

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
STATYBOS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėja

doc. dr. L. Kelpšienė

2013-06-04

LOGISTIKOS CENTRAS „LOGISTA“
AEROUOSTO G. 5
Statybos inžinerijos bakalauro darbas

Vadovas

_____ lekt. M. Reizgevičius

2013-06-04

Autorius

_____ S-9 gr. stud. R. Mažeika

2013-05-28

Recenzentas

_____ doc. dr. M. Pelikša

2013-06-04

ŠIAULIAI, 2013

UŽDUOTIS

Šiaulių universitetas
Technologijos fakultetas
Statybos inžinerijos katedra

Statybos inžinerijos studijų programos baigiamasis bakalauro darbas

LOGISTIKOS CENTRAS „LOGISTA“ AEROUOSTO G. 5

Autorius: Robertas Mažeika
Vadovas: Marius Reizgevičius
Kalba: Lietuvių

ANOTACIJA

Bakalaurinio baigiamajame darbe projektuojamas vieno aukšto ypatingas statinys – logistikos centras „Logista“. Pastatas projektuojamas Šiaulių miesto pramoniniame rajone, Aerouosto gatvėje. Bendras sklypo plotas 6831,68 m², užstatymo plotas 1539,49 m².

Bakalaurinį baigiamąjį darbą sudaro trys pagrindinės dalys:

1. Architektūrinė dalis. Šioje dalyje aprašomas sklypo planas, pastato išplanavimas, konstrukciniai sprendimai, inžinerinės komunikacijos.
2. Konstrukcinė dalis. Šioje dalyje projektuojama plieninė 23,6 m tarpatramio santvara, ir gelžbetoninė 9,7 m ilgio kolona.
3. Technologinė ir ekonominė. Šioje dalyje pateikiama pastato karkaso montavimo technologinė kortelė, darbų kiekių skaičiavimas, lokalinė sąmata, bei darbo, medžiagų ir mechanizmų pareikalavimo žiniaraščiai.

Grafinę baigiamojo darbo dalį sudaro 6 (pagal faktą) brėžiniai:

1. Generalinis sklypo planas, situacijos schema, fasadai, dangos konstrukcijų detalės.
2. Pastato planas, pjūvis 3-3, konstrukcijų detalės.
3. Pamatų išdėstymo planas, pjūvis 2-2, pjūvis 4-4, konstrukcijų mazgai.
4. Pjūvis 1-1, konstrukcijų mazgai, konstrukcijų detalės.
5. Konstrukcijų išdėstymo planas, pjūvis K-1, kolona K-2, santvaros mazgai ir pjūviai, kolonos pjūviai ir detalės.
6. Statybvietės planas, pjūvis T-T, karkaso įrengimo aprašymas, kalendorinis grafikas.

Reikšminiai žodžiai: logistikos centras, plieninė santvara, gelžbetoninė kolona, karkaso montavimas, lokalinė sąmata.

Šiauliai University
Faculty of Technology
Department of Civil Engineering

Civil Engineering study programme bachelor thesis

LOGISTIC CENTER „LOGISTA“ IN AEROUOSTO STREET 5

Author: Robertas Mažeika
Supervisor: Marius Reizgevičius
Language: Lithuanian

ANNOTATION

In this final work is designed one-story special building – logistic centre „Logista“. Building is designed in industrail district of Šiauliai, Aerouosto street. Overall area is 6831,68 m², built-up area 1539,49 m².

This work consists of three main parts:

1. Architecture part. This section describes the plot plan, building plan, structural solutions, engineering communications.
2. Structural part. This section consists of 23,6 m steel truss and 9,7 m reinforced concrete column design.
3. Technological and economic section. This section consists of building framing work describtion, works emissions, local estimate, work, materials and mechanisms needs.

The graphical part of the thesis consists of 6 (based on fact) drawings:

1. Situations scheme, general plan, facades, pavement construction details.
2. The building plan, section 3-3, constructions details.
3. Foundations plan, section 2-2, section 4-4, constructions nodes.
4. Section 1-1, constructions notes, construction details.
5. Constructions plan, section K-1, column K-2, steel truss nodes and sections, reinforced concrete column sections and details.
6. Construction site plan, section T-T, building framing work describtion, timetable.

Keywords: logistic centre, steel truss, reinforced concrete column, building framing work, local estimate.

TURINYS

BREŽINIŲ SĄRAŠAS	6
IVADAS.....	7
1. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS	8
1.1. Sklypo planas.....	8
1.2. Pastato patalpų išplanavimas	8
1.3. Pastato konstrukciniai sprendimai	9
1.4. Inžinerinės sistemos.....	10
1.5. Higiena, sveikata, aplinkosauga	11
1.6. Naudojimo sauga	12
1.7. Pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas	12
2. LAIKANČIŲJŲ KONSTRUKCIJŲ SKAIČIAVIMAS	18
2.1. Plieninės santvaros SN-24 skaičiavimas	18
2.2. Gelžbetoninės kolonos K-2 skaičiavimas	31
3. TECHNOLOGINĖ IR EKONOMINĖ DALIS.....	37
3.1 Karkaso montavimo technologinė kortelė.....	37
3.2 Statybos resursų ir išlaidų skaičiavimas	43
LITERATŪRA.....	47
PRIEDAI:	
1. Lokalinė sąmata.	
2. Darbo užmokesčio žiniaraštis.	
3. Medžiagų poreikio žiniaraštis.	
4. Mechanizmų poreikio žiniaraštis.	

BRĖŽINIŲ SĄRAŠAS

1. S.19.01.AD – Generalinis sklypo planas M1:500; Situacijos schema M1:5000; Fasadai 1-12, 12-1, A-E, E-A M1:200; Asfaltbetonio detalė M1:10; Betoninių trinkelų detalė M1:10;
2. S.19.02.AD – Pastato planas M1:100; D. p. „Kingspan KS1150 FR" tvirtinimo prie gelžbetoninės kolonos detalė M1:10; Pūvis 3-3 M1:10; Lango rėmo tvirtinimo detalė M1:10;
3. S.19.03.AD – Pamatų išdėstymo planas M1:200; Pjūvis 2-2 M1:50; Pjūvis 4-4 M1:10; Mazgas C M1:10; Mazgas D M1:10;
4. S.19.04.AD – Pjūvis 1-1 M1:50; Mazgas A M1:10; Mazgas B M1:10; Įlajos įrengimo detalė M1:10;
5. S.19.05.KD – Konstrukcijų išdėstymo planas M1:200; Pjūvis K-1 M1:50; Santvaros mazgai ir pjūviai M1:10; Kolona K-2 M1:20; Kolonos pjūviai ir detalės M1:10;
6. S.19.06.TD – Statyb vietės planas M1:500; Pjūvis T-T M1:50; Karkaso įrengimo aprašymas; Kalendorinis grafikas.

IVADAS

Baigiamajame bakalauriniame darbe projektuojamas pastatas logistikos centras „Logista“ Aerouosto gatvėje, Šiaulių mieste. Šis pastatas priskiriamas ypatingų statinių kategorijai, nes yra dideli atstumai tarp atramų – 24 m. Logistikos centras projektuojamas miesto pakraštyje, pramoninės paskirties rajone, kuriame transporto priemonių eismas nėra aktyvus, tokiu būdu sudaromos palankios sąlygos sunkiajam transportui pasiekti iškrovimo punktą. Bendras sklypo plotas 6831,68 m², užstatymo plotas 1539,49 m², želdynų plotas 1123,62 m² (16,45%). Pastatas yra vieno aukšto, jį sudaro pramoninės ir administracinės paskirties patalpos. Pramoninėje dalyje bus įrengiamas sandėlys, o administracinėje: darbo, apsaugos kabinetai, rūbinės, tualetai, bei pagalbinės patalpos.

Pastatui įrengti naudojami įvairių skerspjūvių gręžtiniai pamatai; gelžbetoninės surenkamos pamatinės sijos; suprojektuotos gelžbetoninės kolonos, kurių skerspjūvis 400x400; suprojektuota plieninė 23,6 m tarpatramio santvara iš kvadratinių bei stačiakampio formos šaltai valcuotų plieninių profilių; sijos IPE 300; pastato stabilumui užtikrinti naudojami horizontalūs ir vertikalūs ryšiai. Lauko sienoms naudojamos daugiasluoksnės plokštės „Kingspan KS1150 FR“, stogo konstrukcija susideda iš „Ruukki“ apkrovas laikančių lakštų, garo izoliacijos, kelių tipų „Paroc“ akmens vatos sluoksnių, bei dviejų sluoksnių bituminės dangos.

Technologinėje dalyje pateikta pastato karkaso montavimo darbų eiga, darbams atlikti reikalingo krano parinkimas, naudojamos medžiagos įrankiai ir mechanizmai, bei darbų sauga.

Ekonominėje dalyje paskaičiuoti darbų kiekiai, pateikiama lokalinė sąmata, bei darbo užmokesčio, medžiagų poreikio ir mechanizmų poreikio žiniaraščiai. Pagal žiniaraščius sudarytas darbų atlikimo kolendorinis grafikas.

Pastatas suprojektuotas remiantis Lietuvoje galiojančiais statybos techniniais reglamentais, statybos taisyklėmis, bei higienos normomis.

1. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

1.1. Sklypo planas

Logistikos centras „Logista“ projektuojamas Šiaulių mieste, Aerouosto gatvėje. Pastatas projektuojamas miesto pakraštyje, pramoniname rajone, kuriame transporto priemonių eismas nėra aktyvus, tokiu būdu sudaromos palankios sąlygos sunkiajam transportui pasiekti iškrovimo punktą.

Bendras sklypo plotas užima 6831,68 m², užstatymo plotas 1539,49 m². Sklype taip pat numatoma įrengti pėsčiųjų takus iš betoninių trinkelio (541,25 m²), automobilių stovėjimo aikštelę (24 vietos, suprojektuotą pagal [1] 6 skyrių), atsižvelgiant į [2] reglamentą 2 vietos pritaikytos neįgaliesiems, sunkiojo transporto stovėjimo aikštelę (5 vietos), krovinių iškrovimo aikštelę (6 iškrovimo punktai), želdynus, kurie užims 1123,62 m² (16,45%, pagal [3] minimalus želdynų plotas sandėliavimo paskirties pastatams 10%), taip pat bus sodinami medeliai (15 vnt.)

Į sklypo ribą numatyti du įvažiavimai, abu iš Aerouosto gatvės, vienas skirtas lengvajam transportui (įvažiavimo plotis 6 m), kitas sunkiajam (įvažiavimo plotis 10 m). Į pastato administracines patalpas numatomi du įėjimai (iš vakarinės ir rytinės pusės). Projektuojami 6 prekių iškrovimo punktai ir du įėjimai į sandėlio patalpas iš rytinės pusės, taip pat du įėjimai į sandėlio patalpas iš vakarinės pusės.

1.2. Pastato patalpų išplanavimas

Pastatą sudaro du korpusai: pramoninės paskirties ir administracinės. Pramoninės paskirties korpusą sudaro sandėlys, o administracinės: darbo, apsaugos kabinetai, rūbinės, tualetai bei pagalbinės patalpos. Visos pastato patalpos ir jų užimamas plotas pateiktas 1.1 lentelėje.

1.1 lentelė. Pastato patalpos ir jų užimamas plotas

Nr.	Patalpos pavadinimas	Plotas, m ²
1	Sandėlys	1177,16
2	Koridorius	77,98
3	Darbo kambarys	23,74
4	Darbo kambarys	23,74
5	Darbo kambarys	49,51
6	Apsaugos kambarys	23,74
7	Pagalbinė patalpa	43,80
8	Pagalbinė patalpa	15,70
9	Pagalbinė patalpa	15,91
10	Vyrų tualetas	7,44
11	Moterų tualetas	7,32
12	Vyrų rūbinė	11,86
13	Moterų rūbinė	11,69
Iš viso:		1489,59

1.3. Pastato konstrukciniai sprendimai

Pamatai

Projektuojamam pastatui įrengiami gręžtiniai pamatai. Pagrindiniai pamatai GP-1 (26 vnt.) ir GP-2 (9 vnt.) įrengiami 800 mm diametro, jų aukštis 2,5 m, betono klasė C20/25, vieneto tūris 1,26 m³. GP-5 (1 vnt.) analogiškas pamatas tik jo skermuo padidintas iki 1000 mm, nes ant jo remiasi 3 pamatinės sijos, todėl reikalinga didesnė aikštelė, pamato tūris 1.96 m³. GP-3 (14 vnt.) ir GP-4 (16 vnt.) pagalbiniai pamatai skirti įrengti durų ir vartų tvirtino rėmams, jų diametras 400 mm, aukštis 2,5 m., betono klasė C20/25, vieneto tūris 0,32 m³.

Projektuojamam pastatui naudojamos dviejų tipų pamatinės sijos. Surenkamos pamatinės sijos FR-59 (25 vnt.), kurių skermuo 150x390 mm, ilgis 5880 mm, betono klasė C12/15, vieneto tūris 0,34 m³. Pastato rytinėje dalyje, kur planuojami krovinių iškrovimo punktai įrengiamos monolitinės sijos PS-12 (8 vnt.), kurių skermuo 150x1200 mm, ilgis 5900 mm, betono klasė C12/15, vieneto tūris 1,06 m³.

Visos pamatinės sijos apšiltintos 50 mm storio termoizoliacinės medžiagos „EPS 80“ sluoksniu.

Laikantis karkasas

Visam pastatui naudojamos 400x400 mm skersmens gelžbetoninės kolonos, kurios tvirtinamos prie pamato inkariniais varžtais, kolonų betono klasė C20/25. Naudojamos trijų skirtingų ilgių kolonos: sandėlio patalpoms K-1 (15 vnt.), kurių ilgis 8,9 m, vieneto tūris 1,42 m³ ir K-2 (9 vnt.), ilgis 9,7 m, vieneto tūris 1,55 m³, o administracinėms patalpoms K-3 (12 vnt.), kurių ilgis 3 m, vieneto tūris 0,48 m³. Ant visų kolonų tvirtinasi antkoloniai iš dvitėjinio HEB 360 profilio.

Denginį laikančios konstrukcijos – plieninės santvaros SN-24, suprojektuotos iš kvadratinių ir stačiampių šalta valcuotų profilių. Santvarų ilgis 23,6 m, žingsnis 6m, naudojamas S235 markės plienas, vieneto svoris 1,8 t. Pastato administracinėms patalpoms kaip ir sandėlio krašinėms sienoms (ašis 1 ir 9) perdangti naudojamos dvitėjinės sijos IPE 300, kurių ilgis 5,6 m, vieneto svoris 0,3 t.

Pastato stabilumui užtikrinti naudojami horizontalūs ir vertikalūs ryšiai iš plieninių kvadratinių profilių. HR-1 (horizontalus ryšys) 100x100x5, HR-2 (horizontalus ryšys) 120x120x5, VR-1 (vertikalus ryšys) 100x100x5.

Langams, durims ir vartams tvirtinti įrengiami horizontalūs ir vertikalūs plieniniai profiliai, kurių skersmuo 100x100x5 mm.

Grindys and grunto

Sandėlio patalpų grindų konstrukciją sudaro tokie sluoksniai: skalda 200 mm, apšiltinimo sluoksnis, kuris įrengiamas perimetru (1,5 m) iš termoizoliacijos „EPS 200“ 2 sluoksniai po 50 mm

persidengiant, hidroizliacija iš polietileno plėvelės, 150 mm armuotas betono sluoksnis, apdailai naudojamas 3 mm. storio sausas mišinys „Neodur HE 2“.

Administracinių patalpų grindų konstrukciją sudaro tokie sluoksniai: skalda 80 mm, apšiltinimo sluoksnis iš termoizoliacijos „EPS 80“, 2 sluoksniai po 50 mm persidengiant, hidroizliacija iš polietileno plėvelės, 45 mm armuotas betono sluoksnis, apdailai naudojamos keraminės plytelės.

Sienos

Išorinėms sienoms naudojamos daugiasluoksnės plokštės „Kingpsan KS1150 FR“, kurių aukštis 1 m, plotis 0,15 m, jos tvirtinamos horizontaliai prie kolonų ir kvadratinių profilių kurie skirti vartų, durų ir langų montavimui. Plokštės parenkamos dviejų spalvų – tamsiai mėlynos ir tamsiai raudonos.

Vidinės pertvaros įrengiamos iš gipso kartono, storis 100 mm.

Stogo konstrukcija

Plokščio stogo konstrukciją sudaro tokie sluoksniai: apkrovas laikantys plieninės skardos lakštai „Ruukki T153-40L-840“, kurių aukštis 153 mm, dengiamas plotas 840 mm, lakšto storis 0,9 mm, termoizoliacija iš kietos akmens vatos „Paroc ROB 60“ 20 mm storio sluoksnis, orą ir garus izoliuojantis sluoksnis iš polietileno plėvelės, minkštos vatos „Paroc ROS 30“ 160 mm sluoksnis, kietos vatos „Paroc ROB 60“ 20 mm storio sluoksnis, dviejų sluoksnių prilydoma bituminė danga „Mida unifleks“, kurios viršutinis sluoksnis su pabarstu.

Iš santvarų ir sijų suformuotas 5,7° nuolydis. Stogas turi vidinę lietaus nuvedimo sistemą, įlajos įrengiamos 1 vnt./ 100 m². Stogo vėdinimui įrengiami vėdinimo kaminėliai, 1vnt./ 100m².

Langai, durys, vartai

Sandėlio patalpoms naudojami 1000x1400 mm išmatavimų plastikinio profilio langai (80 vnt.), langai įrengiami 6 m aukštyje. Administracinėms patalpoms naudojami 1000x1200 mm. išmatavimų plastikinio profilio langai (21 vnt.), langai įrengiami 1 m aukštyje. Visi langai turi tenkinti norminį šilumos laidumo perdavimo koeficientą ($U \leq 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$).

Naudojamos durys aliuminio profilio rėmo. Lauko durys turi tenkinti norminį šilumos laidumo perdavimo koeficientą ($U \leq 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$).

Naudojami segmentiniai, aliuminio profilio rėmo vartai (8 vnt.). Vartų matmenys 3500x3700 mm.

1.4. Inžinerinės sistemos

Vandentiekis

Karšto ir šalto vandens padavimas į pastatą projektuojamas nuo centralizuotos vandentiekio linijos iš Aerouosto gatvės. Naudojami „PE100 PN 10“ 65 mm diametro vandentiekio vamzdžiai.

Nuotekų tinklai

Projektuojama fekalijų pašalinimo sistema, kuri 160 mm diametro PVC vamzdžiais prijungiama prie miesto nuotekų kanalizacijos sistemos.

Pastate numatoma vidinė lietaus nuvedimo sistema, įlajos įrengiamos 1 vnt. / 100 m². Lietaus nuvedimo sistema iš 160 mm diametro PVC vamzdžių ir sujungta su miesto lietaus nuotekų tinklais.

Elektros tinklai

Elektros tiekimas numatomas iš jau nutiestos AB „Lesto“ elektros linijos. Pastate projektuojama vienfazė elektros tinklų sistema, kurios vardinė įtampa 230V.

Šildymas

Projektuojamame pastate numatoma centralizuota šildymo sistema.

Vėdinimas

Pastate įrengta natūrali ir priverstinė vėdinimo sistemos. Įrengta oro vėdinimo sistema, oras traukiamas iš patalpų į lauką per vėdinimo kanalus, taip pat įrengiami šilumos rekuperatoriai, kurie gražina išeinančią šilumą.

Apsauga nuo gaisro

Pastate suprojektuota gaisrinė signalizacija, avarinis evakuacinis apšvietimas, bei automatinė gaisro gesinimo sistema. Gaisrinio vandentiekio poreikiams, projektuojami vandentiekio įvadai į pastatą, kurie prijungiami prie centralizuotos vandentiekio linijos. Naudojami „PE100 PN 10“ 160 mm diametro vandentiekio vamzdžiai.

1.5. Higiena, sveikata, aplinkosauga

Esminis reikalavimas "Higiena, sveikata ir aplinkos apsauga" ([4]) nustato, kad statinys turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad nekeltų grėsmės statinyje ar prie jo būnantiems, dėl šių priežasčių:

- kenksmingų dujų išsiskyrimo;
- pavojingų dalelių ar dujų buvimo ore;
- pavojingos spinduliuotės;
- vandens ar dirvožemio taršos ir gyvųjų organizmų nuodijimo;
- netinkamo nuotekų, dūmų, kietųjų ar skystųjų atliekų pašalinimo;
- drėgmės statinio dalyse ir jo dalių vidaus paviršiuose.

Šis pastatas suprojektuotas taip, kad atitiktų visus pateiktus reikalavimus. Įrengtas karšto ir šalto vandens padavimas iš centralizuotos vandentiekio linijos, natūralaus ir priverstinio vėdinimo

sistema, fekalijų pašalinimo sistema, kuri jungiasi prie miesto nuotekų kanalizacijos sistemos, patalpų šildymas, natūralus ir dirbtinis apšvietimas.

Projektuojamam pastatui naudojamos aplinkai nekenkmingos medžiagos, kurios atitinka visus LT normuose numatytus reikalavimus. Statybos metu susidariusios atliekos bus sandėliuojamos į tam numatytus konteinerius ir saugiai transportuojamos į perdirbimo arba atliekų šalinimo punktus. Sklype numatomi želdynai (16,45%), sodinami medeliai (15 vnt.).

1.6. Naudojimo sauga

Esminio statinio reikalavimo „Naudojimo sauga“ ([5]) įgyvendinimas užtikrinamas statinių projektavimo, statybos ir tinkamo naudojimo metu numatomų reikalavimų ir priemonių visuma, taip pat statybos produktų kokybiniais rodikliais.

Esminis reikalavimas ir priemonės yra susiję su šiomis rizikos faktorių grupėmis:

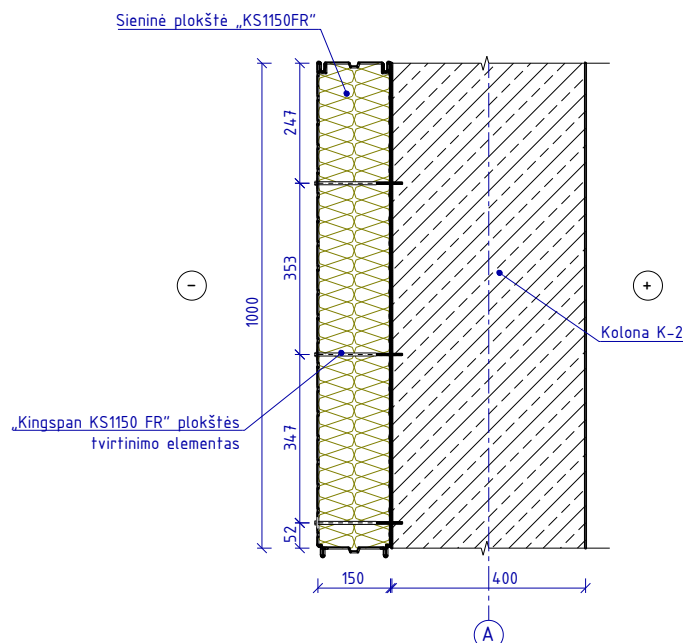
- paslydimai, kritimai, smūgiai;
- nudegimai, elektros traumos, sprogoimai;
- avarijos, įvykstančios dėl transporto priemonių judėjimo.

Statinys turi būti įrengiamas taip, kad jį eksploatuojant būtų užtikrintas žmonių saugumas. Statinio eksploatavimo metu būtina tikrinti statinio būklę. Tikrinti, kad nesusidarytų konstrukcijų deformacijos, kad būtų tvarkingos lietaus nuvedimo, šildymo, vėdinimo sistemos, užtikrinti kad nekiltų pavojus dėl sniego nuošliaužų ar apledėjusių slidžių dangų paviršių.

1.7. Pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas

Sienos šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

Sienos konstrukcija pateikta 1.1 pav.



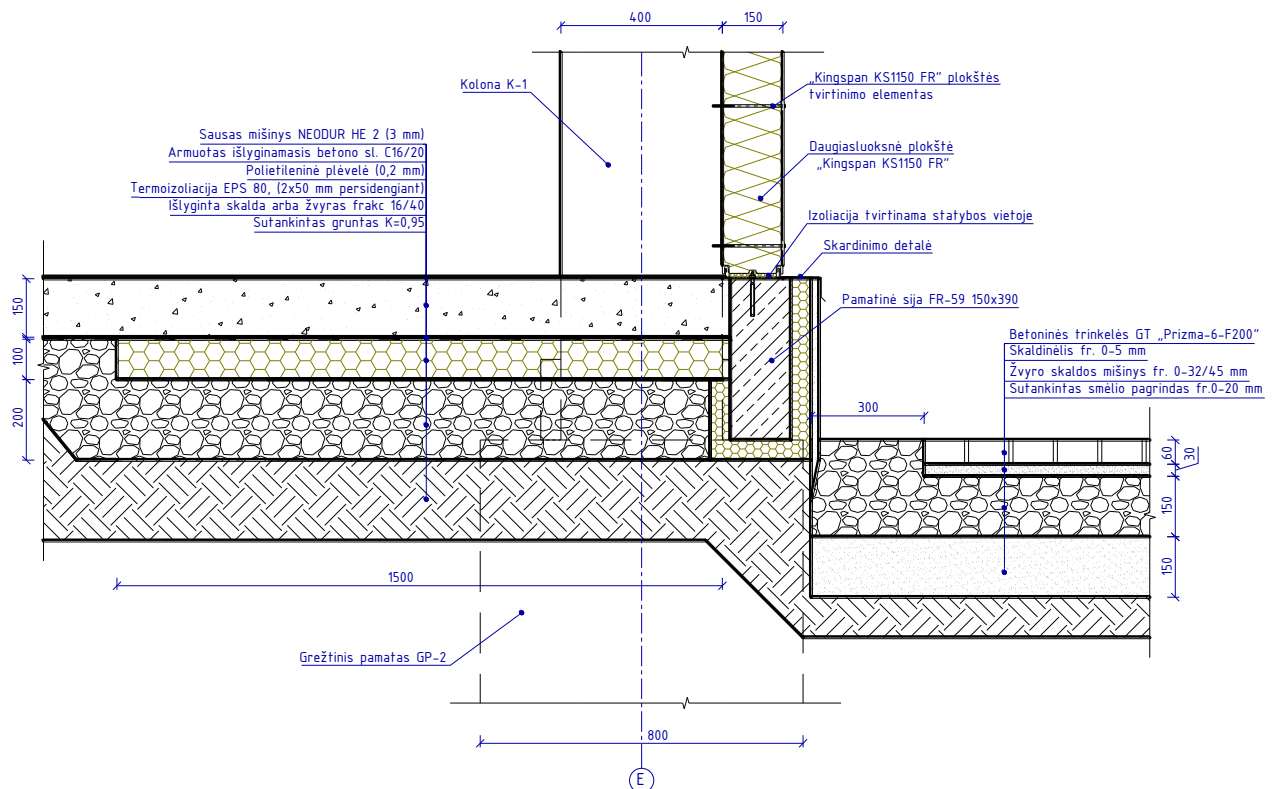
1.1 pav. Sienos konstrukcija

Kadangi lauko sienos iš daugiasluoksnių sieninių plokščių „Kingspan KS1150 FR“, tai naudosime gamintojo deklaruojamą šilumos perdavimo koeficiento reikšmę, $U = 0,26 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (pagal [6]).

$$U = 0,26 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_N = 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \text{ (pagal [7], pramoninės paskirties pastatams).}$$

Grindų ant grunto (sandėlio pat. korpuse) šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

Grindų ant grunto konstrukcija pateikiama 1.2 pav.



1.2 pav. Grindų ant grunto konstrukcija

- Skalda – 200 mm storio:

Šilumos laidumo koeficiento projekcinė vertė $\lambda_{ds} = 2 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (pagal [8])

$$R_{skalda} = 0,2 / 2 = 0,1 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W};$$

- Polietileninė plėvelė – 0,2 mm storio:

Šilumos laidumo koeficiento projekcinė vertė $\lambda_{ds} = 0,5 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (pagal [8])

$$R_{p.p} = 0,0002 / 0,5 = 0,0004 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W};$$

- Armuotas išlyginamasis betono sl. – 150 mm storio:

Šilumos laidumo koeficiento projekcinė vertė $\lambda_{ds} = 2,3 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (pagal [8])

$$R_{b.s} = 0,15 / 2,3 = 0,065 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W};$$

- Sausas mišinys „Neodur HE 2“ – 3 mm storio:

Šilumos laidumo koeficiento projekcinė vertė $\lambda_{ds} = 2,3 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (pagal [8])

$$R_{he2} = 0,003 / 2,3 = 0,0013 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)}/\text{W};$$

Grindų konstrukcijos, atskirų sluoksnių suminė varža:

$$R_S = R_{skalda} + R_{p.p} + R_{b.s} + R_{he2} = 0,1 + 0,0004 + 0,065 + 0,0013 = 0,1654 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)}/\text{W};$$

Atstojamasis grindų plokštės storis, išreikštas grunto sluoksnio storio:

$$d_t = w + \lambda_{gr} \cdot (R_{se} + R_S + R_{si}) = 0,15 + 2 \cdot (0,17 + 0,1654 + 0,04) = 0,90 \text{ m}.$$

Būdingasis grindų ant grunto matmuo:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P} = \frac{1180,96}{0,5 \cdot 145,6} = 16,22 \text{ m}.$$

$d_t = 0,90 < B' = 16,22$, tai grindys mažai apšiltintos:

$$U_0 = \frac{2 \cdot \lambda_{gr}}{\pi \cdot B' + d_t} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1 \right) = \frac{2 \cdot 2}{3,14 \cdot 16,22 + 0,90} \cdot \ln \left(\frac{3,14 \cdot 16,22}{0,90} + 1 \right) = 0,31 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K});$$

Grindys apšiltintos perimetru, kurio $l = 1,5 \text{ m}$; $d = 0,1 \text{ m}$. Apšiltinimui naudojama EPS 200, deklaruojamas šilumos laidumo koef. $\lambda = 0,033 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (pagal [9]). Projektinis sluoksnio šilumos laidumo koef.:

$$\lambda_{ds} = \lambda + \Delta\lambda_w = 0,033 + 0,003 = 0,036 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K}).$$

Grindų ant grunto papildomoji šiluminė varža:

$$R'_{ins} = R_{ins} - \frac{d_{ins}}{\lambda_{gr}} = \frac{0,1}{0,036} - \frac{0,1}{2} = 2,73 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)}/\text{W};$$

Atstojamasis papildomo apšiltinimo sluoksnio storis

$$d' = R'_{ins} \cdot \lambda_{gr} = 2,73 \cdot 2 = 5,46 \text{ m}.$$

Papildomo apšiltinimo įtakos pataisa, kai termoizoliacijos sluoksnis įrengtas pagal pastato perimetrą horizontaliai:

$$\Delta\Psi = -\frac{\lambda_{gr}}{\pi} \cdot \left[\ln \left(\frac{l}{d_t} + 1 \right) - \ln \left(\frac{l}{d_t + d'} + 1 \right) \right] = -\frac{2}{3,14} \cdot \left[\ln \left(\frac{1,5}{0,9} + 1 \right) - \ln \left(\frac{1,5}{0,9 + 5,46} + 1 \right) \right] = -0,49$$

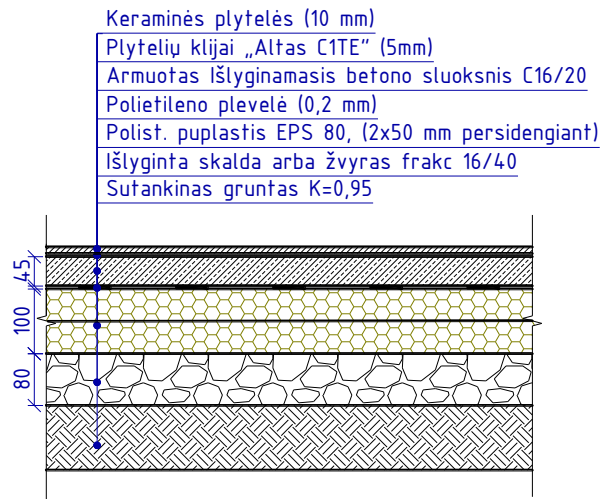
Grindų ant grunto šilumos perdavimo koef.:

$$U = U_0 + \frac{2 \cdot \Delta\Psi}{B'} = 0,31 + \frac{2 \cdot (-0,49)}{16,22} = 0,37 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K});$$

$$U = 0,37 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_N = 0,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \text{ (pagal [7], pramoninės paskirties pastatams)}.$$

Grindų ant grunto (administracinių pat. korpusė) šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

Grindų ant grunto konstrukcija pateikiama 1.3 pav.



1.3 pav. Grindų ant grunto konstrukcija

- Skalda – 80 mm storio:

Šilumos laidumo koeficiento projektinė vertė $\lambda_{ds} = 2 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (pagal [8]).

$$R_{skalda} = 0,08 / 2 = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W};$$

- EPS 80 100 mm storio:

Šilumos laidumo koeficiento deklaruojamoji vertė $\lambda_d = 0,033 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (pagal [9]).

Projektinė vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_{dec} + \Delta\lambda_w = 0,033 + 0,003 = 0,036 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K});$$

$$R_{EPS} = 0,1 / 0,036 = 2,78 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W};$$

- Polietileninė plėvelė – 0,2 mm storio:

Šilumos laidumo koeficiento projektinė vertė $\lambda_{ds} = 0,5 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (pagal [8])

$$R_{p.p} = 0,0002 / 0,5 = 0,0004 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W};$$

- Armuotas išlyginamasis betono sl. – 45 mm storio:

Šilumos laidumo koeficiento projektinė vertė $\lambda_{ds} = 2,3 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (pagal [8])

$$R_{b.s} = 0,045 / 2,3 = 0,02 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W};$$

- Plytelių klijai „Altas C1TE“ – 5 mm storio:

Šilumos laidumo koeficiento projektinė vertė $\lambda_{ds} = 2,3 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (pagal [8])

$$R_{p.k.} = 0,005 / 2,3 = 0,0022 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W};$$

- Keraminės plytelės – 10 mm storio:

Šilumos laidumo koeficiento projektinė vertė $\lambda_{ds} = 0,8 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (pagal [8])

$$R_{k.p.} = 0,01 / 0,8 = 0,0125 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W};$$

- Apskaičiuojame suminę šiluminę varžą:

$$R_S = R_{skalda} + R_{EPS} + R_{p.p.} + R_{b.s} + R_{p.k.} + R_{k.p.} = 0,04 + 2,78 + 0,0004 + 0,02 + 0,0022 + 0,0125 = 2,855(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}.$$

Atstojamasis grindų plokštės storis, išreikštas grunto sluoksnio storio:

$$d_t = w + \lambda_{gr} \cdot (R_{se} + R_S + R_{si}) = 0,15 + 2 \cdot (0,17 + 2,855 + 0,04) = 6,28 \text{ m}.$$

Būdingasis grindų ant grunto matmuo:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P} = \frac{328,44}{0,5 \cdot 72,5} = 9,06 \text{ m}.$$

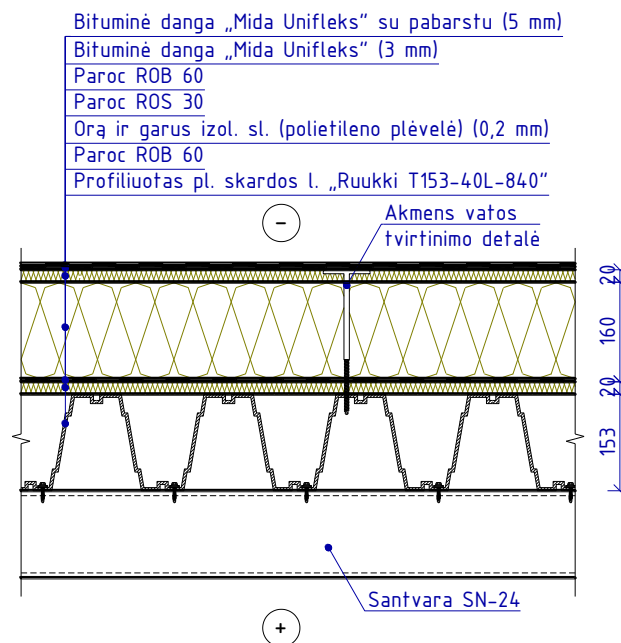
$d_t = 6,28 < B' = 9,06$, tai grindys mažai apšiltintos:

$$U_0 = \frac{2 \cdot \lambda_{gr}}{\pi \cdot B' + d_t} \cdot \ln \left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1 \right) = \frac{2 \cdot 2}{3,14 \cdot 9,06 + 6,28} \cdot \ln \left(\frac{3,14 \cdot 9,06}{6,28} + 1 \right) = 0,197 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K});$$

$$U = U_0 = 0,197 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_N = 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \text{ (pagal [7], viešosios paskirties pastatams)}.$$

Plokščio stogo šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

Stogo konstrukcija pateikiama 1.4 pav.



1.4 pav. Stogo konstrukcija

- PAROC ROB 60 20 mm storio:

Šilumos laidumo koeficiento deklaruojamoji vertė $\lambda_d = 0,038 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (pagal [10]).

Projektinė vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_d + \Delta\lambda_w = 0,038 + 0,001 = 0,039 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K}).$$

$$R_{PAROC1} = 0,02 / 0,039 = 0,513 (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W};$$

- Polietileninė plėvelė – 0,2 mm storio:

Šilumos laidumo koeficiento projektinė vertė $\lambda_{ds} = 0,5 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (pagal [8]);

$$R_{p.p} = 0,0002 / 0,5 = 0,0004 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)}/\text{W};$$

- PAROC ROS 30 160 mm storio:

Šilumos laidumo koeficiento deklaruojamoji vertė $\lambda_d = 0,036 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (pagal [10]).

Projektinė vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_d + \Delta\lambda_w = 0,036 + 0,001 = 0,037 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K});$$

$$R_{PAROC2} = 0,16 / 0,037 = 4,324 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)}/\text{W};$$

- PAROC ROB 60 20 mm storio:

Šilumos laidumo koeficiento deklaruojamoji vertė $\lambda_d = 0,038 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (pagal [10]).

Projektinė vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_d + \Delta\lambda_w = 0,038 + 0,001 = 0,039 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K});$$

$$R_{PAROC3} = 0,02 / 0,039 = 0,513 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)}/\text{W};$$

- Dviejų sluoksnių bituminė danga – 10 mm storio:

Šilumos laidumo koeficiento projektinė vertė $\lambda_{ds} = 0,17 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (pagal [8])

$$R_{b.d.} = 0,01 / 0,17 = 0,0588 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)}/\text{W};$$

- Apskaičiuojame suminę šiluminę varžą:

$$R_S = R_{PAROC1} + R_{p.p.} + R_{PAROC2} + R_{PAROC3} + R_{b.d.} = 0,513 + 0,0004 + 4,324 + 0,513 + 0,0588 = 5,413 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)}/\text{W}.$$

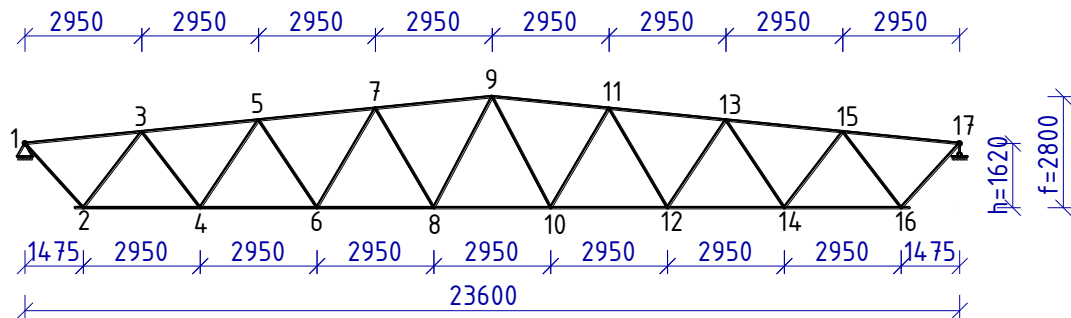
$$U = 1 / R_S = 1 / 5,413 = 0,185 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

$U = 0,185 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_N = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (pagal [7], viešosios paskirties pastatams) $< U_N = 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (pagal [7], pramoninės paskirties pastatams).

2. LAIKANČIŲJŲ KONSTRUKCIJŲ SKAIČIAVIMAS

2.1. Plieninės santvaros SN-24 skaičiavimas

Projektuojama trapecinė plieninė santvara iš šaltai valcuotų kvadratinų ir stačiakampių profilių. Santvaros schema pateikta 2.1 pav.



2.1 pav. Plieninės santvaros SN-24 schema

Geometrinių dydžių skaičiavimas

Santvaros tarpatramis $l = 23,60$ m.

Santvaros aukštis ties mazgu 9:

$$f = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{9} \right) = 2,95 \div 2,62 \text{ m.}$$

Priimu santvaros aukštį $f = 2,8$ m.

Santvaros višutinės juostos nuolydis:

$$i = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{12} \right) = (0,125 \div 0,083).$$

Priimu nuolydį $i = 0,1$.

Santvaros aukštis ties kraštu:

$$h = f - 0,1 * 11,8 = 2,8 - 1,18 = 1,62 \text{ m.}$$

Višutinės juostos nuolydis laipsniais.

$$\alpha = \arctg \frac{1,18}{11,8} = 5,71^\circ.$$

Apkrovų skaičiavimas

Sniego apkrovos skaičiavimas

Sniego apkrovos į stogo horizontalios projekcijos dydis nustatomas pagal tokią formulę:

$$s = \mu_i * c_e * c_t * s_k \quad (2.1)$$

čia: μ_i – stogo sniego apkrovos formos koeficientas, priimame 1 ([11] 2 priedas 1 lentelė);
 c_e – atodangos koeficientas, priimame 1;
 c_t – terminis koeficientas, priklausantis nuo energijos nuostolių per stogą ar kitos terminės įtakos. Terminis koeficientas turi būti panaudojamas, kai atsižvelgiama į dėl tirpimo

sumažėjusią sniego apkrovą ant stogo, turinčio didelį šiluminį laidumą ($> 1 \text{ W/m}^2\text{K}$). Visais kitais atvejais $c_t = 1,0$;

s_k – sniego antžeminės apkrovos charakteristinė reikšmė, priimame 1,2 ([11] 1priedas 1 lentelė).

Tuomet:

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

Skačiuojamosios sniego apkrovos į stogo horizontalią projekciją nustatomas:

$$s = s_k \cdot \gamma_Q; \quad (2.2)$$

čia: $\gamma_Q = 1,3$ dalinis sniego apkrovos koeficientas.

Tuomet sniego apkrova pagal 2.2 formulę:

$$s = 1,2 \cdot 1,3 = 1,56 \text{ kN/m}^2;$$

Nuolatinės apkrovos skaičiavimas

Stogo konstrukcijos svorio skaičiavimas pateikiamas 2.1 lentelėje

2.1 lentelė. Stogo konstrukcijos savojo svorio skaičiavimas

Eil. Nr.	Stogo elementai ir jų masė	Charakteristinė apkrova N/m^2	Dalinis koeficientas γ_g	Skačiuojamoji apkrova N/m^2
1.	Ruloninė prilydomoji bituminė danga "Mida": Uniflex su pab. – 5 kg/m^2 Uniflex be pab. – 5 kg/m^2	100,0	1,35	135,0
2.	"Paroc" akmens vata 3 sluoksniai: ROB 60, 20mm – 4 kg/m^2 ROS 30, 160mm – 16 kg/m^2 ROB 60, 20mm – 4 kg/m^2	240,0	1,35	324,0
3.	Orą ir garo izoliuojantis sluoksnis: Polietileno plėvelė – $0,196 \text{ kg/m}^2$	1,96	1,35	2,65
4.	Apkrovas laikantis paklotas "Ruukki": T153-40L-840 – $12,62 \text{ kg/m}^2$	126,2	1,35	170,37
5.	Iš viso:	$g_k = 468,16$	–	$g = 632,02$

Santvaros savojo svorio apkrova

Charakteringoji santvaros svorio apkrova kai santvaros ilgis 23,6 m.

$$g_c = 10 \cdot 23,6 = 236 \text{ N/m}^2 = 0,236 \text{ kN/m}^2.$$

Skačiuojamoji apkrova:

$$g_s = g_c \cdot \gamma_G = 0,236 \cdot 1,1 = 0,264 \text{ kN/m}^2.$$

Apkrova tenkanti vienam tiesiniam metrui

Sniego apkrova:

$$q_s = s \cdot b = 1,56 \cdot 6 = 9,36 \text{ kN/m'}$$

Denginio apkrova:

$$q_{deng} = g \cdot b = 0,632 \cdot 6 = 3,792 \text{ kN/m'}$$

Savojo svorio apkrova:

$$q_{s.s.} = g_s \cdot b = 0,264 \cdot 6 = 1,584 \text{ kN/m'}$$

Bendra apkrova:

$$q = q_s + q_{deng} + q_{s.s.} = 9,36 + 3,792 + 1,584 = 14,736 \text{ kN/m'}$$

Skačiuojamosios apkrovos tenkančios santvaros mazgams

Nuolatinė:

$$F_1 = F_{17} = 6,01 \cdot 1,475 = 8,87 \text{ kN};$$

$$F_{2...16} = 6,01 \cdot 2,95 = 17,73 \text{ kN};$$

Laikinos:

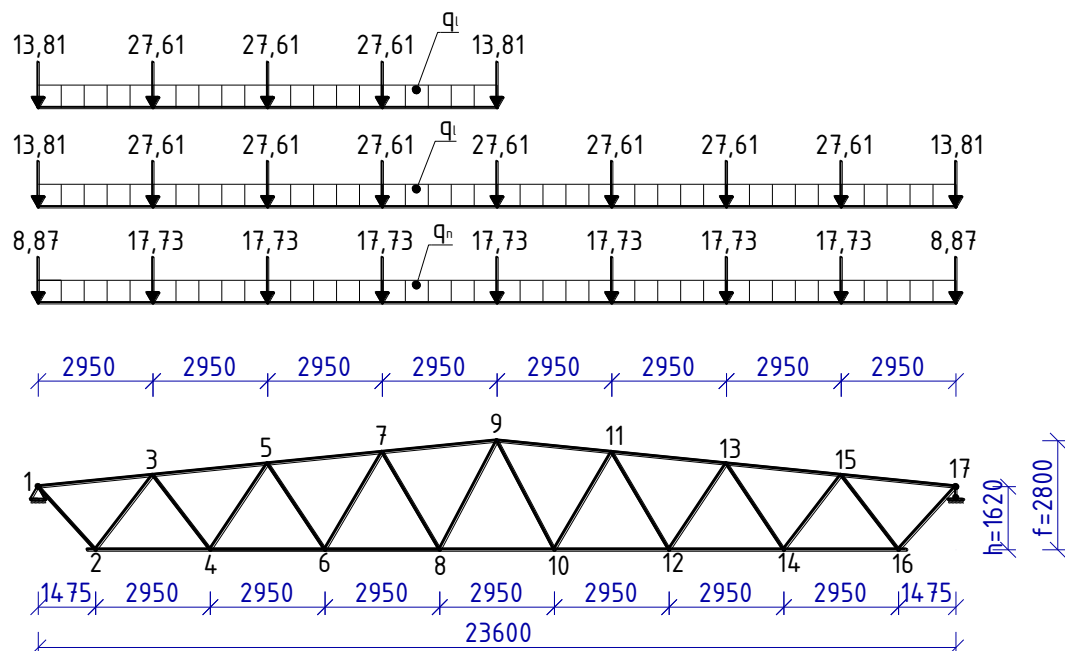
$$Q_1 = Q_{17} = 9,36 \cdot 1,475 = 13,81 \text{ kN};$$

$$Q_{2...16} = 9,36 \cdot 2,95 = 27,61 \text{ kN};$$

Irašų skaičiavimas

Skaičiavimus atliksime su kompiuterine programa „Autodesk robot structural analysis“.

Skaičiuotinė schema pateikta 2.2 pav.



2.2 pav. Plieninės santvaros S-24 skaičiuotinė schema

Gauti rezultatai pateikti 2.2 lentelėje.

2.2 lentelė. Santvaros įrašų rezultatai

Santvaros elementas	Elemento pažymėjimas	Įrašos veikiant 3 (pavojingiausia) apkrovimo atvejui, kN		Didžiausia įraža pagal kurią projektuojame skerspjūvį, kN	
		Tempimas	Gniuždymas	Tempimas	Gniuždymas
Viršutinė juosta	1-3	-	-256,49	-	-692,89
	3-5	-	-576,61		
	5-7	-	-692,89		
	7-9	-	-680,91		
	9-11	-	-646,57		
	11-13	-	-608,39		
	13-15	-	-479,97		
	15-17	-	-206,51		
Apatinė juosta	2-4	461,32	-	705,18	-
	4-6	660,78	-		
	6-8	705,18	-		
	8-10	642,67	-		
	10-12	637,61	-		
	12-14	561,63	-		
	14-16	372,57	-		
Spyriai	1-2	373,22	-	373,22	-344,78
	2-3	-	-344,78		
	3-4	176,9	-	176,90	-165,54
	4-5	-	-165,54		
	5-6	43,8	-	74,01	-69,14
	6-7	-	-39,94		
	7-8	-	-63,75		
	8-9	65,11	-		
	9-10	-	-3,68		
	10-11	6,97	-		
	11-12	-	-69,14		
	12-13	74,01	-		
	13-14	-	-156,72	167,87	-156,72
	14-15	167,87	-		
	15-16	-	-278,35	301,61	-278,35
	16-17	301,61	-		

Santvaros viršutinės juostos skerspjūvio parinkimas

Viršutinė juosta skaičiuojama kaip centriškai gniuždomas elementas. Iš 2.2 lentelės matome kad didžiausia įraža -692,89 kN. Skaičiuotinis ilgis $l_{eff} = 2,965$ m.

Iš asortimento parenkame kvadratinį plieninį vamzdį 140x140x8, kurio $A = 40$ cm², $i = 5,3$ cm.

Centriškai gniuždomas elementas turi tenkinti sąlyga:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (2.3)$$

čia: $N_{c,Rd}$ – gniuždomo elemento pastovumo atsparis;

$$N_{c,Rd} = \varphi \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c \quad (2.4)$$

čia: φ – klupumo koeficientas;

A – elemento skerspjūvio plotas;

$f_{y,d}$ – skaičiuotinis plieno stipris;

γ_c – darbo sąlygų koeficientas ([12] 7.1 lentelė).

Skaičiuojame juostos liaunį:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff}}{i_y} = \frac{296,5}{5,3} = 55,94 \quad (2.5)$$

Skaičiuojame sąlyginį liaunį:

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 57,02 \cdot \sqrt{\frac{214 \cdot 10^6}{210 \cdot 10^9}} = 1,82 < 2,5 \quad (2.6)$$

Toliau pagal [12] 7.9 formulę skaičiuojame klupumo koeficientą:

$$\begin{aligned} \varphi &= 1 - (0,073 - 5,53 \cdot \frac{f_{y,d}}{E}) \cdot \bar{\lambda} \cdot \sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - (0,073 - 5,53 \cdot \frac{214 \cdot 10^6}{210 \cdot 10^9}) \cdot 1,82 \cdot \sqrt{1,82} = \\ &= 0,83 \end{aligned} \quad (2.7)$$

Toliau pagal (2.4) skaičiuojame gniuždomo elemento pastovumo atsparį:

$$N_{c,Rd} = 0,83 \cdot 40 \cdot 10^{-4} \cdot 214 \cdot 10^3 \cdot 1 = 710,48 \text{ kN}$$

Tikriname elementą pagal (2.3) formulę:

$$\frac{692,89}{710,48} = 0,975 \leq 1,0$$

Sąlyga tinkama.

Centriškai gniuždomos santvaros viršutinės juostos ribinis liaunis

$$\lambda_u = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,975 = 121,50 \quad (2.8)$$

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}}$$

$$\lambda = 55,94 < \lambda_u = 121,50$$

Santvaros viršutinės juostos liaunis neviršija ribinės reikšmės. Santvaros viršutinės juostos skerspjūvis yra pakankamo didumo.

Santvaros apatinės juostos skerspjūvio parinkimas

Apatinė juosta skaičiuojama kaip centriškai tempemas elementas. Iš 2.2 lentelės matome kad didžiausia įraža 705,18 kN. Skaičiuotinis ilgis $l_{eff} = 2,950 \text{ m}$.

Iš asortimento parenkame stačiakampį plieninį vamzdį 150x100x8, kurio $A = 35,24 \text{ cm}^2$, $i = 5,35 \text{ cm}$.

Centriškai tempemas elementas turi tenkinti sąlyga:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0 \quad (2.9)$$

čia: $N_{pl,Rd}$ – tempemo elemento atsparis;

$$N_{pl,Rd} = A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 35,24 \cdot 10^{-4} \cdot 214 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 716,43 \text{ kN} \quad (2.10)$$

čia: γ_c – darbo sąlygų koeficientas – 0,95.

Tikriname elementą pagal (2.8) formulę:

$$\frac{705,18}{716,43} = 0,984 \leq 1,0$$

Sąlyga tinkama.

Tikriname ar tempimų elementų liaunis neviršija ribinės reikšmės:

$$\lambda \leq \lambda_u \quad (2.11)$$

$$\lambda = \frac{l_{eff}}{i} = \frac{295}{5,35} = 55,14$$

$\lambda_u = 400$, pagal [12] 7.19 lentelę.

$$55,14 \leq 400$$

Santvaros apatinės juostos liaunis neviršija ribinės reikšmės. Santvaros apatinės juostos skeprjūvis yra pakankamo didumo.

Santvaros spyrių skerspjūvio parinkimas

Santvaros spyrius veikia skirtingos įrašos todėl parinksime tris skirtingo skerspjūvio profilius. Spyriai projektuojami atsižvelgiant į apatinės ir viršutinės juostos elementų skerspjūvius. Spyrių konstrukciniai reikalavimai:

$$b_{min} = 0,6 \cdot B = 0,6 \cdot 100 = 60 \text{ mm}; \quad (2.12)$$

$$b_{max} = B - 2 \cdot (t_j + t_s) = 140 - 2 \cdot (8 + 8) = 108 \text{ mm}. \quad (2.13)$$

Spyrių 1-2,2-3,15-16,16-17 projektavimas

Didžiausia veikianti gniuždymo įraša -344,78 kN, didžiausia veikianti tempimo įraša 373,22. Gniuždomo strypo skaičiuotinis ilgis $l_{eff} = 2,417 \text{ m}$.

Iš asortimento parenkame stačiakampį plieninį vamzdį 90x90x8, kurio $A = 24 \text{ cm}^2$, $i = 3,25 \text{ cm}$.

Apskaičiuojame spyrio liaunį pagal (2.5) formulę:

$$\lambda = \frac{l_{eff}}{i} = \frac{214,7}{3,25} = 66,06$$

Sąlyginis liaunis pagal (2.6) formulę bus lygus:

$$\bar{\lambda} = 66,06 \cdot \sqrt{\frac{214 \cdot 10^6}{210 \cdot 10^9}} = 2,11 < 2,5$$

Pagal (2.7) formulę skaičiuojame klupumo koeficientą:

$$\varphi = 1 - (0,073 - 5,53 \cdot \frac{214 \cdot 10^6}{210 \cdot 10^9}) \cdot 2,11 \cdot \sqrt{2,11} = 0,79$$

Gniuždomo elemento pastovumo atsparis skaičiuojamas pagal (2.4) formulę:

$$N_{c,Rd} = \varphi \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,79 \cdot 24 \cdot 10^{-4} \cdot 214 \cdot 10^3 \cdot 1 = 405,74$$

Tikriname elementą pagal (2.3) sąlygą:

$$\frac{344,78}{405,74} = 0,85 \leq 1,0$$

Sąlyga tinkama.

Centriškai gniuždomo santvaros atraminio spyrio ribinis liaunis pagal (2.8) formulę:

$$\lambda_u = 180 - 60 \cdot 0,85 = 129$$

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}}$$

$$\lambda = 66,06 < \lambda_u = 129$$

Santvaros spyrio liaunis neviršija ribinės reikšmės. Santvaros spyrio skerspjuvis yra pakankamo didumo.

Toliau tikriname tempiamą strypą. Tempiamo strypo skaičiuotinis ilgis $l_{eff} = 2,191$ m.

Skerspjuvio stiprumo atsparis skaičiuojamas pagal (2.10) formulę.

$$N_{pl,Rd} = 24 \cdot 10^{-4} \cdot 214 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 487,92 \text{ kN}$$

Tikriname elementą pagal (2.9) formulę:

$$\frac{373,22}{487,92} = 0,76 \leq 1,0$$

Sąlyga tinkama.

Pagal (2.11) formulę tikriname ar tempiamų elementų liaunis neviršija ribinės reikšmės:

$$\lambda \leq \lambda_u$$

$$\lambda = \frac{l_{eff}}{i} = \frac{219,1}{3,25} = 67,42$$

$$\lambda_u = 400, \text{ pagal [12] 7.19 lentelę.}$$

$$67,62 \leq 400$$

Santvaros spyrio liaunis neviršija ribinės reikšmės. Santvaros spyrio skerspjuvis yra pakankamo didumo.

Spyrių 3-4,5-6,13-14,15-16 projektavimas

Didžiausia veikianti gniuždymo įraža -165,54 kN, didžiausia veikianti tempimo įraža 176,90. Gniuždomo strypo skaičiuotinis ilgis $l_{eff} = 2,657$ m.

Iš asortimento parenkame stačiakampį plieninį vamzdį 70x70x6, kurio $A = 14,1 \text{ cm}^2$, $i = 2,57 \text{ cm}$.

Apskaičiuojame spyrio liaunį pagal (2.5) formulę:

$$\lambda = \frac{l_{eff}}{i} = \frac{265,7}{2,57} = 103,39$$

Sąlyginis liaunis pagal (2.6) formulę bus lygus:

$$\bar{\lambda} = 103,39 \cdot \sqrt{\frac{214 \cdot 10^6}{210 \cdot 10^9}} = 3,3 > 2,5$$

Pagal [12] 7.10 formulę skaičiuojame klupumo koeficientą:

$$\begin{aligned} \varphi &= 1,47 - 13 \cdot \frac{f_{y,d}}{E} - \left(0,371 - 27,3 \cdot \frac{f_{y,d}}{E}\right) \cdot \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \cdot \frac{f_{y,d}}{E}\right) \cdot \bar{\lambda}^2 = \\ &= 1,47 - 13 \cdot \frac{214 \cdot 10^6}{210 \cdot 10^9} - \left(0,371 - 27,3 \cdot \frac{214 \cdot 10^6}{210 \cdot 10^9}\right) \cdot 3,3 \\ &\quad + \left(0,0275 - 5,53 \cdot \frac{214 \cdot 10^6}{210 \cdot 10^9}\right) \cdot 3,3^2 = 0,562 \end{aligned} \quad (2.14)$$

Gniuždomo elemento pastovumo atsparis skaičiuojamas pagal (2.4) formulę:

$$N_{c,Rd} = \varphi \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,562 \cdot 14,1 \cdot 10^{-4} \cdot 214 \cdot 10^3 \cdot 1 = 169,58$$

Tikriname elementą pagal (2.3) sąlygą:

$$\frac{165,54}{169,58} = 0,976 \leq 1,0$$

Sąlyga tinkama.

Centriškai gniuždomo santvaros atraminio spyrio ribinis liaunis pagal (2.8) formulę:

$$\lambda_u = 180 - 60 \cdot 0,976 = 121,44$$

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}}$$

$$\lambda = 103,39 < \lambda_u = 121,44$$

Santvaros spyrio liaunis neviršija ribinės reikšmės. Santvaros spyrio skerspjuvis yra pakankamo didumo.

Toliau tikriname tempiamą strypą. Tempiamo strypo skaičiuotinis ilgis $l_{eff} = 2,417$ m.

Skerspjuvio stiprumo atsparis skaičiuojamas pagal (2.10) formulę.

$$N_{pl,Rd} = 14,1 \cdot 10^{-4} \cdot 214 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 286,65 \text{ kN}$$

Tikriname elementą pagal (2.9) formulę:

$$\frac{176,90}{286,65} = 0,617 \leq 1,0$$

Sąlyga tinkama.

Pagal (2.11) formulę tikriname ar tempiamų elementų liaunis neviršija ribinės reikšmės:

$$\lambda \leq \lambda_u$$

$$\lambda = \frac{l_{eff}}{i} = \frac{241,7}{2,57} = 94,05$$

$$\lambda_u = 400, \text{ pagal [12] 7.19 lentelę.}$$

$$94,05 \leq 400$$

Santvaros spyrio liaunis neviršija ribinės reikšmės. Santvaros spyrio skeprjūvis yra pakankamo didumo.

Spyrių 5-6,6-7,7-8,8-9,9-10,10-11,11-12,12-13 projektavimas

Didžiausia viekianti gniuždymo įraža -69,14 kN, didžiausia veikianti tempimo įraža 74,01. Gniuždomo strypo skaičiuotinis ilgis $l_{eff} = 2,907$ m.

Iš asortimento parenkame stačiakampį plieninį vamzdį 60x60x5, kurio $A = 10,40 \text{ cm}^2$, $i = 2,21$ cm.

Apskaičiuojame spyrio liaunį pagal (2.5) formulę:

$$\lambda = \frac{l_{eff}}{i} = \frac{290,7}{2,21} = 131,54$$

Sąlyginis liaunis pagal (2.6) formulę bus lygus:

$$\bar{\lambda} = 131,54 \cdot \sqrt{\frac{214 \cdot 10^6}{210 \cdot 10^9}} = 4,20 > 2,5$$

Pagal (2.14) formulę skaičiuojame klupumo koeficientą:

$$\varphi = 1,47 - 13 \cdot \frac{214 \cdot 10^6}{210 \cdot 10^9} - \left(0,371 - 27,3 \cdot \frac{214 \cdot 10^6}{210 \cdot 10^9} \right) \cdot 4,20 + \left(0,0275 - 5,53 \cdot \frac{214 \cdot 10^6}{210 \cdot 10^9} \right) \cdot 4,20^2 = 0,401$$

Gniuždmo elemento pastovumo atsparis skaičiuojamas pagal (2.4) formulę:

$$N_{c,Rd} = \varphi \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,401 \cdot 10,40 \cdot 10^{-4} \cdot 214 \cdot 10^3 \cdot 1 = 89,25$$

Tikriname elementą pagal (2.3) sąlygą:

$$\frac{69,14}{89,25} = 0,77 \leq 1,0$$

Sąlyga tinkama.

Centriškai gniuždomo santvaros atraminio spyrio ribinis liaunis pagal (2.8) formulę:

$$\lambda_u = 180 - 60 \cdot 0,77 = 133,80$$

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}}$$

$$\lambda = 131,54 < \lambda_u = 133,80$$

Santvaros spyrio liaunis neviršija ribinės reikšmės. Santvaros spyrio skerpjūvis yra pakankamo didumo.

Toliau tikriname tempiamą strypą. Tempimo strypo skaičiuotinis ilgis $l_{eff} = 2,657$ m.

Skerspjuvio stiprumo atsparis skaičiuojamas pagal (2.10) formulę.

$$N_{pl,Rd} = 10,40 \cdot 10^{-4} \cdot 214 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 211,43 \text{ kN}$$

Tikriname elementą pagal (2.9) formulę:

$$\frac{74,01}{211,43} = 0,35 \leq 1,0$$

Sąlyga tinkama.

Pagal (2.11) formulę tikriname ar tempiamų elementų liaunis neviršija ribinės reikšmės:

$$\lambda \leq \lambda_u$$

$$\lambda = \frac{l_{eff}}{i} = \frac{265,7}{2,21} = 120,23$$

$\lambda_u = 400$, pagal [12] 7.19 lentelę.

$$120,23 \leq 400$$

Santvaros spyrio liaunis neviršija ribinės reikšmės. Santvaros spyrio skeprjūvis yra pakankamo didumo.

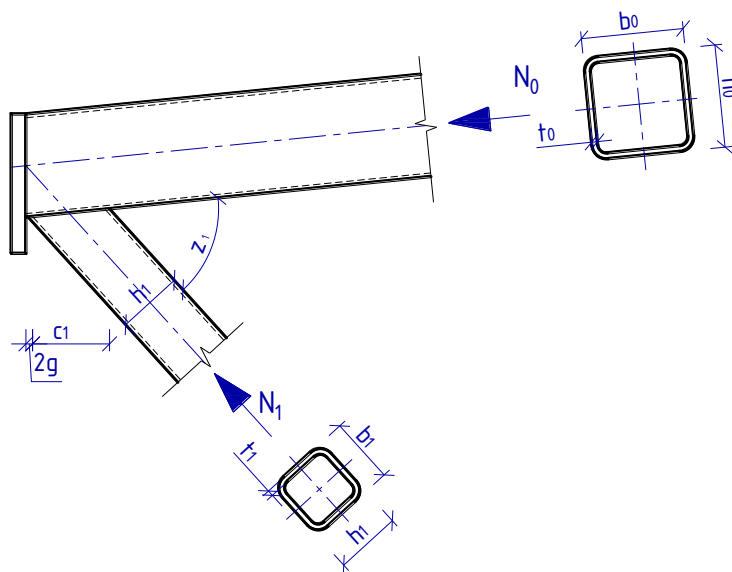
Santvaros mazgų skaičiavimas ir konstravimas

Santvarų iš stačiakampių tuščiavidurių profiliuotų mazgų bei mazginių lakštų, jungiančių juostą ir prie jos tvirtinamus tinklelio elementus, pagal [12] 8 priedo VII skirsnį turi būti tikrinama:

- 1) juostos sienutės, besiliečiančios su tinklelio elementu, atsparis praspaudimui (išplėsimui);
- 2) juostos šoninės sienutės (lygiagrečios mazgo plokštumai) atsparis gniuždomojo elemento prijungimo vietoje;
- 3) tinklelio elemento atsparis jungimo prie juostos srityje;
- 4) virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementą prie juostos, atsparis.

- 1) Tikriname juostos sienutės besiliečiančios su tinklelio elementu atspari praspaudimui (išplėsimui)

Tikriname atraminį mazgą „A“. Mazgo schema pateikta 2.3 pav.



2.3 pav. Mazgas „A“

Duomenys: $h_0 = 140 \text{ mm}$; $b_0 = 140 \text{ mm}$; $t_0 = 8 \text{ mm}$; $t_2 = 8 \text{ mm}$; $h_2 = 90 \text{ mm}$; $b_1 = 90 \text{ mm}$; $c = 111 \text{ mm}$; $g = 10 \text{ mm}$; $a = 25 \text{ mm}$; $z_1 = 53,39^\circ$; $N_0 = 256,49 \text{ kN}$; $N_1 = 373,22 \text{ kN}$ $\gamma_c = 0,95$; $\gamma_1 = 1,2$;

Nustatome γ_0 :

$$\frac{256,49}{(40 \cdot 10^{-4} \cdot 214 \cdot 10^3)} = 0,3 < 0,5, \text{ taigi } \gamma_0 = 1$$

Tikriname sąlygas:

$$\frac{b_1}{b_0} = \frac{0,09}{0,14} = 0,64 \leq 0,9;$$

$$\frac{g}{c_1} = \frac{0,01}{0,111} = 0,09 < 0,25.$$

Taigi, juostos sienutės besiliečiančios su tinklelio elementu atspari praspaudimui (išplėšimui) tikrinsime pagal šią sąlygą:

$$|N_1| + \frac{1,5 \cdot |M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_0 \cdot f_{y,d} \cdot t_0^2 \cdot (b_1 + g + \sqrt{2 \cdot b_0 \cdot a})}{(0,4 + 1,8 \cdot \frac{g}{c_1}) \cdot a \cdot \sin \cdot z_1} \quad (2.15)$$

čia: N_1 – ašinė jėga prijungiamajame elemente;

M_1 – lenkiamasis momentas prijungiamajame elemente mazgo plokštumoje, sutampančiame su juostos lentyna pjūvyje (momento dėl mazgų standumo galima nevertinti);

γ_c – darbo sąlygų koeficientas pagal [12] 7.1 lentelę;

γ_1 – įrašos ženklo prijungiamajame elemente įtakos koeficientas imamas lygus 1,2 tempiamajam elementui ir 1,0 kitais atvejais;

γ_0 – juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas, nustatomas pagal (2.16) formulę, jei juosta gniuždoma ir $|N_0| / (A_0 f_{y,d}) > 0,5$. Kitais atvejais $\gamma_0 = 1,0$;

$$\gamma_0 = 1,5 - \frac{|N_0|}{(A_0 \cdot f_{y,d})} \quad (2.16)$$

N_0 – juostos ašinė jėga, veikianti tempiamojo tinklelio elemento pusėje;

A_0 – santvaros juostos skerspjūvio plotas;

$f_{y,d}$ – juostos plieno skaičiuotinis stipris pagal takumo ribą;

t_0 – santvaros juostos sienutės storis;

c_1 – prijungiamojo elemento ir juostos susikirtimo linijos ilgis juostos ašies kryptimi, lygus $c_1 = h_1 / \sin z_1$;

g – pusė atstumo tarp gretimų tinklelio elementų sienučių arba tarp spyrio ir atraminės briaunos;

$$a = (b_0 - b_1)/2;$$

z_1 – tinklelio elemento prijungimo prie juostos kampas.

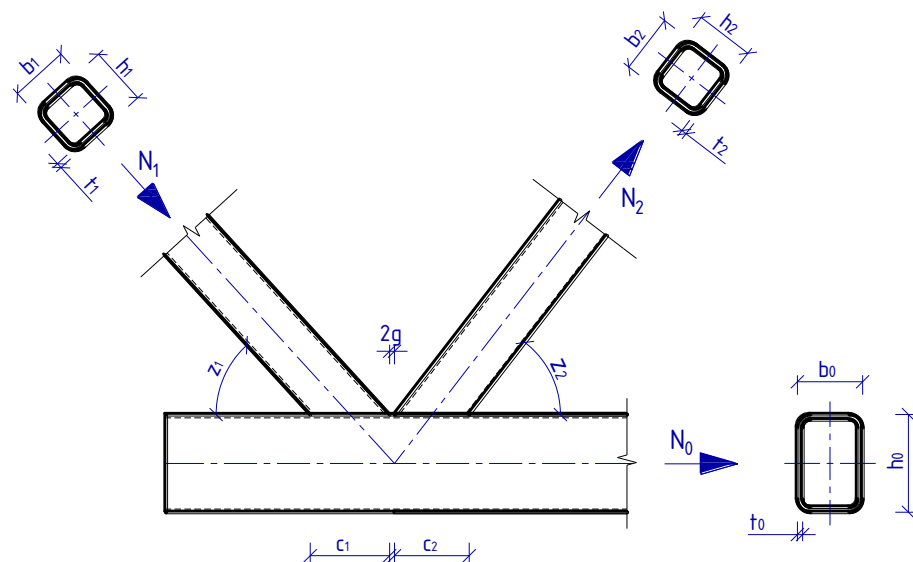
Tikriname mazgą pagal (2.15) formulę:

$$373,22 + \frac{1,5 \cdot 0}{0,09} \leq \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 214 \cdot 10^3 \cdot 0,008^2 \cdot (0,09 + 0,01 + \sqrt{2 \cdot 0,14 \cdot 0,025})}{(0,4 + 1,8 \cdot \frac{0,01}{0,111}) \cdot 0,025 \cdot \sin 53,39}$$

$$373,22 \leq 515,36$$

Sąlyga tinkama.

Tikriname mazgą „B“, kurio schema pateikta 2.4 pav.



2.4 pav. Mazgas „B“

Duomenys: $h_0 = 150$ mm; $b_0 = 100$ mm; $t_0 = 8$ mm; $t_1 = t_2 = 8$ mm; $h_1 = h_2 = 90$ mm; $b_1 = b_2 = 90$ mm; $c_1 = 122$ mm; $c_2 = 115$; $g = 10$ mm; $a = 5$ mm; $z_1 = 47,68^\circ$; $z_2 = 52,40^\circ$; $N_0 = 461,32$ kN; $N_1 = 373,22$ kN; $N_2 = -344,78$ kN; $\gamma_c = 0,95$ kai tempiamas; $\gamma_c = 1$, kai gniuždomas; $\gamma_1 = 1,2$, kai tempiamas; $\gamma_1 = 1$ kai gniuždomas; $\gamma_0 = 1$;

Tikriname sąlygas:

$$\frac{b_1(b_2)}{b_0} = \frac{0,09}{0,10} = 0,9 \leq 0,9;$$

$$\frac{g}{c_1} = \frac{0,01}{0,122} = 0,08 < 0,25.$$

Taigi, juostos sienutės besiliečiančios su tinklelio elementu atspari praspaudimui (išplėšimui) tikrinsime pagal (2.15) formulę:

$$373,22 + \frac{1,5 \cdot 0}{0,09} \leq \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 214 \cdot 10^3 \cdot 0,008^2 \cdot (0,09 + 0,01 + \sqrt{2 \cdot 0,10 \cdot 0,005})}{(0,4 + 1,8 \cdot \frac{0,01}{0,122}) \cdot 0,005 \cdot \sin 47,68}$$

$$373,22 \leq 1422$$

Sąlyga tinkama.

Tikriname, kai prijungiamas gniuždomas elementas.

$$344,78 + \frac{1,5 \cdot 0}{0,09} \leq \frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 214 \cdot 10^3 \cdot 0,008^2 \cdot (0,09 + 0,01 + \sqrt{2 \cdot 0,10 \cdot 0,005})}{(0,4 + 1,8 \cdot \frac{0,01}{0,115}) \cdot 0,005 \cdot \sin 52,40}$$

$$344,78 \leq 766,44$$

Sąlyga tinkama.

Atsparis praspaudimui (išplėtimui) pakankamas.

2) Tikriname juostos šoninės sienutės atsparį gniuždomojo elemento prijungimo vietoje.

Tikriname mazgą „B“, toje vietoje kur prijungiamas gniuždomas elementas.

$$N_{Ed} \leq \frac{2 \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t \cdot k \cdot f_{y,d} \cdot t_0 \cdot h_{1(2)}}{\sin^2 \alpha} \quad (2.17)$$

čia: γ_t – koeficientas, įvertinantis juostos plonasieniškumą, kai $h_0 / t_0 \geq 25$, imamas lygus 0,8, kitais atvejais 1;

k – koeficientas atsižvelgiantis į juostos plonasieniškumą ir skaičiuotinį plieno stiprį pagal takumo ribą $f_{y,d}$, imamas 1.

Tikriname pagal (2.17) formulę:

$$344,78 \leq \frac{2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 214 \cdot 10^3 \cdot 0,008 \cdot 0,09}{\sin^2 52,40}$$

$$344,78 \leq 490,94$$

3) Tikriname tinklelio elemento asparį jungimo prie juostos srityje.

$$|N_{1(2)}| + \frac{0,5 \cdot |M_{1(2)}|}{h_{1(2)}} \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot k \cdot f_{yd1(2)} \cdot A_{1(2)}}{1 + 0,013 \cdot \frac{b_0}{t_0}} \quad (2.18)$$

čia: $A_{1(2)}$ – atitinkamo tinklelio elemento skerspjūvio plotas;

$t_{1(2)}$ – atitinkamo tinklelio elemento sienutės storis.

Tikriname mazgą „A“ pagal (2.18) formulę:

$$373,22 + \frac{0,5 \cdot 0}{0,09} \leq \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 214 \cdot 10^3 \cdot 24 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,14}{0,08}}$$

$$373,22 \leq 572,48$$

Atsparis pakankamas, yra 35% atsarga, todėl kitų mazgų netikrinsime, laikydami, kad ir ten atsparis bus panašus.

4) Tikriname virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų atsparį, pagal formulę:

$$\left(|N_{1(2)}| + \frac{0,5 \cdot |M_{1(2)}|}{h_{1(2)}} \right) \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{b_0}{t_0}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \left(\frac{2 \cdot h_{1(2)}}{\sin z_{1(2)} + b_{1(2)}} \right)} \leq \gamma_c \cdot f_{vw,f,d} \quad (2.19)$$

čia: $\beta_{wf} = 0,7$, pagal [12] 7.3 lentelę;
 $k_f = 6 \text{ mm}$, pagal [12] 7.29 lentelę.

Parenkame E62 elektrodus, tuomet

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \cdot \frac{f_{v,vw}}{\gamma_m} = 0,55 \cdot \frac{690}{1,25} = 303,6 \text{ MPa.}$$

Tikriname mazgą „A“ pagal (2.19) formulę:

$$0,37322 \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{0,14}{0,008}}{0,7 \cdot 0,006 \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,09}{\sin 53,39 + 0,09} \right)} \leq 1,2 \cdot 206$$

$$338,28 \leq 364,32$$

Tikriname mazgą „B“ pagal (2.19) formulę:

$$0,37322 \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{0,1}{0,008}}{0,7 \cdot 0,006 \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,09}{\sin 47,68 + 0,09} \right)} \leq 1,2 \cdot 206$$

$$312,21 \leq 364,32$$

Išvada: Patikrinus mazgus, priimame kad parinkti profiliai tinkami. Taigi, bus naudojami tokie profiliai: Viršutiniai juostai: 140x140x8; apatiniai juostai 150x100x8; spyriams 90x90x8; 70x70x6 ir 60x60x5.

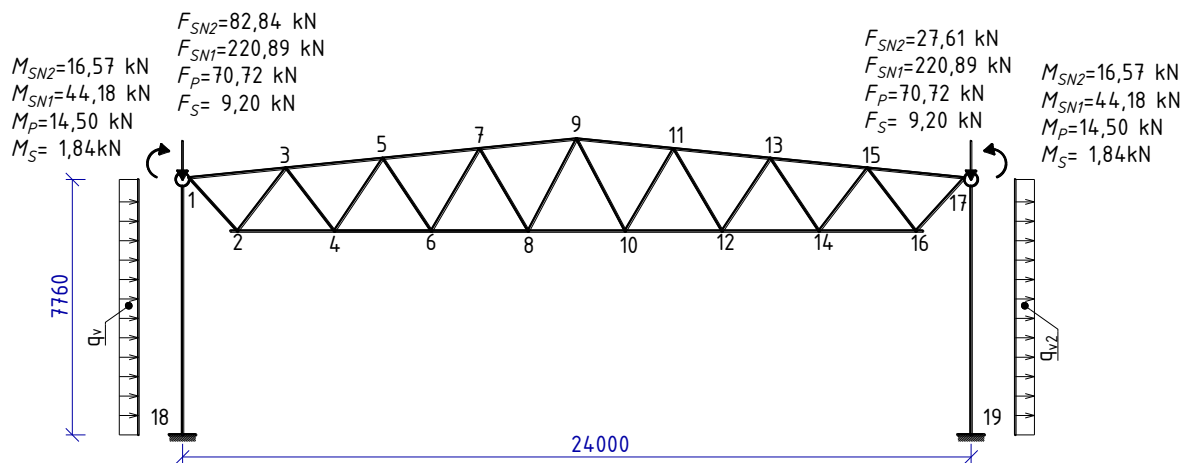
2.2. Gelžbetoninės kolonos K-2 skaičiavimas

Ekscentriškai gniuždoma gelžbetoninė kolona projektuojama iš C20/25 klasės sunkiojo betono ir S400 klasės armatūros. Skerpjūvį parenkame 400x400 mm. Kolona armuojama simetrine armatūra – $A_{s1} = A_{s2}$.

Pagal [13] 13 lentelę apskaičiuojame kolonos skaičiuotinį ilgį:

$$l_0 = l \cdot 0,8 = 9,70 \cdot 0,8 = 7,76 \text{ m.} \quad (2.20)$$

Panaudojame 2.1 skyriuje „Autodesk robot structural analysis“ programa gautas skaičiuotines reikšmes ir sudarome kolonos skaičiuotinę schemą, ji pateikta 2.1 pav.



2.1 pav. Kolonos skaičiuotinė schema

Iražas paskaičiuosime su kompiuterine programa „Autodesk robot structural analysis“. Pagal pavojingiausią apkrovų derinį parenkamos įrašos veikiančios koloną:

Nuo nuolatinių ir kintamųjų poveikių – $M_{Ed} = -85,38 \text{ kNm}$, $N_{Ed} = -468,63 \text{ kN}$;

Nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių – $M_{Ed,l} = -7,36 \text{ kNm}$, $N_{Ed,l} = -231,49 \text{ kN}$;

Kolonos armavimas išilgine armatūra

Apskaičiuojamas naudingasis kolonos skerspjūvio aukštis:

$$d = h - a_1 = 0,4 - 0,04 = 0,36 \text{ m}; \quad (2.21)$$

čia: h – kolonos skerspjūvio aukštis 0,4 m;

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

Betono skaičiuotinis stipris gniuždant skaičiuojamas pagal [13] 7.4 formulę:

$$f_{cd} = \frac{\alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,9 \cdot 1,0 \cdot 20}{1,5} = 12 \text{ MPa}; \quad (2.22)$$

čia: α – koeficientas, priimame 0,9;

α_{cc} – koeficientas, priimame 1;

f_{ck} – charakteristinis betono stipris gniuždant 20 MPa;

γ_c – gelžbetoninių konstrukcijų patikimumo koeficientas 1,5.

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

$$M_{Ed,s} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot \frac{d - a_2}{2} = 85,38 + 468,63 \cdot \frac{0,36 - 0,04}{2} = 160,36 \text{ kNm}; \quad (2.23)$$

$$M_{Ed,sl} = M_{Ed,l} + N_{Ed,l} \cdot \frac{d - a_2}{2} = 7,36 + 231,49 \cdot \frac{0,36 - 0,04}{2} = 44,40 \text{ kNm}; \quad (2.24)$$

$$\varphi_l = 1 + \beta \cdot \frac{M_{Ed,sl}}{M_{Ed,s}} = 1 + 1 \cdot \frac{44,40}{160,36} = 1,277 < \varphi_l = 1 + \beta = 1 + 1 = 2; \quad (2.25)$$

Priimame $\varphi_l = 1,227$;

Pradinis išilginės jėgos ekscentricitetas:

$$e_0 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{85,38}{468,63} = 0,182 \text{ m} > e_a = \frac{h}{30} = \frac{0,4}{30} = 0,0133 \text{ m}; \quad (2.26)$$

Priimame $e_0 = 0,182$;

$$\begin{aligned} \delta_e = \frac{e_0}{h} = \frac{0,182}{0,4} = 0,455 > \delta_{e,mim} = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{l_0}{h} - 0,01 \cdot f_{cd} = \\ = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{7,76}{0,3} - 0,01 \cdot 12 = 0,121; \end{aligned} \quad (2.27)$$

Priimame $\delta_e = 0,455$;

Pirmam priartėjimui priimame armavimo koeficientą $\rho_1 = 0,01$.

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200 \cdot 10^3}{30 \cdot 10^3} = 6,667; \quad (2.28)$$

čia: E_s – armatūros takumo modulis;

E_{cm} – betono takumo modulis.

Apskaičiuojamas inercijos momentas:

$$I_c = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,4 \cdot 0,4^3}{12} = 0,00213 \text{ m}^4; \quad (2.29)$$

$$I_s = \rho_1 \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2 = 0,01 \cdot 0,4 \cdot 0,36 \cdot \left(\frac{0,36 - 0,04}{2} \right)^2 = 0,0000369 \text{ m}^4; \quad (2.30)$$

Apskaičiuojama sąlyginė išilginė kritinė jėga:

$$N_{cr} = \frac{6,4 \cdot E_{cm}}{l_0^2} \cdot \left(\frac{I_c}{\varphi_l} \cdot \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e \cdot I_s \right); \quad (2.31)$$

$$N_{cr} = \frac{6,4 \cdot 30 \cdot 10^6}{7,76^2} \cdot \left(\frac{0,00213}{1,277} \cdot \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,455} + 0,1 \right) + 6,667 \cdot 0,0000369 \right) = 2370 \text{ kN};$$

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

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{468,63}{2370}} = 1,246; \quad (2.32)$$

Apskaičiuojamas skaičiuotinis ekscentricitetas e_e :

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 0,182 \cdot 1,246 + \frac{0,36 - 0,04}{2} = 0,387 \text{ m}; \quad (2.33)$$

Apskaičiuojamas reikalingas armavimas:

Apskaičiuojamos reikšmės:

$$\alpha_n = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d} = \frac{468,63}{12 \cdot 10^3 \cdot 0,4 \cdot 0,36} = 0,271; \quad (2.34)$$

$$\alpha_m = \frac{N_{Ed} \cdot e_e}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{468,63 \cdot 0,387}{12 \cdot 10^3 \cdot 0,4 \cdot 0,36^2} = 0,29; \quad (2.35)$$

Skaičiuojame elemento gniuždomosios zonos aukštį pagal [13] 8.14 formulę:

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} \quad (2.36)$$

čia: ω – betono gniuždomosios zonos charakteristika.

$$\omega = \alpha - 0,008 f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 12 = 0,754$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$\Delta\sigma_p$ – pagal [13] 1 priedą;

$\sigma_{sc,lim}$ – gniuždomosios zonos armatūros ribiniai įtempiai. Kai konstrukcijos

gaminamos iš sunkiojo, smulkiagrūdžio ir lengvojo betono – $\sigma_{sc,lim} = 500$ MPa.

Elemento gniuždomosios zonos aukštis pagal (2.30) formulę:

$$\xi_{lim} = \frac{0,754}{1 + \frac{365}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,754}{1,1}\right)} = 0,613;$$

Kadangi $\alpha_n = 0,271 < \xi_{lim} = 0,613$, tai kolonos armavimui reikalingas armatūros skerspjūvio plotas paskaičiuojamas pagal formulę:

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \frac{\alpha_m - \alpha_n \cdot (1 - 0,5 \cdot \alpha_n)}{1 - \frac{a_2}{d}}; \quad (2.37)$$

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{12 \cdot 0,4 \cdot 0,36}{365} \cdot \frac{0,292 - 0,271 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,271)}{1 - \frac{0,04}{0,36}} = 0,00031 \text{ m}^2;$$

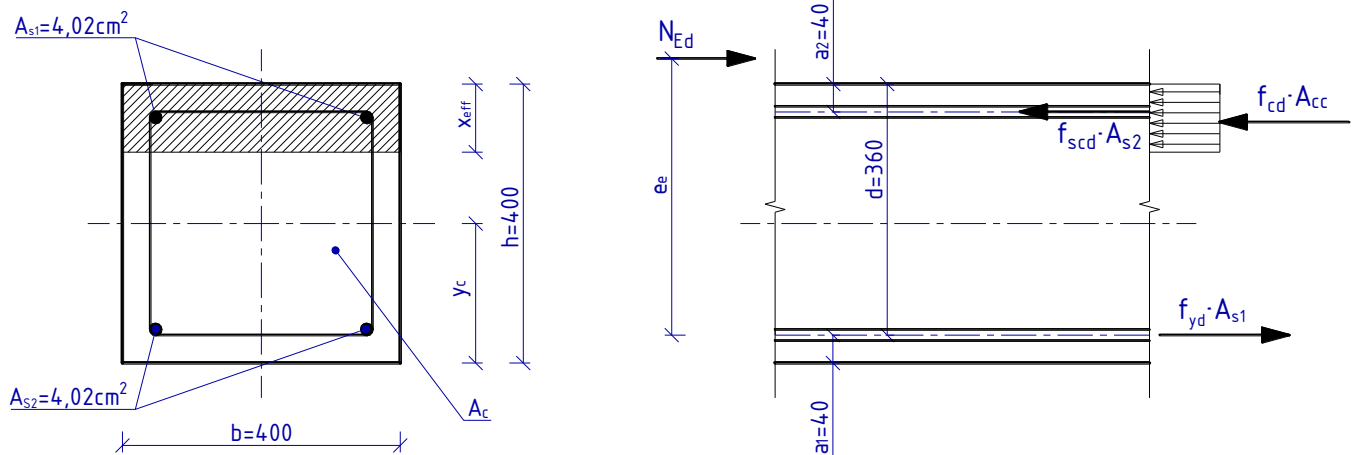
Tuomet:

$$\rho = \frac{A_{s1} + A_{s2}}{b \cdot h} = \frac{3,1 + 3,1}{40 \cdot 40} = 0,0039 < 0,01; \quad (2.38)$$

Priimama 2 Ø16 išilginė armatūra vienoje skerspjūvio pusėje, kurios $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$.

Kolonos laikomosios galios patikrinimas

Pasinaudodami 2.5 pav. Pateikta schema patikrinsime kolonos laikomąją galią.



2.5 pav. Kolonos K-2 skerspjūvio stiprio skaičiuotinė schema

Perskaičiuojame parametrus:

$$I_s = (A_{s1} + A_{s2}) \cdot \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2 = (4,02 \cdot 10^{-4} + 4,02 \cdot 10^{-4}) \cdot \left(\frac{0,36 - 0,04}{2} \right)^2 = 2,058 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4;$$

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

$$N_{cr} = \frac{6,4 \cdot 30 \cdot 10^6}{7,76^2} \cdot \left(\frac{0,00213}{1,277} \cdot \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,455} + 0,1 \right) + 6,667 \cdot 2,058 \cdot 10^{-5} \right) = 2023 \text{ kN};$$

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

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{crit}}} = \frac{1}{1 - \frac{468,63}{2023}} = 1,30;$$

Perskaičiuojamas skaičiuotinis ekscentricitetas e_e :

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 0,182 \cdot 1,30 + \frac{0,36 - 0,04}{2} = 0,3966 \text{ m};$$

Apskaičiuojamas gniuždomos zonos aukštis:

$$x_{eff} = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b} = \frac{468,63}{12 \cdot 10^3 \cdot 0,4} = 0,0976 \text{ m}; \quad (2.39)$$

Kadangi $x_{eff} = 0,0976 \text{ m} < \xi_{lim} \cdot d = 0,613 \cdot 0,36 = 0,22 \text{ m}$; skerspjūvio laikomoji galia tikrinama pagal šią sąlygą:

$$f_{cd} \cdot b \cdot x_{eff} \cdot (d - 0,5 \cdot x_{eff}) + f_{scd} \cdot A_{s2} \cdot (d - a_2) \geq N_{Ed} \cdot e_e; \quad (2.40)$$

$$12 \cdot 0,4 \cdot 0,0976 \cdot (0,36 - 0,5 \cdot 0,0976) + 365 \cdot 4,02 \cdot 10^{-4} \cdot (0,36 - 0,04) = 193 \text{ kN} > 468,63 \cdot 0,3966 = 185,85 \text{ kN};$$

Skerspjūvio laikomoji galia pakankama.

Tikriname ar pakankamas kolonos liaunis.

Skaičiuojame inercijos spindulį keturkampio skerspjūvio kolonai:

$$i = 0,269 \cdot h = 0,269 \cdot 0,4 = 0,11 \quad (2.41)$$

Tikriname ar liaunis neviršija ribinio:

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{7,76}{0,11} = 70,55 < \lambda_{max} = 120. \quad (2.42)$$

čia: λ_{max} – maksimalus liaunis kolonomis kaip pastato elementams, pagal [13] 226.2 p.

Kolonos armavimas skersine armatūra

Dėl darbo apimties skersiniai strypai priimami konstruktyviai. Pagal išilginės armatūros $d = 16$ mm, skersinės armatūros skermuo turi būti ne mažiau $1/3$, todėl parenku Ø6 S240 klasės armatūrą. Maksimalūs atstumai tarp skersinių strypų $s = 20 \cdot d = 20 \cdot 1,6 = 32$ cm, todėl skersinę armatūrą naudosime kas 30 cm. Ties kolonos galais skersinė armatūra suretinama atstumu 10 cm, kad atlaikytu vietinį glemžimą nuo santvaros ir pamato.

3. TECHNOLOGINĖ IR EKONOMINĖ DALIS

3.1 Karkaso montavimo technologinė kortelė

Bendros nuostatos

Ši technologinė kortelė skirta gelžbetoninių kolonų, plieninių santvarų, sijų, ankolonių, pastato ryšių ir langų, durų profilių montavimo darbams atlikti. Pastato matmenys 66,7 x 24,7 m. Sklypo plotas 6831,68 m². Pastatas statomas Šiaulių mieste. Statybvietės plane numatyti privažiavimo keliai, nutiestos būtinos komunikacijos, įrengtas laikinas vandentiekis, įrengiami priešgaisriniai stendai. Statybininkams įrengti laikini pastatai, tualetai, numatytos vietos atvežtų karkaso konstrukcijos elementų sandėliavimui. Įrengta saugumo zona, statybvietė aptverta ir saugoma nuo pašalinių žmonių patekimo į statybų teritoriją.

Bendrieji darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimai

1. Darbininkai privalo laikytis vidaus tvarkos taisyklių, dirbti tik tuos darbus, apie kurių pobūdį ir atlikimą yra išklausęs instruktažą;
2. Darbininkai privalo vykdyti tik brigadininko, meistro, statybos vadovo nurodymus; pastebėjęs įrengimų, instrumentų gedimus, apie tai pranešti statybos vadovui, meistrui ar kitam darbdavio atstovui;
3. Darbininkai privalo mokėti saugiai dirbti ir netrukdyti saugiai dirbti kitiems; naudoti individualias ir kolektyvines saugos priemones;
4. Darbininkai privalo dėvėti tvarkingus darbo drabužius, avėti specialią avalynę ir apsijuosti apsauginius diržus;
5. Darbininkai privalo laikytis asmens higienos reikalavimų. Draudžiama susitepus rankas valyti skiedikliais, naftos produktais ir kitomis ne prausimuisi skirtomis medžiagomis;
6. Darbininkai turi teisę: reikalauti, kad darbdavys garantuotų saugų darbą; atsisakyti dirbti, jei iškyla pavojus gyvybei ar sveikatai; žinoti apie sveikatai kenksmingus ir pavojingus veiksnius darbo vietoje; reikalauti atlyginti už padarytą sveikatai žalą;
7. Darbininkai privalo žinoti priešgaisrinės saugos instrukcijos reikalavimus ir juos vykdyti; Žinoti kur įmonėje laikomos gaisro gesinimo priemonės, mokėti jomis naudotis, vengti veiksmų ir nesudaryti sąlygų, galinčių sukelti gaisrą. Pastebėjęs gaisrą, darbuotojas nedelsdamas turi pranešti ugniagesiams, iškviesti į gaisravietę vadovaujančius darbuotojus, gesinti gaisro židinį turimomis gaisro gesinimo priemonėmis.
8. Prieš statybos darbų pradžią ir darbų eigoje statybvietėje turi būti nustatomos pavojingos zonos, kuriose nuolat veikia arba gali veikti (atsirasti) rizikos veiksniai.
9. Pavojingos zonos, kuriose nuolat veikia pavojingi ir/arba kenksmingi veiksniai, turi būti aptvertos apsauginiais aptvarais, kad kliudytų darbuotojams, neturintiems teisės patekti į tokias zonas.

10. Pavojingos zonos, kuriose gali veikti (atsirasti) pavojingi ir/arba kenksmingi veiksniai, turi būti aptvertos signaliniais aptvarais ir paženklintos saugos ir sveikatos apsaugos ženklais arba kitaip aiškiai pažymėtos.
11. Montuotojams draudžiama pereiti nuo vienos konstrukcijos ant kitos be tam skirtų kopėčių, perėjimo tiltelių ar lipynių su aptvarais. Draudžiama montuotojams vaikščioti konstrukcijomis ir jų elementais (sijomis ir kt.) ant kurių nėra galimybės įrengti reikiamo pločio perėjimo su aptvarais, be specialių apsauginių įtaisų.
12. Draudžiama dirbti aukštyje, kai vėjo greitis yra 15 m/s ir didesnis bei plikšalos, lijundros, perkūnijos, rūko ar blogas matomumas darbo vietoje.
13. Po pakeltais montuojamų konstrukcijų elementais ar įrenginiais, žmonėms būti draudžiama.
14. Sumontavus į projektinę padėtį konstrukcijas ar elementus, jas būtina patikimai įtvirtinti.
15. Pertraukų darbe metu draudžiama palikti pakeltus, kabančius ant krano kablo krovinius.
16. Nuolatinės ar laikinos darbuotojų buvimo vietos (gamybinės buties patalpos, poilsio vietos, žmonių praėjimai) turi būti už pavojingų zonų ribų.
17. Statybos darbuose naudojamos darbo priemonės, įrenginiai ir technologinė įranga turi atitikti saugos ir sveikatos reikalavimus ir turi būti nurodyti statybos darbų technologijos (vykdymo) projekte.
18. Visi asmenys, esantys statybvietėje, privalo dėvėti apsauginius šalmsus.
19. Transporto ir pėsčiųjų judėjimo keliai, priejimai prie darbo vietų ir darbo vietos turi būti reikiamai prižiūrimi, valomi nuo šiukšlių ir sniego, neužkraunami sandėliuojamomis medžiagomis, konstrukcijomis.

Darbų vykdymas su kranu

1. Kranų darbo vadovas privalo:
 - Neleisti naudoti nepaženklintų kėlimo reikmenų, neatitinkančių krano keliamosios galios ir krovinio rūšies;
 - Nurodyti mašinistams ir stropuotojams krovinių sandėliavimo vietą, tvarką;
 - Paskirti reikiamą skaičių stropuotojų ir, jei reikia signalininkų;
 - Kontroliuoti, kad stropuotojai ir mašinistai vykdytų darbo instrukcijas, prireikus instruktuočių juos vietoje apie tai, kaip reikia saugiai atlikti numatytus darbus. Ypatingą dėmesį skirti į tai, kad kranai nebūtų perkraunami, teisingai statomi savo vietoje, kroviniai būtų teisingai aprišami arba prikabinami, kad vagonai, automobiliai ir platformos būtų saugiai kraunami, stropuotojai laikytųsi asmeninio saugumo reikalavimų;
2. Kroviniams užkabinti ir atkabinti, kai to atlikti negali krano mašinistas ar tai netikslinga pagal darbuotojų pobūdį, skiriamas stropuotojas, kuris tiesiogiai ar netiesiogiai kontroliuotų ir krano darbą;

3. Visos kėlimo operacijos turi būti tinkamai planuojamos, atliekamos ir prižiūrimos. Ypatingų saugos atvejų privaloma imti tais atvejais, kai krovinys keliamas keliais kranais;
4. Atliekant krovinių kėlimo darbus krano veikimo zoną būtina pažymėti skiriamaisiais ženklais. Tokiose zonose pašaliniai būti draudžiama;
5. Pakabintų ir pakeltų krovinių palikti be priežiūros negalima, nebent krovinys saugiai pakabintas ir laikomas, o tam užtikrinti numatytos reikiamos priemonės bei nėra galimybės patekti po pakeltu kroviniu;
6. Kranų naudojimas atvira ore turi būti nutrauktas, kai meteorologinės sąlygos pablogėja taip, kad kyla pavojus saugiai naudoti kranus ir atsiranda rizika darbuotojams, esantiems pavojingoje zonoje. Turi būti imtasi priemonių, kad nenukristų krovinys, įrenginys nevirstų ir nepajudėtų iš vietos ir nekeltų pavojaus darbuotojams;
7. Kranais leidžiama kelti ir pakelti tik tuos krovinius, kurių masė ne didesnė už krano keliamąją galią, bei nepažeidžiant gamintojo numatyto krano darbo režimo;
8. Neleidžiama kelti ir perkelti žmonių, išlydyto metalo, nuodingų ir sprogių medžiagų;
9. Perkelti krovinius virš gamybinių, gyvenamųjų arba tarnybinių patalpų, kuriuose yra žmonių, leidžiama tik išimtiniais atvejais, naudojant atitinkamas darbų saugos priemones;
10. Darbų vykdymo vietose neleidžiama laikyti brokuotų ir nepaženklintų ar nepatikrintų kėlimo reikmenų;
11. Kroviniams, neturintiems specialių įtaisų (kilpų, asų, kakliukų), turi būti numatyti stropavimo būdai, o stropuotojai turi mokėti juos naudoti. Prireikus stropavimo schemas įteikiamos stropuotojams ir mašinistams arba iškabinamos darbų vykdymo vietose. Stropavimo schemas turi būti sudaromos ir tada, kai kroviniai turi specialius įtaisus (kilpas, ąsas ir kakliukus) ir juos kelti įvairiose padėtyse;
12. Krovinių kėlimo vieta turi būti gerai apšviesta. Kai blogai apšviesta darbo vieta, tirštas rūkas, smarkiai sninga bei kt. ir blogai mato stropuotojo duodamus signalus arba krovinį, krano darbas turi būti sustabdytas;
13. Asmenims, tiesiogiai nedirbantiems krovinių kėlimo ir perkėlimo darbų, neleidžiama būti šių darbų vykdymo vietose ir kranuose;
14. Apžiūrint, remontuojant, reguliuojant krano mechanizmus ir elektros įrenginius, apžiūrint bei remontuojant metalines konstrukcijas, srovės įjungimo kirtiklis turi būti išjungtas. Šį reikalavimą būtina vykdyti ir tuo atveju, kai reikia užlipti ant krano tilto galerijos;
15. Stropai turi būti parenkami pagal krovinio svorį, stropavimo taškų skaičių ir atstumą tarp jų; keliant krovinius bendrosios paskirties stropais, kampas tarp atšakų turi būti ne didesnis kaip 90° ;
16. Smulkūs kroviniai turi būti keliami bei perkeliama specialioje taroje taip, kad neiškristų;
17. Perkeliama krovinį leidžiama nuleisti tik į parengtą vietą, kurioje krovinys negalėtų nukristi, apvirsti ar nuslinkti. Kad būtų galima lengvai ištraukti iš po krovinio stropus ar grandines jų

nesugadinant, krovinių sandėliavimo vietoje turi būti iš anksto padėti reikiamo stiprumo padėklai. Neleidžiama krauti krovinių į tam tikslui nepaskirtą vietą. Krauti krovinius ir imti juos iš rietuvių reikia tvarkingai, nepažeidžiant nustatytos krovinių sandėliavimo tvarkos ir neužkraunant takų;

18. Draudžiama įlipti į važiuojantį kraną;
19. Draudžiama dirbti remontuojamam kranui;
20. Draudžiama būti prie dirbančio strėlinio, kur galima patekti tarp sukamųjų ir nesukamųjų krano dalių;
21. Draudžiama kelti nestabiliai padėtą krovinį bei krovinį, pakabintą ant dviragio kablo vieno rago;
22. Draudžiama kelti ir perkelti krovinius su esančiais ant jų žmonėmis;
23. Draudžiama vilkti krovinius žeme, grindimis ar bėgiais, užkabinus juos krano kabliu, kai krovinio kėlimo lynai yra pasvirę;
24. Draudžiama kranu traukti krovinių prispaustus stropus, lynus, grandines.

Darbuotojų veiksmai įpatingais atvejais

1. Avariniais atvejais tuojau pat nutraukti darbus. Apie avarinę situaciją pranešti statybos vadovui, meistrui ar kitam darbravio atstovui. Skubiai imtis priemonių avarinei situacijai pašalinti;
2. Įvykus nelaimingam atsitikimui ar avarijai, nedelsiant pranešti tiesioginiam statybos vadovui arba kitam darbdavio atstovui;
3. Skubiai suteikti pirmąją medicinos pagalbą nukentėjusiajam, esant reikalui iškviešti greitąją pagalbą;
4. Išsaugoti, jei tai įmanoma, darbo vietą ir įrengimus bei konstrukcijas iki tyrimo pradžios tokius, kokie buvo nelaimingo atsitikimo metu;

Darbuotojų veiksmai prieš pradedant darbus

1. Patikrinti atvežtų į statybą medžiagų būklę, patikrinti visus dokumentus ir sertifikatus;
2. Patikrinti instrumentus ir technologinę įrangą;
3. Patikrinti ar aptvertos žmonių ir transporto judėjimo vietos, ar tvarkingos sandėliavimo aikštelės;
4. Įsitikinti ar tvarkingos individualios saugos priemonės. Neleidžiama naudotis technologine įranga, įrankiais, kurie turi defektų – įtrūkę, išlinkę ir darbo metu gali lūžti.

Krano parinkimas

Sunkiausias numatomas kelti elementas yra gelžbetoninė kolona.

Reikiama krano kėlimo galia tikrinama pagal (3.1) formulę:

$$Q \geq p + p_1; \quad (3.1)$$

čia: p – sunkiausios kolonos svoris; $p = 3,72$ t;

p_1 – stropų svoris; $p_1 = 0,1$ t.

$$Q \geq 3,72 + 0,1 = 3,82 \text{ t.}$$

Skaičiuojame reikiamą krano kablo pakėlimo aukštį H_k pagal (3.2) formulę

$$H_k = a + h_e + h_{st}; \quad (3.2)$$

čia: a – laisvas montavimo tarpas; $a = 0,5$ m;

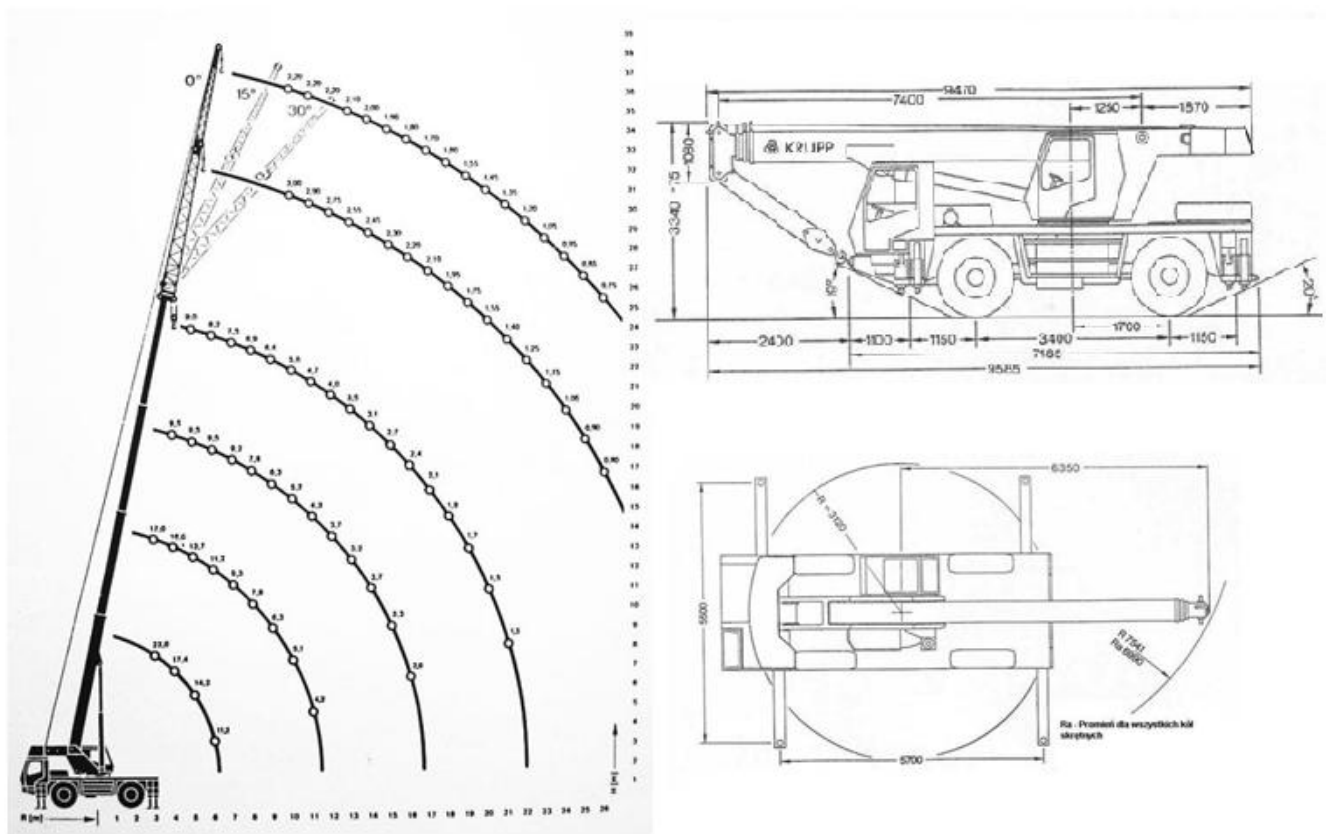
h_e – aukščiausios kolonos aukštis; $h_e = 9,7$ m;

h_{st} – stropų aukštis; $h_{st} = 3,0$ m;

$$H_k = 0,5 + 9,7 + 3,0 = 13,2 \text{ m.}$$

Pasirenkame automobilinejį kraną „KRUPP KMK 2025“. Toliau patektos jo pagrindinės charakteristikos:

- Keliamoji galia 25t.;
- Stelės ilgis 26 m.;
- Maksimalus keliamas aukštis 23 m.



3.1 pav. Krano „KRUPP KMK 2025“ charakteristikos

Naudojamos konstrukcijos, technika ir įrankiai

Naudojamos konstrukcijos, technika ir įrankiai pateikiami 3.1 – 3.3 lentelėse.

3.1 lentelė. Naudojamos konstrukcijos ir kiekiai

Konstrukcija	Mato vnt.	Kiekis
Kolonos	Vnt./t.	36/98,62
Santvaros	Vnt./t.	7/12,88
Sijos	Vnt./t.	20/5,94
Ankoloniai	Vnt./t.	36/1,83

Horizontalūs ryšiai	t.	8,57
Vertikalūs ryšiai	t.	4,22
Langų ir durų profiliai	t.	4,67
Pagalbinės plieninės konstrukcijos	t.	0,59

3.2 lentelė. Naudojama technika ir jos charakteristikos

Kranas „KRUPP KMK 2025“	Keliamoji galia 25t.
	Strėlės ilgis 26 m.
	Maksimalus keliamas aukštis 23m.
	Krano svoris 23 t.
	Kiekis 1vnt.
Autobokštelis „Nissan cabstar CTE Z19“	Keliamoji galia 230 kg.
	Maksimalus pakilimo aukštis 19 m.
	Autobokštelio svoris 3,3 t.
	Kiekis 2 vnt.

3.3 lentelė. Naudojami įrankiai

Įrankio pavadinimas	Kiekis, vnt.
Ruletė	2
Plaktukas	4
Elektrodai E62, ir tvirtinimo elementai	-
Nivelyras H-10KL	1
Teodolitas 2T30	1
Metalinis šepetys	2
Statybinis gulsčiukas 1 m	2
Metalinis šepetys	2
Cheminės medžiagos detalėms valyti	-
Veržliaraktis	2
Apsauginis skydelis suvirinimui	2
Apsaugos diržai	2
Kėlimo traversa „6600“	1
Suvirinimo transformatorius „LINEAR 340“	2

Darbų vykdymas

Montuoti pradedama nuo kolonų. Prie kolonų apačios gamykloje jau yra privirintos pado plokštės ir sugręžiotos skylės pritvirtinimui prie pamato inkariniams varžtams. Kolonos statybos aikštelėje sandėliuojamos horizontalioje padėtyje. Montuojant koloną, pirmiausia paruošiamas jos pamatas - jis nuvalomas, patikrinami inkariniai varžtai, patikrinama pamato altitudė, horizontalumas, galutiniam išlyginimui naudojamas plonas betono sluoksnis. Po to kolona stropuojama ir krano pagalba pakeliama į vertikalią padėtį. Kolona nuleidžiama ant inkarinių varžtų ir pritvirtinama, tam, kad kolonos padėtį galima būtų šiek tiek pakoreguoti, kiaurymės inkariniams varžtams turi būti padarytos didesnio skersmens nei pačių varžtų. Kolonų vertikalumas tikrinamas teodolitu. Baigus

montavimą nuo kolonos nuimama stropavimo įranga. Betonavimo darbams naudojamas C20/25 klasės betonas. Vėliau prie kolonų važtais pritvirtinami antkoloniai.

Santvaros sandeliuojamos specialiose kasetėse. Santvaros montuojamos tik galutinai pritvirtinus kolonas. Specialia traversa stropuota santvara pakeliama 0,3 - 0,5 m nuo žemės paviršiaus ir patikrinus kėlimo įrangą, keliama į projektinę padėtį, o du stropuotojai reguliuoja jos padėtį erdvėje. Kai santvara atsiduria apie 0,5 m virš atramos, du montuotojai keltuvais užkeliami į patogią montavimui padėtį, tada jie priima, centruoja lėtai leidžiamą santvarą pagal ašis ir nuleidžia ją ant kolonų. Patikslinus jos projektinę padėtį, santvara tvirtinama prie kolonos ir nuimama kėlimo įranga. Traversą atkabina darbuotojas, kuris pakeliamas autokeltu. Po to sumontavus antrą santvarą, tokiu pat principu montuojami ir ilginiai, horizontalūs, vertikalūs ryšiai, bei durų ir langų profiliai. Baigus visus montavimo darbus pirmoje krano pozicijoje, kranas juda į kitą poziciją ir procesas kartojamas.

Darbų kokybės kontrolė

Darbų kokybės kontrolė įvertinama patikrinus leistinus nuokrypius. Elementų leistini nuokrypiai pateikti 3.4 lentelėje.

3.4 lentelė. Elementų leistini nuokrypiai

Elemento nuokrypiai	Leistinas nuokrypis , mm
Kolonų atraminių paviršių ir atramų altitudžių nuokrypiai nuo projektinių	5
Gretimų kolonų atraminių paviršių ir koloų atramų eilėje ir angoje altitudžių skirtumas	3
Kolonų ir atramų ašių nuokrypiai nuo projektinių	5
Kolonų ašių nuokrypis nuo vertikalės kai kolonų aukštis 8-16 m	12
Atstumo tarp kolonų nuokrypiai nuo projektinių	5
Kolonų, atramų ir kolonų ryšių įlinkio dydis (kreivumas) iki 0,0013 atstumo tarp tvirtinimo taškų, bet ne daugiau kaip...	15
Sijos atraminės briaunos nesutapimas su kolonos ašimi	20
Sijų viršutinių juostų ašies nuokrypis nuo projektinių ties tvirtinimo taškais	15
Santvarų viršutinių juostų ašies nuokrypis nuo projektinių ties tvirtinimo taškais	15
Atraminių mazgų altitudžių nuokrypiai nuo projektinių	10
Santvaros apatinės briaunos nesutapimas su kolonos ašimi	20

3.2 Statybos resursų ir išlaidų skaičiavimas

Darbų kiekių skaičiavimas

Žemės darbai

Augalinio sluoksnio nustumimas:

$$V_A = S_{r,plot} \cdot H_{sl.storis} = 6831,68 \cdot 0,3 = 2050 \text{ kg/m}^3;$$

Grunto kasimas ir transportavimas:

$$V_G = V_A + S_{st,plot} \cdot H_{d.gylis} = 2050 + 1750 \cdot 0,4 = 2750 \text{ kg/m}^3;$$

Laikinių kelių įrengimas (skaldos dangą):

$$V_S = S_{KP} \cdot 0,1 = 1433 \cdot 0,1 = 143,3 \text{ kg/m}^3;$$

Pamatų įrengimas

3.5 lentelė. Grežtinių pamatų žiniaraštis

Žymėjimas	Skersmuo, mm	Betono klasė	Apatinė altitudė, m	Viršutinė altitudė, m	Kiekis, vnt.	Tūris, m ³	
						Vieneto	Viso
GP-1	800	C20/25	-2,9	-0,4	26	1,26	32,76
GP-2	800	C20/25	-3,7	-1,2	9	1,26	11,34
GP-3	400	C20/25	-2,9	-0,4	14	0,32	4,48
GP-4	400	C20/25	-3,7	-1,2	16	0,32	5,12
GP-5	1000	C20/25	-2,9	-0,4	1	1,96	1,96
Bendras pamatų tūris							55,66

3.6 lentelė. Surenkamų pamatinių sijų žiniaraštis

Žymėjimas	Skersmuo, mm	Sijos ilgis, mm	Betono klasė	Kiekis, vnt.	Tūris, m ³	
					Vieneto	Viso
FR-59	150x390	5880	C12/15	25	0,34	8,50
PS-12	150x1200	5880	C12/15	8	1,06	8,48
Bendras surenkamų pamatinių sijų tūris						16,98

Pamatinių sijų šiltinimas:

$$S_{PS} = P_{r,perim.} \cdot H_{vid.aukšt} = 180 \cdot 0,7 = 126 \text{ m}^2.$$

Pastato karkasas

3.7 lentelė. Gelžbetoninių kolonų žiniaraštis

Žymėjimas	Skersmuo, mm	Ilgis, mm	Kiekis, vnt.	Tūris, m ³	
				Vieneto	Viso
K-1	400x400	8,90	15	1,42	21,36
K-2	400x400	9,70	9	1,55	13,97
K-3	400x400	3,00	12	0,48	5,76
Bendras surenkamų pamatinių sijų tūris					41,09

3.8 lentelė. Metalinių konstrukcijų žiniaraštis

Žymėjimas	Kiekis, vnt.	Svoris, kg	
		Vieneto	Viso
S-24	7	1839,22	12874,54
SI-1	20	296,98	5939,60
HEB 360	36	51,45	1852,20
HR-1	-	-	4884,48
HR-2	-	-	3675,00
VR-1	-	-	4217,50
LD-P	-	-	4665,60
		Iš viso	38108,92

Išorės sienos

Daugiasluoksnių plokščių „Kingspan KS1150FR“ montavimas:

$$P_{DP} = P_{A-E} + P_{E-A} + P_{1-12} + P_{12-1} - P_{LD} = 271,7 + 271,7 + 54,22 + 54,22 - 243,85 = 1390 \text{ m}^2.$$

Stogas ir stogeliai

Stogo plotas:

$$S_{ST.} = A_S \cdot B_S + A_A \cdot B_A = 24,4 \cdot 48,41 + 18,00 \cdot 18,40 = 1512,16 \text{ m}^2.$$

Apkrovas laikantis paklotas "Ruukki":

$$S_{ST.} = 1512,16 \text{ m}^2.$$

Polietileninė plėvelė:

$$S_{ST.} = 1512,16 \text{ m}^2.$$

Paroc ROB 60, 20mm :

$$V_{P1} = S_{ST.} \cdot H_{P1} = 1512,16 \cdot 0,02 = 30,24 \text{ m}^3.$$

Paroc ROS 30, 160mm:

$$V_{P2} = S_{ST.} \cdot H_{P2} = 1512,16 \cdot 0,16 = 241,95 \text{ m}^3.$$

Paroc ROB 60, 20mm:

$$V_{P2} = S_{ST.} \cdot H_{P3} = 1512,16 \cdot 0,02 = 30,24 \text{ m}^3.$$

Ventiliacinių kaminėlių įrengimas:

$$K_1 = S_{ST.} / 100 = 1512,16 / 100 = 15 \text{ vnt.}$$

Įlajų įrengimas:

$$K_2 = S_{ST.} / 100 = 1512,16 / 100 = 15 \text{ vnt.}$$

Parapeto apskardinimas:

$$P_P = A_P \cdot 2 + B_P \cdot 2 + A_P + B_P \cdot 2 = 48,7 \cdot 2 + 24,7 \cdot 2 + 18,7 + 18 \cdot 2 = 201,5 \text{ m.}$$

2 sl. ritininės bituminės dangos: $S_{ST.} = 1512,16 \text{ m}^2$.

Stogelių įrengimas:

$$4 \text{ sogeliai kurių bendras plotas } S_{s.s.} = A \cdot B \cdot 4 = 2,6 \cdot 1,2 \cdot 4 = 12,48 \text{ m}^2;$$

$$2 \text{ sogeliai kurių bendras plotas } S_{s.s2.} = A \cdot B \cdot 2 = 3,2 \cdot 1,2 \cdot 2 = 7,68 \text{ m}^2;$$

Langai, durys, vartai

Plastikiniai langai (nevarstomi):

$$80 \text{ langų kurių bendras plotas } S_{LN} = A \cdot B \cdot 80 = 1,4 \cdot 1 \cdot 80 = 112 \text{ m}^2.$$

Plastikiniai langai (varstomi):

$$21 \text{ langai kurių bendras plotas } S_{LV} = A \cdot B \cdot 21 = 1,2 \cdot 1 \cdot 21 = 25,2 \text{ m}^2.$$

Šarvuotos durys:

8 vnt. (2 x 1 m.)

Pakeliami vartai:

6 vnt. (3,7 x 3,5 m).

Grindų ant grunto įrengimas

Sandelio patalpų grindų plotas:

$$S_{GR} = A_G \cdot B_G = 24,4 \cdot 48,4 = 1180,96 \text{ m}^2.$$

Administracinių patalpų grindų plotas:

$$S_{GR2} = A_{G2} \cdot B_{G2} = 17,85 \cdot 18,4 = 328,44 \text{ m}^2.$$

Skaldos sluoksnis:

$$V_S = S_{GR} \cdot H_{S1} + S_{GR2} \cdot H_{S2} = 1180,96 \cdot 0,2 + 328,44 \cdot 0,08 = 262,47 \text{ m}^3.$$

Grindų ant grunto šiltinimas:

$$\text{Sandėlio (perimetru 1,5 m.) } S_{GS} = A \cdot 2 \cdot 1,5 + B \cdot 2 \cdot 1,5 = 48,4 \cdot 2 \cdot 1,5 + 22,7 \cdot 2 \cdot 1,5 = 213,3 \text{ m}^2.$$

Administracinių patalpų (viso ploto): $S_{GR2} = 328,44 \text{ m}^2$.

Bendras plotas $S_B = S_{GS} + S_{GR2} = 213,3 + 328,44 = 541,74 \text{ m}^2$.

Bendras tūris $V_B = S_B \cdot H = 541,74 \cdot 0,1 = 54,17 \text{ m}^3$.

Polietileninė plėvelė:

$$S = S_{GR} + S_{GR2} = 1180,96 + 328,44 = 1509,40 \text{ m}^2.$$

Grindų armavimas armatūros tinklais (diametras 5mm):

$$T = \pi \cdot r^2 \cdot l_{1m2} \cdot \rho (S_{GR} + S_{GR2}) = 3,14 \cdot 0,0025^2 \cdot 14 \cdot 7800 \cdot (1180,96 + 328,44) = 3234 \text{ kg}.$$

Betoninio sluoksnio įrengimas:

$$V_S = S_{GR} \cdot H_{S1} + S_{GR2} \cdot H_{S2} = 1180,96 \cdot 0,15 + 328,44 \cdot 0,045 = 191,92 \text{ m}^3.$$

Betoninių dangų padengimas kietais užpildais Neodur HE 2 dangos sluoksnio storis 3 mm:

$$S_{GR} = 1180,96$$

Betoninių dangų padengimas keraminėmis plytelėmis.

$$S_{GR2} = 328,44 \text{ m}^2.$$

Vidaus sienos, durys vartai

Pertvarų iš gipskartonio įrengimas (100mm storio):

$$S_{GP} = S_{ILG} \cdot S_{AUKS} = 103,55 \cdot 3 = 311 \text{ m}^2.$$

Vidaus durys:

11 vnt. (2 x 1 m.)

Pakeliami vartai:

1 vnt. (3,7 x 3,5 m).

Pagal suskaičiuotus darbų kiekius, pateikiama ši informacija:

- Lokalinė sąmata, žiūrėti 1 priedą;
- Darbo užmokesčio žiniaraštis, žiūrėti 2 priedą;
- Medžiagų poreikio žiniaraštis, žiūrėti 3 priedą;
- Mechanizmų poreikio žiniaraštis, žiūrėti 4 priedą;
- Kalendorinis darbų grafikas, žiūrėti S.19.06.TD brėžinį.

LITERATŪRA

1. STR 2.06.01:1999. *Miestų, miestelių ir kaimų susisiekimo sistemos.*
2. STR 2.03.01:2001. *Statiniai ir teritorijos. Reikalavimai žmonių su negalia reikmėms.*
3. *Atskirųjų rekreacinės paskirties želdynų plotų normos.* Valstybės žinios, 2007.12.28, Nr. 137-5624.
4. STR 2.01.01(3):1999. *Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga.*
5. STR 2.01.01(4):2008. *Esminiai statinio reikalavimai. Naudojimo sauga.*
6. Prieiga per internetą:
<http://plokstes.kingspan.lt/KS1150-FR-6568.html>
[žiūrėta 2013-04-13].
7. STR 2.05.01:2005. *Pastatų atitvarų šiluminė technika.*
8. STR 2.01.03:2009. *Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių-techninių dydžių projektinės vertės.*
9. Prieiga per internetą:
<http://www.kaunosilas.lt/gaminiai/>
[žiūrėta 2013-04-13].
10. Prieiga per internetą:
<http://www.paroc.lt/gaminiai-ir-sprendimai/gaminiai>
[žiūrėta 2013-04-13].
11. STR 2.05.04:2003. *Poveikiai ir apkrovos.*
12. STR 2.05.08:2005. *Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos.*
13. STR 2.05.05:2005. *Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas.*
14. STR 1.01.06:2010. *Ypatingi statiniai.*
15. STR 1.05.06:2010. *Statinio projektavimas.*
16. STR 1.05.08:2003. *Statinio projekto architektūrinės ir konstrukcinės dalių brėžinių braižymo taisyklės ir grafiniai žymėjimai.*
17. STR 1.08.02:2002. *Statybos darbai.*
18. STR 1.14.01:1999. *Pastatų plotų ir tūrių skaičiavimo tvarka.*
19. STR 2.02.02:2004. *Visuomeninės paskirties statiniai.*
20. STR 2.02.07:2012. *Sandėliavimo, gamybos ir pramonės statiniai. Pagrindiniai reikalavimai.*
21. STR 2.05.02: 2008. *Statinių konstrukcijos. Stogai.*
22. STR 2.05.03:2003. *Statybinių konstrukcijų projektavimo pagrindai.*
23. LST EN ISO 11091:2001 *Techniniai brėžiniai. Sklypo aplinkotvarkos brėžiniai (ISO 11091:1994).*

24. LST EN ISO 4172:2004 *Techniniai brėžiniai. Statybiniai brėžiniai. Surenkamųjų konstrukcijų montavimo brėžiniai* (ISO 4172:1991).
25. LST EN ISO 7437:2004 *Techniniai brėžiniai. Statybiniai brėžiniai. Bendrosios surenkamųjų konstrukcijų darbo brėžinių braižymo taisyklės* (ISO 7437:1990).
26. LST EN ISO 7519:2004 *Techniniai brėžiniai. Statybiniai brėžiniai. Bendrosios bendro vaizdo ir surinkimo brėžinių braižymo taisyklės* (ISO 7519:1991).
27. LST EN ISO 9431:2004 *Statybiniai brėžiniai. Brėžinio ir teksto vietos bei užrašų lentelės brėžinių lapuose* (ISO 9431:1990).
28. LST EN ISO 5455:2003 *Techniniai brėžiniai. Masteliai* (ISO 5455:1979).