



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

**Laura Dombrovienė**

**BIBLIOTEKOS BIRŽUOSE STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ**  
**DALIES PROJEKTAS**

Baigiamasis magistro darbas

**Vadovas**

lekt. Mindaugas Kasiulevičius

**KAUNAS, 2016**

Darbą atliko SSM – 4 gr.  
studentė

Laura Dombroviėnė

---

Vardas, Pavardė

---

Parašas, data

Darbo vadovas:

M. Kasiulevičius

---

Vardas, Pavardė

---

Parašas, data

Katedros vedėjas:

M. Augonis

---

Vardas, Pavardė

---

Parašas, data

Konsultantai:

Architektūrinė dalis:

G. Šukaitytė

---

Vardas, Pavardė

---

Parašas, data

Konstrukcijų  
skaičiavimo dalis:

M. Kasiulevičius

---

Vardas, Pavardė

---

Parašas, data

Technologinė dalis:

R. Miniotaitė

---

Vardas, Pavardė

---

Parašas, data

Ekonominė dalis:

O. Viliūnienė

---

Vardas, Pavardė

---

Parašas, data

Grafinė dalis:

J. Šadauskienė

---

Vardas, Pavardė

---

Parašas, data

Darbų saugos dalis:

D. Nizevičienė

---

Vardas, Pavardė

---

Parašas, data

## Užduotis

## PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO

### PATVIRTINIMAS

**Patvirtinu**, kad parengtas magistro baigiamasis darbas

„BIBLIOTEKOS BIRŽUOSE STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES  
PROJEKTAS“

- atliktas savarankiškai ir nebuvo kaip visuma pateiktas jokiame dėstomajame dalyke 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)

Kauno technologijos universiteto  
Statybos ir architektūros fakulteto  
Statybinių konstrukcijų katedros vedėjui

2015-02-09

### **DĖL LEIDIMO NAUDOTIS STATINIO PROJEKTU**

Leidžiame naudotis „Kultūros paskirties pastato (bibliotekos) Biržuose“, esančio J. Bielinio g. Biržuose, techninio projekto dokumentacija mokymo tikslais KTU Statybos ir architektūros fakulteto, Statybinių konstrukcijų katedros studentei Laurai Dombrovienei magistro baigiamajame darbe.

Projekto dalies vadovas  
Mindaugas Kasiulevičius

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS  
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

Magistro baigiamasis darbas

BIBLIOTEKOS BIRŽUOSE STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS

Laura Dombrovienė

ANOTACIJA

Šio magistro baigiamojo darbo tikslas – suprojektuoti visuomeninės paskirties statinio laikančiasias konstrukcijas ir išnagrinėti statinio projektavimo ir statybos darbus, apimant pasiruošimą statybos darbams ir darbų organizavimą.

Darbo projektas – projektuojamas 2235,26 m<sup>2</sup> ploto visuomeninės paskirties pastatas – biblioteka. Pastatas projektuojamas laisvame sklype J. Bielinio ir Radvilos gatvių sankirtoje.

Darbe aprašomos statybos reglamentavimo ir teisės sąlygos, statinio architektūriniai, konstrukciniai sprendimai. Pagrindinę darbo dalį sudaro konstrukcinė dalis, kurioje projektuojamas gręžtinis polis, monolitinis rostverkas, gelžbetoninė kolona, rygelis, metalinė stogo sija, atliekamas dviejų surenkamų perdangų variantinis projektavimas. Ekonomiškesnei konstrukcijai sudaroma montavimo technologinė kortelė. Darbo pabaigoje aprašomi pagrindiniai statinio statybos darbų organizavimo principai, darbų saugos ir aplinkosaugos reikalavimai.

Darbą sudaro 9 dalys: įvadas, 5 skyriai, išvados, literatūros sąrašas ir priedai.

Darbo apimtis: 87 ps. teksto be priedų, 34 paveikslai, 28 lentelės, 5 priedai, 34 literatūros šaltiniai.

Reikšminiai žodžiai: biblioteka, gelžbetoninė kolona, rėmo sija, gręžtinis polis, rostverkas, plokštė.

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

Master final work

STRUCTURAL PART OF PROJECT OF THE LIBRARY IN BIRŽAI

Laura Dombrovienė

SUMMARY

The purpose of this master final work – design a public building bearing structure and analyse building construction works including preparation for these works and work organization.

The object is 2235,26 sq.m. area, library in Biržai town. The building is designed in vacant lots J. Bielinio and Radvilos streets.

The paper describes the construction of the regulatory and legal conditions for the building of the architectural, structural solutions. The main part consists of the structural part, which is designed bored piles, monolithic grillage, reinforced concrete columns and frame beams, metal roof beam, carried out two precast slabs experimental design. After comparison, formed an assembly technology card for most cost-effective construction. The end of this work describes the main principles of work organization, safety and environmental protection requirements.

Work consists of 9 parts: introduction, 5 chapters, conclusions, bibliographical entries and appendices.

Scope of work: 87 pages of text, 34 figures, 28 tables, 5 appendixes and 34 bibliographical entries.

Keywords: library, concrete column, frame beam, bored piles, monolithic grillage, slab.

## TURINYS

PAVEIKSLAI.....	11
LENTELĖS.....	12
ĮVADAS .....	14
1. STATYBOS REGLAMENTAVIMO IR TEISĖS SĄLYGOS.....	15
1.1 Statinio projektavimas.....	15
1.2 Statybą leidžiantys dokumentai .....	15
1.2 Statybos darbai .....	16
1.3 Statybos užbaigimas.....	16
2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS .....	17
2.1 Sklypo projektavimas.....	17
2.3. Architektūriniai ir konstrukciniai sprendimai .....	17
2.3.1. Pamatai .....	18
2.3.2. Kolonos .....	18
2.3.3. Grindys .....	18
2.3.6. Sienos .....	19
2.3.7. Stogas .....	19
2.4. Inžineriniai tinklai .....	20
2.4.1 Vandentiekis ir nuotekynas .....	20
2.4.2 Šildymas ir vėdinimas .....	20
3. KONSTRUKCINĖ DALIS.....	21
3.1. Apkrovų nustatymas .....	21
3.1.1. Naudojimo apkrova.....	21
3.1.2. Sniego apkrova.....	22
3.1.3. Vėjo apkrova .....	22
3.1.4. Stogo konstrukcijos apkrova .....	22
3.1.5. Tarpaukštinių perdangų skaičiavimas .....	23
3.1.6. Sienų apkrova.....	24
3.1.7. Apkrovų suvestinė.....	24
3.2 Pamatų projektavimas.....	25



3.2.1 Bendrieji duomenys.....	25
3.2.2 Gręžtinio polio GP-1 laikomosios galios skaičiavimas.....	25
3.2.3 Gręžtinio poliaus GP-1 projektavimas. ....	27
3.2.4 Monolitinio rostverko ROS-1 projektavimas.....	29
3.3 Surenkamos rėmo sijos R-25 projektavimas.....	32
3.3.1 Rėmo sijos R-25 skaičiuojamoji schema .....	33
3.3.2 Rėmo sijos R-25 normalinių pjūvių stiprumo skaičiavimas .....	33
3.3.3 Rėmo sijos R-25 įstrižųjų pjūvių stiprumo skaičiavimas.....	34
3.3.4 Rėmo sijos R-25 konstravimas.....	35
3.4. Surenkamų gelžbetoninių kolonų projektavimas.....	36
3.4.1 Kolonos K-24 projektavimas .....	36
3.4.2 Kolonos K-24 skersinės armatūros skaičiavimas.....	39
3.4.3 Kolonos K-24 gembės konstravimas .....	41
3.5 Surenkamos perdangos projektavimas.....	43
3.5.1 Gelžbetoninės nepertraukiamo formavimo kiaurymėtosios perdangos plokštės projektavimas .....	43
3.5.1.1 Pradiniai duomenys .....	43
3.5.1.2 Apkrovų skaičiavimas ir derinių sudarymas .....	44
3.5.1.3 Plokštės skerspjūvio matmenų skaičiavimas.....	46
3.5.1.4 Preliminarus iš anksto įtemptosios armatūros skaičiavimas.....	47
3.5.1.5 Plokštės ekvivalentiško skerspjūvio geometriniai rodikliai .....	48
3.5.1.6 Armatūros išankstinių įtempių nuostoliai.....	49
3.5.1.7 Plokštės įstrižųjų pjūvių stiprumo skersinių jėgų atžvilgiu skaičiavimas .....	52
3.5.1.8 Plokštės gamybos, transportavimo ir montavimo situacijos ribinių būvių skaičiavimas .....	55
3.5.1.9 Plokštės naudojimo situacijos tinkamumo ribinių būvių skaičiavimas.....	57
3.5.1.10 Plokštės įlinkis.....	59
3.5.1.11 Plokštės konstravimas .....	61
3.5.2 Surenkamos „Teriva“ perdangos projektavimas.....	62

3.5.2.1 Pradiniai duomenys .....	62
3.5.2.2 Siją veikiančios apkrovos .....	62
3.5.2.3 Sijos išilginės armatūros skerspjūvio nustatymas .....	64
3.5.2.4 Sijos įstrižųjų pjūvių stiprumo skersinių jėgų atžvilgiu skaičiavimas.....	65
3.5.2.5 Sijos ekvivalentinio skerspjūvio rodikliai .....	65
3.5.2.6 Normalinių plyšių atsiradimo tikrinimas.....	67
3.5.2.7 Sijos įlinkio tikrinimas .....	68
3.6 Stogo sijos MS-2/12 projektavimas .....	70
4. TECHNOLOGINĖ, ORGANIZACINĖ IR EKONOMINĖS DALYS .....	72
4.1 Kiaurymėtų perdangos plokščių montavimo technologinė kortelė .....	72
4.1.1 Perdangos plokščių montavimo darbų kiekių skaičiavimas.....	72
4.1.2 Darbo sąnaudų, mechanizmų ir medžiagų poreikio skaičiavimas .....	72
4.1.3 Perdangos plokščių montavimo technologija.....	74
4.1.4 Perdangos plokščių montavimo darbų kokybės kontrolė.....	75
4.2 Statybvietės plano sudarymo principai .....	76
4.3 Techniniai - ekonominiai proceso rodikliai .....	77
4.4 Surenkamų perdangų gamybos ir montavimo ekonominis palyginimas .....	77
5. DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA .....	79
5.1 Darbo aplinkos profesinės rizikos veiksniai ir jų šaltiniai .....	80
5.2 Profesinės rizikos vertinimas .....	82
5.3 Aplinkosauga .....	84
IŠVADOS .....	86
LITERATŪROS SĄRAŠAS .....	87
<i>Normatyviniai dokumentai</i> .....	87
<i>Knygos</i> .....	88
<i>Interneto prieigos</i> .....	88
1 PRIEDAS.....	89
2 PRIEDAS.....	90
3 PRIEDAS.....	92
4 PRIEDAS.....	93
5 PRIEDAS .....	94
6 PRIEDAS.....	95

7 PRIEDAS .....	97
8 PRIEDAS .....	100
9 PRIEDAS .....	101
10 PRIEDAS .....	102
11 PRIEDAS .....	103

## PAVEIKSLAI

<b>1 pav.</b> Stogo detalė. ....	19
<b>2 pav.</b> Erdvinis pastato modelio vaizdas. ....	21
<b>3 pav.</b> Gręžinio geologinis pjūvis.....	26
<b>4 pav.</b> Ekscentriškai gniuždomų apvalaus skerspjūvio elementų skaičiuojamoji schema.....	28
<b>5 pav.</b> Monolitinio rostverko ROS-1 skaičiuojamoji schema. ....	29
<b>6 pav.</b> Monolitinio rostverko ROS-1 lenkimo momentų ir skersinių jėgų diagramos.....	29
<b>7 pav.</b> Rėmo sijos .....	32
<b>8 pav.</b> Rėmo sijos R-25 skaičiuojamoji schema. ....	33
<b>9 pav.</b> Ekscentriškai gniuždomųjų gelžbetoninių elementų statmenojų pjūvio stiprumo skaičiuotinė schema.....	36
<b>10 pav.</b> Trumposios gembės atsparumo skersinėms jėgoms skaičiuotinė schema. ....	41
<b>11 pav.</b> Perdangos plokštės atrėmimas. ....	43
<b>12 pav.</b> Plokštės skaičiuojamoji schema. ....	44
<b>13 pav.</b> Plokštės skerspjūviai: a – tikrasis, b – skaičiuotinis saugos ribiniams būvimas, c – skaičiuotinis tinkamumo ribiniams būvimas. ....	47
<b>14 pav.</b> Plokštės normalinio pjūvio stiprumo skaičiuotinė schema. ....	47
<b>15 pav.</b> Ekvivalentiškas plokštės skerspjūvis. ....	49
<b>16 pav.</b> Plokštės skerspjūvio fragmentas įstrižųjų pjūvių stipriui apskaičiuoti. ....	52
<b>17 pav.</b> Perdangos plokštės pakėlimo schema. ....	55
<b>18 pav.</b> Perdangos sijos atrėmimas. ....	62
<b>19 pav.</b> Perdangos sijos skaičiuojamoji schema. ....	63
<b>20 pav.</b> Sijos lenkimo momentų ir skersinių jėgų diagramos. ....	63
<b>21 pav.</b> Redukuotas dvitėjinis sijos skerspjūvis.....	64
<b>22 pav.</b> Elementarių skerspjūvio elementų plotai. ....	66
<b>23 pav.</b> Sijos MS-2/12 skaičiuojamoji schema. Lenkimo momentų ir skersinių jėgų diagramos. ....	70

<b>24 pav.</b> Grafinis perdangoms reikalingų medžiagų, mechanizmų ir darbo užmokesčio kainų palyginimas.....	78
<b>25 pav.</b> Perdangų įrengimo kainų palyginimas. ....	78
<b>26 pav.</b> Sniego apkrovos. ....	92
<b>27 pav.</b> Vėjo apkrovos iš priekio.....	93
<b>28 pav.</b> Vėjo apkrovos iš šono. ....	93
<b>29 pav.</b> Nuolatinė stogo konstrukcijų apkrova.....	94
<b>30 pav.</b> Skersinių jėgų Fz gaubtinė. ....	95
<b>31 pav.</b> Skersinių jėgų Fx gaubtinė. ....	95
<b>32 pav.</b> Lenkimo momentų My gaubtinė. ....	96
<b>33 pav.</b> Perdangai Teriva Light 8,0 naudojamas blokelis ir tipinė perdangos sija.....	100
<b>34 pav.</b> Traversos TS-12,5 techniniai duomenys. ....	101

## LENTELĖS

<b>1 lentelė.</b> Naudojimo apkrovų lentelė (11).....	21
<b>2 lentelė.</b> Stogo konstrukcijos apkrova. ....	22
<b>3 lentelė.</b> Rūsio perdangos apkrova. ....	23
<b>4 lentelė.</b> Pirmo aukšto perdangos apkrova.....	23
<b>5 lentelė.</b> Išorinės sienos apkrova.....	24
<b>6 lentelė.</b> Sudaryti apkrovų deriniai. ....	24
<b>7 lentelė.</b> Vidutinių mechaninių savybių, nustatytų.....	26
<b>8 lentelė.</b> Rėmo siją R-25 veikiančios apkrovos. ....	32
<b>9 lentelė.</b> Plokštę veikiančios apkrovos. ....	44
<b>10 lentelė.</b> Plokštės ekvivalentinio skerspjūvio geometriniai rodikliai.....	49
<b>11 lentelė.</b> Siją veikiančios apkrovos. ....	62
<b>12 lentelė.</b> Ekvivalentinio skerspjūvio rodikliai.....	67
<b>13 lentelė.</b> Žmonių ir mašinų darbo sąnaudų skaičiavimas. ....	72
<b>14 lentelė.</b> Materialinių išteklių poreikio skaičiavimas.....	73
<b>15 lentelė.</b> Materialinių išteklių poreikio suvestinė. ....	73
<b>16 lentelė.</b> Techniniai – materialiniai ištekliai. ....	74
<b>17 lentelė.</b> Surenkamų gelžbetoninių elementų leistini nuokrypiai nuo projektinių.....	76
<b>18 lentelė.</b> Techniniai – ekonominiai rodikliai. ....	77
<b>19 lentelė.</b> Fizikinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas.....	81
<b>20 lentelė.</b> Fizinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas. ....	81

<b>21 lentelė.</b> Ergonominių ir psichosocialinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas. ....	82
<b>22 lentelė.</b> Rizikos vertinimas balais.....	83
<b>23 lentelė.</b> Rizikos nustatymas.....	83
<b>24 lentelė.</b> Rizikos priimtimumo nustatymo schema. ....	84
<b>25 lentelė.</b> Sklypo ir pastato bendrieji rodikliai. ....	89
<b>26 lentelė.</b> Perdangų Teriva techniniai duomenys (31).....	100
<b>27 lentelė.</b> Krano techninės charakteristikos (34).....	101
<b>28 lentelė.</b> Montuojamų elementų specifikacija.....	102

## IVADAS

Magistro baigiamajame darbe projektuojamas kultūros paskirties pastatas. Pastato statybos vieta – Biržai, J. Bielinio gatvė. Tai visuomeninės paskirties pastatas, kurio paskirtis – užtikrinti galimybes visuomenei naudotis viešaisiais informacijos šaltiniais, neatsižvelgiant į jų autorių ar juose užfiksuotą žinių politinę ar ideologinę orientaciją. Pastatas - dviejų aukštų, su daliniu rūsiu, netaisyklingos formos.

Baigiamojo darbo uždaviniai:

- remiantis privalomaisiais Lietuvos Respublikos dokumentais, suprojektuoti statinio laikančiąsias konstrukcijas;
- atlikti dviejų suprojektuotų konstrukcijų ekonominį palyginimą;
- sudaryti ekonomiškesnės konstrukcijos montavimo technologinę kortelę;
- apskaičiuoti vienos iš statinio atitvarų šilumos perdavimo koeficiento reikšmę ir palyginti ją su normine reikšme.

Teisinėje darbo dalyje nagrinėjami reikalavimai projektuojamam statiniui, statybą leidžiantys dokumentai. Trumpai aprašoma, kokių dokumentų reikia norint pradėti statybos darbus bei kada statinys pripažįstamas tinkamu naudoti.

Architektūrinėje dalyje aprašoma sklypo situacija bei jo sutvarkymo planas, pastato architektūriniai bei konstrukciniai sprendimai, inžineriniai tinklai, pateikiami bendrieji sklypo bei pastato rodikliai. Atliekamas stogo konstrukcijos šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas.

Konstrukcinėje darbo dalyje atliekami gręžtinio poliaus GP-1 ir monolitinio rostverko ROS-1, 400 x 400 mm skerspjūvio gelžbetoninės kolonos K-24, rėmo sijos R-25 ir stogo sijos MS-2/25 skaičiavimai. Suprojektuotos dviejų tipų surenkamos perdangos: įtemptojo gelžbetonio nepertraukiamu būdu gaminamų kiaurymėtų plokščių ir surenkamų blokelių perdanga. Įrašos, veikiančios projektuojamų konstrukcijų elementuose skaičiuojamos programa „Autodesk Robot Structural Analysis Profesional 2011“.

Technologinėje, organizacinėje ir ekonominėje darbo dalyje atliekamas dviejų tipų surenkamų perdangų ekonominis palyginimas. Nustatoma, kuris perdangos tipas yra ekonomiškėnis gamybos ir montavimo požiūriu. Ekonomiškėsniam perdangos variantui sudaroma technologinė kortelė, aprašomas darbų organizavimas bei technologija.

Darbų saugos ir aplinkosaugos dalyje atliekamas darbo aplinkos profesinės rizikos vertinimas atliekant perdangos plokščių montavimo darbus. Aprašoma, kokių priemonių ketinama imtis, norit išvengti nelaimingų atsitikimų statybų metu.

# **1. STATYBOS REGLAMENTAVIMO IR TEISĖS SĄLYGOS**

Lietuvos Respublikos teritorijoje, teritoriniuose vandenyse ir tarptautiniuose vandenyse esančiame jos kontinentiniame šelfe, į kurią Lietuvos Respublika turi išimtines teises, statomų, rekonstruojamų ir remontuojamų statinių esminius reikalavimus, statybos techninio normavimo, statybinių tyrinėjimų, statinių projektavimo, statybos, statybos užbaigimo, statinių naudojimo ir priežiūros, nugriovimo ir visos šios veiklos priežiūros tvarką, statybos dalyvių, viešojo administravimo subjektų, statinių savininkų (ar naudotojų) ir kitų juridinių ir fizinių asmenų veiklos šioje srityje principus ir atsakomybę nusako Lietuvos Respublikos Statybos Įstatymas (1).

Projektuojamas pastatas turi būti suprojektuotas ir pastatytas iš tokių statybos produktų, kurių savybės per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę užtikrintų šiuos esminius statinio reikalavimus: mechaninio atsparumo ir pastovumo, gaisrinės saugos, higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos, naudojimo sauga, apsaugos nuo triukšmo, energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo. Projektuojant biblioteką buvo atsižvelgta, jog pastato architektūra neprieštarautų statinio esminiams reikalavimams, derėtų prie kraštovaizdžio, atitiktų savivaldybės administracijos nustatytus specialiuosius architektūros reikalavimus, atitiktų statinio paskirtį, neprieštarautų statinio inžinerinių sistemų ir technologinių inžinerinių sistemų reikalavimams (1).

## **1.1 Statinio projektavimas**

Statinio projekto rengimo tvarką, projekto sudedamąsias dalis projektavimo pradžią, tvarką bei projekto vadovo ir projekto dalies vadovo teises ir pareigas numato Statybos techninis reglamentas STR 1.05.06:2010 „Statinio projektavimas“. Šis reglamentas yra privalomas visiems statybos dalyviams. Statinio projektavimo pradžia laikoma statinio projektavimo sąlygų sąvado patvirtinimo arba visų prisijungimo sąlygų ir specialiųjų reikalavimų išdavimo diena, o kai minėti dokumentai neprivalomi – projektavimo darbų rangos sutarties pasirašymo diena. Projektas rengiamas vadovaujantis Statybos įstatymu ir kitais įstatymais, reglamentuojančiais statinio saugos ir paskirties reikalavimus, teisės aktais, reglamentuojančiais esminius statinio reikalavimus ir statinio techninius parametrus pagal statinių ar statybos produktų charakteristikų lygius ir klases, kitais teisės aktais, teritorijų planavimo ir normatyviniais statybos techniniais dokumentais, normatyviniais statinio saugos ir paskirties dokumentais (2). Statybos projektas rengiamas dviem etapais: parengiamas techninis darbo projektas, vėliau parengiamas darbo projektas.

## **1.2 Statybą leidžiantys dokumentai**

Pagal STR 1.01.06:2010 „Ypatingi statiniai“ 5.2, 5.3 ir 5.4 punktus, projektuojamas pastatas yra priskiriamas ypatingųjų statinių grupei (3). Statytojas (užsakovas), norintis gauti leidimą statyti šį pastatą savivaldybės administracijai turi pateikti visus reikalingus dokumentus tiesiogiai ar nuotoliniu būdu, pasinaudodamas Lietuvos Respublikos statybos leidimų ir statybos valstybinės

priežiūros informacine sistema „Infostatyba“. Leidimui, statyti naują statinį, gauti reikalingi dokumentai išvardinti STR 1.07.01:2010 „Statybą leidžiantys dokumentai“ reglamento 4-tame skyriuje. Įgaliotas savivaldybės administracijos valstybės tarnautojas, patikrinęs ir nustatęs, kad statytojas atitinka Statybos įstatymo reikalavimus jo prašymą statyti pastatą užregistruoja. IS „Infostatyba“ paskelbęs projektą ir dokumentus, įgaliotas savivaldybės administracijos valstybės tarnautojas joje pažymi subjektus, jų įgaliotus padalinius ar įstaigas, kurie, pagal kompetenciją privalo patikrinti projektą. Jei projektą patikrinęs asmuo projektui pritaria, jis tai nurodo IS „Infostatyba“. Pasibaigus projekto tikrinimo terminui, įgaliotas išduoti statybą leidžiantį dokumentą savivaldybės valstybės tarnautojas per 3 darbo dienas raštu informuoja statytoją, kad jam išduodamas statybą leidžiantis dokumentas, – jei negauta nė vieno nepritarimo projektui (4).

## **1.2 Statybos darbai**

Statytojas turi teisę pasirinkti statybos organizavimo būdą – rangos, ūkio ar mišrų, statinio statybos valdymo ar kitus būdus, kurie neprieštarautų įstatymams ir kitiems teisės aktams. Pradėti statinio statybos darbus leidžiama tik po to, kai statytojas nustatytąja tvarka gauna ir perduoda rangovui visus reikiamus dokumentus: statybos leidimą, nustatyta tvarka parengtą ir patvirtintą statinio projektą, statybvietės perdavimo ir priėmimo aktą su nustatytaisiais priedais, atliktų paruošiamųjų darbų įvykdymo dokumentais, projektavimo sąlygų sąvadą, statybos darbų žurnalą. Statybos darbų pradžia laikoma diena:

1. vykdant darbus rangos būdu – kai rangovas po statybvietės priėmimo iš statytojo pradėjo vykdyti bet kuriuos statybos darbus;
2. vykdant darbus ūkio būdu – kai statytojas pradėjo vykdyti bet kuriuos statybos darbus.

Statinio statybos darbų pabaiga laikoma diena, kai užbaigti visi statinio projekte numatyti statybos darbai, o statinio statybos pabaiga – diena, kai statinys nustatyta tvarka pripažįstamas tinkamu naudoti (5).

## **1.3 Statybos užbaigimas**

Statytojas, pastatęs naują ypatingą statinį pateikia prašymą išduoti aktą tiesiogiai, raštu arba pasinaudojant IS „Infostatyba“. Kartu su prašymu pateikiami visi privalomi dokumentai. Sudarytos komisijos nariai pagal kompetenciją vizualiai patikrina statinio atitiktį statinio projektui, išnagrinėja visus komisijai pateiktus dokumentus ir pagal tai nustato, ar įvykdyti visi statinio projekto sprendiniai, kurie lemia statinio atitiktį esminiams reikalavimams. Komisija gali atrankos būdu patikrinti statinio dalių, konstrukcijų, elementų, inžinerinių sistemų ir kt. atitiktį pateiktiems dokumentams, taip pat pareikalauti iš statytojo atlikti reikalingus bandymus, matavimus, ardymo darbus ir kt. Komisijos pirmininkas gali pasirašyti aktą tik tuo atveju, jei jį pasirašo visi komisijos nariai. Statybos užbaigimo data laikoma akto ar deklaracijos pasirašymo data (6).



## **2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS**

### **2.1 Sklypo projektavimas**

Projektuojamo pastato statybos vieta – Biržų miestas, J. Bielinio gatvė. Pagrindinis pastato fasadas orientuotas statmenai J. Bielinio gatvei. Pastato sklypas yra netaisyklingos formos, jo plotas - 4804,26 m<sup>2</sup>. Sklypas taip pat ribojasi su Radvilos gatve. Šiaurinė ir rytinė sklypo ribos ribojasi su apželdintomis teritorijomis. Aplink yra išsidėstę įvairios paskirties pastatai. Sklype be bibliotekos ketinama statyti katilinę.

Sklype auga lapuočiai medžiai, kuriuos prieš statybos darbus numatoma pašalinti. Sklypas neaptvertas, tačiau atlikus statybos bei sklypo tvarkymo darbus, šiaurinę ir rytinę sklypo dalį ketinama aptverti. Vietovės reljefas lygus, sklypas padengtas 30 cm storio augaliniu žemės sluoksniu. Gruntinis vanduo yra 1,5 m gylyje, gruntas – priemolis.

Vakarinė ir rytinė sklypo dalys bus asfaltuotos, kadangi jose ketinama įrengti automobilių stovėjimo aikšteles. Automobilių stovėjimo vietų skaičius nustatomas pagal STR 2.06.01:1999 pateiktus nurodymus (7). Į bibliotekos lankytojams skirtą aikštelę rytinėje sklypo pusėje veda asfaltuotas įvažiavimas iš J. Bielinio gatvės. Čia suprojektuota 16 vietų automobilių stovėjimo aikštelė, kurioje 2 vietos yra skirtos neįgaliesiems. Vakarinėje sklypo pusėje esanti automobilių stovėjimo aikštelė skirta darbuotojams. Čia numatytos vietos 9-iems automobiliams. Į aikštelę patenkama iš Radvilos g. Taip pat iš Radvilos gatvės patenkama į bibliotekoje esantį garažą.

Prie pagrindinio įėjimo į pastatą ketinama įrengti takelius pėstiesiems, likusią teritoriją apželdinti veja ir pasodinti keletą žemaūgių medžių. Šalia takelių numatyta įrengti suoliukus. Didesnę poilsio oazę ketinama įrengti šiaurinėje sklypo dalyje. Prie pastato prijungta medinė terasa, kurioje sezono metu veikia lauko kavinė. Likusioje sklypo dalyje numatyta įrengti pasivaikščiavimui skirtus takelius, įrengti suoliukus. Likusi sklypo dalis apželdinama veja, lapuočiais medžiais bei krūmais.

### **2.3 Architektūriniai ir konstrukciniai sprendimai**

Pastatas - daugiakampio formos su netaisyklingos formos stogu. Tai dviejų aukštų pastatas su daliniu rūsiu. Rūsyje numatyta įrengti dokumentų saugyklą, sandėliukus bibliotekos inventoriui bei pastato aptarnavimo patalpas. Pastatas turi 6 įėjimus: vienas iš jų vedą į pastato aptarnavimo patalpas, likusieji – į bendro naudojimo patalpas. Pirmajame pastato aukšte numatyta įrengti kavinę, rūbinę, konferencijų bei repeticijų sales, skaityklas, darbuotojų kabinetus bei sanitarinius mazgus. Į antrąjį pastato aukštą galima patekti trejomis laiptinėmis bei liftu. Antrame pastato aukšte ketinama įrengti administracines patalpas, skaityklas, tyliosios zonos kabinetus, archyvų patalpas, sanitarinius mazgus. Lengvesniam dokumentų perkėlimui į rūsyje esančias dokumentų saugyklas bus įrengiamas keltuvas.

Sklypo ir pastato benrdieji rodikliai rodikliai pateikiami 1 priede.

Pastato skaičiuojamoji schema – skersinis rėmas, veikiamas nuolatinės konstrukcijų, bei kintamų vėjo ir sniego apkrovų. Rėmas sudarytas iš standžiai į pagrindą įtvirtintų gelžbetoninių kolonų, kurių matmenys 400 x 400 mm, ant kurių viršaus lankstais pritvirtintos metalinės stogo sijos. -0,58 m ir 3,5 m aukštyje ant rėmo sijų remiamos surenkamos perdangos plokštės. Pastatas sudarytas iš skersinių rėmų, kurių žingsnis svyruoja nuo 2,85 m iki 6,3 m. Visas aukštis (nuo pirmo aukšto grindų iki stogo sijų apačios) yra 9,15 m. Statinys priskiriamas ypatingųjų statinių kategorijai (visuomenės poreikiams naudojamas pastatas, kuriame vienu metu būna daugiau kaip 100 žmonių).

### **2.3.1. Pamatai**

Pastato pamatai – gręžtiniai poliai. Poliams naudojamas C20/25 klasės betonas. Visų polių armavimui naudojami S400 ir S240 stiprumo klasių armatūros strypai ir lankstiniai. Poliai apjungiami rostverkais bei galvenomis.

### **2.3.2. Kolonos**

Pastato kolonos - gelžbetoninės, dviejų tipų: kvadratinės 400x400 mm skerspjūvio bei apvalios Ø400 mm. Kolonomis naudojamas C25/30 klasės betonas. Visų kolonų armavimui naudojami S400 ir S240 stiprumo klasių armatūros strypai ir lankstiniai. Kolonas ketinama palikti natūralios pilkos spalvos.

### **2.3.3. Grindys**

#### **Grindys ant grunto**

Pastato rūsyje įrengiamos kelių tipų grindys: sausam eksploataciniam režimui, šlapiam eksploataciniam režimui, grindų detalė dokumentų saugykloje. Grindų ant grunto detalės dokumentų saugykloje konstrukciją sudarantys sluoksniai: sutankintas gruntas, geotekstilė 140 g/m<sup>2</sup>, 100 mm sutankinto skaldos ar žvyro sluoksnio, 1 sl. hidroizoliacijos, „PAROC“ GRS20 – 100 mm, 1 sl. polietileno plėvelė 0,3 mm, grindų danga armuota 2-iem Ø 12 S400 tinklais (akutė 200x200 mm), betonas C25/30 – 150 mm.

#### **Pirmo aukšto grindys**

Grindys virš rūsio klojamos ant surenkamų 250 mm storio perdangos plokščių. Ant plokščių pilamas 30 mm storio smėlio sluoksnis, dedama „PAROC“ GRS 20 70 mm storio plokštė, tiesiama polietileno plėvelė. Pilamas išlyginamasis betono sluoksnis, kuris armuojamas S500 klasės Ø4 armatūros tinklais. Grindų danga sanitariniuose mazguose, hole, kavinėje, rūbinėje - keraminės plytelės. Kitose patlpose ketinama įrengti parketą, konferencijų salėje – kiliminę dangą.

### Antro aukšto grindys

Antro aukšto grindys klojamos ant surenkamų 400 mm storio perdangos plokščių. Ant plokščių pilamas 30 mm storio smėlio sluoksnis, dedama „PAROC“ SSB 1 40 mm storio plokštė, tiesiama polietileno plėvelė. Pilamas išlyginamasis betono sluoksnis, kuris armuojamas S500 klasės Ø4 armatūros tinklais. Grindų danga bendrojo naudojimo patalpose – keraminės plytelės, visur kitur – parketas.

### 2.3.6. Sienos

Rūsio sienos monolitinės 300 mm storio. Rūsio sienos nuo įdrėkimo apsaugotos vertikalia hidroizoliacija, šiltintos „STYROFOAM“ ekstrudiniu polistirolu FLOORMATE 200-A – 130 mm. Nuo grunto polistirolas atskiriamas apsaugine membrana „DELTA“ MS20 -20 mm.

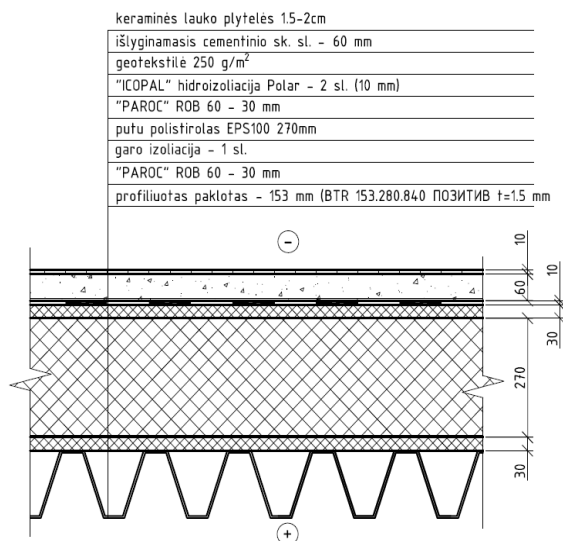
Laikančiosios pastato sienos mūrijamos iš akyto betono blokelių. Išorinių sienų konstrukcija sudaro 200 mm storio akyto betono blokeliai, 200 mm storio PAROC eXtra plus plokštės, 30 mm PAROC WAS 35 plokštės, 30 mm storio oro tarpas bei fasadinės plokštės. Pastato fasadinės plokštės ketinama parinkti baltos spalvos. Stikliniams fasadams bus naudojamas tonuotas stiklas.

Atitvarinės, nelaikančios pastato sienos montuojamos iš sienų su dviguba gipso plokšte ir vienu sluoksniu vatos Knauf W112. Sienų storis - 100 mm. Sienos garso laidumas - 48 dB, atsparumas ugniai – EI 60 DP1. Taip pat atitvaroms naudojamos stiklo pertvaros.

### 2.3.7. Stogas

Pastato stogas - daugiašlaitis. Stogo konstrukcija lengva. Stogo detalė montuojama ant metalinių stogo sijų, kurių žingsnis skiriasi nuo 2,85 iki 6,7 m. Ant sijų klojamas profiliuotas paklotas, kurio storis 1,5 mm. Ant pakloto klojami likusieji sluoksniai nurodyti 2.1 pav. Stogo nuolydis kinta nuo 8<sup>0</sup> iki 22<sup>0</sup>.

Stogo konstrukcija patikrinta remiantis statybos techniniu reglamentu „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ ir jame nurodytomis norminėmis ir leistinomis visuomeninės



1 pav. Stogo detalė.

paskirties pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficientų reikšmėmis (10). Pastatas atitinka A energinio naudingumo klasę. Stogo šiluminės varžos skaičiavimas pateikiamas 2 priede.

## 2.4 Inžineriniai tinklai

### 2.4.1 Vandentiekis ir nuotekynas

Vandentiekis į pastatą tiekiamas iš lauko vandentiekio tinklų. Vandentiekio sistemos turi tiekti pakankamą vandens kiekį reikiamu vandens slėgiu. Įvadas į pastatą, t.y. tinklo linija, nuo gatvės tinklo iki apskaitos mazgo, vedama statmenai pastatui iš J. Bielinio gatvės. Vandentiekiui naudojami vamzdžiai įgilinami žemiau įšalo gylio.

Prie visų sanitarinių prietaisų įrengiama vandens ėmimo armatūra. Pastato viduje vandentiekio vamzdžiai klojami palei sienas, su nuolydžiu  $i > 0,002 \text{ mm/m}$  link vandens apskaitos mazgo. Sanitariniuose mazguose įrengiami sanitariniai trapai. Aukštuose vamzdžiai klojami uždaru būdu. Vidaus vamzdžiai vėdinami per stovą, išvestą iš vamzdžių virš stogo ne mažiau kaip 700 mm.

Surinkti lietaus vandeniui projektuojama lietaus nuotekų sistema. Lietaus ir sniego tirpsmo vanduo nuo pastato nuleidžiamas vidine lietaus surinkimo sistema į lietaus kanalizaciją.

Nuotekynas nuleidžiamas į nuotekų surinkimo rezervuarą, kuriame įrengti vietiniai vandens valymo įrenginiai.

### 2.4.2 Šildymas ir vėdinimas

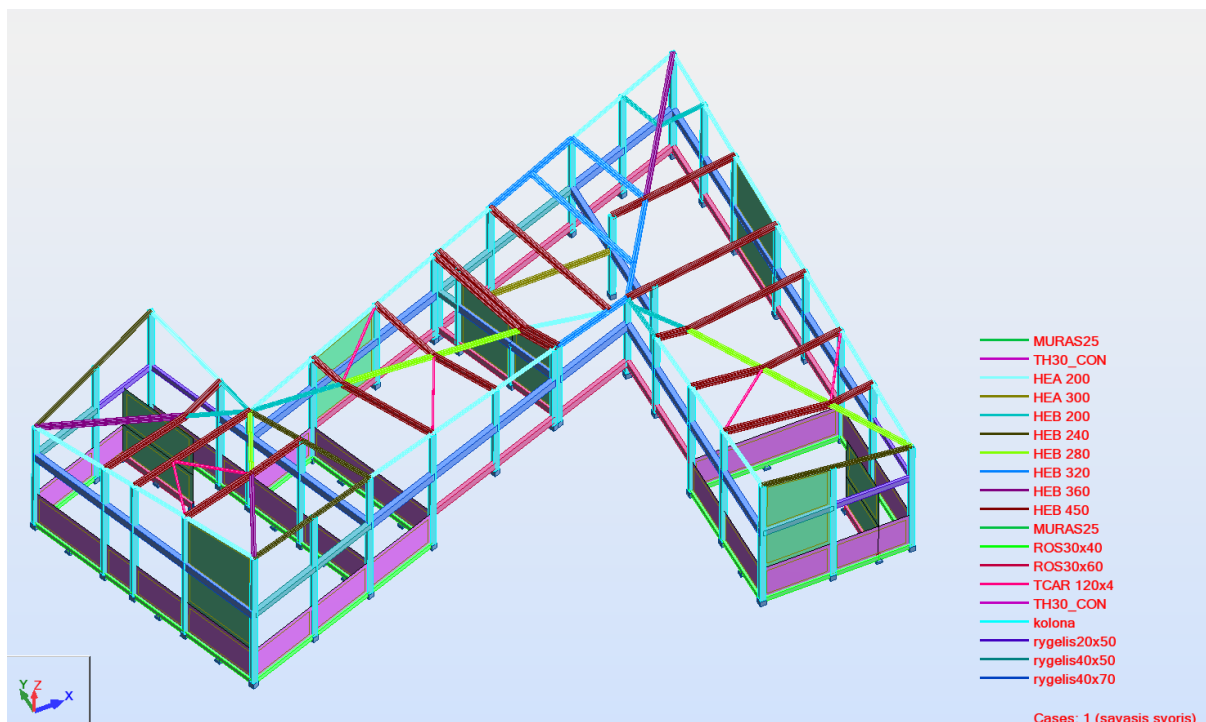
Pastate suprojektuotas dujinis šildymas. Šildymo prietaisai montuojami po langais prie išorinių sienų, t.y. prie atitvarų, pro kurias yra didžiausi šilumos nuostoliai. Prie sienų, po radiatoriais rekomenduojama kloti šilumą atspindinčią plėvelę. Šildymo prietaisai tvirtinami 100 mm aukštyje nuo grindų paviršiaus. Patalpose, kuriose išorinės sienos stiklinės, ketinama įrengti grindinį šildymą.

Pastate įrengiamas natūralus ir mechaninis vėdinimas. Oras į pastatą tiekiamas ortakiais, išvestais į pastato paviršių.

### 3. KONSTRUKCINĖ DALIS

#### 3.1 Apkrovų nustatymas

Konstrukcijas veikia nuolatinės ir kintamosios apkrovos. Prie nuolatinių apkrovų priskiriamas laikančiųjų konstrukcijų savasis svoris ir stogo denginio svoris, sienų bei tarpaukštinės perdangos svoris. Kintamosioms apkrovoms priskiriamos sniego, vėjo ir naudojimo apkrovos.



2 pav. Erdvinis pastato modelio vaizdas.

##### 3.1.1. Naudojimo apkrova

Pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ IX skyriaus V skirsnį „Naudojimo apkrovos charakteristinės reikšmės“, projektuojamas pastatas priklauso kelioms panaudojimo kategorijoms. Biblioteka yra suskirstyta į skirtingos funkcines patalpas, kurioms taikoma skirtinga tolygiai išskirstyta apkrova:

1 lentelė. Naudojimo apkrovų lentelė (11).

Kategorija	Patalpos	Tolygiai išskirstyta apkrova, $q_k$ kN/m <sup>2</sup>
E1	Knygų sandėlis	7,5
C1	Skaityklos	3,0
C2	Konferencijų salė	4,0
B	Įstaigų plotai	2,0
F	Garažai	2,5

### 3.1.2. Sniego apkrova

Sniego apkrovos rajonas Biržuose – II. Sniego apkrovos į stogo horizontaliąją projekciją charakteristinė reikšmė nustatoma pagal formulę (11. 2 priedas):

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \quad (3.1)$$

Čia:  $s_k$  – sniego dangos ant 1 m<sup>2</sup> horizontaliojo žemės paviršiaus svorio charakteristinė reikšmė.

$$s_k = 1,6 \text{ kN/m}^2;$$

$\mu_i$  – stogo sniego apkrovos formos koeficientas;

$C_e$  – atodangos koeficientas.  $C_e = 1,0$ ;

$C_t$  – terminis koeficientas.  $C_t = 1,0$ .

Sniego apkrovų pasiskirstymas grafiškai pateikiamas 3-iame šio darbo priede.

### 3.1.3. Vėjo apkrova

Vėjo apkrovos rajonas Biržuose – I. Pirmojo rajono vėjo greičio atskaitinė reikšmė  $v_{ref} = C_{DIR} \cdot C_{TEM} \cdot C_{ALT} \cdot v_{ref,0} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 24 = 24 \text{ m/s}$  (11. 3 ir 4 priedai).

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e \quad (3.3)$$

$q_{ref}$  – vėjo atskaitinis slėgis;

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

$c_e$  – išorinio slėgio aerodinaminis koeficientas.

$$q_{ref} = \frac{1,25}{2} \cdot 24^2 = 360 \text{ N/m}^2 \quad (3.4)$$

Vėjo apkrovų pasiskirstymas grafiškai pateikiamas 4-tame šio darbo priede.

### 3.1.4. Stogo konstrukcijos apkrova

2 lentelė. Stogo konstrukcijos apkrova.

Stogo elementai ir jų storiai	Charakteristinė apkrova kN/m <sup>2</sup>	Patikimumo koeficientas, $\gamma_G$	Skaičiuotinė apkrova kN/m <sup>2</sup>
Keraminės lauko plytelės 1,5 cm.	0,20	1,35	0,27
Išlyginamasis cementinio skiedinio sluoksnis – 60 mm	1,20	1,35	1,62
Geotekstilė 250 g/m <sup>2</sup>	0,003	1,35	0,004
„ICOPAL“ hidroizoliacija Polar 2 sl.	0,005	1,35	0,007
„PAROC“ ROB 60 - 30 mm	0,06	1,35	0,08
Putų polistirolas EPS100 – 270 mm	0,05	1,35	0,07
Garo izoliacija 1 sl.	0,002	1,35	0,003
„PAROC“ ROB 60 - 30 mm	0,06	1,35	0,08

Profiliuotas paklotas -153 mm BTR 153.280.840 (t=1,5 mm)	0,21	1,35	0,28
<b>VISO:</b>	<b>1,79</b>		<b>2,41</b>

Stogo apkrovų pasiskirstymas grafiškai pateikiamas 5-tame šio darbo priede.

### 3.1.5. Tarpaukštinių perdangų skaičiavimas

3 lentelė. Rūsio perdangos apkrova.

Perdangos elementai ir jų storiai	Charakteristinė apkrova kN/m <sup>2</sup>	Patikimumo koeficientas, $\gamma_G$	Skaičiuotinė apkrova kN/m <sup>2</sup>
Keraminės plytelės (20 mm)	0,21	1,35	0,28
Armuotas išlyginamasis sluoksnis (60 mm)	1,20	1,35	1,62
Polietileno plėvelė 1 sl. (0,3 mm)	0,002	1,35	0,03
„PAROC“ GRS 20 (70 mm)	0,084	1,35	0,11
Smėlio sluoksnis (30 mm)	0,45	1,35	0,61
Perdangos plokštė (250 mm)	4,01	1,35	5,41
Perdangos plokštė (400 mm)	5,32	1,35	7,18
<b>VISO ( kai plokštės t=250 mm):</b>	<b>5,96</b>		<b>8,06</b>
<b>VISO ( kai plokštės t=400 mm):</b>	<b>7,27</b>		<b>9,83</b>

4 lentelė. Pirmo aukšto perdangos apkrova.

Perdangos elementai ir jų storiai	Charakteristinė apkrova kN/m <sup>2</sup>	Patikimumo koeficientas, $\gamma_G$	Skaičiuotinė apkrova kN/m <sup>2</sup>
Keraminės plytelės (20 mm)	0,21	1,35	0,28
Armuotas išlyginamasis sluoksnis (60 mm)	1,20	1,35	1,62
Polietileno plėvelė 1 sl. (0,3 mm)	0,002	1,35	0,03
„PAROC“ SSB 1 (40 mm)	0,06	1,35	0,08
Smėlio sluoksnis (30 mm)	0,45	1,35	0,61
Perdangos plokštė (400 mm)	5,32	1,35	7,18
<b>VISO:</b>	<b>7,22</b>		<b>9,80</b>

### 3.1.6. Sienų apkrova

5 lentelė. Išorinės sienos apkrova.

Sienos elementai ir jų storiai	Charakteristinė apkrova kN/m <sup>2</sup>	Patikimumo koeficientas, $\gamma_G$	Skaičiuotinė apkrova kN/m <sup>2</sup>
Akyto betono blokeliai iki 500 kg/m <sup>3</sup> (200 mm)	1,00	1,35	1,35
„PAROC eXtra plus“ (200 mm)	0,08	1,35	0,11
„PAROC WAS 35“ (30 mm)	0,03	1,35	0,04
Fasadinė apdailos plokštė (10 mm)	0,15	1,35	0,21
<b>VISO:</b>	<b>1,26</b>		<b>1,71</b>

### 3.1.7. Apkrovų suvestinė

6 lentelė. Sudaryti apkrovų deriniai.

Deriniai	Pavadinimas	Pobūdžio derinys	Atvejo pobūdis	Apibrėžimas
101 (C)	COMB1	ULS	nuolatine	$(1+2+4)*1.35+(3+5)*1.30$
102 (C)	COMB2	ULS	nuolatine	$(1+2+4)*1.35+6*1.30$
103 (C)	COMB3	ULS	nuolatine	$(1+2+4)*1.35+7*1.30$
104 (C)	COMB4	ULS	nuolatine	$(1+2+4)*1.35+(3+5)*1.30+6*0.78$
105 (C)	COMB5	ULS	nuolatine	$(1+2+4)*1.35+(3+5)*1.30+7*0.78$
106 (C)	COMB6	ULS	nuolatine	$(1+2+4)*1.35+6*1.30+(3+5)*0.91$
107 (C)	COMB7	ULS	nuolatine	$(1+2+4)*1.35+7*1.30+(3+5)*0.91$
201 (C)	COMB01	SLS	nuolatine	$(1+2+4+3+5)*1.00$
202 (C)	COMB02	SLS	nuolatine	$(1+2+6+4)*1.00$
203 (C)	COMB03	SLS	nuolatine	$(1+2+4+7)*1.00$
204 (C)	COMB04	SLS	nuolatine	$(1+2+3+4+5)*1.00+6*0.60$
205 (C)	COMB05	SLS	nuolatine	$(1+2+3+4+5)*1.00+7*0.60$
206 (C)	COMB06	SLS	nuolatine	$(1+2+4+6)*1.00+(3+5)*0.70$
207 (C)	COMB07	SLS	nuolatine	$(1+2+4+7)*1.00+(3+5)*0.70$

Apkrovų pasiskirstymas grafiškai pateikiamas 6-tame šio darbo priede.



## 3.2 Pamatų projektavimas

### 3.2.1 Bendrieji duomenys

Projektuojamo pastato sklypas yra Panevėžio apskrityje, Biržų rajono savivaldybėje, Biržų m. sen., J. Bielinio gatvėje. Geomorfologiniu požiūriu tyrinėtas sklypas yra paskutinio apledėjimo, Pabaltijos žemumų, Likėnų smegduobėtoje moreninėje lygumoje. Teritorija, supanti Širvėnos ežerą, sudaro savarankišką reljefo dalį – Širvėnos glaciodepresiją.

Sklypas žemėja šiaurės rytų kryptimi, o absoliutinis aukštis kinta nuo 55,04 iki 57,06 m altitudės. Tyrimų plotas yra padengtas 10 – 50 cm storio humusinio dirvožemio sluoksniu. Supiltų gruntų padas grėžiniuose yra 0,6-1,5 m gylyje. Šiuos darinius sudaro smulkus smėlis su mažu organinės medžiagos kiekiu, dulkingas vidutinio rupumo smėlis ir, smėlingas dulkingas molis kietai plastingos konsistencijos.

Tyrimų metu grėžiniuose 3,7–6,4 m gylyje stebėtas gruntinis vanduo. Gruntinis vanduo talpinasi dulkingame smulkiame smėlyje, vidutinio rupumo smėlyje ir sudūlėjusiose dolomitinių miltų sluoksniuose esančiose mikrolėšiuose, bei giliau esančių uolienu plyšiuose ir tuštumose. 11,2 m gylyje (abs. a. 44,06 m) pastebėtas Viršutinio Devono Tatulos svitos Pasvalio sluoksnių spūdinis vanduo (vandens lygis nusistovėjo 5,0 m gylyje (abs. a. 51,26 m). Pagal laboratorinius tyrimus požeminis vanduo yra vidutinio cheminio agresyvumo.

Pagal Lietuvos geologinės tarnybos išleistą ataskaitą „Biržų miesto inžinerinės geologinės sąlygos“ (33) tirtas sklypas priskiriamas 11-am inžineriniam geologiniam rajonui, kuris užima centrinę Biržų miesto dalį Agluonos ir Apaščios tarpupyje. Pagal pateiktą karstinio pastovumo ir inžinerinio geologinio rajonavimo schemą, tikėtinas karstinių įgriuvų skaičius viename kvadratiname kilometre per metus 0,05–0,01 ir mažiau. Rajono teritorija patenka į sumažėjusio ir santykinai pastovų karsto atžvilgiu plotus.

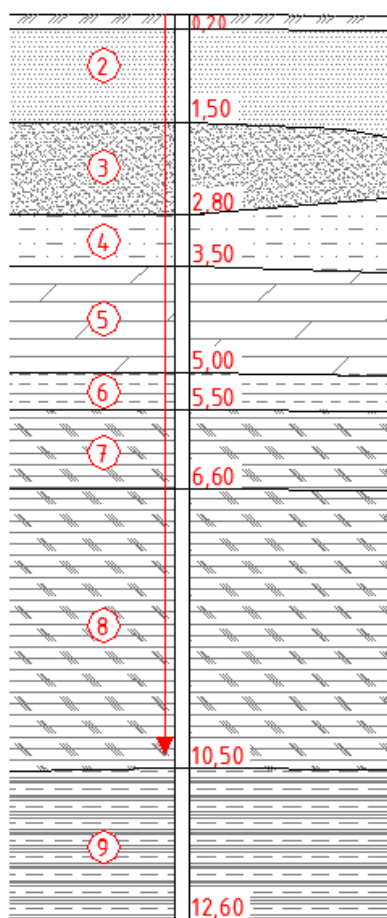
Pasirenkami įrenginėti vieni racionaliausių pamatų - grėžtiniai poliai. Skaičiavimai atliekami remiantis turimais geotechninių tyrimų duomenimis. Šie tyrimai buvo atliekami sklype, kuriame stovės projektuojamas pastatas. Atliekant tyrimus buvo išgręžta 11 įvairaus gylio grėžinių. Pagrindo gruntų mechaninių ir deformacinių savybių nustatymui atlikta 12 statinio zondavimo bandymų 3,8-10,2 m gylyje.

### 3.2.2 Grėžtinio polio GP-1 laikomosios galios skaičiavimas

Į grėžtinį polių GP-1 apkrova perduodama surenkamų gelžbetoninių kolonų, kurios bus tvirtinamos į monolitines galvenas įrengtas ant dviejų grėžtinių polių, todėl vienam poliui tenkanti apkrova lygi  $N_{Ed} = 555 \text{ kN}$ . Polio GP-1 laikomosios galios skaičiavimams atlikti pasirenkami duomenys iš grėžinio, kuriame aptikti silpniausi ir prasčiausias savybes turintys gruntai ir kuris yra arčiausiai projektuojamo pastato dalies, kurioje šie poliai bus įrengiami. Šio grėžinio

geologinis pjūvis pateikiamas 3 pav., o gruntų vidutinės mechaninės savybės pateikiamos 7 lentelėje. Projektuojamas polis GP-1 numatomas Ø500 ir 6,0m ilgio.

**7 lentelė.** Vidutinių mechaninių savybių, nustatytų pagal statinio zondavimo rezultatus, suvestinė lentelė.



Inžinerinis geol. element. Nr.	Grunto pavadinimas	Konsistencija arba tankumas	Vidutinis stiprumas kūgiui $q_c$ , MPa	Vidutinis defomarcijų modulis $E$ , MPa
1	Dirvožemis	-	-	-
2	Supiltas organinis vidutinio rupumo smėlis	Purus	2,50	5,0
3	Molingas, vidutinio rupumo smėlis	Tankus	11,84	36,0
4	Smėlingas dulkingas molis	Kietas	11,48	57,0
5	Molingas dulkis	Pusiau kietas	2,48	12,0
6	Vidutinio rupumo smėlis	Vidutinio tankumo	6,18	22,0
7	Smėlingas molingas dulkis	Kietai plastingas	1,62	8,0
8	Smėlingas molingas dulkis	Kietas	6,31	31,0

**3 pav.** Gręžinio geologinis pjūvis.

Pagrindo po poliū laikomoji galia:

$$R_b = \alpha_b \cdot q_c \cdot A_b = 0,5 \cdot 10,3 \cdot 10^3 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} = 1010,69 \text{ N} \quad (3.5)$$

Čia:  $q_c$ -grunto kūginis stipris;

$\alpha_b$ -empirinis koreliacijos koeficientas tarp  $q_c$  ir pagrindo stiprumo. Kadangi polio pagrindas-smėlingas molingas dulkis, kurio  $q_c=10,3$ , tai  $\alpha_b=0,5$ ;

$A_b$ -pagrindo paviršiaus plotas.

Skačiuojant polio šonų laikomąją galią buvo nevertinamas 1,0 m storio viršutinis (divožemis ir supiltas organinis vidutinio rupumo smėlis) grunto sluoksnis, kadangi projektuojami poliai bus pavieniai ir šis sluoksnis nebus pakankamai sutankintas po polių įrengimo. Polio šonų pagrindo laikomoji galia:

$$\begin{aligned}
R_S &= \sum (A_{si} \cdot q_{ci} \cdot \alpha_{si}) \\
&= (3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 35,2) + (3,14 \cdot 0,5 \cdot 1,3 \cdot 152,86) \\
&+ (3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 158,33) + (3,14 \cdot 0,5 \cdot 1,5 \cdot 113,45) \\
&+ (3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 100,73) + (3,14 \cdot 0,5 \cdot 1,1 \cdot 92,43) \\
&= 38,68 + 311,99 + 174,00 + 267,17 + 79,07 + 159,63 \\
&= 1030,54 \text{ kN}
\end{aligned} \tag{3.6}$$

Čia:  $q_{ci}$ - i grunto kūginis stipris;

$\alpha_{si}$ -empirinis koeficientas koreliacijos tarp  $q_c$  ir trinties stiprumo, priklausantis nuo grunto.

Šis koeficientas parenkamas iš lentelių pagal grunto kūginį stiprį.

$A_{si}$ - i sluoksnio polių šonų paviršiaus plotas.

Kalibruotąsias, apskaičiuotas pagal statinės penetracijos duomenis reikšmes, gauname įvesdami modeliavimo koeficientus  $\gamma_{Rb}$  ir  $\gamma_{Rs}$ , kurių vertės priklauso nuo polių įrengimo būdo.

Gręžtiniam poliams:  $\gamma_{Rb} = 2,0$ ,  $\gamma_{Rs} = 1,5$ .

Modeliavimo koeficientų reikšmės tikslinamos:

$$R_{c,cal} = \frac{R_b}{\gamma_{Rb}} + \frac{R_s}{\gamma_{Rs}} = \frac{1010,69}{2,0} + \frac{1030,54}{1,5} = 1192,38 \text{ kN} \tag{3.7}$$

Polio laikomosios galios charakteristinė vertė randama dalijant kalibruotąją vertę iš dalinio koeficiento, kuris priklauso nuo statinės penetracijos bandymų kiekio:

$$R_{c,k} = \frac{R_{c,cal}}{1,25} = \frac{1192,38}{1,25} = 953,90 \text{ kN} \tag{3.8}$$

Polio laikomosios galios skaičiuotinė vertė nustatoma laikomosios galios charakteristinę vertę dalinant iš dalinio koeficiento  $\gamma_t$ , pateikto normose, kurio vertė priklauso nuo projektinės situacijos bei polių įrengimo būdo:

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{1,45} = \frac{953,90}{1,45} = 657,86 \text{ kN} \tag{3.9}$$

**Išvada:** vieno gręžtinio polio GP-1 laikomoji galia  $R_{c,d}=657,86$  kN. Gręžtinio polio GP-1 laikomoji galia pakankama su 18,5% atsarga.

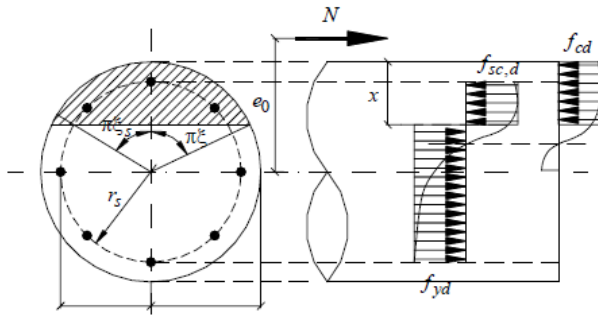
### 3.2.3 Gręžtinio poliaus GP-1 projektavimas.

Projektuojamam gręžtiniam poliui GP-1 naudojamas C20/25 stiprumo klasės betonai, kurio  $f_{ck}=20$ MPa. Polio armavimui naudojama S400 klasės armatūra, kurios charakteristinis stipris  $f_{yk}=400$ MPa. Gręžtinio polio armavimas skaičiuojamas pagal ekscentriškai gniuždomo apvalaus skerspjūvio elementų skaičiuojamąją schemą (4 pav.). Gręžtiniam poliui GP-1 parenkami 6Ø14 S400, kurių  $A_s=9,23$ cm<sup>2</sup>. Skaičiuojamasis betono stipris:

$$f_{cd} = \frac{\alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1,0 \cdot 0,9 \cdot 20}{1,5} = 12 \text{ MPa} \tag{3.10}$$

Sakaičiuotinis armatūros stipris:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{400}{1,1} = 360 \text{ MPa} \quad (3.11)$$



**4 pav.** Ekscentriškai gniuždomų apvalaus skerspjūvio elementų skaičiuojamoji schema.

Užsiduodamas santykinis gniuždomos zonos aukštis  $\xi=0,496$  (pirmąjį kartą užsiduodamas  $\xi=0,3$  ir vėliau tikslinamas priartėjimo būdu  $\xi=0,3 \div 0,7$ , kol galiausiai sutampa su apskaičiuotoju 3.14 formulėje). Santykinis gniuždomos zonos aukštis įvertinantis gniuždomą armatūrą:

$$\xi_s = \frac{\arccos\left(\frac{r_2}{r_1} \cos \pi \xi\right)}{\pi} = \frac{\arccos\left(\frac{0,25}{0,20} \cos(180^\circ \cdot 0,373)\right)}{3,14} = 0,373 \quad (3.12)$$

Čia:  $r_2$  – gręžtinio polio spindulys,  $r_2 = 250 \text{ mm}$ ;

$r_s$  – apskritimo, išvesto per išilginę armatūrą, spindulys,  $r_s = 200 \text{ mm}$ .

Vertės koeficientas, apibūdinantis ryšį tarp santykinių dydžių:

$$k = \frac{\xi_s}{\xi} = \frac{0,373}{0,373} = 1,0 \quad (3.13)$$

Perskaičiuojamas santykinis gniuždomos zonos aukštis:

$$\xi = \frac{0,4 \cdot f_{cd} \cdot A + f_{yd} \cdot A_s + N}{1,8 \cdot f_{cd} \cdot A + k(f_{sc,d} + f_{yd}) \cdot A_s} = \frac{0,4 \cdot 12 \cdot 196250 + 360 \cdot 923 + 555 \cdot 10^3}{1,8 \cdot 12 \cdot 196250 + 1,0(360 + 360) \cdot 923} \quad (3.14)$$

$$= 0,373$$

Čia:  $A$  – gręžtinio polio plotas;

$A_s$  – išilginės armatūros plotas;

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

Lenkimo momentas, kurį atlaiko polis GP-1:

$$(Ne_0) = \frac{2}{3} \cdot (f_{cd} \cdot r_2^3 \cdot \sin^3 \pi \xi) + (f_{yd} + f_{sc,d}) \cdot A_s \cdot r_s \cdot \frac{\sin \pi \xi_s}{\pi}$$

$$= \frac{2}{3} \cdot (12 \cdot 250^3 \cdot \sin^3 180^\circ \cdot 0,373) + (360 + 360) \cdot 923 \cdot 0,18 \quad (3.15)$$

$$\cdot \frac{\sin 180^\circ \cdot 0,373}{3,14} = 97799902,65 \text{ Nmm} = 97,799 \text{ kNm}$$

**Išvada:** pagal konstrukcinius reikalavimus apvalaus skerspjūvio elementai turi būti armuojami mažiausiai 6 strypais, todėl buvo gręžtiniui poliui GP-1 buvo parinkti 6Ø14 S400

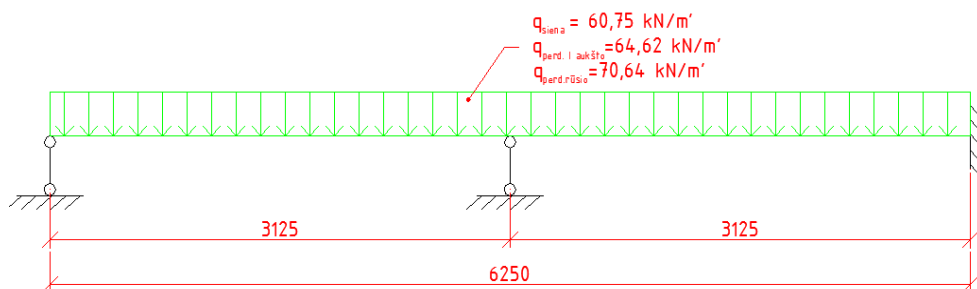
stypai. Lenkimo momentas, kurį atlaiko polis ( $Ne_0$ ) = 97,80 kNm, todėl armatūra parinkta tinkamai su 42% atsarga. Skersinė armatūra parenkama konstrukciškai Ø8 S240, kas 200.

Santykinis gniuždomos zonos aukštis, kai elementas nearmuotas išilgine armatūra  $\xi=0,222$ . Apskaičiuojamas lenkimo momentas, kurį atlaiko nearmuotas gręžtinis polis:

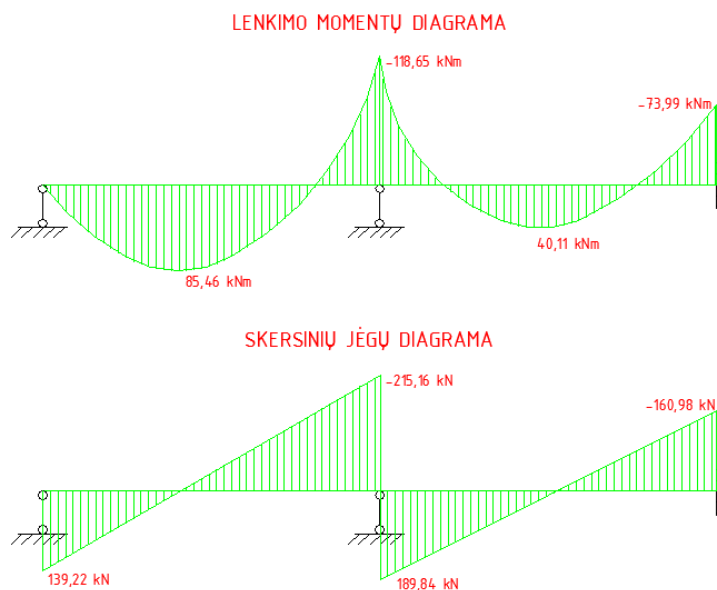
$$\begin{aligned} (Ne_0) &= \frac{2}{3} \cdot (f_{cd} \cdot r_2^3 \cdot \sin^3 \pi \xi) = \frac{2}{3} \cdot (12 \cdot 250^3 \cdot \sin^3 180^\circ \cdot 0,222) \\ &= 33115226,83 \text{ Nmm} = 33,115 \text{ kNm} \end{aligned} \quad (3.16)$$

### 3.2.4 Monolitinio rostverko ROS-1 projektavimas

Projektuojamas monolitinis rostverkas ROS-1, kurio plotis  $b=300\text{mm}$ , aukštis  $h=600\text{mm}$ . Apsauginio sluoksnio storis  $a_1=50\text{ mm}$ ,  $a_2=40\text{mm}$ . Kadangi rostverko galai ir vidurys standžiai įtvirtinti prie gręžtinių polių, rostverko tempiami sluoksniai apačioje, gniuždomi - viršuje. Maksimalūs momentai rostverke  $M_1=118,65\text{ kNm}$  ir  $M_2=118,65\text{ kNm}$ . Rostverko įstrižojo pjūvio stiprumas tikrinamas nuo didžiausios veikiančios skersinės jėgos  $V_{Ed}=215,16\text{ kN}$ . Rostverkui naudojamas C20/25 stiprumo klasės betonas, kurio skaičiuotinis stipris  $f_{cd}=12\text{ MPa}$ . Rostverką armuoti numatoma S400 stiprumo klasės armatūra, kurios  $f_{yd} = f_{sc,d} = 360\text{ N/mm}^2$ , bei S240, kurios  $f_{yd} = f_{sc,d} = 210\text{ N/mm}^2$ .



5 pav. Monolitinio rostverko ROS-1 skaičiuojamoji schema.



6 pav. Monolitinio rostverko ROS-1 lenkimo momentų ir skersinių jėgų diagramos.

Skaičiuojamas reikalingas apatinės išilginės armatūros skerspjūvio plotas. Gniuždomos zonos ribinis santykinis aukštis:

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,754}{1 + \frac{360}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,754}{1,1}\right)} = 0,615 \quad (3.17)$$

Čia:  $\omega$  – gniuždomos zonos betono charakteristika, priklausanti nuo betono rūšies ir stiprio.

$$\omega = a - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 12 = 0,754 \quad (3.18)$$

Apskaičiuojamas gniuždomos zonos aukštis:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{85,46 \cdot 10^6}{12 \cdot 300 \cdot 550^2} = 0,078 \quad (3.19)$$

Čia:  $d$  – rostverko naudingasis aukštis  $d = h - a_1 = 600 - 50 = 550 \text{ mm}$ .

Tuomet:

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,078} = 0,08 < 0,615 \quad (3.20)$$

Kadangi  $\xi_{eff} < \xi_{lim}$  laikoma, kad elementas neperarmuotas. Reikalingas apatinės armatūros skerspjūvio plotas:

$$A_{s1} = \frac{f_{cd} \cdot \xi \cdot b \cdot d}{f_{yd}} = \frac{12,0 \cdot 0,08 \cdot 0,3 \cdot 0,55}{360} = 4,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 4,4 \text{ cm}^2 \quad (3.21)$$

**Išvada:** pagal gautą reikalingą skerspjūvio plotą parenkami 3Ø14 S400, kurių  $A_s=4,62 \text{ cm}^2$ .

Reikalingas viršutinės armatūros skerspjūvio plotas skaičiuojamas nuo didžiausio lenkimo momento  $M_2=118,65 \text{ kNm}$ . Gniuždomos zonos aukštis:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{118,65 \cdot 10^6}{12 \cdot 300 \cdot 550^2} = 0,109 \quad (3.22)$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,109} = 0,116 \quad (3.23)$$

Reikalingas viršutinės armatūros skerspjūvio plotas:

$$A_{s2} = \frac{f_{cd} \cdot \xi \cdot b \cdot d}{f_{yd}} = \frac{12,0 \cdot 0,116 \cdot 0,3 \cdot 0,55}{360} = 6,38 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 6,38 \text{ cm}^2 \quad (3.24)$$

**Išvada:** pagal gautą reikalingą skerspjūvio plotą parenkami 3Ø18 S400, kurių  $A_s=7,63 \text{ cm}^2$ .

Tikrinamas monolitinio rostverko įstrižojo pjūvio stiprumas, pagal gautus rezultatus parenkama skersinė armatūra. Įstrižojo pjūvio, armuoto skersine armatūra, laikomoji galia yra pakankama, jei tenkinamos šios nelygybės:

$$V_{Ed} \leq V_{R,ds} \quad (3.25)$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} \quad (3.26)$$

Čia:  $V_{R,ds}$  – skersinės armatūros laikomoji galia;

$V_{Rd,max}$  – maksimali įstrižojo pjūvio laikomoji galia atsižvelgiant į gniuždomo betono stiprį.

Darant prielaidą, kad  $V_{Ed} = V_{Rd,max} = 215,16 \text{ kN}$  galima apskaičiuoti gniuždomo spyrio kampa:

$$\begin{aligned}\theta &= 0,5 \cdot \arcsin\left(\frac{2 \cdot V_{Ed}}{\alpha_{sw} \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z}\right) \\ &= 0,5 \cdot \arcsin\left(\frac{2 \cdot 215,16}{1,0 \cdot 0,552 \cdot 12 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 0,495}\right) = 12,9^\circ\end{aligned}\quad (3.27)$$

Čia:  $\alpha_{sw}$  – koeficientas  $\alpha_{cw}=1,0$ ;

$v_1$  – koeficientas, apskaičiuojamas:

$$v_1 = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250}\right] = 0,6 \left[1 - \frac{20}{250}\right] = 0,552 \quad (3.28)$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 0,55 = 0,495 \text{ m} \quad (3.29)$$

Kadangi  $\Theta=12,9^\circ < 45^\circ$ , tai skaičiuojant skersinę armatūra naudosime  $\cot 13^\circ = 2,159$ .

Reikalingas skersinės armatūros intensyvumas:

$$v_{sw} = \frac{V_{Ed}}{z \cdot \cot \theta} = \frac{215,16}{0,495 \cdot 2,159} = 201,33 \text{ kN/m} \quad (3.30)$$

Apskaičiuojamas minimalus skersinės armatūros intensyvumas:

$$v_{sw,min} = 0,07 \cdot f_{ck}^{0,5} \cdot b_w = 0,07 \cdot \sqrt{20 \cdot 10^3} \cdot 0,3 = 2,96 \text{ kN/m} \quad (3.31)$$

Priimama, kad skersinei armatūrai bus naudojami  $\emptyset 8$  S240 strypai, kurių  $A_{sw}=2 \cdot 0,785 \cdot 10^{-4} = 1,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ . Apskaičiuojamas skersinės armatūros žingsnis:

$$s = \frac{f_{ywd} \cdot A_{sw}}{v_{sw}} = \frac{209 \cdot 10^3 \cdot 1,57 \cdot 10^{-4}}{201,33} = 0,163 \text{ m} = 163 \text{ mm} \quad (3.32)$$

Skersinę armatūrą dėliojame  $s = 150 \text{ mm}$  žingsniu. Apskaičiuojame įstrižojo pjūvio laikomąją galią  $V_{Rd,s}$ :

$$\begin{aligned}V_{Rd,s} &= \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot 13^\circ = \frac{1,57 \cdot 10^{-4}}{0,15} \cdot 0,495 \cdot 209 \cdot 10^3 \cdot 2,159 \\ &= 233,78 \text{ kN}\end{aligned}\quad (3.33)$$

Apskaičiuojame laikomąją galią  $V_{Rd,max}$ , kai  $\Theta=13^\circ$ :

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{sw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cot \theta + \tan \theta)} = \frac{1,0 \cdot 0,3 \cdot 0,495 \cdot 0,552 \cdot 12 \cdot 10^3}{(2,159 + 0,231)} = 411,57 \text{ kN} \quad (3.34)$$

Tikrinamos 3.25 ir 3.26 sąlygos:

$$V_{Ed} = 215,16 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 233,78 \text{ kN} \quad (3.35)$$

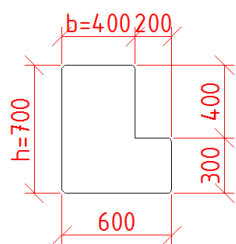
$$V_{Ed} = 215,16 \text{ kN} \leq V_{Rd,max} = 411,57 \text{ kN} \quad (3.36)$$

**Išvada:** sąlygos tenkinamos, skersinė armatūra parinkta tinkamai.

### 3.3 Surenkamos rėmo sijos R-25 projektavimas

Rėmo sija skaičiuojamas pagal (14) pateiktus nurodymus ir formules.

Apytikriai numatomi rėmo sijos skerspjūvio matmenys:



$$l_1 \times l_2 = 6,1 \times 8,9 \quad (3.37)$$

$$h = \left(\frac{1}{10}\right) \cdot 6,1 = 0,61 \text{ m} \sim 0,6 \text{ m} \quad (3.38)$$

$$b = 0,5 \cdot h = 0,5 \cdot 0,6 = 0,30 \text{ m},$$

tačiau dėl gembės pločio rėmo sijos plotį parenkame  $b = 0,4 \text{ m}$  (3.39)

7 pav. Rėmo sijos skerspjūvio geometrija.

8 lentelė. Rėmo sija R-25 veikiančios apkrovos.

Apkrovos rūšis	Charakteristinė apkrova $\text{kN/m}^2$	Patikimumo koeficientas, $\gamma_G$	Skaičiuojamoji apkrova $\text{kN/m}^2$
Perdangos svoris	7,22	1,35	9,80
Vidaus pertvarų svoris	1,20	1,35	1,62
Nuolatinės apkrovos:	$g_k^{pl} = 8,42$		$g_d^{pl} = 11,42$
Laikinoji (naudojimo):	$q_k^{pl} = 3,00$	1,3	$q_d^{pl} = 3,90$
Suminė:	$p_k^{pl} = 11,42$		$p_d^{pl} = 15,32$

Suminė skaičiuojamoji apkrova į 1m sijos, įvertinant jo savąjį svorį, kai  $\gamma_f > 1$

$$p_d^{ryg} = p_d^{pl} \cdot \frac{l_2}{2} + b \cdot h \cdot \rho_m = 15,32 \cdot \frac{8,9}{2} + 0,4 \cdot 0,6 \cdot 25 = 74,17 \text{ kN/m} \quad (3.40)$$

Rėmo sijos skerspjūvio aukštis parenkamas pagal momentą:  $M=(0,6\dots 0,7)$

$$M_o = 0,7 \cdot p_d^{ryg} \cdot \frac{l_1^2}{8} = 0,7 \cdot 74,17 \cdot \frac{6,1^2}{8} = 241,49 \text{ kNm} \quad (3.41)$$

Rėmo sijos skerspjūvio orientacinis darbo aukštis, imant pageidautiną jų plotį  $b = 40 \text{ cm}$ , imamas iš formulės:

$$d = 1,8 \cdot \sqrt{\frac{M_o}{b \cdot f_{cd}}} = 1,8 \cdot \sqrt{\frac{241,49 \cdot 10^{-3}}{0,4 \cdot 18}} = 0,33 \text{ m} \quad (3.42)$$

Rėmo sijos skerspjūvio orientacinis darbo aukštis:

$$h = d + a = 0,33 + 0,06 = 0,39 \text{ m} \quad (3.43)$$

Kadangi  $h = 0,39 \text{ m} < 0,6 \text{ m}$ , priimu, kad  $h_f = 0,3 \text{ m}$ .

**Išvada:** gauti rėmo sijos matmenys:  $h = 0,6 \text{ m}$ ,  $h_f = 0,3 \text{ m}$ ,  $b = 0,4 \text{ m}$ ,  $b_f = 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ m}$ .



### 3.3.1 Rėmo sijos R-25 skaičiuojamoji schema

Patikslinama nuolatinė skaičiuojamoji apkrova su sijos svoriu:

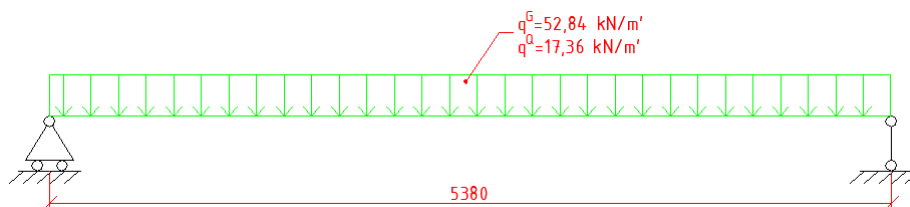
$$\begin{aligned}
 q^G &= g_d^{pl} \cdot \frac{l_2}{2} + (b \cdot h + (b_f - b) \cdot h_f) \cdot 1,35 \cdot 25,0 \\
 &= 11,42 \cdot \frac{8,9}{2} + (0,4 \cdot 0,6 + (0,6 - 0,4) \cdot 0,3) \cdot 1,35 \cdot 25 \\
 &= 52,84 \text{ kN/m}
 \end{aligned}
 \tag{3.44}$$

$$\text{Laikina apkrova: } q^Q = q_d^{pl} \cdot \frac{l_2}{2} = 3,9 \cdot \frac{8,9}{2} = 17,36 \text{ kN/m}
 \tag{3.45}$$

$$\text{Suminė apkrova: } p_d = q^G + q^Q = 52,84 + 17,36 = 70,20 \text{ kN/m}
 \tag{3.46}$$

$$\frac{q^Q}{q^G} = \frac{17,36}{52,84} = 0,33 < 5,0
 \tag{3.47}$$

galime priimti supaprastintą lenkimo momentų pasiskirstymą



8 pav. Rėmo sijos R-25 skaičiuojamoji schema.

### 3.3.2 Rėmo sijos R-25 normalinių pjūvių stiprumo skaičiavimas

Maksimalios įrašos veikiančio projektuojamą siją apskaičiuotos naudojantis programa „Autodesk Robot Structural Analysis 2011“:

$$M_{max} = 284,55 \text{ kNm} \qquad Q_{max} = 211,56 \text{ kN}$$

Rėmo sija projektuojama iš C30/37 klasės sunkiojo betono, kietinamo šutinant. Patalpų santykinė drėgmė 50%.

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{30}{1,5} = 18 \text{ MPa}
 \tag{3.48}$$

Armuojant naudojama S400 ( $f_{yd}=365\text{MPa}$ ) armatūra.

Išilginės armatūros reikiamas skerspjūvio plotas pirmame tarpatramyje:

$$d = h - a = 0,6 - 0,06 = 0,54 \text{ m}
 \tag{3.49}$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{max}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{284,55 \cdot 10^{-3}}{18 \cdot 0,4 \cdot 0,54^2} = 0,136
 \tag{3.50}$$

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706
 \tag{3.51}$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{365}{400} \cdot \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,532
 \tag{3.52}$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Eds}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,136} = 0,147
 \tag{3.53}$$

$$x = \xi \cdot d = 0,147 \cdot 0,54 = 0,079 \text{ m} \quad (3.54)$$

$$A_s = \frac{f_{c,d} \cdot x \cdot b}{f_{yd}} = \frac{18 \cdot 0,079 \cdot 0,4}{365} = 15,58 \text{ cm}^2 \quad (3.55)$$

**Išvada:** parenkami 5Ø20, kurių  $A_s = 15,71 \text{ cm}^2$ .

### 3.3.3 Rėmo sijos R-25 įstrižųjų pjūvių stiprumo skaičiavimas

Su „Autodesk Robot Structural Analysis 2011“ programa apskaičiuota skersinės jėga:

$$Q_{max} = 211,56 \text{ kN}$$

Patikslinamos skersinės jėgos:

$$Q_{Ed} = Q_{max} - p_d^{pl} \cdot h_f = 211,56 - 15,32 \cdot 0,3 = 206,96 \text{ kN} \quad (3.56)$$

Skersinė armatūra apskaičiuojama:

$$B = \varphi_{b2} \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d^2 = 2 \cdot 1,2 \cdot 10^6 \cdot 0,4 \cdot 0,54^2 = 279,94 \text{ kNm} \quad (3.57)$$

$$Q_b = Q_{sw} = \frac{Q}{2} \quad (3.58)$$

$$Q_b = \frac{B}{C} \quad (3.59)$$

$$\frac{B}{C} = \frac{Q}{2} \quad (3.60)$$

$$C = \frac{2B}{Q_{Ed}} = \frac{2 \cdot 279,94}{206,96} = 2,71 \text{ m} > 2 \cdot d = 2 \cdot 0,54 = 1,08 \text{ m} \quad (3.61)$$

Skersinės armatūros pagal skaičiavimus nereikia. Kai išilginės armatūros skersmuo Ø20 mm, mažiausias skersinės armatūros skersmuo yra Ø8 mm. Priimama skersinė armatūra  $d_w = 8 \text{ mm}$  S400 klasės. Pagal konstrukcinius reikalavimus  $s < h/3 = 0,6/3 = 0,20 \text{ m}$ . Priimame  $s = 0,20 \text{ m}$ , 1/4 kraštinio tarpatramio ilgiu nuo kraštinės atramos. Tarpatramio vidurinėje dalyje  $s < h \cdot 3/4 = 0,6 \cdot 3/4 = 0,45 \text{ m}$ . Imame  $s = 0,40 \text{ m}$ .

Patikriname gniuždomos zonos juostos stiprumą tarp dviejų įstrižųjų plyšių pagal didžiausią skersinę jėgą  $Q_{max} = 206,96 \text{ kN}$ .

$$Q_{max} \leq 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot \gamma_{b2} \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d \quad (3.62)$$

$$\mu_w = \frac{n_w \cdot A_{sw}}{b \cdot s} = \frac{2 \cdot 5,03 \cdot 10^{-5}}{0,4 \cdot 0,4} = 0,0006 \quad (3.63)$$

$$\alpha_s = \frac{E_s}{E_b} = \frac{20 \cdot 10^4}{32 \cdot 10^3} = 6,25 \quad (3.64)$$

$$\varphi_{w1} = 1 + 5\alpha_s \cdot \mu_w = 1 + 5 \cdot 6,25 \cdot 0,0006 = 1,019 \quad (3.65)$$

$$\varphi_{b1} = 1 - 0,01 \cdot \gamma_{b2} \cdot f_{cd} = 1 - 0,01 \cdot 0,9 \cdot 18 = 0,838 \quad (3.66)$$

$$Q_{max} = 206,96 \leq 0,3 \cdot 1,019 \cdot 0,838 \cdot 18 \cdot 0,4 \cdot 0,54 \cdot 10^3 = 996,01 \text{ kN}, \quad (3.67)$$

*stiprumo sąlyga tenkinama.*

Tikrinama sąlyga:

$$q_{sw} = \frac{\varphi_{b3} \cdot \gamma_{b2} \cdot f_{ctd} \cdot b}{2} = \frac{0,6 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 0,4 \cdot 10^3}{2} = 129,60 \text{ kN/m} \quad (3.68)$$

$$f_{ctd} = \frac{\alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = \frac{0,9 \cdot 1,0 \cdot 2,0}{1,5} = 1,20 \text{ MPa} \quad (3.69)$$

$$q_{sw} = \frac{\gamma_{s2} \cdot f_{yd} \cdot n_w \cdot A_{sw}}{s} = \frac{0,9 \cdot 365 \cdot 2 \cdot 0,0503 \cdot 10^3}{0,2} = 165,24 \text{ kN/m} \quad (3.70)$$

$$129,60 \text{ kN/m} < 165,24 \text{ kN/m} - \text{sąlyga tenkinama} \quad (3.71)$$

**Išvada:** priimama skersinė armatūra  $d_w = 8 \text{ mm}$  S400 klasės.

### 3.3.4 Rėmo sijos R-25 konstravimas

Rėmo sijos lentynos tempiama armatūra apskaičiuojama kaip lenkiamam elementui. Plokštės atraminė reakcija nuo skaičiuojamųjų apkrovų:

$$Q = \frac{p_d^{pl} \cdot (l_2 - 0,25)}{2} = \frac{15,32 \cdot (8,9 - 0,25)}{2} = 66,26 \text{ kN} \quad (3.72)$$

Atstumas nuo sijos krašto iki plokštės atrėmimo vidurio yra:

$$a = 0,05 + \frac{0,15}{2} = 0,125 \text{ m} \quad (3.73)$$

Lenkimo momentas lentynos 1 m ilgiu:

$$M = Q \cdot a = 66,26 \cdot 0,125 = 8,28 \text{ kN/m} \quad (3.74)$$

Darbo zonos aukštis:

$$d = (h_f - 100) - 25 = (300 - 100) - 25 = 175 \text{ mm} \quad (3.75)$$

$$b = 1,0 \text{ m}$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{8,28 \cdot 10^{-3}}{18 \cdot 1,0 \cdot 0,175^2} = 0,015 \quad (3.76)$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Eds}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,015} = 0,015 \quad (3.77)$$

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706 \quad (3.78)$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 - \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 - \frac{365}{400} \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 1,11 \quad (3.79)$$

$$\xi = 0,015 < \xi_{lim} = 1,11 \quad (3.80)$$

$$A_s = \frac{\xi \cdot d \cdot b \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,015 \cdot 0,175 \cdot 1,0 \cdot 18,0}{365} = 0,000129 \text{ m}^2 = 1,29 \text{ cm}^2 \quad (3.81)$$

Parenkama 5Ø6 su  $A_s=1,42 \text{ cm}^2$ .

Patikriname įstrižojo pjūvio stiprumą:

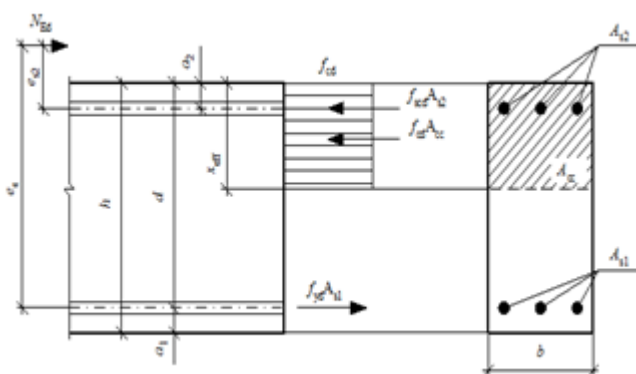
$$\begin{aligned} Q &\leq 0,6 \cdot \gamma_{b2} \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,175 \cdot 10^6 = 113400 \text{ N} \\ &= 113,40 \text{ kN} \rightarrow Q = 66,26 \text{ kN} < 113,40 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.82)$$

**Išvada:** įstrižojo pjūvio stiprumas pakankamas, skersinės armatūros nereikia.

### 3.4 Surenkamų gelžbetoninių kolonų projektavimas

#### 3.4.1 Kolonos K-24 projektavimas

Projektuojama surenkama ekscentriškai gniuždoma nekintamo skerspjūvio kolona (9 pav.). Numatomas kolonos skerspjūvis  $400(b) \times 400(h)$ , kolonos aukštis  $l=12,10$  m. Kolona gaminama iš C25/30 stiprumo klasės betono, pagrindinė armatūra S400 stiprumo klasės, skersinei naudojami S240 stiprumo klasės stypai. Betono apsauginis sluoksnis  $a_1=a_2=40\text{mm}$ . Pagal kompiuterinę programą gautas įrašas parenkamas pavojingiausias įrašų derinys, kuris naudojamas tolimesniems skaičiavimams.



9 pav. Ekscentriškai gniuždomųjų gelžbetoninių elementų statmenojų pjūvio stiprumo skaičiuotinė schema.

Pavojingiausias derinys susidaro veikiant  $I$  apkrovų deriniui, tuomet:

$$M_{Ed} = 71,42 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 792,46 \text{ kN}$$

Betono skaičiuotinis stipris gniuždant:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{25}{1,5} = 15 \text{ MPa}; \quad (3.83)$$

Armatūros skaičiuotinis stipris:

$$f_{yd} = f_{sc,d} = \frac{f_{yk}}{1,1} = 360 \text{ MPa}; \quad (3.84)$$

Kolonos darbo aukštis:

$$d = h - a_1 = 0,4 - 0,04 = 0,36 \text{ m}; \quad (3.85)$$

Skerspjūvio plotas:

$$A = b \cdot h = 0,4 \cdot 0,4 = 0,16 \text{ m}^2; \quad (3.86)$$

Skerspjūvio inercijos spindulys:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{2,133 \cdot 10^{-3}}{0,16}} = 0,116 \text{ m}; \quad (3.87)$$

Apskaičiuojamas kolonos liaunis:

$$\lambda = \frac{l_{eff}}{i} = \frac{12,10}{0,116} = 104,31 < \lambda_{rib} = 120; \quad (3.88)$$

**Išvada:** kolonos liaunis nevišija leistino.

Ekscentriškai gniuždomų kolonų, kurios standžiai sujungtos su rėmo sijomis ir surenkama perdanga skaičiuotinis ilgis, kai pastatas daugiaaukštis ir daugiau nei dviejų tarpatramių apskaičiuojamas:

$$l_0 = l = 5,48 \text{ m} \quad (3.89)$$

Čia:  $l$  - aukšto aukštis (atstumas tarp mazgų centrų) (13).

Momentas sukeltas nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių:

$$M_{Ed,s} = M_{Ed} + N_{Ed} \left( \frac{d-a}{2} \right) = 71,42 \cdot 10^3 + 792,46 \cdot 10^3 \left( \frac{360-40}{2} \right) = 126,86 \text{ kNm}; \quad (3.90)$$

Momentas sukeltas nuolatinių ir kintamų poveikių:

$$M_{Ed,sl} = M_{Ed,l} + N_{Ed,l} \left( \frac{d-a}{2} \right) = 62,57 \cdot 10^3 + 654,66 \cdot 10^3 \left( \frac{360-40}{2} \right) = 104,81 \text{ kNm}; \quad (3.91)$$

Ekscentricitetas lenkimo momento plokštumoje:

$$e_0 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{71,42}{792,46} = 0,09 \text{ m} = 90 \text{ mm} > e_a = \frac{h}{30} = \frac{400}{30} = 13,33 \text{ mm}; \quad (3.92)$$

Koeficientas, įvertinantis ilgalaikių poveikių įtaką elemento įlinkiui ribiniame būvyje:

$$\varphi_l = 1 + \beta \frac{M_{Ed,sl}}{M_{Ed,s}} = 1 + 1 \cdot \frac{104,81 \cdot 10^3}{126,86 \cdot 10^3} = 1,83 < \varphi_l = 1 + \beta = 1 + 1 = 2; \quad (3.93)$$

Koeficientas priklausantis nuo atstiktinio ekscentriciteto:

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = \frac{0,09}{0,40} = 0,225 > \delta_{e,\min} = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{l_0}{h} - 0,01 \cdot f_{cd} = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{5,48}{0,4} - 0,01 \cdot 15 = 0,213 \quad (3.94)$$

Priimame koeficiento reikšmę  $\delta_e = 0,225$ . Pirmam priartėjimui priimame  $\rho_l = 0,01$ .

Apskaičiuojamas armatūros ir betono tamprumo modulių santykis:

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{2 \cdot 10^5}{3,1 \cdot 10^4} = 6,45; \quad (3.95)$$

Čia:  $E_s$  - armatūros tamprumo modulis;

$E_{cm}$  - betono tamprumo modulis.

Betono skerspjūvio inercijos momentas elemento viso skerspjūvio atžvilgiu:

$$I_c = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{400 \cdot 400^3}{12} = 2,133 \cdot 10^9 \text{ mm}^4; \quad (3.96)$$

Armatūros skerspjūvio ploto inercijos momentas elemento viso skerspjūvio centro atžvilgiu:

$$I_s = \rho_1 \cdot b \cdot d \left( \frac{d - a_2}{2} \right)^2 = 0,01 \cdot 400 \cdot 360 \left( \frac{360 - 40}{2} \right)^2 = 3,686 \cdot 10^7 \text{ mm}^4; \quad (3.97)$$

Sąlyginė išilginė kritinė jėga:

$$N_{\text{crit}} = \frac{6,4 \cdot E_{\text{cm}}}{l_0^2} \left[ \frac{I_c}{\varphi_l} \left( \frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e I_s \right] = \quad (3.98)$$

$$= \frac{6,4 \cdot 3,1 \cdot 10^4}{5480^2} \left[ \frac{2,133 \cdot 10^9}{1,83} \left( \frac{0,11}{0,1 + 0,225} + 0,1 \right) + 6,45 \cdot 3,686 \cdot 10^7 \right] = 4942,11 \text{ kN}$$

Čia:  $E_{\text{cm}}$  - betono kirstinis tamprumo modulis;

$l_0$  - elemento skaičiuotinis ilgis;

$\varphi_l$  - koeficientas, įvertinantis ilgalaikių poveikių įtaką elemento įlinkiui ribiniame būvyje;

$\delta_e$  - koeficientas priklausantis nuo atsitiktinio ekscentriciteto;

$I_c$  - betoninės dalies skerspjūvio inercijos momentas.

Apskaičiuojamas koeficientas  $\eta$  :

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{\text{Ed}}}{N_{\text{crit}}}} = \frac{1}{1 - \frac{792,46}{4942,12}} = 1,19; \quad (3.99)$$

Ekscentricitetas  $e_e$ :

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 90 \cdot 1,19 + \frac{360 - 40}{2} = 267 \text{ mm}. \quad (3.100)$$

Skaičiuojamos reikšmės:

$$\alpha_n = \frac{N_{\text{Ed}}}{f_{\text{cd}} \cdot b \cdot d} = \frac{792,46 \cdot 10^3}{15 \cdot 400 \cdot 360} = 0,367; \quad (3.101)$$

$$\alpha_m = \frac{N_{\text{Ed}} \cdot e_e}{f_{\text{cd}} \cdot b \cdot d^2} = \frac{792,46 \cdot 10^3 \cdot 236}{15 \cdot 400 \cdot 360^2} = 0,240; \quad (3.102)$$

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomos zonos aukštis:

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{\text{cd}} = 0,85 - 0,008 \cdot 15 = 0,730; \quad (3.103)$$

$$\xi_{\text{lim}} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{\text{s,lim}}}{\sigma_{\text{sc,lim}}} \left( 1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} = \frac{0,730}{1 + \frac{360}{500} \left( 1 - \frac{0,730}{1,1} \right)} = 0,588; \quad (3.104)$$

Kadangi  $\alpha_n = 0,367 < \xi_{\text{lim}} = 0,588$ , armatūros plotus  $A_{s1} = A_{s2}$  apskaičiuojamas:

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

$$= \frac{15 \cdot 400 \cdot 400}{360} \cdot \frac{0,240 - 0,367(1 - 0,5 \cdot 0,367)}{1 - 40/360} = 1166,67 \text{ mm}^2, \quad (3.105)$$

Tikrinamas ar tiksliai parinktas armavimo koeficientas:

$$\rho = \frac{A_{s1} + A_{s2}}{b \cdot h} = \frac{2 \cdot 1166,67}{400 \cdot 400} = 0,015 > 0,01 \quad (3.106)$$

Kadangi, apskaičiuotas armavimas labai skiriasi nuo pasirinktojo, patikslinamas armavimo koeficientas:

$$\rho_1 = \frac{0,01 + 0,015}{2} = 0,013 \quad (3.107)$$

$$I_s = \rho_1 \cdot b \cdot d \left( \frac{d - a_2}{2} \right)^2 = 0,013 \cdot 400 \cdot 360 \left( \frac{360 - 40}{2} \right)^2 = 0,48 \cdot 10^8 \text{ mm}^4 \quad (3.108)$$

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

$$= \frac{6,4 \cdot 3,1 \cdot 10^4}{5480^2} \left[ \frac{2,133 \cdot 10^9}{1,83} \left( \frac{0,11}{0,1 + 0,225} + 0,1 \right) + 6,45 \cdot 0,48 \right]$$

$$\cdot 10^8 = 2241,56 \text{ kN} \quad (3.109)$$

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{crit}}} = \frac{1}{1 - \frac{792,46}{2241,56}} = 1,55 \quad (3.110)$$

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 90 \cdot 1,55 + \frac{360 - 40}{2} = 300 \quad (3.111)$$

$$\alpha_m = \frac{N_{Ed} \cdot e_e}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{792,46 \cdot 10^3 \cdot 300}{12 \cdot 400 \cdot 360^2} = 0,382 \quad (3.112)$$

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

$$= \frac{15 \cdot 400 \cdot 400}{360} \cdot \frac{0,382 - 0,367(1 - 0,5 \cdot 0,367)}{1 - 40/360} = 617,17 \text{ mm}^2 \quad (3.113)$$

**Išvada:** armavimo koeficientas parinktas tinkamai. Pagal gautą reikalingą armatūros skerspjūvio plotą parenkami 3Ø18 S400 strypai, kiekvienoje kolonos pusėje.

### 3.4.2 Kolonos K-24 skersinės armatūros skaičiavimas

Skersinė armatūra kolonoje apskaičiuojama taikant santvaros modelį. Skaičiuojant naudojant tokį modelį laikoma, kad gelžbetoninį elementą sudaro tempiamoji ir gniuždomoji juostos, o skersinė armatūra veikia kaip santvaros spyriai. Įrašos spyriuose priklauso nuo spyrių

posvyrio kampo. Kampas  $\Theta$  yra ribojamas ir rekomenduojamas pasirinkti  $22^\circ \leq \Theta \leq 45^\circ$ . Skaičiavimai pradedami pasirinkus nepalankiausią kampą  $\Theta = 22^\circ$ . Didžiausia kolonoje veikianti skersinė jėga  $V_{Ed} = 5,26 \text{ kN}$ .

Istrižasis pjūvis yra pakankamai stiprus, jei tenkinamos šios dvi nelygybės:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} \quad (3.114)$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} \quad (3.115)$$

Apskaičiuojamas  $V_{Rd,max}$  kai  $\Theta = 22^\circ$ :

$$\begin{aligned} V_{Rd,max} &= 0,347 \cdot \alpha_{sw} \cdot b \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} = 0,347 \cdot 1,0 \cdot 0,4 \cdot 0,324 \cdot 0,54 \cdot 15 \cdot 10^6 \\ &= 364,27 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.116)$$

Čia:  $\alpha_{sw}$  - koeficientas,  $\alpha_{sw} = 1,0$ ;

$v_1$  - koeficientas, apskaičiuojamas:

$$v_1 = 0,6 \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \left[ 1 - \frac{25}{250} \right] = 0,54 \quad (3.117)$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 0,36 = 0,324 \text{ m} \quad (3.118)$$

Kadangi,  $V_{Rd,max} > V_{Ed}$ , apskaičiuojamas reikiamas skersinės armatūros intensyvumas:

$$v_{sw} = \frac{V_{Ed}}{z \cdot \cot \Theta} = \frac{5,26}{0,324 \cdot \cot 22} = 7,22 \text{ kN/m} \quad (3.119)$$

Priimama, kad skersinei armatūrai bus naudojami  $2\emptyset 8$  S240 strypai, kurių  $A_{sw} = 2 \cdot 0,503 \cdot 10^{-4} = 1,01 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ . Skersinės armatūros žingsnis:

$$s = \frac{f_{ywd} \cdot A_{sw}}{v_{sw}} = \frac{209 \cdot 10^3 \cdot 1,01 \cdot 10^{-4}}{7,22} = 2,92 \text{ m} \quad (3.120)$$

**Išvada:** pagal atliktus skaičiavimus gautas reikalingas skersinės armatūros žingsnis nedidesnis nei  $s = 2,92 \text{ m}$ . Skersinės armatūros žingsnis parenkamas pagal konstrukcinius reikalavimus: ties kolonos galais ir zonoje, kurioje įrengiama gembė rygeliui atremti skersinė armatūra sutankinama iki  $200 \text{ mm}$ , visu kitur skersinės armatūros žingsnis -  $400 \text{ mm}$ .

Tikrinamas įstrižojo pjūvio laikomoji galia, kai skersinės armatūros žingsnis  $400 \text{ mm}$ .

$$\begin{aligned} V_{Rd,s} &= \frac{A_{sw}}{S} \cdot z \cdot f_{yw,d} \cdot \cot \theta = \frac{1,01 \cdot 10^{-4}}{0,4} \cdot 0,324 \cdot 206 \cdot 10^6 \cdot 2,475 \\ &= 41,71 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.121)$$

Skaičiuojama silpniausiam pjūviui:

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{sw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cot \theta + \tan \theta)} = \frac{1,0 \cdot 0,4 \cdot 0,324 \cdot 0,54 \cdot 15 \cdot 10^3}{2,475 + 2,475} = 212,07 \text{ kN} \quad (3.122)$$

Tikrinamos 3.114 ir 3.115 sąlygos:

$$V_{Ed} = 5,26 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 41,71 \text{ kN} \quad (3.123)$$



$$V_{Ed} = 5,26 \text{ kN} \leq V_{Rd,max} = 212,07 \text{ kN} \quad (3.124)$$

**Išvada:** sąlygos tenkinamos, skersinė armatūra ir jos žingsnis parinktas tinkamai.

### 3.4.3 Kolonos K-24 gembės konstravimas

Projektuojama trumpa gembė (10 pav.), rėmo sijoms atremti. Sijos perduodama apkrova yra arti atramos. Į kolonos gembę bus remiamas sija, kuri remiama per garsą slopinančią 190 mm pločio neopreno tarpinę. Gembę veikia skersinė jėga, perduodama rygelio  $V_{Ed} = 256,96 \text{ kN}$ .

Minimalus rėmo sijos atrėmimo ilgis apskaičiuojamas:

$$l = l_{sup} + c = 150 + 20 = 170 \text{ mm} \quad (3.125)$$

Čia:  $c$  - atstumas nuo kolonos krašto iki rėmo sijos galo,  $c = 20 \text{ mm}$ ;

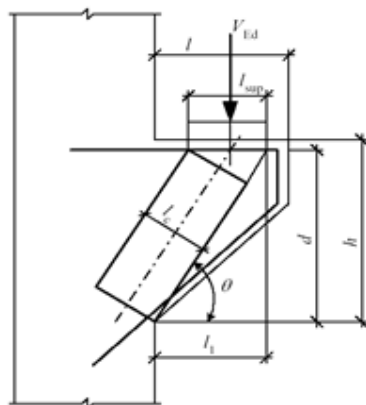
$l_{sup}$  - ilgis, kuris paskaičiuojamas:

$$l_{sup} \geq \frac{V_{Ed}}{f_{cd} \cdot b} = \frac{256,96 \cdot 10^3}{15 \cdot 10^6 \cdot 0,4} = 0,043 \text{ m} = 42,83 \text{ mm} \quad (3.126)$$

Priimame, kad  $l_{sup} = 150 \text{ mm}$ .

Parenkant gembės aukštį, svarbu žinoti jos darbo aukštį (10 pav.). Gembės darbo aukštis prie kolonos krašto skaičiuojamas:

$$d = \sqrt{\frac{V_{Ed} \cdot a}{1,5 \cdot f_{cd} \cdot b}} = \sqrt{\frac{256,96 \cdot 10^3 \cdot 175}{1,5 \cdot 15 \cdot 10^6 \cdot 400}} = 0,071 \text{ m} = 70,68 \text{ mm} \quad (3.127)$$



**10 pav.** Trumposios gembės atsparumo skersinėms jėgoms skaičiuotinė schema.

Gembės aukštį prie kolonos krašto priimame  $h = 490 \text{ mm}$ , gembės aukštis gale  $290 \text{ mm}$ . Gembės išilginės darbo armatūros kiekis apskaičiuojamas kaip lenkiamuose elementuose lenkimo momentą padidinus 25%:

$$M = 1,25 \cdot V_{Ed} \cdot a = 1,25 \cdot 256,96 \cdot 0,175 = 56,21 \text{ kNm} \quad (3.128)$$

Čia:  $V_{Ed}$  - skersinė jėga perduodama gembei rygelio;

$a$  - lenkimo momento petis. Atstumas nuo kolonos krašto iki skersinės jėgos pridėties taško.

Skaičiuojamas reikalingas išilginės armatūros kiekis trumpojoje gembėje:

$$A_{s1} \geq \frac{M}{d \cdot f_{yd}} = \frac{56,21 \cdot 10^3}{0,36 \cdot 360 \cdot 10^6} = 4,34 \cdot 10^{-4} m^2 = 4,34 cm^2 \quad (3.129)$$

**Išvada:** pagal gautą reikalingą minimalų išilginės armatūros gembėje skerspjūvio plotą, parenkami 3Ø14 S400 strypai, kurių  $A_s = 4,62 m^2$ .

Pagal rekomendacijas parenkamas skersinės armatūros žingsnis:

$$s_w \leq \frac{h}{4} = \frac{400}{4} = 100 mm \quad (3.130)$$

Priimame, kad skersinei armatūrai naudosisime Ø6 stypus, kurių žingsnis  $s=100mm$ ;

Patikrinamas gelžbetoninės gembės atsparumas skersinių jėgų veikimui:

$$V_{Rd,cc} = 0,8 \cdot \varphi_{w2} \cdot f_{cd} \cdot b \cdot l_c \cdot \sin \theta \quad (3.131)$$

Čia:  $\varphi_{w2}$  - koeficientas, kuriuo atsižvelgiam į sankabas, išdėstytas gembės aukštyje;

$\theta$  - kampas tarp skaičiuotinis gniuždomosios zonos ir horizontalės;

$l_c$  - įstrižos juostos plotis.

Apskaičiuojamas kampas  $\theta$ :

$$\tan \theta = \frac{h}{l_{sup}} = \frac{400}{200} = 2,0 \rightarrow \theta = 63,43^\circ \quad (3.132)$$

Čia:  $l_{sup}$  - neopreno tarpinės, per kurią rėmo sija remiasi į gembę, ilgis .

Įstrižos gniuždomos juostos plotis:

$$l_c = l_{sup} \cdot \sin \theta = 200 \cdot \sin 63,43^\circ = 178,88 mm \quad (3.133)$$

Koeficientas  $\varphi_{w2}$ :

$$\varphi_{w2} = 1 + 5 \cdot \alpha_1 \cdot \rho_{w1} = 1 + 5 \cdot 6,25 \cdot 1,425 \cdot 10^{-3} = 1,045 \quad (3.134)$$

Čia:

$$\rho_{w1} = \frac{A_{sw}}{b \cdot s_{sw}} = \frac{0,57 \cdot 10^{-4}}{0,4 \cdot 0,1} = 1,425 \cdot 10^{-3} \quad (3.135)$$

Pagal (3.131) formulę:

$$V_{Rd,cc} = 0,8 \cdot \varphi_{w2} \cdot f_{cd} \cdot b \cdot l_c \cdot \sin \theta = 0,8 \cdot 1,045 \cdot 15 \cdot 400 \cdot 178,88 \cdot \sin 63,43^\circ = 802,50 kN > V_{Ed} = 256,96 kN \quad (3.136)$$

**Išvada:** sąlyga tenkinama, skersinė armatūra trumpajai gembei parinkta tinkamai.

Įdėtinės detalės ID-1 projektavimas pateikiamas 7 priede.

### 3.5 Surenkamos perdangos projektavimas

#### 3.5.1 Gelžbetoninės nepertraukiamo formavimo kiaurymėtosios perdangos plokštės projektavimas

##### 3.5.1.1 Pradiniai duomenys

Projektuojama visuomeninės paskirties pastato surenkamos gelžbetoninė perdangos kiaurymėtoji plokštė, gaminama nepertraukiamo formavimo būdu. Plokštė gaminama iš normaliojo C35/45 klasės betono ir armuojama vien tik įtemptąja lynine armatūra (joje nėra skersinės armatūros bei tinklų lentynose). Iš anksto įtemptoji lyninė armatūra – Y1770C (13). Ši armatūra įtempta mechaniniu būdu į atsparas. Įtempto lyno ilgis 115,5 m. Betono stipris apspaudimo metu  $f_{cp} = 0,8 \cdot f_{ck}$ . Gaminiai kietinami šūtinant ( $\Delta t = 65^\circ\text{C}$ ).

Plokštės nominalusis plotis  $b_n = 1,20\text{ m}$ , aukštis  $h = 0,40\text{ m}$ , betono klasė C35/45. Pagrindiniai betono C35/45 rodikliai [13]: charakteristinis gniuždomasis stipris –  $f_{ck} = 35\text{ MPa}$ , charakteristinis tempiamasis stipris –  $f_{ctk,0,05} = 2,2\text{ MPa}$ , vidutinis tamprumo modulis  $E_{cm} = 34 \cdot 10^3\text{ MPa}$ . Skaičiuotiniai betono stipriai saugos ribiniams būviams:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_c \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 35 / 1,5 = 21,0\text{ MPa} \quad (3.158)$$

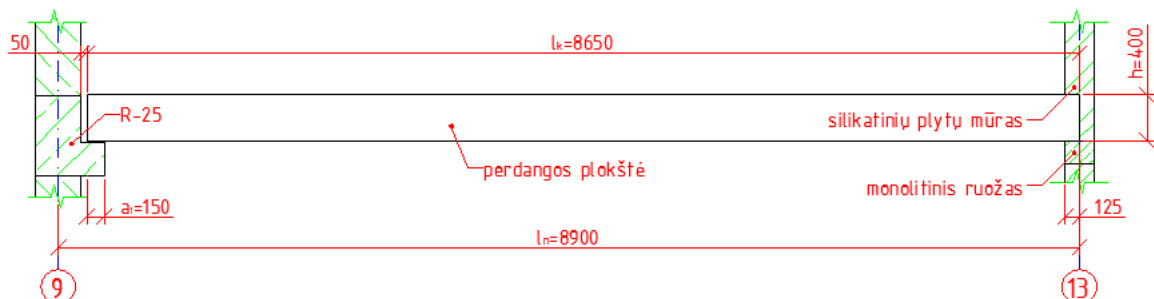
$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 2,2 / 1,5 = 1,32\text{ MPa} \quad (3.159)$$

Skaičiuotiniai betono stipriai tinkamumo ribiniams būviams:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_c \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 35 / 1,0 = 31,5\text{ MPa} \quad (3.160)$$

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 2,2 / 1,0 = 1,98\text{ MPa} \quad (3.161)$$

Plokštė armuojama iš anksto įtemptąja lynine armatūra Y1770C klasės. Armatūros Y177C pagrindiniai rodikliai (13): charakteristinis tempiamasis stipris –  $f_{pk} = 1770\text{ MPa}$ , charakteristinis stipris pagal sąlyginę takumo ribą –  $f_{yd} = f_{p0,1k} = 1250\text{ MPa}$ , skaičiuotinis stipris –  $f_{yk} = f_{p0,1k} = 1520\text{ MPa}$ , armatūros tamprumo modulis –  $E_{sm} = 205 \cdot 10^3\text{ MPa}$ . Lynų skersmuo  $\emptyset = 12,5\text{ mm}$  (vieno lyno skerspjūvio plotas  $0,93 \cdot 10^{-4} = 93\text{ mm}^2$ ).



11 pav. Perdangos plokštės atrėmimas.

Atstumas tarp pastato kolonų ašių  $L = l_n = 8,9 \text{ m}$  (11 pav.). Plokštė viename gale remiama ant rėmo sijos R-25, kitame gale – ant silikatinių plytų mūro. Plokštės efektyvusis tarpatramis nustatomas :

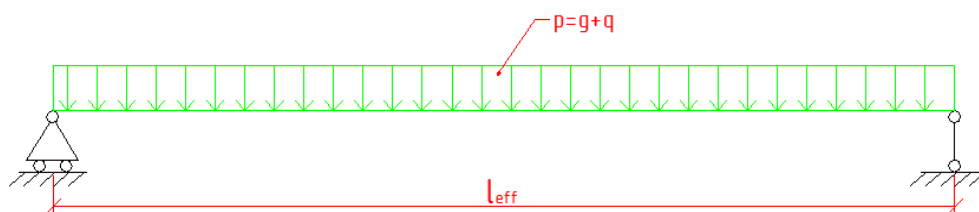
$$l_{eff} = l_n - 0,125 + \frac{a_1}{3} - \frac{b}{2} - t - \frac{a_2}{2} = 8,90 - 0,125 + \frac{0,125}{3} - 0,05 - \frac{0,15}{2} = 8,57 \text{ m} \quad (3.162)$$

Čia :  $a_1$  – plokštės atrėmimo ilgis ant silikatinių plytų mūro;

$a_2$  - plokštės atrėmimo ilgis ant rėmo sijos R-25.

### 3.5.1.2 Apkrovų skaičiavimas ir derinių sudarymas

Charakteristinių plokštę veikiančių poveikių reikšmės pateiktos 10 lentelėje. Plokštę veikia nuolatinės apkrovos (savasis plokštės svoris + grindų konstrukcijos svoris)  $g_k = 7,22 \text{ kN/m}^2$  ir naudojimo apkrova (C1 kategorija) bei pertvarų svoris  $q_k = 3,0 + 0,8 = 3,8 \text{ kN/m}^2$ .



12 pav. Plokštės skaičiuojamoji schema.

9 lentelė. Plokštę veikiančios apkrovos.

Perdangos elementai ir jų storiai/ Charakteristinės apkrovos, $\text{kN/m}^2$	Skaičiuotinės poveikių reikšmės $\text{kN/m}^2$		Poveikių patikimumo koeficientai, $\gamma_G$	
	Tinkamumo ribiniams būviams	Saugos ribiniams būviams	Tinkamumo ribiniams būviams	Saugos ribiniams būviams
Keraminės plytelės (20 mm) / 0,21	0,21	0,28	1,0	1,35
Armuotas išlyginamasis sluoksnis (60 mm) / 1,20	1,20	1,62	1,0	1,35
Polietileno plėvelė 1 sl. (0,3 mm) / 0,002	0,002	0,03	1,0	1,35
„PAROC“ SSB 1 (40 mm) / 0,06	0,06	0,08	1,0	1,35
Smėlio sluoksnis (30 mm) / 0,45	0,45	0,60	1,0	1,35
Perdangos plokštė (400 mm) / 5,32	$g_{sd2} = 5,32$	$g_{sd2} = 7,18$	1,0	1,35
Suminė $g_k = 7,24$	$g_{d2} = 7,24$	$g_{d2} = 9,79$	-	-
Naudojimo apkrova + pertvarų svoris $q_k = 3,0 + 0,8 = 3,8$	$q_{d2} = 3,8$	$q_{d2} = 4,94$	1,0	1,3

Charakteristinės ir skaičiuotinės apkrovų poveikių reikšmės, kai plokštės storis  $b_n = 1,2 \text{ m}$ :

– plokštės savojo svorio:

$$g_{ds} = g_{ks} = g_{sd2} \cdot b_n = 5,32 \cdot 1,20 = 6,38 \text{ kN/m} \quad (3.163)$$

– nuolatinių apkrovų (plokštės savojo svorio ir grindų konstrukcijos) :

$$g_d = g_k = g_{d2} \cdot b_n = 7,24 \cdot 1,2 = 8,69 \text{ kN/m} \quad (3.164)$$

– naudojimo apkrovos:

$$q_d = q_k = q_{d2} \cdot b_n = 3,8 \cdot 1,2 = 4,56 \text{ kN/m} \quad (3.165)$$

– naudojimo apkrovos tariamai nuolatinės dalies, kai  $\Psi_2 = 0,6$  [11]:

$$q_{d,lt} = q_{k,lt} = \Psi_2 \cdot q_k \cdot b_n = 0,6 \cdot 3,8 \cdot 1,2 = 2,74 \text{ kN/m} \quad (3.166)$$

– visos apkrovos:

$$p_d = p_k = g_k + q_k = 8,69 + 4,56 = 13,25 \text{ kN/m} \quad (3.167)$$

– nuolatinės ir tariamai nuolatinės:

$$p_{gd} = p_{gk} = g_k + q_k = 8,69 + 3,6 = 12,29 \text{ kN/m} \quad (3.168)$$

Plokštės įrašos, sukeltos charakteristinių ir skaičiuotinių poveikių, tinkamumo ribiniams būviams:

$$M_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{13,25 \cdot 8,69^2}{8} = 125,07 \text{ kNm} \quad (3.169)$$

$$M_{Egd} = \frac{p_{gd} \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{12,29 \cdot 8,69^2}{8} = 116,01 \text{ kNm} \quad (3.170)$$

$$M_{Eggsd} = \frac{g_{ds2} \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{5,32 \cdot 8,69^2}{8} = 50,22 \text{ kNm} \quad (3.171)$$

$$V_{Egd} = \frac{p_{gd} \cdot l_{eff}}{2} = \frac{12,29 \cdot 8,69}{2} = 53,40 \text{ kN} \quad (3.172)$$

Skaičiuotinės apkrovų poveikių reikšmės saugos ribiniams būviams:

– nuolatinių apkrovų (plokštės savojo svorio ir grindų konstrukcijos) :

$$g_d = g_{d2} \cdot b_n = 9,79 \cdot 1,2 = 11,75 \text{ kN/m} \quad (3.173)$$

– visos apkrovos:

$$p_d = (g_{d2} + q_{d2}) \cdot b_n = (9,72 + 4,94) \cdot 1,2 = 17,59 \text{ kN/m} \quad (3.174)$$

Skaičiuotiniai apkrovų poveikių efektai saugos ribiniams būviams (nuolatinei situacijai):

– didžiausias lenkimo momentas :

$$M_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{17,59 \cdot 8,69^2}{8} = 166,04 \text{ kNm} \quad (3.175)$$

– didžiausia skersinė jėga:

$$V_{Ed} = \frac{p_d \cdot l_{eff}}{2} = \frac{17,59 \cdot 8,69}{2} = 76,43 \text{ kN} \quad (3.176)$$

### 3.5.1.3 Plokštės skerspjūvio matmenų skaičiavimas

Nepertraukiamo formavimo įtemptojo gelžbetonio kiaurymėtosios perdangų plokštės skerspjūvio matmenys parodyti (13 pav.). Plokštės skerspjūvio aukštis:

$$h \cong \frac{l_{eff}}{30} = \frac{8,69}{30} = 0,289 \text{ m, priimame } h = 0,30 \text{ m} \quad (3.177)$$

Skerspjūvio darbo aukštis:

$$d = h - a_1 = 0,3 - 0,04 = 0,26 \text{ m} \quad (3.178)$$

Kiti skerspjūvio matmenys:

$$\text{plotis} - b_1 = 0,168 \text{ m} \quad (3.179)$$

$$\text{kiaurymės apskritiminių dalių spindulys} - R = 0,084 \text{ m} \quad (3.180)$$

$$\text{viršutinės lentynos storis} - h_{eff} = 0,04 \text{ m} \quad (3.181)$$

$$\text{apatinės lentynos storis} - h_{ef1} = 0,035 \text{ m} \quad (3.182)$$

$$\text{vidurinių briaunų pločiai} - 0,05 \text{ m} \quad (3.183)$$

$$\text{kraštinių briaunų pločiai} - (1,148 - 4 \cdot 0,05 - 5 \cdot 0,168)/2 = 0,054 \text{ m} \quad (3.184)$$

Skaičiuojant plokštės saugos ribinius būvius, skaičiuotinis tėjinio skerspjūvio (13 b pav.) gniuždomos lentynos storis  $h_{eff} = 0,04 \text{ m}$ ; santykis  $h_{eff}/h = 0,04/0,3 = 0,133 > 1,0$ , todėl skaičiuojant imamas visas lentynos plotis  $b_{eff} = 1,148 \text{ m}$ ; skaičiuotinis briaunos plotis  $b_w = b_{eff} - 5 \cdot 0,168 = 1,148 - 5 \cdot 0,168 = 0,308 \text{ m}$ .

Skaičiuojant plokštės tinkamumo ribinius būvius, imamas dvitėjinis skaičiuotinis skerspjūvis (13 c pav.). Jo parametrai nustatomi redukuojant vertikalias ovalines kiautymes į stačiakampes tokiu būdu:

1) apskaičiuojamas ovalinės kiautymės plotas:

$$A = b_1(h_1 - b_1) + \pi \cdot R^2 = 0,168(0,225 - 0,168) + 3,14 \cdot 0,084^2 = 0,0317 \text{ m}^2 \quad (3.185)$$

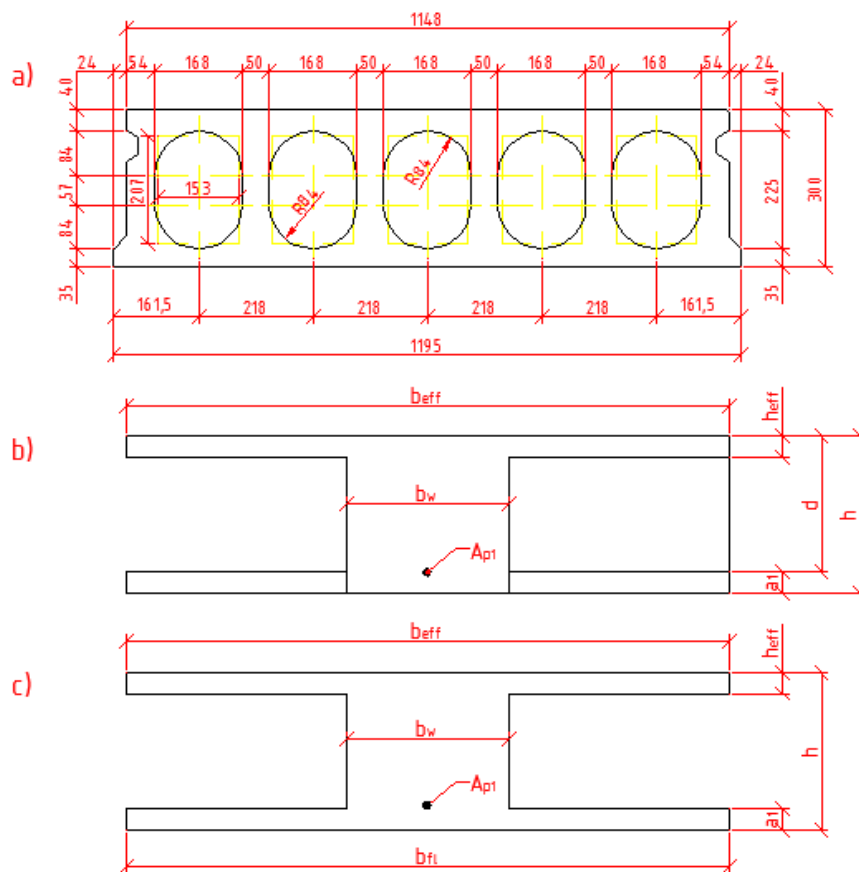
2) apskaičiuojamas kiaurymės inercijos momentas apie jos vertikaliąją ašį:

$$I = \frac{(h_1 - 2R)b_1^3}{12} + \frac{\pi \cdot R^4}{4} = \frac{(0,225 - 2 \cdot 0,084)0,168^3}{12} + \frac{3,14 \cdot 0,084^4}{4} \\ = 0,0000615 \text{ m}^4 \quad (3.186)$$

3) apskaičiuojamas ekvivalentiškos kiaurymės plotis ir aukštis:

$$b_e = \sqrt{\frac{12 \cdot I}{A}} = \sqrt{\frac{12 \cdot 0,0000615}{0,0317}} = 0,153 \text{ m} \quad (3.187)$$

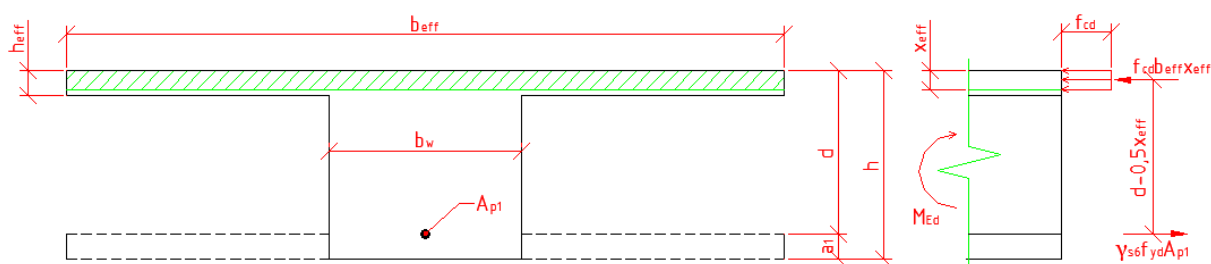
$$h_e = \frac{A}{b_e} = \frac{0,0317}{0,153} = 0,207 \text{ m} \quad (3.189)$$



13 pav. Plokštės skerspjūviai: a – tikrasis, b – skaičiuotinis saugos ribiniams būvimas, c – skaičiuotinis tinkamumo ribiniams būvimas.

### 3.5.1.4 Preliminarus iš anksto įtemptosios armatūros skaičiavimas

Skaičiuojama pagal (14 pav.) pateiktą skaičiuotinę schemą, vadovaujantis (13 b pav.) ir kitais duomenimis.



14 pav. Plokštės normalinio pjūvio stiprumo skaičiuotinė schema.

Pagal (12) pradiniai armatūros išankstiniai įtempiai:

$$\sigma_p = 0,75 \cdot f_{yk} = 0,75 \cdot 1520 = 1140 \text{ MPa} \quad (3.190)$$

Tikrinama (12) (12.1) sąlyga: mechaninio armatūros įtempimo atveju įtempių nuokrypis:

$$p = 0,05 \cdot \sigma_p = 0,05 \cdot 1140 = 57 \text{ MPa} \quad (3.191)$$

$$\sigma_p + p = 1140 + 57 = 1197 \text{ MPa} < f_{yk} = 1520 \text{ MPa} - \text{sąlyga įvykdyta} \quad (3.192)$$

Armatūros įtempimo tikslumo koeficientas pagal 143 p. (12):

$$\gamma_{sp} = 1 \pm \Delta\gamma_{sp} = 1 \pm 0,1 \quad (3.193)$$

Čia:  $\Delta\gamma_{sp} = 0,1$ , kai armatūra įtemptama mechaniniu būdu.

Skaičiuojant stiprį imama  $\gamma_{sp} = 1 - 0,1 = 0,9$ , todėl armatūros išankstiniai įtempiai  $\sigma_p = 0,9 \cdot 1140 = 1026 \text{ MPa}$ .

Iš anksto įtemptosios armatūros skerspjūvio plotas skaičiuojamas pagal  $M_{Ed} = 166,04 \text{ kNm}$ . Laikant, kad neutralioji ašis yra gniuždomoje lentynoje, koeficientas (iš  $\sum M = 0$ ):

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d^2} = \frac{166,04 \cdot 10^{-3}}{21 \cdot 1,148 \cdot 0,26^2} = 0,101 \quad (3.194)$$

Tada santykinis gniuždomos zonos aukštis bus lygus:

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,101} = 0,107 \quad (3.195)$$

Kadangi  $x = \xi_{eff} \cdot d = 0,107 \cdot 0,26 = 0,028 \text{ m} < h_{eff} = 0,04 \text{ m}$ , neutrali ašis yra lentynoje.

Gniuždomos zonos charakteristika:

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 21 = 0,682 \quad (3.196)$$

Ribinis santykinis gniuždomos zonos aukštis:

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{\left(1 + \left(\frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}}\right) \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)\right)} = \frac{0,682}{\left(1 + \left(\frac{624}{500}\right) \cdot \left(1 - \frac{0,682}{1,1}\right)\right)} = 0,463 \quad (3.197)$$

Čia : kai naudojami lynai  $\sigma_{s,lim} = f_{yd} + 400 - \sigma_p = 1250 + 400 - 1026 = 624 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{sc,lim} = 500 \text{ MPa}$ .

Armatūros darbo sąlygų koeficientas apskaičiuojamas pagal:

$$\begin{aligned} \gamma_{s6} &= \eta - (\eta - 1) \left( \frac{2\xi_{eff}}{\xi_{lim} - 1} \right) = 1,15 - (1,15 - 1) \left( \frac{2 \cdot 0,107}{0,463 - 1} \right) = 1,23 > \eta \\ &= 1,15 \end{aligned} \quad (3.198)$$

Priimame  $\gamma_{s6} = 1,15$

Čia:  $\eta = 1,15$  – armatūros lynams.

Iš anksto įtemptosios armatūros skerspjūvio plotas pagal (13) (4.18) formulę, kai  $A_{p2} = 0$  ir  $b = b_{eff} = 1,148 \text{ m}$ :

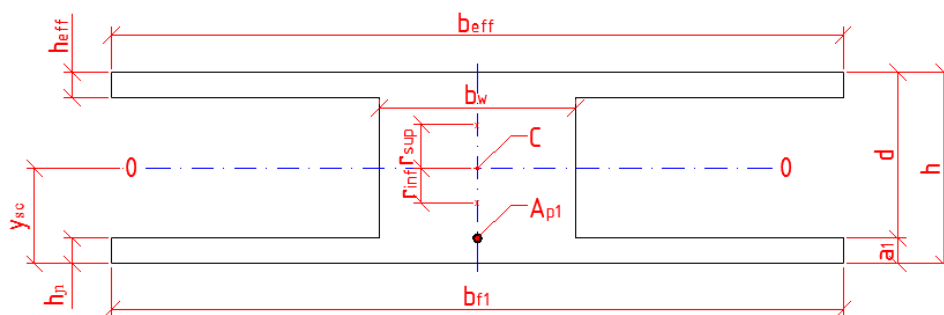
$$A_{p1} = \frac{f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot \xi_{eff} \cdot d}{f_{yd} \cdot \gamma_{s6}} = \frac{21 \cdot 1,148 \cdot 0,107 \cdot 0,26}{1250 \cdot 1,15} = 4,665 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad (3.199)$$

**Išvada:** parenkame 6Ø12,5 Y1770 su  $A_{p1} = 5,58 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

### 3.5.1.5 Plokštės ekvivalentiško skerspjūvio geometriniai rodikliai

Plokštės ekvivalentiško skerspjūvio geometriniai rodikliai apskaičiuojami pagal schemą (15 pav.) atsižvelgiant į anksčiau gautus duomenis.





15 pav. Ekvivalentiškas plokštės skerspjūvis.

10 lentelė. Plokštės ekvivalentinio skerspjūvio geometriniai rodikliai.

Rodiklis	Žymuo	Reikšmė	Matavimo vnt.
Armatūros ir betono tamprumo modulių santykis	$\alpha_e$	6,03	-
Ekvivalentinis skerspjūvio plotas	$A_{eff}$	0,1915	$m^2$
Atstumas nuo ekvivalentiško skerspjūvio svorio centro iki plokštės apatinio sluoksnio	$y_{sc}$	0,149	m
Statinis skerspjūvio momentas	$S_{eff}$	0,02849	$m^3$
Inercijos skerspjūvio momentas	$I_{eff}$	0,00224	$m^4$
Atsparumo momentas apatinio plokštės krašto atžvilgiu	$W_{eff1}$	0,01503	$m^3$
Atsparumo momentas viršutinio plokštės krašto atžvilgiu	$W_{eff2}$	0,01483	$m^3$

Atsparumo momentai, įvertinant plastines betono deformacijas, apskaičiuoti plokštės apačios ir viršaus atžvilgiu, šiuo atveju:

$$W_{pl1} = \gamma \cdot W_{eff1} = 1,5 \cdot 0,01503 = 0,02255 \text{ m}^3 \quad (3.200)$$

$$W_{pl2} = \gamma \cdot W_{eff2} = 1,5 \cdot 0,01483 = 0,02225 \text{ m}^3 \quad (3.201)$$

Čia:  $\gamma = 1,5$ , kadangi  $b_{eff}/b_w = 1,148/0,383 = 3,0 < 6$  (žr. 1 lent. (13)).

### 3.5.1.6 Armatūros išankstinių įtempių nuostoliai

Pradiniai armatūros įtempiai, kai  $\gamma_{sp} = 1$ :

$$\sigma_p = \gamma_{sp} \cdot \sigma_p = 1 \cdot 1140 = 1140 \text{ MPa} \quad (3.202)$$

Apspaudimo jėgos P ekscentricitetas lygus:

$$e_p = \gamma_{sc} - a_1 = 0,149 - 0,04 = 0,109 \text{ m} \quad (3.203)$$

Pirmieji įtempių nuostoliai, apskaičiuojami pagal (12) nurodymus:

- lynų armatūros įtempių nuostoliai dėl relaksacijos, kai armatūra įtempinama mechaniniu būdu:

$$\Delta\sigma_{pr} = \left( \frac{0,22 \cdot \sigma_p}{f_{p0,1k} - 0,1} \right) \cdot \sigma_p = \left( \frac{0,22 \cdot 1140}{1520 - 0,1} \right) \cdot 1140 = 74,1 \text{ MPa} \quad (3.204)$$

– įtempių nuostoliai dėl temperatūrų atsparose ir betone skirtumo:

$$\Delta\sigma_T = 1,0 \cdot \Delta t = 1,0 \cdot 65 = 65,0 \text{ MPa} \quad (3.205)$$

– įtempių nuostoliai dėl inkarų deformacijų:

$$\Delta\sigma_l = \left( \frac{\Delta l}{l} \right) \cdot E_p = \left( \frac{3,125}{115500} \right) \cdot 205 \cdot 10^3 = 5,5 \text{ MPa} \quad (3.206)$$

Čia:  $\Delta l = 1,25 + 0,15\emptyset = 1,25 + 0,15 \cdot 12,5 = 3,125 \text{ mm}$ ;

$l = 115500 \text{ mm}$  – įtempiamo lyno ilgis.

Betono apspaudimo jėga atleidus armatūrą iš atsparų:

$$\begin{aligned} P_{m,0} &= (\sigma_p - \Delta\sigma_p - \Delta\sigma_T - \Delta\sigma_l) \cdot A_{p1} = (1140 - 74,1 - 65 - 5,5) \cdot 5,58 \cdot 10^{-4} \\ &= 0,555 \text{ MN} \end{aligned} \quad (3.207)$$

Betono gniuždymo įtempiai ties armatūros svorio centru nuo apspaudimo jėgos  $P_{m0}$  ir plokštės savojo svorio sukeliama lenkimo momento  $M_{Egd}$ :

$$\begin{aligned} \sigma_{cp1} &= \frac{P_{m,0}}{A_{eff}} + \frac{P_{m,0} \cdot e_p (y_{sc} - a_1)}{I_{eff}} - \frac{M_{Egd} (y_{sc} - a_1)}{I_{eff}} \\ &= \frac{0,555}{0,1915} + \frac{0,555 \cdot 0,109(0,149 - 0,04)}{0,00224} - \frac{0,0602(0,149 - 0,04)}{0,00224} \\ &= 2,929 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.208)$$

Čia:  $M_{Egd}$  - plokštės savojo svorio sukeltas charakteristinis lenkiamasis momentas:

$$M_{eggk} = \frac{g_{ds} \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{6,38 \cdot 8,69^2}{8} = 60,22 \text{ kNm} \quad (3.209)$$

Įtempių nuostoliai dėl greitai pasireiškiančio betono valkšnumo:

$$\Delta\sigma_{pc1,1} = 0,85 \cdot 40 \left( \frac{\sigma_{cp1}}{f_{cp}} \right) = 0,85 \cdot 40 \left( \frac{2,929}{0,8 \cdot 35} \right) = 3,56 \text{ MPa} \quad (3.210)$$

Betono įtempiai kraštiniame gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_{pc2} &= \frac{P_{m0}}{A_{eff}} - \frac{P_{m0} \cdot e_p (h - y_{sc})}{I_{eff}} + \frac{M_{Egd} (h - y_{sc})}{I_{eff}} \\ &= \frac{0,555}{0,1915} - \frac{0,555 \cdot 0,109(0,3 - 0,149)}{0,00224} \\ &\quad + \frac{0,0602(0,3 - 0,149)}{0,00224} = 2,878 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.211)$$

Įtempių nuostoliai tariamai esančioje gniuždomosios zonos armatūroje dėl greitai pasireiškiančio betono valkšnumo:

$$\Delta\sigma_{pc1,2} = 0,85 \cdot 40 \left( \frac{\sigma_{cp2}}{f_{cp}} \right) = 0,85 \cdot 40 \left( \frac{2,878}{0,8 \cdot 35} \right) = 3,49 \text{ MPa} \quad (3.212)$$

Taigi, pirmieji armatūros išankstinių įtempių nuostoliai bus lygūs:

$$\sum \Delta\sigma_{p1} = \Delta\sigma_{pr} + \Delta\sigma_T + \Delta\sigma_l + \Delta\sigma_{pc1,1} = 74,1 + 65,0 + 5,5 + 3,56 = 148 \text{ MPa} \quad (3.213)$$

Antrieji armatūros išankstinių įtempių nuostoliai. Kadangi betono klasė C35/45, gaminiai kietinami šildant, tai įtempių nuostoliai dėl betono susitraukimo  $\Delta\sigma_{pc} = 50 \text{ MPa}$ .

Betono apspaudimo jėga, įvertinus pirmuosius įtempių nuostolius:

$$P_{m1} = \frac{(\sigma_p - \sum \Delta\sigma_{p1})}{A_{p1}} = \frac{(1140 - 148)}{5,58 \cdot 10^{-4}} = 1,778 \text{ MN} \quad (3.214)$$

Betono gniuždymo įtempiai ties  $S_p$  armatūros svorio centru, kuriuos sukelia  $P_{m1}$ :

$$\begin{aligned} \sigma_{cp1} &= \frac{P_{m1}}{A_{eff}} - \frac{P_{m1} \cdot e_p (y_{sc} - a_1)}{I_{eff}} = \frac{1,778}{0,1915} + \frac{1,778 \cdot 0,109(0,149 - 0,04)}{0,00224} \\ &= 18,72 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.215)$$

Armatūros įtempių nuostoliai dėl ilgalaikio betono valkšnumo:

$$\Delta\sigma_{pc2,1} = 0,85 \cdot 150 \left( \frac{\sigma_{cp1}}{f_{cp}} \right) = 0,85 \cdot 150 \left( \frac{18,72}{0,8 \cdot 35} \right) = 85,24 \text{ MPa} \quad (3.216)$$

Betono įtempiai kraštutiniame tariamajame gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\begin{aligned} \sigma_{pc2} &= \frac{P_{m1}}{A_{eff}} - \frac{P_{m1} \cdot e_p (h - y_{sc})}{I_{eff}} = \frac{1,778}{0,1915} + \frac{1,778 \cdot 0,109(0,3 - 0,149)}{0,00224} \\ &= 22,35 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.217)$$

Antrieji armatūros įtempių nuostoliai:

$$\sum \Delta\sigma_{pc2} = \Delta\sigma_{ps} + \Delta\sigma_{pc2,1} = 50 + 85,24 = 135,24 \text{ MPa} \quad (3.218)$$

Visi (suminiai) armatūros išankstinių įtempių nuostoliai:

$$\Delta\sigma_{p,com} = \sum \Delta\sigma_{p1} + \sum \Delta\sigma_{p2} = 148 + 135,24 = 283,24 \text{ MPa} \quad (3.219)$$

Armatūros išankstiniai įtempiai, atmetus visus jų nuostolius:

$$\sigma_{pm} = \sigma_p - \sigma_{p,com} = 1140 - 283 = 857 \text{ MPa} \quad (3.220)$$

Vidutinė betono apspaudimo jėga, įvertinus visus įtempių nuostolius:

$$P_m = \sigma_{pm} \cdot A_{p1} = 857 \cdot 5,58 \cdot 10^{-4} = 0,478 \text{ MN} \quad (3.221)$$

Betono apspaudimo jėgos reikšmės tinkamumo ribiniams būviams:

$$P_{d,sup} = \gamma_{sp} \cdot P_m = 1,10 \cdot 0,478 = 0,526 \text{ MN} \quad (3.222)$$

$$P_{d,inf} = \gamma_{sp} \cdot P_m = 0,90 \cdot 0,478 = 0,430 \text{ MN} \quad (3.223)$$

### 3.5.1.7 Plokštės normalinio pjūvio stiprumo įvertinimas

Skaičiuojant atsižvelgiama į faktiškus armatūros išankstinius įtempius pagal skaičiuotinę schemą (13 pav.) Šiuo atveju:

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{\left(1 + \left(\frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}}\right) \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)\right)} = \frac{0,682}{\left(1 + \left(\frac{624}{500}\right) \cdot \left(1 + \frac{0,682}{1,1}\right)\right)} = 0,463 \quad (3.224)$$

Čia:  $\omega$  – kaip ir (3.196) formulėje.

$$\sigma_{s,lim} = f_{pd} + 400 - (\sigma_p - \Delta\sigma_{p,com}) = 1250 + 400 - (1140 - 283) = 793 \text{ MPa} \quad (3.225)$$

Armatūros darbo sąlygų koeficientas  $\gamma_{s6}$  nepasikeičia, todėl imama  $\gamma_{sp} = 1,15$ .

Gniuždomos zonos aukštis:

$$x_{eff} = \frac{\gamma_{s6} \cdot f_{pd} \cdot A_{p1}}{b_{eff} \cdot f_{cd}} = \frac{1,15 \cdot 1250 \cdot 5,58 \cdot 10^{-4}}{1,148 \cdot 21} = 0,033 \text{ m} < h_{eff} \quad (3.226)$$

$$= 0,04 \text{ m}$$

$$\xi_{eff} = \frac{x_{eff}}{d} = \frac{0,033}{0,26} = 0,127 < \xi_{lim} = 0,463 \quad (3.227)$$

Tikrinama sąlyga  $M_{Ed} \leq M_{Rd}$ :

$$M_{Rd} = \gamma_{s6} \cdot f_{pd} \cdot A_{p1} (d - 0,5 \cdot x_{eff}) \quad (3.228)$$

$$= 1,15 \cdot 1250 \cdot 5,58 \cdot 10^{-4} (0,26 - 0,5 \cdot 0,033) = 0,195$$

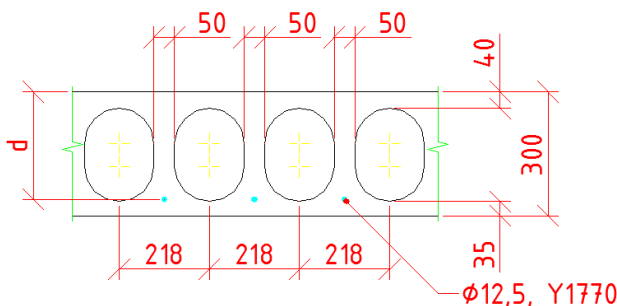
$$M_{Rd} = 0,195 \text{ MNm} > M_{Ed} = 0,166 \text{ MNm} \quad (3.229)$$

**Išvada:** plokštės normalinio pjūvio stiprumas yra pakankamas.

### 3.5.1.7 Plokštės įstrižųjų pjūvių stiprumo skersinių jėgų atžvilgiu skaičiavimas

Plokštės įstrižųjų pjūvių stipriui apskaičiuoti imamas jos ekvivalentiško skerspjūvio fragmentas, kurio plotis  $b_{eff} = 218 \text{ mm}$  (atstumas tarp kiaurymės centrų) ir  $b_w = 0,05 \text{ m}$  (16 pav.). Jo charakteristikos:  $A_{eff} = 0,0364 \text{ m}^2$ ;  $y_{sc} = 0,149 \text{ m}$ ;  $I_{eff} = 0,00037 \text{ m}^4$ ; kiekvieno išilginio lyno išankstinio įtempimo jėga, įvertinus visus įtempių nuostolius  $P_{m\infty} = 857 \cdot 5,58 \cdot 10^{-4} / 6 = 0,080 \text{ MN}$ .

Skaičiuotinė nuolatinė apkrova  $g_d = 9,79 \text{ kN/m}^2$ , laikinoji apkrova  $g_d = 4,94 \text{ kN/m}^2$ .



**16 pav.** Plokštės skerspjūvio fragmentas įstrižųjų pjūvių stipriui apskaičiuoti.

Apkrovų poveikiai  $b_{eff} = 0,218 \text{ m}$  plokštės ruožui:

– visų apkrovų:

$$p_d = (g_d + q_d)b_{eff} = (9,79 + 4,94) \cdot 0,218 = 3,21 \text{ kN/m} \quad (3.230)$$

– nuolatinių ir tariamai nuolatinių apkrovų:

$$p_{eff,d} = (g_d + q_d)b_{eff} = (9,79 + 4,68) \cdot 0,218 = 3,15 \text{ kN/m} \quad (3.231)$$

Didžiausia skersinė jėga prie atramos krašto:

$$V_{Ed,max} = \frac{p_d \cdot l_{eff}}{2} = \frac{3,21 \cdot 8,69}{2} = 13,94 \text{ kN} = 0,014 \text{ MN} \quad (3.232)$$

Tikrinama, ar plokštė atitinka elemento be skersinės armatūros stiprumo sąlyga [13]:

$$2,5 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 2,5 \cdot 1,32 \cdot 0,05 \cdot 0,26 = 0,043 \text{ MN} > V_{Ed,max} = 0,014 \text{ MN} \quad (3.233)$$

Sąlyga tenkinama

**Išvada:** nepertraukiamo formavimo kiaurymėtoji perdangų plokštė konstruojama be skersinės armatūros.

Tikrinama (6.12) (13) sąlyga. Pagal (13) (6.23) formulę apskaičiuojami normaliniai betono įtempiai ties elemento skerspjūvio svorio centru:

$$\begin{aligned} \sigma_x = \sigma_c &= \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} = \frac{P_m^\infty}{A_{eff}} = \frac{0,08}{0,0364} = 2,20 \text{ MPa} < 0,5 \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 21 \\ &= 10,5 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.234)$$

Vadinasi (6.2) (13) sąlygos tikrinti nereikia.

Apskaičiuojamas plokštės ruožo ilgis nuo atramos krašto  $l_1$ , kuriame saugos ribiniame būvyje neatsiranda normalinių plyšių. Šiuo atveju sąlyga atrodo taip:

$$M_{Ed} = 0,5 \left( (g_d + q_d)l_{eff} \cdot l_1 - (g_d + q_d)l_1^2 \right) = M_{cr,d} \quad (3.235)$$

Skaičiavimui supaprastinti imama  $W_{pl} = 1,5 \cdot W_{eff}$  ir  $\varphi = 0,9$ . Tuomet:

$$W_{eff} = \frac{I_{eff}}{y_{sc}} = \frac{0,00037}{0,149} = 0,00248 \text{ m}^3 \quad (3.236)$$

$$W_{pl} = 1,5 \cdot W_{eff} = 1,5 \cdot 0,00248 = 0,00372 \text{ m}^3 \quad (3.237)$$

Pagal (12) reglamento (14.10) formulę:

$$r = \varphi \cdot \frac{W_{eff}}{A_{eff}} = 0,9 \cdot \frac{0,00248}{0,0364} = 0,061 \text{ m} \quad (3.238)$$

$$\begin{aligned} M_{cr,d} &= f_{ctd} \cdot W_{pl} + P_m^\infty(e_p + r) = 1,32 \cdot 0,00372 + 0,08(0,109 + 0,061) \\ &= 0,019 \text{ MNm} \end{aligned} \quad (3.239)$$

Iš (3.235) formulės pateiktos lygties apskaičiuojamas atstumas  $l_1$ :

$$l_1 = \frac{l_{eff}}{2} - \sqrt{\left(\frac{l_{eff}}{2}\right)^2 - \frac{2 \cdot M_{cr,d}}{(g_d + q_d)}} = \frac{8,69}{2} - \sqrt{\left(\frac{8,69}{2}\right)^2 - \frac{2 \cdot 0,019}{3,21 \cdot 10^{-3}}} = 1,69 \text{ m} \quad (3.240)$$

$$> c_{max} = 2 \cdot d = 2 \cdot 0,26 = 0,52 \text{ m}$$

Normaliniai plyšiai neatsiranda gana ilgame elemento ruože, todėl į tai reikia atsižvelgti.

Plokštės įstrižojo pjūvio stiprumas tikrinamas pagal (12) 3 priedo (6.5) sąlygą, imant  $c = l_1 = 1,69 \text{ m}$ , kai  $c = 1,69 \text{ m} > c_{max} = 0,52 \text{ m}$ , taip pat  $c$ , apskaičiuotą pagal reglamento (12) 3 priedo (6.27) formulę. Tuo tikslu apskaičiuojami dydžiai  $M_{c4}$ ,  $V_{Rd,c,min}$  ir  $V_{cr,d}$  pagal (12) (6.7), (6.8) ir (6.18) formules. Pagal (6.9) formulę, imant  $N_{Ed} = P_m \infty$ , koeficientas :

$$\varphi_n = \frac{0,1 \cdot P_m \infty}{f_{ctd} \cdot b_w \cdot d} = \frac{0,1 \cdot 0,08}{1,32 \cdot 0,05 \cdot 0,26} = 0,466 < 0,5 \quad (3.241)$$

Iš reglamento [12] 15 lentelės  $\varphi_{c4} = 1,5$  ir  $\varphi_{c3} = 0,6$ .

Iš (13) (6.5) sąlygos:

$$M_{c4} = \varphi_{c4}(1 + \varphi_n)f_{ctd} \cdot b_w \cdot d^2 = 1,5(1 + 0,466)1,32 \cdot 0,05 \cdot 0,26^2 = 0,0098 \text{ MNm} \quad (3.242)$$

$$V_{Rd,c,min} = \varphi_{c3}(1 + \varphi_n)f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,6(1 + 0,466) \cdot 1,32 \cdot 0,05 \cdot 0,26 = 0,015 \text{ MN} \quad (3.243)$$

Ekvivalentiško skerspjuvio dalies, esančios virš neutraliosios ašies, statinis momentas apie šią ašį:

$$S_{eff} = 0,5 \cdot b_{eff}(h - y_{sc})^2 - \frac{\varnothing_h^3}{12} = 0,5 \cdot 0,218(0,3 - 0,149)^2 - \frac{0,2^3}{12} = 0,0018 \text{ m}^3 \quad (3.244)$$

Čia:  $\varnothing_h$  - kiaurymės skersmuo.

Dydis  $V_{cr,d}$  apskaičiuojamas pagal (12) (6.18) formulę, nepaisant svarbiausių gniuždymo įtempių  $\sigma_v$ . Laikant, kad svarbiausieji gniuždymo įtempiai  $\sigma_y$  neturi įtakos betono tempiamajam stipriui, pagal (6.19 a) formulę kerpamasis stipris lygus:

$$\tau_{xy,Rd} = f_{ctd}\sqrt{1 + \sigma_x/f_{ctd}} = 1,32\sqrt{1 + 10,5/1,32} = 3,95 \text{ MPa} \quad (3.245)$$

Tikrinama ar galima taikyti [13] (6.19 a) formulę. Pagal (6.25) formulę:

$$\gamma_{mc,lim} = 1 - 0,2 - \alpha \cdot f_{ck,cube} = 1 - 0,2 - 0,01 \cdot 45 = 0,35 \quad (3.246)$$

Čia:  $\alpha = 0,01$  – normaliajam betonui.

Pagal (13) (6.26) formulę – ribinė kerpamojo įtempio reikšmė lygi:

$$\tau_{xy,lim} = f_{cd} \sqrt{\gamma_{mc,lim} \left( \gamma_{mc,lim} - \frac{\sigma_x}{f_{cd}} \right)} = 21,0 \sqrt{0,35 \left( 0,35 - \frac{2,20}{21,0} \right)} = 6,15 \text{ MPa} \quad (3.247)$$

$$> \tau_{xy,Rd} = 3,95 \text{ MPa}$$

Vadinasi, įtempiai  $\tau_{xy,Rd}$  pagal (6.19 a) formulę yra apskaičiuoti teisingai.

Pagal (13) (6.18) formulę apskaičiuojama įstrižuosius plyšius sukianti kerpamoji jėga:

$$V_{cr,d} = b_w \left( \frac{I_{eff}}{S_{eff}} \right) \tau_{xy,Rd} = 0,05 \cdot \left( \frac{0,00037}{0,0018} \right) \cdot 3,95 = 0,0406 \text{ MN} \quad (3.248)$$

Pagal (13) (6.27) formulę apskaičiuojamas įstrižojo pjūvio projekcijos ilgis:

$$c = \frac{M_{c4}}{V_{cr,d}} = \frac{0,0098}{0,0406} = 0,241 < c_{max} = 0,65 \text{ m} \quad (3.249)$$

Čia:  $c_{max} = (\varphi_{c4}/\varphi_{c3}) \cdot d = (1,5/0,6) \cdot 0,26 = 0,65 \text{ m}$ .

Kadangi,  $c = 0,241 \text{ m} < l_1 = 1,69 \text{ m}$ , todėl ruože  $c = 0,241 \text{ m}$  normalinių plyšių neatsiras.

Tikrinamos dvi įstrižųjų pjūvių stiprumo sąlygos pjūviui, kurio projekcijos ilgis  $c = 0,241 \text{ m}$ :

$$V_{Ed} = V_{Ed,max} - c \cdot p_{eff,d} = 13,94 - 0,241 \cdot 3,15 = 13,18 \text{ kN} < V_{cr,d} = 40,6 \text{ kN} \quad (3.250)$$

$$V_{Ed} = V_{Ed,max} - l_1 \cdot p_{eff,d} = 13,94 - 1,69 \cdot 3,15 = 8,62 \text{ kN} < V_{Rd,c,min} = 15 \text{ kN} \quad (3.251)$$

Abi sąlygos tenkinamos, todėl plokštės nereikia armuoti skersine armatūra.

Įsitikinama, ar reikia plokštę armuoti skersine armatūra, ignoruojant normalinių plyšių nebuvimą ruože prie atramų. Tikrinama sąlyga:

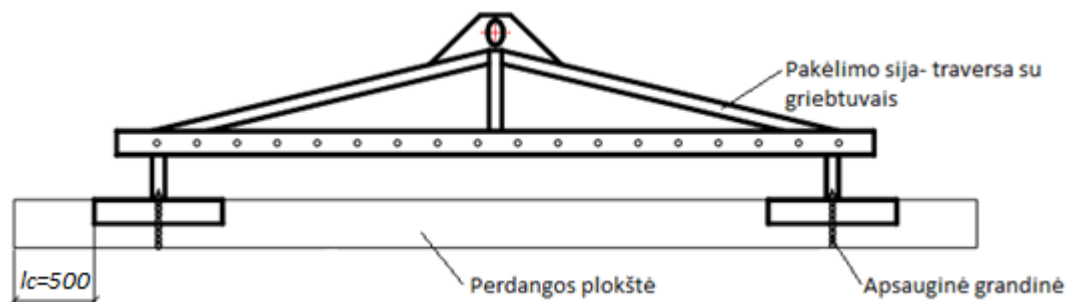
$$V_{Ed,max} \leq \sqrt{M_{c4} \cdot p_{eff,d}} = \sqrt{9,8 \cdot 3,15} = 5,56 \text{ kN} \leq V_{Rd,c,min} = 15 \text{ kN} \quad (3.252)$$

$$V_{Ed,max} = 13,94 \text{ kN} < V_{Rd,c,min} = 15 \text{ kN} \quad (3.253)$$

Sąlyga tenkinama, todėl pagal skaičiavimus plokštės nereikia armuoti skersine armatūra.

### 3.5.1.8 Plokštės gamybos, transportavimo ir montavimo situacijos ribinių būvių skaičiavimas

Plokštės saugos ir tinkamumo ribiniai būviai tikrinami pavojingose laikinose situacijose: gamybos, transportavimo ir montavimo. Plokštė keliami specialia kėlimo priemone – sija (traversa) su griebtuvais. Atstumas nuo kabinimo griebto galo iki plokštės galo  $l_c = 0,5 \text{ m}$ .



17 pav. Perdangos plokštės pakėlimo schema.

**Viršutinio krašto pleišėtumas apspaudžiant plokštę.** Apskaičiuojamas apspaudimo jėgos ir plokštės savojo svorio sukeltas lenkimo momentas atleidžiant armatūrą nuo atsparų:

$$M_{Egd} = P_{d,sup}(e_p - r_{inf}) - M_{Egd} = 0,526(0,109 - 0,077) - 0,116$$

$$= -0,099 \text{ MNm} \quad (3.254)$$

Čia:  $M_{Egd}$  - lenkimo momentas, sukeltas plokštės savojo svorio, tarpatramio viduryje.

$$M_{egs} = g_{ds} \cdot l_k^2 / 8 = 6,38 \cdot 8,65^2 / 8 = 59,67 \text{ kNm} = 0,059 \text{ MNm} \quad (3.255)$$

Čia:  $l_k$  – plokštės konstrukcinis ilgis.

$$r_{inf} = \varphi \cdot W_{eff2} / A_{eff} = 1,0 \cdot 0,01483 / 0,1915 = 0,077 \text{ m} \quad (3.256)$$

**Išvada.** Kadangi momentas  $M_{Egd}$  yra su neigiamu ženklų, tai gamybos metu plokštės viršuje tempimo nebus ir plyšių neatsiras.

**Viršutinio krašto pleišėtumas transportuojant ir montuojant.** Plokštės savojo svorio sukeltas lenkimo momentas gembėje, imant dinamiškumo koeficientą  $\gamma_d = 1,6$ , skaičiuotinis lenkimo momentas gembėje:

$$M_{Egd} = g_{ds} \cdot l_c^2 / 2 = 0,00638 \cdot 0,05^2 / 2 = 0,02 \text{ kNm} \quad (3.257)$$

Didžiausi betono gniuždymo įtempiai:

$$\sigma_{c,max} = \frac{P_{d,sup}}{A_{eff}} + \frac{(P_{d,sup} \cdot e_p + M_{Egd})}{W_{eff1}} = \frac{0,526}{0,1915} + \frac{(0,526 \cdot 0,109 + 0,02)}{0,01503}$$

$$= 7,89 \text{ MPa} \quad (3.258)$$

Koeficientas  $\varphi = 1,6 - \sigma_{c,max} / f_{cp} = 1,6 - 7,89 / 35 = 1,37 > 1,0$ ; imama  $\varphi = 1,0 > 0,7$ , čia  $f_{cp} = 0,8 \cdot 35 = 28 \text{ MPa}$ .

Atstumas nuo skerspjūvio svorio centro iki branduolio viršūnės, labiausiai nutolusios nuo tempiamo krašto:

$$r_{inf} = \varphi \cdot W_{eff2} / A_{eff} = 1,0 \cdot 0,01483 / 0,1915 = 0,077 \text{ m} \quad (3.259)$$

Tikrinama (13) (2.26) sąlyga, imant  $M_r = M_{Egd} = 0,02 \text{ MNm}$

$$P_{d,sup}(e_p - r_{inf}) + M_r = 0,526(0,109 - 0,077) + 0,02 = 0,037 \text{ MNm}$$

$$< f_{cptk} \cdot W_{pl2} = 1,76 \cdot 0,02225 = 0,039 \text{ MNm} \quad (3.260)$$

Čia:  $f_{cptk} = 0,8 \cdot f_{ctk} = 0,8 \cdot 2,2 = 1,76 \text{ MPa}$

**Išvada:** transportuojant ir montuojant plokštės viršuje vertikaliųjų (gamybinių) plyšių neatsiras.

**Plokštės stiprumas.** Plokštės stiprumas tikrinamas pavojingoms laikinosioms situacijoms: gamybos, transportavimo ir montavimo. Kadangi nepertraukiamo formavimo kiaušymėtiosios gelžbetoninės perdangos plokštės viršuje nėra jokios armatūros, tai ji dirba kaip betoninio elemento zona. Todėl normalinio pjūvio stiprumą galima būtų tikrinti pagal necentriškai gniuždomų betoninių elementų skaičiavimo metodiką (5). Apie tai, kad plokštė gamybos metu nesuirs, galima spręsti ir pagal ankščiau gautus skaičiavimo rezultatus: transportuojant didžiausi



betono įtempiai  $\sigma_{c,max} = 7,89 \text{ MPa} < f_{cpd} = 28 \text{ MPa}$ . Viršutinėje plokštės zonoje nei atleidžiant armatūrą nuo atsparų, nei plokštę transportuojant, plyšių neatsiras.

**Išvada.** Plokštė tenkina visus trumpalaikės situacijos saugos ir tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.

### 3.5.1.9 Plokštės naudojimo situacijos tinkamumo ribinių būvių skaičiavimas

**Normalinių plyšių atsiradimas.** Skaičiuojama pagal įtempių būvio schemą (21 pav.).

Kadangi plokštės viršuje gamybos metu plyšių neatsiras, tai koeficientas  $\lambda = 0$ . Didžiausi betono gniuždymo įtempiai dėl išorinės apkrovos ir betono apspaudimo jėgos poveikio:

$$\begin{aligned}\sigma_{c,max} &= \frac{P_{d,inf}}{A_{eff}} + \frac{P_{d,inf} \cdot e_p (h - y_{sc})}{I_{eff}} + \frac{M_{Ed} (h - y_{sc})}{I_{eff}} \\ &= \frac{0,430}{0,1915} + \frac{0,430 \cdot 0,109 (0,3 - 0,149)}{0,00224} + \frac{0,125 (0,3 - 0,149)}{0,00224} \\ &= 7,51 \text{ MPa}\end{aligned}\quad (3.261)$$

Koeficientas  $\varphi = 1,6 - \sigma_{c,max}/f_{ck} = 1,6 - 7,51/35 = 1,39 > 1,0$ ; imama  $\varphi = 1,0 > 0,7$ .

Atstumas nuo ekvivalentiško skerspjūvio svorio centro iki branduolio viršūnės, labiausiai nutolusios nuo tempiamosios zonos krašto:

$$r_{sup} = \varphi \cdot W_{eff1}/A_{eff} = 1,0 \cdot 0,01503/0,1915 = 0,078 \text{ m} \quad (3.262)$$

Normalinių plyšių atsiradimo momentas plokštės naudojimo metu:

$$\begin{aligned}M_{cr} &= f_{ctk} \cdot W_{pl1} + P_{d,inf} (e_p + r_{sup}) = 2,2 \cdot 0,02255 + 0,43 (0,109 + 0,078) \\ &= 0,130 \text{ MNm} > M_{Ed} = 0,125 \text{ MNm}\end{aligned}\quad (3.263)$$

**Išvada:** naudojimo metu kiaurymėtoje plokštėje normalinių plyšių neatsiras.

**Istrižųjų plyšių atsiradimas.** Pleišėtumas tikrinamas plokštės 1–1 pjūvyje, kuriame apspaudimo jėga  $P = P_{d,inf} = 0,43 \text{ MPa}$  iki galo (armatūros įtempių perdavimo ilgio  $l_{pt}$  pabaigoje) perduodama betonui, ir 2–2 pjūvyje, prie plokštės atramos vidinio krašto.

*Pleišėtumas 1-1 pjūvyje.* Pagal 241 p. (12) įtemptosios armatūros įtempių perdavimo zonos ilgis:

$$l_{pt} = 1,2 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \emptyset \cdot \frac{\sigma_{pi}}{f_{bpt}} = 1,2 \cdot 1,25 \cdot 0,19 \cdot 12,5 \frac{995}{2,96} = 1,198 \text{ m} \quad (3.264)$$

Čia:  $\alpha_1 = 1,25$  - kadangi plokštės skerspjūvis apspaudžiamas staiga;

$\alpha_2 = 0,19$  - kadangi naudojama lyninė armatūra;

$\emptyset = 12,5 \text{ mm}$  – armatūros skersmuo.

Armatūros įtempiai, atleidus ją nuo atsparų:

$$\sigma_{pi} = \sigma_p - \Delta\sigma_{pr} - \Delta\sigma_T - \Delta\sigma_l = 1140 - 74,1 - 65 - 5,5 = 995 \text{ MPa} \quad (3.265)$$

Armatūros ir betono sankibos įtempiai:

$$f_{bpt} = \eta_{p1} \cdot \eta_1 \cdot f_{ctd} = 3,2 \cdot 0,7 \cdot 1,32 = 2,96 \text{ MPa} \quad (3.266)$$

Čia:  $\eta_{p1} = 3,2$  – lyninei armatūrai;  $\eta_1 = 0,7$ ;  $f_{ctd} = 1,32 \text{ MPa}$ .

Plokštės skerspjūvio dalies, esančios virš jo svorio centro, statinis momentas:

$$\begin{aligned} S_{eff1} &= (b_{eff} - b_w)h_{eff}(h - y_{sc} - 0,5 \cdot h_{eff}) + 0,5 \cdot b_w(h - y_{sc})^2 \\ &= (1,148 - 0,308)0,04(0,3 - 0,149 - 0,5 \cdot 0,04) + 0,5 \\ &\quad \cdot 0,308(0,3 - 0,149)^2 = 0,0079 \text{ m}^3 \end{aligned} \quad (3.267)$$

Skersinė jėga  $l_{pt}$  ruožo gale (1 – 1 pjūvis):

$$\begin{aligned} V_{Ed1} &= \frac{V_{Ed,max} (0,5 \cdot l_{eff} - (l_{pt} - 0,5 \cdot a))}{0,5 \cdot l_{eff}} \\ &= \frac{0,0139(0,5 \cdot 8,69 - (1,198 - 0,5 \cdot 0,04))}{0,5 \cdot 8,69} = 0,01 \text{ MN} \end{aligned} \quad (3.268)$$

Tangentiniai betono įtempiai (1 – 1 pjūvis) skerspjūvio svorio centre:

$$\tau_{xy1} = \frac{V_{Ed1} \cdot S_{eff}}{I_{eff} \cdot b_w} = \frac{0,01 \cdot 0,0079}{0,00224 \cdot 0,308} = 0,115 \text{ MPa} \quad (3.269)$$

Tame pačiame taške (1 – 1 pjūvis) normaliniai betono įtempiai:

$$\sigma_{x1} = \frac{P_{d,inf}}{A_{eff}} = \frac{0,430}{0,1915} = 2,245 \text{ MPa} \quad (3.270)$$

Svarbiausieji betono tempimo įtempiai:

$$\sigma_{mt} = \frac{\sigma_{x1}}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{x1}}{2}\right)^2 + \tau_{xy1}^2} = -\frac{2,245}{2} + \sqrt{\left(\frac{2,245}{2}\right)^2 + 0,115^2} = 0,0059 \text{ MPa} \quad (3.271)$$

Svarbiausieji betono gniuždymo įtempiai:

$$\sigma_{mc} = \frac{\sigma_{x1}}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_{x1}}{2}\right)^2 + \tau_{xy1}^2} = -\frac{2,245}{2} - \sqrt{\left(\frac{2,245}{2}\right)^2 + 0,115^2} = -2,25 \text{ MPa} \quad (3.272)$$

Įstrižųjų plyšių neatsiras, jeigu galioja [12] (14.19) sąlyga:

$$\sigma_{mt} \leq \gamma_{c,cr} \cdot f_{ctk} \quad (3.273)$$

Čia:  $\gamma_{c,cr} = (1 - \sigma_{cm}/f_{ck}) / (0,2 + \alpha \cdot f_{ck,cube}) =$

$(1 - 2,25/35) / (0,2 + 0,01 \cdot 45) = 1,38 > 1,0$ ; imama  $\gamma_{c,cr} = 1,0$ ;

$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$ ,  $f_{ck,cube} = 45 \text{ MPa}$ ,  $\alpha = 0,01$ ,  $\alpha \cdot f_{ck,cube} = 0,01 \cdot 45 = 0,45 > 0,3$ , todėl imama - 0,45.

Kadangi  $\sigma_{mt} = 0,0059 < \gamma_{c,cr} \cdot f_{ctk} = 1,0 \cdot 2,2 = 2,2 \text{ MPa}$ , tai įstrižųjų plyšių  $l_{pt} = 1,198 \text{ m}$  ruože (1-1 pjūvis) neatsiras.

*Pleišėtumas 2-2 pjūvyje.* Betono apspaudimo jėga šiame pjūvyje:

$$P_{d,inf2} = \frac{P_{d,inf} \cdot l_x}{l_{pt2}} = \frac{0,430 \cdot 0,1}{1,198} = 0,036 \text{ MPa} \quad (3.274)$$

Tangentiniai betono įtempiai 2 – 2 pjūvio svorio centre:

$$\tau_{xy2} = \frac{V_{Ed,max} \cdot S_{eff}}{I_{eff} \cdot b_w} = \frac{0,0139 \cdot 0,0079}{0,00224 \cdot 0,308} = 0,159 \text{ MPa} \quad (3.275)$$

Ten pat veikiantys betono normaliniai įtempiai:

$$\sigma_{x2} = \frac{P_{d,inf}}{A_{eff}} = \frac{0,036}{0,1915} = 0,19 \text{ MPa} \quad (3.276)$$

Kadangi jie yra gniuždymo įtempiai, tai  $\sigma_{x2} = 0,19 \text{ MPa}$ . Betono gniuždymo įtempiai:

$$\sigma_{y2} = \frac{\varphi_y \cdot V_{Ed,max}}{b_w \cdot d} = \frac{0,02 \cdot 0,0139}{0,308 \cdot 0,26} = 0,0035 \text{ MPa} \quad (3.277)$$

Čia:  $\varphi_y = 2 \cdot \beta^2 / \pi ((3 - 2 \cdot \beta) / (0,1 + \alpha^2)^2 - \beta / (\alpha^2 + \beta^2)) =$

$2 \cdot 0,5^2 / 3,14 ((3 - 2 \cdot 0,5) / (0,1 + 0,17^2)^2 - 0,5 / (0,17^2 + 0,5^2)) = 0,02;$

$\beta = y_{sc} / h = 0,149 / 0,3 = 0,5;$

$\alpha = 0,5 \cdot l_x / h = 0,5 \cdot 0,1 / 0,3 = 0,17.$

Svarbiausieji betono tempimo įtempiai:

$$\begin{aligned} \sigma_{mt} &= \frac{(\sigma_{x2} + \sigma_{y2})}{2} + \sqrt{\left(\frac{(\sigma_{x2} + \sigma_{y2})}{2}\right)^2 + \tau_{xy2}^2} \\ &= \frac{(-0,19 + 0,0035)}{2} + \sqrt{\left(\frac{(-0,19 + 0,0035)}{2}\right)^2 + 0,159^2} \\ &= 0,091 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.278)$$

Svarbiausieji betono gniuždymo įtempiai:

$$\begin{aligned} \sigma_{mc} &= \frac{(\sigma_{x2} + \sigma_{y2})}{2} - \sqrt{\left(\frac{(\sigma_{x2} + \sigma_{y2})}{2}\right)^2 + \tau_{xy2}^2} \\ &= \frac{(-0,19 + 0,0035)}{2} - \sqrt{\left(\frac{(-0,19 + 0,0035)}{2}\right)^2 + 0,159^2} \\ &= -0,278 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.279)$$

Koeficientas  $\gamma_{c,cr} =$

$(1 - \sigma_{mc} / f_{ck}) / (0,2 + \alpha \cdot f_{ck,cube}) = (1 - 0,278 / 35) / (0,2 + 0,01 \cdot 45) = 4,05 > 1,0$

Kadangi  $\sigma_{mt} = 0,091 \text{ MPa} < \gamma_{c,cr} \cdot f_{ctk} = 1,0 \cdot 2,2 \text{ MPa}$ , tai pjūvyje 2-2 įstrižųjų plyšių neatsiras.

**Išvada:** kiaurymėtoje plokštėje statmenųjų (normalinių) ir įstrižųjų plyšių neatsiras.

### 3.5.1.10 Plokštės įlinkis

Kadangi plokštėje naudojimo metu neatsiras normalinių plyšių  $M_{Ed} < M_{cr}$ , tai jos suminis kreivis apskaičiuojamas pagal reglamento (12) 182 p. (14.33) formulę:

$$\frac{l}{r} = \left(\frac{l}{r}\right)_1 + \left(\frac{l}{r}\right)_2 - \left(\frac{l}{r}\right)_3 - \left(\frac{l}{r}\right)_4 \quad (3.280)$$

Čia:  $\left(\frac{l}{r}\right)_1$  - kreivis nuo kintamųjų poveikių (trumpalaikės dalies), apskaičiuojamas pagal kintamąją apkrovą, padaugintą iš 0,3;

$\left(\frac{l}{r}\right)_2$  - kreivis nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių pagal reglamento (11) 90.3 p. 6.10b derinį, neįvertinant išankstinio apspaudimo poveikio  $P_{m,0}$ ;

$\left(\frac{l}{r}\right)_3$  - kreivis dėl elemento išlinkio nuo išankstinio apspaudimo poveikio  $P_{m,0}$  esant trumpalaikiai skaičiuotinė) situacijai;

$\left(\frac{l}{r}\right)_4$  - kreivis dėl elemento išlinkio, kurį sukelia betono susitraukimas ir valkšnumas nuo išankstinio apspaudimo poveikio  $P_{m,0}$ .

Apkrovų poveikių efektai (įrašos), reikalingi plokštės kreiviams apskaičiuoti:

– lenkimo momentas nuo kintamojo poveikio (trumpalaikės dalies):

$$M_{Egd} = \frac{0,3 \cdot q_d \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{0,3 \cdot 4,65 \cdot 8,69^2}{8} = 13,168 \text{ kNm} \quad (3.281)$$

– lenkimo momentas nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių:

$$M_{Egd} = 116,01 \text{ kNm} \quad (3.282)$$

– išankstinio apspaudimo poveikis  $P_{m,0} = 0,555 \text{ MN}$

Plokštės kreiviai apskaičiuojami pagal reglamento (12) (14.34) formulę:

$$\left(\frac{l}{r}\right)_1 = \frac{M_{Egd}}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{0,0132}{0,85 \cdot 34 \cdot 10^3 \cdot 0,00224} = 2,04 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-1} \quad (3.283)$$

Čia:  $\varphi_{c1} = 0,85$  – normaliajam betonui.

$$\left(\frac{l}{r}\right)_2 = \frac{M_{Egd} \cdot \varphi_{c2}}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{0,116 \cdot 2,0}{0,85 \cdot 34 \cdot 10^3 \cdot 0,00224} = 35,84 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-1} \quad (3.284)$$

Čia  $\varphi_{c2} = 2,0$  – iš 25 lent.(12), kai betonas normalusis, aplinkos drėgmė 50%.

Plokštės kreivis dėl elemento išlinkio nuo  $P_{m,0}$  poveikio:

$$\left(\frac{l}{r}\right)_3 = \frac{P_{m,0} \cdot e_p}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{0,555 \cdot 0,109}{0,85 \cdot 34 \cdot 10^3 \cdot 0,00224} = 9,34 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-1} \quad (3.285)$$

Plokštės kreivis dėl išlinkio, kurį sukelia betono susitraukimas ir valkšnumas veikiant poveikiui  $P_{m,0}$ :

$$\left(\frac{l}{r}\right)_4 = \frac{\varepsilon_{c1} - \varepsilon_{c2}}{d} = \frac{(6,77 - 2,61) \cdot 10^{-4}}{0,26} = 16,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-1} \quad (3.286)$$

Čia:  $\varepsilon_{c1} =$

$$\sigma_{c1}/E_s = (\Delta\sigma_{pc1,1} + \Delta\sigma_{pc2,1} + \Delta\sigma_{ps})/E_s = (3,56 + 85,24 + 50)/205 \cdot 10^3 = 6,77 \cdot 10^{-4};$$

$$\varepsilon_{c2} = \sigma_{c2}/E_s = (\Delta\sigma_{pc1,2} + \Delta\sigma_{pc2,2} + \Delta\sigma_{ps})/E_s = (3,49 + 0 + 50)/205 \cdot 10^3 = 2,61 \cdot 10^{-4}.$$

Suminis plokštės kreivis:

$$\frac{l}{r} = (2,04 + 35,84 - 9,34 - 16,0) \cdot 10^{-4} = 12,54 \cdot 10^{-4} m^{-1} \quad (3.287)$$

Kiaurymėtosios perdangos plokštės įlinkis:

$$d = \left(\frac{l}{r}\right) \cdot \left(\frac{5}{48}\right) \cdot l_{eff}^2 = 12,54 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\frac{5}{48}\right) \cdot 8,69^2 = 0,0098 m = 9,8 mm \quad (3.288)$$

Plokštės ribinis įlinkis:

$$d_{lim} = \frac{l_{eff}}{222} = \frac{8,69}{222} 0,039 m = 39 mm \quad (3.289)$$

Apskaičiuotasis plokštės įlinkis neviršija ribinio  $d = 9,8 mm < d_{lim} = 39 mm$ . Kadangi  $l_{eff}/h = 8,69/0,3 = 28,97 > 10$ , įlinkio padidėjimo dėl šlyties deformacijų nepaisoma.

**Išvada:** nepertraukiamo formavimo kiaurymėtoji gelžbetoninė plokštė atitinka tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.

### 3.5.1.11 Plokštės konstravimas

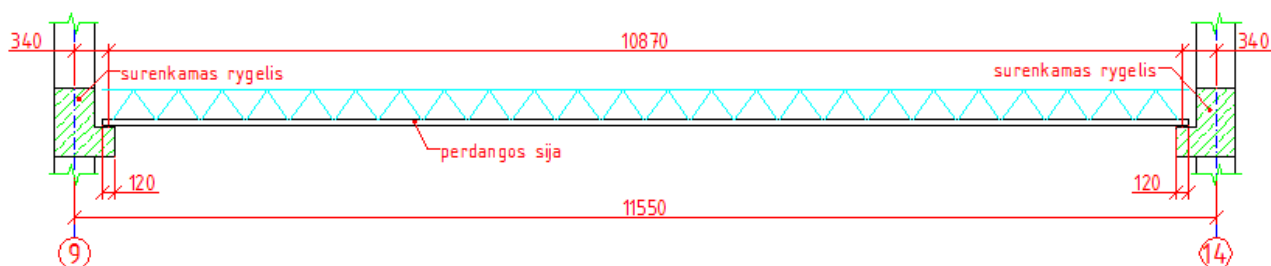
Nepertraukiamo formavimo kiaurymėtosios perdangų plokštės darbo brėžiniuose nurodomi konstrukciniai matmenys, charakteringi pjūviai ir detalės, iš anksto įtempiamosios armatūros padėtis. Plokštės briaunos ir kiaurymės konstruojamos atsižvelgiant į rekomendacijų (23) nurodymus.

Visi plokštės konstravimo uždaviniai sprendžiami vadovaujantis standartų reikalavimais. Perdangos plokštės žymuo PKO 865/120/30-9.0 (P – plokštė, K –kiaurymėta, O – ovalinės kiaurymės; 865 – ilgis, 120– plotis ir 30 – aukštis (cm), 9.0 – skaičiuojamoji apkrova ant plokštės be plokštės savojo svorio kN/m<sup>2</sup>).

### 3.5.2 Surenkamos „Teriva“ perdangos projektavimas.

#### 3.5.2.1 Pradiniai duomenys

Projektuojama visuomeninės paskirties pastato perdanga iš surenkamų „Teriva“ blokelių. Blokeliai atremiami ant sijų, kurių žingsnis nuo 450 iki 600 mm. Sijoms naudojamas C20/25 klasės betonas. Skaičiuotinis betono gniuždomasis stipris lygus -  $f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 20 / 1,5 = 12 \text{ MPa}$ , skaičiuotinis betono tempiamasis stipris -  $f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,5 / 1,5 = 0,9 \text{ MPa}$  Sijos armuojamos S400 klasės armatūra. Skaičiuotinis armatūros stipris lygus -  $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 400 / 1,1 = 365 \text{ MPa}$ , skaičiuotinis armatūros gniuždomasis stipris -  $f_{scd} = 365 \text{ MPa}$ .



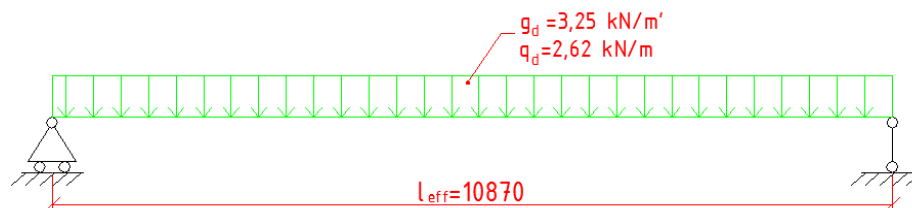
18 pav. Perdangos sijos atrėmimas.

#### 3.5.2.2 Siją veikiančios apkrovos

11 lentelė. Siją veikiančios apkrovos.

Perdangos elementai ir jų storiai/ Charakteristinės apkrovos, kN/m <sup>2</sup>	Skaičiuotinės poveikių reikšmės kN/m <sup>2</sup>		Poveikių patikimumo koeficientai, $\gamma_G$	
	Tinkamumo ribiniams būviams	Saugos ribiniams būviams	Tinkamumo ribiniams būviams	Saugos ribiniams būviams
Keraminės plytelės (20 mm) / 0,21	0,21	0,28	1,0	1,35
Armuotas išlyginamasis sluoksnis (60 mm) / 1,20	1,20	1,62	1,0	1,35
Polietileno plėvelė 1 sl. (0,3 mm) / 0,002	0,002	0,03	1,0	1,35
„PAROC“ SSB 1 (40 mm) / 0,06	0,06	0,08	1,0	1,35
Smėlio sluoksnis (30 mm) / 0,45	0,45	0,60	1,0	1,35
TERIVA LIGHT 8,0 perdanga (340 mm) / 2,60	$g_{sd2} = 2,60$	$g_{sd2} = 3,51$	1,0	1,35
Suminė $g_k = 4,54$	$g_{d2} = 4,54$	$g_{d2} = 6,12$	-	-
Naudojimo apkrova + pertvarų svoris $q_k = 3,0 + 0,8 = 3,8$	$q_{d2} = 3,8$	$q_{d2} = 4,94$	1,0	1,3

Pagal gamintojo pateikiamas perdangos specifikacijas parenkame TERIVA LIGHT 8,0 tipo perdangą. Perdangos TERIVA atsparumas ugniai lygus REI 60. Perdangos TERIVA LIGHT šiluminė varža lygi 3,088 m<sup>2</sup> K/W (31). Daugiau informacijos apie perdangą pateikiama 8 priede.



**19 pav.** Perdangos sijos skaičiuojamoji schema.

Skaičiuotinės apkrovų poveikių reikšmės, kai perdangos storis  $b_n = 0,53$  m:

– perdangos savojo svorio:

$$g_{ds} = (g_{sd2} \cdot b_n) \cdot \gamma_G = (2,6 \cdot 0,53) \cdot 1,35 = 1,86 \text{ kN/m} \quad (3.290)$$

– nuolatinių apkrovų (perdangos savojo svorio ir grindų konstrukcijos):

$$g_d = (g_{d2} \cdot b_n) \cdot \gamma_G = (4,54 \cdot 0,53) \cdot 1,35 = 3,25 \text{ kN/m} \quad (3.291)$$

– naudojimo apkrovos:

$$q_d = (q_{d2} \cdot b_n) \cdot \gamma_G = (3,8 \cdot 0,53) \cdot 1,3 = 2,62 \text{ kN/m} \quad (3.292)$$

– naudojimo apkrovos tariamai nuolatinės dalies, kai  $\Psi_2 = 0,6$  [11]:

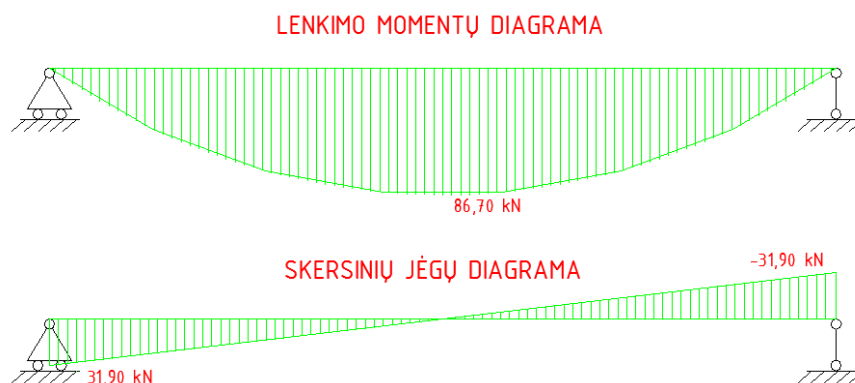
$$q_{d,lt} = (\Psi_2 \cdot q_k \cdot b_n) \cdot \gamma_G = (0,6 \cdot 3,8 \cdot 0,53) \cdot 1,3 = 1,57 \text{ kN/m} \quad (3.293)$$

– visos apkrovos:

$$p_d = g_d + q_d = 3,25 + 2,62 = 5,87 \text{ kN/m} \quad (3.294)$$

– nuolatinės ir tariamai nuolatinės:

$$p_{gd} = g_d + q_{d,lt} = 3,25 + 1,57 = 4,82 \text{ kN/m} \quad (3.295)$$



**20 pav.** Sijos lenkimo momentų ir skersinių jėgų diagramos.





konstrukciškai Ø8 S400  $A_{s2} = 50,3 \text{ mm}^2 = 0,503 \text{ cm}^2$ . Laikoma, kad elementai yra neperarmuoti, kadangi galioja sąlyga  $\xi_{eff} = 0,190 < \xi_{lim} = 0,602$ .

Elemento stiprumas yra pakankamas, kai galioja sąlyga  $M_{Ed} \leq M_{Rd}$ . Patikrinama skerspjuvio laikomoji galia:

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot h_f (d - 0,5 \cdot h_f) + f_{scd} \cdot A_{s2} (d - a_2) \\ &= 12 \cdot 250 \cdot 80 (410 - 0,5 \cdot 80) + 365 \\ &\quad \cdot 50,3 (410 - 40) \text{ Nmm} = 95,59 \cdot 10^6 > M_{Ed} = 86,70 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \end{aligned} \quad (3.304)$$

**Išvada:** stiprumo sąlyga tenkinama.

### 3.5.2.4 Sijos įstrižųjų pjūvių stiprumo skersinių jėgų atžvilgiu skaičiavimas

Skersinė jėga, kurią atlaiko betonas, apskaičiuojama pagal formulę (12):

$$\begin{aligned} V_{Rd,c} &= \frac{\varphi_{c2} (1 + \varphi_n) f_{ctd} \cdot b_w \cdot d^2}{c} = \frac{1,5 (1 + 0,360) \cdot 1,08 \cdot 0,20 \cdot 0,41^2}{0,82} \cdot 10^3 \\ &= 90,33 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.305)$$

Čia:  $\varphi_{c2}$  ir  $\varphi_{c3}$  koeficientai imamai iš (12) 15 lentelės;

$c$  – pavojingiausiojo įstrižojo pjūvio projekcijos į elemento išilginę ašį ilgis,  $c = 2 \cdot d = 2 \cdot 0,41 = 0,82 \text{ m}$ ;

$f_{ctd}$  – skaičiuotinis betono tempiamasis stipris, apskaičiuojamas:

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{1,8}{1,5} = 1,08 \text{ MPa} \quad (3.306)$$

$\varphi_n$  – koeficientas, įvertinantis apspaudimo jėgą, apskaičiuojamas:

$$\varphi_n = 0,1 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{ctd} \cdot b_w \cdot d} = \frac{31,9 \cdot 10^{-2}}{1,08 \cdot 0,20 \cdot 0,41} = 0,360 < 0,5 \quad (3.307)$$

Tikrinama sąlyga:

$$\begin{aligned} \varphi_{c3} (1 + \varphi_n) f_{ctd} \cdot b \cdot d &= 0,4 (1 + 0,360) \cdot 1,08 \cdot 0,20 \cdot 0,41 = 48,18 \text{ kN} < V_{Rd,c} \\ &= 90,33 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.308)$$

Sąlyga įvykdyta.

**Išvada:** kadangi betono atlaikoma skersinė jėga  $V_{Rd,ct} = 90,33 \text{ kN}$ , o veikianti maksimali skersinė jėga  $V_{max,s} = 31,90 \text{ kN}$ , tai skersinė armatūra parenkama konstruktyviai Ø8 S400, kas 200 mm.

### 3.5.2.5 Sijos ekvivalentinio skerspjuvio rodikliai

Elementarių skerspjuvio elementų plotai:

$$A_1 = b_w \cdot (h - 2 \cdot h_f) = 0,20 \cdot (0,45 - 2 \cdot 0,08) = 0,058 \text{ m}^2 \quad (3.309)$$

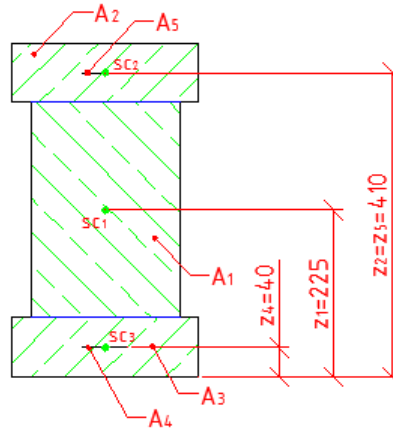
$$A_2 = b_{eff} \cdot h_f = 0,25 \cdot 0,08 = 0,02 \text{ m}^2 \quad (3.310)$$

$$A_3 = b_{eff} \cdot h_f = 0,25 \cdot 0,08 = 0,02 \text{ m}^2 \quad (3.311)$$

$$A_4 = \alpha_e \cdot A_{s1} = 6,45 \cdot 7,63 \cdot 10^{-4} = 0,00492 \text{ m}^2 \quad (3.312)$$

$$A_5 = \alpha_e \cdot A_{s2} = 6,45 \cdot 0,503 \cdot 10^{-4} = 0,00032 \text{ m}^2 \quad (3.313)$$

$$A_{eff} = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5 = 0,058 + 0,02 + 0,02 + 0,00492 + 0,00032 = 0,103 \text{ m}^2 \quad (3.314)$$



22 pav. Elementarių skerspjūvio elementų plotai.

Armatūros ir betono tamprumo modulio santykis:

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{32} = 6,45 \quad (3.315)$$

Ekvivalentinio skerspjūvio svorio centro padėtis:

$$z_c = \frac{S_{eff}}{A_{eff}} = \frac{\sum A_i \cdot z_i}{\sum A_i} = \frac{0,058 \cdot 0,225 + 0,02 \cdot 0,41 + 0,02 \cdot 0,04 + 0,00492 \cdot 0,04 + 0,00032 \cdot 0,41}{0,103} \quad (3.316)$$

$$= 0,217 \text{ m}$$

Atliekame kontrolę (statinis momentas apie svorio centrą lygus 0):

$$S_{eff.c} = \sum A_i \cdot (z_i - z_c) = 0,058 \cdot (0,225 - 0,217) + 0,02 \cdot (0,41 - 0,217) + 0,02 \cdot (0,04 - 0,217) + 0,00492(0,04 - 0,217) + 0,00032(0,41 - 0,217) = 0,000464 + 0,00386 - 0,00354 - 0,00087 + 0,000062 = 0,000024 \approx 0 \quad (3.317)$$

Elementarių plotelių inercijos momentai:

$$I_{z1} = \frac{b_w \cdot (h_{pl} - 2 \cdot h_f)^3}{12} = \frac{0,20 \cdot (0,45 - 2 \cdot 0,08)^3}{12} = 4,065 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4 \quad (3.318)$$

$$I_{z2} = I_{z3} = \frac{b_{eff} \cdot h_f^3}{12} = \frac{0,25 \cdot 0,08^3}{12} = 1,067 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \quad (3.319)$$

$$I_{z4} \approx 0; I_{z5} \approx 0 \quad (3.320)$$

Elementarių plotelių atstumai nuo jų svorio centro iki ekvivalentinio skerspjūvio svorio centro:

$$b_1^2 = (z_1 - z_c)^2 = (0,225 - 0,217)^2 = 0,000064 \text{ m}^2 \quad (3.321)$$

$$b_2^2 = (z_2 - z_c)^2 = (0,41 - 0,217)^2 = 0,0372 \text{ m}^2 \quad (3.322)$$

$$b_3^2 = (z_3 - z_c)^2 = (0,04 - 0,217)^2 = 0,0313 \text{ m}^2 \quad (3.323)$$

Ekvivalentinio skerspjūvio inercijos momentas:

$$\begin{aligned} I_{eff} &= \sum (I_{zi} + A_i \cdot b_i^2) \\ &= 4,065 \cdot 10^{-4} + 0,058 \cdot 0,000064 + 1,067 \cdot 10^{-5} + 0,02 \cdot 0,0372 \\ &\quad + 1,067 \cdot 10^{-5} + 0,02 \cdot 0,0313 + 0 + 0,00492 \cdot 0,0313 + 0 \\ &\quad + 0,00032 \cdot 0,0372 = 1,967 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4 \end{aligned} \quad (3.324)$$

**12 lentelė.** Ekvivalentinio skerspjūvio rodikliai.

Rodiklis	Žymuo	Reikšmė	Matavimo vnt.
Armatūros ir betono tamprumo modulių santykis	$\alpha_e$	6,45	-
Ekvivalentinis skerspjūvio plotas	$A_{eff}$	0,103	$\text{m}^2$
Atstumas iki skerspjūvio svorio centro	$z_c$	0,217	m
Statinis skerspjūvio momentas	$S_{eff}$	0,022	$\text{m}^3$
Inercijos skerspjūvio momentas	$I_{eff}$	0,00197	$\text{m}^4$

### 3.5.2.6 Normalinių plyšių atsiradimo tikrinimas

Lenkiamųjų elementų normalinių plyšių atsiradimas tikrinamas pagal sąlygą (12):

$$M_r < M_{cr} \quad (3.325)$$

Čia:  $M_r = M_{Ed}$  ;

$M_{cr}$  – momentas, apskaičiuojamas:

$$M_{cr} = f_{ctk} \cdot W_{pl} \quad (3.326)$$

Čia:  $f_{ctk}$  – charakteristinis betono tempiamasis stipris,  $f_{ctk} = 1,8 \text{ MPa}$ ;

$W_{pl}$  – ekvivalentinio skerspjūvio atsparumo momentas, labiausiai tempiamo sluoksnio atžvilgiu, apskaičiuojamas:

$$W_{pl} = \frac{2(I_{cc} + \alpha_e \cdot I_{s1} + \alpha_e \cdot I_{s2})}{h - x_{eff}} + S_{ct} \quad (3.327)$$

Čia:  $S_{ct}$  – betono tempiamosios zonos ploto statinis momentas apie neutralią ašį,  $S_{ct} = 2,68 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ ;

$I_{cc}$  – betono gniuždomosios zonos ploto inercijos momentas apie neutralią ašį,  $I_{cc} = 1,82 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$ ;

$I_{s1}$  ir  $I_{s2}$  – tempiamosios ir gniuždomosios armatūros skerspjūvio plotų inercijos momentai apie neutraliąją ašį,  $I_{s1} = 1,55 \cdot 10^{-8} m^3$ ,  $I_{s2} = 0,00126 \cdot 10^{-8} m^3$ ;

$\alpha_e$  – plieno  $E_s$  tamprumo modulio santykis su betono  $E_{cm}$  tamprumo moduliui:

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{31} = 6,45 \quad (3.328)$$

Tuomet pagal (3.327) formulę:

$$W_{pl} = \frac{2(1,82 \cdot 10^{-2} + 6,45 \cdot 1,55 \cdot 10^{-8} + 6,45 \cdot 0,00126 \cdot 10^{-8})}{0,45 - 0,078} + 2,677 \cdot 10^{-3} \quad (3.329)$$

$$= 0,100 m^3 = 100,31 \cdot 10^6 mm^3$$

Patikriname (3.325) sąlygą:

$$M_r = 86,70 \cdot 10^6 Nmm < M_{cr} = 1,8 \cdot 100,31 \cdot 10^6 = 180,56 \cdot 10^6 Nmm \quad (3.330)$$

**Išvada:** normaliniai plyšiai neatsivers.

### 3.5.2.7 Sijos įlinkio tikrinimas

Gelžbetoninių elementų įlinkių tikrinimas atliekamas pagal sąlygą (13):

$$d_{lim} \geq d \quad (3.331)$$

Čia:  $d$  – gelžbetoninio elemento įlinkis nuo išorinės apkrovos poveikio;

$d_{lim}$  – gelžbetoninio elemento leistino ribinio įlinkio reikšmė.

Lenkiamųjų elementų suminis kreivis ruožuose, kurių tempiamojoje zonoje nėra susidariusių normalinių plyšių, apskaičiuojamas pagal (12) 182 p. (14.33) formulę:

$$\frac{l}{r} = \left(\frac{l}{r}\right)_1 + \left(\frac{l}{r}\right)_2 - \left(\frac{l}{r}\right)_3 - \left(\frac{l}{r}\right)_4 \quad (3.332)$$

Čia:  $\left(\frac{l}{r}\right)_1$  – kreivis nuo kintamųjų poveikių (trumpalaikės dalies), apskaičiuojamas pagal kintamąją apkrovą, padaugintą iš 0,3;

$\left(\frac{l}{r}\right)_2$  – kreivis nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių pagal reglamento (11) 90.3 p. 6.10b derinį, neįvertinant išankstinio apspaudimo poveikio.

Sijos kreiviai apskaičiuojami pagal reglamento (12) (14.34) formulę:

$$\left(\frac{l}{r}\right)_1 = \frac{M}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{0,04644}{0,85 \cdot 31 \cdot 10^3 \cdot 0,00197} = 8,96 \cdot 10^{-4} m^{-1} \quad (3.333)$$

Čia:  $\varphi_{c1}$  – koeficientas, kuriuo įvertinama betono trumpalaikio valkšnumo įtaka,  $\varphi_{c1} = 0,85$  – normaliajam betonui;

$M$  – kintamųjų ir tariamai nuolatinių poveikių (tinkamumo skaičiuotinės reikšmės) sukeltas momentas apie ekvivalentinio skerspjūvio centro ašį, statmeną lenkimo momento veikimo plokštumai:

$$M = \frac{0,3 \cdot 2,62 \cdot 10,87^2}{2} = 46,44 \text{ kNm} \quad (3.334)$$

$I_{eff}$  – inercijos skerspjūvio momentas,  $I_{eff} = 0,00197 \text{ m}^4$ .

$$\left(\frac{l}{r}\right)_2 = \frac{M_{Egd} \cdot \varphi_{c2}}{\varphi_{c1} \cdot E_{cm} \cdot I_{eff}} = \frac{0,07119 \cdot 2,0}{0,85 \cdot 31 \cdot 10^3 \cdot 0,00197} = 27,43 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-1} \quad (3.335)$$

Čia:  $\varphi_{c2}$  - koeficientas, kuriuo įvertinama betono ilgalaikio vaikšnumo įtaka,  $\varphi_{c2} = 2,0$  – iš 25 lent. (12), kai betonas normalusis, aplinkos drėgmė 50%.

Suminis sijos kreivis:

$$\frac{l}{r} = (8,96 + 27,43) \cdot 10^{-4} = 36,39 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-1} \quad (3.336)$$

Dvitėjinio skerspjūvio sijo įlinkis:

$$d = \left(\frac{l}{r}\right) \cdot \left(\frac{5}{48}\right) \cdot l_{eff}^2 = 36,39 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\frac{5}{48}\right) \cdot 10,87^2 = 0,044 \text{ m} = 44 \text{ mm} \quad (3.337)$$

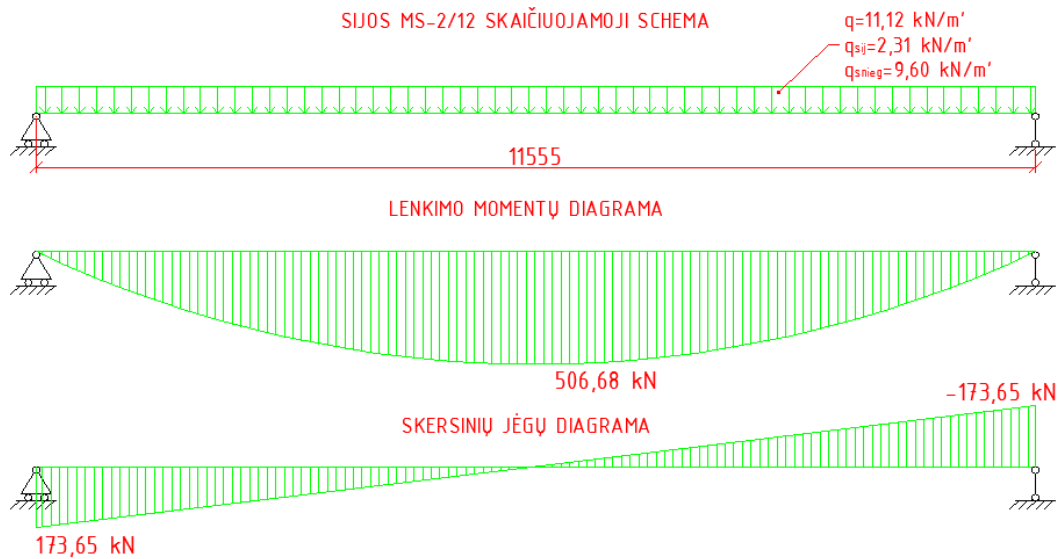
Sijos ribinis įlinkis:

$$d_{lim} = \frac{l_{eff}}{240} = \frac{10,87}{240} = 0,045 \text{ m} = 45 \text{ mm} \quad (3.338)$$

Apskaičiuotasis sijos įlinkis neviršija ribinio  $d = 44 \text{ mm} < d_{lim} = 45 \text{ mm}$ .

### 3.6 Stogo sijos MS-2/12 projektavimas

Programa „Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2011“ sijai MS-2/25 buvo parinktas HEB 450 profilis. Metalinei sijai naudojamas S275 klasės plienas.



**23 pav.** Sijos MS-2/12 skaičiuojamoji schema. Lenkimo momentų ir skersinių jėgų diagramos.

$$q_{sij} = m \cdot 1,35 = 171 \cdot 1,35 = 230,85 \text{ kg/m} = 2,31 \text{ kN/m} \quad (3.339)$$

Veikiant pavojingiausiajam deriniui, sijos įrašos:

$$M_{Ed} = 506,68 \text{ kNm} \quad V_{Ed} = 173,65 \text{ kN}$$

Vienoje iš svarbiausių plokštumų, stiprumas tikrinamas pagal formulę (14):

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (3.340)$$

Čia:  $M_{Ed}$  – skaičiuotinė lenkiamojo momento reikšmė;

$M_{c,Rd}$  – skaičiuotinio skerspjūvio lenkiamojo tampriojo stiprumo atspario reikšmė, apskaičiuojama taip:

$$M_{c,Rd} = W_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c \quad (3.341)$$

Čia:  $W_{net}$  – grynas skerspjūvio atsparumo momentas;

$f_{y,d}$  - skaičiuotinis lenkiamasis plieno stipris pagal takumo ribą;

$\gamma_c$  – elemento darbo sąlygų koeficientas,  $\gamma_c = 1,0$ .

$$f_{y,d} = \frac{f_y}{\gamma_M} = \frac{275}{1,1} = 250 \text{ kN/m}^2 \quad (3.342)$$

Čia:  $f_y$  – charakteristinis lenkiamasis plieno stipris pagal takumo ribą,  $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$  ;

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

$$W_{net,min} = \frac{M_{Ed}}{C_{pl,1} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{506,68 \cdot 10^3}{1,1 \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0} = 1842,47 \text{ cm}^2 \quad (3.343)$$

Čia:  $C_{pl,1}$  – koeficientas, nusakantis plastines deformacijas,  $C_{pl,1} = 1,1$ .

Iš sortimento (30) parenkamas tvirtėjis profilis HEB 400, kurio techninės charakteristikos:

$$W_{net,y} = 2884 \text{ cm}^3, I_y = 57680 \text{ cm}^4, p = 155 \text{ kg/m}.$$

Pagal (3.319) formulę :

$$M_{c,Rd} = 2884,0 \cdot 10^{-6} \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 1,0 = 721,0 \text{ kNm} \quad (3.344)$$

Tikrinama (3.318) sąlyga:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{506,68 \cdot 10^3}{721,0 \cdot 10^3} = 0,70 \leq 1,0 \quad (3.345)$$

Tikrinant lenkiamųjų elementų kerpamąjį stiprį, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (3.346)$$

Čia:  $V_{Ed}$  – skaičiuotinė skersinės jėgos reikšmė;

$V_{c,Rd}$  – skaičiuotinio skerspjuvio kerpamojo atspario reikšmė, apskaičiuojama taip:

$$V_{c,Rd} = \frac{I_y \cdot t}{S_y} \cdot f_{s,d} \cdot \gamma_c = \frac{57680 \cdot 10^{-8} \cdot 0,0135}{1620 \cdot 10^{-6}} \cdot 145 \cdot 10^3 \cdot 1,0 = 696,97 \text{ kN} \quad (3.347)$$

Čia:  $I_y$  – skerspjuvio atsparumo momentas;

$t$  – sienelės storis,  $t = 13,5 \text{ mm}$ ;

$S_y$  – skerspjuvio dalies statinis momentas  $y$  ašies, einančios per sunkio centrą, atžvilgiu.

$S_y = 1620 \text{ cm}^3$  ;

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

$$f_{s,d} = \frac{0,58 \cdot f_y}{\gamma_M} = \frac{0,58 \cdot 275}{1,1} = 145 \text{ N/mm}^2 = 14,5 \text{ kN/cm}^2 \quad (3.348)$$

Pagal (3.326) formulę:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{173,65}{696,97} = 0,25 \leq 1,0 \quad (3.349)$$

Sąlyga tenkinama su 75 % atsarga.

Apskaičiuojamas parinktos sijos įlinkis:

$$d = \frac{5 \cdot q_k \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{5 \cdot 17,36 \cdot 10^3 \cdot 11,555^4}{384 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 57680 \cdot 10^{-8}} = 0,033 \text{ m} \quad (3.350)$$

Čia :  $q_k$  – charakteritinė apkrova tenkanti sijai,  $q_k = 17,36 \text{ kN/m}$  ;

$E$  – tamprumo modulis,  $E = 210 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$ .

Ribinis sijos įlinkis apskaičiuojamas:

$$d_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{11,555}{250} = 0,046 \text{ m} \quad (3.351)$$

$$d = 0,033 \text{ m} < d_{lim} = 0,046 \text{ m}, \quad \text{sąlyga tenkinama} \quad (3.352)$$

**Išvada:** sijos skerspjuvis parinktas teisingai.

## 4. TECHNOLOGINĖ, ORGANIZACINĖ IR EKONOMINĖS DALYS

Šioje magistro baigiamojo darbo dalyje atliekamas dviejų surenkamų perdangų tipų ekonominis palyginimas. Nustatoma, kuris šių perdangos tipas yra ekonomiškėsnis gamybos ir montavimo požiūriu. Ekonomiškėsniam perdangos variantui sudaroma technologinė kortelė, aprašomas darbų organizavimas bei technologija.

### 4.1 Kiaurymėtu perdangos plokščių montavimo technologinė kortelė

#### 4.1.1 Perdangos plokščių montavimo darbų kiekių skaičiavimas

Darbų kiekiai nustatomi pagal architektūros bei darbo brėžinius, pateiktus šio baigiamojo darbo pabaigoje. Nustatoma sunkiausia konstrukcija ir konstrukcija, kurią reikia pakelti į didžiausią aukštį. Pagal šias konstrukcijas apskaičiuojamas tinkamas kranas montavimo darbams atlikti. Krano skaičiavimas pateikiamas 9-tame priede. Montuojamų elementų specifikacija pateikiama 10-tame šio darbo priede.

#### 4.1.2 Darbo sąnaudų, mechanizmų ir medžiagų poreikio skaičiavimas

Žmonių ir mašinų darbų sąnaudos skaičiuojamos remiantis, mechanizmų ir medžiagų poreikis apskaičiuoti remiantis „Darbo, medžiagų ir mechanizmų sąnaudų statyboje normatyvuose“ pateiktomis normomis.

13 lentelė. Žmonių ir mašinų darbo sąnaudų skaičiavimas.

Normatyvų šifras	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbo apimtis		Darbo sąnaudos, žm.h.		Darbo sąnaudos žm.d.	Mašinų darbo sąnaudos maš.h.			
		Mato vnt.	Kiekis	Norma darbo mato vienetui	Visam darbui		Mechanizmo pavadinimas	Norma darbo mato vienetui	Visam darbui	Maš. pam.
N7-80	Perdengimo tarpkoloninių plokščių, kurių plotis 1,2 m, montavimas ant rygelių su lentynomis daugiaaukščiuose pastatuose $k_8=1,04$	vnt.	71	3,6	255,6	31,9	Kranas	0,34	24,14	4,0



14 lentelė. Materialinių išteklių poreikio skaičiavimas.

Normatyvų šriftas	Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Darbo mato vienetas	Darbo apimtis	Konstrukcijų, detalių, medžiagų, pusgaminių poreikis			
				Pavadinimas	Mato vienetas	Norma darbo mato vienetai	Visam darbui
N7-80	Perdengimo tarpkoloninių plokščių, kurių plotis 1.2 m, montavimas ant rygelių su lentynomis daugiaaukščiuose pastatuose k8=1.04	vnt.	71	Armatūrinis plienas, A-I klasės	t	0,001	0,057
				Statybinės vinys	kg	0,34	24,14
				Suvirinimo elektrodai	kg	0,40	28,4
				Surenkamos g/b konstrukcijos	vnt.	1,00	71,00
				Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	t	0,006	0,419
				Apipjautos lentos 40mm st. ir daugiau (2 rūš.)	m <sup>3</sup>	0,0059	0,4189
				Mediniai klojinių skydai	m <sup>2</sup>	0,52	36,85
				Bituminės medžiagos su kartono pagr. (ruberoidas)	m <sup>2</sup>	0,29	20,59
				Cementinis skiedinys S10	m <sup>3</sup>	0,08	5,75
				Betono mišiniai C12/15	m <sup>3</sup>	0,35	24,57

15 lentelė. Materialinių išteklių poreikio suvestinė.

Eil. Nr.	Konstrukcijų, detalių, medžiagų pusgaminių poreikis	Mato vienetas	Kiekis
1	Armatūrinis plienas, A-I klasės	t	0,057
2	Statybinės vinys	kg	24,14
3	Suvirinimo elektrodai	kg	28,4
4	Surenkamos g/b konstrukcijos	vnt.	71,00
5	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	t	0,419
6	Apipjautos lentos 40mm st. ir daugiau (2 rūš.)	m <sup>3</sup>	0,4189
7	Mediniai klojinių skydai	m <sup>2</sup>	36,85
8	Bituminės medžiagos su kartono pagr. (ruberoidas)	m <sup>2</sup>	20,59
9	Cementinis skiedinys S10	m <sup>3</sup>	5,75
10	Betono mišiniai C12/15	m <sup>3</sup>	24,57

16 lentelė. Techniniai – materialiniai ištekliai.

Technologinio proceso (darbo) pavadinimas	Normatyvų šifras	Darbo mato vnt.	Kiekis	Techninės priemonės pavadinimas	Vienetui maš. val.	Visam darbui maš. val.	Visam darbui maš. pam.
Perdengimo tarpkoloninių plokščių, kurių plotis 1,2 m, montavimas ant rygelių su lentynomis daugiaaukščiuose pastatuose $k_8=1,04$	N7-80	vnt.	71	Kranas ant ratinės važiuoklės	0,34	24,14	0,40

#### 4.1.3 Perdangos plokščių montavimo technologija

Plokščių iškrovimas ir kėlimas atliekamas specialiu kėlimo prietaisu – kėlimo traversa, kurią sudaro keliamoji sija su 2 kėlimo griebtuvais. Kėlimo griebtuvų padėtis ant keliamosios sijos pritaikoma plokštės ilgiui. Laisvieji plokštės galai negali būti išsikišę iš griebtuvo daugiau kaip 0,5 m. Prikabinant kėlimo griebtuvą prie plokštės, reikia būti labai atidiems: patikrinti ar plokštės užkabinimo zona nesugadinta ir pasirūpinti, kad griebtuvas sugriebtų plokštę visu pločiu. Iškrovimo ir kėlimo metu būtina naudoti prie griebtuvo esančias apsaugines grandines, užtikrinančias saugų gaminio kėlimą ir prilaikymą netikėtai atsipalaidavus griebtuvams. Grandinės negali būti atkabintos, kol plokštė neatsiduria tiesiai virš projekcinio atraminio paviršiaus (32).

Plokštės montuojamos ant išlyginamosios neopreno juostelės, pritvirtintos prie laikančiosios konstrukcijos. Jei atraminis paviršius nelygus, nelygumus reikia pašalinti ar išlyginti. Pakeltą perdangos plokštę, montuotojai nukreipia į reikiamą padėtį - tiesiai virš atraminio paviršiaus ir atkabina apsaugines grandines. Signalizuotojui davus komandą, gaminys nuleidžiamas į projektinę padėtį. Prieš plokštę atkabinant nuo kranų, patikrinama jos šoninė padėtis ir atraminio paviršiaus ilgis (32).

Skirtingi gretimų plokščių išlinkimai gali atsirasti dėl daugelio veiksnių: neteisingo plokščių sandėliavimo, transportavimo, greta esančių plokščių skirtingo ilgio ir t.t. Jei šie išlinkio nesutapimai apatinėje perdangos pusėje viršija leistiną dydį - 8 mm, plokščių išlinkį būtina suvienodinti. Daugeliu atvejų tai galima atlikti reguliuojamais statramsčiais sukeltant į viršų žemiausiai esančią perdangos dalį iš apačios į optimalų lygį pagal apatinį gretimą gaminio kraštą. Tokioje paremtoje padėtyje perdanga išlaikoma, kol pilnai sukietėja užpiltos siūlės. Sukeltant plokštę, reikia žiūrėti, kad jos galai nepasikeltų nuo atraminio paviršiaus. Kai sukėlimo į viršų nepakanka, labiausiai į viršų išlinkusi plokštė, gali būti spaudžiama iš viršaus uždėjus ant jos

reikiamą svorį. Plokščių išlinkio suvienodinimui dar gali būti naudojamas suveržimo įrenginys (32).

Tarp plokščių esančias montažines siūles ir plokščių galus ties atramomis reikia užtaisyti smulkiagrūdžiu betonu. Betonas sutankinamas giluminiu vibratoriumi. Prieš siūlių ir inkarinių ryšių betonavimą, būtina įsitikinti, kad siūlėse nebūtų šiukšlių ar pašalinių daiktų. Jei tarpelis tarp plokščių didesnis nei 5 mm, rekomenduojama apatinę siūlės dalį užsandarinti "Makroflex" putomis. Ypatingą dėmesį reikia atkreipti betonuojant plokščių galus ties atramomis. Betonas, kuriuo užpilamos perdangos plokščių kiaurymės, neturi subėgti giliau, nei plokštės atramos ilgis. Tai reiškia, kad plokščių kiaurymės, esančios galuose, prieš betonavimą turi būti užsandarintos ne giliau, kaip ties atrėmimo pabaiga. Tam tikslui, kartu su plokštėmis, yra patiekiami ir plastikiniai kiaurymių dangteliai. Be specialių dangtelių, kiaurymių užsandarinimui, rekomenduojama naudoti putų polistireną arba akmens vatą (32).

#### **4.1.4 Perdangos plokščių montavimo darbų kokybės kontrolė**

Visų į statybvietę atvežtų gaminių kokybę tikrinama prieš iškrovimą ir/ar jo metu. Tikrinant gaminių geometrinius matmenis, naudojamosi brėžiniais ir prie sutarčių pridedamomis gaminių gamybos leistinių nuokrypų lentelėmis. Apžiūrint gaminius vizualiai, būtina įsitikinti, kad jie neturi pažeidimų, galinčių atsirasti krovimo ar pervežimo metu. Pastebėjus neatitikimus ar pažeidimus, apie juos būtina informuoti statybos vadovą ir gamintojo atstovą.

Prieš pradėdant montuoti antžeminės dalies pastato konstrukcijas būtina patikrinti pamatų įrengimo kokybę. Prieš statant surenkamuosius elementus, geodeziniais instrumentais pažymimi atraminiai paviršiai plane ir pagal aukštį. Konstrukcijos padėtis geodeziniais instrumentais tikrinama su kartus: prieš ją laikinai įtvirtinat ir galutinai įtvirtinus. Pagrindinis kokybės kriterijus yra konstrukcijų pastatymo tikslumas, suvirinimo bei sandūrų užmonolitavimo kokybė. Montavimo nuokrypos negali būti didesnės už leistinasias.

Minimalus perdangos plokštės atraminio paviršiaus ilgis yra: ant mūro - 10 cm, betono ar metalo - 8 cm (15).

Perdangų plokščių nuokrypiai nuo simetrijos ašies angos perdengimo kryptimi, kai plokštės ilgis:

iki 4,0 m	5 mm;
nuo 4,0 iki 8,0 m	6 mm;
nuo 8,0 iki 16,0 m	8 mm.

Dviejų gretimų (neįtemptų) perdangos plokščių matomų paviršių altitudžių skirtumas, kai plokščių ilgis:

iki 4,0 m	8 mm;
nuo 4,0 iki 8,0 m	10 mm;
nuo 8,0 iki 16,0 m	12 mm.

**17 lentelė.** Surenkamų gelžbetoninių elementų leistini nuokrypiai nuo projektinių.

Elemento pavadinimas	Leistini nuokrypiai, mm		
	ilgio	skerspjūvio pločio	skerspjūvio aukščio
Perdangos plokštė:			
iki 6 m ilgio	±8	±5	±5
ilgesnės kaip 12 m	±15	±5	±5

## 4.2 Statybvietės plano sudarymo principai

Statybvietės planas sudaromas tam, kad būtų galima tinkamai pasiruošti suprojektuoto pastato statyboms numatyta sklype. Statybvietės planas projektuojamas rangovui, kuris skaitydamas brėžinį ir jo priedus galėtų paruošti statybvietę statybos darbams. Statyboms pasirinkus reikiamą kraną, numatomos krano stovėjimo vietos didžiausių konstrukcijų montavimo metu ir nustatomos krano pavojingos zonos, kuriose gali dirbti tik montavimo procesą atliekantys darbininkai. Žinant pavojingą krano darbo zoną, procesams reikalingų medžiagų kiekius bei darbuotojų darbo grafikus, projektuojamos atviros, laikinos medžiagų sandėliavimo aikštelės ir laikinas žvyrkelis, kuris kiek įmanoma mažiau patektų į pavojingą zoną. Sandėliavimo aikštelės turi būti krano darbo zonoje. Medžiagoms, kurioms kenkia lauko sąlygos (lietus, drėgmė, sniegas, karštis ir pan.), projektuojamos pašiūrės. Visos aikštelės ir sandėliai projektuojami numatant laikyti tam tikrą medžiagų atsargą. Šiek tiek toliau projektuojamos buitinės ir administracinės patalpos objekte dirbantiems darbuotojams. Pagal apskaičiuotus plotus parenkami specialūs kilnojami konteineriai ir biotualetai. Pagal turimus darbų kiekius ir darbininkų skaičių suprojektuojamas laikinas statybvietės vandentiekis su apskaičiuotais vamzdžių skersmenimis ir laikina nuotekų sistema. Taip pat suprojektuojami pastovūs vandentiekio ir nuotekų šuliniai, bei jų įvadų į projektuojamą pastatą apytikslės vietos. Aplink projektuojamą pastatą (ne toliau kaip 50 m nuo jo ir ne daugiau kaip kas 100 m) suprojektuojami priešgaisriniai hidrantai, turintys atskirą vandens tiekimo liniją. Galiausiai suprojektuojamas laikinas elektros energijos tiekimas statybos darbams bei buitinėms reikmėms (29).

Projektuojant statybvietės planą reikia turėti:

- 1) sklypo planą ir jo geometrinius duomenis;
- 2) sklype statomo objekto geometrinius duomenis ir padėtį sklype;
- 3) sarbų sąnaudų, mechanizmų darbo sąnaudų ir medžiagų poreikio skaičiavimo žiniaraščius;
- 4) srano statybos montavimo darbams techninius duomenis (29).

Racionaliausias statybvietės planas atrenkamas pagal šiuos kriterijus:

- 1) trumpiausias statybinių medžiagų, konstrukcijų pervežimo statybvietėje maršrutas, mažiausias krovimo darbų skaičius;
- 2) mažiausias laikinųjų inžinerinių komunikacijų, kelių, elektros linijų ilgis ir jų susikirtimų skaičius;
- 3) mažiausia laikinųjų darbų statybvietėje vertė ir trukmė;
- 4) malomybė pritaikyti pažangius statybos metodus (srautinė statyba, sustambintas konstrukcijas, kompleksinį mechanizavimą ir pan.);
- 5) darbo sąlygos turi atitikti darbų saugos ir apsaugos nuo gaisro reikalavimus (15).

### 4.3 Techniniai - ekonominiai proceso rodikliai

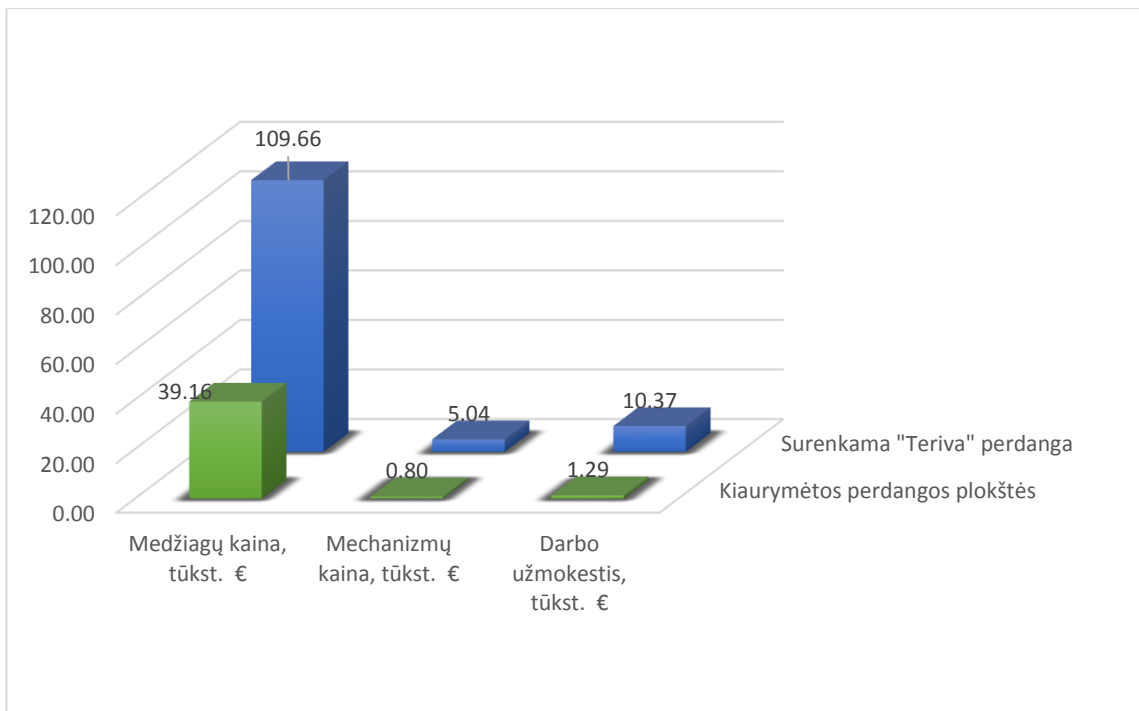
Baigus skaičiavimus bei sudarius kalendorinį darbų atlikimo grafiką, apskaičiuojami perdangos plokščių montavimo proceso techniniai - ekonominiai rodikliai. Kalendorinis darbų atlikimo grafikas pateikiamas 8-tame darbo brėžinyje.

18 lentelė. Techniniai – ekonominiai rodikliai.

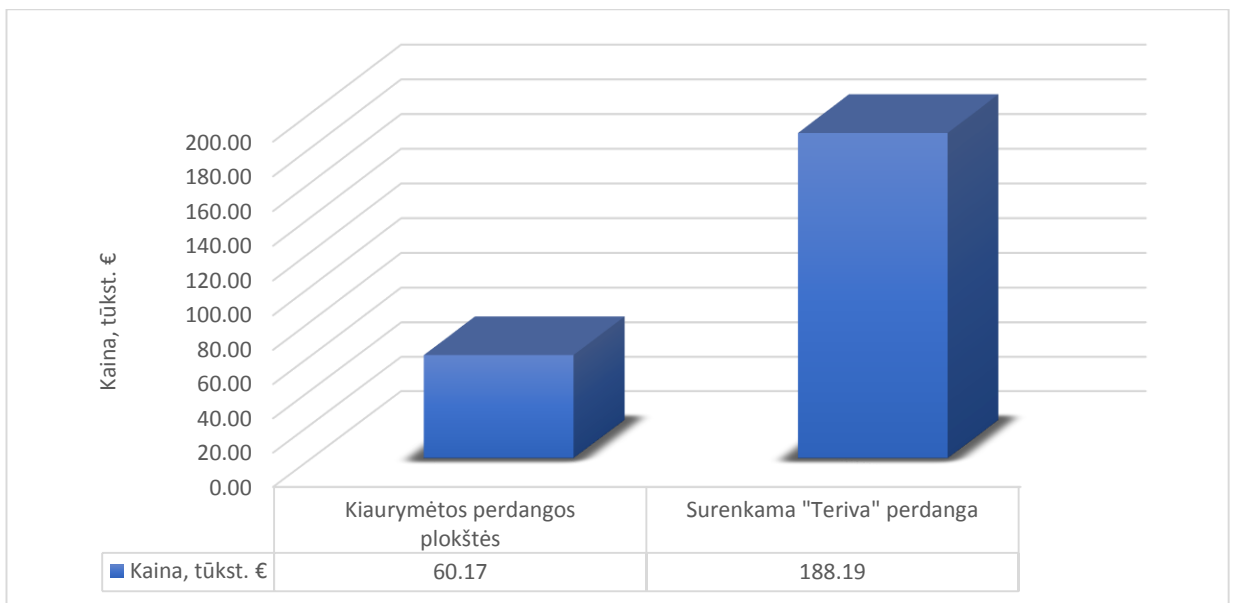
Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Mato vnt.	Rodiklio dydis	
			Norminis	Planuojamas
1	Perdangos montavimo darbų apimtis	vnt.	71	71
2	Darbų sąnaudos	žm. d.	31,90	30,0
3	Mechanizmų sąnaudos	maš. pam.	0,34	0,40
4	Darbuotojų išdirbis	t/žm. d.	0,20	0,20
5	Darbo trukmė	d.	6,38	6,00
6	Normų vykdymas	%	106	

### 4.4 Surenkamų perdangų gamybos ir montavimo ekonominis palyginimas

Ekonominėje baigiamojo darbo dalyje palyginamos dvi surenkamos perdangos: perdanga iš kiaurymėtų, nepertraukiamu būdu, gaminamų plokščių ir surenkama blokelių perdanga „Teriva“. Konstrukcijų gamybos ir montavimo kainų nustatymui buvo sudarytos dvi lokalinės sąmatos. Lokalinėse sąmatose nurodomi atliekami darbai, jų kiekiai, kainos bei suminės vertės. Lokalinės sąmatos konstrukcijoms sudarytos naudojantis kompiuterine programa „Sistela“. Lokalinės sąmatos pateikiamos šio baigiamojo darbo 11-tame priede. Perdangų kainų palyginimas atliktas tik pirmo aukšto perdangai. Grafinis konstrukcijų kainų palyginimas pateikiamas 24 ir 25 paveiksluose.



**24 pav.** Grafinis perdangoms reikalingų medžiagų, mechanizmų ir darbo užmokesčio kainų palyginimas.



**25 pav.** Perdangų įrengimo kainų palyginimas.

**Išvada:** palyginus surenkamų perdangų gamybos ir montavimo kainas, išlaidas medžiagoms, mechanizmams bei darbo užmokesčiui gauta, kad surenkamų blokelių perdanga „Teriva“ yra 3 kartus brangesnė nei perdanga iš kiaurymėtų perdangos plokščių. Teriva perdangos įrengimas didelių tarpatramių pastatams yra labai neekonomiškas.

## 5. DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA

Projektuojamas visuomeninės paskirties pastatas – biblioteka. Projektuojamo pastato statybos vieta – Biržų miestas, J. Bielinio gatvė. Statybos darbus numatoma pradėti 2016 m. gegužės mėnesį. Bibliotekos sanitarinė apsaugos zona nereglamentuojama (16), tačiau remiantis Lietuvos Respublikos kelių įstatymo 11 straipsniu (17) minimalus sanitarinės apsaugos zonos plotis nustatomas 10 metrų.

Statybvietės teritorija, kurioje vyksta statybos darbai aptveriami tvora ir pažymima specialiais ženklais, kad nepatektų pašaliniai žmonės. Statybvietės darbo vietų patalpose bei lauke įrengimas reglamentuojamas darbuotojų įrengimo statybvietėse nuostatais. Saugi darbo aplinka lauke užtikrinama laikantis šių reikalavimų: stabilumas ir tvirtumas, elektros įrenginiai ir jų instaliacija, krentantys daiktai, atmosferos poveikis, kritimas iš aukščio, pastoliai ir kopėčios ir t.t. (18) Kilnojamosios darbo vietos turi būti tvirtos ir stabilios, be to, jas įrengiant būtina atsižvelgti į darbuotojų skaičių, galimą didžiausią apkrovą ir jos pasiskirstymą, galimus išorinius poveikius. Darbuotojai turi būti apsaugoti nuo krentančių daiktų kolektyvinėmis saugos priemonėmis, taip pat darbuotojams turi būti išduotos reikiamos asmeninės apsauginės priemonės (apsauginiai šalmai, pirštinės ir pan. (19)). Darbai aukštyje turi būti atliekami tik naudojant tinkamus įrenginius arba kolektyvines apsaugos priemones (aptvarus, platformas arba apsauginius tinklus ir t.t.). Nuo kritimo iš aukščio darbuotojus būtina apsaugoti atramomis, reikiamo aukščio ir tvirtais aptvarais su rankiniais turėklais, tarpine sija ir grindjuoste. Visi pastoliai turi būti reikiamai suprojektuoti, sumontuoti, patikrinti ir prižiūrėti. Visi kėlimo mechanizmai ir kėlimo reikmenys turi būti reikiamai suprojektuoti ir pastatyti, teisingai sumontuoti ir naudojami neviršijant keliamosios galios (18). Statybvietėje veikiančiam kranui keliamus reikalavimus reglamentuoja Kėlimo kranų naudojimo taisyklės (26). Naudoti kėlimo kraną galima tik pagal paskirtį ir tik tuomet, kai jis yra registruotas ir pripažintas tinkamu naudoti. Naudojamas kranas turi būti aiškiai paženklintas, nurodant jo tipą (markę), registracijos numerį, keliamąją galią, taip pat turi būti nurodytos atliktos ir būsimos techninės būklės tikrinimo datos.

Statybvietėje įrengiamos laikinos buties, sanitarinės ir higienos patalpos. Persirengimo kambariai įrengiami darbuotojams, kurie turi dėvėti darbo drabužius, dušai ir praustuvai. Darbuotojams netoli darbo vietų, poilsio bei persirengimo kambarių ir dušų arba prausyklų įrengiami laikini tualetai (18).

Darbų sauga statybvietėje labai priklauso nuo pačių darbininkų. Darbų vadovas privalo supažindinti darbuotojus su būtinomis saugos ir sveikatos priemonėmis ir instruktavimą įforminti paskyroje - leidime. Visi asmenys, esantys statybvietėje, privalo dėvėti apsauginius šalmus. Darbuotojai darbo metu privalo būti blaivūs, neapsvaigę nuo psichotropinių medžiagų. Su kranu

dirbantys asmenys, bei visi darbininkai, turi būti pasitikrinę sveikatą ir turėti galiojančią sveikatos priežiūros įstaigos gydytojų išvadą apie tinkamumą atliekamam darbui. Asmenys dirbantys su specialia įranga privalo turėti pažymėjimus, įrodančius jų kompetenciją atlikti tam tikriems darbams (19).

Pirminės gaisro gesinimo priemonės išdėstomos matomose ir prieinamose vietose, lengvai pasiekiamos bei paprastos naudoti. Pirminės gaisro gesinimo priemonės paženklintos, kaip nustatyta Saugos ir sveikatos apsaugos ženklų naudojimo darbovietėse nuostatuose. Ženkliai turi būti patvarūs ir išdėstyti reikiamose vietose (18). Vykdamy statybos darbus, aikštelėje įrengiami gaisriniai hidrantai. Taip pat darbų aikštelėje numatomi 2 rezervuarai su vandeniu, kurių kiekvieno talpa po 100 m<sup>3</sup>. Statant pastatą, jo viduje numatomi 6 ABC tipo milteliniai gesintuvai su 4 kg gesinimo medžiaga (21).

### **5.1 Darbo aplinkos profesinės rizikos veiksniai ir jų šaltiniai**

Tiriamoji darbo vieta yra naujai statomo visuomeninės paskirties statinio statybos aikštelė, perdangos plokščių montavimo metu. Darbo metu naudojama žmonių darbo jėga, kėlimo kranas.

Kiaurymėtu perdangos plokščių montavimas nereikalauja specialių ar ypatingų darbo saugos priemonių. Montazą vykdamy darbininkai turi būti išklause montuotojų ir aukštaliapių darbo saugos instrukcijas, turėti atitinkamus pažymėjimus ir dėvėti saugos diržus. Norit saugiai dirbti ir sumažinti riziką, darbuotojai privalo vadovautis norminiais dokumentais, taisyklėmis ir rekomendacijomis. Keliamas plokštes būtina apjuosti apsauginėmis griebtuvų grandinėmis. Darbo metu būtina naudoti priskirtas asmenines apsaugos priemones. Sumontavus dalį perdangos, ant kurios gali patekti kiti statybos aikštelės darbininkai, reikia nedelsiant aptverti apsaugine tvorele. Apsauginė tvorelė ar turėklai gali būti įvairių konstrukcijų, tačiau jie turi užtikrinti saugų darbininkų judėjimą ant sumontuotos perdangos. Visos angos, sumontuotame perdengime, turi būti nedelsiant uždengtos skydais arba aptvertos apsaugine tvorele (32).



**19 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 (sunkus fizinis darbas lauke)	Karštis, oro temperatūra viršija 26 <sup>o</sup> C		x		x
Triukšmas (darbas su kranu ir giluminiu vibratoriumi)	Didžiausias darbo dienos triukšmo poveikio dydis viršija norminę reikšmę - $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB (A)}$		x		x
Vibracija (giluminiu vibratoriumi)	Giluminio vibratoriaus vibracijos intensyvumas viršija norminę reikšmę – 0,5 m/s <sup>2</sup> per darbo dieną		x		x

**20 lentelė.** Fizinių 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
Transportavimo įranga (kranas)	Kėlimo metu dėl krentančių daiktų gali būti sužaloti žmonės		x		x
Priėjimo keliai, pastoliai, kopėčios ir kt.	Žmonės gali nukristi nuo jau sumontuotų perdangos plokščių arba montuodami jas		x		x
Medžiagų išmetimas (pvz., plokščių inkaravimo metu), ruošinių išmetimas	Netinkamai išmetant statybines atliekas galima sužaloti antžeminėje pastato dalyje dirbančius žmones		x		x

**21 lentelė.** Ergonominių ir psichosociologinių 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 sunkumas (Dinaminis darbas)	Sunkus fizinis darbas		x		x
Pastangų dydis, judinant valdymo įrangą (giluminis vibratorius)	Pastangų dydis iki 9,0 kg		x		x
Darbo poza	Darbas aukštoje apribotoje erdvėje, pamainos laiko dirbant nepatogioje pozijoje dalis	x		x	
Darbo įtampa (regos ir klausos analizatoriai bendravime tarp darbininkų )	Darbininkų ir kranisto bendravimas gestais	x		x	
Darbo emocinė įtampa	Darbas pagal nustatytą grafiką, atsakomybės už kitų asmenų saugumą	x		x	

## 5.2 Profesinės rizikos vertinimas

Profesinė rizika – pavojaus sveikatai ar gyvybei galimybė dėl kenksmingo ir pavojingo darbo aplinkos veiksnio ar veiksnių poveikio. Rizikos įvertinimo tikslas yra nustatyti priemones, kurios reikalingos, kad rizika būtų pašalinta arba kitaip kontroliuojama bei sumažintos žalingų poveikių pasekmės. Darbas be rizikos yra praktiškai neįmanomas, tačiau iš darbdavio yra reikalaujama padaryti viską kas įmanoma, norint sumažinti galimą riziką.

Nustatant didelės rizikos sritis, kuriose reikia imtis priemonių užtikrinant saugą ir sveikatą, rizikos dydį galima kiekybiškai apskaičiuoti ir įvertinti pasinaudojant Danijoje taikoma metodika - priskiriant pavojui, traumas ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybei ir pasekmėms balus nuo 1 iki 3. Paprasčiausias būdas apskaičiuoti rizikos dydį balais – naudotis žemiau pateikta formule:

*Rizikos dydis = pavojaus dydis x traumas ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė x pasekmės.*

22 lentelė. Rizikos vertinimas balais.

Balų skaičius	1	2	3
<b>Pavojaus dydis</b>	nedidelis (normalios darbo sąlygos, gali susirgti profesine liga arba patirti lengvą traumą)	didelis (kenksmingos darbo sąlygos arba gali įvykti nelaimingas atsitikimas, kurio metu patiriama sveikatai pavojinga trauma)	labai didelis (labai kenksmingos darbo sąlygos arba gali įvykti nelaimingas atsitikimas (sunkus, mirtinas))
<b>Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė</b>	maža (traumos ar kitokie sveikatos pakenkimai reti)	vidutinė (atsitiktinės traumos ar kitokie sveikatos pakenkimai)	didelė (traumos ar kitokie sveikatos pakenkimai dažni)
<b>Pasekmės gali būti vertinamos kaip veikiančios:</b>	asmenį	grupę	padalinį

23 lentelė. Rizikos nustatymas.

Veikla	Pavojai	Taikomos saugos priemonės	Pavojaus dydis	Traumos ar kitoks sveikatos pakenkimo tikimybė	Pasekmės	Rizikos dydis balais
Lauko darbai karštyje	Fiziniai	Naudojamos asmeninės apsaugos priemonės (šalmai), vartojama daug skysčių, daromos pertraukos	1	1	2	2
Plokščių iškrovimas, kėlimas	Fiziniai, vibracija	Naudojamos asmeninės (šalmai, pirštinės, kranas su vibraciją mažinančiomis sėdynėmis) ir organizacinės apsaugos priemonės (gestų kalba, krano darbo metu draudžiama vaikščioti krano veikimo zonoje)	2	1	1	2
Plokščių montavimas	Fiziniai, vibracija	Naudojamos asmeninės (šalmai, pirštinės, kranas su vibraciją mažinančiomis sėdynėmis) ir organizacinės apsaugos priemonės (gestų kalba, krano darbo metu	3	1	1	3

		draudžiama vaikščioti krano veikimo zonoje, apsauginiai turėklai)				
Fiksavimo, ryšių įrengimas	Fiziniai	Naudojamos (pirštinės, šalmai) ir organizacinės apsaugos priemonės (turėklai)	2	1	1	2
Sandūrų ir siūlių betonavimas	Triukšmas, vibracija	Naudojamos asmeninės (šalmai, pirštinės, ausinės, įrenginiai su vibraciją mažinančiomis rankenomis) ir organizacinės apsaugos priemonės (turėklai)	2	1	1	2

**24 lentelė.** Rizikos priimtumo nustatymo schema.

Rizikos dydis (rizikos dydis balais)	Rizikos priimtumas
Labai maža rizika (1)	Priimtina
Maža rizika (2-3)	Toleruotina
Vidutinė rizika (4-8)	
Didelė rizika (9-12)	
Labai didelė rizika (12 ir daugiau)	Nepriimtina

Atlikus perdangos plokščių montavimo darbų rizikos vertinimą nustatyta, kad rizikos dydis balais svyruoja nuo 2 iki 3 balų. Esant tokiems rizikos balams, naudojantis 24 lentele nustatyta, jog rizikos priimtumas yra toleruotinas. Toleruotinam rizikos priimtumui nereikia jokių papildomų rizikos mažinimo ar šalinimo priemonių, išskyrus atvejus, kai joms įgyvendinti nereikia didelių sąnaudų. Tačiau turi būti užtikrinama, kad veiktų esamos rizikos šalinimo ir mažinimo priemonės.

### 5.3 Aplinkosauga

Statiniai turi būti suprojektuoti ir pastatyti taip, kad nekeltų grėsmės žmonių higienai ir sveikatai bei aplinkai dėl netinkamos vidaus aplinkos, netinkamo nuotėkų tvarkymo, kietųjų atliekų šalinimo, netinkamo vandens tiekimo (25). Vidaus aplinkos reikalavimai yra susiję su sveikos vidaus aplinkos žmonėms sukūrimu, reglamentuojant šilumos, apšvietos, oro kokybės, oro drėgnumo, triukšmo reikalavimus. Būtina atsižvelgti į visų šaltinių teršalus ir rūpintis oro kokybe (vedinimu ir kt.). Taip pat statiniai turi būti suprojektuoti ir pastatyti taip, kad juose nebūtų žmonių higienai, sveikatai ir aplinkai kenksmingo drėgmės poveikio. Tokie normalios eksploatacijos reikalavimai privalo būti tenkinami per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo laikotarpį (25).

Vanduo, vartojamas gėrimui, buities reikmėms, maisto produktams gaminti, neturi kelti grėsmės žmonių sveikatai. Rezervuarai, vamzdžiai, armatūra ir kitokie komponentai,

sąveikaudami su vandeniu, bei papildomas vandens apdorojimas neturi pakeisti vandens kokybės taip, kad tai keltų grėsmę žmonių sveikatai. Vandentiekio sistemos įrengiamos įvertinus apsaugos priemones nuo susimaišymo su nuotėkomis ar dvokiančiu oru, užteršimo mineraliniais ar organiniais teršalais, nuo užteršimo išoriniais mineraliniais ar organiniais teršalais, susidaranciais dėl vamzdinių nesandarumo ir teršalų prasiskverbimo (25).

Statiniai turi būti suprojektuoti ir pastatyti taip, kad nekeltų grėsmės žmonių higienai ir sveikatai bei aplinkai dėl netinkamo nuotėkų tvarkymo. Tinkamos nuotėkų nuleidimo priemonės: užtikrinamas visų kanalizacijos sistemos dalių sandarumas, nuotėkų grįžtamajam srautui į pastatus išvengti būtina tinkamai projektuoti statinių kanalizacijos sistemas, dvokiančio oro išsiskyrimui išvengti būtina užtikrinanti kanalizacijos sistemos dalių sandarumą (25).

Kietosios nekanalizuojamos atliekos (komunalinės atliekos) reiškia visas kietąsias ir pusiau kietąsias ( buitines, komercinės, pramoninės, institucijų bei kitokios prigimties atliekos) atliekas, kurios gali susidaryti statiniuose. Statiniai turi būti suprojektuoti ir pastatyti taip, kad jie nekeltų grėsmės žmonių higienai ar sveikatai ir neterštų aplinkos dėl netinkamo kietųjų atliekų šalinimo. Gaisras, kilęs dėl netinkamo kietųjų atliekų sandėliavimo, bei triukšmas, sklaidžiamas stacionarių ar mobiliųjų sandėliavimo, surinkimo ir apdorojimo įrenginių, taip pat gali kelti grėsmę sveikatai. Tinkamas kietųjų atliekų tvarkymas atliekamas užtikrinant atliekų surinkimo įrenginių ir jų dangčių sandarumą surenkant ir sandėliuojant kietąsias atliekas, buitinių atliekų puvimui išvengti atliekos presuojamos sandėliavimo konteineriuose ir kaip galima greičiau pašalinamos (25).

## IŠVADOS

1. Atlikus pastato atitvaros (stogo) šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimus nustatyta, jog stogo šilumos perdavimo koeficientas  $U = 0,106 W/(m^2 \cdot K)$  neviršija norminės reikšmės  $U_N = 0,167 W/(m^2 \cdot K)$ .
2. Atlikus konstrukcijų skaičiavimus ir palyginus surenkamų perdangų gamybos ir montavimo kainas, išlaidas medžiagoms, mechanizmams bei darbo užmokesčiui gauta, jog surenkamos blokelių perdangos „Teriva“ įrengimas kainuotų 188,19 tūkst. eurų, o perdangos iš kiaurymėtų perdangos plokščių – tris kartus pigiau (60,17 tūkst. eurų).
3. Reikalinga pirmo aukšto perdangos įrengimo trukmė dirbant 5 - kiems darbininkams – 6 darbo dienos.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

### *Normatyviniai dokumentai*

1. Lietuvos Respublikos Statybos įstatymas. 1996 m. kovo 19 d. Nr. I-1240. [žiūrėta 2015-06-15].
2. STR 1.05.06:2010 „Statinio projektavimas“. Valstybės žinios, 2010-09-30 [žiūrėta 2015-06-15].
3. STR 1.01.06:2010 „Ypatingi statiniai“. Valstybės žinios, 2010-09-30, Nr. 115-5904 [žiūrėta 2015-06-15].
4. STR 1.07.01:2010 „Statybą leidžiantys dokumentai“. Valstybės žinios, 2010-09-30, Nr. 116-5944 [žiūrėta 2015-06-15].
5. STR 1.08.02:2002 „Statybos darbai“. Valstybės žinios, 2002-05-31, Nr. 54-2150 [žiūrėta 2015-06-15].
6. STR 1.11.01:2010 „Statybos užbaigimas“. Valstybės žinios, 2010-09-30, Nr. 116-5947 [žiūrėta 2015-06-15].
7. STR 2.06.01:1999 „Miestų, miestelių ir kaimų susisiekimo sistemos“. [žiūrėta 2015-05-05].
8. STR 2.03.01:2001 „Statiniai ir teritorijos. Reikalavimai žmonių su negalia reikmėms“. Valstybės žinios, 2001, Nr. 53-1898 [žiūrėta 2015-05-05].
9. STR 2.01.04:2004 „Gaisrinė sauga. Pagrindiniai reikalavimai“. Valstybės žinios, 2004-02-12, Nr. 23-720 [žiūrėta 2015-05-01].
10. STR 2.01.09:2012 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“. Valstybės žinios, 2005-12-29, Nr. 151-5568 [žiūrėta 2016-06-01].
11. STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“. Valstybės žinios, 2006-02-11, Nr. 17-621 [žiūrėta 2015-11-17].
12. STR 2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“. [žiūrėta 2015-06-17].
13. STR 2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“, 3 priedas, Praktinio taikymo vadovas [žiūrėta 2015-12-17].
14. STR 2.05.08:2005 „Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos“ [žiūrėta 2015-11-17].
15. ST 121895674.205.01.02:2012 „Betono ir g/b surenkamų konstrukcijų montavimo darbai“ [žiūrėta 2015-12-10].
16. „Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės“. Valstybės žinios, 2004, Nr. 134-4878. [žiūrėta 2015-11-25].
17. Lietuvos Respublikos kelių įstatymas. Valstybės žinios, 1995, Nr. 44-1076.
18. Darboviečių įrengimo statybvietės nuostatai. Valstybės žinios, 2008, Nr. 10-362.

19. Darbuotojų saugos ir sveikatos taisyklės statyboje. DT 5-00 Valstybės žinios, 2011, Nr. 77-3785
20. Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsauginėmis priemonėmis nuostatai. Valstybės žinios, 2007, Nr. 43-1188.
21. Bendrosios gaisrinės saugos taisyklės. Valstybės žinios, 2010, Nr. 99 -5167 (Aktuali redakcija: Valstybės žinios Nr. 118-5970).
22. HN 69:2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametų norminės vertės ir matavimo reikalavimai“. Valstybės žinios 2004, Nr. 45-1485.
23. „Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai“. Valstybės žinios, 2005, Nr. 53-1804.
24. „Darbuotojų apsaugos nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatai“. Valstybės žinios, 2004, Nr. 41-1350.
25. „Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“. Valstybės žinios, 2000, Nr. 8-215
26. Kėlimo kranų naudojimo taisyklės. Valstybės žinios, 2010-09-23, Nr. 112-5717.

### ***Knygos***

27. I. Valikonis, V. Venckevičius „Gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. Metodiniai nurodymai“. Kaunas, 1987 m.
28. V. Venckevičius, I. Židonis „Pastatų perdangos su surenkamosiomis gelžbetoninėmis kiaurymėtomis plokštėmis. Mokomoji knyga“. Šiauliai, 2007 m.
29. E. K. Zavadskas, A. Karablikovas, V. Kriukelis, H. Nakas, R. Sakalauskas „Pastatų statybos technologija“. Vilnius, 2008.

### ***Interneto prieigos***

30. <http://www.metalurgija.lt/heb-dvitejine-sija-heb-dvitejiniu-karsto-valcavimo-siju-specifikacija-din-1025-euronorm-83-62-en-10034> [žiūrėta 2015-11-17].
31. <http://www.teriva.lt/> [žiūrėta 2015-12-08].
32. [https://www.betonika.lt/files/parsisiust/montavimo\\_instrukcijos/montavimo\\_rekomendacijos\\_Lt/montavimo\\_rekomendacijos\\_hcs.pdf](https://www.betonika.lt/files/parsisiust/montavimo_instrukcijos/montavimo_rekomendacijos_Lt/montavimo_rekomendacijos_hcs.pdf) [žiūrėta 2015-12-10].
33. <http://www.lgt.lt> [žiūrėta 2015-10-10].
34. [http://www.kranas.lt/sites/default/files/specifikacijos/automobiliniai\\_kranai/Demag%20AC%2095.pdf](http://www.kranas.lt/sites/default/files/specifikacijos/automobiliniai_kranai/Demag%20AC%2095.pdf) [žiūrėta 2015-12-10].



## 1 PRIEDAS

25 lentelė. Sklypo ir pastato bendrieji rodikliai.

Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis	Pastabos
<b>1. SKLYPAS</b>			
1.1 Sklypo plotas	m <sup>2</sup>	4804,26	
1.2 Sklypo užstatymo plotas	m <sup>2</sup>	966,84	
1.3 Sklypo užstatymo intensyvumas	%	19,95	
1.4 Sklypo užimamas žemės plotas	m <sup>2</sup>	3837,42	
1.5 Apželdintas žemės plotas (žalioji plotas)	m <sup>2</sup>	2158,71	
1.6 Automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	25	2 iš jų neįgaliesiems
1.7 Sklypo užstatymo tankumas	%	22,69	
<b>2. PASTATAS</b>			
2.1 Bendras plotas	m <sup>2</sup>	2235,26	
2.1.1 Pagrindinis plotas	m <sup>2</sup>	1288,52	
2.1.2 Pagalbinis plotas	m <sup>2</sup>	946,74	
2.2 Pastato tūris	m <sup>3</sup>	9599,65	
2.3 Aukštų skaičius	vnt.	2	+ dalinis rūsys
2.4 Pastato aukštis	m	11,40	
2.5 Energetinio naudingumo klasė		A	
2.6 Atitvaros šilumos perdavimo koeficientas			
2.6.1 Sienos	W/m · K <sup>2</sup>	0,16	
2.6.2 Langų	W/m · K <sup>2</sup>	1,10	
2.6.3 Stogo	W/m · K <sup>2</sup>	0,11	
2.7 Pastato akustinio komforto sąlygų klasė		C	

## 2 PRIEDAS

### Stogo šiluminės varžos skaičiavimas:

Pirmasis sluoksnis – keraminės plytelės (storis 15 mm). Jų projektinis šilumos laidumo koeficientas  $\lambda_{ds,1} = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Pirmojo sluoksnio šiluminė varža apskaičiuojama:

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{ds,1}} = \frac{0,015}{1,3} = 0,01 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \quad (2.1)$$

Antrasis sluoksnis – išlyginamasis cementinio skiedinio sluoksnis (storis 60 mm). Jo projektinis šilumos laidumo koeficientas  $\lambda_{ds,2} = 1,15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Sluoksnio šiluminė varža apskaičiuojama:

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{ds,2}} = \frac{0,06}{1,15} = 0,05 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \quad (2.2)$$

Trečiasis sluoksnis – geotekstilė, pasirenkama kaip plonas sluoksnis tarp atitvaros sluoksnių  $R_q = R_3 = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .

Ketvirtas sluoksnis – hidroizoliacija „ICOPAL“ Polar (storis 10 mm). Projektinis šilumos laidumo koeficientas  $\lambda_{ds,4} = 0,23 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Sluoksnio šiluminė varža lygi:

$$R_4 = \frac{d_4}{\lambda_{ds,4}} = \frac{0,01}{0,23} = 0,04 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \quad (2.3)$$

Penktas sluoksnis – šiluminė izoliacija „PAROC“ ROB 60 (storis 30 mm). Jos deklaruojamasis šilumos perdavimo koeficientas  $\lambda_{dec,5} = 0,038 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijose, kai ji nevėdinama  $\Delta\lambda_\omega = 0,001 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl šilumos konvekcijos poveikio  $\Delta\lambda_{cv,5} = 0,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Tuomet projektinis medžiagos šilumos laidumo koeficientas bus lygus :

$$\lambda_{ds,5} = \lambda_{dec,5} + \Delta\lambda_\omega + \Delta\lambda_{cv,5} = 0,038 + 0,001 + 0,0 = 0,039 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \quad (2.4)$$

Penkto sluoksnio šiluminė varža lygi:

$$R_5 = \frac{d_5}{\lambda_{ds,5}} = \frac{0,03}{0,039} = 0,77 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \quad (2.5)$$

Šeštas sluoksnis – 270 mm storio putų polistirolas EPS100. Polistirolas deklaruojamasis šilumos perdavimo koeficientas  $\lambda_{dec,6} = 0,035 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo nevėdinamoje konstrukcijoje  $\Delta\lambda_\omega = 0,001 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl šilumos konvekcijos poveikio  $\Delta\lambda_{cv,6} = 0,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Tuomet projektinis medžiagos šilumos laidumo koeficientas bus lygus :

$$\lambda_{ds,6} = \lambda_{dec,6} + \Delta\lambda_\omega + \Delta\lambda_{cv,6} = 0,035 + 0,001 + 0,0 = 0,036 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \quad (2.6)$$

Penkto sluoksnio šiluminė varža lygi:

$$R_6 = \frac{d_6}{\lambda_{ds,6}} = \frac{0,27}{0,036} = 7,5 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2.7)$$

Septintas sluoksnis – garo izoliacija. Pasirenkama kaip plonas sluoksnis tarp atitvaros sluoksnių  $R_q = R_7 = 0,04 m^2 \cdot K/W$ .

Aštuntas sluoksnis yra toks pat kaip ir penktas todėl,  $R_8 = R_5 = 0,77 m^2 \cdot K/W$ .

Atitvaros suminė šiluminė varža apskaičiuojama:

$$\begin{aligned} R_s &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8 \\ &= 0,01 + 0,05 + 0,04 + 0,77 + 7,50 + 0,04 + 0,77 = 9,22 \frac{m^2 \cdot K}{W} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Atitvaros visuminė šiluminė varža apskaičiuojama:

$$R_t = R_{se} + R_s + R_{si} = 0,04 + 9,22 + 0,13 = 9,39 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2.9)$$

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

$R_{si}$  – vidinio paviršiaus šiluminė varža.  $R_{si} = 0,13 m^2 \cdot K/W$ .

Šilumos perdavimo koeficientas  $U, W/(m^2 \cdot K)$  apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{9,39} = 0,106 W/(m^2 \cdot K) \quad (2.10)$$

Viešosios paskirties pastato stogo atitvaros norminis šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_N = 0,2 \cdot k \quad (2.11)$$

Čia:  $k = 20/(\theta_i - \theta_e)$  – temperatūros pataisa;

$\theta_i$  – patalpų vidaus oro temperatūra, 20 °C ;

$\theta_e$  – šildymo sezono vidutinė išorės oro temperatūra -0,4 °C (Biržai).

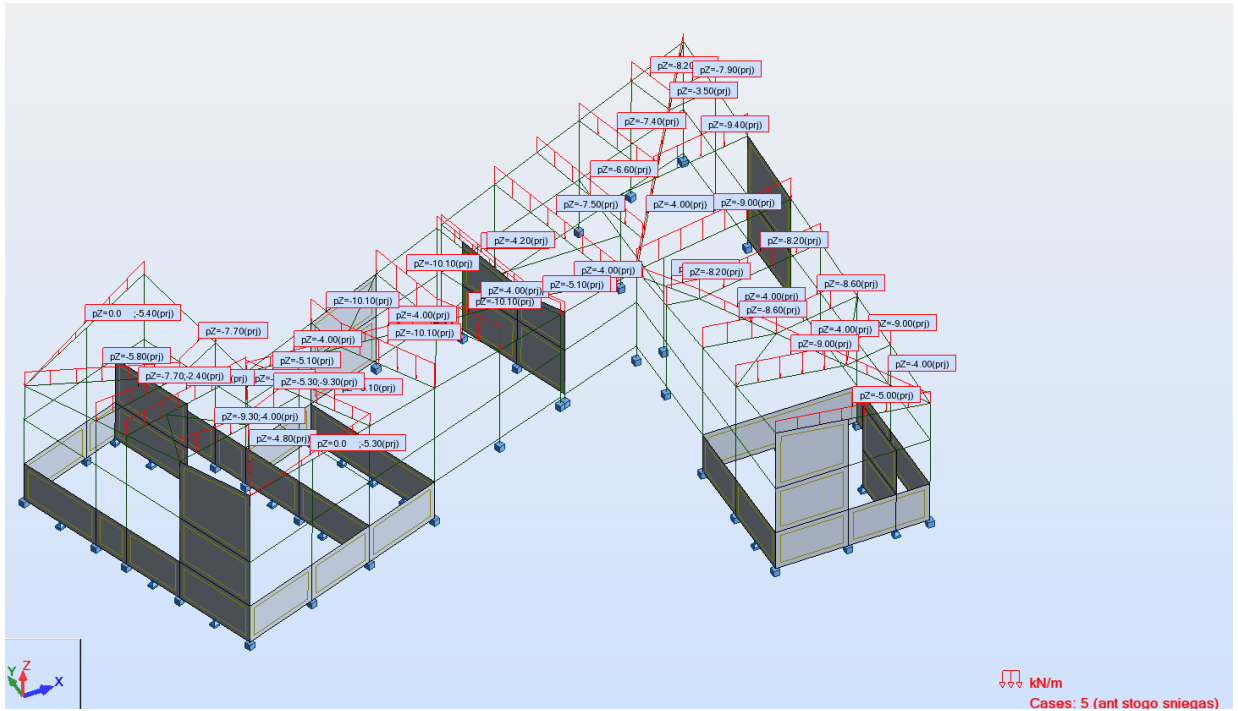
$$k = 20/(20 - (-0,4)) = 0,83 \quad (2.12)$$

Pastato atitvaros norminis šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_N = 0,2 \cdot 0,83 = 0,167 W/(m^2 \cdot K) \quad (2.13)$$

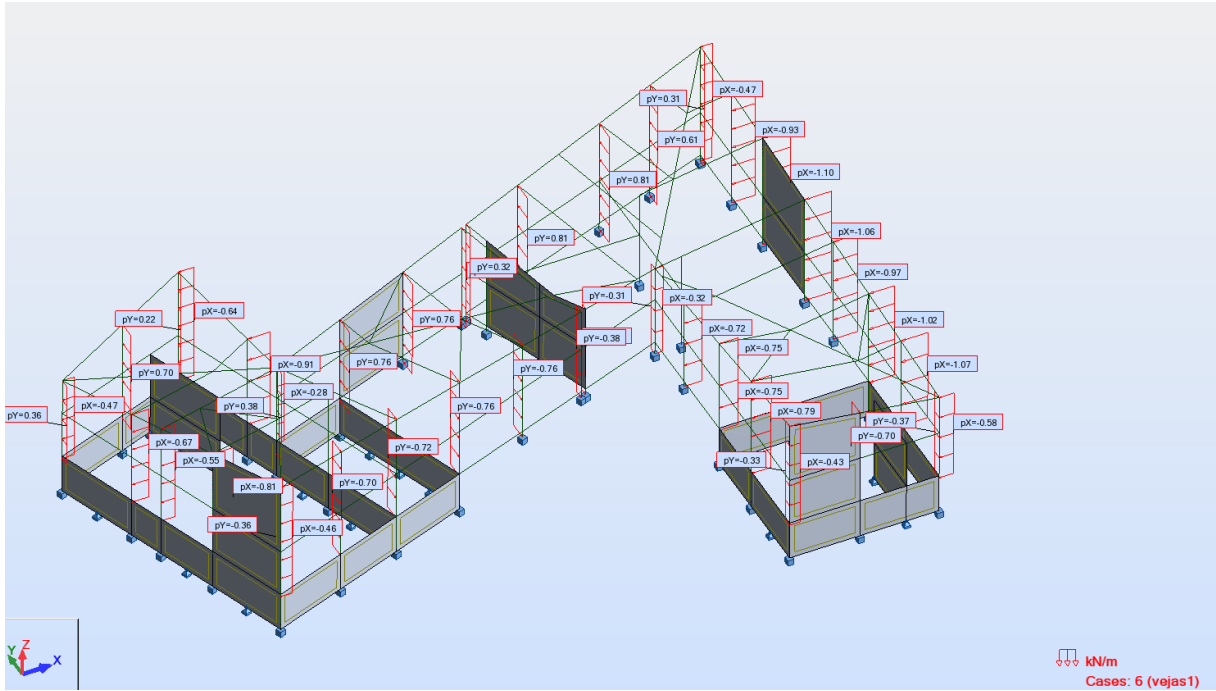
$$U = 0,106 W/(m^2 \cdot K) < U_N = 0,167 W/(m^2 \cdot K) \quad (2.14)$$

### 3 PRIEDAS

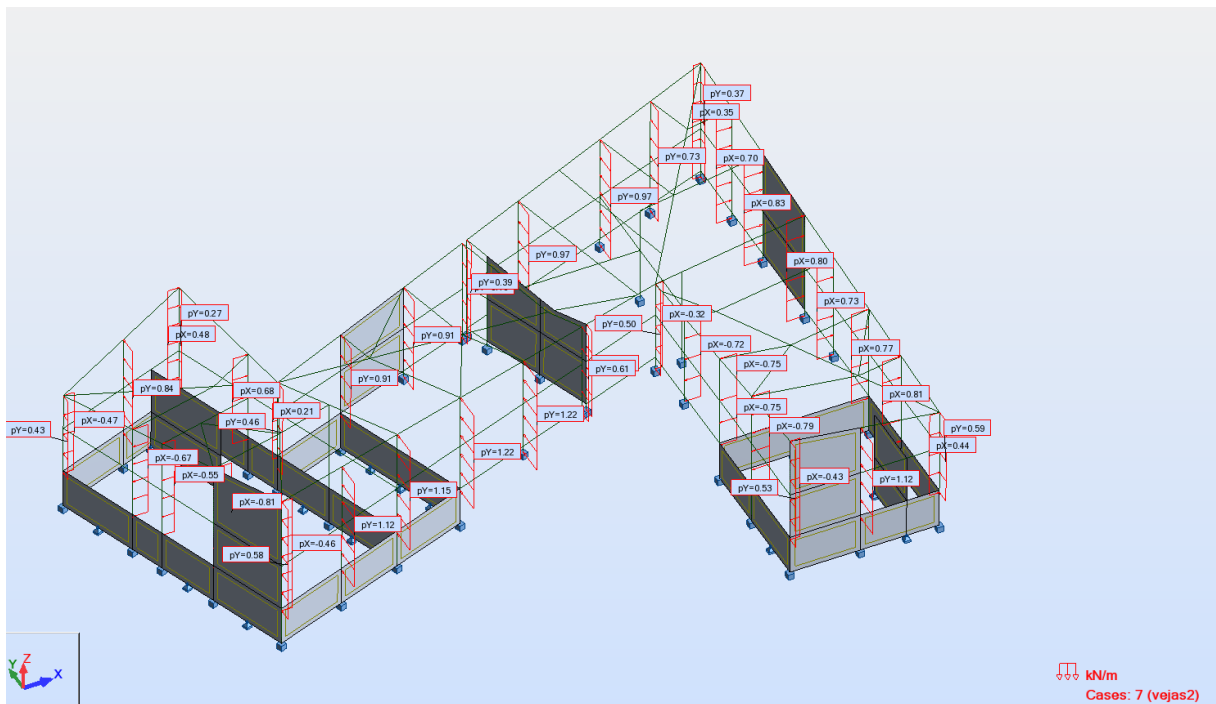


26 pav. Sniego apkrovos.

## 4 PRIEDAS

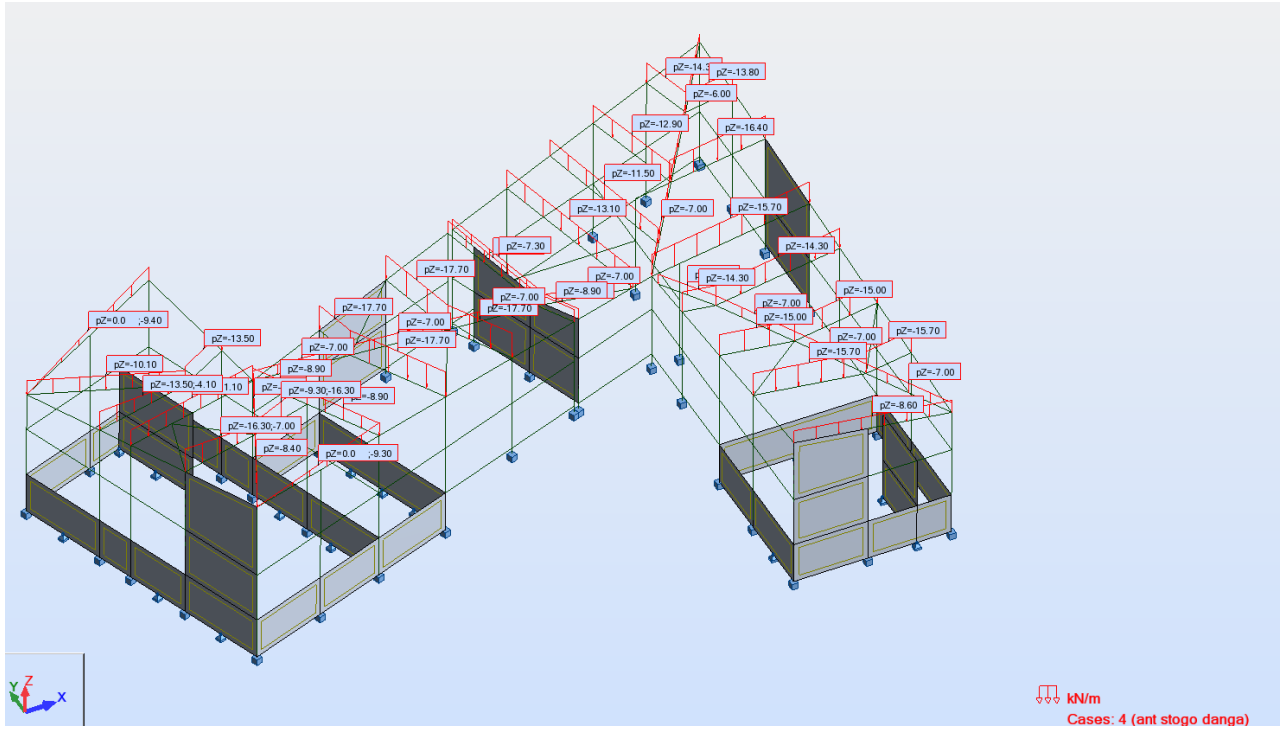


28 pav. Vėjo apkrovos iš šono.



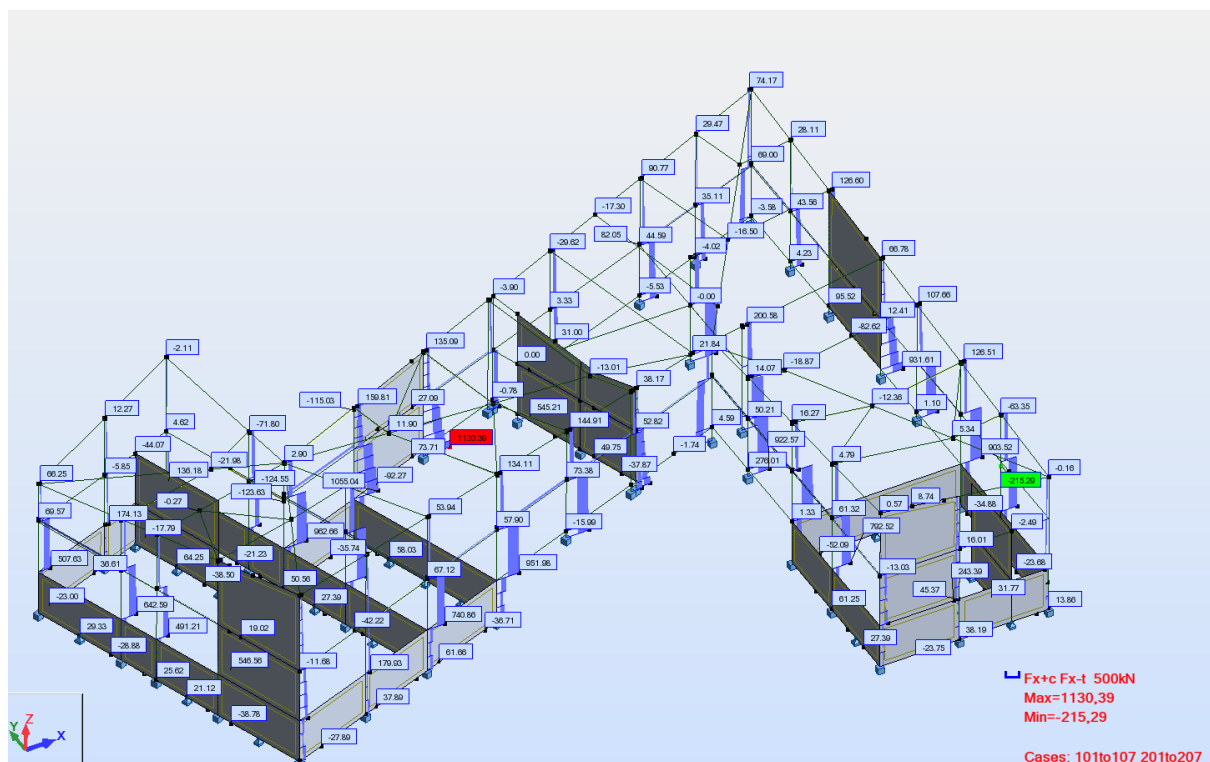
27 pav. Vėjo apkrovos iš priekio.

## 5 PRIEDAS

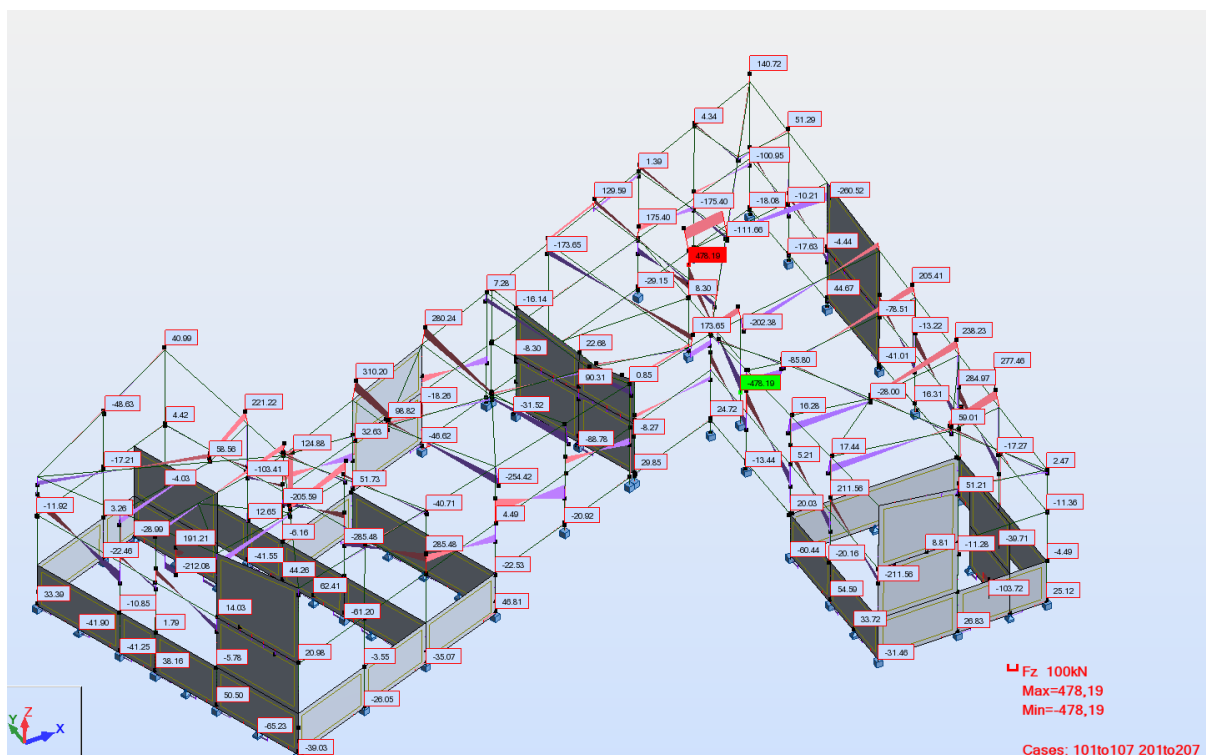


29 pav. Nuolatinė stogo konstrukcijų apkrova.

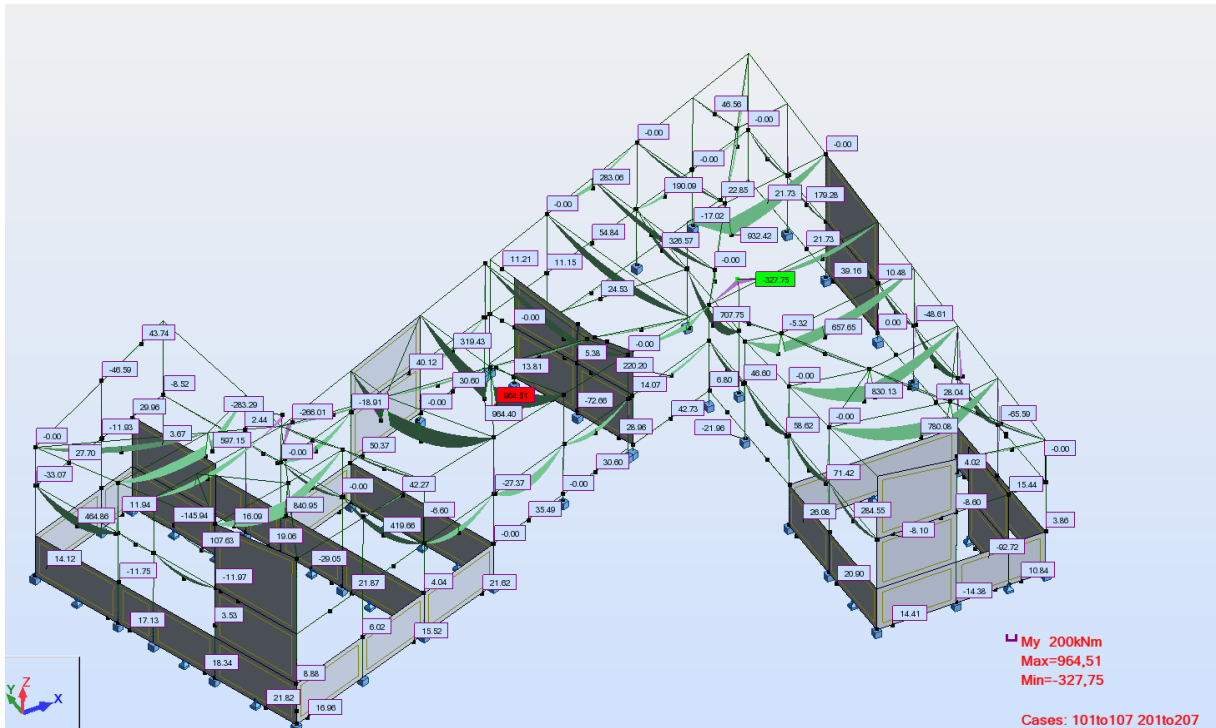
## 6 PRIEDAS



31 pav. Skersinių jėgų  $F_x$  gaubtinė.



30 pav. Skersinių jėgų  $F_z$  gaubtinė.



32 pav. Lenkimo momentų  $M_y$  gaubtinė.



## 7 PRIEDAS

### Įdėtinės detalės ID-1 projektavimas

Stogo sija prie kolonos bus tvirtinama per detalę, kuri privirinama prie įdėtinės detalės projektuojamoje kolonoje. Priartėjimo būdu užsiduodame, kad įdėtinės detalės inkarai bus Ø 14. Įdėtinė detalė skaičiuojama nuo pavojingiausio įrašų derinio:

$$N_{Ed,max} = 122,76 \text{ kN} \qquad V_{Ed,max} = 17,71 \text{ kN}$$

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 [13]:

$$A_{an} = \frac{1,1 \sqrt{N_{an}^2 + \left(\frac{V_{an}}{\lambda \delta}\right)^2}}{f_{yd}} \qquad (3.137)$$

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

$V_{an}$  - šlyties jėga vienai inkarų eilei;

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

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

$$N_{an} = \frac{M}{z} - \frac{N_{Ed}}{n_{an}} = -\frac{122,76}{2} = -61,38 \text{ kN} \qquad (3.138)$$

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

Šlyties jėga vienai inkarų eilei:

$$V_{an} = \frac{V_{Ed} - 0,3 \cdot N_{an}}{n_{an}} = \frac{17,71 - 0,3 \cdot (-61,38)}{2} = 18,06 \text{ kN} \qquad (3.139)$$

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

$$\lambda = \frac{4,75^3 \sqrt{f_{cd}}}{(1 + 0,15 \cdot A_{an}) \sqrt{f_{yd}}} \cdot \beta = \frac{4,75^3 \sqrt{15}}{(1 + 0,15 \cdot 2,01) \sqrt{360}} \cdot 1 = 0,474 \qquad (3.140)$$

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

Pagal (3.137) formulę:

$$A_{an} = \frac{1,1 \sqrt{N_{an}^2 + \left(\frac{V_{an}}{\lambda \delta}\right)^2}}{f_{yd}} = \frac{1,1 \sqrt{(-61,38)^2 + \left(\frac{18,06}{0,474 \cdot 1,0}\right)^2}}{360} = 220 \text{ mm}^2 \qquad (3.141)$$

Parentame 2 inkarus Ø14 mm, kurių  $A_{an} = 308 \text{ mm}^2$ .

Kadangi pasirinktasis inkarų skersmuo sutampa su apskaičiuotoju skersmeniu. Minimalus inkarų (be antgalių) inkaravimo ilgis pagal konstravimo taisyklės turi būti:

$$l_{bd,lim} = 35 \cdot d = 35 \cdot 14 = 490 \text{ mm} \qquad (3.142)$$

Kadangi gautas inkarų ilgis pakankamai didelis, todėl inkarų galuose įrengiami antgaliai, kurių skersmuo:

$$d_b = 3 \cdot d = 3 \cdot 14 = 42 \text{ mm} \quad (3.143)$$

Todėl:

$$l_{bd,min} = 10 \cdot d = 10 \cdot 14 = 140 \text{ mm} \quad (3.144)$$

Parentamas inkarų ilgis  $l_{bd} = 150 \text{ mm}$ .

Patikrinamas inkaro glemžimas prie inkaro galo. Glemžimo plotas:

$$A_{co} = \frac{\pi(d_b^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi \cdot (42^2 - 14^2)}{4} = 1231,50 \text{ mm}^2 \quad (3.145)$$

Glemžiamoji jėga:

$$V_{an1} = \frac{V_{an}}{2} = \frac{17,71}{2} = 8,86 \text{ kN} \quad (3.146)$$

Tikrinant betono stiprumą glemžimui, tikrinama sąlyga [13]:

$$V_{an1} \leq V_{an1,R} = \alpha \cdot \omega_n \cdot f_{cd} \cdot A_{co} \quad (3.147)$$

čia:

$$\omega_u = 1 + k_u \cdot k_f \frac{f_{ctd}}{f_{cd}} \left( \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{co}}} - 1 \right) = 1 + 12 \cdot 1 \cdot \frac{1,2}{15} \left( \sqrt{\frac{15876}{1231,5}} - 1 \right) = 4,31 \quad (3.148)$$

$$> \omega_{u,max} = 2,5$$

$$k_u = 0,8 \frac{f_{cd}}{f_{ctd}} = 0,8 \cdot \frac{15}{1,2} = 10 \quad (3.149)$$

$$A_{c1} = (3 \cdot d_b)^2 = (3 \cdot 42)^2 = 15876 \text{ mm}^2 \quad (3.150)$$

Pagal (3.147) formulę tikrinama sąlyga:

$$V_{an1,R} = \alpha \cdot \omega_n \cdot f_{cd} \cdot A_{co} = 0,85 \cdot 2,5 \cdot 15 \cdot 1231,5 = 39,25 \text{ kN} \quad (3.151)$$

Sąlyga tenkinama ir inkaro antgalio glemžiamojo betono stiprumas yra pakankamas.

Patikrinama ar konstrukciškai atitinka atstumai tarp inkarų statmenai ir skersai šlyties jėgos veikimo kryptiai:

$$150 \text{ mm} > 4 \cdot \emptyset = 4 \cdot 14 = 56 \text{ mm} \quad (3.152)$$

$$150 \text{ mm} > 6 \cdot \emptyset = 6 \cdot 14 = 84 \text{ mm} \quad (3.153)$$

Parinkti atstumai tarp inkarų tenkina konstrukcinius reikalavimus.

Įdėtinės detalės plokštelės storis apskaičiuojamas:

$$\left\{ \begin{array}{l} t \geq 0,25 \cdot \emptyset_{an} \cdot \frac{f_{y,d}}{f_{y,w,d}}, \\ t \geq 0,7 \cdot \emptyset_{an}. \end{array} \right. \quad (3.154)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} t \geq 0,25 \cdot \emptyset_{an} \cdot \frac{f_{y,d}}{f_{y,w,d}}, \\ t \geq 0,7 \cdot \emptyset_{an}. \end{array} \right. \quad (3.155)$$

Iš (3.154) sąlygos plokštelės storis:

$$t = 0,25 \cdot 14 \cdot \frac{365}{130} = 9,8 \text{ mm} \quad (3.156)$$

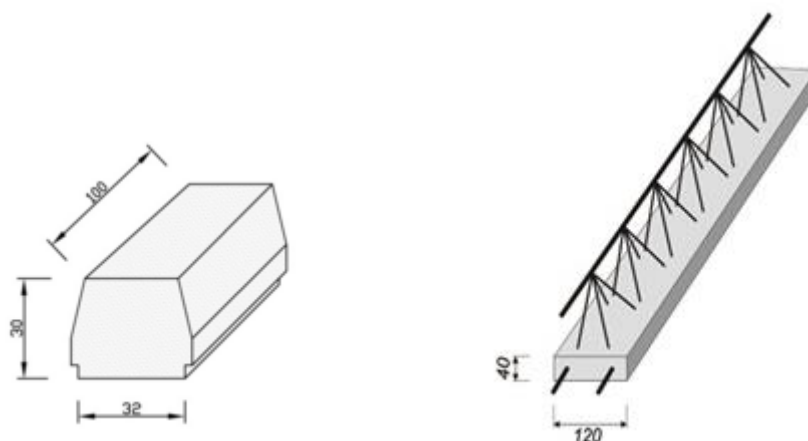
Čia:  $f_{y,d} = 365 \text{ N/mm}^2$ , kadangi inkarai gaminami iš S400 klasės armatūros.

Skaičiuojamas plokštelės storis atsižvelgiant į inkarų virinimo reikalavimus:

$$t = 0,65 \cdot 14 = 9,1 \text{ mm} \quad (3.157)$$

**Išvados:** pagal gautus skaičiavimus įdėtinės detalės storis priimamas  $t = 12 \text{ mm}$ .

## 8 PRIEDAS



33 pav. Perdangai Teriva Light 8,0 naudojamas blokelis ir tipinė perdangos sija.

26 lentelė. Perdangų Teriva techniniai duomenys (31).

Techniniai perdangos duomenys	TERIVA 4,0/1	TERIVA 4,0/3	TERIVA 6,0	TERIVA 8,0	TERIVA LIGHT 4,0/1	TERIVA LIGHT 4,0/2	TERIVA LIGHT 4,0/3	TERIVA LIGHT 6,0	TERIVA LIGHT 8,0
Perdangos ilgiai, m	1,80 - 7,20	1,80 – 8,60	1,80 - 7,80	1,80 – 7,20	1,80 - 7,20	1,80 - 8,00	1,80 - 8,60	1,80-7,80	1,80-7,20
Atstumas tarp sijų ašių	60 cm	45 cm	45 cm	45 cm	60 cm	60 cm	60 cm	45 cm	45 cm
Antbetonio sluoksnio aukštis	4 cm	4 cm	4 cm	4 cm	4 cm	4 cm	4 cm	4 cm	4 cm
Minimali antbetonio klasė	C 20/25	C 20/25	C 20/25	C 20/25	C 20/25	C 20/25	C 20/25	C20/25	C20/25
Konstruktinis perdangos aukštis	24 cm	34 cm	34 cm	34 cm	24 cm	30 cm	34 cm	34 cm	34 cm
Min. sijų atrėmimas ant mūro	8-10 cm	10-12 cm	10-12 cm	10-12 cm	8-10 cm	8-10 cm	8-10 cm	10-12 cm	10-12 cm
Tuščiaidurių blokelių sąnaudos perdangos 1 m <sup>2</sup>	6-8 vnt.	9,2 vnt.	9,2 vnt.	9,2 vnt.	1,6 vnt.	1,6 vnt.	1,6 vnt.	2,2 vnt.	2,2 vnt.
Sijų sąnaudos perdangos 1 m <sup>2</sup>	1,67 m	2,22 m	2,22 m	2,22 m	1,67 m	1,67 m	1,67 m	2,22 m	2,22 m
Monolitinio betono C20/25 sąnaudos perdangos 1 m <sup>2</sup> , be skirstomųjų briaunų ir vainikų	0,07 m <sup>3</sup>	0,12 m <sup>3</sup>	0,12 m <sup>3</sup>	0,12 m <sup>3</sup>	0,07 m <sup>3</sup>	0,09 m <sup>3</sup>	0,10 m <sup>3</sup>	0,12 m <sup>3</sup>	0,12 m <sup>3</sup>
1 tuščiaidurio blokelių svoris	16-18 kg	16-18 kg	16-18 kg	16-18 kg	2 kg	2,2 kg	2,5 kg	1,8 kg	1,8 kg
Atsparumas ugniai su 1,5 cm storio cemento ir kalkių tinku	1 val.	1 val.	1 val.	1 val.	1 val.	1 val.	1 val.	1 val.	1 val.
Bendroji perdangos apkrova	670 kg	800 kg	1000 kg	1200 kg	670 kg	715 kg	740 kg	1000 kg	1200 kg
Apkrova be pačios konstrukcijos svorio	400 kg	400 kg	600 kg	800 kg.	480 kg	480 kg	480 kg	740 kg	940 kg
1 m <sup>2</sup> perdangos masė	270 kg	400 kg	400 kg	400 kg	190 kg	235 kg	260 kg	260 kg	260 kg

## 9 PRIEDAS

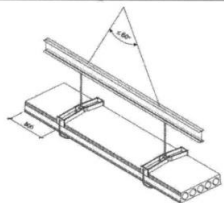
### Kėlimo ir kabinimo priemonės parinkimas

Kranas parenkamas pagal didžiausią montuojamos konstrukcijos svorį ir didžiausią aukštį, į kurią reikia pakelti kablį. Sunkiausia konstrukcija, kurią teks pakelti kranui yra kiaurymėta perdangos plokštė. Plokštės svoris 7,92 t. Aukščiausiai keliamą konstrukciją – stogo sija. Sijos keliamos į 11,0 m aukštį. Reikiama kranų keliamoji galia apskaičiuojama:

$$Q_{reik} = Q_{kons} + Q_{kab} = 7,92 + (0,24 + 2 \cdot 0,14) = 8,4 t \quad (4.1)$$

Čia:  $Q_{kons}$  - montuojamos konstrukcijos masė, t;

$Q_{kab}$  - kabinėjimo priemonės (traversa TS-12,5 ir 2 griebtuvai ZKK-6,3) masė, t.

Kabinėjimo priemonės pavadinimas	Eskizas	Kabinėjimo priemonių			Pritaikymo sritis
		Keliamoji galia, t	Masė, t	Skaičiuojamasis aukštis, m	
Traversa TS-12,5		12,5	0,242	1,4	Perdangos plokštėms ir laiptams montuoti

34 pav. Traversos TS-12,5 techniniai duomenys.

Reikalingas kranų kablį pakėlimo aukštis:

$$H_{reik.} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 4,00 + 1,00 + 0,4 + 1,4 = 6,8 m \quad (4.2)$$

Čia:  $h_1$  - atstumas nuo kranų stovėjimo plokštumos iki montuojamo elemento atramos, m;

$h_2$  - atstumas, į kurią reikia pakelti montuojamą elementą virš atramos, m;

$h_3$  - montuojamo elemento aukštis, m;

$h_4$  - kabinėjimo priemonės aukštis, arba aukštis nuo montuojamo elemento viršaus iki kranų strėlės aukščiausio taško, m.

Kranų strėlės siekis, reikalingas toliausiai nuo kranų nutolusiam elementui, kurią montuojant reikia didžiausio kablį pakėlimo aukščio  $H_{reik.}$ , nustatomas iš brėžinio ir yra lygus  $L_{reik} = 22 m$ .

Pagal gautus duomenis parenkamas savaeigis kranas „Demag AC-95“ ant ratinės važiuoklės (34).

27 lentelė. Kranų techninės charakteristikos (34).

Eil. Nr.	Techninė charakteristika	„Demag AC-95“
1	Keliamoji galia	40 t
2	Strėlės ilgis	30 m
3	Maksimalus siekis	28 m
4	Kranų gabaritai	8,67x2,50x3,54 m
5	Atraminis kontūras	6,55x6,40 m
6	Gembelių skaičiai	1 vnt.
7	Gembelių ilgiai	17,6 m
8	Ašių skaičius	2 vnt.
9	Maksimalus greitis	68 km/h

## 10 PRIEDAS

28 lentelė. Montuojamų elementų specifikacija.

Elemento pavadinimas	Tipas	Matmenys, m			Elementų skaičius	Vieno elemento		Bendras	
		L	B	H		masė, t	tūris, m <sup>3</sup>	masė, t	tūris m <sup>3</sup>
PKO	864.120.40-7,5	8,64	1,20	0,40	4	6,09	4,15	24,39	16,59
PKO	864.72.40-7,5	8,64	0,72	0,40	1	3,66	2,49	3,66	2,49
PKO	698.96.40-7,5	6,98	0,96	0,40	1	3,94	2,68	3,94	2,68
PKO	1105.120.40-2,0	11,05	1,20	0,40	11	7,79	5,30	85,66	58,34
PKO	1105.96.40-2,0	11,05	0,96	0,40	1	6,23	4,24	6,23	4,24
PKO	836.60.40-3,0	8,36	0,60	0,40	1	2,95	2,01	2,95	2,01
PKO	1105.120.40-3,0	11,05	1,20	0,40	14	7,79	5,30	109,02	74,26
PKO	1105.96.40-3,0	11,05	0,96	0,40	1	6,23	4,24	6,23	4,24
PKO	1123.120.40-3,0	11,23	1,20	0,40	1	7,92	5,39	7,92	5,39
PKO	1079.120.40-3,0	10,79	1,20	0,40	1	7,61	5,18	7,61	5,18
PKO	1036.120.40-3,0	10,36	1,20	0,40	1	7,31	4,97	7,31	4,97
PKO	992.72.40-3,0	9,92	0,72	0,40	1	4,19	2,86	4,19	2,86
PKO	776.120.40-3,0	7,76	1,20	0,40	1	5,47	3,72	5,47	3,72
PKO	732.120.40-3,0	7,32	0,72	0,40	1	3,09	2,11	3,09	2,11
PKO	575.120.30-3,0	5,75	1,20	0,30	1	3,04	2,07	3,04	2,07
PKO	900.110.30-3,0	9,00	1,10	0,30	1	4,36	2,97	4,36	2,97
PKO	900.120.30-3,0	9,00	1,20	0,30	11	4,76	3,24	52,36	35,64
PKO	1105.120.40-3,0	11,05	1,20	0,40	11	7,79	5,30	85,72	58,32
PKO	865.120.30-3,0	8,65	1,20	0,30	5	4,58	3,11	22,88	15,55
PKO	865.96.30-3,0	8,65	0,96	0,30	1	3,66	2,49	3,66	2,49
PKO	865.60.30-3,0	8,65	0,60	0,30	1	2,18	1,56	2,18	1,56
				<b>Σ</b>	<b>71</b>		<b>Σ</b>	<b>415,87</b>	<b>307,68</b>

# 11 PRIEDAS

## Surenkama kiaurymėtų plokščių perdanga

LOKALINĖ SĄMATA						
Sudaryta pagal 2015.10 kainas						
<b>Statinių grupė 1</b>						
<b>Statinsys 1</b>						
<b>Žiniaraštis 1</b>						
2015.12.16				<b>Suma žiniaraščiui 60169.67 EUR</b>		
Sąm. eil.	Darbu ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma	Kiekis	Kaina EUR	Iš viso EUR
<b>1</b>						
<b>1 N7-80</b>		vnt		71,0		
	Perdengimo tarpkoloninių plokščių, kurių plotis 1.2 m, montavimas ant rygelių su lentynomis daugiaaukščiuose pastatuose k8=1.04					
	Darbo sąn. kateg. 3.44	žm.val.	3,6	255,6	5,04	1288,22
90029	Armatūrinis plienas, A-I klasės	t	0,0008	0,0568	634,08	36,02
120030	Statybinės vyns	kg	0,34	24,14	1,06	25,59
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	0,4	28,4	1,94	55,1
260027	Surenkamos g/b konstrukcijos	vnt	1,0	71,0	506,95	35993,45
520392	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	t	0,0059	0,4189	1455,18	609,57
534015	Apipjautos lentos 40mm st. ir daugiau (2 rūš.)	m3	0,0035	0,2485	192,29	47,78
534034	Mediniai klojinių skydai	m2	0,519	36,849	8,08	297,74
570265	Bituminės medžiagos su kartono pagr. (ruberoidas)	m2	0,29	20,59	0,74	15,24
600010	Cementinis skiedinys S10	m3	0,081	5,751	57,18	328,84
600046	Betono mišiniai C12/15	m3	0,346	24,566	71,18	1748,61
489046	Kranas ant vikšrinės važiuoklės 25 t keliamosios galios	maš.val	0,34	24,14	33,0	796,62
N7-80	Darbo užm. 1288.22 Medžiagos 39157.94			Mechanizmai 796.62		Iš viso 41242.78
Iš viso skyriuje 1	Darbo užm. 1288 Medžiagos 39158			Mechanizmai 797		Iš viso 41243
Viso žiniaraštyje 1	Darbo užm. 1288 Medžiagos 39158			Mechanizmai 797		Iš viso 41243
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%			1175		
	Papildomų mechanizmų vertė 3.00%				24	
	Sezoniniai darbai 15.00% (0)					
	Specifiniai darbai 17.00%		52			
	Papildomas darbo užmokestis 8.00%(1288+52)		107			
	<b>Viso:</b>		1447	40333	821	42601
	Soc.draudimo išlaidos 31.00%(1288+52+107)		449			
	<b>Statinio statybos išlaidos</b>	<b>Viso:</b>	1896	40333	821	43050
	Statybietės išlaidos 9.00%					3875
	<b>Iš viso tiesioginės išlaidos</b>					46925
	Pridėtinės išlaidos 30.00%(1288+52+107)					434
	Pelnas 5.00%(46925+434)					2368
	<b>Iš viso netiesioginės išlaidos</b>					2802
					<b>Bendra vertė be PVM</b>	49727
	Pridėtinės vertės mokestis 21.00%					10442,67
					<b>Bendra vertė su PVM</b>	60169,67

<b>MEDŽIAGŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS</b>					
Sudaryta pagal 2015.10 kainas					
<b>Statinių grupė 1</b>					
<b>Statinys 1</b>					
<b>Žiniaraštis 1</b>					
2015.12.17					
Resurso kodas	Pavadinimas	Mato vnt	Kaina EUR	Kiekis	Vertė EUR
1	<b>METALAS</b>				
90029	Armatūrinis plienas, A-I klasės	t	634,08	0,0568	36,02
120030	Statybinės vinys	kg	1,06	24,14	25,59
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	1,94	28,4	55,1
520392	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	t	1455,18	0,4189	609,57
	<b>Iš viso</b>				<b>726,28</b>
8	<b>MEDŽIO GAMINIAI</b>				
534015	Apipjautos lentos 40mm st. ir daugiau (2 rūš.)	m3	192,29	0,2485	47,78
534034	Mediniai klojinių skydai	m2	8,08	36,849	297,74
	<b>Iš viso</b>				<b>345,52</b>
9	<b>IZOLIACINĖS MEDŽIAGOS</b>				
570265	Bituminės medžiagos su kartono pagr. (ruberoidas)	m2	0,74	20,59	15,24
	<b>Iš viso</b>				<b>15,24</b>
10	<b>BETONO IR GELŽBETONIO GAMINIAI</b>				
260027	Surenkamos g/b konstrukcijos	vnt	506,95	71,0	35993,45
	<b>Iš viso</b>				<b>35993,45</b>
11	<b>PUSFABRIKAČIAI</b>				
600010	Cementinis skiedinys S10	m3	57,18	5,751	328,84
600046	Betono mišiniai C12/15	m3	71,18	24,566	1748,61
	<b>Iš viso</b>				<b>2077,45</b>
	<b>Iš viso</b>				<b>39157,94</b>

<b>MECHANIZMŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS</b>				
Sudaryta pagal 2015.10 kainas				
<b>Statinių grupė 1</b>				
<b>Statinys 1</b>				
<b>Žiniaraštis 1</b>				
2015.12.17				
Resurso kodas	Pavadinimas	Darbo val. kaina EUR	Darbo valandų skaičius	Vertė EUR
489046	Kranas ant vikšrinės važiuoklės 25 t keliamosios galios	33,0	24,14	796,62
	<b>Iš viso</b>			<b>796,62</b>



**DARBO UŽMOKESČIO ŽINIARAŠTIS**

Sudaryta pagal 2015.10 kainas

Statinių grupė 1

Statinys 1

Žiniaraštis 1

2015.12.17

Sąm. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Darbo sąnaudos žm./val.	Kategorija	Tarifinis atlygis	Darbo užmok. EUR
	1							
1	N7-80	Perdengimo tarpkoloninių plokščių, kurių plotis 1.2 m, montavimas ant rygelių su lentynomis daugiaaukščiuose pastatuose k8=1.04	vnt	71,0	255,6	3,44	5,04	1288,22
<b>Iš viso skyriuje 1</b>					<b>255,6</b>			<b>1288,0</b>
<b>Iš viso žiniaraštyje 1</b>					<b>255,6</b>			<b>1288,0</b>

## Surenkama Teriva perdanga

<b>LOKALINĖ SĄMATA</b>						
Sudaryta pagal 2015.10 kainas						
<b>Statinių grupė 2</b>						
<b>Statinys 2 Biblioteka, J. Bielinio g. Biržai</b>						
<b>Žiniaraštis 2</b>						
2015.12.16				<b>Suma žiniaraščiui 188187.67 EUR</b>		
Sąm. eil.	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma	Kiekis	Kaina EUR	Iš viso EUR
<b>2</b>						
<b>1 N7P-0404</b>		100m2		9,52		
	Perdangų iš tarpsijinių blokelių montavimas , kai atstumas tarp sijų ašių 45cm, perdangos storis 34cm					
	Darbo sąn. kateg. 3.5	žm.val.	171,0	1627,92	5,04	8204,72
260597	Gelžbetoninės sijos	vnt	16,17647	154,0	90,0	13860,0
260598	Perdenginio blokeliai	vnt	920,0	8758,4	10,2	89335,68
600004	Cementinis skiedinys	m3	0,23	2,1896	57,18	125,2
489131	Kranas	maš.val	17,9	170,408	22,61	3852,92
N7P-0404	Darbo užm. 8204.72 Medžiagos 103320.88			Mechanizmai 3852.92		Iš viso 115378.52
<b>2 N7P-0405</b>		m3		85,68		
	Perdangų iš tarpsijinių blokelių užbetonavimas					
	Darbo sąn. kateg. 3.0	žm.val.	5,3	454,104	4,77	2166,08
600043	Betono mišiniai	m3	1,02	87,3936	72,52	6337,78
489131	Kranas	maš.val	0,61	52,2648	22,61	1181,71
N7P-0405	Darbo užm. 2166.08 Medžiagos 6337.78			Mechanizmai 1181.71		Iš viso 9685.57
Iš viso skyriuje 2 Darbo užm. 10371 Medžiagos 109659				Mechanizmai 5035		Iš viso 125065
Viso žiniaraštyje 2 Darbo užm. 10371 Medžiagos 109659				Mechanizmai 5035		Iš viso 125065
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%			3290		
	Papildomų mechanizmų vertė 3.00%				151	
	Sezoniniai darbai 15.00% (0)					
	Specifiniai darbai 17.00%					
	Papildomas darbo užmokestis 8.00%(10371)		830			
	<b>Viso:</b>		11201	112949	5186	129336
	Soc.draudimo išlaidos 31.00%(10371+830)		3472			
	<b>Statinio statybos išlaidos</b>	<b>Viso:</b>	14673	112949	5186	132808
	Statybvietės išlaidos 9.00%					11953
	<b>Iš viso tiesioginės išlaidos</b>					144761
	Pridėtinės išlaidos 30.00%(10371+830)					3360
	Pelnas 5.00%(144761+3360)					7406
	<b>Iš viso netiesioginės išlaidos</b>					10766
					<b>Bendra vertė be PVM</b>	155527
	Pridėtinės vertės mokestis 21.00%					32660,67
					<b>Bendra vertė su PVM</b>	188187,67

<b>MEDŽIAGŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS</b>					
Sudaryta pagal 2015.10 kainas					
<b>Statinių grupė 2</b>					
<b>Statinys 2 Biblioteka, J. Bielinio g. Biržai</b>					
<b>Žiniaraštis 2</b>					
2015.12.17					
Resurso kodas	Pavadinimas	Mato vnt	Kaina EUR	Kiekis	Vertė EUR
10	<b>BETONO IR GELŽBETONIO GAMINIAI</b>				
260597	Gelžbetoninės sijos	vnt	90,0	154,0	13860,0
260598	Perdenginio blokeliai	vnt	10,2	8758,4	89335,68
	<b>Iš viso</b>				<b>103195,68</b>
11	<b>PUSFABRIKAČIAI</b>				
600004	Cementinis skiedinys	m3	57,18	2,1896	125,2
600043	Betono mišiniai	m3	72,52	87,3936	6337,78
	<b>Iš viso</b>				<b>6462,98</b>
	<b>Iš viso</b>				<b>109658,66</b>

<b>MECHANIZMŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS</b>				
Sudaryta pagal 2015.10 kainas				
<b>Statinių grupė 2</b>				
<b>Statinys 2 Biblioteka, J. Bielinio g. Biržai</b>				
<b>Žiniaraštis 2</b>				
2015.12.17				
Resurso kodas	Pavadinimas	Darbo val. kaina EUR	Darbo valandų skaičius	Vertė EUR
489131	Kranas	22,61	222,6728	5034,63
	<b>Iš viso</b>			<b>5034,63</b>

**DARBO UŽMOKESČIO ŽINIARAŠTIS**

Sudaryta pagal 2015.10 kainas

Statinių grupė 2

Statiny s 2 Biblioteka, J. Bielinio g. Biržai

Žiniaraštis 2

2015.12.17

Sąm. eil.	Darbo kodas	Darbu ir išlaidu aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Darbo sąnaudos žm./val.	Kategorija	Tarifinis atlygis	Darbo užmok. EUR
<b>2</b>								
1	<b>N7P-0404</b>	Perdangų iš tarpšijinių blokelių montavimas , kai atstumas tarp sijų ašių 45cm, perdangos storis 34cm	100m 2	9,52	1627,92	3,5	5,04	8204,72
2	<b>N7P-0405</b>	Perdangų iš tarpšijinių blokelių užbetonavimas	m3	85,68	454,1	3,0	4,77	2166,08
<b>Iš viso skyriuje 2</b>					<b>2082,02</b>			<b>10371,0</b>
<b>Iš viso žiniaraštyje 2</b>					<b>2082,02</b>			<b>10371,0</b>