



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Jonas Masaitis

**DAUGIAFUNKCINĖS SPORTO PASKIRTIES PASTATO
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Mindaugas Augonis

KAUNAS, 2017

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS

DAUGIAFUNKCINĖS SPORTO PASKIRTIES PASTATO
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS

Baigiamasis magistro projektas
Statyba (kodas M6046N21)

Vadovas

(parašas) Doc. dr. Mindaugas Augonis
(data)

Recenzentas

(parašas) Žydrūnas Matulaitis
(data)

Projektą atliko

(parašas) Jonas Masaitis
(data)



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Statybos ir architektūros fakultetas

Jonas Masaitis

Statyba (kodas M6046N21)

„Sporto ir sveikatingumo centro laikančiosios konstrukcijos“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2016 ____ m. ____ gruodžio ____ 29 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Jono Masaičio**, baigiamasis projektas tema „Daugiafunkcinės sporto paskirties pastato statybinių konstrukcijų dalies projektas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

TURINYS

ĮVADAS	8
1. TEISINĖ DALIS	11
2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS	13
2.1. Sklypo projektavimas.....	13
2.2. Statinio architektūriniai sprendimai	14
2.3. Statinio architektūriniai sprendimai	15
2.4. Stogo ant profiliuoto skardos pakloto šilumos perdavimo koeficientas	16
2.5. Šildymas ir vėdinimas	18
2.6. Vandentiekis ir nuotekos.....	18
3. KONSTRUKCINĖ DALIS	19
3.1. Pastatą veikiančios apkrovos	19
3.1.1. Konstrukcijų savojo svorio apkrova	19
3.1.2. Vėjo apkrova.....	21
3.1.3. Veikiančių apkrovų deriniai	22
3.2. Pamatų projektavimas	23
3.2.1. Gręžtinio polio PP-1 laikomosios galios skaičiavimas	23
3.2.2. Monolitinės galvenos ir polių rėmo projektavimas	25
3.2.3. Gręžtinio polio PP-1 projektavimas	28
3.2.4. Monolitinės galvenos GmPam-1/1 projektavimas	30
3.2.5. Monolitinio rostverko GmRos-1/1 projektavimas.....	34
3.3. Kolonos GmApvKol-6 projektavimas	36
3.3.1. Kolonos GmApvKol-6 skersinės armatūros skaičiavimas	39
3.4. Monolitinės perdangos MPer-2 projektavimas	40
3.4.1. Reikalingos armatūros skaičiavimas	42
3.5. Tiriamoji dalis	45
3.5.1. Praspaudimo tikrinimas su kapiteliu	45
3.5.2. Praspaudimo tikrinimas be kapitelio	46
3.5.3. Praspaudimo mažiausių variantų palyginimas	48
3.6. Metalinė santvara	49
3.6.1. Viršutinės juostos projektavimas.....	50
3.6.2. Apatinės juostos projektavimas	52
3.6.3. Gniuždomų spyrių projektavimas.....	52
3.6.4. Tempiamų spyrių projektavimas	54

3.6.5.	Mačgo SM-1 projektavimas	56
3.6.6.	Mačgo SM-2 projektavimas	61
3.6.7.	Mačgo SM-3 projektavimas	67
3.6.8.	Flanšinio mačgo projektavimas	70
3.6.9.	Viršutinės juostos jungimo mačgo projektavimas.....	72
3.7.	Metalinė sija.....	73
3.7.1.	Sijos stiprumo sąlygos	73
3.7.2.	Sijos sienelės pastovumas.....	74
3.7.3.	Sijos juostos pastovumas	74
3.7.4.	Sijos įlinkis	75
3.8.	Klijuotos medienos sija.....	75
4.	EKONOMINĖ DALIS	77
5.	TECHNOLOGINĖ DALIS	79
5.1.	Monolitinės perdangos įrengimo technologija.....	79
5.2.	Klojiniai	79
5.3.	Armatūra	80
5.4.	Betonas.....	81
5.5.	Betono siurblio parinkimas	83
5.6.	Betono priežiūra ir defektų užtaisymas.....	83
6.	DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA.....	85
	IŠVADOS.....	88
	LITERATŪRA	89
	PRIEDAI	91

LENTELIŲ SĄRAŠAS

2.1 lent. sklypo ir statinio bendrieji rodikliai	13
3.1.1 lent. stogo konstrukcijos savojo svorio apkrovos	20
3.1.2 lent. antro aukšto grindų savojo svorio apkrovos	20
3.1.3 lent. stogo detalės, kai nuolydis formuojamas iš EPS, savojo svorio apkrovos.....	21
3.1.4 lent. vidutinė vėjo slėgio dedamoji	22
3.2.1 lent. vidutinių mechaninių savybių, nustatytų pagal statinio kondavimo rezultatus, suvestinė	24
3.4.1 lent. parinktas monolitinės perdangos armavimas y kryptimi	44
3.5.1 lent. santvaros įrašos	49
3.5.2 lent. parinkto profilio charakteristikos	50
3.5.3 lent. parinkto profilio charakteristikos	52
3.5.4 lent. parinkto profilio charakteristikos	53
3.5.5 lent. likusių gniuždomų spyrių pagrindinės reikšmės	54
3.5.6 lent. parinkto profilio charakteristikos	54
3.5.7 lent. likusių tempiamų spyrių pagrindinės reikšmės	55
4.1 lent. metalinės sijos metalo sąnaudos	77
4.2 lent. klijuotos medienos sijos medienos sąnaudos	78
5.1 lent. leistini armatūros išdėstymo nuokrypiai	81
5.2 lent. apsauginio betono sluoksnio storiai pagal aplinkos agresyvumo klasę	81
5.3 lent. Putmeister M36-4 techninės charakteristikos.....	83
5.4 lent. betono stipris nuimant klojinius	84

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

3.1.1 pav. stogo detalė.....	19
3.1.2 pav. antro aukšto grindų detalė	20
3.1.3 pav. stogo detalė, kai nuolydis formuojamas iš EPS	21
3.1.4 pav. vėjo apkrovos schema pastato sienai (n žr. 3.1.5 pav.)	22
3.1.5 pav. vėjo apkrovos schema pastatui su apvaliu sferiniu paviršiumi	22
3.2.1 pav. polio PP-1 geologinis pjūvis	24
3.2.2 pav. mažojo rėmo skaičiuojamosios schemos sudarymas.....	26
3.2.3 pav. mažojo rėmo skaičiuojamosios schemos x ašyje ir y ₁ ašyje	27
3.2.4 pav. mažojo rėmo su spyruoklėmis lenkimo momentų ir ašinių jėgų diagramos	28
3.2.5 pav. ekscentriškai gniuždomų apvalaus skerspjūvio elementų skaičiuojamoji schema	29
3.2.6 pav. ploto A _{c1} nustatymo schemos	33
3.2.7 pav. GmRos-1/1 rostverko skaičiuojamoji schema.....	34
3.2.8 pav. Rostverko lenkimo momentų diagrama	34
3.2.9 pav. Rostverko skersinių jėgų diagrama	35
3.3.1 pav. ekscentriškai gniuždomųjų gelžbetoninių elementų statmeno pjūvio stiprumo skaičiuotinė schema.....	37
3.3.2 pav. skersinės armatūros skaičiuojamoji schema.....	39
3.4.1 pav. monolitinės perdangos po sporto ir sveikatingumo patalpomis modelis, su perdanga veikiančiomis apkrovomis.....	41
3.4.2 pav. plokštėje atsirandantys momentai xx kryptimi, kNm/m	41
3.4.3 pav. plokštėje atsirandantys momentai yy kryptimi, kNm/m	42
3.4.4 pav. plokštė sudalinta į 4 dalis, ir jose veikiantys momentai yy kryptimi, kNm/m.....	43
3.4.5 pav. perdangos praspaudimo ma ² go variantų, medžiagų sąnaudų palyginimas.....	49
3.5.1 pav. dvišlaitės metalinės santvaros geometrija	49
3.5.2 pav. santvaros ma ² gas SM-1	56
3.5.3 pav. santvaros ma ² gas SM-2.....	61
3.5.4 pav. santvaros ma ² gas SM-2, po gniuždomo spyrio pakeitimo.....	62
3.5.5 pav. santvaros ma ² gas SM-2, po tempiamo spyrio pakeitimo.....	65
3.5.6 pav. ma ² gas SM-3	67
3.5.7 pav. ma ² gas SM-4.....	72
3.6.1 pav. Sijos lenkimo momentų diagrama.....	73
3.6.2 pav. Sijos skersinių jėgų diagrama.....	73
3.7.1 pav. Sijos lenkimo momentų diagrama.....	75
3.7.2 pav. Sijos skersinių jėgų diagrama.....	75
4.1 pav. išlaidų darbui, mechanizmas ir medžiagoms palyginimas	78
4.2 pav. metalinės ir medinės sijų kainų palyginimas.....	78
5.1 pav. betono siurblys Putzmeister M36-4, ant MB-Actros 2632 Euro 5 ba ² ės.....	83

Masaitis, Jonas. DAUGIAFUNKCINĖS SPORTO PASKIRTIES PASTATO STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Mindaugas Augonis; Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Statyba, Technologiniai mokslai.

Reikšminiai žodžiai: polis, galvena, rostverkas, kolona, santvara, sija.

Kaunas, 2017. 104 p.

SANTRAUKA

Magistro baigiamajame darbe projektuojamos sporto ir sveikatingumo centro Joniškyje laikančiosios konstrukcijos. Sudaroma pastato skaičiuojamoji schema ir apkrovų deriniai. Darbe tiriama perdangos praspaudimo ma \square gas. Atliekamas variantinis trijų galimų ma \square go variantų palyginimas ir išrenkamas optimaliausias. Atliekamas variantinis denginio sijos, palyginant metalinę ir klijuotinės medienos sijas. Darbe suprojektuotas polis, monolitinė polių galvena, rostverkas, Suprojektuotos pastato antžeminės konstrukcijos – monolitinės gelžbetoninės kolonos, monolitinė perdanga, metalinė santvara.

Darbo sudedamosios dalys: teisinės dalies aprašymas, architektūrinės dalies aprašymas, konstrukcijų ir ma \square gų skaičiavimas, ekonominis konstrukcijų palyginimas, technologinės dalies aprašymas, darbo saugos ir aplinkosaugos aprašymas, išvados, naudotos literatūros sąrašas bei priedai.

Darbo apimtis – 102 psl., teksto be priedų – 88 psl., 35 iliustracijos, 20 lentelių, 25 šaltiniai.

Masaitis, Jonas. STRUCTURAL PROJECT PART OF MULTIFUNCTIONAL SPORT BUILDING: Master's final project / supervisor assoc. prof. dr. Mindaugas Augonis. The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Construction, Technological Sciences.

Key words: pile, pile head, grillage, column, truss, beam.

Kaunas, 2017. 104 p.

SUMMARY

The main objective in this master's work is to design load bearing structures for sports and health center in Joniškis. Loading schemes and cases are generated to evaluate occurring forces. Two roofing structures are designed for comparison: glulam and steel beams. Designed drilled piles, grillages, round section column of reinforced monolith concrete, monolithic slab, steel truss with all junctions.

Work consists of: description of law, description of architecture, designing of load bearing structures and junctions, description of mounting instructions, description of safety and environment protection, conclusion, writing references and appendixes.

Pages – 102 p., excluding appendixes – 88 p., images – 35, tables – 20, writing references – 25.

IVADAS

Sporto ir sveikatingumo centras, kurio laikančiosios konstrukcijos projektuojamos šiame baigiamajame magistriniame darbe, numatoma statyti Statybininkų g. 7, Joniškyje. Baigiamąjį magistro darbą sudaro aiškinamasis raštas iš šešių dalių ir grafinė dalis. Pirmoje aiškinamojo rašto dalyje vadovaujantis Lietuvos Respublikos įstatymu [1], statybos techniniais reglamentais ir kitais poįstatyminiais aktais. Aprašomi darbe projektuojamo statinio esminiai reikalavimai, leidimų statyti ir griauti statinius išdavimo tvarka, projektavimas, statyba bei statinių pripažinimas tinkamais naudoti.

Antroje darbo dalyje aprašomi projektuojamo baldų prekybos centro architektūriniai sprendimai, detaliai tūojamos naudojamos konstrukcijos, statybiniai gaminiai, nurodomos pagrindinės pastato fasado spalvos, pateikiama kita informacija apie statybines medžiagas, naudojamas patalpų vidaus apdailai. Aprašomi atskiri pastato konstrukciniai elementai, toki kaip laiptai, vidaus pertvaros, grindys ir kt., bei šioms konstrukcijoms keliami pagrindiniai reikalavimai. Atliekamas stogo atitvaros šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas ir jis palyginamas su norminiais reikalavimais, keliamais negyvenamiems viešosios paskirties statiniams.

Trečioji darbo dalis - konstrukcinė. Ši dalis pagrindinė baigiamajame darbe, kadangi joje aprašomos projektuojamos pastato laikančiosios konstrukcijos, pateikiami šių konstrukcijų skaičiavimai ir detaliai tūojami maęgai. Šioje darbo dalyje yra projektuojamos pagrindinės laikančiosios konstrukcijos - gręžtiniai poliai, monolitiniai rostverkai, monolitinės galvenos monolitinės kolonos, monolitinė besijinė perdangos plokštė, metalinė santvara, metalinė ir klijuotinės medienos sijos . Variantiniam projektavimui pasirinktos klijuotinės medienos ir metalinė dvitėjo profilio sijos. Tolimesniems skaičiavimams pasirenkamas ekonomiškescnis variantas - metalinė sija. Konstrukcinėje dalyje parenkama optimali monolitinės perdangos, kuris remiasi tiesiai ant kolonų, praspaudimo maęgo konstrukcija. Variantiniam šių maęgų palyginimui nagrinėjami trys skirtingi maęgo variantai. Pagal gautus rezultatus parenkamas optimaliausias variantas. Įrašų skaičiavimai atlikti kompiuterine konstrukcijų skaičiavimo programa „Autodesk Robot Structural Analysis 2011“.

Ekonominėje dalyje pateikiama statinio laikančiųjų konstrukcijų - sijų, variantinio projektavimo ekonominis palyginimas. Ekonominis palyginimas atliktas sudarant sąmatas kompiuterine sąmatų skaičiavimo programa „Sistla“. Šioje dalyje trumpai aprašomos išlaidų sudedamosios dalys, pateikiami lyginamų konstrukcijų medžiagų kiekiai ir kainų palyginimais pateikiamas grafiškai.

Technologinėje darbo dalyje aprašoma monolitinės besijinės perdangos įrengimo darbų organizavimas ir technologija. Šiame skyriuje parenkama technika, perdangai įrengti, aprašoma

įrengimo metodas ir darbų sauga, atliekant darbus. Aprašomi nagrinėjamo statinio pagrindiniai statybos organizavimo principai.

Paskutinėje aiškinamojo rašto dalyje aprašomi darbų saugos ir aplinkosaugos reikalavimai, keliami baigiamajame magistro darbe projektuojamam pastatui.

Tekstinės dalies pabaigoje pateikiamos darbą apibendrinančios išvados ir naudotos literatūros sąrašas.

Grafinė darbo dalis sudaryta iš aštuonių A1 formato lapų, kuriuose pateikiami pastato architektūriniai brėžiniai, skaičiuotų konstrukcijų brėžiniai, detaliuoti šių konstrukcijų maigai, skaičiuotinės schemos.

Darbo uždaviniai:

1. Apskaičiuoti pagrindines pastato laikančiąsias konstrukcijas.
2. Detaliuoti pagrindinių laikančiųjų konstrukcijų maigus.
3. Parinkti optimaliausią monolitinės perdangos praspaudimo maigo variantą.
4. Atlikti dviejų laikančiųjų konstrukcijų ekonominį palyginimą.
5. Aprašyti monolitinės perdangos įrengimo darbų organizavimą ir technologiją.
6. Apskaičiuoti atitvaros šilumos perdavimo koeficientą ir gautus rezultatus palyginti su norminiais reikalavimais.

1. TEISINĖ DALIS

Statybos normų teisinį pagrindą sudaro Lietuvos Respublikos statybos įstatymas [1] ir kiti įstatymai, statybos techniniai reglamentai [2], poįstatyminiai teisės aktai, šiais dokumentais privaloma vadovautis statant statinius Lietuvos Respublikoje. Išvardinti dokumentai privalomi visose statybos proceso stadijose – statinio projektavimo, statybos darbų vykdyme ir techninės priežiūros metu. Pats svarbiausias dokumentas, apibrėžiantis statybų tvarką yra Lietuvos Respublikos įstatymas.

Baigiamajame magistro darbe projektuojamas sporto ir sveikatingumo centras yra priskiriamas ypatingiems statiniams, kadangi pastate įrengiamos ilgesnės nei 12m tarpatramio laikančiosios konstrukcijos (30 m ilgio santvaros), montuojamas liftas, taip pat pastatas bus naudojamas visuomenės poreikiams ir jame gali susirinkti daugiau kaip 100 žmonių. Statinio kategorija, pagal Reglamente pateiktus požymius, nustatoma ir priskiriama statinio projekto vadovo. Sporto ir sveikatingumo centras, kaip ir visų kitų statinių projektai, rengiamas statybos techniniame reglamente „Statinio projektavimas“ [3] nurodyta tvarka.

Projektuojamas sporto ir sveikatingumo centras turi atitikti esminius statinio reikalavimus, pastatas turi būti suprojektuotas ir pastatytas iš medžiagų, kurių savybės per ekonomiškai pagrįstą naudojimo trukmę užtikrintų visus statiniui keliamus esminius reikalavimus. Be šių reikalavimų projektuojamas pastatas turi atitikti ir keliamus esminius architektūrinius reikalavimus. Norint

užtikrinti, kad statinys atitiktų šiuos reikalavimus, naudojami statybinės medžiagos ir produktai, turintys atitikties deklaracijas pagal reikalavimus, kurie nurodyti „Statybos produktų atitikties deklaravimas“ [4].

Pastatas priskiriamas ypatingiems statiniams, todėl prieš pradėdant jo statybą reikia gauti statybos leidimą iš Joniškio miesto savivaldybės administracijos direktoriaus arba jo įgalioto savivaldybės administracijos tarnautojo. Statybos leidimui gauti tvarka ir reikalingi dokumentai, nurodomi statybos techniniame reglamente „Statybą leidžiantys dokumentai“ [5].

Prieš pradėdant sporto centro, kaip ir visų statinių, statybos darbus, būtina parengti darbo projektą, pagal kurį bus atliekami statybos darbai. Projekto rengimo tvarka, rengimo etapai yra apibrėžti statybos techniniame reglamente „Statinio projektavimas“ [6]. Paprastai projektas susideda iš atskirų dalių (projekto dalių), tokių kaip: sklypo tvarkymo, architektūros, konstrukcijų, technologijos, susisiekimo, vandentiekio ir nuotekų šalinimo, šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo, dujų fiksavimo, elektrotechnikos ir t.t.. Projektas turi būti parengtas taip, kad statytojas (užsakovas) galėtų suprasti sumanymą ir įvertinti apytikslią statybos kainą. Statinio projektas turi būti rengiamas ne tik galiojančiais teisės aktais, bet ir teritorijų planavimo dokumentais, žemės sklypo statybinių tyrinėjimų dokumentais, prisijungimo sąlygomis ir savivaldybės administracijos nustatytais specialiaisiais architektūros reikalavimais.

Pabaigtą statinio projektą pasirašo statinio projektuotojas, statinio projekto dalių vadovai, statinio projekto vadovas ir statinio projekto rengėjas. Statinio projekto vadovas, kaip ir kitų statybos techninės veiklos pagrindinių sričių vadovai, savo pareigas gali eiti tik jeigu atitinka kvalifikacinius reikalavimus [7].

Už statinio projekto sprendinių atitiktį nustatytiems reikalavimams atsako statinio projektą pasirašęs asmenys teisės aktų nustatyta tvarka. Parengtam projektui privaloma atlikti projekto ekspertizę [1]. Statinio ar projekto ekspertizės privalomumas ir sudėtis apibrėžiama techniniame reglamente „Statinio projekto ekspertizė ir statinio ekspertizė“ [8].

Projektuojamam pastatui yra privaloma statinio techninė priežiūra. Statytojo pavedimu ją atlieka jo pasamdytas statybos techninis priežiūrėtojas. Statybos techniniu priežiūrėtoju gali būti fizinis asmuo (specialistas, turintis statybos, architektūros ar kitą techninio profilio aukštąjį išsimokslinimą), atestuotas Vyriausybės įgaliotos institucijos nustatyta tvarka, kuris, atstovaudamas statytojui (užsakovui), vadovauja konkrečiam statinio statybos techninei priežiūrai, atlieka statinio statybos (bendrųjų statybos darbų) bendrosios techninės priežiūros vadovo funkcijas, koordinuoja specialiąją statinio statybos techninę priežiūrą, jos vadovų veiklą ir pagal kompetenciją atsako už pastatyto statinio normatyvinę kokybę. Pagrindinės funkcijos, kurias atlieka statinio statybos techninis priežiūrėtojas – gauna statybos leidimą, pateikia brėžinius rangovams, tikrina, kad būtų atlikti projekte

numatyti sprendiniai, tikrina paslėptų darbų kokybę, veda Statybos žurnalą, dalyvauja išbandant konstrukcijas, inžinerinius tinklus, kartu su užsakovu rengia dokumentus statinio užbaigimo įforminimui [9].

Užbaigus sporto centro statybą, surašomas darbų užbaigimo aktas. Iki statinio įregistravimo nekilnojamojo turto registre statybos darbų užbaigimo akto galiojimą gali panaikinti statytojas arba teismas, kai statinys įregistruotas – tik teismas. Pradėti naudoti ypatingąjį statinį galima tik sudarius statybos užbaigimo aktą [10].

2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

Projektuojamas visuomeninės paskirties pastatas Joniškyje, Statybininkų g. 7. Projektuojamame pastate numatoma vykdyti rekreacinę veiklą susijusią su sportu, žmonių sveikata, taip pat numatomos administracinės patalpos, kuriose bus įkurdinta pastato administracija.

2.1 lent. sklypo ir statinio bendrieji rodikliai

Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis	Pastabos
I. SKLYPAS			
1.1. sklypo plotas	m ²	11954	
1.2. sklypo užstatymo plotas	m ²	6278	
1.3. sklypo užstatymo intensyvumas	%	0,39	
1.4. statinio užimamas žemės plotas	m ²	3239	
1.5. apželdintas žemės plotas (žalioji plotas)	m ²	2437	
1.6. automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	59	Iš kurių 2 neįgaliesiems
1.7. sanitarinės (apsaugos) zonos plotis	m	3,0	
1.8. sklypo užstatymo tankumas	%	31	
II. PASTATAS			
2.1. bendrasis plotas	m ²	3949,22	
2.1.1. pagrindinis plotas	m ²	3788,23	
2.1.2. pagalbinis plotas	m ²	160,99	
2.2. pastato tūris	m ³	34359	
2.3. aukštų skaičius	vnt.	2	
2.4. pastato aukštis	m	12,81	
2.5. pastato atsparumas ugniai (I, II arba III)		I	
2.6. atitvarų šilumos perdavimo koeficientas:			
2.6.1. sienų (daugiasluoksnės)	W/ m ² ·K	0,21	
2.6.2. sienų (vitros)	W/ m ² ·K	0,80	
2.6.3. langų	W/ m ² ·K	1,20	
2.6.4. stoglangių	W/ m ² ·K	2,00	
2.6.5. durų	W/ m ² ·K	1,60	
2.6.6. denginio	W/ m ² ·K	0,19	
2.6.7. šildomų patalpų atitvarų besiribojančių su gruntu	W/ m ² ·K	0,17	
2.7. pastato akustinio komforto sąlygų klasė		-	Nereglamentuojama

2.1. Sklypo projektavimas

Sklypas, kuriame projektuojamas pastatas, yra Joniškyje, Statybininkų g. 7, pastatas projektuojamas prie Statybininkų ir Draugystės gatvių sankirtos. Sklypas netaisyklingos formos jo plotas 11954 m². Ilgąja kraštine sklypas ribojasi su Statybininkų gatve. Sklypą iš rytų, pietų ir vakarų pusės supa vienbučiai gyvenamieji namai, bei daugiabučiai gyvenamieji namai.

Į sklypą numatomi įvažiavimai iš Statybininkų ir Draugystės gatvių. Sklype be projektuojamo pastato taip pat numatoma įrengti dvi automobilių stovėjimo aikšteles. Aikštelė vakarinėje sklypo dalyje, į kurią įvažiuojama iš Draugystės gatvės bus 19 vietų, ji pritaikyta pastato darbuotojams, personalui, į aikštelę pietinėje sklypo dalyje bus patenkama iš Statybininkų gatvės, ji bus 40 vietų, iš kurių dvi pritaikytos neįgaliesiems, ši aikštelė skirta pastato lankytojams.

Pagrindinis pastato fasadas orientuotas į sklypo vakarus (į Draugystės gatvę). Patekimas į pastatą galimas dvejais pagrindiniais įėjimais, nuo Draugystės ir Statybininkų gatvių. Be pagrindinių įėjimų numatomi dar 9 papildomi patekimai į pastatą visu pastato perimetru ir 1 vartai į inventoriinę. Dveji iš papildomų įėjimai veda į sporto salę. Trys įėjimai skirti patekti į pastato san. maigūgas, t.y. į elektros įvado kambarį, šiluminį punktą ir vandens apskaitos kambarį. Trys įėjimai nukreipia žmones tiesiai į laiptines patekimui į sporto, aerobikos, konferencijų sales, administracines pastato patalpas.

Po statybos darbų didžiąją dalį sklypo grįsti trinkelėmis, protarpiais apželdinant netaisyklingu formų vejos plotus, vietomis apželdintus medžiais. Sklypas paliekamas atviras, netveriamas tvora.

2.2. Statinio architektūriniai sprendimai

Projektuojamas pastatas yra netaisyklingo šešiakampio formos, kuriame yra 30x48 m dydžio sporto salė, einanti per du pastato aukštus, kolonos išdėstytos pastato perimetru. Pastato vakarinėje dalyje yra pagrindinis pastato holas, taip pat besitęsiantis per abu pastato aukštus, tualetai, info centras ir san. maigai. Iš vakarinės pastato dalies laiptinėmis galima patekti į komentatorių balkoną ir treniruoklių salę, esančius antrame aukšte. Pastato pietinėje dalyje randasi tualetai, rūbinė ir kavinės patalpos. Pastato rytinėje dalyje yra sporto salės rūbinės, tualetai, bei pastato administracijos patalpos. Antrajame aukšte rytinėje pastato pusėje virš administracijos įrengiamos ložės, sporto salių kompleksas.

Pastatas yra dviejų aukštų. Pirmojo aukšto aukštis 4,01 m. Antrajame aukšte paliekama laisva erdvė, kurios mažiausias aukštis iki santvaros apačios – 3,85 m, arba iki įtempiamų lubų – 3,7 m. Sporto salėje mažiausias aukštis iki santvarų – 8 m.

Pastatas suprojektuotas, kad tenkintų žmonių su negalia reikmes. Pastate numatomas san. maigūgas pritaikytas žmonėms su negalia, pagrindiniai įėjimai į pastatą numatomi su pandusais. Taip pat, numatomas keleivinis liftas, kurio pagrindinė funkcija-žmonėms su negalia patekti į antrame pastato aukšte įsikūrusias sporto sales, bei ložes.

Remiantis reikalavimais išdėstytais STR "Visuomeninės paskirties statiniai" [11] pastate suprojektuoti san. maigai, kurių matmenys ne mažesni nei nurodyti reglamente. Pagal numatomą darbuotojų skaičių, bei įvertinus būsimų lankytojų srautus buvo suprojektuoti san. maigai – pirmame aukšte iš vakarinės ir pietinės salės pusių, pirmame aukšte administracinėse patalpose, bei antrame aukšte. Taip pat, numatytas san. maigūgas žmonėms su negalia.

Pagrindiniai laiptai projektuojami pastato administracinėje dalyje šalia kavinės ir administracinių patalpų. Laiptai surenkami, laiptų plotis 1,2 m, pakopos aukštis 0,15 m, o plotis – 0,35 m. Atviruose laiptų kraštuose ir aikštelėse įrengiami nerūdijančio plieno 0,9 m aukščio porankiai.

Be šių pagrindinių laiptų, numatomi dar treji laiptai, patekimui į komentatorių balkoną, tiesiogiai į treniruoklių salę, bei į kitas sporto sales. Laiptai surenkami, laiptų plotis 1,2 m, pakopos aukštis 0,15 m, o plotis – 0,35 m. Atviruose laiptų kraštuose ir aikštelėse įrengiami nerūdijančio plieno 0,9 m aukščio porankiai.

Prie pagrindinių laiptų įrengiamas keleivinis liftas. Lifto matmenys parinkti pagal planuojamus lankytojų srautus. Parinktas dviejų durų liftas Schindler 3300, kurio keliamoji galia 400 – 1125 kg vienu metu.

Pirmajame aukšte visu pastato perimetru išskyrus sandėliavimo, san. maigų patalpas įrengiami vitrininiai langai, likusioje dalyje fasadą dengs stiklo profilito apdaila. Antrajame aukšte vitrininiai langai įrengiami, ties treniruoklių, aerobikos ir kovos menų salėmis. Langus antrajame aukšte pridengs stiklo profilito žaliuės.

Pagrindiniuose ir pagalbiniuose įėjimuose į laiptines, sporto salę numatomos dvivėrės stiklinės durys, pagalbiniuose įėjimuose į san. maigų patalpas numatomos universalios plieninės durys, kurių spalva parenkama iš gamintojų pasiūlytų pagal fasado spalvą.

Prie kiekvienos laiptinės įrengiami gaisriniai čiaupai.

2.3. Statinio architektūriniai sprendimai

Projektuojamame pastate numatomi pamatai – gręžtiniai poliai, kurie bus sujungti su monolitiniu rostverku. Kolonos prie pamatų tvirtinamos standžiai. Gręžtiniams poliems ir monolitiniams rostverkams naudojamas C30/37 klasės betonas, poliai ir rostverkai armuojami S500 klasės armatūriniais strypynais. Aplink pastatą visu perimetru įrengiamas drenažas.

Laiptų maršams ir lifto šachtai atremti įrengiami monolitiniai pamatai.

Pirmo aukšto grindys įrengiamos ant grunto. Atsižvelgiant į pastato paskirtį sporto salės grindys įrengiamos pritaikytos dideliame žmonių judėjimui. Grindys pritaikytos sausam eksploataciniam režimui. Likusioje pirmo aukšto dalyje grindys taip pat pritaikytos sausam eksploataciniam režimui išskyrus san. maigų patalpas, čia grindys pritaikytos šlapiam eksploataciniam režimui. Tiesiai ant armuoto betono sluoksnio klojama PVC grindų danga.

Antrame aukšte grindys įrengiamos ant 250 mm storio monolitinės perdangos. Pagal patalpų paskirtį grindys ir šiame aukšte įrengiamos atitinkamiems eksploataciniams režimams.

Visas pastato išorinis fasadas laikysis ant metalinio rėmo esančio, tarp pagrindinių pastato kolonų. Pastato dalyse kur atitvara ne vitrininė, sienos apšiltinamos Kingspan TP 10 poliuretano plokštėmis, abejose pusėse padengtomis folija, kuri tarnauja kaip pastato fasado spalvos elementas,

kadangi sienų apdaila stiklo profilitas. Sporto salės šiaurinėje dalyje apšiltinimas tvirtinamas prie kolonų.

Pastato laiptinių, esančių administracinėje pastato dalyje, sienos daromos 200 mm storio monolito.

Pirmo antro aukšto pertvaros tarp kabinetų, persirengimo ir poilsio kambarių, VIP ložių mūrijamos iš 200 mm storio keramitbetonio, kurios tinkuojamos, glaistomos ir dažomos derančiomis prie vyraujančių spalvų interjere.

Aerobikos salėje įrengiama mobili pertvara.

Visame pastato plote įrengiamas sutapdintas šiltas stogas ant profiliuoto skardos pakloto.

2.4. Stogo ant profiliuoto skardos pakloto šilumos perdavimo koeficientas

Skaičiuojamas stogo konstrukcijos virš sporto salės šilumos perdavimo koeficientas U ($W/(m^2 \cdot K)$). Norminis stogo šilumos perdavimo koeficientas, visuomeniniams pastatams, U_N apskaičiuojamas pagal [] formulę:

$$U_N = 0,2 \cdot \kappa = 0,2 \cdot 1,23 = 0,246; \quad (2.4.1)$$

čia: $\kappa = \frac{20}{\theta_i - \theta_e} = \frac{20}{17 - 0,7} = 1,23$ – pataisos koeficientas; θ_i – vidaus patalpų temperatūra;

θ_e – vidutinė šidymo seono temperatūra.

Atitvaros visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = \quad (2.4.2)$$

čia: R_{si} – stogo šiluminė varža, kai srauto kryptis aukštyn, $R_{si} = 0,10 \frac{m^2 \cdot K}{W}$;

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

Atitvarų iš termiškai vienalyčių sluoksnių suminė šiluminė varža:

$$R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n; \quad (2.4.3)$$

čia: $R_1, R_2 \dots$ - atskirų atitvaros sluoksnių šiluminės varžos.

Suskaičiuojamos visų sluoksnių šiluminės varžos ir jų suminė varža. Pirmasis sluoksnis – PVC hidroizoliacinė membrana. Jos šiluminė varža priimta, kaip išorėje esančio plono sluoksnio – $R_1 = 0,02 \frac{m^2 \cdot K}{W}$.

Antrasis sluoksnis – 90 mm storio Kingspan TP10 šiluminė izoliacija. Jos šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{dec,2} = 0,022 \frac{W}{m \cdot K}$. Šilumos laidumo koeficiento pataisos dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje, kadangi Kingspan šiluminė izoliacija klijuojama difuzijai nelaidžia aliuminio folija iš abiejų pusių. $\Delta\lambda_{cv,2}$ – šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl šilumos konvekcijos poveikio, apskaičiuojama:

$$\Delta\lambda_{cv,2} = \lambda_{dec,2} \cdot K_{cv} = 0,022 \cdot 0,2 = 0,0044 \frac{W}{m \cdot K} \quad (2.4.4)$$

Projektinė medžiagos šilumos laidumo vertė:

$$\lambda_{ds,2} = \lambda_{dec,2} + \Delta\lambda_{cv,2} = 0,022 + 0,0044 = 0,0264 \frac{W}{m \cdot K} \quad (2.4.5)$$

Antrojo sluoksnio šiluminė varža:

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{ds,2}} = \frac{0,09}{0,0264} = 3,41 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2.4.6)$$

Trečiasis sluoksnis – garų izoliacija, priimama kaip plonas sluoksnis tarp atitvaros sluoksnių - $R_3 = 0,04 \frac{m^2 \cdot K}{W}$.

Ketvirtasis sluoksnis – 30 mm storio Kingspan TP10 šiluminė izoliacija. Jos šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{dec,4} = 0,023 \frac{W}{m \cdot K}$. Šilumos laidumo koeficiento pataisos dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje, kadangi Kingspan šiluminė izoliacija klijuojama difuzijai nelaidžia aliuminio folija iš abiejų pusių. $\Delta\lambda_{cv,4}$ – šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl šilumos konvekcijos poveikio, apskaičiuojama:

$$\Delta\lambda_{cv,4} = \lambda_{dec,4} \cdot K_{cv} = 0,023 \cdot 0,2 = 0,0046 \frac{W}{m \cdot K} \quad (2.4.7)$$

Projektinė medžiagos šilumos laidumo vertė:

$$\lambda_{ds,4} = \lambda_{dec,4} + \Delta\lambda_{cv,4} = 0,023 + 0,0046 = 0,0276 \frac{W}{m \cdot K} \quad (2.4.8)$$

Ketvirtojo sluoksnio šiluminė varža:

$$R_4 = \frac{d_4}{\lambda_{ds,4}} = \frac{0,03}{0,0276} = 1,09 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2.4.9)$$

Visų keturių sluoksnių suminė šiluminė varža (2.4.3 formulė):

$$R_s = 0,02 + 3,41 + 0,04 + 1,09 = 4,56 \frac{m^2 \cdot K}{W};$$

Atitvaros visuminė šiluminė varža (2.4.2 formulė):

$$R_t = 0,1 + 4,56 + 0,04 = 4,7 \frac{m^2 \cdot K}{W};$$

Šilumos perdavimo koeficientas U:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{4,7} = 0,213 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2.4.10)$$

Išvada: gauta šilumos perdavimo koeficiento reikšmė yra mažesnė už norminę, todėl stogo konstrukcija atitinka norminius statybos techninio reglamento reikalavimus.

2.5. Šildymas ir vėdinimas

Administraciniame pastate projektuojamas dujinis šildymas. Dujos į pastatą tiekiamos šakotinais požeminiais centralizuotais dujotiekio tinklais.

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.

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

2.6. Vandentiekis ir nuotekos

Vandentiekis į pastatą tiekiamas iš lauko vandentiekio tinklų. Vandens vandentiekio sistemos turi tiekti pakankamą vandens kiekį reikiamu vandens slėgiu. Įvadas į pastatą, t.y. tinklo linija nuo gatvės tinklo iki apskaitos mačgo, vedama į buitinių nuotekų šulinį, Spaudos gatvėje. Vandentiekiiui naudojami vamščiai įgilinami žemiau įšalo gylio.

Prie visų sanitarinių prietaisų įrengiama vandens ėmimo armatūra. Pastato viduje vandentiekio vamščiai klojami palei sienas, su nuolydžiu $i > 0,002$ mm/m link vandens apskaitos mačgo. Sanitariniuose mačguose įrengiami sanitariniai trapai.

Surinkti lietaus vandeniui projektuojama lietaus nuotekų sistema. Lietaus ir sniego tirpsmo vanduo nuo pastato nuvedamas lietvamščiais į lietaus kanalizaciją.

Pastate nuo sanitarinių prietaisų klojami plastikiniai vamščiai surinkti vidaus nuotekoms. Vamščiai klojami su nuolydžiu. Nuo kriauklių tiesiami Ø60 mm vamščiai, nuo kloketų Ø100 mm vamščiai. Aukštuose vamščiai klojami uždaru būdu. Vidaus vamščiai vėdinami per stovą, išvestą iš vamščių virš stogo ne mažiau kaip 700 mm.

Nuotekos nuvedamos į nuotekų surinkimo rezervuarą, kuriame įrengti vietiniai vandens valymo įrenginiai.

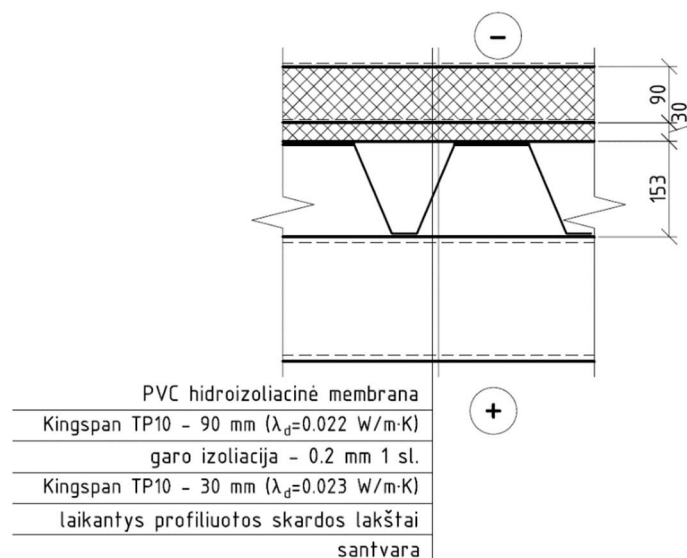
3. KONSTRUKCINĖ DALIS

3.1. Pastatą veikiančios apkrovos

Apkrovų dydžiai ir jų patikimumo koeficientai priimti pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ [14]. Nuolatinėms apkrovoms, atsirandančioms nuo perdangos, stogo, sienų svorio, dalinis poveikio patikimumo koeficientas γ_G imamas 1,35. Naudojimo apkrovos pirmame aukšte esančiose administracinėse ir buitinėse patalpose priimtose 2 kN/m² (B panaudojimo kategorija), sporto salės \square onoje pirmame aukšte - 5,0 kN/m² (C5 panaudojimo kategorija), antrame aukšte sporto salėse ir ložėse – 5,0 kN/m² (C5 panaudojimo kategorija), ant laiptų priimtose pagal C5 apkrovos kategorijos plotus – 5,0 kN/m². Šių apkrovų poveikio dalinis patikimumo koeficientas γ_Q imamas 1,5. Sniego apkrovos charakteristinė reikšmė priimta I-ajam sniego apkrovos rajonui ir lygi 1,2 kN/m², sniego poveikio dalinis patikimumo koeficientas γ_Q imamas lygus 1,5. Vėjo apkrova priimta I-ajam vėjo apkrovos rajonui, jo atskaitinė reikšmė $v_{ref,o}$ lygi 24 m/s, vietovės tipas B (miestų teritorija). Vėjo poveikio dalinis patikimumo koeficientas γ_Q imamas lygus 1,5. Stogas pagal jo prieinamumą priskirtas H kategorijai – neprieinamas stogas, išskyrus normalią priežiūrą ir remontą ir jo panaudojimo apkrova priimtai 0,4kN/m². Stogo naudojimo apkrovos poveikio dalinis patikimumo koeficientas γ_Q imamas lygus 1,5. Statybos metu atsirandančios apkrovos nuo statybinių mechanizmų, medžiagų sandėliavimo ir kt. neturi viršyti pagrindinių laikančių konstrukcijų apkrovų, kurios betarpiškai veikia jas.

3.1.1. Konstrukcijų savojo svorio apkrova

Virš sporto salės pastate numatomos metalinės santvaros, ant dedami plieniniai profiliuoti skardos pakloto lakštai ir įrengiamas šiltas stogas (3.1.1 pav.). Stogo laikančiąsias konstrukcijas veikiančios apkrovos pateikiamos 3.1.1 lentelėje.

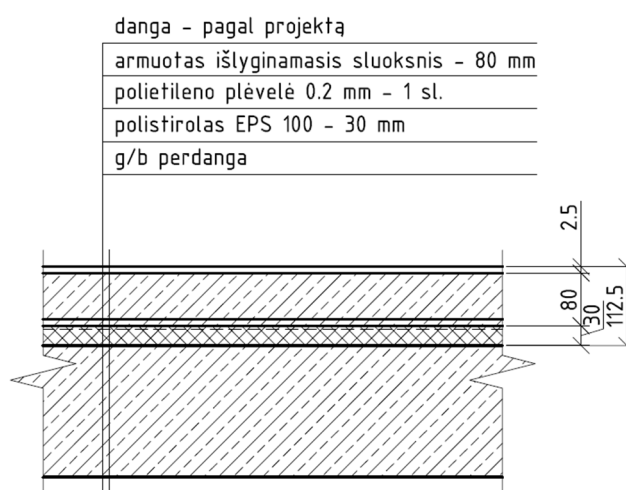


3.1.1 pav. stogo detalė

3.1.1 lent. stogo konstrukcijos savojo svorio apkrovos

Nr.	Pavadinimas	Storis, mm	Būdingoji apkrova, kN/m ²
1.	PVC hidroizoliacinė membrana	-	0,15
2.	Poliuretano izoliacija Kingspan TP10	90	0,05
3.	Garų izoliacija – 0.2 mm 1 sl.	-	0,00
4.	Poliuretano izoliacija Kingspan TP10	30	0,02
5.	Profiliuotos skardos paklotas	153	0,20
Σ:			0,41

Antro aukšto patalpose įrengiamos grindys ant monolitinės perdangos (3.1.2 pav.), šių grindų savasis svoris pateiktas 3.1.2 lentelėje

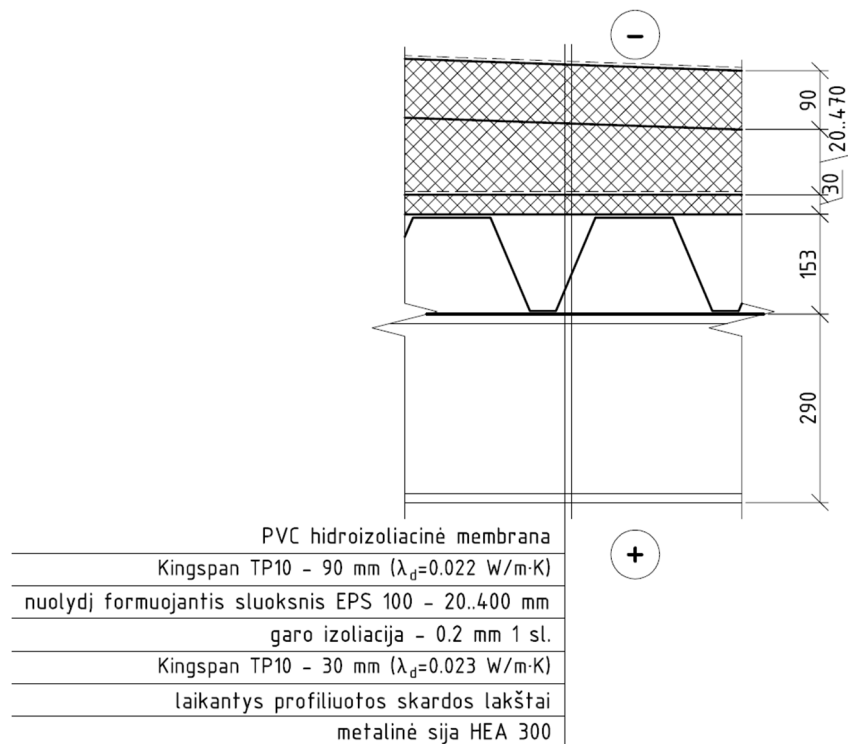


3.1.2 pav. antro aukšto grindų detalė

3.1.2 lent. antro aukšto grindų savojo svorio apkrovos

Nr.	Pavadinimas	Storis, mm	Būdingoji apkrova, kN/m ²
1.	PVC ruloninė grindų danga	2,5	0,04
2.	Armuotas išlyginamasis sluoksnis	80	2,00
3.	Polietileno plėvelė – 0.2 mm 1 sl.	-	0,00
4.	Technologinis išlyginamasis sluoksnis	30	0,01
Σ:			2,05

Likusioje pastato dalyje paklotas dedamas ant sijų ir stogo nuolydis formuojamas iš EPS (3.1.3 pav.), stogo savojo svorio apkrovos pateiktos 3.1.3 lentelėje



3.1.3 pav. stogo detalė, kai nuolydis formuojamas iš EPS

3.1.3 lent. stogo detalės, kai nuolydis formuojamas iš EPS, savojo svorio apkrovos

Nr.	Pavadinimas	Storis, mm	Būdingoji apkrova, kN/m ²
1.	PVC hidroizoliacinė membrana	-	0,15
2.	Poliuretano izoliacija Kingspan TP10	90	0,05
3.	EPS 100	20..400	0,10
4.	Garų izoliacija – 0.2 mm 1 sl.	-	0,00
5.	Poliuretano izoliacija Kingspan TP10	30	0,02
6.	Profiliuotos skardos paklotas	153	0,20
Σ:			0,51

3.1.2. Vėjo apkrova

Projektuojamas pastatas stovi vietovėje, kuri priklauso I – ajam vėjo apkrovos rajonui $v_{ref,0} = 24$ m/s. Statinys statomas B vietovės reljefo tipo aplinkoje, t.y. miestų teritorijos, miškų masyvai ir kitos vietovės, kurios yra tolygiai užstatytos aukštesnėmis kaip 10 m aukščio kliūtimis (3.1.4 pav.). Vėjo slėgis į pastato konstrukcijas (kolonas ir stogą) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$W_n = q_{ref} \cdot c \cdot c_{v2}; \quad (3.1.1)$$

čia: c – išorinio slėgio aerodinaminis koeficientas;

c – koeficientas priklausantis nuo vietovės reljefo tipo ir aukščio nuo žemės paviršiaus;

q_{ref} – vėjo atskaitinis slėgis.

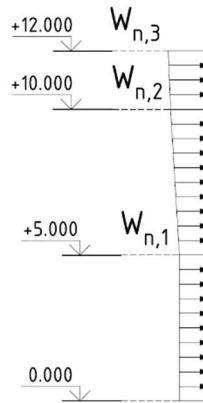
Vėjo atskaitos greitis:

$$v_{ref} = c_{DIR} \cdot c_{ALT} \cdot c_{TEM} \cdot v_{ref,0}; \quad (3.1.2)$$

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

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

c_{TEM} – laikotarpio (sėzono) koeficientas, lygus 1,0.



3.1.4 pav. vėjo apkrovos schema pastato sienai (n žr. 3.1.5 pav.)

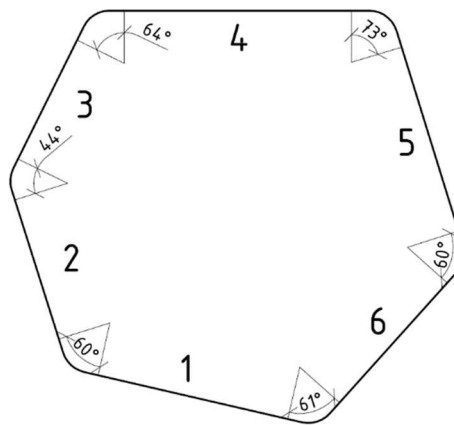
Vėjo atskaitinis slėgis:

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

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

Pagal 3.1.1 formulę nustatomas vėjo slėgis į pastato konstrukcijas, gauti rezultatai pateikiami

3.1.4 lentelė



3.1.5 pav. vėjo apkrovos schema pastatui su apvaliu sferiniu paviršiumi

3.1.4 lent. vidutinė vėjo slėgio dedamoji

	1	2	3	4	5	6
W_1	0,17 kPa	-0,17 kPa	-0,09 kPa	-0,06 kPa	-0,06 kPa	-0,17 kPa
W_2	0,22 kPa	-0,22 kPa	-0,11 kPa	-0,08 kPa	-0,08 kPa	-0,22 kPa
W_3	0,24 kPa	-0,24 kPa	-0,12 kPa	-0,09 kPa	-0,09 kPa	-0,24 kPa

3.1.3. Veikiančių apkrovų deriniai

Siekiant nustatyti rėme veikiančias įrašas sudaromi deriniai nuo ankščiau paminėtų apkrovų. Atskiruose deriniuose yra įvertinamos savojo svorio, naudojimo, sniego ir vėjo apkrovos. Iš viso sudaromi 70 derinių, 35 iš jų saugos ribinio būvio ir 35 tinkamumo ribinio būvio. Dalinio patikimumo koeficientas nuolatinėms apkrovoms $\gamma_{G,j} = 1,35$, kintamosioms $\gamma_{Q,j} = 1,50$. Koeficientas $\Psi_{0,1} =$

0,70 naudojamas įvertinti sniego apkrovas ir $\Psi_{0,1} = 0,60$, naudojamas įvertinti vėjo apkrovas, kuomet šie poveikiai laikomi kintamaisiais poveikiais.

Deriniai buvo sudaryti kompiuterine programa Autodesk Robot Structural Analysis. Pagal sudarytas skaičiuojamąsias rėmo schemas programa buvo rasti pavojingiausi deriniai, kurie konstrukcijose sukelia maksimalias įrašas, kurios buvo naudojamos tolimesniems skaičiavimams.

3.2. Pamatų projektavimas

Projektuojamame pastate numatomi gręžtiniai poliniai pamatai. Gręžiami poliai bus pavieniai, nesudarys polių grupės dėl to mažės jų laikomoji galia.

Skaičiavimai atliekami remiantis turimais geotechninių tyrimų duomenimis. Šie tyrimai buvo atliekami sklype, kuriame stovės projektuojamas pastatas. Atliekant tyrimus buvo išgręžti penki 6 m gylio gręžiniai, o gruntų mechaninių savybių ištyrimui atlikti penki statinio fėndavimo bandymai, dėl ypatingai stiprių moreninių gruntų fėndavimo metu buvo pasiektas tik ~ 3 m gylis.

Pagal geomorfologinį rajonavimą reljefo tipas yra moreninė, limnoglacialinė lyguma, kuri priklauso paskutinio apledėjimo Pabaltijo žemumų sričiai, Žemaičių lygumos rajonui, Jonišio banguotos moreninės lygumos mikrorajonui.

Tyrimo sklypo reljefas yra dalinai pakeistas, nes iki 0,3–2,1 m gylio nuo žemės paviršius vyrauja piltinis gruntas. Žemiau piltinio grunto eina pagrindinės morenos nuogulos. Šios nuogulos aptikto visuose gręžiniuose, kur slūgso po piltiniu gruntu. Sluoksniu padas tyrimų metu nepasiektas. Nuogulos sudarytos iš smėlingo molingo dulquio, vandeningo dulkingo ir smulkaus smėlio tarpsluoksnių, moreninio smėlingo dulkingo molio ir smėlingo molingo dulquio, kuriame vietomis pasitaiko vandeningo smėlio lėšių bei mikro lėšių.

Tyrimų vietose požeminis vanduo buvo aptiktas 0,8–1,6 m gilyje nuo žemės paviršiaus (ties 44,6–45,3 m altitute). Sniego tirpsmo metu ir po ilgalaikių liūčių piltiniame grunte ir smėlingame molingame dulkyje bei morenoje laikinai kaupsis podirvio vanduo, kurio maksimalus lygis laikinai gali bus arti žemės paviršiaus.

Inžinerinės geologinės sąlygos tyrinėtam sklypui yra labai geros. Pamatų pagrindui tinkamas gruntas yra labai stiprus moreninis smėlingas molingas dulquis, kuris paplitęs visame sklype ir, kurio padas nebuvo aptiktas fėndavimo metu.

Pagrindine pamatų laikančiąja konstrukcija pasirenkami $\varnothing 300$ gręžtiniai poliai.

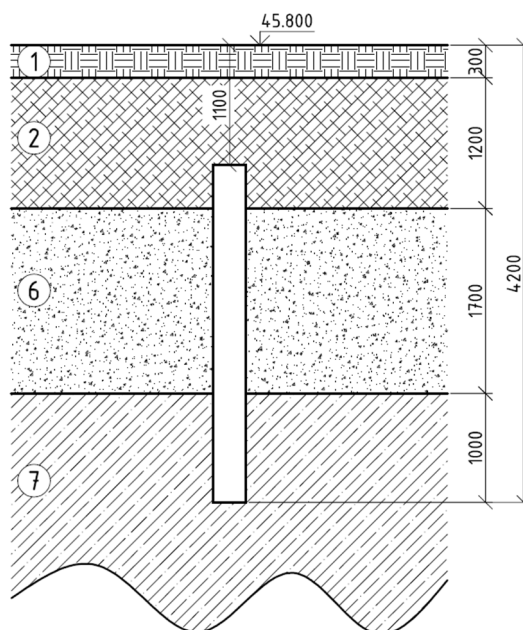
3.2.1. Gręžtinio polio PP-1 laikomosios galios skaičiavimas

Gręžtiniam poliui PP-1 apkrova perduodama monolitinių gelžbetoninių kolonų, kurios bus standžiai tvirtinamos į polių galvenas įrengtas ant trejų ar dviejų polių, todėl vienam poliui tenkanti maksimali apkrova $N_{Ed} = 523,6 \text{ kN}$. Polio PP-1 laikomosios galios skaičiavimams atlikti pasirenkami duomenys iš gręžinio, kuriame aptikti silpniausi ir prasčiausias savybes turintys gruntai, ir kuris buvo

darytas arčiausiai projektuojamo pastato dalies, kurioje šie poliai bus įrengiami (gręžinys GrSZ-2). Kitų gręžinių mechaninės savybės pateikiamos geologinėje ataskaitoje (žr. 1 priedas). Polio PP-1 geologinis pjūvis pateikiamas 3.2.1 pav., o gruntų vidutinės mechaninės savybės – 3.2.1 lentelėje. Projektuojamas polis PP-1 numatomas $\varnothing 300$ skersmens ir 3,1 m ilgio.

3.2.1 lent. vidutinių mechaninių savybių, nustatytų pagal statinio įonavimo rezultatus, suvestinė

Inžinerinis geol. element. nr.	Grunto pavadinimas	Konsistencija arba tankumas	Vidutinis stiprumas kūgiui q_c , MPa	Vidutinis deformacijų modulis E, MPa
1	Piltinis juodžemis	-	1,0	1,0
2	Smėlingas molingas dulkis	silpnas	1,0	5,0
6	Smėlingas dulkingas molis	stiprus	3,5	35,0
7	Smėlingas molingas dulkis	labai stiprus	22,0	90,0



3.2.1 pav. polio PP-1 geologinis pjūvis

Pagrindo po poliu laikomoji galia:

$$R_b = \alpha_b \cdot q_c \cdot A_b = 1,0 \cdot 22 \cdot 10^3 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} = 1554,3kN; \quad (3.2.1)$$

čia: α_b – empirinis koreliacijos koeficientas tarp q_c ir pagrindo stiprumo parenkamas iš lentelės. Kadangi polio pagrindas – moreninis smėlingas molingas dulkis, kurio $q_c = 22,0$, tai $\alpha_b = 0,8$;

q_c – grunto kūginis stipris;

A_b – pagrindo paviršiaus plotas.

Skaičiuojant polio šonų laikomąją galią buvo nevertinami piltinio juodžemio ir smėlingo molingio dulgio grunto sluoksniai, kadangi jie nebus pakankamai sutankinami po polių įrengimo.

$$R_s = \sum(A_{si} \cdot q_{ci} \cdot \alpha_{si}) = (3,14 \cdot 0,3 \cdot 1,7 \cdot 3,5 \cdot 10^3 \cdot 0,03) + (3,14 \cdot 0,3 \cdot 1,0 \cdot 22 \cdot 10^3 \cdot 0,03) = 789,87 \text{ kN}; \quad (3.2.2)$$

čia: A_{si} – i – tojo sluoksnio polių šonų paviršiaus plotas;

q_{ci} – i – tojo sluoksnio grunto kūginis stipris;

α_{si} – empirinis koreliacijos koeficientas tarp q_c ir trinties spitrumo, priklausantis nuo grunto.

Šis koeficientas parenkamas iš lentelių pagal grunto kūginį stiprį.

Kalibruotąsias apskaičiuotas pagal statinės penetracijos duomenis reikšmes gauname įvesdami modeliavimo koeficientus γ_{Rb} ir γ_{Rs} , kurių vertės priklauso nuo polių įrengimo būdo. Gręžtiniam poliams: $\gamma_{Rb} = 2,0$, $\gamma_{Rs} = 1,5$.

Modeliavimo koeficientų reikšmės tikslinamos.

$$R_{c,cal} = \frac{R_b}{\gamma_{Rb}} + \frac{R_s}{\gamma_{Rs}} = \frac{1554,3}{2} + \frac{789,87}{1,5} = 1309,06 \text{ kN}; \quad (3.2.3)$$

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

$$R_{c,k} = \frac{R_{c,cal}}{\gamma_{Rb}} = \frac{1309,06}{1,15} = 1138,31 \text{ kN}; \quad (3.2.4)$$

Polio laikomosios galios skaičiuotinę vertę nustatomo laikomosios galios charakteristinę vertę dalinant iš dalinio koeficiento γ_t , pateikto normose, kurio vertė priklauso nuo projektinės situacijos bei polių įrengimo būdo:

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t} = \frac{1138,31}{1,3} = 875,63 \text{ kN}; \quad (3.2.5)$$

Išvada: vieno gręžtinio polio PP-1 laikomoji galia $R_{c,d} = 875,63 \text{ kN}$. Gręžtinio polio GP-1 laikomoji galia pakankama su 40,2 % atsarga.

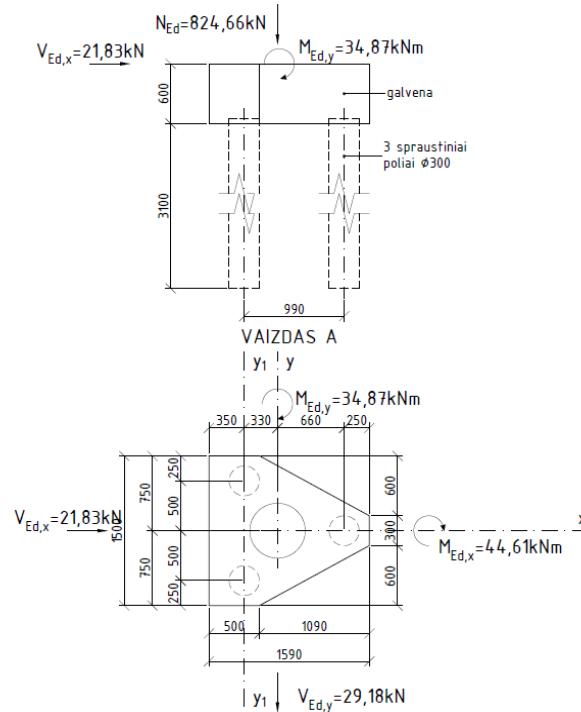
Po ištisinių monolitinių rostverku GmRos-1 įrengiami PP-1 poliai. Po pertvarų monolitiniu rostverku GmRos-4 įrengiami poliai PP-2 - $\varnothing 300$ skersmens ir 2,4 m ilgio.

3.2.2. Monolitinės galvenos ir polių rėmo projektavimas

Gelžbetoninė kolona standžiai tvirtinama ant monolitinės polių galvenos, kuri įrengiama ant trijų gręžtinių polių. Skaičiuojant gręžtinio polio ir monolitinės galvenos armavimą iš minėtųjų elementų sudaroma mažojo rėmo skaičiuojamoji schema (3.2.2 pav.). Priimame, kad skaičiuojamasis polių ilgis $8 \cdot d = 2,4$ m. Priimame mažiausią leistiną atstumą tarp polių $3 \cdot d = 0,9$ m.

Gautą skaičiuojamąją schemą apkrauname pavojingiausiu deriniu. Galveną veikianti kolonos ašinė jėga $N_{Ed} = 824,66 \text{ kN}$, kolonos apačioje veikiančios skersinės jėgos $V_{Ed,x} = 21,83 \text{ kN}$ ir $V_{Ed,y} = 29,18 \text{ kN}$, apačioje veikiančios lenkimo momentai – $M_{Ed,x} = 44,61 \text{ kNm}$ ir $M_{Ed,y} = 34,87 \text{ kNm}$. Gręžtinius

polius į vieną rėmą apjungs monolitinę galvena, kurios matmenys matomi 3.2.2 pav.. Apskaičiuojami suminiai momentai įvertinant skersinių jėgų sukeltus momentus. Polio skaičiavimai atliekami pagal Vinklerio sijos ant tampraus pagrindo teoriją.



3.2.2 pav. mažojo rėmo skaičiuojamosios schemos sudarymas

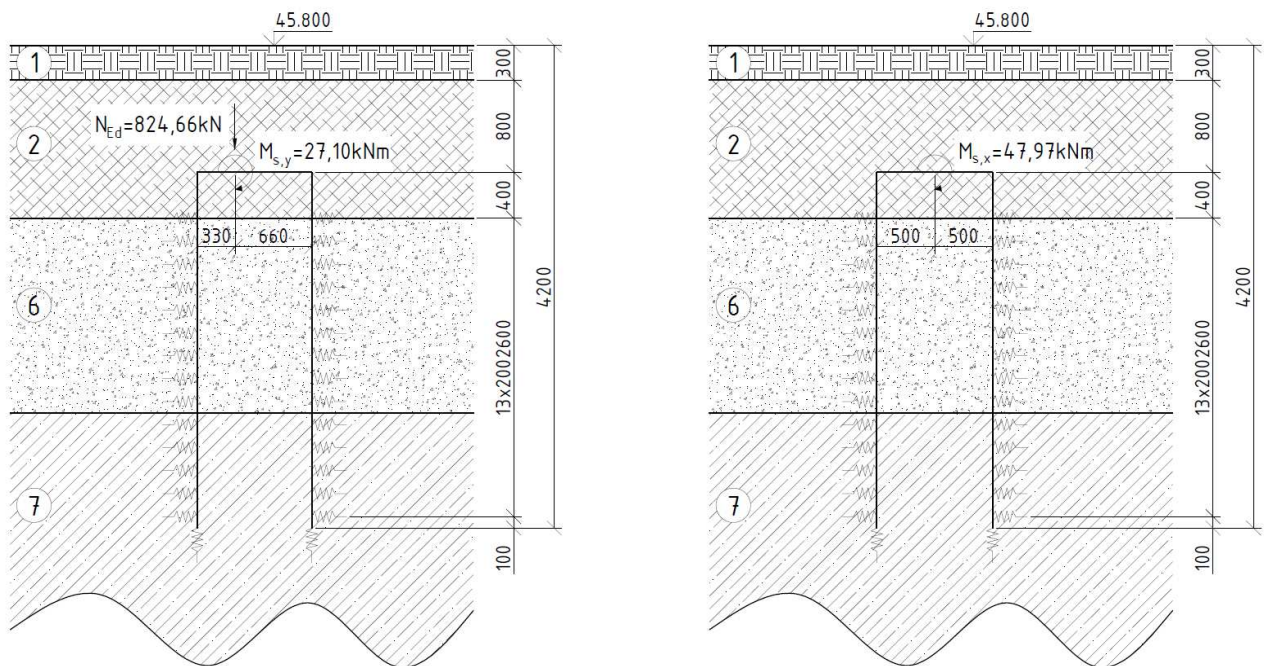
N – ašinė jėga, V_{Ed} – skersinė jėga, M_{Ed} – momentas.

Randami suminiai momentai įvertinant skersinės jėgos sukeltus momentus:

$$\begin{aligned} M_{s,x} &= M_{Ed,x} + V_{Ed,y} \cdot h_{gal} = 34,87 + 21,83 \cdot 0,6 = 47,97 \text{ kNm}; \\ M_{s,y} &= M_{Ed,y} + V_{Ed,x} \cdot h_{gal} = 44,61 - 29,18 \cdot 0,6 = 27,10 \text{ kNm}; \end{aligned} \quad (3.2.6)$$

čia: h_{gal} – monolitinės galvenos aukštis.

Skaičiuojamojoje schemoje priimtos polio atramos grunte – atitinkamo standumo spyruoklės. Spyruoklės išdėstytos kas 0,2 m, atmetant 0,4 m ruožą nuo poliaus viršaus. Spyruoklės standumas paskaičiuotas pagal inžinerinių geologinių tyrimų ataskaitoje pateiktus duomenis. Skaičiuojamoji rėmo schema pateikta 3.2.3 pav.



3.2.3 pav. mažojo rėmo skaičiuojamosios schemas x ašyje ir y₁ ašyje

Spyruoklės standumas skaičiuojamas:

$$C_s = C \cdot b \cdot S; \quad (3.2.7)$$

čia: C – pagrindo reakcijos koeficientas;

b – skaičiuojamojo polio skersmuo;

S – spyruoklių išdėstymo žingsnis.

Smėlingo dulkingo molio (sluoksnis nr. 6) pagrindo reakcijos koeficientas:

$$C_6 = \frac{E_{gr.,vid.}}{\omega \cdot b} = \frac{35000}{1,5 \cdot 0,3} = 77777,78 \text{ kN/m}^3; \quad (3.2.8)$$

čia: $E_{gr.,vid.}$ – grunto deformacijos modulis (imamas iš geologinės ataskaitos, 3.2.1 lent.);

ω – pagrindo formos koeficientas (1,5 – apvalaus skerspjūvio poliui);

b – skaičiuojamojo polio skersmuo.

Smėlingo molingo dulkingo (sluoksnis nr. 7) pagrindo reakcijos koeficientas:

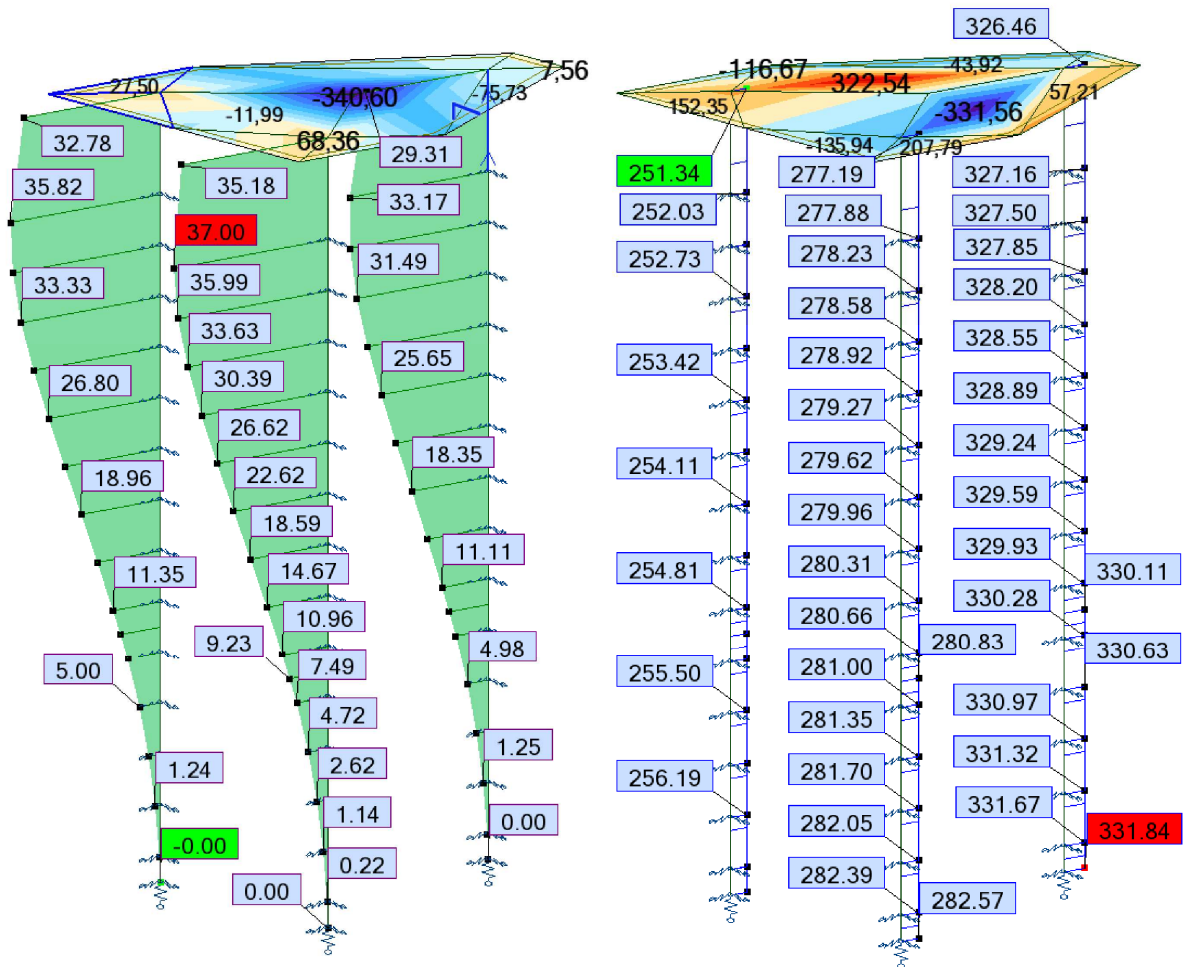
$$C_7 = \frac{E_{gr.,vid.}}{\omega \cdot b} = \frac{90000}{1,5 \cdot 0,3} = 200000 \text{ kN/m}^3; \quad (3.2.9)$$

Pagal 3.2.7 formulę randami visų nurodytų sluoksnių spyruoklių standumai:

$$C_{s6} = C_6 \cdot b \cdot S = 77777,78 \cdot 0,3 \cdot 0,2 = 4666,67 \text{ kN/m};$$

$$C_{s7} = C_7 \cdot b \cdot S = 200000 \cdot 0,3 \cdot 0,2 = 12000 \text{ kN/m};$$

Skaičiavimai atlikti *Autodesk Robot Structural Analysis* programa, gauti rezultatai pateikiami grafiškai (3.2.4 pav.).



3.2.4 pav. mažojo rėmo su spyruoklėmis lenkimo momentų ir ašinių jėgų diagramos

Išvada: mažasis rėmas ir jo elementuose atsirandančios įrašos buvo apskaičiuotos pagal Vinklerio sijos ant tampraus grunto metodą. Skaičiuojant šiuo metodu kiekvienas grunto sluoksnis įvertintas tam tikro standumo spyruokle. Pagal gautas lenkimo momentų diagramas, galima nustatyti reikalingą polių armavimą.

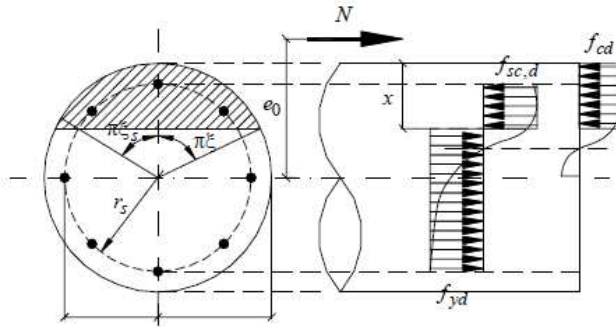
3.2.3. Gręžtinio polio PP-1 projektavimas

Projektuojamam gręžtiniam poliui PP-1 naudojamas C30/37 stiprumo klasės betonas, kurio $f_{ck} = 30$ MPa. Polio armavimui naudojama S500 klasės armatūra, kurios charakteristinis stipris $f_{yk} = 500$ MPa. Gręžtinio polio armavimas skaičiuojamas pagal ekscentriškai gniuždomo apvalaus skerspjūvio elementų skaičiuojamąją schemą (3.2.5 pav.). Gręžtiniui poliui PP-1 parenkami $6\phi 12$ mm S500, kurių $A_s = 6,78$ cm². Skaičiuojamasis betono stipris:

$$f_{cd} = \frac{\alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_M} = \frac{0,9 \cdot 30}{1,5} = 18 \text{ MPa}; \quad (3.2.10)$$

Skaičiuojamasis armatūros stipris:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{500}{1,1} = 454,55 \text{ MPa}; \quad (3.2.11)$$



3.2.5 pav. ekscentriškai gniuždomų apvalaus skerspjūvio elementų skaičiuojamoji schema

Užsiduodamas santykinis gniuždomos \square onos aukštis $\xi = 0,406$ (pirmąjį kartą užsiduodamas $\xi = 0,3$ ir vėliau tikslinamas priartėjimo būdu $\xi = 0,3:0,7$, kol galiausiai sutampa su apskaičiuotu ju 3.2.14 formulėje). Santykinis gniuždomos \square onos aukštis įvertinantis gniuždomą armatūrą:

$$\xi_s = \frac{\arccos\left(\frac{r_2}{r_s} \cos \pi \xi\right)}{\pi} = \frac{\arccos\left(\frac{0,15}{0,10} \cos(180 \cdot 0,406)\right)}{180} = 0,356; \quad (3.2.12)$$

čia: r_2 – gręžtinio polio spindulys;

r_s – apskritimo, išvesto per išilginę armatūrą spindulys.

Vertės koeficientas, apibūdinantis ryšį tarp santykinų dydžių:

$$k = \frac{\xi_s}{\xi} = \frac{0,356}{0,406} = 0,88; \quad (3.2.13)$$

Perskaičiuojamas santykinis gniuždomos \square onos aukštis:

$$\xi = \frac{0,4 \cdot f_{cd} \cdot A + f_{yd} \cdot A_s + N}{1,8 \cdot f_{cd} \cdot A + k(f_{yd} + f_{sc,d}) \cdot A_s} \quad (3.2.14)$$

$$= \frac{0,4 \cdot 18 \cdot 70650 + 454,55 \cdot 678 + 331990}{1,8 \cdot 18 \cdot 70650 + 0,88 \cdot (454,55 + 454,55) \cdot 678} = 0,406;$$

čia: A – gręžtinio polio plotas;

A_s – išilginės armatūros plotas;

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

Lenkimo momentas, kurį atlaiko polis PP-1:

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

$$= \frac{2}{3} \cdot (18 \cdot 150^3 \cdot \sin^3(180 \cdot 0,406)) + (454,55 + 454,55) \cdot 678 \cdot 100 \quad (3.2.15)$$

$$\cdot \frac{\sin(180 \cdot 0,356)}{3,14} = 53119877 Nmm = 53,12 kNm;$$

Išvada: pagal konstrukcinius reikalavimus apvalaus skerspjūvio elementai turi būti armuojami mažiausiai 6 strypais, todėl buvo gręžtiniui poliui PP-1 parinkti $6\phi 12mm$ S500 strypai. Lenkimo

momentas, kurį atlaiko polis lygus 53,12 kNm, su 30 % atsarga. Skersinė armatūra parenkama konstrukciškai $\varnothing 6$ S500, kas 200 mm.

3.2.4. Monolitinės galvenos GmPam-1/1 projektavimas

Projektuojama monolitinė galvena GmPam-1/1, kurios aukštis $h = 600$ mm, plotis $b = 1500$ mm ir ilgis $l = 1810$ mm. Apsauginio sluoksnio storis $a = 50$ mm. Kadangi galvena tvirtinama standžiai prie gręžtinių polių (3.2.3 pav.) galvenos tempiami sluoksniai tiek viršuje, tiek apačioje. Maksimalus momentas galvenoje $M_{Ed} = 340,61$ kNm. Galvenos įstrižojo pjūvio stiprumas tikrinamas nuo didžiausios veikiančios skersinės jėgos $V_{Ed} = 331,56$ kN. Galvenai naudojamas C30/37 stiprumo klasės betonas, kurio skaičiuotinis stipris $f_{cd} = 18$ MPa (3.2.10 formulė). Galvena bus armuojama S500 stiprumo klasės armatūra, kurios $f_{yd} = f_{scd} = 454,55$ MPa.

Skaičiuojamas reikalingas apatinės išilginės armatūros xx kryptimi skerspjūvio plotas. Apskaičiuojamas gniuždomos \square onos aukštis:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} b d^2} = \frac{241,90 \cdot 10^6}{18 \cdot 1000 \cdot 550^2} = 0,0444; \quad (3.2.16)$$

čia: b – galvenos plotis, $b = 1000$ mm;

d – galvenos naudingasis aukštis, $d = h - a$.

Tuomet:

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0444} = 0,0454 < 0,250; \quad (3.2.17)$$

Kadangi $\xi_{eff} < \xi_{lim}$ laikoma, kad elementas neperarmuotas, $\xi_{lim} = 0,25$, kadangi nėra tiksliai žinomas momentų pasiskirstymas. Reikalingas apatinės armatūros skerspjūvio plotas:

$$A_{s1,x} = \frac{f_{cd} \xi b d}{f_{yd}} = \frac{18 \cdot 0,0454 \cdot 100 \cdot 55}{454,55} = 9,89 \text{ cm}^2; \quad (3.2.18)$$

Parenkami $\varnothing 18$ S500 apatiniai strypai x kryptimi, apskaičiuojamas maksimalus išilginės armatūros žingsnis:

$$s_{1,x} = \frac{b \cdot A_{str}}{A_{s1,x}} = \frac{100 \cdot 2,54}{9,89} = 25,68 \text{ cm}; \quad (3.2.19)$$

Išvada: pagal gautą reikalingą skerspjūvio plotą parenkami $\varnothing 18$ S500 20 cm žingsniu.

Reikalingas viršutinės armatūros xx kryptimi skerspjūvio plotas skaičiuojamas nuo didžiausio lenkimo momento $M_{Ed} = 69,27$ kNm. Gniuždomos \square onos aukštis:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} b d^2} = \frac{69,54 \cdot 10^6}{18 \cdot 1000 \cdot 550^2} = 0,0127; \quad (3.2.20)$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0127} = 0,0128 < 0,250; \quad (3.2.21)$$

Reikalingas viršunės armatūros skerspjūvio plotas:

$$A_{s2} = \frac{f_{cd}\xi bd}{f_{yd}} = \frac{18 \cdot 0,0128 \cdot 100 \cdot 55}{454,55} = 2,79 \text{ cm}^2; \quad (3.2.22)$$

Prenkami $\varnothing 12$ S500 viršutiniai strypai x kryptimi, apskaičiuojamas maksimalus išilginės armatūros žingsnis:

$$s_{2,x} = \frac{b \cdot A_{str}}{A_{s2,x}} = \frac{100 \cdot 1,13}{2,79} = 40,50 \text{ cm}; \quad (3.2.23)$$

Išvada: pagal gautą reikalingą skerspjūvio plotą parenkami $\varnothing 12$ S500, s = 20cm.

Reikalingas apatinės armatūros yy kryptimi skerspjūvio plotas skaičiuojamas nuo didžiausio lenkimo momento $M_{Ed} = 340,61$ kNm. Gniuždomos \square onos aukštis:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd}bd^2} = \frac{340,61 \cdot 10^6}{18 \cdot 1000 \cdot 550^2} = 0,0627; \quad (3.2.24)$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0627} = 0,065 < 0,250; \quad (3.2.25)$$

Reikalingas apatinės armatūros skerspjūvio plotas:

$$A_{s2} = \frac{f_{cd}\xi bd}{f_{yd}} = \frac{18 \cdot 0,065 \cdot 100 \cdot 55}{454,55} = 14,16 \text{ cm}^2; \quad (3.2.26)$$

Prenkami $\varnothing 20$ S500 apatiniai strypai y kryptimi, apskaičiuojamas maksimalus išilginės armatūros žingsnis:

$$s_{1,y} = \frac{b \cdot A_{str}}{A_{s1,y}} = \frac{100 \cdot 3,14}{14,16} = 22,18 \text{ cm}; \quad (3.2.27)$$

Išvada: pagal gautą reikalingą skerspjūvio plotą parenkami $\varnothing 20$ S500, s = 20cm.

Reikalingas viršutinės armatūros yy kryptimi skerspjūvio plotas skaičiuojamas nuo didžiausio lenkimo momento $M_{Ed} = 69,04$ kNm. Gniuždomos \square onos aukštis:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd}bd^2} = \frac{69,04 \cdot 10^6}{18 \cdot 1000 \cdot 550^2} = 0,0127; \quad (3.2.28)$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0127} = 0,0128 < 0,250; \quad (3.2.29)$$

Reikalingas viršutinės armatūros skerspjūvio plotas:

$$A_{s2} = \frac{f_{cd}\xi bd}{f_{yd}} = \frac{18 \cdot 0,0128 \cdot 100 \cdot 55}{454,55} = 2,79 \text{ cm}^2; \quad (3.2.30)$$

Prenkami $\varnothing 12$ S500 viršutiniai strypai x kryptimi, apskaičiuojamas maksimalus išilginės armatūros žingsnis:

$$s_{2,x} = \frac{b \cdot A_{str}}{A_{s1,x}} = \frac{100 \cdot 1,13}{2,79} = 40,5 \text{ cm}; \quad (3.2.31)$$

Išvada: pagal gautą reikalingą skerspjūvio plotą parenkami $\varnothing 12$ S500, kurių s = 20 cm.

Tikrinamas monolitinės galvenos įstrižojo pjūvio stiprumas, pagal gautus rezultatus parenkama skersinė armatūra. Įstrižojo pjūvio, armuoto skersine armatūra, laikomoji galia yra pakankama, jei tenkinamos šios sąlygos:

$$\begin{aligned} V_{Ed} &\leq V_{Rd,s}; \\ V_{Ed} &\leq V_{Rd,max}; \end{aligned} \quad (3.2.32)$$

čia: $V_{Rd,s}$ – skersinės armatūros laikomoji galia;

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

Darant prielaidą, kad $V_{Ed}=V_{Rd,max}$ galima apskaičiuoti gniuždomo spyrio kampą:

$$\begin{aligned} \theta &= 0,5 \cdot \arcsin\left(\frac{2 \cdot V_{Ed}}{\alpha_{sw} \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z}\right) \\ &= 0,5 \cdot \arcsin\left(\frac{2 \cdot 331,56}{1 \cdot 0,528 \cdot 18 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 0,495}\right) = 4,1^\circ; \end{aligned} \quad (3.2.33)$$

čia: α_{sw} – koeficientas. $\alpha_{sw}=1,0$;

v_1 – koeficientas;

$$v_1 = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250}\right] = 0,6 \left[1 - \frac{30}{250}\right] = 0,528; \quad (3.2.34)$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 0,55 = 0,495m; \quad (3.2.35)$$

Kadangi $\Theta = 4,2^\circ < 45^\circ$, $\cot 4,2 = 13,65$ ši reikšmė netenkina $1 \leq \cot \Theta \leq 2,5$, todėl $\cot \Theta$ priimamas lygus 2,5. Reikalingas skersinės armatūros intensyvumas:

$$v_{sw} = \frac{V_{Ed}}{z \cdot \cot \theta} = \frac{331,56}{0,495 \cdot 2,5} = 268,00kN/m; \quad (3.2.36)$$

Apskaičiuojamas minimalus skersinės armatūros intensyvumas:

$$v_{sw,min} = 0,07 \cdot f_{ck}^{0,5} \cdot b_w = 0,07 \cdot \sqrt{30 \cdot 10^3} \cdot 1 = 12,15kN/m; \quad (3.2.37)$$

Priimama, kad skersinei armatūrai bus naudojami $\emptyset 12$ S500 strypai, kurių $A_{sw}=2 \cdot 1,131 \cdot 10^{-4}=2,26 \cdot 10^{-4}m^2$. Apskaičiuojamas skersinės armatūros žingsnis:

$$s = \frac{f_{ywd} \cdot A_{sw}}{v_{sw}} = \frac{454,55 \cdot 10^3 \cdot 2,26 \cdot 10^{-4}}{268,00} = 0,383m; \quad (3.2.38)$$

Skersinę armatūrą dėliojame $s = 0,2$ m žingsniu. Apskaičiuojame įstrižojo pjūvio laikomąją galią $V_{Rd,s}$:

$$\begin{aligned} V_{Rd,s} &= \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{2,26 \cdot 10^{-4}}{0,2} \cdot 0,495 \cdot 454,55 \cdot 10^3 \cdot 2,5 = \\ &= 635,63kN; \end{aligned} \quad (3.2.39)$$

Apskaičiuojame laikomąją galią $V_{Rd,max}$, kai $\Theta = 10^\circ$:

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{sw} \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z}{(\cot \theta + \tan \theta)} = \frac{1 \cdot 0,528 \cdot 18 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 0,495}{(2,5 + 0,4)} = 1622,23kN; \quad (3.2.40)$$

Tikrinama 3.2.32 sąlyga:

$$V_{Ed} = 331,56kN \leq V_{Rd,s} = 635,63kN;$$

$$V_{Ed} = 331,56kN \leq V_{Rd,max} = 1622,23kN;$$

Išvada: sąlygos tenkinamos, skersinė armatūra parinkta tinkamai.

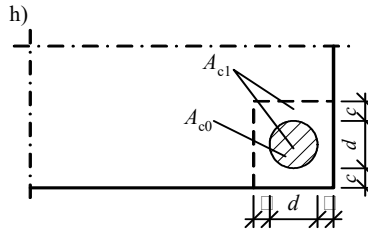
Praspaudimo tikrinimas.

Betono skaičiuotinis stipris $f_{cd} = 18 MPa$. Glemžimo plotas:

$$A_{c0} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 550^2}{4} = 237463mm^2; \quad (3.2.41)$$

Skaičiuojamasis plotas A_{c1} nustatomas pagal schemą (3.2.6 pav.) ir yra:

$$A_{c1} = (d + 2e)(d + 2c) = (550 + 2 \cdot 305)(550 + 2 \cdot 375) = 1508000mm^2; \quad (3.2.42)$$



3.2.6 pav. ploto A_{c1} nustatymo schemas

Betono gniuždomasis (glemžiamasis) stipris f_{cud} apskaičiuojamas:

$$f_{cud} = \alpha \cdot \omega_u \cdot f_{cd}; \quad (3.2.43)$$

čia: α – koeficientas. $\alpha=0,85$;

ω_u – koeficientas;

$$\omega_u = 1 + k_u \cdot k_f \cdot \frac{f_{ctd}}{f_{cd}} \left(\sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} - 1 \right) = 1 + 8,276 \cdot 0,96 \cdot \frac{18}{1,74} \cdot \left(\sqrt{\frac{1508000}{237463}} - 1 \right) \quad (3.2.44)$$

=;

$$k_u = 0,8 \frac{f_{ctd}}{f_{cd}} = 0,8 \cdot \frac{18}{1,74} = 8,276; \quad (3.2.45)$$

Kadangi $k_u < 14$, priimame, kad $k_u = 14$. Priklausomai nuo ploto nustatymo schemas apskaičiuojama koeficiento k_f reikšmė:

$$k_f = 0,8 + 0,2 \frac{\min(c/d; e/d)}{\max(c/d; e/d)} = 0,8 + 0,2 \frac{\min(375/550; 305/550)}{\max(375/550; 305/550)} = 0,96; \quad (3.2.46)$$

Kadangi ω_u negali būti daugiau kaip 2,5, todėl priimame, kad $\omega_u = 2,5$. Pagal 3.2.43 formulę apskaičiuojamas betono gniuždomasis (glemžiamasis) stipris:

$$f_{cud} = \alpha \cdot \omega_u \cdot f_{cd} = 0,85 \cdot 2,5 \cdot 18 = 38,25MPa;$$

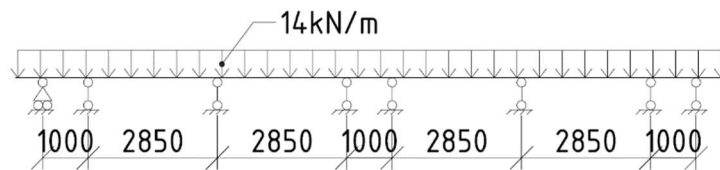
Tikrinama stiprumo sąlyga:

$$N_{Rd} = \alpha_u \cdot f_{cud} \cdot A_{c0} = 1 \cdot 38,25 \cdot 237463 = 9083kN > N_{Ed} = 862,36kN; \quad (3.2.47)$$

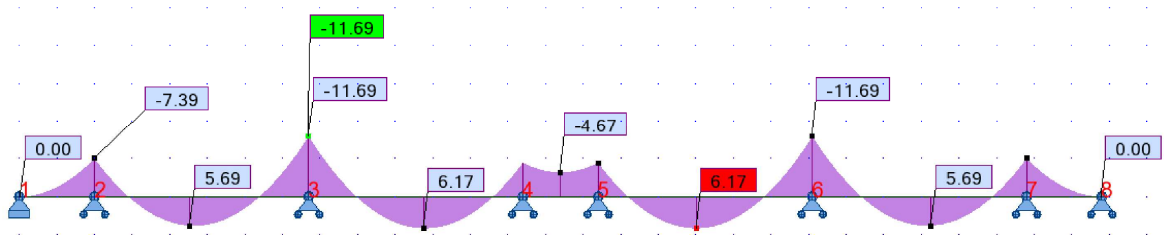
Išvada: sąlyga tenkinama, kolona rostverko nepraspaus, numatyti papildomų armatūrinių tinkliukų nereikia.

3.2.5. Monolitinio rostverko GmRos-1/1 projektavimas

Projektuojamas ištisinis monolitinis rostverkas GmRos-1/1. Numatomas rostverko plotis 250 mm, o aukštis 600 mm. Rostverkas projektuojamas kaip nekarpyta sija (3.2.7 pav.), apkraunant didžiausia tenkančia apkrova. Pagal didžiausią lenkimo momento reikšmę (3.2.8 pav.) skaičiuojamas reikalingas išilginės armatūros skerspjūvio plotas.



3.2.7 pav. GmRos-1/1 rostverko skaičiuojamoji schema



3.2.8 pav. Rostverko lenkimo momentų diagrama

Rostverkui naudojamas C30/37 klasės betonas, tokios pačios klasės kaip ir polių galvenų, kadangi išorinė eilė galvenų bus apjungama rostverku. Betono skaičiuotinis stipris $f_{cd} = 18$ MPa (3.2.10 formulė). Rostverkas bus armuojamas S500 stiprumo klasės armatūra, kurios $f_{yd} = f_{scd} = 454,55$ MPa.

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

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{454,55}{500} \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,533; \quad (3.2.48)$$

$$\omega = a - 0,008f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706; \quad (3.2.49)$$

Apskaičiuojamas gniuždomos ξ onos aukštis:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd}bd^2} = \frac{6,17 \cdot 10^6}{18 \cdot 250 \cdot 550^2} = 0,0045; \quad (3.2.50)$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0045} = 0,0045; \quad (3.2.51)$$

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

$$A_{s1} = \frac{f_{cd} \cdot \xi \cdot b \cdot d}{f_{yd}} = \frac{18 \cdot 0,0045 \cdot 25 \cdot 55}{454,55} = 0,25 \text{ cm}^2; \quad (3.2.52)$$

Išvada: pagal gautą reikalingą skerspjūvio plotą parenkami 2Ø12 S500, kurių $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$.

Reikalingas viršutinės armatūros skerspjūvio plotas skaičiuojamas nuo didžiausio lenkimo momento $M_2 = 11,69 \text{ kNm}$. Gniuždomos \square onos aukštis:

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} b d^2} = \frac{11,69 \cdot 10^6}{18 \cdot 250 \cdot 550^2} 0,0086; \quad (3.2.53)$$

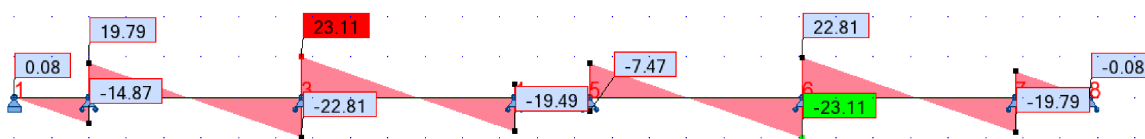
$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0086} = 0,0086; \quad (3.2.54)$$

Reikalingas viršutinės armatūros skerspjūvio plotas:

$$A_{s2} = \frac{f_{cd} \cdot \xi \cdot b \cdot d}{f_{yd}} = \frac{18 \cdot 0,0086 \cdot 25 \cdot 55}{454,55} = 0,47 \text{ cm}^2; \quad (3.2.55)$$

Išvada: pagal gautą reikalingą skerspjūvio plotą parenkami 2Ø12 S500, kurių $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$.

Tikrinamas monolitinio rostverko įstrižojo pjūvio stiprumas ir pagal gautus rezultatus parenkam skersinė armatūra. Skersinė armatūra skaičiuojama nuo didžiausios veikiančios skersinės jėgos (3.2.9 pav.).



3.2.9 pav. Rostverko skersinių jėgų diagrama

Įstrižojo pjūvio, armuoto skersine armatūra, laikomoji galia yra pakankama, jei tenkinamos šios sąlygos:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}; \quad (3.2.56)$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max};$$

čia: $V_{Rd,s}$ – skersinės armatūros laikomoji galia;

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

Darant prielaidą, kad $V_{Ed} = V_{Rd,max}$ galima apskaičiuoti gniuždomo spyrio kampą:

$$\begin{aligned} \theta &= 0,5 \cdot \arcsin\left(\frac{2 \cdot V_{Ed}}{\alpha_{sw} \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z}\right) \\ &= 0,5 \cdot \arcsin\left(\frac{2 \cdot 23,11}{1 \cdot 0,528 \cdot 18 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 0,495}\right) = 0,3^\circ; \end{aligned} \quad (3.2.57)$$

čia: α_{sw} – koeficientas. $\alpha_{sw} = 1,0$;

v_1 – supleišėjimo įstrižajame pjūvyje betono stiprio mažinamasis koeficientas;

$$v_1 = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250}\right] = 0,6 \left[1 - \frac{30}{250}\right] = 0,528; \quad (3.2.58)$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 0,55 = 0,495 \text{ m}; \quad (3.2.59)$$

Kadangi $\Theta=1^\circ < 45^\circ$, tai skaičiuojant skersinę armatūra naudosime $\cot 1^\circ=57,29$.

Kadangi $\Theta = 0,3^\circ < 45^\circ$, $\cot 0,3 = 191$ ši reikšmė netenkina $1 \leq \cot \Theta \leq 2,5$, todėl $\cot \Theta$ priimamas lygus 2,5. Reikalingas skersinės armatūros intensyvumas:

Reikalingas skersinės armatūros intensyvumas:

$$v_{sw} = \frac{V_{Ed}}{z \cdot \cot \theta} = \frac{23,11}{0,495 \cdot 2,5} = 18,67 \text{ kN/m}; \quad (3.2.60)$$

Apskaičiuojamas minimalus skersinės armatūros intensyvumas:

$$v_{sw.min} = 0,07 \cdot f_{ck}^{0,5} \cdot b_w = 0,07 \cdot \sqrt{30 \cdot 10^3} \cdot 0,25 = 3,03 \text{ kN/m}; \quad (3.2.61)$$

Priimama, kad skersinei armatūrai bus naudojami $\emptyset 6$ S500 strypai, kurių $A_{sw}=2 \cdot 0,28 \cdot 10^{-4}=0,56 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$. Apskaičiuojamas skersinės armatūros žingsnis:

$$s = \frac{f_{ywd} \cdot A_{sw}}{v_{sw}} = \frac{454,55 \cdot 10^3 \cdot 0,56 \cdot 10^{-4}}{18,67} = 1,36 \text{ m}; \quad (3.2.62)$$

Skersinę armatūrą dëliojame $s = 0,2 \text{ m}$ žingsniu. Apskaičiuojame įstrižojo pjūvio laikomąją galią $V_{Rd,s}$:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta = \frac{0,56 \cdot 10^{-4}}{0,2} \cdot 0,495 \cdot 454,55 \cdot 10^3 \cdot 2,5 = 157,50 \text{ kN}; \quad (3.2.63)$$

Apskaičiuojame laikomąją galią $V_{Rd,max}$, kai $\Theta = 1^\circ$:

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{sw} \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z}{(\cot \theta + \tan \theta)} = \frac{1 \cdot 0,528 \cdot 18 \cdot 10^3 \cdot 0,25 \cdot 0,495}{(2,5 + 0,4)} = 405,56 \text{ kN}; \quad (3.2.64)$$

Tikrinama 3.2.56 sąlyga:

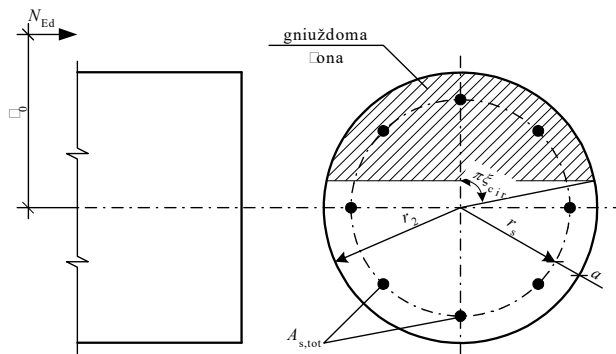
$$V_{Ed} = 23,11 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 157,50 \text{ kN};$$

$$V_{Ed} = 23,11 \text{ kN} \leq V_{Rd,max} = 405,56 \text{ kN};$$

Išvada: sąlygos tenkinamos, skersinė armatūra parinkta tinkamai.

3.3. Kolonos GmApvKol-6 projektavimas

Projektuojama monolitinė ekscentriškai gniuždoma nekintamo skerspjūvio kolona (3.3.1 pav.). Numatomas kolonos skerspjūvis 500(\emptyset), kolonos aukštis $l = 4,45 \text{ m}$. Kolonai naudojamas C30/37 stiprumo klasės betonas, armatūra S500 stiprumo klasės. Betono apsauginis sluoksnis $a = 50 \text{ mm}$. Kolona prie pamato tvirtinama standžiai. Pagal kompiuterinę programą *Autodesk Robot Structural Analysis* gautas įrašas, parenkamas pavojingiausias įrašų derinys, kuris naudojamas tolimesniems skaičiavimams.



3.3.1 pav. ekscentriškai gniuždomųjų gelžbetoninių elementų statmeno pjūvio stiprumo skaičiuotinė schema Pavojingiausias derinys, kai veikia įrašos $M_{Ed} = 94,62 \text{ kNm}$, $N_{Ed} = 1113,83 \text{ kN}$.

Betono skaičiuotinis stipris gniuždant:

$$f_{cd} = \frac{\alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_M} = \frac{0,9 \cdot 30}{1,5} = 18 \text{ MPa}; \quad (3.3.1)$$

Armatūros skaičiuotinis stipris:

$$f_{yd} = f_{s,d} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{500}{1,1} = 454,55 \text{ MPa}; \quad (3.3.2)$$

Skerspjūvio plotas:

$$A_c = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 500^2}{4} = 196250 \text{ mm}^2; \quad (3.3.3)$$

Skerspjūvio inercijos spindulys:

$$i = \frac{\phi}{4} = \frac{500}{4} = 125 \text{ mm}; \quad (3.3.4)$$

Apskaičiuojamas kolonos liaunis:

$$\lambda = \frac{l_{eff}}{i} = \frac{4450}{125} = 36 < \lambda_{rib} = 120; \quad (3.3.5)$$

Išvada: kolonos liaunis neviršija ribinio, kadangi $\lambda = 36 > 14$, reikia įvertinti išlinkį.

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

$$l_0 = l = 4,45 \text{ m}; \quad (3.3.6)$$

čia: l – aukšto aukštis (atstumas tarp maigų centrų).

Momentas sukeltas nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių:

$$M_{Ed,sl} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot r_s = 84,56 + 960,72 \cdot 0,2 = 276,71 \text{ kNm}; \quad (3.3.7)$$

Momentas sukeltas nuolatinių ir kintamų poveikių:

$$M_{Ed,s} = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot r_s = 94,62 + 1113,83 \cdot 0,2 = 317,39 \text{ kNm}; \quad (3.3.8)$$

Ekscentricitetas lenkimo momento plokštumoje:

$$e_0 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{94,62}{1113,83} = 0,085m; \quad (3.3.9)$$

Koeficientas, įvertinantis ilgalaikių poveikių įtaką elemento įlinkiui ribiniame būvyje:

$$\varphi_l = 1 + \beta \frac{M_{Ed,sl}}{M_{Ed,s}} = 1 + 1 \frac{276,71}{317,39} = 1,87 < \varphi_l = 1 + \beta = 1 + 1 = 2; \quad (3.3.10)$$

Koeficientas priklausantis nuo atsitiktinio ekscentriciteto:

$$\begin{aligned} \delta_e = \frac{e_0}{\varnothing} = \frac{0,085}{0,5} = 0,17 < \delta_{e,min} = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{l_0}{\varnothing} - 0,01 \cdot f_{cd} \\ = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{4,45}{0,5} - 0,01 \cdot 18 = 0,231; \end{aligned} \quad (3.3.11)$$

Priimame minimalią koeficiento reikšmę $\delta_{e,min} = 0,231$. Apskaičiuojamas armatūros ir betono tamprumo modulių santykis:

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{2 \cdot 10^5}{3,1 \cdot 10^4} = 6,45; \quad (3.3.12)$$

čia: E_s – armatūros tamprumo modulis;

E_{cm} – betono tamprumo modulis.

Betono skerspjūvio inercijos momentas elemento viso skerspjūvio atžvilgiu:

$$I_c = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 500^4}{64} = 3,07 \cdot 10^9 mm^4; \quad (3.3.13)$$

Parenkami 8 $\varnothing 16$ strypų, kurių $A_s = 1609 \text{ mm}^2$. Armatūros skerspjūvio ploto inercijos momentas elemento viso skerspjūvio centro atžvilgiu:

$$I_s = \frac{A_{s,tot} \cdot r_s^2}{2} = \frac{1609 \cdot 200^2}{2} = 0,0322 \cdot 10^9 mm^4; \quad (3.3.14)$$

Sąlyginė išilginė kritinė jėga:

$$\begin{aligned} N_{crit} &= \frac{6,4 \cdot E_{cm}}{l_0^2} \left[I_c \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e I_s \right] \\ &= \frac{6,4 \cdot 3,1 \cdot 10^4}{4450^2} \left[\frac{3,07 \cdot 10^9}{1,88} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,231} + 0,1 \right) + 6,45 \cdot 0,0322 \right. \\ &\quad \left. \cdot 10^9 \right] = 0,0092 \cdot 10^9 N = 9200 kN; \end{aligned} \quad (3.3.15)$$

čia: E_{cm} – betono kirstinis tamprumo modulis;

l_0 – elemento skaičiuotinis ilgis;

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

δ_e – koeficientas priklausantis nuo atsitiktinio ekscentriciteto;

I_c – betoninės dalies skerspjūvio inercijos momentas;

Apskaičiuojamas koeficientas η :

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{crit}}} = \frac{1}{1 - \frac{1113,83}{9200}} = 1,14; \quad (3.3.16)$$

Ekscentricitetas e_e :

$$e_e = (e_0 + \varepsilon_a) \cdot \eta = (85 + 10) \cdot 1,14 = 108,3 \text{ mm} < 3 \cdot r_s = 3 \cdot 200 = 600 \text{ mm}; \quad (3.3.17)$$

Skaičiuojamos reikšmės:

$$\begin{aligned} N_{Ed}(e_0 \cdot \eta + r_s) &= 1113,83 \cdot 10^3 (85 \cdot 1,14 + 200) = 330,7 \cdot 10^6 \text{ N} \\ &< (f_{cd} A_c \cdot \beta_c + f_{scd} \cdot A_{s,tot} \cdot \beta_s) r_s \\ &= (18 \cdot 196250 \cdot 0,78 + 454,55 \cdot 1609 \cdot 0,84) \cdot 200 \\ &= 673,94 \cdot 10^6 \text{ N}; \end{aligned} \quad (3.3.18)$$

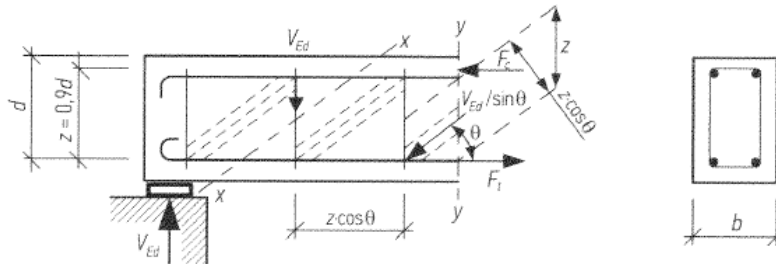
$$\text{čia: } \beta_c = 1 - 0,32 \sqrt{e_0 \cdot \eta / r_s} = 1 - 0,32 \sqrt{85 \cdot 1,14 / 200} = 0,78$$

$$\beta_s = 1 - 0,33 e_0 \cdot \eta / r_s = 1 - 0,33 \cdot 85 \cdot 1,14 / 200 = 0,84$$

Išvada: strypai parinkti tinkamai, pagal 3.3.18 formulę strypai laiko su 50,9% atsarga.

3.3.1. Kolonos GmApvKol-6 skersinės armatūros skaičiavimas

Skersinė armatūra kolonoje apskaičiuojama taikant santvaros modelį, kurio skaičiuojamoji schema pateikta 3.3.2 pav. 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 θ yra ribojamas ir rekomenduojamas pasirinkti $22^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$. Didžiausia kolonoje veikiant skersinė jėga $V_{Ed} = 30,82 \text{ kN}$.



3.3.2 pav. skersinės armatūros skaičiuojamoji schema

Įstrižasis pjūvis tikrinamas, pagal šias dvi nelygybes:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}; \quad (3.3.19)$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max};$$

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

$$\begin{aligned} V_{Rd,max} &= 0,347 \cdot \alpha_{sw} \cdot b \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} = 0,347 \cdot 1,0 \cdot 0,55 \cdot 0,495 \cdot 0,528 \cdot 18 \cdot \\ &10^6 = 897,85 \text{ kN}; \end{aligned} \quad (3.3.20)$$

čia: α_{sw} – koeficientas, kurį taikant atsižvelgiama į gniuždomosios juostos įtempių buvį (konstrukcijoms be išankstinio įtempimo $\alpha_{sw} = 1$;

v_1 – supleišėjusio įstrižajame pjūvyje betono stiprio mažinamasis koeficientas;

$$v_1 = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \left[1 - \frac{30}{250} \right] = 0,528; \quad (3.3.21)$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 0,5 = 0,45m; \quad (3.3.22)$$

Apskaičiuojamas reikiamas skersinės armatūros intensyvumas:

$$v_{sw} = \frac{V_{Ed}}{z \cdot \cot\theta} = \frac{30,82 \cdot 10^3}{0,45 \cdot \cot 22} = 27,4kN/m; \quad (3.3.23)$$

Priimama, kad skersinei armatūrai bus naudojami 2 $\varnothing 8$ S500 strypai, kurių $A_{sw} = 1,01 \cdot 10^{-4}m^2$. Skersinės armatūros žingsnis:

$$s = \frac{f_{ywd} \cdot A_{sw}}{v_{sw}} = \frac{454,55 \cdot 10^3 \cdot 1,01 \cdot 10^{-4}}{27,4} = 1,68m; \quad (3.3.24)$$

Tikrinamas įstrižojo pjūvio stiprumas, kai skersinis armatūros žingsnis 0,4 m:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yw,d} \cdot \cot\theta = \frac{1,01 \cdot 10^{-4}}{0,4} \cdot 0,45 \cdot 454,55 \cdot 10^6 \cdot 2,5 = 129,12kN; \quad (3.3.25)$$

Skaičiuojama maksimali skerspjūvio atlaikoma skersinė jėga:

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{sw} \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z}{(\cot\theta + \tan\theta)} = \frac{1 \cdot 0,528 \cdot 18 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 0,45}{(2,5 + 0,4)} = 737,38kN; \quad (3.3.26)$$

Tikrinama 3.2.19 sąlyga:

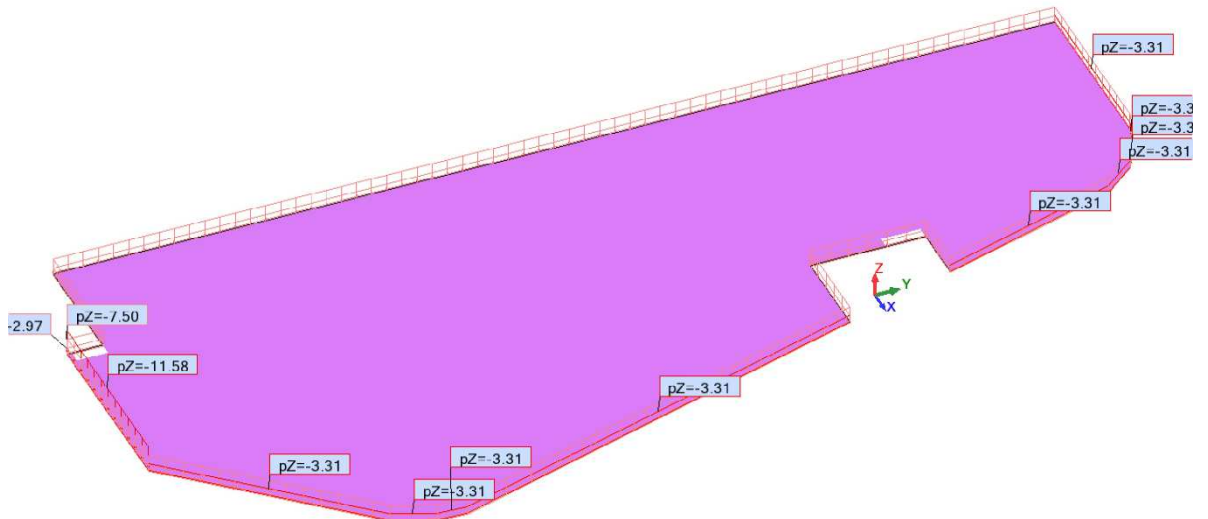
$$V_{Ed} = 30,82kN \leq V_{Rd,s} = 129,12kN;$$

$$V_{Ed} = 30,82kN \leq V_{Rd,max} = 737,38kN;$$

Išvada: atlikus skaičiavimus gauta, kad reikalingas skersinės armatūros žingsnis negali viršyti 1,68 m. Skersinės armatūros žingsnis parenkamas pagal konstrukcinius reikalavimus: ties kolonos galais armatūra sutankinama iki 0,2 m žingsnio, o likusioje kolonos dalyje skersinės armatūros žingsnis – 0,4 m.

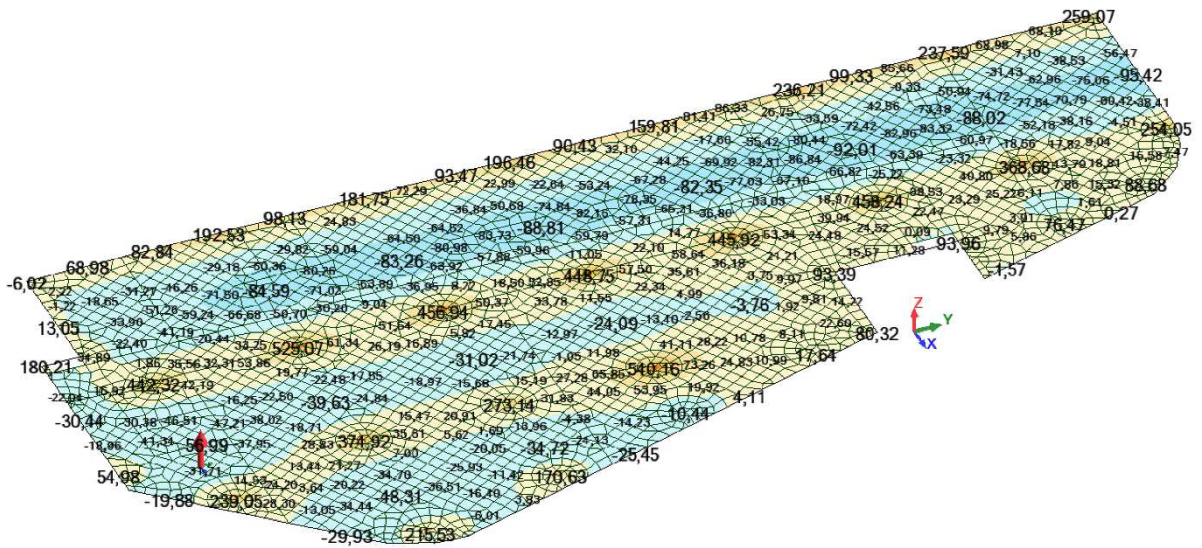
3.4. Monolitinės perdangos MPer-2 projektavimas

Po sporto ir sveikatingumo patalpomis numatoma gelžbetoninė monolitinė 732,13 m² ir 0,25m storio plokštė. Perdangai naudojamas C30/37 klasės betonas, perdanga armuojama S500 armatūriniais tinklais. Siekiant gauti momentus atsirandančius perdangos plokštėje kompiuterine programa Autodesk Robot Structural Analysis buvo sudarytas perdangos modelis (3.4.1 pav.), kuriama perdangą veikia perdangos savasis svoris, grindų ant perdangos svoris, $g_k = 2,20$ kN/m² sienų svoris $g_k = 2,45$ kN/m, bei naudojimo apkrova $q_k = 5,00$ kN/m². Taip pat buvo įvertinta MPer-3 perdangos apkrova perduodama perdangai MPer-2 (MPer-3 remiama ant MPer-2 perdangos).

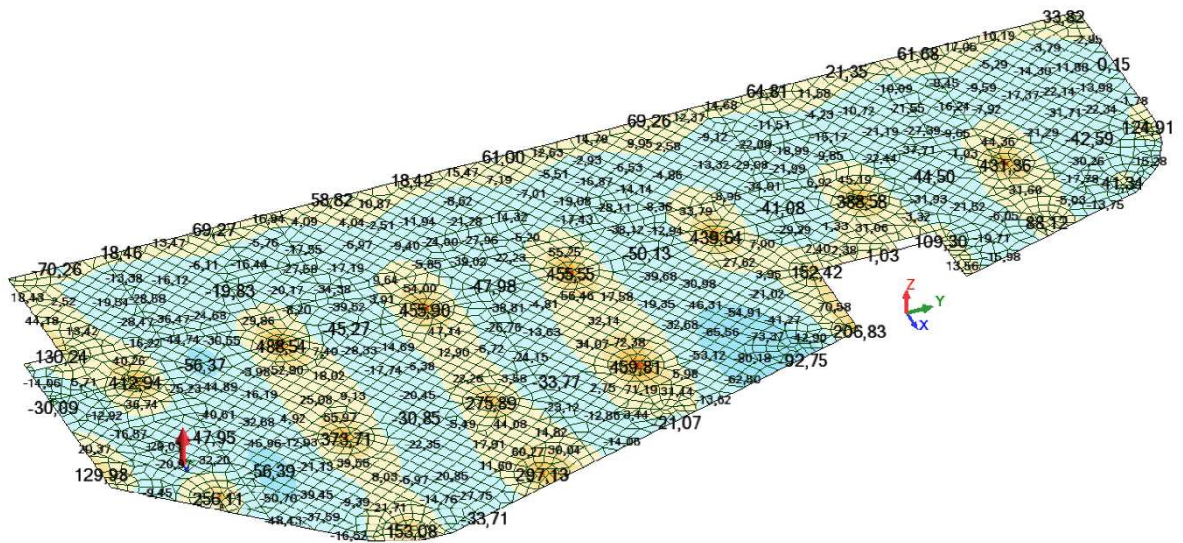


3.4.1 pav. monolitinės perdangos po sporto ir sveikatingumo patalpomis modelis, su perdanga veikiančiomis apkrovomis

Kompiuterine programa perdanga buvo sudalinta į 0,2 m dydžio baigtinius elementus ir apskaičiuoti momentai atsirandys plokštėje xx ir yy kryptimis (3.4.2, 3.4.3 pav.).



3.4.2 pav. plokštėje atsirandantys momentai xx kryptimi, kNm/m



3.4.3 pav. plokštėje atsirandantys momentai yy kryptimi, kNm/m

3.4.1. Reikalingos armatūros skaičiavimas

Apatinės armatūros strypų x kryptimi skaičiavimas.

Reikiamas armatūros skerspjūvio plotas ir žingsnis tarp strypų bus skaičiuojamas pagal didžiausią momentą.

Betono skaičiuotinis stipris gniuždant:

$$f_{cd} = \frac{\alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_M} = \frac{0,9 \cdot 30}{1,5} = 18MPa; \quad (3.4.1)$$

Armatūros skaičiuotinis stipris:

$$f_{yd} = f_{scd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{500}{1,1} = 454,55MPa; \quad (3.4.2)$$

Minimalus plokštės darbo aukštis:

$$d_{min} = \sqrt{\frac{M_{max}}{\mu_{Eds,lim} \cdot f_{cd} \cdot b}} = \sqrt{\frac{95,42 \cdot 10^6}{0,18 \cdot 18 \cdot 1000}} = 171,61mm; \quad (3.4.3)$$

čia: M_{max} – maksimalus lenkimo momentas x kryptimi.

$$\mu_{Eds,lim} = \eta \cdot \lambda \cdot \xi_{lim} \cdot (1 - 0,5 \cdot \lambda \cdot \xi_{lim}) = 0,180; \quad (3.4.4)$$

čia: η ir λ dydžiai pasirenkami 1,0 ir 0,8, kadangi $l/b > 2$. Ribinis santykinis gniuždomos \square onos aukštis $\xi_{lim} = 0,25$, kadangi momentų pasiskirstymas nėra tiksliai žinomas.

Išvada: minimalus plokštės darbo aukštis tenkina parinktą plokštės storį.

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{95,42 \cdot 10^6}{18 \cdot 1000 \cdot 210^2} = 0,120; \quad (3.4.5)$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,120}{1}} \right) = 0,160; \quad (3.4.6)$$

Gniuždomos \square onos aukštis:

$$x = \xi \cdot d = 0,160 \cdot 210 = 33,6\text{mm}; \quad (3.4.7)$$

Reikiamas armatūros kiekis:

$$A_{xa} = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{18 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 33,6}{454,55} = 1064\text{mm}^2 = 10,64\text{cm}^2; \quad (3.4.8)$$

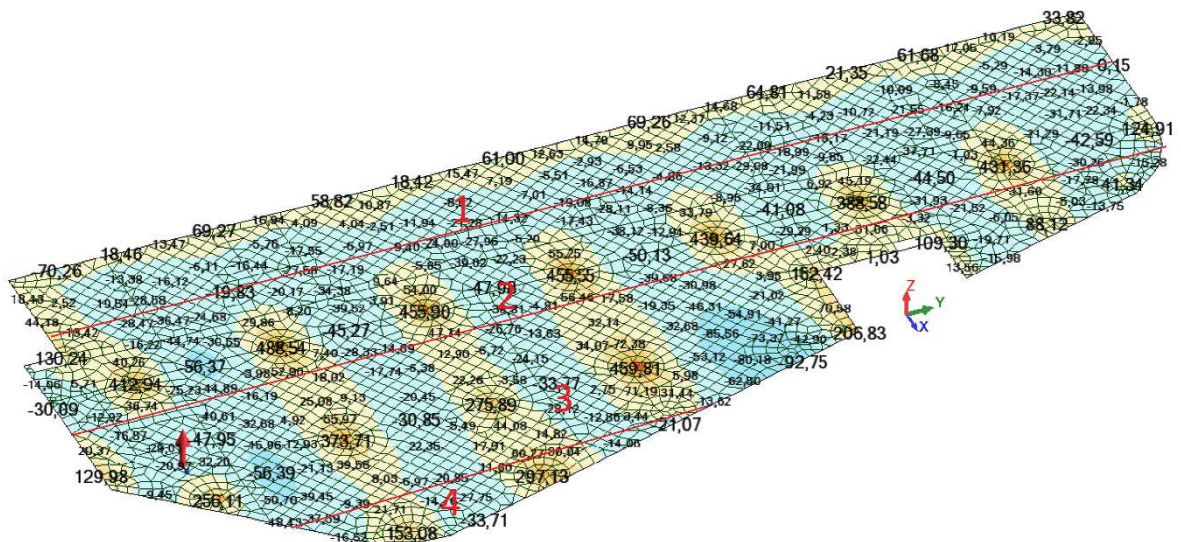
Prenkami $\varnothing 14$ S500 apatiniai strypai x kryptimi. Apskaičiuojamas maksimalus išilginės armatūros žingsnis:

$$s_1 = \frac{b \cdot A_{str}}{A_{xa}} = \frac{1 \cdot 1,54}{10,64} = 0,145\text{m}; \quad (3.4.9)$$

Išvada: apatiniai strypai x kryptimi $\varnothing 14$ S500 dėliojami žingsniu $s = 0,1$ m.

Apatinės armatūros strypų y kryptimi skaičiavimas.

Plokštė padalijama į 4 dalis (3.4.4 pav.). Reikiamas armatūros skerspjūvio plotas ir žingsnis tarp strypų bus skaičiuojamas 4 \square onose, parinkus didžiausias momentų reikšmes.



3.4.4 pav. plokštė sudalinta į 4 dalis, ir jose veikiančys momentai yy kryptimi, kNm/m

Minimalus plokštės darbo aukštis:

$$d_{min} = \sqrt{\frac{M_{max}}{\mu_{Eds,lim} \cdot f_{cd} \cdot b}} = \sqrt{\frac{33,73 \cdot 10^6}{0,18 \cdot 18 \cdot 1000}} = 102,03\text{mm}; \quad (3.4.10)$$

čia: M_{max} – maksimalus lenkimo momentas x kryptimi.

Apatiniai strypai y kryptimi 1 zona:

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{33,73 \cdot 10^6}{18 \cdot 1000 \cdot 210^2} = 0,042; \quad (3.4.11)$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,042}{1}} \right) = 0,054; \quad (3.4.12)$$

Gniuždomos \square onos aukštis:

$$x = \xi \cdot d = 0,054 \cdot 210 = 11,34mm; \quad (3.4.13)$$

Reikiamas armatūros kiekis:

$$A_{ya1} = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{18 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 11,34}{454,55} = 359mm^2 = 3,59cm^2; \quad (3.4.14)$$

Parenkami $\varnothing 12$ S500 apatiniai strypai x kryptimi. Apskaičiuojamas maksimalus išilginės armatūros žingsnis:

$$s_1 = \frac{b \cdot A_{str}}{A_{ya1}} = \frac{1 \cdot 1,54}{3,59} = 0,429m; \quad (3.4.15)$$

Išvada: apatiniai strypai y kryptimi $\varnothing 14$ S500 1 \square onoje dėliojami žingsniu $s = 0,2$ m. Analogiškai pirmajai \square onai atliekami skaičiavimai ir likusioms trimis \square onoms, rezultatai pateikiami 3.4.1 lentelėje.

3.4.1 lent. parinktas monolitinės perdangos armavimas y kryptimi

Zonos Nr.	Parinktos armatūros skersmuo ir klasė	Žingsnis, mm
2	$\varnothing 14$ S500	200
3	$\varnothing 14$ S500	100
4	$\varnothing 14$ S500	200

Viršutinės armatūros strypų x kryptimi skaičiavimas.

Perdanga besijinė, be kapitelių dedasi ant kolonų, susidaro lenkimo momentai viršuje.

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{47,91 \cdot 10^6}{18 \cdot 1000 \cdot 210^2} = 0,060; \quad (3.4.16)$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,060}{1}} \right) = 0,077; \quad (3.4.17)$$

Gniuždomos \square onos aukštis:

$$x = \xi \cdot d = 0,077 \cdot 210 = 16,17mm; \quad (3.4.18)$$

Reikiamas armatūros kiekis:

$$A_{xv} = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{18 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 16,17}{454,55} = 512mm^2 = 5,12cm^2; \quad (3.4.19)$$

Parenkami $\varnothing 12$ S500 viršutiniai strypai x kryptimi. Apskaičiuojamas maksimalus išilginės armatūros žingsnis:

$$s_1 = \frac{b \cdot A_{str}}{A_{xv}} = \frac{1 \cdot 1,131}{5,12} = 0,220m; \quad (3.4.20)$$

Išvada: viršutiniai strypai $\varnothing 12$ S500 x kryptimi dėliojami kas 200 mm.

Viršutinės armatūros strypų y kryptimi skaičiavimas.

Perdanga besijinė, be kapitelių dedasi ant kolonų, susidaro lenkimo momentai viršuje.

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{42,68 \cdot 10^6}{18 \cdot 1000 \cdot 210^2} = 0,054; \quad (3.4.21)$$

$$\xi = \frac{1}{\lambda} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \mu_{Eds}}{\eta}} \right) = \frac{1}{0,8} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,054}{1}} \right) = 0,069; \quad (3.4.22)$$

Gniuždomos □onos aukštis:

$$x = \xi \cdot d = 0,069 \cdot 210 = 14,99mm; \quad (3.4.23)$$

Reikiamas armatūros kiekis:

$$A_{yv} = \frac{\eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x}{f_{yd}} = \frac{18 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 14,99}{454,55} = 474,9mm^2 = 4,75cm^2; \quad (3.4.24)$$

Prenkami $\varnothing 12$ S500 viršutiniai strypai y kryptimi. Apskaičiuojamas maksimalus išilginės armatūros žingsnis:

$$s_1 = \frac{b \cdot A_{str}}{A_{yv}} = \frac{1 \cdot 1,131}{4,75} = 0,238m; \quad (3.4.25)$$

Išvada: viršutiniai strypai $\varnothing 12$ S500 y kryptimi dėliojami kas 200 mm.

3.5. Tiriamoji dalis

Perdangai reikalingas praspaudimo ma□go sprendinys, todėl bus lyginami trys praspaudimo ma□go variantai, su tikslu išrinkti optimaliausią palyginant visų variantų medžiagų kainas.

3.5.1. Praspaudimo tikrinimas su kapiteliu

Monolitinė 250 mm storio perdangos plokštė remiasi ant $\varnothing 500$ ir 500×500 kolonų. Plokštė besijinė, plokštei tikrinimas reikalingas kapitelis. Kolonos plokštę veikia maksimalia $V_{Ed} = 1368,84$ kN (500×500 kolona) jėga. Plokštė armuota $\varnothing 14$ armatūra abejomis kryptimis. Skersinė jėga, kurią atlaiko betonas plokštės pavojingojo pjūvio ploto vienetė:

$$v_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} k(100\rho_1 f_{ck})^{1/3} - 0,10\sigma_{cp} \geq (0,4f_{ctd} - 0,10\sigma_{cp}); \quad (3.4.26)$$

čia: f_{ctd} – skaičiuotinis betono tempiamasis stipris:

$$f_{ctd} = \frac{\alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = \frac{0,9 \cdot 2,0}{1,5} = 1,20MPa; \quad (3.4.27)$$

Skaičiuojamas naudingasis plokštės aukštis statmenose ašyse:

$$d_y = 250 - 25 - 16/2 = 217mm; \quad (3.4.28)$$

$$d_z = 250 - 25 - 16 - 16/2 = 201mm; \quad (3.4.29)$$

$$d = \frac{d_y + d_z}{2} = \frac{217 + 201}{2} = 209mm; \quad (3.4.30)$$

Plokštei parenkamas $h_H = 150 \text{ mm}$ aukščio kapitelis. Tuomet iš sąlygos $1,5 h_H < l_H < 1,5(d + h_H)$ parenkamas kapitelio ilgis nuo kolonos krašto $l_h = 550 \text{ mm}$.

Tuomet plokštės darbo aukštis su kapitelium $d_H = d + h_H = 203 + 150 = 353 \text{ mm}$.

Koeficientas:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d_H}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{353}} = 1,75; \quad (3.4.31)$$

Armavimo koeficientas x linkme:

$$\rho_x = \frac{A_{sx}}{d_H \cdot l_1} = \frac{380 \cdot \frac{2618}{200}}{353 \cdot 2618} = 0,0091; \quad (3.4.32)$$

čia:

$$l_1 = c + 6d_H = 500 + 6 \cdot 353 = 2618 \text{ mm}; \quad (3.4.33)$$

Armavimo koeficientas y linkme:

$$\rho_y = \frac{A_{sy}}{d_H \cdot l_1} = \frac{380 \cdot \frac{2618}{200}}{203 \cdot 2618} = 0,0091; \quad (3.4.34)$$

Bendras armavimo koeficientas:

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} = \sqrt{0,0091 \cdot 0,0091} = 0,0091 < 0,02; \quad (3.4.35)$$

Pagal 3.4.26 formulę suskaičiuojama maksimali skersinė jėga, kurią atlaiko perdanga:

$$\begin{aligned} v_{Rd,c} &= \frac{0,18}{1,5} \cdot 1,75 \cdot (100 \cdot 0,0091 \cdot 30)^{1/3} - 0 = 0,639 \text{ MPa} > (0,4f_{ctd} - 0,10\sigma_{cp}) \\ &= 0,4 \cdot 1,2 - 0 = 0,480 \text{ MPa}; \end{aligned}$$

Pavojingojo pjūvio plotas:

$$A_v = u_1 \cdot d_H = 6751 \cdot 353 = 2384312 \text{ mm}^2; \quad (3.4.36)$$

čia: $u_1 = \pi(d_c + 3l_h) = 3,14 \cdot (500 + 3 \cdot 550) = 6751 \text{ mm}$;

Skersinė jėga, kurią gali atlaikyti duotosios plokštės betonas pavojingajame pjūvyje:

$$V_{Rd,c} = A_v \cdot v_{Rd,c} = 2384312 \cdot 0,639 = 1524,22 \text{ kN}; \quad (3.4.37)$$

Išvada: praspaudimo sąlyga tenkinama, nereikia skersinės armatūros praspaudimo sąlygos užtikrinimui.

3.5.2. Praspaudimo tikrinimas be kapitelio

Monolitinė 250 mm storio perdangos plokštė remiasi ant $\varnothing 500$ ir 500×500 kolonų. Plokštė besijinė be kapitelių, todėl tikrinamas šių kolonų praspaudimas. Kolonos plokštę veikia maksimalia $V_{Ed} = 1368,84 \text{ kN}$ (500×500 kolona) jėga. Plokštė armuota $\varnothing 14$ armatūra abejomis kryptimis. Skersinė jėga, kurią atlaiko betonas plokštės pavojingojo pjūvio ploto vienetė:

$$v_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} k(100\rho_1 f_{ck})^{1/3} - 0,10\sigma_{cp} \geq (0,4f_{ctd} - 0,10\sigma_{cp}); \quad (3.4.38)$$

čia: f_{ctd} – skaičiuotinis betono tempiamasis stipris:

$$f_{ctd} = \frac{\alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = \frac{0,9 \cdot 2,0}{1,5} = 1,20MPa; \quad (3.4.39)$$

Skaičiuojamas naudingasis plokštės aukštis statmenose ašyse:

$$d_y = 250 - 25 - 22/2 = 214mm; \quad (3.4.40)$$

$$d_z = 250 - 25 - 22 - 22/2 = 192mm; \quad (3.4.41)$$

$$d = \frac{d_y + d_z}{2} = \frac{214 + 192}{2} = 203mm; \quad (3.4.42)$$

Koeficientas:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{203}} = 1,99; \quad (3.4.43)$$

Armavimo koeficientas x linkme:

$$\rho_x = \frac{A_{sx}}{d \cdot l_1} = \frac{380 \cdot \frac{1718}{100}}{203 \cdot 1718} = 0,0187; \quad (3.4.44)$$

čia:

$$l_1 = c + 6d = 500 + 6 \cdot 203 = 1718mm; \quad (3.4.45)$$

Armavimo koeficientas y linkme:

$$\rho_y = \frac{A_{sy}}{d \cdot l_1} = \frac{380 \cdot \frac{1718}{100}}{203 \cdot 1718} = 0,0187; \quad (3.4.46)$$

Bendras armavimo koeficientas:

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} = \sqrt{0,0187 \cdot 0,0187} = 0,0187 < 0,02; \quad (3.4.47)$$

Pagal 3.4.26 formulę suskaičiuojama maksimali skersinė jėga, kurią atlaiko perdanga:

$$\begin{aligned} v_{Rd,c} &= \frac{0,18}{1,5} \cdot 1,96 \cdot (100 \cdot 0,0187 \cdot 30)^{1/3} - 0 = 0,900MPa > (0,4f_{ctd} - 0,10\sigma_{cp}) \\ &= 0,4 \cdot 1,2 - 0 = 0,480MPa; \end{aligned}$$

Pavojingojo pjūvio plotas:

$$A_v = u_1 \cdot d = 4120 \cdot 203 = 836360mm^2; \quad (3.4.48)$$

čia: $u_1 = \pi(d_c + 4d) = 3,14 \cdot (500 + 4 \cdot 203) = 4120mm$;

Skersinė jėga, kurią gali atlaikyti duotosios plokštės betonas pavojingajame pjūvyje:

$$V_{Rd,c} = A_v \cdot v_{Rd,c} = 836360 \cdot 0,900 = 752,72kN; \quad (3.4.49)$$

Išvada: praspaudimo sąlyga netenkinama, reikia skersinės armatūros praspaudimo sąlygos užtikrinimui.

Skersinė armatūra apskaičiuojama pagal lygtį:

$$v_{Rd,cs} = 0,75v_{Rd,c} + 1,5 \frac{d}{s_r} A_{sw} f_{ywd,ef} \frac{1}{u_1 d} \sin \alpha; \quad (3.4.50)$$

čia: A_{sw} – vieno skersinės armatūros perimetro aplink koloną plotas;

s_r – spindulinis tarpas tarp skersinės armatūros perimetrų;

$f_{ywd,ef}$ – praspaudžiamosios skersinės armatūros efektyvusis skaičiuotinis stipris;

d – vidutiniai efektyvieji aukščiai statmenomis kryptimis;

α – kampas tarp skersinės armatūros ir plokštės plokštumos.

Praspaudžiamosios skersinės armatūros efektyvusis skaičiuotinis stipris:

$$f_{ywd,ef} = 250 + 0,25d = 250 + 51 = 301 \text{ MPa} \leq f_{ywd} = 454,55 \text{ MPa} \quad (3.4.51)$$

Parenkama $\varnothing 12$ S500 skersinė armatūra žiedais, kas 100 mm, viename žiede 12 strypų, kurių $A_{sw} = 1131 \text{ mm}^2$, apskaičiuojama plokštės praspaudimo laikomoji galia, pagal 3.4.38 formulę:

$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot 0,7527 + 1,5 \cdot \frac{203}{100} \cdot 1131 \cdot 301 \cdot \frac{1}{836360} = 1,80 \text{ MPa};$$

Skersinė jėga, kurią gali atlaikyti skersine armatūra armuota plokštė pavojingajame pjūvyje:

$$V_{Rd,cs} = A_v \cdot v_{Rd,cs} = 836360 \cdot 1,80 = 1505,45 \text{ kN}; \quad (3.4.52)$$

Išvada: suarmavus plokštę, praspaudimo sąlyga tenkinama. Palyginimui praspaudimas suskaičiuotas „Peikko Designer“ programa (žr. Priedas 2).

3.5.3. Praspaudimo mazgo variantų palyginimas

Paskaičiuoti trys kolonos ir perdangos praspaudimo maigo variantai: su kapiteliu, armuojant skersine armatūra ir naudojant „Peikko“ praspaudimo detales. Lyginami tik variantų medžiagų poreikiai, nevertinant darbo ir mechanizmų sąnaudų. Palyginimui paskaičiuoti naudota programa Sistela 2015, naudojant 2016 metų spalio mėnesio kainas.

Paskaičiavus variantą su kapiteliu gauta, kad reikalingas 1,6m x 1,6m x 0,15m (a x b x h) kapitelis, kuriam reikia 0,384 m³ betono.

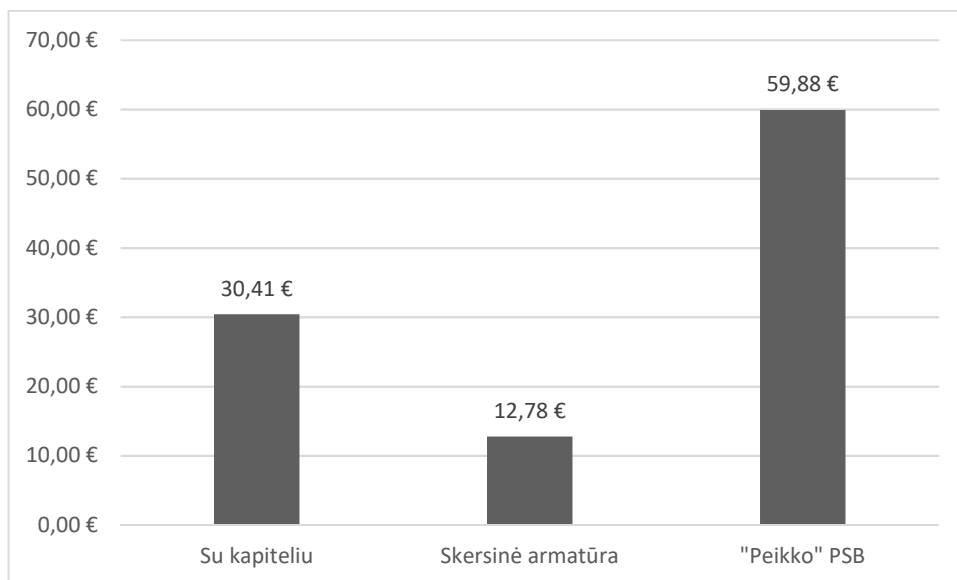
Armuojant perdangą papildoma skersine armatūra aplink koloną gauta, kad reikia 9 žiedų po 12 strypų $\varnothing 12$ S500 200 mm ilgio armatūros viename žiede. Iš viso sunaudojama 12,78 kg armatūros.

Suprojektavus maigą „Peikko Designer“ programa, kad būtų tenkinamos praspaudimo sąlygos reikalinga 12 x PSB-14/205-3/450 praspaudimo detalių, kurių vienos kaina remiantis paskutiniaisiais Peikko duomenimis yra 4,99 euro.

Grafinis variantų palyginimas pateikiamas 3.4.5 pav. Palyginus kainas praspaudimo maigą išdėliojant paprastą skersinę armatūrą yra pigiausias, daugiau kaip dvigubai brangesnis

variantas įrengiant kapitelį kolonai, ir maigą su Peikko PSB praspaudimo armatūra beveik 5 kartus brangesnis už variantą naudojant paprastą skersinę armatūrą.

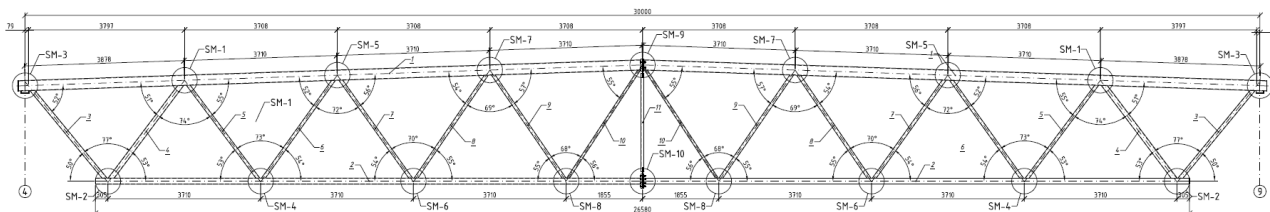
Peikko PSB praspaudimo armatūrą lengviausia įrengti projektinėje padėtyje, todėl toliau ir naudojamos šios detalės.



3.4.5 pav. perdangos praspaudimo maigo variantų, medžiagų sąnaudų palyginimas

3.6. Metalinė santvara

Virš sporto salės patalpų numatoma 30 m tarpatramio metalinė dvišlaitė santvara (3.5.1 pav.). Santvara projektuojama iš stačiakampių ir kvadratinų tuščiavidurių profiliuotųjų. Santvarai naudojamas S355 klasės plienas. Santvaros aukštis $h = 2,8$ m. Ant santvaros dedamas metalinis profiliuotos skardos paklotas ant kurio įrengiamas šiltas stogas. Pakloto parinkimą pateikiamas prieduose (žr. 3 priedas). Santvaros įrašos gautos naudojantis kompiuterine programa Autodesk Robot Structural Analysis (3.5.1 lentelė).



3.5.1 pav. dvišlaitės metalinės santvaros geometrija

3.5.1 lent. santvaros įrašos

Elemento žymėjimas	N_{Ed} , kN	M_{Ed} , kNm
VJ-1	748,73	53,61
AP-1	-739,27	2,55
SP-1	-340,99	
SP-2	333,42	
SP-3	-189,63	
SP-4	183,62	
SP-5	-107,08	
SP-6	102,19	

SP-7	-11,36	
SP-8	9,66	
ST-1	-6,05	

3.6.1. Viršutinės juostos projektavimas

Prieš pradėdant skaičiuoti pasirenkamas pradinis strypo liaunis λ_0 , priimame $\lambda_0 = 90$.

Santvarai naudojamas S355 statybinis plienas, kurio skaičiuotinis stipris:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{355}{1,1} = 323 \text{ MPa}; \quad (3.5.1)$$

čia: $\gamma_M = 1,1$ – medžiagos patikimumo koeficientas;

$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$ – charakteristinis tempiamasis/gniuždomasis stipris pagal takumo ribą.

Interpoliacijos būdu pagal takumo ribą f_{yd} nustatomas klupumo koeficientas $\varphi = 0,519$ [16].

Apskaičiuojamas skerspjūvio plotas, kuris turėtų atlaikyti maksimalią strypę atsirandančią įrąžą:

$$A_d = \frac{N_{Ed}}{\varphi \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c} = \frac{748,73}{0,519 \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 1,0} = 0,004466 \text{ m}^2 = 44,66 \text{ cm}^2; \quad (3.5.2)$$

Skaičiuojamasis viršutinės juostos strypo ilgis: $l_{x,eff} = 3,71 \text{ m}$.

Reikiamas inercijos spindulys:

$$i_{x,d} = \frac{l_{eff}}{\lambda_c} = \frac{371}{90} = 4,12 \text{ cm}; \quad (3.5.3)$$

Iš asortimento parenkamas stačiakampio skerspjūvio vamzdis 200x100x10, kurio charakteristikos pateikiamos 3.5.2 lentelėje.

3.5.2 lent. parinkto profilio charakteristikos

Matmenys	mm	200x100
Sienelės storis	mm	10
Skerspjūvio plotas	cm ²	52,57
Inercijos spindulys	cm	6,82
Skerspjūvio atsparumo momentas	cm ³	318,08

Apskaičiuojamas viršutinės santvaros juostos liaunis:

$$\lambda_x = \frac{l_{eff}}{i_x} = \frac{371}{6,82} = 54,4; \quad (3.5.4)$$

Tikrinamas stiprumas:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^n + \frac{M_{x,Ed}}{M_{pl,x,Rd}} = \left(\frac{748,73}{1698,01} \right)^{1,5} + \frac{53,61}{122,26} = 0,73 < 1; \quad (3.5.5)$$

čia: $N_{Ed}, M_{x,Ed}$ – skaičiuotinės ašinės jėgos ir lenkimo momento nepalankiausiuose deriniuose absoliutinės reikšmės.

$N_{pl,Rd}, M_{pl,x,Rd}$ – skaičiuotiniai skerspjūvio atspariai pagal takumo ribą.

Skaičiuotini skerspjūvio atspariai:

$$N_{pl,Rd} = A_{net} \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c = 52,57 \cdot 10^{-4} \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 1,0 = 1698,01kN; \quad (3.5.6)$$

$$M_{pl,x,Rd} = c_{pl,x} \cdot W_{x,net,min} \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c = 1,19 \cdot 318,08 \cdot 10^{-6} \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \\ = 122,26kNm; \quad (3.5.7)$$

Pastovumas tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{M_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{748,73}{743,73} = 1,01 > 1; \quad (3.5.8)$$

čia: $N_{NM,c,Rd}$ – skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje skaičiuojamas pagal formulę:

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e \cdot A \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c = 0,438 \cdot 52,57 \cdot 10^{-4} \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 1,0 = 743,73kN; \quad (3.5.9)$$

Ekscentriškai gniuždomo elemento klupumo koeficientas φ_e nustatomas pagal 1 priedo 2 lentelę [16], atsižvelgiant į sąlyginį strypo liaunį $\bar{\lambda}$ ir santykinį lyginamąjį ekscentricitetą $e_{rel,eff}$, kuris nustatomas pagal formulę:

$$e_{rel,eff} = k_{shape} \cdot e_{rel} = 1,309 \cdot 1,183 = 1,55; \quad (3.5.10)$$

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

$$\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{E}} = 54,4 \cdot \sqrt{\frac{323}{210000}} = 2,133; \quad (3.5.11)$$

Ekscentricitetas nuo įrašų:

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{53,61}{748,73} = 0,0716m; \quad (3.5.12)$$

Santykinis ekscentricitetas:

$$e_{rel} = \frac{e \cdot A}{W} = \frac{0,0716 \cdot 52,57 \cdot 10^{-4}}{318,08 \cdot 10^{-6}} = 1,183; \quad (3.5.13)$$

Skerspjūvio formos koeficientas:

$$k_{shape} = (1,45 - 0,05e_{rel}) - 0,01(5 - e_{rel})\bar{\lambda} \\ = (1,45 - 0,05 \cdot 1,183) - 0,01(5 - 1,183) \cdot 2,133 = 1,309; \quad (3.5.14)$$

Pagal $e_{rel,eff}$ ir $\bar{\lambda}$ interpoliuojant parenkamas $\varphi_e = 0,438$.

Išvada: skerspjūvis netenkina pastovumo sąlygos, parenkamas 250x100x8 skerspjūvio profilis ir atliekamas pakartotinis 3.5.9 sąlygos tikrinimas, profilis tinkamas su 12% atsarga.

$$\frac{h}{t_w} = \frac{250}{8} = 31,25 < \bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{yd}}} = 2,79 \cdot \sqrt{\frac{210000}{323}} = 71,14; \quad (3.5.15)$$

čia: kadangi $e_{rel} \geq 1,0$ ir $\bar{\lambda} \geq 2,0$, tai:

$$\bar{\lambda}_{wu} = 1,2 + 0,35 \cdot \bar{\lambda}^2 = 1,2 + 0,35 \cdot 2,133^2 = 2,79 < 3,1; \quad (3.5.16)$$

3.6.2. Apatinės juostos projektavimas

Apatinė juosta projektuojama taip pat iš stačiakampio profilio vam̄džio. Pradinį liaunį priimame $\lambda_0 = 90$. Maksimali įraža juostoje $N_{Ed} = 739,27$ kN. Skaičiuojamas reikalingas skerspjūvio plotas:

$$A_d = \frac{N_{Ed}}{f_{yd} \cdot \gamma_c} = \frac{739,27}{323 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 0,002409 m^2 = 24,09 cm^2; \quad (3.5.17)$$

Iš sortimento parenkamas kvadratinio skerspjūvio vam̄dis 150x150x6, kurio charakteristikos pateikiamos 3.5.3 lentelėje.

3.5.3 lent. parinkto profilio charakteristikos

Matmenys	mm	150x150
Sienuelės storis	mm	6
Skerspjūvio plotas	cm ²	34,20
Inercijos spindulys	cm	5,86
Skerspjūvio atsparumo momentas	cm ³	200,34

Tikrinamas stiprumas:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^n + \frac{M_{x,Ed}}{M_{pl,x,Rd}} = \left(\frac{739,27}{1049,43} \right)^{1,5} + \frac{2,55}{68,85} = 0,63 < 1; \quad (3.5.18)$$

čia: $N_{Ed}, M_{x,Ed}$ – skaičiuotinės ašinės jėgos ir lenkimo momento nepalankiausiuose deriniuose absoliutinės reikšmės.

$N_{pl,Rd}, M_{pl,x,Rd}$ – skaičiuotiniai skerspjūvio atspariai pagal takumo ribą.

Skaičiuotini skerspjūvio atspariai:

$$N_{pl,Rd} = A_{net} \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c = 34,20 \cdot 10^{-4} \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 1049,43 kN; \quad (3.5.19)$$

$$M_{pl,x,Rd} = c_{pl,x} \cdot W_{x,net,min} \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c = 1,12 \cdot 200,34 \cdot 10^{-6} \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 68,85 kNm; \quad (3.5.20)$$

Išvada: Sąlyga tenkinama su 11% atsarga.

$$\lambda_u = 400 > 63,31; \quad (3.5.21)$$

Išvada: liaunio sąlyga apatinei juostai tenkinama.

3.6.3. Gniuždomų spyrių projektavimas

Projektuojami santvaros spyriai kurie yra veikiami gniuždymo jėgos (SP-2, SP-4, SP-6, SP-8). Visi spyriai projektuojami iš stačiakampių tuščiavidurių vam̄džių. Naudojamas S355 plienas.

Spyris SP-2

Maksimali ašinė jėga veikianti spyryje $N_{Ed,2} = 333,42$ kN. Pradinį liaunį priimame $\lambda_0 = 90$.

$$A_d = \frac{N_{Ed}}{\varphi \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c} = \frac{333,42}{0,519 \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 1,0} = 0,001989m^2 = 19,89cm^2; \quad (3.5.22)$$

Skaičiuojamieji gniuždomo strypo ilgiai: $l_{x,eff} = l_{y,eff} = 3,06$ m.

Reikiami inercijos spinduliai:

$$i_{x,d} = i_{y,d} = \frac{l_{eff}}{\lambda_c} = \frac{306}{90} = 3,40cm; \quad (3.5.23)$$

Iš sortimento parenkamas stačiakampio skerspjūvio vamzdis 120x100x6, kurio charakteristikos pateikiamos 3.5.4 lentelėje

3.5.4 lent. parinkto profilio charakteristikos

Matmenys	mm	120x100
Sienelės storis	mm	6
Skerspjūvio plotas	cm ²	24,03
Inercijos spindulys i_x	cm	4,49
Inercijos spindulys i_y	cm	3,89

Gniuždomo santvaros spyrio liauniai:

$$\lambda_x = \frac{l_{eff}}{i_x} = \frac{306}{3,89} = 78,66; \quad (3.5.24)$$

$$\lambda_y = \frac{l_{eff}}{i_y} = \frac{306}{4,49} = 68,15; \quad (3.5.25)$$

Tikrinamas spyrio stipris:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{333,42}{410,59} = 0,81; \quad (3.5.26)$$

čia: $N_{c,Rd}$ – skaičiuotinis centriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis.

$$N_{c,Rd} = \varphi \cdot A \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c = 0,529 \cdot 24,03 \cdot 10^{-4} \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 1,0 = 410,59kN; \quad (3.5.27)$$

čia: $\varphi = 0,529$ – klupumo koeficientas, nustatomas interpoliacijos būdu.

Tikrinama ar tenkinama liaunio sąlyga:

$$\lambda_u = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,81 = 131,4 > 78,66; \quad (3.5.28)$$

čia: $\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}}$ – koeficientas, imamas ne mažesnis kaip 0,5.

Tikrinama sąlyga su viršutine juosta:

$$b = 100 > B - 2 \cdot (t_1 + t_2) = 100 - 2 \cdot 14 = 72; \quad (3.5.29)$$

Išvada: kadangi sąlyga su viršutine juosta netenkinama parenkamas naujas VJ-1 profilis 250x150x8.

$$b = 100 < B - 2 \cdot (t_1 + t_2) = 150 - 2 \cdot 14 = 122;$$

Tikrinama sąlyga su apatine juosta:

$$b = 100 > 0,6 \cdot B = 0,6 \cdot 150 = 90; \quad (3.5.30)$$

Tikrinamas sienutės pastovumas:

$$\frac{h}{t_w} = \frac{100}{6} = 16,67 < \bar{\lambda}_{wu} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{yd}}} = 1,6 \cdot \sqrt{\frac{210000}{323}} = 40,80; \quad (3.5.31)$$

čia: kadangi $e_{rel} = 0$ ir $\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{E}} = 78,66 \cdot \sqrt{\frac{323}{210000}} = 3,085 \geq 1,0$, tai:

$$\bar{\lambda}_{wu} = 1,2 + 0,35 \cdot \bar{\lambda}^2 = 1,0 + 0,2 \cdot 3,085 = 1,62 > 1,6; \quad (3.5.32)$$

Sąlyginis sienelės ribinis liaunis priimamas $\bar{\lambda}_{wu} = 1,6$

Išvada: visos sąlygos tenkinamos. Likusių gniuždomų spyrių pagrindinės reikšmės pateikiamos 3.5.5 lentelėje

3.5.5 lent. likusių gniuždomų spyrių pagrindinės reikšmės

	SP-4	SP-6	SP-8
Veikianti ašinė jėga, N_{Ed} , kN	183,62	102,19	9,66
Reikiamas skerspjūvio plotas A_d , cm^2	10,95	6,10	0,58
Skaičiuojamieji ilgiai l_{eff} , cm	284,4	293,4	302,4
Profilis	80x100x5	80x100x5	60x100x5
Profilio sienelės storis	5	5	5
Profilio skerspjūvio plotas A , cm^2	16,70	16,70	14,70
Profilio inercijos spindulys i_x , cm	3,14	3,14	2,38
Profilio inercijos spindulys i_y , cm	3,74	3,74	3,58
Spyrio liaunis λ_x	93,44	93,44	127,06
Spyrio liaunis λ_y	78,45	78,45	84,47
Skaič. pastovumo atsparis $N_{c,Rd}$, kN	332,82	332,82	136,24
Spyrio stiprio tikrinimas	0,55	0,31	0,07
Ribinis liaunis λ_u	147	150	150
Sąlyginis sienelės ribinis liaunis	40,8	40,8	40,8
Sienelės pastovumas	20	20	20

3.6.4. Tempiamų spyrių projektavimas

Projektuojami santvaros spyriai kurie yra veikiami gniužymo jėgos (SP-1, SP-3, SP-5, SP-7, ST-1). Visi spyriai projektuojami iš stačiakampių tuščiavidurių vamzdžių. Naudojamas S355 plienas.

Spyris SP-1

Maksimali ašinė jėga veikianti spyryje $N_{Ed,1} = 340,99$ kN. Pradinį liaunį priimame $\lambda_0 = 90$.

Skaičiuojamieji tempiamo strypo ilgiai: $l_{x,eff} = l_{y,eff} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 2,954 = 2,66$ m.

Reikalingas skerspjūvio plotas:

$$A_d = \frac{N_{Ed}}{f_{yd} \cdot \gamma_c} = \frac{340,99}{323 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 0,0011111m^2 = 11,11cm^2; \quad (3.5.33)$$

Reikiami inercijos spinduliai:

$$i_{x,d} = i_{y,d} = \frac{l_{eff}}{\lambda_c} = \frac{266}{90} = 2,96cm; \quad (3.5.34)$$

Pagal gautus reikiamus skerspjūvio plotą ir inercijos spindulį iš asortimento parenkamas kvadratinio skerspjūvio vamdis 80x100x5, kurio charakteristikos pateikiamos 3.5.6 lentelėje

3.5.6 lent. parinkto profilio charakteristikos

Matmenys	mm	80x100
----------	----	--------

Sieneles storis	mm	5
Skerspjūvio plotas	cm ²	16,7
Inercijos spindulys i_x	cm	3,14
Inercijos spindulys i_y	cm	3,74

Tempiamo santvaros spyrio liauniai:

$$\lambda_x = \frac{l_{eff}}{i_x} = \frac{266}{3,14} = 84,71; \quad (3.5.35)$$

$$\lambda_y = \frac{l_{eff}}{i_y} = \frac{266}{3,74} = 71,12; \quad (3.5.36)$$

Stiprumas tikrinamas:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{340,99}{512,44} = 0,67 < 1,0; \quad (3.5.37)$$

čia: $N_{pl,Rd}$ – skaičiuotinio ašinės jėgos veikiamo skerspjūvio stiprumo atspario pagal takumo ribą reikšmė apskaičiuojama:

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c = 16,7 \cdot 10^{-4} \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 512,44 kN; \quad (3.5.38)$$

Tikrinamas elemento liaunis:

$$\lambda_u = 400 > \lambda = 84,47; \quad (3.5.39)$$

Tikrinama sąlyga su viršutine juosta:

$$b = 100 < B - 2 \cdot (t_1 + t_2) = 150 - 2 \cdot 14 = 122; \quad (3.5.40)$$

Tikrinama sąlyga su apatine juosta:

$$b = 100 > 0,6 \cdot B = 0,6 \cdot 150 = 90; \quad (3.5.41)$$

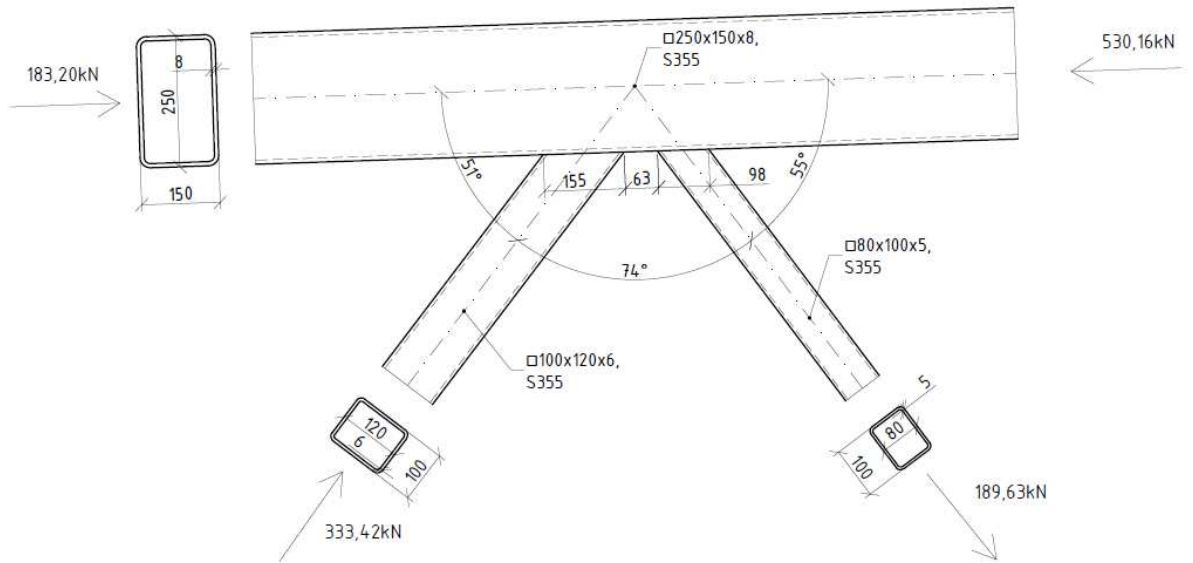
Išvada: visos sąlygos tenkinamos, tempiamo spyrio SP-1 skerspjūvis parinktas tinkamai.

Likusių tempiamų spyrių reikšmės pateikiamos 3.5.7 lentelėje

3.5.7 lent. likusių tempiamų spyrių pagrindinės reikšmės

	SP-3	SP-5	SP-7	ST-1
Veikianti ašinė jėga, N_{Ed} , kN	189,63	107,08	11,36	6,05
Reikiamas skerspjūvio plotas A_d , cm ²	6,18	3,49	0,37	0,20
Skaičiuojamieji ilgiai l_{eff} , cm	284,4	293,4	302,4	252
Profilis	80x100x5	80x100x5	80x100x5	80x80x5
Profilio sieneles storis	5	5	5	5
Profilio skerspjūvio plotas A , cm ²	16,70	16,70	16,70	14,70
Profilio inercijos spindulys i_x , cm	3,14	3,14	3,14	3,05
Profilio inercijos spindulys i_y , cm	3,74	3,74	3,74	3,05
Spyrio liaunis λ_x	93,44	93,44	93,44	82,62
Spyrio liaunis λ_y	78,45	78,45	78,45	82,62
Skaič. pastovumo atsparis $N_{pl,Rd}$, kN	512,44	512,44	512,44	451,07
Spyrio stiprio tikrinimas	0,37	0,21	0,02	0,01
Ribinis liaunis λ_u	400	400	400	400

3.6.5. Mazgo SM-1 projektavimas



3.5.2 pav. santvaros mačias SM-1

Santvaros viršutinės juostos, viršukiamos gniuždomo spyrio, praspaudimo atspario tikrinimas.

Įrašos ženklų koeficientas $\gamma_1 = 1$, kadangi tinklelio elementas yra gniuždomas. Tikrinama sąlyga:

$$\frac{|N_0|}{A_0 \cdot f_{y,d}} = \frac{|530,16| \cdot 10^1}{52,57 \cdot 323,00} = 0,31 < 0,5; \quad (3.5.42)$$

čia: A_0 – viršutinės juostos skerspjūvio plotas;

N_0 – ašinė jėga veikianti viršutinėje santvaros juostoje.

Kadangi sąlyga tenkinama, todėl santvaros juostoje veikiančios jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 1$.

Santvaros juostos iškyša:

$$a = \frac{(b_0 - b_1)}{2} = \frac{(15 - 10)}{2} = 2,5 \text{ cm}; \quad (3.5.43)$$

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_1 = \frac{h_1}{\sin \theta_1} = \frac{12}{\sin 51} = 15,4 \text{ cm}; \quad (3.5.44)$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų:

$$g = \frac{6,3}{2} = 3,2 \text{ cm}; \quad (3.5.45)$$

Tikrinamos sąlygos:

$$b_1/b_0 = 10/15 = 0,67 < 0,9; \quad (3.5.46)$$

$$\frac{g}{c_1} = \frac{3,2}{15,4} = 0,21 < 0,25;$$

Kadangi abi sąlygos tenkinamos:

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

$$333,42 < \frac{0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 323,00 \cdot 10^3 \cdot 0,008^2 \cdot (0,154 + 0,032 + \sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot 0,025}}{\left(0,4 + 1,8 \frac{0,032}{0,154}\right) 0,025 \cdot \sin 51} \quad (3.5.47)$$

$$= 355,99 \text{ kN};$$

Išvada: sąlyga tenkinama.

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas gniuždomo spyrio prijungimo vietoje

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

$$\frac{h_0}{t_0} = \frac{250}{8} = 31,25 > 25; \quad (3.5.48)$$

Koeficientas įvertinantis juostos sienutės liaunį ir plieno stiprį $k = 1,0$, nes:

$$\frac{h_0}{t_0} < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8; \quad (3.5.49)$$

$$31,25 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 323^2 - 0,2 \cdot 323 + 81,8 = 42,76;$$

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$N_1 < 2 \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t \cdot k \cdot f_{yd} \cdot t_0 \cdot \frac{h}{\sin^2 \theta}; \quad (3.5.50)$$

$$333,42 \text{ kN} < 2 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 0,008 \cdot \frac{0,12}{\sin^2 51} = 780,39 \text{ kN};$$

Išvada: santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atsparis yra pakankamas.

Tinklielio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

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

$$\frac{h_1}{t_1} < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8; \quad (3.5.51)$$

$$\frac{120}{6} = 20 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 323^2 - 0,2 \cdot 323 + 81,8 = 42,76;$$

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklielio skerspjūvio matmenys. Tinklielio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant kvadratiniam skerspjūviui:

$$|N_1| + \frac{0,5 \cdot |M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd} A_1}{1 + 0,013 b_0 / t_0}; \quad (3.5.52)$$

$$333,42 < \frac{0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 27 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot 0,15 / 0,008} = 666,13 \text{ kN};$$

Išvada: tinklielio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklūlio elementus prijuostų, atspario tikrinimas.

Virinimui naudojama elektrodinė viela G38, kurio charakteristinis stipris $f_{vw,u} = 470MPa$, plieno stipris pagal stiprumo ribą - $f_u = 410MPa$.

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \cdot \frac{470}{1,25} = 206,8MPa; \quad (3.5.53)$$

čia: γ_{Mw} – virintinės siūlės metalo medžiagos patikimumo koeficientas.

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5MPa; \quad (3.5.54)$$

Kertinės siūlės koeficientai $\beta_{wf} = 0,9$, $\beta_{wz} = 1,05$. Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela:

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} < f_{vw,z,d} \cdot \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}}; \quad (3.5.55)$$

$$184,5 < 206,8 < 184,5 \cdot \frac{1,05}{0,9} = 215,25;$$

Tikrinama virintinių siūlių atsparumo sąlyga:

$$\left(|N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1} \right) \frac{0,75 + 0,01 b_0/t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_1/\sin\theta_1 + b_1)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d}; \quad (3.5.55)$$

$$333,42 \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot 150/8}{0,9 \cdot 7 \cdot (2 \cdot 120/\sin 51 + 100)} = 121,36MPa < 0,95 \cdot 206,8 = 196,46MPa;$$

Išvada: kertinės siūlės, jungiančios gniuždomąjį tinklūlio elementą su juosta atsparis pakankamas.

Santvaros viršutinės juostos, vėkiamos tempiamo tinklūlio elemento, išplėšimo atspario tikrinimas.

Įrašos ženklų koeficientas $\gamma_1 = 1,2$, kadangi tinklūlio elementas yra tempiamas. Tikrinama sąlyga:

$$\frac{|N_0|}{A_0 \cdot f_{y,d}} = \frac{|540,16| \cdot 10^1}{52,57 \cdot 323,00} = 0,37 < 0,5; \quad (3.5.56)$$

čia: A_0 – viršutinės juostos skerspjūvio plotas;

N_0 – ašinė jėga veikianti viršutinėje santvaros juostoje.

Kadangi sąlyga tenkinama, todėl santvaros juostoje veikiančios jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 1$.

Santvaros juostos iškyša:

$$a = \frac{(b_0 - b_2)}{2} = \frac{(15 - 10)}{2} = 2,5 \text{ cm}; \quad (3.5.57)$$

Tinklūlio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_2 = \frac{h_2}{\sin\theta_2} = \frac{8}{\sin 55} = 9,8 \text{ cm}; \quad (3.5.58)$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų:

$$g = \frac{6,3}{2} = 3,2 \text{ cm}; \quad (3.5.59)$$

Tikrinamos sąlygos:

$$b_2/b_0 = 10/15 = 0,67 < 0,9; \quad (3.5.60)$$

$$\frac{g}{c_2} = \frac{3,2}{9,8} = 0,33 > 0,25;$$

Kadangi ne abi sąlygos tenkinamos:

$$|N_2| + \frac{1,5 \cdot |M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_0 \cdot f_{y,d} \cdot t_0^2 \cdot (c_2 + 2\sqrt{2 \cdot b_0 \cdot a})}{a \cdot \sin\theta_2}; \quad (3.5.61)$$

$$189,63 \text{ kN} < \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 323,00 \cdot 10^3 \cdot 0,008^2 \cdot (0,098 + 2\sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot 0,025})}{0,025 \cdot \sin 55}$$

$$= 312,09 \text{ kN};$$

Išvada: atsparis pakankamas, sąlyga tenkinama.

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas tūpiamo spyrio prijungimo vietoje

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

$$\frac{h_0}{t_0} = \frac{250}{8} = 31,25 > 25; \quad (3.5.62)$$

Koeficientas įvertinantis juostos sienutės liaunį ir plieno stiprį $k = 1,0$, nes:

$$\frac{h_0}{t_0} < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8; \quad (3.5.63)$$

$$31,25 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 323^2 - 0,2 \cdot 323 + 81,8 = 42,76;$$

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$N_2 < 2 \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t \cdot k \cdot f_{yd} \cdot t_0 \cdot \frac{h}{\sin^2\theta}; \quad (3.5.64)$$

$$189,63 \text{ kN} < 2 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 0,008 \cdot \frac{0,08}{\sin^2 55} = 468,27 \text{ kN};$$

Išvada: santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atsparis yra pakankamas.

Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

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

$$\frac{h_1}{t_1} < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8; \quad (3.5.65)$$

$$\frac{120}{6} = 20 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 323^2 - 0,2 \cdot 323 + 81,8 = 42,76;$$

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

$$|N_2| + \frac{0,5 \cdot |M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd} A_2}{(1 + 0,01(3 + 5 b_2/b_0 - 0,1 h_2/t_2) b_0/t_0) \sin \theta_2} \cdot \left(\frac{2}{1 + b_2/h_2} \right);$$

$$189,63 \text{ kN} < \frac{0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 16,7 \cdot 10^{-4}}{(1 + 0,01(3 + 5 \cdot 100/150 - 0,1 \cdot 80/5) 150/8) \sin 55} \left(\frac{2}{1 + 100/80} \right) \quad (3.5.66)$$

$$= 294,60 \text{ kN};$$

Išvada: tinklelio elemento atsparis prijungimo prie juostos srityje pakankamas.

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

Virinimui naudojama elektrodinė viela G38, kurio charakteristinis stipris $f_{vw,u} = 470 \text{ MPa}$, plieno stipris pagal stiprumo ribą - $f_u = 410 \text{ MPa}$.

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \cdot \frac{470}{1,25} = 206,8 \text{ MPa}; \quad (3.5.67)$$

čia: γ_{Mw} – virintinės siūlės metalo medžiagos patikimumo koeficientas.

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ MPa}; \quad (3.5.68)$$

Kertinės siūlės koeficientai $\beta_{wf} = 0,9$, $\beta_{wz} = 1,05$. Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela:

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} < f_{vw,z,d} \cdot \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}}; \quad (3.5.69)$$

$$184,5 < 206,8 < 184,5 \cdot \frac{1,05}{0,9} = 215,25;$$

Tikrinama virintinių siūlių atsparumo sąlyga:

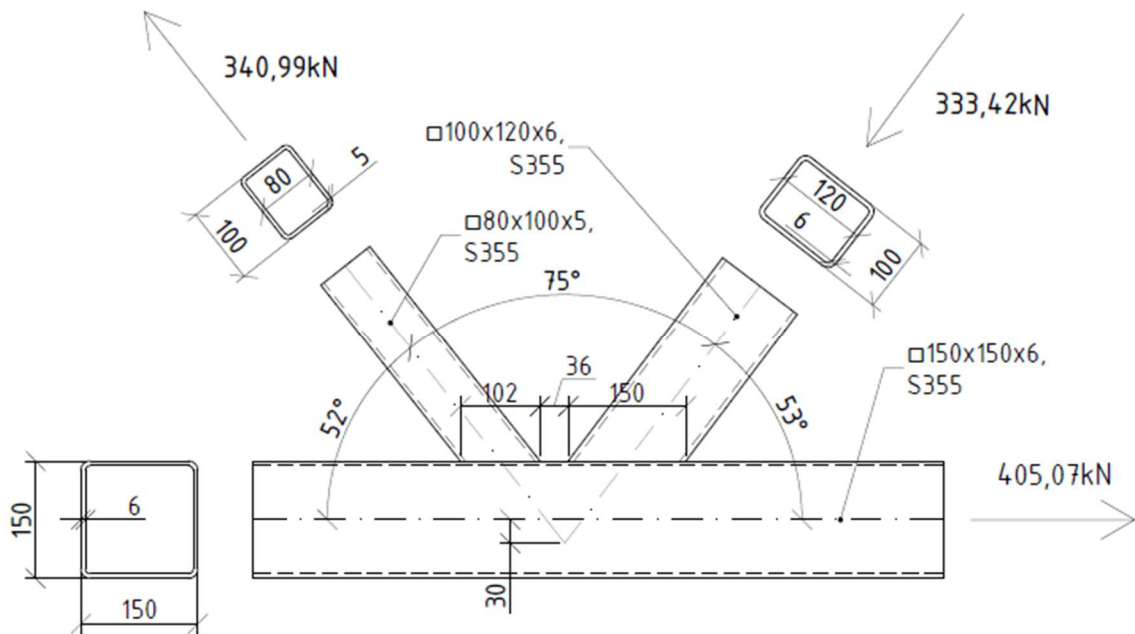
$$\left(|N_1| + \frac{0,5 |M_1|}{h_1} \right) \frac{(1 + 0,01(3 + 5 b_2/b_0 - 0,1 h_2/t_2) b_0/t_0) \sin \theta_2}{4 \beta_{wf} k_f h_2} \leq \gamma_c f_{vw,f,d};$$

$$189,63 \cdot 10^3 \cdot \frac{(1 + 0,01(3 + 5 \cdot 100/150 - 0,1 \cdot 80/5) 150/8) \sin 55}{4 \cdot 0,9 \cdot 7 \cdot 80} = 145,45 \text{ MPa} \quad (3.5.70)$$

$$< 0,95 \cdot 206,8 = 196,46 \text{ MPa};$$

Išvada: kertinės siūlės, jungiančios tempiamąjį tinklelio elementą su juosta atsparis pakankamas.

3.6.6. Mazgo SM-2 projektavimas



3.5.3 pav. santvaros maigas SM-2

Santvaros apatinės juostos, vikiamos gniuždomo spyrio, praspaudimo atspario tikrinimas.

Iražos ženklų koeficientas $\gamma_1 = 1,0$, kadangi tinklelio elementas yra gniuždomas. Tikrinama sąlyga:

$$\frac{|N_0|}{A_0 \cdot f_{y.d}} = \frac{|405,07| \cdot 10^4}{34,20 \cdot 323,00} = 0,37 < 0,5; \quad (3.5.71)$$

čia: A_0 – viršutinės juostos skerspjūvio plotas;

N_0 – ašinė jėga veikianti viršutinėje santvaros juostoje.

Kadangi sąlyga tenkinama, todėl santvaros juostoje veikiančios jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 1$.

Santvaros juostos iškyša:

$$a = \frac{(b_0 - b_2)}{2} = \frac{(15 - 10)}{2} = 2,5 \text{ cm}; \quad (3.5.72)$$

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_2 = \frac{h_2}{\sin \theta_2} = \frac{12}{\sin 53} = 15,1 \text{ cm}; \quad (3.5.73)$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų:

$$g = \frac{3,6}{2} = 1,8 \text{ cm}; \quad (3.5.74)$$

Tikrinamos sąlygos:

$$b_1/b_0 = 12/15 = 0,8 < 0,9; \quad (3.5.75)$$

$$\frac{g}{c_2} = \frac{1,8}{151} = 0,112 < 0,25;$$

Kadangi abi sąlygos tenkinamos:

$$|N_1| + \frac{1,5 \cdot |M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_0 \cdot f_{y,d} \cdot t_0^2 \cdot (c_2 + g + \sqrt{2 \cdot b_0 \cdot a})}{\left(0,4 + 1,8 \frac{g}{c_2}\right) a \cdot \sin \theta_2};$$

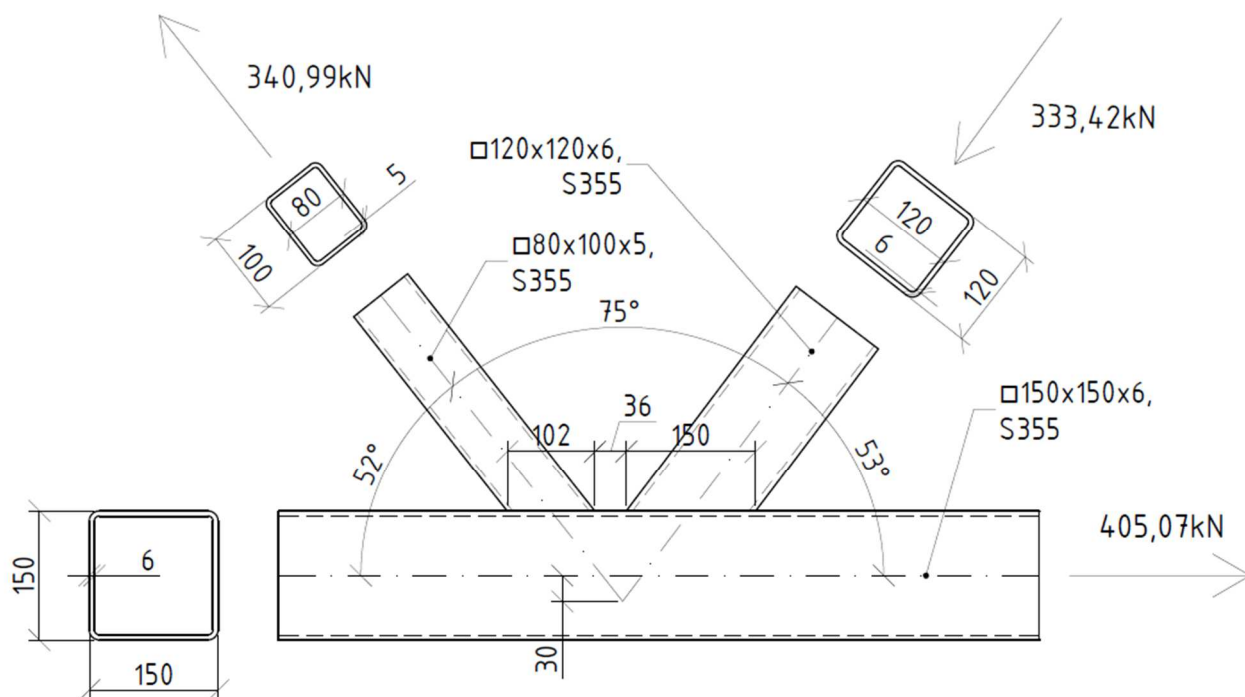
$$333,42 > \frac{0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 323,00 \cdot 10^3 \cdot 0,006^2 \cdot (0,151 + 0,018 + \sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot 0,025})}{\left(0,4 + 1,8 \frac{0,018}{0,151}\right) 0,025 \cdot \sin 53} \quad (3.5.76)$$

$$= 231,76 \text{ kN};$$

Išvada: sąlyga netenkinama ir santvaros apatinės juostos, veikiamos gniuždomo spyrio, praspaudimo atsparis nepakankamas, todėl keičiamas gniuždomo spyrio profilis. Gniuždomam spyriui parenkamas 120x120x6 profilis. Tuomet santvaros juostos iškyša $a = 0,015$ m, tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis $c_2 = 0,151$ m, pusė tarpo tarp santvaros tinklelio elementu $g = 0,018$ m. Tikrinama 3.5.76 sąlyga:

$$333,42 < \frac{0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 323,00 \cdot 10^3 \cdot 0,006^2 \cdot (0,151 + 0,018 + \sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot 0,015})}{\left(0,4 + 1,8 \frac{0,018}{0,151}\right) 0,015 \cdot \sin 53} = 354,23 \text{ kN};$$

Išvada: sąlyga tenkinama



3.5.4 pav. santvaros ma>gas SM-2, po gniuždomo spyrio pakeitimo

Santvaros apatinės juostos si>nutės pastovumo atspario tikrinimas gniuždomo spyrio prijungimo vi>toj>

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

$$\frac{h_0}{t_0} = \frac{150}{6} = 25 \geq 25; \quad (3.5.77)$$

Koeficientas įvertinantis juostos sienutės liaunį ir plieno stiprį $k = 1,0$, nes:

$$\frac{h_0}{t_0} < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8; \quad (3.5.78)$$

$$25 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 323^2 - 0,2 \cdot 323 + 81,8 = 42,76;$$

Santvaros apatinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$N_2 < 2 \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t \cdot k \cdot f_{yd} \cdot t_0 \cdot \frac{h}{\sin^2 \theta}; \quad (3.5.79)$$

$$333,42kN < 2 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 0,006 \cdot \frac{0,12}{\sin^2 53} = 554,22kN;$$

Išvada: santvaros apatinės juostos sienutės pastovumo atsparis yra pakankamas.

Tinklėlio kvadratinio atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

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

$$\frac{h_2}{t_2} < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8; \quad (3.5.80)$$

$$\frac{120}{6} = 20 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 323^2 - 0,2 \cdot 323 + 81,8 = 42,76;$$

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklėlio skerspjūvio matmenys. Tinklėlio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant kvadratiniam skerspjūviui:

$$|N_2| + \frac{0,5 \cdot |M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd} A_2}{1 + 0,013 b_0 / t_0}; \quad (3.5.81)$$

$$333,42 < \frac{0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 27 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot 0,15 / 0,006} = 625,28kN;$$

Išvada: tinklėlio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklėlio kvadratinus prie juostų, atspario tikrinimas.

Virinimui naudojama elektrodinė viela G38, kurio charakteristinis stipris $f_{vw,u} = 470MPa$, plieno stipris pagal stiprumo ribą - $f_u = 410MPa$.

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \cdot \frac{470}{1,25} = 206,8MPa; \quad (3.5.82)$$

čia: γ_{Mw} – virintinės siūlės metalo medžiagos patikimumo koeficientas.

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5MPa; \quad (3.5.83)$$

Kertinės siūlės koeficientai $\beta_{wf} = 0,9$, $\beta_{wz} = 1,05$. Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela:

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} < f_{vw,z,d} \cdot \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}}; \quad (3.5.84)$$

$$184,5 < 206,8 < 184,5 \cdot \frac{1,05}{0,9} = 215,25;$$

Tikrinama virintinių siūlių atsparumo sąlyga:

$$\left(|N_2| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \right) \frac{0,75 + 0,01 b_0/t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_2/\sin\theta_2 + b_2)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d}; \quad (3.5.85)$$

$$333,42 \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot 150/6}{0,9 \cdot 7 \cdot (2 \cdot 120/\sin 53 + 120)} = 125,41 \text{ MPa} < 0,95 \cdot 206,8 = 196,46 \text{ MPa};$$

Išvada: kertinės siūlės, jungiančios gniuždomąjį tinklelio elementą su juosta atsparis pakankamas.

Santvaros apatinės juostos, viriniamos tempiamo tinklelio įmontavimo, išplėtimo atspario tikrinimas.

Įrašos ženklo koeficientas $\gamma_1 = 1,2$, kadangi tinklelio elementas yra tempiamas. Tikrinama sąlyga:

$$\frac{|N_0|}{A_0 \cdot f_{y,d}} = \frac{|405,07| \cdot 10^4}{34,20 \cdot 323,00} = 0,37 < 0,5; \quad (3.5.86)$$

čia: A_0 – viršutinės juostos skerspjūvio plotas;

N_0 – ašinė jėga veikianti viršutinėje santvaros juostoje.

Kadangi sąlyga tenkinama, todėl santvaros juostoje veikiančios jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 1$.

Santvaros juostos iškyša:

$$a = \frac{(b_0 - b_1)}{2} = \frac{(15 - 10)}{2} = 2,5 \text{ cm}; \quad (3.5.87)$$

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_1 = \frac{h_1}{\sin\theta_1} = \frac{8}{\sin 52} = 10,2 \text{ cm}; \quad (3.5.88)$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų:

$$g = \frac{3,6}{2} = 1,8 \text{ cm}; \quad (3.5.89)$$

Tikrinamos sąlygos:

$$b_2/b_0 = 10/15 = 0,67 < 0,9;$$

$$\frac{g}{c_1} = \frac{1,8}{10,2} = 0,176 < 0,25; \quad (3.5.90)$$

Kadangi abi sąlygos tenkinamos:

$$|N_1| + \frac{1,5 \cdot |M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_0 \cdot f_{y,d} \cdot t_0^2 \cdot (c_1 + g + \sqrt{2 \cdot b_0 \cdot a})}{\left(0,4 + 1,8 \frac{g}{c_1}\right) a \cdot \sin\theta_1}; \quad (3.5.91)$$

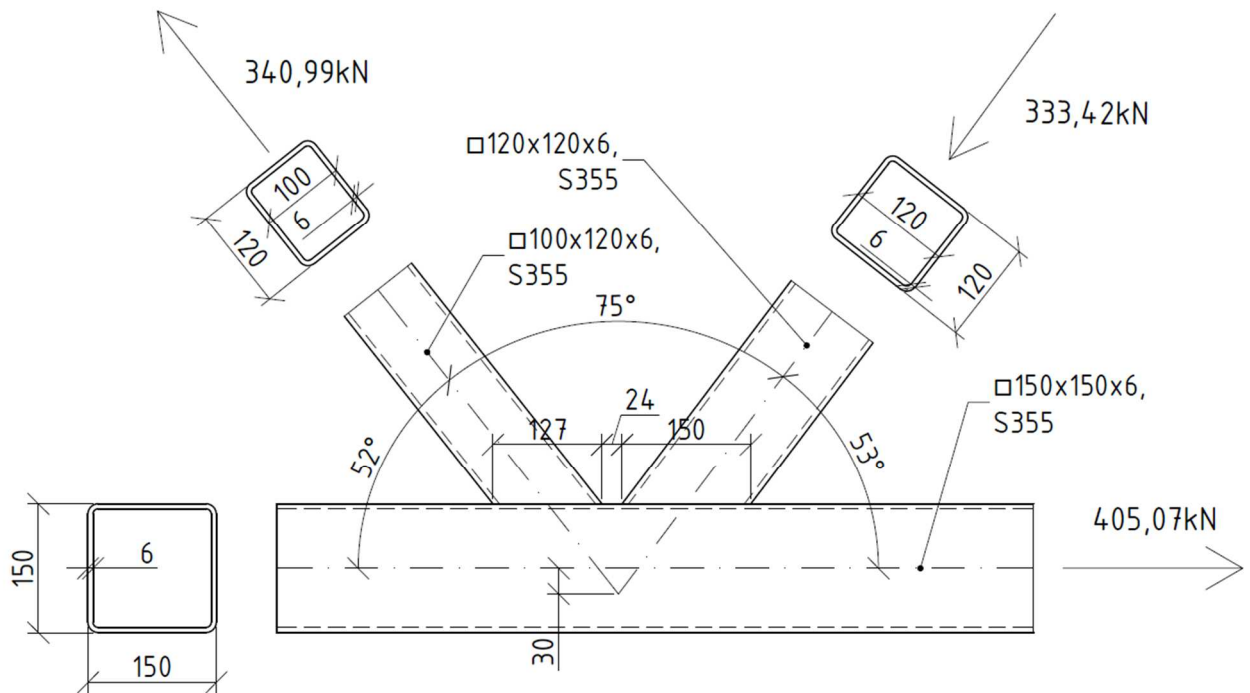
$$340,99 > \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 323,00 \cdot 10^3 \cdot 0,006^2 \cdot (0,102 + 0,018 + \sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot 0,025})}{\left(0,4 + 1,8 \frac{0,018}{0,102}\right) 0,025 \cdot \sin 52}$$

$$= 193,72 \text{ kN};$$

Išvada: sąlyga netenkinama ir santvaros apatinės juostos, veikiamos tempiamo spyrio, išplėšimo atsparis nepakankamas, todėl keičiamas tempiamo spyrio profilis. Tempiamam spyriui parenkamas 100x120x6 profilis. Tuomet santvaros juostos iškyša $a = 0,015$ m, tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis $c_1 = 0,127$ m, pusė tarpo tarp santvaros tinklelio elementu $g = 0,012$ m. Tikrinama 3.5.76 sąlyga:

$$340,99 < \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 323,00 \cdot 10^3 \cdot 0,006^2 \cdot (0,127 + 0,012 + \sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot 0,015})}{\left(0,4 + 1,8 \frac{0,012}{0,127}\right) 0,015 \cdot \sin 52} = 405,41 \text{ kN};$$

Išvada: sąlyga tenkinama.



3.5.5 pav. santvaros maģas SM-2, po tempiamo spyrio pakeitimo

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas tempiamo spyrio prijungimo vietoje

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

$$\frac{h_0}{t_0} = \frac{150}{6} = 25 \geq 25; \quad (3.5.92)$$

Koeficientas įvertinantis juostos sienutės liaunį ir plieno stiprį $k = 1,0$, nes:

$$\frac{h_0}{t_0} < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8; \quad (3.5.93)$$

$$25 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 323^2 - 0,2 \cdot 323 + 81,8 = 42,76;$$

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$N_1 < 2 \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t \cdot k \cdot f_{yd} \cdot t_0 \cdot \frac{h}{\sin^2 \theta}; \quad (3.5.94)$$

$$340,99kN < 2 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 0,006 \cdot \frac{0,10}{\sin^2 52} = 474,39kN;$$

Išvada: santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atsparis yra pakankamas.

Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

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

$$\frac{h_1}{t_1} < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8; \quad (3.5.95)$$

$$\frac{100}{6} = 17 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 323^2 - 0,2 \cdot 323 + 81,8 = 42,76;$$

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

$$|N_1| + \frac{0,5 \cdot |M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd} A_1}{(1 + 0,013 b_0/t_0)} \cdot \frac{2}{3} \left(1 + \frac{1}{1 + b_1/h_1}\right); \quad (3.5.96)$$

$$340,99kN < \frac{0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 24,96 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot 150/6} \cdot \frac{2}{3} \left(1 + \frac{1}{1 + 120/100}\right) = 560,52kN;$$

Išvada: tinklelio elemento atsparis prijungimo prie juostos srityje pakankamas.

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

Virinimui naudojama elektrodinė viela G38, kurio charakteristinis stipris $f_{vw,u} = 470MPa$, plieno stipris pagal stiprumo ribą - $f_u = 410MPa$.

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \cdot \frac{470}{1,25} = 206,8MPa; \quad (3.5.97)$$

čia: γ_{Mw} – virintinės siūlės metalo medžiagos patikimumo koeficientas.

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5MPa; \quad (3.5.98)$$

Kertinės siūlės koeficientai $\beta_{wf} = 0,9$, $\beta_{wz} = 1,05$. Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela:

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} < f_{vw,z,d} \cdot \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}}; \quad (3.5.99)$$

$$184,5 < 206,8 < 184,5 \cdot \frac{1,05}{0,9} = 215,25;$$

Tikrinama virintinių siūlių atsparumo sąlyga:

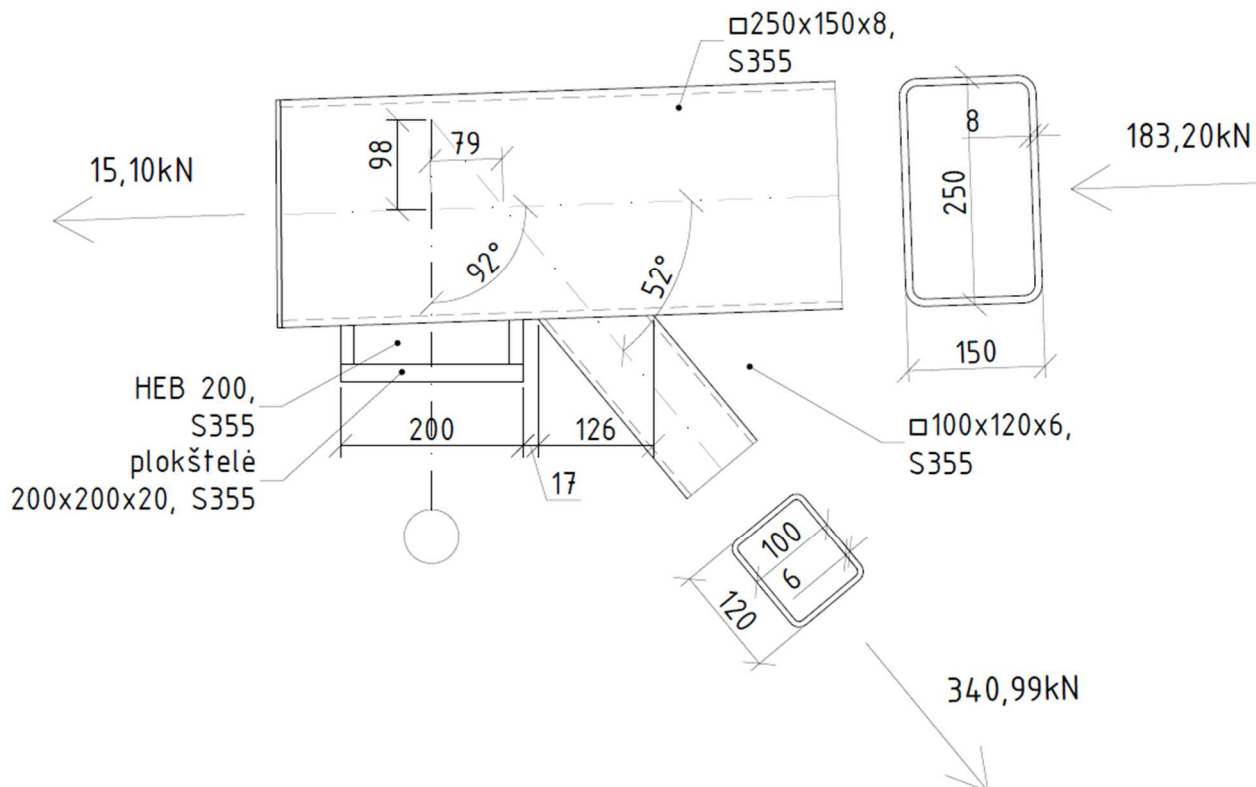
$$\left(|N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1}\right) \frac{0,75 + 0,01 b_0/t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_1/\sin \theta_1 + b_1)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d}; \quad (3.5.100)$$

$$333,42 \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot 150/6}{0,9 \cdot 7 \cdot (2 \cdot 100/\sin 52 + 120)} = 141,58 \text{MPa} < 0,95 \cdot 206,8 = 196,46 \text{MPa};$$

Išvada: kertinės siūlės, jungiančios tempiamąjį tinklelio elementą su juosta atsparis pakankamas.

3.6.7. Mazgo SM-3 projektavimas

Projektuojamas atraminis santvaros mašgas (3.5.6 pav.). Projektuojamas tempiamo spyrio prijungimas prie viršutinės juostos, įvertinant momentą, kuris susidaro dėl ekscentriciteto.



3.5.6 pav. mašgas SM-3

Santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamo spyrio, išplėšimo atspario tikrinimas

Įrašos ženklų koeficientas $\gamma_1 = 1,2$, kadangi tinklelio elementas yra tempiamas. Tikrinama sąlyga:

$$\frac{|N_0|}{A_0 \cdot f_{y,d}} = \frac{|183,20| \cdot 10^1}{52,57 \cdot 323,00} = 0,11 < 0,5; \quad (3.5.101)$$

čia: A_0 – viršutinės juostos skerspjūvio plotas;

N_0 – ašinė jėga veikianti viršutinėje santvaros juostoje.

Kadangi sąlyga tenkinama, todėl santvaros juostoje veikiančios jėgos įtakos koeficientas $\gamma_0 = 1$.

Santvaros juostos iškyša:

$$a = \frac{(b_0 - b_1)}{2} = \frac{(15 - 12)}{2} = 1,5 \text{ cm}; \quad (3.5.102)$$

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_1 = \frac{h_1}{\sin\theta_1} = \frac{10}{\sin 52} = 12,6 \text{ cm}; \quad (3.5.103)$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų:

$$g = \frac{1,7}{2} = 0,9 \text{ cm}; \quad (3.5.104)$$

Tikrinamos sąlygos:

$$\begin{aligned} b_2/b_0 &= 10/15 = 0,67 < 0,9; \\ \frac{g}{c_1} &= \frac{0,9}{12,6} = 0,07 < 0,25; \end{aligned} \quad (3.5.105)$$

Kadangi abi sąlygos tenkinamos:

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

$$340,99 + \frac{1,5 \cdot 19,5}{0,1} = 633,49 \quad (3.5.106)$$

$$< \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 323,00 \cdot 10^3 \cdot 0,008^2 \cdot (0,126 + 0,009 + \sqrt{2 \cdot 0,15 \cdot 0,015})}{\left(0,4 + 1,8 \frac{0,009}{0,126}\right) 0,015 \cdot \sin 52} = 762,3 \text{ kN};$$

čia: N_1 – ašinė jėga;

M_1 – momentas, atsirandantis dėl spyrio ekscentriciteto;

$$M_1 = (183,2 + 15,1) \cdot 0,098 = 19,5 \text{ kNm}; \quad (3.5.107)$$

Išvada: išplėšimo sąlyga tenkinama.

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas tūnpiamojo spyrio prijungimo vietoj

Koeficientas įvertinantis juostos sienutės liaunį $\gamma_t = 0,8$. Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$N_1 < 2 \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t \cdot k \cdot f_{y,d} \cdot t_0 \cdot \frac{h}{\sin^2\theta}; \quad (3.5.111)$$

$$340,99 \text{ kN} < 2 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 0,008 \cdot \frac{0,10}{\sin^2 52} = 632,5 \text{ kN};$$

Išvada: viršutinės juostos sienutės pastovumo atsparis pakankamas.

Tinklelio tūninto atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityj

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

$$\frac{h_1}{t_1} < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y,d}^2 - 0,2 \cdot f_{y,d} + 81,8; \quad (3.5.112)$$

$$\frac{120}{6} = 20 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 323^2 - 0,2 \cdot 323 + 81,8 = 42,76;$$

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

$$|N_1| + \frac{0,5 \cdot |M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd} A_1}{(1 + 0,013 b_0/t_0)} \cdot \frac{2}{3} \left(1 + \frac{1}{1 + b_1/h_1}\right); \quad (3.5.113)$$

$$340,99 \text{ kN} < \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 323 \cdot 10^3 \cdot 24,96 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot 150/6} \cdot \frac{2}{3} \left(1 + \frac{1}{1 + 120/100}\right) = 672,7 \text{ kN};$$

Išvada: tinklelio elemento atsparis prijungimo prie juostos srityje pakankamas.

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

Virinimui naudojama elektrodinė viela G38, kurios charakteristinis stipris $f_{vw,u} = 470 \text{ MPa}$, plieno stipris pagal stiprumo ribą - $f_u = 410 \text{ MPa}$.

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \cdot \frac{470}{1,25} = 206,8 \text{ MPa}; \quad (3.5.114)$$

čia: γ_{Mw} – virintinės siūlės metalo medžiagos patikimumo koeficientas.

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ MPa}; \quad (3.5.115)$$

Kertinės siūlės koeficientai $\beta_{wf} = 0,9$, $\beta_{wz} = 1,05$. Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela:

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} < f_{vw,z,d} \cdot \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}}; \quad (3.5.116)$$

$$184,5 < 206,8 < 184,5 \cdot \frac{1,05}{0,9} = 215,25;$$

Tikrinama virintinių siūlių atsparumo sąlyga:

$$\left(|N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1}\right) \frac{0,75 + 0,01 b_0/t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_1/\sin\theta_1 + b_1)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d}; \quad (3.5.117)$$

$$\left(340,99 + \frac{0,5 \cdot 19,5}{0,1}\right) \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot 150/6}{0,9 \cdot 7 \cdot (2 \cdot 100/\sin 52 + 120)} = 186,2 \text{ MPa} < 0,95 \cdot 206,8$$

$$= 196,46 \text{ MPa};$$

Išvada: kertinės siūlės, jungiančios tempiamąjį tinklelio elementą su juosta atsparis pakankamas.

Projektuojamas atraminis santvaros dvitėjis, kuriuo santvara remsis ant stalo, ant kolonos viršaus. Maksimali atraminė reakcija $F = 294,64 \text{ kN}$. Profiliui naudojamas S355 plienas.

Skaičiuojamas reikalingas skerspjūvio plotas:

$$A = \frac{F}{f_{yd} \cdot \gamma_c} = \frac{294,64 \cdot 10^3}{323 \cdot 10^6 \cdot 1} = 9,12 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2; \quad (3.5.118)$$

Kad būtų susikonstruotų konstrukciškai priimamas HEB 200 profilis, kurio $A = 78,1 \text{ cm}^2$.

Skaičiuojamas elemento liaunis:

$$\lambda = \frac{l}{i_x} = \frac{6,5}{8,54} = 0,76; \quad (3.5.119)$$

Sąlyginis elemento liaunis:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{yd}}{E}} = 0,76 \cdot \sqrt{\frac{323}{210000}} = 0,03; \quad (3.5.120)$$

Kadangi $0 < \bar{\lambda} \leq 2,5$, tai klupumo koeficientas:

$$\varphi = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{f_{yd}}{E}\right) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0,073 - 5,53 \cdot \frac{323}{210000}\right) \cdot 0,03 \cdot \sqrt{0,03} = 0,999 \quad (3.5.121)$$

Tikrinamas pastovumas:

$$\frac{F}{\varphi \cdot A \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c} = \frac{294,64 \cdot 10^3}{0,999 \cdot 323 \cdot 10^6 \cdot 78,1 \cdot 10^{-4}} = 0,12 < 1,0; \quad (3.5.122)$$

Išvada: profilis parinktas tinkamai.

3.6.8. Flanšinio mazgo projektavimas

Flanšinę jungtį veikia $N_{Ed} = 739,85$ kN tempimo jėga. Flanšinio mačo jungimui naudojami 8 iš anksto įtempti M24 10.9 kokybės klasė varžtai, kurio vieno $A_{b,n\bar{\square}} = 353$ mm². Skaičiuotinis vieno varžto ir vienos trinties plokštumos atsparis:

$$F_{bh,Rd} = \frac{f_{bh,d} \gamma_b A_{b,net} \mu_h}{\gamma_h} = \frac{700 \cdot 0,9 \cdot 353 \cdot 0,35}{1,17} = 66,53 \text{ kN}; \quad (3.5.123)$$

čia: $f_{bh,d}$ – skaičiuotinis įtempiamųjų varžtų tempiamasis plieno stipris;

γ_b – jungties darbo sąlygų koeficientas, $\gamma_b = 0,9$ (kadangi $5 \leq n < 10$);

μ_h – jungties įtempiamaisiais varžtais trinties koeficientas, $\mu_h = 0,35$ (paviršių apdirbimas plieniniais šepėčiais nekonservuojant);

γ_h – jungties įtempiamaisiais varžtais patikimumo koeficientas, $\gamma_h = 1,17$ (paviršių apdirbimas plieniniais šepėčiais nekonservuojant).

Iš anksto įtempiamųjų varžtų skaičiuotinis tempiamasis plieno stipris:

$$f_{bh,d} = 0,7 f_{bu} = 0,7 \cdot 1000 = 700 \text{ MPa}; \quad (3.5.124)$$

Tikrinama ar varžtai atlaikys tempimo įrašą:

$$N_{Ed} < F_{bh,Rd} \cdot n_{sl} \cdot \gamma_c \cdot n; \quad (3.5.125)$$

$$739,85 \text{ kN} < 66,53 \cdot 2 \cdot 0,95 \cdot 8 = 958,03 \text{ kN};$$

čia: n_{sl} – varžtinės jungties trinties paviršių skaičius.

Išvada: varžtų stiprumas pakankamas.

Įtempiamasis varžtas įtempiamas, jėga:

$$F_{p,Cd} = f_{bh,d} \cdot A_{b,net} = 700 \cdot 353 = 247,1 \text{ kN}; \quad (3.5.126)$$

Tikrinama ar pakankamas tempiamų flanšinių jungčių su uždaro profilio jungiamaisiais elementais stiprumas:

$$N_{Ed} < F_{bt,Rd} \cdot k_2 \cdot n; \quad (3.5.127)$$

$$739,85 \text{ kN} < 176,5 \cdot 0,85 \cdot 2 = 958,03 \text{ kN};$$

čia: $F_{bt,Rd}$ – skaičiuotinis vieno varžto tempiamasis atsparis;

k_2 – koeficientas, $k_2 = 0,85$, kadangi $t_f \geq 20mm$;

t_f – flanšo storis.

$$F_{bt,Rd} = f_{bt,d} \cdot A_{b,net} = 500 \cdot 353 = 176,5kN; \quad (3.5.128)$$

$$f_{bt,d} = 0,5 \cdot f_{bu} = 0,5 \cdot 1000 = 500MPa; \quad (3.5.129)$$

Išvada: varžtų stiprumas pakankamas.

Tempiamų flanšinių jungčių atspario vietinei skersinei jėgai tikrinimas:

$$V_{loc} = \mu_h \sum_{j=1}^n F_{bhf,Rd,j}; \quad (3.5.130)$$

čia: n – išorinės \square onos varžtų skaičius, kai prijungiamas atvirojo profilio elementas, ir visas varžtų skaičius, kai prijungiamas uždarojo skerspjūvio elementas.

Kontaktinė įraža:

$$F_{bhf,Rd,j} = 0,1F_{bt,Rd} = 0,1 \cdot 176,5 = 17,65kN; \quad (3.5.131)$$

Sąlyginė vietinė skersinė jėga:

$$V_{loc} = 0,1\mu_h N_{Ed} = 0,1 \cdot 0,35 \cdot 739,85 = 25,89kN; \quad (3.5.132)$$

Tikrinama 5.130 sąlyga:

$$25,89 < 0,35 \cdot 8 \cdot 17,65 = 49,42kN;$$

Išvada: tempiamų flanšinių jungčių atsparis vietinei skersinei jėgai pakankamas.

Virinant santvaros apatinę juosta prie flanšo sienelės, kurios storį priimame 20mm, naudojama elektrodinė viela G38, kurios charakteristinis stipris $f_{vw,u} = 470MPa$, plieno stipris pagal stiprumo ribą - $f_u = 410MPa$. Kertinės siūlės koeficientai $\beta_{wf} = 0,7$, $\beta_{wz} = 1,0$. Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela:

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} < f_{vw,z,d} \cdot \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}}; \quad (3.5.133)$$

$$184,5 < 206,8 < 184,5 \cdot \frac{1,0}{0,7} = 263,57;$$

Nustatomas silpnėsnis pjūvis:

$$\beta_{wf} f_{vw,f,d} = 0,7 \cdot 206,8 = 144,76MPa; \quad (3.5.134)$$

$$\beta_{wz} f_{vw,z,d} = 1,0 \cdot 184,5 = 184,5MPa;$$

Išvada: silpnėsnis pjūvis yra per siūlės metalą, todėl jis ir naudojamas tolimesniuose skaičiavimuose.

Pagal reikalavimus mažiausias siūlės statinio aukštis $k_{min} = 6$ mm, o maksimalus $k_{max} = 1,2t_{min} = 1,2 \cdot 6 = 7$ mm. Siūlės statinis $k = 6$ mm. Skaičiuojamasis siūlės ilgis $\sum l_{w,eff} = 600mm$. Tikrinamas siūlės atsparis:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} k_f \sum l_{w,eff} f_{vw,f,d} \gamma_c} = \frac{739,85 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 6 \cdot 600 \cdot 206,8 \cdot 0,95} = 1,49 > 1,0; \quad (3.5.135)$$

Išvada: siūlės nepakanka, todėl įrengiamos sąstandos, tuomet skaičiuojamasis siūlės ilgis $\sum l_{w,eff} = 1000mm$. Siūlės statinis priimamas $k = 7$ mm. Tikrinama 3.5.135 sąlyga.

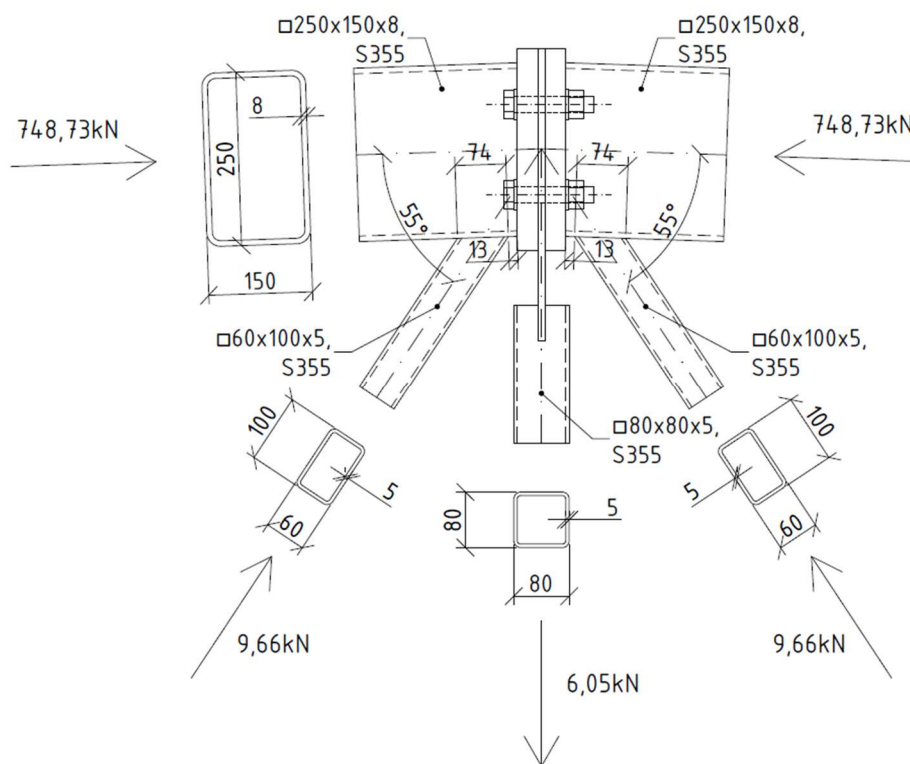
$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} k_f \sum l_{w,eff} f_{vw,f,d} \gamma_c} = \frac{739,85 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 7 \cdot 1000 \cdot 206,8 \cdot 0,95} = 0,77 < 1,0;$$

Išvada: siūlės pakanka.

3.6.9. Viršutinės juostos jungimo mazgo projektavimas

Viršutinei juostai sujungti naudojamos jungės (3.5.7 pav.). Jų storis $t = 30mm$. Prie jungės jungiamas uždaras viršutinės santvaros juostos profilis, jungiamieji varžtai bus profilio išorėje. Sujungimą veikia $N_{Ed} = 748,73$ kN.

Jungėms sujungti konstrukciškai parenkami 4 M24 10.9 kokybės klasė varžtai, kurie bus įtempiami sumine jėga, kuri lygi 988,4 kN.



3.5.7 pav. mašgas SM-4

Viršutinė juosta prie jungės bus virinama G38 elektrodine viela. Mažiausias siūlės statinio aukštis $k_{min} = 7$ mm, o didžiausias $k_{max} = 8 \cdot 1,2 = 9,6$ mm. Priimame, kad $k = 7$ mm. Virinimo siūlės ilgis kaip ir flanšui nustatomas iš brėžinio $\sum l_{w,eff} = 755mm$. Tikrinamas siūlės atsparis:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} k_f \sum l_{w,eff} f_{vw,f,d} \gamma_c} = \frac{748,73 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 7 \cdot 755 \cdot 206,8 \cdot 0,95} = 1,03 > 1,0; \quad (3.5.136)$$

Išvada: siūlės atsparis nepakankamas, didinamas siūlės statinis $k = 8$ ir perskaičiuojama 3.5.136 sąlyga.

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} k_f \sum l_{w,eff} f_{vw,f,d} \gamma_c} = \frac{748,73 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 8 \cdot 755 \cdot 206,8 \cdot 0,95} = 0,9 < 1,0$$

Išvada: siūlės atsparis pakankamas.

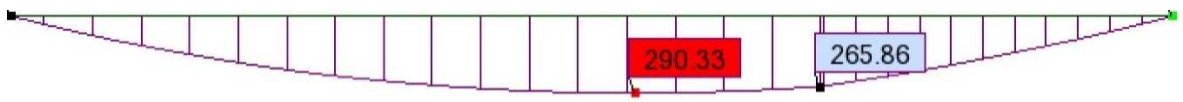
3.7. Metalinė sija

Dvitrėmė pastato sija yra lanksčiai atremta ant kolonų. Sijos skerspjūvis dvitėjis, pagamintas iš S355 stiprumo klasės plieno. Sija, kurios ilgis $l = 8,24 \text{ m}$, lanksčiai remiama ant gelžbetoninių pastato kolonų. Plieno skaičiuotinis stipris:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{355}{1,1} = 323 \text{ MPa}; \quad (3.6.1)$$

Plieno skaičiuotinis šlyties stipris:

$$f_{sd} = 0,58 \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = 0,58 \cdot \frac{355}{1,1} = 187 \text{ MPa}; \quad (3.6.2)$$



3.6.1 pav. Sijos lenkimo momentų diagrama



3.6.2 pav. Sijos skersinių jėgų diagrama

Parinkamas HEA 280 dvitėjis profilis, kurio skerspjūvio charakteristikos: $W_y = 1013 \text{ cm}^3$, $I_y = 13670 \text{ cm}^4$, $S_y = 556 \text{ cm}^3$.

3.7.1. Sijos stiprumo sąlygos

Sijos lenkiamasis stiprumas tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{M_{Ed}}{W_{net,min} \cdot f_{yd} \cdot \gamma_c} = \frac{290,33 \cdot 10^3}{323 \cdot 1013 \cdot 1,0} = 0,89 < 1,0; \quad (3.6.3)$$

Išvada: sijos lenkiamasis stiprumas yra pakankamas.

Sijos kerpamasis stiprumas:

$$\frac{V_{Ed}}{\frac{I_y \cdot t_w}{S_y} \cdot f_{sd} \cdot \gamma_c} = \frac{134,46}{\frac{13670 \cdot 10^{-8} \cdot 0,008}{556 \cdot 10^{-6}} \cdot 187 \cdot 10^3 \cdot 1,0} = 0,37 < 1,0; \quad (3.6.4)$$

Išvada: sijos kerpamasis stiprumas yra pakankamas.

Sijos sienelės stiprumas turi būti pakankamas visame sijos skerspjūvio ilgyje. Esant tolygiai paskirstytai apkrovai, maksimalūs įtempiai veikia sijos tarpatramio viduriniame pjūvyje:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{w,x,Ed}^2 - \sigma_{w,x,Ed}\sigma_{w,z,Ed} + \sigma_{w,z,Ed}^2 + 3\tau_{w,xz,Ed}^2}}{1,15f_{yd}} = \frac{\sqrt{259^2 - 259 \cdot 0 + 0 + 3 \cdot 5,8^2}}{1,15 \cdot 323} \quad (3.6.5)$$

$$= 0,7 < 1,0;$$

čia: $\sigma_{w,x,Ed}, \sigma_{w,z,Ed}$ – normaliniai įtempiai;

$\tau_{w,xz,Ed}$ – tangentiniai įtempiai;

Sijos normaliai įtempiai sienelės krašte viduriniame pjūvyje:

$$\sigma_{w,x,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{I_y} \cdot z = \frac{290,33 \cdot 10^{-3}}{13670 \cdot 10^{-8}} \cdot 0,122 = 259 \text{ MPa}; \quad (3.6.6)$$

Tangentiniai įtempiai sijos sienelės krašte

$$\tau_{w,xz,Ed} = \frac{V_{Ed}}{t_w \cdot h} = \frac{11,24 \cdot 10^{-3}}{0,008 \cdot 0,244} = 5,8 \text{ MPa}; \quad (3.6.7)$$

Tikrinama sąlyga ar tangentiniai įtempiai neviršija skaičiuotinio stiprio šlyčiai:

$$\frac{\tau_{w,xz,Ed}}{f_{sd} \cdot \gamma_c} = \frac{5,8}{187 \cdot 1,0} = 0,03 < 1,0; \quad (3.6.8)$$

Bendrojo sijos pastovumo tikrinti nereikia, nes apkrova perduodama per standų paklotą, ištaisai parentą ir sujungtą su sijos gniuždomąja juosta.

3.7.2. Sijos sienelės pastovumas

Sijos sienelės sąlyginis liaunis:

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_{eff}}{t_w} \sqrt{\frac{f_{yd}}{E}} = \frac{244}{8} \sqrt{\frac{323}{210000}} = 1,2 < 3,2; \quad (3.6.9)$$

Išvada: sijos sienelės pastovumas pakankamas sąstandų nereikia.

3.7.3. Sijos juostos pastovumas

Juostos nuosvyros pločio ir juostos storio santykis:

$$b_{eff} = \frac{b - t_w}{2} = \frac{280 - 8}{2} = 136 \text{ mm}; \quad (3.6.10)$$

Gniuždomosios sijos juostos pastovumas:

$$\frac{b_{eff}}{t_f} = \frac{136}{13} = 10,5 < 0,5 \cdot \sqrt{\frac{210000}{323}} = 12,8; \quad (3.6.11)$$

Išvada: gniuždomoji sijos juosta yra pastovi.

3.7.4. Sijos įlinkis

Nuo pavojingiausio tinkamumo ribinio derinio sijoje atsiranda $d = 27,9 \text{ mm}$ įlinkis. Tikrinama ar sijos įlinkis neviršija leistino:

$$d_{lim} = \frac{l}{207} = \frac{8,24}{207} = 39,8 \text{ mm}; \quad (3.6.12)$$

Išvada: sijos įlinkis neviršija leistino.

3.8. Klijuotos medienos sija

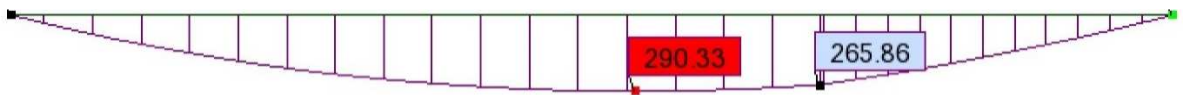
Dviatramė pastato sija yra lanksčiai atremta ant kolonų. Sijos skerspjūvis stačiakampis, sijai naudojama GL28h klasės klijuota mediena. Sija $220 \times 700 \text{ mm}$ ($b \times h$), kurios ilgis $l = 8,24 \text{ m}$, lanksčiai remiama ant gelžbetoninių pastato kolonų. Klijuotos medienos skaičiuotinis lenkiamasis ir kerpamasis stipriai išilgai pluoštų:

$$f_{m,g,d} = \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = \frac{28}{1,25} \cdot 0,8 = 17,92 \text{ MPa}; \quad (3.7.1)$$

$$f_{v,g,d} = \frac{f_{v,g,k}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = \frac{3,2}{1,25} \cdot 0,8 = 2,05 \text{ MPa}; \quad (3.7.2)$$

čia: γ_M – medžiagos savybės rodiklio dalinis koeficientas ($\gamma_M = 1,25$ klijuotai medienai).

k_{mod} – modifikacijos koeficientas, įvertinantis apkrovos veikimo pobūdį ir eksploaticines sąlygas (šiuo atveju eksploataavimo sąlygų klasė 1, o apkrovos trukmės klasė vidutinė).



3.7.1 pav. Sijos lenkimo momentų diagrama



3.7.2 pav. Sijos skersinių jėgų diagrama

Skaičiuojamas sijos atsparumo momentas:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{22 \cdot 70^2}{6} = 17967 \text{ cm}^3; \quad (3.7.3)$$

Skaičiuojamas sijos inercijos momentas:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{22 \cdot 70^3}{12} = 628833 \text{ cm}^4; \quad (3.7.4)$$

Skaičiuojamas sijos statinis momentas:

$$S = b \cdot 0,5 \cdot h \cdot 0,5 \cdot h \cdot 0,5 = 22 \cdot 35 \cdot 17,5 = 13475 \text{ cm}^3; \quad (3.7.5)$$

Tikrinamas pastovaus klijuotinio skerspjūvio sijos lenkiamasis stiprumas:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{290,33 \cdot 10^3}{17967} = 16,16 \text{MPa} < f_{m,g,d} = 17,92 \text{MPa}; \quad (3.7.6)$$

Išvada: Sijos lenkiamasis stiprumas pakankamas su 9,8% atsarga.

Tikrinamas lenkiamos sijos kirpimo stipris:

$$\tau_d = \frac{V_d \cdot S}{Ib} = \frac{134,46 \cdot 10^3 \cdot 13475 \cdot 10^{-6}}{628833 \cdot 10^{-8} \cdot 22 \cdot 10^{-2}} = 1,3 \text{MPa} < f_{v,g,d} = 2,05 \text{MPa}; \quad (3.7.7)$$

Išvada: Sijos kerpamasis stiprumas pakankamas su 36,6% atsarga.

Tikrinamas sijos įlinkis:

$$u = \frac{5 \cdot M_{Ek} \cdot l^2}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 223,33 \cdot 10^3 \cdot 8,24^2}{48 \cdot 12,6 \cdot 10^9 \cdot 628833 \cdot 10^{-8}} = 0,0199 \text{m} < u_{rib} = \frac{l}{219} \\ = \frac{8,24}{219} = 0,0376 \text{m}; \quad (3.7.7)$$

Išvada: Sijos įlinkis neviršija ribinio.

4. EKONOMINĖ DALIS

Siekiant įvertinti vienos ar kitos konstrukcijos ekonomiškumą, turi būti įvertinama daug faktorių. Dvi pagrindinės statybos kainos sudedamosios dalys-tiesiogines ir netiesiogines išlaidos. Tiesiogines išlaidas sudaro statinio statybos išlaidos ir statybvietės išlaidos. Šios išlaidos sudaro apie 80-85% visos statybos kainos. Statinio statybos išlaidas sudaro mechaninių kaina, medžiagų kaina ir darbininkų darbo užmokestis. Statybvietės išlaidoms priimama 9% nuo apskaičiuotos kainos. Netiesiogines išlaidos susideda iš pelno (5 %) ir pridėtinių išlaidų (30%).

Darbe atliekamas sijų variantinis palyginimas. Darbo tikslas išrinkti ekonomišką siją. Lyginamos dvi vienodo tarpatramio, abiem galais lanksčiai ant kolonų atremtos sijos, kurių viena pagaminta iš GL28h stiprumo klasės klijuotos medienos, o kita iš S355 stiprumo klasės metalo dvitėjo. Atliekant ekonominį palyginimą vertinama medžiagų ir sijų gamybos kaina, sijų priešgaisrinis dažymas, bei montavimo kaštai. Ekonominis palyginimas atliekamas keturiais aspektais – pagal bendrą lokalinę kiekvienos santvaros sąmatą, išlaidų darbo užmokesčiui, išlaidų mechanizacijoms ir išlaidų medžiagoms. Visi skaičiavimai atliekami kompiuterine sąmatų skaičiavimo programa Sistela.

Metalinė sija gaminama iš dvitėjo profilio. Sijai naudojamas S355 klasės plienas. Vienos sijos masė 632,60 kg. Į šią masę įvertintos skersinės sąstandos ties sijos galais ir kitos metalinės detalės (4.1 lentelė).

Gelžbetoninė sija gaminama iš GL28h klasės klijuotos medienos. Vienai sijai pagaminti sunaudojama 1,30 m³ medienos. Skaičiuojant klijuotos medienos sijos kainą buvo įvertinama medienos kiekis (4.2 lentelė), taip pat medienos padengimas ugniai atsparia danga ir antiseptikais.

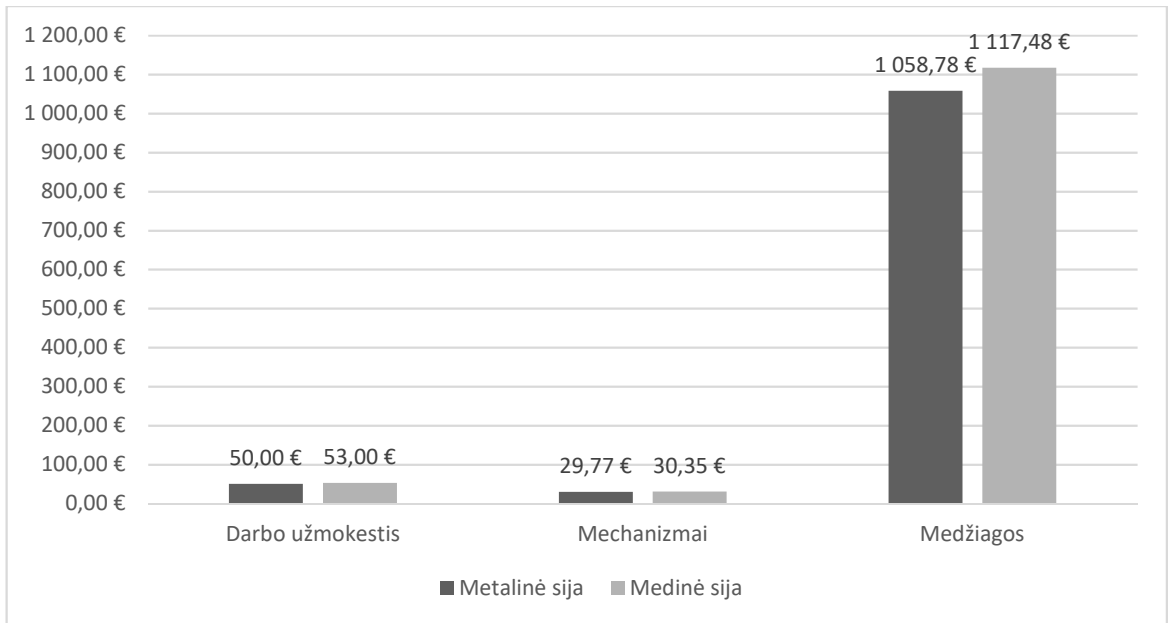
Ekonominis palyginimas buvo atliktas sąmatų skaičiavimo programa Sistela naudojant 2016 metų spalio mėnesio kainas. Gauti rezultatai parodė, kad ekonomišką variantą metalinės sijos. Klijuotos medienos sijos montavimo kaina, įskaitant PVM, buvo gauta €1753,29. Tuo tarpu metalinės sijos įrengimo kaina gauta €1664,96. Metalinė sija yra €88,33 (5%) pigesnė už gelžbetoninę siją. Tolimesniems skaičiavimams parenkamas – ekonomišką variantą. Lokalinės sąmatos, mechanizacijų ir medžiagų poreikio, bei darbo užmokesčio žiniaraščiai pateikiami 8-15 prieduose. Šiuose žiniaraščiuose atsispindinti informacija pateikiama grafiškai (4.1 ir 4.2 pav.).

4.1 lent. metalinės sijos metalo sąnaudos

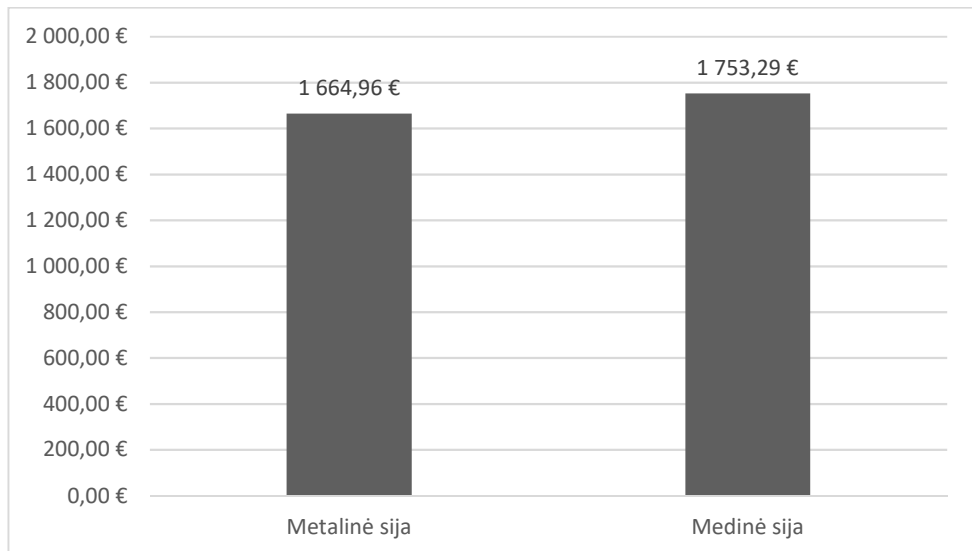
Poz.	Žymėjimas	Skerspjūvis, medžiaga, ilgis	Kiekis, vnt.	Masė, kg	
				vieneto	viso
6.1	-	HEA 280, S355, 8200	1	626,48	626,48
6.2	-	plokštelė 242x37x10, S355	2	0,70	1,41
6.3	-	plokštelė 242x124x10, S355	2	2,36	4,71
				VISO:	632,60

4.2 lent. klijuotos medienos sijos medienos sąnaudos

Poz.	Žymėjimas	Skerspjūvis, medžiaga, ilgis	Kiekis, vnt.	Masė, m ³	
				vieneto	viso
-	-	700x220, GL28h, 8400	1	1,30	1,30
				VISO:	1,30



4.1 pav. išlaidų darbui, mechanizmas ir medžiagoms palyginimas



4.2 pav. metalinės ir medinės sijų kainų palyginimas

5. TECHNOLOGINĖ DALIS

Pagrindinė perdangos paskirtis – surinkti ir perduoti apkrovas į žemiau esančias kolonas arba sijas.

Perdangos klasifikuojamos pagal jų konstrukciją, tai lemia jų įrengimo būdą, laikomąją galią ir gabaritus. Projektuojamame pastate numatoma įrengti monolitinė besijinė perdanga, kurios įrengimui naudojamas C30/37 klasės stiprumo betonas ir S500 stiprumo klasės armatūra.

Technologinėje dalyje parenkamas, betono siurblys, kuris betoną iš betonvežio tieks į perdangą, parenkamas kranas klojinių sumontavimui. Taip pat aprašoma monolitinės perdangos įrengimo technologija.

5.1. Monolitinės perdangos įrengimo technologija

Monolitinės perdangos įrengimą galima suskaidyti į tris etapus: pirmiausia išdėliojami klojiniai pagal perdangos gabaritus, armatūros fiksavimas klojiniuose ir galiausiai, betono klojimas ir tankinimas.

5.2. Klojiniai

Klojiniai turi būti pakankamai standūs, nekeisti padėties ir matmenų, neviršyti leistinųjų deformacijų perimant technologines apkrovas, klojamo ir tankinamo mišinio slėgį. Klojiniai neturi deformuotis, nuo to priklauso betono paviršiaus kokybė, geometriniai matmenys. Klojinių jungtys tarpusavyje turi būti sandarios, klojinių paviršius privalo būti lygus, be išsikišusių virintinių siūlių, aštrių kampų, apvadų ir kitų nuokrypių, didinančių klojinių sukibtį su betono ir gadinančių jo paviršių.

Projektuojamo pastato perdangai naudojami surenkamieji perstatomieji iš didelių skydų klojiniai. Parinkti klojiniai privalo atlaikyti vertikaliąsias ir horizontaliąsias apkrovas: savąjį ir pastolių sunkį, šviežiai suklotu betono mišinio masę, armatūros tinklus, karkasus ir kitus dirbinius, darbininkų su įrankiais, transporto mechanizmų, kurie veikia klojinius, paklotus ir juos laikančius pastolių elementus, krūvį, apkrovos dėl vibruojamojo betono mišinio, vėjo slėgį arba įsiurbimą, betono mišinio masės slėgį į klojinių šonus, apkrovas nuo smūgių ir kitokių sukrėtimų.

Klojiniai tepami specialiais tepalais, kad sumažinti sukibtį su betonu. Tepalai turi atitikti šiuos pagrindinius reikalavimus:

- ant betono paviršiaus nepalikti tepalo dėmių, jei paviršius dengiamas kita konstrukcija;
- nesumažinti betono paviršiaus stiprumo;
- ant vertikalių pasvirųjų paviršių išsilaikyti ne mažiau kaip 24 valandas +30 °C temperatūroje;
- būti nepavojingi kilus gaisrui;
- neturėti lakiųjų žmogaus sveikatai kenksmingųjų medžiagų.

Pagal kokybę ir naudingumo veikimo principus visų klojinių tepalai skirstomi į plėvelę sudarančius, hidrofobinius, tepalus lėtinančius rišimąsi, kompleksinius.

Naudojami plėvelę sudarantys tepalai, kurie susideda iš naftos produktų (0,3-0,5 masės dalies), degtųjų kalkių (1 masės dalis), skysto stiklo (0,4-0,45 masės dalies) ir vandens (2-2,5 dalies). Tepalo mišinys mechaniškai išmaišomas. Tepalai ant klojinių paviršių užtepami mechaniniu būdu prieš montuojant armatūrą.

5.3. Armatūra

Monolitinio gelžbetonio privalumai priklauso nuo racionalaus armavimo. Monolitinė plokštė armuojama virintais armatūros tinklais, kurie virinami iš rumbuotų armatūros strypų. Tinklą sudaro išilgai abejomis kryptimis išdėstyti darbiniai strypai.

Armatūra montuojama ir išdėstoma vadovaujantis projektu ir konstrukcijos darbo brėžiniais. Armatūra į klojinius dedama didesniais blokais, t.y. virintais armatūros tinklais, tai leidžia sumažinti darbo imlumą dėliojant armatūrą.

Statybvietėje armatūra montuojama šiais etapais: armatūros ir jos dirbinių gabenimas, rūšiavimas ir sandėliavimas, atskirų elementų surinkimas ir sujungimas į kuo didesnius ir standesnius blokus, paruoštų strypynų, tinklų ar jų blokų surinkimas į klojinius, įdėtinių detalių rengimas.

Kraunant, gabenant ir iškraunant armatūros dirbinius, reikia imtis priemonių, kad dirbiniai nesulūžtų ir nesideformuotų, nesuirtų ir neišsikreivintų virintinės jungtys. Armatūros tinklai gabenami paketais. Jeigu armatūros dirbiniai 1,5 m ilgesni už gabenimo priemonę, ant kurios jie padėti, reikia naudoti priekabas.

Armatūra į statybvietę turi būti gabenama pagal projekte numatytą aprašą ir visiškai sukomplektuota, kad turėtų visu reikalingus armatūros dirbinius ir būtų montuojama nenutrūkstamai. Jie yra sandėliuojami statybvietėje ir išdėstomi taip, kad būtų galima lengvai rasti reikalingą dirbinį. Sandėliuojama armatūra negali liestis prie žemės, todėl ji dedam ant medinių, betoninių ar kitokių padėklų. Jeigu sandėliuojama rietuvėmis ir sluoksniais, tai padėklai tarp jų turi būti dedami pagal vertikale – vienas ties kitu, kad armatūros strypai neišsikreivintų. Atstumas tarp padėtų dirbinių turi būti toks, kad nuo savojo sunkio armatūros dirbiniams išlinkus, jame neliktų liekamųjų deformacijų. Rietuvių aukštis neturi viršyti 1,5 m, o padėklų aukštis ne mažesnis kaip 50 mm. Armatūros dirbiniai statybvietėje turi būti sandėliuojami ir saugomi taip, kad nesukoroduotų, nepasidengtų nešvarumais, nesulūžtų ir nesusilankstytų.

Statant monolitinę gelžbetoninę perdanga, armatūra montuojama sustambintais elementais. Į montavimo vietą tiekiami visai gelžbetoninei konstrukcijai. Strypai klojiniuose išdėstomi pagal projekto darbo brėžinius.

Pagrindinis armavimo strypynais ir jų išdėstymo reikalavimas – užtikrinti projekte nurodytą padėtį, kad ji būtų nepažeista, kol betonai sukietės. Išdėstant armatūrą ar jos dirbinius klojiniuose, strypų padėties nuokrypiai nuo nurodytos projekte turi neviršyti reikšmių, pateiktų 5.1 lentelėje.

5.1 lent. leistini armatūros išdėstymo nuokrypiai

Parametras	Leistini nuokrypiai, mm
1) Atstumai tarp atskirų darbo armatūros strypų: sijų plokščių ir pamatų sienų	±10 ±20
2) Atstumai tarp atskirų armatūros eilių plokštėse ir sijose iki 1 m storio	±10
Betoninio apsauginio sluoksnio nuokrypiai nuo projektinio: kai apsauginio sluoksnio storis iki 15 mm ir konstrukcijos skerspjūvio linijiniai išmatavimai, mm:	
iki 100	+4
nuo 101 iki 200	+5
kai apsauginio sluoksnio storis nuo 16 mm iki 20 mm imtinai ir konstrukcijos skerspjūvio linijiniai išmatavimai, mm:	
iki 100	+4, -3
nuo 101 iki 200	+8, -3
virš 300	+15, -5
kai apsauginio sluoksnio storis virš 20 mm ir konstrukcijos skerspjūvio linijiniai išmatavimai, mm:	
iki 100	+4, -5
nuo 101 iki 200	+8, -5
nuo 201 iki 300	+10, -5
virš 300	+15, -5

Į patikrintus ir priimtus klojinius armatūra turi būti sudedama elementais pagal jų montavimo technologinę seką. Strypynas nuo montavimo krano kablio atkabamas tik tada, kai tiksliai pastatytas į projektinę padėtį ir patikimai įtvirtintas klojiniuose. Ypač atidžiai reikia patikrinti atstumus tarp armatūros eilių ir betono apsauginio sluoksnio storį.

5.2 lent. apsauginio betono sluoksnio storiai pagal aplinkos agresyvumo klasę

Armatūros tipai	Naudojimo sąlygų klasės						
	XO	XC1	XC2, XC3, XC4	XD1, XD2, XD3, XF1, XF2, XF3, XF4	XA1	XA2	XA3
Neįtemptoji	20	25	30	40	25	30	40
Iš anksto įtemptoji	20	30	35	50	35	40	50

Reikiamas apsauginio sluoksnio storis fiksuojamas betoniniais, cementiniais arba plastmasiniais fiksatoriais, kurie lieka konstrukcijoje, o reikalingi atstumai tarp armatūros strypų ir jų eilių – išpaudžiant plienines armatūros atraižas.

Armatūros suklojimą kontroliuoja Techninės priežiūros inžinierius.

5.4. Betonai

Betonas į statybos aikštelę turi būti pristatomas su važtaraščiu, kuriame būtų tokia informacija – gamintojo pavadinimas ir adresas, betono sumaišymo data ir laikas, betono stiprio klasė, klojimo

markė, panaudotų priedų pavadinimai, važtaraščio numeris, transporto priemonės numeris, vartotojo pavadinimas, statybos aikštelės pavadinimas ir vieta.

Transportuojant betono mišiniai turi nesustingti, nesusisluoksniuoti, neprarasti vienalytiškumo ir projekcinio slankumo. Didesniu atstumu mišinys turi būti vežamas automobilineis betonmaišėmis, kuriose jis nuolat maišomas.

Prieš klojant betoną, nuo klojinių nuvalomi nešvarumai, šiukšlės, nuo armatūros – atšokusios rūdys, pradėti betonuoti galima, kai patikrinta armatūros švara, jos padėties fiksavimas ir fiksavimo patikimumas. Būtina patikrinti, ar bus garantuotas reikiamas apsauginis betono sluoksnis. Užtaisomi plyšiai ir siūlės tarp klojinių skydų, kad neištekėtų cemento pienas. Siūlės tarp skydų užglaistomas alebastu. Betonuojamas ruožas, prieš klojant mišinį, gerai išvalomas, išplaunamas vandeniu ir prapučiamas suslėgtuoju oru.

Betonas į klojinius paduodamas naudojant betono siurblių su hidrauline pavara.

Betono mišinys klojamas horizontaliais sluoksniais visame betonuojamosios konstrukcijos plote. Kad visa betoninė konstrukcija būtų vienalytė, ką tik paruoštą betono mišinį reikia kloti ant ankstesnio sutankinto sluoksnio, kurio cementas dar nepradėjęs stingti.

Betono mišinio sluoksnio storis turi būti ne didesnis kaip 1,25 giluminio vibratoriaus darbinės dalies ilgio. Tankinant paviršiniaus vibratoriais, nearmuotų konstrukcijų betono sluoksnio storis turi būti ne didesnis kaip 250 mm, o su dviguba armatūra – 120 mm.

Po ilgesnės darbo pertraukos toliau betonuoti konstrukcijas galima, kai anksčiau suklotas betonas įgyja ne mažesnę kaip 1,5 MPa gniuždymo stiprumą. Betono mišinį galima tankinti plūkimu, vibravimu ir vakuumavimu.

Vibravimas – tai pagrindinis 0-8 cm slankumo betono mišinio tankinimo būdas.

Statybvietėje betono mišiniai gali būti tankinami giluminiais, paviršiniaus ir išoriniais vibratoriais. Tankinimo trukmė vienoje padėtyje priklauso nuo betono mišinio slankumo.

Sukietėjusio betono paviršius ant (prie) kurio bus liejamas naujas betonas, šiurkštinamas numatytu būdu, kaip smėlio srovė ir (ar) iškalant, kad išryškinti užpildą ir pašalinti visą cemento pieną, laisvas dalis ir nuolaužas ir bet kokias dalis, galinčias pakenkti esančio ir naujo betono sukibimą. Paviršius nuvalomas nuo šiukšlių ir dulkių.

Anksčiau sukietėjusio betono, į kurį nebuvo įdėta rišančiųjų priedų, paviršius, prieš liejant ant jo naują betoną, sudrėkinamas vandeniu arba kibimo emulsija, jei tai nurodyta projekte.

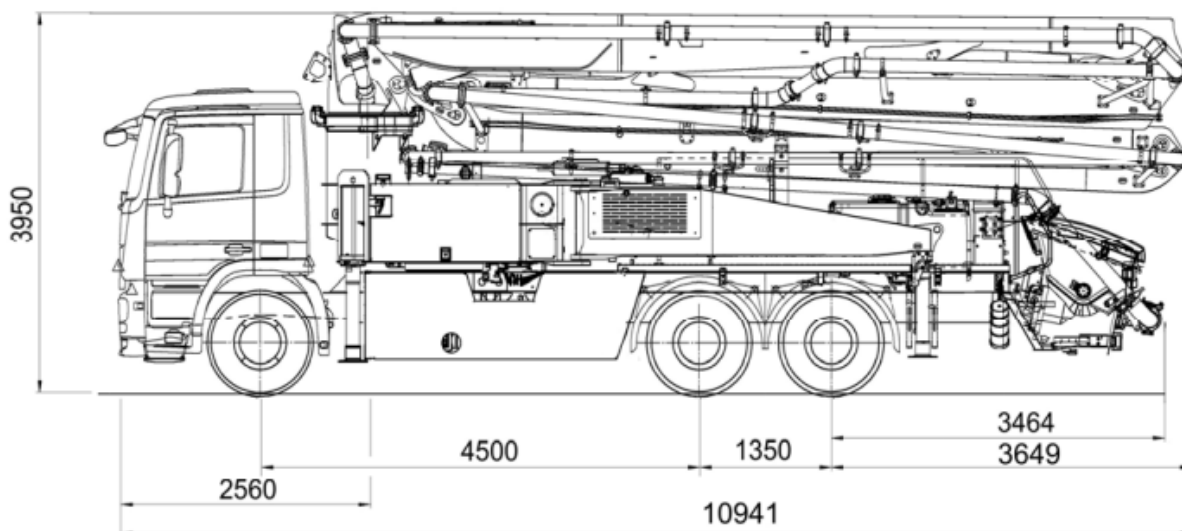
Betono liejimas žiemos laikotarpiu neleidžiamas be išankstinio suderinimo su statybos technine priežiūra.

Betonas negali būti liejamas, kol neužbaigti visi su juo susiję darbai, galintys pakenkti betono stingimui ir jo priežiūrai.

Pradėjus betono liejimą, jis turi būti vykdomas tol, kol pilnai išliejamas blokas, plokštė, pamatas ir panašiai. Liejimas nelaikomas vientisu, jei pertraukos tarp betono užpylimų ant to paties paviršiaus trunka ilgiau kaip 15 minučių, arba pagal laiką nustatytą laboratorijoje, įvertinus betono sąstatą, oro temperatūrą ir kt. Darbo betonavimo siūlių išdėstymas elemente turi būti suderintas su technine priežiūra.

5.5. Betono siurblio parinkimas

Pagrindiniai parametrai pagal, kuriuos parenkamas betono siurblys yra betonuojamos perdangos gabaritai, ir jos padėtis aukščio atžvilgiu. Atsižvelgiant į šiuos parametrus bei betono siurblio strėlės pakėlimo aukštį, pasiekimo spindulį ir reikalingą betono kiekį į valandą, buvo parinktas betono siurblys Putzmeister M36-4, sumontuotas ant MB-Actros 2632 Euro 5 bakės (5.1 pav), parinktos mašinos techniniai duomenys pateikiami 5.1 lentelėje.



5.1 pav. betono siurblys Putzmeister M36-4, ant MB-Actros 2632 Euro 5 bakės.

5.3 lent. Putzmeister M36-4 techninės charakteristikos

Maksimalus vertikalus padavimas	35,6 m
Maksimalus horizontalus padavimas	31,4 m
Pasiekiamas gylis	23,9 m
Betono padavimo greitis	160 m ³ /h

5.6. Betono priežiūra ir defektų užtaisymas

Betono priežiūros tikslas – užtikrinti sąlygas, kad betonas numatytu laiku pasiektų reikiamą stiprumą. Labai svarbu prižiūrėti betoną pirmosiomis dienomis po betonavimo.

Betono priežiūra apima šiuos darbus:

- naujai suklotą betoną laikyti drėgnos būklės;
- apsaugoti nuo kratymų, smūgių;
- neleisti įvykti mechaniniams pažeidimams;

- apsaugoti nuo staigaus temperatūrų pokyčio ir išdžiūvimo.

Vasarą betonas, pagamintas su paprastu portlandcemenčiu, laistomas septynias paras. Kai temperatūra aukštesnė kaip 15°C, pirmąsias tris paras dieną betonas laistomas kas 3 val ir vieną kartą naktį, vėliau – ne rečiau kaip tris kartus per parą. Išbetonuotą konstrukciją galima pradėti laistyti po 5-10 val.

Kol betonas nepasiekia apie 2 MPa stiprumo, ant jo negalima vaikščioti, montuoti virš jo betonuojamų konstrukcijų klojinių, pastolių ar kitaip apkrauti.

Paviršiaus nelygumai, nedidelės kavernos, poros užtrinamos ir užlyginamos cemento skiediniu, kurio santykis 1:2. Tokiu skiediniu užtrinami ir nukapotų nelygumų ir nutekėjimų paviršiai. Didelės kavernos ir tuštumos, kurios susidaro blogai sutankinant betoną, yra išvalomas, išdaužant nesutankintą betoną, išplaunamos vandeniu ir išbetonuojamos. Tokioms tuštumoms užtaisyti naudojamas viena klase stipresnis smulkiagrūdis betonas. Užbetonavus paviršių, betonas turi būti gerai sutankintas, kad betonas geriau sukibtų naudojamos specialios mastikos, kuriomis ištepamas paruoštas taisomo betono paviršius, sankabumui su nauju betonu padidinti.

Klojinių nuėmimo laikas priklauso nuo betono kietėjimo greičio ir konstrukcijos.

5.4 lent. betono stipris nuimant klojinius

Eil.Nr.	Parametras	Parametro dydis	Kontrolės metodas
1	Minimalus neapkrautų konstrukcijų betono stiprumas nuimant klojinius: - vertikalių, įvertinant formos išlaikymą - horizontalių ir pasvirusių iki 6 m angos	0,2-0,3 MPa 70 % projektinio	Matavimai, fiksuojant darbų žurnale
2	Minimalus apkrautų konstrukcijų betono stiprumas nuimant klojinius	Nustatomas Rangovo suderinus su Tech pr inž	Matavimai, fiksuojant darbų žurnale

6. DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA

Prieš statybos darbų pradžią veikiančios įmonės teritorijoje statybos rangovas ir įmonės vadovas privalo įforminti aktą - leidimą, kuriame turi būti numatytos priemonės, užtikrinančios darbų saugą.

Prieš statybos darbų pradžią ir darbų eigoje statybvietyje turi būti nustatytos pavojingos zonos, kuriose nuolat veikia arba gali veikti rizikos veiksniai.

Pavojingos zonos, kuriose nuolat veikia pavojingi ir/arba kenksmingi veiksniai, turi būti aptvertos apsauginiais aptvarais, kad kliudytų darbuotojams, neturintiems teisės patekti į tokias zonas. 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. Darbų vykdymui pavojingose zonose, kuriose nuolat veikia ar gali veikti (atsirasti) rizikos veiksniai, nepriklausantys nuo atliekamų darbų pobūdžio, turi būti išduota paskyra-leidimas.

Darbų vadovas privalo nedelsiant nutraukti darbus, jei gamtinės sąlygos (pūga, vėjas, uraganas, perkūnija, sniegas ir kt.) kelia pavojų darbuotojų saugai ir sveikatai.

Nuolatinės ar laikinos darbuotojų buvimo vietos (gamybinės buities patalpos, poilsio vietos, žmonių praėjimai) turi būti už pavojingų zonų ribų. Darbuotojų buitinės patalpos prijungiamos prie buitinės kanalizacijos tinklų arba jei nėra tokios galimybės, statybvietyje įrengiami nusodinimo šuliniai, o nuotekos iš jų išvežamos.

Statybos darbuose naudojamos darbo priemonės, įrenginiai ir technologinė įranga turi atitikti saugos ir sveikatos reikalavimus ir turi būti nurodyti statybos darbų technologijos (vykdymo) projekte ar technologinėse kortelėse.

Visi asmenys, esantys statybvietyje, privalo dėvėti apsauginius šalmsus.

Visi statybvietyje esantys pėsčiųjų takai perkeliama už pavojingų zonų ribų ir aptveriami atitinkamomis atitvaromis.

Dirbti vietose, kuriose gali atsirasti kenksmingų dujų, būtina su atitinkamomis asmeninėmis apsaugos priemonėmis (pvz., dujokaukėmis su oro padavimu). Darbų vykdymui uždaroje talpose, šuliniuose turi būti skiriami ne mažiau kaip trys darbuotojai: du iš jų, esantys išorėje, prižiūri bei prireikus suteikia pagalbą dirbančiajam. Dirbti uždaroje erdvėje, šulinyje būtina su saugos diržu ir prie jo pritvirtintu saugos (gelbėjimo) lynu. Dirbant kolektoriuose arba komunikacijų tuneliuose, turi būti atidarytos dvi artimiausios angos arba durys taip, kad darbuotojai būtų tarp jų.

Statybines atliekas iš statomų statinių reikia nuleisti žemyn uždariais latakais, vamzdžiais, dėžėse - konteineriuose ar panašiais nepavojingais būdais. Vieta, į kurią metamos šiukšlės, turi būti aptverta.

Transporto ir pėsčiųjų judėjimo keliai, priėjimai prie darbo vietų ir darbo vietos turi būti reikiamai prižiūrimi, valomi nuo šiukšlių ir sniego, neužkraunami sandėliuojamomis medžiagomis, konstrukcijomis.

Priemonės darbo vietai paaukštinti (pastoliai, kopėčios ir kitos) ir jų naudojimas turi atitikti standartų reikalavimus. Pastoliai privalo būti tinkamai pritvirtinti ir tvirtai atremti ant grunto, kad stovėtų stabiliai ir nekeltų pavojaus aplinkiniams. Pastoliai turi turėti lygų darbo paviršių be didesnių kaip 5 mm plyšių. Jei jos aukštesnės kaip 1,3 m - privalo turėti aptvarus, apsaugančius darbuotojus ir daiktus nuo kritimo.

Įrengiant arba ardant kolektyvines saugos priemones turi būti naudojami saugos diržai, patikimai pritvirtinti prie specialių tvirtinimo įtaisų ar statinio konstrukcijų. Jei darbai atliekami didesniame kaip 5 m aukštyje nuo žemės paviršiaus, perdengimo arba darbo pakloto, kai pagrindinė priemonė, apsaugojanti nuo kritimo, yra saugos diržas, darbuotojai privalo turėti aukštalipio kvalifikaciją.

Kasant iškasas su vertikaliomis sienomis, reikia atsižvelgti į grunto tipą ir gruntinio vandens lygį, esant reikalui jei gruntinio vandens lygis siekia iškasa, iškasos sienos privalo būti tvirtinamos. Tranšėjose, kuriose dirba žmonės, turi būti įrengti šlaitų sutvirtinimai. Draudžiama lipti ir dirbti iškasose, iš kurių nepašalintas vanduo.

Kasant, transportuojant, iškraunant, išlyginant ir tankinant gruntą dvejomis ar daugiau savaeigėmis arba prikabinamomis statybinėmis mašinomis (skreperiais, greideriais, volais, buldožeriais ir kt.), judančiomis viena po kitos, tarp jų turi būti pakankamai saugūs atstumai. Jeigu darbui atlikti reikia, kad statybinių mašinų veikimo zonoje būtų darbuotojai, privaloma imtis tinkamų priemonių juos apsaugoti.

Perkeliant ar paduodant į darbo vietą plytas ar smulkius blokus kėlimo kranais, būtina naudoti padėklus, konteinerius ir krovinių kėlimo įrangą, neleidžiančią keliamiems kroviniams nukristi.

Montuotojams draudžiama pereiti nuo vienos konstrukcijos ant kitos be tam skirtų kopėčių, perėjimo tiltelių ar lipynių su aptvarais, vaikščioti konstrukcijomis ir jų elementais (santvaromis, rygeliais ir kt.), ant kurių nėra galimybės įrengti reikiamo pločio perėjimo su aptvarais, be specialių apsauginių įtaisų, dirbti aukštyje atvirose vietose, kai vėjo greitis yra 15 m/s ir didesnis bei plikšalos, lijdros, perkūnijos, rūko ar blogo matomumo darbo vietose metu. Po pakeltais montuojamų konstrukcijų elementais ar įrenginiais žmonėms būti draudžiama.

Metalinių ir gelžbetoninių konstrukcijų atsparumui ugniai padidinti, kad žmonės esant reikalui galėtų pasišalinti iš degančio pastato, privaloma naudoti ugniai atsparius dažus. Statybos metu statybvietyje taip pat turi būti įrengta garso signalizacija. Signalizacijos signalo reikšmę turi žinoti visi dirbantieji.

Metalinės ir gelžbetoninės konstrukcijos (kolonos, sijos, tvirtinimo detalės ir kt.) gaisro metu aukštos temperatūros poveikyje ($t > 500\text{ }^{\circ}\text{C}$) netenka savo konstrukcinio standumo, deformuojasi. Dėl to jos gali neišlaikyti statinio perdangų, o pastarosios - įgriūti, tuo labai komplikuojamos gesinimo galimybės ir atstatymo darbus, o svarbiausia - sukelti pavojų žmonių gyvybei.

Kai temperatūra viršija $250\text{ }^{\circ}\text{C}$, vyksta termocheminė reakcija, ir priešgaisrinių dažų, kuriais padengta konstrukcija, tūris padidėja iki 150 kartų, o tai padeda apsaugoti pačią konstrukciją nuo tiesioginio ugnies ir terminio poveikio.

Dažymo metu nėra būtinybės naudoti specialių apsaugos priemonių. Dažoma teptuku, voleliu arba beoriu purkštuvu ne mažiau kaip dviem sluoksniais. Prieš naudojimą dažai turi būti labai gerai išmaišyti. Nuo dengiamo paviršiaus turi būti nuvalytos dulkės ir riebalinės medžiagos. Pirmasis sluoksnis džiovinamas apie 12 val. Prieš dažymą rekomenduojama paviršių padengti antikoro įnėmis medžiagomis arba gruntu. Dengti dažais rekomenduojama praėjus 24 val. po gruntavimo. Dažyti galima, esant ne žemesnei kaip $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrai (ne žemesnė turi būti ir dengiamos konstrukcijos paviršiaus temperatūra). Santykinis oro drėgnumas neturi viršyti 85%. Įrankiai po darbo plaunami vandeniui.

Bendruoju atveju nuo galimų pažeidimų apsaugomi medžiai ant kamienų uždengiant 2 – 2,5 m ilgio lentas ir suveržiant jas viela, įrengiamos mašinų plovimo aikštelės, tepalų ir kuro papildymo aikštelės. Aikštelių danga betonuojama su nuolydžiu įnuotekų rinktuvus, iš kurių jos periodiškai išsiurbiamos. Taip pat nuo užteršimo apsaugomas gruntas.

Oro tarša mažinama:

1. Vengiama atviros ugnies kaitinant bitumą, vandenį;
2. Stengiamasi naudoti kuo mažiau toksiškų medžiagų;
3. Valomi ir laistomi privažiavimo keliai, aikštelės;
4. Stengiamasi mažinti darbų dulketumą; reguliuojami mašinų varikliai, kad išmetamų toksiškų dujų kiekis neviršytų leistinų normų;
5. Išjungiami nedirbančių mašinų varikliai.

Darbuotojų buitinės patalpos prijungiamos prie buitinės kanalizacijos tinklų arba jei nėra tokios galimybės, statybvietėje įrengiami nusodinimo šuliniai, o nuotekos iš jų išvežamos.

IŠVADOS

1. Darbe suskaičiuotas stogo atitvaros šiluminis perdavimo koeficientas $U = 0,213 \frac{m^2 \cdot K}{W}$ ir gauta, kad koeficientas tenkina normines reikšmes.
2. Darbe nagrinėtas monolitinės perdangos ir kolonos ant kurios ji remiama praspaudimo mašinas. Pagal gautus rezultatus nustatytas optimaliausias praspaudimo mašinos variantas, kai mašina papildomai armuojamas skersine armatūra.
3. Atlikus ekonominį metalinės ir klijuotinės medienos sijų palyginimą, metalinės sijos įrengimo kaina 1664,96 euro, yra 5% mažesnė nei klijuotinės medienos sijos, kuri kainuoja 1753,29 euro.

LITERATŪRA

Normatyviniai dokumentai:

1. LIETUVOS RESPUBLIKOS STATYBOS ĮSTATYMAS.
2. STR 1.01.05:2002 NORMATYVINIAI STATYBOS TECHNINIAI DOKUMENTAI
3. STR 1.01.06:2010 YPATINGI STATINIAI
4. STR 1.03.02:2008 STATYBOS PRODUKTŲ ATITIKTIES DEKLARAVIMAS
5. STR 1.07.01:2010 STATYBĄ LEIDŽIANTYS DOKUMENTAI
6. STR 1.05.06:2010 STATINIO PROJEKTAVIMAS
7. STR 1.02.06:2012 TEISĖS EITI STATYBOS TECHNINĖS VEIKLOS PAGRINDINIŲ SRIČIŲ VADOVŲ PAREIGAS ĮGIJIMO TVARKOS IR TERITORIJŲ PLANAVIMO SPECIALISTŲ ATESTAVIMO TVARKOS APRAŠAS
8. STR 1.06.03:2002 STATINIO PROJEKTO EKSPERTIZĖ IR STATINIO EKSPERTIZĖ
9. STR 1.09.05:2002 STATINIO STATYBOS TECHNINĖ PRIEŽIŪRA
10. STR 1.11.01:2010 STATYBOS UŽBAIGIMAS
11. STR 2.02.02:2004 VISUOMENINĖS PASKIRTIES STATINIAI
12. STR 2.05.01:2005. PASTATŲ ATITVARŲ ŠILUMINĖ TECHNICA
13. STR 2.05.01:2005. 8 PRIEDAS. Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių projektinės vertės.
14. STR 2.05.04:2003 POVEIKIAI IR APKROVOS
15. STR 2.05.05:2005 BETONINIŲ IR GELŽBETONINIŲ KONSTRUKCIJŲ PROJEKTAVIMAS
16. STR 2.05.08:2005 PLIENINIŲ KONSTRUKCIJŲ PROJEKTAVIMAS. PAGRINDINĖS NUOSTATOS
17. STR 2.05.07:2005 MEDINIŲ KONSTRUKCIJŲ PROJEKTAVIMAS

Knygos:

18. Parasonis J. Statinių konstrukcijų projektavimo pagrindai. Vilnius. Technika. 2008. 219p.
19. Sližytė D., Medviekas J., Mackevičius R. Pamatai ir pagrindai. Vilnius. Technika. 2012. 239p.
20. Šimkus J. Pagrindai ir pamatai. Vilnius. Mokslas. 1985. 85p.
21. Marčiukaitis, G., Valivonis, J. Statybinės konstrukcijos ir jų projektavimo pagal Euronormas pagrindai. Vilnius. Technika. 2010. 389 p.
22. Kudrys, A. Gelžbetoninės ir mūrinės konstrukcijos. Vilnius. Mokslas. 1992. 390 p.

23. Zavadskas E.K., Karablikovas A., Malinauskas P., Mikšta P., Nakas H., Sakalauskas R. Statybos procesų technologija. Vilnius. Technika. 2008. 573p.

Elektroniniai ištekliai:

24. METALO GAMINIAI, METALO GAMINIŲ TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS. [Žiūrėta 2016 12 11] prieiga internete: <http://www.b2bmetal.eu/metalo-gaminiai-metalo-gaminiu-technines-charakteristikos>.
25. SPU ŠILUMOS IZOLIACIJA. [Žiūrėta 2016 10 12] <http://www.spui-izoliacija.lt/>.

PRIEDAI

Inžinerinių geologinių tyrinėjimų ataskaita

1.1. lent. vidutinių mechaninių savybių, nustatytų pagal statinio ėndavimo rezultatus, suvestinė lentelė

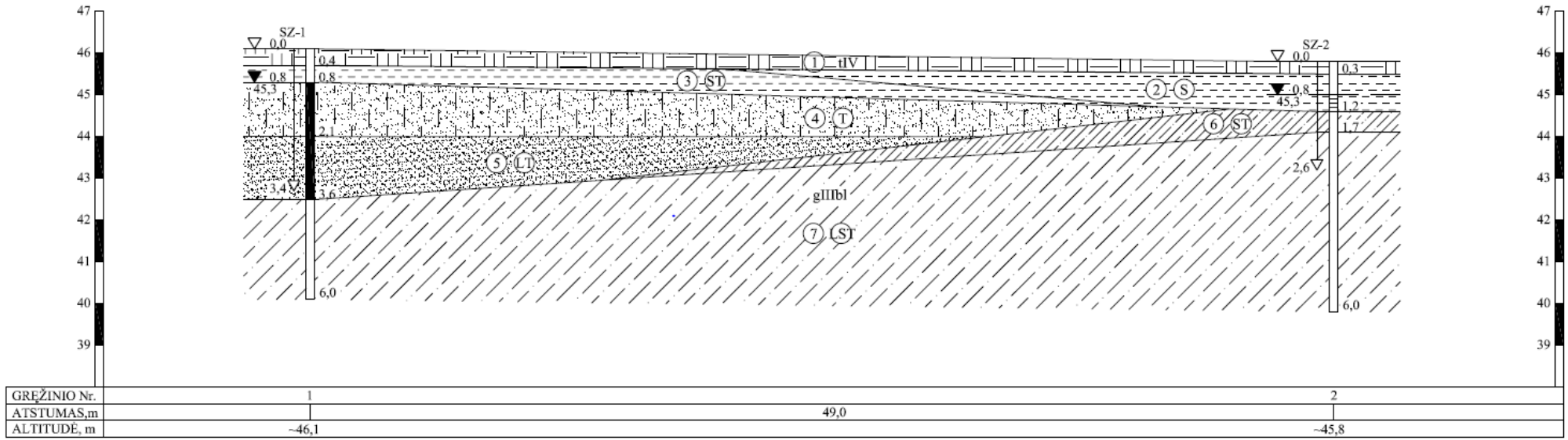
GRUNTŲ FIZIKINIŲ IR MECHANINIŲ SAVYBIŲ SUVESTINĖLENTELĖ										
Inžinerinis geologinis sluoksnis (IGS)	Genezė	Grunto pavadinimas	Rupių gruntų tankumas	Gamtinis tankis	Savitasis sunkis	Gamtinis drėgnis	Sankiba	Kūginis stipris	Vidinės trinties kampas	Deformacijų modulis
			Smulkių gruntų stiprumas	$\rho, \text{Mg/m}^3$	$\gamma, \text{kN/m}^3$	$w, \%$	$c, \text{kN/m}^2$	$q_c, \text{MN/m}^2$	$\varphi, ^\circ$	$E_0, \text{MN/m}^2$
1	tIV	Piltinis gruntas	---	---	---	---	---	1,0 - 6,0 1,0	---	1,0 - 6,0 1,0
2	gIIIbI	Smėlingas molingas dulkis	Silpnas (S)	---	---	---	---	1,0	---	5,0
3		Smėlingas molingas dulkis	Stiprus (ST)	---	---	---	---	3,0	---	15,0
4		Smėlis dulkingas	Tankus (T)	---	---	8,32	---	13,0	36	48,2
5		Smėlis smulkus	Labai tankus (LT)	---	---	9,45	---	25,0	42	76,7
6		Smėlingas dulkingas molis (moreninis)	Stiprus (ST)	2,29	22,44	12,1	---	3,5	---	35,0
7		Smėlingas molingas dulkis (moreninis)	Labai stiprus (LST)	2,31	22,64	11,26	---	22,0	---	90,0

Pastabos:

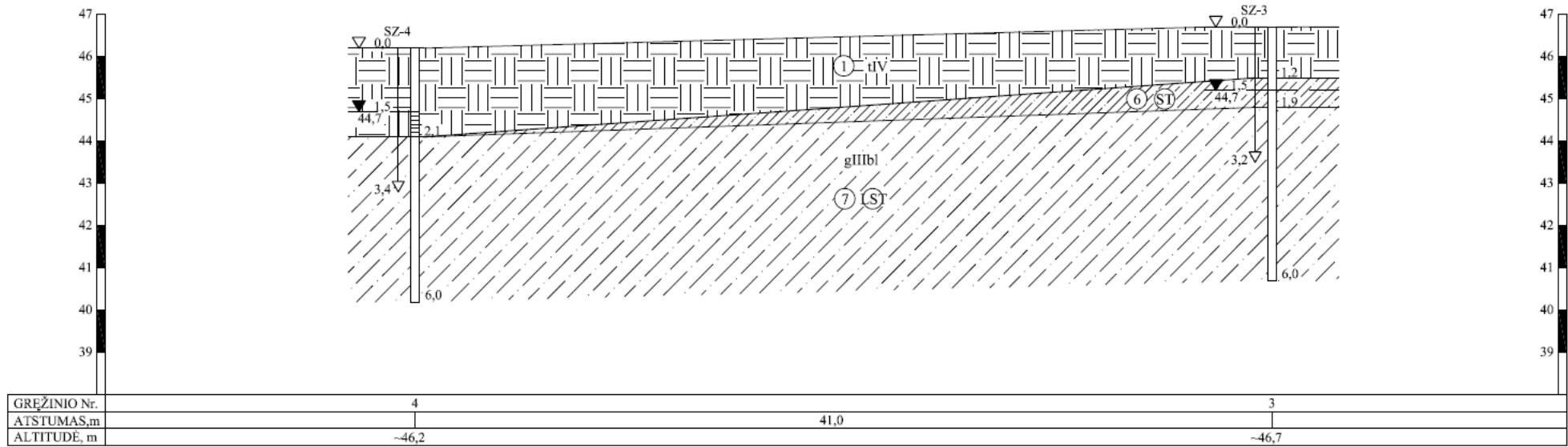
Kūginis stipris (q_c) nustatytas CPT bandymais (LST EN ISO 22476-1:2012).

Vidinės trinties kampas (φ) ir deformacijų modulis (E_0) apskaičiuoti pagal LST EN 1997-2:2007 rekomendacijas.

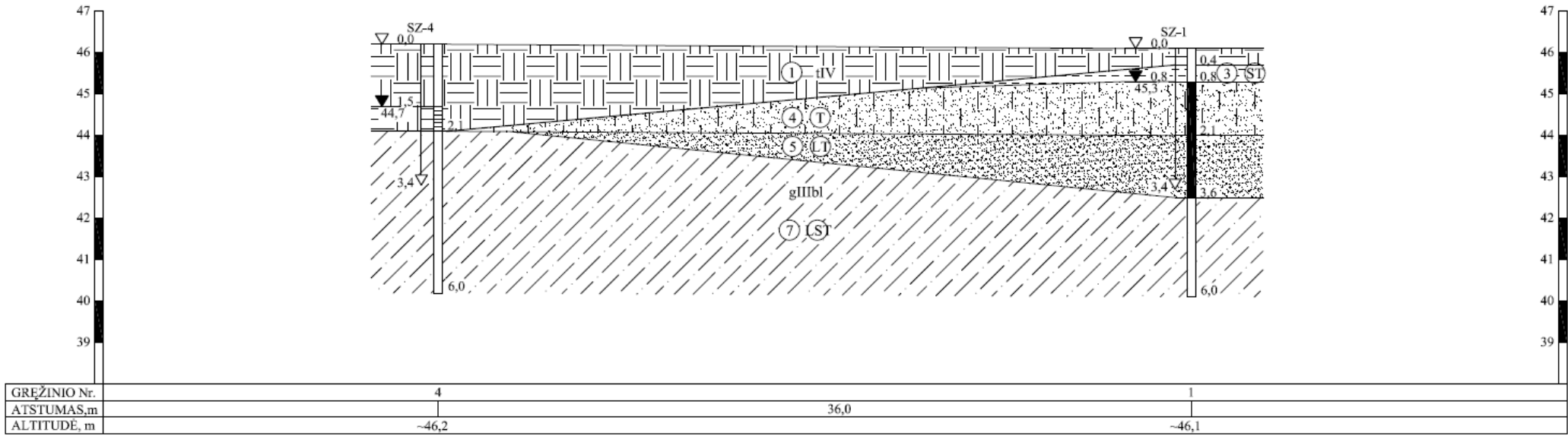
INŽINERINIS GEOLOGINIS PJŪVIS I - I



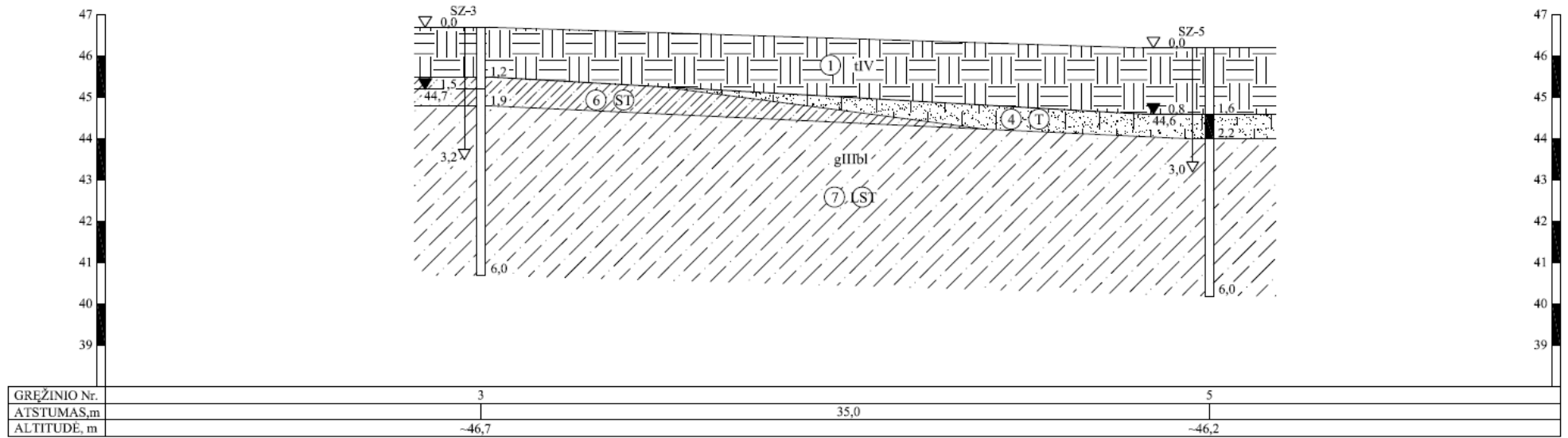
INŽINERINIS GEOLOGINIS PJŪVIS II - II



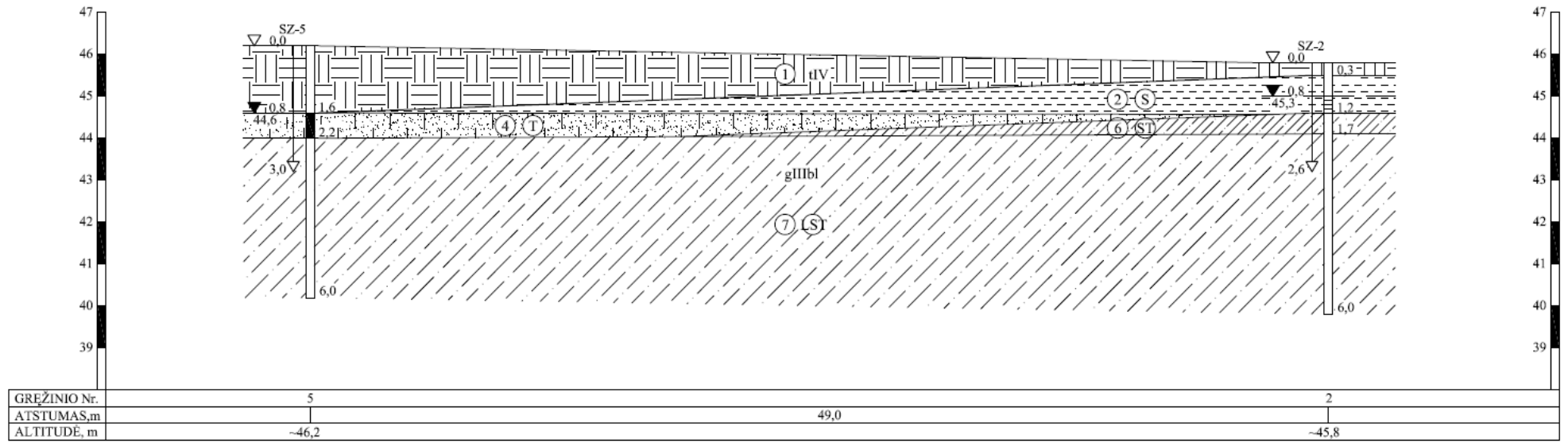
INŽINERINIS GEOLOGINIS PJŪVIS III - III



INŽINERINIS GEOLOGINIS PJŪVIS IV - IV



INŽINERINIS GEOLOGINIS PJŪVIS V - V

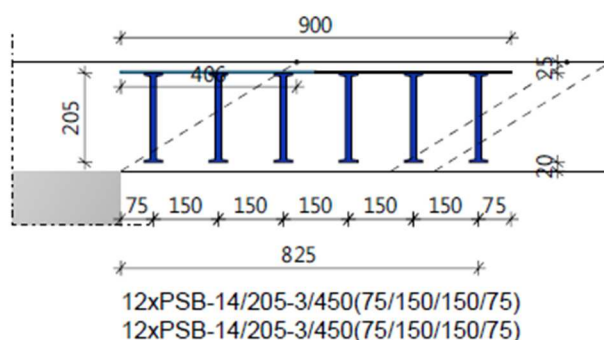
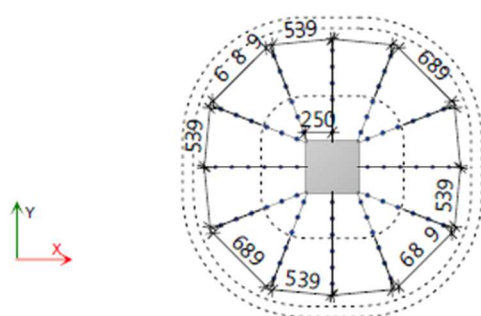


Designer:
 Company:
 Address:
 Phone:
 E-Mail:
 Name:

Project:
 Title: New Project
 Location:
 Contact Person:
 Comments:
 Design Norm: ETA 13/0151 - Recommended Values

This design applies exclusively to proprietary PEIKKO products and can't be used to validate properties of third party products, might they appear to be identical.

500x500



Materials

Concrete Grade C30/37
 Bending Reinforcement B500B

$f_{cd} = 20,0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{yd,bar} = 434,8 \text{ N/mm}^2$

Geometry

Slab thickness	$h_d = 250 \text{ mm}$	
Effective depth of slab	$d_x = 192 \text{ mm}$	$d_y = 214 \text{ mm}$
Cover of reinforcement	$c_u = 25 \text{ mm}$	$c_o = 25 \text{ mm}$
Reinforcement ratio	$\rho_x = 1,98 \%$	$\rho_y = 1,78 \%$
Reinforcement area/m	$A_{sx} = 3.800 \text{ mm}^2$	$A_{sy} = 3.800 \text{ mm}^2$
Square column	$a = 500 \text{ mm}$	
Location	Middle	

Loads

Punching Load	$V_{Ed} = 1.368,8 \text{ kN}$	Factor $\beta = 1,15$
Dynamic Force	$V_{dyn} = 0,0 \text{ kN}$	$V_{Ed} * \beta = 1.574,2 \text{ kN}$

Basic control perimeter

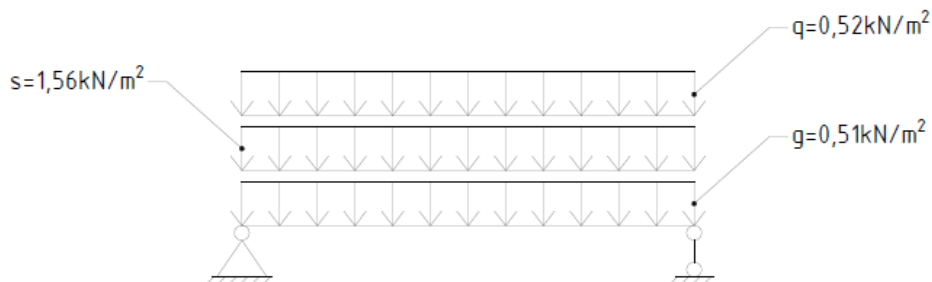
Basic length	$u_1 = 4.551 \text{ mm}$
Reduction of length	$\Delta u_1 = 0$

Designed reinforcement

1-st rail	12xPSB-14/205-3/450(75/150/150/75)
2-nd rail	12xPSB-14/205-3/450(75/150/150/75)
Resistance of reinforcement	$V_{Rd,sy} = 1.601,5 \text{ kN} > V_{Ed} * \beta = 1.574,2 \text{ kN}$

Profiliuoto skardos pakloto parinkimas

Projektuojamo pastato stogas įrengiamas ant profiliuoto plieno lakštų, kurie dedam ant metalinių stogo sijų ir santvarų. Profiliuotas plieno lakštas parenkamas atsižvelgiant į reikalaujamą ribinį įlinkį ir tenkančios stogo konstrukcijos savojo svorio, bei sniego sukeltas apkrovas.



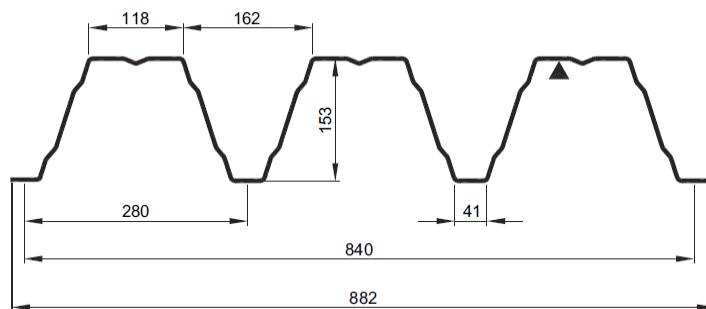
3.1 pav. pakloto skaičiuojamoji schema

Maksimali skaičiuotinė apkrova tenkanti paklotui $p = 2,59 \text{ kN/m}^2$.

Leistinas pakloto įlinkis – $1/200 = 6000/200 = 30 \text{ mm}$. Pagal apkrov1 ir maksimalų tarpatramį parenkami profiliuotos skardos paklotą BALEXMETAL TR 153.280.840 $t = 1,5 \text{ mm}$.

Nominal thickness t_{nom} [mm]	Mass [kg/m²]	J_x [cm⁴]	Positive Condition	Span spread between supports																																				
				[m]																																				
				3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00	9,25	9,50	9,75	10,00	10,25	10,50	10,75	11,00	11,25	11,50	11,75	12,00
0,75	10,51	339,95	SGN	4,10	3,78	3,51	3,28	3,07	2,89	2,73	2,59	2,46	2,34	2,23	2,14	2,05	1,97	1,89	1,82	1,76	1,64	1,53	1,43	1,34	1,26	1,19	1,12	1,06	1,01	0,95	0,91	0,86	0,82	0,78	0,74	0,71	0,68	0,65	0,62	0,60
			L/150	4,10	3,78	3,51	3,28	3,07	2,89	2,73	2,59	2,46	2,34	2,14	1,90	1,70	1,52	1,37	1,24	1,12	1,01	0,92	0,84	0,76	0,70	0,64	0,59	0,55	0,50	0,47	0,43	0,40	0,37	0,35	0,32	0,30	0,28	0,26	0,25	0,23
			L/200	4,10	3,78	3,51	3,28	3,07	2,89	2,73	2,49	2,18	1,91	1,68	1,49	1,33	1,19	1,07	0,97	0,87	0,79	0,71	0,65	0,59	0,54	0,49	0,45	0,41	0,38	0,35	0,33	0,30	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18
			L/300	4,10	3,78	3,51	3,28	2,81	2,39	2,05	1,77	1,54	1,35	1,19	1,05	0,93	0,82	0,73	0,66	0,59	0,53	0,48	0,44	0,40	0,36	0,33	0,30	0,28	0,26	0,24	0,22	0,20	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12
0,88	12,34	419,88	SGN	5,68	5,24	4,87	4,54	4,26	4,01	3,79	3,59	3,41	3,25	3,10	2,96	2,84	2,72	2,51	2,33	2,16	2,02	1,89	1,77	1,66	1,56	1,47	1,39	1,31	1,24	1,18	1,12	1,06	1,01	0,96	0,92	0,88	0,84	0,80	0,77	0,74
			L/150	5,68	5,24	4,87	4,54	4,26	4,01	3,79	3,59	3,41	3,05	2,69	2,39	2,13	1,90	1,70	1,53	1,38	1,24	1,13	1,02	0,93	0,85	0,78	0,71	0,65	0,60	0,56	0,51	0,48	0,44	0,41	0,38	0,36	0,33	0,31	0,29	0,28
			L/200	5,68	5,24	4,87	4,54	4,26	4,01	3,61	3,13	2,73	2,39	2,11	1,86	1,65	1,46	1,30	1,16	1,04	0,94	0,85	0,77	0,70	0,64	0,58	0,53	0,49	0,45	0,42	0,39	0,36	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21
			L/300	5,68	5,24	4,87	4,19	3,53	2,99	2,56	2,21	1,90	1,65	1,43	1,25	1,10	0,98	0,87	0,78	0,70	0,63	0,57	0,51	0,47	0,42	0,39	0,36	0,33	0,30	0,28	0,26	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14
1,00	14,02	491,30	SGN	7,35	6,79	6,30	5,88	5,51	5,19	4,90	4,64	4,41	4,20	4,01	3,77	3,46	3,19	2,95	2,74	2,54	2,37	2,22	2,07	1,95	1,83	1,72	1,63	1,54	1,46	1,38	1,31	1,25	1,19	1,13	1,08	1,03	0,98	0,94	0,90	0,87
			L/150	7,35	6,79	6,30	5,88	5,51	5,19	4,90	4,64	4,13	3,62	3,19	2,82	2,49	2,22	1,97	1,76	1,58	1,42	1,28	1,16	1,06	0,97	0,88	0,81	0,74	0,68	0,63	0,58	0,54	0,50	0,47	0,44	0,41	0,38	0,36	0,33	0,31
			L/200	7,35	6,79	6,30	5,88	5,51	5,01	4,30	3,72	3,23	2,81	2,44	2,14	1,88	1,66	1,48	1,32	1,18	1,07	0,96	0,87	0,79	0,72	0,66	0,61	0,56	0,51	0,47	0,44	0,41	0,38	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,24
			L/300	7,35	6,79	5,99	4,99	4,19	3,53	2,97	2,53	2,17	1,87	1,63	1,43	1,25	1,11	0,99	0,88	0,79	0,71	0,64	0,58	0,53	0,48	0,44	0,40	0,37	0,34	0,32	0,29	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16
1,25	17,52	632,93	SGN	11,48	10,59	9,84	9,18	8,61	8,10	7,65	7,25	6,86	6,52	6,20	5,92	5,65	5,40	5,16	4,94	4,72	4,51	4,31	4,11	3,92	3,74	3,56	3,39	3,23	3,08	2,94	2,80	2,67	2,54	2,41	2,29	2,17	2,05	1,94	1,83	1,72
			L/150	11,48	10,59	9,84	9,18	8,61	8,10	7,29	6,27	5,40	4,68	4,07	3,56	3,14	2,77	2,47	2,20	1,97	1,78	1,61	1,46	1,32	1,21	1,10	1,01	0,93	0,86	0,79	0,73	0,68	0,63	0,59	0,55	0,51	0,48	0,45	0,42	0,39
			L/200	11,48	10,59	9,84	9,18	7,83	6,60	5,58	4,74	4,06	3,51	3,05	2,67	2,35	2,08	1,85	1,65	1,48	1,33	1,20	1,09	0,99	0,90	0,83	0,76	0,70	0,64	0,59	0,55	0,51	0,47	0,44	0,41	0,38	0,36	0,33	0,31	0,29
			L/300	11,48	9,72	7,89	6,42	5,29	4,41	3,72	3,16	2,71	2,34	2,04	1,78	1,57	1,39	1,23	1,10	0,99	0,89	0,80	0,73	0,66	0,60	0,55	0,51	0,46	0,43	0,40	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20
1,50	21,03	774,14	SGN	16,45	15,18	14,10	13,16	12,34	11,29	10,07	9,04	8,16	7,40	6,74	6,17	5,67	5,22	4,83	4,48	4,16	3,88	3,63	3,40	3,19	3,00	2,82	2,66	2,52	2,38	2,26	2,15	2,04	1,94	1,85	1,77	1,69	1,61	1,54	1,48	1,42
			L/150	16,45	15,18	14,10	13,16	12,34	10,58	8,92	7,58	6,50	5,62	4,89	4,28	3,76	3,33	2,96	2,64	2,37	2,13	1,93	1,75	1,59	1,45	1,32	1,21	1,12	1,03	0,95	0,88	0,81	0,75	0,70	0,65	0,61	0,57	0,53	0,50	0,47
			L/200	16,45	15,18	14,10	11,56	9,53	7,94	6,69	5,69	4,88	4,21	3,66	3,21	2,82	2,50	2,22	1,98	1,78	1,60	1,45	1,31	1,19	1,09	0,99	0,91	0,84	0,77	0,71	0,66	0,61	0,57	0,53	0,49	0,46	0,43	0,40	0,38	0,35
			L/300	15,05	11,84	9,48	7,71	6,35	5,29	4,46	3,79	3,25	2,81	2,44	2,14	1,88	1,66	1,48	1,32	1,18	1,07	0,96	0,87	0,79	0,72	0,66	0,61	0,56	0,51	0,47	0,44	0,41	0,38	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,24

3.2 pav. skardos pakloto parinkimas



3.3 pav. profiliuoto plieno lakšto geometrija

SUDERINTA: _____ TUKST.LT.

TVIRTINU: _____ TUKST.LT.

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

ATSAKINGAS
ATSTOVAS _____

2012 M. MĖN. D.

2012 M. MĖN. D.

LOKALINĖSĄMATA

Sudaryta pagal 2016.10 kainas

Statinių grupė 333 Daugiafunkcinis sporto paskirties pastatas**Statiny 1 Daugiafunkcinis sporto paskirties pastatas****Žiniaraštis 1 Ekonominis palyginimas**

2017.01.04

Suma žiniaraščiui 1664.96 EUR

Sąm. eil.	Darbu ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma	Kiekis	Kaina EUR	Iš viso EUR
1	Metalas					
1 N9-310		t		0,6326		
	Sijų iki 1.0 t masės montavimas, kai pastatų aukštis iki 20 m					
	Darbo sąn. kateg. 4.5	žm.val.	9,0	5,6934	5,78	32,91
12003 8	Suvirinimo elektrodai	kg	1,0	0,6326	1,94	1,23
12005 1	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	4,6	2,90996	1,93	5,62
26001 2	Metalinės konstrukcijos	t	1,0	0,6326	1455,82	920,95
52039 2	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	t	0,006	0,003796	1455,82	5,53
38000 4	Suvirinimo transformatorius	maš.val	1,05	0,66423	2,87	1,91
48905 1	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam. galios	maš.val	1,3	0,82238	27,73	22,8
N9-310	Darbo užm. 32.91 Medžiagos 933.33			Mechanizmai 24.71		Iš viso 990.95
2 N13-198		m2		13,57		
	Metalinių juostinių paviršių padengimas ugniai atspariais dažais 1250 mikronų sluoksniu purkštuvu k8=1.17					
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	0,22	2,9854	5,62	16,78
23043 6	Gruntas Pyrotect	kg	0,2	2,714	6,23	16,91
23043 7	Dažai Pyrotect	kg	0,968312	13,14	8,26	108,54
36818 4	Kompresorius kilnojamas su el. varikliu	maš.val	0,13	1,7641	2,87	5,06
N13-198	Darbo užm. 16.78 Medžiagos 125.45			Mechanizmai 5.06		Iš viso 147.29
Iš viso skyriuje	1 Darbo užm. 50 Medžiagos 1059			Mechanizmai 30		Iš viso 1139
Viso žiniaraštyje	1 Darbo užm. 50 Medžiagos 1059			Mechanizmai 30		Iš viso 1139
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%			32		
	Papildomų mechanizmų vertė 3.00%				1	
	Sezoniniai darbai 15.00% (0)					
	Specifiniai darbai 17.00%		3			
	Papildomas darbo užmokestis 8.00%(50+3)		4			
	Viso:		57	1091	31	1179
	Soc.draudimo išlaidos 31.00%(50+3+4)		18			
	Statinio statybos išlaidos	Viso:	75	1091	31	1197
	Statybvietės išlaidos 8.00%					96

Iš viso tiesioginės išlaidos	1293
Pridėtinės išlaidos 30.00%(50+3+4)	17
Pelnas 5.00%(1293+17)	66
Iš viso netiesioginės išlaidos	83
	Bendra vertė be PVM -----
	1376
Pridėtinės vertės mokestis 21.00%	288,96
	Bendra vertė su PVM -----
	1664,96

DARBO UŽMOKESČIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2016.10 kainas

Statinių grupė 333 Daugiafunkcinis sporto paskirties pastatas

Statinys 1 Daugiafunkcinis sporto paskirties pastatas

Žiniaraštis 1 Ekonominis palyginimas

2017-01-05

Sąm . eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Darbo sąnaudos žm./val.	Kategorija	Tarifinis atlygis	Darbo užmok. EUR
1 Metalas								
1	N9-310	Sijų iki 1.0 t masės montavimas, kai pastatų aukštis iki 20 m	t	0,6326	5,69	4,5	5,78	32,91
2	N13-198	Metalinų juostinių paviršių padengimas ugniai atspariais dažais 1250 mikronų sluoksniu purkštuvu k8=1.17	m2	13,57	2,99	4,0	5,62	16,78
Iš viso skyriuje 1					8,68			50,0
Iš viso žiniaraštyje 1					8,68			50,0

MEDŽIAGŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2016.10 kainas

Statinių grupė 333 Daugiafunkcinis sporto paskirties pastatas

Statinys 1 Daugiafunkcinis sporto paskirties pastatas

Žiniaraštis 1 Ekonominis palyginimas

2017-01-05

Resurso kodas	Pavadinimas	Mato vnt	Kaina EUR	Kiekis	Vertė EUR
1 METALAS					
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	1,94	0,6326	1,23
120051	Tvirtinimo varžtai (įvairūs)	kg	1,93	2,90996	5,62
260012	Metalinės konstrukcijos	t	1455,82	0,6326	920,95
520392	Pagalbinės plieninės montažinės konstrukcijos	t	1455,82	0,0038	5,53
Iš viso					933,33
4 APDAILOS MEDŽIAGOS					
230436	Gruntas Pyrotect	kg	6,23	2,714	16,91
230437	Dažai Pyrotect	kg	8,26	13,14	108,54
Iš viso					125,45
Iš viso					1058,78

MECHANIZMŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2016.10 kainas

Statinių grupė **333 Daugiafunkcinis sporto paskirties pastatas**

Statinys **1 Daugiafunkcinis sporto paskirties pastatas**

Žiniaraštis **1 Ekonominis palyginimas**

2017-01-05

Resurso kodas	Pavadinimas	Darbo val. kaina EUR	Darbo valandų skaičius	Vertė EUR
368184	Kompresorius kilnojamas su el. varikliu	2,87	1,7641	5,06
380004	Suvirinimo transformatorius	2,87	0,66423	1,91
489051	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam. galios	27,73	0,82238	22,8
Iš viso				29,77

SUDERINTA: _____ TUKST.LT.

TVIRTINU: _____ TUKST.LT.

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

ATSAKINGAS
ATSTOVAS _____

2012 M. MĖN. D.

2012 M. MĖN. D.

LOKALINĖ SĄMATA

Sudaryta pagal 2016.10 kainas

Statinių grupė 334 Daugiafunkcinis sporto paskirties pastatas**Statiny 1 Daugiafunkcinis sporto paskirties pastatas****Žiniaraštis 1 Ekonominis palyginimas**

2017.01.04

Suma žiniaraščiui 1753.29 EUR

Sąm. eil.	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma	Kiekis	Kaina EUR	Iš viso EUR
1	Mediena					
1 N10-62		vnt.		1,0		
	Sijų montavimas, kai tarpatramis iki 9m					
	Darbo sąn. kateg. 3.67	žm.val.	5,9	5,9	5,39	31,8
12005	Tvirtinimo varžtai (statybiniai)	kg	4,63	4,63	1,93	8,94
2						
12008	Kaltiniai dirbiniai (metaliniai, statybiniai)	kg	10,0	10,0	1,95	19,5
4						
26006	Medinės sijos, ilginiai	m3	1,3	1,3	700,0	910,0
4						
53400	Tašeliai 70mm st. (paprasti, 3 rūš.)	m3	0,01	0,01	192,51	1,93
5						
48913	Kranas	maš.val	1,15	1,15	23,34	26,84
1						
N10-62	Darbo užm. 31.80 Medžiagos 940.37			Mechanizmai 26.84		Iš viso 999.01
2 N10-206-1		100m2		0,1546		
	Medinių paviršių antiseptikavimas pasta (100 m2 antiseptikuoto paviršiaus) k8=1.17					
	Darbo sąn. kateg. 2.0	žm.val.	11,6	1,79336	4,19	7,51
57045	Antiseptinė pasta	kg	52,0	8,0392	4,37	35,13
9						
N10-206-1	Darbo užm. 7.51 Medžiagos 35.13			Mechanizmai		Iš viso 42.64
3 N10-210-7		100m2		0,1546		
	Medinių paviršių padengimas ugniai atspariais dažais ir apsauginiu laku k8=1.17					
	Darbo sąn. kateg. 4.5	žm.val.	15,8	2,44268	5,78	14,12
23041	Ugniai atsparus gruntas (medinėms konstrukcijoms)	kg	10,0	1,546	3,06	4,73
6						
23041	Ugniai atsparūs dažai (medinėms konstrukcijoms)	kg	100,0	15,46	8,26	127,7
7						
23041	Ugniai atsparus lakas (medinėms konstrukcijoms)	kg	6,0	0,9276	10,29	9,55
8						
36818	Kompresorius kilnojamas su el. varikliu	maš.val	7,9	1,22134	2,87	3,51
4						
N10-210-7	Darbo užm. 14.12 Medžiagos 141.98			Mechanizmai 3.51		Iš viso 159.61
Iš viso skyriuje	1 Darbo užm. 53 Medžiagos 1117			Mechanizmai 30		Iš viso 1200
Viso žiniaraštyje	1 Darbo užm. 53 Medžiagos 1117			Mechanizmai 30		Iš viso 1200
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%					

34

Papildomų mechanizmų vertė 3.00%				1	
Sezoniniai darbai 15.00% (0)					
Specifiniai darbai 17.00%		3			
Papildomas darbo užmokestis 8.00%(53+3)		4			
Viso:		60	1151	31	1242
Soc.draudimo išlaidos 31.00%(53+3+4)		19			
Statinio statybos išlaidos	Viso:	79	1151	31	1261
Statybvietės išlaidos 8.00%					101
Iš viso tiesioginės išlaidos					1362
Pridėtinės išlaidos 30.00%(53+3+4)					18
Pelnas 5.00%(1362+18)					69
Iš viso netiesioginės išlaidos					87
					Bendra vertė be PVM ----- 1449
Pridėtinės vertės mokestis 21.00%					304,29
					Bendra vertė su PVM ----- 1753,29

DARBO UŽMOKESČIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2016.10 kainas

Statinių grupė 334 Daugiafunkcinis sporto paskirties pastatas

Statiny 1 Daugiafunkcinis sporto paskirties pastatas

Žiniaraštis 1 Ekonominis palyginimas

2017-01-05

Sąm . eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Darbo sąnaudos žm./val.	Kategorija	Tarifinis atlygis	Darbo užmok. EUR
1 Mediena								
1	N10-62	Sijų montavimas, kai tarpatramis iki 9m	vnt.	1,0	5,9	3,67	5,39	31,8
2	N10-206-1	Medinių paviršių antiseptikavimas pasta (100 m2 antiseptikuoto paviršiaus) k8=1.17	100m 2	0,1546	1,79	2,0	4,19	7,51
3	N10-210-7	Medinių paviršių padengimas ugniai atspariais dažais ir apsauginiu laku k8=1.17	100m 2	0,1546	2,44	4,5	5,78	14,12
Iš viso skyriuje 1					10,14			53,0
Iš viso žiniaraštyje 1					10,14			53,0

MEDŹIAGŲ POREIKIO ŹINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2016.10 kainas

Statinių grupė **334 Daugiafunkcinis sporto paskirties pastatas**

Statinys **1 Daugiafunkcinis sporto paskirties pastatas**

Źiniaraštis **1 Ekonominis palyginimas**

2017-01-05

Resurso kodas	Pavadinimas	Mato vnt	Kaina EUR	Kiekis	Vertė EUR
1 METALAS					
120052	Tvirtinimo varžtai (statybiniai)	kg	1,93	4,63	8,94
120084	Kaltiniai dirbiniai (metaliniai, statybiniai)	kg	1,95	10,0	19,5
Iš viso					28,44
4 APDAILOS MEDŹIAGOS					
230416	Ugniai atsparus gruntas (medinėms konstrukcijoms)	kg	3,06	1,546	4,73
230417	Ugniai atsparūs dažai (medinėms konstrukcijoms)	kg	8,26	15,46	127,7
230418	Ugniai atsparus lakas (medinėms konstrukcijoms)	kg	10,29	0,9276	9,55
570459	Antiseptinė pasta	kg	4,37	8,0392	35,13
Iš viso					177,11
8 MEDŹIO GAMINIAI					
260064	Medinės sijos, ilginiai	m3	700,0	1,3	910,0
534005	Tašeliai 70mm st. (paprasti, 3 rūš.)	m3	192,51	0,01	1,93
Iš viso					911,93
Iš viso					1117,48

MECHANIZMŲ POREIKIO ŹINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2016.10 kainas

Statinių grupė **334 Daugiafunkcinis sporto paskirties pastatas**

Statinys **1 Daugiafunkcinis sporto paskirties pastatas**

Źiniaraštis **1 Ekonominis palyginimas**

2017-01-05

Resurso kodas	Pavadinimas	Darbo val. kaina EUR	Darbo valandų skaičius	Vertė EUR
368184	Kompresorius kilnojamas su el. varikliu	2,87	1,22134	3,51
489131	Kranas	23,34	1,15	26,84
Iš viso				30,35