



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Rokas Šaltys

**PREKYBINĖS PASKIRTIES PASTATO STATYBINIŲ
KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Dr. Nerijus Adamukaitis

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

Doc. dr. Mindaugas Augonis

PREKYBINĖS PASKIRTIES PASTATO STATYBINIŲ
KONSTRUKCIJŲ DALIES PROJEKTAS

Baigiamasis magistro projektas
Statyba (621J80001)

Recenzentas

(parašas) PDV. Gediminas Marozas
(data)

Projektą atliko

(parašas) Rokas Šaltys
(data)

KAUNAS, 2016

Projektą atliko SSM- 4 gr. studentas:

Rokas Šaltys
vardas, pavardė

parašas, data

Konsultantai:

Architektūrinė dalis

Gitana Šukaitytė
vardas, pavardė

parašas, data

Ekonominė dalis

Odeta Viliūnienė
vardas, pavardė

parašas, data

Grafinė dalis

Jolanta Šadauskienė
vardas, pavardė

parašas, data

Konstrukcijų skaičiavimo dalis

Mindaugas Augonis
vardas, pavardė

parašas, data

Technologijų dalis

Rūta Miniotaitė
vardas, pavardė

parašas, data

Darbų saugos dalis

Dalia Nizevičienė
vardas, pavardė

parašas, data

PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO PATVIRTINIMAS

Patvirtinu, kad parengtas magistro baigiamasis darbas „Prekybinės paskirties pastato statybinių konstrukcijų dalies projektas“:

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

Rokas Šaltys

(vardas, pavardė, parašas, data)

TURINYS

ĮVADAS	13
1. BENDROS ŽINIOS APIE PASTATĄ. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS	15
1.1. Klimatinės sąlygos	15
1.2. Esama padėtis	15
1.3. Sklypo aptvėrimas, projektuojamos dangos, aplinkotvarka.....	16
1.4. Architektūriniai sprendimai.....	18
1.4.1. Konstrukcijos.....	18
1.4.2. Prekybos veikla	19
1.4.3. Pastato planavimo sprendimai.....	20
1.4.4. Išorės apdaila.....	21
1.4.5. Vidaus apdaila	21
1.5. Konstrukcijų ir konstrukcinių elementų atsparumo ugniai užtikrinimas.....	22
1.6. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojima	23
1.7. Prevencinės priemonės apsaugai nuo smurto ir vandalizmo	23
1.8. Statinių pritaikymas žmonių su negalia reikmėms	23
2. LAIKANČIŪJŲ KONSTRUKCIJŲ PROJEKTAVIMO DALIS	23
2.1. Apkrovos pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“	23
2.2. Stogo konstrukcijos apkrovų skaičiavimas.....	27
2.2.1. Konstrukcijų savasis svoris	27
2.3. Sniego apkrova	31
2.4. Vėjo apkrova.....	33
2.5. Veikiančių apkrovų deriniai.....	34
2.6. Rėmo skaičiuotinė schema	36
2.7. Santvaros elementų skaičiavimas.....	39
2.7.1. Santvaros viršutinės juostos projektavimas.....	41
2.7.2. Santvaros apatinės juostos projektavimas	45
2.7.3. Santvaros tinkliuko (spyrių ir statramsčių) projektavimas.....	46
2.7.4. Santvaros elementų konstravimas	51
2.8. Santvaros jungčių skaičiavimas	51
2.8.1. Flanšinės jungties skaičiavimas (mazgas „A“)	52
2.8.1.1. Flanšinės jungties skaičiavimas (mazgas „A“).	53
2.8.1.2. Lenkiamojo flanšo atspario tikrinimas	54
2.8.1.3. Jungties šlyties kerpamojo atspario tikrinimas.....	54
2.8.1.4. Siūlių jungiančių flanšą su profiliuočiu atspario tikrinimas.....	55
2.8.1.5. Įtemptųjų varžtų įveržimas	56

2.8.2. Gniuždomojo santvaros tinklelio spyrio ir viršutinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas (mazgas „B“)	56
2.8.2.1. Santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atspario tikrinimas	57
2.8.2.2. Santvaros viršutinės juostos šoninės sienutės pastovumo atspario tikrinimas gniuždomojo spyrio prijungimo vietoje	59
2.8.2.3. Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje	59
2.8.2.4. Virintinių siūlių, jungčiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas	60
2.8.2.5. Santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo tinklelio elemento, išplėšimo atspario tikrinimas	61
2.8.2.6. Santva Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas tempiamojo spyrio prijungimo vietoje	62
2.8.2.7. Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje	63
2.8.2.8. Virintinių siūlių, jungčiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas	63
2.8.3. Atraminio santvaros mazgo laikomosios galios tikrinimas (mazgas „B“)	64
2.8.3.1. Santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo tinklelio elemento, išplėšimo atspario tikrinimas	65
2.8.3.2. Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas tempiamojo spyrio prijungimo vietoje	65
2.9. Gelžbetoninės kolonos K-1 projektavimas	66
2.10. Gelžbetoninės nepertraukiamo formavimo kiaurymėtosios perdangų plokštės projektavimas	72
2.10.1. Pradiniai duomenys projektavimui	72
2.10.2. Plokštės naudojimo situacijos ribinių būvių skaičiavimas	73
2.10.3. Plokštės gamybos, transportavimo ir montavimo situacijos ribinių būvių skaičiavimas	88
2.10.4. Plokštės naudojimo situacijos tinkamumo ribinių būvių skaičiavimas	90
2.10.5. Plokštės konstravimas	94
2.11. Polinio pamato projektavimas	95
2.11.1. Nuolatinės apkrovos skaičiavimas pamatui	96
2.11.2. Polinio pamato įgilinimas	96
2.11.3. Laikomosios galios tikrinimas pagal „A1“, „M1“, „R1“	97
2.11.2. Laikomosios galios tikrinimas pagal „A2“, „M1“, „R4“ derinį	102
2.11.3. Polinio pamato nuosėdžio skaičiavimas	104
2.11.4. Polinio pamato armatūros skaičiavimas	107
2.11.4.1. Polinio galvenos armatūros skaičiavimas	107
3. TECHNOLOGIJOS IR ORGANIZAVIMAS	110
3.1.1. Gruntai ir moksliniai jų tyrimai	110

3.1.2. Ištisinio sraigtinio gręžimo polių parinkimą lemiančių veiksnių analizė.....	111
3.1.3. Darbų apimties skaičiavimo žiniaraščiai.....	113
3.1.4. Pagrindinės statybinės mašinos bei mechanizmai ir jų techninės charakteristikos..	114
3.1.5. Technologinio proceso aprašymas	116
3.1.6. Gręžtinių polių įrengimas ir paruošiamieji darbai.....	119
3.1.7. Pagrindiniai nurodymai darbams atlikti	121
3.1.8. Darbų saugos reikalavimų bendrosios nuostatos.....	122
3.1.10. Technologinio proceso darbų kokybės kontrolė.....	123
4. DARBŲ SAUGA.....	126
4.1. Statybos darbų pobūdis ir trukmė.....	126
4.2. Darbų saugos reikalavimų bendrosios nuostatos	126
4.3. Darbų saugos ir sveikatos pagrindiniai reikalavimai	127
4.4. Kolektyvinės apsaugos ir sveikatos priemonės	128
4.5. Planas statybos darbams atlikti ir aplinkos apsauga.....	128
4.5.1. Želdinių apsauga.....	129
4.5.2. Atliekos	129
4.5.3. Statybinių atliekų tvarkymas, apskaita ir griovimas aikštelėje – statybvietėje	129
4.6. Darbų sauga ir reikalavimai atliekant žemės darbus	130
4.7. Priešgaisrinė sauga ir bendrųjų statybos darbų saugos taisyklės bei prevencinės priemonės nelaimingiems atsitikimams išvengti.....	130
4.8. Profesinės rizikos vertinimas darbo vietoje	136
5. EKONOMINĖ DALIS.....	139
IŠVADOS.....	147
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	147
PRIEDAI	152

IVADAS

Prekybinės paskirties pastato – „Rimi Hypermarket“ pagrindinė laikančioji konstrukcija yra skersinis rėmas. Jis susideda iš kolonų ir spragotinio rygelio (santvaros). Rėmai tarpusavyje sujungiami ryšiais. Denginys taip pat sudarytas iš vertikalių, horizontalių ryšių, posantvarių, kurios remiasi į kolonas ir su ryšių pagalba apjungia santvaras į bendrą denginio sistemą. Kolona prie pamato (poliai ir rostverkas) prijungiama varžtine jungtimi, o viršuje su santvaromis ir posantvarėmis jungiama naudojant antkolonius, ryšiai jungiami varžtine jungtimi. Gembinės kolonos su gelžbetoninėmis sijomis jungiamos išleistais armatūriniais strypais, bei įdėtinėmis detalėmis.

Laikančiosios statinio konstrukcijos projektuojamos atsižvelgiant į keletą svarbių aspektų, tokių kaip: mechaninis patvarumas, saugumas, patikimumas, ilgaamžiškumas, racionalumas, ekonomiškumas, ekologiškumas, tinkamumas naudojimui bei technologinis realizavimas. Norint suprojektuoti ir pastatyti pastatą tinkamą naudojimui reikia laikytis ir taikyti reglamentų nurodymus, normas, taisykles bei pavyzdžius. Žinoma, tiek projektavimas, tiek statyba priklauso ir nuo kitų veiksnių – laikas, technologinio proceso sudėtingumas, užsakovo norai ir galimybės, o taip pat ir kaina. Norint optimizuoti suprojektuotų konstrukcijų kainą bei sprendimų pasirinkimą reikia atlikti atitinkamus skaičiavimus, taikyti įvairius palyginamosios analizės metodus. Konstrukcijų srityje yra keli būdai sumažinti konstrukcinių sprendinių kainą bei laiką. Tarp siūlomų variantų būtų: optimizuoti skerspjūvius, pasirinkti alternatyvias medžiagas, armavimo būdą, keisti konstrukcinius mazgus, taikyti kitokias įrengimo technikas, pakeisti vienokias konstrukcijas kitokiomis kaip pavyzdžiui: vietoj santvaros naudoti arką, vietoj kiaurymėtųjų perdangų naudoti TT tipo sijines perdangas ir dar daugelis kitų galimybių. Atliekant techninių – ekonominių rodiklių palyginimus, nustatant statinio paskirtį, konstrukcijų montavimo, gamybos, projektavimo kaštus, technologijos sudėtingumą, darbų atlikimo trukmę, įtaką kitoms statinio konstrukcijoms, kurios turi svarbią reikšmę pastato struktūroje, galimybę naudoti standartinius konstrukcinius sprendimus, detales, galima racionaliai parinkti konstrukcinius elementus, kurie atitiktų ne tik funkcinius, bet ir architektūrinius – estetinius reikalavimus bei normas.

Tinkamai ir kokybiškai parengus pastato pagrindinių laikančių konstrukcijų projektą, didėja tikimybė, kad bus išvengta nenumatytų atvejų ir klaidų vykdant įrengimo darbus. Jie bus atlikti laiku, pagal numatytą grafiką ir kokybiškai. Taip pat efektyviai panaudoti materialinius ir finansinius išteklius.

Šis darbas suteikia galimybę įgyti mokslinio darbo įgūdžius, įgalinančius apibrėžti ir praktiškai spręsti statinių projektavimo, statybos, montavimo ir efektyvaus naudojimo uždavinius, taip pat pagrįsti sprendimus, taikant šiuolaikinius inžinerinių skaičiavimų ir mokslinio pagrindimo metodus bei kompiuterinę techniką. Pagal duotus bendrusius nurodymus darbui atlikti, laikantis (Eurokodo) standartų ir normų, bei statybos techninio reglamento (STR), o taip pat statybos taisyklių (ST) bei kitų normatyvinių techninių dokumentų, suprojektuoti prekybos centro laikančiąsias konstrukcijas, sprendinių variantus sulygtinti (dviejų tipų santvaros), taip pat pateikti konstrukcinių elementų rodiklius, ir parengti šių konstrukcinius darbo brėžinius sudaryti medžiagų gaminių žiniaraščius, parašyti aiškinamąjį raštą bei pateikti išvadas.

1. BENDROS ŽINIOS APIE PASTATĄ. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

1.1. Klimatinės sąlygos

Pagal RSN 156-94 „Statybinė klimatologija” duomenimis, Kauno mieste yra tokios klimatinės sąlygos:

- vidutinė metinė oro temperatūra +6,3 °C;
- absoliutus aukščiausios oro temperatūros maksimumas (°C) +34,9 °C;
- absoliutus žemiausios oro temperatūros minimumas (°C) -36,3 °C;
- santykinis metinis oro drėgnumas 81%;
- vidutinis metinis kritulių kiekis 630 mm;
- maksimalus paros kritulių kiekis (absoliutus maksimumas) 73,4 mm;
- vyraujančios stipriausių vėjų kryptys: sausio mėn. – iš PR,P,PV,V; liepos mėn.– iš Š,PV,V,ŠV;
- vidutinis metinis vėjo greitis 4,0 m/s;
- skaičiuojamasis vėjo greitis prie žemės paviršiaus (H=10m), galimas vieną kartą per 100 metų 22 m/s.

Pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos” Kauno miestas priskiriamas 1–jam sniego apkrovos rajonui su sniego antžeminės apkrovos charakteristine reikšme 1,2 kN/m². Atitinkamai pagal STR 2.05.04:2003 Kauno miestas priskiriamas 1-jam vėjo greičio rajonui su pagrindine atskaitine vėjo greičio reikšme 24 m/s.

1.2. Esama padėtis

Projektuojamas prekybos centro „RIMI“ pastatas Kauno mieste, Šilainių seniūnijoje, adresu Baltijos g. 58. Bendras sklypo plotas 0,7598 ha, naudojimo būdas – komercinės paskirties objektų teritorijos. Į sklypą patenkama iš Baltijos gatvės.

Tvarkomoje teritorijoje projektuojamas 58x60 m dydžio prekybos centro „RIMI“ pastatas. Pastato paskirtis — prekybos, pagal STR 1.01.09:2003 „Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį”, p.8.3. Statinio kategorija – ypatingas statinys.

Prekybos centrui „RIMI“ reikalingas automobilių stovėjimo vietų skaičius pagal STR 2.06.01:1999 „Miestų, miestelių ir kaimų susisiekimo sistemos” - reikalinga 1 automobilių stovėjimo vieta 20 m², prekybos salės ploto 1953,47/20 \cong 98 vietos.

Tvarkomoje teritorijoje projektuojamos automobilių stovėjimo aikštelės:

- prekybos centro lankytojams skirta 98 vietos automobiliams. Stovėjimo aikštelė sklypo pietinėje/pietvakarinėje pusėje (62 vietos) ir sklypo priegose (36 vietos);
- prekybos centro darbuotojams – 10 vietų. Aikštelė šiaurės vakarinėje sklypo dalyje.
- bendras projektuojamas automobilių vietų skaičius – 108 (sklype 72 vietos, sklypo priegose 36 vietos), iš kurių 8 automobilių stovėjimo vietos skirtos žmonėms su negalia;
- sklype, automobilių stovėjimo aikštelės zonoje, projektuojama pastogė prekių vežimėliams statyti. Rytinėje pastato pusėje numatyta prekių priėmimo zona, privažiavimas kroviniams automobiliams prekėms iškrauti numatytas iš Baltijos g., esamu įvažiavimo keliu. Teritorija pritaikyta priešgaisrinės gelbėjimo tarnybos automobiliams įvažiuoti. Privažiavimas iš visų pastato pusių užtikrinamas naudojant esamus ir projektuojant naujus vidaus kelius.

1.3. Sklypo aptvėrimas, projektuojamos dangos, aplinkotvarka

Sklypo aptvėrimas neprojektuojamas. Aikštelių dangų konstrukcijos parinktos, atsižvelgiant į geologinius duomenis ir aikštelių paskirtį. Projektuojamos dangos sklype, 718 m² ploto teritorijoje:

- asfaltbetonio danga (klasė IV), tinkama kroviniam transportui važiuoti
- asfaltbetonio danga (klasė V), tinkama lengvojo ir retai pasitaikančio aptarnaujančio transporto pravažiavimui teritorijoje 1153m² ploto;
- juodo betono trinkelų danga (20x20 cm) tinkama lengvajam ir retai pasitaikančiam aptarnaujančiam transportui 467 m² ploto;
- juodo betono trinkelų danga (20x20 cm) pėsčiųjų takams ir apėjimo takui aplink pastatą 474 m² ploto.

Pažymėtina, jog visos projektuojamos dangos atskiriamos betoniniais vejos ir kelio bortais.

Sklype įrengus dangas ir kelio bortus, sutvarkomi žali plotai, įrengiama veja (plotas 1588 m², tai yra 21 % sklypo ploto). Sklype įrengus dangas ir kelio bortus, sutvarkomi žali plotai. Vietose, kur atliekant vertikalinį planavimą įrengiamos iškasos arba pylimai. Taip pat bus pašalintas augalinis gruntas, arba kur buvo pakloti tinklai ir jei ten nesuprojektuotos kitos dangos, įrengiama veja (plotas 1588 m², tai yra 21 % sklypo ploto). Jei statybos metu bus pažeistos esamos gretimų teritorijų dangos, jos bus atstatytos ir teritorija sutvarkyta.

Sklype išsaugomi saugotini medžiai – paprastoji eglė, Ø35 cm ir paprastoji pušis, Ø30 cm. Sklype numatoma kirsti medžius: tujos, 4 vnt. Ø15÷20; beržai, 2 vnt. Ø12 ir 15;

kaštonas, 1v nt. Ø40 ir vaismedžius. Sklypo šiaurinėje pusėje, žalioje zonoje, numatoma naujai pasodinti medžių, iš viso 7 vnt., medžių rūšis – klevai.

Pagal Statytojo pasirašytą Kauno miesto susisiekimo komunikacijų išplėtimo ir / ar įrengimo sutartį, atskiru projektu planuojama sutvarkyti sklypo Baltijos g. 58 Kaune prieigas, įrengiant:

- šaligatvį (4,0 m. pločio) iš Baltijos g. pusės (406,62 m²) ir šaligatvį prie važiuojamojo kelio (15,09 m²), iš cementbetonio plytelių (H-6cm), bendras cementbetonio plytelių kiekis – 421,71 m²;
- vejos zonas: tarp Baltijos g. ir šaligatvio (372,00 m²), tarp pravažiavimo ir esamos cementbetonio plytelių dangos (101,61 m²), tarp pravažiavimo ir naujai projektuojamos trinkelio dangos (52,68 m²), bendras vejos kiekis – 526,29 m²;
- vejos bortus (~100x8x20cm), bendras vejos bortų kiekis – 137,57m;
- kelio bortus (~100x15x30cm), šaligatviams nuo gatvės ir aikštelės atskirti, kurių bendras kiekis – 179,89m;
- asfaltbetonio dangas, įvažiuojuose į sklypą nuo Baltijos g. ir važiuojamosios pusės, bendras kiekis – 1100,71m².

1.1 lentelė. Pagrindiniai techniniai rodikliai

Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
SKLYPAS:		
- sklypo plotas	m ²	7598
- sklypo užstatymo plotas	m ²	3196
- sklypo užstatymo tankumas	%	42
- sklypo užstatymo intensyvumas	%	43
- sklypo želdynų plotas	m ²	1588 (21%)
PROJEKTUOJAMOS DANGOS:		
- asfaltbetonio (klasė IV);	m ²	718
- asfaltbetonio (klasė V);	m ²	1153
- betoninių trinkelio (20x20 cm);	m ²	467
- betoninių trinkelio (20x20 cm, pėsčiųjų takams).	m ²	474
AUTOMOBILIŲ STOVĖJIMO VIETŲ		
- sklype	vnt.	72
- sklypo prieigose	vnt.	36
PASTATAS:		
- bendrasis plotas:	m ²	3284,09
- pagrindinis	m ²	2796,41
- pagalbinis	m ²	487,68
- pastato tūris	m ³	24182
- aukštų skaičius	vnt.	2
- pastato aukštis	m	8,55

1.4. Architektūriniai sprendimai

Statomo pastato architektūra (aukštingumas, fasadų sprendiniai). Prekybos pastatas projektuojamas dviejų aukštų; aukštis — 8,55 m; bendrasis plotas — 3284,09 m², tūris — 24182 m³. Fasadais — daugiasluoksnės fasadines plokštės (spalva raudona RAL3000), pagrindinis įėjimas į pastatą pabrėžiamas betono su pigmentu intarpu. Stogas — sutapdintas, stogo danga — PVC.

1.4.1. Konstrukcijos

Suprojektuotas pastatas yra vieno aukšto tarp ašių X1-X9/Y1-Y11, korpuso gabaritai yra 49,46x59,46. O dalis pastato tarp ašių X9-X10/Y7-Y11 yra dviejų aukštų, gabaritai yra 23,46m x 8,5 m. Pastato didžiausias aukštis – 8,0m nuo nulio.

Projekte numatomi (CFA) ištisinio sraigtinio gręžimo būdu įrengiami monolitiniai poliniai pamatai, armuoti erdviniu armatūriniu strypynu. Virš polinių pamatų įrengiamas gelžbetoninis monolitinis rostverkas. Betono stiprumo klasė poliniams pamatams ir rostverkams, ne žemesnė kaip C25/30-XC2. Poliniai pamatai su rostverkais jungiami išleidžiant iš polių armatūros strypus. Iš rostverko išleisti inkariniai varžtai kolonom tvirtinti.

Kolonos suprojektuotos - gelžbetoninės surenkamos. Kolonų skerspjūvis – 300x300 ir 400x400 mm. Kolonų viršutinėje dalyje įleisti inkariniai varžtai antkolonoms tvirtinti. Taip pat gaminant kolonas įdedamos įdėtinės detalės ryšiams, plokštėms ir sijoms tvirtinti, kur reikia daromos konsolės g/b surenkamiems rėmo sijoms atremti.

Pirmojo aukšto grindys įrengiamos ant paruošto pagrindo, tai piltinio grunto sankasa, armuota geosintetinėmis gaminiais. Jas sudaro 10 cm storio šilumos izoliacijos sluoksnis (EPS polistireninis putplastis) pastato perimetru ir 2,0 m pločiu, 2 μm polietileno plėvelės sluoksnis, veikiantis kaip hidroizoliacinis barjeras ir 120 mm storio C20/25-XC3 stiprio klasės, S3 slankumo klasės betono sluoksnis su metalinėmis fibromis. Grindų betono mišiniui naudojamas ne žemesnės kaip 42,5 klasės portlandcementis. Betoninės grindys nuo sienų, kolonų ir kitokių konstrukcijų atskiriamos tarpinėmis iš polistireno ir savaime išsiplečiančių sandarinimo putų. Pirmo aukšto perdanga suprojektuota iš surenkamų kiaurymėtu perdangos plokščių h=250 cm. Antro aukšto (denginio) perdanga suprojektuota surenkama iš kiaurymėtu plokščių h=200 cm. Perdangos plokštės montuojamos ant surenkamų g/b rygelių (rygelis – tai horizontalus arba šiek tiek nuožulnus pastato laikantysis elementas, daž. rėmo dalis). Pastato išoriniu perimetru apatinėje dalyje surenkamos g/b cokolinės plokštės, kurios remiamos ant rostverkų ir per detales tvirtinamos prie kolonų bei rostverkų. Betonai ne mažesnės klasės

kaip C25/30. Cokolines plokštės šiltinamos. Virš plokščių suprojektuota siena „Sandwich“ tipo paneliai. Vitrinos ir langai įrengiami pagal pasirinktos subrangovinės įmonės brėžinius ir žiniaraščius. Laiptinės suprojektuotos kaip g/b surenkamos konstrukcijos, skaičiuojamoji schema dviatramė plokštė.

Vidines pastato pertvaros patalpose, kurios nėra laikančiosios sienos, atliekamos pagal „Knauf“ sistemų, mūrijamos iš silikatinių arba keramikinių plytų arba naudojami trisluoksnės „Sandwich“ tipo plokštės.

Suprojektuotos santvaros yra 24 m ilgio. Santvaros numatomos iš kvadratinių bei stačiakampių vamzdinių metalinių profilių, plieno klase S355. Tačiau šioje tiriamojoje dalyje skaičiuojama kombinuotoji medžio – metalo santvara, kad galima būtų pasirinkti racionalų sprendimą. Santvaros prie antkolonio bei posantvarinės santvaros jungiamos lankstais. Suprojektuotos posantvarės yra 12 m ilgio. Posantvarės suprojektuotos iš kvadratinių bei stačiakampių vamzdinių metalinių profilių plieno klase S355. Posantvarės prie antkolonio jungiamos gamykliškai. Metalinės denginio sijos suprojektuotos iš stačiakampių vamzdinių metalinių profilių ir lakštinio plieno, plieno klase S355. Sijos tarpusavyje ir prie kolonų metalinio antkolonio jungiamos varžtais.

Erdvinis pastato pastovumas skersine ir išilgine kryptimis užtikrinamas įrengiant standų kolonos ir pamato sujungimo mazgą bei ryšių sistemą tarp kolonų ir horizontalius ryšius santvarų viršutinių juostų lygyje. Tarp santvarų suprojektuoti vertikalūs ryšiai iš stačiakampio profilio vamzdžių ir ryšiniai spyriai apatinių santvaros juostų lygyje.

Stogo danga virš metalinių denginio konstrukcijų — profiline skarda. Stogo danga virš skardos pakloto — 2 sl. ritininės dangos įrengiama ant 3 sluoksnių akmens vatos. Vidutinio ir apatinio sluoksnio tankis ne mažiau kaip 230 kg/m^3 , vidurinio ne mažiau kaip 110 kg/m^3 . Virš apatinio vatos sluoksnio įrengiama garo izoliacija. Visos metalinės konstrukcijas prieš montavimą turi būti gruntuojamos, išlaikant gruntavimo technologinius reikalavimus. Svarbu pažymėti, jog atlikus tam tikrus spec. darbus, kaip pvz., montavimas, suvirinimas, pjovimas ir pan., tam tikros detalės/konstrukcijos nuvalomos ir papildomai gruntuojamos.

1.4.2. Prekybos veikla

Prekybos centre bus vykdoma veikla:

1. Mažmeninė prekyba maisto prekėmis.
2. Mažmeninė prekyba ne maisto prekėmis.
3. Šviežios mėsos pjaustymas, mėsos pusgaminių gamyba ir prekyba.
4. Kulinarijos gaminių gamyba ir prekyba. Taip pat žuvų pjaustymas, prekyba nuo ledo.

5. Stiklinės taros supirkimas.
6. Paslauga vartotojui: bandelių iš užšaldytų gaminių kepimas, mėsos gaminių kepimas.
7. Konditerijos, daržovių, žuvies gaminių, sūrių, mėsos gaminių pakavimas.
8. Visuomeninis maitinimas: šviežių sulčių iš daržovių ir vaisių spaudimas, kavos, arbatos ruošimas ir pateikimas klientui.
9. Gamyba ir prekyba. Prekyba sveriamais ledais, prekyba karštais kulinariniais gaminiais.

Prekybos centro „RIMI“ pastatas projektuojamas detalajame plane nurodytoje užstatymo zonoje. Projektuojamo pastato pagrindinis fasadas formuojamas nuo Baltijos g. pusės. Numatytas vienas pagrindinis įėjimas į prekybos centrą lankytojams pietinėje pusėje ir pagalbiniai tarnybiniai įėjimai iš kitų pastato pusių: į prekybos centro patalpas, prekių priėmimo patalpą, personalo buitines patalpas, pagalbines technines patalpas.

1.4.3. Pastato planavimo sprendimai

Prekybos centre numatomos patalpos: prekybos salė, prekių priėmimo, paruošimo prekybai, sandėliavimo patalpos, buitinės patalpos darbuotojams, administracijos darbo kabinetai, nuomos patalpos, techninės paskirties pastato aptarnavimo patalpos.

Prekybos centro pirmame aukšte (bendras plotas – 3096.25 m²) planuojami:

- įėjimo holas (26.88 m²);
- maisto prekių parduotuvė (2503.43 m²), suformuota iš šių zonų ir patalpų: prekybos salės (1953.47 m²), priekasio (3.17 m²), apsaugos posto (6.14 m²), centrinės kasos (6.84 m²), sausų produktų patalpos (3.32 m²), kameros zonos (5.00 m²), miltų sijojimo patalpos (6.16 m²), produktų šaldymo kameros (8.58 m²), kulinarijos cecho (19.66 m²), produktų šaldymo kameros (5.28 m²), paukštienos apdirbimo zonos (3.35 m²), paukštienos šaldymo kameros (4.34 m²), mėsos apdirbimo cecho (13.76 m²), mėsos šaldymo kameros (6.30 m²), dešrų kameros (6.58 m²), žuvies kameros (3.69 m²), žuvies paruošimo zonos (4.33 m²), pieno kameros (40.22 m²), pakuotės patalpos (5.20 m²), šaldiklio (-18) zonos (11.85 m²), vaisių ir daržovių paruošimo patalpos (15.28 m²), vaisių ir daržovių patalpos (5.65 m²), alkoholio saugyklos (7.63 m²), prekių priėmimo-paskirstymo patalpos (55.36 m²), virtuvėlės, 2 vnt. (3.62 ir 12.34 m²), plovyklos, 2 vnt. (4.22 ir 5.54 m²), persirengimo patalpos (3.34 m²), ŽN WC ir dušo (4.07 m²), WC (1.95 m²), valytojos patalpos (5.81 m²), pagalbinės patalpos (3.90 m²), serverinės (6.94 m²), administracijos kabinetų, 4 vnt. (7.23, 8.79, 10.96 ir

- 18.44 m²), šilumos punkto/vandens įvado/ siurblinės patalpos (29.54 m²), koridoriaus, 2 vnt. (43.36 ir 132.22 m²);
- sanitarinės/bendro naudojimo patalpos lankytojams (212.03 m²): vyrų WC (7.51 m²), ŽN WC (3.66 m²), moterų WC (12.39 m²), koridorius (188.47 m²);
 - patalpų grupė, skirta potencialiems nuomotojams (353.91 m²): nuomojamos patalpos, 7 vnt. (29.55, 31.05, 2x41.00, 3x41.03 m²), nuomojamos patalpos, skirtos vaistinės įrengimui (88.22 m²): prekybos patalpa (71.04 m²), kabinetas (7.44 m²), tambūras (1.90 m²), sandėlis (5.32 m²) ir WC (2.52 m²).

Pastato antrame aukšte (antresolėse) numatomos techninės paskirties ir personalo pagalbinės patalpos (187.84 m²):

- techninės patalpos (147.66 m²): el. skydinė (14.39 m²), kompresorinė (29.21 m²), ventiliacijos kamera (104.06 m²);
- personalo pagalbinės patalpos (40.18 m²): vyrų persirengimo kambarys (7.08 m²) su WC (1.80 m²) ir dušu (2.37 m²), moterų persirengimo kambarys (9.28 m²) su dušu (1.80 m²) ir WC, 2 vnt. (2.14 ir 2.46 m²), koridorius (13.25 m²).

Patekimas į antrą aukštą laiptine (1 vnt.).

1.4.4. Išorės apdaila

Fasadų apdaila – daugiasluoksnės fasadinės plokštės (spalva raudona RAL3000), pagrindinis įėjimas į pastatą pabrėžiamas betono su pigmentu intarpu.

Langai, vitrinos – aliuminio konstrukcijos vitrinos su skaidriais, grūdintais stiklo paketais. Stiklų paketai su selektyvine danga ir saulės kontrole, rėmai RAL 7021. Vietomis emalitas spalva RAL 7021, rėmai RAL 7021.

Stogo danga (apšiltinta) – sutapdintas, stogo danga – PVC tipo. Perdangos – dviejų sluoksnių mineralinė vata (30 mm, 160 mm storio) su garo izoliacija. Pofiliuotas skardos paklotas – trijų sluoksnių mineralinė vata (20 mm, 140 mm ir 20 mm) su garo izoliacija. Ant stogo ties projektuojamos šalčio mašinos ventiliatoriais iš šiaurinės pusės numatoma įrengti apie 0,5 m aukščio (išskylanti virš jų plokštumos) triukšmą atspindintį barjerą, t. y. įrėmintą poliesterio plokštę (arba kita išorės sąlygoms atspari medžiaga).

1.4.5. Vidaus apdaila

Sienos, pertvaros. Patalpose G/K sienos glaistomos, dažomos trinčiai ir plovimui atspariais dažais spalva RAL9002. Mūrinės sienos tinkuojamos, glaistomos, dažomos trinčiai

ir plovimui atspariais dažais spalva RAL9002. Gamybinėse patalpose numatomos plytelės. Sanitarinėse patalpose numatomos akmens masės plytelės.

Vidaus vitrinos – berėmio grūdinto stiklo su stumdomomis durimis. Durų rankenos cilindro formos. Rankenos, vyriai ir visi stiklo tvirtinimo elementai nerūdijančio plieno arba anoduoto aliuminio.

Grindys. Akmens masės plytelės prekybos salėje bei nuomai skirtose patalpose „Nebraska 20x20cm CASALGRANDE PADANA“. Techninėse patalpose numatomos šlifuito betono grindys, padengtos kietinančia danga, pvz. „Mastertop“ 200 ar 400. Atskirose maisto produktų ruošimo ir laikymo zonose numatoma epoksido danga, RAL 9002. Kabinetuose bei personalo persirengimo patalpose numatoma PVC grindų danga „Expona Exposed concrete“ 45,7x45,7cm.

Grindjuostės. Patalpose, kuriose numatytos akmens masės plytelės, grindjuostės iš tokių pačių akmens masės plytelių, siūlės turi sutapti. Patalpose, kuriose numatyta epoksidinė grindų danga, 10cm danga užsileidžia ant sienų. Visose kitose patalpose nerūdijančio plieno grindjuostės 10cm;

Lubos. G/K lubos glaistomos dažomos trinčiai ir plovimui atspariais dažais spalva RAL9002. G/B lubos tinkuojamos, glaistomos, dažomos trinčiai ir plovimui atspariais dažais spalva RAL9002. Prekybos salėje ir atskirose jos zonose, nuomai skirtose patalpose bei administracijos kabinetuose numatomos pakabinamos dekoratyvinės bei modulinės (60x60cm, baltos spalvos) lubos.

1.5. Konstrukcijų ir konstrukcinių elementų atsparumo ugniai užtikrinimas

Statinio laikančiųjų gelžbetoninių konstrukcijų atsparumas ugniai užtikrinamas pakankamu normatyviniu apsauginiu sluoksniu iki armatūros.

Metalinių stogo denginio konstrukcijų atsparumas ugniai (R 45) užtikrinamas šias konstrukcijas aušinant stacionarios gaisrų gesinimo sistemos pagalba, t.y. neduodant joms įkaisti. Tokiu būdu užtikrinamas jų savas ne mažesnis kaip R 45 atsparumas ugniai be papildomų saugos priemonių.

Kitų metalinių konstrukcijų atsparumas ugniai užtikrinamas konstrukcinėmis apsaugos priemonėmis atsižvelgiant į patalpų eksploataavimo ypatumus, konstrukcijoms galima naudoti atsparumą ugniai didinančias dangas (dažus, lakus ar kt.).

Kai statybos produktų gaisrinis pavojingumas mažinamas naudojant priešgaisrines dangas (antipirenus, dažus, lakus, pastas ir kt.), tai šių dangų techniniuose reikalavimuose turi būti nurodytas jų keitimo arba atnaujinimo periodiškumas, atsižvelgiant į eksploataavimo

sąlygas. Draudžiama juos naudoti tose vietose, kur nėra galimybės jų periodiškai keisti arba atnaujinti.

1.6. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojima

Naujai pastatyto statinio energetinio naudingumo klasė turi būti ne žemesnė kaip B. Atitvarinių konstrukcijų (sienų, denginio, grindų) šilumos perdavimo koeficientai atitinka normatyvinių dokumentų reikalavimus:

- sienų - 0,21 W/ m²K;
- stogo - 0,20 W/ m²K;
- langų, vitrinų - 1,60 W/ m²K;
- grindų - 0,40 W/ m²K.

1.7. Prevencinės priemonės apsaugai nuo smurto ir vandalizmo

Prieigos prie pastato atviros, apžvelgiamos iš toliau. Įrengiamas pastato prieigų apšvietimas tamsiu paros metu. Pastate bus įrengta apsauginė signalizacija. Duryse įstatomi patikimi užraktai (durų spygnos, sklendės, elektromagnetai).

1.8. Statinių pritaikymas žmonių su negalia reikmėms

Pastato projektas rengiamas vadovaujantis STR 2.03.01:2001 „Statiniai ir teritorijos. Reikalavimai žmonių su negalia (ŽN) reikmėms“. Projektuojamas administracinis pastatas pritaikytas ŽN reikmėms: įėjimas į pastatą, judėjimo trasos, durų slenksčiai, pakankamo pločio aikštelės ir įėjimai, praėjimai, patalpos bei įrengimai. Projektuojamo prekybos pastato pirmame aukšte numatyti sanmazgai, pritaikyti žmonėms su negalia. Automobilių stovėjimo aikštelėje prie pastato yra numatytos 8 automobilių stovėjimo vietos ŽN.

2. LAIKANČIŲJŲ KONSTRUKCIJŲ PROJEKTAVIMO DALIS

2.1. Apkrovos pagal STR 2.05.04:2003 “Poveikiai ir apkrovos“

Sniego apkrova. Charakteristinė antžeminės sniego apkrovos reikšmė $s_0=1.20$ kN/m² I - rajam sniego apkrovos rajonui. Sniego poveikio dalinis patikimumo koeficientas $\gamma=1,3$.

2.1 lentelė. Sniego antžeminės apkrovos s_k charakteristinės reikšmės

Sniego apkrovos rajonas	s_k , kN/m ²
I	1,2



2.1 pav. Lietuvos sniego apkrovos rajonai

Vėjo apkrova. Vėjo greičio atskaitinė reikšmė – I vėjo apkrovos rajone $v=24$ m/s.
 Vėjo poveikio dalinis patikimumo koeficientas $\gamma=1,3$.

2.2 lentelė. Lietuvos sniego apkrovos rajon Vėjo greičio pagrindinės atskaitinės reikšmės $v_{ref,0}$

Vėjo greičio rajonas	$v_{ref,0}$ m/s
I	24
II	28
III	32



2.2 pav. Lietuvos vėjo apkrovos rajonai

Apledėjimo apkrovos: projektuojant statinius nepriimamos.

Seisminė apkrova: seisiniu požiūriu, objektas yra iki 6 balų, pagal Richterio skalę, žemės drebėjimų zonoje. Jokių papildomų konstruktyvinių reikalavimų statiniams nėra.

Statinių savasis svoris: priimtas iš konstrukcijos ir nelaikančiųjų elementų. Yra tokie priimti nekonstrukciniai elementai: stogo danga. Pastovios apkrovos poveikio dalinis patikimumo koeficientas γ_G imamas lygus 1,35.

Naudojimo apkrovos: B, C, D, E – kategorijos, nes šis statinys – *prekybos centras*, kuriame yra įstaigų plotai, galimo žmonių rinkimosi plotai (kavinė, salė, posėdžių kambarys ir t.t.), prekybos plotai, sandėliavimo plotai.

Apkrova statybos metu: atsirandančios nuo statybinių mechanizmų, medžiagų sandėliavimo ir kt., neturi viršyti pagrindinių laikančių konstrukcijų apkrovų, kurios betarpiškai veikia jas.

Vibracija ir triukšmas: įrengimų, kurie sukeltų neleistinas vibracijas, šiame statinyje nėra. Esamų įrengimų atramos turi būti įrengtos pagal gamyklos gamintojos išduotas technines charakteristikas, užtikrinant atramų stiprumą, patikimumą bei vibracijų leistiną dydį.

Statinių patikimumas ir paskirtis (Pagal STR 2.05.03:2003 „Statybinių konstrukcijų projektavimo pagrindai“): projektuojamas statinys pagal patikimumą ir paskirtį turi būti priskirtas RC3 patikimumo klasei, todėl daugiklis saugos ribiniams būviams – 1,05. Skaičiuotinio eksploatacijos laikotarpio kategorija – 4, skaičiuotinis eksploatacijos laikotarpis – 50 metų. Pagrindinės nuorodos pastato priešgaisriniais reikalavimams pateikiamos gaisrinę saugą reglamentuojančiuose dokumentuose: *Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai (2010-12-07, Nr.1-338)*; *Gyvenamųjų pastatų gaisrinės saugos taisyklės (2011-02-22, Nr.1-64)*.

Projektuojamas pastatas priskiriamas II ugnies atsparumo laipsniui. Reikalavimai pastato antžeminės dalies statybinių konstrukcijų atsparumui ugniai bei statinio konstrukcijų gaisrinio pavojingumo klasėms, priklausomai nuo statybos produktu degumo klasių, iš kurių tos konstrukcijos pagamintos, pateikiami 2.3 lentelėje.

2.3 lentelė. Gaisrinės saugos atsparumo ugniai rodikliai

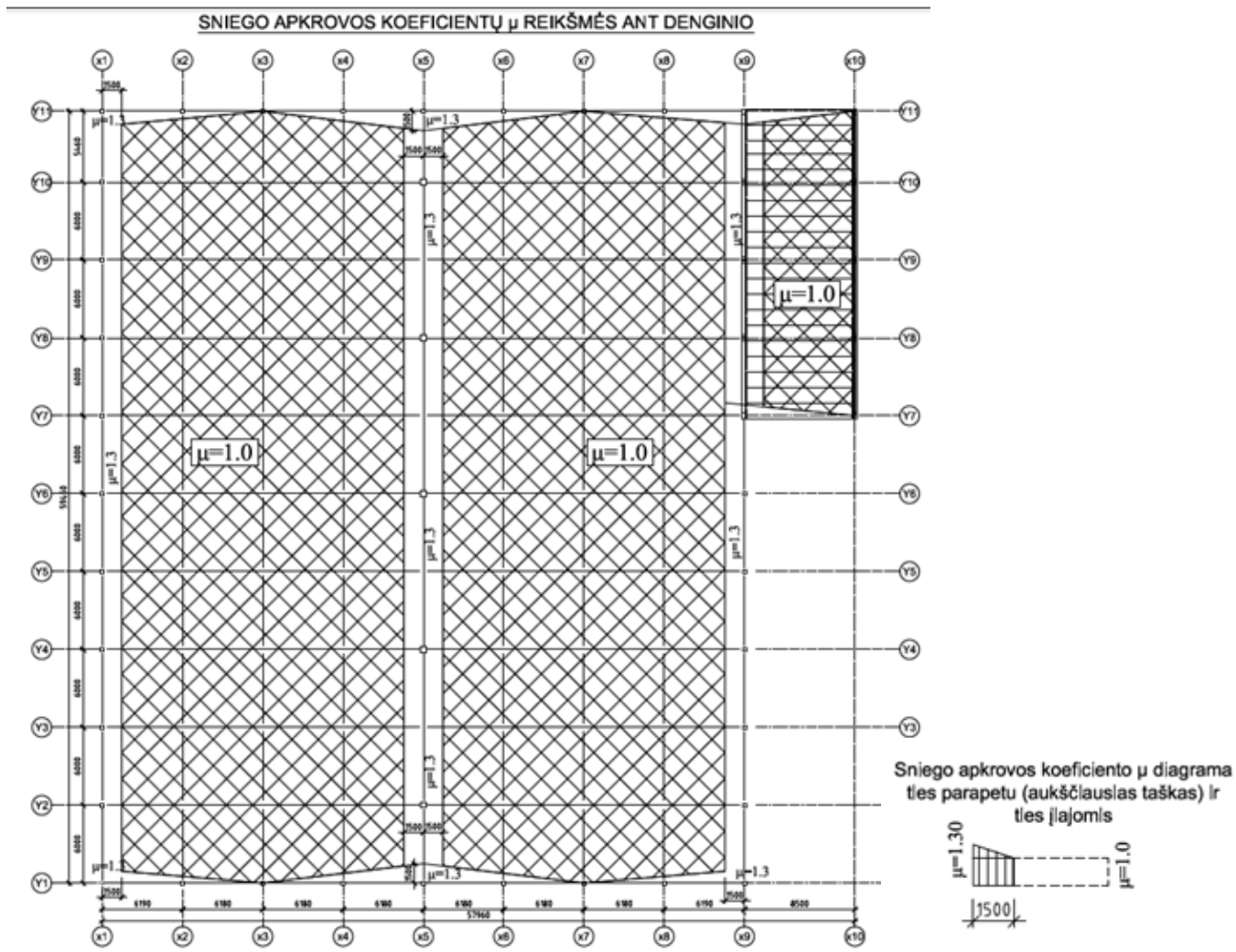
Statinio atsparumo ugniai laipsnis	Gaisro apkrovos kategorija	Statinio, statinio gaisrinio skyriaus konstrukcijų elementų (turinčių ugnies atskyrimo ir (ar) apsaugos funkcijas) atsparumas ugniai ne mažesnis kaip (min.)							
		gaisrinių skyrių atskyrimo sienos ir perdangos	laikančiosios konstrukcijos	vidinės sienos	lauko siena	aukštų, pastogės patalpų, rūšio perdangos	stogai	laiptinės	
								vidinės sienos	Laiptatakliai ir aikštelės, laiptus laikančiosios dalys
Prekybos paskirties pastatas									
II	-	RN ⁽¹⁾	R 45 ⁽²⁾	RN	RN ⁽³⁾	REI 20 ^{(2)*}	RE 20 ⁽²⁾	REI 30	R 15

1. Pastatas vertinamas kaip vienas gaisrinis skyrius;
2. Konstrukcijoms įrengti naudojami ne žemesnės kaip B–s3, d2 degumo klasės statybos produktai;
3. *Ventkamos patalpos grindų perdangos atsparumas ugniai REI 45;
4. EI 15 atsparumo ugniai reikalavimai lauko sienai netaikomi kadangi pastato aukščiausio aukšto grindų altitudė neviršija 6 m; RN – reikalavimai netaikomi.
5. Pastato stogą ir perdangas laikančiųjų konstrukcijų (sijų, rygelių ir kt.) laikymo geba R 45. Konstrukciniuose sprendiniuose įvertinti esminiai statinio reikalavimai, t.y.: mechaninis patvarumas ir pastovumas, gaisrinė sauga, higiena, sveikata, aplinkos apsauga, naudojimo sauga, apsauga nuo triukšmo, energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas. Santvaros prie antkolonio bei posantvarinės santvaros jungiamos šarnyriškai.

Nagrinėtos tokios apkrovų atmainos:

- Ilgalaikė – savasis laikančiųjų konstrukcijų svoris;
- Ilgalaikė – stogo konstrukcijos apkrovos;
- Ilgalaikė – technologinė įranga (vėdinimo, priešgaisrinė, pakabinamos lubos, apšvietimo įranga) – $30-80 \text{ kg/m}^2=0,3-0,8 \text{ kN/m}^2$.
- Trumpalaikė – naudingoji apkrova, t. y. žmonių srautai, baldai ir pan. – pagal STR 2.05.04:2003;
- Trumpalaikė – sniego apkrova (156 kg/m^2), $s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \cdot \gamma_g = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 1,56 \text{ kN/m}^2$.
- Trumpalaikė – sniego susikaupimo vietose apkrova (sniego maišai);
- Trumpalaikė – vėjo apkrova (36 kg/m^2);
- Aukščiau aptartų apkrovų atmainų deriniai.

Ilgalaikės apkrovos poveikio dalinis patikimumo koeficientas γ_G imamas lygus 1,35. Visos metalinės konstrukcijos, t.y. santvaroje naudojami spyriai turi būti gruntuojami, išlaikant gruntavimo technologinius reikalavimus. Dažai ir gruntas turi būti parinkti pagal jų suderinamumą, o spalvą derinti su architektu, preliminariai parinkta denginio konstrukcijų spalva RAL 9001.



2.3 pav. Stogo sniego apkrovų schema

2.2. Stogo konstrukcijos apkrovų skaičiavimas

2.2.1. Konstrukcijų savasis svoris

Virš pastato dalies, kurioje yra administracinės, pardavimo patalpos, sandėliavimo ir techninės patalpos numatomos metalinės santvaros, ant kurių dedami plieniniai profiliuoti lakštais ir įrengiamas šiltas stogas (1.4 pav. ir 1.5 pav.), kurio šiluminė varža $R = 5,0 \text{ m}^2\text{K/W}$. Stogo konstrukciją veikiančios apkrovos pateikiamos 1.4 lentelėje.

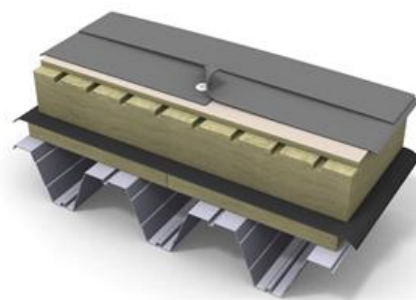
Pirmiausiai apskaičiuojamas santvaros aukštis remiantis rekomendaciniais nurodymais.

$$h_a = \left(\frac{1}{6} \div \frac{1}{12}\right) \cdot B = \left(\frac{1}{6} \div \frac{1}{12}\right) \cdot 24,73 = (2,0 \div 4,0)m \quad (2.1)$$

Primu, kad abiejų santvarų aukščiai $h_{a1} = h_{a2} = 2,605 m$.

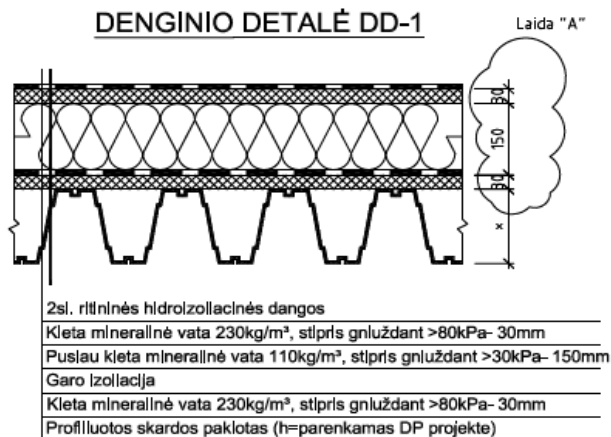
Pagal [6] kampas tarp juostų ir spyrio bei tinkliuko elementų negali būti mažesnis nei $\theta \geq 30^\circ$. Kadangi santvaros angos schema (ilgis) $\sim 24 m$, tai visi kampai suprojektuoti didesni nei 30° ir tenkina reikiamą sąlygą. Atsižvelgus į šiandieninės statybos inovacijas ir pateiktų sprendimų gausą, bei medžiagų įvairovę, pasirenku kitokio tipo stogo konstrukciją, kuri mano manymu yra racionalus sprendimas (t.y. paprastesnis įrengimo technologijos atžvilgiu). Toks stogas yra pigesnis ir greičiau įrengiamas lyginant su g/b stogo danga, o šie du faktoriai yra vieni svarbiausių statyboje. Stogui pasirenkame naudoti profiliuotą paklotą. Stogas „Paroc Air“ plokščias šiltas stogas, jo detalė pateikta 2.4 pav.

PAROC® Air™ plokščias stogas



- Stogo membrana,
- stogo tvirtinimo detalės,
- PAROC ROB 80,
- PAROC ROS 30g,
- vandens garų užtvara,
- PAROC ROS 30, PAROC ROS 50, PAROC ROB 60,
- plieno lakštų laikanti konstrukcija.

2.4 pav. Įrengiamo „Paroc Air“ sistemos stogo su profpaklotu ST2 fragmentas



2.5 pav. Stogo detalės konstrukcijos pjūvis

2.4 lentelė. Stogo konstrukcijos svoris 1 m²

Nr.	Pavadinimas	Storis, mm	Būdingoji apkrova, kN/m ²	Dalinis patikimumo koeficientas γ_G , γ_Q	Skaičiuojamoji apkrova, kN/m ²
(Pridedama į viršutinę santvaros juostą)					
1.	2 sl. prilydomoji elastomerinė - bituminė lakštinė (ritininė) stogų ir hidroizoliacinė danga	-	0,124	1,35	0,167
2.	Kieta mineralinė vata PAROC ROB80, $\rho=230$ kg/m ³ , t=30 mm	30	0,068	1,35	0,092
3.	Pusiau kieta mineralinė vata PAROC ROS30 $\rho=110$ kg/m ³ , t=150 mm	150	0,162	1,35	0,219
4.	Orą ir garus izoliuojantis sl. Paroc XMV 020 bas	0,20	0,00288	1,35	0,0039
4.	Kieta mineralinė vata PAROC ROB80 $\rho=230$ kg/m ³ , t=30 mm	30	0,068	1,35	0,092
5.	Profiliuotas skardos paklotas „Arclad“, t=0,75 mm	0,75	0,0935	1,35	0,126
6.	Ventiliacijos, apšvietimo ir kitos sistemos	-	0,5	1,35	0,675
Nuolatinė apkrova:		$G_k=1,044$		-	$G_d=1,375$
Kabančiosios konstrukcijos ir įrengimai (pridedama į apatinę santvaros juostą)					
7.	Ventiliacijos, apšvietimo, lubų, sprinklerinės ir kitos sistemos	-	0,2	1,35	0,27
Nuolatinė apkrova (viršutinė ir apatinė juostos):		$G_k=1,244$		-	$G_d=1,645$
8.	Kintama apkrova: Sniegas (I sniego apkrovos rajonas)		1,2	1,3	1,56
9.	Naudojimo apkrova: H kategorija-stogas		0,4	1,3	0,52
Suminė apkrova, veikianti santvarą: $G_{d1} =$					3,725

Stogo šilumos perdavimo koef. $U_r = 0,20$ W/(K·m²), pagal STR 2.05.01:2013 atitinka norminį šilumos perdavimo koeficientą B energetinio naudingumo prekybos paskirties pastatui $U_r = 0,20 \frac{W}{K \cdot m^2} \leq U_{r.N} = 0,25 \frac{W}{K \cdot m^2}$.

Apskaičiuojant skaičiuojamąsias apkrovas, vartojamas pastato paskirties koeficientas $\gamma_n = 1,05$. Tuomet denginį veikianti apkrova bus lygi:

$$g_{stogo,n} = 1,044 \cdot 1,05 = 1,096 \text{ kN/m}^2 \quad (2.2.1)$$

Tolygiai išskirstyta apkrova ant santvaros apskaičiuojama pagal formulę:

$$g_{sant} = g_{stogo} \cdot b = 1,096 \cdot 6 = 6,58 \text{ kN/m} \quad (2.2.2)$$

Čia: g_{sant} – skaičiuojamoji santvaros apkrova kN/m ;

b – santvarų žingsnis 6 m.

Rėmo koloną veikia šios pastovios apkrovos: rėmo santvaros apkrova, posantvarių apkrova, sienų, pačios kolonos svoris.

Rėmo santvaros atraminė reakcija:

$$G_{sant} = (g_{sant} \cdot B)/2 = (6,58 \cdot 24,73)/2 = 81,36 \text{ kN} \quad (2.2.3)$$

$$G_{sant} = 81,36 + (19,68 \cdot 1,05)(\text{nuosavas santvaros svoris}) = 102,02 \text{ kN}$$

Posantvarės svoris:

$$g_{posant} = 9,55 \cdot 1,05 = 10,03 \text{ kN} \quad (2.2.4)$$

Posantvarių reakcija:

$$G_{posant} = G_{sant} + g_{posant} = 102,02 + 10,03 = 112,05 \text{ kN} \quad (2.2.5)$$

Pusės rėmo santvaros atraminė reakcija:

$$G_{sant} = ((g_{sant} \cdot B)/2)/2 = ((6,58 \cdot 24,73)/2) = 40,68 \text{ kN} \quad (2.2.6)$$

$$G_{sant} = 40,68 + ((19,68/2) \cdot 1,05)(\text{nuosavas santvaros svoris}) = 51,01 \text{ kN}$$

„Sandwich“ tipo sieninės plokštės. Naudodami šias mažu šiluminio laidumo koeficientu, puikiu atsparumu ugniai ir energijos vartojimo efektyvumu pasižyminčias plokštes su PIR šerdimi galime sumažinti šildymo sąnaudas ir užtikrinsite geresnę priešgaisrinę saugą.

Šios plokštės tvirtinimo elementai paslėpti, todėl fasadas sukuriamas naudojant gerokai mažiau jungiamųjų lankstinių, palyginti su plokštėmis, kurios tvirtinamos naudojant standartinius tvirtinimo elementus.

Panaudojimas: išorinėms sienoms.



2.6 pav. Sienos detalės konstrukcijos pjūvis

Šerdis medžiaga:	PIR
Dengiamas / bendrasis plotis (mm):	1000 / 1050
Ilgis (m):	2–18,5
Išorės lakšto storis (mm):	0,50
Vidinio paviršiaus storis (mm):	0,40
Degumo klasė:	B-s1, d0 (plokštėms su tarpinėmis - B-s2, d0), kai storis 100-120 mm; B-s2, d0, kai storis 60-80 mm.

2.7 pav. „Sandwich“ sienos savybės

Storis (mm)	60	80	100	120
Svoris (kg/m ²)	10,4	11,2	12,0	12,8
U reikšmė (W/m ² K)	0,39	0,26	0,21	0,17
Garso izoliavimas Rw (dB)	24	24	24	24
Sienos atsparumo ugniai reikšmės ir maksimali tarpatramio horizontalioji / vertikalioji padėtis (m):				
EI15 (viduje)	-	4/4	7/8.8	7/8.8
EW30 (viduje)	3/3	3/3	3/3	3/3
EI15 (išorėje)	4/4	4/4	4/4	4/4
EW30 (išorėje)	4/4	4/4	4/4	4/4

2.8 pav. „Sandwich“ plokštės ypatybės pagal storį

Sienos aukštis:

$$h_w = 8,0 \text{ m} \quad (2.2.7)$$

Sienos svorio apkrova į koloną:

$$G_w = 0,009807 \cdot g_2 \cdot b \cdot h_w \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n =$$

$$= 0,009807 \cdot 12 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 1,35 \cdot 1,05 = 8 \text{ kN} \quad (2.2.8)$$

Čia: γ_f – vidutinis apkrovos patikimumo koeficientas ($\approx 1,35$);

$g_2 = 12 \text{ kg/m}^2$ – plokštės svoris;

$b = 6 \text{ m}$ – atstumas tarp santvarų;

h_w – bendras sienos aukštis;

$\gamma_n = 1,05$ – pastato paskirties koeficientas.

2.3. Sniego apkrova

Sniego apkrovos į stogo horizontaliąją projekciją charakteri stinė reikšmė nustatoma pagal formulę:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \quad (2.3.1)$$

Čia: s_k – sniego dangos ant 1 m^2 horizontaliojo žemės paviršiaus svorio charakteristinė reikšmė; $s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$ – Kauno mieste;

μ - stogo sniego apkrovos formos koeficientas imamas pagal 158.P – 162.P punktus:

C_e - atodangos koeficientas kurio reikšmė paprastai imama 1,0:

C_t - terminis koeficientas, priklausantis nuo energijos nuostolių per stogą ar kitos terminės įtakos. Terminis koeficientas turi būti panaudojamas, kai atsižvelgiama į dėl tirpimo sumažėjusią sniego apkrovą ant stogo, turinčio didelį šiluminį laidumą ($> 1 \text{ W/m}^2\text{K}$). Visais kitais atvejais $C_t = 1,0$.

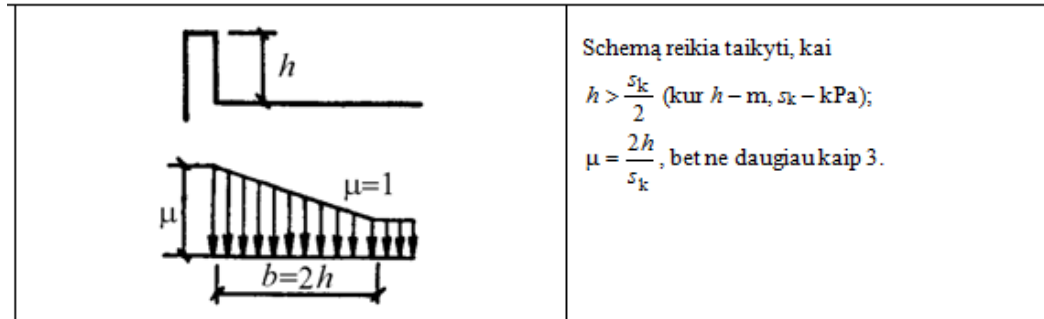
Sniego apkrovos charakteringosios reikšmės priimtos skaičiavimuose: Sniego apkrovos schemas ir koeficientai μ priimti pagal STR 2.05.04:2003, 2 priedas, 1 lentelė.

1) zonose, kur parapetai ir įlajos:

$s_1 = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,56 \text{ kPa}$ (apkrova dedama $b=1,5 \text{ m}$ atstumu nuo krašto);

$$h > 1,2 : 2 = 0,6;$$

$$b = 2 \cdot 0,75 = 1,5 \text{ m}.$$

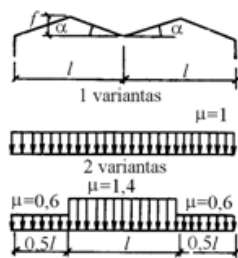


2.9 pav. Schema parapetui

2) zonose, kur nesusidaro sniego maišai:

$$s_2 = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,2 \text{ kPa};$$

Dviejų tarpusių ir daugiatarpsniai statiniai su dvišlaičiais stogais



2 variantas taikomas, kai $\alpha \geq 15^\circ$.

2.10 pav. Schema parapetui

2.4. Vėjo apkrova

Projektuojamas pastatas stovi vietovėje, kuri priklauso I-ajam vėjo apkrovos rajonui $v_{ref,0} = 24 \text{ m/s}$. Vertinant vėjo apkrovą apskaičiuojamas vėjo slėgis į pastatą, kurio aukštis h iki 10,0 m, ilgis $l = 59,96 \text{ m}$, plotis $b = 58,46 \text{ m}$. Miesto tipo vietovė užstatyta aukštesnėmis nei 25 m aukščio statiniais. Pagal tai parenkamas vietovės tipas (C). Išskiriami du apkrovimo variantai, pirmuoju atveju įvertinami aerodinaminiai koeficientai c_e , c_{e1} , c_{e2} , c_{e3} į šoninius paviršius ir į stogo konstrukcijas, antruoju atveju stogo kampas mažesnis kaip 15° , todėl vėjo apkrova į stogo konstrukcijas nevertinama.

$$v_{ref} = C_{DIR} \cdot C_{TEM} \cdot C_{ALT} \cdot v_{ref,0} \quad (2.3.2)$$

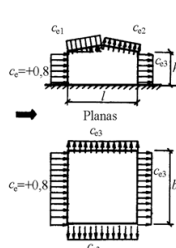
Čia: $v_{ref,0}$ – vėjo greičio pagrindinė atskaitinė reikšmė;

C_{DIR} – krypties koeficientas, lygus 1,0, jeigu nenurodyta kitaip;

C_{TEM} – laikotarpio (sezono) koeficientas, lygus 1,0, jeigu nenurodyta kitaip;

C_{ALT} – aukščio virš jūros lygio koeficientas, lygus 1,0, jeigu nenurodyta kitaip.

Vėjo apkrovos schemas ir aerodinaminiai koeficientai

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

2.11 pav. Vėjo apkrovų schemas

Atskaitinis vėjo slėgis q_{ref} nustatomas taikant formulę:

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} \cdot v_{ref}^2 \quad (2.3.3)$$

Čia: v_{ref}^2 - atskaitinis vėjo greitis; ρ - oro tankis = 1,25 kg/m³.

$$q_{ref} = 0,36 \text{ kN/m}^2 \quad (2.3.4)$$

Vidutinė slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamoji w_{me} apskaičiuojama, taikant išraišką:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e \quad (2.3.5)$$

Nustatant vėjo apkrovos dedamąją w_{me} , būtina taikyti aerodinaminio koeficiento reikšmę išoriniam slėgiui c_e . Tarpinės apkrovos reikšmės suinterpoliavus: $c_{e1} = -0,19$; $c_{e2} = -0,4$; $c_{e3} = -0,4$. Kadangi projektuojamo pastato aukštis 8,00 m, tai $c(z) = 0,4$, o priimtos vietovės tipas C – miestų rajonai užstatyti aukštesniais kaip 25 m statiniais.

Koeficientai $c(z)$, įvertinantys vėjo slėgio pokytį pagal aukštį

Aukštis z , m	Koeficientai $c(z)$ vietovės tipams		
	A	B	C
≤5	0,75	0,5	0,4
10	1,0	0,65	0,4

2.12 pav. Koeficiento $c(z)$ nustatymo lentelė pagal pastato aukštį ir vietovės tipą iš (STR 2.05.04:2003, 12.1 lentelė)

Aukštesniems stogams:

$$w_{me}^{ce} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,4 \cdot (0,8) = 0,1152 \text{ (kN/m}^2\text{)};$$

$$w_{me}^{ce3} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,4 \cdot (-0,4) = -0,0576 \text{ (kN/m}^2\text{)};$$

$$w_{me}^{ce1} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,4 \cdot (-0,19) = -0,02736 \text{ (kN/m}^2\text{)};$$

$$w_{me}^{ce2} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,4 \cdot (-0,4) = -0,0576 \text{ (kN/m}^2\text{)}.$$

Programos aplinkoje savojo svorio ir apskaičiuotomis apkrovomis apkraunamas pastatas, gaunamos įrašos konstrukciniuose elementuose.

2.5. Veikiančių apkrovų deriniai

Siekiant nustatyti santvareje veikiančias įrašas sudaromi deriniai nuo anksčiau paminėtų apkrovų. Atskiruose deriniuose yra įvertinamos savojo svorio, naudojimo, sniego ir vėjo apkrovos. Iš viso sudaryti 18 derinių, 10 iš jų saugos ribinio būvio ir 5 tinkamumo ribinio būvio. Dalinio patikimumo koeficientas nuolatinėms apkrovoms $\gamma_{G,j} = 1,35$, kintamosioms

$\gamma_{Q,i} = 1,50$. Koeficientas $\psi_{0,1} = 0,7$ naudojamas įvertinti sniego apkrovas ir $\psi_{0,1} = 0,6$, kai naudojamas įvertinti vėjo apkrovas, kuomet šie poveikiai laikomi kintamaisiais poveikiais, o deriniai charakteristiniais. Deriniai buvo sudaryti kompiuterine programa „Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015“. Pagal sudarytą skaičiuojamąją santvaros schemą programa buvo rasti pavojingiausiai deriniai, kurioje nors konstrukcijos dalyje sukeldavo maksimalias įrašas, kurios buvo naudojamos tolimesniuose skaičiavimuose.

Combinations	Name	Analysis type	Combination type	Case nature	Definition
4 (C)	ULS/1=1*1.35 + 3*1.50 + 2*0.75	Linear Combination		Structural	1*1.35+3*1.50+2*0.75
5 (C)	ULS/2=1*1.35 + 3*1.50	Linear Combination		Structural	1*1.35+3*1.50
6 (C)	ULS/3=1*1.35	Linear Combination		Structural	1*1.35
7 (C)	ULS/4=1*1.00 + 3*1.50 + 2*0.75	Linear Combination		Structural	1*1.00+3*1.50+2*0.75
8 (C)	ULS/5=1*1.00 + 3*1.50	Linear Combination		Structural	1*1.00+3*1.50
9 (C)	ULS/6=1*1.00	Linear Combination		Structural	1*1.00
10 (C)	ULS/7=1*1.35 + 3*0.90 + 2*1.50	Linear Combination		Structural	1*1.35+3*0.90+2*1.50
11 (C)	ULS/8=1*1.35 + 2*1.50	Linear Combination		Structural	1*1.35+2*1.50
12 (C)	ULS/9=1*1.00 + 3*0.90 + 2*1.50	Linear Combination		Structural	1*1.00+3*0.90+2*1.50
13 (C)	ULS/10=1*1.00 + 2*1.50	Linear Combination		Structural	1*1.00+2*1.50
14 (C)	SLS:CHR/1=1*1.00 + 3*1.00 + 2*0.50	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+3)*1.00+2*0.50
15 (C)	SLS:CHR/2=1*1.00 + 3*1.00	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+3)*1.00
16 (C)	SLS:CHR/3=1*1.00	Linear Combination	SLS:CHR	dead	1*1.00
17 (C)	SLS:CHR/4=1*1.00 + 3*0.60 + 2*1.00	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2)*1.00+3*0.60
18 (C)	SLS:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00	Linear Combination	SLS:CHR	dead	(1+2)*1.00

2.13 pav. Apkrovų deriniai sukurti „Autodesk Robot Structural Analysis Professional“ kompiuteriniu programiniu paketu

Bendruoju atveju pastato konstrukciją veikiančios apkrovos pateiktos 1.5 lentelėje.

2.5 lentelė. Rėmą veikiančios apkrovos

Apkrovos žymuo programoje	Apkrovos apibūdinimas
(DL1)	Nuolatinė apkrova (savasis skaičiuojamų konstrukcijų svoris, savasis sienų ir denginio savasis svoris)
(SN1)	Sniego apkrova
(WIND1)	Vėjo apkrova

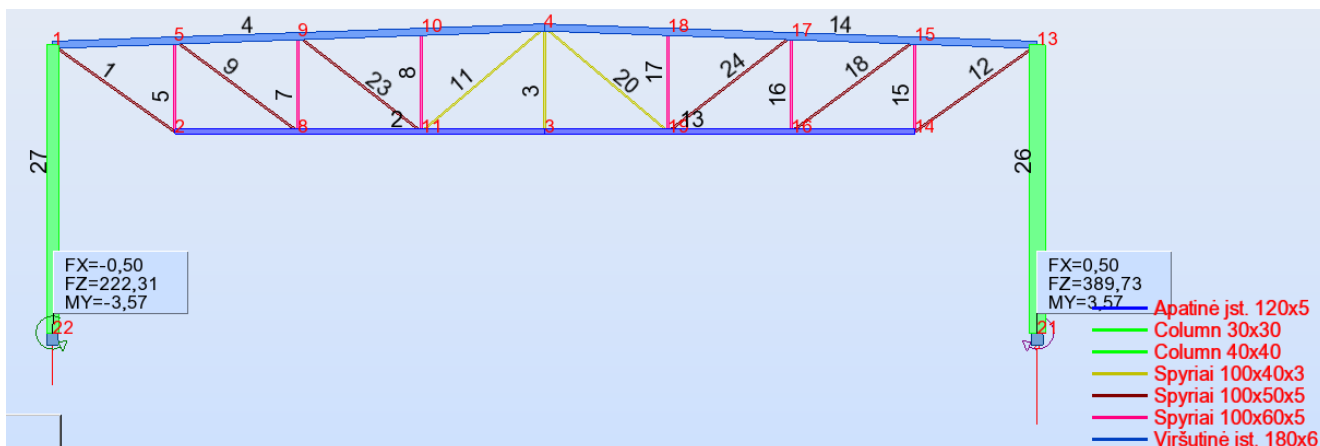
2.6 lentelė. Poveikių skaičiuotinių reikšmių išraiškos

Ilgalaikė ir trumpalaikė skaičiuotinės situacijos	Nuolatiniai poveikiai		Vyraujantysis kintamasis poveikis *	Kartu veikiantys kintamieji poveikiai	
	Nepalankūs	Palankūs		Pagrindinis (jei yra)	Kiti
(6.10) išraiška	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,i} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

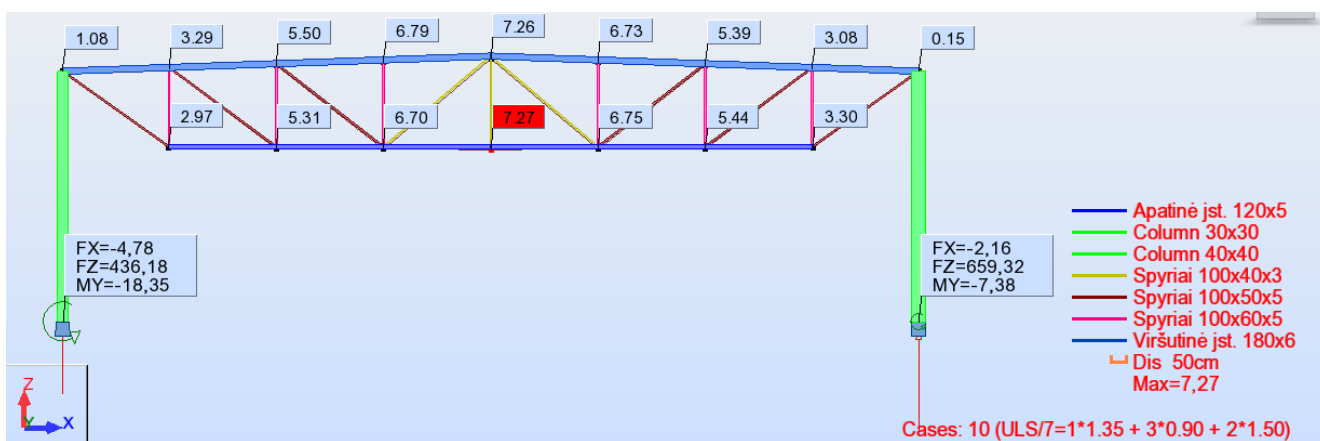
Rekomenduojami dalinių koeficientų reikšmės pagal Reglamento [5] 3 lentelę: $\gamma_{Gj,sup} = 1,35$; $\gamma_{Gj,inf} = 1,0$; $\gamma_{Q,1} = 1,50$, kai poveikis nepalankus ($\gamma_{Q,1} = 0$, kai palankus).

Šiuo atveju mus domina nepalankiausias derinys (ULS – saugos ribinis būvis rėmo skaičiavimams). Nepalankiausias derinys bus gaunamas tuomet, kai pastatą veikia savasis svoris ir vyraujantis poveikis (sniegas ar vėjas) bei kartu veikiantis poveikis.

2.6. Rėmo skaičiuotinė schema

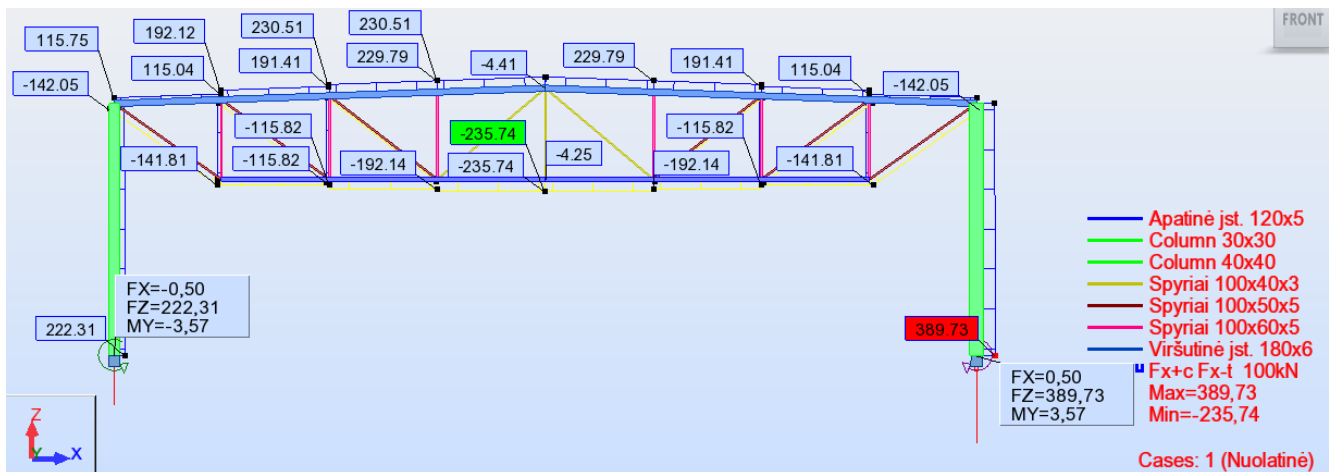


2.14 pav. Pastato skersinis skaičiuojamasis rėmas 2D ir elementų žymėjimas

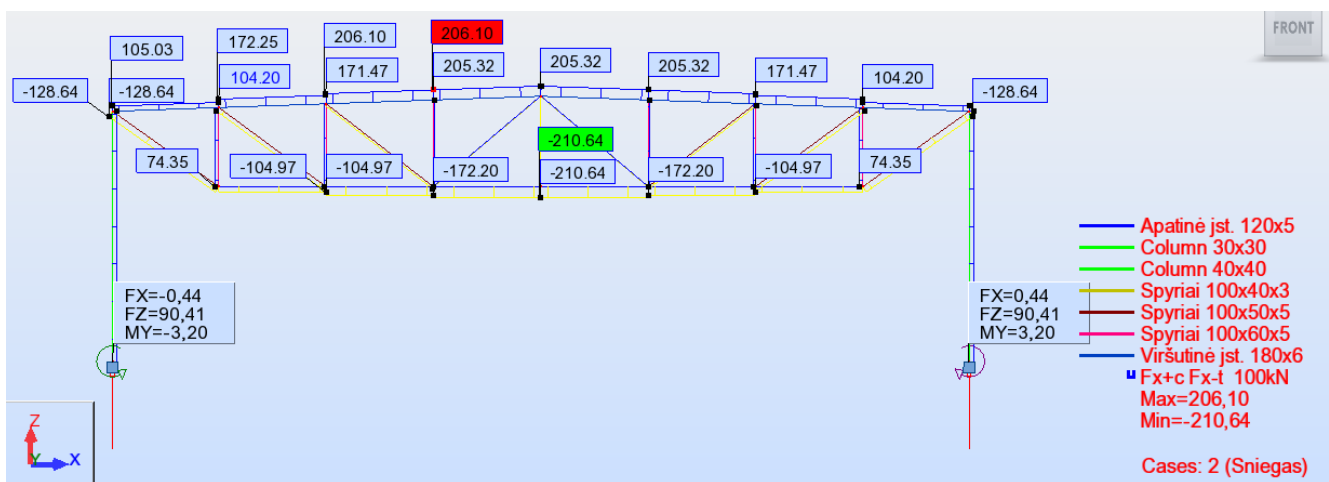


2.15 pav. Maksimalūs poslinkiai nuo charakteristinio derinio D7: $ULS/7=1 \times 1.35 + 3 \times 0.90 + 2 \cdot 1.50$

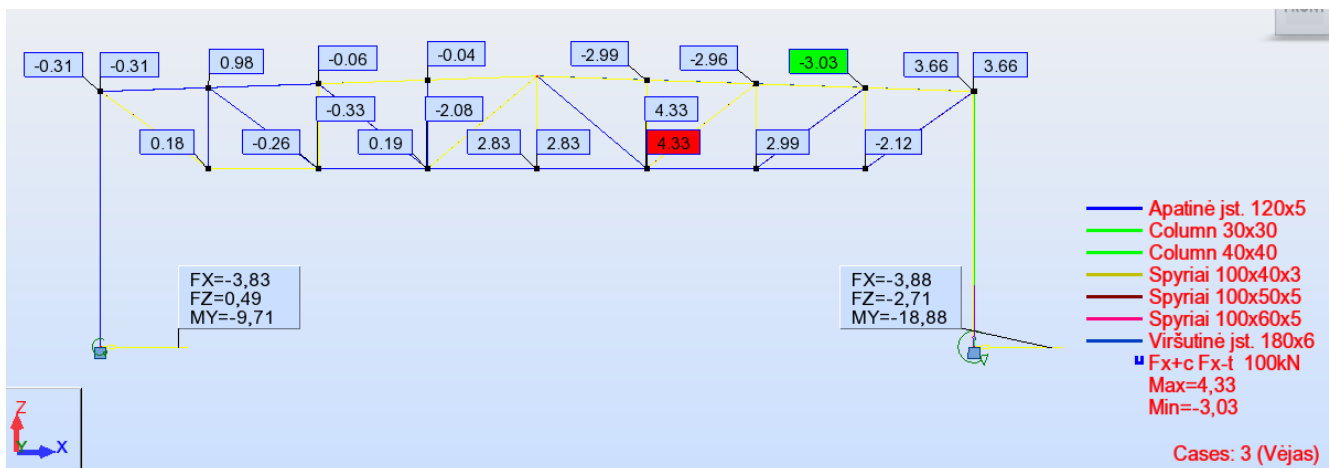
Kaip matyti iš 2.15 pav., horizontalūs poslinkiai pagal pavojingiausią derinį yra 72,7 mm. Iš kompiuterinės programos „Autodesk Robot Structural Analysis 2014“ duomenų sudarome ašinių, skersinių jėgų ir lenkimo momentų diagramas nuo charakteristinių apkrovų.



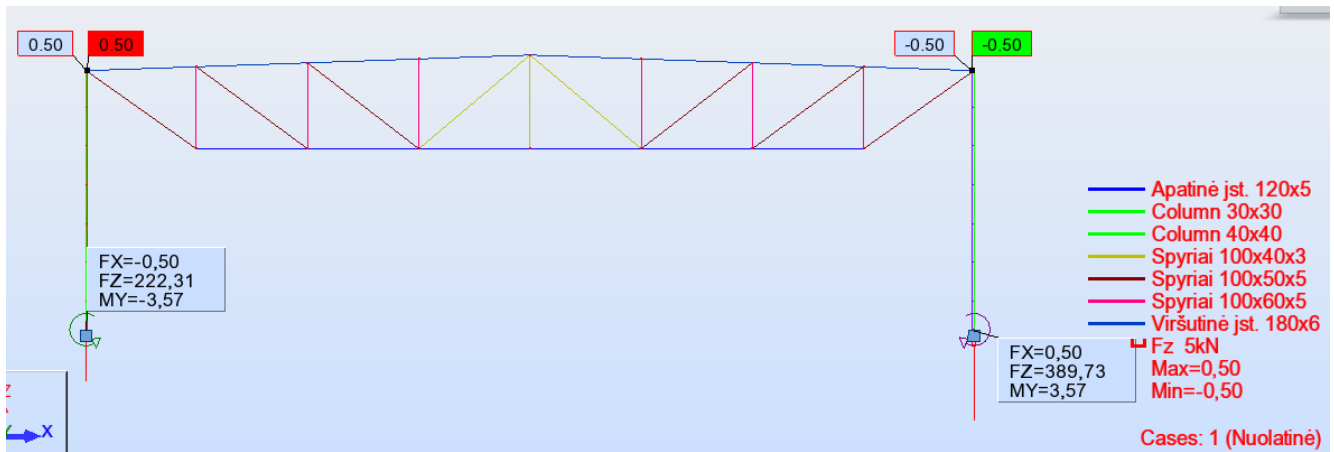
2.16 pav. Charakteristinių jėgų diagrama: Ašinė jėga N_{Ek} nuolatinės apkrovos



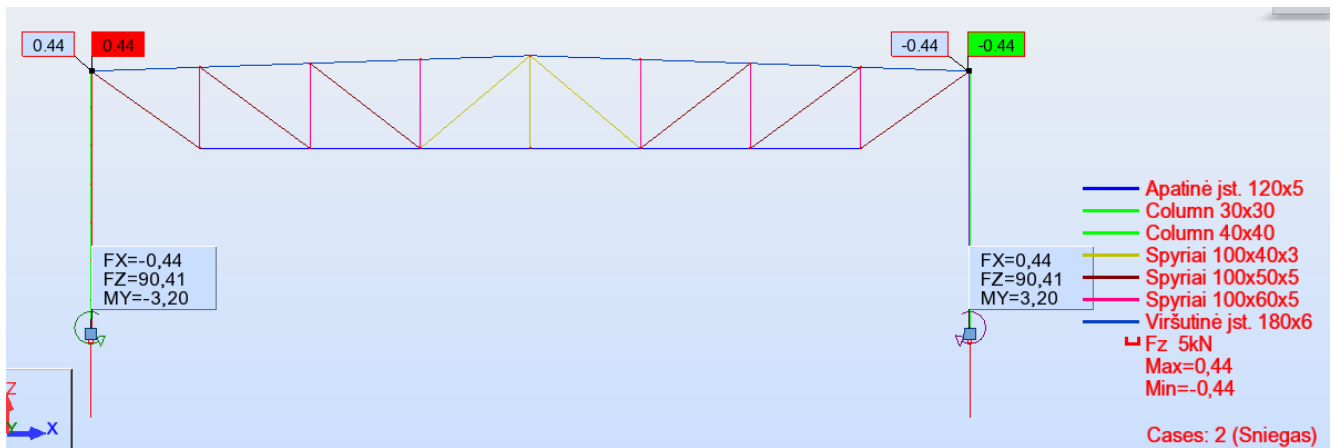
2.17 pav. Charakteristinių jėgų diagrama: Ašinė jėga N_{Ek} nuo kintamos sniego apkrovos



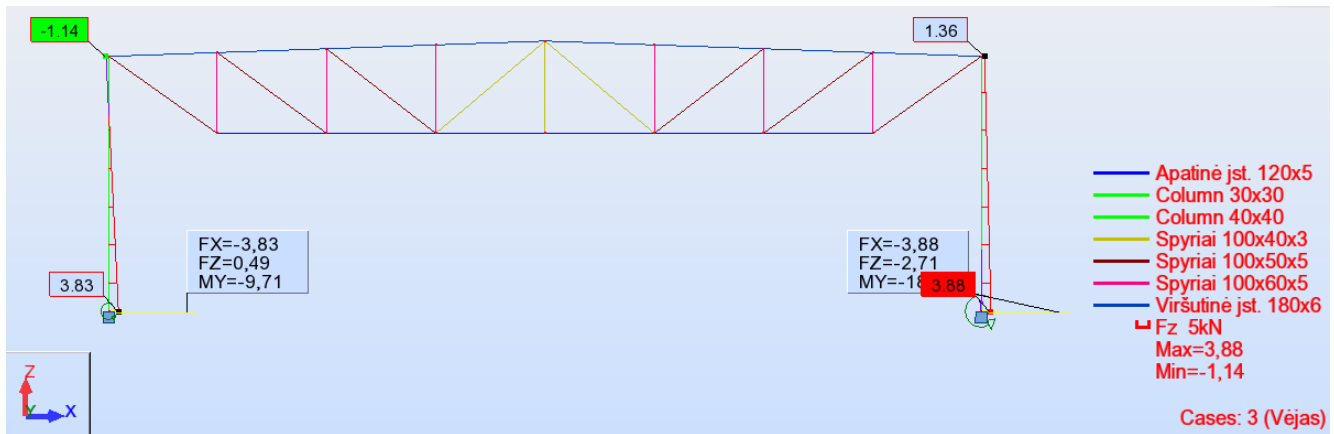
2.18 pav. Charakteristinių jėgų diagrama: Ašinė jėga N_{Ek} nuo kintamos vėjo apkrovos



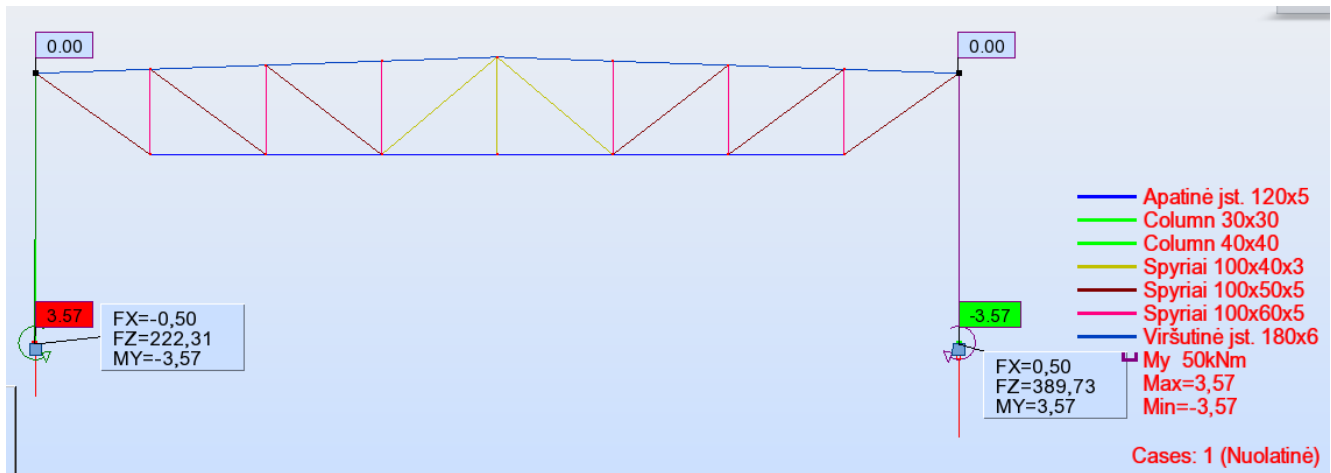
2.19 pav. Charakteristinių jėgų diagrama: Skersinė jėga V_{Ek} nuolatinės apkrovos



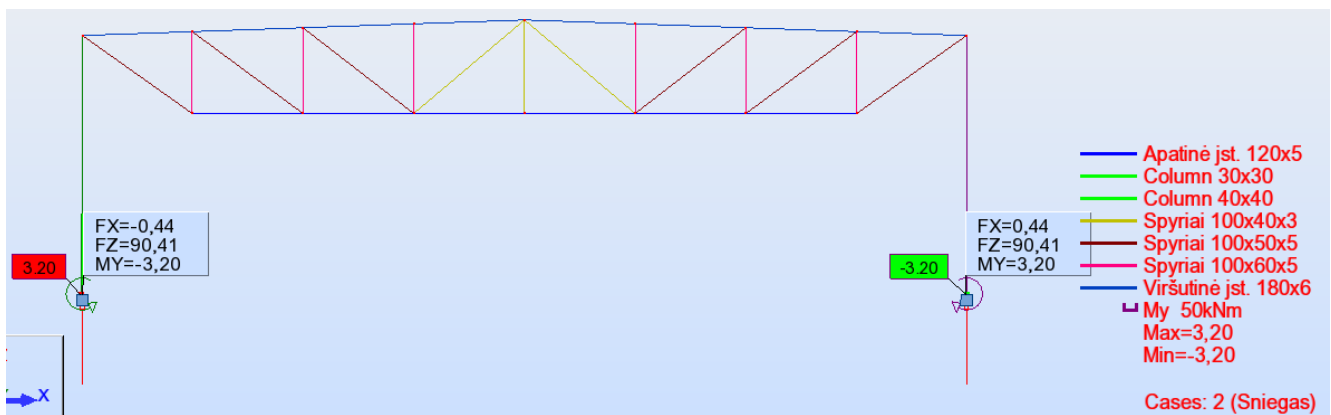
2.20 pav. Charakteristinių jėgų diagrama: Skersinė jėga V_{Ek} kintamos sniego apkrovos



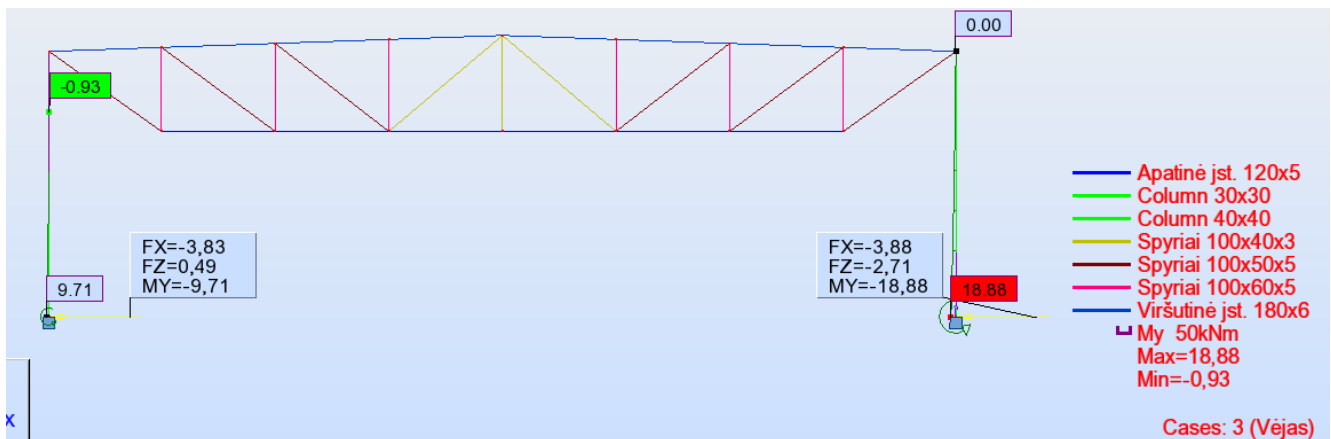
2.21 pav. Charakteristinių jėgų diagrama: Skersinė jėga V_{Ek} kintamos vėjo apkrovos



2.22 pav. Charakteristinių jėgų diagrama: Lenkimo momentai M_{Ek} nuolatinės apkrovos



2.23 pav. Charakteristinių jėgų diagrama: Lenkimo momentai M_{Ek} kintamos sniego apkrovos



2.24 pav. Charakteristinių jėgų diagrama: Lenkimo momentai M_{Ek} kintamos vėjo apkrovos

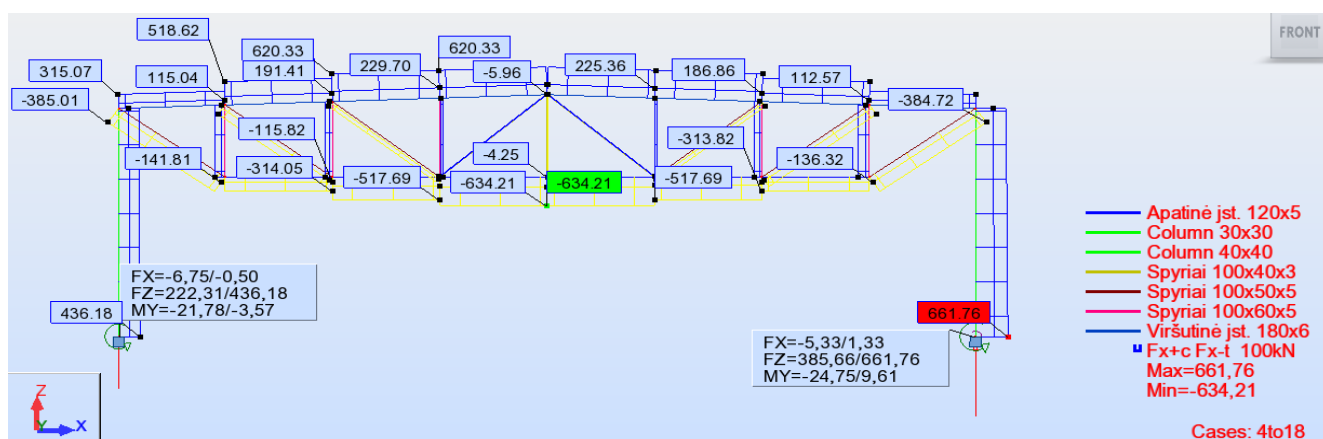
2.7. Santvaros elementų skaičiavimas

Santvaros elementai projektuojami iš kvadratinių ir stačiakampių tuščiavidurių, šaltai formuotų konstrukcinių vamzdinių profilių. Elementų parinkimas atliekamas kompiuterine

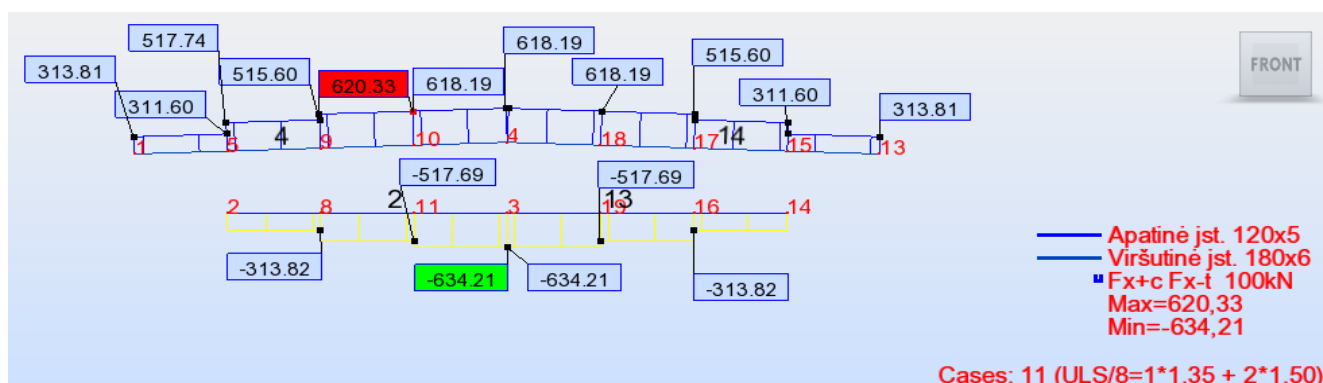
skaičiavimo programa „Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2014“. Skaičiavimai atliekami pagal standartą Reglamentą [6].

Kadangi ant viršutinės juostos remiamas profiliuotas paklotas tai viršutinė juosta bus parenkama, kai veikia ašinė gniuždanti jėga ir lenkimo momentas. Apatinė santvaros juostą reikia skaičiuoti kaip tempiamą elementą, o kitus santvaros elementus t. y. spyrius, parinksiu atsižvelgiant į statybinės mechanikos prielaidas, pagal idealizuotą skaičiuojamąją schemą, kaip centriškai gniuždomų/tempiamų elementų. Santvarą veikiančios maksimalios įrašos pateiktos žemiau esančiuose paveikslėliuose.

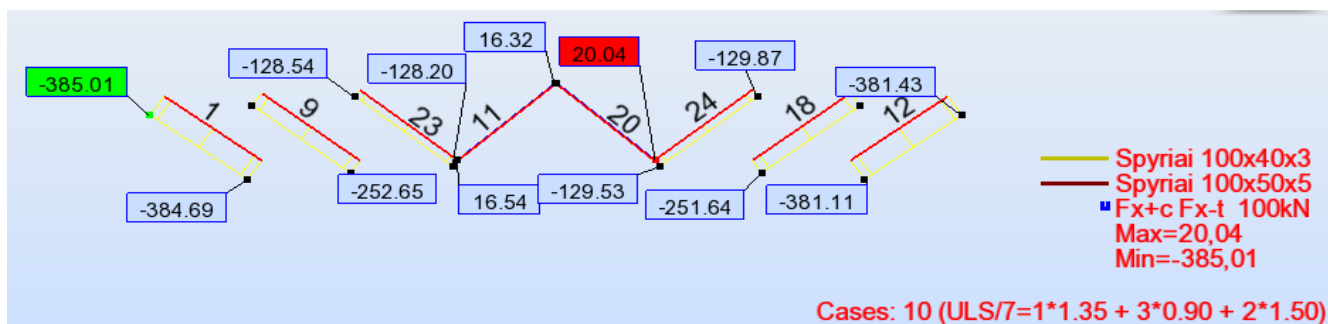
Viršutinė ir apatinė santvaros juostos pasvirusios ir su horizontale sudaro 2° kampą. Projektuojamos santvaros aukštis $h=2,605\text{ m}$, tinkelio spyriai projektuojami iš kvadratinio ir stačiakampio skerspjūvio tuščiavidurių vamzdžių S355 klasės metalo, į apatinę juostą pasvirę nuo $35,4^\circ$ iki $40,3^\circ$ kampais. Elementai sugrupuoti į grupes, joms priskiriami skerspjūviai, kuriuos tikriname stiprumo sąlygai.



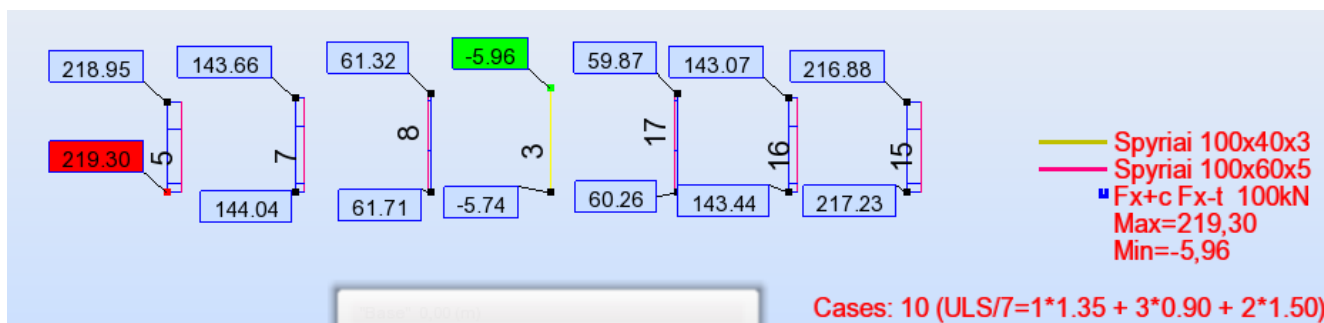
2.25 pav. Rėmo ašinių jėgų diagrama N nuo pavojingiausių derinių ir atraminės reakcijos



2.26 pav. Santvaros saugos ribinio būvio nuo pavojingiausio derinio Nr. 8 Fx ašyje veikiančių įrašų, viršutinės ir apatinės juostų diagrama: $ULS/8=1 \times 1.35 + 2 \times 1.50$



2.27 pav. Santvaros saugos ribinio būvio nuo pavojingiausio derinio Nr. 7 Fx ašyje veikiančių įrašų, spyrių diagrama: $ULS/7=1 \times 1.35 + 3 \times 0.90 + 2 \times 1.50$



2.28 pav. Santvaros saugos ribinio būvio nuo pavojingiausio derinio Nr. 7 Fx ašyje veikiančių įrašų, spyrių diagrama: $ULS/7=1 \times 1.35 + 3 \times 0.90 + 2 \times 1.50$

2.7.1. Santvaros viršutinės juostos projektavimas

Pagal pavojingiausią derinį COMB8 viršutinė santvaros juosta veikiama gniuždančios ašinės jėgos $N_{Ed} = 622,81 \text{ kN}$. Santvaros viršutinė juosta projektuojama iš šaltojo formavimo kvadratinų vamzdinių profilių $180 \times 180 \times 6 \text{ mm}$, kurie atitinka standartą EN 10219:1997, o charakteristikos: skerspjūvio plotas $A = 40,8 \text{ cm}^2$; skerspjūvio atsparumo momentai $W_{el} = W_{el,y} = 226 \text{ cm}^3$; inercijos spindulys $i = i_y = 7,06 \text{ cm}$. Plieno klasė S355, $f_y = 355 \text{ MPa}$. Profiliai tarpusavyje jungiami juos virinant be papildomų mazginių lakštų. Profilių paviršius nuvalomas, apdorojamas korozija stabdančiais preparatais, gruntuojami ir dažomi projekte numatyta spalva. Kadangi santvaros ilgis ~24,7 metrų, santvara turės jungimą ties viduriu.

Matmenys	Sienelės storis	Kampo spindulys	Masė 1 m	Skerspjūvio plotas	Skerspjūvio inercijos momentas	Sukimosi spindulys	Sekcijos modulis	Plastiškumo modulis	Susisukimo konstanta	Sekcijos paviršiaus plotas		
		Išorinis Vidinis						Inercija Modulis				
b	t	r1	r2	M/m	A	I	r	Z	S	J	C	As
mmxmm	mm	mm	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ³	m ² /m
180	6	12	6	32.1	40.8	2037	7.06	226	264	3223	340	0.699

2.29 pav. Kvadratinų šaltai temptų vamzdžių specifikacija, techninės charakteristikos EN 10219:1997 [11]

Skaičiuotinis elemento stipris pagal Reglamento [6] 6.3 lentelę:

$$f_{y,d} = \frac{f_{y,d}}{\gamma_M} = \frac{355}{1,1} = 322,73 \text{ MPa.} \quad (2.7.1)$$

Saugos ribinio būvio tikrinimas rėmo plokštumoje.

Skaičiuojamasis santvaros viršutinės juostos ilgis tarp tvirtinimo taškų pagal Reglamento [7] 7.1 lentelę: $l_{eff,y} = l = 3,09 \text{ m}$.

Tikrinant centriškai tempiamojo arba gniuždomojo elemento bet kurio skerspjūvio stiprumą, turi būti tenkinama sąlyga Reglamento [6] 7.3 formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0 \quad (2.7.2)$$

Čia: N_{Ed} – skaičiuotinė ašinės jėgos reikšmė;

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

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &= A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 40,8 \cdot 10^{-4} \cdot 322,73 \cdot 10^3 \cdot 0,90 = \\ &= 1185,05 \text{ kN} \end{aligned} \quad (2.7.3)$$

$$\frac{N_{E,d}}{N_{pl,Rd}} = \frac{625,08 \text{ kN}}{1185,05 \text{ kN}} = 0,526 < 1,0 \quad (2.7.4)$$

Išvada: sąlyga tenkinama.

Centriškai gniuždomi elementai turi tenkinti sąlygą:

$$\frac{N_{E,d}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0. \quad (2.7.5)$$

Čia: $N_{c,RD}$ – gniuždomo elemento pastovumo atsparis.

Gniuždomo elemento pastovumo atsparis skaičiuojamas pagal formulę:

$$N_{c,Rd} = \varphi \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c; \quad (2.7.6)$$

Čia: φ – klupumo koeficientas;

A – skerspjūvio plotas;

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

γ_c – elemento darbo sąlygų koeficientas [6] 7.1 lentelė.

Elemento liaunis:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff,y}}{i_y} = \frac{309}{7,06} = 43,77; \quad (2.7.7)$$

Sąlyginis elemento liaunis:

$$\bar{\lambda} = \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 43,77 \cdot \sqrt{\frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210}} = 1,716 < 2,5; \quad (2.7.8)$$

Čia: E – plieno tamprumo modulis, randamas pagal Reglamento [6] 6.4 lentelę, $E = 210 \text{ GPa}$.

Centriškai gniuždomo elemento klupumo koeficiento φ reikšmė apskaičiuojama pagal formulę, kai $0 < \bar{\lambda} \leq 2,5$:

$$\varphi = 1,0 - \left(0,073 - 5,53 \cdot \frac{f_{y,d}}{E}\right) \bar{\lambda} \cdot \sqrt{\bar{\lambda}} = 1,0 - \left(0,073 - 5,53 \cdot \frac{322,73}{2,1 \cdot 10^5}\right) 1,716 \cdot \sqrt{1,716} = 0,855; \quad (2.7.9)$$

Tuomet atsparis:

$$N_{c,Rd} = 0,82 \cdot 40,8 \cdot 10^{-4} \cdot 322,73 \cdot 10^3 \cdot 0,9 = 1013,26 \text{ kN}; \quad (2.7.10)$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{N_{c,Rd} - N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \cdot 100\% = \frac{1013,26 - 622,81}{1013,26} \cdot 100\% = 38,53 \% \quad (2.7.11)$$

Santvaros viršutinės juostos ribinis liaunis pagal Reglamento [6] 7.18 lentelę:

$$\begin{aligned} \lambda &\leq \lambda_u \\ \lambda_u &= 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,615 = 143,12; \\ \alpha &= \frac{N_{E,d}}{N_{c,Rd}} = \frac{622,81}{1013,26} = 0,615; \\ \lambda &= 43,77 \leq \lambda_u = 143,12. \end{aligned} \quad (2.7.12)$$

Išvada: viršutinės juostos atsparis rėmo plokštumoje pakankamas. Atsarga 38,53 %, tačiau ekonomiškumo kriterijai netenkinami ($\Delta = 38,53\% > 5\%$). Liaunis neviršija ribinio liaunio. Santvaros viršutinė juosta parinkta tinkamai, bet norint ją padaryti ekonomiško išnaudojimo, reikėtų keisti skerspjūvį vamzdinio profilio, mažinti sienelės storį ar plieno stiprumo pagal takumą klasę, arba nuimti statramsčius. Keisti negalime dėl tikrinimo sąlygos iš rėmo plokštumos.

Saugos ribinio būvio tikrinimas iš rėmo plokštumos.

Skerspjūvio atsparumo momentai $W_{el,z} = 226 \text{ cm}^3$; inercijos spindulys $i_z = 7,06 \text{ cm}$. Skaičiuojamasis santvaros viršutinės juostos ilgis tarp tvirtinimo taškų pagal Reglamento [7] 7.1 lentelę: $l_{eff,z} = l_1 = 6,18 \text{ m}$.

Centriškai gniuždomi elementai turi tenkinti sąlygą:

$$\frac{N_{E,d}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0. \quad (2.7.13)$$

Čia: $N_{c,RD}$ – gniuždomo elemento pastovumo atsparis.

Gniuždomo elemento pastovumo atsparis skaičiuojamas pagal formulę:

$$N_{c,Rd} = \varphi \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c \quad (2.7.14)$$

Čia: φ – klupumo koeficientas;

A - skerspjūvio plotas;

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

γ_c – elemento darbo sąlygų koeficientas [6] 7.1 lentelė.

Elemento liaunis:

$$\lambda_z = \frac{l_{eff,z}}{i_z} = \frac{618}{7,06} = 87,54; \quad (2.7.15)$$

Sąlyginis elemento liaunis:

$$\bar{\lambda} = \lambda_z \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 87,54 \cdot \sqrt{\frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210}} = 3,43 > 2,5 \quad (2.7.16)$$

Čia: E – plieno tamprumo modulis, randamas pagal Reglamento [6] 6.4 lentelę, $E = 210 \text{ GPa}$.

Centriškai gniuždomo elemento klupumo koeficiento φ reikšmė apskaičiuojama pagal formulę, kai $2,5 < \bar{\lambda} \leq 4,5$:

$$\begin{aligned} \varphi &= 1,47 - 13,0 \frac{f_{y,d}}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{f_{y,d}}{E} \right) \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{f_{y,d}}{E} \right) \bar{\lambda}^2 \\ &= 1,47 - 13,0 \cdot \frac{322,73}{2,1 \cdot 10^5} \\ &\quad - \left(0,371 - 27,3 \cdot \frac{322,73}{2,1 \cdot 10^5} \right) \cdot 3,43 \\ &\quad + \left(0,0275 - 5,53 \cdot \frac{322,73}{2,1 \cdot 10^5} \right) \cdot 3,43^2 = 0,545 \end{aligned} \quad (2.7.18)$$

Tuomet atsparis:

$$N_{c,Rd} = 0,545 \cdot 40,8 \cdot 10^{-4} \cdot 322,73 \cdot 10^3 \cdot 0,9 = 645,42 \text{ kN}; \quad (2.7.19)$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{N_{c,Rd} - N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \cdot 100\% = \frac{645,42 - 622,81}{645,42} \cdot 100\% = 3,50\% \quad (2.7.20)$$

Santvaros viršutinės juostos ribinis liaunis pagal Reglamento [6] 7.18 lentelę:

$$\begin{aligned} \lambda &\leq \lambda_u \\ \lambda_u &= 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 1,036 = 117,80; \\ \alpha &= \frac{N_{E,d}}{N_{c,Rd}} = \frac{622,81}{645,42} = 1,036; \\ \lambda &= 87,54 \leq \lambda_u = 117,82 \end{aligned} \quad (2.7.21)$$

Išvada: viršutinės juostos atsparis rėmo plokštumoje pakankamas. Atsarga 3,50%, ekonomiškumo kriterijai taip pat tenkinami ($\Delta = 3,50\% < 5\%$). Liaunis taip pat pakankamas lyginant su ribiniu liauniu. Santvaros viršutinė juosta parinkta tinkamai. Jei santvaros neišnaudojimas viršytų nurodytą ribą, reikėtų keisti vamzdinio profilio skerspjūvį, mažinti sienelės storį ar plieno stiprumo pagal takumą klasę, arba nuimti statramsčius.

2.7.2. Santvaros apatinės juostos projektavimas

Pagal pavojingiausią derinį COMB8 apatinė santvaros juosta veikiama tempimo ašinės jėgos $N_{Ed} = -636,92 \text{ kN}$. Santvaros apatinė juosta projektuojama iš šaltojo formavimo kvadratinių vamzdinių profilių $120 \times 120 \times 5 \text{ mm}$, kurio charakteristikos: skerspjūvio plotas $A = 22,4 \text{ cm}^2$; skerspjūvio atsparumo momentai $W_{el} = 80,9 \text{ cm}^3$; inercijos spindulys $i = 4,66 \text{ cm}$. Plieno klasė S355, $f_y = 355 \text{ MPa}$, skaičiuotinis ilgis $l_{eff} = 3,09 \text{ m}$.

Matmenys	Sienelės storis	Kampo spindulys		Masė 1 m	Skerspjūvio plotas	Skerspjūvio inercijos momentas	Sukimosi spindulys	Sekcijos modulis	Plastiškumo modulis	Susisukimo konstanta	Seksijos paviršiaus plotas	
		Išorinis	Vidinis							Inercija	Modulis	
b	t	r1	r2	M/m	A	I	r	Z	S	J	C	As
mmxmm	mm	mm	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ³	m ² /m
120	5	10	5	17.5	22.4	485	4.66	80.9	95.4	778	122	0.463

2.30 pav. Kvadratinių šaltai temptų vamzdžių specifikacija, techninės charakteristikos EN 10219:1997 [11]

Strypas turi tenkinti sąlyga:

$$\frac{N_{E,d}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0. \quad (2.7.22)$$

Čia: $N_{pl,Rd}$ - tempiamo elemento atsparis.

Skerspjūvio stiprumo atsparis tempiant:

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &= A_{net} \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = N_{pl,Rd} = 22,4 \cdot 10^{-4} \cdot 322,73 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \\ &== 650,62 \text{ kN}; \end{aligned} \quad (2.7.23)$$

$$\frac{636,92 \text{ kN}}{650,62 \text{ kN}} = 0,979 \leq 1,0. \quad (2.7.24)$$

Tikriname elementą pagal reikalavimą:

$$\Delta = \frac{N_{pl.Rd} - N_{Ed}}{N_{pl.Rd}} \cdot 100\% = \frac{650,62 - 636,92}{650,62} \cdot 100\% = 2,10\% \quad (2.7.25)$$

Tikriname ar vamzdžio liaunis neviršija leidžiamųjų:

$$\lambda \leq \lambda_u \quad (2.7.26)$$

$$\lambda = l_{eff}/i_y = 309/4,66 = 66,31 \quad (2.7.27)$$

Pagal [6] 7.19 lentelę 1 punktą (kai konstrukciją veikia statinės apkrovos) $\lambda_u=400$:

$$\lambda = l_{eff}/i_y = 309/4,66 = 66,31 \quad (2.7.28)$$

Išvada: apatinės juostos stiprumo ir liaunumo sąlygos išlaikytos. Atsarga 2,10 %, ekonomiško kriterijai tenkinami ($\Delta = 2,10\% > 5\%$). Mažesnio skerspjūvio parinkti nėra tikslo, taip pat dėl tinkliuko elementų privirinimo prie juostos bei mazgų specifikos (laikomosios galios).

2.7.3. Santvaros tinkliuko (spyrių ir statramsčių) projektavimas

Santvaros tinkliuką sudaro spyriai ir statramsčiai. Elementuose veikia ašinės gniuždančios ir tempiančios jėgos. Projektuodami santvaros tinkliuką stengsimės kiek įmanoma prisiderinti prie veikiančių įrašų, kad elementai būtų maksimaliai išnaudojami ir turėtų kuo mažiau skirtingų skerspjūvių (unifikuosime elementus atsižvelgdami į gamybą ir surinkimą) taip pat, kad būtų tenkinamos sąlygos $b_0/b_i = 0,9 - 0,6$ ir $t_0/t_i \leq 3$. Čia t_0 – storiausio elemento storis, šiuo atveju 6 mm; b_0 – didžiausio elemento plotis, šiuo atveju $b_0 = 0,18$. Spyrių rekomenduojamas mažiausias plotis $b_i = 0,6 \cdot b_0 = 0,6 \cdot 0,18 = 0,108 \text{ m}$.

Saugos ribinio būvio tikrinimas rėmo plokštumoje (spyris Nr. 20).

Pagal pavojingiausią derinį COMB7 (ULS/7=1×1.35 + 2×1.50 + 3×0.90) didžiausia gniuždanti įraša veikianti tinkliuko elementą (elementas Nr. 20) veikiama gniuždančios ašinės jėgos $N_{Ed} = 20,05 \text{ kN}$. Skaičiuojamasis santvaros tinkliuko ilgis pagal Reglamento [7] 7.9 lentelę: santvaros plokštumoje: $l_{eff} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 4,04 = 3,636 \text{ m}$.

Matmenys						Techninės charakteristikos									
H	B	T	M	A	A, u	I _x	W _x	W _{px}	i _x	I _y	W _y	W _{py}	i _y	I _{y v}	W _v
mm	mm	mm	kg/m	cm ²	m ² /m	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³
100	40	3,00	6,13	7,81	0,270	92,34	18,47	23,75	3,44	21,67	10,84	12,38	1,67	59,05	19,39

2.31 pav. Stačiakampių šaltai temptų vamzdžių techniniai duomenys, charakteristikos, specifikacija EN

10219:2006 [11]

Santvaros tinkliuko spyriai Nr. 11, 20, 3 projektuojami iš šaltojo formavimo kvadratinų profilių 100x40x3 mm, kurio charakteristikos: skerspjūvio plotas $A = 7,81 \text{ cm}^2$; skerspjūvio atsparumo momentai $W_{el,z} = 10,84 \text{ cm}^3$, $W_{el,y} = 18,47 \text{ cm}^3$; inercijos spindulys $i_z = 1,67 \text{ cm}$, $i_y = 3,44 \text{ cm}$. Plieno klasė S355, $f_y = 355 \text{ MPa}$.

Elemento liaunis:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff,y}}{i} = \frac{363,6}{3,44} = 105,70; \quad (2.7.29)$$

Sąlyginis elemento liaunis:

$$\bar{\lambda} = \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 105,70 \cdot \sqrt{\frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210}} = 4,14; \quad (2.7.30)$$

Klupumo koeficientas pagal Reglamento [6] 58 punktą $2,5 < \bar{\lambda} = 4,14 < 4,5$:

$$\begin{aligned} \varphi &= 1,47 - 13,0 \cdot \frac{f_{y,d}}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{f_{y,d}}{E}\right) \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{f_{y,d}}{E}\right) \bar{\lambda}^2 = \\ &= 1,47 - 13,0 \cdot \frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210} - \left(0,371 - 27,3 \cdot \frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210}\right) \cdot 4,14 + \left(0,0275 - 5,53 \cdot \frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210}\right) \cdot 4,14^2 = 0,413; \end{aligned} \quad (2.7.31)$$

Skaičiuotinio centriškai gniuždomo elemento pastovumo atspario reikšmė, apskaičiuojama taip:

$$\begin{aligned} N_{c,Rd} &= \varphi \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,413 \cdot 7,81 \cdot 10^{-4} \cdot 322,73 \cdot 10^3 \cdot \\ &0,95 = 98,89 \text{ kN}; \end{aligned} \quad (2.7.32)$$

Tikrinant centriškai gniuždomo elemento pastovumą, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{20,05 \text{ kN}}{98,89 \text{ kN}} = 0,20 < 1,0; \quad (2.7.33)$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{N_{c,Rd} - N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \cdot 100\% = \frac{98,89 - 20,05}{98,89} \cdot 100\% = 79,75 \%; \quad (2.7.34)$$

Santvaros viršutinės juostos ribinis liaunis pagal Reglamento [6] 7.18 lentelę:

$$\begin{aligned} \lambda &\leq \lambda_u \\ \lambda_u &= 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,20 = 168; \\ \alpha &= \frac{N_{E,d}}{N_{c,Rd}} = \frac{20,05}{98,89} = 0,20; \\ \lambda &= 105,70 \leq \lambda_u = 168. \end{aligned} \quad (2.7.35)$$

Išvada: tinkliuko spyrių Nr. 11, 20, 3 stiprumas ir pastovumas rėmo plokštumoje pakankamas. Atsarga 79,75% tai netenkina ekonomiškumo kriterijų, ir atsižvelgiant į liaunį galima būtų parinkti mažesnio skerspjūvio elementą, tačiau to nedarome, nes norime unifikuoti skerspjūvius, o kadangi statramsčių ašinės jėgos didesnės (žr. tolimesnius skaičiavimus) tai jiems reiktų didesnio profilio, taip pat nekeičiame dėl rekomendacinių sąlygų, nes negalime mažinti minimalaus elemento pločio. Liaunis neviršija ribinio liaunio $\lambda_y = 105,70 \leq \lambda_u = 168$.

Saugos ribinio būvio tikrinimas rėmo plokštumoje (spyris Nr. 1).

Pagal pavojingiausia derinį COMB7 (ULS/7=1×1.35 + 2×1.50 + 3×0.90) didžiausia tempimo įraža veikianti tinkliuko elementą (elementas Nr. 1) $N_{Ed} = 384,95 \text{ kN}$.

Matmenys						Techninės charakteristikos									
H	B	T	M	A	A, u	I _x	W _x	W _{px}	i _x	I _y	W _y	W _{py}	i _y	I _{y v}	W _v
mm	mm	mm	kg/m	cm ²	m ² /m	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³
100	50	5,00	10,50	13,36	0,283	158,19	31,64	40,84	3,44	52,45	20,98	24,95	1,98	134,87	36,80

2.32 pav. Stačiakampių šaltai temptų vamzdžių techniniai duomenys, charakteristikos, specifikacija EN 10219:2006 [11]

Santvaros tinkliuko spyriai Nr. 1, 9, 23, 12, 18, 24 projektuojami iš šaltojo formavimo kvadratinių profilių 100x50x5 mm, kurio charakteristikos: skerspjūvio plotas $A = 13,36 \text{ cm}^2$; skerspjūvio atsparumo momentai $W_{el.y} = 31,64 \text{ cm}^3$, $W_{el.z} = 20,98 \text{ cm}^3$; inercijos spindulys $i_y = 3,44 \text{ cm}$, $i_z = 1,98 \text{ cm}$. Plieno klasė S355, $f_y = 355 \text{ MPa}$. Geometrinis ilgis: $l = 3,76 \text{ m}$.

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

$$N_{pl.Rd} = A_{net} \cdot f_{y.d} \cdot \gamma_c = 13,36 \cdot 10^{-1} \cdot 322,73 \cdot 10^{-1} \cdot 0,95 = 409,61 \text{ kN}; \quad (2.7.36)$$

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

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl.Rd}} = \frac{384,95}{409,61} = 0,94 \leq 1,0. \quad (2.7.37)$$

Išvada: tempiamo elemento atsparis pakankamas.

Skaičiuojamasis santvaros tinkliuko ilgis tarp tvirtinimo taškų pagal Reglamento [7] 7.9 lentelę:

$$l_{eff} = 0,9 \cdot l = 0,9 \cdot 3,76 = 3,384 \text{ m}; \quad (2.7.38)$$

Elemento liaunis:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff,y}}{i_y} = \frac{338,4}{3,44} = 98,37; \quad (2.7.39)$$

$$\lambda_z = \frac{l_{eff,z}}{i_z} = \frac{338,4}{1,98} = 170,9; \quad (2.7.40)$$

Kadangi santvarą veikia tik statinės apkrovos ribinis tempiamo strypo liaunis elemento ribinis liaunis pagal Reglamento [7] 7.19 lentelę:

$$\lambda_u = 400 > \lambda_z = 170,9; \quad (2.7.41)$$

Čia: λ_u – tempiamųjų elementų, kai konstrukciją veikia statinės apkrovos ribinis liaunis.

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{N_{pl,Rd} - N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \cdot 100\% = \frac{409,61 - 384,95}{409,61} \cdot 100\% = 6,0 \%. \quad (2.7.42)$$

Išvada: tinkliuko spyrių Nr. 1, 9, 23, 24, 18, 12 stiprumas ir pastovumas rėmo plokštumoje pakankamas. Liaunis neviršija ribinio liaunio $\lambda_z = 170,9 \leq \lambda_u = 400$. Tempiamas santvaros tinklelio strypas yra pakankamo skerspjūvio. Santvaros spyrio liaunis neviršija leistinojo, spyrio skersmuo atlaiko tempimo įtempimus, profilis parinktas tinkamai ir praktiškai tenkina ekonomiškumo sąlygą, nes išnaudojimas yra 94%, be to nerekomenduojama naudoti profilių kurių storis skiriasi daugiau kaip tris kartus, pvz.: viršutinės juostos sienelės storis $6\text{mm}/3=2,0 \text{ mm}$.

Saugos ribinio būvio tikrinimas iš rėmo plokštumos.

Pagal Reglamento [6] 87 punktą, kai $\lambda_y \leq \lambda_z$ pastovumo tikrinti iš rėmo plokštumos nereikia.

Statramsčių saugos ribinio būvio tikrinimas rėmo plokštumoje (statramstis Nr. 5).

Pagal pavojingiausią derinį COMB7: $ULS/7=1 \times 1.35 + 3 \times 0.90 + 2 \times 1.50$ didžiausia gniuždymo įraža veikianti tinkliuko elementą (elementas Nr. 5) $N_{Ed} = 219,39 \text{ kN}$. Šio strypo ilgis $l_{eff} = 2,28 \text{ m}$.

Matmenys						Techninės charakteristikos									
H	B	T	M	A	A, u	I _x	W _x	W _{px}	i _x	I _y	W _y	W _{py}	i _y	I _{y v}	W _v
mm	mm	mm	kg/m	cm ²	m ² /m	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³
100	60	5,00	11,30	14,36	0,303	180,77	36,15	45,59	3,55	80,83	26,94	31,88	2,37	187,86	45,75

2.33 pav. Stačiakampių šaltai temptų vamzdžių techniniai duomenys, charakteristikos, specifikacija EN

10219:2006 [11]

Santvaros statramsčiai projektuojami iš šaltojo formavimo kvadratinų profilių 100x60x5 mm, kurio charakteristikos: skerspjūvio plotas $A = 14,36 \text{ cm}^2$; skerspjūvio atsparumo momentai $W_{el} = W_{el.y} = 36,15 \text{ cm}^3$, $W_{el.z} = 26,94 \text{ cm}^3$; inercijos spindulys $i_y = 3,55$, $i_z = 2,37 \text{ cm}$. Plieno klasė S355, $f_y = 355 \text{ MPa}$.

Skaičiuojamasis santvaros gniuždomo atraminio strypo ilgis santvaros plokštumoje:

$$l_{eff.y} = 1,0 \cdot l = 1,0 \cdot 2,28 = 2,28 \text{ m}; \quad (2.7.43)$$

Skaičiuojamasis gniuždomo atraminio santvaros strypo ilgis santvaros plokštumai statmena kryptimi:

$$l_{eff.z} = 1,0 \cdot l = 1,0 \cdot 2,5 = 2,28 \text{ m}; \quad (2.7.44)$$

Atraminio santvaros strypo liauniai:

$$\lambda_z = \frac{l_{eff.z}}{i_z} = \frac{228}{2,37} = 96,2; \quad (2.7.45)$$

Sąlyginis elemento liaunis:

$$\bar{\lambda} = \lambda_z \cdot \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 96,2 \cdot \sqrt{\frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210}} = 3,77; \quad (2.7.46)$$

Klupumo koeficientas pagal Reglamento [6] 58 punktą kai $2,5 < \bar{\lambda} = 3,77 < 4,5$:

$$\begin{aligned} \varphi &= 1,47 - 13,0 \cdot \frac{f_{y,d}}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{f_{y,d}}{E}\right) \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{f_{y,d}}{E}\right) \bar{\lambda}^2 \\ &= 1,47 - 13,0 \cdot \frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210} - \left(0,371 - 27,3 \cdot \frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210}\right) \\ &\quad \cdot 3,77 + \left(0,0275 - 5,53 \cdot \frac{322,73 \cdot 10^{-3}}{210}\right) \cdot 3,77^2 = 0,4795; \end{aligned} \quad (2.7.47)$$

Elemento darbo sąlygų koeficientas $\gamma_c = 1,0$.

Skaičiuotinio centriškai gniuždomo elemento pastovumo atspario reikšmė, apskaičiuojama taip:

$$\begin{aligned} N_{c.Rd} &= \varphi \cdot A \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c = 0,4795 \cdot 14,36 \cdot 322,73 \cdot 10^{-1} \cdot 1,0 \\ &= 222,21 \text{ kN}; \end{aligned} \quad (2.7.48)$$

Tikrinant centriškai gniuždomo elemento pastovumą, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c.Rd}} = \frac{219,39}{222,21} = 0,987 < 1,0; \quad (2.7.49)$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{N_{c.Rd} - N_{Ed}}{N_{c.Rd}} \cdot 100\% = \frac{222,21 - 219,39}{222,21} \cdot 100\% = 1,27\%; \quad (2.7.49)$$

Santvaros viršutinės juostos ribinis liaunis pagal Reglamento [6] 7.18 lentelę:

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,987 = 120,78. \quad (2.7.50)$$

Išvada: tinkliuko statramsčių 5, 7, 8, 17, 16, 15 stiprumas ir pastovumas rėmo plokštumoje pakankamas. Atsarga 1,27% tenkina ekonomiškumo kriterijų ($\Delta = 1,27\% < 5\%$). Liaunis neviršija ribinio liaunio $\lambda_z = 96,2 < \lambda_u = 120,78$.

2.7.4. Santvaros elementų konstravimas

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

Elemento nr.	Santvaros elementas	Skerspjūvis	Plieno klasė	Standartas	Masė, kg
4,14	Viršutinė juosta	180x180x6	S355	EN 102010	791,07
2,13	Apatinė juosta	120x120x5		EN 102010	337,02
1, 9, 23, 12, 18, 24	Spyriai	100x50x5		EN 10219:2006	231,57
11, 20, 3		100x40x3		EN 10219:2006	60,46
5, 7, 8, 17, 16, 15	Statramsčiai	100x60x5		EN 10219:2006	152,48
Suvirinimui (2%):					31,45
Iš viso:					1604,05

2.8. Santvaros jungčių skaičiavimas

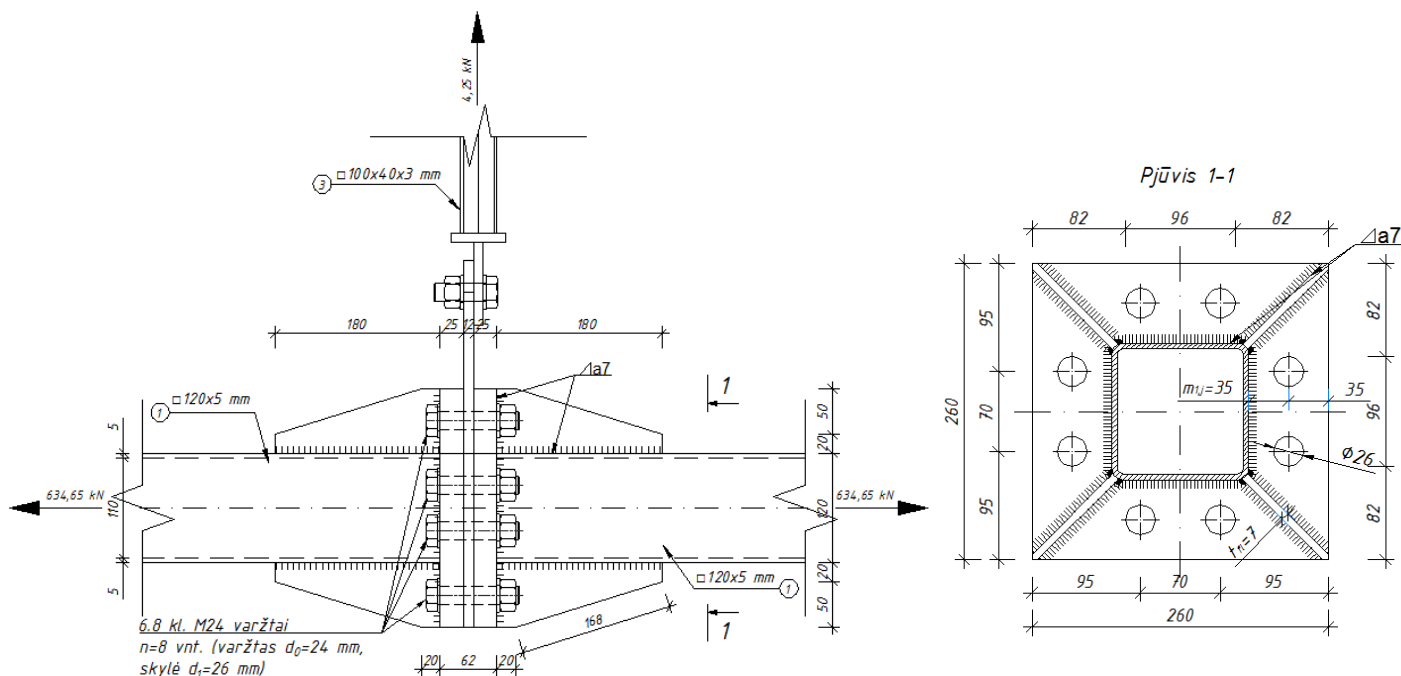
Santvaros iš stačiakampių, kvadratinių, tuščiavidurių profiliuotųjų mazgų be mazginių lakštų, jungiančių juostą ir prie jos tvirtinamus gniuždomus, tempiamus tinklelio elementus, pagal [8] 8 priedo VII skirsnį turi būti tikrinama turi būti tikrinama:

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

Kadangi konstrukcinių vamzdžių standartinis ilgis iki 12 m, o suprojektuota santvara 24,708 metrų tai planuojame flanšinę jungtį, kur santvaros elementai bus sujungiami per vidurį. Santvaros elementai pagaminti iš plieno S355J2H (LST EN 10219-1). Kertinės siūlės, jungiančios tinklelio ir juostos elementus, suvirintos pusiau automatinio būdu apsauginėse

CO2 dujose. Apatinės padėties virinimui naudota elektrodinė viela G46 pagal LST EN 440 [7.6]. Elementų darbo sąlygų koeficientas pagal Reglamento [6] 7.1 lentelę – $\gamma_c = 0,95$.

2.8.1. Flanšinės jungties skaičiavimas (mazgas „A“)



2.34 pav. Flanšinė jungtis – mazgas „A“

Flanšinė jungtis konstruojama pagal Reglamento [8] 7-20 punktus. Kadangi flanšinę jungtį veikia centriškai pridėta tempianti ašinė jėga $N_{Ed} = 634,65 \text{ kN} \leq 2500 \text{ kN}$ tai flanšinę jungtį galime naudoti. Pagal rekomendacijas flanšinę jungtį rekomenduojama jungti M24 varžtais, nebent tokių varžtų naudojimas neracionalus (neekonomiškas). Priimame, kad jungtis bus jungiama 6.8 klasės M24 varžtais. Flanšinės jungties sąstandos ilgis turi būti ne mažesnis nei $l_{fl} = 180 \text{ mm} \geq 1,5H = 5 \cdot 120 = 180 \text{ mm}$, o storis pagal Reglamento [8] 15 punktą $t_{fl} = 7 \text{ mm} \leq 1,2 \cdot t = 1,2 \cdot 6,0 = 7,2 \text{ mm}$, pagal rekomenduojamus varžtus M24 priimu flanšo storį $t_f = 25 \text{ mm}$. Pagal Reglamento [6] 7.31 lentelę atstumai tarp varžtų pateikti 1.8 lentelėje.

2.9 lentelė. Varžtų išdėstymo reikalavimai flanšinėje jungtyje

Atstumo charakteristika	Varžtų išdėstymo atstumai
Atstumai tarp varžtų centrų bet kuria kryptimi:	
a) mažiausi	$2,5 \cdot d_0 = 2,5 \cdot 24 = 60 \text{ mm}$.
b) didžiausi vidurinėse eilėse, taip pat kraštinėse eilėse, kai yra sustandinantys kampuočiai	$16 \cdot d_0 = 16 \cdot 24 = 384 \text{ mm}$.

tempiant	
Atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto:	
a) mažiausias įtempiamiesiems varžtams esant bet kokiam krašto apdirbimui ir bet kokios krypties įrąžai	$1,3 \cdot d_0 = 1,3 \cdot 24 = 31,2 \text{ mm.}$
b) didžiausias	$4 \cdot d_0 = 4 \cdot 24 = 96 \text{ mm.}$

Taipogi turi būti tenkinamos šios sąlygos:

$$k_f + \frac{d_2}{2} + g = 6 + \frac{44}{2} + 2 = 30 \text{ mm} \leq m_{1,j} = 35 \text{ mm} \leq 3,5d_0 \quad (2.8.1)$$

$$= 3,5 \cdot 24 = 84 \text{ mm};$$

$$e_j \geq 0,8 \cdot d_2 = 0,8 \cdot 44 = 35,2 \text{ mm.} \quad (2.8.2)$$

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

d_2 - išorinis poveržlės skersmuo iš [10] [3.11], lentelės $d_2 = s = 44 \text{ mm}$;

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

e_j - atstumas nuo skylės centro iki flanšo j-ojo ruožo;

2.8.1.1 Flanšinės jungties skaičiavimas (mazgas „A“)

Skaičiuotinis vieno varžto tempiamasis atsparis pagal Reglamento [6] 172 punktą :

$$F_{bt.Rd} = f_{bt.Rd} \cdot A_{b.net} = f_{b.t.Rd} \cdot A_{b.net} = 300 \cdot 353 \cdot 10^{-3} \quad (2.8.3)$$

$$= 105,9 \text{ kN.}$$

Čia: $f_{bt.Rd}$ - skaičiuotinis varžtų tempiamasis plieno stipris 8.8 kl. M24 varžtams pagal Reglamento [6] 6.17 ir 6.18 lenteles:

$$f_{bt.Rd} = 0,50 \cdot f_{bu} = 0,50 \cdot 600 = 300 \text{ MPa.} \quad (2.8.4)$$

$A_{b.net}$ - varžto grynasis (neto) skerspjūvio plotas pagal Reglamento [6] 7.32 lentelę, $A_{b.net} = 353 \text{ mm}^2$;

$f_{bu} = 600 \text{ N/mm}^2$, pagal Reglamento [6] 6.18 lentelę.

Centriškai tempiamų flanšinių jungčių su uždaro profilio jungiamaisiais elementais stiprumas tikrinamas pagal Reglamento [8] 25 punktą, kai $20 \text{ mm} \leq t_f = 25 \text{ mm} \leq 40 \text{ mm}$:

$$N_{Ed} = 634,65 \text{ kN} \leq n \cdot k_2 \cdot F_{b.t.Rd} = 8 \cdot 0,85 \cdot 105,9 \quad (2.8.4)$$

$$= 720,12 \text{ kN.}$$

Čia: n - visas jungties varžtų skaičius, $n = 8 \text{ vnt.}$;

k_2 - koeficientas iš Reglamento [8] 2.5 lentelės, $k_2 = 0,85$;

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

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{960,16 - 720,12}{960,16} \cdot 100\% = 25,0\% \quad (2.8.5)$$

Išvada: Užtikrinant reikiamą varžtų atspario reikšmę, reikalingi 8 vnt. 6.8 kl. M24 varžtai. Gauta atsarga $\Delta = 25,0\%$ netenkina ekonomiškumo kriterijų ($\Delta = 25,0\% \leq 5\%$), tačiau mažiau varžtų priimti negalime dėl didžiausių leidžiamų atstumų iki flanšo krašto, bei proporcingo varžtų skaičiaus, o taip pat dėl atsparumo. Imant varžtų skaičių 8 vnt. ir keičiant jų klasę į žemesnę – stiprumo sąlyga neužtikrinama (skaičiavimai neparodyti). Mažesnio diametro M22 varžtai pasirenkami tik išimtiniais atvejais, ne standartas, todėl palieku M24. Įrengi 10 vnt. varžtų su žemesne klase negalime, dėl varžtų išdėstymo nurodytų ribų, nes neekonomiška dėl didesnių montavimo kaštų (darbo sąnaudų ir priėjimo užveržiant varžtus), o taip todėl, kad flanšinėse jungtyse su stačiakampiais ar kvadratiniais vamzdžiais, kai tarp sąstandų dedami daugiau kaip du varžtai arba sąstandos įrengiamos ne tik vamzdžio kampuose, galima projektuoti tik atlikus natūrinius šių jungčių bandymus. Flanšinėse jungtyse su centriškai tempiamais kvadratiniais arba stačiakampiais vamzdžiais turi būti naudojami vientisi flanšai ir sąstandos, kurios įprastai išdėstomos išilgai profilio kampų. Sąstandų plotis imamas toks, kad jos kraštas sutaptų su flanšo kampu. Sąstandos ilgis turi būti ne trumpesnis kaip 1,5 karto už stačiakampio vamzdžio mažosios kraštinės plotį.

2.8.1.2 Lenkiamojo flanšo atspario tikrinimas

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

2.8.1.3 Jungties šlyties kerpamojo atspario tikrinimas

Pagal Reglamento [8] 26.2 punktą, kai prijungiamas uždarojo skerspjuvio elementas, kontaktinė įrąža apskaičiuojama:

$$F_{bhf.Rd} = 0,1 \cdot F_{bt.Rd} = 0,1 \cdot 105,9 = 10,59 \text{ kN} \quad (2.8.6)$$

Taip pat jungtį veikia ir vietinė skersinį jėga nuo statramsčio santvaros jungimo viduryje $V_{Ed} = 4,25 \text{ kN}$.

Čia: μ_h – trinties koeficientas imamas iš Reglamento 7.34 lentelės.

Tempiamų flanšinių jungčių atsparis vietinei skersinei:

$$V_{Ed} = 4,25 \text{ kN} \leq \mu_h \cdot n \cdot F_{bhf.Rd} = 0,35 \cdot 8 \cdot 10,59 = 29,65 \text{ kN} \quad (2.8.7)$$

2.8.1.4 Siūlių jungiančių flanšą su profiliuočiu atspario tikrinimas

Flanšinė jungtis kaip ir tinkliuko elementai virinami tokiu pat būdu ir naudojama ta pati elektrodinė viela G46 LST EN 440 (apsauginėse dujose), kurios charakteristinis stipris pagal Reglamento [6] 6.13 lentelę $f_{vw,u} = 530 \text{ MPa}$. Pagal Reglamento [6] 7.29 lentelę suvirinimo statinis $k_{f,min} = 7 \text{ mm}$, todėl priimu $k_f = 7 \text{ mm} \geq k_{f,min} = 7 \text{ mm}$. Skaičiuotiniai siūlių stipriai pagal Reglamento [6] 6.11 lentelę:

$$f_{vw,f.d} = 0,55 \cdot \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \cdot \frac{530}{1,25} = 233,2 \text{ MPa}; \quad (2.8.8)$$

$$f_{vw,z.d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 490 = 220,5 \text{ MPa}. \quad (2.8.9)$$

Čia: f_u – plieno stipris pagal stiprumo ribą pagal Reglamento [6] 6.9 lentelę, S355J2H plienui $f_u = 490 \text{ MPa}$;

γ_{Mw} – virintinės (lydytinės) siūlės metalo medžiagos patikimumo koeficientas, pagal Reglamento [6] 6.11 lentelę $\gamma_{Mw} = 1,25$.

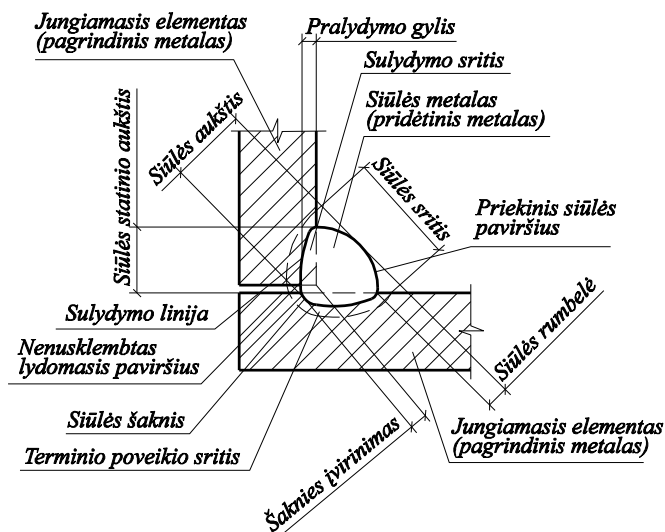
Kertinės siūlės koeficientai pagal Reglamento [6] 7.30 lentelę: $\beta_{wf} = 0,9$; $\beta_{wz} = 1,05$.

Tikriname, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela Reglamento [6] 7.136 sąlyga:

$$\begin{aligned} f_{vw,z.d} = 220,5 \text{ MPa} < f_{vw,f.d} = 233,2 \text{ MPa} &\leq f_{vw,z.d} \cdot \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}} = \\ &= 220,5 \cdot \frac{1,05}{0,9} = 257,25 \text{ MPa}. \end{aligned} \quad (2.8.10)$$

Išvada: parinkta tinkama elektrodinė viela.

Iš sąlygų nustatome silpnesnį pjūvį:



2.35 pav. Kertinės virintinės (lydytinės) siūlės elementai [6]

Silpnėsnis siūlės metalo pjūvis.

$$\begin{aligned}\beta_{wf} \cdot f_{vw,f,d} &= 0,9 \cdot 233,2 = 209,88 \text{ MPa} < \beta_{wz} \cdot f_{vw,z,d} \\ &= 1,05 \cdot 220,5 = 231,53 \text{ MPa};\end{aligned}\quad (2.8.11)$$

Pagal Reglamento [8] 3.13 formulę silpnėsnis pjūvis per siūlės metalą, todėl tikriname jungties atsparį:

$$\begin{aligned}\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} &= \frac{634,65 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 0,007 \cdot 0,47 \cdot 233,2 \cdot 1,0} = \\ &= 0,919 \leq 1,0.\end{aligned}\quad (2.8.12)$$

Čia: $l_{w,eff}$ – virintinės siūlės skaičiuojamasis ilgis įvertinant galimą nekokybiškos siūlės dalį
 $l_{w,eff} = l_w - 10 = (120 \cdot 4) - 10 = 470 \text{ mm}$.

Išvada: Sąlyga tenkinama. Jungtyje naudojamos sąstandos atsižvelgiant į Reglamento [8] 13-20 punktus. Parinkus suvirinimo siūlės statinį $k_f = 7 \text{ mm}$, virintinės siūlės atsparis per silpnėsnį siūlės metalą pakankamas (atsarga 8,1%). Apskaičiuotas sąstandų ilgis 180 mm. Prie flanšo jos jungiamos virintinėmis kertinėmis siūlėmis, kur statinis, kai sąstanda jungiama prie flanšo ir profilio $k_f = 7 \text{ mm}$.

2.8.1.5 Įtemptųjų varžtų įveržimas

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

Vieno varžto užveržimo jėga:

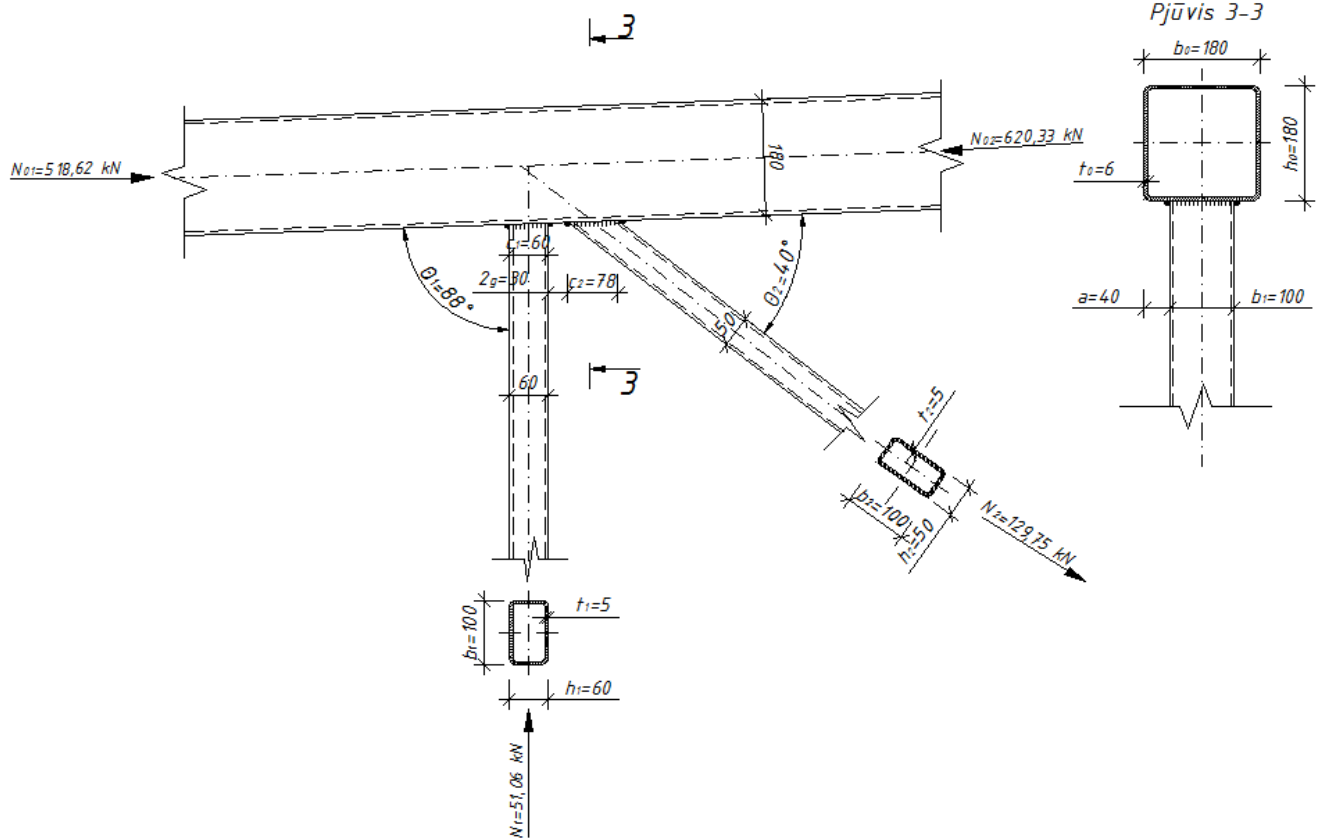
$$M = K \cdot F_{p,Cd} \cdot d = 0,2 \cdot 79,33 \cdot 0,024 = 0,381 \text{ kNm}; \quad (2.8.13)$$

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

d – varžto skersmuo, m.

$F_{p,Cd}$ – apskaičiuota išakstinė įtempimo ašinė jėga varžte, $F_{p,Cd} = N_{Ed}/n = 634,65/8 = 79,33 \text{ kN}$.

2.8.2. Gniuždomojo santvaros tinklelio spyrio ir viršutinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas (mazgas „B“)



2.36 pav. Mazgas „B“

2.8.2.1 Santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atspario tikrinimas

Skaičiavimui naudojami parametrai ir koeficientai:

$N_{1(2)}$ – ašinė jėga prijungiamajame elemente;

$M_{1(2)}$ – lenkiamasis momentas elemente, kuris priimamas 0;

γ_c – darbo sąlygų koeficientas, lygus 0,95;

γ_1 – įrašos ženklų prijungiamajame elemente įtakos koeficientas, 1,2 tempiamajam elementui ir 1,0 - kitais atvejais;

γ_0 – juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas;

N_{0j} – juostos ašinė jėga, veikianti tempiamojo tinklelio elemento pusėje;

A_0 – santvaros juostos skerspjūvio plotas – 34,4 cm²;

A_1 ir A_2 – santvaros spyrių skerspjūvio plotas – 14,36 ir 13,36 cm² atitinkamai.

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

t_0 – santvaros juostos sienutės storis;

$c_{1(2)}$ – prijungiamojo elemento ir juostos susikirtimo linijos ilgis juostos ašies kryptimi, lygus $h_{1(2)} / \sin \theta_{1(2)}$;

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

$\theta_{l(2)}$ – tinklelio elemento prijungimo prie juostos kampas.

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

Pagal Reglamento [8] 89 punktą, kai:

$$\frac{|N_{02}|}{A_0 \cdot f_{y,d}} = \frac{|620,33| \cdot 10}{34,4 \cdot 322,73} = 0,559 < 0,5; \quad (2.8.14)$$

Santvaros juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas:

$$\gamma_0 = 1,5 - \frac{|N_{02}|}{A_0 f_{y,d}} = 1,5 - \frac{620,33 \cdot 10}{34,4 \cdot 322,73} = 0,941 \quad (2.8.15)$$

Santvaros juostos iškyša, $a = (b_0 - b_1)/2 = (18 - 10)/2 = 4 \text{ cm}$.

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis, $c_1 = h_1/\sin\theta_1 = 6/\sin 88 = 6,004 \approx 6,00 \text{ cm}$.

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų, $g = 3/2 = 1,5 \text{ cm}$.

Kadangi $b_1/b_0 = 10/18 = 0,555 < 0,9$ ir $c/b_1 = 1,5/6 = 0,25 \leq 0,25$, santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis tikrinamas pagal šią nelybę:

$$|N_1| + \frac{1,5|M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (c_1 + g + \sqrt{2b_0 a})}{(0,4 + 1,8g/c_1) a \sin \theta_1} \quad (2.8.16)$$

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

Lenkiamasis momentas tinklelio elemente ties juostos kraštu $M_1 = 0$:

$$\begin{aligned} & 51,06 + \frac{1,5 \cdot 0}{0,06} < \\ & < \frac{0,95 \cdot 1 \cdot 0,941 \cdot 322,73 \cdot 10^3 \cdot 0,006^2 \cdot (0,06 + 0,011 + \sqrt{2 \cdot 0,18 \cdot 0,04})}{(0,4 + 1,8 \cdot \frac{0,011}{0,06}) \cdot 0,04 \cdot \sin 88^\circ} = \end{aligned} \quad (2.8.17)$$

$= 67,98 \text{ kN}$;

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

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{67,98 - 51,06}{67,98} \cdot 100\% = 24,89\% \quad (2.8.18)$$

Išvada: Santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis yra pakankamas, atsarga $\Delta = 24,89\%$.

2.8.2.2 Santvaros viršutinės juostos šoninės sienutės pastovumo atspario tikrinimas gniuždomojo spyrio prijungimo vietoje

Kadangi $h_0/t_0 = 180/6 = 30 > 25$, todėl koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį (plonasieniškumą) $\gamma_t = 0,8$. Koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį ir skaičiuotinį plieno stiprį pagal Reglamento [8] 91 punktą kai $h_0/t_0 = 30 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y.d}^2 - 0,2 \cdot f_{y.d} + 81,8 = 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,73^2 - 0,2 \cdot 322,73 + 81,8 = 42,77$, $k = 1,0$.

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$\begin{aligned} N_1 = 51,06 kN &\leq \frac{2 \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t \cdot k \cdot f_{y.d} \cdot t_0 \cdot h_1}{\sin^2 \theta_1} = \\ &= \frac{2 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 322,73 \cdot 10^3 \cdot 0,006 \cdot 0,06}{\sin^2 88} = \\ &= 176,82 kN \end{aligned} \quad (2.8.19)$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{176,82 - 51,06}{176,82} \cdot 100\% = 71,12\% \quad (2.8.20)$$

Išvada: Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo (plonasieniškumo) atsparis yra pakankamas, atsarga $\Delta = 71,12\%$.

2.8.2.3 Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

Kadangi $h_1/t_1 = 60/5 = 12 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y.d}^2 - 0,2 \cdot f_{y.d} + 81,8 = 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,73^2 - 0,2 \cdot 322,73 + 81,8 = 42,77$, todėl $k = 1,0$. Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys. Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant stačiakampiam skerspjūviui:

$$\begin{aligned}
N_1 &= 51,06 \leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot k \cdot f_{y,d} \cdot A_1}{1 + 0,013 \cdot \frac{b_0}{t_0}} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + \frac{b_1}{h_1}} \right) \\
&= \frac{0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 322,73 \cdot 14,36 \cdot 10^{-1}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,18}{0,006}} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + \frac{0,10}{0,06}} \right) \\
&= 290,32 \text{ kN}.
\end{aligned} \tag{2.8.21}$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{290,32 - 51,06}{290,32} \cdot 100\% = 82,41 \%. \tag{2.8.22}$$

Išvada: Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas atsarga $\Delta = 82,41 \%$.

2.8.2.4 Virintinių siūlių, jungčiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas

Virinti naudojama elektrodinė viela G46 LST EN 440 (apsauginėse dujose), kurios charakteristinis stipris pagal Reglamento [6] 6.13 lentelę $f_{vw,u} = 530 \text{ MPa}$. Skaičiuotiniai siūlių stipriai pagal Reglamento [6] 6.11 lentelę:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \cdot \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \cdot \frac{530}{1,25} = 233,2 \text{ MPa}; \tag{2.8.23}$$

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 490 = 220,5 \text{ MPa}. \tag{2.8.24}$$

Čia: f_u – plieno stipris pagal stiprumo ribą pagal Reglamento [6] 6.9 lentelę, S355J2H plienui $f_u = 490 \text{ MPa}$;

γ_{Mw} – virintinės (lydytinės) siūlės metalo medžiagos patikimumo koeficientas, pagal Reglamento [6] 6.11 lentelę $\gamma_{Mw} = 1,25$.

Kertinės siūlės koeficientai pagal Reglamento [6] 7.30 lentelę: $\beta_{wf} = 0,9$; $\beta_{wz} = 1,05$.

Tikriname, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela Reglamento [6] 7.136 sąlyga:

$$\begin{aligned}
f_{vw,z,d} = 220,5 \text{ MPa} &< f_{vw,f,d} = 233,2 \text{ MPa} \leq f_{vw,z,d} \cdot \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}} \\
&= 220,5 \cdot \frac{1,05}{0,9} = 257,25 \text{ MPa}.
\end{aligned} \tag{2.8.25}$$

Išvada: parinkta tinkama elektrodinė viela.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atsparis turi būti tikrinamas: mazguose, nurodytuose Reglamento [8] 89 punkte 4.10 formulė:

$$\begin{aligned}
& |N_1| \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{b_0}{t_0}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \left(2 \cdot \frac{h_1}{\sin \theta_1} + b_1\right)} = \\
& = |51,06 \cdot 10^{-3}| \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{0,18}{0,006}}{0,9 \cdot 0,005 \cdot \left(2 \cdot \frac{0,06}{\sin 88} + 0,1\right)} = 54,14 \\
& \leq \gamma_c \cdot f_{vw.f.d} = 0,95 \cdot 233,2 = 221,54 \text{ MPa}.
\end{aligned} \tag{2.8.26}$$

Čia: k_f – siūlės statinis, ne didesnis nei ploniausio elemento storis, šiuo atveju ~5 mm.

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{221,54 - 54,14}{221,54} \cdot 100\% = 75,56 \%. \tag{2.8.27}$$

Išvada: Kertinių siūlių, jungiančių gniuždomąjį tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas atsarga $\Delta = 75,56 \%$.

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

Iražos ženklo koeficientas pagal Reglamento [8] 89 punktą, kai elementai tempiami $\gamma_1 = 1,2$.

Kadangi

$$\frac{|N_{02}|}{A_0 \cdot f_{y.d}} = \frac{|620,33| \cdot 10}{34,4 \cdot 322,73} = 0,559 < 0,5; \tag{2.8.28}$$

Santvaros juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas:

$$\gamma_0 = 1,5 - \frac{|N_{02}|}{A_0 \cdot f_{y.d}} = 1,5 - \frac{|620,33| \cdot 10}{34,4 \cdot 322,73} = 0,941; \tag{2.8.29}$$

Santvaros juostos iškyšą, $a = (b_0 - b_2)/2 = (18 - 10)/2 = 4 \text{ cm}$.

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis, $c_2 = h_2/\sin\theta_2 = 5/\sin 40 = 7,79 \approx 7,8 \text{ cm}$.

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų $g = 3,0/2 = 1,5 \text{ cm}$.

Kadangi $b_2/b_0 = 9/18 = 0,5 < 0,9$ ir $g/c_1 = 1,5/7,8 = 0,19 < 0,25$, tai turime taikyti formulę pagal Reglamento [8] 89 punktą:

$$|N_2| + \frac{1,5|M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y.d} t_0^2 (c_2 + g + \sqrt{2b_0 a})}{(0,4 + 1,8g/c_2) a \sin \theta_2} \tag{2.8.29}$$

$$129,75 + \frac{1,5 \cdot 0}{0,05} < \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 0,941 \cdot 322,73 \cdot 10^3 \cdot 0,006^2 \cdot (0,078 + 0,015 + \sqrt{2 \cdot 0,18 \cdot 0,0})}{(0,4 + 1,8 \cdot \frac{0,011}{0,06}) \cdot 0,04 \cdot \sin 40^\circ} \quad (2.8.30)$$

= 67,98 kN;

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{138,41 - 129,75}{138,41} \cdot 100\% = 6,26\% \quad (2.8.31)$$

Išvada: Santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo strypo, išplėšimo atsparis yra pakankamas, atsarga $\Delta = 6,26\%$.

2.8.2.6 Santva Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas tempiamojo spyrio prijungimo vietoje

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

Kadangi $h_0/t_0 = 180/6 = 30 > 25$, todėl koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį (plonasieniškumą) $\gamma_t = 0,8$. Koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį ir skaičiuotinį plieno stiprį pagal Reglamento [8] 91 punktą kai $h_0/t_0 = 30 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y,d}^2 - 0,2 \cdot f_{y,d} + 81,8 = 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,73^2 - 0,2 \cdot 322,73 + 81,8 = 42,77$, $k = 1,0$.

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$\begin{aligned} N_2 = 129,75 \text{ kN} &\leq \frac{2 \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t \cdot k \cdot f_{y,d} \cdot t_0 \cdot h_2}{\sin^2 \theta_2} \\ &= \frac{2 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 322,73 \cdot 10^3 \cdot 0,006 \cdot 0,05}{\sin^2 40} \\ &= 430,28 \text{ kN} \end{aligned} \quad (2.8.32)$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{430,28 - 129,75}{430,28} \cdot 100\% = 69,84\% \quad (2.8.33)$$

Išvada: Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo (plonasieniškumo) atsparis yra pakankamas, atsarga $\Delta = 69,84\%$.

2.8.2.7 Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie juostos srityje

Kadangi $h_2/t_2 = 50/5 = 10 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y,d}^2 - 0,2 \cdot f_{y,d} + 81,8 = 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,73^2 - 0,2 \cdot 322,73 + 81,8 = 42,77$, todėl $k = 1,0$. Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys. Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant stačiakampiam skerspjūviui:

$$\begin{aligned}
 N_2 = 129,75 &\leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot k \cdot f_{y,d} \cdot A_2}{1 + 0,013 \cdot \frac{b_0}{t_0}} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + \frac{b_2}{h_2}} \right) = \\
 &= \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 322,73 \cdot 13,36 \cdot 10^{-1}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,18}{0,006}} \cdot \frac{2}{3} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + \frac{0,10}{0,05}} \right) = \\
 &= 314,33 \text{ kN}.
 \end{aligned} \tag{2.8.34}$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{314,33 - 129,75}{314,33} \cdot 100\% = 58,72 \%. \tag{2.8.35}$$

Išvada: Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas atsarga $\Delta = 58,72 \%$.

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

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \cdot \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \cdot \frac{530}{1,25} = 233,2 \text{ MPa}; \tag{2.8.36}$$

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 490 = 220,5 \text{ MPa}. \tag{2.8.37}$$

Čia: f_u – plieno stipris pagal stiprumo ribą pagal Reglamento [6] 6.9 lentelę, S355J2H plienui $f_u = 490 \text{ MPa}$;

γ_{Mw} – virintinės (lydytinės) siūlės metalo medžiagos patikimumo koeficientas, pagal Reglamento [6] 6.11 lentelę $\gamma_{Mw} = 1,25$.

Kertinės siūlės koeficientai pagal Reglamento [6] 7.30 lentelę: $\beta_{wf} = 0,9$; $\beta_{wz} = 1,05$.

Tikriname, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela Reglamento [6] 7.136 sąlyga:

$$\begin{aligned}
 f_{vw,z,d} = 220,5 \text{ MPa} &< f_{vw,f,d} = 233,2 \text{ MPa} \leq f_{vw,z,d} \cdot \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}} \\
 &= 220,5 \cdot \frac{1,05}{0,9} = 257,25 \text{ MPa}.
 \end{aligned} \tag{2.8.38}$$

Išvada: parinkta tinkama elektrodinė viela.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atsparis turi būti tikrinamas: mazguose, nurodytuose Reglamento [8] 89 punkte 4.10 formulė:

$$\begin{aligned}
 & |N_2| \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{b_0}{t_0}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \left(2 \cdot \frac{h_2}{\sin \theta_2} + b_2\right)} \\
 & = |129,75 \cdot 10^{-3}| \cdot \frac{0,75 + 0,01 \cdot \frac{0,18}{0,006}}{0,9 \cdot 0,005 \cdot \left(2 \cdot \frac{0,05}{\sin 40} + 0,1\right)} \\
 & = 118,47 \leq \gamma_c \cdot f_{vw.f.d} = 0,95 \cdot 233,2 = 221,54 \text{ MPa}
 \end{aligned}
 \tag{2.8.39}$$

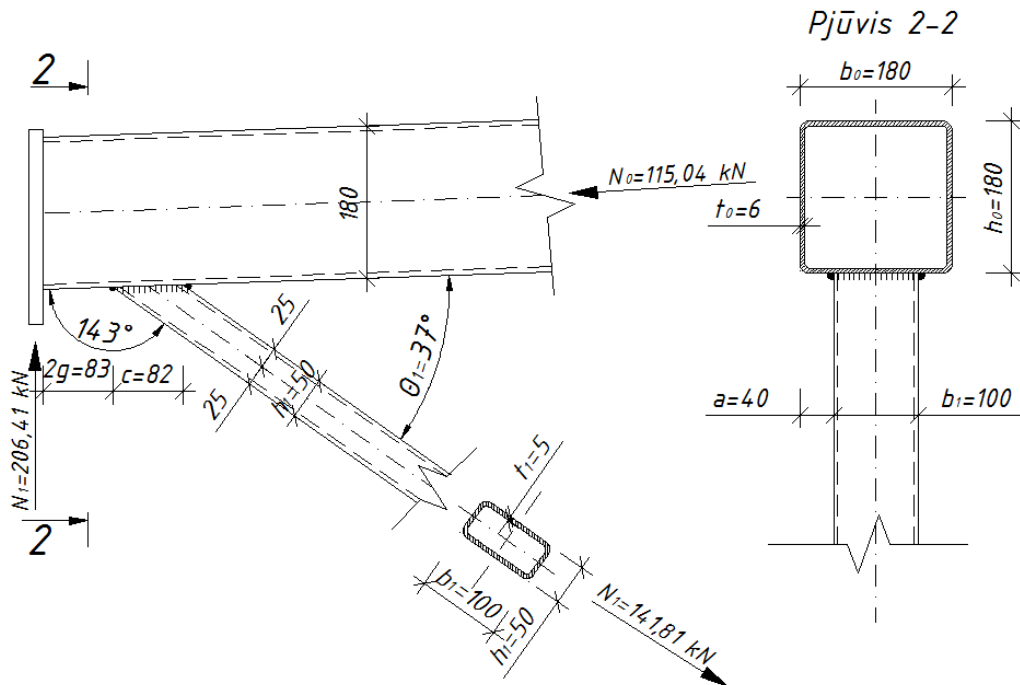
Čia: k_f – siūlės statinis, ne didesnis nei ploniausio elemento storis, šiuo atveju ~5 mm.

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{221,54 - 118,47}{221,54} \cdot 100\% = 46,52\%
 \tag{2.8.40}$$

Išvada: Kertinių siūlių, jungiančių tempiamąjį tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas atsarga $\Delta = 46,52\%$.

2.8.3. Atraminio santvaros mazgo laikomosios galios tikrinimas (mazgas „B“)



2.37 pav. Atraminis mazgas – „C“

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

Iražos ženklų koeficientas pagal Reglamento [8] 89 punktą, kai elementai tempiami $\gamma_1 = 1,2$.

Kadangi

$$\frac{|N_0|}{A_0 \cdot f_{y,d}} = \frac{|115,04| \cdot 10}{34,4 \cdot 322,73} = 0,103 < 0,5; \quad (2.8.41)$$

taigi $\gamma_0 = 1,0$.

Santvaros juostos iškyšą, $a = (b_0 - b_2)/2 = (18 - 10)/2 = 4 \text{ cm}$.

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis, $c_1 = h_1/\sin\theta_1 = 5/\sin 37 = 8,2 \text{ cm}$.

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų $g = 8,3/2 = 4,15 \text{ cm}$.

Kadangi $b_1/b_0 = 100/180 = 0,555 < 0,9$ ir $c/b_1 = 8,12/10 = 0,812 > 0,25$, tai turime taikyti formulę pagal Reglamento [8] 89 punktą:

$$\begin{aligned} |N_1| + \frac{1,7|M_1|}{h_1} &= 141,81 \text{ kN} \\ &\leq \frac{\gamma_c \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_0 \cdot f_{y,d} \cdot t_0^2 \cdot (2 \cdot c_1 + \sqrt{2 \cdot b_0 \cdot a})}{a \cdot \sin\theta_1} \\ &= \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 322,73 \cdot 10^3 \cdot 0,006^2 \cdot (2 \cdot 0,082 + \sqrt{2 \cdot 0,18 \cdot 0,04})}{0,04 \cdot \sin 37} \\ &= 156,26 \text{ kN} \end{aligned} \quad (2.8.43)$$

Neišnaudojimo atsarga:

$$\Delta = \frac{156,26 - 141,81}{156,26} \cdot 100\% = 9,25 \%. \quad (2.8.44)$$

Išvada: Santvaros viršutinės juostos, veikiamos tempiamojo strypo, išplėšimo atsparis yra pakankamas, atsarga $\Delta = 9,25 \%$.

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

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

Kadangi $h_0/t_0 = 180/6 = 30 > 25$, todėl koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį (plonasieniškumą) $\gamma_t = 0,8$. Koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį ir skaičiuotinį plieno stiprį pagal Reglamento [8] 91 punktą kai $h_0/t_0 = 30 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y,d}^2 - 0,2 \cdot f_{y,d} + 81,8 = 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,73^2 - 0,2 \cdot 322,73 + 81,8 = 42,77$, $k = 1,0$.

Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario sąlyga:

$$\begin{aligned}
 N_1 &= 141,81 \text{ kN} \leq \frac{2 \cdot \gamma_c \cdot \gamma_t \cdot k \cdot f_{y,d} \cdot t_0 \cdot h_1}{\sin^2 \theta_1} \\
 &= \frac{2 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 322,73 \cdot 10^3 \cdot 0,006 \cdot 0,05}{\sin^2 37} \\
 &= 155,64 \text{ kN}.
 \end{aligned}
 \tag{2.8.45}$$

Neišnaudojimo atsarga:

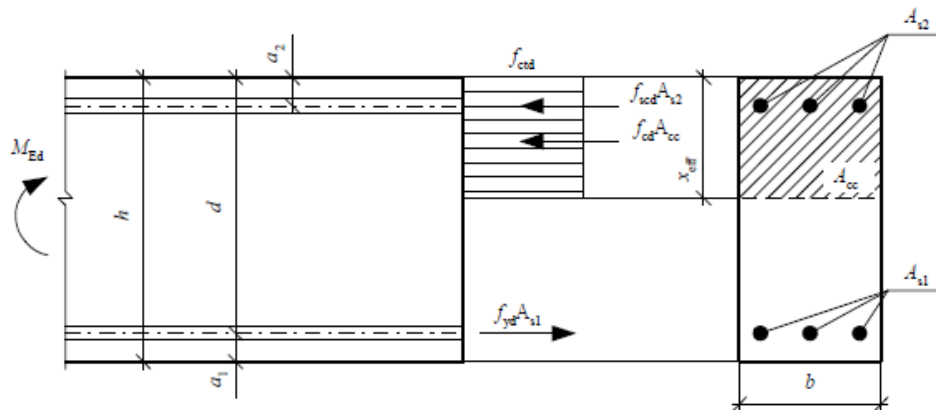
$$\Delta = \frac{155,64 - 141,81}{155,64} \cdot 100\% = 8,88\%.
 \tag{2.8.46}$$

Išvada: Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo (plonasieniškumo) atsparis yra pakankamas, atsarga $\Delta = 8,88\%$.

Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje, bei virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atsparis turi būti tikrinamas kai: – mazguose, nurodytuose Reglamento [8] 89 punkte, kai kampas tarp tinklelio ir juostos $\alpha = 40 - 50^\circ$, šiuo atveju to nedarome, nes kampas yra 37° .

2.9. Gelžbetoninės kolonos K-1 projektavimas

Surenkama gelžbetoninė ekscentriškai gniuždoma nekintamo skerspjūvio kolona projektuojama iš C35/45 klasės sunkiojo betono ir armuojama S400 klasės armatūra. Kolonos skerspjūvis $400 \times 400 \text{ mm}$, ilgis $l = 7,2 \text{ m}$. Kolona armuojama simetriškai – $A_{s1} = A_{s2}$.



2.38 pav. Ekscentriškai gniuždomųjų stačiakampio skerspjūvio lenkiamųjų elementų statmenajo pjūvio stiprio skaičiuotinė schema

Pagal [14] 13 lentelę apskaičiuoju kolonos skaičiuotinį ilgį:

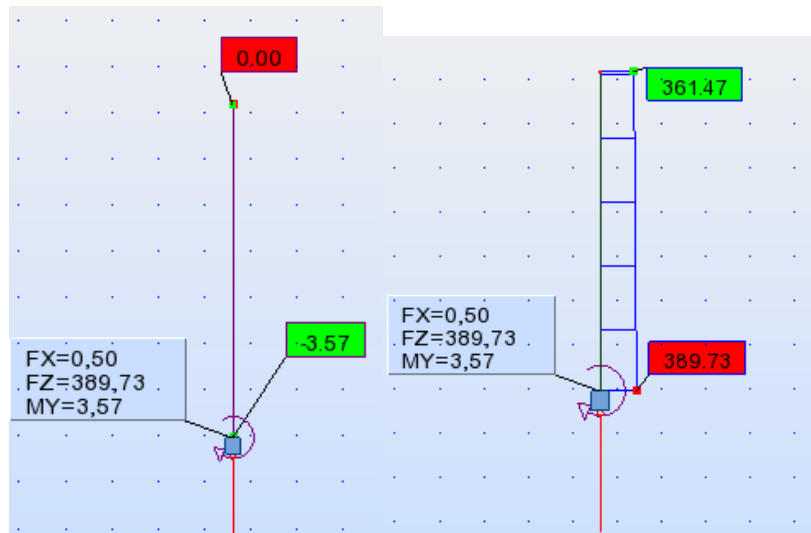
$$l_0 = l \cdot 0,8 = 7,2 \cdot 0,8 = 5,76 \text{ m}
 \tag{2.9.1}$$

Panaudosime anksčiau apskaičiuotas apkrovas ir remdamiesi „Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015“ programa gauname įrašas veikiančias kolonoje nuo pavojingiausio derinio.

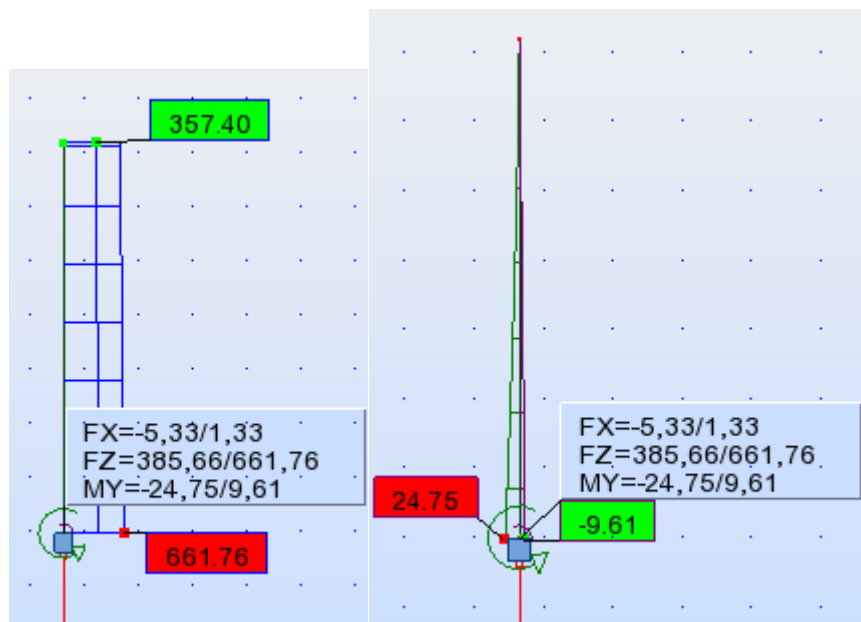
Nuo nuolatinių ir kintamųjų poveikių – $M_{Ed} = -24,75 \text{ kNm}$, $N_{Ed} = -661,76 \text{ kN}$.

Nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių – $M_{Ed,l} = 3,57 \text{ kNm}$, $N_{Ed,l} = -389,73 \text{ kN}$.

Kolonos armavimas išilgine armatūra.



2.39 pav. Kolonos įrašas nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių apkrovų



2.40 pav. Kolonos įrašas nuo nuolatinių ir kintamųjų poveikių

Apskaičiuojamas naudingasis kolonos skerspjūvio aukštis:

$$d = h - a_1 = 0,4 - 0,04 = 0,36 \text{ m} \quad (2.9.2)$$

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

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

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

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{35}{1,5} = 21 \text{ MPa} \quad (2.9.3)$$

Čia: α – koeficientas, priimame 0,9;

α_{cc} – koeficientas, priimame 1;

f_{ck} – charakteristinis betono stipris gniuždant 35 MPa;

γ_c – gelžbetoninių konstrukcijų patikimumo koeficientas 1,5.

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

$$M_{Ed,s} = M_{Ed} + N_{Ed} \left(\frac{d-a}{2} \right) = 24,75 + 661,76 \cdot \left(\frac{0,36-0,04}{2} \right) = 130,63 \text{ kNm}; \quad (2.9.4)$$

$$M_{Ed,sl} = M_{Ed,l} + N_{Ed,l} \left(\frac{d-a}{2} \right) = 3,57 + 389,73 \cdot \left(\frac{0,36-0,04}{2} \right) = 65,93 \text{ kNm}; \quad (2.9.5)$$

Koeficientas, įvertinantis ilgalaikių poveikių įtaką elemento įlinkiui ribiniame būvyje:

$$\varphi_l = 1 + \beta \cdot \frac{M_{Ed,sl}}{M_{Ed,s}} = 1 + 1 \cdot \frac{65,93}{130,63} = 1,50 < \varphi_l = 1 + \beta = 1 + 1 = 2; \quad (2.9.6)$$

Čia: β – koeficientas, įvertinantis betono rūšį ir nustatomas pagal [14] 7 lentelę.

Priimu $\varphi_l = 1,50$.

Pradinis išilginės jėgos ekscentricitetas lenkimo momento plokštumoje:

$$e_0 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{24,75}{661,76} = 0,0374 \text{ m} = 37,4 \text{ mm} > e_a = \frac{h}{30} = \frac{0,4}{30} = 0,0133 \text{ m} = 13,33 \text{ mm}; \quad (2.9.7)$$

Priimu $e_0 = 0,0374 \text{ m} = 37,4 \text{ mm}$.

Sąlyginės kritinės jėgos apskaičiavimui nustatome:

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = \frac{0,0374}{0,40} = 0,0935 < \delta_{e,\min} = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{l_0}{h} - 0,01 \cdot f_{cd} = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{5,76}{0,4} - 0,01 \cdot 21 = 0,146 \quad (2.9.8)$$

Priimame koeficiento reikšmę $\delta_e = \delta_{e,min} = 0,146$. Pirmam priartėjimui priimame armavimo koeficientą $\rho_1 = 0,01$. Apskaičiuojamas armatūros ir betono tamprumo modulių santykis:

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200 \cdot 10^3}{34 \cdot 10^3} = 5,88; \quad (2.9.9)$$

Čia: E_s – armatūros tamprumo modulis;

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

Betono skerspjūvio inercijos momentas:

$$I_c = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,4 \cdot 0,4^3}{12} = 0,00213 m^4; \quad (2.9.10)$$

Armatūros skerspjūvio ploto inercijos momentas elemento viso skerspjūvio centro atžvilgiu:

$$I_s = \rho_1 \cdot b \cdot d \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2 = 0,01 \cdot 0,4 \cdot 0,36 \cdot \left(\frac{0,36 - 0,04}{2} \right)^2 = 0,00003686 m^4; \quad (2.9.11)$$

Apskaičiuoju sąlyginę išilginę kritinę jėgą:

$$\begin{aligned} N_{cr} &= \frac{6,4 \cdot E_{cm}}{l_0^2} \left[\frac{I_c}{\varphi_l} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e I_s \right] = \\ &= \frac{6,4 \cdot 34 \cdot 10^6}{5,76^2} \left[\frac{0,00213}{1,50} \cdot \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,146} + 0,1 \right) + 5,88 \cdot 0,00003686 \right] = 6517,30 kN \end{aligned} \quad (2.9.12)$$

Čia: l_0 - elemento skaičiuotinis ilgis;

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

δ_e - koeficientas priklausantis nuo atsitiktinio ekscentriciteto;

I_c - betoninės dalies skerspjūvio inercijos momentas.

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

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{661,76}{6517,30}} = 1,11; \quad (2.9.13)$$

Apskaičiuojamas skaičiuotinis ekscentricitetas e_e :

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 0,0374 \cdot 1,11 + \frac{0,36 - 0,04}{2} = 0,201 m; \quad (2.9.14)$$

Apskaičiuojamas reikalingas armavimas.

Skaičiuoju reikšmes:

$$\alpha_n = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d} = \frac{661,76}{21 \cdot 10^3 \cdot 0,4 \cdot 0,36} = 0,219; \quad (2.9.15)$$

$$\alpha_m = \frac{N_{Ed} \cdot e_e}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{661,76 \cdot 0,201}{21 \cdot 10^3 \cdot 0,4 \cdot 0,36^2} = 0,122; \quad (2.9.16)$$

Skaičiuojame elemento gniuždomosios zonos aukštį pagal [14] 8.14 formulę:

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,682}{1 + \frac{365}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,682}{1,1}\right)} = 0,534. \quad (2.9.17)$$

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 21 = 0,682; \quad (2.9.18)$$

Čia: ω – betono gniuždomosios zonos charakteristika.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$\Delta\sigma_p$ – pagal [14] 63 punktą;

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

Kadangi $\alpha_n = 0,219 < \xi_{lim} = 0,534$, tai kolonos armavimui reikalingas armatūros plotas apskaičiuojamas $A_{s1} = A_{s2}$:

$$\begin{aligned} A_{s1} = A_{s2} &= \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \frac{\alpha_m - \alpha_n (1 - 0,5\alpha_n)}{1 - a_2/d} = \\ &= \frac{21 \cdot 0,4 \cdot 0,36}{365} \cdot \frac{0,122 - 0,219(1 - 0,5 \cdot 0,219)}{1 - 0,04/0,36} = 0,00068 \text{ m}^2; \end{aligned} \quad (2.9.19)$$

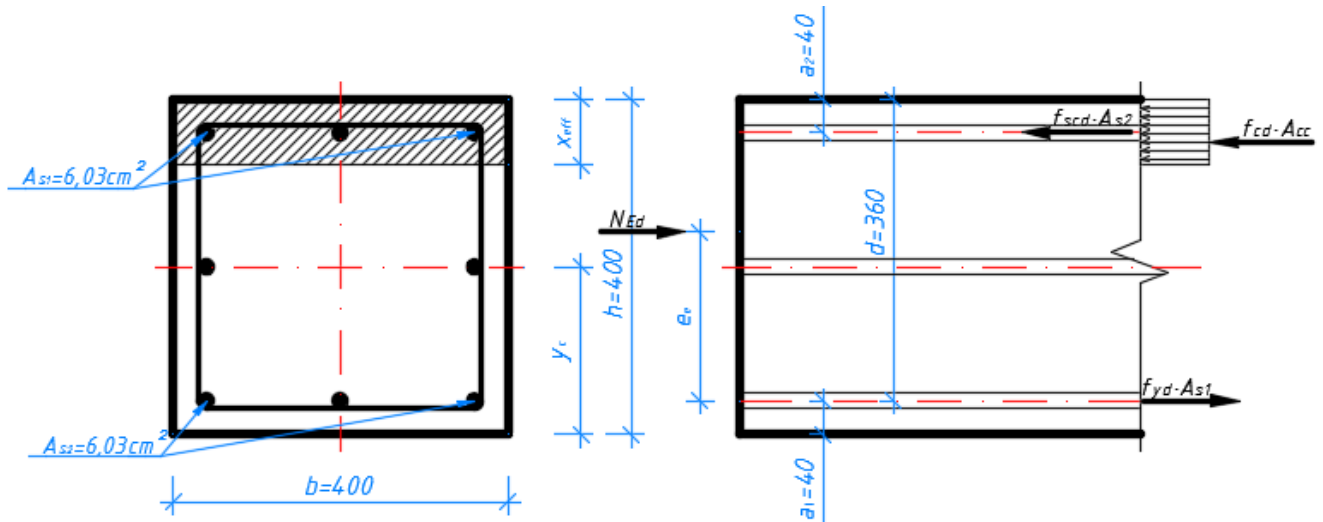
Tikrinamas ar tiksliai parinktas armavimo koeficientas:

$$\rho = \frac{A_{s1} + A_{s2}}{b \cdot h} = \frac{2 \cdot 6,8}{40 \cdot 40} = 0,0085 < 0,01. \quad (2.9.19)$$

Išvada: kadangi armavimo koeficientas parinktas tinkamai, pagal gautą reikalingą armatūros skerspjūvio plotą, iš sortimento lentelės parenkama išilginė armatūra kiekvienoje skerspjūvio pusėje 3Ø16 S400 strypai $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$.

Kolonos laikomosios galios patikrinimas.

Pasinaudodami 2.5 pav. Pateikta schema patikrinsime kolonos laikomąją galią.



2.41 pav. Kolonos GK-1 skerspjūvio stiprio skaičiuotinė schema

Perskaičiuoju parametrus:

$$I_s = (A_{s1} + A_{s2}) \cdot \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2 = (6,03 \cdot 10^{-4} + 6,03 \cdot 10^{-4}) \cdot \left(\frac{0,36 - 0,04}{2} \right)^2 \quad (2.9.20)$$

$$= 3,087 \cdot 10^{-5} \text{ m}^{-4};$$

$$N_{cr} = \frac{(6,4 \cdot E_{cm})}{l_0^2} \cdot \left(\frac{I_c}{\varphi_l} \cdot \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e \cdot I_s \right) \quad (2.9.21)$$

$$= \frac{(6,4 \cdot 34 \cdot 10^6)}{5,76^2} \cdot \left(\frac{0,00213}{1,50} \cdot \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,146} + 0,1 \right) + 5,88 \cdot 3,087 \cdot 10^{-5} \right)$$

$$= 6286,30 \text{ kN};$$

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

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{661,76}{6286,30}} = 1,12; \quad (2.9.22)$$

Perskaičiuojamas skaičiuotinis ekscentricitetas e_e :

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 0,0374 \cdot 1,12 + \frac{0,36 - 0,04}{2} = 0,2019 \text{ m}; \quad (2.9.23)$$

Apskaičiuojamas gniuždomos zonos aukštis:

$$x_{eff} = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b} = \frac{661,76}{21 \cdot 10^3 \cdot 0,4} = 0,0788 \text{ m}; \quad (2.9.24)$$

Kadangi $x_{eff} = 0,0788 < \xi_{lim} \cdot d = 0,534 \cdot 0,36 = 0,1922$, tai skerspjūvio laikomoji galia tikrinama pagal šią sąlygą:

$$f_{cd} \cdot b \cdot x_{eff} \cdot (d - 0,5 \cdot x_{eff}) + f_{scd} \cdot A_{s2} (d - a_2) \geq N_{Ed} \cdot e_e; \quad (2.9.25)$$

$$21 \cdot 0,4 \cdot 0,0788 \cdot (0,36 - 0,5 \cdot 0,0788) + 365 \cdot 6,03 \cdot 10^{-4} \cdot (0,36 - 0,04) = 282,63 \text{ kN} \\ \geq 661,76 \cdot 0,2019 = 133,61 \text{ kN};$$

Išvada: skerspjūvio laikomoji galia pakankama.

Tikrinu kolonos liaunį. Skaičiuoju inercijos spindulį keturkampio skerspjūvio kolonai:

$$i = 0,269 \cdot 0,4 = 0,11; \quad (2.9.26)$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{7,2}{0,11} = 65,45 < \lambda_{max} = 120; \quad (2.9.27)$$

Ekscentriškai gniuždomųjų elementų skerspjūvio matmenys turi būti tokie, kad jų liaunis l_0/i visomis kryptimis neviršytų pagal [14] 62.2 punktą – 120.

Kolonos armavimas skersine armatūra.

Dėl darbo apimties konstrukciniai skaičiavimai neatliekami, o skersiniai strypai priimami konstruktyviai. Pagal išilginės armatūros $d = 16 \text{ mm}$, skersinės armatūros skersmuo turi būti ne mažiau $1/3$, todėl parenku $\text{Ø}6 \text{ S}240$ klasės armatūrą. Maksimalūs atstumai tarp skersinių strypų $s = 20 \cdot d = 20 \cdot 1,6 = 32 \text{ cm}$, todėl skersinę armatūrą naudosime kas 30 cm . Ties kolonos galais skersinė armatūra sutankinama atstumu 10 cm , kad atlaikytu vietinį glemžimą nuo santvaros ir pamato.

2.10. Gelžbetoninės nepertraukiamo formavimo kiaurymėtosios perdangų plokštės projektavimas

2.10.1 Pradiniai duomenys projektavimui

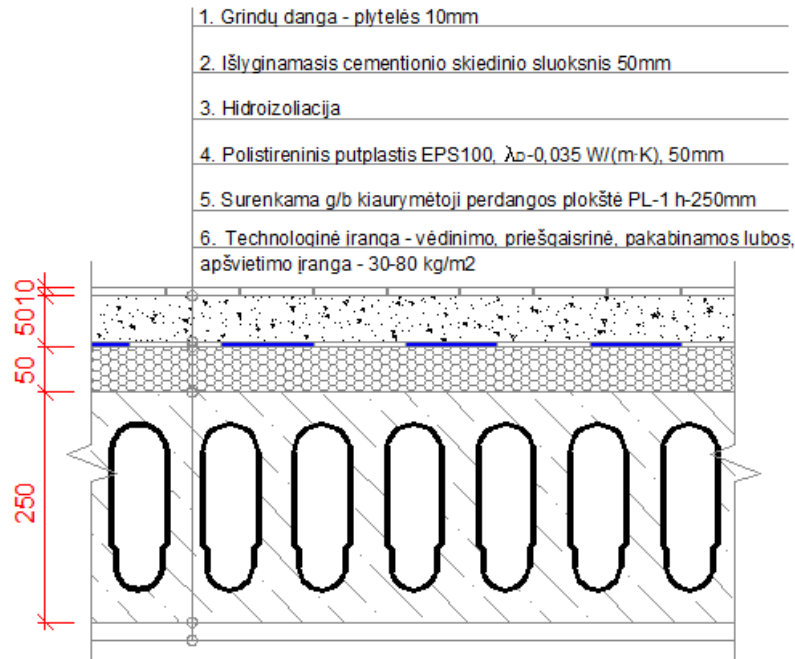
Pastato charakteristika. Šio projektuojamo prekybos centro surenkama perdangos kiaurymėtoji gelžbetoninė plokštė PL-1 yra projektuojama taikant galiojančius standartus, reglamentus bei normas ir gaminama nepertraukiamo formavimo būdu. Plokštė apskaičiuota kaip konstrukcija, kuri laisvai atremta dviem galais. Atrama – RL tipo gelžbetonės sijos (rygeliai), kurių skerspjūvis 600x450mm. Atrėmimo ilgis - 120 mm, likęs tarpas 80 mm tarp plokščių užmonolitinamas betonu. Kadangi projektuojamo pastato plotų panaudojimo kategorija – D2 (10.1 lent. [5]), todėl charakteristinė naudojimo apkrova ant perdangų $q_k = 4,0 \text{ kN/m}^2$, o apkrova nuo pertvarų $q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$. Apkrovų dalinis patikimumo koeficientas $\gamma_Q = 1,35$. Pastato aplinkos sąlygų klasė – XC1 (1 lent. [9]), o patalpų santykinis oro drėgnis $RH = 50\%$. Projektuojamas statinys pagal patikimumą ir paskirtį turi būti priskirtas RC3 patikimumo klasei, todėl daugiklis γ_I (50 metų laikotarpiui) saugos ribiniams būviams – 1,05. Skaičiuotinio eksploatacijos laikotarpio kategorija – 4, skaičiuotinis eksploatacijos laikotarpis – 50 metų (1 lent. [12]). Pastato atsparumo ugniai laipsnis – I, o perdangos atsparumas ugniai pagal reikalavimus REI15 (4 lent. [13]), projektuojamos plokštės atsparumas remiantis gamintojo UAB „Betonika“ techninėmis specifikacijomis – REI60. Kiaurymėtosios perdangų plokštės nominalusis plotis $b_n = 1200 \text{ mm}$.

Medžiagos, konstravimo ypatumai, gamyba. Plokštė gaminama iš C30/37 klasės betono, tempiamoji zona armuojama įtemptąja lynine armatūra Y1770S, ją įtempiant mechaniniu būdu į atsparas. Įtempiamo lyno ilgis 115,5 m. Betono stipris apspaudimo metu $f_{cp} = 0,8 \times f_{ck}$. Gaminiai kietinami šutinant ($\Delta t = 65^\circ\text{C}$). Atstumas tarp pastato kolonų (rėmsijų) ašių $L = l_n = 8,45 \text{ m}$ (2.1 pav.). Plokštės konstrukcinis ilgis $l_k = l_n - 2t = 8,45 - 2 \times 0,28 = 7,89 \text{ m}$. Tarpai tarp plokščių galų ir rygelio užmonolitinami. Atstumas – $t = 0,08 + 0,2 = 0,28 \text{ m}$. Čia: 0,2 m atstumas iki kolonos centro.

2.10.2 Plokštės naudojimo situacijos ribinių būvių skaičiavimas

Apkrovos ir poveikiai. Apkrovos ir poveikiai (kN/m^2) apskaičiuoti 2.1 lentelėje, atsižvelgiant į reglamento [5] nurodymus ir 2.42 pav.

ANTRO AUKŠTO GRINDŲ DETALĖ GD2 M1:10



2.42 pav. Perdenginio konstrukcija

2.10 lentelė. Apkrovų ir poveikių skaičiavimas

Eil. Nr.	Perdenginio konstrukcijos elementai	Charakteristinės apkrova, g_k [kN/m ²]	Poveikių dalinis patikimumo koeficientas (γ),		Skaičiuotinė apkrova, g_d [kPa]	
			Tinkamumo ribiniams būviams	Saugos ribiniams būviams	Tinkamumo ribiniams būviams	Saugos ribiniams būviams
Nuolatinės apkrovos (G):			1,0	1,35	0,20	0,27
1.	Grindų dangą plytelės (20 kg/m ²)	0,20				
2.	Cementinio skiedinio sluoksnis (0,05×2200kg/m ³)	1,10				
3.	Polistireninis putplastis EPS 100 (0,05m×18,5 kg/m ³)	0,00925				
4.	Gelžbetoninė plokštė HCS250	3,8				
5.	Hidroizoliacija (0,002m×30 kg/m ³)	0,0006				
6.	Apdaila, technologinė įranga (80 kg/m ²)	0,8	0,8	1,08		
Suminė (g_k) nuolatinė apkrova Σ :		5,91	-	-	$g_{d2}=5,91$	$g_{d2}=7,98$
Kintamoji apkrova (Q):						
Naudojimo apkrova (q_k):		4,8	1,0	1,3	$q_{d2}=4,8$	$q_{d2}=6,24$
Visos apkrovos Σ :		10,71	-	-	10,71	14,22

Skaičiuotinė schema ir poveikių efektai (įrašos). Atsižvelgiant į 2.43 pav. duomenis, plokštės tarpatramio skaičiuotinis ilgis:

$$l_{eff} = l_n - 2 \cdot \frac{t}{2} - 2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right) \cdot a = 8,45 - 2 \cdot 0,28 - 2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right) \cdot 0,12 = 7,77 \text{ m} \quad (2.10.1)$$

Charakteristinės ir skaičiuotinės apkrovų poveikių reikšmės (tinkamumo ribiniams būviams), kai plokštės plotis $b_n = 1,2 \text{ m}$:

- Plokštės savojo svorio:

$$g_{ds} = g_{ks} = g_{sd2} \cdot b_n = 3,80 \cdot 1,2 = 4,56 \text{ kN/m}; \quad (2.10.2)$$

- Nuolatinių apkrovų:

$$g_d = g_k = g_{d2} \cdot b_n = 5,91 \cdot 1,2 = 7,09 \text{ kN/m}; \quad (2.10.3)$$

- Naudojimo apkrovos:

$$q_d = q_k = q_{d2} \cdot b_n = 4,8 \cdot 1,2 = 5,76 \text{ kN/m}; \quad (2.10.4)$$

- Naudojimo apkrovos tariamai nuolatinės dalies, kai $\psi_2 = 0,6$ (1 lent. [5]):

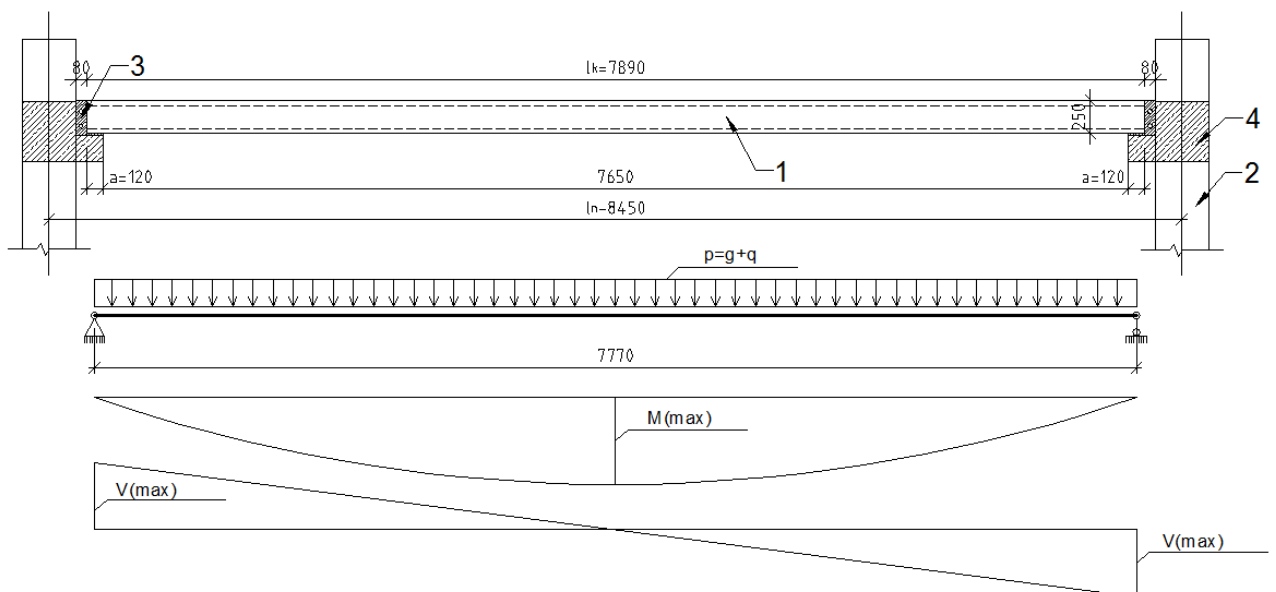
$$q_{d,lt} = q_{k,lt} = \psi_2 \cdot q_k \cdot b_n = 0,6 \cdot 4,8 \cdot 1,2 = 3,456 \approx 3,46 \text{ kN/m}; \quad (2.10.5)$$

- Visos apkrovos:

$$p_d = p_k = g_k + q_k = 7,09 + 5,76 = 12,85 \text{ kN/m}; \quad (2.10.6)$$

- Nuolatinės ir tariamai nuolatinės:

$$p_{gd} = p_{gk} = g_k + q_{k,lt} = 7,09 + 3,46 = 10,55 \text{ kN/m}. \quad (2.10.7)$$



2.43 pav. Perdangos fragmentas: 1 – perdangų plokštė, 2 – kolona, 3 – sumonolitintas ruožas, 4 – rygelis

Plokštės efektai (įrašos), sukelti charakteristinių ir skaičiuotinių poveikių, tinkamumo ribiniams būviams:

$$M_{Ed} = p_d \cdot l_{eff}^2 / 8 = 12,85 \cdot 7,77^2 / 8 = 96,97 \text{ kNm}; \quad (2.10.8)$$

$$M_{Egd} = p_{gd} \cdot l_{eff}^2 / 8 = 10,55 \cdot 7,77^2 / 8 = 79,62 \text{ kNm}; \quad (2.10.9)$$

$$M_{Egd} = g_{d1} \cdot l_{eff}^2 / 8 = 4,56 \cdot 7,77^2 / 8 = 34,41 \text{ kNm}; \quad (2.10.10)$$

$$V_{Egd} = p_{gd} \cdot l_{eff} / 2 = 10,55 \cdot 7,77 / 2 = 40,99 \text{ kN}. \quad (2.10.11)$$

Skaičiuotinės apkrovų poveikių reikšmės saugos ribiniams būviams:

- Plokštės savojo svorio ir grindų konstrukcijos:

$$g_d = g_{d2} \cdot b_n = 7,98 \cdot 1,2 = 9,58 \text{ kN/m}; \quad (2.10.12)$$

- Visos apkrovos:

$$p_d = (g_{d2} + q_{d2}) \cdot b_n = (7,98 + 6,24) \cdot 1,2 = 17,06 \text{ kN/m}; \quad (2.10.13)$$

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

- Didžiausias lenkimo momentas:

$$M_{Ed} = p_d \cdot l_{eff}^2 / 8 = 17,06 \cdot 7,77^2 / 8 = 128,75 \text{ kNm}; \quad (2.10.14)$$

- Didžiausia skersinė jėga:

$$V_{Ed} = p_d \cdot l_{eff} / 2 = 17,06 \cdot 7,77 / 2 = 66,28 \text{ kN/m}; \quad (2.10.15)$$

Plokštės skerspjuvio matmenų nustatymas.

Nepertraukiamo formavimo įtemptojo gelžbetonio kiaurymėtosios perdangų plokštės skerspjuvio matmenys parodyti 2.44 a pav. Plokštės skerspjuvio aukštis $h = l_{eff} / 30 = 7,77 / 30 = 0,259 \text{ m}$; imamas $h = 0,25 \text{ m}$.

Skerspjuvio darbo aukštis $d = h - a_1 = 0,25 - 0,035 = 0,215 \text{ m}$. Kiti skerspjuvio matmenys: kiaurymės plotis $b_1 = 0,060 \text{ m}$ (čia $R_1 = 0,030 \text{ m}$ – kiaurymės apskritiminių dalių spindulys): viršutinės lentynos storis $h_{eff} = 0,035 \text{ m}$, apatinės – $h_{f1} = 0,035 \text{ m}$, briaunų pločiai: vidurinių – $0,04 \text{ m}$, kraštinių – $(1,158 - 10 \times 0,04 - 11 \times 0,06) / 2 = 0,049 \text{ m}$.

Skaičiuojant plokštės saugos ribinius būvius, skaičiuotinis tėjinio skerspjuvio (2.3 b pav.) gniuždomosios lentynos storis $h_{eff} = 0,035 \text{ m}$; santykinis $h_{eff} / h = 0,035 / 0,25 = 0,14 > 0,1$, todėl skaičiuojant imamas visas lentynos plotis $b_{eff} = 1,158 \text{ m}$; skaičiuotinis briaunos plotis $b_w = b_{eff} - 11 \times 0,06 = 0,498 \text{ m}$.

Skaičiuojant plokštės tinkamumo ribinius būvius, imamas dvitėjinis skaičiuotinis skerspjuvis (2.44 c pav.). Jo parametrai nustatomi redukuojant vertikalias ovalines kiaurymes į stačiakampes tokiu būdu:

- 1) Apskaičiuojamas ovalinės kiaurymės plotas:

$$A = b_1 \cdot (h_1 - b_1) + \pi R^2 = 0,06 \cdot (0,18 - 0,06) + 3,14 \cdot 0,03^2 = 0,01003 \text{ m}^2; \quad (2.10.16)$$

- 2) Kiaurymės inercijos momentas apie jos vertikaliąją ašį:

$$I = (h_1 - 2R) \cdot b_1^3 / 12 + \pi R^4 / 4 = (0,18 - 2 \cdot 0,03) \cdot 0,06^3 / 12 + 3,14 \cdot 0,03^4 / 4 = 0,000002796 \text{ m}^4; \quad (2.10.17)$$

3) Apskaičiuojamas ekvivalentiškos kiaurymės plotis ir aukštis:

$$b_e = \sqrt{12I / A} = \sqrt{12 \cdot 0,000002796 / 0,01003} = 0,0578 \text{ m} \quad (2.10.18)$$

$$h_e = A / b_e = 0,01003 / 0,0578 = 0,1735 \text{ m} \quad (2.10.19)$$

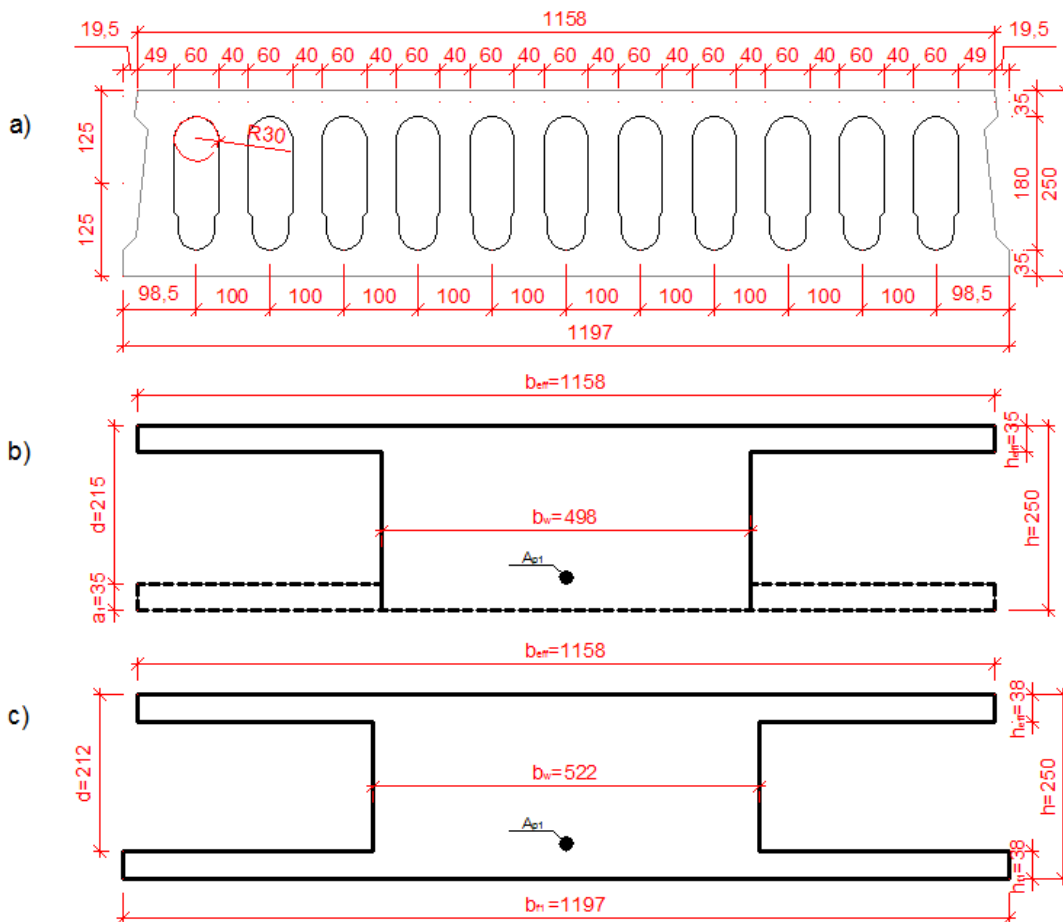
Tokių būdu ekvivalentiško plokštės skerspjūvio matmenys bus tokie:

$$h = 0,25 \text{ m}; b_{eff} = 1,158 \text{ m};$$

$$h_{eff} = (0,180 - 0,1735) / 2 + 0,035 = 0,03825 \approx 0,038 \text{ m};$$

$$h_{fl} = (0,180 - 0,1735) / 2 + 0,035 = 0,03825 \approx 0,038 \text{ m};$$

$$b_w = b_{eff} - 11b_e = 1,158 - 11 \times 0,0578 = 0,522 \text{ m}.$$



2.44 pav. Plokštės skerspjūviai: a – tikrasis, b – skaičiuotinis saugos ribiniams būviam; c – skaičiuotinis tinkamumo ribiniams būviam

Betono ir armatūros savybių rodikliai.

Normaliojo C30/37 stiprio gniuždant klasės betono mechaninių savybių rodikliai (žr. 1 sk. [9]):

Patalpų santykinė drėgmė eksploatacijos metu $W=50\%$, C30/37 betonui $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, $f_{cm} = 38 \text{ MPa}$, $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$, $f_{ctk,0,05} = 2,0 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 32 \text{ GPa} = 32 \times 10^3 \text{ MPa}$.

Betono stiprumas apgnūždant imamas toks, kad būtų įvykdoma sąlyga $\sigma_{cp}/f_{cp} < 0,95$, jis yra lygus $f_{cp} = 0,8 \cdot f_{ck} = 0,8 \cdot 30 = 24 \text{ MPa}$.

Skaičiuotiniai betono stipriai saugos ribiniams būviam:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_c \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{30}{1,5} = 18 \text{ MPa} \quad (2.10.20)$$

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{2}{1,5} = 1,2 \text{ MPa} \quad (2.10.21)$$

Skaičiuotiniai betono stipriai tinkamumo ribiniams būviam:

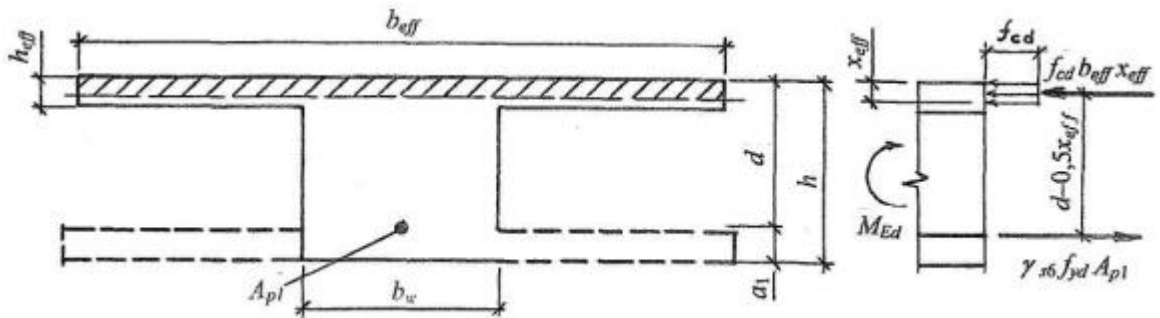
$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_c \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{30}{1} = 27 \text{ MPa} \quad (2.10.22)$$

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{2}{1} = 1,8 \text{ MPa} \quad (2.10.23)$$

Plokštė armuota iš anksto įtemptą lynine armatūra Y1770S, kurios mechaninių savybių rodikliai: $f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$, $f_{yk} = f_{p0,1k} = 1520 \text{ MPa}$, $f_{yd} = f_{p0,1d} = 1250 \text{ MPa}$, $E_{sm} = 195 \text{ GPa} = 195 \times 10^3 \text{ MPa}$. Lynų skersmuo $\varnothing 12,5 \text{ mm}$ (vieno lyno skerspjūvio plotas $1,40 \times 10^{-4} = 140 \text{ mm}^2$).

Preliminarus iš anksto įtemptosios armatūros skaičiavimas.

Skaičiuojama pagal 2.45 pav. pateiktą skaičiuotinę schemą, vadovaujantis 2.44 b pav. ir kitais duomenimis.



2.45 pav. Plokštės normalinio pjūvio stiprumo skaičiuotinė schema [17]

Pagal [9] 139 p. pradiniai armatūros išankstiniai įtempiai:

$$\sigma_p = 0,75 \cdot f_{yk} = 0,75 \cdot 1520 = 1140 \text{ MPa} \quad (2.10.24)$$

Tikrinama [9] (12.1) sąlyga: mechaninio armatūros įtempimo atveju įtempimų

nuokrypis:

$$p = 0,05 \cdot \sigma_p = 0,05 \cdot 1140 = 57 \text{ MPa}; \quad (2.10.25)$$

$$\sigma_p + p = 1140 + 57 = 1197 < f_{yk} = 1520 \text{ MPa}. \quad (2.10.26)$$

Išvada: sąlyga įvykdyta.

Armatūros įtempimo tikslumo koeficientas pagal 143 p. [9]:

$$\gamma_{sp} = 1 \pm \gamma_{sd} = 1 + 0,1; \quad (2.10.27)$$

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

Skaičiuojant stipriį imama $\gamma_{sp} = 1 - 0,1 = 0,9$; todėl armatūros išankstiniai įtempiai:

$$\sigma_p = 0,9 \cdot 1140 = 1026 \text{ MPa} \quad (2.10.28)$$

Iš anksto įtemptosios armatūros skerspjūvio plotas apskaičiuojamas pagal $M_{Ed} = 128,75$ kNm. Laikant, kad neutralioji ašis yra gniuždomojoje lentynoje, koeficientas (iš $\Sigma M = 0$):

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d^2 = 0,12875 / 18 \cdot 1,158 \cdot 0,215^2 = 0,134; \quad (2.10.29)$$

tada santykinis gniuždomosios zonos aukštis iš 6 priedo arba formulės:

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2 \mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,134} = 0,144. \quad (2.10.30)$$

Kadangi $x_{eff} = \xi_{eff} \cdot d = 0,134 \cdot 0,215 = 0,0288 < h_{eff} = 0,035$ m., neutralioji ašis yra lentynoje. Gniuždomosios zonos charakteristika (žr. 72 p. [9]):

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706; \quad (2.10.31)$$

Ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis:

$$\begin{aligned} \xi_{lim} &= \omega / (1 + (\sigma_{s,lim} / \sigma_{s,lim}) \cdot (1 - \omega / 1,1)) \\ &= 0,706 / (1 + (510 / 500) \cdot (1 - 0,706 / 1,1)) = 0,517; \end{aligned} \quad (2.10.32)$$

Čia, kai naudojami lynai,

$$\sigma_{s,lim} = f_{yd} + 400 - \sigma_p = 1250 + 400 - 1026 = 624 \text{ MPa}; \quad (2.10.33)$$

$$\sigma_{sc,lim} = 500 \text{ MPa}.$$

Armatūros darbo sąlygų koeficientas γ_{s6} (žr. 73 p. [9]):

$$\begin{aligned} \gamma_{s6} &= \eta - (\eta - 1) \cdot \left(2 \cdot \frac{\xi_{eff}}{\xi_{lim}} - 1 \right) = 1,15 - (1,15 - 1) \cdot \left(2 \cdot \frac{0,144}{0,517} - 1 \right) \\ &= 1,216 > \eta = 1,15; \end{aligned} \quad (2.10.34)$$

imama $\gamma_{s6} = 1,15$;

Čia $\eta = 1,15$ – armatūros lynams.

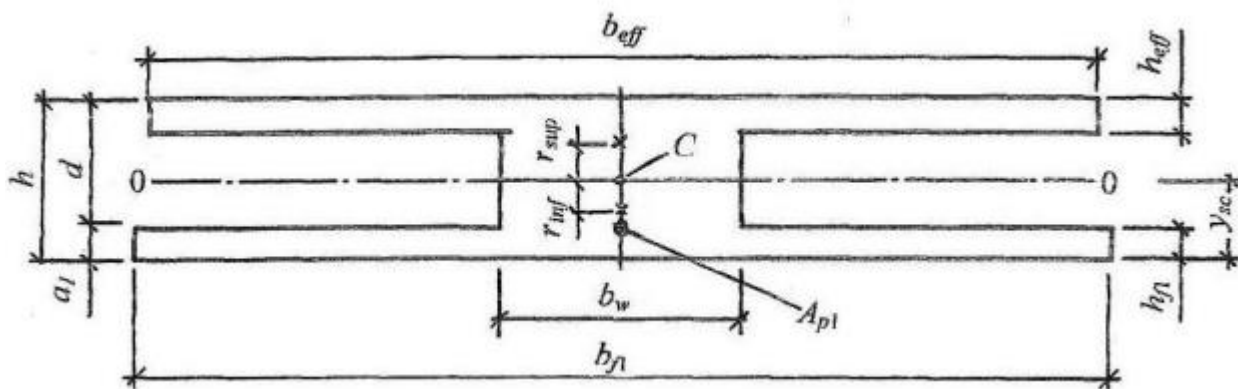
Iš anksto įtemptosios armatūros skerspjūvio plotas pagal [6] (4.18) formulę, kai $A_{p2} = 0$ ir $b = b_{eff} = 1,158$ m (iš $\Sigma N = 0$):

$$\begin{aligned} A_{p1} &= f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot \xi_{eff} \cdot d / f_{yd} \cdot \gamma_{s6} = 18 \cdot 1,158 \cdot 0,144 \cdot 0,215 / 1250 \cdot 1,15 \\ &= 4,489 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2. \end{aligned} \quad (2.10.35)$$

Primama įtemptoji lyninė armatūra 6Ø12,5 Y1770S su $A_{p1} = 5,58 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.

Plokštės ekvivalentiško skerspjūvio geometriniai rodikliai.

Šie rodikliai apskaičiuojami pagal schemą 2.3.b ir 2.5 pav., atsižvelgiant į anksčiau gautus duomenis.



2.46 pav. Ekvivalentiškas plokštės skerspjūvis [17]

Skerspjūvio plotas:

$$\begin{aligned} A_{eff} &= b_w \cdot h + (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} + (b_{f1} - b_w) \cdot h_{f1} + \alpha_e \cdot A_{p1} = \\ &= 0,522 \cdot 0,25 + (1,158 - 0,522) \cdot 0,038 + (1,197 - 0,522) \cdot 0,038 + 6,1 \cdot 5,58 \cdot 10^{-4} = 0,1837 \text{ m}^2. \end{aligned} \quad (2.10.36)$$

Čia – α_e :

$$\alpha_e = E_{sm} / E_{cm} = 195 \cdot 10^3 / 32 \cdot 10^3 = 6,1. \quad (2.10.37)$$

Statinis skerspjūvio momentas plokštės apatinio sluoksnio atžvilgiu:

$$\begin{aligned} S_{eff} &= 0,5 \cdot b_w \cdot h^2 + (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} \cdot (h - 0,5 \cdot h_{eff}) + 0,5 \cdot (b_{f1} - b_w) \\ &\cdot h_{f1}^2 + \alpha_e \cdot A_{p1} \cdot a_1 = \\ &= 0,5 \cdot 0,522 \cdot 0,25^2 + (1,158 - 0,522) \cdot 0,038 \\ &\cdot (0,25 - 0,5 \cdot 0,038) + 0,5 \cdot (1,197 - 0,522) \cdot 0,038^2 + 6,1 \cdot 5,58 \\ &\cdot 10^{-4} \cdot 0,035 = 0,0225 \text{ m}^3. \end{aligned} \quad (2.10.38)$$

Atstumas nuo ekvivalentiško skerspjūvio svorio centro iki plokštės apatinio sluoksnio:

$$y_{sc} = S_{eff} / A_{eff} = 0,0225 / 0,1837 = 0,1225 \text{ m}. \quad (2.10.39)$$

Ekvivalentiško skerspjūvio inercijos momentas 0 – 0 ašies atžvilgiu:

$$\begin{aligned}
I_{eff} &= (b_{eff} \cdot h^3)/12 - (b_{eff} - b_w) h_b^3/12 + \alpha_e \cdot A_{p1} \cdot (y_{sc} - a_1)^2 = \\
&= (1,158 \cdot 0,25^3)/12 - (1,158 - 0,522) \cdot 0,174^3/12 + 6,1 \cdot 5,58 \\
&\cdot 10^{-4} \cdot (0,1225 - 0,035)^2 = 0,001813 \text{ m}^4.
\end{aligned} \quad (2.10.40)$$

Čia – h_b :

$$h_b = h - h_{eff} - h_{f1} = 0,25 - 0,038 - 0,038 = 0,174 \text{ m}. \quad (2.10.41)$$

Skerspjūvio atsparumo momentai atitinkamai plokštės apatinio ir viršutinio sluoksnio atžvilgiu:

$$W_{eff1} = I_{eff}/y_{sc} = 0,001813/0,1225 = 0,0148 \text{ m}^3; \quad (2.10.42)$$

$$W_{eff2} = I_{eff}/(h - y_{sc}) = 0,001813/(0,25 - 0,1225) = 0,01422 \text{ m}^3; \quad (2.10.43)$$

Skerspjūvio atsparumo momentai, įvertinant betono plastines deformacijas, apskaičiuotas plokštės apatinio sluoksnio atžvilgiu,

$$W_{pl1} = \gamma \cdot W_{eff1} = 1,5 \cdot 0,0148 = 0,0222 \text{ m}^3; \quad (2.10.44)$$

Tas pats apatinio sluoksnio atžvilgiu,

$$W_{pl2} = \gamma \cdot W_{eff2} = 1,5 \cdot 0,01422 = 0,02133 \text{ m}^3; \quad (2.10.45)$$

Čia – $\gamma = 1,5$, kadangi $b_{eff}/b_w = 1,158/0,522 = 2,218 < 6$ (žr. 1 lent. [15]).

Plokštės armatūros išankstinių įtempių nuostoliai.

Išankstinių armatūros įtempių nuostolių dydžiai nustatomi pagal XII sk. [9] nuostatas. Įtempiant armatūrą į atsparas, būtina įvertinti: pirmuosius nuostolius, atsirandančius dėl inkarų deformacijos, temperatūrų skirtumo, valkšnumo; antruosius nuostolius – dėl betono susitraukimo ir valkšnumo.

Apskaičiuojant armatūros išankstinių įtempių nuostolius, imamas armatūros įtempimo tikslumo koeficientas $\gamma_{sp} = 1,0$. Tuomet pradinio išankstinio įtempio reikšmė:

$$\sigma_p = \gamma_{sp} \cdot \sigma_p = 1 \cdot 1140 = 1140 \text{ MPa}; \quad (2.10.46)$$

Apspaudimo jėgos P ekscentricitetas:

$$e_p = y_{sc} - a_1 = 0,1225 - 0,035 = 0,0875 \text{ m}; \quad (2.10.47)$$

Pirmieji įtempių nuostoliai, apskaičiuojami pagal [9] 9 lent. 1...6 pvz. nurodymus:

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

$$\Delta\sigma_p = (0,22 \cdot \sigma_p/f_{p0,1k} - 0,1) \cdot \sigma_p = (0,22 \cdot 1140/1520 - 0,1) \cdot 1140 = \quad (2.10.48)$$

$$74,1 \text{ MPa};$$

- įtempių nuostoliai dėl temperatūrų atsparose ir betone skirtumo:

$$\Delta\sigma_T = 1,0 \cdot \Delta t = 1 \cdot 65 = 65 \text{ MPa}; \quad (2.10.49)$$

- įtempių nuostoliai dėl inkarų deformacijų:

$$\Delta\sigma_l = (\Delta l/l) \cdot E_p = (3,125/115500) \cdot 195 \cdot 10^3 = 5,28 \text{ MPa}; \quad (2.10.50)$$

Čia $\Delta l = 1,25 + 0,15\varnothing = 1,25 + 0,15 \cdot 12,5 = 3,125$ mm; $l = 115500$ mm – įtempiamo lyno ilgis.

Betono apspaudimo jėga atleidus armatūrą iš atsparų:

$$P_{m0} = (\sigma_p - \Delta\sigma_p - \Delta\sigma_T - \Delta\sigma_l) \cdot A_{p1} = (1140 - 74,1 - 65 - 5,28) \cdot 5,58 \cdot 10^{-4} = 0,555 \text{ MN}; \quad (2.10.51)$$

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

$$\begin{aligned} \sigma_{cp1} = P_{m0}/A_{eff} + P_{m0} \cdot e_p(y_{sc} - a_1)/I_{eff} - M_{Eggd}(y_{sc} - a_1)/I_{eff} = \\ 0,555/0,1837 + 0,555 \cdot 0,0875 \cdot (0,1225 - 0,035)/0,001813 - 0,03441 \cdot \\ (0,1225 - 0,035)/0,001813 = 3,70 \text{ MPa}; \end{aligned} \quad (2.10.52)$$

- įtempių nuostoliai dėl greitai pasireiškiančio betono valkšnumo:

$$\Delta\sigma_{pc1,1} = 0,85 \cdot 40(\sigma_{cp1}/f_{cp}) = 0,85 \cdot 40 \cdot 0,125 = 4,25 \text{ MPa}; \quad (2.10.53)$$

Kadangi koeficientas $\alpha = 0,25 + 0,025 \cdot f_{cp} = 0,25 + 0,025 \cdot 24 = 0,85 > 0,8$, todėl imama $\alpha = 0,8$;

Čia $-\sigma_{cp1}/f_{cp} = 3 / 24 = 0,125 < \alpha = 0,8$.

Betono įtempiai kraštiniame gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\begin{aligned} \sigma_{cp2} = P_{m0}/A_{eff} - P_{m0} \cdot e_p(h - y_{sc})/I_{eff} + M_{Eggd}(h - y_{sc})/I_{eff} = \\ 0,555/0,1837 - 0,555 \cdot 0,0875 \cdot (0,25 - 0,1225)/0,001813 + 0,03441 \cdot \\ (0,25 - 0,1225)/0,001813 = 2,03 \text{ MPa}; \end{aligned} \quad (2.10.54)$$

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

$$\Delta\sigma_{pc1,2} = 0,85 \cdot 40(\sigma_{cp2}/f_{cp}) = 0,85 \cdot 40 \cdot 0,085 = 2,89 \text{ MPa}; \quad (2.10.55)$$

Kadangi koeficientas $\alpha = 0,25 + 0,025 \cdot f_{cp} = 0,25 + 0,025 \cdot 24 = 0,85 > 0,8$, todėl imama $\alpha = 0,8$;

Čia $-\sigma_{cp2}/f_{cp} = 2,03 / 24 = 0,085 < \alpha = 0,8$.

Taigi pirmieji armatūros išankstinių įtempių nuostoliai:

$$\Sigma\Delta\sigma_{p1} = \Delta\sigma_p + \Delta\sigma_T + \Delta\sigma_l + \Delta\sigma_{pc1,1} = 74,1 + 65 + 5,28 + 4,25 = 148,63 \text{ MPa}; \quad (2.10.56)$$

Antrieji armatūros išankstinių įtempių nuostoliai. Kadangi betonas C30/37 klasės, gaminiai kietinami šildant, tai įtempių nuostoliai dėl betono susitraukimo $\Delta\sigma_{pc} = 50 \text{ MPa}$.

Betono apspaudimo jėga, įvertinus pirmuosius įtempių nuostolius:

$$P_{m1} = (\sigma_p - \Sigma \Delta \sigma_{p1}) / A_{p1} = (1140 - 148,63) \cdot 5,58 \cdot 10^{-4} = 0,553 \text{ MN}; \quad (2.10.57)$$

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

$$\sigma_{cp1} = P_{m1} / A_{eff} + P_{m1} \cdot e_p (y_{sc} - a_1) / I_{eff} = 0,553 / 0,1837 + 0,553 \cdot 0,0875 \cdot (0,1225 - 0,035) / 0,001813 = 5,34 \text{ MPa}; \quad (2.10.58)$$

Armatūros įtempių nuostoliai dėl ilgalaikio betono valkšnumo:

$$\Delta \sigma_{pc2,1} = 0,85 \cdot 150 (\sigma_{cp1} / f_{cp}) = 0,85 \cdot 150 \cdot 0,223 = 28,43 \text{ MPa}; \quad (2.10.59)$$

Čia: $\sigma_{cp1} / f_{cp} \leq 0,75$; čia $-\sigma_{cp1} / f_{cp} = 5,34 / 24 = 0,223 < 0,75$.

Betono įtempiai kraštutiniame tariamai gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\sigma_{cp2} = P_{m1} / A_{eff} - P_{m1} \cdot e_p (h - y_{sc}) / I_{eff} = 0,553 / 0,1837 - 0,553 \cdot 0,0875 \cdot (0,25 - 0,1225) / 0,001813 = -0,39 \text{ MPa}; \quad (2.10.60)$$

Todėl $\Delta \sigma_{pc2,2} = 0$.

Antrieji armatūros įtempių nuostoliai:

$$\Sigma \Delta \sigma_{p2} = \Delta \sigma_{pc} + \Delta \sigma_{pc2,1} = 50 + 28,43 = 78,43 \text{ MPa}. \quad (2.10.61)$$

Visi (suminiai) armatūros išankstinių įtempių nuostoliai:

$$\Delta \sigma_{p,com} = \Sigma \Delta \sigma_{p1} + \Sigma \Delta \sigma_{p2} = 148,63 + 78,43 = 227,06 > 100 \text{ MPa}. \quad (2.10.62)$$

Armatūros išankstiniai įtempiai, atmetus visus jų nuostolius:

$$\sigma_{pm} = \sigma_p - \Delta \sigma_{p,com} = 1140 - 227,06 = 912,94 \text{ MPa}. \quad (2.10.63)$$

Vidutinė betono apspaudimo jėga, įvertinus visus įtempių nuostolius:

$$P_m = \sigma_{pm} \cdot A_{p1} = 912,94 \cdot 5,58 \cdot 10^{-4} = 0,51 \text{ MN}. \quad (2.10.64)$$

Betono apspaudimo jėgos reikšmės tinkamumo ribiniams būviams:

$$P_{d,sup} = \gamma_{sp} \cdot P_m = 1,1 \cdot 0,51 = 0,561 \text{ MN}; \quad (2.10.65)$$

$$P_{d,inf} = \gamma_{sp} \cdot P_m = 0,9 \cdot 0,51 = 0,459 \text{ MN}. \quad (2.10.66)$$

Čia: esant nepalankiai išankstinio įtempimo įtakai (pvz., skaičiuojant stiprumą armatūros, esančios zonoje, kuri yra gniuždoma veikiant apkrovai, taip pat skaičiuojant gamybos stadijoje), $\gamma_{sp} = 1 + \Delta \gamma_{sp} = 1 + 0,1 = 1,1$, o esant palankiai išankstinio įtempimo įtakai $-\gamma_{sp} = 1 - \Delta \gamma_{sp} = 1 - 0,1 = 0,90$.

Plokštės normalinio pjūvio stiprumo įvertinimas.

Skaičiuojant atsižvelgiama į faktiškus armatūros išankstinius įtempius pagal skaičiuotinę schemą 2.4. pav. Šiuo atveju:

$$\begin{aligned}\xi_{lim} &= \omega / (1 + (\sigma_{s,lim}/\sigma_{sc,lim}) \cdot (1 - \omega/1,1)) \\ &= 0,706 / (1 + (737,06/500) \cdot (1 - 0,706/1,1)) = 0,462;\end{aligned}\quad (2.10.67)$$

Čia: ω ir $\sigma_{sc,lim}$ – kaip ir anksčiau;

$$\begin{aligned}\sigma_{s,lim} &= f_{yd} + 400 - (\sigma_p - \Delta\sigma_{p,com}) = 1250 + 400 - (1140 - 227,06) = \\ &= 737,06 \text{ MPa}\end{aligned}\quad (2.10.68)$$

Armatūros darbo sąlygų koeficientas γ_{s6} nepasikeičia, todėl imama $\gamma_{s6} = 1,15$. Gniuždomosios zonos aukštis iš $\Sigma N = 0$:

$$\begin{aligned}x_{eff} &= \gamma_{s6} \cdot f_{yd} \cdot A_{p1}/b_{eff} \cdot f_{cd} = 1,15 \cdot 1250 \cdot 5,58 \cdot 10^{-4}/1,158 \cdot 18 \\ &= 0,038 > h_{eff} = 0,035 \text{ m.}\end{aligned}\quad (2.10.69)$$

Pastaba. Kadangi skaičiuojant gaunama $x_{eff} > h_{eff}$ t.y. neutralioji ašis kerta briauna žemiau lentynos, tai skerspjūvio stiprumą tikriname iš sąlygos (8.20 ir 8.21) formulių [9] ir vadovaujantis III sk. [14] rekomendacijomis. Įvertinam, kad $A_{p2} = 0$ ir $x_{eff} > h_{eff}$.

Tuomet gniuždomos zonos aukštis:

$$\begin{aligned}x_{eff} &= \frac{\gamma_{s6} \cdot f_{yd} \cdot A_{p1} - f_{cd} \cdot (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff}}{f_{cd} \cdot b_w} \\ &= \frac{1,15 \cdot 1250 \cdot 5,58 \cdot 10^{-4} - 18 \cdot (1,158 - 0,498) \cdot 0,035}{18 \cdot 0,498} \\ &= 0,043 \text{ m} < \xi_{lim} \cdot d = 0,462 \cdot 0,215 = 0,0993 \text{ m.}\end{aligned}\quad (2.10.70)$$

Skerspjūvio laikomoji galia bus:

$$\begin{aligned}M_{Rd} &= \gamma_{s6} \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot x_{eff} \cdot (d - 0,5 \cdot x_{eff}) + f_{cd} \cdot (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} \\ &\quad \cdot (d - 0,5 \cdot h_{eff}) = \\ &= 1,15 \cdot 18 \cdot 0,498 \cdot 0,043 \cdot (0,215 - 0,5 \cdot 0,043) + 18 \\ &\quad \cdot (1,158 - 0,498) \cdot 0,035 \cdot (0,215 - 0,5 \cdot 0,035) \\ &= 0,139 \text{ MNm} > M_{Ed} = 0,129 \text{ MNm.}\end{aligned}\quad (2.10.71)$$

Išvada: plokštės normalinio pjūvio stiprumas pakankamas.

Pastaba. Kadangi skaičiuojant gaunama $x_{eff} > h_{eff}$ t.y. neutralioji ašis kerta briauna žemiau lentynos, tai skerspjūvio stiprumą tikriname iš sąlygos (8.20 ir 8.21) formulių [9] ir vadovaujantis III sk. [14] rekomendacijomis. Įvertinam, kad $A_{p2} = 0$ ir $x_{eff} > h_{eff}$.

Plokštės įstrižųjų pjūvių stiprumo skersinių jėgų atžvilgiu skaičiavimas.

$$V_{Ed,max} = p_d \cdot l_{eff}/2 = 1,422 \cdot 7,77/2 = 5,52 \text{ kN} = 0,00552 \text{ MN}. \quad (2.10.74)$$

Tikrinama, ar plokštė atitinka elemento be skersinės armatūros stiprumo sąlygą ((6.4)[14]):

$$2,5 f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 2,5 \cdot 1,2 \cdot 0,04 \cdot 0,215 = 0,0258 > V_{Ed,max} = 0,00552 \text{ MN}. \quad (2.10.75)$$

Tikrinama (6.12) [14] sąlyga. Pagal (6.23) formulę apskaičiuojami normaliniai betono įtempiai ties elemento skerspjūvio svorio centru:

$$\sigma_x = \sigma_c = N_{Ed}/A_{eff} = P_{m\infty}/A_{eff} = 0,085/0,0163 = 5,21 \text{ MPa} < 0,5 \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 18 = 9 \text{ MPa}; \quad (2.10.76)$$

Vadinasi, (6.2) sąlygos tikrinti nereikia. Apskaičiuojamas plokštės ruožo ilgis nuo atramos krašto l_1 , kuriame saugos ribiniame būvyje neatsiranda normalinių plyšių, pagal (6.16) sąlygą. Šiuo atveju ji atrodo taip:

$$M_{Ed} = 0,5 \cdot ((g_d + q_d) \cdot l_{eff} \cdot l_1 - (g_d + q_d) \cdot l_1^2) = M_{cr,d}. \quad (2.10.77)$$

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

$$W_{eff} = I_{eff}/y_{sc} = 0,00013/0,1225 = 0,00106 \text{ m}^3; \quad (2.10.78)$$

$$W_{pl} = 1,5 \cdot 0,00106 = 0,00159 \text{ m}^3. \quad (2.10.79)$$

Pagal reglamento [9] (14.10) formulę:

$$r = \varphi W_{eff}/A_{eff} = 0,9 \cdot 0,00106/0,0163 = 0,0585 \text{ m}; \quad (2.10.80)$$

$$e_p = y_{sc} - a_1 = 0,1225 - 0,035 = 0,0875 \text{ m}; \quad (2.10.81)$$

$$M_{cr,d} = f_{ctd} \cdot W_{pl} + P_{m\infty} (e_p + r) = 1,2 \cdot 0,00159 + 0,085(0,0875 + 0,0585) = 0,0143 \text{ MNm}. \quad (2.10.82)$$

Iš aukščiau pateiktos lygties apskaičiuojamas atstumas l_1 :

$$l_1 = \frac{l_{eff}}{2} - \sqrt{\left(\frac{l_{eff}}{2}\right)^2 - 2M_{cr,d}(g_d + q_d)} = \frac{7,77}{2} - \sqrt{\left(\frac{7,77}{2}\right)^2 - 2 \cdot 0,0143/1,422 \cdot 10^{-3}} = 1,65 \text{ m}. \quad (2.10.83)$$

$$1,65 \text{ m} > c_{max} = 2,5d = 2,5 \times 0,215 = 0,537 \text{ m}.$$

Normaliniai plyšiai neatsiranda gana ilgame elemento ruože. Plokštės įstrižojo pjūvio stiprumas tikrinamas pagal (6.5) sąlygą, imant $c = l_1 = 1,65 \text{ m}$, kai $c = 1,65 > c_{max} = 0,537 \text{ m}$, taip pat c , apskaičiuotą pagal reglamento [9] 3 priedo (6.27) formulę. Tuo tikslu apskaičiuojami dydžiai M_{c4} , $V_{Rd,c,min}$ ir $V_{cr,d}$ pagal [14] (6.7), (6.8) ir (6.18) formules. Pagal

(6.9) formulę, imant N_{Ed}

= $P_{m\infty}$, koeficientas

$$\varphi_n = 0,1 \cdot P_{m\infty} / f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,1 \cdot 0,085 / 1,2 \cdot 0,04 \cdot 0,215 = 0,82 > 0,5, \quad (2.10.84)$$

Todėl skaičiavimams taikomas $\varphi_n = 0,5$. Iš reglamento 14 lentelės $\varphi_{c4} = 1,5$ $\varphi_{c3} = 0,6$.

$$M_{c4} = \varphi_{c4} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d^2 = 1,5 \cdot (1 + 0,5) \cdot 1,2 \cdot 0,04 \cdot 0,215^2 = 0,00499 \text{ MNm}. \quad (2.10.85)$$

$$V_{Rd,c,min} = \varphi_{c3} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,6 \cdot (1 + 0,5) \cdot 1,2 \cdot 0,04 \cdot 0,215 = 0,00929 \text{ MNm}. \quad (2.10.86)$$

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

$$S_{eff} = 0,5 \cdot b_{eff} \cdot (h - y_{sc})^2 - \emptyset h^3 / 12 = 0,5 \cdot 0,100 \cdot (0,25 - 0,1225)^2 - 0,06^3 / 12 = 0,000795 \text{ m}^3. \quad (2.10.87)$$

Čia: $\emptyset h$ – kiaurymės skersmuo.

Dydis $V_{cr,d}$ apskaičiuojamas pagal [14] (6.18) formulę, nepaisant svarbiausių gniuždymo įtempčių σ_y .

Laikant, kad svarbiausieji gniuždymo įtempčiai σ_y neturi įtakos betono tempiamajam stipriui, pagal (6.19 a) formulę kerpamasis stipris:

$$\tau_{xy,Rd} = f_{ctd} \cdot \sqrt{1 + \sigma_x / f_{ctd}} = 1,2 \cdot \sqrt{1 + 5,21 / 1,2} = 2,77 \text{ MPa}. \quad (2.10.88)$$

Tikrinama, ar galima taikyti [14] (6.19 a) formulę. Pagal (6.25) formulę:

$$\gamma_{mc,lim} = 1 - 0,2 - \alpha \cdot f_{ck,cube} = 1 - 0,2 - 0,01 \cdot 37 = 0,43. \quad (2.10.89)$$

Čia: $\alpha = 0,01$ – normaliajam betonui, o pagal (6.26) formulę – ribinė kerpamojo įtempio reikšmė:

$$\tau_{xy,lim} = f_{cd} \cdot \sqrt{\gamma_{mc,lim} (\gamma_{mc,lim} - \sigma_x / f_{cd})} = 18 \cdot \sqrt{0,43(0,43 - 5,21 / 18)} = 6,76 \text{ MPa} < 2,77 \text{ MPa} \quad (2.10.90)$$

Vadinasi, įtempčiai $\tau_{xy,Rd}$ pagal (6.19 a) formulę yra apskaičiuoti teisingai. Pagal (6.18) formulę apskaičiuojama įstrižuosius plyšius sukianti kerpamoji jėga:

$$V_{cr,d} = b_w \cdot (I_{eff} / S_{eff}) \cdot \tau_{xy,Rd} = 0,04 \cdot (0,00013 / 0,000795) \cdot 2,77 = 0,0181 \text{ MN}. \quad (2.10.91)$$

Pagal [14] (6.27) formulę apskaičiuojamas įstrižojo pjūvio projekcijos ilgis:

$$c = M_{c4} / V_{cr,d} = 0,00499 / 0,0181 = 0,276 < c_{max} = 0,537 \text{ m}. \quad (2.10.92)$$

Čia: $c_{max} = (\varphi_{c4} / \varphi_{c3}) \cdot d = (1,5 / 0,6) \cdot 0,215 = 0,537 \text{ m}$ – pagal [14] (6.6) formulę.

Be to, $c = 0,276 < l_1 = 1,65 \text{ m}$; todėl ruože $c = 0,276 \text{ m}$ normalinių plyšių neatsiras.

Tokiu būdu tikrinamos dvi minėtos įstrižųjų pjūvių stiprumo sąlygos pjūviui, kurio projekcijos ilgis $c = 0,276 \text{ m}$:

$$V_{Ed} = V_{Ed,max} - c \cdot p_{eff,d} = 5,52 - 0,276 \cdot 1,11 = 5,214 < V_{cr,d} = 18,1 \text{ kN} \quad (2.10.93)$$

ir ruožo be normalinių plyšių ilgio gale $l_1 = 1,65 \text{ m} > c_{max} = 0,537 \text{ m}$

$$V_{Ed} = V_{Ed,max} - 1,65 \cdot p_{eff,d} = 5,52 - 1,65 \cdot 1,11 = 3,688 < V_{Rd,c,min} = 9,29 \text{ kN} \quad (2.10.94)$$

Abi sąlygos tenkinamos, todėl plokštės tikrai nereikia armuoti skersine armatūra. Įsitikinama, ar reikia plokštę armuoti skersine armatūra, ignoruojant normalinių plyšių nebuvimą ruože prie atramų. Tikrinama (6.13) sąlyga:

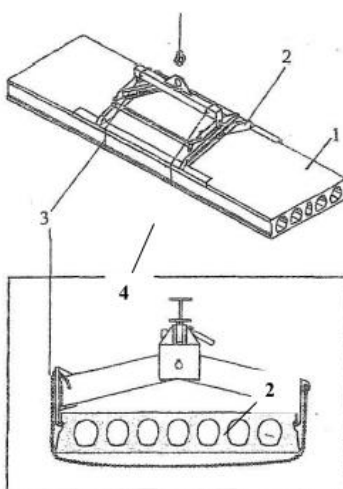
$$V_{Ed,max} \leq \sqrt{M_{c4} \cdot p_{eff,d}} = \sqrt{4,99 \cdot 1,11} = 2,35 \text{ kN} < V_{Rd,c,min} = 9,29 \text{ kN} \quad (2.10.95)$$

$$V_{Ed,max} = 5,52 \text{ kN} < V_{Rd,c,min} = 9,29 \text{ kN} \quad (2.10.96)$$

Išvada. Sąlyga tenkinama. Plokštė konstruojama be skersinės armatūros, nes pagal [9] 253 p. kiaurymėtujų plokščių, kurių skerspjūvio aukštis $h < 300 \text{ mm}$, leidžiama nearmuoti skersine armatūra.

2.10.3 Plokštės gamybos, transportavimo ir montavimo situacijos ribinių būvių skaičiavimas

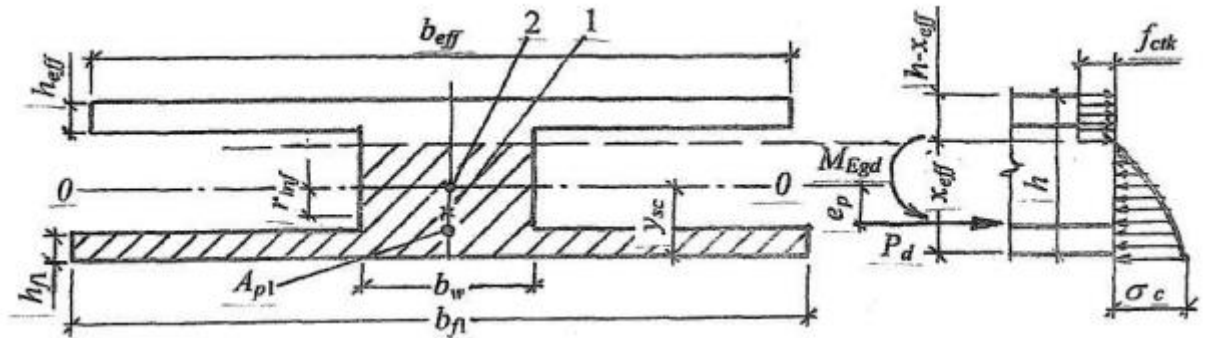
Plokštės saugos ir tinkamumo ribiniai būviai tikrinami pavojingose laikinosiose situacijose: gamybos, transportavimo ir montavimo. Plokštė keliama specialia kėlimo priemone – sija (traversa) su griebtais (žr. 2.8 pav. [17]).



2.49 pav. Plokščių stropavimo schema: 1 – kiaurymėtoji plokštė, 2 – kėlimo sija (traversa), 3 – apsauginė grandinė, 4 - griebtai

Atstumas nuo kabinimo griebto galo iki plokštės galo $l_c = 0,8$ m.

Viršutinio krašto pleišėtumas apspaudžiant plokštę.



2.50 pav. Įrašų schema ir įtempimų diagrama elemento skerspjūvyje apskaičiuojant normalinių plyšių atsiradimą transportuojant [8]: 1 – branduolio viršūnė, 2 – ekvivalentiško skerspjūvio svorio centras

Apskaičiuojamas apspaudimo jėgos ir plokštės savojo svorio sukeltas lenkimo momentas atleidžiant armatūrą nuo atsparų:

$$M_{Egpd} \leq P_{d,sup}(e_p - r_{inf}) - M_{Egs} \quad (2.10.97)$$

$$= 0,561 \cdot (0,0875 - 0,0774) - 0,0355 = -0,03 \text{ MNm.}$$

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

$$M_{Egs} = g_{ds} \cdot l_k^2 / 8 = 0,00456 \cdot 7,89^2 / 8 = 0,0355 \text{ MNm.} \quad (2.10.98)$$

Čia: $l_k = 7,89$ m – plokštės konstrukcinis ilgis;

$$r_{inf} = \varphi \cdot W_{eff2} / A_{eff} = 1 \cdot 0,01422 / 0,1837 = 0,0774 \text{ m.} \quad (2.10.99)$$

Čia: $\varphi = 1$.

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

Viršutinio krašto pleišėtumas transportuojant.

Skaičiuojama pagal skaičiuotinę schemą, kaip ir 2.44 pav. Plokštės savojo svorio sukeltas lenkimo momentas gembėje, imant dinamiškumo koeficientą $\gamma_d = 1,6$, skaičiuotinis lenkimo momentas gembėje:

$$M_{Egd} = g_{ds} \cdot l_c^2 / 2 = 0,00456 \cdot 0,08^2 / 2 = 0,0146 \text{ MNm.} \quad (2.10.1.1)$$

Didžiausi betono gniuždymo įtempiai:

$$\sigma_{c,max} = P_{d,sup} / A_{eff} + (P_{d,sup} \cdot e_p + M_{Egd}) / W_{eff1} = 0,561 / 0,1837 + \quad (2.10.1.2)$$

$$(0,561 \cdot 0,0875 + 0,0146) / 0,0148 = 7,357 \text{ MPa.}$$

Koeficientas $\varphi = 1,6 - \sigma_{c,max} / f_{cp} = 1,6 - 7,357 / 24 = 1,29 > 1,0$; imama $\varphi = 1,0 > 0,7$;

Čia: $f_{cp} = 0,8 \cdot 30 = 24 \text{ MPa}$.

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

$$r_{inf} = \varphi \cdot W_{eff2}/A_{eff} = 1 \cdot 0,01422/0,1837 = 0,0774 \text{ m.} \quad (2.10.1.3)$$

Tikrinama [14] (2.26) sąlyga, imant $M_r = M_{Ed} = 0,0146 \text{ MNm}$,

$$P_{d,sup}(e_p - r_{inf}) + M_r = 0,561 \cdot (0,0875 - 0,0774) + 0,0146 = 0,020 \quad (2.10.1.4)$$

$$< 1,6 \cdot 0,02133 = 0,034 \text{ MNm};$$

Čia: $f_{cptk} = 0,8 \cdot f_{ctk} = 0,8 \cdot 2,0 = 1,6 \text{ MPa}$.

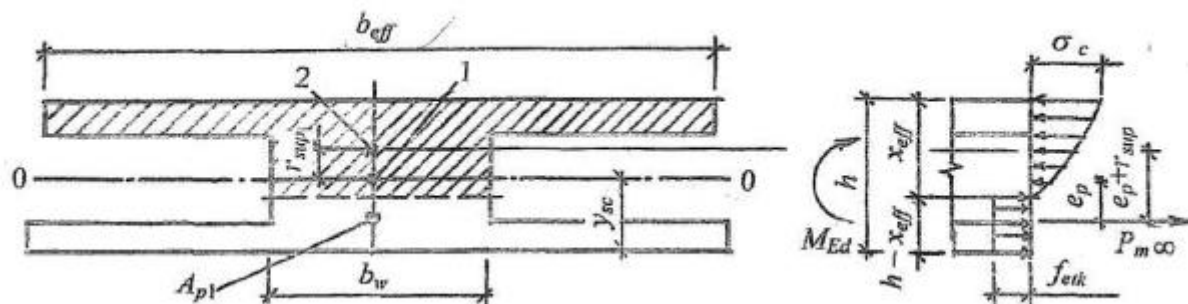
Išvada. Transportuojant plokštės viršuje vertikaliųjų (gamybinių) plyšių neatsiras.

Plokštės stiprumas. Plokštės stiprumas tikrinamas pavojingoms laikinosioms situacijoms: gamybos, transportavimo ir montavimo. Kadangi nepertraukiamo formavimo kiauromėtosios gelžbetoninės perdangų plokštės viršuje nėra jokios armatūros, tai ji dirba kaip betoninio elemento zona. Todėl normalinio pjūvio stiprumą (skaičiuotinė schema – kaip ir 2.4 pav.) galima būtų tikrinti pagal necentriškai gniuždomų betoninių elementų skaičiavimo metodiką (VIII.I sk. [9]). Apie tai, kad plokštė gamybos metu nesuirs, galima spręsti ir pagal ankščiau gautus skaičiavimo rezultatus: transportuojant didžiausi betono įtempiai $\sigma_{c,max} = 7,357 \text{ MPa} < f_{cpd} = 24 \text{ MPa}$, viršutinėje plokštės zonoje nei atleidžiant armatūrą nuo atsparų, nei plokštę transportuojant plyšių neatsiras.

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

2.10.4 Plokštės naudojimo situacijos tinkamumo ribinių būvių skaičiavimas

Normalinių plyšių atsiradimas.



2.51 pav. Įtempių būvis skaičiuojant plokštę normalinių plyšių atsiradimui naudojimo metu [17]: 1 – ekvivalentiško skerspjūvio svorio centras, 2 – skerspjūvio branduolio taškas

Skaičiuojama pagal įtempių būvio schemą, analogišką parodytai 2.44 pav. Kadangi

plokštės viršuje gamybos metu plyšių neatsiras, tai koeficientas $\lambda = 0$ (164 p. [9]). Didžiausi betono gniuždymo įtempiai dėl išorinės apkrovos ir betono apspaudimo jėgos poveikio:

$$\begin{aligned} \sigma_{c,max} &= P_{d,inf}/A_{eff} - P_{d,inf} \cdot e_p(h - y_{sc})/I_{eff} + M_{Ed}(h - y_{sc})/I_{eff} = & (2.10.1.5) \\ 0,459/0,1837 - 0,459 \cdot 0,0875 \cdot (0,25 - 0,1225)/0,001813 + 0,09897 \cdot & \\ (0,25 - 0,1225)/0,001813 &= 6,471 \text{ MPa}. \end{aligned}$$

Koeficientas $\varphi = 1,6 - \sigma_{c,max}/f_{ck} = 1,6 - 6,471/30 = 1,384 > 1,0$; imama $\varphi = 1,0 > 0,7$.

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

$$r_{sup} = \varphi \cdot W_{eff1}/A_{eff} = 1 \cdot 0,0148/0,1837 = 0,0806 \text{ m}. \quad (2.10.1.6)$$

Normalinių plyšių atsiradimo momentas plokštės naudojimo metu:

$$\begin{aligned} M_{cr} &= f_{ctk} \cdot W_{pl1} + P_{d,inf}(e_p + r_{sup}) & (2.10.1.7) \\ &= 2,0 \cdot 0,0222 + 0,459 \cdot (0,0875 + 0,0806) = 0,122 \text{ MNm}. \end{aligned}$$

Išvada. Naudojimo metu kiaurymėtoje plokštėje normalinių plyšių neatsiras.

Įstrižųjų plyšių atsiradimas.

Pleišėtumas tikrinamas plokštės 1–1 pjūvyje, kuriame apspaudimo jėga $P = P_{d,inf} = 0,459 \text{ MN}$ iki galo (armatūros įtempių perdavimo ilgio l_{pt} pabaigoje) perduodama betonui, ir 2–2 pjūvyje, prie plokštės atramos vidinio krašto.

Pleišėtumas 1-1 pjūvyje:

Pagal 241 p. [4] įtemptos armatūros įtempių perdavimo zonos ilgis:

$$\begin{aligned} l_{pt} &= 1,2 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \varphi \cdot \sigma_{pi}/f_{bpt} = 1,2 \cdot 1,25 \cdot 0,19 \cdot 12,5 \cdot 995,62/4,03 & (2.10.1.8) \\ &= 0,88 \text{ m}; \end{aligned}$$

Čia: $\alpha_1 = 1,25$ – kadangi plokštės skerspjūvis apspaudžiamas staiga, $\alpha_2 = 0,19$ – kadangi naudojama lyninė armatūra, $\emptyset = 12,5 \text{ mm}$, armatūros įtempiai, atleidus ją nuo atsparų:

$$\sigma_{pi} = \sigma_p - \Delta\sigma_{pr} - \Delta\sigma_T - \Delta\sigma_l = 1140 - 74,1 - 65 - 5,28 = 995,62 \text{ MPa}. \quad (2.10.1.9)$$

Armatūros ir betono sankibos įtempiai:

$$f_{bpt} = \eta_{p1} \cdot \eta_1 \cdot f_{ctd} = 3,2 \cdot 0,7 \cdot 1,8 = 4,03 \text{ MPa}; \quad (2.10.1.10)$$

Čia: $\eta_{p1} = 3,2$ – lyniniai armatūrai; $\eta_1 = 0,7$; $f_{ctd} = 1,8 \text{ MPa}$.

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

$$\begin{aligned} S_{eff1} &= (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} \cdot (h - y_{sc} - 0,5 \cdot h_{eff}) + 0,5 \cdot b_w \cdot (h - y_{sc})^2 = & (2.10.1.11) \\ (1,158 - 0,522) \cdot 0,038 \cdot (0,25 - 0,1225 - 0,5 \cdot 0,038) + 0,5 \cdot 0,522 \cdot & \\ (0,25 - 0,1225)^2 &= 0,00686 \text{ m}^3; \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} V_{Ed,1} &= \left(V_{Ed,max} \left(0,5 \cdot l_{eff} - (l_{pt} - 0,5 \cdot a) \right) \right) / 0,5 \cdot l_{eff} \\ &= \left(0,06628 \cdot (0,5 \cdot 7,77 - (0,88 - 0,5 \cdot 0,12)) \right) / 0,5 \cdot 7,77 \\ &= 0,0523 \text{ MN}; \end{aligned} \quad (2.10.1.12)$$

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

$$\tau_{xy1} = V_{Ed,1} \cdot S_{eff1} / I_{eff} \cdot b_w = 0,0523 \cdot 0,00686 / 0,001813 \cdot 0,522 = 0,379 \text{ MPa}; \quad (2.10.1.13)$$

Tame pačiame taške (1-1 pjūvis) normaliniai betono įtempiai;

$$\sigma_{x1} = P_{d,inf} / A_{eff} = 0,459 / 0,1837 = 2,50 \text{ MPa}. \quad (2.10.1.14)$$

Svarbiausieji betono tempimo įtempiai:

$$\begin{aligned} \sigma_{mt} &= \sigma_{x1} / 2 + \sqrt{(\sigma_{x1} / 2)^2 + \tau_{xy1}^2} = -2,50 / 2 + \sqrt{(2,50 / 2)^2 + 0,379^2} = \\ &= 0,056 \text{ MPa}. \end{aligned} \quad (2.10.1.15)$$

Svarbiausieji betono gniuždymo įtempiai:

$$\begin{aligned} \sigma_{mc} &= \sigma_{x1} / 2 - \sqrt{(\sigma_{x1} / 2)^2 + \tau_{xy1}^2} = -2,50 / 2 - \sqrt{(2,50 / 2)^2 + 0,379^2} = \\ &= -2,566 \text{ MPa}. \end{aligned} \quad (2.10.1.16)$$

Istrižųjų pjūvių neatsiras, jeigu galioja [9] (14.19) sąlyga:

$$\sigma_{mt} \leq \gamma_{c,cr} \cdot f_{ctk}, \quad (2.10.1.17)$$

Čia:

$$\begin{aligned} \gamma_{c,cr} &= (1 - \sigma_{mc} / f_{ck}) / (0,2 + \alpha \cdot f_{ck,cube}) \\ &= (1 - 2,566 / 30) / (0,2 + 0,01 \cdot 37) = 1,69 < 1,0; \end{aligned} \quad (2.10.1.18)$$

Imama $\gamma_{c,cr} = 1,0$; be to, čia σ_{mc} imamas absoliutine reikšme;

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 30 \text{ MPa}; f_{ck,cube} = 37 \text{ MPa}; \alpha = 0,01 \text{ (žr. 168 p. [9])}; \alpha \cdot f_{ck,cube} = 0,01 \cdot 37 \\ &= 0,37 > 0,3, \text{ todėl imama } 0,37. \end{aligned}$$

Kadangi $\sigma_{mt} = 0,056 < \gamma_{c,cr} \cdot f_{ctk} = 1,0 \cdot 2,0 = 2 \text{ MPa}$, tai istrižųjų plyšių $l_{pt} = 0,88 \text{ m}$ ruože (1-1 pjūvis) neatsiras.

Plokštės įlinkis.

Kadangi plokštėje naudojimo metu neatsiras normalinių plyšių ($M_{Ed} < M_{cr}$), tai jos suminis kreivis apskaičiuojamas pagal reglamento [9] 182 p. (14.33) formulę:

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r} \right)_1 + \left(\frac{1}{r} \right)_2 - \left(\frac{1}{r} \right)_3 - \left(\frac{1}{r} \right)_4; \quad (2.10.1.19)$$

Čia: $(1/r)_1$ – kreivis nuo kintamųjų poveikių (trumpalaikės dalies), apskaičiuojamas pagal

kintamąją apkrovą, padaugintą iš 0,3;

$(1/r)_2$ – kreivis nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių pagal reglamento [5] 90.3 p. 6.10b derinį, neįvertinant išankstinio apspaudimo poveikio P_{m0} ;

$(1/r)_3$ – kreivis dėl elemento išlinkio nuo išankstinio apspaudimo poveikio P_{m0} esant trumpalaikiai skaičiuotinė) situacijai;

$(1/r)_4$ – kreivis dėl elemento išlinkio, kurį sukelia betono susitraukimas ir valkšnumas nuo išankstinio apspaudimo poveikio P_{m0} .

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

- lenkimo momentas nuo kintamojo poveikio (trumpalaikės dalies):

$$M_{Egd} = 0,3 \cdot q_d \cdot l_{eff}^2 / 8 = 0,3 \cdot 5,76 \cdot 7,77^2 / 8 = 13,04 \text{ kNm}; \quad (2.10.1.20)$$

- lenkimo momentas nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių (žr. 2.1.2 sk.):

$$M_{Egd} = 79,62 \text{ kNm} = 0,0796 \text{ MNm}$$

- išankstinio apspaudimo poveikis $P_{m,0} = 0,510 \text{ MN}$.

Plokštės kreiviai apskaičiuojami pagal reglamento [9] (14.34) formulę:

$$\begin{aligned} (1/r)_1 &= M_{Egd} / \varphi_{c1} E_{cm} I_{eff} = 0,01304 / 0,85 \cdot 32 \cdot 10^3 \cdot 0,001813 \\ &= 2,64 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-1}. \end{aligned} \quad (2.10.1.21)$$

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

$$\begin{aligned} (1/r)_2 &= M_{Egd} \varphi_{c2} / \varphi_{c1} E_{cm} I_{eff} = 0,0796 \cdot 2,0 / 0,85 \cdot 32 \cdot 10^3 \cdot 0,001813 \\ &= 32,28 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-1}. \end{aligned} \quad (2.10.1.22)$$

Čia: $\varphi_{c2} = 2,0$ – iš 25 lent.[9], kai betonas normalusis, aplinkos drėgmė 50%.

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

$$\begin{aligned} (1/r)_3 &= P_{m0} \cdot e_p / \varphi_{c1} E_{eff} I_{eff} = 0,51 \cdot 0,0875 / 0,85 \cdot 32 \cdot 10^3 \cdot 0,001813 \\ &= 9,05 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-1}. \end{aligned} \quad (2.10.1.23)$$

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

$$(1/r)_4 = (\varepsilon_{c1} - \varepsilon_{c2}) / d = (4,24 - 2,71) \cdot 10^{-4} / 0,215 = 7,11 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-1}. \quad (2.10.1.24)$$

Čia:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{c1} &= \sigma_{c1} / E_s = (\Delta\sigma_{pc1,1} + \Delta\sigma_{pc2,1} + \Delta\sigma_{ps}) / E_s \\ &= (4,25 + 28,43 + 50) / 195 \cdot 10^3 = 4,24 \cdot 10^{-4}; \end{aligned} \quad (2.10.1.25)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{c2} &= \sigma_{c2} / E_s = (\Delta\sigma_{pc1,2} + \Delta\sigma_{pc2,2} + \Delta\sigma_{ps}) / E_s \\ &= (2,89 + 0 + 50) / 195 \cdot 10^3 = 2,71 \cdot 10^{-4}; \end{aligned} \quad (2.10.1.26)$$

$$\text{Kadangi } (1/r)_3 + (1/r)_4 = (9,05 + 7,11) \cdot 10^{-4} = 16,16 \cdot 10^{-4} < 0,51 \cdot 0,0875 \cdot$$

$2,0/0,85 \cdot 32 \cdot 10^3 \cdot 0,001813 = 18,10 \cdot 10^{-4} m^{-1}$, todėl imama $(1/r)_3 + (1/r)_4 = 18,10 \cdot 10^{-4} m^{-1}$.

Suminis plokštės kreivis:

$$(1/r) = (2,64 + 32,28 - 18,10) \cdot 10^{-4} = 16,82 \cdot 10^{-4} m^{-1}. \quad (2.10.1.27)$$

Kiaurymėtosios perdangos plokštės įlinkis:

$$d = (1/r) \cdot (5/48) \cdot l_{eff}^2 = 16,82 \cdot 10^{-4} \cdot (5/48) \cdot 7,77^2 = 0,0105 \text{ m} \\ = 10,5 \text{ mm}. \quad (2.10.1.28)$$

Plokštės ribinis įlinkis, kai $l_{eff} = 7770 \text{ mm}$, $d_{lim} = l_{eff} / 225 = 7770 / 225 = 34,53 \text{ mm}$ (žr. 17.1 lent. [5]).

Apskaičiuotasis plokštės įlinkis neviršija ribinio įlinkio: $d = 10,5 \text{ mm} < d_{lim} = 34,53 \text{ mm}$.

Kadangi $l_{eff} / h = 7,77 / 0,25 = 31,08 > 10$, įlinkio padidėjimo dėl šlyties deformacijų nepaisoma.

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

2.10.5 Plokštės konstravimas

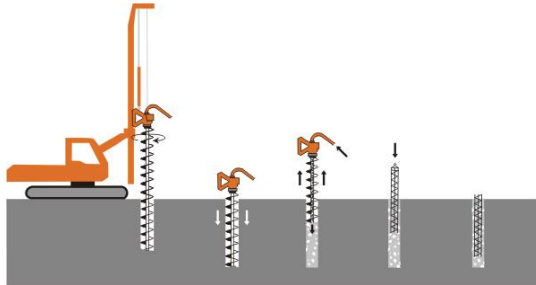
Nepertraukiamo formavimo kiaurymėtosios perdangų plokštės darbo brėžiniuose nurodyti konstrukciniai matmenys, charakteringi pjūviai ir detalės, iš anksto įtempiamosios armatūros padėtis. Plokštės briaunos ir kiaurymės konstruojamos atsižvelgiant į rekomendacijų [16] nurodymus. Be to, nurodoma betono mišinio receptas (pvz., duotuoju atveju perdangos plokštės žymuo pagal standartą – C30/37 – XC1 – F150 – S1 – 16 LST EN 206:2014), armatūros klasė, pradinis išankstinių įtempių σ_p didumas ir įtempimo būdas, gaminio kietinimo sąlygos, betono apspaudimo stipris f_{cp} , gaminio transportavimo ir sandėliavimo sąlygos. Sudarytas medžiagų žiniaraštis. Perdangos plokštės žymuo pagal standartą LST 1328 – PKO 78.9.12.2.5-6.24 (P – plokštė, K – kiaurymėta, O – ovalinės kiaurymės; 78,9 – ilgis, 12 – plotis ir 3 – aukštis (dm), 6,24 – skaičiuotinė naudojimo apkrova kN/m^2).

Techninės charakteristikos:

1. Betono tūris – $1,19 \text{ m}^3$; armatūros kiekis gaminiui – $51,4 \text{ kg}$;
2. Gaminio masė – $3,60 \text{ t}$, 380 kg/m^2 ;
3. Masė su užpildytomis siūlėmis – 401 kg/m^2 .

Į tarpus tarp plokščių galų virš sijų bei atitinkamus tarpus atramose dedami išilginiai horizontalieji armatūros strypai. Sukietėjus visų tarpų užmonolitavimo betonui, susidaro apjuosiančiosios sijos, garantuojančios perdangos standumą.

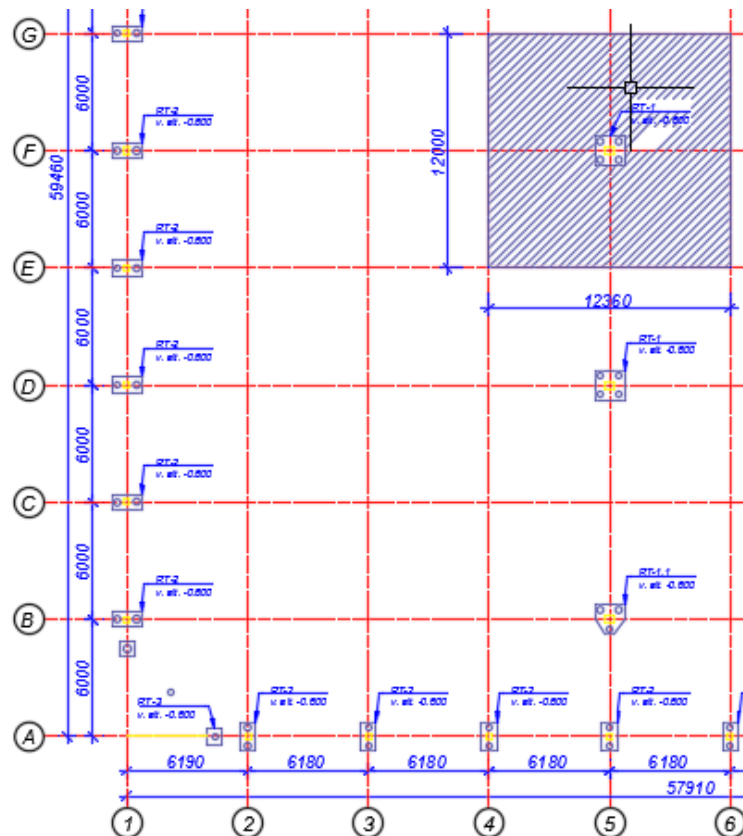
2.11. Polinio pamato projektavimas



2.52 pav. Polių įrengimo technologinė schema (CFA)

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

Visos konstrukcijos darančios įtaką pamato parinkimui ir apkrovos tenkančios jam, paskaičiuotos 2 skyriuje, jas naudosime skaičiuojant pamato parametrus.



2.53 pav. Apkrova tenkanti pamatui nuo visų konstrukcijų.

2.11.1. Nuolatinės apkrovos skaičiavimas pamatui

Skaičiuojamos apkrovos, kurios tenka pamatui, esančiam po viduriniaja kolona apkrovos skaičiuojamos verčiant 1 tona = 10 kN arba 1 kg = 10 N. Santvarų ir posantvarių apkrovos paskaičiuotos 2 skyriuje. Atraminė reakcija į pamato rostverko viršų matoma 2.9 poskyryje projektuojant koloną. Žemiau pateiktos apkrovos tenkančios į pamatui skirtą apkrovos plotą.

1. Apkrova dėl kolonos poveikio:

Parenkama gelžbetoninė kolona $400 \times 400 \times 7200$ mm, kurios svoris 6,12 kN/m:

$$N_{kol} = 6,12 \cdot 7,20 = 44,06 \text{ kN}. \quad (2.11.1)$$

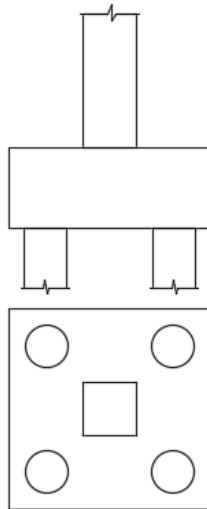
2. Stogo konstrukcijos apkrovos plotas, tenkantis pamatui:

$$A = 12m \cdot 12,36m = 148,32m^2; \quad (2.11.2)$$

$$N_{stogo} = N \cdot A = 1,244 \cdot 148,32 = 184,51kN. \quad (2.11.3)$$

3. Pamatui tenkanti apkrova dėl sniego poveikio:

$$Q_{snieg} = s_k \cdot A = 1,56 \text{ kN/m}^2 \cdot 148,32m^2 = 231,38kN \quad (2.11.4)$$

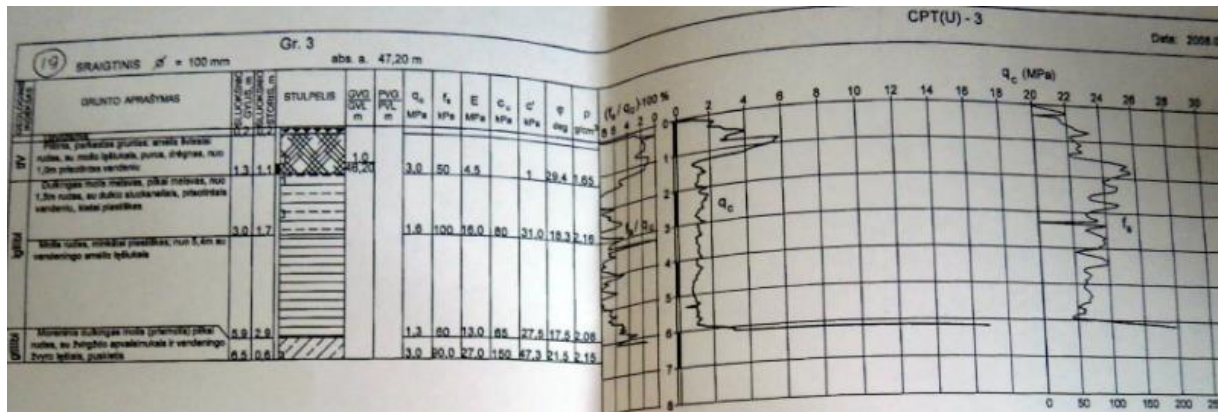


2.54 pav. Polinio pamato schema.

2.11.2. Polinio pamato įgilinimas

Projektuojant polinius pamatus, parenkami polių ir rostverko matmenys ir konstrukcija, polių gylis ir skaičius, atsižvelgiant į pamatą veikiančias apkrovas, pagrindo gruntų sluoksniavimąsi ir stiprumą, kad būtų užtikrintas pastato pastovumas ir normalios eksploataavimo sąlygos. Parenku apskritimo formos 0,32 m skersmens pamatą. Polis bus atremtas į moreninį dulkingą molį (priemolį), kurio deformacijos modulis $E=27$ MPa, o per

visą savo ilgį eis per dirvožemio 20 cm sluoksnį, perkastą gruntą smėlis su molio priemaišom 1,1 m storio sluoksnį $E=4,5$ MPa, dulkingą molį 1,7 m storio, kurio $E=16$ MPa, molį rudą, minkštai plastišką storis 2,9 m kurio $E=13$ MPa. Poliniai pamatai ekonomiškai, kai juose polių mažai ir jų gylis ir skersmuo prisilaikant laikomosios galios ir kitų atsparumo skaičiavimų parinktas racionaliai. Parenku polių gylį, tam, kad jo padas atsiremtų į stiprų gruntą, kuris prasideda gilyje 5,9 m. Polis įgilinamas 0,5 m. į stiprų gruntą, atsižvelgiant į reikalavimus taikomus gruntams.



2.55 pav. Grunto tyrimų ataskaitos rodmenys (grėžinys Nr. 3)

Tikrinant polinio pamato laikomąją galią turi būti tenkinama sąlyga:

$$F_d \leq R_d; \quad (2.11.5)$$

Čia: F_d - projektinė apkrova poliui;

R_d - polio laikomoji galia.

Ši sąlyga turi būti patikrina pagal du derinius:

- 1 derinys: A1 „+“ M1 „+“ R1;
- 2 derinys: A2 „+“ M1 „+“ R4.

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

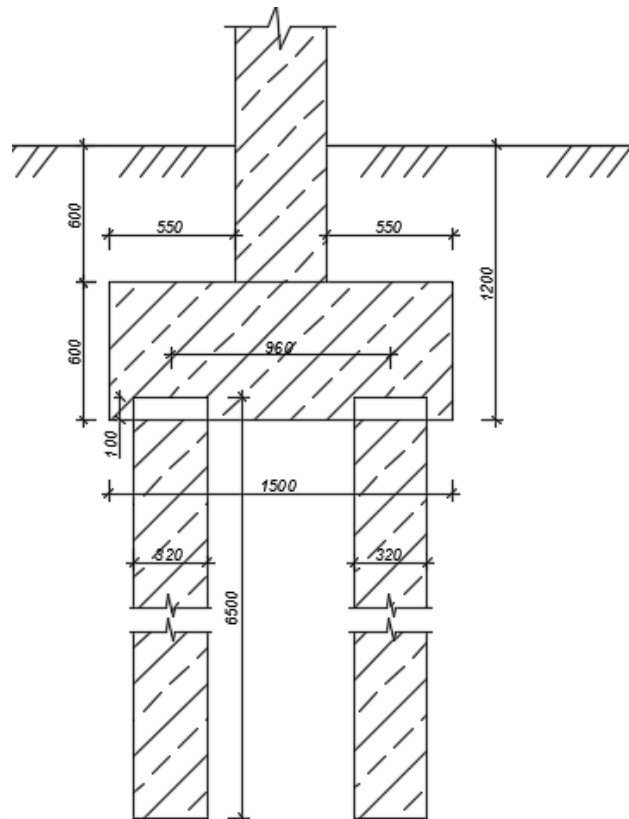
M – daliniai koeficientai, taikomi grunto rodikliams;

R – daliniai koeficientai, taikomi atsparumams.

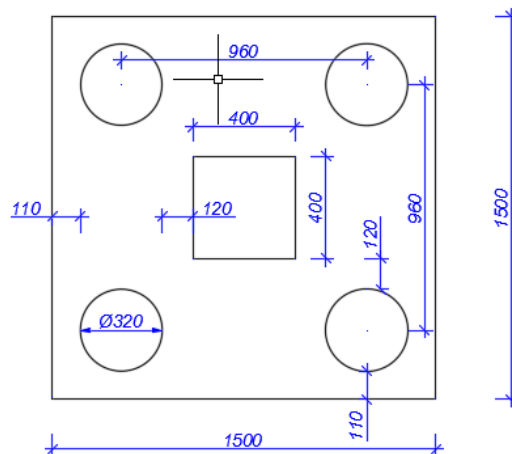
2.11.3. Laikomosios galios tikrinimas pagal „A1“+, „M1“+, „R1“

Laikomoji polio galia priklauso nuo jo gylis, skersmens, įrengimo technologijos bei gruntinių sąlygų. Bus projektuojami ištisinio sraigtinio grėžimo grėžtiniai poliai (CFA). Centriškai gniuždomo polio pagrindo laikomoji galia susideda iš po polio padu esančio grunto laikomosios galios ir pagrindo ties šoniniu polio paviršiumi laikomosios galios.

Rostverko matmenys – 1,5 m × 1,5 m × 0,600 m – parinkti remiantis geotechninio projektavimo nurodymais. Polio skersmuo D – 320 mm, atstumas tarp polio centrų 3D – 960 mm.



2.56 pav. Polinio pamato skaičiuotinė schema pjūvis



2.57 pav. Polinio pamato skaičiuotinė schema (vaizdas iš viršaus)

Pagrindo po polio padu laikomoji galia:

$$R_b = q_b \cdot A_b; \quad (2.11.6)$$

Čia: q_b - pagrindo po polio padu stiprumas;

A_b - polio pado skerspjūvio plotas.

$$q_b = \alpha_b \cdot q_c; \quad (2.11.7)$$

$$A_b = \pi \times r^2 = 3,14 \times (0,16)^2 = 0,08 \quad (2.11.8)$$

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

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

$$q_b = 1 \times 3 = 3 \text{ MPa} \quad (2.11.9)$$

$$R_b = 3 \times 10^6 \times 0,08 = 241,15 \text{ MPa} \quad (2.11.10)$$

Pagrindo ties polio šoniniu paviršiumi laikomoji galia:

$$R_s = \sum_{i=1}^n (q_{si} \cdot A_{si}); \quad (2.11.11)$$

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

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

Pagal sąlygą, $q_{si} \leq q_{\max}$, ([64] 4.1 lentelė) turime paskaičiuoti i-tojo sluoksnio trinties stiprumą.

Pagal mano atvejį :

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

2.58 pav. Empirinės koreliacijos koeficientų reikšmės [64]

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

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

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

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

Pagal 4.1 lentelę randamos q_{si} reikšmės:

$$q_{s1} = 0,03 \text{ Mpa} \leq q_{si, \max} = 0,18 \text{ Mpa} \quad (2.11.12)$$

$$q_{s2} = 0,056 \text{ Mpa} \leq q_{si, \max} = 0,15 \text{ Mpa} \quad (2.11.13)$$

$$q_{s3} = 0,046\text{Mpa} \leq q_{si,\max} = 0,15\text{MPa} \quad (2.11.14)$$

$$q_{s4} = 0,15\text{Mpa} \leq q_{si,\max} = 0,2\text{MPa} \quad (2.11.15)$$

Išvada: Visos sąlygos tenkinamos.

Visų sluoksnių šoninio paviršiaus plotas:

$$A_{s1} = \pi \times d \times l = 3,14 \times 0,32 \times 0,1 = 0,10\text{m}^2 \quad (2.11.16)$$

$$A_{s1} = \pi \times d \times l = 3,14 \times 0,32 \times 1,7 = 1,71\text{m}^2 \quad (2.11.17)$$

$$A_{s1} = \pi \times d \times l = 3,14 \times 0,32 \times 2,9 = 2,91\text{m}^2 \quad (2.11.18)$$

$$A_{s1} = \pi \times d \times l = 3,14 \times 0,32 \times 0,6 = 0,60\text{m}^2 \quad (2.11.19)$$

$$R_s = 0,03 \times 10^3 \times 0,10 + 0,056 \times 10^3 \times 1,71 + \\ + 0,046 \times 10^3 \times 2,91 + 0,15 \times 10^3 \times 0,60 = 831,97\text{kN} \quad (2.11.20)$$

Kalibruotąsias, apskaičiuotas pagal statinio zondavimo duomenis, reikšmes gauname įvedę modeliavimo koeficientus γ_{mb} ir γ_{ms} , kurių vertės priklauso nuo polių įrengimo ([64] 4.2 lentelė).

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

2.59 pav. Modeliavimų koeficientų reikšmės [64]

$$R_{c,cal} = \frac{R_b}{\gamma_{mb}} + \frac{R_s}{\gamma_{ms}} = \frac{241,15}{2} + \frac{831,97}{1,5} = 675,23\text{kN} \quad (2.11.21)$$

Laikomosios galios charakteristinė vertė:

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

2.60 pav. Koreliacijos koeficientai [64]

$$R_{c,k} = \frac{R_{c,cal}}{\xi_3} = \frac{675,23}{1,31} = 515,44 \quad (2.11.22)$$

Gniuždomo polio laikomosios galios projektinė vertė:

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

2.61 pav. Dalinių koeficientų reikšmės [64]

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t} = \frac{515,44}{1,1} = 468,58kN \quad (2.11.23)$$

$$R_{c,d} = \frac{R_{b,k}}{\gamma_b} + \frac{R_{s,k}}{\gamma_s} = \frac{241,15}{1,1} + \frac{831,97}{1} = 1051,20kN \quad (2.11.24)$$

Priimama $R_{c,d} = 468,58kN$.

Polių skaičius reikalingas pamatui:

$$n = \frac{V_{d,0}}{R_d}; \quad (2.11.25)$$

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

$$V_{d,0} = V_d + G_d; \quad (2.11.26)$$

$$G_d = \gamma \times \gamma_G \times V = 25 \times 1,35 \times 1,35 = 45,56kN; \quad (2.11.27)$$

$$G_{gr} = \gamma \times \gamma_g \times V = (1,5 \times 1,5 - 0,4 \times 0,4) \times 0,60 \times 16,5 \times 1,35 = 27,93kN \quad (2.11.28)$$

$$G_{kol} = 2,4 \times 1,35 = 3,24kN. \quad (2.11.29)$$

Čia: V - Rostverko tūris.

$$V_d = 893,38 \times 1,35 + 231,38 \times 1,5 = 1553,16kN; \quad (2.11.30)$$

$$V_{d,0} = 1553,16 + 45,56 + 27,93 + 3,24 = 1629,90kN; \quad (2.11.31)$$

$$n = \frac{V_{d,0}}{R_d} = \frac{1629,90}{468,58} = 3,5. \quad (2.11.32)$$

Priimamas polių skaičius: 4 vnt.

Pamato laikomoji galia su 2 poliais:

$$R_d = n \times R_{c,d} = 4 \times 468,58 = 1874,33kN. \quad (2.11.33)$$

$$R_d = 1874,33kN > V_d = 1629,90kN. \quad (2.11.34)$$

Polinio pamato ekonomiškumas:

$$\frac{R_d - V_{d,0}}{R_d} \times 100\% = \frac{1874,33 - 1629,90}{1874,33} \times 100\% = 13,04\% > 10\%. \quad (2.11.35)$$

Sąlyga ne tenkinama, tačiau viršijama tik 3% ir pamatas yra gręžtinis CFA, o standartinis sraigtas numatytos gręžimo mašinos yra 320 mm skersmens, todėl galime laikyti, jog pamatas suprojektuotas ekonomiškai, nes mažesnio diametro polių reikėtų daugiau ir pamatas taptų dar masyvesnis ir tai nebūtų ekonomiškas variantas.

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

Pagrindo po polio padu laikomoji galia:

$$R_b = q_b \cdot A_b; \quad (2.11.36)$$

$$q_b = \alpha_b \cdot q_c; \quad (2.11.37)$$

$$A_b = \pi \times r^2 = 3,14 \times (0,16)^2 = 0,08 \quad (2.11.38)$$

$$q_b = 1 \times 3 = 3MPa \quad (2.11.39)$$

$$R_b = 3 \times 10^6 \times 0,08 = 241,15MPa \quad (2.11.40)$$

Pagrindo ties polio šoniniu paviršiumi laikomoji galia:

$$R_s = \sum_{i=1}^n (q_{si} \cdot A_{si}); \quad (2.11.41)$$

Pagal sąlygą, $q_{si} \leq q_{\max}$, ([3] 4.1 lentelė) turime paskaičiuoti i-tojo sluoksnio trinties stiprumą. Pagal mano atvejį :

$$q_{c1} = 3MPa;$$

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

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

$$q_{c1} = 3MPa.$$

Pagal 4.1 lentelę randamos q_{si} reikšmės:

$$q_{s1} = 0,03MPa \leq q_{si,\max} = 0,18MPa \quad (2.11.42)$$

$$q_{s2} = 0,056 \text{MPa} \leq q_{si,\max} = 0,15 \text{MPa} \quad (2.11.43)$$

$$q_{s3} = 0,046 \text{MPa} \leq q_{si,\max} = 0,15 \text{MPa} \quad (2.11.44)$$

$$q_{s4} = 0,15 \text{MPa} \leq q_{si,\max} = 0,2 \text{MPa} \quad (2.11.45)$$

Išvada: Visos sąlygos tenkinamos.

Visų sluoksnių šoninio paviršiaus plotas:

$$A_{s1} = \pi \times d \times l = 3,14 \times 0,32 \times 0,1 = 0,10 \text{m}^2 \quad (2.11.46)$$

$$A_{s1} = \pi \times d \times l = 3,14 \times 0,32 \times 1,7 = 1,71 \text{m}^2 \quad (2.11.47)$$

$$A_{s1} = \pi \times d \times l = 3,14 \times 0,32 \times 2,9 = 2,91 \text{m}^2 \quad (2.11.48)$$

$$A_{s1} = \pi \times d \times l = 3,14 \times 0,32 \times 0,6 = 0,60 \text{m}^2 \quad (2.11.49)$$

$$R_s = 0,03 \times 10^3 \times 0,10 + 0,056 \times 10^3 \times 1,71 + \\ + 0,046 \times 10^3 \times 2,91 + 0,15 \times 10^3 \times 0,60 = 831,97 \text{kN} \quad (2.11.50)$$

Kalibruotąsias, apskaičiuotas pagal statinio zondavimo duomenis, reikšmes gauname įvedę modeliavimo koeficientus γ_{mb} ir γ_{ms} , kurių vertės priklauso nuo polių įrengimo ([3] 4.2 lentelė).

$$R_{c,cal} = \frac{R_b}{\gamma_{mb}} + \frac{R_s}{\gamma_{ms}} = \frac{241,15}{2} + \frac{831,97}{1,5} = 675,23 \text{kN} \quad (2.11.51)$$

Laikomosios galios charakteristinė vertė:

$$R_{c,k} = \frac{R_{c,cal}}{\xi_3} = \frac{675,23}{1,31} = 515,44 \quad (2.11.52)$$

Gniuždomo polio laikomosios galios projektinė vertė:

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t} = \frac{515,44}{1,4} = 368,17 \text{kN} \quad (2.11.53)$$

$$R_{c,d} = \frac{R_{b,k}}{\gamma_b} + \frac{R_{s,k}}{\gamma_s} = \frac{241,15}{1,45} + \frac{831,97}{1,3} = 806,29 \text{kN} \quad (2.11.54)$$

Priimama $R_{c,d} = 368,17 \text{kN}$.

Polių skaičius reikalingas pamatui:

$$n = \frac{V_{d,0}}{R_d}; \quad (2.11.55)$$

$$V_{d,0} = V_d + G_d; \quad (2.11.56)$$

$$G_d = \gamma \times \gamma_G \times V = 25 \times 1,0 \times 1,35 = 33,75 \text{kN}; \quad (2.11.57)$$

$$G_{gr} = \gamma \times \gamma_g \times V = (1,5 \times 1,5 - 0,4 \times 0,4) \times 0,60 \times 16,5 \times 1,0 = 20,69kN \quad (2.11.58)$$

$$G_{kol} = 2,4 \times 1,35 = 3,24kN. \quad (2.11.59)$$

$$V_d = 893,38 \times 1,0 + 231,38 \times 1,3 = 1194,17kN; \quad (2.11.60)$$

$$V_{d,0} = 1194,17 + 33,75 + 20,69 + 3,24 = 1251,86kN; \quad (2.11.61)$$

$$n = \frac{V_{d,0}}{R_{c,d}} = \frac{1251,86}{368,17} = 3,4. \quad (2.11.62)$$

Priimamas polių skaičius: 4 vnt.

Pamato laikomoji galia su 4 poliais:

$$R_d = n \times R_{c,d} = 4 \times 368,17 = 1472,68kN. \quad (2.11.63)$$

$$R_d = 1472,68kN > V_d = 1251,86kN. \quad (2.11.64)$$

Polinio pamato ekonomiškumas:

$$\frac{R_d - V_{d,0}}{R_d} \times 100\% = \frac{1472,68 - 1251,86}{1472,68} \times 100\% = 15,0\%. \quad (2.11.65)$$

Išvados: Atsižvelgiant į polinių pamatų įrengimo būdą, gruntines sąlygas, sraigto išmatavimus priimame, jog pamatas suprojektuotas teisingai ir ekonomiškai.

2.11.3. Polinio pamato nuosėdžio skaičiavimas

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

Sąlyginio pamato gylis:

$$d_s = d + l = 1,2 + 5,3 = 6,5m. \quad (2.11.66)$$

Čia: d - rostverko gylis;

l - projektinis polio gylis;

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

$$\varphi_{dm} = \frac{\varphi_{d1} \times l_1 + \varphi_{d2} \times l_2 + \varphi_{d3} \times l_3 + \varphi_{d4} \times l_4}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4} =$$

$$= \frac{29,4 \times 0,1 + 18,3 \times 1,7 + 17,5 \times 2,9 + 21,5 \times 0,6}{0,1 + 1,7 + 2,9 + 0,6} = 18,43^\circ \quad (2.11.67)$$

$$\alpha = \frac{\varphi_d}{4} = 4,61^\circ. \quad (2.11.68)$$

Čia: φ_d - grunto vidinės trinties kampas;

Sąlyginio pamato pado plotis:

$$B_s = (m - 1) \times a + d + 2 \times l \times \tan \alpha =$$

$$= (2 - 1) \times 0,96 + 0,32 + 2 \times 5,3 \times 0,08 = 2,131m \quad (2.11.69)$$

Čia: m - polių eilių skaičius pamate B krytimi;

a - atstumas tarp polių ašių;

d - polio skerspjūvis;

Sąlyginio pamato pado ilgis:

$$L_s = (m - 1) \times a + d + 2 \times l \times \tan \alpha =$$

$$= (2 - 1) \times 0,96 + 0,32 + 2 \times 5,2 \times 0,08 = 2,131m \quad (2.11.70)$$

Čia: m - polių eilių skaičius pamate L krytimi;

Sąlyginio pamato pado plotas:

$$A_s = B_s \times L_s = 2,131 \times 2,131 = 4,541m^2 \quad (2.11.71)$$

Grunto svertinis vidutinio svorio tankis sluoksniuoto pagrindo:

$$\gamma_{dm} = \frac{d_1 \times \gamma_{d,1} + d_2 \times \gamma_{d,2} + d_{31} \times \gamma_{d,3} + d_4 \times \gamma_{d,4}}{d + l_1 + l_2 + l_3 + l_4} =$$

$$= \frac{16,5 \times 1,2 + 16,5 \times 0,1 + 21,6 \times 1,7 + 20,8 \times 2,9 + 21,5 \times 0,6}{1,2 + 0,1 + 1,7 + 2,9 + 0,6} = 20,21kN/m^3 \quad (2.11.72)$$

Sąlyginio pamato svoris:

$$G_s = A_s \cdot d_s \cdot \gamma_{dm} + n \cdot G_{d,p}, \quad (2.11.73)$$

Čia: n - polių skaičius;

$G_{d,p}$ - polių svoris.

$$G_{d,p} = \gamma \times \gamma_G \times (\pi \times r^2 \times l) = 25 \times 1,35(3,14 \times 0,16^2 \times 5,3) = 14,38kN \quad (2.11.74)$$

$$G_s = 4,541 \times 6,5 \times 20,21 + 4 \times 14,38 = 654,16kN \quad (2.11.75)$$

Papildomas slėgis sąlyginio pamato pade:

$$\sigma_{d,0} = \frac{V_{d,0}}{A_s} = \frac{1629,90 + 654,16}{4,541} = 502,98 \text{ kPa} \quad (2.11.76)$$

Papildomi įtempiai pamato padu lygyje:

$$\sigma_{zp0} = \sigma_{d,0} - \sigma_{zg0} = \frac{V_{d,0}}{A} - \gamma'_d \times d \quad (2.11.77)$$

Čia: σ_{zg0} - Įtempiai nuo grunto pamato padu lygyje;

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

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

A – pamato padu plotas;

d – pamato gylis.

$$\begin{aligned} \gamma_{d,1} &= 16,5 \times 1 = 16,5 \text{ kPa} \\ \gamma_{d,2} &= (16,5 - 9,81) \times 0,2 = 1,34 \text{ kPa} \\ \gamma_{d,3} &= (21,6 - 9,81) \times 1,7 = 20,043 \text{ kPa} \\ \gamma_{d,4} &= (20,8 - 9,81) \times 2,9 = 31,871 \text{ kPa} \\ \gamma_{d,5} &= (21,5 - 9,81) \times 0,5 = 5,845 \text{ kPa} \end{aligned} \quad (2.11.78)$$

$$\sigma_{zg,0} = 16,5 + 1,34 + 20,043 + 31,871 + 5,845 = 75,6 \text{ kPa} \quad (2.11.79)$$

$$\sigma_{zp0} = \sigma_{d,0} - \sigma_{zg0} = 502,98 - 75,6 = 427,38 \text{ kPa} \quad (2.11.80)$$

$$z = 0,2B_s = 0,2 \times 2,131 = 0,426 \text{ - sluoksnelio storis} \quad (2.11.81)$$

$$h_n = 0,426 \times 2 = 0,852;$$

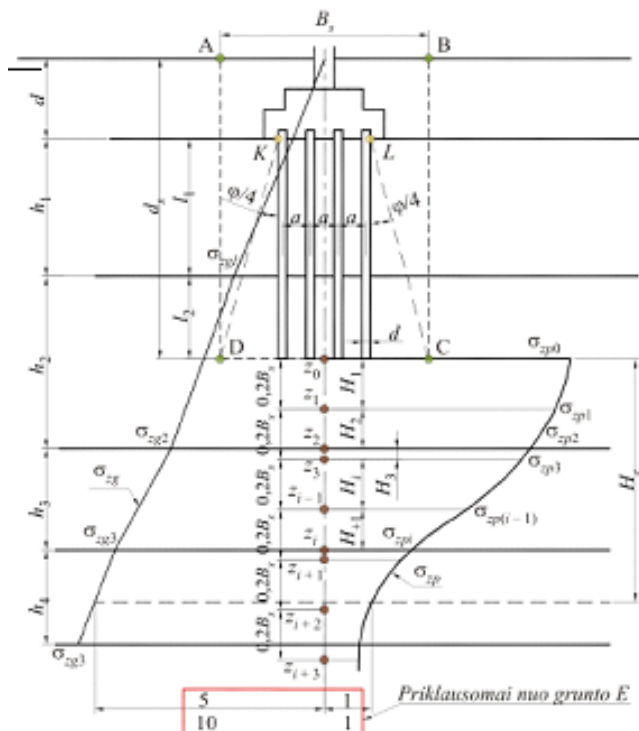
$$H_i = 0,426;$$

$$E = 27 \text{ MPa}.$$

$\sigma_{zpn} = \sigma_{zp0} + k$ (kPa)	$\xi = 2z/B$	k	$\sigma_{zgn} = \sigma_{zgn-1} + \gamma_{d,n} \cdot h_n$ (kPa)	$\sigma_{zp} = 0,2\sigma_{zg}$	$s_i = (\sigma_{zp(i-1)} + \sigma_{zpi})/2 \cdot (H_i/E_i)$	s = 0,8 \sum s_i (m)			
sigma zp0	427,38	-	sigma zg0	75,60	-	0,00657	0,02286	m	
sigma zp1	405,58	0,4	0,949	sigma zg1	80,58	16,12	0,00575	22,86	mm
sigma zp2	323,10	0,8	0,756	sigma zg2	85,56	17,11	0,00440	s=22,86<50mm	
sigma zp3	233,78	1,2	0,547	sigma zg3	90,54	18,11	0,00316	sąlyga tenkinama	
sigma zp4	166,68	1,6	0,390	sigma zg4	95,53	19,11	0,00228	50 mm ribinis nuosėdis	
sigma zp5	121,80	2	0,285	sigma zg5	100,51	20,10	0,00168		
sigma zp6	91,46	2,4	0,214	sigma zg6	105,49	21,10	0,00128		
sigma zp7	70,52	2,8	0,165	sigma zg7	110,47	22,09	0,00100		
sigma zp8	55,56	3,2	0,130	sigma zg8	115,45	23,09	0,00080		
sigma zp9	45,30	3,6	0,106	sigma zg9	120,44	24,09	0,00065		
sigma zp10	37,18	4	0,087	sigma zg10	125,42	25,08	0,00054		
sigma zp11	31,20	4,4	0,073	sigma zg11	130,40	26,08	0,00047		
sigma zp12	28,63	4,8	0,067						

2.62 pav. Nuosėdžiai apskaičiuoti sumavimo būdu

Pastaba: skaičiavimai atlikti „MS Excel“ aplinkoje.



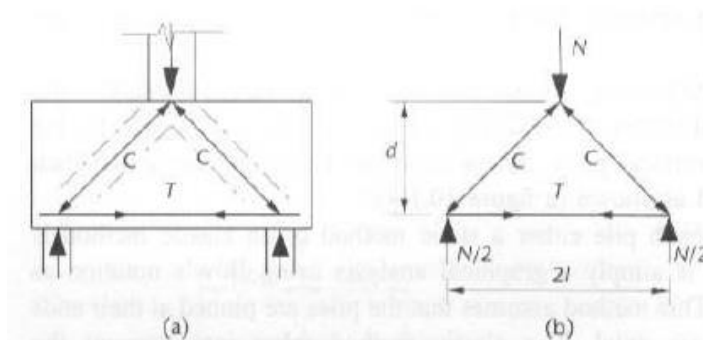
2.63 pav. Pamato nuosėdžių rezultatų schema [64]

2.11.4. Polinio pamato armatūros skaičiavimas


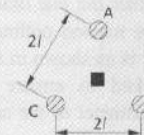
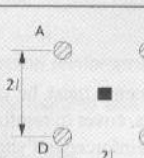
Polio armatūra parenkama konstruktyviai, laikantis standartų ir pamatų projektavimo normų. Pagrindinė išilginė armatūra 6 \varnothing 16 S500, o skersinė 16 \varnothing 8 S240.

2.11.4.1. Polinio galvenos armatūros skaičiavimas

Pagrindinės tempiamos armatūros skaičiavimas (skaičiuojama santvaros metodu):



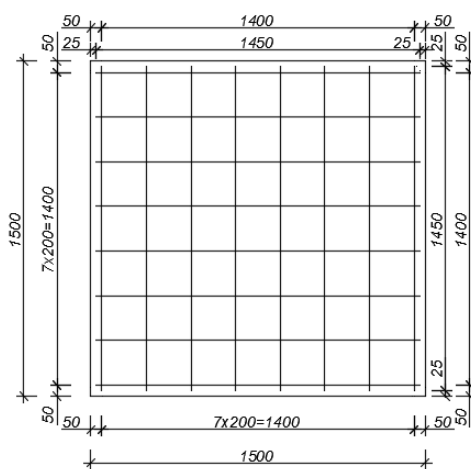
2.64 pav. Galvenos armavimo santvaros metodu [62]

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

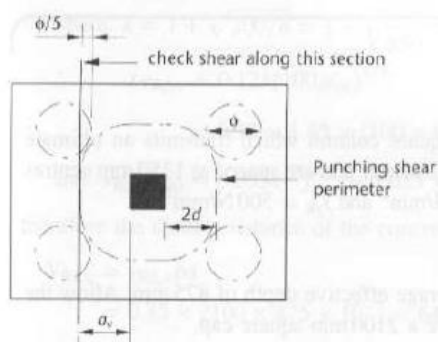
2.65 pav. Tempimo jėgos išraiška [62]

$$A_s = \frac{N \times l}{4 \times d \times 0,87 \times f_{yk}} = \frac{661,76 \times 480}{2 \times 460 \times 0,87 \times 500000} = 0,79 \approx 7,9 \text{ cm}^2. \quad (2.11.78)$$

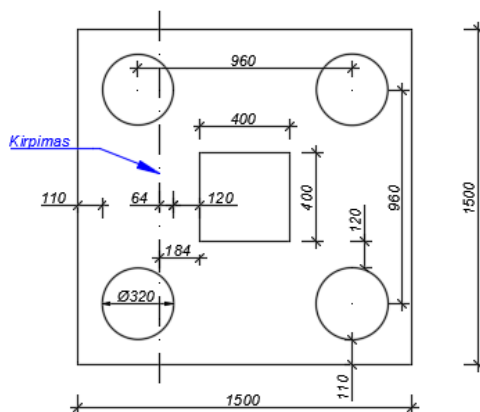
Išvada: Visas reikalingas armatūros kiekis kiekviena kryptimi $2 \times A_s = 2 \times 7,9 = 15,8 \text{ cm}^2$. Iš armatūros sortimento lentelės priimama armatūra $8\phi 16$, žingsniu $s=200\text{mm}$ kiekviena kryptim.



2.66 pav. Galvenos armatūros išdėstymas



2.67 pav. Kirpimo sąlygos išraiška [62]



2.68 pav. Polinio pamato skaičiuojamoji schema

Sąlygos tikrinimas:

$$\frac{100 \times A_s}{bd} = \frac{100 \times 1539}{1500 \times 460} = 0,223 > 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 0,1352. \quad (2.11.79)$$

Išvada: Sąlyga tenkina.

Tikrinimas kirpimui:

Kirpimo jėga per kritinį pjūvį $661,76/2 = 330,88 \text{ kN}$

$$V_{ed} = 330,88 \times \frac{a_v}{2 \times d} = 330,88 \times \frac{184}{2 \times 460} = 66,18 \text{ kN}; \quad (2.11.80)$$

$$V_{Rd,c} = 0,12k(100pf_{ck})^{\frac{1}{3}} \geq (0,035k^{1,5}f_{ck}^{0,5}); \quad (2.11.81)$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{460}} = 1,66 < 2 \text{ ir } q = 0,0025 \text{ N/mm}^2 \text{ (betonas)}; \quad (2.11.82)$$

$$V_{Rd,c} = 0,12k(100pf_{ck})^{\frac{1}{3}} = 0,12 \times 1,66(100 \times 0,0025 \times 25)^{\frac{1}{3}} = 0,37 \text{ N/mm}^2; \quad (2.11.83)$$

$$V_{Rd,c \min} = (0,035k^{1,5}f_{ck}^{0,5}) = 0,035 \times 1,66^{1,5} \times 25^{0,5} = 0,37 \text{ N/mm}^2. \quad (2.11.84)$$

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

$$\begin{aligned} V_{Rd,c} &= V_{Rd,c} \times b \times d = 0,37 \times 1500 \times 460 = \\ &= 255300 \times 10^{-3} = 255,3 \text{ kN} > V_{Ed} = 66,18 \text{ kN} \end{aligned} \quad (2.11.86)$$

Praspaudimo tikrinimas:

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

$$\begin{aligned}
& 0,5 \times u \times d \times \left[0,6 \times \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) \right] \times \frac{f_{ck}}{1,5} = \\
& = 0,5 \times (4 \times 400) \times 460 \times \left[0,6 \times \left(1 - \frac{25}{250} \right) \right] \times \frac{25}{1,5} \times 10^{-3} = \\
& = 3312 \text{ kN} > N_{Ed} = 661,76 \text{ kN}
\end{aligned} \tag{2.11.87}$$

Išvada: Sąlyga tenkina.

Patikrinimas:

$$0,5 \times v_1 \times f_{cd} \times u \times d = 0,5 \times v_1 \times \left(\frac{f_{ck}}{1,5} \right) \times u \times d; \tag{2.11.88}$$

$$v_1 = 0,6 \times \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0,54; \tag{2.11.89}$$

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_c \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{25}{1,5} = 15 \text{ MPa}; \tag{2.11.90}$$

$$0,5 \times 0,54 \times 15 \times 10^{-3} (4 \times 400) \times 460 = 2980,8 \text{ kN}; \tag{2.11.91}$$

$$0,5 \times 0,54 \times \left(\frac{25}{1,5} \right) \times 10^{-3} \times 4 \times 400 \times 460 = 3312 \text{ kN}; \tag{2.11.92}$$

Išvada: Sąlyga tenkina.

Armatūros parinkimas rostverko viršuje:

$$0,26 \times \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \times b \times d > 0,0013b \times d; \tag{2.11.93}$$

$$0,26 \times \left(\frac{2,6}{500} \right) \times 1500 \times 460 = 932,88 \text{ mm}^2 > 897 \text{ mm}^2; \tag{2.11.93}$$

Išvada: Parenku 9Ø12 diametro, $A_{sw} = 10,17 \text{ cm}^2$, išdėstoma žingsniu $s=175 \text{ mm}$.

Horizontali sukabinimo armatūra, konstruktyviai žingsniu kas 100mm, Ø12 diametro.

3. TECHNOLOGIJOS IR ORGANIZAVIMAS

3.1. Gręžtinių polių, taikant ištisinio sraigtinio gręžimo metodą (CFA) įrengimo darbų technologinė kortelė

3.1.1. Gruntai ir moksliniai jų tyrimai

Esantis žemėje pamatas perduoda ir paskirsto pastato apkrovą pagrindui. Šis yra grunto masyvo dalis, kurioje nuo pastato apkrovos atsiranda įtempimai ir kuri, jų veikiamą, deformuojasi. Pamatai ir pagrindai turi būti tokie, kad užtikrintų pastato bei atskirų jo

konstrukcijų elementų pastovumą ir eksploatavimą normaliomis sąlygomis.

Tarp pagrindo ir pamato bei viso pastato yra glaudi sąveika. Pastato apkrovos veikiamas, pagrindas deformuojasi, susispaudžia, todėl pamatai ir visas pastatas nusėda žemyn. Dėl įvairių priežasčių pastato sienų ar kolonų pamatai dažniausiai nusėda nevienodai, dėl to pastato konstrukcijos deformuojasi ir jose atsiranda papildomos įrašos. Deformuojantis pastato konstrukcijoms, to padarinyje pastato apkrova perduodama per kolonų ar sienų pamatus pagrindui, o tai, žinoma, įtakoja pagrindo įtempimus bei deformacijoms. Tokiu būdu pagrindo ir pastato deformacijos yra bendros, jos veikia viena kitą.

Remiantis pagrindo ir pastato sąveika, daroma prielaida, kad pagrindo stiprumas priklauso ne vien tik nuo jį sudarančio grunto mechaninių bei sudedamųjų savybių, bet ir nuo pamato konstrukcinio tipo bei jo parametrų, taip pat nuo pastato konstrukcijos jautrumo nevienodam nusėdimui. Iš to daroma išvada, jog pats gruntas gali būti stiprus, geras pagrindas vienam pastatui ir silpnas, netinkamas kitam, kitokio tipo. Pagrindo stiprumą galima apskaičiuoti taikant ribinių būvių metodą, pagal deformacijų ir laikomosios galios ribinius būvius.

3.1.2. Ištisinio sraigtinio gręžimo polių parinkimą lemiančių veiksnių analizė

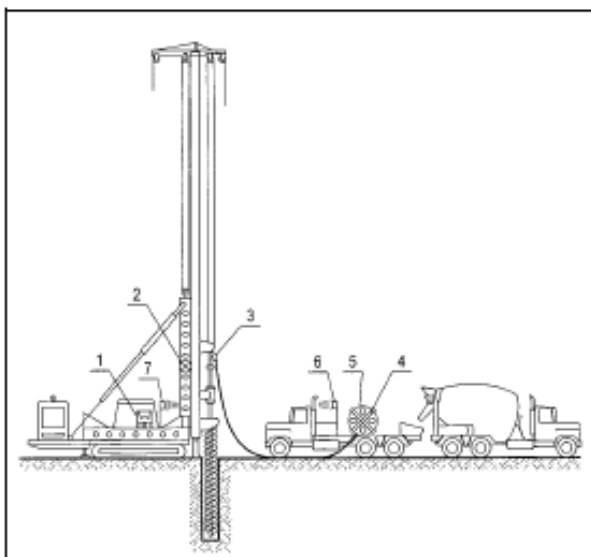
Prieš pradėdant projektuoti polinius pamatus, pirmiausia reikia apsvaistyti pagrindinį klausimą, kodėl būtent poliai pasirenkami kaip atraminiai elementai. Vienos iš priežasčių yra susijusios su techniniais reikalavimais, kitos su įrengimo patogumu, kaina ir greičiu. Taigi, negalima atsižvelgti tik į pastaruosius pastebėjimus ir dėl įrengimo spartos ar patogumo, nepaisyti pagrįstų techninių reikalavimų.

Svarbios techninės priežastys, kurias būtina paminėti – poreikis atremti pamatus į tvirtą, stabilų gruntą, ar įgilinti juos taip, kad netolygūs pamato sėdimai neturėtų įtakos statinio stiprumui ir pastovumui. Taip pat, reikėtų iš anksto įvertinti galimybes įrengti numatomus pamatus, nuspręsti ir apsvaistyti tokias pamatų sistemas, kurios būtų lengvai įgyvendinamos kaip pavyzdžiui, išvengti sunkiai įrengiamų didelių pamatų plokščių. Pamatų įrengimas tampa ekonomiškai ir techniškai efektyvus, kai sumažinamos, kiek įmanoma daugiau, žemės kasimo darbų apimtys, dėl kurių gali padidėti pavojus gretimoms statiniams. Kadangi šis projektuojamas „Rimi Hypermarket“ prekybos centras yra mieste, apsuptas daugiabučių namų ir kitų statinių, todėl ypač svarbu įvertinti visas galimus pavojus, trūkumus, klaidas bei racionalumą esamoje vietoje, prieš įrengiant pasirinktus pamatus.

Taigi, kad būtų efektyvūs, pamatai turi išlaikyti tenkančias apkrovas, kurias jiems perduoda atraminė konstrukcija, kartu su bet kokiomis papildomomis veikiančiomis jėgomis, kurios gali kilti dėl besideformuojančio grunto efekto. Pamatai turi būti kokybiškai įrengti, laikantis visų atitinkamų ir priskiriamų technologinių reikalavimų, tvirti, išvengiant defektų. Formuojant jų konstrukciją turi būti įvertinama grunto ypatybė ir gruntinio vandens judėjimo kryptis, lygis, kad deformacijos ar nusėdimai nesukeltų įtempimų atraminėse ar gretimose konstrukcijose.

Polių medžiagos turi būti eikvojamos optimaliai, o pasirinktas polių tipas neturėtų trukdyti privažiuoti į būsimas statybvietes. Polių įrengimo metodas turėtų mažinti sunkumus, atsitiktinai atsiradusius nesutapimus dėl gruntinių sąlygų.

Teisingas pasirinkimas yra pagrįstas daugeliu kriterijų, tokių kaip: įrangos prieinamumas, gamtinės aplinkos poveikis ir paveikimas, bendros kainos apsvarstymas, apimtys ir pan. Visa tai kas buvo paminėta įvertinta šiame projekte ir priimtas, mano požiūriu, efektyviausias ir optimalus polinių pamatų įrengimo būdas taikant CFA technologiją – ištiesinio sraigtinio gręžimo poliai.



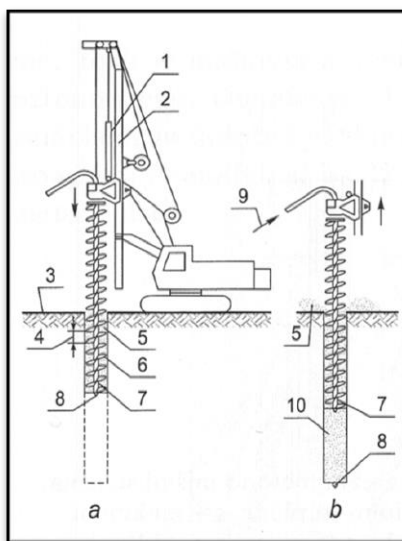
3.1 pav. Monolitinio polio įrengimo, naudojant „Soletanche“ firmos naujo tipo gręžimo mašinas, technologijų schema [10]

1 – „Enbesol“ aparatas, automatiškai kontroliuojantis ir fiksuojantis gręžinio, gręžimo bei betonavimo procesą; 2 – judesių daviklis; 3 – betono mišinio, spaudimo daviklis; 4 – impulsų generatorius; 5 – betono siurblys; 6 – impulsų daviklis; 7 – impulsų fiksuojantis.

Vientisumui kontroliuoti polio įrengimo stebėjimas apima betono tiekimo kontrolę, betonavimo slėgį, ištraukimo greitį, grąžto sukimosi registravimą.

Šiomis dienomis, šių polių įrengimas tapo nesudėtingas dėl naudojamų mašinų,

kuriose automatiškai kontroliuojamas gręžimo greitis ir gylis, betono slėgis. Šie duomenys yra fiksuojami 3.1 pav.



3.2 pav. Monolitinio polio įrengimas, naudojant naujo tipo gręžimo mašinas:

a – gręžimas; b – betonavimas; 1 – stūmimo cilindras; 2 – strėlė; 3– darbinis lygis; 4 – sraigtinio grąžto žingsnis; 5 – iškasos; 6 – sraigtinis grąžtas; 7 – tuščiaviduris grąžto stiebas; 8 – jungtis; 9 – betono tiekimas iš betono siurblio; 10 – užbetonuota gręžinio dalis [10]

3.1.3. Darbų apimties skaičiavimo žiniaraščiai

Skaičiavimams atlikti priimamas apytikslis vidutinis polio ilgis metrais, kadangi tikslus ilgis nustatomas DP metu, atsižvelgiant į realias aplinkos sąlygas: polio ilgis 5,3 m ir polių skaičius 117 vnt. Vadinasi, bendras polių ilgis: $5,3 \times 117 = 620,1$ m. Vieno polio betono tūris: $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$ (r- polio spindulys, h – polio aukštinė). Polio spindulys 0,16 m (skersmuo 0,32 m), aukštinė – 5,3 m. $V = 3,14 \cdot 0,16^2 \cdot 5,3 = 0,43 \text{ m}^3$. Duota: betono kiekis vienam poliui – $0,43 \text{ m}^3$, todėl bendras polių betono kiekis yra: $0,43 \times 117 = 50,31 \text{ m}^3$. Armatūros karkaso svoris skaičiuojamas apytiksliai priėmus vieno polio armatūros karkaso (teorinį) svorį, bendras armatūros svoris visiems poliams bus: $117 \text{ vnt.} \cdot 47,86 \text{ kg/vnt.} = 5599,62 \text{ kg} \approx 5,6 \text{ t}$. Orientacinis lakštinio plieno kiekis poliams apie – 1,0 t, nustatomas atsižvelgiant į pamato (polio ir rostverko) parametrus bei numatomų konstrukcijų jungimą.

3.1 lentelė. Gręžtinių polių įrengiant sraigtinio išsistinio būdu (CFA) medžiagų apimties žiniaraštis

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vnt.
1	2	3
1	Betonas C25/30 XC2	50,31 m ³
2	Armatūros karkasas	5,6 t

3.2 lentelė. Darbo, mašinų, medžiagų sąnaudų skaičiavimo žiniaraštis

Eil. Nr.	Normų kodas	Darbo pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis	Darbo sąnaudos		Mašinų poreikis		Medžiagų poreikis	
					Vnt.	Iš viso	Vnt.	Iš viso	Vnt.	Iš viso
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	N5-115-21	Injekcinių polių gręžinių gręžimas 1-2 gr. Grunte, kai polių skersmuo 450 mm ir gylis iki 10 m	m	620,1	0,33	204,63	0,11	68,21	-	-
3	N5-115-25	Injekcinių polių betonavimas, kai polių gylis iki 10 m	m ³	50,31	2,40	120,74	-	-	-	-
		Betono siurblys	maš.val.	-	-	0,80	40,25	-	-	
		Mažos mechanizacijos priemonės su vidaus degimo varikliu	maš.val.	-	-	0,15	7,55	-	-	
		Kranas ant automobilinės važiuoklės keliam. galios iki 10t	maš.val.	-	-	0,15	7,55	-	-	
		Gręžimo agregatas „ABIRE“ 10000	maš.val.	-	-	0,9	45,28	-	-	
Iš viso:						325,37	-	168,84	-	-

3.1.4. Pagrindinės statybinės mašinos bei mechanizmai ir jų techninės charakteristikos



3.3 pav. Aukšto dažnio giluminis vibratorius DYNAPAC RACOON [4]



3.4 pav. Betono siurblys „Putzmeister M-740D“ [8]



3.5 pav. Gręžimo įrenginys CASAGRANDE C 6

Betono siurblio „Putzmeister M – 740D“ (3.4 pav.) ir gręžimo agregato „Casagrande C6“ (3.5 pav.) techninės charakteristikos aprašytos žemiau.

Gręžimo mašina "CASAGRANDE C6"		Betono siurblys "Putzmeister M-740D"	
Rodiklis	Dydis	Rodiklis	Dydis
Vikšrų plotis	400 mm	Padavimo našumas	3,8m ³ /h
Vikšrų ilgis	2990 mm	Maišymo rezervuaro talpa	200 l
Greitis	1,7 km/h	Slėgis	7
Įkainės įveikimas	29°	Transp. atstumas	180 m tolyn, 90 m aukštyje
Galingumas	96 kW	Kompresorius	4,3 m ³ /mi n
Slėgis į gruntą	6,8 N/m ²	Variklis	F3M 1011 31kW
Strėlės ilgis	6000 mm	Svoris	1460 kg
Ištraukimo jėga	63,5 kN	Užpildymo aukštis	820 mm
Spaudimo jėga	35 kN	Maksimali frakcija	32 mm
Sukimo momentas	13550 Nm	Matmenys, m	4,25x1,46x1,45
Ilgis x plotis x aukštis	7,71x2,25x2,767		

3.6 pav. Pagrindinių statybinių mašinų bei mechanizmų techninės charakteristikos

3.3 lentelė. Giluminio vibratoriaus „DYNAPAC ROCOON“ techninės specifikacijos

Aukšto dažnio giluminis vibratorius „DYNAPAC ROCOON“	
Rodiklis	Dydis
Apsisukimai per minutę	1200
Elektros įtampa	230V-50Hz
Galia (AG)	2
Svoris	5
Matmenys (mm)	370×125×190
Lankstaus veleno ilgis (m)	2
Lankstaus veleno svoris (kg)	3,8
Vibroelemento diametras (mm)	39
Vibroelemento svoris (kg)	2,1
Vibroelemento ilgis (mm)	315

3.4 lentelė. Mašinų, mechanizmų ir instrumentų poreikių žiniaraštis

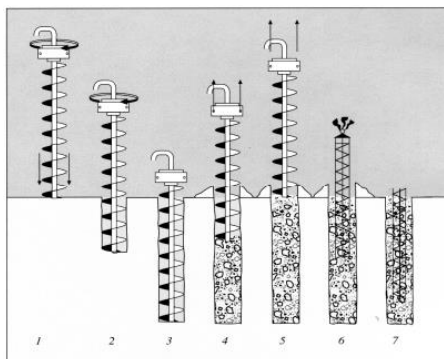
Eil. Nr.	Pavadinimas	Kiekis
1.	Gręžimo mašina C6	1 vnt.
2.	Giluminis vibratorius Dynapac Racoon	1 vnt.
3.	Betono siurblys „Putzmeister M-740D“	1 vnt.
4.	Automobilinis kranas iki 10t	1 vnt.
5.	80-100 cm ilgio ruletė	1 vnt.
6.	5,0 m ilgio ruletė	3 vnt.
7.	10 m ilgio ruletė	1 vnt.
8.	20 m ilgio ruletė	1 vnt.
9.	500g svorio plaktukas	2 vnt.
10.	3kg svorio kūjis	1 vnt.
11.	Replės	2 vnt.
12.	Laužtuvas	1 vnt.
13.	Kastuvas	2 vnt.
14.	Semtuvas	1 vnt.

3.5 lentelė. Leistini polių įrengimo nuokrypiai

Nr.	Gręžinių ir gręžtinių polių pamatų elementai	Leistinieji nuokrypiai
1.	Gręžinio skersmuo	-30 mm +50

		mm
2.	Gręžinio gylis	±100 mm
3.	Erdvinio armatūros stypyno apsauginis armatūros sluoksnis	-5 mm
4.	Gelžbetoninės kolonos polio viršus	-10 mm
5.	Metalinės kolonos polio viršus	±5 mm
6.	Polio viršaus plokštumos nuolydis	<0,001 (1,0 mm 1 m ilgio)
7.	Inkarinių varžtų nuokrypiai: -kolonos atramos ploto ribose; -už atramos ploto ribų.	±5 mm ±10 mm
8.	Inkarinių varžtų viršus	±20 mm
9.	Inkarinių varžtų sriegio apačia	±30 mm
10.	Vertikalių ir pasvirusių polių padėtis plane nuokrypiai (e) kai: -D≤1,0 m -1,0 m<D≤1,5 m -D>1,5 m	±100 mm ≤0,1D mm ±150 mm
11.	Vertikalių ir ne mažiau kaip 86° nuo horizontalės pasvirusių polių nuokrypis (i)	0,02
12.	Pasvirusių nuo horizontalės ne mažiau kaip 76°, bet ne daugiau kaip 86° polių nuokrypis (i)	0,04
13.	Paplatinamų polių nuokrypis nuo projektinių polių centrų (e)	≤0,1D
PASTABA: Nustatant polių įrengimo nuokrypius, polio centru laikomas išilginės armatūros centras, o nearmuotųjų polių - centras didžiausio apskritimo, kurį galima įbrėžti polio galvos skerspjūvyje. D - polio skersmuo.		

3.1.5. Technologinio proceso aprašymas



3.7 pav. Gręžtinių polinių pamatų, taikant ištininio sraigtinio gręžimo metodą (CFA), įrengimo schema [6]

Poliniai pamatai įrengiami tuomet:

- kai žemės paviršiuje storu sluoksniu slūgso silpni gruntai;
- kai reikia kirsti paviršinį, jautrų nepageidaujamiems sėdimams grunto sluoksnį;
- kai reikia perimti nepageidaujamą, gretimų pamatų atraminio slėgio prieaugį ar papildomą apkrovą;
- kai reikalingas pasipriešinimas šoninei apkrovai. Šiuo atveju naudojami įstrižieji poliai;

- kada grunto suspaudžiamumo pokyčiai galėtų sukelti netolygius pamato sėdimus.
- kada brangu ir sudėtinga įrengti dirbtinį ar sutvirtinti esamą, netinkamą pagrindą pamatams;
- kai papildomas apkrovas šlaite būtina perduoti gruntams, esantiems giliau grunto slydimo paviršiais;
- kai reikia atlaikyti hidrostatinį slėgį. Šiuo atveju naudojami inkariniai poliai;
- kada molio bangavimas ir brinkimas galėtų sukelti pernelyg dideles jėgas ar pamatų poslinkius;
- kai polių įrengimas yra ekonomiškąs sprendimas. Per pastaruosius kelis dešimtmečius polių gamybos ir konstrukcinės naujovės žymiai sumažino polių įrengimo kainą. Polių įrengimas gali būti vertinamas kaip ekonomiškąs pasirinkimas projektuojant pamatus.

Pamatų polių tipai ir klasifikacija: Pamatų poliai gali būti klasifikuojami pagal įvairius požymius: apkrovos perdavimą gruntams, įrengimo būdą, medžiagą, konstrukcijas, įgilinimo kryptį ir skerspjūvio dydį. Pagal apkrovos perdavimą gruntams poliai projekte yra trinties, kurie laikos 70–80 % apkrovos dėl polių šoninių paviršių trinties į aplinkinį sutankintą gruntą jėgų. Pagal įrengimo būdą poliai numatomi monolitiniai, kurie įrengiami gruntuose išgręžtuose gręžiniuose. Pagal įgilinimo kryptį poliai šiam gyvenamajam namui – vertikalieji. Pagal skerspjūvio dydį – mažieji poliai (< 300 mm).

Šiame pastate projektuojami gręžtiniai poliai, kurie įrengiami taikant ištisinio sraigtinio gręžimo metodą (CFA). Jų įrengimo reikalavimai:

- 1) Ištisinis sraigtinis gręžimas netaikomas jeigu polio posvyrio kampas nuo horizontalės mažesnis kaip 84° .
- 2) Prieš ištisinį sraigtinį gręžimą patikrinamas grąžto apačioje esantis betontiekio vožtuvas.

Gręžtinių polių armavimui keliami reikalavimai:

- 1) Armatūros strypynai ar standi armatūra (dvitėjai profiliuočiai, vamzdžiai ir kt.) į gręžinius įleidžiami prieš (arba) po betonavimo jos nepažeidžiant.
- 2) Įleidus armatūrą jos viršaus padėties nuokrypis nuo projektinės ne gali būti didesnis kaip 0,15 m. Armatūros strypynus virinant ar surišant viela reikia užtikrinti, kad jie išliktų nepakitusios formos ir standumo iki tol kol bus įleisti į gręžinį ir užbetonuoti.

- 3) Gaminant armatūros strypynus armatūros negalima lenkti esant žemesnei kaip 5°C , jei kitaip nenumatyta projekte.
- 4) Jei prieš lenkimą armatūra pašildoma, tai ne daugiau kaip 100°C .
- 5) Mažiausias išilginės armatūros kiekis polio skerspjūvyje yra keturi 10 mm skersmens strypai, o didžiausias atstumas tarp tų strypų 400 mm.
- 6) Tarp pavienių strypų arba jų paketų prošvaisa turi būti ne mažesnė kaip 100 mm, ją galima sumažinti iki 80 mm, kai užpildo dalelių skersmuo mažesnis kaip 20 mm.
- 7) Mažiausias skersinės armatūros skersmuo ne mažesnis kaip 6 mm ir ne mažesnis kaip ketvirtadalis didžiausiojo išilginės armatūros strypo. Jei strypynai suvirinami tai mažiausias skersinės armatūros skersmuo turi būti ne mažesni kaip 5 mm.
- 8) Visos polio armatūros apsauginis sluoksnis turi būti ne mažesnis kaip 60 mm, kai polių $D > 0,6$ m arba ne mažesni kaip 50 mm, kai polių $D \leq 0,6$ m.
- 9) Jei naudojamas nuolatinis apsauginis vamzdis, betono apsauginį sluoksnį galima sumažinti iki 40 mm.

Mažiausias apsauginis sluoksnis didinamas iki 75 mm kai:

- ✓ poliai yra silpname grunte ir įrengiami be apvalkalo;
- ✓ nardinamojo betono užpildo didžiausias matmuo yra 32 mm;
- ✓ armatūra sudedama suklojus betoną;
- ✓ gręžinio sienų paviršius yra nelygus.

Norint užtikrinti centrišką armatūros padėtį gręžinyje ir reikalingą betono apsauginį sluoksnį gali būti naudojami kreipikliai. Kreipikliai apie strypyną išdėstomi simetriškai taip, kad būtų ne mažiau kaip trys viename lygyje, atstumas tarp šių lygių ne mažesnis kaip 3,0 m ir pakankamas laisvumas iki apvalkalo ar gręžinio sienos, kad būtų galima saugiai įleisti armatūrą ir išvengti gręžinio sienų ardymo. Jei įrengiami pasvirę arba didesnio kaip 1,2 m skersmens poliai tuomet kreipiklių skaičių reikia padidinti. Gręžtinio polio betonui keliami reikalavimai:

- 1) Nepriklausomai nuo betonavimo būdo gręžiniams poliams naudojamo betono stiprumo klasė turėtų būti ne mažesnė kaip C20/25 ir ne didesnė kaip C30/37.
- 2) Ruošiamame betone vandens ir cemento santykis turėtų būti ne didesnis kaip 0,6.
- 3) Betonui ruošti naudojamų užpildų didžiausias matmuo turi būti mažesnis kaip 32 mm arba 0,25 mažiausio atstumo tarp išilginių armatūros strypų.

Gręžtinio polio betonavimui su betontiekiu keliami reikalavimai:

- 1) Betonuojant su betontiekiu įtaisytu gražte (CFA), jo apačioje turi būti palaikomas pastovus, didesnis už gražto išorėje susidariusį slėgį, kad betonas galėtų užpildyti

tuštumas atsirandančias grąžtą keliant aukštyn. Betonuojama tol kol gręžinio ertmė prisipildo iki reikiamo lygio.

- 2) Jei betonavimo metu nutrūksta betono tiekimas, arba kyla įtarimų dėl galimo gręžinio užgriuvimo, tuomet būtina pakartoti polio gręžimo ir betonavimo operacijas.

3.1.6. Gręžtinių polių įrengimas ir paruošiamieji darbai

Prieš pradėdant polinių pamatų įrengimo darbus yra sudaromas kalendorinis darbų atlikimo grafikas. Atlikus reikiamus skaičiavimus, įvertinus technologinį darbų sudėtingumą, darbų kiekius, medžiagų bei mechanizmų poreikį bei kiekius, nustatyta, jog darbai vyks tokiu, toliau išvardintu eiliškumu su nurodyta preliminaria darbų atlikimo trukme:

1. Teritorijos aptvėrimas, augalinio sluoksnio nuėmimas ir transportavimas (5 d.d.)
2. Žemės darbai įrengiant pamatus, aikštelės planiravimas (14 d.)
3. Žemės darbai įrengiant pamatus, aikštelės planiravimas (28 d.)

Žemiau pateiktas sutrauktas atlikimo darbų grafikas (darbai nurodomi 4-5 žmonių komandai).

DARBŲ ATLIKIMO GRAFIKAS

Kompleksas: "RIMI Hypermarket"

Objektas: Baltijos g. 58, Kaunas

Darbų pavadinimas	Birželis			Liepa				
	9-15	16-22	23-30	1-6	7-13	14-20	21-27	28-31
Paruošiamieji darbai								
Teritorijos aptvėrimas								
Augalinio sluoksnio nuėmimas ir išvežimas								
Pamatų įrengimas								
Žemės darbai įrengiant pamatus, aikštelės planiravimas								
Polių, galvenų įrengimas								

3.8 pav. Gręžtinių polinių pamatų ir paruošiamųjų sustambintų darbų atlikimo grafikas

Augalinio grunto nukasimas, kelio iki darbo vietos įrengimas, elektros privedimas iki darbo vietos ir galimybė pasinaudoti vandeniu statybos metu.

Ištisinio sraigtinio gręžimo polių įrengimas.

Prieš pamatų įrengimą visoje statybos aikštelėje turi būti pašalinamas technogeninių gruntų sluoksnis, pagal turimus inžinerinių geologinių tyrimų duomenis numatoma nukasti nuo 0,70 m iki 2,80 m grunto. Pašalinus paviršiaus sluoksnį ir technogeninį gruntą, esamas gruntas, jei jo savybės blogesnės nei $E_{v2} \geq 40$ MPa, taip pat turi būti sutankintas. Iki projektinės altitudės smėlio ir žvyro mišinys (frakcija 0/22) pilamas sluoksniais, kurių storis parenkamas pagal tankinimo įrenginio technines charakteristikas. Projektuojami gręžtiniai pamatai, kurie įrengiami taikant CFA (nepertaukiamo gręžimo ir betonavimo) technologiją. Polių skersmuo 0,32 m. Gręžinių išdėstymas, ilgis ir altitudės pateikiamos baigiamojo darbo

gręžtinių pamatų (CFA) konstrukcinės dalies brėžiniuose. Gręžtiniai pamatai armuojami erdviniais armatūros strypynais iš S500 klasės išilginės armatūros ir S240 klasės skersinės armatūros. Gręžinių monolitiniui naudojamas C25/30-XC2 klasės betonas. Gręžinių karkaso strypai paliekami išlindę virš polių po užbetonavimo inkaravimui rostverke bei kolonose.

CFA polių įrengimo technologija 3.7 pav.:

1. Pirmiausiai iki reikiamo gylio yra įsriegiamas spiralinis tuščiaviduris grąžtas, kuris ardo gruntą ir spirale kelia jį aukštyn (1, 2).
2. Pasiėkus reikiamą gylį (3), per grąžto centrinę kiaurymę dideliu slėgiu yra injektuojamas labai slankus betonas, keliant grąžtą į viršų (4, 5).
3. Užbetonavus, įleidžiamas armatūros karkasas (6, 7).

Ištisinio sraigtinio gręžimo poliai *CFA* (*angl. Continuous Flight Auger*) – tai poliai, kurių įrengimo technologija iš esmės skiriasi nuo tradicinių, gręžtinių polių įrengimo technologijų. Ištisinio sraigtinio gręžimo polis – gręžtinis polis, kuris formuojamas spaudžiant betono mišinį arba injekcinį skiedinį į vientiso sraigtinio gręžimo ertmę per tuščiavidurį grąžtą, tuo pačiu metu jį traukiant iš grunto. Su vientisais grąžtais gręžiama kaip galima greičiau ir praktiškai mažiausiu apsisukimų skaičiumi, kad kuo mažiau butu paveiktas šalia esantis gruntas. Grąžto eigą ir sukimosi greitį derinama prie gruntinių sąlygų, grunto pašalinimą apribojant tokiu dydžiu, kad būtų išlaikytas gręžinio sienų pastovumas, ir kad kuo mažiau išgręžta giliau projektinio lygio. Dėl to gręžimo įrankis turi būti pakankamos sukimo ir traukos galios. Menčių žingsnis – pastovus per visa grąžto ilgį. Tuščiavidurio grąžto velene (šerdyje) yra įrengtas vožtuvas, kad gręžimo metu nesiveržtu vanduo ir gruntas. Kai pasiekiamas gręžinio galutinis gylis, per grąžto vidų, kol jis traukiamas lauk, yra tiekiamas betonas (injekcinis skiedinys) poliui gauti. Ištraukiant ir betonuojant, grąžtas yra nesukamas arba sukamas lėtai ta pačia kryptimi, kaip gręžiant ertmę. Betonuojant betono slėgis grąžto apačioje privalo būti didesnis už išorinės aplinkos slėgį, kad tuštumos, atsirandančios ištraukiant grąžtą, tučtuojau būtų užpildytos betonu. Betonas tiekiamas tol, kol grąžto smaigalys pasiekia darbinį aikštelės paviršių ir pakankamai, kad būtų užpildyta polio ertmė iki pat viršaus. Išbetonuoti iki darbinio aikštelės paviršiaus reikia todėl, kad būtų įmanoma įleisti armatūrą.

Vientisumui kontroliuoti polio įrengimo stebėjimas apima betono tiekimo kontrolę, betonavimo slėgį, ištraukimo greitį, grąžto sukimosi registravimą. Kadangi šiais laikais technika tobulėja, todėl yra galimybė pasinaudoti tokiais įrenginiais, kurie spartina ir supaprastina darbą. Pasirenkama gręžimo mašina „CASAGRANDE C6“, kuri automatiškai kontroliuoja gręžimo greitį ir gylį, bei betono slėgį, o šie duomenys yra fiksuojami. Po polio

betonavimo statmenai įleidžiama armatūra (armatūros karkasas), specialiai suprojektuotas ir apskaičiuotas esamai konstrukcijai. Armatūra, jei sunkiai lenda į betoną, galima truputi, nestipriai pakalti iš viršaus, nenukrypstant nuo ašių ir nepažeidžiant armatūros (karkaso) struktūros. Armatūros karkasas šiuo atveju yra konstruktyvi, nes tikrosios armatūros parametrus reikia skaičiuoti tiksliai pagal konstruktorių nurodymus.

Šiame projektuojamame prekybos centre poliai daromi 320 mm skersmens ir vidurkis 5,3 m ilgio. Šis pasirinktas būdas yra praktiškas, greitas, nesudėtingas ir atitinkantis kokybės bei kainos santykį esamomis aplinkos bei geologinėmis sąlygomis.



3.9 pav. Gręžtiniai poliai išbetonavus ir sudėjus armatūros karkasą

3.1.7. Pagrindiniai nurodymai darbams atlikti

1. Turi būti nukastas augalinis sluoksnis ir išlyginta statybos aikštelė, pažymėtos gręžinių vietos.
2. Prieš pradėdant gręžti polių gręžinius, tikrinama ar teisingai pažymėtos gręžinių vietos.
3. Ertmės poliams pradėdamos gręžti nuo taškų, ties kuriais gruntas buvo ištirtas statinio zondavimo metodu.
4. Poliai betonuojami ne žemesnės kaip C25/35 XC2 klasės betonu.
5. Į betoną įstumiamas armatūros karkasas, užtikrinus 550 mm apsauginį betono sluoksnį nuo polio apačios (armatūra pamatuojama ir viršuje pažymima dažais iki tos ribos, iki kurios reikia leisti į polį). Armatūra paliekama iškišta 500 mm virš polio viršaus altitudės sujungimui su rostverku.
6. Ištraukiant ir betonuojant grąžtas turi būti nesukamas arba sukamas lėtai ta pačia kryptimi, kaip ir gręžiant ertmę, o betono slėgis grąžto apačioje turi būti didesnis už išorinės aplinkos slėgį, kad tuštumos, atsirandančios ištraukiant grąžtą, tučtuojau būtų užpildytos betonu.

7. Betonas turi būti tiekiamas tol, kol grąžto smaigalys pasiekia darbinį aikštelės paviršių ir pakankamai, kad būtų užpildyta polio ertmė iki pat paviršiaus (darbinio aikštelės paviršiaus), tam kad būtų galima įleisti armatūrą.

3.1.8. Darbų saugos reikalavimų bendrosios nuostatos

1. Aikštelės (bare), kur atliekami gręžimo, betonavimo darbai, neleidžiama atlikti kitų darbų ir būti pašaliniam asmenims.
2. Už saugų darbą prie gręžiamosios atsako gręžimo meistras.
3. Gręžiamoji gali judėti, kai bokštas nuleistas ir pritvirtintas.
4. Perkūnijos metu ir pučiant stipresniam kaip 5 balų vėjui dirbti su gręžimo agregatu draudžiama.
5. Pakeliant ir nuleidžiant bokštą, darbininkai turi būti už bokšto kritimo zonos, kuri ribojama pusantro bokšto aukščio spinduliu.
6. Draudžiama gręžti, jei grąžto mentėse arba suvirinimo siūlėse yra įtrūkimų ir techniškai netvarkingi arba susidėvėję sujungimai tarp grąžto dalių.
7. Grąžtą galima įjungti, kai jis liečia gruntą.
8. Draudžiama betono siurblių pajungti prie grąžte esančio vamzdžio jo veikimo metu.
9. Nepalikti betono siurblio be priežiūros, reguliuoti jo veikimo režimą.
10. Grąžtą draudžiama valyti, kai jis nuleidžiamas, pakeliamas arba sukasi.
11. Draudžiama tikrinti grąžto techninę būklę ar taisyti gedimą, neišjungus gręžimo įrenginio.
12. Polių įrengimo metu draudžiama: dirbti be apsauginio šalmo, apsauginių akinių, specialios avalynės, aprangos, vaikščioti ant armatūros karkaso, darbo proceso metu perduoti įrenginius kitam asmeniui.
13. Armatūros karkasą draudžiama lankstyti, kalti ar kitaip pažeisti jo struktūrinę būklę.
14. Betono tankinimo metu draudžiama vilkti vibratorių už laido, perduoti vibratorių darbo metu kitam asmeniui.

Būtina pažymėti, kad polius, įrengiamus ištisiniais sraigtiniais grąžtais, betonuoti galima klojant betoną per vidurinį tuščiaavidurį grąžto stiebą, kuris apačioje uždaromas, kad iki betono klojimo pradžios nepatektų vanduo ar gruntas. Kai pasiekiamas gręžinio galutinis gylis per grąžto vidų, kol jis traukiamas lauk, turi būti tiekiamas betonas poliui gauti. Jeigu negalima pradėti betonuoti, reikia grąžtą iš grunto išsriegti ir taip užpildyti ertmę, kad joje neliktų tuštumų ir neįvyktų griuvimų. Po to toje pačioje vietoje galima gręžti iš naujo, bet ne

mažiau kaip iki pirminio gylio. Atitinkamai vientisumui kontroliuoti, polio įrengimo stebėjimas apima: betono tiekimo kontrolę, betono slėgį, ištraukimo greitį ir grąžto sukimosi registravimą.

3.1.10. Technologinio proceso darbų kokybės kontrolė

3.6 lentelė. Gręžtinių polių įrengimo kokybės kontrolė

	Objektas	Kontrolė	Tikslas	Dažnumas	Pastabos
Nužymėjimo stebėjimas					
1	Pagrindinės ašys	Matavimai	Polių nužymėjimas	Pradedant darbus	Pagrindinių ašių nustatymas įrengimo metu
2	Darbinės aikštelės paviršius	Matavimai, tikrinimas apžiūrint	Alitudė, horizontalumas, dydis, pastovumas	Kiekvienoje statybos zonoje	-
3	polio vieta, polio pasvirimas	Matavimai - svambalu - juosta - gulsčiu	Nuokrypų patikrinimas konstrukcijų geometrinių nuokrypių atžvilgiu	Kiekvienas polis - prieš ertmės įrengimą - po ertmės įrengimo - užbaigus	-
Polių gręžimas					
4	Įrankių, apvalkalų būklė ir matmenys	- tikrinimas apžiūrint - matavimas	Atitiktis	Prieš ir po naudojimo	-
5	Įrankių naudojimas (apskritai)	- kasimo eiga - efektyvumas - per gilus įgręžimas	- priežiūra - atpažinimas kintančių gruntinių sąlygų - gylio - laiko - įrankių pakeitimo	Nuolat	-
6	Panardintų įrankių naudojimas	Tai, kas nurodyta anksčiau, dar ir operacijos greitis	Stūmoklio efektui išvengti	Nuolat	-
7	Apvalkalų įrengimas	Matavimas	Apvalkalo smigimas įrengiant ertmę	Nuolat	Ypač svarbu kai apvalkalai gilinami pirmiau kasimo
8	Vandens lygis	Matavimas	Polio gręžinio stabilumas	Nuolat	-
9	Iškasta medžiaga	Tikrinimas apžiūrint	Atpažinimas - sluoksnių - gruntų kaitos	Nuolat	-
10	Polio gylis (kasimo baigimas)	Matavimai - gylio - nuolydžio (pasvirusio laikančiojo sluoksnio matavimas)	Nurodyto gylio pasiekimas	Kiekvienas polis	-
11	Paplatinimas	Matavimai (įrangos veikimo kontrolė), tikrinimas apžiūrint	- dydis - sienų nuolydis - profilis	Kiekvienas paplatinimas	-

12	Dugno valymas	- tikrinimas apžiūrint	- švarus sąlytis su atraminiu sluoksniu - polio eksploatacinės savybės	Kiekvienas polis	-
13	Vandens sankaupa apačioje	- juosta - tikrinimas apžiūrint	- betono sluoksniavimosi ir užteršimo išvengimas	Kiekvienas polis	-
Stabilizuojančio skiedinio stebėjimas					
14	Tiekimas ir laikymas	- tikrinimas	- tiekimo ir sunaudojimo atitikimas	Nuolat	Padavimas ir laikymas su nenumatyta nuostolių tikimybe
15	Lygis polio gręžinyje	Tikrinimas	Gręžinio stabilumas	Nuolat	-
16	Skiedinio savybės	- tankis - šarmingumas - smėlio kiekis	- Atitiktis nacionaliniams standartams	Nuolat	-
Armatūros stebėjimas					
17	Medžiagų pristatymas	- pristatymo dokumentai - matmenys	Atitiktis	Kiekviena siunta	-
18	Strypynu gamyba	- matmenys - išilginių strypų išdėstymas - skersinių strypų išdėstymas - pritvirtinimas - standumas	Atitiktis	Kiekvienas strypynas	Kai suvirinama, tikrinama pagal techninius armatūros plieno reikalavimus
19	Kreipikliai	- medžiaga - dydis - kiekis - išdėstymas	- atitiktis - įrengimo nukrypimai	Kiekvienas strypynas	-
20	Strypynų įrengimas	- apžiūrėjimas - matavimas	Įrengimo nukrypimų nustatymas	Kiekvienas strypynas	-
21	Armatūra iš vamzdžių ir plieninių profilų	- apžiūrėjimas - matavimas	Įrengimo nuokrypų nustatymas	Kiekvienas vamzdis ir profilis	-
22	Įdėjimas - vamzdžių ultragarsiniam tyrimui - stebėjimo prietaisų	- padėtis - gylis - sujungimai su strypynu - apsauga įrengiant - apsauga klojant betoną	- atitiktis - patikimumas	Kiekvienas strypynas	-
Šviežio betono stebėjimas					
23	Nepertraukiamas tiekimas	Tikrinimas	Nepertraukiamas klojimas	Prieš klojimą	-
24	Betonas - klasė - sudėtis	Siuntų dokumentai	Atitiktis	Kiekvienas betonvežis	-
25	Konsistencija	- slankumo rodiklis - sklidimo rodiklis	- atitiktis - klojumas	Nuolat	-
26	Aplinkos temperatūra	Termometras	Naujai betonuojamų polių apsauga	Kai reikia pagal LST 1330	-
27	Betono temperatūra	Termometras	- atitiktis	Kai reikia	Kilus abejonėms dažnumas

			- klojumas	pagal LST 1330	didinamas
Betono klojimo sausoje aplinkoje ir panardinus stebėjimas					
28	Betonavimo vamzdis, betontiečio vamzdis, sąlygos	Tikrinimas apžiūrint	- švarumas - nepralaidumas vandeniui - vidaus lygumas	Kiekvienas vamzdis prieš ir po įrengimo	-
29	- vidinis skersmuo - išorinis skersmuo	Tikrinimas ir matavimas	- užpildo matmenų tinkamumas - laisvas judėjimas armatūros viduje	- kiekvienas vamzdžių komplektas - visų dydžių poliai	-
30	- sudėtis (sekcijų ilgiai)	Tikrinimas ir matavimas	Pasiruošimas ištraukti	Kiekvienas vamzdžių komplektas	-
31	- įrengimo gylis	Matavimas	Sluoksniavimosi išvengimas betono klojimo pradžioje	Kiekvienas polis	Betontiečio vamzdis turi remtis į dugną
32	Betontiečio vamzdžio panardinimas betonuojant ir ištraukiant	Betono gylio tikrinimas betontiečio ilgio atžvilgiu	- panardinimo gylio palaikymas - sluoksniavimosi išvengimas - betono užteršimo išvengimas	Nuolat	- taip pat pakankamas panardinimas, ištraukiant betontiečio vamzdžius - bet kokio vandens kaupimosi betontiekyje stebėjimas
33	Betonavimo lygis	Gylio matavimas	Pakankamas aukštis virš nukirtimo lygio	Kiekvienas polis	-
34	Betono tūris	Sunaudojimo lyginimas su teoriniu gręžinio tūriu	Per didelių išėmų ar susiaurėjimų aptikimas	Kiekvienas polis (kur įmanoma)	Gali prireikti nuodugnaus stebėjimo, įskaitant betono slankumo apvalkalo ištraukimo metu registracijos duomenis
35	Polio galva po užbetonavimo	Tikrinimas apžiūrint	Per didelio vandens tekėjimo atpažinimas	Kiekvienas polis (kur įmanoma)	Šiek tiek vandens visada išsiskiria iš betono dėl jo savaiminio sutankėjimo; labai didelis vandens išsiskyrimas gali reikšti jog kamiene yra intarpų
CFA (Ištisinio sraigtinio gręžimo polis) polių įrengimo stebėjimas					
36	Būklė ir matmenys - sraigto - dantų - uždarymo įtaiso	- tikrinimas apžiūrint - matavimai	Atitiktis	Prieš pradėdant gręžti	
37	Gręžimas	Tikrinimas - sukimosi greičio - skverbimosi greičio	Riboti per gilų iškasimą	Nuolat	
38	Gręžimo gylis/ laikantysis sluoksnis	Tikrinimas - sukimosi greičio - skverbimosi - sukimosi (pasirinktinai) - medžiagos - gylis	Atitiktis	Kiekvienas polis	Kai kuri informacija gali būti sąlygiška ir negalutinė
39	Betonavimo pradžia	Betono tékmės tikrinimas	Užsikimšimo tikrinimas	Kiekvienas polis	
40	Betonavimas	Tikrinimas - betono slėgio	Visiškas gręžinio užpildymas betonu	Kiekvienas polis, nuolat	

		- betono tškms - sunaudojimo, atitinkančio gražo išttrakim			
Nukirtimo stebėjimas					
41	Betono nukirtimo lygyje	Tikrinimas apžiūrint - betono kokybės - polio pjūvio - lygumo - plyšių atsiradimo - armatūros būklės - betono apsauginio sluoksnio	Užtikrinti geras polio sujungimo sąlygas su aukščiau esančia konstrukcija	Kiekvienas polis	Jeigu pastebėta, kad betono ties projektiniu polio nukirtimo lygiu kokybė yra nepakankama, polį reikia nukirsti žemiau ir iš naujo išbetonuoti, įrengus technologinę sandūrą

4. DARBŲ SAUGA

4.1. Statybos darbų pobūdis ir trukmė

Statybos darbus sudaro prekybos pastato statyba Baltijos g. 58, Kaune, aplinkos sutvarkymas ir pastato prijungimas prie lauko inžinerinių tinklų.

Statybos trukmė nustatoma Statytojo (Užsakovo) ir Vykdytojo (Rangovo) sutartimi. Numatoma statybos trukmė $T \cong 12$ mėn.

4.2. Darbų saugos reikalavimų bendrosios nuostatos

Įgaliotas asmuo arba institucija turinti teisę ir sertifikatą atlikti nurodytą veiklą (dažnu atveju tai būna darbų vadovas) organizuoja ir paveda darbuotojų instruktavimą darbuotojų saugos ir sveikatos klausimais prieš pradėdant darbus ir užtikrina, kad darbuotojai išklaušę ir supratę pateiktą informaciją, nurodytą pateiktuose darbuotojų saugos ir sveikatos norminiuose teisės aktuose laikysis taisyklių statybvietėje ir instruktavimas įforminamas saugos darbe registravimo žurnale, specialiai tam skirtoje lentelėje, kurioje pasirašo instruktuojantis ir instruktuojamas asmuo. Instruktavimas pagal normatyvus privalo būti įvadinis, pirminis, periodinis, papildomas [5].

Neleistina net laikinai sandėliuoti konstrukcijų ar medžiagų ant sumontuotų perdenginių. Aikštelėje (bare), kur atliekami montavimo darbai, neleidžiama atlikti kitų darbų ir būti pašaliniams asmenims, taip pat būti darbuotojams aukštuose, virš kurių perkeliamos, statomos ir laikinai tvirtinamos konstrukcijos [1].

Dirbti betonuotojais gali ne jaunesni kaip 18 metų, specialiai pasirengę, profesinių įgūdžių turintys ir sveikatą patikrinę asmenys. Dirbantys su elektriniais vibratoriais asmenys

privalo turėti pradinę apsaugos nuo elektros kategoriją (pk) [5]. Kiekviename naujame statybos objekte iki darbų pradžios betonuotojai darbo vietoje papildomai instruktuojami saugos ir sveikatos klausimais. Instruktažas įforminamas instruktavimų darbo vietoje registracijos žurnale [4].

Kranas paduodantis betoną pastatytomas ant lygaus, kieto pagrindo. Automobilio atramos remiamos į inventorinius padėklus [12]. Krano mašinistas, jo padėjėjas privalo laikytis mašinų naudojimo instrukcijų reikalavimų. Tarp krano paduodančio betoną mašinisto ir betonuotojo, skirstančio betono mišinį klojiniuose, įrengta signalizacija, naudojamos radijo ar kitos ryšio priemonės [12]. Betonavimo darbus naudojant kraną paduodantį betoną galima atlikti tik dalyvaujant statinio statybos ar statinio statybos bendrųjų darbų vadovui [26]. Betonavimo metu draudžiama: dirbti be apsauginio šalmo, vaikščioti surištais armatūros strypynais, pilant betono mišinį stovėti ant klojinių, pašaliniam žmonėms būti betono pylimo į klojinius zonoje 4 m spinduliu nuo betontiekio piltuvo, vilkti vibratorių paėmus už elektros kabelio, darbo metu perduoti vibratorių kitam asmeniui, leisti dirbti su vibratoriumi moterims [26].

Kai darbai užbaigiami darbo pamainai pasibaigus statybos aikštelės vartai uždaromi.

4.3. Darbų saugos ir sveikatos pagrindiniai reikalavimai

Pirmosios medicininės pagalbos priemonės ir medikamentai yra darbininkų buitinėse patalpose [9].

Draudžiama kelti gelžbetonines konstrukcijas, neturinčias montavimo kilpų arba ženklų, be kurių negalima konstrukcijų tinkamai sumontuoti. Kroviniai užkabinami taip, kad negalėtų slysti arba kristi. Reikalingos montuotojams montavimo aikštelės, kopėčios, pakabinami lopšiai ir kėlimo įtaisai pastatyti arba sudėti ant montuojamų konstrukcijų prieš jas pakeliant. Kranininkui nurodymus ir signalus duoda tik vienas asmuo - montuotojų brigadininkas, grandininkas arba prikabinėtojas. Signalą „stop“ paduoda bet kuris darbuotojas, pastebėjęs pavojų. Perkeliamos detalės iki anksčiau sumontuotų konstrukcijų arba įrengimų dalių horizontalia kryptimi turi būti ne arčiau kaip 1,0 m, o vertikalios - 0,5 m [12].

Pastatyti į projektinę padėtį konstrukcijų elementai arba įrengimai taip įtvirtinami, kad būtų garantuotas jų stabilumas ir matmenų nekintamumas. Darbo pertraukų metu palikti kabančius elementus ir įrengimus draudžiama. Montuotojams pereiti nuo vienos konstrukcijos ant kitos įrengtos inventorinės kopėčios, aptverti perėjimo tilteliai ir lipynės. Laipioti montuotojams ant užkeltų elementų ir konstrukcijų ant kurių nėra galimybės įrengti reikiamo

pločio praėjimo su aptvaru, draudžiama. Draudžiama žmonėms būti ant elementų ir konstrukcijų jas keliant, pernešant ir statant.

Keliant konstrukcijų elementus, kėlimo mechanizmo lyno kampas su vertikale ne didesnis, negu nurodytas mechanizmo pase arba darbų vykdymo projekte. Jeigu tokio nurodymo nėra, keliant krovinį, lynas yra vertikalus. Montuojant vertikalias vientisas plokštes, darbas nutraukiamas, kai vėjo greitis 10 m/s ir didesnis [12].

Betoną reikia tolygiai paskirstyti per visą paviršių ir pasirūpinti, kad betonas netekėtų iš didesnio aukščio arba nesikaupytų vienoje vietoje. Monolitinės perdangos atramas galima išmontuoti kai paklotas betonas pasieks mažiausiai 80 proc. To stiprumo, kurio siekiama (esant +10°C - mažiausiai 14 dienų, esant +5°C - iki 28 dienų) [26].

4.4. Kolektyvinės apsaugos ir sveikatos priemonės

Draudžiamieji ženklai - ženklinama žmogaus gyvybei ir sveikatai pavojingų veiksnių zona, pavojinga automobilinio betono siurblio veikimo zona [11]. Pirmosios pagalbos rinkinys - brigada 1 komplektas pagal *LR sveikatos apsaugos ministro 2003-07-11 įsakymo Nr. V-450 I priedą*.

Geriamas vanduo - darbininkų brigada aprūpinama indu su geriamuoju vandeniu ir vienkartiniais puodukais [8]. Darbo vietos apšvietimas - jeigu dirbama tamsiu paros metu, darbo vietos apšviečiamos elektriniais šviestuvais. Apšvietimo vertė nustatoma didesnė nei 50 lx [14].

4.5. Planas statybos darbams atlikti ir aplinkos apsauga

Statybos planas išspręstas, atsižvelgiant į projektuojamo prekybos pastato užstatymą, statybos darbų pobūdį bei privažiavimo į statybos aikštelę kelią.

Laikinių buitinių patalpų zonai įrengti aikštelė numatoma laisvoje nuo statinių vietoje, kuri statybos pabaigoje bus sutvarkoma. Laikinos atviros sandėliavimo aikštelės įrengiamos įvertinant patogias privežimo galimybes.

Statybos metu stengiamasi kaip galima mažiau teršti orą, dirbama mechanizuotai sureguliuotais varikliais, ties įvažiavimu į statybos aikštelę numatomas ratų plovimo punktas, kad statybos darbuose dalyvaujantis autotransportas ir kita mobili technika neterštų šalia statybvietsės esamų gatvių dangų. Statybinių atliekų surinkimui statomi laikini konteineriai (10 m³ talpos).

4.5.1. Želdinių apsauga

Vykdamant statybos darbus, privaloma laikytis želdinių apsaugos režimo ir tvarkos pagal „Želdinių apsaugos, vykdamant statybos darbus, taisyklės“ LR Statybos ir urbanistikos ministerijos įsakymas Nr.214, 1993-12-15d. Išsaugomi medžiai (2 vnt.) iki statybos darbų pradžios yra aptveriami mediniais skydais arba lentomis. Aptvaras statomas 1,8 – 2,0 m aukščio trikampis, jo kraštinės ne arčiau kaip 0,5 m nuo medžio kamieno, o kampuose įkalti kuolai. Medžių ir krūmų grupės bei jų eilės aptveriamos ištisiniu apvadu 1-1,5m nuo medžių kamieno.

4.5.2. Atliekos

4.1 lentelė. Ūkinės veiklos objektų gamybos atliekos, atliekų tvarkymas, šalinimas ir panaudojimas

Technologinis procesas	Atliekos							Atliekų saugojimas objekte		Numatomi atliekų tvarkymo būdai
	pavadinimas	kiekis,		agregatinis būvis (kietas, skystas, pastos)	kodas pagal atliekų sąrašą	statistinės klasifikacijos kodas	Pavojingumas	laikymo sąlygos	didžiausias kiekis	
		t/d kg/parą	t/ metus							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Statybinės atliekos	Betonas	-	~3,0	K	17 01 01	12.11	Nepavojinga	Statybos aikštelėje	3,0 t	Perduodamos atestuotam registruotam atliekų tvarkytojui
	Metalas	-	~2,0	K	17 04 05	06.11	Nepavojinga	Statybos aikštelėje	2,0 t	Pridavimas perdirbimui
	Mišrios statybinės atliekos	-	~15	K	17 09 04	12.13	Nepavojinga	Statybos aikštelėje	15 t	Perduodamos atestuotam registruotam atliekų tvarkytojui
Statybinių poreikiai	Mišrios komunalinės atliekos	-	2,0	K	20 03 01	10.11	Nepavojinga	Kontejneruose	1m³	Išvežama į sąvartyną

4.5.3. Statybinių atliekų tvarkymas, apskaita ir griovimas aikštelėje – statybvietyje

Remiantis Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2006 m. gruodžio 29 d. pasirašytu įsakymu Nr. DI-637 dėl statybinių atliekų tvarkymo, statybvietyje rūšiuojamos susidarantioms susidarantioms tinkamos atliekos ir pakartotiniam naudojimui tinkamos konstrukcijos (medžiagos), rūšiuojamos kitos atliekos – antrinės žaliavos, pavojingos atliekos. Nepavojingos statybinės atliekos gali būti saugomos statybvietyje ne ilgiau kaip vienerius metus nuo jų susidarymo dienos, tačiau ne ilgiau kaip iki statybos darbų pabaigos.

Statybvietyje pildomas pirminės atliekų apskaitos žurnalas, vedama susidariusių ir perduotų tvarkyti statybinių atliekų apskaita, nurodomas jų kiekis, teikiamos pirminės atliekų apskaitos ataskaitos Aplinkos ministerijos regiono aplinkos apsaugos departamentui, kurio kontroliuojamoje teritorijoje vykdoma statinio statyba, rekonstravimas, remontas ar griovimas, Atliekų tvarkymo taisyklėse nustatyta tvarka. Statybinių atliekų apskaitos dokumentai saugomi pagal Atliekų tvarkymo taisyklių reikalavimus. Duomenys apie

statybinių atliekų išvežimą įrašomi Statybos darbų žurnale, kaip nurodyta Statybos techniniame reglamente *STR 1.08.02:2002 „Statybos darbai“*, patvirtintame Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2002 m. balandžio 30 d. įsakymu Nr. 211 (Žin., 2002, Nr. 54-2150).

Atliekų tvarkymo dokumentai yra saugojami pagal „*Atliekų tvarkymo taisyklės*“ (LR Aplinkos ministro įsakymas Nr. D1-368, 2011-05-03) reikalavimus.

Susidarantys atliekų kiekiai statybos metu bus tiksliai nustatomi, sudarant atliekų išvežimo sutartis. Atliekų išvežimo sutartys privalo būti sudarytos tik su atestuotomis – registruotomis įmonėmis, turinčiomis tos kategorijos atliekas tvarkančios įmonės registracijos pažymėjimą.

4.6. Darbų sauga ir reikalavimai atliekant žemės darbus

Norint tinkamai atlikti žemės darbus būtina vadovautis *STR 1.07.02:2005 „Žemės darbai“* (Žin., 2005, Nr. 151-5569). Prieš kasimo darbų pradžia, veikiančių inžinerinių bei kitų inžinerinių statinių apsaugos zonose gaunami leidimai, suderinti su juos naudojančiomis įmonėmis saugos priemonės. Vykdyti žemės kasimo darbus tik dalyvaujant pačiam darbų vadovui ir įvykdyti elektros, vandentiekio ar kt. įmonės atstovo nurodymus (šie nurodymai duodami žodžiu, įteikiami raštu arba įrašomi į statybos darbų žurnalą). Prieš vykdant kasimo darbus būtina pažymėti esamų požeminių inžinerinių tinklų bei kitų inžinerinių statinių vietas. Atkastieji inžineriniai tinklai bei kiti inžineriniai statiniai užpilami žeme, dalyvaujant juos naudojančių įmonių atstovams [2].

Žemės kasimo darbai prie esamų požeminių komunikacijų atliekami tik rankiniu būdu. Tranšėjos ir duobės kasamos su ekskavatoriumi. Iškastas gruntas sandėliuojamas laikinoje sandėliavimo aikštelėje. Užpylimui gruntas yra atvežamas iš karjero ir tinkamos laikinos sandėliavimo aikštelės. Grunto užpylimas atliekamas buldozeriu. Pamatai iš vidinės pusės ir patiestos inžinerinės komunikacijos užpilamos rankiniu būdu. Vykdomas kasimo darbus draudžiama užversti žeme ar statybinėmis medžiagomis bei jų atliekomis želdinius, požeminių inžinerinių tinklų šulnių dangčius, gaisrinius hidrantus, geodezinius ženklus bei kitus įrenginius. Grunto sutankinimas prie pamatų, pogrindžio, inžinerinių tinklų vykdomas pneumatotrombuotėmis. Žemės darbai būti vykdomi taip, kad sklypo teritorijoje nesikaupytų gruntinis vanduo [2].

4.7. Priešgaisrinė sauga ir bendrųjų statybos darbų saugos taisyklės bei prevencinės priemonės nelaimingiems atsitikimams išvengti

Statyboje vadovaujamosi ir laikomasi priešgaisrinio saugumo taisyklių. Gaisrai kyla dėl:

- savaiminio užsidegimo;
- žaibo ir elektrostatinų krūvių ir labai paprastų priežasčių kaip:
- rūkant pavojingose vietose;
- dėl neatsargaus elgesio su šildymo prietaisais;
- netvarkingų elektros įrenginių.

Gaisrą statyboje taip pat gali sukelti ir netaisyklingai eksploatuojamos statybinės mašinos ar mechanizmai. Pilti degalus į bakus galima tik tada, kai variklis išjungtas. Visas priešgaisrinis inventorių nudažomas raudonai, kad skirtųsi nuo statybinio inventoriaus. Darbo vietose ir šalia jų gali būti sandėliuojamas tik toks degių ir savaiminio įsiliepsnojimo medžiagų keikis, kuris reikalingas konkrečioms darbams vykdyti. Lengvai užsidegančios medžiagos sandėliuojamos specialiai atitvertoje aikštelėje. Laikini lengvai degūs pastatai pastatomi prisilaikant normatyvinių dokumentų.

Suvirinimo darbai ir šalia jų pastatytas kilnojamas transformatorius TS-500 pastatomas 5 m atstume nuo lengvai įsiliepsnojančių medžiagų. Laidai nuo suvirinimo iki suvirintojų darbo vietų nutiesti taip, kad nesiglaustų prie plieninių lynų, karštų vamzdžių.

Prie laikino buitinių patalpų vagonėlio įrengiamas priešgaisrinis stendas – skydas su gesintuvais, laužtuvais, kirviais, kibirais, kastuvais, kobiniais ir pastatoma dėžė su smėliu. Gaisro gesinimo priemonės yra tinkamos ir visada parengtos naudoti. Visos gaisro gesinimo priemonės turi priedus t.y. jų naudojimo instrukcijas. Visi darbuotojai apmokomi kaip naudotis gaisrų gesinimo priemonėmis. Mokymas kartojamas periodiškai. Už išklaustyta (perskaityta) pažintinę – mokomąją informaciją, pasirašoma darbų saugos žurnale. Ugnies gesintuvo korpusas nudažytas raudonai, o jo ženklavimas privalo atitikti Lietuvos standartų reikalavimus. Draudžiama naudoti gesintuvus, kurie neatitinka **LST EN3** standartų serijos reikalavimų ir kurių gesinimo medžiagos galiojimo laikas yra pasibaigęs. Gesintuvų gesinimo medžiagos kiekis ir kokybė tikrinami ne rečiau kaip vieną kartą per dvejus metus. Naudojami miltelių gesintuvai (ABC tipo): universalūs, tinka gesinti kietoms medžiagoms, degiems skysčiams, elektros įrenginiams, galima laikyti neigiamoje temperatūroje (sudėtyje nėra vandens), tinka gesinti iki 1000 voltų veikiančius elektros prietaisus, negadina aplink esančių daiktų, milteliai lengvai nusivalo. Kiekvienoje 200 m² ploto dalyje yra pastatyti du 6 kg talpos gesintuvai. Gaisrą gesinti reikia taip:

- degantį paviršių gesinti iš priekio;
- lašantį ar tekantį skystį gesinti iš viršaus į apačią;

- gesinti reikia vienu metu - ne iš eilės;
- stebėti, kad užgesinus vėl neužsiliepsnotų;
- naudotą gesintuvą nekabinti, bet vėl užpildyti.

Kilus gaisrui, pirmiausiai gelbėjami žmonės, operatyviai atliekami gaisro gesinimo darbai ir telefonu iškviečiamos artimiausios priešgaisrinio gelbėjimo tarnybos.

Visi dirbantys statybos aikštelėje, turi laikytis priešgaisrinio režimo. Kasdien baigus darbą, iš darbo vietos reikia pašalinti ypatingai degias bei linkusias į greitą užsiliepsnojamą medžiagas, t. y. pjuvenas, skiedras, atpjovas, plastmasines atliekas [10].

Statybos darbų vykdymas užtikrina saugaus darbo sąlygas. Statybai vadovauja asmenys praėję darbo saugos taisyklių apmokymus bei išlaikę atitinkamus egzaminus. Darbininkai supažindinti su saugaus darbo statybos aikštelėje reikalavimais ir normatyvais, o statybos aikštelėje iškabinti ir aiškiai matytomi pagrindiniai saugaus darbo statybos aikštelėje reikalavimai. Darbuotojai aprūpinami reikalinga įranga darbo saugumui užtikrinti [1].

Visi asmenys statybvietėje privalo dėvėti asmenines apsaugos priemones:

- 1) Apsauginis šalmas. Darbuotojai, dirbantys ar lankantys statybvietę dėvi šalmus. Kiekvienas šalmas paženklintas gamintojo Europos standarto žymeniu, gamintojo pavadinimas. Maksimalus šalmo naudojimo arba saugojimo trukmė – 5 metai. Pastoviai dirbant lauke šalną reikia keisti kas 4 metai.
- 2) Apsauginiai drabužiai. Krovinių kabinėtojai objekte dėvi įspėjamąsias liemenes. Darbuotojai dirba su apsauginiais tai darbų rūšiai pritaikytais drabužiais. Darbuotojai turi specialias striukes, lietaučius apsaugančius nuo vandens, sniego.
- 3) Asmeninė apsaugos priemonė nuo kritimo iš aukščio. Saugos juosmens diržai – kritimui iš aukščio prevencinei apsaugai. Esant rizikai kristi iš aukščio naudojami kūno saugos petnešiniai diržai kartu su kritimo stabdytuvais pritvirtinimo inkarais. Saugos diržai su petnešiniais diržais su kritimo stabdytuvais pririšami prie lyno ten, kur nepakanka kitų saugos priemonių.
- 4) Apsauginiai akių ir veido skydai. Uždari apsauginiai akiniai su tiesiogine ventiliacija ir skydai su 3-čios optinės klasės stiklais ir ekranais naudojami atliekant vienkartinį darbą.
- 5) Kitos apsaugos priemonės: Pirštinės. Profesinė avalynė – darbininkai aprūpinami apsaugine profesine avalyne, atitinkančią Lietuvos standarto LST EN 346 reikalavimus. Tai auliniai batai, turintys metalines noseles, apsaugančias nuo energijos smūgių iki 100 J ir nuo gniuždomosios apkrovos iki 10 kN.
- 6) Kvėpavimo takų apsauginės priemonės (respiratoriai). Ausinės, ausų kamšteliai.

Suvirintojai apsirengę brezentiniais spec. drabužiais, apsiavę apsauginiais botais, užsidėję šalmus-kaukes. Elektrodo laikiklio kotas padarytas iš termoizoliacinės dielektrinės medžiagos (fibros, kietos sausos medienos) [8].

Statybos metu sudaromos higieninės sąlygos darbuotojams ir laikomasi sanitarinių - higieninių reikalavimų. Statybvietės darbuotojai aprūpinti geriamuoju vandeniu, prausimosi ir tualetų patalpomis, poilsio bei pavalgymo vietomis (statybiniai vagonėliai). Jei dirbama tamsiu paros metu, užtikrinamas papildomas dirbtinis apšvietimas prožektoriais apšviečiant statybos aikštelę [8].

Statybos – montavimo darbų vykdymo metu, ypatingas dėmesys atkreipiamas į tai, kad :

- tinkamai būtų atliekamas medžiagų ir konstrukcijų sandėliavimas;
- visi elektros įrengimai, naudojami statyboje yra įžeminti ir atitikti elektros vartojimo taisyklių reikalavimus.
- būtų užtikrintas mechanizmų besisukančių dalių aptvėrimas;
- pašaliniai asmenys nepatektų į statybos aikštelę;
- duobės, grioviai ir angos statinių viduje aptveriamos ne žemesnėmis kaip 1m aukščio tvorelėmis;
- žemės darbai prie esamų inžinerinių komunikacijų būtų vykdomi, dalyvaujant atitinkamų žinybų atstovams;
- statybos teritorijoje būtų pažymėti praėjimai, pravažiavimai, įrengtas apšvietimas;
- būtų įžeminti statybos mechanizmai, įrankiai;
- surekamų konstrukcijų transportavimas būtų atliekamas pagal saugumo technikos taisyklių reikalavimus.
- ore nebūtų kenksmingų dujų, garų ar dulkių, kurios gali pakenkti darbuotojų sveikatai;
- statybinis transportas teritorijoje judėtų ~10 km/h greičiu;
- visi dirbantieji aprūpinti spec. rūbais ir individualiomis priemonėmis (ausinėmis, pirštinėmis, apsaugos akiniais t.t.);
- darbo vieta, kuri yra 1,3 m (ir aukščiau) virš žemės ir perdangos paviršiaus ir dirbama arčiau kaip 2 m nuo perkričio ribos, aptveriami inventorinėmis aptvaromis (aukštis 1,1 m). Atliekant darbus ant konstrukcijų, kur negalima įrengti apsauginių aptvėrimų, o taip pat vykdant darbus arčiau kaip 2 m nuo neaptvertų pavojingų angų, naudojami kūno saugos petnešiniai diržai, kartu su kritimo stabdytuvais, pritvirtinimo inkarais;
- angos, liukai uždenkti patvariais skydais, atviros angos – aptveriamos.

Statybos aikštelėje palaikoma tvarka. Negalima užstatyti 3,5 m pločio pravažiamųjų. Medžiagos ir gaminiai sandėliuojami, kad nesužeistų dirbančiųjų, t.y. rietuvių aukštis yra ne didesnis už 2,25 m.

Atliekant darbus ant 6 m ir aukštesnių pastolių, įrengiama ne mažiau kaip du paklotai: darbinis (viršutinis) ir apsauginis (apatinis). Viena iš priemonių įgalinti dirbti aukštyje yra pastoliai. Naudojant pastolius, jie stabilūs – nesvyruoti nei išilgine nei skersine kryptimi. Pastolių darbo aikštelės aptvertos 1,1 m aukščio aptvarais su viduriniu skersiniu ir 15 cm aukščio apatine juosta. Dirbant aukštyje, mėtyti žemyn daiktus draudžiama. Vietos apačioje, virš kurių vykdomi darbai aukštyje, aptvertos, pakabinti perspėjamieji plakatai, pastatyti draudžiamieji ženklai [1].

Draudžiama dirbti atvirose vietose, kai vėjo greitis yra 15 m/s ir didesnis, lyja lietus, lijundra, plikšala, rūkas, perkūnija, žaibuoja, blogos meteorologinės sąlygos.

Konstrukcijų kabinimo ir kėlimo kranais darbų saugos reikalavimai :

Visos surenkamos konstrukcijos bei kiti gaminiai ir medžiagos užkabinamos ir atkabinamos pagal statybos darbų technologinėse kortelėse pateiktas stropavimo schemas. Darbininkai dirba pagal pateiktą konstrukcijų montavimo schemą, prisilaikant visų saugumo technikos reikalavimų.

Keliant konstrukcijas draudžiama:

- Palikti pakabintas konstrukcijas.
- Vykdyti konstrukcijų atkabinimą, iki jos bus pastoviai arba laikinai patikimai pritvirtintos.
- Nuimti laikiną konstrukcijų sutvirtinimą kol konstrukcijos nesutvirtintos pagal projektą.
- Perstumti pastatytas konstrukcijas po jų atkabinimo.
- Būti ant konstrukcijų ar elementų jas pernešant ir pastatant.
- Draudžiama nuleisti arba kelti automobilyje esančius krovinius, kai automobilio kėbule yra žmonių.
- Neleidžiama krovinio kelti, perkelti ir nuleisti, jeigu po kroviniu yra žmonių.

Konstrukcijų elementai keliant prilaikomi nuo įsisiūbavimo ir sukimosi atotampomis.

Kiekvieną dieną prieš pilant betoną į talpas, būtina patikrinti jų stovį. Pastebėjus gedimus, reikia nedelsiant juos pašalinti. Pakrautas betono skiediniu ar tuščias talpas (bunkeriai) leidžiama perkelti tik su uždarytais sklėsčiais [12].

Transporto ir pėsčiųjų judėjimo keliai, praėjimai prie darbo vietų ir darbo vietos yra reikiamai prižiūrimi, valomi nuo šiukšlių ir sniego, neužkraunami sandėliuojamomis medžiagomis, konstrukcijomis.

Kiekviena konstrukcijų kabinimo priemonė (tekstiliniai kėlimo diržai, lyniniai stropai, traversos ir kt.) turi pasą ir instrukciją jų panaudojimo, etiketę, kurioje nurodyti pagrindiniai techniniai duomenys, išbandymo data, pagaminimo data, galiojimo laikas, individualus numeris.

Konstrukcijų kabinimo priemonės sandėliuojamos ir saugomos sausoje vietoje. Prieš sandėliavimą reikia patikrinti, ar nėra pažeidimų. Tekstiliniai konstrukcijų kėlimo diržai sandėliuojami gerai išvėdintoje patalpoje, toliau nuo šilumos šaltinio.

Prieš naudojimą patikrinama konstrukcijų kabinimo priemonių stovis.

Ne rečiau kaip 1 kartą per metus, atsakingas asmuo už kėlimo priemonių stovį, patikrina jų stovį, užpildo dokumentus.

Kabinant konstrukcijas būtina: žiūrėti, kad jos pačios neatsikabintų, sudaryti palankų įtempį paskirstymą keliamuose surenkamuose elementuose, neleisti keliamuose elementuose atsirasti defektams.

Paaukštinimo priemonės – bokšteliai, saugos priemonės: bokšteliai, keltuvai pastatyti ant lygaus paviršiaus. Su bokšteliais, keltuvais dirbantys asmenys yra specialiai apmokyti ir turėti tam reikalingą kvalifikaciją, savaeigių keltuvų ir bokštelių ratukai yra su patikimais stabdžiais. Darbo metu ratukai yra užfiksuoti padėtyje „stabdys“. Atremtos kopėčios apsaugotos nuo slydimo. Dirbant ant ilgesnių negu 5 m nepritvirtintų kopėčių, apačioje jas prilaiko darbininkas, būtina vengti bet kokių smūgių ir atsitrenkimų į statinio konstrukcijas, prieš perstūmimą, pervažiavimą į kitą vietą, būtina užtikrinti, kad nenukristų nepritvirtintos detalės ant savaeigių keltuvų, bokštelių aiškiai matomoje vietoje nurodyta didžiausia leistina apkrova ir didžiausias leistinas pakilimo aukštis, atremtos kopėčios apsaugotos nuo slydimo. Nepritvirtintos kopėčias naudojamos atlikti trumpalaikius darbus. Kopėčios statomos ant horizontalaus, tvirto paviršiaus [12].

Darbų sauga dirbant su rankinėmis mašinomis ir įrankiais: dirbti su rankinėmis mašinomis ir įrankiais prisilaikant gamintojo instrukcijų, nurodymų, dirbantys su įrankiais apmokomi kaip saugiai juos valdyti, dirbti gali tam turintis reikiamą kvalifikaciją, naudojant asmenines apsaugines priemones, prie skiriamą transformatoriaus, dažnio keitiklio, apsauginio atjungimo įrenginio leidžiama prijungti tik vieną elektros mašiną ar įrankį, darbo su rankinėmis elektros mašinomis ir įrankiais pertraukų metu arba nutrūkus srovės tiekimui, jie yra atjungti nuo elektros tinklo, darbo metu su įrankiais draudžiama atlikti bet koki

elektros įrankių ir mašinų remontą, liesti judančius įrankius, valyti, kol jie juda. Dirbti ant pristatomų kopėčių, palikti juos be priežiūros įjungtus į elektros tinklą [23].

4.8. Profesinės rizikos vertinimas darbo vietoje

Profesinės rizikos dydį sąlygoja pavojaus ir pačios rizikos (t.y. traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybės) tarpusavio priklausomybė. Dabartiniu metu galiojantys rizikos vertinimo nuostatai netaiko tikimybinio principo rizikos veiksniams. Kol kas nėra vieningų metodikų rizikos vertinimui, tačiau yra išskiriamos tokios rizikos gradacijos:

- **Nepriimtina rizika** – rizika, su kuria negalima taikstyti, nesvarbu, kokia būtų su ja susijusios veiklos nauda.
- **Priimtina rizika** – rizika, kuri laikoma nereikšminga arba tampa nereikšminga taikant prevencijos priemones.
- **Toleruotina rizika** – rizika, su kuria galima taikstyti, jei įdiegiamos rizikos prevencijos priemonės rizikai sumažinti iki praktiškai įmanomo dydžio, tai yra iki tokio dydžio, kai galima įrodyti, kad tolesnio rizikos mažinimo sąnaudos (išreikštos laiko sąnaudomis, pinigais ir (arba) darbo apimtimi) būtų neproporcingos, palyginti su pasiekiamą nauda.

Profesinės rizikos tiriamoji aplinka yra vertinama naujai statomo prekybos centro statybos aikštelėje, kai atliekami žemės darbai [2] bei įrengiant išsisinio sraigtinio gręžimo (CFA) polinius pamatus [3]. Atliekant šį darbą naudojamos įvairios mašinos (buldozeris, ekskavatorius, savivartis, greideris, polių gręžimo mašina su tuščiaviduriu vamzdziumi ašyje ir pan.), taip pat žmonių darbo jėga.

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

Veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo vietos šiluminė aplinka (fizinis darbas lauke)	Dirbant sunkų fizinį III kategorijos darbą, veikia karštis, kai temperatūra viršijanti 25°C, 10 valandų trukmė [8]		×		×
Triukšmas (darbas su vibrovalu ir gręžimo mašina)	Didžiausias darbo dienos triukšmo poveikio dydis viršija norminę reikšmę: $L_{EX, 8h} = 85 \text{ dB(A)}$ [7]		×		×
Vibracija, grunto tankinimo mašina (vibrokoja, plentvolis)	Tankinimo mašinos vibracijos intensyvumas viršija normines reikšmes - kasdienio veikimo vertė darbo procese paskaičiuota aštuonių valandų darbo laiko trukmei viršija $0,5 \text{ m/s}^2$ arba veikiančios vibracijos dozės vertė didesnė nei $9,1 \text{ m/s}^{1,7}$ [6]		×		×

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

Veiksmų, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Besisukančios ar judamos mašinų dalys (polių gręžimo mašina)	Grąžtas su tuščiaaviduriu vamzdžiu šerdyje neuždengtas (atviras)		×	×	
Transportavimo įranga (kranai, sunkusis transportas)	Keliami sunkūs kroviniai į didelį aukštį, krisdami gali sužaloti žmones [12]		×		×

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

Veiksmų, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo sunkumas (Dinaminis darbas)	III kategorijos didelis fizinis krūvis, greito darbo tempo palaikymas tenka darbuotojams vykdant darbus, todėl padidėja tikimybė gauti traumas [7]		×		×
Darbo emocinė įtampa (apima visus darbuotojus, kurie vykdo darbus ir yra atsakingi už jų vykdymą bei priežiūrą)	Darbas pagal nustatytą grafiką, darbas esant laiko ir informacijos trūkumui, darbas, lydimas pavojų, asmeninės rizikos, atsakomybės už kitų asmenų saugumą	×		×	
Darbo įtampa (dėmesys) koncentruojamas į kelis procesus gręžimas polio ertmės, betonavimas ištraukiant grąžtą tuo pačiu metu, armatūros karkaso kėlimas ir įleidimas į suformuotą polį	Vienu metu stebimų darbo proceso objektų skaičius, koncentravimo trukmė, informacinių signalų skaičius (per val.)		×		×

Rizikos skaičiavimo metodas.

Paprasčiausias būdas apskaičiuoti rizikos dydį balais yra panaudoti formulę :

Rizikos dydis = pavojaus dydis × traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė × pasekmės

Pavojaus dydis gali būti vertinamas tokiais balais:

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

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

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

Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė gali būti vertinama balais

taip:

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

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

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

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

Pasekmės gali būti vertinamos kaip veikiančios:

3 – padalinį (paveikia daugelį asmenų);

2 – grupę (paveikia šalia esančius asmenis);

1 – asmenį.

4.4 lentelė. Rizikos nustatymo duomenys ir vertinimas

Veikla	Pavojai	Taikomos saugos priemonės	Priemonių pakanka	Pastebėti trūkumai	Pavojaus dydis	Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė (balais)	Pasekmės	Rizikos dydis balais
Lauko darbai karštyje	Fiziniai	Naudojamos asmeninės apsaugos priemonės nuo tiesioginių saulės spindulių, geriama daug skysčių, daromos poilsio pertraukos	Taip	-	1	1	2	2
Vadovavimas darbams	Emociniai	Dalintis atsakomybe, darbų priežiūra su kitais asmenimis, dėmesį atitinkamiems darbams suplanuoti ir paskirstyti tinkamai	Taip	-	1	1	1	1
Pamatų duobių kasimas rankomis	Fiziniai	Daryti dažnesnes pertraukas, kur įmanoma vietoj rankinio darbo naudoti mechanizmus	Taip	-	1	1	1	1
Grunto tankinimas vibravimo įrenginiu	Triukšmas	Naudoti klausos apsaugos priemones (ausų kamščius arba ausines)	Taip	-	1	1	2	2
Grunto tankinimas vibravimo įrenginiu	Vibracija	Daryti pertraukas rankoms pailsinti, plentvolis sugeria vibracijas ir neperduoda tiesiogiai	Taip	-	1	1	1	1
Krovinių kėlimas kranu	Fiziniai	Asmeninių ir kolektyvinių apsaugos priemonių naudojimas tokių kaip: radijo ryšio priemonių naudojimas, šalmai, apsaugos zonų ribų pašymas [8]	Taip	-	3	1	1	3

Polių grėžimas	Fiziniai	Asmeninių ir kolektyvinių apsaugos priemonių naudojimas tokių kaip: šalmai, tinkama avalynė, darbo rūbai, apsaugos zonų laikymasis [8]	Taip	-	3	1	1	3
----------------	----------	--	------	---	---	---	---	---

Išvada: ištyrus grėžtinių polinių pamatų, kurie įrengiami nepertraukiamo formavimo būdu CFA, montavimo darbus ir darbo vietas, nustatyta, kad darbų rizika yra priimtina arba toleruotina. Tai reiškia, kad nereikia jokių papildomų rizikos mažinimo ar šalinimo priemonių.

5. EKONOMINĖ DALIS

Sąmata – tai toks dokumentas, kuriame tik apytikriai apskaičiuojama kaina, tačiau ji kiek įmanoma tiksliau turi parodyti, kiek kainuos tai, ko prašote.

Objektinė sąmata – investicijų poreikis statinio (statinio sudėtinių dalių arba atskirai statomų statinių) statybai, montavimui ir įrenginių įsigijimui, detalizuotas pagal statinio projekto sudėtinės dalis.

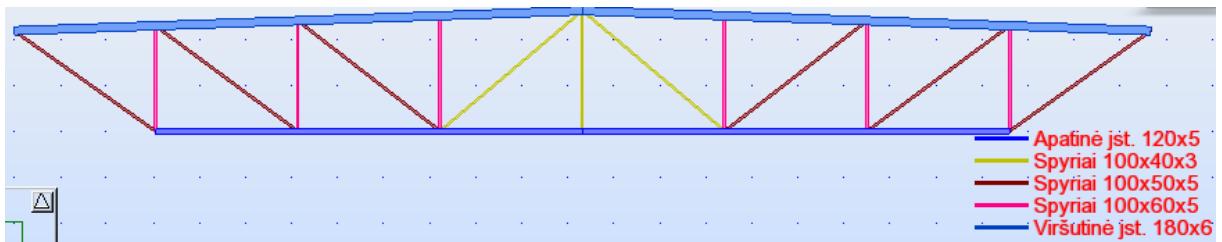
Lokalinė sąmata – investicijų poreikis statinio statybai, detalizuotas pagal statybos darbus.

Sąmatinė dokumentacija yra ypatingai svarbi užtikrinant visą statinio statybos procesą, nes gali įvykti nenumatytų kliūčių statybos darbams įgyvendinti ir dėl pinigų trūkumo gali būti neužbaigtas statybos ciklas. Vertinant statybą pagal medžiagų, įrengimo darbų kainos kriterijus, statytojas turėtų palyginti gautus pasiūlymus su skaičiuojamąja statybos kaina. Kainos turėtų būti analizuojamos pagal keletą techninius sprendimus ir palyginamos jų realizavimo kainos. Analizuojant kainą tikslinga atkreipti dėmesį ir į jos struktūrą, t.y. žinoti kokią kainos dalį sudaro numatomos išlaidos medžiagoms, kokią dalį sudaro darbo užmokesčio išlaidos, ir kokios gali būti kitos išlaidos, įvertinti kainos sudėtinių dalių kitimo prognozę, pirkimų lengvatų taikymo galimybes, mokesčių lengvatas. Skaičiuojamoji statybos kaina - tai iš anksto pagal išteklių poreikio žiniaraščius bei išteklių skaičiuojamąsias kainas, rekomenduojamus ekonominius rodiklius bei bendrąsias kainos skaičiavimo taisykles, apskaičiuota išlaidų suma, reikalinga statinio projektui parengti bei įgyvendinti.

Ekonominiam palyginimui, remiantis sąmata sudaroma pagrindinių ekonominių rodiklių

lentelė.

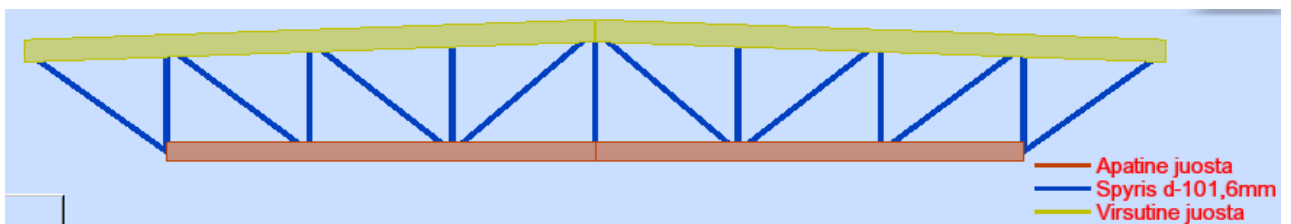
Šioje dalyje nagrinėju dvi 2 ir 7 skyriuose suprojektuotas santvaros konstrukcijas. Pirmoji yra dvišlaitė su 2° nuolydžiu metalinė santvara, iš S355 klasės stiprumo plieno, pagaminta iš stačiakampių ir kvadratinių šaltai formuotų vamzdinių profilių (5.1 pav.). Antroji dvišlaitė kombinuota klijuotos medienos – metalo santvara, kurios viršutinė apatinės juostos pagamintos iš GL28h klasės klijuotos medienos, o spyriai iš apvalių tuščiavidurių vamzdinių profiliuotųjų suplotais galais (5.2 pav.).



5.1 pav. Dvišlaitė metalinė santvara

5.1 lentelė. Metalinės santvaros elementų žiniaraštis

Elemento nr.	Santvaros elementas	Skerspjūvis	Plieno klasė	Standartas	Masė, kg
4,14	Viršutinė juosta	180x180x6	S355	EN 102010	791,07
2,13	Apatinė juosta	120x120x5		EN 102010	337,02
1, 9, 23, 12, 18, 24	Spyriai	100x50x5		EN 10219:2006	231,57
11, 20, 3		100x40x3		EN 10219:2006	60,46
5, 7, 8, 17, 16, 15	Statramsčiai	100x60x5		EN 10219:2006	152,48
Suvirinimui (2%):					31,45
Iš viso:					1604,05



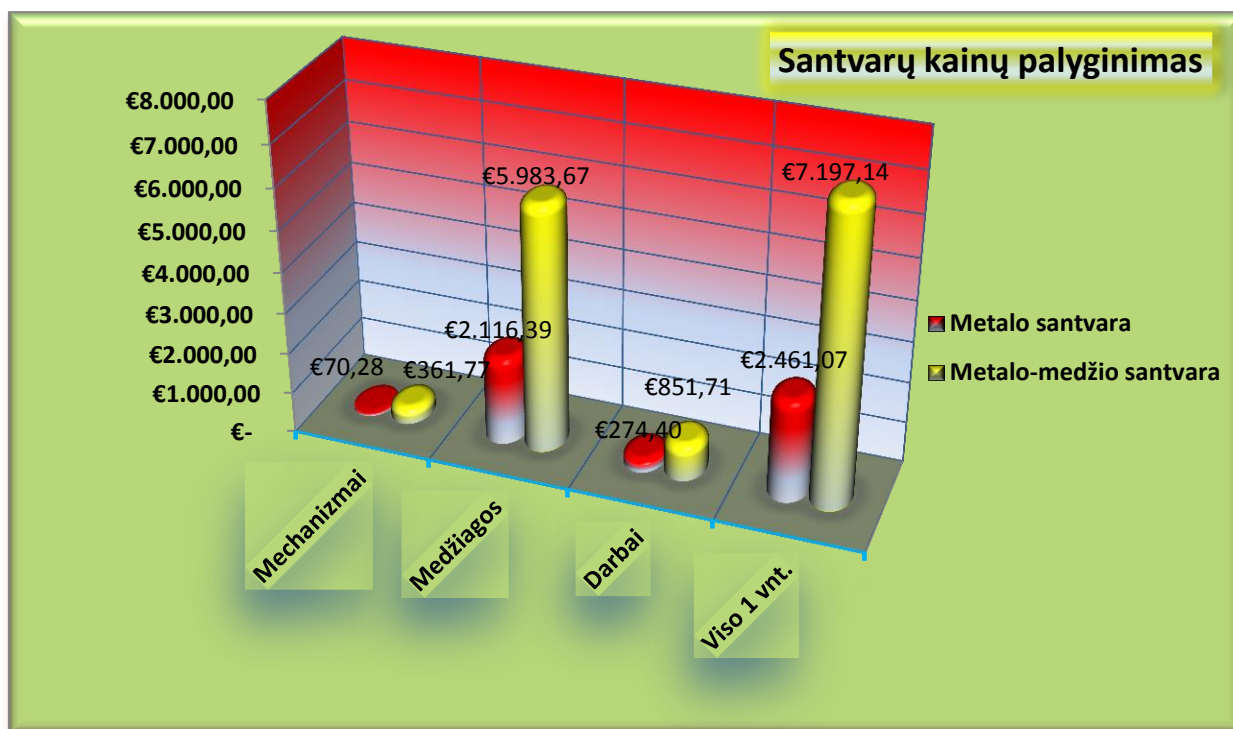
5.2 pav. Dvišlaitė kombinuota klijuotos medienos ir metalo santvara

5.2 lentelė. Kombinuotos santvaros elementų kiekiai

Pozicija ar Eil. Nr.	Gaminio žymuo	Elemento pavadinimas	Matmenys, m	Vieneto masė, kg	Kiekis, vnt.	Bendras ilgis, m	Bendras svoris, kg	Pastabos
1	SVJ-4	Santvaros viršutinė juosta	0,24×0,48×12,351	739,87	2	24,702	1479,74	Klijuota mediena GL28h, (520 kg/m ³)
2	SAP-2	Santvaros apatinė juosta	0,24×0,40×9,665	482,48	2	19,33	964,96	Klijuota mediena GL28h (520 kg/m ³)
3	SSP-1	Spyris d=101,6mm	l=3,76	44,75	2	7,52	89,50	Apvalie, bešlaitiniai medienos vamzdeliai, pagaminti pagal EN 10210/2006 standartu, plieno klasė S235, standartinis ilgis, maž 11,50 tūlė
4	SSP-5	Statramstis d=101,6mm	l=2,28	27,13	2	4,56	54,26	Apvalie, bešlaitiniai medienos vamzdeliai, pagaminti pagal EN 10210/2006 standartu, plieno klasė S235, standartinis ilgis, maž 11,50 tūlė
5	SSP-9	Spyris d=101,6mm	l=3,84	45,70	2	7,68	91,4	Apvalie, bešlaitiniai medienos vamzdeliai, pagaminti pagal EN 10210/2006 standartu, plieno klasė S235, standartinis ilgis, maž 11,50 tūlė
6	SSP-7	Statramstis d=101,6mm	l=2,39	28,44	2	4,78	56,88	Apvalie, bešlaitiniai medienos vamzdeliai, pagaminti pagal EN 10210/2006 standartu, plieno klasė S235, standartinis ilgis, maž 11,50 tūlė
7	SSP-23	Spyris d=101,6mm	l=3,90	46,41	2	7,8	92,82	Apvalie, bešlaitiniai medienos vamzdeliai, pagaminti pagal EN 10210/2006 standartu, plieno klasė S235, standartinis ilgis, maž 11,50 tūlė
8	SSP-8	Statramstis d=101,6mm	l=2,50	29,75	2	5,0	59,50	Apvalie, bešlaitiniai medienos vamzdeliai, pagaminti pagal EN 10210/2006 standartu, plieno klasė S235, standartinis ilgis, maž 11,50 tūlė
9	SSP-11	Spyris d=101,6mm	l=4,04	48,08	2	8,08	96,16	Apvalie, bešlaitiniai medienos vamzdeliai, pagaminti pagal EN 10210/2006 standartu, plieno klasė S235, standartinis ilgis, maž 11,50 tūlė
10	SSP-3	Statramstis d=101,6mm	l=2,61	31,06	2	5,22	62,12	Apvalie, bešlaitiniai medienos vamzdeliai, pagaminti pagal EN 10210/2006 standartu, plieno klasė S235, standartinis ilgis, maž 11,50 tūlė
Viso metalo-plieniniai tarpai ir antdeklai S275 kl. ρ=7850 kg/m ³ , (≈0,224 t):							0,825	
Viso medienos, t:							2,45	Klijuota mediena GL28h, (520 kg/m ³)

5.3 lentelė. Ekonominių rodiklių palyginimas

Ekonominių rodiklių palyginimas. Santvarų įrengimo darbų, medžiagų, mechanizmų skaičiuojamos kainos rodikliai.		
Pavadinimas	Metalinė	Kombinuota medžio-metalo
	Kaina, Eur	
Mechanizmai:	70,28 Eur	361,77 Eur
Medžiagos:	2116,39 Eur	5983,67 Eur
Darbai:	274,40 Eur	851,71 Eur
Viso 1 vnt. (be priskaitymų ir PVM):	2461,07 Eur	7197,14 Eur
Pagrindinių medžiagų sąnaudų kiekiai:	Metalas S355, S275, t	Mediena GL28h, m ³
Metalinė santvara:	1,6041	-
Kombinuota medžio-metalo santvara:	0,825	2,45



5.1 grafikas. Kainos palyginimo diagrama

Išvada: Iš diagramos galime pastebėti, kad metalinės santvaros įrengimo kaina yra daug mažesnė nei, kombinuotos, kurių įrengimo kaina atitinkamai 2461,07 Eur ir 7197,14 Eur. Tačiau šiuose skaičiavimuose yra pateikta, tik santvarų kaip gaminių kainos, o jų mazgų sudėtingumas ir kaina nėra įvertinta, to pasekmė ir pačių santvarų surinkimo gamyboje kaina nevertinta, kadangi tai turi nustatyti gamintojas DP metu. Įvertinę kombinuotos santvaros medžiagų, darbų kainą bei technologinį sudėtingumą, jos kainą padidėtų dar labiau. Todėl ekonomiškai ir optimalus variantas suprojektuotame prekybos centre naudoti metalines santvaras kaip pagrindines laikančias denginio konstrukcijas.

Sąmatos skaičiuotos pagal tai, kad: papildomų medžiagų vertė – 3%; papildomų mechanizmų vertė - 3%; kiti darbo užmokesčio priskaitymai – 8%; soc. draudimas – 31%; statyvietės išlaidos – 9%; pridėtinės išlaidos – 30%; pelnas – 5%; PVM – 21%.

5.4 lentelė. Tiesioginių išlaidų sudėtis metalo santvaros

Eil Nr.	Tiesioginės išlaidos	Vertė, Eur
1	2	3
1	Darbo užmokestis	274,40
2	Medžiagos	2116,39
3	Mechanizmai	70,28
4	Papildomų medžiagų vertė 3%	63,49

5	Papildomų mechanizmų vertė 3%	2,11
6	Papildomas darbo užmokestis 8%	21,95
7	Soc. draudimo išlaidos 31%	91,87
8	Statybvietės išlaidos 9%	237,64
Iš viso:		2878,13

5.5 lentelė. Netiesioginių išlaidų sudėtis

Eil Nr.	Netiesioginės išlaidos	Vertė, Eur
1	2	3
1	Pridėtinės išlaidos 30%	88,91
2	Pelnas 5%	148,35
Iš viso:		237,26

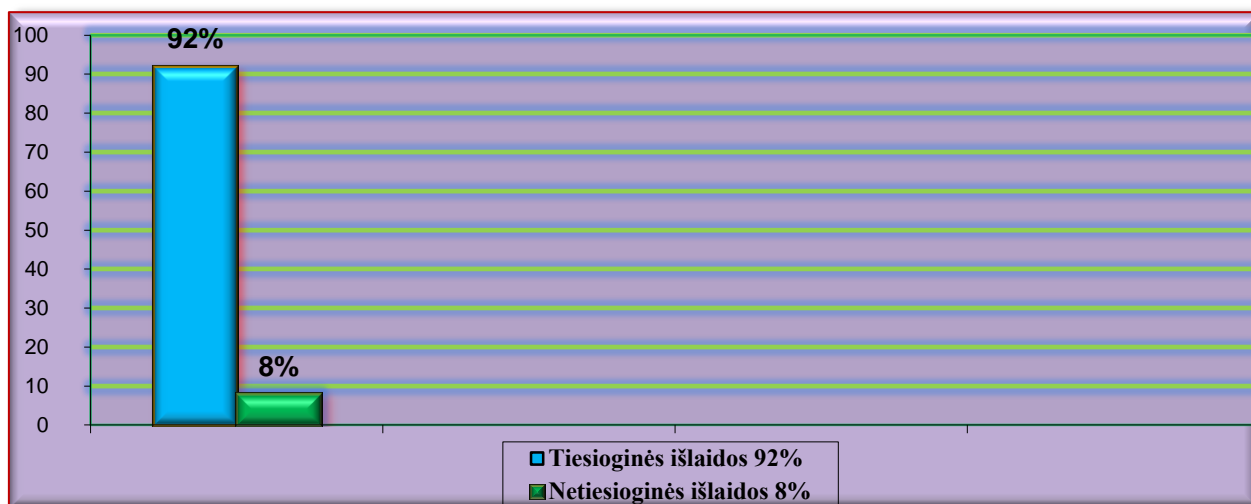
Procentinis tiesioginių ir netiesioginių išlaidų palyginimas (žr. 5.2 pav.):

$(2878,13 + 237,26) - 100 \%$;

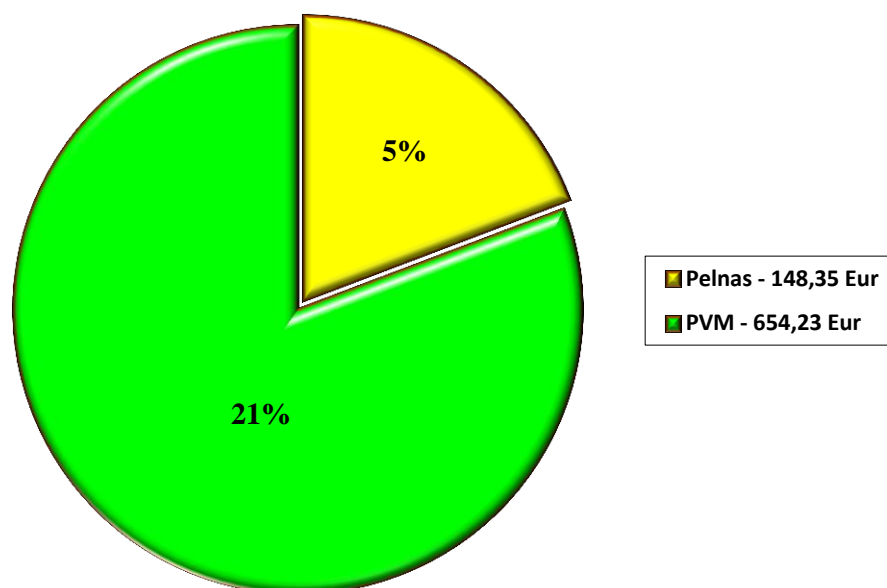
$2878,13 - x \%$;

$x = 92 \%$ (tiesioginės išlaidos).

$100 - 92 = 8 \%$ (netiesioginės išlaidos).



5.2 grafikas. Tiesioginės ir netiesioginės išlaidos



5.3 grafikas. Tiesioginės ir netiesioginės išlaidos

Iš pelno (5%) ir PVM mokesčio (21%) kainų palyginimo diagramos galima pastebėti, jog gautas pelnas už įvykdytą metalinės santvaros įrengimo darbus beveik 4,5 karto mažesnis už pridėtinės vertės mokestį (PVM) mokamą valstybei.

Išvada: sudarius lokalinę sąmatą, paskaičiuota, kad įrengiant metalinę santvarą: bendra vertė be PVM – 3115,39 Eur; bendra vertė su PVM – 3769,62 Eur. Atitinkamai tiesioginės išlaidos – 2878,13 Eur, o papildomos išlaidos – 87,55 Eur.

IŠVADOS

Baigiamojo darbo metu parengtas prekybos centro statybinių konstrukcijų dalies projektas, atliekant tam tikrus konstrukcinių sprendimų palyginimus, parenkant statybines medžiagas bei statybos darbų technologijas ir eiliškumą.

Atliekant magistrinio baigiamojo darbo uždavinius aprašiau pastato architektūrinius – konstrukcinius sprendimus ir juos argumentavau. Nubraižiau pastato konstrukcinę schemą bei parinkau pastato išplanavimą. Taip pat išnagrinėjau pastato konstrukcinius elementus, įvertinus esamų gruntų struktūrą bei grupę, pamatus projekte numaciau gręžtinius – polinius, taikant ištisinio sraigtinio gręžimo būdą (CFA) 320mm skersmens 4 poliais ir rostverku 1,50m×1,50m, pritaikęs santvaros metodą pagal (Bill Mosley, John Bungey and Ray Hulse.; *Reinforced Concrete Design to Eurocode 2*) knygą apskaičiavau reikalingą armatūros kiekį 4 polių rostverke ir parinkau pagal rekomendacijas taikomą polio armatūrą. Kadangi skersinio rėmo konstrukcija susidėjo iš denginio laikančios konstrukcijos bei kolonos ir pamato, todėl suprojektavau šaltai temptų tuščiavidurių stačiakampių profiliuotų santvarą iš S355 stiprumo klasės metalo, atlikau 3-jų, laisvai pasirinktų pagrindinių jungiamųjų mazgų, konstrukcinius skaičiavimus, patikrinau reikiamas sąlygas bei parinkau pagrindinius elementus. Kolona buvo suprojektuota vientisa be konsolių pastato viduryje iš C35/45, armavimui panaudota S400 klasės armatūra, skerspjuvis 400×400mm. Taip pat papildomai projekte buvo paskaičiuota g/b nepertraukiamo formavimo tarpaukštinė perdangos plokštė, kuriai atsižvelgiant į skaičiavimus, priskirtos medžiagos, betonas iš C30/37 klasės, o tempiamoji zona armuojama įtemptąja lynine armatūra Y1770S, ją įtempiant mechaniniu būdu į atsparas.

Technologinėje dalyje išsamiai aprašyta CFA būdu įrengiamų polinių pamatų įrengimo darbų procesai ir eiliškumas, medžiagų poreikis, mechanizmų poreikis ir informaciją apie juos, kurie reikalingi darbams atlikti, taip pat trumpa apžvalga, apie šių pamatų tipą, pateikta darbų kokybės kontrolė bei sauga, kas turi būti nurodyta technologinėje kortelėje.

Ekonominėje dalyje sudaryti grafikai parodė, jog palyginus dvi skaičiuotas santvaras kombinuotąją bei metalinę, savo pranašumą įrodė metalinė santvara atkreipiant dėmesį į šiuos kriterijus: ekonomiškumą, racionalumą, įrengimo sudėtingumą, o taip pat ir kainą. Buvo nustatyti, kad gautas pelnas už įvykdytą metalinės santvaros įrengimo darbus beveik 4,5 karto mažesnis už pridėtinės vertės mokestį (PVM) mokamą valstybei. Įrengiant metalinę santvarą, bendra vertė su PVM – 3769,62 Eur.

Palyginamosios analizės dalyje projektuota konstrukcija – kombinuotoji metalo – medžio santvara. Išnagrinėjęs pastato konstrukciją suprojektavau santvaros elementus:

viršutinę juostą – iš GL28h klijuotos medienos, išmatavimai $240 \times 480 \text{ mm}$, apatinę juostą GL28h, matmenys $240 \times 400 \text{ mm}$. Spyriai suplotais galais suprojektuoti iš apvalaus plieninio, besiūlio vamzdžio, karštai formuoto, pagaminto iš nelegiruoto plieno (S355J2H), atitinkamai standartui: EN 10210:2006, kiurio charakteristinė takumo riba $f_y = 345 \text{ MPa}$, charakteristinė stiprumo riba $f_u = 490 \text{ MPa}$. Varžtinėms jungtims spyrių ir santvaros juostų jungimui buvo paskaičiuoti M24-M36-M48, 8.8 A klasės stiprumo ir kokybės varžtai ir atitinkamai veržlės ir poveržlės. Plieniniai antdėklai, intarpai, plokštelės skaičiuotos naudojant S275 stiprumo klasės plieną. Antdėklų ir apatinės juostos jungčiai naudojamos M24, 32 vnt. S235 plieno klasės smeigės.

Visi skaičiavimai patikrinti kompiuterine konstrukcijų skaičiavimo programa „Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015“. Taip pat magistro baigiamajame darbe, kaip skaičiavimų rezultatus, nubraižiau visų skaičiuotų konstrukcijų darbo brėžinius ir pateikiau juos kartu su architektūrinės dalies brėžiniais grafinėje dalyje.

Palyginamoji analizė padėjo baigiamajame darbe išsiaiškinti kokia santvara iš dviejų yra tinkamesnė tiek konstrukciniu požiūriu, tiek darbo, medžiagų, įrengimo laiko atžvilgiu, bei galima bus įvertinti estetinę pusę, kuri architektūriniu požiūriu suteikia pastatui geresnę vidinę vizualinę išvaizdą.

Atlikęs šį baigiamojo darbo projektą pateikiau suprojektuotus ir argumentuotus pastato konstrukcinius elementus, taikant projektavimo reglamentus bei normas ir rekomendacijas. Taip pat įgijau įgūdžių, kurie padeda apibrėžti ir praktiškai spręsti statinių projektavimo, statybos, montavimo ir efektyvaus naudojimo uždavinius, taip pati pagrįsti sprendimus, taikant šiuolaikinius inžinerinių skaičiavimų ir mokslinio pagrindimo metodus bei kompiuterinę techniką. Darbui atlikti naudojaisi (Eurocode) standartais ir normomis, bei statybos techniniu reglamentu (STR), o taip pat kita naudinga metodine medžiaga.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. GAJAUSKAS, Julius, *et al. Pastatų konstruktoriaus ir statybininko žinynas*. Vilnius: Naujasis lankas, 2009. 1520 p. ISBN 978-9955-03-565-7.
2. LAKIŪNAS, Gediminas. *Pramoninio pastato metalinės konstrukcijos*. Kaunas: KPI, 1989. 67 p. UDK 624.014.
3. LST EN 1993-1-1:2005+AC:2006. *Eurokodas 3. Plieninių konstrukcijų projektavimas. 1-1 dalis. Bendrosios ir pastatų taisyklės*. Vilnius, 2007. 102 p.
4. LST EN 1993-1-8:2005+AC:2006. *Eurokodas 3. Plieninių konstrukcijų projektavimas. 1-8 dalis. Mazgų projektavimas*. Vilnius, 2007. 134 p.
5. STR 2.05.04:2003. *Poveikiai ir apkrovos*. Valstybės žinios, 2003, Nr. 233.
6. STR 2.05.08:2005. *Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos*. Valstybės žinios, 2005, Nr. 28-895.
7. STR 2.05.08:2005. *Praktinio taikymo vadovas 6 priedas. Medžiagos. Elementų skaičiavimas*. Valstybės žinios, 2006, Nr. 1-4.
8. STR 2.05.08:2005. *Praktinio taikymo vadovas 8 priedas. Jungčių skaičiavimas ir reikalavimai konstrukcijoms projektuoti*. Valstybės žinios, 2007, Nr. 133-5409.
9. 2.05.05:2005. *Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas*. Valstybės žinios, 2005.01.26, Nr. 17-550.
10. STR 2.05.08:2005. *Praktinio taikymo vadovas 7 priedas. Jungčių skaičiavimas ir reikalavimai konstrukcijoms*. Valstybės žinios, 2006, Nr. 56-2004.
11. STR 2.05.03:2003 *Statybinių konstrukcijų projektavimo pagrindai*.
12. STR 2.05.05:2005. *Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas*.
13. STR 2.01.04:2004 *Gaisrinė sauga. Pagrindiniai reikalavimai*.
14. STR 2.05.05:2005. *Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas: 3 priedas (Praktinio taikymo vadovas)*. – Vilnius: Leidykla „Rekona“, 2005. – 118 p.
15. STR 2.05.05:2005. *Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas: 4 priedas (Praktinio taikymo vadovas)*. – Vilnius: Leidykla „Rekona“, 2006. – 91 p. 8 perdangu_plokstes.pdf
16. Nepertraukiamo formavimo kiaurymėtosios perdangų plokštės: Rekomendacijos projektavimui / Sudarytojai B.Jonaitis, A.Ambrazas, K.Valaitis. – Kaunas: UAB „Betonika“, 2005. – 74 p.
17. VENCKEVIČIUS, Vytautas; ŽIDONIS Ipolitas. *Pastatų perdangos su surenkamosiomis gelžbetoninėmis kiaurymėtosiomis plokštėmis. Mokomoji knyga*. Šiauliai, 2009. 70 p.

18. Nakas, A.; Gajauskas, J.; Prikštaitis, M. *Civilinių pastatų konstrukcijos*. Vilnius: Mokslas, 1992. ISBN 5-420-00539-5.
19. Zavadskas, E. K.; *et al.* *Statybos procesų technologija*. Vilnius: Technika, 2006. ISBN 9955-28-070-0.
20. Medzvieckas J., Sližytė D., Mackevičius R. *Pamatai ir Pagrindai*. Vilnius: Technika, 2012.
21. LST EN 1536:2003 Specialieji geotechnikos darbai. Gręžtiniai poliai (tapatus EN 1536:1999). Vilnius, 2003. 74 p.
22. *Midvikis D.* Polių darbai. Vilnius: Mokslas, 1978. 116 p.
23. *Kairys T.* Polinių pamatų įrengimo technologijų taikymo patirtis Lietuvoje. Mokslas Gamtos mokslų fakultete: trečiosios mokslinės konferencijos, vykusios 2004 m. balandžio 22–23 d., pranešimai. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2004. 226–231 p.
24. *Zavadskas E. K., Karablikovas A. ir kiti.* Statybos procesų technologija: vadovėlis. Vilnius: Technika, 2008. 576 p.
25. ASA.LT - *Betonas* [interaktyvus]. Vilnius [žiūrėta 2015 m. rugsėjo 10 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://lt.lt.allconstructions.com/portal/categories/26/1/0/1/article/11569/betonas>>.
26. Betonavimo darbai v1_2009.02.27 | *Statybos taisyklės* [interaktyvus]. Vilnius. Prieiga per internetą<<http://www.statybostaisykles.lt/node/351>>.
27. Betono ir G/B konstrukcijų montavimas v2_2012 ... - *Statybos taisyklės* [interaktyvus]. Vilnius. Prieiga per internetą <<http://www.statybostaisykles.lt/node/1972>>.
28. Giluminiai *vibratoriai* ir dažnio keitikliai - Mastermann - Produktai [interaktyvus]. Vilnius. Prieiga per internetą <www.mastermann.lt>.
29. *Gręžtinių pamatų įrengimas* | *Ekspertai.lt* [interaktyvus]. Prieiga per internetą <http://www.ekspertai.lt/greztiniai_pamatai/straipsniai/greztiniu_pamatu_irengimas>.
30. Gręžtiniai poliai - *Projektana* [interaktyvus]. Vilnius. Prieiga per internetą <<http://www.projektana.lt/index.php?id=95>>.
31. *Pamatų ranga* [interaktyvus]. Vilnius. Prieiga per internetą<<http://www.pamaturanga.lt>>.
32. Specifikacija Betono siurblys *Putzmeister M-740D* - esale.lt [interaktyvus]. Vilnius. Prieiga per internetą <www.esale.lt/i/File/Putzmeister.pdf>.

33. POŽEMINIŲ KONSTRUKCIJŲ ĮRENGIMO DARBAI: Gręžtinių polių įrengimas_v2_2012.04.13 [interaktyvus]. Kaunas [žiūrėta 2015 m. Lapkričio 15 d.]. Prieiga per internetą <http://www.statybostaisykles.lt/node/2030#_Toc286731901>.
34. Saugos ir sveikatos taisyklės statyboje. DT 5-00. Valstybės žinios, 2001-01-10, Nr. 3-74;
35. STR 1.07.02:2005 Žemės darbai. Valstybės žinios, 2005-12-29, Nr. 151-5569;
36. ST 121895674.102.03.01:2014 Požeminių konstrukcijų įrengimo darbai: spraustinių polių įrengimas. Kaltiniai, vibraciniai, įspaudžiami poliai v01 2014.01.14. Prieiga per internetą: <http://www.statybostaisykles.lt/node/3805>;
37. Darbuotojų saugos ir sveikatos instrukcijų rengimo ir instruktavimo tvarka. Valstybės žinios, 2005-04-26, Nr. 53-1817;
38. Darbuotojų apsaugos nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2004-03-17, Nr. 41-1350;
39. Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2005-04-26, Nr. 53-1804;
40. HN 69:2003 "Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametų norminės vertės ir matavimo reikalavimai. Valstybės žinios, 2004-03-26, Nr. 45-1485;
41. Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsaugos priemonėmis nuostatai. Valstybės žinios, 2007-11-29, Nr. 123-5055;
42. Buities, sanitarinių ir higienos patalpų įrengimo reikalavimai. Valstybės žinios, 2003-04-30, Nr. 40-1820;
43. Bendrosios priešgaisrinės saugos taisyklės. Valstybės žinios, 2005-02-24, Nr. 26-852;
44. Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės. Valstybės žinios, 2004-09-02, Nr. 134-4878;
45. Kėlimo kranų naudojimo taisyklės. Valstybės žinios, 2010-09-23, Nr. 112-5717;
46. Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga. Valstybės žinios, 2000-01-27, Nr. 8-215;
47. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos mažiausios ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. TAR, 2014-05-06, Nr. 5119;
48. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2010 m. rugsėjo 29 d. nutarimą Nr. 280 „Dėl Lietuvos Respublikos statybos įstatymo įgyvendinimo“ (Žin., 2010, Nr. 120-6119);
49. Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas (Žin., 2003, Nr. 70-3170);

50. STR 1.07.01:2010 „Statybą leidžiantys dokumentai“ (Žin., 2010, Nr. 116-5944);
51. STR1.11.01:2010 Statybos užbaigimas; (Žin., 2010, Nr.116-5947);
52. STR 1.09.04:2007 „Statinio projekto vykdymo priežiūra“ (Žin., 2007, Nr. 112-4588);
53. Aplinkos ministro 2012 m. liepos 19 d. įsakymą Nr. D1-628 „Dėl reglamentuojamų statybos produktų sąrašo“ (Žin., 2012, Nr. 89-4665);
54. Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2008 m. sausio 15 d. įsakymą Nr. A1-22/D1-34 „Dėl darboviečių įrengimo statybvietėse nuostatų patvirtinimo“ (Žin., 2008, Nr. 10-362);
55. Lietuvos Respublikos potencialiai pavojingų įrenginių priežiūros įstatymą (Žin., 1996, Nr. 46-116; 2000, Nr. 89-2742);
56. Lietuvos Respublikos vyriausiojo valstybinio darbo inspektoriaus 2000 m. gruodžio 22 d. įsakymą Nr. 346 „Dėl saugos ir sveikatos taisyklių statyboje patvirtinimo“ (Žin., 2001, Nr. 3-74).
57. Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministrės 1999 m. lapkričio 24 d. Nr. 95 įsakymas „Dėl saugos ir sveikatos apsaugos ženklų naudojimo darbovietėse nuostatų“;
58. STR1.05.06:2010 Statinio projektavimas (Žin., 2010, Nr.115-5902);
59. ST 121895674.205.01.01:2014 „Betonavimo darbai“.
60. Jokūbaitienė, I.; *et al. Gelžbetoninės konstrukcijos*. Vilnius: Mokslas, 1988. ISBN 5-420-00132-2.
61. Černius B.; *Pamatų projektavimas pagal Eurokodą 7 vadovas. Mokomoji knyga*. Kaunas: Technologija, 2010.
62. Bill Mosley, John Bungey and Ray Hulse.; *Reinforced Concrete Design to Eurocode 2. Sixth Edition*. Houndmills, Basingstoke, Hampshire RG21 6XS; 2007.
63. Medzvieckas J., Sližytė D. *Geotechnikos kursinio projekto metodikos nurodymai. Mokomoji knyga*. Vilnius: VGTU, 2010.
64. Medzvieckas J., Sližytė D., Mackevičius R. *Pamatai ir Pagrindai*. Vilnius: Technika, 2012.
65. Eurokodas 1. Poveikiai konstrukcijoms. 1-3 dalis. Bendrieji poveikiai. Sniego apkrovos. LIETUVOS STANDARTAS, LST EN 1991-1-3:2004 lt.
66. Grežtinių pamatų įrengimas [interaktyvus]. Kaunas [žiūrėta 2015 m. gruodžio 1 d.].
Prieiga per internetą
<http://www.ekspertai.lt/greztiniai_pamatai/straipsniai/greztiniu_pamatu_irengimas>.

67. Gręžtiniai poliai - *Projektana* [interaktyvus]. Kaunas [žiūrėta 2015 m. Lapkričio 25 d.]. Prieiga per internetą <<http://www.projektana.lt/index.php?id=95>>.
68. Požeminių konstrukcijų įrengimo darbai: Gręžtinių polių įrengimas_v2_2012.04.13 [interaktyvus]. Kaunas [žiūrėta 2015 m. Lapkričio 28 d.]. Prieiga per internetą <http://www.statybostaisykles.lt/node/2030#_Toc286731901>.
69. Virtuali matavimo vienetų konvertavimo programa: [interaktyvus]. Kaunas [žiūrėta 2015 m. Gruodžio 19 d.]. Prieiga per internetą <<http://www.convertunits.com/>>.
70. Stulpinio pamato projektavimas: [interaktyvus]. Kaunas [žiūrėta 2014 m. Lapkričio 25 d.]. Prieiga per internetą <<https://www.youtube.com/watch?v=8GF70lFe8do>>.
71. [Interaktyvus]. Kaunas [žiūrėta 2015 m. Gruodžio 3 d.]. Prieiga per internetą <http://www.robotoffice.com/!n/film_str/44/044_player_swf.htm?robot/044_robot_rc_s_pread_footings,948,717>.
72. Eurokodas 7. Geotechninis projektavimas. 1 dalis. Pagrindinės taisyklės. LIETUVOS STANDARTAS, LST EN 1997-1:2006 lt.
73. Valentinavičius A., Valiūnas B.; *Medinės konstrukcijos*. Vilnius: ENCIKLOPEDIJA, 2000. ISBN 9986-433-20-7.
74. STR 2.05.07:2005. *Medinių konstrukcijų projektavimas*.
75. A. Baltrušaitis, N. Adamukaitis.; *Laikančiosios ir atitvarinės medinės konstrukcijos kursinis projektavimas. Metodiniai nurodymai*. Kaunas: KTU, 2011.
76. STR 2.05.08:2005. *Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos*.
77. Ražaitis V.; *Pastatų konstravimo pagrindai*. Vilnius: Vilniaus dailės akademijos leidykla, 2004. ISBN 9955-624-12-4.
78. [Interaktyvus]. Kaunas [žiūrėta 2015 m. Gruodžio 7 d.]. Prieiga per internetą: <<http://juresmedis.lt/lt/produktai/klijuotos-medienos-sijos.html>>.
79. [Interaktyvus]. Kaunas [žiūrėta 2015 m. Gruodžio 8 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.metalurgija.lt/apvalus-besiuliai-vamzdziai-plieniniai-vamzdziai-pagaminti-pagal-en-102102006-specifikacija-technines-charakteristikos>>.

PRIEDAI