = 27 \text{ MPa}$

$\sigma_{zpn} = \sigma_{zp0} * k$ (kPa)	$\xi = 2z/B$	k	$\sigma_{zgn} = \sigma_{zg(n-1)} + \gamma_{d,n} * h_n$ (kPa)	$\sigma_{zp} = 0,2\sigma_{zg}$	$s_i = (\sigma_{zp(i-1)} + \sigma_{zpi}) / 2 * (H_i / E_i)$	s = 0,8 \sum s _i (m)		
sigma zp0	240,48	-	sigma zg0	70,92	-	0,00530	0,01842	m
sigma zp1	228,22	0,4	sigma zg1	72,35	14,47	0,00463	18,42	mm
sigma zp2	181,80	0,8	sigma zg2	73,77	14,75	0,00354	s = 18,42 < 50 mm	
sigma zp3	131,54	1,2	sigma zg3	75,20	15,04	0,00255	sąlyga tenkinama	
sigma zp4	93,79	1,6	sigma zg4	76,63	15,33	0,00183	50 mm ribinis nuosėdis	
sigma zp5	68,54	2	sigma zg5	78,05	15,61	0,00136		
sigma zp6	51,46	2,4	sigma zg6	79,48	15,90	0,00103		
sigma zp7	39,68	2,8	sigma zg7	80,91	16,18	0,00080		
sigma zp8	31,26	3,2	sigma zg8	82,33	16,47	0,00064		
sigma zp9	25,49	3,6	sigma zg9	83,76	16,75	0,00052		
sigma zp10	20,92	4	sigma zg10	85,19	17,04	0,00043		
sigma zp11	17,56	4,4	sigma zg11	86,61	17,32	0,00038		
sigma zp12	16,11	4,8						

2.5.4.2 pav. Nuosėdžiai sumavimo būdu.

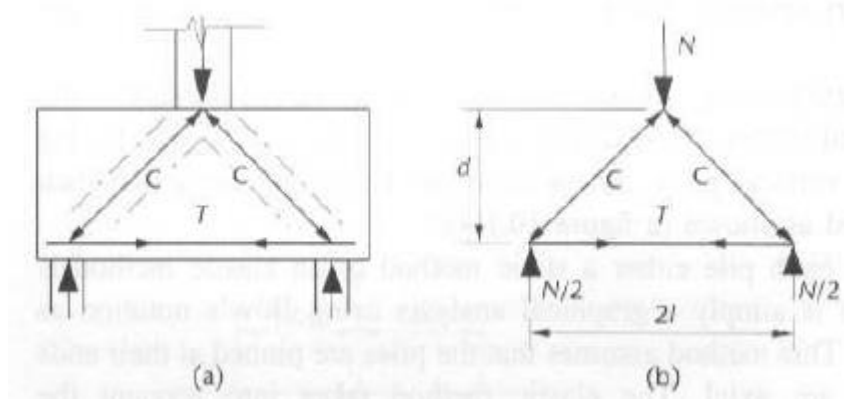
2.5.5. Polinio pamato armatūros skaičiavimas

Polio armatūra parenkama konstruktyviai. Pagrindinė išilginė armatūra 6 $\varnothing 12$ S500 o skersinė 27 $\varnothing 8$ S250

Polio galvenos armatūros skaičiavimas.

Pagrindinės tempiamos armatūros skaičiavimas.

Skaičiuojama santvaros metodu [23]:



2.5.5.1 pav. Galvenos armavimo santvaros metodu

Number of piles	Group arrangement	Tensile force
2		$T_{AB} = \frac{Nl}{2d}$
3		$T_{AB} = T_{BC} = T_{AC} = \frac{2Nl}{9d}$
4		$T_{AB} = T_{BC} = T_{CD} = T_{AD} = \frac{Nl}{4d}$

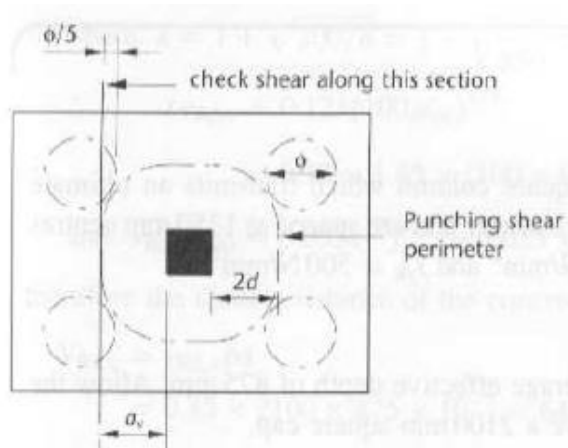
2.5.5.2 pav. Tempimo jėgos išraiška.

$$A_s = \frac{N \times l}{2 \times d \times 0,87 \times f_{yk}} = \frac{455,56 \times 500}{2 \times 350 \times 0,87 \times 500000} = 11,56 \times 10^{-4} \approx 10,41 \text{ cm}^2 \quad (2.5.5.1)$$

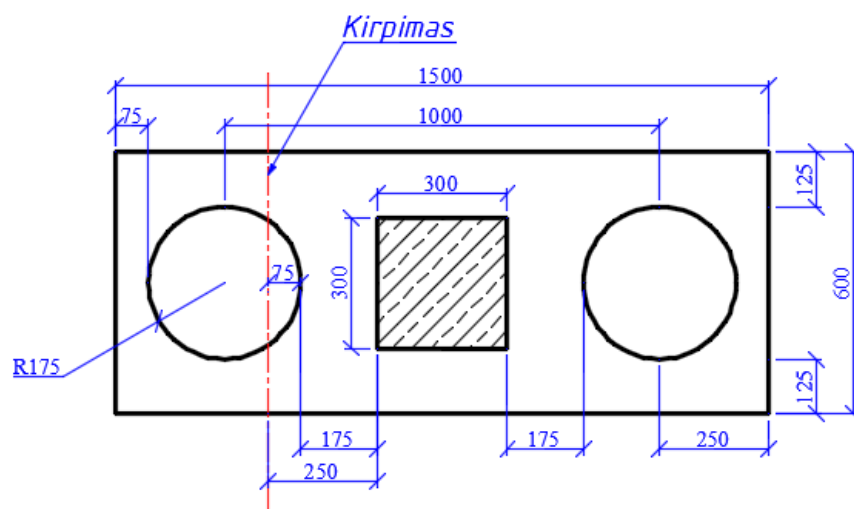
Reikalingas armatūros kiekis = $13 \times 10d$

$$A_s = 10,27 = \text{cm}^2$$

Sąlygos tikrinimas [23]:



2.5.5.3 pav. Kirpimo sąlygos išraiška.



2.5.5.4 pav. Polinio pamato skaičiuojamoji schema.

$$\frac{100 \times A_s}{bd} = \frac{100 \times 11,85}{600 \times 500} = 0,395 > 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 0,1352 \quad (2.5.5.2)$$

Sąlyga tenkina.

Tikrinimas kirpimui [23]:

Kirpimo jėga per kritinį pjūvį $455,56/2 = 227,78 \text{ kN}$

$$V_{ed} = 227,78 \times \frac{a_v}{2 \times d} = 227,78 \times \frac{250}{2 \times 500} = 56,95 \text{ kN} \quad (2.5.5.3)$$

$$V_{Rd,c} = 0,12k(100pf_{ck})^{\frac{1}{3}} \geq (0,035k^{1,5}f_{ck}^{0,5}) \quad (2.5.5.4)$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{500}} = 1,49 < 2 \quad \text{ir } q = 0,0025 \text{ N/mm}^2 \text{ (betonas)} \quad (2.5.5.5)$$

$$V_{Rd,c} = 0,12k(100pf_{ck})^{\frac{1}{3}} = 0,12 \times 1,49(100 \times 0,0025 \times 25)^{\frac{1}{3}} = 0,329N / mm^2 \quad (2.5.5.6)$$

$$V_{Rd,c \min} = (0,035k^{1,5} f_{ck}^{0,5}) = 0,035 \times 1,49^{1,5} \times 25^{0,5} = 0,318N / mm^2 \quad (2.5.5.7)$$

Laikomoji galia betono $V_{Rd,c}$:

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c} \times b \times d = 0,329 \times 600 \times 500 = 98700 = 98,70kN > V_{Ed} = 56,95kN \quad (2.5.5.8)$$

Praspaudimo tikrinimas [23]:

Jei atstumas tarp polių yra 3 polio diametriai, ne praspaudimo jėgos tikrinimas yra būtinas. Kirpimas į kolonos pagrindą turētu būti tikrinamas.

$$\begin{aligned} 0,5 \times u \times d \times \left[0,6 \times \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) \right] \times \frac{f_{ck}}{1,5} = \\ = 0,5 \times (4 \times 500) \times 500 \times \left[0,6 \times \left(1 - \frac{25}{250} \right) \right] \times \frac{25}{1,5} \times 10^{-3} = \\ 1822,24kN > 455,56kN \end{aligned} \quad (2.5.5.9)$$

Sąlyga tenkinama.

Patikrinimas [23]:

$$0,5 \times v_1 \times f_{cd} \times u \times d = 0,5 \times v_1 \times \left(\frac{f_{ck}}{1,5} \right) \times u \times d \quad (2.5.5.10)$$

$$v_1 = 0,6 \times \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0,54 \quad (2.5.5.11)$$

$$0,5 \times 0,54 \times 15 \times 10^{-3} (4 \times 500) \times 500 = 4050kN \quad (2.5.5.12)$$

$$0,5 \times 0,54 \times \left(\frac{25}{1,5} \right) \times 4 \times 500 \times 500 = 4500kN \quad (2.5.5.13)$$

Sąlyga tenkina.

Armatūros parinkimas rostverko viršuje [23]:

$$0,26 \times \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \times b \times d > 0,0013b \times d \quad (2.5.5.14)$$

$$0,26 \times \left(\frac{2,6}{500} \right) \times 600 \times 500 = 645,6 \text{mm}^2 > 590 \text{mm}^2 \quad (2.5.5.15)$$

Parinkam 13 strypų, 8d diametro

$$A_{sw} = 6,50 \text{cm}^2$$

Horizontali sukabinimo armatūra, konstruktyviai kas antrame tinklo mazge perimetru, 10mm diametro.

3. TECHNOLOGINĖ ORGANIZACINĖ DALIS

3.1. SANTVARŲ MONTAVIMO TECHNOLOGINĖ KORTELĖ

Kolonų ir santvarų montavimo darbų apimčių skaičiavimas

3.1.1 lentelė. Montuojamų elementų specifikacija

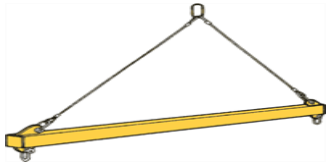
Elemento pavadinimas	Tipas	Matmenys, m			Elementų skaičius	Vieno elemento	Bendras
		L	B	H		masė, t	masė, t
1	2	3	4	5	6	7	8
Santvara	S-1	24,0	-	2,491	11	2,668	26,680

Stropų parinkimas

Kabinimo priemonės parenkamos pagal montuojamų elementų specifikacijas.

Duomenys surašomi į lentelę:

3.1.2 lentelė. Kabinimo priemonės

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

3.1.1. 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:

$$Q_r = Q_1 + Q_2 = 2,668 + 0,029 = 2,697 \text{ t}; \quad (3.1.1.1)$$

Q_1 – keliamosios konstrukcijos masė, t;

Q_2 – kabinimo prie strėlės priemonės masė, t.

Reikalingas maksimalus kranų kablo pakėlimo aukštis:

$$H_{\text{reik}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4; \quad (3.1.1.2)$$

h_1 – aukštis nuo kranų stovėjimo plokštumos iki atramos, ant kurios remiasi montuojamasis elementas;

h_2 – laisvas tarpas virš atramos iki montuojamo elemento;

h_3 – montuojamo elemento aukštis;

h_4 – kabinimo priemonės aukštis

$$H_{\text{reik}} = 4,3 + 1,0 + 2,49 + 1,25 = 9,04 \text{ m}. \quad (3.1.1.3)$$

Reikalingas strėlinio kranų strėlės siekis, santvarai pakelti:

$$L_{\text{reik}} = \frac{(H_r + h_5 - h) \cdot (b + a)}{h_2 + h_3 + h_4 + h_5} = \frac{(9,04 + 1,0 - 1,5) \cdot (12,0 + 1,5)}{1,0 + 2,49 + 1,25 + 1,0} = 20,08 \text{ m}; \quad (4.1.1.4)$$

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

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

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

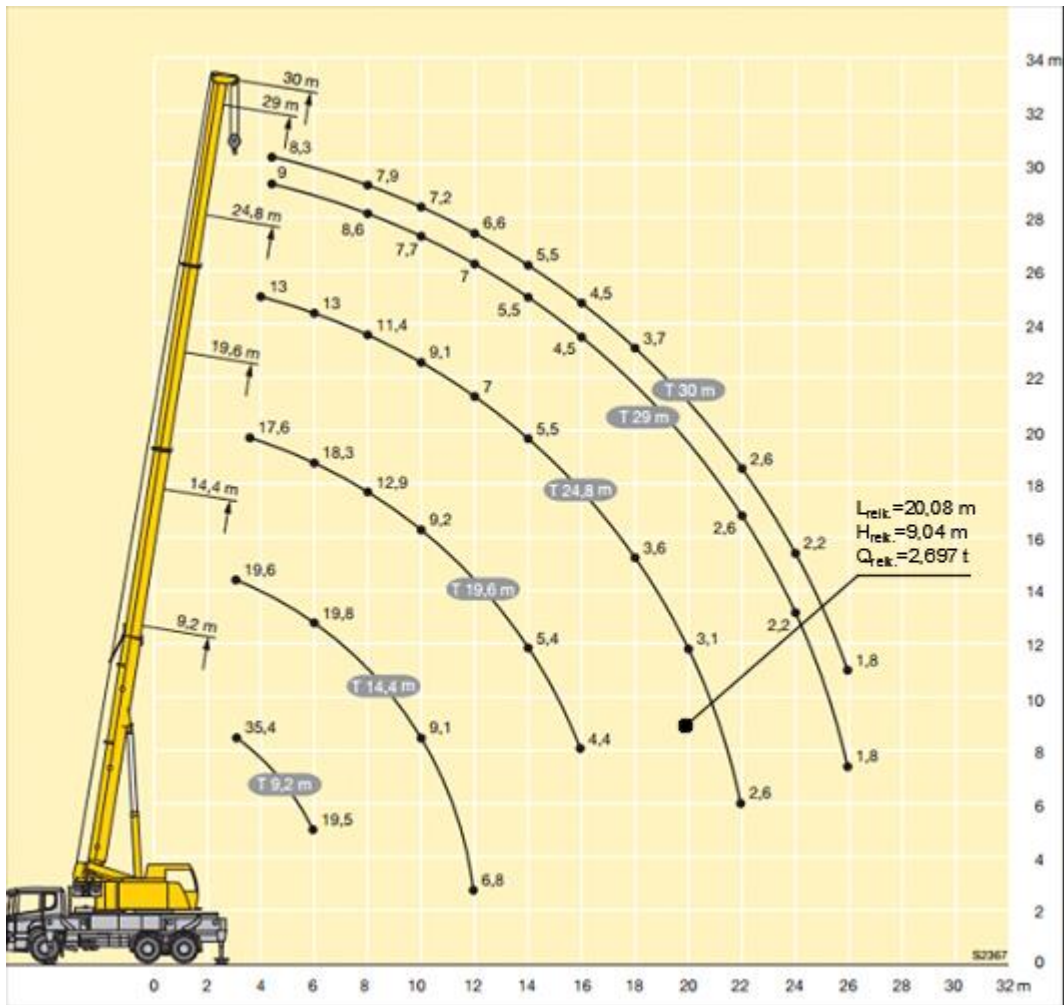
b – atstumas nuo arčiausiai sumontuotos konstrukcijos artimiausio taško iki kranų kablo projekcijos į horizontaliąją plokštumą, montuojant labiausiai nuo kranų nutolusį elementą.

Pagal gautus duomenis:

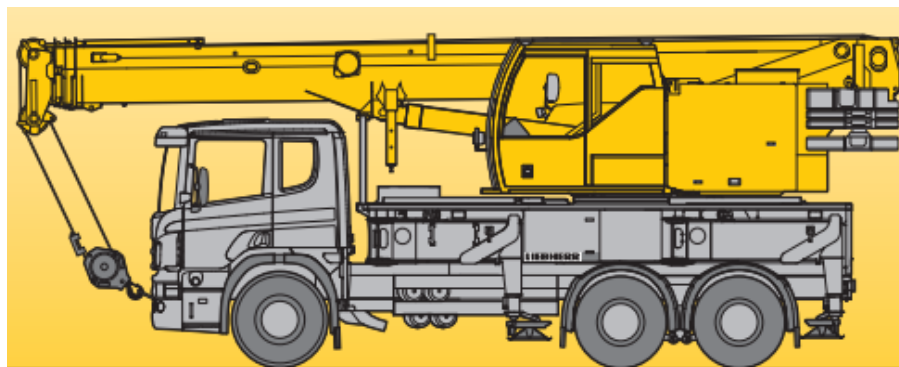
- reikiamas kranų strėlės siekis $L_{\text{reik}} = 20,08 \text{ m}$;
- reikiamas kranų kablo pakėlimo aukštis $H_{\text{reik}} = 9,04 \text{ m}$;
- reikiama kranų keliamoji jėga $Q_{\text{reik}} = 2,697 \text{ t}$.

Parenkame automobilinį kraną LTM 1035-3.1, kurio:

- Keliamoji galia 35,4 t;
- Maksimalus strėlės ilgis 30 m.



3.1.1.1 pav. Automobilinio kranų strėlių siekio grafikas [30].



3.1.1.2 pav. Automobilinis kranas LTM 1035-3 [30].

Metalinės santvaros darbo sąnaudų, mechanizmų ir medžiagų poreikio skaičiavimas

3.1.1.1 lentelė. Darbo sąnaudų, mechanizmų ir medžiagų poreikio skaičiavimas

Normatyvo šifras	Kategorija	Darbų aprašymas	Darbų apimtis		Darbo sąnaudos			Mechanizmai				Medžiagos					
			Mato vnt.	kiekis	vienetui žm. val.	visam darbui		pavadinimas	darbo sąnaudos			pavadinimas	mat vnt.	kiekis			
						žm. val.	žm. d.		vienetui	visam darbui				vienetui	visam darbui		
										maš. val.	maš. pam.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
N9P-0102-5		Metalinių gegnių ir pogežnių santvarų montavimas, kai anga iki 24m, santvarų masė iki 3,0t	t	25,567	15,4	393,73	49,22	Kranas ant automob važiuklės 10 t keliam. galios	0,6	15,34	1,92	Suvirinimo elektrodai	kg	1	25,567		
								Tvirtinimo varžtai (įvairūs)				kg				0,8	20,454
								Plieninės statybinės konstrukcijos				t				1,0	25,567
								Suvirinimo transformatorius	0,8	20,45	2,56	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	1,0	25,567		
								Rąstai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)				m ³	0,01	0,256			

Darbo sąnaudų suvestinė

3.1.1.2 lentelė. Sąnaudų suvestinė

Eil. Nr	Ciklai ir procesai	Darbų apimtis		Darbo sąnaudos žm.d	Mechanizmai	
		Mato vnt.	Kiekis		Pavadinimas	Darbo sąnaudos mašinos pamainomis
1	2	3	4	5	6	7
I	Santvarų montavimas	t	18,801	49,22	Kranas	1,92
					Suvirinimo transformatorius	2,56
				Σ=49,22		Σ= 4,48

Statybinių medžiagų suvestinė

3.1.1.3 lentelė. Medžiagų suvestinė

Eil. nr.	Medžiagos pavadinimas	Matavimo vnt.	Kiekis
1	2	3	4
	Metalas		
1.	Suvirinimo elektrodai	kg	76,701
2.	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	20,454
3.	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	kg	25,567
	Medžio gaminiai		
4.	Rąstai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	m3	0,256

3.1.2. Santvarų montavimas

Keliamos santvaros apatiniuose tempiamosios juostos elementuose nuo savosios masės atsiranda gniuždymo įtempiai, 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 naudojamos 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 varžtais.

3.1.3. 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.

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

Konstrukcijų padėtis yra tikrinama du kartus su geodeziniais prietaisais:

- prieš laikinai įtvirtinus;
- galutinai įtvirtinus.

Konstrukcijų montavimo nuokrypos neturi būti didesnės už leistinąsias (3.1.3.1 lentelė).

3.1.3.1 lentelė. Leistinosios nuokrypos montuojant plienines konstrukcijas.

Nuokrypos	Leistinosios nuokrypos, mm
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.

3.1.4. Darbų sauga

Jei vėjas labai stiprus, konstrukcijas montuoti draudžiama. Montuotojai privalo dėvėti specialius ryškios spalvos drabužius ir dirbti su apsauginiais šalmais. Draudžiama dirbti po montuojamomis konstrukcijomis.

Draudžiama žmonėms būti ant keliamų ir transportuojamų konstrukcijų. Nutraukus darbą, neleistina palikti pakeltus ant krano kablo elementus. Visi statybos vadovai, montuotojai ir kiti darbininkai, dirbantieji krano veikimo zonoje, gerai turi žinoti konstrukcijų kėlimo tvarką bei montavimo darbų signalus.

Kranininkui nurodymus ir signalus duoda tik vienas asmuo – montuotojų brigadininkas, prikabinėtojas arba grandininkas. Signalą „Stop“ gali paduoti bet kuris darbuotojas, kuris pastebėjo pavojų. Ypač svarbiais atvejais signalus turi paduoti tik montuotojų brigadininkas, dalyvaujant inžinerinės technikos darbuotojui, atsakingam už saugią montavimo eigą. Kad perkeliamos konstrukcijos ir elementai nesiūbuotų ir nesisukiotų, jie visada turi būti prilaikomi virvių arba plono lankstaus lyno atotampomis [21].

3.2. VIRŠUTINIŲ STOGO SLUOKSNIŲ ĮRENGIMO DARBŲ TECHNOLOGIJA

3.2.1. Profiliuoto skardos pakloto „Ruukki“ montavimo nurodymai

Iškrovimas ir tvarkymas

Iškraukite profiliuotus lakštus iš sunkvežimio ir sudėkite juos ant lygaus pagrindo. Padėkite maždaug 200mm. aukščio atramas po lakštais, išdėstant jas apytiksliai vieno metro tarpais. Kėlimo diržai skirti tik lakštų iškrovimui. „Ruukki“ neprisiima atsakomybės jei diržai yra naudojami kitokiam kėlimui, pavyzdžiui lakštų kėlimui ant stogo.

Pjovimas

Profiliuoti lakštai pristatomi supjauti pagal nurodytą ilgį. Kai kuriais atvejais lakštai turi būti pjaustomi ir statybos aikštelėje. Profiliuoti lakštai gali būti pjaustomi diskiniu pjūklų skirtu pjauti metalinius lakštus, metalo žirkėmis, pjovimo staklėmis, siaurapjūkliais arba bet kokių kitokių prietaisų skirtu šaltam pjovimui, priklausomai nuo profiliuoto lakšto formos. Naudoti kampinį šlifuoklį su pjovimo disku yra uždrausta [26].



3.2.1.1 pav. Kampiniu šlifuoekliu lakštus pjauti draudžiama.

Profiliuoti lakštai turi būti apsaugoti pjovimo metu, nes aštrios skardos gali pažeisti apsauginę dangą. Bet kokios drožlės turi būti kruopščiai nuvalytos šepečiu nuo lakšto paviršiaus. Rekomenduojama padengti paviršinius dažais visus įbrėžimus kurie galėjo atsirasti ant lakšto apsauginio sluoksnio, taip pat ir nupjautus lakšto kraštus [26].

Darbų sauga

Dirbant su profiliuotais lakštais visada dėvėkite apsaugines pirštines. Būkite atsargūs su aštriais kraštais ir kampais. Kai lakštai yra keliami, draudžiama eiti po kroviniu. Įsitikinkite, kad kėlimo diržai ar grandinės yra stipriai ir tvirtai pritvirtintos. Venkite lapų montavimo kai yra stiprus vėjas. Montuojant lakštus ant stogo, visada būkite atsargūs ir naudokite tinkamą saugumo įrangą, pavyzdžiui saugos diržus ir saugos inkarus, avėkite patogią avalynę. Visada laikykitės saugos teisės aktų atliekant bet kokį darbą [26].

Profiliuoti lakštų sandėliavimas statybvietėje

Esant normalioms sąlygoms, lakštų ryšuliai gali būti laikomi apie mėnesį, jie gali būti neišpakuoti arba išpakuoti. Kai profiliuotus lakštus reikia sandėliuoti ilgesnį laiko tarpą, jie turi būti uždengti ir sudėti nedidelių kampų aukštyn, kad vanduo patekęs tarp lakštų galėtų nubėgti arba išgaruoti [26].

Lakštų ryšuliai turi būti sandėliuojami ant lygaus paviršiaus sukrovus ne daugiau kaip tris ryšulius vieną ant kito. Sandėliuojant ilgą laikotarpį lakštai turi būti apsaugoti nuo lietaus, bet taip, kad oro srautas galėtų cirkuliuoti po kiekvienu ryšuliu. Reiktų vengti cinko padengtų lakštų sandėliavimo lauke nes baltos rūdys gali susiformuoti ant sandariai supakuotų ryšulių kai jie sušlampa. Antikondensaciniai lakštai turėtų visada būti apsaugoti jei jie yra sandėliuojami statybvietėje [26].

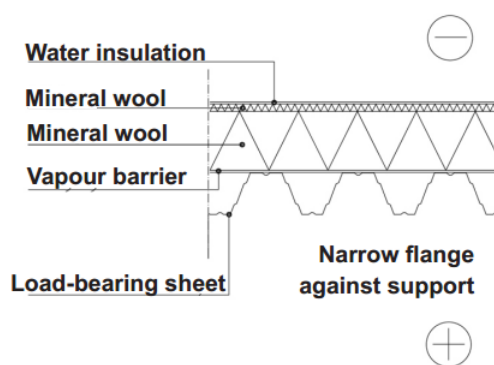
Informacija montavimui

Keliant lakštų ryšulius užtikrinkite, kad kėlimo diržai nepraslysta. Jei stropai leidžia slysti, aštrūs ryšulio kraštai gali nupjauti diržus. Praslydimo galima išvengti naudojant kėlimo įrenginį. Diržai gali būti apsaugoti nuo aštrių kraštų, pakišant apsaugas tarp ryšulio ir diržų. Užkėlus lakštus ant stogo, ryšuliai turėtų būti sudėti taip, kad nesudarytų per didelės apkrovos stogo konstrukcijoms. Jei būtina, reiktų pasitarti su konstruktoriumi. Be to lakštai ant stogo turėtų būti surišti tarpusavyje, kad esant dideliam vėjui, jie nebūtų nupūsti. Reikia užtikrinti, kad antikondensaciniai lakštai nesitrintų tarpusavyje kai yra montuojami, nes apsauginis sluoksnis lengvai pažeidžiamas [26].

Profiliuoti lakštai turi būti montuojami pagal montavimo planą parengtą konstruktoriaus (lakštų tvirtinimas, užleidimas vienas ant kito ir tt.). Apkrauti lakštus papildomomis apkrovomis kurios nėra numatytos projekte yra draudžiama neatsiklausus projektuotojo [26].

Profiliuotų lakštų montavimas apšiltintam stogui

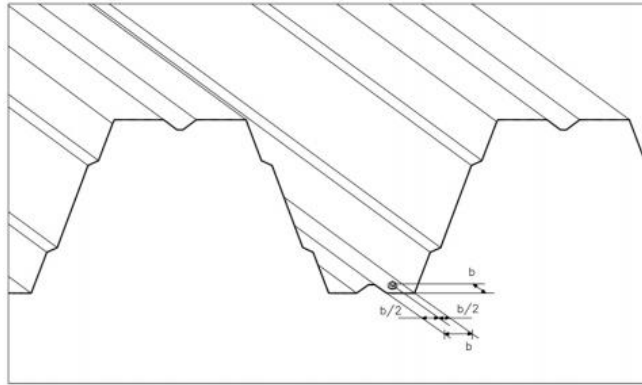
Siauresnis apkrovas laikančių lakštų griovelis turi būti nukreiptas į viršų, tada platesnė lakšto briauna taip pat yra viršuje ir sukuriamas pakankamas plotas izoliacinių medžiagų montavimui. Tvirtinimo detalės naudojamos lakštų tvirtinimui taip pat turi turėti atitikties deklaracijas [26].



3.2.1.2 pav. Profiliuoto lakšto sumontuoto siaurąją briauną į atramą pavyzdys.

Profiliuotų lakštų tvirtinimas prie atramų

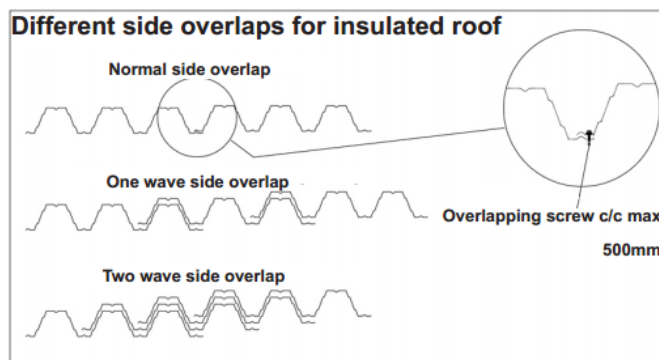
Lakštai yra tvirtinami prie atramos centre lygia apatinės kraštinės dalimi. Naudojamų tvirtinimo detalių dydis, tipas ir kiekis nurodomas projektuotojo. Paveikslėlyje galime matyti mažiausią galimą atstumą nuo varžto iki lakšto krašto. Matmuo b = plotis nesutvirtinto plokščio paviršiaus. Tačiau atstumas nuo krašto negali būti mažesnis negu 25mm.



3.2.1.3 pav. Rekomenduojami atstumai varžtų tvirtinimui.

Lakštų užleidimas tarpusavyje iš šonų

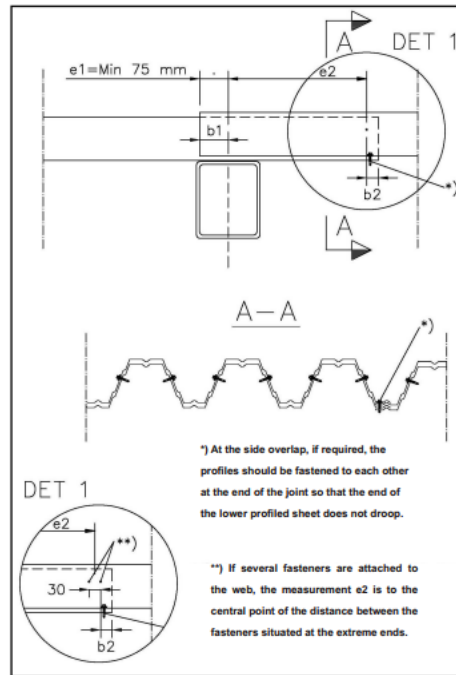
Paprastai profiliuoti lakštai užleidžiami $\frac{1}{2}$ bangos vienas ant kito. Tačiau jų laikomoji galia gali būti padidinta užleidžiant papildomai vieną ar dvi bangas iš kraštų. Lakštai tarpusavyje surungiami abiejuose pusėse kniedėmis arba varžtais vadovaujantis projektuotojo nurodymais. Didžiausias galimas atstumas tarp sujungimų yra 500mm. Kad nesusidarytų per didelį įtempiai sutvirtinimo taškuose, tuos galima tankinti. Sujungiant lakštus įsitikinkite ar varžtai perlenda kiaurai visus tvirtinamus elementus [26].



3.2.1.4 pav. Galimi lakštų perdengimo variantai.

Lakšto tvirtinimas prie atramos iš vienos pusės

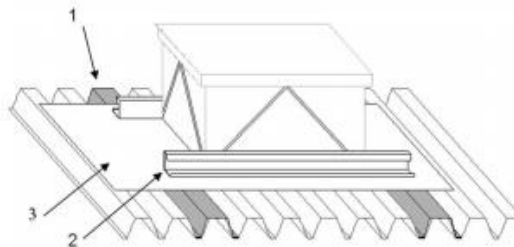
Tvirtinant lakštus prie atramos juos reikia užleisti kaip parodyta paveikslėlyje apačioje. Užleidimo ilgis e_1 turi būti bent 75mm. nuo atramos centro ir e_2 paprastai $1/10$ tarpatramio ilgio. Visi išilginiai lakštų sujungimai turi būti ties atramomis. Varžtai ties sujungimais sukami ties kraštu ir per vidurį kaip nurodyta specifikacijoje. Projektuotojas nurodo varžtu kiekį ir padėtį konstrukcijoje. Matmenys b_1 ir b_2 turi būti bent 25mm [26].



3.2.1.5 pav. Profiliuotų lakštų užleidimas ir tvirtinimas.

Liukų įrengimas

Angos pjaunamos tik pagal projektuotojo nurodymus. Ruukki siūlo vieną liuko įrengimo metodą, pavyzdys 3.1.1.6 paveikslėlyje.



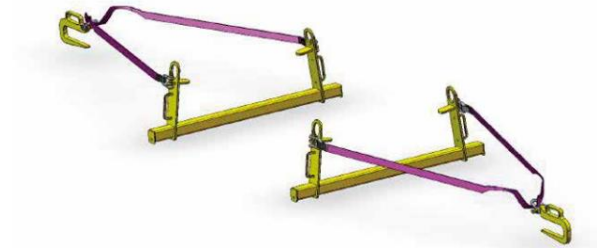
3.2.1.6 pav. Liuko įrengimo schema.

1. Kepurės profilis. Medžiagos storis 3mm. Vienas arba du profiliai gali būti montuojami abiejuose liuko pusėse.
2. Iš abiejų liuko pusių montuojamas C tipo profilis. Medžiagos storis 3 mm.
3. Garų barjeras.

Kėlimo įrenginys ir jo panaudojimas

Dabartinis kėlimo įrenginys skirtas Ruukki profiliuotiems apkrova laikantiems lakštams kelti. Juo galima kelti atskirus lakštus arba ryšulius. Lakštų ryšuliai turi būti atskirti pakišomis, kurių aukštis nemažesnis kaip 70mm, kad būtų galima užkabinti kėlimo įrenginį [26].

Kėlimo įrenginys susideda iš dviejų atskirų mazgų kuriuos sujungia kėlimo diržas. Įrenginys montuojamas iš abiejų lakšto galų.

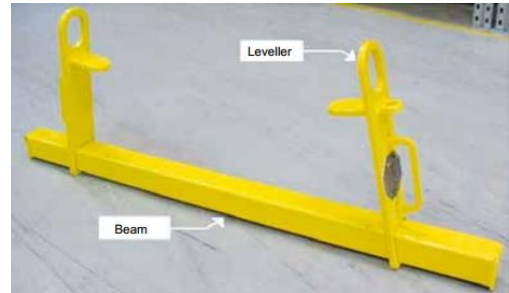


3.2.1.7 pav. Ruukki apkrovas laikantiems profiliuotiems lakštams kelti skirtas įrenginys.

Šis įrankis pažymėtas CE ženklu, maksimalus keliamas svoris yra 1500 kg. Perkrauti kėlimo įrenginį griežtai draudžiama. Įrenginys susideda iš dviejų atskirų mazgų, kėlimo diržo ir kablių, sudedamos dalys parodytos paveikslėliuose apačioje [26].



3.2.1.8 pav. Kabliai kabinami ties lakštų galais. profiliuoti lakštai.



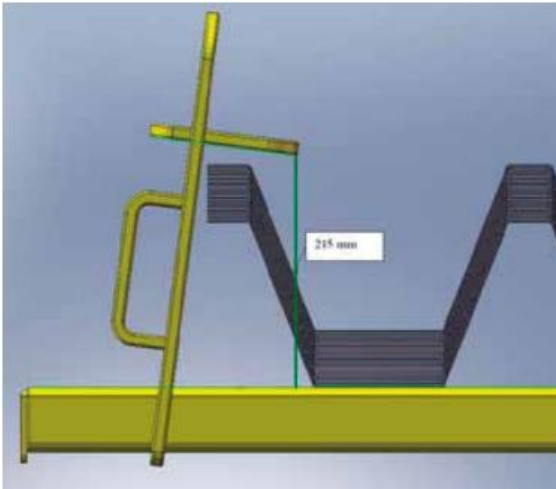
3.2.1.9 pav. Strypai ant kurių dedami



3.2.1.10 pav. Kėlimo kablys ir diržai.

Kėlimas

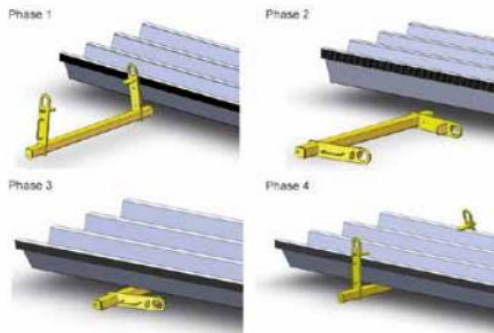
Prieš keliant apžiūrėkite ar visa kėlimo įranga tvarkinga ir sumontuoto reikiamose vietose pagal instrukciją. Dalis reikia apžiūrėti dėl nusidėvėjimo, galimos deformacijos ar pažeidimų, kas gali sumažinti kėlimo įrenginio saugumą. Kėlimo diržas abiejuose pusėse turi būti vienodo ilgio, kad krovins būtų pusiausvyras. Visi kėlimai ir leidimai turi būti atliekami lėtai greitinant ar lėtinant [24].



3.2.1.11 pav. Maksimalus pakrovimo aukštis kėlimo įrenginyje.

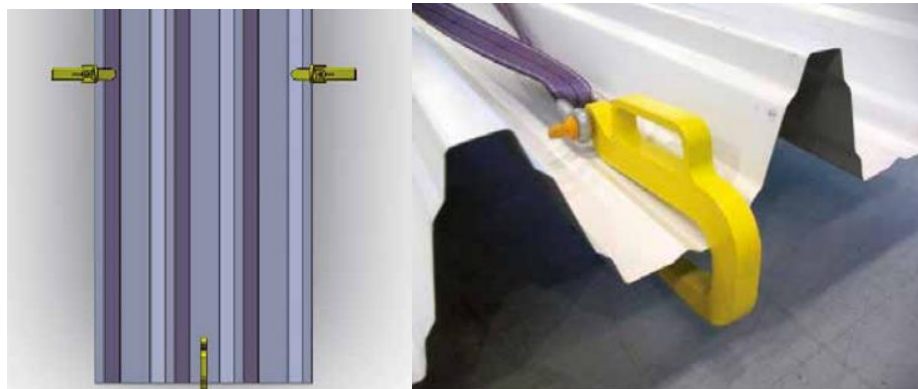
Pasiruošimas kėlimui

Kėlimo įrenginio strypai turi būti pakišti po lakštais taip, kad lakštai būtų ties centru. Strypas gali būti pakištas po lakštais iš pradžių jį palenkus, prakišus per apačia ir vėl jį pastačius į reikiamą padėtį.



3.2.1.12 pav. Strypo pakišimo po lakštais schema.

Kėlimo kabliai turi būti užkabinami ant lakštų ryšulio ties galais, kuo arčiau ryšulio centro.



3.2.1.13 pav. Kėlimo kablių kabinimas ties lakštų galais.

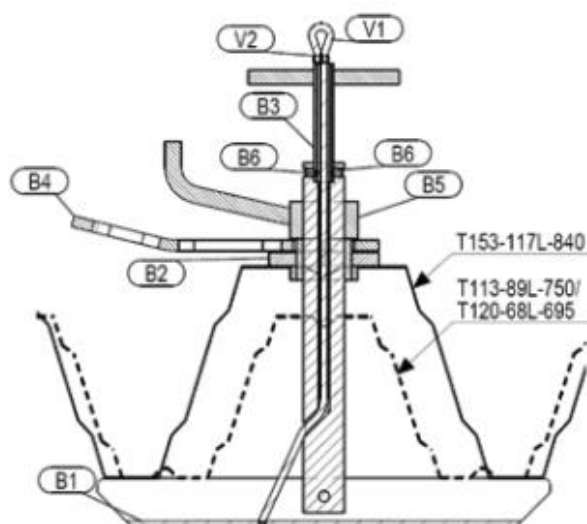
Lygintuvai turi būti pristumti kuo arčiau profiliuotų lakštų kraštų, kad krovinys būtų pritvirtintas stabiliai tarp kėlimo taškų.



3.2.1.14 pav. Lygintuvai turi būti pristumti kuo arčiau keliamų lakštų.

Apsauginis inkaras ir jo panaudojimas

Įrenginį galima naudoti tik darbuotojams kurie yra išklause šio prietaiso saugumo ir naudojimo instrukciją. Saugos inkaro naudojimas kitoms paskirtims negu nurodyta instrukcijoje yra uždraustas. Griežtai draudžiama įrenginį koreguoti. Tik patvirtinta darbo apranga ir saugos diržai gali būti naudojami kartu su apsauginiu inkaru. Tik viso kūno saugos diržai gali būti naudojami kartu su inkaru saugančiu nuo kritimo pavojaus. Apsauginio trosas sankaba gali būti montuojama tik prie tvirtinimo kilpos (B4) [26].



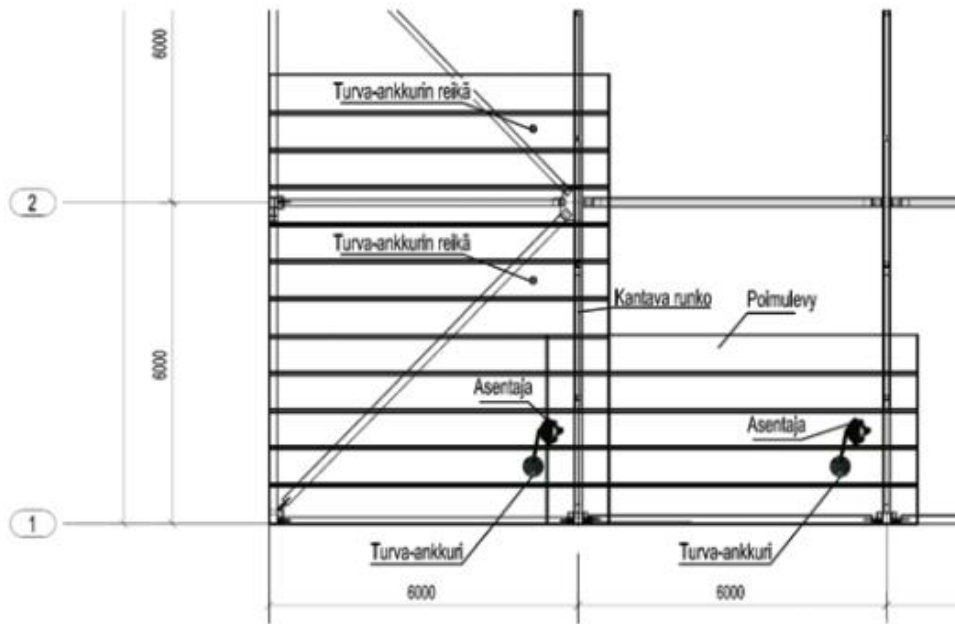
3.2.1.15 pav. Apsauginio inkaro pjūvis.

Dalių sąrašas:

- B1 – U formos plieninis strypas, kuriame yra $\varnothing 30$ mm ašis su M30 sriegiu;
- B2 – Atraminė plokštė;
- B3 – Sukimo rankena;
- B4 – Saugos trosas tvirtinimo kilpa;
- B5 – Suveržimo švaistiklis su M30 **visiniu** sriegiu;
- B6 – Šešiakampis lizdas;
- V1 – trosas $\varnothing 2-4$ mm storio;
- V2 – trosas galva.

Tvirtinimo vietos pasirinkimas

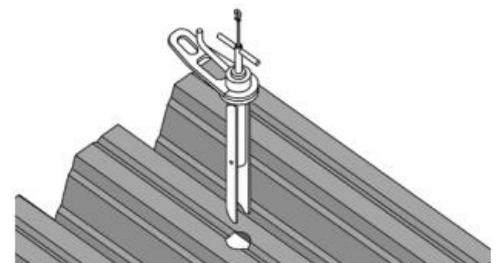
Tvirtinimo taškas turėtų visada būti pasirinktas, kad laisvo kritimo atstumas būtų kuo mažesnis. Taip pat svarbų patikrinti, kad įvykus kritimui kelyje nebūtų jokių kietų kliūčių. Apsauginio inkaro tvirtinimo skylės gali būti išgręžtos gamykloje arba statybos aikštelėje su Ø50mm diametro grąžtu. Skyle gręžiama vidurinėje lakšto bangoje ir būti nutolusi nemažiau kaip 1m. nuo laisvo plokštės galo. Tik vienas darbuotojas gali būti prisegtas prie vieno saugos inkaro [26].



3.2.1.16 pav. Apsauginio inkaro tvirtinimo taškų pavyzdžiai.

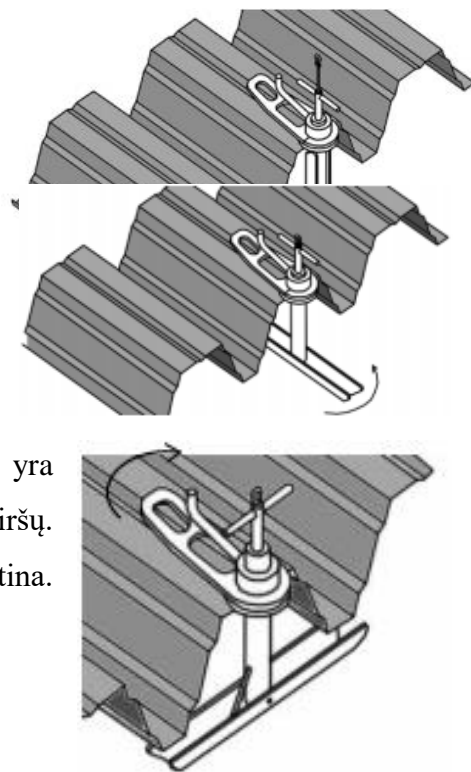
Tvirtinimo instrukcija

Apsauginis inkaras tvirtinamas į Ø50mm diametro skylę išgręžtą lakšto bangos viršuje. U formos tvirtinimo strypas B1 pasukamas vertikalia kryptimi patraukus trosą V1. kad tvirtinimo detalė pralystų per skylę.



Apsauginis inkaras įstatomas į išgręžtą skylę, kai sukimo rankena B3 pasukama taip, kad jos kryptis sutaptu su profiliuoto lakšto kryptimi.

Kai iškištas tvirtinimo strypas yra horizontalioje pozicijoje, jis pasukamas 90° kampu, kad jis prisitvirtintų prie apatinių lakšto bangų.



Kai tvirtinimo strypas pasuktas, patikriname ar viskas yra reikiamoje pozicijoje pabandant patraukti visą mechanizmą į viršų. Tada priveržiama suveržimo veržlė kol inkaras stabiliai prisitvirtina. Inkaro nuėmimas atliekamas priešinga tvarka [26].

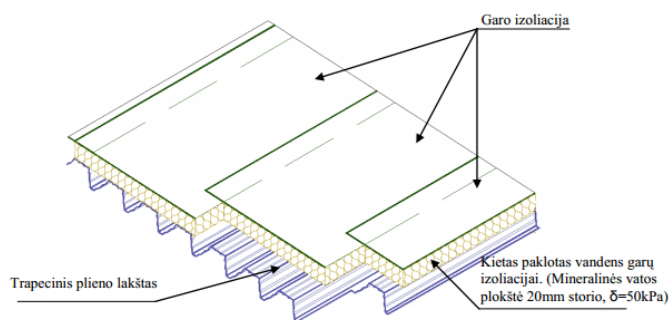
3.2.1.17 pav. Apsauginio inkaro tvirtinimas.

3.2.2. Vandens garų izoliacijos įrengimas

Visuose apšiltintuose plokščiuosiuose stoguose turi būti įrengta vandens garų izoliacija, kurios tipas priklauso nuo patalpų, esančių po stogu, santykinės oro drėgmės ir temperatūrinio režimo. Vandens garų izoliacija yra įrengiama iš šiltosios konstrukcijos pusės prieš šilumos izoliaciją arba tarp šilumos izoliacijos sluoksnių. Vandens garų izoliaciją tarp šilumos izoliacijos sluoksnių būtina įrengti tuo atveju, jei stogas yra įrengiamas ant profiliuoto plieno lakštų. Iš akmens vatos PAROC ROB 80 įrengiamas lygus pagrindas garo izoliacijai pakloti. Vandens garų izoliacijos siūles bus nesudėtinga suklijuoti arba teisingai perdengti.

Vandens garų izoliacija prijungimo prie sienų, švieslangių, šachtų ir įrenginių, pereinančių perdengimo vietose turi tęstis iki šilumos izoliacijos viršaus, o deformacinių siūlių vietose turi dengti kompensatorių kraštus [27].

Vandens garų izoliacija sandūrose turi būti užleidžiama viena ant kitos, laikantis gamintojų reikalavimų, o esant patalpų santykinei oro drėgmei per 60%, turi būti sulydoma arba suklijuojama. Vandens garų slėgio išlyginamojo sluoksnio tarp sluoksnių turi susisiekti su išore per parapetus, karnizus arba per vėdinimo kaminėlius [27].



3.2.2.1 pav. Garų izoliacijos sluoksnio įrengimas ant profiliuoto lakšto.

3.2.3. Šilumos izoliacijos įrengimas ir tvirtinimas

Pagrindas akmens vatos plokštėms tvirtinti gali būti gelžbetoninė arba monolitinė plokštė, cementinis išlyginamasis sluoksnis, profiliuoto plieno lakštai.

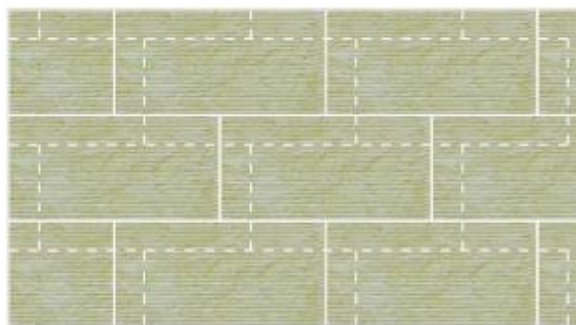
Įrengiant šilumos izoliaciją plokščiems stogams, jų montavimą būtina pradėti nuo tolimiausių zonų, kad būtų išvengta vaikščiojimo per šilumos izoliaciją.

Jeigu naudojame dvisluksnę sistemą, antrasis sluoksnis turi būti dedamas taip, kad perdengtų apatinio sluoksnio siūles ir nesusidarytų 4 kampų sandūros (žr. 3.2.3.1 pav.).

Tvirtinimo elementų tipas, kiekis ir išdėstymas priklauso nuo pastato aukščio bei formos, vyraujančių vėjų krypties ir pagal pagrindą bei tvirtinimo elementų laikinąją galią yra nustatomas skaičiavimais.

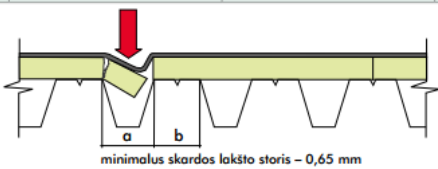
Kai tvirtinimo elementai yra tvirtinami į profiliuotą skardos paklotą – būtina tvirtinti į bangos viršų.

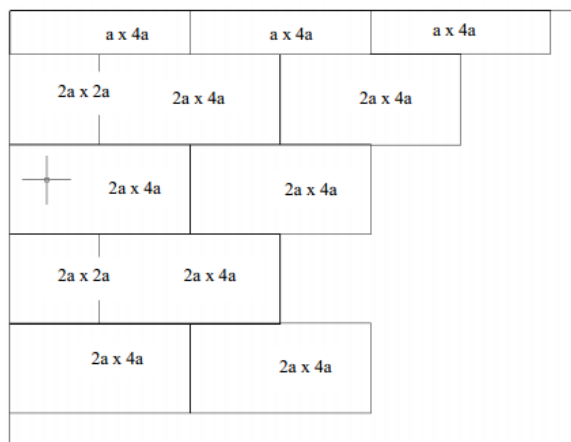
Dvisluoksnio šiltinimo atveju tvirtinimo elementai turi būti tvirtinami per abi akmens vatos plokštes [27].



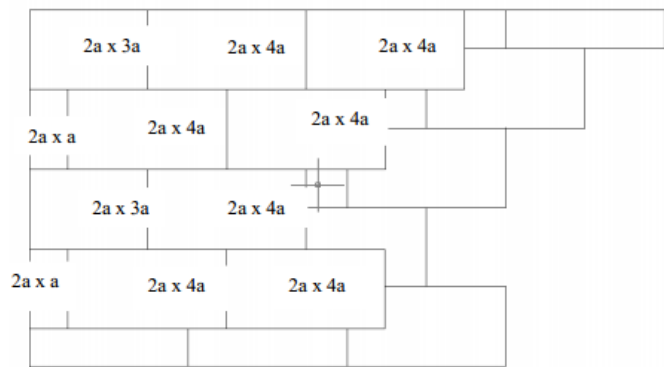
3.2.3.1 pav. Dvisluoksnės šilumos izoliacijos įrengimo schema.

3.2.3.1 lentelė. Rekomenduojamas akmens vatos gaminių storis virš profiliuotos skardos plieno lakštų.

Akmens vatos sluoksnio storis, mm	Maksimalus rekomenduojamas tarpo „a“ dydis mm, kai akmens vatos plokštės jungiamos tarp profiliuotos skardos lakšto briaunų	Maksimalus rekomenduojamas tarpo „a“ dydis mm, kai akmens vatos plokštės jungiamos ant profiliuotos skardos lakšto briaunų	Minimalus rekomenduojamas bangos dydis „b“, mm
 <p>minimalus skardos lakšto storis - 0,65 mm</p>			
20	120	120	35
50	120	170	35
80	180	220	35
100	200		35
120	220		35



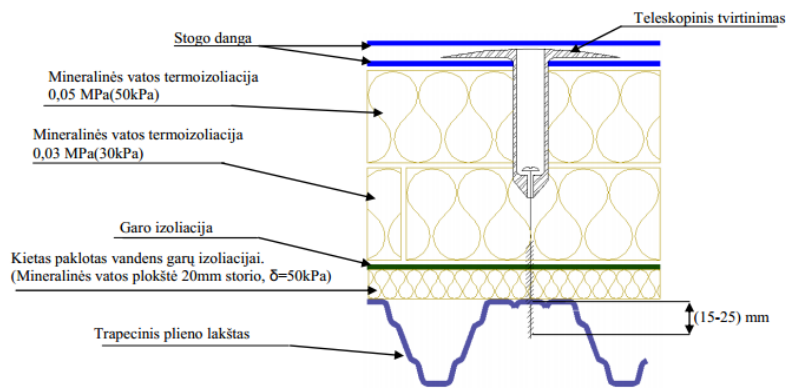
3.2.3.2pav. Pirmojo termoizoliacinio sluoksnio klojimo schema.



3.2.3.3 pav. Antrojo termoizoliacinio sluoksnio klojimo schema.

Esant tokiai klojimo schemai pirmojo ir antrojo sluoksnio siūlės nesutampa, o atliekų kiekis yra praktiškai lygus nuliui.

Mineralinės vatos plokštės prie trapecinio lakšto tvirtinamos, naudojant specialų teleskopinį elementą, susidedanti iš plastikinės smeigės ir plieninio savisriegio. Savisriegis į lakštą turi būti įsuktas (15-20) mm. Tvirtinimas daromas per apatinę hidroizoliacinę dangą į lakšto viršutinę bangą [27].



3.2.3.4 pav. Teleskopinis tvirtinimas.

Montuojant mineralinės vatos plokštes ant trapecinio lakšto, prie pagrindo tvirtinama ne mažiau nei vienu tvirtinimo elementu. Tvirtinant mineralinės vatos plokštes prie pagrindo per apatinį stogo dangos sluoksnį naudojama plastikinė smeigė 50 mm skersmens (žr. 3.2.3.5 pav.), tvirtinant tik mineralinės vatos plokštes prie lakšto naudojama 75 mm skersmens smeigė su spygliais (žr. 3.2.3.6 pav.).

Termoizoliacinės plokštės tarpusavyje gali būti suklijuotos karštu bitumu arba bitumine mastika. Suklijavimas turi būti tolygus ir sudaryti ne mažiau 30 % nuo suklijuojamų paviršių ploto.

Montavimo metu sudrėkęs mineralinės vatos apšiltinimas turi būti pašalintas ir pakeistas sausu.

Jei numatoma, jog eksploatacijos metu bus vaikščiojama per ritines stogo dangas (kad nebūtų gadinama šilumos izoliacija ir hidroizoliacija), reikia įrengti vaikščiojimo takelius [27].



3.2.3.5 pav.



3.2.3.6 pav.

3.2.4. Hidroizoliacinio sluoksnio įrengimas

Hidroizoliacinio sluoksnio pakloto paruošimas

Klojant stogo dangas ant termoizoliacinių plokščių arba surenkamo pakloto, hidroizoliacinio pakloto įrengimo darbai negali žymiai aplenkti apatinio dangos sluoksnio

klojimo darbus. Apatinio stogo dangos sluoksnio klojimas turi būti vykdoma ta pačią pamainą kaip ir termoizoliacijos plokščių arba surenkamo pakloto klojimas.

Įlajos turi būti išdėstytos žemesnėse stogo vietose pagal projektą ir mechaniškai pritvirtintos prie pastato konstrukcijų.

Stogo sujungimo su sienomis, parapetais, ventiliaciniais vamzdžiais ir kitomis stogo konstrukcijomis vietose, turi būti iš cemento-smėlio skiedinio arba asfaltbetonio suformuotos 45⁰ 100 mm aukščio nuožulos. Paklotui iš surenkamo išlyginamojo sluoksnio arba iš kietų mineralinės vatos plokščių, nuožulnumą reikia suformuoti iš kietos mineralinės vatos [28].

Paruošiamieji darbai prieš dengiant stogo dangą

Klojant stogo dangą esant minusinei temperatūrai, bituminę - polimerinę ritininę stogo dangą reikia pašildyti iki plusinės temperatūros per visą dangos tūrį. Klojant hidroizoliacijos sluoksnį, reikia atlikti paruošiamuosius darbus:

- Pagrindą nuvalyti nuo dulkių, šiukšlių, pašalinių daiktų (žiemos metu nuo apšalo ir sniego);
- Reikalui esant pašalinti seną dangą.

Gavus stogo dangą, reikia patikrinti kokybę pagal technines charakteristikas.

Stogo hidroizoliacijos sluoksnio dengimo darbai pradami tik po to, kai pasirašytas paslėptų darbų atlikimo aktas.

Hidroizoliacijos sluoksnis dengiamas pagal projektą, kur nurodomi medžiagų pavadinimai, jų rūšys ir sluoksnių kiekis, o taip pat stogo dangos prie pagrindo tvirtinimas.

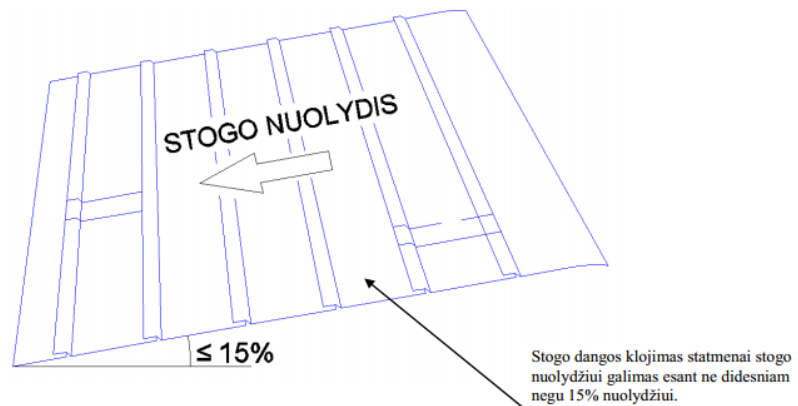
Prieš lydant stogo dangą ant paviršių iš mineralinės vatos plokščių, viršutinis sluoksnis gruntuojamas karšta bitumine mastika, kurios minkštėjimas ne mažiau 85⁰ C arba bitumu BN 90/10, BNK 90/30. Išeiga (1,5-2) kg/m² [28].

Termodeformacinės siūles paklote reikia perdengti ritininės dangos (100-150) mm pločio juostomis.

Prieš viršutinio sluoksnio dengimą, tos zonos kur bus montuojamos įlajos, apklijuojamos papildomu apatinės dangos sluoksniu, kurio išmatavimai (700x700) mm. Viršutinio ir papildomo sluoksnių stogo dangos užleidžiamos ant įlajos lėkštės, prie kurios tvirtinamas prispaudžiamuoju žiedu, o įlajos lėkštė tvirtinama prie pagrindo [28].

Prilydomosios ritininės stogo dangos klojimas

Kai nuolydis daugiau nei 15 % ritininės dangos klojamos išilgai šlaito, kai nuolydis mažesnis – lygiagrečiai arba statmenai šlaitui (žr. 3.1.4.1 pav.).

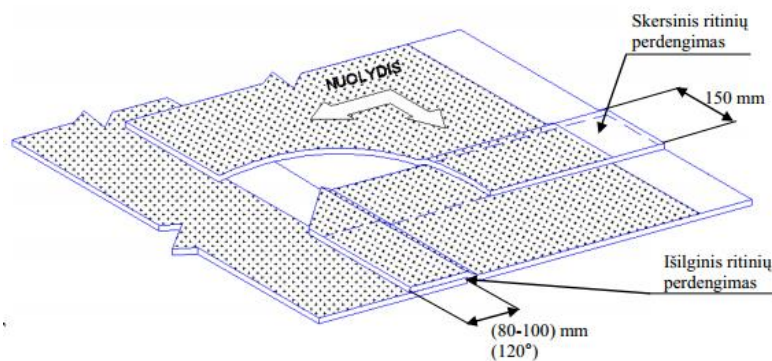


3.2.4.1 pav. Dengimas danga ant šlaito.

Kryžmiškas ritininių dangų klojimas neleistinas.

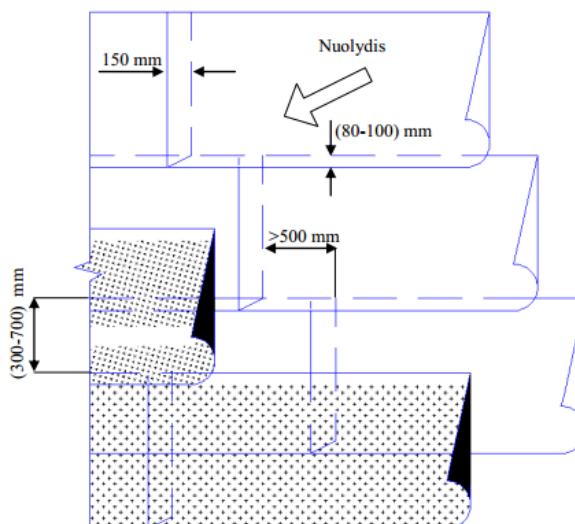
Stogo dengimas danga pradedamas nuo žemesnių plotų.

Klojant ritinines stogo dangas ritiniai klojami taip, kad gretimi ritiniai perdengia vienas kitą ne mažiau nei 80 mm (išilginis perdengimas). Skersinis ritininių dangų perdengimas turi sudaryti 150 mm (žr. 3.2.4.2 pav.) Vienasluoksnių medžiagų išilginis perdengimas turi būti nemažesnis nei 120 mm [28].



3.2.4.2 pav. Ritininių dangų perdengimas.

Atstumas tarp apatinio ir viršutinio dangos sluoksnių išilginių siūlių turi būti didesnis nei 300 mm. Gretimų stogo dangos ritinių skersiniai perdengimai turi turėti poslinkį vienas kito atžvilgiu 500 mm (žr. 3.2.4.3 pav.).



3.2.4.3 pav. Poslinkis sutampančiuose stogo dangų sluoksniuose.

Prilydant ritinines dangas darbai atliekami sekančia seka:

- Ant paruošto pakloto išvyniojamas ritinys, pamatuojamas kitų ritinių atžvilgiu, užtikrinant reikiamą medžiagų perdengimą;
- Vyniojama nuo abiejų galų iki vidurio. Kaitinamas apatinis klijuojamo ritinio sluoksniu ir tuo pačiu metu kaitinamas pagrindas arba iš anksto priklijuoto sluoksnio viršus. Ritinys palapsniui išvyniojamas, papildomai prispaudžiant voleliu. Ypatingai kruopščiai prispaudžiamos perdengimo vietos;
- Analogiškai priklijuojama antroji ritinio dalis. Lydant stogo dangą stogdengys išvynioja ritinį „į save“.

Ritinį reikia išvynioti ant pakaitinto apatinio paviršiaus. Šildymą vykdo iš lėto su degikliu taip, kad užtikrintų tolygų paviršiaus kaitinimą. Praktika rodo, kad geriau vykdyti judesius raide „Γ“ papildomai pašildant perdengimo medžiagos sritis. Patariama nevaikšioti ant kė tik paklotos stogo dangos – nes stogo danga praranda estetinę išvaizdą: pabarstas įmindomas į bituminį sluoksnį ir ant paviršiaus lieka tamsios dėmės. Gaminant polimerines bitumines dangas (MIDA Bipol, MIDA Unifleks, MIDA BALT, MIDA Technoelast ir t.t.) iš apatinės pusės naudojama speciali plėvelė su piešiniu. Piešinio deformacija rodo apie teisingą polimerinio - bituminio paviršiaus iš apatinės ritinio pusės pašildymą (žr. 3.2.4.4 pav.) [28].



3.2.4.4 pav. Piešinio dingimas apatinėje ritinio pusėje, teisingai kaitinant paviršių.

Kokybiškam medžiagos prilijimui prie pagrindo arba anksčiau pakloto dangos sluoksnio, reikia stengtis palaikyti nedidelę bitumo „banga“ sąlyčio su pagrindu vietoje. (žr. 3.2.4.5 pav.).

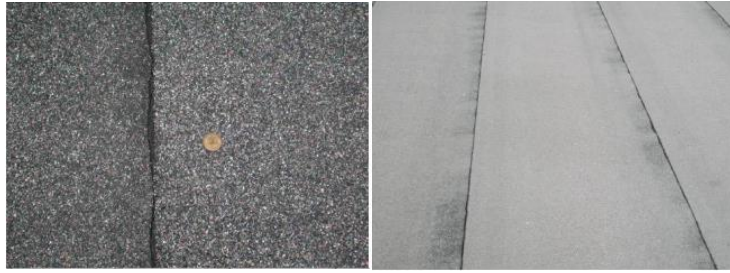


3.2.4.5 pav. Piešinio dingimas apatinėje ritinio pusėje, teisingai kaitinant paviršių.

Požymiu, kad medžiaga tinkamai kaitinama, yra polimerinės - bituminės masės ištekėjimas (3-15) mm pro išilgines ir šonines užlaidas. Pro išilginę užlaidą daugiau kaip 5 mm pločiu ištekėjusią polimerinę - bituminę masę reikia pabarstyti pabarstu. Ši „banga“ yra užlaidos hermetiškumo garantas. (žr. 3.2.4.6 pav.).

Prikljuojamos medžiagos negali sudaryti raukšlių, bangų.

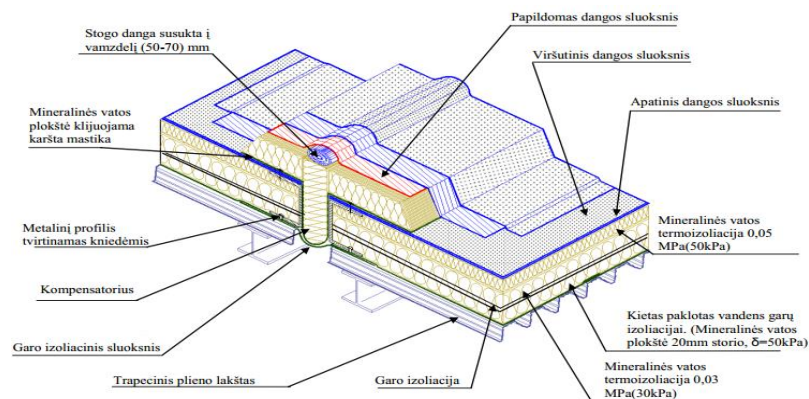
Kad medžiaga gerai prisiklijuotų pagal visą paviršių ir neatsirastų aukščiau paminėtų defektų, dangą reikia su minkštu šepėčiu arba voleliu priglausti ir išlyginti, judesiai turi būti nuo ritinio vidurio ašies ir statmeni link dangos krašto. Ypatingai atidžiai reikia prispausti ritinių kraštus. Dengiant pirmą dangos sluoksnį pirmu sluoksniu apklijuojamos išsikišusios stogo konstrukcijos vietos ir parapetai. Toks dengimas apsaugo nuo vandens patekimo po stogo danga sujungimo vietose [28].



3.2.4.6 pav. Pro siūlę pratekėjusi polimerinė - bituminė masė (palyginimui - 10 centų moneta.)

3.2.5. Deformacinių siūlių įrengimas hidroizoliacinėje stogo dangoje

- Deformacinės siūlės turi būti atitrauktos nuo sienų, parapetų ir kitų virš stogo išsikišusių pastato dalių ne mažiau kaip 500 mm;
- Deformacinių siūlių išdėstymo intervalai turi būti tokie, kad užtikrintų hidroizoliacinės dangos sandarumą ir jos atsparumą irimui dėl deformacinių reiškinių;
- Betone, keramzitbartonyje arba mediniuose paklotuose deformacinės siūlės turi būti įrengtos ne didesniais kaip 10 m intervalais, o termoizoliacinių statybos produktų paklotuose – ne didesniais kaip 30 m intervalais;
- Pastato aukščio perkryčio vietose esančiose deformacinėse siūlėse turi būti įrengti kompensatoriai. Deformacinės siūlės konstrukcija turi būti tokia, kad atsiradus deformacijai, pro siūlę nepratekėtų vanduo. Deformacinių siūlių įdėklams turi būti naudojami nedegūs termoizoliaciniai statybos produktai;
- Deformacinės siūlės pastato konstrukcijose, paklote ir hidroizoliacinėje stogo dangoje turi būti sutapdintos;
- Metalinis kompensatorius, montuojamas į termodėformacinę siūlę negali tarnauti kaip garų izoliacija. Reikalingi papildomi garų izoliacijos sluoksniai ant kompensatoriaus [29].



3.2.5.1 pav. Deformacinė siūlė dangose su pagrindu iš profiliuoto plieno lakšto.

4. DARBŲ SAUGA

4.1. PAGRINDINIAI DARBO SAUGOS REIKALAVIMAI

Visais darbo saugos klausimais būtina vadovautis DT 5-00 „Saugos ir sveikatos taisyklės statyboje” bei kitais veikiančiais darbo saugos dokumentais. Projektuojamo pastato statybvietyje ypatingas dėmesys skirtas saugumui, tam įrengiama tvora ties klypo riba ir užtikrinama, kad pašaliniai asmenys nepatektų į statybos aikštelę bei darbų vykdymo zoną. Taip pat pavojingos zonos pažymios įspėjamaisiais ir draudžiamaisiais ženklais, darbo vietos gerai apšviečiamos.

Atliekant žemės darbus nuolat stebima, kad kasamų duobių ir tranšėjų šlaitų nuolydžiai atitiktų DT 5-00 nurodymus ir reikalavimus, o žmonių judėjimo vietose per tranšėjas įrengiami laikini mediniai tilteliai su aptvaru. Žemės darbai prie esamų inžinerinių tinklų ir kitų statinių būtų vykdomi rankiniu būdu ir dalyvaujant atitinkamų žinybų atstovams [13].

Keliamų gaminių užkabinimas bei perkėlimas statybvietyje atliekamas patikrinta ir išbandyta įranga. Stebima, kad kėlimo mechanizmai nebūtų perkrauti gaminiai nebūtų perkeliama virš zonų už statybos aikštelės ribų (už tvoros) bei virš zonų, kur yra žmonės, taip pat šalia tvoros gaminiai nekeliami aukščiau 2m nuo žemės paviršiaus. Laikomasi priemonių, kad nebūtų žmonių po keliamomis konstrukcijomis ir zonose, kur konstrukcijos gali nukristi. Tik tvarkinga ir saugi kėlimo ir krovimo įranga naudojama statybvietyje, visi krovinių paėmimo įtaisų (stropų) kroviniai kabliai yra su apsauginiais užraktais, konstrukcijos į montavimo vietą pristatomos artimos projektinei padėčiai. Užtikrinama, kad konstrukcijos nebūtų keliamos, neturinčios montavimo kilpų arba žymių, be kurių negalima teisingai konstrukcijas pakabinti ir montuoti, o pastatytos į projektinę padėtį, konstrukcijos būtų atkabinamos tik po to, kai jos yra pastoviai arba patikimai laikinai įtvirtintos. Taip pat nebūtų paliktos pakabintos konstrukcijos darbo pertraukų metu [21].

Visą statybų laikotarpį darbininkai yra aprūpinami specialia apranga ir individualios apsaugos priemonėmis (šalmais, apsaugos diržais ir pan.). Aikštelėje įrengiama vieta kur visada yra vaistinėle su tvarsčiais, pirmosios pagalbos priemonėmis ir komplektu būtiniausių vaistų, kurių galiojimo terminas nėra pasibaigęs [20].

Statybos pradžioje paskiriamas darbuotojas, atsakingas už darbo saugos priemonių įvykdymą [15].

Statybos aikštelėje prie buitinių patalpų gerai prieinamoje vietoje įrengiamas priešgaisrinis postas (skydas su gesintuvais ir kitu priešgaisrinio inventoriu). Be to,

priešgaisriniai postai įrengiami ir statomame pastate. Statybvietėje rangovas privalo nurodyti evakavimo kelius iš statybvietės ir iš pastato, kilus gaisrui arba atsitikus avarijai. Statybvietėje suprojektuoti du antžeminiai hidrantai, kuriu kiekvienas užtikrina 15 l/s vandens tiekimą gaisro metu. Suprojektuotame pastate tolygiai išdėstomi milteliniai gesintuvai. Kiekvienoje patalpos 200 m² ploto dalyje po keturis 2 kg, tris 4 kg arba po du 6 kg gesintuvus.

Darbuotojai turi būti išmokyti suteikti pirmąją pagalbą nukentėjusiajam. O darbuotojas, kuris įvykus nelaimingam atsitikimui buvo sužeistas arba staigiai susirgo, nedelsiant nugabenamas į medicinos įstaigą. Statybvietėje nurodoma vieta buitinėse patalpose, kuriose yra vaistinė bei suteikiama pirmoji medicinos pagalba.

Gerai matomose vietose nurodomi gelbėjimo tarnybų (greitosios medicinos pagalbos, gaisrinės ir avarinės dujų tarnybos) telefonų numeriai ir adresai. Rangovas iki darbų pradžios numato konkrečias vietas statybvietėje, kuriose įrengiami informaciniai stendai su darbų saugos ženklais, būtiniais telefonų numeriais, su transporto judėjimo schema, o taip pat kita darbo saugos informacija [14].

Pagal Lietuvos Respublikos įstatymų reglamentuotą tvarką (2003 metų liepos 11 dienos sveikatos ministro įsakymas Nr.V-450 „Dėl sveikatos priežiūros ir farmacijos specialistų kompetencijos teikiant pirmąją medicinos pagalbą, pirmosios medicinos pagalbos vaistinėlių ir pirmosios pagalbos rinkinių“) įmonėje, įstaigoje, organizacijoje, institucijoje, kurioje nėra darbo medicinos punkto ar sveikatos tarnybos, paskiriamas asmuo, atsakingas už pirmosios pagalbos teikimą, o statybvietėje įrengiamas pirmosios pagalbos rinkinys. Rinkinyje gali būti tik kokybiškos medicinos pagalbos priemonės, aprobuotos Lietuvoje.

Statybos darbų vykdymo metu įvykus avarijai, statybos rangovas privalo nedelsdamas atlikti šiuos veiksmus: organizuoti ir suteikti pagalbą nukentėjusiems asmenims; imtis skubių priemonių, tam, kad būtų išvengta tolesnių avarijos pasekmių; pranešti apie avariją teisėsaugos institucijai, jei yra nukentėjusių žmonių; užtikrinti pastato avarijos vietos apsaugą; pranešti apie avariją savivaldybės administracijos vadovui, Valstybinei statybos inspekcijai, statytojui, statinio statybos techninės priežiūros vykdytojui ir statinio projektuotojui; aprašyti statinio būklę po avarijos, statinio pakitimus ir jų atsiradimo vietas[14].

Statybos metu statybvietėje rangovas privalo vykdyti LR darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymo ir kitų darbuotojų saugos ir sveikatos norminių teisės aktų nustatytas darbdavio pareigas bei užtikrinti tvarką ir švarą, tinkamą darbo vietų išdėstymą, darbo įrenginių techninę priežiūrą ir t.t. [14].

4.2. PROFESINĖS RIZIKOS VERTINIMAS DARBO VIETOJE

Profesinės rizikos vertinama naujai statomos parduotuvės statybos aikštelėje, vykdant žemės darbus [13] ir atliekant sprautinių polių montavimą [24]. Atliekant šį darbą naudojamos įvairios mašinos (buldozeris, ekskavatorius, savivartis, greideris, polių kalimo mašina ir pan.), 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 [16].

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

Veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo vietos šiluminė aplinka	Dirbant sunkų fizinį III kategorijos darbą kai temperatūra viršija 26°C, reikia riboti darbo trukmę [17]		×		×
Triukšmas (darbas su poliakale)	Didžiausias darbo dienos triukšmo poveikio dydis viršija norminę reikšmę - $L_{EX, 8h} = 85 \text{ dB(A)}$ [18]		×		×
Darbas grunto tankinimo mašina (vibracinė koja)	Tankinimo mašinos vibracijos intensyvumas veikiantis darbuotojo rankas viršija norminę reikšmę $2,5 \text{ m/s}^2$ [19]		×		×

4.2.2 lentelė. Fizinį veiksmų sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas.

Veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Besisukančios ar judamos mašinų dalys (polių kalimo mašina)	Neuždengta poliakalės kalimo alkūnė		×	×	
Transportavimo įranga (kranai)	Žmonės gali būti sužaloti krentančiais daiktais, jei yra keliami sunkūs kroviniai [21]		×		×

4.2.3 lentelė. Ergonominių ir psichosocialinių veiksmų sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas.

Veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo sunkumas (Dinaminis darbas)	Sunkus fizinis III kategorijos darbas tenkantis darbuotojams, didelė tikimybė gauti trauma [17]		×		×
Darbo emocinė įtampa (apima visus darbuotojus)	Darbas pagal nustatytą grafiką, darbas esant laiko ir informacijos trūkumui, darbas lydimas pavojų, asmeninės rizikos, atsakomybės už kitų asmenų saugumą	×		×	

Rizikos skaičiavimas

Paprasčiausias būdas apskaičiuoti rizikos dydį balais yra panaudoti formulę :

$$\text{Rizikos dydis} = \text{pavojaus dydis} \times \text{traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė} \times \text{pasekmės}$$

Pavojaus dydis gali būti vertinamas tokiais balais:

3 – labai didelis (labai kenksmingos darbo sąlygos arba gali įvykti nelaimingas atsitikimas (sunkus, mirtinas);

2 – didelis (kenksmingos darbo sąlygos arba gali įvykti nelaimingas atsitikimas, kurio metu patiriama sveikatai pavojinga trauma);

1 – nedidelis (normalios darbo sąlygos, gali susirgti profesine liga arba patirti lengvą traumą).

Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė gali būti vertinama balais taip:

3 – didelė (traumos ar kitokie sveikatos pakenkimai dažni);

2 - vidutinė (atsitiktinės traumos ar kitokie sveikatos pakenkimai);

1 – maža (traumos ar kitokie sveikatos pakenkimai reti).

Nustatant traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybę, reikia atsižvelgti tiek į galimybę, kad tai įvyks kiekvieną kartą atliekant užduotį, tiek į užduoties atlikimo dažnumą bei trukmę.

Pasekmės gali būti vertinamos kaip veikiančios:

3 – padalinį (paveikia daugelį asmenų);

2 – grupę (paveikia šalia esančius asmenis);

1 – asmenį.

4.2.4 lentelė. Rizikos nustatymas.

Veikla	Pavojai	Taikomos saugos priemonės	Priemonių pakanka	Pastebėti trūkumai	Pavojaus dydis	Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė (balais)	Pasekmės	Rizikos dydis balais
Vadovavimas darbams	Emociniai	Dalintis atsakomybe su kitais asmenimis	Taip	-	1	1	1	1
Pamatų duobių kasimas rankomis	Fiziniai	Daryti ilgesnes pertraukas, rankinį darbą keisti mechaniniu	Taip	-	1	1	1	1

Krovinių kėlimas kranu	Fiziniai	Šalmų nešiojimas, apsauginių zonų laikymasis [9]	Taip	-	3	1	1	3
Polių kalimas	Fiziniai	Šalmų ir pirštinių naudojimas, apsauginių zonų laikymasis	Taip	-	3	1	1	3
Grunto tankinimas vibracine mašina	Vibracija	Riboti darbo laiką	Taip	-	1	1	2	2
Lauko darbai karštyje arba šaltyje	Fiziniai	Naudojamos asmeninės apsauginės priemonės, geriama daug skysčių, daromos pertraukos	Taip	-	1	1	2	2

Išvada: ištyrus spraustinių polių montavimo darbus nustatyta, kad darbų rizika yra priimtina arba toleruotina. Tai reiškia, kad nereikia jokių papildomų rizikos mažinimo ar šalinimo priemonių.

4.3. APLINKOS APSAUGA

Pastato statybos produktai yra nepralaidūs teršalams ir nuotekoms, kurios gali pasklisti aplinkoje ir turėti aplinkai neigiamą poveikį, sukelti grėsmę žmonių sveikatai, gyvūnams ir augalams bei ekosistemoms. Siekiant išvengti būsimos žalos aplinkai, būtina atsižvelgti į statybos produktų įvertinimą per visą jų naudojimo laikotarpį [31].

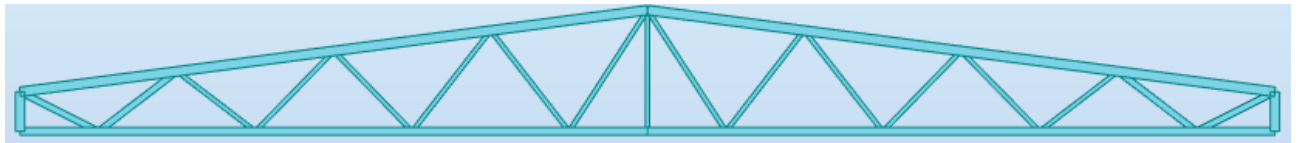
Pastatas suprojektuotas ir turi būti pastatytas taip, kad nekeltų grėsmės žmonių higienai ar sveikatai ir neterštų aplinkos dėl netinkamo kietųjų atliekų šalinimo. Turi būti tinkamo kietųjų atliekų tvarkymo užtikrinimo priemonės. Susidariusių dujų emisijos, kvapų ir skysčių, taip pat atliekų filtrato infiltracijos į dirvožemį paskleidimui išvengti

būtina užtikrinti atliekų surinkimo įrenginių ir jų dangčių sandarumą surenkant ir sandėliuojant kietąsias atliekas [31].

Buitinių atliekų puvimui išvengti atliekas būtina presuoti sandėliavimo konteneriuose ir kaip galima greičiau jas pašalinti. Atliekų tvarkymo sistemos objektai suprojektuoti taip, kad būtų išvengta atliekų likučių po pašalinimo ir būtų galima kuo greičiau jas sutvarkyti [31].

5. EKONOMINĖ DALIS

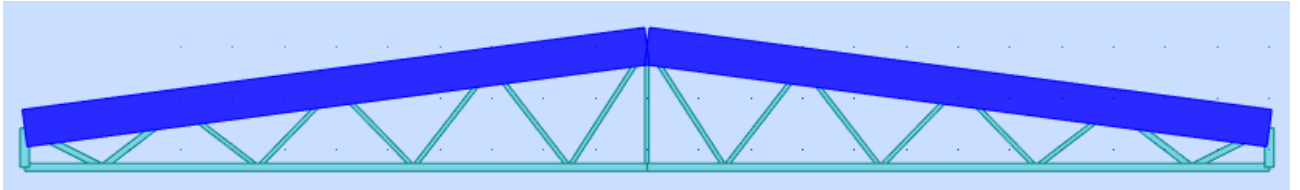
Šioje dalyje palyginsime dvi apskaičiuotas santvaros konstrukcijas. Pirmoji yra dvišlaitė metalinė santvara iš 355 klasės stiprumo plieno surinkta iš kvadratinų ir stačiakampių šaltai formuotų vamzdžių (5.1 pav.). Antroji dvišlaitė kombinuota klijuotos medienos ir metalo santvara, kurios viršutinė juosta pagaminta iš GL28h klijuotos medienos, o apatinė juosta ir spyriai pagaminti iš kvadratinų šaltai temptų S355 klasės vamzdžių (5.2 pav.).



5.1 pav. Dvišlaitė metalinė santvara

5.1 lentelė. Metalinės santvaros elementų kiekiai

SANTVAROS S-1 ELEMENTAI					
Poz./ Eil. nr.	Pavaadinimas ir techninės charakteristikos	Žymuo	Vnt.	Kiekis, kg	Mato vnt.
1.	200x200x10 mm, S355, L=12225 mm	EN 102010	2	1379,40	kg
2.	160x160x8 mm, S355, L=11870 mm	EN 102010	2	679,20	kg
3.	200x200x10 mm, S355, L=784 mm	EN 102010	2	85,50	kg
4.	120x120x5 mm, S355, L=1490 mm	EN 102010	2	52,15	kg
5.	120x120x5 mm, S355, L=1549 mm	EN 102010	2	54,22	kg
6.	120x50x4 mm, S355, L=1607 mm	EN 102010	2	31,66	kg
7.	120x50x4 mm, S355, L=1865 mm	EN 102010	2	36,74	kg
8.	120x50x4 mm, S355, L=1898 mm	EN 102010	2	37,39	kg
9.	120x50x4 mm, S355, L=2186 mm	EN 102010	2	43,06	kg
10.	120x50x4 mm, S355, L=2210 mm	EN 102010	2	43,54	kg
11.	120x50x4 mm, S355, L=2509 mm	EN 102010	2	49,43	kg
12.	40x40x4 mm, S355, L=1700 mm	EN 102010	1	14,28	kg
<u>Suvirinimas 2%:</u>				50,13	kg
<u>Iš viso:</u>				2556,70	kg



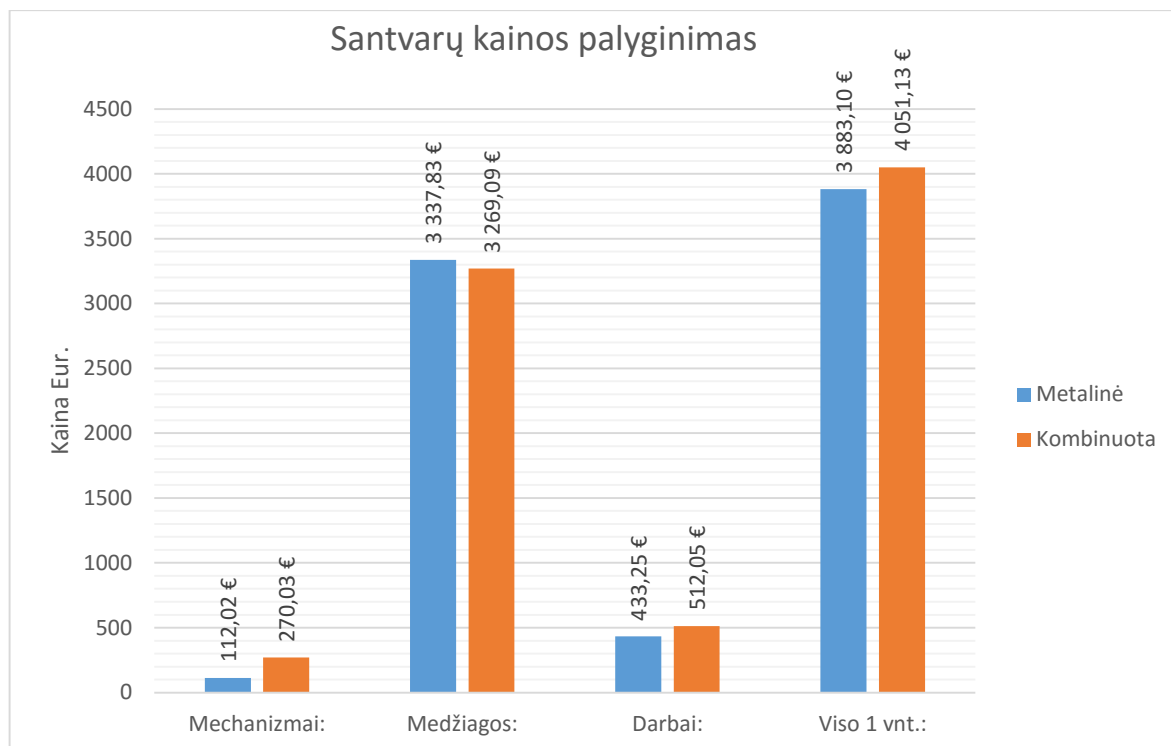
5.2 pav. Dvišlaitė kombinuota klijuotos medienos ir metalo santvara

5.2 lentelė. Kombinuotos santvaros elementų kiekiai

SANTVAROS ELEMENTAI						
ELEM. NR.	MEDŽIAGA	SKERSPJŪVIS MM	ILGIS MM	KIEKIS VNT	MASĖ KG	
					ELEMENTO	ELEMENTŲ
1	GL28H	240x720	12194	2	1095,70	2191,40
2	S355J0H	150x150x6	11910	2	319,19	638,38
3	S355J0H	180x180x8	502	2	21,44	42,88
4	S355J0H	120x120x4	866	2	12,47	24,94
5	S355J0H	120x120x4	1022	2	14,72	29,44
6	S355J0H	80x80x4	1237	2	11,64	23,28
7	S355J0H	80x80x4	1464	2	18,82	37,64
8	S355J0H	80x80x4	1592	2	14,98	29,96
9	S355J0H	80x80x4	1839	2	17,30	34,60
10	S355J0H	80x80x4	1938	2	18,24	36,48
11	S355J0H	80x80x4	2210	2	20,80	41,60
12	S355J0H	80x80x4	1664	1	15,66	31,32
Suvirinimas 2%						19,41
Iš viso metalo:						989,93
Iš viso medienos:						2191,40

5.3 lentelė. Ekonominiai rodikliai

<i>Ekonominiai rodikliai. Santvarų įrengimo resursų ir kainos palyginimas (1-ai santvarai)</i>		
Pavadinimas	Metalinė	Kombinuota
	Kaina, Eur	
Mechanizmai:	112,02 Eur	270,03 Eur
Medžiagos:	3337,83 Eur	3269,09 Eur
Darbai:	433,25 Eur	512,05 Eur
Viso 1 vnt.:	3883,10 Eur	4051,13 Eur
Pagrindinių medžiagų sąnaudų kiekiai:	Metalas S355, t	Mediena GL28h, m3
Metalinė santvara:	2,557	-
Kombinuota medžio ir metalo santvara:	0,990	4,21



5.1 grafikas. Kainų palyginimo diagrama

Išvada: Iš pateiktos kainų palyginimo diagramos matome, kad metalinės santvaros įrengimo kaina yra nežymiai mažesnė, kombinuotos santvaros įrengimo kaina 4051,13 Eur., o metalinės 3883,10 Eur. Tačiau šiuose rezultatuose pateikta, tik pačių santvarų elementų kainos, nėra įvertinta jų surinkimo kaina. Įvertinus netradicinės kombinuotos santvaros gamybos kainą ir sudėtingą jos mazgų sujungimo technologiją, jos kainą žymiai išaugtų lyginant su paprasta, dažnai naudojama metaline santvara. Todėl ekonomiškiau ir racionaliau projektuojamame pastate naudoti metalines santvaras kaip stogą laikančias konstrukcijas.

IŠVADOS

Baigiamajame darbe parengtas praktinės paskirties pastato statybinių konstrukcijų dalies projektas.

- Apibūdintos visuomeniniam prekybinės paskirties pastatui naudojamos konstrukcijos ir aprašyti bendrieji statybos sklypo duomenys, pastato forma, parametrai, planiniai ir tūriniai pastato rodikliai, apskaičiuota stogo konstrukcijos šiluminė varža;
- Parinktos pastatui atitinkamos konstrukcijos ir suprojektuotos apkrovos tenkančios laikančioms konstrukcijoms nuo: vėjo, sniego, savojo konstrukcijų svorio.;
- Naudojantis kompiuterine programa Autodesk „Robot Structural analysis“ apskaičiuotos įrašos tenkančios konstrukcijoms;
- Atlikti laikančiųjų konstrukcijų skaičiavimai, parinkti jų skerspjūviai.

Suprojektuota dvišlaitė santvara S-1 pagaminta iš S355 klasės metalinių kvadratinio ir stačiakampio skerspjūvių vamzdžių dengianti 24m tarpatramį, kurios bendras svoris 2668,2kg;

Gelžbetoninė K-1 C30/37 klasės kolona kurios skerspjūvis 300x300mm, išilginė armatūra 4x18Ø S400 klasės armatūros, skersinė armatūra parinkta 18x6Ø S240 klasės metalo.

Spraustininiai poliniai pamatai iš C25/30 XC2 klasės betono kurių skerspjūvis 350mm, polinio pamato armatūros karkasas susideda iš išilginės armatūros 6x12Ø S500 klasės armatūros ir skersinės 27x8Ø S250 klasės armatūros.

Suprojektuotas gelžbetoninis rostverkas R-1 iš C25/30 klasės betono. Viršutinė jo dalis armuojama tinklu iš Ø8 mm S400 klasės armatūros, apačioje armuojama tinklu iš Ø10 mm S400 klasės armatūros. Tarpusavyje tinklai jungiami Ø10 mm S400 klasės armatūra, surišant kas antra tinklų mazgą perimetru.

- Sudaryta santvarų montavimo technologinė kortelė, apskaičiuoti darbų kiekiai, darbininkų poreikis, parinktas kranas. Detaliai aprašyta visų stogo sluoksnių įrengimo technologija.
- Suprojektuotos dvi stogų laikančios konstrukcijos, tai yra dvišlaitė metalinė santvara iš S355 klasės metalo ir dvišlaitė kombinuota klijuotos medienos ir metalo santvara pagaminta iš GL28h stiprumo klasės klijuotos medienos ir S355 klasės metalo. Apskaičiuoti šiems santvaroms įrengti reikalingi medžiagų kiekiai, sudarytos sąmatos su vienos konstrukcijos įrengimo kaina naudojantis statybos įkainių skaičiavimo

programa „ProSama5G“. Metalinė santvara yra ekonomiškesnė, jos įrengimo kaina 3883,10 Eur, o kombinuotos santvaros 4051,13 Eur. Kainos nurodytos be PVM.

- Parengti projektuojamo pastato architektūrinės dalies brėžiniai;
- Parengti projektuojamo pastato konstrukcinės dalies brėžiniai;
- Parengtos darbų saugos priemonės ir jų sprendimo keliai, taip pat aprašytos aplinkosaugos priemonės.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. STR 2.05.04:2003. Poveikiai ir apkrovos. Valstybės žinios, 2003-06-20, Nr. 59-2683.
2. STR 2.05.08:2005. Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos. Valstybės žinios, 2005, Nr. 28-895.
3. STR 2.05.08:2005. Praktinio taikymo vadovas 6 priedas. Medžiagos. Elementų skaičiavimas. Valstybės žinios.
4. STR 2.05.08:2005. Praktinio taikymo vadovas 7 priedas. Jungčių skaičiavimas ir reikalavimai konstrukcijoms projektuoti.
5. STR 2.05.08:2005. Praktinio taikymo vadovas 8 priedas. Jungčių skaičiavimas ir reikalavimai konstrukcijoms projektuoti.
6. STR 2.05.05:2005. Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. Valstybės žinios, 2005.01.26, Nr. 17-550.
7. STR 2.05.05:2005. Praktinio taikymo vadovas 3 priedas. Medžiagos. Elementų skaičiavimas.
8. STR 2.05.05:2005. Praktinio taikymo vadovas 5 priedas. Elementų skaičiavimas.
9. STR 2.05.07:2005. Medinių konstrukcijų projektavimas. Valstybės žinios, 2005, Nr. 25-818.
10. STR 2.05.02:2008. Statinių konstrukcijos. Stogai. Valstybės žinios, 2008-11-13, Nr. 130-4997.
11. STR 1.05.08:2003. Statinio projekto architektūrinės ir konstrukcinės dalių brėžinių braižymo taisyklės ir grafiniai žymėjimai. Valstybės žinios, 2003, Nr. 122-5541.
12. STR 1.01.06:2010. Ypatingi statiniai. Valstybės žinios, 2010-09-30, Nr. 115-5904.
13. STR 1.07.02:2005 Žemės darbai. Valstybės žinios, 2005-12-29, Nr. 151-5569.
14. Darboviečių įrengimo statybvietėse nuostatai. Valstybės žinios, 2008-01-24, Nr. 10-362.
15. Saugos ir sveikatos taisyklės statyboje. DT 5-00. Valstybės žinios, 2001-01-10, Nr. 3-74.
16. Darbuotojų saugos ir sveikatos instrukcijų rengimo ir instruktavimo tvarka. Valstybės žinios, 2005-04-26, Nr. 53-1817.
17. HN 69:2003 "Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametru norminės vertės ir matavimo reikalavimai. Valstybės žinios, 2004-03-26, Nr. 45-1485;
18. Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2005-04-26, Nr. 53-1804;
19. Darbuotojų apsaugos nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2004-03-17, Nr. 41-1350;
20. Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsaugos priemonėmis nuostatai. Valstybės žinios, 2007-11-29, Nr. 123-5055;

21. Kėlimo kranų naudojimo taisyklės. Valstybės žinios, 2010-09-23, Nr. 112-5717.
22. Medzvieckas J., Sližytė D., Mackevičius R. „Pamatai ir Pagrindai“. Vilnius: „Technika“, 2012.
23. Bill Mosley, John Bungey and Ray Hulse. „Reinforced Concrete Design to Eurocode 2. Sixth Edition“. Houndmills, Basingstoke, Hampshire RG21 6XS; 2007.
24. ST 121895674.102.03.01:2014 Požeminių konstrukcijų įrengimo darbai: spraustinių polių įrengimas. Kaltiniai, vibraciniai, išspaudžiami poliai v01 2014.01.14. – [žiūrėta 2015-10-15]. Prieiga per internetą: <<http://www.statybostaisykles.lt/node/3805>>.
25. Metalų gaminių žinynas. – [žiūrėta 2015-11-10]. Prieiga per internetą: <www.metalurgija.lt>.
26. Apkrovas laikantys profiliuoti lakštai. – [žiūrėta 2015-09-11]. Prieiga per internetą: <www.ruukki.lt>.
27. Mineralinė vata. – [žiūrėta 2015-09-12]. Prieiga per internetą: <www.paroc.lt>.
28. Hidroizoliacinė stogo danga. – [žiūrėta 2015-09-15]. Prieiga per internetą: <www.mida.lt>.
29. Deformacinių siūlių įrengimas. – [žiūrėta 2015-09-20]. Prieiga per internetą: <www.stogudengimas.lt>.
30. Automobilinių kranų katalogas. – [žiūrėta 2015-10-08]. Prieiga per internetą: <<http://www.alfis.lt/lt/new-technic/all-industries/mobile-cranes>>.
31. STR 2.01(3):1999 Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga. Valstybės žinios. 2012, Nr. 96-4944.