

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
STATYBOS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėja
dr. L. Kelpšienė

2012-06-04

VIEŠOJI BIBLIOTEKA MAŽEIKIUOSE
Statybos inžinerijos bakalauro darbas

Vadovas

_____ lekt. M. Reizgevičius

Autorius

_____ S-8/1 gr. stud. **B. Jonuškytė**
2012-05-25

Recenzentas

_____ doc. M. Pelikša

ŠIAULIAI, 2012

Santrauka

Šiame baigiamajame bakalauriniame darbe aš projektuojau Viešąją biblioteką, Mažeikiuose. Tai bus viena didžiausių bibliotekų Lietuvoje. Bibliotekoje žmonės galės naudotis kompiuteriais, internetu, dalyvauti organizuojamuose kursuose, ar praleisti laiką kituose švietimo veiklos užsiėmimuose.

Darbą sudaro keturios pagrindinės dalys: architektūrinė dalis, laikančių konstrukcijų skaičiavimas, technologinė - ekonominė dalis, pastato šildymo sistemos skaičiavimas.

Pirmoje dalyje aprašoma bendroji informacija apie pastatą, jo laikančias konstrukcijas ir inžinerines komunikacijas.

Antroje dalyje pateikiami skaičiavimai: polinių pamatų P1, gelžbetoninės kolonos K-1, ir gelžbetoninės kiaurymėtos plokštės PK-1.

Technologinė ir ekonominė dalis suteikia daugiau informacijos apie statybą iš silikatinių blokelių, apie jų savybes, pastolių montavimą. Yra sudaryta kai kurių darbų lokalinė sąmata ir numatoma darbo trukmė.

Ketvirtoje projekto dalyje yra suprojektuota šildymo sistema administracinėms patalpoms su atitvarų šiluminių varžų skaičiavimais, paskaičiuoti šilumos nuostoliai per atirvaras ir reikalingų radiatorių parinkimas.

Brėžinius sudaro genplanas ir situacijos schema, aukštų planai, pjūviai, polinių pamatų planas, gelžbetoninė kolona ir kiaurymėta plokštė, fasadai, darbo grafikai.

Šis projektas yra sukurtas pagal standartus ir įstatymus.

Summary

In this Bachelor's Thesis I am projecting a public library in Mažeikiai. It will be one of the biggest libraries in Lithuania. In the library people will be able to use computers, internet, join in courses, or to spend time in other education activities.

The work consists of four main parts: architecture part, the calculation of holding constructions, technological and economical part, calculation of the building's heating system.

The first part describes general information about building, about constructions and engineering communication of building.

The second part gives calculation of pile foundation P1, reinforced concrete column K-1, and reinforced concrete hollow core slab PK-1.

The technological and economical part gives more information about construction of silicate blocks, on their properties, installation of scaffolding. There are local estimate of some works and working amount estimated.

In the fourth part of the project are designed heating system of administrative facilities with calculations of building barriers for heating conductivity, heat losses and necessary equipment.

The drawings include general and situation plans, storey plans, cross-sections, pile foundation, reinforced concrete column and hollow core slab, facades, work schedule.

This project is designed according to, standards and laws.

TVIRTINU

ŠU Technologijos fakulteto

Statybos inžinerijos katedros vedėjas

Loreta Kelpšienė _____

2012 m. vasario mėn. 2 d.

Bakalauro baigiamojo darbo užduotis

Studentui (-ei) _____

Darbo tema _____

Patvirtinta 2012 m. kovo mėn. 16 d. fakulteto dekanu potvarkiu Nr. 060-03-10

Tarpinis patikrinimas katedroje: 2012 m. gegužės mėn. 10 d. ir 12 d.

Užbaigto ir pilnai apiforminto baigiamojo darbo pateikimo terminas 2012 m. gegužės mėn. 24 d. ir 26 d.

1. Darbo tikslas (-ai): _____

2. Aiškinamojo rašto turinys: _____

3. Gynimui pateikiama papildoma medžiaga _____

Baigiamojo darbo vadovas

(vardas, pavardė, parašas, data)

Užduotis įteikta studentui (-ei)

2012 m. vasario mėn. 2 d.

Studentas (-ė) _____

(vardas, pavardė, parašas)

Turinys

BRĖŽINIŲ SĄRAŠAS	6
ĮVADAS	7
1. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS.....	8
1.1 Generalinio plano aprašymas.....	8
1.2 Pastato planinis-tūrinis sprendimas.....	8
1.3 Pastato konstrukcinis sprendimas	8
1.4 Apdaila	9
1.5 Inžinerinės komunikacijos	10
1.6 Higienos reikalavimai.....	11
2. LAIKANČIŲ KONSTRUKCIJŲ SKAIČIAVIMAS	12
2.1 Kiaurymėtos perdangos plokštės PK-1 projektavimas.....	12
2.2 Kolonos spraustinio poliaus P-1 skaičiavimas.....	37
2.3 Kolonos K-1 skaičiavimas.....	39
3. TECHNOLOGINĖ IR EKONOMINĖ DALIS	44
3.1 Mūro darbų technologinė kortelė.....	44
3.2 Darbų kiekių skaičiavimas.....	52
3.3 Lokalinė sąmata	53
4. ADMINISTRACINIŲ PATALPŲ ŠILDYMO SISTEMOS SKAIČIAVIMAS	56
4.1. Pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas	56
4.2. Šilumos nuostolių skaičiavimas. Šildymo sistemos galia ir šilumos sąnaudos.....	65
4.3. Šildymo įrangos projektavimas.....	71
LITERATŪRA	72
PRIEDAI	73

BRĖŽINIŲ SĄRAŠAS

Pateikiamas brėžinių sąrašas:

1. S.15.01.AD. Sklypo genplanas, situacijos schema, stogo planas.
2. S.15.02.AD. I aukšto planas, mazgas D, mazgas F.
3. S.15.03.AD. II aukšto planas, mazgas B, mazgas C, mazgas E.
4. S.15.04.AD. Fasadas tarp ašių A-F, Fasadas tarp ašių F-A, Fasadas tarp ašių 1-9, Fasadas tarp ašių 9-1.
5. S.15.05.AD. Pjūvis 1-1, Pjūvis 2-2.
6. S.15.06.KD. Kiaurymėtos perdangos plokštės PK-1 projektavimas.
7. S.15.07.KD. Pamatų planas, santvarų planas, gelžbetoninės kolonos K-1-1 brėžiniai.
8. S.15.08.TD. Technologinė kortelė.

ĮVADAS

Mano projektuojamas pastatas yra dviejų aukštų biblioteka, esanti Mažeikų mieste, Pavenčių ir Naftininkų gatvių sankirtoje. Pastato priekinis fasadas orientuotas į pietų pusę. Netoliese yra keletas mokyklų, todėl nuolat galės lankytis moksleiviai. Ši biblioteka kartu atliks keletą funkcijų, viena iš jų būtų švietimo, nes čia galės ateiti ir paskaityti įvairiausio tipo leidinius kiekvienas kas tik panorės. Kita būtų tai, kad šioje įstaigoje veiks dvi didžiulės kompiuterių klasės, kuriose bus organizuojami kompiuterinio raštingumo kursai vyresnio amžiaus žmonėms, bei galės skaityti internetinius leidinius. Taip pat bus įrengta ir didelė konferencijų salė, kurioje vyks įvairiausio pobūdžio seminarai, diskusijos. Kiekviename aukšte lankytojų patogumui bus suprojektuotos rūbinės ir tualetai. Atskirai bus įrengta ir skaitykla mažiesiems lankytojams. Be visų šių minėtų patalpų dar planuojama įrengti ir aktų salę, kurioje vyktų įvairiausi renginiai, koncertai. Įvažiavimas bus iš abiejų gatvių.

1. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

1.1 Generalinio plano aprašymas

Sklypo plotas 6375 kv.m. Pastato užstatymo plotas 1468,84 kv.m. Apie pastatą užželdinta veja. Įrengti trys įėjimai į pastatą, prie kiekvieno yra po vieną laiptatakį devynių centimetrų aukščio, o prie pagrindinio įėjimo ir pandusas neįgaliesiems ar mamoms su vežimėliais. Didžiąją sklypo dalį užima asfaltuota stovėjimo aikštelė kurios plotas 3063,58 kv.m. Bendras apželdintas plotas užima 1655,32 kv.m.

1.2 Pastato planinis-tūrinis sprendimas

Visą pastatą sudaro dvidešimt septynios patalpos. Įėjus į pastatą patenkame į koridorių, po to į didesnę, kad būtų sulaikomas šaltis durys yra įrengiamos atokiau vienos nuo kitų. Iš koridoriaus galime patekti į daugelį patalpų. Pradžioje po kaire puse rūbinė lankytojams ir tualetai (pritaikyti neįgaliesiems). Kad vaikams nereikėtų ieškoti vaikų skyriaus, jis yra šalia rūbinės. Einant tiesiai patenkame ir patenkame į vaikų skaityklą. Koridoriumi pasukus į dešinę yra bendroji skaitykla, o po kaire periodinių leidinių skaitykla. Koridorius atsiremia į saugyklą ir administracinės patalpas. Jos suskirsytos į poilsio kambarį-virtuvėlę, darbuotojų rūbinę, joje dar yra valytojos reikmenų sandėliukas. Rūbinėje spintelių skaičius paskaičiuotas 20 darbuotojų, įtraukiant ir administracijos darbuotojus. Įrengti du tualetai ir trys kabinetai: vienas direktoriui ir sekretorei, antras direktoriaus pavaduotojai kultūrinei veiklai, kultūrinės veiklos vadybininkei, direktoriaus pavaduotojai ūkinei veiklai ir trečias kabinetas buhalterei.

1.3 Pastato konstrukcinis sprendimas

Pamatai

Pamatai poliniai spraustiniai. Kolona prie pamato tvirtinama inkariniais varžtais „Peikko“. Ant pamato rostverko dedamos pamatinės sijos, tam kad būtų galima mūryti sieną. Pamatinių sijų aukštis 450 mm. Ties pastato kampais kur pamatinės sijos nesusiliečia yra užbetonuojama C16/20 klasės betonu. Taip pat liejamas pamatas ir po įėjimo į pastatą laipteliu ir pandusu, bei pabetonuojama ir po lifto šachta. Suprojektuojama kolona su gembe, kurios skerspjūvis 400x400 mm, aukščiausia kolona 10,65 m.

Sienos

Išorinės sienos mūrijamos iš silikatinių blokelių M18 250x180x238 mm. Iš išorės blokeliai šiltinami 150 mm Paroc WAS 35t mineraline vata, įrengiamas oro tarpas ir aptaisoma Eternit plokštėmis. Fasadinės plokštės klijuojamos prie metalinių profilių (klijų sluoksnis ne mažesnis nei 8 mm), įrengiant metalinį karkasą, su specialiais laikikliais ir T formos profiliais. Vidinės pertvaros 120 mm montuojamos iš gipso kartono lakštų.

Stogas

Ant kolonų tvirtinamos santvaros, dvylikos ir aštuoniolikos metrų, suformuojamas 2° nuolydis į vidų. Ant jų tvirtinami profiliuoti apkrovas laikantys Ruukki lakštai T130-75L-930, 6000 mm ilgio. Prie pakloto tvirtinami trys sluoksniai termoizoliacijos, kurios bendras storis 220 mm. Tarp termoizoliacinių sluoksnių įrengiama hidrozoliacija. Ant šiluminės izoliacijos klijuojami du sluoksniai „Technoelast“ ruloninės dangos. Stoge įrengiami ventiliaciniai kaminėliai, kas 49 m², po vieną eilę daroma kiek įmanoma aukštesniuose taškuose, tam kad pasiekti didžiausią naudingumą. Sufornuota vidinė vandens nuvedimo sistema. Įlajos išdėstytos kas šešis metrus, žemiausioje vietoje, vieno metro pločio ir dar nuo kraštų link vidurio papildomas su šilumine izoliacija suformuotas 1,4° nuolydis.

1.4 Apdaila

Grindys

Pirmo aukšto grindys formuojamos ant grunto ir susidaro iš šių sluoksnių. Grindų danga „Rilkontos“ 2 mm storio, 33 klasės, crystal light blue atspalvio tarketas. Tarketas pasirinktas todėl, kad yra atsparesnis nusidėvėjimui. Prie išlyginamojo 50 mm sluoksnio tvirtinamas 3 mm klijų BONA D 705 sluoksniu. Po išlyginamuoju sluoksniu 100 mm šiluminės izoliacijos Paroc EPS 100. Po ja klojama hidrozoliacija ant drenuojančio 80 mm skaldos sluoksnio. Visas grindų dangos sluoksnis atsiremia į gerai sutankintą gruntą. Sanitariniuose mazguose, valytojos pataloje ir tambūruose įrengiamos keramikinių plytelių danga.

Antro aukšto grindys įrengiamos labai panašiai. Ant perdangos plokštės dedama smūginė garso izoliacija Paroc SSB1, o ant jos 50 mm armuotas išlyginamasis sloksnis. Prie jo priklijuojamas „Colorette“ linoleumas.

Sienos

Vidinės sienos ir kolonos dalis esanti patalpoje tinkuojamos 1 mm storiu ir dažomos balta spalva su gelsvu atspalviu. Sanitarinių mazgų ir valytojos patalpos sienos klijuojamos keraminėmis plytelėmis iki 2,5 m aukščio. Gipso kartono pertvaros glaistomos dažomos, o kur reikalinga klijuojamos plytelėmis.

Lubos

Lubos visose patalpose įrengiamos iš pakabinamų „Amstrong“ surenkamų 12,5 mm gipso plokščių, pritvirtintų prie metalinių profilių, nutinkuotos ir nudažytos baltai.

Langai ir durys

Pastate sumontuoti Dorvita firmos langai. Visi langai plastikiniai, 5 kamerų. L1 brėžinyje pažymėti langai yra 3000 mm pločio ir 2000 mm aukščio, tokių yra 31 langas. L2 langų aukštis 1420 mm, o plotis 1520 mm, jų yra šeši. L3 lango plotis 1200 mm – aukštis 1420 mm yra tik vienas toks langas. Visų langų rėmai tiek iš išorės tiek iš vidaus balti. Langų angokraščiai iš vidaus nutinkuojami, nuglaistomi ir dažomi.

Durų angos taip pat yra 3 tipų. D1 durų angų plotis 1100 mm, aukštis 2100 mm, šio tipo yra lauko durys, tvirtesnio fasado ir tambūro durys tonuotu stiklu, tokių sumontuota trys vienetai. D2 durų angų plotis 800 mm, o aukštis 2100 mm; jų yra 7 vnt. D3 angų plotis 900 mm, aukštis 2100 mm, šio tipo durų yra 3 vnt. administraciniuose kabinetuose. D4 durų angų plotis 1000 mm, aukštis 2100 mm, šio tipo durų reikės 18 vnt.

Pastato apdaila

Pastato apdailai naudojamos, apdailinės fasadinės plokštės ETERNIT Textura, tvirtinamos prie metalinio karkaso. Cokoliai uždengiami profiliuotais skardos lankstiniais, raudonos spalvos. Taip pat įtvirtinta vidinė vandens nuvedimo sistema. Parapetai aptaisomi skardos lankstiniais.

1.5 Inžinerinės komunikacijos

Šildymas

Bibliotekai jungiamas centrinis miesto šildymas. Šilumonešis vanduo, kuris atiteka į radiatorius. Parinkti Purmo radiatoriai.

Vanduo, nuotekų sistema

Vanduo iki pastato atiteka miesto centrine sistema iš vietinio gręžinio. Nutėkejimo sistema prijungiama prie miesto kanalizacijos.

Internetas

Kadangi bibliotekoje įrengta kompiuterių klasė tai būtinas internetas. Taip pat internetas būtinas ir darbuotojams. Internetą tiekia telekomunikacijų bendrovė „TEO“.

Pastato apsauga

Pastate sumontuotos kameros ir Argus apsaugos sistema. Pastato viduje yra apsaugos kambarys, kur stebimos kameros.

Vėdinimas

Pastato fasadas yra su ventiliuojamu oro tarpu, taip užtikrinamas fasado vėdinimas. Stogo vėdinimui įrengiami vėdinimo kaminėliai. Patalpų vėdinimui, oras yra traukiamas į išorę, per vėdinimo kanalus, elektrine sistema.

1.6 Higienos reikalavimai

Pastatas atitinka visus Higienos reikalavimus. Yra pritaikytas neįgaliesiems pagal [7]. Įrengtos platesnės durų angos, liftas. Bendro naudojimo tualetai taip pat pritaikyti neįgaliesiems. Prie pagrindinio įėjimo į pastatą išlietas pandusas.

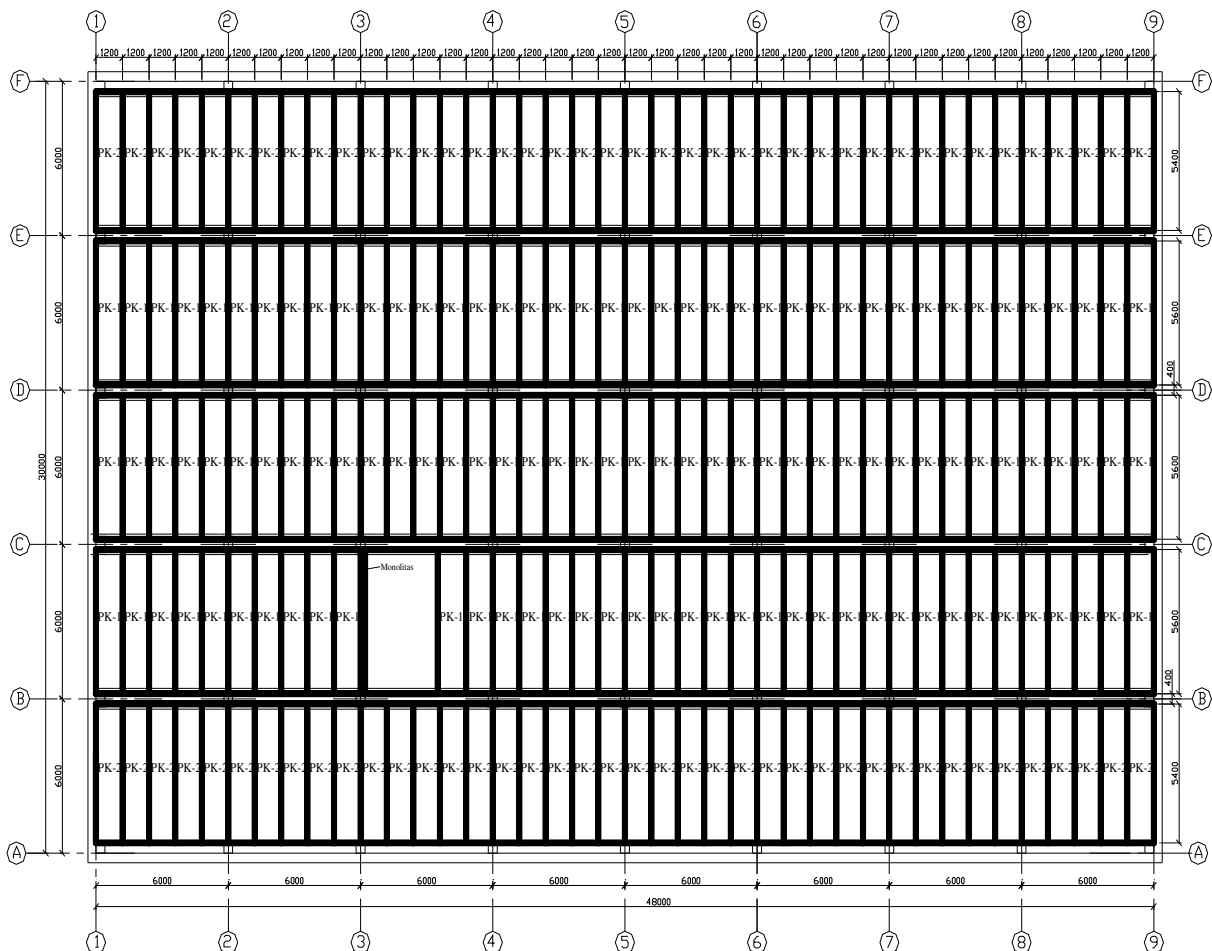
2. LAIKANČIŲ KONSTRUKCIJŲ SKAIČIAVIMAS

2.1 Kiaurymėtos perdangos plokštės PK-1 projektavimas

PRADINIAI DUOMENYS

Projektuojame 2-jų aukštų pramoninio pastato tarpaukštinės perdangos plokštę su apskritomis kiaurymėmis. Atstumai tarp ašių: $L=l_n=6,0m$.

Perdangos plokštės kraštuose remiasi į mūrinę sieną, o vidurinėje pastato dalyje atremtos į siją, kurių plotis 300mm. Atrėmimo ilgis į mūrinę sieną ir į sijas yra 100mm. Kiaurymėtu perdangos plokščių nominalus plotis $b_n=1200mm$, aukštis $h=200mm$. Kiaurymėtu perdangos plokščių išdėstymo schema pateikta 2.1.1 pav.



2.1.1 pav. Perdangų išdėstymo schema

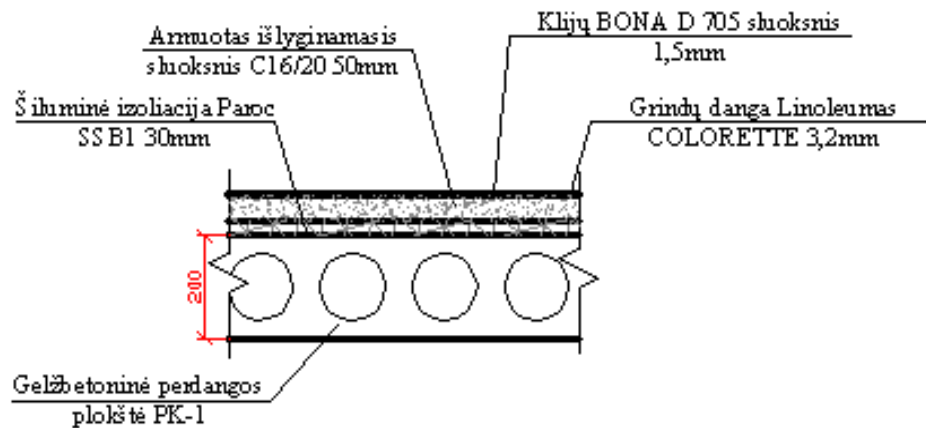
PLOKŠTĖS NAUDOJIMO SITUACIJOS SAUGOS RIBINIO BŪVIO

SKAIČIAVIMAS

Apkrovų skaičiavimas

Apskaičiuojamos nuolatinės skaičiuotinės situacijos apkrovos, kai perdangų plokštę veikia nuolatinės ir kintamos apkrovos. Nuolatinė apkrova apskaičiuojama pagal 2.2 pav. Duomenis, o kintamosios (laikinosios) apkrovos – imamos iš [2]. Ten pat pateikti ir nurodymai apkrovoms bei jų poveikiams apskaičiuoti.

Konstruktinio i -tojo elemento savojo svorio apkrova g_i skaičiuojama jo medžiagos vienetinį svorį γ_i padauginant iš elemento storio t_i : $g_i = \gamma_i \cdot t_i$. Medžiagų vienetiniai svoriai pateikti [2].



2.1.2 pav. Grindų konstrukcija

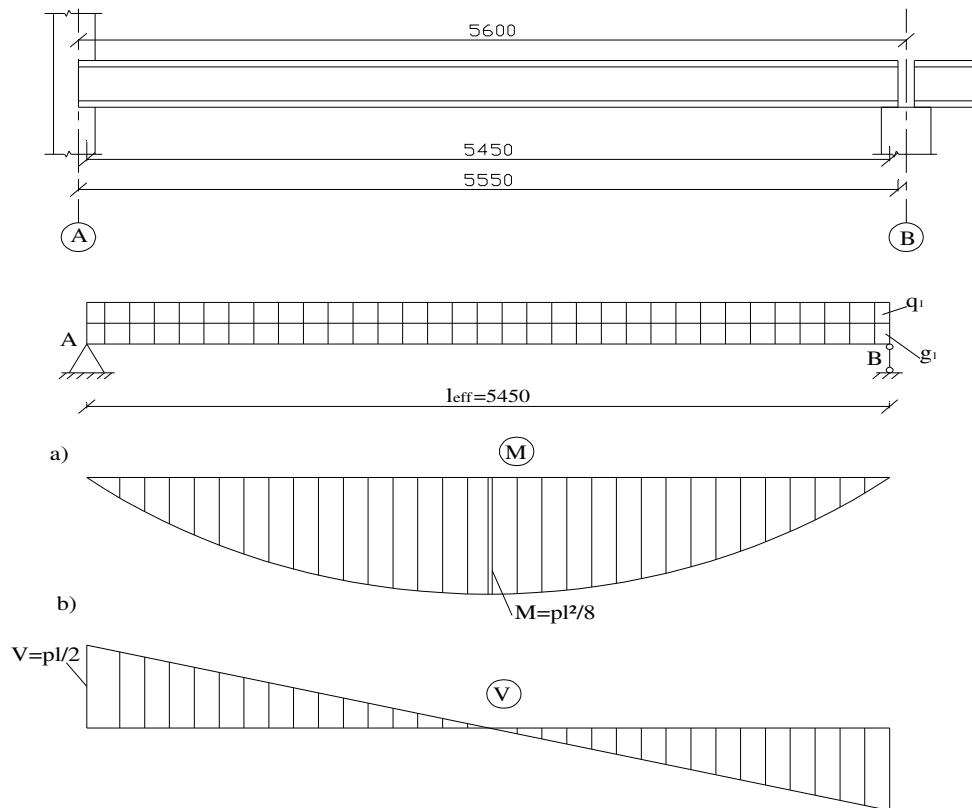
Plokštės apkrovos ir poveikiai skaičiuojami 2.1 lentelėje. Atsižvelgiant į 141.10 p. [2], kilnojamų pertvarų apkrova sumuojama su naudojimo apkrova. Tokiu būdu į perdangos plokštę veikia tik viena kintamoji apkrova $q_k = 5,0 + 0,5 = 5,5 \text{ kN/m}^2$. Pasirinktos tokios apkrovų poveikių patikimumo koeficientų γ reikšmės, įvertinant [2] 10 priedo 3 lent. $\gamma_{G,sup} = 1,35$; $\gamma_{G,inf} = 1,0$ ir $\gamma_{Q,1} = 1,35$, kai poveikis nepalankus bei $\gamma_{Q,1} = 1,0$, kai palankus.

2.1.1 lentelė. Apkrovų ir poveikių skaičiavimas

Charakteristinės apkrovos, kN/m ²	Poveikių patikimumo koeficientai (γ)		Skaičiuotinės poveikių reikšmės, kN/m ²	
	Tinkamumo ribiniams būviams	Saugos ribiniams būviams	Tinkamumo ribiniams būviams	Saugos ribiniams būviams
Nuolatinės (G): 1. Linoleumas $0,0032 \cdot 12 = 0,0384$	1,0	1,35	0,0384	0,0518
2. Klijai $0,0015 \cdot 12 = 0,018$	1,0	1,35	0,018	0,0243
3. Cemento – smėlio skiedinio sl. $0,050 \cdot 20 = 1,000$	1,0	1,35	1,0	1,35
4. Pusiau kietos akmens vatos pl. $0,03 \cdot 8 = 0,24$	1,0	1,35	0,24	0,324
5. Gelžbetoninė plokštė 3,32	1,0	1,35	3,32	1,48
Suminė skaičiuotinė apkrova g_d , kN/m ²	-	-	4,62	6,23
Kintamoji (Q): Naudojimo apkrova ir pertvarų svorio apkrova $q_k = 5,0 + 0,5 = 5,5$	1,0	1,3	5,5	7,15
Viso: $P = Q + G$	-	-	10,12	13,38

Atsižvelgiant į 2.3 pav. duomenis, plokštės tarpatramio skaičiuotinis (efektyvusis) ilgis (2.3 pav.):

$$l_{\text{eff}} = l_n - 0,050 - 0,2/2 = 5,60 - 0,050 - 0,2/2 = 5,45\text{m} .$$



2.1.3 pav. Plokštės skaičiuotinė schema ir a) lenkimo momentų diagrama,
b) skersinių jėgų diagrama

Skaičiuotinės poveikių reikšmės 1m plokštės ilgio, kai jos nominalusis plotis $b_n=2,0\text{m}$:

– nuolatinių apkrovų, įskaitant plokštės savąjį svorį,

$$g_d = g_d \cdot b_n = 6,23 \cdot 1,2 = 7,48 \text{ kN/m}';$$

– plokštės savojo svorio

$$g_{ds} = g_{ks} \cdot b_n = 3,32 \cdot 1,2 \cdot 1,35 = 5,38 \text{ kN/m}';$$

– kintamųjų apkrovų

$$q_d = q_k \cdot b_n = 7,15 \cdot 1,2 = 8,58 \text{ kN/m}';$$

– suminis apkrovų poveikis

$$p_d = g_d + q_d = 5,38 + 8,58 = 13,96 \text{ kN/m}';$$

Poveikių efektai (įrašos). Skaičiuotiniai poveikių efektai nuolatinei situacijai:

– lenkimo momentas plokštės tarpatramyje nuo suminio poveikio

$$M_{Ed} = p_d \cdot l_{\text{eff}}^2 / 8 = 13,96 \cdot 5,45^2 / 8 = 51,83 \text{ kN}\cdot\text{m};$$

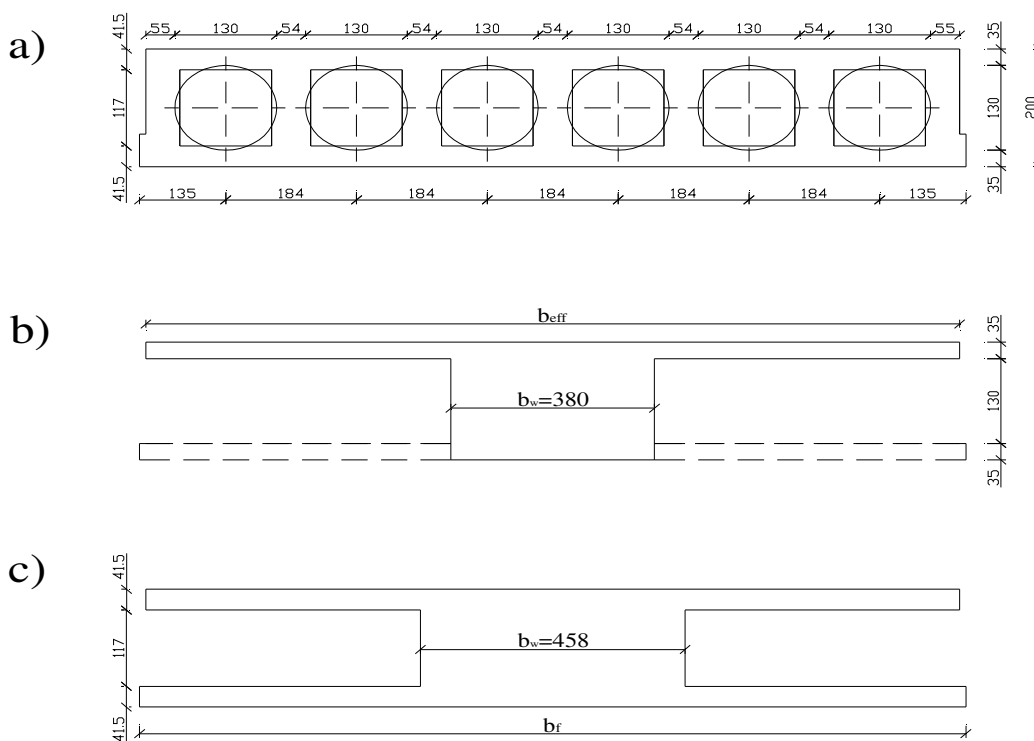
– didžiausia skersinė jėga

$$V_{Ed} = p_d \cdot l_{\text{eff}} / 2 = 13,96 \cdot 5,45 / 2 = 38,04 \text{ kN}.$$

Plokštės geometriniai skerspjūvio matmenys

Įtemptojo gelžbetonio kiurymėtosios perdangų plokštės skerspjūvio aukštis $h = l_{ef} / 30 = 5,45 / 30 = 0,182\text{m}$, imamas $h = 0,200\text{m}$.

Skerspjūvio naudingasis aukštis $d = h - a_1 = 0,20 - 0,035 = 0,165\text{m}$. Kiti plokštės skerspjūvio matmenys, imant 6 kiaurymes, kurių skersmuo $\varnothing_h = 0,130\text{m}$, bus tokie: viršutinė ir apatinės lentynų storis – $(0,20 - 0,13) / 2 = 0,035\text{m}$; briaunų plotis: $(1160 - 6 \cdot 130) / 7 = 54\text{mm} = 0,054\text{m}$.



2.1.4 pav. Kiaurymėtosios plokštės skerspjūviai: a – tikrasis; b – skaičiuotinis saugos ribiniams būviams; c – skaičiuotinis tinkamumo ribiniams būviams

Skaičiuotinis kiaurymėtųjų plokščių skerspjūvis yra dvitėjinis. Skaičiuotinio skerspjūvio aukštis h ir viršutinės bei apatinės lentynų pločiai yra tokie pat, kaip tikrojo skerspjūvio. Tačiau skaičiuojant plokštės stiprį (saugos ribiniai būviai – STR) rekomenduojama viršutinės lentynos skaičiuotinį aukštį h_{eff} imti lygų minimaliam viršutinės plokštės storiui virš kiaurymės, o dvitėjinio skerspjūvio briaunos plotį b_w – lygų visų vertikalių briaunų minimaliam storiui sumai. Be to, apatinės (tempiamos) lentynos įtakos skerspjūvio stipriui nepaisoma.

Atsižvelgiant į rekomendacijų reikalavimus (10.4 sk. [4]), plokštės normaliojo pjūvio stipriui apskaičiuoti imamas tėjinis skerspjūvis (1.4 pav. b), kurio $h = 0,200$ m, $h_{\text{eff}} = 0,035$ m, $b_{\text{eff}} = 1,160$ m, $b_w = b_{\text{eff}} - n_k \cdot \varnothing_h = 1,160 - 6 \cdot 0,13 = 0,38$ m.

Tikrinant plokštės atitikimą tinkamumo ribinių būvių sąlygoms, kiaurymės keičiamos stačiakampėmis taip, kad jų plotas ir inercijos momentas liktų nepakitę. Apskritos kiaurymės, kurių skersmuo \varnothing_h , pakeičiamos kvadratinėmis su kraštine $h_1 = 0,9 \cdot \varnothing_h$.

Plokštės su apskritomis kiaurymėmis atitikimas tinkamumo ribinių būvių sąlygoms skaičiuojamas imant tokius ekvivalentiško skerspjūvio matmenis: $h = 0,200$ m, $h_{\text{eff}} = (h - 0,9 \cdot \varnothing_h) / 2 = (0,200 - 0,9 \cdot 0,130) / 2 = 0,0415$, $b_{\text{eff}} = 1,160$ m, $b_w = b_{\text{eff}} - n \cdot 0,9 \cdot \varnothing_h = 1,160 - 6 \cdot 0,9 \cdot 0,130 = 0,458$ m.

Betono ir armatūros savybių rodikliai

Normaliojo C30/37 stiprio gniuždant klasės betono mechaninių savybių rodikliai ([4] 5lent.): $f_{\text{ck}} = 30$ MPa, $f_{\text{ctk},0,05} = 2,0$ MPa, $E_{\text{cm}} = 32$ GPa. Betono apspaudimo stipris $f_{\text{cp}} = 0,8 \cdot 30 = 24$ MPa. Skaičiuotiniai betono stipriai saugos ribiniams būviams:

– esant gniuždymui:

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

– tempimui:

$$f_{\text{ctd}} = \alpha \cdot \alpha_{\text{ct}} \cdot f_{\text{ctk},0,05} / \gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 2,0 / 1,5 = 1,2 \text{ MPa.}$$

Skaičiuotiniai betono stipriai tinkamumo ribiniams būviams:

– esant gniuždymui:

$$f_{\text{cd}} = \alpha \cdot \alpha_{\text{cc}} \cdot f_{\text{ck}} / \gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 30 / 1,0 = 27,0 \text{ MPa,}$$

– tempimui:

$$f_{\text{ctd}} = \alpha \cdot \alpha_{\text{ct}} \cdot f_{\text{ctk},0,05} / \gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 2,0 / 1,0 = 1,8 \text{ MPa.}$$

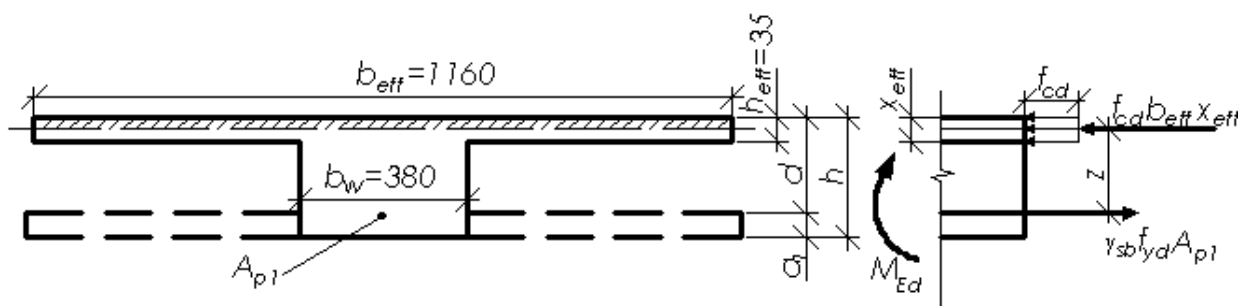
Iš anksto įtemptoji armatūra – A800 klasės strypai (3 lent. [5]), kurios mechaninių savybių rodikliai: charakteristinis stipris $f_{\text{pk}} = 785$ MPa, skaičiuotinis tempiamasis stipris $f_{\text{pd}} = 714$ MPa, gniuždomasis stipris $f_{\text{pdc}} = 400$ MPa, tamprumo modulis $E_{\text{sm}} = 2,05 \cdot 10^3$ MPa.

Viršutinės plokštės lentyna armuojama konstruktyviai suvirintu S500 klasės vielos tinklu. Plokštės briaunų ruožai atstumu $l_{\text{eff}} / 4 = 5,45 / 4 = 1,3625$ m nuo atramų armuojami plokščiais strypynais, suvirintais iš A400 klasės armatūros, kurios mechaninių savybių rodikliai: $f_{\text{yd}} = 355$

MPa, $f_{ywd} = f_{yd} \cdot \gamma_{s1} \cdot \gamma_{s2} = 355 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 256$ Mpa. Plokštės pakėlimo kilpų armatūra A240 klasės, kurios $f_{yd} = 214$ MPa.

Preliminarinis iš anksto įtemptos armatūros skaičiavimas

Iš anksto įtemptoji armatūra apskaičiuojama pagal 1.5 pav. pateiktą schemą. Ekvivalentiško skerspjūvio matmenys: $h = 0,20$ m, $d = 0,165$ m, $b_w = 0,38$ m, $h_{eff} = 0,035$ m, santykis $h_{eff} / h = 0,035 / 0,20 = 0,175 > 0,1$, todėl skaičiuotinis tęjinio skerspjūvio gniuždomosios lentynos plotis $b_{eff} = 1,16$ m (76.2 p. [4]).



2.1.5 pav. Plokštės normaliojo pjūvio stiprumo skaičiuotinė schema

Atsižvelgiant į reglamento [4] 139 p., pradiniai išankstiniai armatūros įtempiai imami: $\sigma_p = 0,7 \cdot f_{pk} = 0,7 \cdot 785 = 549,5$ MPa.

Tikrinama (12.1) sąlyga [4]: elektroterminio armatūros įtempimo atveju įtempių nuokrypis $p = 30 + 360 / 1 = 30 + 360 / 5,55 = 94,86$ MPa.

$\sigma_p + p = 549,5 + 94,86 = 644,72$ MPa $< f_{pk} = 785$ MPa – sąlyga įvykdyta.

Skaičiavimuose armatūros pradinio išankstinio įtempio reikšmės dauginamos iš armatūros įtempimo tikslumo koeficiento (143 p. [4]):

$$\gamma_{sp} = 1 \pm \Delta \gamma_{sp};$$

čia $\Delta \gamma_{sp}$ – dydis, kuris armatūrą įtemptiant elektroterminiu būdu nustatomas pagal [2] (12.6)

formulę, imant įtempiamų strypų skaičių $n_p = 7$,

$$\Delta \gamma_{sp} = 0,5 \frac{p}{\sigma_{sp}} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_p}} \right) = 0,5 \frac{94,86}{549,5} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{7}} \right) = 0,12 \geq 0,1.$$

Esant nepalankiai išankstinio įtempimo įtakai: $\gamma_{sp} = 1 + \Delta \gamma_{sp} = 1 + 0,12 = 1,12$; esant palankiai išankstinio įtempimo įtakai - $\gamma_{sp} = 1 - \Delta \gamma_{sp} = 1 - 0,12 = 0,88$.

Įvertinus įtempimo tikslumą, armatūros išankstiniai įtempiai $\sigma_p = 0,85 \cdot 549,5 = 478,07$ MPa.

Iš anksto įtemptosios armatūros kiekis apskaičiuojamas iš plokštės normalinio pjūvio, kuriame veikia didžiausias lenkimo momentas, stiprumo sąlygos; čia $M_{Ed} = 51,83$ kN·m.

Lenkiamo elemento gniuždomosios zonos ribinis santykinis aukštis apskaičiuojamas pagal reglamento [4] (8.14 ir 8.15) formules:

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{653,93}{500} \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,481;$$

$$\text{čia : } \omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18,0 = 0,706;$$

$f_{pk} = 785 > 400$ MPa, įtempiai $\sigma_{s,lim} = f_{pd} + 400 - \sigma_p - \Delta\sigma_p = 714 + 400 - 478,07 - 0 = 653,93$ MPa;

$$\Delta\sigma_p = 1500 \cdot \sigma_p / f_{pd} - 1200 = 1500 \cdot 478,07 / 714 - 1200 = -195,65 \text{ MPa} < 0, \text{ nes A800}$$

klasės strypų $f_{pk} = 785 > 600$ MPa ir įtempiami elektroterminiu būdu;

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

Laikant, kad neutralioji ašis yra tęjinio skerspjūvio lentynoje, t.y. $x_{eff} \leq h_{eff}$, koeficientas (iš $\sum M=0$):

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot d^2} = \frac{51,83 \cdot 10^3}{18,0 \cdot 10^6 \cdot 1,16 \cdot 0,165^2} = 0,0912;$$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{Ed}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0912} = 0,1 < \xi_{lim} = 0,481.$$

Kadangi $x_{eff} = \xi_{eff} \cdot d = 0,1 \cdot 0,165 = 0,0165 < h_{eff} < 0,035m$, prielaida teisinga.

Apskaičiuojant gelžbetonio plokštę, armuotą stipriąją armatūra ($f_{pk} = 785 > 550$ MPa), kai $\zeta_{eff} < \zeta_{lim}$, skaičiuotinis armatūros stipris f_{pd} dauginamas iš koeficiento γ_{s6} ((8.16) [4]):

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) \cdot \left(2 \cdot \frac{\xi_{eff}}{\xi_{lim}} - 1\right) = 1,15 - (1,15 - 1) \cdot \left(2 \cdot \frac{0,1}{0,481} - 1\right) = 1,24 > \eta = 1,15; \text{ imamas } \gamma_{s6} =$$

1,15.

$$\text{čia: } \eta = 1,15, \text{ nes } f_{pk} = 785 > 750 \text{ MPa.}$$

Įtemptosios tempiamosios armatūros skerspjūvio plotas apskaičiuojamas pagal formulę, gautą iš $\sum x = 0$, kai $A_{p2} = 0$, $b = b_{eff}$:

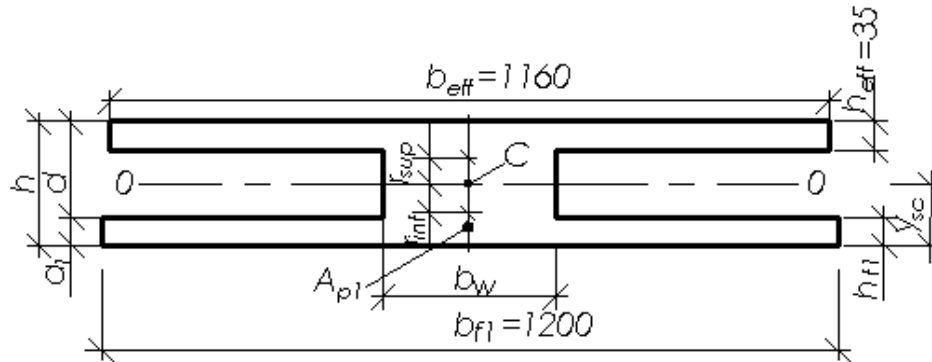
$$A_{p1} = \frac{f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot \xi_{eff} \cdot d}{f_{pd} \cdot \gamma_{s6}} = \frac{18,0 \cdot 1,16 \cdot 0,1 \cdot 0,165}{714 \cdot 1,15} = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 4,2 \text{ cm}^2.$$

Iš asortimento lentelės imama 7 Ø 9 A800 strypus, kurių $A_{p1} = 4,45 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 4,45 \text{ cm}^2$.

Skaičiuojame paklaidą: $\frac{4,2 \cdot 4,45}{4,45} \cdot 100\% = -5,6\%$. Paklaida nedidelė, armatūra parinkta teisingai.

Plokštės ekvivalentiško skerspjūvio geometriniai rodikliai

Plokštės ekvivalentiško skerspjūvio geometriniai rodikliai apskaičiuoti pagal 2.1.6 pav.



schema:

2.1.6 pav. Ekvivalentiškas plokštės skerspjūvis

Skerspjūvio plotas:

$$A_{eff} = b_w \cdot h + (b_{eff} - b_w)h_{eff} + (b_{f1} - b_w)h_{f1} + a_e A_{p1} = 0,458 \cdot 0,2 + (1,16 - 0,458) \cdot 0,0415 + (1,19 - 0,458) \cdot 0,0415 + 6,41 \cdot 4,45 \cdot 10^{-4} = 0,154 \text{ m}^2;$$

čia: a_e – armatūros ir betono tamprumo modulių santykis: $a_e = E_{sm} / E_{cm} = 205 \cdot 10^3 / 32 \cdot 10^3 = 6,41$

Skerspjūvio statinis momentas plokštės apatinio sluoksnio atžvilgiu:

$$S_{eff} = 0,5 \cdot b_w \cdot h^2 + (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} \cdot (h - 0,5h_{eff}) + 0,5 \cdot (b_{f1} - b_w) \cdot h_{f1}^2 + a_e \cdot A_{p1} \cdot a_1 = 0,5 \cdot 0,458 \cdot 0,2^2 + (1,16 - 0,458) \cdot 0,0415 \cdot (0,2 - 0,5 \cdot 0,0415) + 0,5 \cdot (1,19 - 0,458) \cdot 0,0415^2 + 6,41 \cdot 4,45 \cdot 10^{-4} \cdot 0,035 = 0,015 \text{ m}^3.$$

Ekvivalentiško skerspjūvio svorio centro atstumas nuo plokštės apatinio sluoksnio:

$$y_{sc} = \frac{S_{eff}}{A_{eff}} = \frac{0,015}{0,154} = 0,097 \text{ m}.$$

Ekvivalentiško skerspjūvio inercijos momentas 0 – 0 ašies atžvilgiu:

$$I_{eff} = \frac{b_w \cdot h^3}{12} + b_w \cdot h \cdot (0,5h - y_{sc})^2 + \frac{(b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff}^3}{12} + (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} \cdot (h - y_{sc} - 0,5h_{eff})^2 + \frac{(b_{f1} - b_w) \cdot h_{f1}^3}{12} + (b_{f1} - b_w) \cdot h_{f1} \cdot (y_{sc} - 0,5h_{f1})^2 + a_e \cdot A_{p1} \cdot (y_{sc} - a_1)^2 = \frac{0,458 \cdot 0,2^3}{12} + 0,458 \cdot 0,2 \cdot (0,5 \cdot 0,2 - 0,097)^2 + \frac{(1,16 - 0,458) \cdot 0,0415^3}{12} + (1,16 - 0,458) \cdot 0,0415 \cdot (0,2 - 0,097 - 0,5 \cdot 0,0415)^2 + \frac{(1,19 - 0,458) \cdot 0,0415^3}{12} + (1,19 - 0,458) \cdot 0,0415 \cdot (0,097 - 0,5 \cdot 0,0415)^2 + 6,41 \cdot 4,45 \cdot 10^{-4} \cdot (0,097 - 0,035)^2 = 0,0007 \text{ m}^4.$$

Skerspjūvio atsparumo momentas plokštės apatinio sluoksnio atžvilgiu:

$$W_{eff1} = I_{eff} / y_{sc} = 0,0007 / 0,097 = 0,007 \text{ m}^3.$$

Skerspjūvio atsaprumo momentas plokštės viršutinio sluoksnio atžvilgiu:

$$W_{eff2} = I_{eff} / (h - y_{sc}) = 0,0007 / (0,2 - 0,097) = 0,0068 \text{ m}^3.$$

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

$$W_{pl1} = \gamma \cdot W_{eff1} = 1,5 \cdot 0,0072 = 0,0108 \text{ m}^3, \text{čia: } \gamma = 1,5.$$

Tas pats viršutinio krašto atžvilgiu:

$$W_{pl2} = \gamma \cdot W_{eff2} = 1,5 \cdot 0,0068 = 0,0102 \text{ m}^3.$$

Plokštės armatūros išankstinių įtempių nuostoliai

Išankstinių armatūros įtempių nuostolių dydžiai nustatomi pagal XII sk. [4] nuostatas. Įtempiant armatūrą į atsparas, būtina įvertinti: pirmuosius nuostolius, atsirandančius dėl inkarų deformacijos, temperatūrų skirtumo, klojinių deformavimosi (įtempiant į klojinius-atsparas), dėl greitai pasireiškiančio betono valkšnumo; antruosius nuostolius – dėl betono susitraukimo ir valkšnumo.

Apskaičiuojant armatūros išankstinių įtempių nuostolius, imamas armatūros įtempimo tikslumo koeficientas $\gamma_p = 1,0$. Tuomet pradinio išankstinio įtempio reikšmė $\sigma_p = \gamma_p \cdot \sigma_p = 1,0 \cdot 550 = 550 \text{ MPa}$.

Armatūros atstumas nuo ekvivalentiško skerspjūvio svorio centro: $y_{pl} = y_{sc} - a_1 = 0,097 - 0,035 = 0,062 \text{ m}$.

Pirmieji įtempių nuostoliai apskaičiuojami, naudojantis 9 lentelės 1...6 p. [4]:

- armatūros strypų $\emptyset 10 \text{ A800}$ išankstinių įtempių nuostoliai dėl relaksacijos, įtempiant elektroterminiu būdu: $\Delta\sigma_{pr} = 0,03 \cdot \sigma_p = 0,03 \cdot 550 = 16,5 \text{ MPa}$.
- įtempių nuostoliai dėl temperatūrų atramos ir betone skirtumo, kai $\Delta t = 60^\circ\text{C}$ ir betonas C30/37 klasės, $\Delta\sigma_T = 1,25 \cdot \Delta t = 1,25 \cdot 60 = 75 \text{ MPa}$.

- įtempių nuostoliai dėl inkarų deformacijos, $\Delta\sigma_l = 0$;
- įtempių nuostoliai dėl klojinių deformacijos, $\Delta\sigma_f = 0$, nes armatūra įtempta elektrotermiškai.

Tokiu būdu betono apspaudimo jėga po pirmųjų armatūros įtempių nuostolių iki ją atleidžiant iš atsparų bus:

$$P_{m,0} = A_{p1}(\sigma_p - \Delta\sigma_{pr} - \Delta\sigma_T - \Delta\sigma_l - \Delta\sigma_f) = 4,45 \cdot 10^{-4} \cdot (550 - 16,5 - 75 - 0 - 0) = 0,204 \text{ MN}.$$

Laikant, kad jėgos $P_{m,0}$ pridėties taškas sutampa su armatūros A_{p1} svorio centru, jos ekscentricitetas:

$$e_p = (A_{p1} \cdot y_{p1}) / A_{p1} = 4,45 \cdot 10^{-4} \cdot 0,062 / 4,45 \cdot 10^{-4} = y_{p1} = 0,062 \text{ m}.$$

Didžiausi gniuždymo įtempiai betone nuo jėgos $P_{m,0}$, nepaisant plokštės sąvojo svorio:

$$\begin{aligned} \sigma_{cp0} &= \frac{P_{m,0}}{A_{eff}} + \frac{P_{m,0} \cdot e_p \cdot y_{sc}}{I_{eff}} = \frac{0,204}{0,154} + \frac{0,204 \cdot 0,062 \cdot 0,097}{0,0007} = 3,08 \text{ MPa} < 0,6 \cdot f_{cp} = \\ &= 0,6 \cdot 24 = 14,4 \text{ MPa}. \end{aligned}$$

Įtempių nuostoliai dėl greitai pasireiškiančio betono valkšnumo apskaičiuojami pagal 9 lent. 6p. [4]. Dėl to reikia apskaičiuoti įtempius betone nuo apspaudimo jėgos ir plokštės sąvojo svorio sukkelto lenkimo momento:

$$M_{s,s} = \frac{g_{ds} \cdot l^2}{8} = \frac{0,00538 \cdot 5,0^2}{8} = 0,0168 \text{ MNm};$$

čia: $l = 5,0\text{m}$ – atstumas tarp atramų plokštę sandelijuojant.

Įtempiai betone ties iš anksto įtemptą armatūrą, t.y. atstumu $y_{p1} = 0,097\text{m}$:

$$\sigma_{cp1} = \frac{P_{m,0}}{A_{eff}} + \frac{P_{m,0} \cdot e_p \cdot y_{p1}}{I_{eff}} - \frac{M_{s,s} \cdot y_{p1}}{I_{eff}} = \frac{0,204}{0,154} + \frac{0,204 \cdot 0,062 \cdot 0,062}{0,0007} - \frac{0,0168 \cdot 0,062}{0,0007} = 0,96 \text{ MPa}.$$

Kadangi koeficientas $\alpha = 0,25 + 0,025 \cdot f_{cp} = 0,25 + 0,025 \cdot 24 = 0,85 > \sigma_{cp1} / f_{cp} = 0,96 / 24 = 0,04$, tai

šie armatūros įtempių nuostoliai skaičiuojami pagal formulę:

$$\Delta\sigma_{pc1} = 0,85 \cdot 40 \cdot \sigma_{cp1} / f_{cp} = 0,85 \cdot 40 \cdot 0,96 / 24 = 1,36 \text{ MPa}.$$

Pirmieji išankstinių įtempių nuostoliai:

$$\Sigma\Delta\sigma_{p1} = \Delta\sigma_{pr} + \Delta\sigma_T + \Delta\sigma_l + \Delta\sigma_f + \Delta\sigma_{pc1} = 16,5 + 75 + 0 + 0 + 1,36 = 92,86 \text{ MPa}.$$

Betono apspaudimo jėga, atmetus pirmuosius armatūros išankstinių įtempių nuostolius:

$$P_{m,1} = A_{p1}(\sigma_p - \Sigma\Delta\sigma_{p1}) = 4,45 \cdot 10^{-4} \cdot (550 - 92,86) = 0,203 \text{ MN}.$$

Antrieji įtempių nuostoliai apskaičiuojami pagal 9 lent. 8 – 9p. [4].

Nuostoliai dėl betono susitraukimo, kai gaminyš šutinamas esant atmosferos slėgiui (C30/37 klasės betonas): $\Delta\sigma_{ps} = 40 \text{ MPa}$.

Apskaičiuojant armatūros įtempių nuostolius dėl betono valkšnumo, reikia žinoti betono įtempius ties A_{p1} armatūra, atmetus visus pirmuosius įtempių nuostolius, t.y. apskaičiuojamus pagal apspaudimo jėgą $P_{m,1} = 0,203 \text{ MPa}$.

$$\sigma_{cp,1} = P_{m,1} / A_{\text{eff}} + P_{m,1} \cdot e_p \cdot y_{p1} / I_{\text{eff}} - M_{s,s} \cdot y_{p1} / I_{\text{eff}} = 0,203 / 0,154 + 0,203 \cdot 0,062 \cdot 0,062 / 0,0007 - 0,0168 \cdot 0,062 / 0,0007 = 0,94 \text{ MPa}.$$

Kadangi $\sigma_{cp,1} / f_{cp} = 0,94 / 24 = 0,0392 < 0,75$, tai armatūros išankstinių įtempių nuostoliai dėl betono valkšnumo (9 lent. 9 p. [5]):

Armatūros išankstinių įtempių nuostoliai dėl betono valkšnumo (9 lent. 9 p. [4]):

$$\Delta \sigma_{pc2} = 0,85 \cdot 150 \cdot \sigma_{cp1} / f_{cp} = 0,85 \cdot 150 \cdot 0,94 / 24 = 4,99 \text{ MPa}.$$

Visi (suminiai) armatūros išankstinių įtempių nuostoliai:

$$\Delta \Sigma \sigma_{p,com1} = \Delta \sigma_{pr} + \Delta \sigma_T + \Delta \sigma_l + \Delta \sigma_f + \Delta \sigma_{pc1} + \Delta \sigma_{ps} + \Delta \sigma_{pc2} = 16,5 + 75 + 0 + 0 + 0,94 + 40 + 4,99 = 97,43 \text{ MPa}$$

Apspaudimo jėga, atmetus visus armatūros išankstinio įtempimo nuostolius,

$$P_{m\infty} = A_{p1} (\sigma_p - \Delta \sigma_{p,com1}) = 4,45 \cdot 10^{-4} \cdot (550 - 97,43) = 0,201 \text{ MN}.$$

Šios jėgos ekscentricitetas:

$$e_{pc} = \frac{A_{p1} (\sigma_p - \Delta \sigma_{p,com1}) y_{p1}}{P_{m\infty}} = \frac{4,45 \cdot 10^{-4} \cdot (550 - 97,43) \cdot 0,062}{0,201} = 0,062 \text{ m}.$$

Plokštės normaliojo pjūvio stiprumo įvertinimas

Ribinis gniuždomasis zonos santykinis aukštis:

$$\xi_{\text{lim}} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,\text{lim}}}{\sigma_{sc,\text{lim}}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{661,43}{500} \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,479;$$

čia: $\sigma_{sc,\text{lim}} = 500 \text{ MPa}$, kadangi betonas sunkusis.

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

$$\sigma_{s,\text{lim}} = f_{pd} + 400 - (\sigma_p - \Delta \sigma_{p,com1}) - \Delta \sigma_p = 714 + 400 - (550 - 97,43) - 0 = 661,43 \text{ MPa};$$

$$\Delta \sigma_p = 1500 (\sigma_p - \Delta \sigma_{p,com1}) / f_{pd} - 1200 = 1500 \cdot (550 - 97,43) / 714 - 1200 = -249,22 \text{ MPa} < 0;$$

imama $\Delta \sigma_p = 0$.

Armatūros darbo sąlygų koeficientas:

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) \left(2 \frac{\xi_{\text{eff}}}{\xi_{\text{lim}}} - 1\right) = 1,15 - (1,15 - 1) \cdot \left(2 \frac{0,1}{0,479} - 1\right) = 1,24 > \eta = 1,15;$$

čia: skerspjūvio gniuždomosios zonos santykinis aukštis $\xi_{\text{eff}} = 0,01 < \xi_{\text{lim}} = 0,479$.

Gniuždomosios zonos aukštis iš $\sum x = 0$:

$$x_{eff} = \frac{\gamma_{s6} \cdot f_{pd} \cdot A_{p1}}{b_{eff} \cdot f_{cd}} = \frac{1,15 \cdot 714 \cdot 4,45 \cdot 10^{-4}}{1,16 \cdot 18} = 0,017 \text{ m} < h_{eff} = 0,035 \text{ m};$$

$$\zeta_{eff} = 0,017 / 0,165 = 0,1 < \zeta_{lim} = 0,479.$$

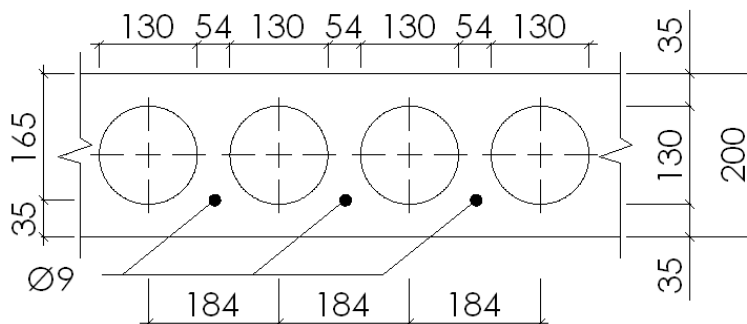
Plokštės normalinio pjūvio stipris iš $\sum M = 0$:

$$M_{Rd} = \gamma_{s6} \cdot f_{pd} \cdot A_{p1} (d - 0,5x_{eff}) = 1,15 \cdot 714 \cdot 4,45 \cdot 10^{-4} \cdot (0,165 - 0,5 \cdot 0,017) = 0,057 \text{ MNm} > M_{Ed} = 0,05183 \text{ MNm}.$$

$$\Delta M = \frac{M_{Rd} - M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100\% = \frac{0,057 - 0,05183}{0,057} \cdot 100\% = 7,4\%$$

Išvada: Plokštės normalinio pjūvio stipris yra pakankamas.

Plokštės įstrižųjų pjūvių stiprumo skersinių jėgų atžvilgiu skaičiavimas



2.1.7 pav. Plokštės skerspjūvio fragmentas įstrižųjų pjūvių stipriui skaičiuoti

Betonas normalusis C30/37 klasės: $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, $f_{cd} = 18 \text{ MPa}$, $f_{ctk,0,05} = 2,0 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,2 \text{ MPa}$.

Skaičiuojant įstrižųjų pjūvių stiprumą skersinių jėgų atžvilgiu, naudotasi reglamentu [4] ir jo 3 priedu [5].

Skaičiavimas atliekamas plokštės skerspjūvio pločiui $b_{eff} = 0,18 \text{ m}$ (atstumas tarp kiaurymių centrų) ir $b_w = 0,38 \text{ m}$; $d = 0,165 \text{ m}$. Jo skaičiuotinė schema parodyta 1.7 pav.

Elementų atsparumas skersinių jėgų atžvilgiu tikrinamas pagal formulę:

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

čia: V_{Ed} – skaičiuotinė poveikių sukelta skersinė jėga;

V_{Rd} – skaičiuotinis elemento atsparumas skersinių jėgų atžvilgiu.

$$V_{Rd} = V_{Rd,c} + V_{Rd,sw}.$$

Tikrinsime ar betonai atlaiko visą skersinę jėgą:

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,sw} = \frac{V_{Ed}}{2} = \frac{38,04}{2} = 19,02 \text{ kN};$$

čia: $V_{Rd,c}$ – skersinė jėga kurią atlaiko betonas; $V_{Rd,sw}$ – skersinė jėga kurią atlaiko armatūra.

Skersinė jėga, kurią atlaiko betonas, apskaičiuojama pagal formulę:

$$V_{Rd,c} = \frac{M_{c2}}{c_0};$$

čia: c_0 – pavojingiausiojo įstrižojo pjūvio projekcija į elemento išilginę ašį.

$M_c = \varphi_{c2} \cdot M_c$; $\varphi_{c2} = 2$, koeficientas randamas 15 lentelėje [2].

$$M_c = (1 + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d^2 = (1 + 0,27) \cdot 1,2 \cdot 0,38 \cdot 0,165^2 = 0,014 \text{ MNm}.$$

$$\varphi_n = \frac{0,1 \cdot P_m}{f_{ctd} \cdot b_w \cdot d} = \frac{0,1 \cdot 0,201}{1,2 \cdot 0,38 \cdot 0,165} = 0,27;$$

$$M_{c2} = \varphi_{c2} \cdot M_c = 2 \cdot 0,014 = 0,028 \text{ MNm}.$$

Įstrižojo pjūvio projekcijos ilgis:

$$c_0 = \frac{M_{c2}}{V_{Rd,c}} = \frac{0,028}{0,01902} = 1,47 \text{ m};$$

Turi būti išlaikyta sąlyga: $d \leq c_0 \leq 2d$; $0,165 \leq c_0 \leq 0,33$; $c_0 = c = 0,33$.

Skaičiuojame skersinę jėgą, kurią gali atlaikyti betonas:

$$V_{Rd,c} = \frac{M_{c2}}{c} = \frac{0,028}{0,33} = 0,085 \text{ MN} = 85 \text{ kN};$$

$$V_{Rd,c} = 85 \text{ kN} > V_{\max} = 38,04 \text{ kN}.$$

$$\Delta = \frac{V_{Rd,c} - V_{\max}}{V_{Rd,c}} \cdot 100\% = \frac{0,085 - 0,03804}{0,085} \cdot 100\% = 55,24 \%$$

Išvada: kadangi $V_{Rd,c} > V_{Ed}$, tai skersinės armatūros skaičiuoti nereikia, ji parenkama pagal konstrukcinius reikalavimus, kurie nurodyti 252 p. [2].

PLOKŠTĖS GAMYBOS, TRANSPORTAVIMO IR MONTAVIMO SITUACIJOS RIBINIŲ BŪVIŲ SKAIČIAVIMAS

Tikrinami trumpalaikės situacijos plokštės saugos ir tinkamumo ribiniai būviai.

Plokštei pakelti (išimant iš klojinių, montuojant ir pan.) gamybos metu idedamos pakėlimo kilpos, atstumu $l_c = 0,5 \text{ m}$ nuo jos galų.

Viršutinio krašto pleišėtumas apspaudžiant

Apskaičiuojamas plokštės savojo svorio sukeltas lenkimo momentas, armatūrą atleidžiant nuo atsparų (nepaisant dinamiškumo koeficiento):

$$M_{Egd} = g_{s.s} l_k^2 / 8 = 3,32 \cdot 1,2 \cdot 5,45^2 / 8 = 14,79 \text{ kNm} = 0,01479 \text{ MNm}.$$

Plokštės apspaudimo jėga atmetus pirmuosius armatūros įtempių nuostolius, kai $\gamma_{sp} = 1,1$:

$$P_{d,sup} = \gamma_{sp} \cdot P_{m1} = 1,1 \cdot 0,203 = 0,2233 \text{ MN}.$$

Skerspjūvio atsparumo momentai apatinio ir viršutinio krašto atžvilgiu: $W_{eff1} = 0,0072 \text{ m}^3$; $W_{eff2} = 0,0068 \text{ m}^3$.

Didžiausi betono gniuždymo įtempiai apspaudžiant plokštę:

$$\sigma_{c,max} = \frac{P_{d,sup}}{A_{eff}} + \frac{(P_{d,sup} \cdot e_{p1} - M_{Egd})}{W_{eff1}} = \frac{0,2233}{0,154} + \frac{(0,2233 \cdot 0,062 - 0,01479)}{0,0072} = 1,32 \text{ MPa}$$

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{c,max}}{f_{cp}} = 1,6 - \frac{1,32}{24} = 1,534 > 1,0; \text{ imama } \varphi = 1,0 > 0,7 \text{ (164p. [4])}.$$

Atstumas nuo skerspjūvio branduolio centro iki jo viršūnės, labiausiai nutolusios nuo tempiamojo krašto:

$$r_{inf} = \frac{\varphi \cdot W_{eff2}}{A_{eff}} = \frac{1,0 \cdot 0,0068}{0,154} = 0,044 \text{ m}.$$

Iš 6 priedo arba 1 lent. [6], kai $b_{eff} / b_w = 1,16 / 0,458 = 2,53 < 6$, koeficientas $\gamma = 1,50$.

$$W_{pl2} = \gamma \cdot W_{eff2} = 1,5 \cdot 0,0068 = 0,0102 \text{ m}^3.$$

Tikrinama [5] (2.26) sąlyga, imant $M_r = M_{egd} = 0,01479 \text{ MNm}$, $P_{d,sup} = 0,2233 \text{ MN}$;

$$P_{d,sup}(e_{p1} - r_{inf}) + M_{Egd} = 0,2233 \cdot (0,062 - 0,044) + 0,01479 = 0,01881 \text{ MN} <$$

$$< f_{ctk} \cdot W_{pl2} = 2,0 \cdot 0,0102 = 0,0204 \text{ MN}.$$

$$\Delta = \frac{0,0204 - 0,01881}{0,0204} \cdot 100\% = 7,8 \%$$

Pleišėtumas transportuojant ir montuojant

Skaičiuojama pagal schemą 2.8 pav. Lenkimo momentas gembėje, t.y. atstumu $l_c = 0,5 \text{ m}$ nuo plokštės galo (nepaisant dinamiškumo koeficiento):

$$M_{Egd} = g_{s.s} \cdot l_c^2 / 2 = 3,32 \cdot 1,2 \cdot 0,5^2 / 2 = 0,498 \text{ kNm}.$$

Didžiausi betono įtempiai:

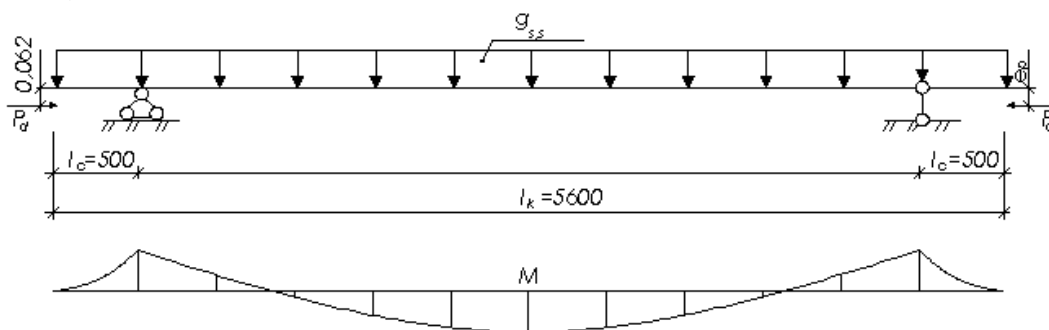
$$\sigma_{c,max} = \frac{P_{d,sup}}{A_{eff}} + \frac{(P_{d,sup} \cdot e_{p1} - M_{Egd})}{W_{eff1}} = \frac{0,2233}{0,154} + \frac{(0,2233 \cdot 0,097 - 0,000498)}{0,0072} = 5,84 \text{ MPa}.$$

$$\varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{c,\max}}{f_{cp}} = 1,6 - \frac{5,84}{24} = 1,36 > 1,0; \text{ imama } \varphi = 1,0 > 0,7 \text{ (164p. [4]), } r_{\text{inf}} = 0,088$$

Tikrinama sąlyga:

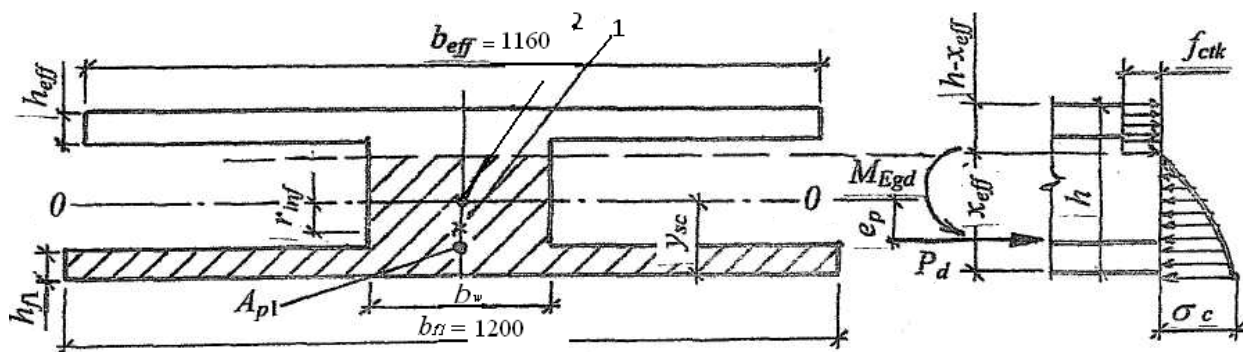
$$P_{d,\text{sup}}(e_{p1} - r_{\text{inf}}) + M_{Egd} = 0,2233 \cdot (0,097 - 0,044) + 0,000498 = 0,0123 < f_{ctk} \cdot W_{pl2} = 2,0 \cdot 0,0102 = 0,0204 \text{ MN.}$$

$$\Delta = \frac{0,0204 - 0,0123}{0,0204} \cdot 100\% = 39,7 \%$$



2.1.8 pav. Plokštės skaičiuotinė schema gamybos situacijoje (transportuojant ir montuojant)

Išvada. Plyšiai viršutinėje plokštės zonoje gamybos metu neatsiras.



2.1.9 pav. Įrašų schema ir įtempių diagrama elemento skerspjūvyje, apskaičiuojant normalinių plyšių atsiradimą gamybos metu: 1 – branduolio viršūnė; 2 - ekvivalentiško skerspjūvio svorio centras

Plokštės stiprumas gamybos situacijos metu

Plokštės normalinio pjūvio stiprumas skaičiuojamas kaip ekscentriškai gniuždomo elemento (2.1.10 pav.) Laikoma, kad skaičiuotinis plokštės savojo svorio poveikis bus didžiausias ją transportuojant, kai dinamiškumo koeficientas $\gamma_d = 1,6$:

$$g_{s.sd} = g_{s.s} \cdot \gamma_d = 3,32 \cdot 1,2 \cdot 1,6 = 6,37 \text{ kN/m.}$$

Lenkimo momentas gembėje:

$$M_{Egd} = g_{s.sd} \cdot l_c^2 / 2 = 6,37 \cdot 0,5^2 / 2 = 0,8 \text{ kNm.}$$

Apspaudimo jėga, veikianti plokštę kaip išorinis poveikis, irimo stadijoje iki naudojimo (gamybos situacijose), įvertinant $\sigma_{sc,lim} = 330 \text{ MPa}$ (72p. [4]):

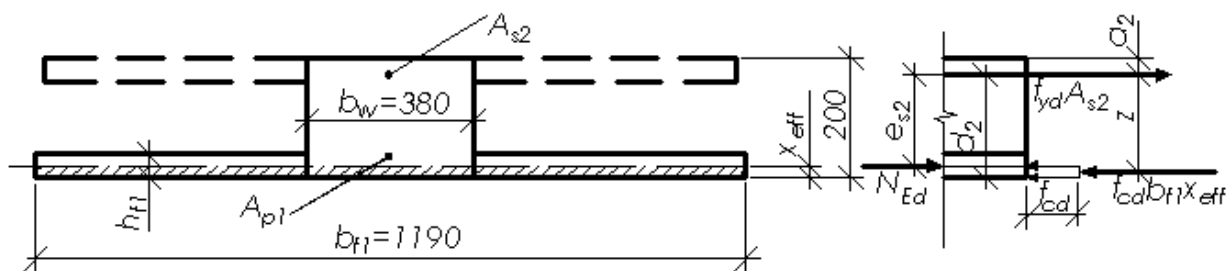
$$N_{con} = N_{Ed} = (\gamma_{sp} (\sigma_p - \Sigma \Delta \sigma_{p1}) - 330) \cdot A_{p1} = (1,1 \cdot (550 - 92,86) - 330) \cdot 4,45 \cdot 10^{-4} = 0,078 \text{ MN.}$$

Jėgos N_{Ed} atstumas nuo viršutinės neįtemptosios armatūros A_{s2} skerspjūvio svorio centro:

$$e_{s2} = d_2 - a_1 + \frac{M_{Egd}}{N_{Ed}} = 0,165 - 0,035 + \frac{0,0008}{0,078} = 0,14 \text{ m,}$$

$$\text{čia } d_2 = h - a_2 = 0,2 - 0,035 = 0,165 \text{ m.}$$

Betono gniuždomasis stipris apspaudimo metu $f_{cp} = 24 \text{ MPa}$.



2.1.10 pav. Plokštės stiprumo transportuojant skaičiuotinė schema. Apspaudimo jėga, veikianti plokštę kaip išorinis poveikis, irimo stadijoje iki naudojimo.

Skaičiuojant normalinio pjūvio stiprį pagal schemą 2.1.10 pav., įvertinama tokia išilginė armatūra: iš anksto įtemptoji A_{p1} ($7 \text{ } \emptyset 9 \text{ A800}$), neįtemptoji A_{s2} , kurią sudaro plokštės atraminių ruožų ($l_{eff} / 4$) strypynų horizontalieji armatūros strypai $4 \text{ } \emptyset 8 \text{ A400}$ ($A_s = 2,01 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$) ir viršutinės lentynos tinklo išilginė armatūra $8 \text{ } \emptyset 3 \text{ S500}$ ($A_s = 0,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$). Nepaisant minėto tinklo išilginės armatūros, lieka $A_{s2} = 2,01 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$.

Gniuždomosios zonos aukštis x_{eff} nustatomas iš skaičiuotiname skerspjūvyje veikiančių įrašų pusiausvyros lygties $\Sigma N_x = 0$:

$$N_{Ed} + f_{yd} \cdot A_{s2} \cdot f_{cpd} \cdot x_{eff} \cdot b_{f1} - \sigma_{sc} \cdot A_{p1} = 0; \text{ čia } f_{cpd} = 0,8 \cdot f_{cd} = 0,8 \cdot 18 = 14,4 > 11 \text{ MPa. (37p. [4]);}$$

Priimama, kad $f_{cpd} = 14,4 \text{ MPa}$.

$$\sigma_{sc} = \sigma_{sc,lim} - \gamma_{sp} (\sigma_p - \Sigma \Delta \sigma_{p1}) = 500 - 1,1 \cdot (550 - 92,86) \cong 0;$$

Laikant, kad $x_{eff} \leq h_{f1}$, turima:

$$x_{eff} = \frac{(N_{Ed} + f_{yd} A_{s2} - \sigma_{sc} A_{p1})}{f_{cpd} b_{f1}} = \frac{(0,078 + 355 \cdot 2,01 \cdot 10^{-4} - 0 \cdot 4,45 \cdot 10^{-4})}{14,4 \cdot 1,19} = 0,0087 \text{ m} < h_{f1} = 0,0415 \text{ m}$$

Vadinasi, prielaida teisinga.

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis, imant $\sigma_{sc,lim} = 330$ MPa.

(72p. [4]):

$$\xi_{lim} = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \cdot 1 - \frac{w}{1,1}} = \frac{0,735}{1 + \frac{355}{330} \cdot 1 - \frac{0,735}{1,1}} = 0,522;$$

čia $w = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cpd} = 0,85 - 0,008 \cdot 14,4 = 0,735$; $\sigma_{s,lim} = f_{yd} = 355$ MPa.

Tikrinama stiprumo sąlyga:

$$M_{Ed} = N_{Ed} \cdot e_{s2} \leq M_{Rd} = f_{cpd} \cdot b_{f1} \cdot x_{eff} \cdot (d_2 - 0,5x_{eff}) + \sigma_{sc} \cdot A_{p1} \cdot (d_2 - a_1).$$

$$M_{Ed} = 0,078 \cdot 0,14 = 0,0109 < M_{Rd} = 14,4 \cdot 1,19 \cdot 0,0087 \cdot (0,165 - 0,5 \cdot 0,0087) + 0 \cdot 4,45 \cdot 10^{-4} (0,165 - 0,035) = 0,024 \text{ MNm}.$$

$$\Delta = \frac{M_{Rd} - M_{Ed}}{M_{Rd}} \cdot 100\% = \frac{0,024 - 0,0109}{0,024} \cdot 100\% = 54,5\%$$

Išvados:

1. Plokštės stiprumas transporuojant (ir montuojant, nes $\gamma_d = 1,4 < 1,6$) yra pakankamas.
2. Perdangų plokštė atitinka trumpalaikės situacijos saugos ir tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.

PLOKŠTĖS NAUDOJIMO SITUACIJOS TINKAMUMO RIBINIŲ BŪVIŲ

SKAIČIAVIMAS

Normalinių plyšių atsiradimas

Plokštę veikiančių apkrovų poveikių charakteristinės ir skaičiuotinės (tinkamumo ribiniam būviui) reikšmės nustatomos pagal skaičiuotinę schemą, pateiktą 2.3 pav.:

– plokštės savojo svorio charakteristinės apkrovos poveikis:

$$g_{d1} = g_{k1} = 3,32 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 3,98 \text{ kN/m};$$

– nuolatinės apkrovos (su grindų konstrukcijos svoriu):

$$g_d = g_k = 4,62 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 5,4 \text{ kN/m};$$

– naudojimo apkrovos poveikis:

$$q_d = q_k = 5,5 \cdot 1 \cdot 1,2 = 6,6 \text{ kN/m};$$

– naudojimo apkrovos tariamai nuolatinės dalies poveikis:

$$q_{d,lt} = q_{k,lt} = \Psi_2 \cdot 5,5 \cdot 1,2 = 0,6 \cdot 5,5 \cdot 1,2 = 3,96 \text{ kN/m};$$

čia $\Psi_2 = 0,6$.

Visos apkrovos poveikis:

$$p_d = p_k = g_k + q_k = 5,54 + 6,6 = 12,14 \text{ kN/m.}$$

Nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovų poveikiai:

$$p_{gd} = p_{gk} = g_k + q_{k,lt} = 5,54 + 3,96 = 9,5 \text{ kN/m.}$$

Plokštės įrašos (poveikių efektai):

– lenkimo momentai:

$$M_{Ed} = p_d \cdot l_{eff}^2 / 8 = 12,14 \cdot 5,45^2 / 8 = 45,07 \text{ kN}\cdot\text{m;}$$

$$M_{Egd} = p_{gd} \cdot l_{eff}^2 / 8 = 9,5 \cdot 5,45^2 / 8 = 35,27 \text{ kN}\cdot\text{m;}$$

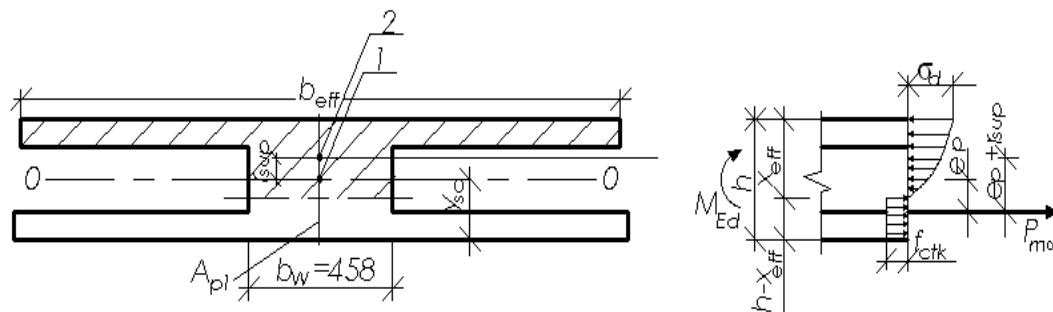
$$M_{Egdl} = g_{dl} \cdot l_{eff}^2 / 8 = 3,98 \cdot 5,45^2 / 8 = 14,78 \text{ kN}\cdot\text{m;}$$

– skersinės jėgos:

$$V_{Ed} = p_d \cdot l_{eff} / 2 = 12,14 \cdot 5,45 / 2 = 33,08 \text{ kN;}$$

$$V_{Egd} = p_{gd} \cdot l_{eff} / 2 = 9,5 \cdot 5,45 / 2 = 25,89 \text{ kN.}$$

Įtempių būvis normalinių plyšių susidarymo momentu parodytas 2.11 pav.



2.1.11 pav. Įtempių būvis skaičiuojant plokštę normalinių plyšių atsiradimui naudojimo metu: 1 – ekvivalentiško skerspjūvio svorio centras; 2 – skerspjūvio branduolio taškas

Skaičiavime, atliktame 1.3 sk., nustatyta, kad plokštės viršuje gamybos metu plyšių neatsiras. Todėl koeficientas $\lambda = 0$ (164 p. (14.14) formulė [4]). Anksčiau nustatyta: armatūros išankstiniai įtempiai, įvertinus visus jų nuostolius:

$$\sigma_{pm} = \sigma_p - \Delta\sigma_{p,com} = 550 - 97,43 = 452,57 \text{ MPa.}$$

Vidutinė betono apspaudimo jėga, įvertinus visus įtempių nuostolius:

$$P_{m\infty} = \sigma_{pm} \cdot A_{p1} = 452,57 \cdot 4,45 \cdot 10^{-4} = 0,201 \text{ MN.}$$

Betono apspaudimo jėga tinkamumo ribiniam būviui:

$$P_{d,sup} = \gamma_{sp} \cdot P_{m\infty} = 1,12 \cdot 0,201 = 0,225 \text{ MN;}$$

$$P_{d,inf} = \gamma_{sp} \cdot P_{m\infty} = 0,88 \cdot 0,201 = 0,177 \text{ MN.}$$

Didžiausi gniuždomojo betono įtempiai dėl bendro išorinės apkrovos ir išankstinio apspaudimo poveikio:

$$\sigma_{c,max} = P_{d,inf} / A_{eff} - P_{d,inf} \cdot e_p \cdot (h - y_{sc}) / I_{eff} +$$

$$+ M_{Ed} \cdot (h - y_{sc}) / I_{eff} = 0,177 / 0,154 - 0,177 \cdot 0,097 \cdot (0,2 - 0,097) / 0,0007 + 45,07 \cdot 10^{-3} \cdot (0,2 - 0,097) / 0,0007 = 9,38 \text{ MPa};$$

$$\text{čia } A_{eff} = 0,154 \text{ m}^2, e_p = 0,097 \text{ m}, y_{sc} = 0,097 \text{ m}, I_{eff} = 0,0007 \text{ m}^4.$$

$$\text{Koeficientas } \varphi = 1,6 - \sigma_{c,max} / f_{ck} = 1,6 - 9,38 / 30 = 1,29 > 1,0;$$

imama $\varphi = 1,0 > 0,7$ (164 p.[4]).

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

$$r_{sup} = \varphi \cdot W_{eff1} / A_{eff} = 1,0 \cdot 0,0072 / 0,154 = 0,047 \text{ m}.$$

$$M_{cr} = f_{ctk} \cdot W_{pl1} + P_{d,inf} \cdot (e_p + r_{sup}) = 2 \cdot 0,0102 + 0,177 \cdot (0,062 + 0,047) = 0,0396 < M_{Ed} = 0,04507 \text{ MNm}.$$

$$\Delta = \frac{M_{Ed} - M_{cr}}{M_{Ed}} \cdot 100\% = \frac{0,04507 - 0,0396}{0,04507} \cdot 100\% = 12,14\%$$

Išvada. Naudojimo situacijos metu plokštės apačioje atsiras statmenieji (normaliniai) plyšiai.

Normalinių plyšių atsivėrimo skaičiavimas

Skaičiuotinė įtempimų būvio schema parodyta 1.12 paveiksle. Bendroju atveju normalinių plyšių atsivėrimo plotis w_k (mm) apskaičiuojamas pagal [4] (14. 22) formulę:

$$w_k = \delta \cdot \varphi_1 \cdot \eta \cdot (\sigma_s / E_s) \cdot 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot \rho_1) \cdot \sqrt[3]{\sigma};$$

čia $\delta = 1,0$, skaičiuojant lenkiamą momentą, pvz., plokštę; η – koeficientas; $\eta = 1,0$, kai yra rambuotoji strypinė armatūra; φ_1 – koeficientas, įvertinantis apkrovos veikimo trukmę (23 lent. [4]); ρ_1 – elemento skerspjūvio armavimo koeficientas, imamas lygus tempiamosios armatūros skerspjūvio ploto ir elemento betoninio skerspjūvio ploto (naudingojo aukščio ribose ir atmetus gniuždomųjų tėjinio (dvitėjinio) skerspjūvio lentynų plotą) santykiui, būtent:

$$\rho_1 = A_{p1} / (b_w \cdot d + (b_{f1} - b_w) \cdot (h_{f1} - a_s)) \leq 0,02.$$

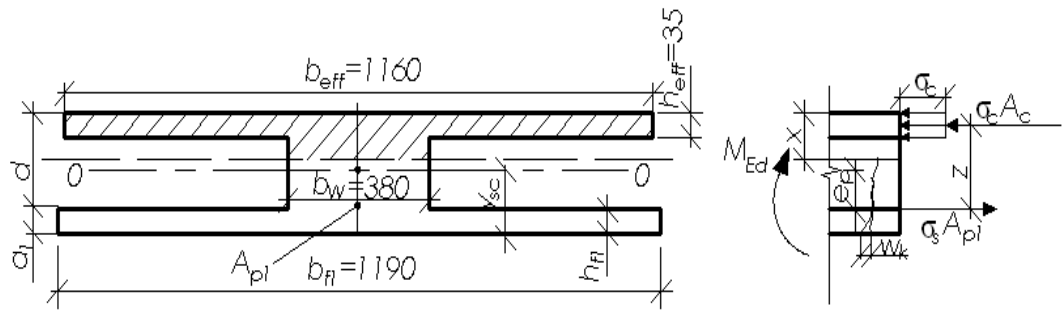
φ – armatūros strypų skersmuo (mm); σ_s – armatūros įtempiai, apskaičiuojami pagal [4] (14.26) formulę.

$$E_s = E_{sm} = 205 \cdot 10^3 \text{ MPa}.$$

Armavimo koeficientas:

$$\rho_1 = 4,45 \cdot 10^{-4} / (0,458 \cdot 0,165 + (1,19 - 0,458) \cdot (0,0415 - 0,035)) = 0,0005 < 0,02;$$

imama $\rho_1 = 0,0005$.



2.12 pav. Įtempių būvio schema normalinių plyšių atsivėrimo pločiui apskaičiuoti

Tokiu būdu, veikiant nuolatinei ir tariamai nuolatinei apkrovoms nuolatinėje situacijoje, koeficientas $\varphi_1 = 1,6 - 15 \cdot 0,0005 = 1,59$, koeficientas $\eta = 1,0$, kadangi iš anksto įtemptoji strypinė armatūra rumbuota.

Visos apkrovos poveikio sukeltas lenkimo momentas $M_{Ed} = 45,07$ kNm, taip pat – nuolatinės ir tariamai nuolatinės – $M_{Egd} = 35,27$ kNm. Santykiniam gniuždomosios zonos aukščiui apskaičiuoti pagal [4] (14.39) formulę reikalingi dydžiai:

$$\delta = M_{Ed} / b_w \cdot d^2 \cdot f_{ck} = 45,07 \cdot 10^{-3} / 0,458 \cdot 0,165^2 \cdot 30 = 0,12;$$

$$\lambda = \varphi_f \cdot (1 - h_{eff} / 2 \cdot d) = 0,4 \cdot (1 - 0,0415 / 2 \cdot 0,165) = 1,16;$$

$$\varphi_f = (b_{eff} - b_w) \cdot h_{eff} / b_w \cdot d = (1,19 - 0,458) \cdot 0,0415 / 0,458 \cdot 0,165 = 0,4.$$

Santykinis gniuždomosios zonos aukštis:

$$\xi = \frac{1}{\beta + \frac{1 + 5(\delta + \lambda)}{10 \cdot \rho \cdot \alpha_c}} + \frac{1,5 + \varphi_f}{11,5 \frac{e_{s,tot}}{d} - 5};$$

$$\xi = \frac{1}{1,8 + \frac{1 + 5 \cdot (0,12 + 1,16)}{10 \cdot 0,0005 \cdot 6,41}} + \frac{1,5 + 0,4}{11,5 \cdot \frac{0,224}{0,165} - 5} = 0,184 < h_{eff} / d = 0,0415 / 0,165 = 0,25; \text{ be to, } \xi$$

$$= 0,184 < 1,$$

čia $e_{s,tot}$ – suminis išilginės jėgos atstumas nuo tempiamosios armatūros A_{pl} svorio centro; $\beta = 1,8$ – normaliajam betonui.

Suminė išilginė jėga, įvertinus visus armatūros įtempių nuostolius ir koeficientą

$\gamma_{sp} = 1,11$, $N_{tot} = P_{m\infty} = 0,201$ MN. Jos ekscentricitetas:

$$e_{s,tot} = (M_{Ed} + P_{m\infty} \cdot e_{sp}) / N_{tot} = (45,07 \cdot 10^{-3} + 0,201 \cdot 0) / 0,201 = 0,224 \text{ m};$$

čia: e_{sp} – atstumas nuo apspaudimo jėgos pridėties taško iki tempiamosios armatūros svorio centro, t.y. $e_{sp} = y_{sc} - a_1 - e_p = 0,097 - 0,035 - 0,062 = 0$.

Pagal [4](14.44) formulę, vidinių jėgų petys:

$$z = d \cdot \left[1 - \frac{h_f \cdot \varphi_t + \xi^2}{2 \cdot (\varphi_f + \xi)} \right] = 0,165 \cdot \left[1 - \frac{0,0415}{0,165} \cdot 0,4 + 0,184^2 \right] = 0,155.$$

Tempiamosios armatūros įtempių prieaugis pagal (14.26) formulę:

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed} - P_{m\infty} \cdot (z - e_{sp})}{A_{p1} \cdot z} = \frac{45,07 \cdot 10^{-3} - 0,201 \cdot (0,155 - 0)}{4,45 \cdot 10^{-4} \cdot 0,155} = 201,74 \text{ MPa}.$$

Trumpalaikio plyšio plotis nuo visos apkrovos poveikio:

$$w_{lim1} = \delta \cdot \varphi_1 \cdot \eta \cdot (\sigma_s / E_s) \cdot 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot \rho_1) \cdot \sqrt[3]{\varnothing} =$$

$$= 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (201,74 / 205 \cdot 10^3) \cdot 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot 0,0005) \cdot \sqrt[3]{9} = 0,141 < 0,30 \text{ mm},$$

čia $\varnothing = 10 \text{ mm}$ – įtemptosios armatūros skersmuo;

$\varphi_1 = 1,0$ (esant trumpalaikiai skaičiuotinei situacijai – žr. 23 lent. [4]).

Tempiamosios armatūros įtempių prieaugis nuo nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovų poveikio:

$$\sigma_s = \frac{M_{Egd} - P_{m\infty} \cdot (z - e_{sp})}{A_{p1} \cdot z} = \frac{35,27 \cdot 10^{-3} - 0,201 \cdot (0,155 - 0)}{4,45 \cdot 10^{-4} \cdot 0,155} = 59,66 \text{ MPa}.$$

Ilgalaikio plyšio plotis, kai koeficientas $\varphi_1 = 1,49$:

$$w_{lim2} = \delta \cdot \varphi_1 \cdot \eta \cdot (\sigma_s / E_s) \cdot 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot \rho_1) \cdot \sqrt[3]{\varnothing} = 1 \cdot 1,49 \cdot 1 \cdot (59,66 / 205 \cdot 10^3) \cdot 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot$$

$$\cdot 0,0005) \cdot \sqrt[3]{9} = 0,062 < 0,20 \text{ mm}.$$

$$\Delta M = \frac{0,2 - 0,062}{0,2} \cdot 100\% = 69\%$$

Išvada. Plokštės normalinių plyšių atsivėrimo pločiai yra leistini.

1.4.3. Plokštės įlinkis

Kadangi $M_{Ed} = 45,07 \text{ kNm} > M_{cr} = 39,6 \text{ kNm}$, naudojimo metu kiauřymėtoje plokštėje atsiras normaliniai plyšiai. Todėl plokštės įlinkis, įvertinant šiuos plyšius, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$d = d_1 - d_2 + d_3 - d_4;$$

čia: d_1 – visos apkrovos trumpalaikio poveikio sukeltas įlinkis;

d_2 – nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovos trumpalaikio poveikio sukeltas įlinkis;

d_3 – nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovos ilgalaikio poveikio sukeltas įlinkis;

d_4 – išlinkis, sukeltas apspaudimo jėgos dėl betono valkšnumo ir susitraukimo.

Kadangi patalpų santykinis oro drėgnis $RH = 50\%$, tai koeficientas, apibūdinantis tampriai plastišką betono gniuždomosios zonos savybę, imamas iš 26 lent. [4]: esant trumpalaikiai skaičiuotinei situacijai $v = 0,45$, ilgalaikiai – $v = 0,15$.

Visos apkrovos trumpalaikio poveikio sukeltas plokštės išilginės ašies kreivis tarpatramio viduryje pagal [4] (14.38) formulę:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{M}{d \cdot z} \left[\frac{\psi_s}{E_s \cdot A_{p1}} + \frac{\psi_c}{(\varphi_f + \xi) \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot E_{cm}} \right] - \frac{N_{tot}}{d} \cdot \frac{\psi}{E_s \cdot A_{p1}};$$

čia: $M = M_{Ed} + P_{d,inf} \cdot e_{sp} = 45,07 + 177 \cdot 0 = 45,07$ kNm; $N_{tot} = P_{d,inf} = 177$ kN;

$d = 0,15$ m, $\psi_c = 0,9$ – koeficientas, kuriuo įvertinamos gniuždomojo betono tampriai platinės deformacijos (26 lent. [4]); anksčiau yra apskaičiuoti dydžiai: $\xi = 0,184$;

$\varphi_f = 0,4$; $z = 0,155$ m; $e_{s,tot} = 0,224$ m.

Koeficientas, įvertinantis tempiamosios armatūros deformacijų netolygumą:

$$\Psi_s = 1,25 - \varphi_{ls} \cdot \varphi_m - \frac{(1 - \varphi_m^2)}{(3,35 - 1,8 \cdot \varphi_m) \cdot (e_{s,tot} / d)} = 1,25 - 1 \cdot 0,82 - \frac{1 - 0,82^2}{(3,35 - 1,8 \cdot 0,82) \cdot (0,224 / 0,165)} = 0,30 < 1;$$

čia: $\varphi_{ls} = 1,0$ (271 lent. [4]);

φ_m – koeficientas, apskaičiuojamas pagal [4] (14.76) formulę:

$$\varphi_m = (f_{ctk} \cdot W_{pl1}) / (M_r - M_{rp}) = 2 \cdot 0,0108 / (0,04507 - 0,01876) = 0,82 < 1;$$

$$M_r = M_{Ed} = 45,07 \text{ kNm} = 0,04507 \text{ MNm};$$

$$M_{rp} = P_{d,inf} \cdot (e_p + r_{sup}) = 0,177 \cdot (0,062 + 0,044) = 0,01876 \text{ MNm}.$$

Tokiu būdu,

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{0,04507}{0,165 \cdot 0,155} \cdot \left[\frac{0,3}{205 \cdot 10^3 \cdot 4,45 \cdot 10^{-4}} + \frac{0,9}{(0,4 + 0,184) \cdot 0,458 \cdot 0,165 \cdot 0,45 \cdot 32 \cdot 10^3} \right] - \frac{0,201}{0,165} \cdot \frac{0,3}{205 \cdot 10^3 \cdot 4,45 \cdot 10^{-4}} = 0,00428 m^{-1}.$$

Nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovos trumpalaikio poveikio sukeltas plokštės išilginės ašies kreivis tarpatramio viduryje:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{M_{Egd}}{d \cdot z} \cdot \left[\frac{\psi_s}{E_s \cdot A_{p1}} + \frac{\psi_c}{(\varphi_f + \xi) \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot E_{cm}} \right] - \frac{N_{tot}}{d} \cdot \frac{\psi}{E_s \cdot A_{p1}} = \frac{0,03527}{0,165 \cdot 0,132} \cdot \left[\frac{0,25}{205 \cdot 10^3 \cdot 4,45 \cdot 10^{-4}} + \frac{0,9}{(0,4 + 0,182) \cdot 0,458 \cdot 0,165 \cdot 0,45 \cdot 32 \cdot 10^3} \right] - \frac{0,201}{0,165} \cdot \frac{0,25}{205 \cdot 10^3 \cdot 4,45 \cdot 10^{-4}} = 0,0034 m^{-1}.$$

čia: $N_{tot} = P_{d,inf} = 0,201$ MN; $\varphi_c = 0,9$; $v = 0,45$; ξ – gniuždomosios betono zonos santykinis aukštis pagal [4] (14.39) formulę:

$$\xi = \frac{1}{\beta + \frac{1+5(\delta+\lambda)}{10 \cdot \rho_1 \cdot \alpha_e}} + \frac{1,5 + \varphi_f}{11,5 \cdot \frac{e_{s,tot}}{d} - 5} = \frac{1}{1,8 + \frac{1+5 \cdot (0,094+1,16)}{10 \cdot 0,0005 \cdot 6,41}} + \frac{1,5+0,4}{11,5 \cdot \frac{0,224}{0,165} - 5} = 0,182$$

0,182 > h_{eff}/d = 0,0415/0,165 = 0,25; be to, $\xi = 0,182 < 1$;

čia: $\beta = 1,8$; $\rho_1 = 0,0005$; $\alpha_e = 6,41$; $\varphi_f = 0,4$; $\lambda = 1,16$;

$\delta = M_{Egd}/(b_w \cdot d_2 \cdot f_{ck}) = 0,03527/0,458 \cdot 0,165^2 \cdot 30 = 0,094$;

$e_{s,tot} = M_{Egd}/N_{tot} = 0,03527/0,201 = 0,175$ m;

vidinių jėgų petys:

$$z = d \cdot [1 - (h_{eff}/d) \cdot \varphi_f + \xi^2] / [2 \cdot (\varphi_f + \xi)] = 0,165 \cdot [1 - (0,0415/0,165) \cdot 0,4 + 0,182^2] / [2 \cdot (0,4 + 0,182)] = 0,132$$
 m;

$$\Psi_s = 1,25 - \varphi_{ts} \cdot \varphi_m - \frac{(1 - \varphi_m^2)}{(3,5 - 1,8 \cdot \varphi_m) \cdot (e_{s,tot}/d)} = 1,25 - 1 \cdot 1 - \frac{1 - 1^2}{(3,5 - 1,8 \cdot 1) \cdot (0,224/0,165)} = 0,25;$$

$\varphi_m = (2 \cdot 0,0108)/(0,03527 - 0,01876) = 1,3 > 1$; imama $\varphi_m = 1$.

Nuolatinės ir tariamai nuolatinės apkrovos ilgalaikio poveikio sukeltas plokštės išilginės ašies kreivis tarpatramio viduryje:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 = \frac{M_{Egd}}{d \cdot z} \cdot \left[\frac{\psi_s}{E_s \cdot A_{p1}} + \frac{\psi_c}{(\varphi_f + \xi) \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot E_{cm}} \right] - \frac{N_{tot}}{d} \cdot \frac{\psi_s}{E_s \cdot A_{p1}} =$$

$$= \frac{0,03527}{0,165 \cdot 0,132} \cdot \left[\frac{0,25}{205 \cdot 10^3 \cdot 4,45 \cdot 10^{-4}} + \frac{0,9}{(0,4 + 0,182) \cdot 0,458 \cdot 0,165 \cdot 0,15 \cdot 32 \cdot 10^3} \right] -$$

$$- \frac{0,201}{0,165} \cdot \frac{0,25}{205 \cdot 10^3 \cdot 4,45 \cdot 10^{-4}} = 0,008 m^{-1}.$$

čia: $M = M_{Egd} = 0,03527$ MNm, $N_{tot} = P_{d,inf} = 0,201$ MN, $\psi_c = 0,9$, $v = 0,15$,

$\xi = 0,182$, $\varphi_f = 0,4$, $z = 0,132$ m, $\psi_s = 0,25$.

Apspaudimo jėgos sukeltas kreivis apskaičiuojamas pagal [4] (14.36) ir (14.37) formules:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_4 = \frac{\varepsilon_{c1} - \varepsilon_{c2}}{d} = \frac{(2,26 - 2,08) \cdot 10^{-4}}{0,165} = 0,00011 m^{-1};$$

čia: ε_{c1} ir ε_{c2} – betono santykinės deformacijos, sukeltos apspaudimo jėgos P_m (dėl betono susitraukimo ir valkšnumo) ir apskaičiuojamos atitinkamai tempiamosios armatūros svorio centro lygyje ir kraštiniame gniuždomosios betono zonos sluoksnyje:

$$\varepsilon_{c1} = (\Delta\sigma_{pc1,1} + \Delta\sigma_{pc2,1} + \Delta\sigma_{ps})/E_{sm} = (1,36 + 4,99 + 40)/205 \cdot 10^3 = 2,26 \cdot 10^{-4};$$

čia: $\Delta\sigma_{pc1,1} = 1,36$ MPa – armatūros išankstinių įtempių nuostoliai dėl greitai pasireiškiančio betono valkšnumo (žr. 1.2 sk.);

$\Delta\sigma_{pc2,1} = 4,99$ MPa – tas pats, dėl ilgalaikio betono valkšnumo;

$\Delta\sigma_{ps} = 40$ MPa – tas pats, dėl betono susitraukimo.

$$\varepsilon_{c2} = (\Delta\sigma_{pc1,2} + \Delta\sigma_{pc2,2} + \Delta\sigma_{ps})/E_{sm} = (2,74 + 0 + 40)/205 \cdot 10^3 = 2,08 \cdot 10^{-4};$$

čia: $\Delta\sigma_{pc1,1}$ – tariamai esamos gniuždomosios zonos armatūros įtempių nuostoliai

dėl greitai pasireiškiančio betono valkšnumo, apskaičiuojami taip:

$$\Delta\sigma_{pc1,2} = 0,85 \cdot 40 \cdot (\sigma_{cp2}/f_{cp}) = 0,85 \cdot 40 \cdot (1,936/24) = 2,74 \text{ MPa};$$

čia: σ_{cp2} – betono įtempiai kraštiniame gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\begin{aligned} \sigma_{cp2} &= \frac{P_{m0}}{A_{eff}} - \frac{P_{m0} \cdot e_p \cdot (h - y_{sc})}{I_{eff}} + \frac{M_{Egd} \cdot (h - y_{sc})}{I_{eff}} = \frac{0,204}{0,154} - \frac{0,204 \cdot 0,062 \cdot (0,2 - 0,097)}{0,0007} + \\ &+ \frac{0,0168 \cdot (0,2 - 0,097)}{0,0007} = 1,936 \text{ MPa}; \end{aligned}$$

$\Delta\sigma_{pc2,2}$ – tariamai esamos gniuždomos armatūros įtempių nuostoliai dėl betono valkšnumo, kai betono įtempiai kraštiniame gniuždomosios zonos sluoksnyje:

$$\begin{aligned} \sigma_{cp2} &= \frac{P_{m1}}{A_{eff}} - \frac{P_{m1} \cdot e_p \cdot (h - y_{sc})}{I_{eff}} = \frac{0,203}{0,154} - \frac{0,203 \cdot 0,062 \cdot (0,2 - 0,097)}{0,0007} = \\ &= -0,534 \text{ MPa}; \end{aligned}$$

$$\sigma_{cp2} = -0,534 \text{ MPa} < 0, \text{ todėl } \Delta\sigma_{pc2,2} = 0.$$

Apskaičiuojamas plokštės kreivis ((14.48) formulė [4]):

$$\left(\frac{1}{r}\right) = \left(\frac{1}{r}\right)_1 - \left(\frac{1}{r}\right)_2 + \left(\frac{1}{r}\right)_3 - \left(\frac{1}{r}\right)_4 = 0,00428 - 0,0034 + 0,008 - 0,00011 = 8,77 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1}.$$

Kiaurymėtosios plokštės įlinkis:

$$d = \left(\frac{1}{r}\right) \cdot \frac{5}{48} \cdot l_{eff}^2 = 0,00877 \cdot \frac{5}{48} \cdot 5,45^2 = 0,02713 \text{ m} < d_{lim} = 0,02725 \text{ m}.$$

$$d_{lim} = l_{eff}/200 = 5,45/200 = 0,02725 \text{ m} = 27,25 \text{ mm} \text{ (žr. 17.1 lent.[1])}.$$

Kadangi santykis $l_{eff}/h = 5,45/0,2 = 27,25 > 10$, nereikia atsižvelgti į skersinių jėgų (šlyties deformacijų) poveikį elemento įlinkiui (190 p. [4]).

$$\Delta = \frac{0,02725 - 0,02713}{0,02725} \cdot 100\% = 0,44\%$$

Išvados:

1. Plokštės įlinkis neviršija ribinės reikšmės.
2. Plokštė atitinka tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.

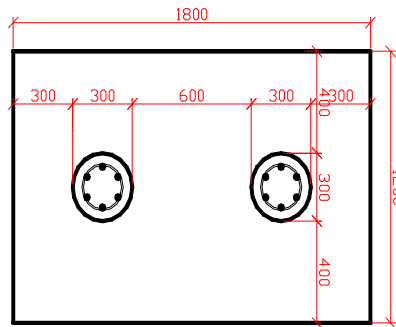
2.2 Kolonos spraustinio poliaus P-1 skaičiavimas

Pramoniniam pastatui projektuojami poliniai spraustiniai pamatai su žemu rostverku. Pamataų veikia tokios įrašos:

$$N = 675,2 \text{ kN};$$

$$M = 51 \text{ kNm};$$

$$Q = 23 \text{ kN};$$



Poliai parenkami priartėjimo būdu. Parenkame polius, kurių diametras $d = 300 \text{ mm}$ ir gylis 4 m .

Polius veikia ne tik ašinė jėga, bet ir lenkimo momentas bei skersinė jėga. Atskiriems poliams tenkanti jėga iš lygties:

$$N_G = \frac{N_0}{n} \pm \frac{(M + Q \cdot h_f)}{\sum y^2}$$

Čia:

N_0 - ašinė jėga iš derinių ir rostverko bei virš jo esančio grunto svoris;

n - polių skaičius;

h_f - rostverko aukštis;

y - atstumas nuo simetrijos ašies iki labiausiai nutolusio poliaus.

Ašinė jėga iš derinių ir rostverko bei virš jo esančio grunto svoris nustatomas pagal formulę:

$$N_0 = N + G$$

Rostverko bei virš jo esančio grunto svoris nustatomas pagal formulę:

$$G = d \cdot A \cdot \gamma \cdot 1,35$$

Čia:

d - pamato įgilinimas;

A - rostverko plotas;

γ - pamato ir virš jo esančio grunto svoris.

$$G = 1,2 \cdot 2,16 \cdot 21,3 \cdot 1,35 = 111,8 \text{ kN};$$

$$N_0 = 675,2 + 111,8 = 787,0 \text{ kN};$$

Atskiriems poliams tenkanti jėga nustatomas pagal lygtį:

$$N_G^{\max} = \frac{787,0}{2} + \frac{(51 + 23 \cdot 0,6) \cdot 0}{0 \cdot 0,0^2} = 393,5 \text{ kN};$$

$$N_G^{\min} = \frac{787,0}{2} + \frac{(51 + 23 \cdot 0,6) \cdot 0}{0 \cdot 0,0^2} = 393,5 \text{ kN}.$$

Statinio zondavimo rezultatai išskiriami atskiruose sluoksniuose pagal gylį. Pas mus priimta, kad yra tik vienas sluoksnis, todėl nereikia skirstymo.

Duomenis iš zondavimo surašome į lentelę.

2.2.1 lentelė. Statinio zondavimo rezultatai

Sluoksnis	h,m	q _c , MPa	f _s , MPa
gruntas	4,0	6,5	83

Nustatome poliaus laikomąją galią.

Poliaus antgalio plotas:

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,30^2}{4} = 0,071 \text{ m}^2$$

Poliaus skerspjūvio perimetras:

$$L_p = \pi \cdot d = 3,14 \cdot 0,30 = 0,942 \text{ m}$$

Ribinė pagrindo laikomoji galia po poliaus galu:

$$R_b = \alpha_b \cdot q_c \cdot A_p;$$

čia: α_b - koeficientas lentelėse;

q_c - kūginio stiprio vidurkis sluoksnyje;

A_p - poliaus skerspjūvio plotas.

$$R_b = 0,8 \cdot 6,5 \cdot 10^3 \cdot 0,071 = 369,2 \text{ kN};$$

Ribinė šonų laikomoji galia nustatoma lygtimi:

$$R_s = \Sigma A_{si} \cdot f_{si}$$

$$R_s = 0,942 \cdot 4 \cdot 83 = 312,74 \text{ kN};$$

Ribinė suminė poliaus laikomoji galia:

$$R_c = R_b + R_s = 369,2 + 312,74 = 681,94 \text{ kN};$$

Poliaus laikomosios galios kalibruota vertė:

$$R_{c,col} = \frac{R_b}{\gamma_{Rb}} + \frac{R_s}{\gamma_{Rs}} = \frac{369,2}{1,1} + \frac{312,74}{1,1} = 587,57 \text{ kN};$$

Čia: γ_{Rb} , γ_{Rs} - daliniai koeficientai lentelės, priklausantys nuo polių įrengimo būdo;

Poliaus laikomosios galios charakteristinė vertė:

$$R_{c,k} = \frac{R_{c,col}}{\gamma_t};$$

Čia: γ_t - koeficientas priklausantis nuo zondavim bandymo kiekių.

$$R_{c,k} = \frac{587,57}{1,4} = 419,69 \text{ kN};$$

Poliaus laikomosios galios projektinė vertė:

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t}$$

Čia: γ_t - koeficientas priklausantis nuo projektinės situacijos bei polių įrengimo būdo.

$$R_{c,d} = \frac{419,69}{1,0} = 419,69 \text{ kN}$$

Palyginame poliaus laikomosios galios projektinę vertę su atskriems poliams tenkančia jėga. Šios jėgos turi skirtis iki 10%.

$$N_G = 393,5 \text{ kN} < R_{c,d} = 419,69 \text{ kN}$$

Sąlyga tenkinama, skirtumas apie 6,6%.

2.3 Kolonos K-1 skaičiavimas

Kolonos skerspjūvis imamas 0,4x0,4 m.

Kolonos įrašos užsiduodamos:

Nuo nuolatinių ir kintamųjų poveikių - $M_{Ed}=86 \text{ kN}\cdot\text{m}$, $N_{Ed}=417,52 \text{ kN}$;

Nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių – $M_{Ed,l}=10,38 \text{ kN}\cdot\text{m}$, $N_{Ed,l}=94,32 \text{ kN}$.

Kolonos skaičiuotinis ilgis $l_0=1,25\cdot 10,65=13,32 \text{ m}$.

Betonas sunkusis C20/25 stiprio klasės pagal [4] 5 lent:

$$f_{ck}=20 \text{ MPa}; f_{ctk,0,05}=1,5 \text{ MPa}; E_{cm}=30\cdot 10^3 \text{ MPa}.$$

- betono apspaudimo stipris $f_{cp}=0,8 f_{ck}=0,8\cdot 20=16 \text{ MPa}$.

- skaičiotiniai betono stipriai saugos ribiniams būviams:

γ_c – gelžbetoninei konstrukcijai 1,5.

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

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{1,5}{1,5} = 1,5 \text{ MPa}.$$

$$a_1 = a_2 = 40 \text{ mm}.$$

Kolona armuojama iš anksto mechaniniu būdu įtempta rumbuota strypine armatūra S400 klasės, kurios mechaninių savybių rodikliai pateikti [5] 3 lent.:

$$f_{yk}=400 \text{ MPa}; f_{yd}=365 \text{ MPa}; E_{sm}=205\cdot 10^3 \text{ MPa}.$$

Pagal turimus duomenis parenkame armatūros pskerspjūvio plotą.

Naudingasis aukštis $d=400-40=360 \text{ mm}$.

$$M_{Ed,s} = M_{Ed} + N_{Ed} \frac{d - a_2}{2} = 86 \cdot 10^6 + 417,52 \cdot 10^3 \cdot \frac{360 - 40}{2} = 152,8 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 152,8 \text{ kN} \cdot \text{m};$$

$$M_{Ed,st} = M_{Ed,l} + N_{Ed,l} \frac{d - a_2}{2} = 10,38 \cdot 10^6 + 94,32 \cdot 10^3 \cdot \frac{360 - 40}{2} = 25,47 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 25,47 \text{ kN} \cdot \text{m}.$$

Iš [5] $\beta=1$.

$$\varphi_l = 1 + \beta \frac{M_{Ed,st}}{M_{Ed,s}} = 1 + 1 \frac{25,47}{152,8} = 1,17 < \varphi_l = 1 + \beta = 1 + 1 = 2;$$

$$e_0 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{86 \cdot 10^6}{417,52 \cdot 10^6} = 0,206 \text{ m} = 206 \text{ mm} > \begin{cases} e_a = \frac{h}{30} = \frac{400}{30} = 13,3 \text{ mm}; \\ e_a = \frac{l_0}{600} = \frac{13320}{600} = 22,2 \text{ mm}. \end{cases}$$

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = \frac{206}{400} = 0,25 > \delta_{e,\min} = 0,5 - 0,01 \frac{l_0}{h} - f_{cd} \cdot 0,01 = 0,5 - 0,01 \frac{13320}{400} - 12 \cdot 0,01 = 0,047;$$

Priimame $\delta_e = 0,515$.

Pirmajam priartėjimui priimame armavimo procentą $\rho_l = 0,015$.

$$\alpha_e = \frac{E_{sm}}{E_{cm}} = \frac{205 \cdot 10^3}{30 \cdot 10^3} = 6,83;$$

Čia: α_e – armatūros ir betono tamprumo modulių santykis.

$$I_c = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{400 \cdot 400^3}{12} = 21,3 \cdot 10^8 \text{ mm}^4;$$

$$I_s = \rho_l \cdot b \cdot d \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2 = 0,01 \cdot 400 \cdot 400 \left(\frac{360 - 40}{2} \right)^2 = 36,86 \cdot 10^6 \text{ mm}^4.$$

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

$$N_{crit} = \frac{6,4 \cdot 30 \cdot 10^3}{13320^2} \cdot \left[\frac{21,3 \cdot 10^8}{1,17} \cdot \left(\frac{0,11}{0,11 + 0,515} + 0,1 \right) + 6,83 \cdot 36,86 \cdot 10^6 \right] = 2316 \text{ kN}.$$

Apskaičiuojamas koeficientas η iš [5] (5.19) formulės:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{crit}}} = \frac{1}{1 - \frac{417,52}{2316}} = 1,22.$$

Tuomet ekscentricitetas e_e skaičiuojamas:

$$e_e = e_o \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 206 \cdot 1,22 + \frac{360 - 40}{2} = 407 \text{ mm}.$$

Reikalingas armavimas apskaičiuojamas pagal [5] 84p.

Apskaičiuojamos reikšmės:

$$a_n = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d} = \frac{417,52 \cdot 10^3}{12 \cdot 400 \cdot 360} = 0,24;$$

$$a_n = \frac{N_{Ed} \cdot e_e}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{417,52 \cdot 10^3 \cdot 407}{12 \cdot 400 \cdot 360^2} = 0,273.$$

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomos zonos aukštis:

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

čia: α – koeficientas įvertinantis betono rūšį. Sunkiajam betonui jis lygus 0,85.

Atsižvelgiant į reglamento [4] 139 p., pradiniai išankstiniai armatūros įtempiai imami:

$$\sigma_p = 0,7 \cdot f_{yk} = 0,7 \cdot 400 = 280 \text{ MPa}.$$

Tikrinama sąlyga [5] (12.1) sąlyga:

mechaninio armatūros įtempimo atveju įtempių nuokrypis bus:

$$p = 0,05\sigma_p = 0,05 \cdot 280 = 14 \text{ MPa};$$

$$\sigma_p + p = 280 + 14 = 294 \text{ MPa} < f_{yk} = 400 \text{ MPa} \text{ – sąlyga įvykdyta.}$$

$$\sigma_p - p = 280 - 14 = 266 \text{ MPa} > f_{yk} \cdot 0,3 = 400 \cdot 0,3 = 120 \text{ MPa} \text{ – sąlyga įvykdyta.}$$

Armatūros įtempimo tikslumo koeficientas pagal [4] 143p.:

$$\gamma_{sp} = 1 \pm \Delta\gamma_{sp} = 1 \pm 0,1;$$

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

Skaičiuojant stiprį nepalankiai įtakai imama $\gamma_{sp} = 1 + 0,1 = 1,1$;

Skaičiuojant stiprį palankiai įtakai imama $\gamma_{sp} = 1 - 0,1 = 0,9$; todėl armatūros išankstiniai įtempiai

$$\sigma_p = 0,9 \cdot 280 = 252 \text{ MPa}.$$

Ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis pagal [4] 72 p. 8.14 formulę:

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,754}{1 + \frac{113}{500} \left(1 - \frac{0,754}{1,1}\right)} = 0,704;$$

čia: kai takumo įtempiai $< 400 \text{ MPa}$, $\sigma_{s,lim} = f_{yd} - \sigma_p = 365 - 252 = 113 \text{ MPa}$;

$\sigma_{sc,lim} = 500 \text{ MPa}$ – nes sunkusis betonas.

Kadangi $\alpha_n = 0,24 < \xi_{lim} = 0,704$, tai armatūros plotus $A_{s1}=A_{s2}$ apskaičiuojame pagal [5]

(5.28) formulę:

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \frac{\alpha_m - \alpha_n \cdot (1 - 0,5\alpha_n)}{1 - \frac{a_2}{d}} = \frac{12 \cdot 400 \cdot 360}{365} \cdot \frac{0,273 - 0,24 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,24)}{1 - \frac{40}{360}} = 329,15 \text{ mm}^2,$$

tuomet:

$$\rho = \frac{A_{s1} + A_{s2}}{b \cdot h} = \frac{2 \cdot 329,15}{400 \cdot 400} = 0,004 < \rho_1 = 0,01.$$

Kadangi apskaičiuotas armavimas labai skiriasi nuo pasirinktojo, tai patikslinus ρ , apskaičiuojamas naujas armatūros plotas.

$$\rho_1 = \frac{0,01 + 0,004}{2} = 0,007;$$

$$I_s = \rho_1 \cdot b \cdot d \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2 = 0,007 \cdot 400 \cdot 360 \left(\frac{360 - 40}{2} \right)^2 = 2,58 \cdot 10^7 \text{ mm}^4;$$

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

$$= \frac{6,4 \cdot 3 \cdot 10^4}{13320^2} \left[\frac{21,3 \cdot 10^8}{1,17} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,515} + 0,1 \right) + 6,83 \cdot 2,58 \cdot 10^7 \right] = 1250 \cdot 10^3 \text{ N} = 1250 \text{ kN}.$$

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{\text{Ed}}}{N_{\text{crit}}}} = \frac{1}{1 - \frac{417,52}{1250}} = 1,5.$$

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 206 \cdot 1,5 + \frac{360 - 40}{2} = 469 \text{ mm}.$$

$$\alpha_m = \frac{N_{\text{Ed}} \cdot e_e}{f_{\text{cd}} \cdot b \cdot d^2} = \frac{417,52 \cdot 10^3 \cdot 469}{12 \cdot 400 \cdot 360^2} = 0,314;$$

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{f_{\text{cd}} \cdot b \cdot d}{f_{\text{yd}}} \cdot \frac{\alpha_m - \alpha_n (1 - 0,5 \alpha_n)}{1 - a_2/d} = \frac{12 \cdot 400 \cdot 360}{360} \cdot \frac{0,314 - 0,24(1 - 0,5 \cdot 0,24)}{1 - 40/360} = 547 \text{ mm}^2.$$

Priimame minimalų armavimo procentą 0,7% ir perskaičiuojame:

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{f_{\text{cd}} \cdot b \cdot d}{f_{\text{yd}}} = \frac{400 \cdot 400 \cdot 0,007}{2} = 560 \text{ mm}^2.$$

Parenkame iš asortimento 2Ø20 S400 su $A_{p1} = A_{p2} = 628 \text{ mm}^2$ vienoje skerspjūvio pusėje.

Perskaičiuojame parametrus:

$$I_s = (A_{s1} + A_{s2}) \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2 = (628 \cdot 2) \left(\frac{360 - 40}{2} \right)^2 = 3,22 \cdot 10^7 \text{ mm}^4;$$

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

$$= \frac{6,4 \cdot 3 \cdot 10^4}{13320^2} \left[\frac{21,3 \cdot 10^8}{1,17} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,515} + 0,1 \right) + 6,83 \cdot 3,22 \cdot 10^7 \right] = 1197 \cdot 10^3 \text{ N} = 1197 \text{ kN}.$$

Perskaičiuojamas koeficientas η iš [5] (5.19):

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{\text{Ed}}}{N_{\text{crit}}}} = \frac{1}{1 - \frac{417,52}{1197}} = 1,54.$$

Ekscentricitetas e_e :

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 206 \cdot 1,54 + \frac{360 - 40}{2} = 477 \text{ mm}.$$

Pagal [5] (5.22) formulę apskaičiuojamas gniuždomosios zonos aukštis:

$$x_{\text{eff}} = \frac{N_{\text{Ed}}}{f_{\text{cd}} \cdot b} = \frac{417,52 \cdot 10^3}{12 \cdot 400} = 87 \text{ mm.}$$

Kadangi $x_{\text{eff}} = 145,8 \text{ mm} < \xi_{\text{lim}} \cdot d = 0,615 \cdot 460 = 282,9 \text{ mm}$, skerspjūvio laikomoji galia tikrinama pagal (5.23) sąlygą:

$$f_{\text{cd}} \cdot b \cdot x_{\text{eff}} (d - 0,5x_{\text{eff}}) + f_{\text{scd}} \cdot A_{\text{s2}} (d - a_2) = 12 \cdot 400 \cdot 87 (360 - 0,5 \cdot 87) +$$

$$+ 365 \cdot 628 (360 - 40) = 205,5 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} = 205,5 \text{ kN} \cdot \text{m} > N_{\text{Ed}} \cdot e_e = 417,52 \cdot 10^3 \cdot 477 = 199,16 \text{ kN} \cdot \text{m},$$

t. y. skerspjūvio laikomoji galia pakankama.

Tikriname ar pakankamas kolonos liaunis.

Skaičiuojame inercijos spindulį:

$$i = 0,269 \cdot h = 0,269 \cdot b = 0,269 \cdot 400 = 107,6 \text{ mm.}$$

Tada tikriname ar neviršyja ribinio liaunio:

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{10650}{107,6} = 98,98 < \lambda_{\text{lim}} = 120.$$

Gembės skaičiavimas

Ji armuojama dviem plieninėmis sijelėmis, kurių juostos iš armatūros strypų, o sienelė iš BCT 3KΠ2 lakštinio plieno.

Skaičiuojamasis lenkimo momentas gembėje

$$M = 1,25 \cdot F_1 \cdot (0,15 - 0,5 \cdot l_{\text{sup}}) = 1,25 \cdot 146,14 \cdot (0,15 - 0,5 \cdot 0,03) = 24,66 \text{ kN} \cdot \text{m}.$$

Metalinės sijelės juostos skerspjūvio plotas $A_f = \frac{M}{(R_s \cdot s)}$, čia z – atstumas tarp juostų

centrų. Kai $a = a' = 0,035 \text{ m}$, $z = 0,15 - 2 \cdot 0,035 = 0,08 \text{ m}$.

$$A_f = \frac{24,66}{365 \cdot 10^3 \cdot 0,08} = 8,44 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 8,44 \text{ cm}^2.$$

Parenkame 2Ø24 S400, kurių $A_f = 9,04 \text{ cm}^2$. Sijelės sienelės aukštis $h_w = z - d = 0,08 - 0,022 = 0,058 \text{ m}$, kerpamo lakštinio plieno skaičiuojamasis stiprumas $R = 150 \text{ MPa}$, koeficientas $k =$

1,2. Sienelės storis $t_w = \frac{k \cdot F_2}{2 \cdot h_w \cdot R} = \frac{1,2 \cdot 146,14}{2 \cdot 0,058 \cdot 150 \cdot 10^3} = 10,07 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 10,7 \text{ mm}$. Imame 12 mm.

3. TECHNOLOGINĖ IR EKONOMINĖ DALIS

3.1 Mūro darbų technologinė kortelė

Išorės sienų iš silikatinių blokelių įrengimas

Silikatiniai blokeliai "Siliblokas" gaminami iš kvarcinio smėlio, maltų technologinių kalkių bei vandens. "Siliblokas" naudojamas vidaus ir išorės sienų arba armuoto mūro konstrukcijoms mūryti, laikantis statybos normų ir taisyklių. Tai gera, patikima ir universali statybinė medžiaga. Blokeliai atsparūs atmosferos poveikiui bei temperatūros pokyčiams įvairiomis klimatinėmis sąlygomis. Tai ekologiškai švarūs gaminiai. Silikatiniai gaminiai yra gaminami iš gamtinių žaliavų, kurios yra kietinamos tik 200 °C temperatūroje suspaustu vandens garu. Tikslūs matmenys (maksimali paklaida sudaro tik 1 mm) ir speciali blokelio forma leidžia mūryti sieną be vertikalių siūlių, horizontalioms siūlėms naudojant plonasluoksnį skiedinį arba klijus. Silikatinių blokelių "Siliblokas" šilumą taupančios išorinės sienos jau po dviejų metų sutaupo daugiau pirminės energijos, negu kainuoja jų gamyba, įskaitant šiluminę izoliaciją.

Silikatinių blokelių sugeriamumas ir atsparumas vandens skvarbumui

Silikatinių elementų mūras yra atsparus drėgmei. Ne visose situacijose jam reikalingas vandens nepraleidžiantis apsauginis sluoksnis, t.y. tankios medžiagos apdaila ar papildomos sandarinančios priemonės.

Konstrukcijų džiūvimo stadijoje statybinė drėgmė paprastai išeina ne tik į lauką, bet ir į patalpų vidų, todėl praktiškai reikia didinti patalpų vidaus vėdinimą, verčiant dažniau pasikeisti vidaus orą, gerinti patalpų šildymą. Pagal atliktų tyrimų (Schubert'o darbai) duomenis, bandant konstrukcijas nepalankiomis klimatinėmis sąlygomis (20 °C/65% santykinė drėgmė), silikatinių elementų vidaus sienų džiūvimo procesas trunka: esant 11,5 cm storiui, nuo 3 iki 6 mėnesių; kai storis 24 cm, iki 12 mėnesių. Praktiškai šis procesas trunka trumpiau, jeigu sienoje būtų panaudoti tuštumėti gaminiai.

Šiuo atžvilgiu silikatinių elementų mūras turi pranašumą prieš monolitinio betono konstrukcijas. Silikatinių gaminių atitvaros yra efektyvesnės šilumosaugos požiūriu konstrukcijų džiūvimo laikotarpiu, kai yra atskirtos jas laikanti ir atitvarinė dalys, o mineralinė vata panaudota kaip šilumos izoliacinė medžiaga. Statybinės drėgmės džiūvimo laikotarpiu (monolitiniams konstrukcijoms 2 – 3 metai) gali susidaryti iki 30 % šilumos poreikio skirtumas lyginant monolitines ir silikatinių elementų mūro konstrukcijas.

Terminis akumulavimas

Svarbi silikatinių elementų mūro šiluminė charakteristika - šiluminė sienos talpa C . Šis dydis charakterizuoja sienos šiluminę inerciją, t.y. kaip ilgai siena išlaikys sukauptą savyje šilumą. Kadangi silikatinių gaminių mūras pasižymi didele šiluminė talpa $C = 1.0 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$, tai tokio pastato atitvaros turi puikią šiluminę inerciją. Todėl namo vidaus temperatūra išlieka stabili, net dažnai keičiantis lauko temperatūrai. Silikatinių elementų mūro šiluminės talpos vertė užtikrina, kad išvėdinus patalpą šaltuoju metu laiku ji greitai neatšals ir uždarius langus vidaus oro temperatūra vėl greitai pasieks buvusį lygį. Sienų geros šiluminio akumulavimo efektas patalpoje esančiam žmogui pasireiškia ir tuo, jog vasarą tam tikra dalimi yra kompensuojamas nemalonus karšto oro, o žiemą šalto oro poveikis.

Garso izoliavimas

Pastatuose triukšmo poveikis turi būti ribojamas pagal žmogaus darbui, poilsiui bei miegui būtinas akustinio komforto sąlygas. Vidaus atitvaros turi užtikrinti apsaugą nuo gretimose patalpose skleidžiamo triukšmo, o išorės (fasado) atitvarinės konstrukcijos – nuo išorėje skleidžiamo triukšmo. Tai bus pasiekta, jei pastatų konstrukcijų garso izoliavimo savybės atitiks mūsų šalies ir kitų ES valstybių norminių dokumentų reglamentuojamus standartizuotų fizikinių rodiklių dydžius.

Statybos technikos reglamente 2.01.07:2003 „Pastatų vidaus ir išorės aplinkos apsauga nuo triukšmo“ pastatų apsaugos nuo triukšmo kokybei įvertinti yra numatyta penkių garso klasių (akustinio komforto) A, B, C, D ir E sistema, siejama su garso izoliavimo rodiklių vertėmis.

Pastato sienų ir vidaus pertvarų gebėjimas izoliuoti orinį triukšmą yra įvertinamas ir nustatomas oro garso izoliavimo rodikliu R_w [dB] ir/arba standartizuotuoju (garso) lygių skirtumo rodikliu $D_{nT,W}$ [dB]. Didesnė rodiklio R_w vertė atitinka geresnį orinio triukšmo izoliavimą.

Silikatinių elementų atitvaros pasižymi geru garso izoliavimu ir palyginti liaunomis ir tuo pačiu standžiomis konstrukcijomis, kas planuojant pastatą leidžia laimėti patalpų naudingojo ploto.

Įranga reikalinga mūro darbams (3.1.1 pav.): skiedinio dėžė maža, semtuvai, vandens talpa 1.0 m³, gulsčiukas, ruletė metalinė, nivelyras, teodolitas, pastoliai, mentelė mūrininko, plaktukas kirstukas.



3.1.1 pav. Reikalingi įrankiai

Būtinai paruošiamieji darbai:

- ✓ įvykdyti projekte numatytas organizacines ir technines priemones;
- ✓ įvertinti darbuotojų saugą ir sveikatą bei instrukuoti brigadą darbo vietoje;
- ✓ paruošti darbo vietą;
- ✓ sukompaktuoti darbo ir kontrolės įrankius.

Darbo eiga:

- ✓ darbo įrankių, matavimo kontrolės priemonių vizualinė apžiūra;
- ✓ medžiagų mūro darbams pristatymas;
- ✓ statinio gabaritų ir ašių nužymėjimas;
- ✓ tiesyklės ištempimas;
- ✓ kampų iškėlimas;
- ✓ išorės sienų mūras;
- ✓ mūro kokybės tikrinimas;
- ✓ dokumentų pildymas (statybos darbų žurnalas, paslėptų darbų aktai, išpildomosios nuo nuotraukos, medžiagų sertifikatai).

Leistini nukrypimai mūro sienoms

Mūro kampų ir paviršių leistini nuokrypiai nuo vertikalės:


vieno aukšto	- 10 mm
viso pastato	- 30 mm
Angų pločio nuokrypiai	- 15 mm
Vertikalių sienos paviršių nelygumai pridėtos 2 m ilgio liniuotės ruože:	
netinkuojamo paviršiaus	- 5 mm
tinkuojamo paviršiaus	- 10 mm
Leistini mūro eilių nuokrypiai nuo horizontalės 10 m ilgio ruože	- 15 mm
Atraminių paviršių nuokrypiai nuo projektinių	- 10 mm
Mūro siūlių pločio nuokrypiai	
horizontalių	- +3 mm; -2 mm
vertikalių	- ±2 mm
Tarpuangių pločio nuokrypiai	- 15 mm
Konstrukcijos ašių nuokrypiai nuo projektinių	- 10 mm

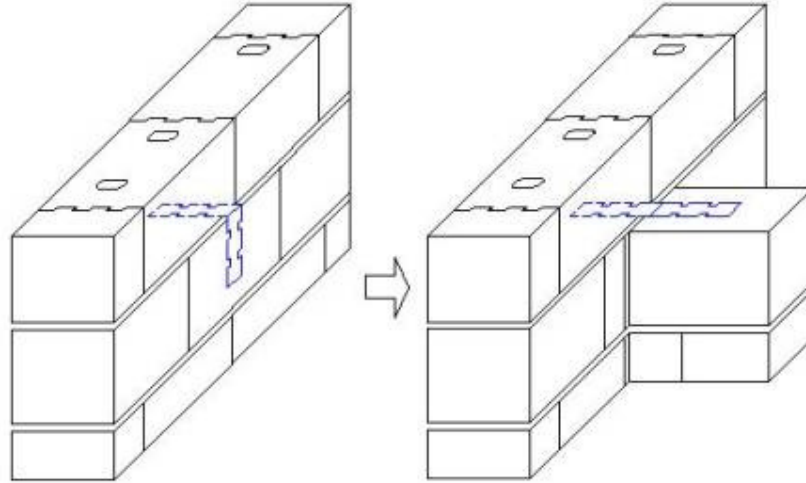
Darbo baigimas

Surinkti darbo įrankius, sutvarkyti darbo vietą, įforminti darbų pabaigą.

Sienų mūrijamos silikatinių blokelių

3.1.1 lentelė. Silikatinis blokas M18

	Matmenys (+2 mm)	Svoris (kg/1 vnt.)	Pakuotė (vnt.)	Padėklo masė (~kg)		
	250x180x238	16-16,8	64	1040-1088		
<i>Papildoma informacija</i>						
Atsparumas šalčiui (F _t ciklais)	Degumo klasė	Atsparumas gniuždymui (MPa)	Šilumos varža R (m ² K/w)	Kiekis (vnt./m ²) klėjai/mūro mišinys	Sausų mūro skiedinio išeiga, kai siūlės storis 12 mm (kg/m ²)	Sausų mūro klijų išeiga, kai siūlės storis 3 mm (kg/m ²)
50	A1	12,5; 15,0; 20,0	0,31	16,6/16,0	16	4



3.1.2 pav. Sluoksniuotų sienų konstrukciniai ir apdailiniai mūro sluoksniai surišami specialiais inkarais sienos konstrukcijos viduje

Kad siena būtų monolitinė, mūrijama perrišant (nesutapdinant) vertikaliąsias siūles kiekvienoje eilėje (3.1.2 pav.). Išilgines ir skersines siūles galima perrišti kas vieną arba kelias eiles. Išilgai gniuždomas mūras plečiasi skersai ir jeigu blogai perrištas, tai blokeliai, perdengiančios siūle, plyšta. Mūras supleišėja į aukštus plonus stulpelius. Tokie stulpeliai dėl išlinkio labai sumažina mūro stiprumą. Ypač svarbu, kaip perrištas netolygiai gniuždomas mūras (necentriškai gniuždomas, lenkiamas, kerpamas ir tempiamas).

Silikatiniai blokeliai mūrijami kaitaliojant ilgainių ir trumpainių eiles. Ilgainių eilė - blokeliai, sumūryti sienos paviršiuje ilgąją kraštine, trumpainių - blokeliai, sumūryti galais.



3.1.3 pav.

Vienodam skiedinio storiui iškloti padeda speciali levelio formos kelnė su dantytais kraštais. Kelnės plotis turi būti lygus mūro storiui.

Atliekant mūro darbus bus naudojami S10-15 markės klijai naudojami silikatiniais blokeliams "Siliblokas" klijuoti. Jais galima ne tik klijuoti tarpusavyje atskirus elementus mūrijant konstrukciją, bet ir lyginti bei gruntuoti paviršius. Klijai gerai tinka dirbant statybine mente ir glaistikliu ir pasklinda 1,5-3 mm sluoksniu. Klijai gaminami cementiniai ir kalkiniai su atsparumą drėgmei ir sukibimą didinančiais cheminiais priedais. Tokie klijai tinka ir akmens vatai bei putų polistireno plokštėms prie mūrytų ir tinkuotų paviršių klijuoti. Tepant 1 mm sluoksniu vidutiniškai sunaudojama 1,2-1,7 kg/m².

Armuoto mūrinio horizontalios siūlės storis yra priimamas susikertančių armatūros tinklelio strypų diametrų suma +4mm, bet ne didesnis kaip 16mm. Esant būtinumui laikinai nutraukti mūro darbus, siena turi būti užbaigta nuožulnia arba vertikalia siūle. Įrengiant vertikalią siūlę, ne rečiau kaip kas 1.2m. pagal aukštį ir kiekvienos perdangos lygyje, būtina į ją įdėti armatūrinius tinklelius iš išilginės armatūros Ø6mm ir skersinės Ø3mm.

Mūrijant sienas ir pertvaras, jas būtina inkaruoti metaliniais inkarais prie pastatų laikančių konstrukcijų (kolonų), kiekvienos perdangos ir denginio plokščių ir pan.

Priklausomai nuo vėjo apkrovos, laisvai stovinčias mūro sienas galima mūryti tik iki tam tikro aukščio. Laisvai stovinčių nearmuotų mūro pertvarų, neįtvirtintų gretimomis pertvaromis (sienomis), nesant papildomų tvirtinimų, aukštis neturi viršyti 1.5m, kai pertvaros plotis 9cm. ir 1.8m., kai pertvaros plotis 12cm.

Mūro sienų apsaugai nuo atmosferinių kritulių, rekomenduojama uždėti padidinto pločio parapetus arba atitinkamo dydžio šlaitinių stogų karnyzus. Parapetų ir palangių apskardinimo elementai nuo sienos turi išsikišti ne mažiau kaip 8cm.

Virš pamatų, po palangėmis, virš langų ir durų turi būti dedamas hidroizoliacijos sluoksnis su nuolydžiu į išorę. Tarp išorinio sluoksnio ir šiluminės izoliacijos paliekamas 4.0cm pločio tarpas. Kad iš šio oro tarpo galėtų išgaruoti (patekusi per plytų siūles ir pan.) drėgmė, virš hidroizoliacijos ir viršutiniame oro tarpo lygyje tarp išorinio sluoksnio plytų paliekamos atviros siūlės – angos 20m² sienos ploto šių angų paliekama 75cm².

Darbų kontrolė:

Mūro darbams naudojamos medžiagos: plytos, blokeliai, skiediniai turi turėti savo pasus arba sertifikatus, kurie atitiktų projekte numatytiems.

Mūro darbai turi būti priimti prieš tinkavimo arba kitus panašius apdailos darbus.

Visos mūro konstrukcijos, kurios statybos proceso metu bus paslėptos, turi būti priimtoms surašant dengtų darbų aktus:

- ✓ santvarų, ilginių, sijų ir perdengimo plokščių atrėmimui ant sienų, stulpų, piliastrų ir jų užtaisymui mūro sienose;
- ✓ įdėtinės detalės ir jų apsauga nuo korozijos;
- ✓ mūro konstrukcijų armavimui;
- ✓ hidroizoliacijos ir garo izoliacijos įrengimui.

Mūrijant pastatų ir statinių konstrukcijas, nukrypimai nuo projektinių išmatavimų neturi viršyti leistinųjų, kurie nurodyti lentelė.

DARBŲ SAUGA[8]

Mūrininko darbo vietos aprašymas:

- ✓ darbas lauko sąlygomis;
- ✓ darbas aukštyje;
- ✓ darbas su pneumatiniiais ir elektriniais įrankiais (pneumatiniai plaktukai, perforatoriai, skiedinio maišykles);
- ✓ darbas su kėlimo mechanizmais;
- ✓ Pastovus fizinis apkrovimas.

Pavojų nustatymas:

- ✓ dirbant aukštyje yra pavojus nukristi iš aukščio;
- ✓ naudojant elektrinius arba pneumatinius įrankius galima patirti mechaninę traumą arba traumą dėl elektros srovės;
- ✓ naudojant kėlimo mechanizmus yra pavojus keliamų krovinių kritimui, dirbančio asmens prispaudimui;
- ✓ pastovus fizinis apkrovimas padidina spaudimą į raumenis, sausgysles ir nervus ir pablogina jų kraujotaką;
- ✓ dirbant lauke, dėl nepalankių oro sąlygų gali padaugėti nelaimingų atsitikimų darbe pavojus.

Prevencinės priemonės:

- ✓ darbuotojai privalo praeiti medicininę komisiją, leidžiančia jiems dirbti tokia darba;
- ✓ darbuotojai, naujai priimti į darbą, privalo išklaustyti įvadinį instruktažą;
- ✓ darbo metų naudotis asmeninėmis apsaugos priemonėmis (šalmais, pirštinėmis, spec. drabužiais, saugos diržais);
- ✓ ten, kur įrengtos darbo vietos, tinkamai tvarkyti ir prižiūrėti darbo aplinką;
- ✓ darbuotojai, dirbančios su kėlimo kranais arba elektros įrenginiais privalo turėti kvalifikacijos pažymėjimus, leidžiančius eksploatuoti šitas įrengimus;
- ✓ aptverti arba atitinkamai pažymėti pavojingos zonos;
- ✓ naudojami pastoliai, paklotai, kopėčios turi būti tinkamai pastatyti, sumontuoti, įtvirtinti, naudojami pagal paskirtį ir techniškai tvarkingi;
- ✓ aptverti atviros angas, kad apsaugoti darbuotojus nuo kritimo;
- ✓ sunkiams kroviniams pakėlimui naudoti kėlimo mechanizmus;
- ✓ pablogėjus oro sąlygom sustabdyti darbus.

Asmeninės apsauginės priemonės:

- ✓ šalmas;
- ✓ darbinės pirštinės;
- ✓ spec. rūbai ir avalynė;
- ✓ montažinis diržas;
- ✓ apsauginiai akiniai;
- ✓ ausinės.

Naudojimąsis pastoliais ir kopėčiomis:

- ✓ visi pastoliai turi būti reikiamai suprojektuoti, sumontuoti, patikrinti ir prižiūrėti, kad nenuvirstų arba staiga nepasislinktų;
- ✓ darbo platformos, pakylės ir pastolių kopėčios turi būti suprojektuotos ir sumontuotos tokio dydžio, laikomos ir naudojamos taip, kad patikimai saugotų darbuotojus nuo kritimo arba nuo krintančių daiktų;
- ✓ pastoliai turi būti nustatyta tvarka patikrinti prieš pradėdant naudoti ir reguliariai naudojimo laikotarpiu;
- ✓ po perstatymo, naudojimo pertraukos, po blogo oro poveikio ar nestiprių požeminių smūgių, stichinių nelaimių ar kitų aplinkybių, galėjusių padaryti įtaką pastolių tvirtumui ar stabilumui;
- ✓ kopėčios turi būti pakankamai tvirtos ir reikiamai prižiūrimos. Jos turi būti tinkamai naudojamos atitinkamose vietose ir pagal paskirtį;

- ✓ turi būti užtikrinta, kad kilnojamieji (perstumiamieji) pastoliai savaime nesujudėtų.

Krentančių daiktų pavojus:

- ✓ darbuotojai turi būti apsaugoti nuo krentančių daiktų kolektyvinėmis saugos priemonėmis, taip pat darbuotojams turi būti išduotos reikiamos asmeninės apsauginės priemonės;
- ✓ medžiagos ir įrenginiai turi būti išdėstyti arba sudėti į krūvas taip, kad negalėtų nuslysti arba nuvirsti;
- ✓ jeigu reikia, statybvietėje reikia uždengti perėjas arba užtikrinti, kad į pavojingas zonas nebūtų įmanoma patekti.

Kritimo iš aukščio pavojus:

- ✓ nuo kritimo iš aukščio darbuotojus būtina apsaugoti atramomis, reikiamo aukščio ir tvirtais aptvarais su rankiniais turėklais, tarpine sija ir grindjuoste arba apsaugai būtina naudoti kitas lygiavertes priemones;
- ✓ darbai aukštyje turi būti atliekami tik naudojant tinkamus įrenginius arba kolektyvines apsaugos priemones, tokias kaip aptvarus, platformas arba apsauginius tinklus ir kitas priemones. Jei dėl darbo pobūdžio tokių įrenginių naudoti negalima, turi būti įrengtos reikiamos priėjimo prie darbo vietos priemonės ir naudojami saugos diržai arba taikomi kiti tvirtinimo metodai.
- ✓

3.2 Darbų kiekių skaičiavimas

3.2.1 lentelė. Išorinių sienų blokelių mūro darbų kiekių skaičiavimas

Ašys	Sienos ilgis, m	Sienos aukštis, m	Plotas, m ²			Blokelių mūro storis, m	Mūro kiekis, m ³
			Sienų	Angų	Sienų be angų		
A-A	60,736	11,242	628,79	88,47	540,32	0,18	97,26
F-F	60,736		628,79	93,19	535,6		96,41
1-1	30,00		337,26	44,64	292,62		52,67
9-9	30,00		337,26	47,33	289,93		52,19
			Viso:		1658,47		298,53

SUDERINTA: _____ TŪKST.LT.

TVIRTINU: _____ TŪKST.LT.

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

2012 M. MĖN. D.

2012 M. MĖN. D.

LOKALINĖ SĄMATA

Sudaryta pagal 2011.03 kainas

SĄMATA

Statinių grupė **14 Bakalauro baigiamasis darbas**
Statinys **1 Viešoji biblioteka Mažeikiuose**
Žiniaraštis **1 Bendrastatybiniai darbai**

2012.02.28

Suma žiniaraščiui **1954456.13 Lt**

Lapas 1

Sam. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vienetas	Kiekis	Kaina Lt			Iš viso
					D.užm.	Medžiagos	Mechanizm	
1 Pamatai								
1	N5-117	Iki 5m gylio ir iki 600mm skersmens gręžinio pamatams gręžimas II grupės grunte k1=1.13, k2=1.13, k9=1.15	vnt	108.0	2619.21		8896.72	11515.93
2	N5-125	Gręžtinių pamatų betonavimas k1=1.13, k2=1.13, k8=1.04, k9=1.15	m3	30.52	1331.19	8946.16	3310.81	13588.16
3	N6P-0303	Antpolių betonavimas k8=1.03, k9=1.15	m3	104.98	2794.57	26959.64	3034.98	32789.19
4	N6-192	PERI "Domino" sistemos klojiniai antpolių betonavimui k9=1.15	100m2	2.333	2056.87	1448.52	1493.12	4998.51
5	N7P-0105	Gelžbetoninių pamatų sijų montavimas	vnt.	26.0	853.01	39811.27	782.08	41446.36
Skyriuje 1					9655	77166	17518	104339
2 Sienos, pertvaros								
1	N7P-0202	Gelžbetoninių kolonų montavimas, tvirtinant varžtais, kai kolonos masė daugiau 1t iki 2t	vnt.	27.0	1727.73	32638.34	2592.0	36958.07
2	N7P-0202	Gelžbetoninių kolonų montavimas, tvirtinant varžtais, kai kolonos masė daugiau 4t iki 6t	vnt.	27.0	2610.79	79370.47	3974.4	85955.66
3	N8P-0201	Silikatinių blokų sienų mūrijimas, kai blokai 250x180x238mm k8=1.12, k9=1.15	m3	298.53	19344.74	64403.31	9415.64	93163.69
4	N26P-1209	Trisluoksnio mūro sienų šiltinimas, naudojant ventiliuojamų atitvarų min. vatos plokštes, be vėjo izoliacijos, kai izoliacijos sluoksnio storis 100 mm	100m2	16.58	14564.87	56572.29	2122.24	73259.4
5	N60-4	Stambiapl.namų sienų su angomis apšiltinimas min.vatos pl., padarant metalinį karkasą ir pritvirtinant 'Eternit' plokštes k9=1.15	100m2	16.58	18953.92	146009.29	3563.87	168527.08
6	N7-50-1	Sąramų, kurių masė iki 0,3 t, montavimas autokranu	vnt	12.0	104.99	11.27	130.56	246.82
7	7700101	Sąramos (laikančios) MU-14	vnt	3.0		152.94		152.94
8	7700102	Sąramos (laikančios) MU-16	vnt	1.0		65.73		65.73
9	7700103	Sąramos (laikančios) MU-18	vnt	6.0		449.04		449.04
10	7700104	Sąramos (laikančios) MU-24	vnt	2.0		323.66		323.66
11	N7-50-2	Sąramų, kurių masė iki 0,7 t, montavimas autokranu	vnt	31.0	377.16	54.91	476.16	908.23
12	7700105	Sąramos (laikančios) MU-33-2	vnt	31.0		7409.0		7409.0
13	F60-6-1	Gipso kartono pertvaros, kai karkasas	100m2	12.85	48017.88	41747.87	202.39	89968.14

Sam. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vienetas	Kiekis	Kaina Lt			
					D.užm.	Medžiagos	Mechanizm.	Iš viso
		viengubas (lengvų metalinių profilių), izoliuojant mineralinės vatos plokštėmis						
Skyriuje 2				105702	429208	22477	557387	
3 Perdangos, laiptai								
1	F7-2-4	Surenkami gelžbetonio tuštuminių plokščių perdenginiai	m3	158.35	3372.22	53299.74	2533.6	59205.56
2	N6-115	Perdenginių ant metalinių sijų arba tarpų tarp surenkamų perdenginių betonavimas k1=1.04, k2=1.04, k8=1.04, k9=1.15	m3	2.253	728.8	588.12	131.96	1448.88
3	N6P-0601	Monolitinių gelžbetoninių perdangų betonavimas, kai armavimas dvigubas , perdangos besijinės, naudojant kraną k8=1.04, k9=1.15	m3	0.448	14.91	95.1	13.02	123.03
4	F7-2-6	Surenkami gelžbetonio laiptų maršai ir aikštelės k8=1.04	m3	6.5	415.94	7584.88	318.5	8319.32
5	N7-182	Liftų šachtų, kurių masė didesnė kaip 2.5t, montavimas k8=1.04	vnt	2.0	79.63	14.23	53.9	147.76
6	N11-37	Šilumos ir garso izoliavimas vienu mineralinės arba stiklo vatos plokščių sluoksniu (sausai)	100m2	14.4	5165.71	4925.71	352.8	10444.22
7	N10P-0705	Perdangų garo izoliacijos įrengimas, klojant izoliacinę plėvelę iš apačios	100m2	14.4	1722.24	4183.63		5905.87
8	F11-2-5	50 mm storio armuotas cementinis išlyginamasis sluoksnis	100m2	14.4	10168.7	14691.6	1058.4	25918.7
Skyriuje 3				21668	85383	4462	111513	
4 Stogas								
1	N9P-0102	Metallinių gegnių ir pogeigninių santvarų t montavimas , kai anga iki 18m, santvarų masė daugiau 1,0t k8=1.09	t	22.1	5414.26		3498.43	114843.28
2	F9-2	Plieno ryšiai ir spyriai (gruntuojant ir dažant du kartus) k8=1.03	t	8.6123	3790.27	43199.03	2687.03	49676.33
3	N9-339	Denginiui laikančio metalinio profiliuoto pakloto lakštų montavimas	100m2	14.4	3699.12	1689.12	1486.8	6875.04
4	N12-60-4	Denginių šilumos 220 mm storio izoliacija 2 sl. 20 mm ir vieno 180 mm storio min. vatos plokšt., tvirtinant laikikliais	100m2	14.4	20155.82		1382.4	115027.74
5	N12-44-1	Denginių izoliacija 1 sluoksnio polietilene plėvele	100m2	14.4	1076.4	2207.52		3283.92
6	N12-149	Pirmo sluoksnio prilydomosios bituminės ritinės stogo dangos MIDA įrengimas (100 m2 padengto paviršiaus) k8=1.17, k9=1.15	100m2	15.336	3633.37	29102.11	511.46	33246.94
7	N12-150	Papildomo sluoksnio prilydomosios bituminės ritinės stogo dangos MIDA įrengimas (100 m2 padengto paviršiaus) k8=1.17, k9=1.15	100m2	15.336	1959.57	28023.16	427.11	30409.84
8	N12-140-1	Medinių ir plieninių detalių tvirtinimas parapetų apskardimui	100m	1.56	1180.3	750.01	49.14	1979.45
9	N12P-0715	Plokščių stogų įlajų įrengimas, aptaisant ritine danga, kai stogo danga bituminė k8=1.07, k9=1.15	vnt.	7.0	129.4	1163.41		1292.81
Skyriuje 4				41039	305554	10042	356635	

Sąm. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vienetas	Kiekis	Kaina Lt			
					D.užm.	Medžiagos	Mechanizm.	Iš viso

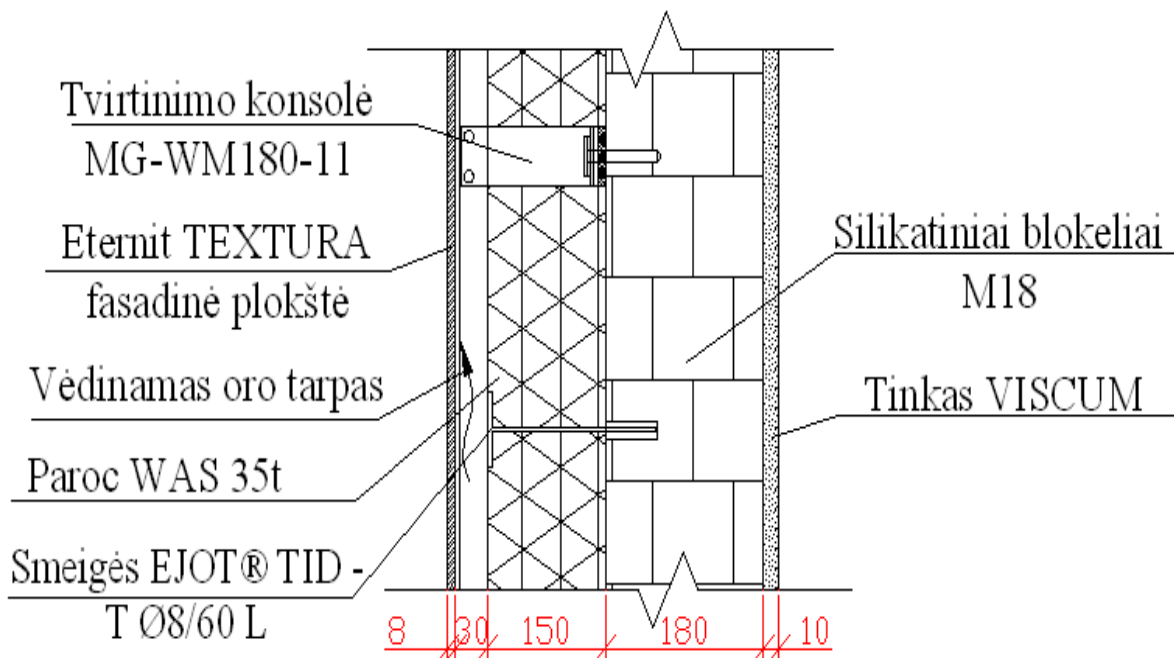
Sudarė :

/Pavardė/

4. ADMINISTRACINIŲ PATALPŲ ŠILDYMO SISTEMOS SKAIČIAVIMAS

4.1. Pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas

Sienos šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas



4.1.1 pav. Sienos konstrukcija

Apskaičiuojame atskirų sluoksnių šiluminės varžas ir visuminę šiluminę varžą:

Kadangi siena su vėdinamu oro tarpu, tai oro tarpo ir apdailos plytų šiluminės varžos nevertiname.

Sienos visuminė šiluminė varža apskaičiuojama pagal formulę:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se};$$

čia: R_{si} – atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$;

R_s – atitvaros sluoksnių suminė šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$;

R_{se} – atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$.

Terminiškai vienalyčio sluoksnio šiluminė varža R apskaičiuojama pagal formulę:

čia: $R = \frac{d}{\lambda_{ds}}$ d – sluoksnio storis, m;

λ_{ds} - medžiagos sluoksnio projektinis šilumos laidumo koeficientas, W/(m·K).

Pirmasis sluoksnis – 10 mm storio kalkių-smėlio tinkas, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{ds}=1,17$ W/(m²K). Jo šiluminė varža apskaičiuojama:

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{ds}} = \frac{0,01 \text{ m}}{1,17 \text{ W/(m·K)}} = 0,009 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W};$$

Antrasis sluoksnis iš „Siliblokas“ silikatinų blokelių mūro, kurio $\lambda_{ds}=0,7$ W/(m·K), o $d=0,18$ m, tai šiluminė varža R :

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{ds}} = \frac{0,18 \text{ m}}{0,7 \text{ W/(m·K)}} = 0,26 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W};$$

Trečiasis sluoksnis – 150 mm storio vėjo izoliacija Paroc EXTRA Plus, kurios $\lambda_{dec} = 0,033$ W/(m·K). Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje $\Delta\lambda_{\omega}$, W/(m·K), pagal [10] 4 lentelę vėdinamai atitvarai $\Delta\lambda_{\omega} = 0,001$ W/(m·K). Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0$ (pagal [5] 7 lentelę, kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $60 < l < 190$, m³/(m·s·Pa), termoizoliaciniai gaminiai užpildo visą erdvę ir yra su vėjo izoliaciniu sluoksniu, įrengtu pagal to paties reglamento 8 lentelėje pateiktus reikalavimus). Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_{dec} \cdot K_{cv} = 0,033 \cdot 0 = 0 \text{ W/(m·K)}.$$

Projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_{dec} + \Delta\lambda_{\omega} + \Delta\lambda_{cv} = 0,033 + 0,001 + 0 = 0,034 \text{ W/(m·K)}.$$

Tada antrojo sluoksnio šiluminė varža:

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_{ds}} = \frac{0,15 \text{ m}}{0,034 \text{ W/(m·K)}} = 4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Kadangi siena yra su vėdinamu oro tarpu, tai oro tarpo ir sluoksnių, esančių į išorinę pusę nuo oro tarpo (išorės apdailos sluoksnio), šiluminės varžos yra nevertinamos. Apskaičiuojam sienos suminę šiluminę varžą:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 = 0,009 + 2,6 + 4,5 = 4,81 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Sienos vidinio paviršiaus šiluminė varža, kai šilumos srauto kryptis horizontali $R_{si} = 0,13$ m²·K/W.

Kadangi siena yra su vėdinamu oro tarpu, išorinė šiluminė varža yra prilyginama vidinio paviršiaus šiluminei varžai – $R_{se} = R_{si} = 0,13$ (m²·K)/W.

Sienos visuminė šiluminė varža R_t :

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0,13 + 4,81 + 0,13 = 5,07 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

čia R_t – atitvaros visuminė šiluminė varža W/(m²·K).

Sienos šilumos perdavimo koeficientas U : $U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{5,07 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}} = 0,197 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Sienos visuminė šiluminė varža $R_t = 5,07 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, šilumos perdavimo koeficientas $U = 0,197 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Jeigu mūro sluoksniai sujungti metaliniais ryšiais, reikia skaičiuoti šilumos perdavimo koeficiento pataisą dėl papildomo šilumos nutekėjimo per metalines jungtis.

Skaičiuodami šilumos perdavimo koeficiento priedą pagal formulę:

$$\Delta U_{fn} = (\alpha \cdot \lambda_{fn} \cdot n_{fn} \cdot A_{fn}) / d_{fn}$$

- priimame, kad jungčių skaičius viename kvadratiname metre $n_{fn} = 8$;
- jungties šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{fn} = 50, \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (plienas);
- vienos jungties skerspjūvio plotas $A_{fn} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$ ($\varnothing = 4 \text{ mm}$);
- skaičiuojamasis jungties ilgis, prilygintas šiltinančio sluoksnio storiui $d_{fn} = 0,15, \text{ m}$;
- struktūrinis daugiklis priimamas $\alpha = 0,5$.

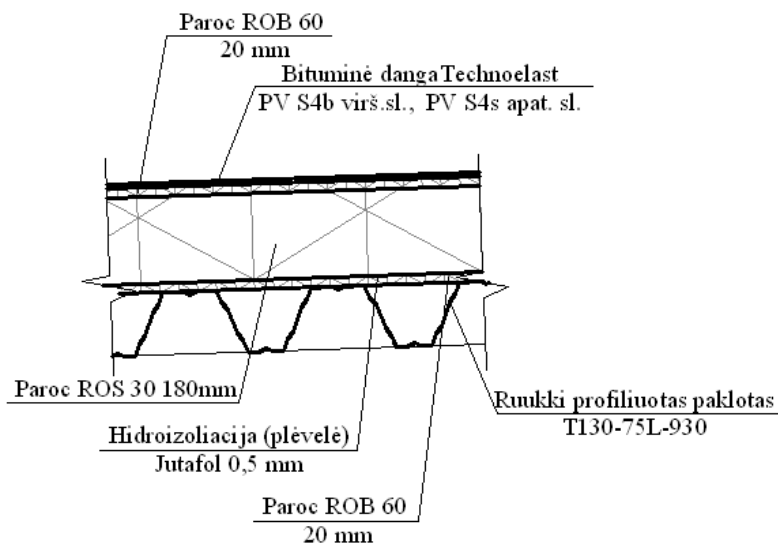
$$\Delta U_{fn} = (\alpha \cdot \lambda_{fn} \cdot n_{fn} \cdot A_{fn}) / d_{fn} = (0,5 \cdot 50 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5}) / 0,15 = 0,016 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U = \frac{1}{R_t} + \Delta U_{fn} = \frac{1}{5,07} + 0,016 = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Išvada: šilumos perdavimo koeficientas $U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ tenkina leistinus šilumos perdavimo koeficiento reikalavimus $U = 0,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ir atitinka norminius $U = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Stogo šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas



4.1.2 pav. Stogo konstrukcijos schema

Apskaičiuojamos atskirų sluoksnių šiluminės varžos ir visuminė šiluminė varža.

Pirmasis sluoksnis – ruloninė danga Technoelast PV S4b priimama kaip plonas sluoksnis prispaustas prie vieno iš atitvarinės konstrukcijos paviršių – $R_{q,1} = 0,02 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$;

Antrasis sluoksnis – ruloninė danga Technoelast PV S4s priimama kaip plonas sluoksnis prispaustas prie vieno iš atitvarinės konstrukcijos paviršių – $R_{q,1} = 0,02 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$;

Trečiasis sluoksnis – 20 mm storio šilumos izoliacija iš mineralinės vatos Paroc ROB 60, kurios $\lambda_{dec} = 0,039 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$. Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje $\Delta\lambda_w$, $\text{W/(m} \cdot \text{K)}$, pagal [10] 4 lentelę vėdinamai atitvarai $\Delta\lambda_w = 0,002 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$. Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0,0$ (pagal [5] 7 lentelę, kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $60 < l < 190, \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$, termoizoliacinis sluoksnis yra su vėjo izoliaciniu sluoksniu, įrengtu pagal to paties reglamento 8 lentelėje pateiktus reikalavimus, termoizoliacinio gaminio montavimo konstrukcijoje būdas atitinka 2.2 pastaboje pateiktą konstrukcijos pavyzdį, kai termoizoliacijos gaminiai sujungti). Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_{dec} \cdot K_{cv} = 0,039 \cdot 0,0 = 0 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}.$$

Projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_{dec} + \Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{cv} = 0,039 + 0,002 + 0 = 0,041 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}.$$

Trečiojo sluoksnio mineralinės vatos šiluminė varža:

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_{ds,3}} = \frac{0,02}{0,041} = 0,49 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}.$$

Ketvirtasis sluoksnis – 180 mm storio šilumos izoliacija iš mineralinės vatos Paroc ROB 60, kurios $\lambda_{dec} = 0,037 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$. Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje $\Delta\lambda_w$, $\text{W/(m} \cdot \text{K)}$, pagal [10] 4 lentelę nevėdinamai atitvarai $\Delta\lambda_w = 0,002 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$. Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0$ (pagal [5] 7 lentelę, kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $60 < l < 190, \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$, termoizoliacinis sluoksnis yra su vėjo izoliaciniu sluoksniu, įrengtu pagal to paties reglamento 8 lentelėje pateiktus reikalavimus, termoizoliacinio gaminio montavimo konstrukcijoje būdas atitinka 2.1 pastaboje pateiktą konstrukcijos pavyzdį, kai termoizoliacijos gaminiai užpildo visą erdvę). Pataisa dėl šiluminės konvekcijos:

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_{dec} \cdot K_{cv} = 0,037 \cdot 0 = 0 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}.$$

Projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_{dec} + \Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{cv} = 0,037 + 0,002 + 0 = 0,039 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}.$$

Ketvirtojo sluoksnio mineralinės vatos šiluminė varža:

$$R_4 = \frac{d_4}{\lambda_{ds,4}} = \frac{0,18}{0,039} = 4,62 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}.$$

Penktasis sluoksnis – garo izoliacija priimama, kaip plonas sluoksnis tarp atitvaros sluoksnių – $R_{q,3} = 0,02 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$.

Šeštasis sluoksnis 20 mm storio šilumos izoliacija iš mineralinės vatos Paroc ROB 60, kurios $\lambda_{dec} = 0,039 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$. Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje $\Delta\lambda_w, \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$, pagal [10] 4 lentelę vėdinamai atitvarai $\Delta\lambda_w = 0,002 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$. Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0,0$ (pagal [5] 7 lentelę, kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $60 < l < 190, \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$, termoizoliacinis sluoksnis yra su vėjo izoliaciniu sluoksniu, įrengtu pagal to paties reglamento 8 lentelėje pateiktus reikalavimus, termoizoliacinio gaminio montavimo konstrukcijoje būdas atitinka 2.2 pastaboje pateiktą konstrukcijos pavyzdį, kai termoizoliacijos gaminiai sujungti). Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_{dec} \cdot K_{cv} = 0,039 \cdot 0,0 = 0 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}.$$

Projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_{dec} + \Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{cv} = 0,039 + 0,002 + 0 = 0,041 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}.$$

Šeštojo sluoksnio mineralinės vatos šiluminė varža:

$$R_6 = R_3 = \frac{d_6}{\lambda_{ds,6}} = \frac{0,02}{0,041} = 0,49 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}.$$

Septintasis sluoksnis – 1,2 mm apkrovas laikantys profiliuoti plieno lakštai, kurių $\lambda_{ds} = 17 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$.

$$R_7 = \frac{d_7}{\lambda_{ds,7}} = \frac{0,0012}{17} = 0,00007 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}.$$

Stogo suminė šiluminė varža:

$$R_s = R_{q,1} + R_{q,2} + R_3 + R_4 + R_{q,5} + R_6 + R_7$$

$$R_s = 0,02 + 0,02 + 0,49 + 4,62 + 0,02 + 0,49 + 0,00007 = 5,66 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Išorinė šiluminė varža $R_{se} = 0,10 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$, vidinė šiluminė varža $R_{si} = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$.

Stogo visuminė šiluminė varža:

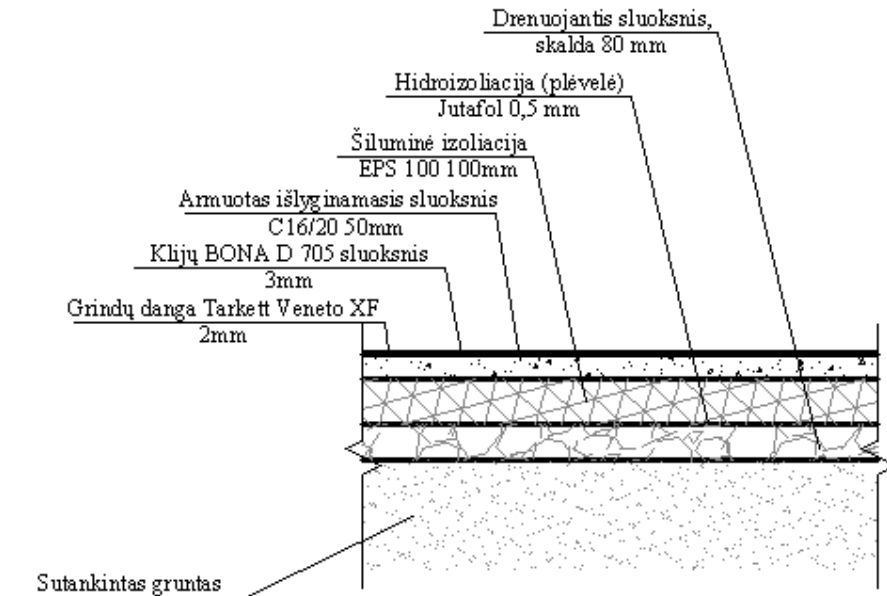
$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0,10 + 5,66 + 0,04 = 5,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Apskaičiuojamas šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{5,8} = 0,17 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}.$$

Išvada: stogo visuminė šiluminė varža $R_t = 5,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, šilumos perdavimo koeficientas $U = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Grindų šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas



4.1.3 pav. Grindų konstrukcijos schema

Apskaičiuojama grindų konstrukcijos šiluminė varža.

Pirmasis sluoksnis – grindų danga, tarketis 2 mm. Šio sluoksnio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{ds} = 0,17 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{ds,1}} = \frac{0,02}{0,17} = 0,012 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Antrasis sluoksnis – klijai, priimamas kaip plonas sluoksnis tarp atitvaros sluoksnių, $R_2 = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.

Trečiasis sluoksnis – 50 mm storio armuoto betono sluoksnis, kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{ds} = 2,3 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. Šio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_{3,ds}} = \frac{0,05}{2,3} = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

Ketvirtasis sluoksnis – garo izoliacija plėvelė JUTAFOL, priimamas kaip plonas sluoksnis tarp atitvaros sluoksnių $R_4 = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.

Penktasis sluoksnis – šilumos izoliacija iš 100 mm polistireninio putplasčio EPS100, kurios deklaruojamoji šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{dec} = 0,035 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo grunte $\Delta\lambda_{\omega} = 0,01 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. ([10] 5 lentelė (po patalpų grindimis ant grunto)). Projektinė ekstruzinio polistireninio putplasčio šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_{dec} + \Delta\lambda_{\omega} = 0,035 + 0,01 = 0,045 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K}).$$

Šio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_5 = \frac{d_5}{\lambda_{5,ds}} = \frac{0,10}{0,045} = 2,22 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}.$$

Apskaičiuojama grindų konstrukcijos šiluminė varža:

$$R_f = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 0,012 + 0,02 + 0,02 + 0,02 + 2,22 = 2,29 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}.$$

Grindų plotas apskaičiuotas pagal vidinius grindų matmenis yra lygus $A = 1440 \text{ m}^2$. Grindų perimetras apskaičiuotas pagal vidinius grindų matmenis yra lygus - $P = 156 \text{ m}$.

Būdingasis grindų ant grunto matmuo pagal ([11]1.14) formulę:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P} = \frac{1440}{0,5 \cdot 156} = 18,46 \text{ m}.$$

Atstojamasis grindų plokštės storis, išreikštas grunto sluoksnio storiu pagal ([12]1.18) formulę:

$$d_i = w + \lambda_{gr} \cdot (R_{si} + R_f + R_{se}) = 0,4 + 2,0 \cdot (0,17 + 2,29 + 0,04) = 5,4 \text{ m}.$$

Kadangi $d_i < B'$, tai grindų šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U_0 = \frac{2\lambda_{gr}}{\pi B' + d_i} \ln\left(\frac{\pi \cdot B'}{d_i} + 1\right) = \frac{2 \cdot 2,0}{3,14 \cdot 18,46 + 5,4} \ln\left(\frac{3,14 \cdot 18,46}{5,4} + 1\right) = 0,155 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}).$$

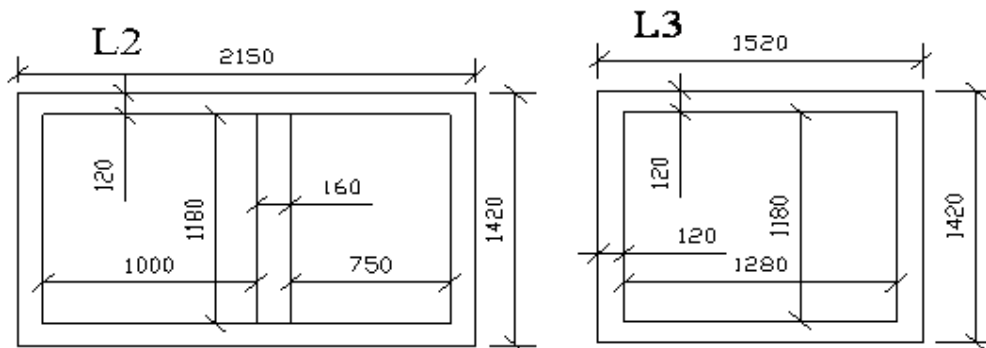
Išvada: šilumos perdavimo $U = 0,155 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ koeficientas tenkina norminius [13] $U = 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ reikalavimus.

Langų ir durų šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

Reikia apskaičiuoti lango šilumos perdavimo koeficientą U_{wd} , kai žinomas lango rėmo šilumos perdavimo koeficientas U_{fr} , įstiklinimo šilumos perdavimo koeficientas U_g ir lango matmenys.

Langas iš plastikinių profilių, stiklo paketo $U_g = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, „Passiv Line“ rėmo šilumos laidumo koeficientas $U_{fr} = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, 7 kameros. Šio lango ilginio šiluminio tiltelio

šilumos perdavimo koeficientas dėl įstiklinimo, tarpiklių ir rėmo šiluminės sąveikos yra $\Psi_g = 0,06 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.



4.1.4 pav. Langų schemas

Lango L2 skaičiavimas

Lango įstiklintos dalies plotas:

$$A_g = 1,75 \times 1,18 = 2,065 \text{ m}^2.$$

Lango rėmo plotas:

$$A_{fr} = (2,15 \times 0,12 \times 2) + (1,18 \times 0,12 \times 2) + (1,18 \times 0,16) = 0,988 \text{ m}^2.$$

Lango plotas:

$$A_{wd} = A_g + A_{fr} = 2,065 + 0,988 = 3,053 \text{ m}^2.$$

Įstiklinimo perimetras:

$$l_g = (1,75 \times 2) + (1,18 \times 2) = 5,86 \text{ m}.$$

Lango šilumos perdavimo koeficientas U_{wd} apskaičiuojama pagal (1.33) formulę:

$$U_{wd} = \frac{A_g \cdot U_g + A_{fr} \cdot U_{fr} + l_g \cdot \Psi_g}{A_g + A_{fr}} = \frac{2,065 \cdot 0,6 + 0,988 \cdot 0,9 + 5,86 \cdot 0,06}{3,053} = 0,81 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

Atitinkamai paskaičiuojame ir kitų langų šilumos perdavimo koeficientus.

4.1.1 lentelė. Langų šilumos perdavimo koeficientai

Lango Nr.	Lango įstiklintos dalies plotas $A_g, \text{ m}^2$	Lango plotas $A_{wd}, \text{ m}^2$	Lango rėmo plotas $A_{fr}, \text{ m}^2$	Įstiklinimo perimetras $l_g, \text{ m}$	Lango šilumos perdavimo koeficientas $U_{wd}, \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
L1	4,62	6,0	1,38	14,29	0,81
L2	2,065	3,053	0,988	5,86	0,81
L3	1,51	2,16	0,65	4,92	0,83
L4	1,13	1,7	0,57	4,38	0,85

Durys pasirenkamos stipresnės „SKYDAS 2000“, gamintojo deklaruojama šilumos laidumo koeficiento reikšmė $U = 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Išvada. Skaičiavimus supaprastinant priimame, kad bendras langų ir durų šilumos perdavimo koeficientas $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, kuris tenkina statybos reglamento norminius reikalavimus [13] $U = 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientai

Iš reglamento [8], 7 priedo:

Sienų kampų ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientai Ψ , $\text{W}/(\text{mK})$:

3.1 Schema, $U_1 = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, ($R_1 = 5,07 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, $\delta_1 = 0,15 \text{ m}$)

$\Psi = -0,10 \text{ W}/(\text{mK})$.

Sienų ir perdangų sandūrų ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientai Ψ , $\text{W}/(\text{mK})$:

5.1 Schema, $U_1 = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, ($R_1 = 5,07 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, $\delta_1 = 0,15 \text{ m}$)

$\Psi = 0,05 \text{ W}/(\text{mK})$.

Sienų ir langų (durų) sandūrų ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientai Ψ , $\text{W}/(\text{mK})$:

7.9 Schema, $U_1 = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, ($R_1 = 5,07 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, $\delta_1 = 0,15 \text{ m}$)

$\Psi = 0,05 \text{ W}/(\text{mK})$.

Sąramų virš langų ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientai Ψ , $\text{W}/(\text{mK})$:

8.28 Schema, $U_1 = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, ($R_1 = 5,07 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, $\delta_1 = 0,15 \text{ m}$)

$\Psi = 0,10 \text{ W}/(\text{mK})$.

4.1.2 lentelė. Pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientų rezultatų suvestinė

Atitvara	Projektinis šilumos perdavimo koeficientas U , $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Norminis šilumos perdavimo koeficientas U_N , $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Leistinas šilumos perdavimo koeficientas U_{MN} , $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
Stogas	0,17	0,2	0,25
Grindys	0,155	0,3	0,4
Durys	1,2	1,6	1,9
Langai	0,9	1,6	1,9
Sienos	0,2	0,25	0,4

4.2. Šilumos nuostolių skaičiavimas. Šildymo sistemos galia ir šilumos sąnaudos

Pastato savitieji šilumos nuostoliai

Apskaičiuojami pastato atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai H_{TD} pagal formulę:

$$H_{TD} = (A_r \cdot U_{D,r}) + (A_{fg} \cdot U_{D,fg}) + (A_w \cdot U_{D,w}) + (A_{wd} \cdot U_{D,wd}) + (A_d \cdot U_{D,d}) + (\Psi_{D,t} \cdot l_t).$$

4.2.1. lentelė. Projektiniai šilumos nuostoliai.

<i>Konstruktyvas</i>	<i>Atitvarų plotai ar šiluminių tiltelių ilgiai</i>	<i>Projektinis šilumos perdavimo koeficientas</i>	<i>Pastato atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai</i>	<i>Norminis šilumos perdavimo koeficientas</i>	<i>Pastato atitvarų norminiai savitieji šilumos nuostoliai</i>
Stogas	1440,0	0,17	217,68	0,16	421,23
Grindys	1404,11	0,155	8,3	0,25	11,07
Durys	6,92	1,2	220,08	1,60	426,83
Langai	266,766	0,825	324,19	1,60	405,23
Sienos	1620,93	0,2	244,8	0,20	288
Sienos kampas	56,82	0,10	5,682	0,10	5,682
Langų ir durų sandūros	484	0,05	24,2	0,05	24,2
Sąramos	63,76	0,10	6,68	0,10	6,68
		Viso:	1051,61	Viso:	1588,92

Palyginami pastato atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai su norminiais savitaisiais šilumos nuostoliais.

Gaunama, kad pastato atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai yra mažesni už norminius, vadinasi projektuojamas pastatas tenkina reglamento reikalavimus: $H_{TD} = 1051,61 \text{ W/K} < H_{TN} = 1588,92 \text{ W/K}$.

Pastato šilumos nuostoliai per atitvaras

Pastato atitvarų projektiniai šilumos nuostoliai Φ_{en} nustatomi pagal [14], sudedant šilumos nuostolius per visas pastato atitvaras (elementus) bei ilginčius šilumos tiltelius, W:

$$\Phi_{en} = \Sigma\Phi_{el} + \Sigma\Phi_{\Psi};$$

Kiekvienos atitvaros dalies, apibūdinamos skirtinga šilumos perdavimo koeficiento verte, projektiniai šilumos nuostoliai Φ_{el} skaičiuojami, W:

$$\Phi_{el} = U \cdot A \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot k_u \cdot (1 + \Delta k_o + \Delta k_w + \Delta k_h + \Delta k_d);$$

čia: U – atitvaros (atitvaros dalies) šilumos perdavimo koeficientas, $W/(m^2 \cdot K)$;

A – atitvaros (atitvaros dalies) plotas, m^2 ;

θ_i – projektinė vidaus temperatūra, $^{\circ}C$;

θ_e – projektinė išorės temperatūra, $^{\circ}C$; parenkama pagal 16 p. Nurodymus. Jei kitapus atitvaros yra patalpa su kitokia projektine vidaus temperatūra, tai imama šios temperatūros vertė;

k_u – pataisa, jeigu atitvara tiesiogiai nesusisiekia su išorės oru (2 priedas, B.1 lentelė). Pataisa netaikoma, jei imama vidutinė tos patalpos (ertmės) temperatūra, apskaičiuota pagal 3 priede nurodytą šilumos balanso lygtį, į lygtį įstatant atitinkamą θ_e vertę. Pataisa netaikoma grindims ant grunto bei įgilintai rūsio sienų daliai;

Δk_o – pataisa dėl atitvaros padėties pasaulio šalių atžvilgiu. Pataisa netaikoma perdangoms ir grindims;

Δk_w – pataisa dėl vėjo įtakos. Pataisa netaikoma perdangoms ir grindims;

Δk_h – pataisa dėl šildymo prietaisų rūšies; taikoma visoms atitvaroms;

Δk_d – pataisa dėl išorės durų (jei nėra oro užuolaidų), taikoma skaičiuojant durų šilumos nuostolius;

pataisų Δk_o , Δk_w , Δk_h , Δk_d vertės nurodytos 2 priede, B.2 lentelėje.

Vietoj pataisos k_u , formulėje (5) geriau taikyti vidutinę nešildomos patalpos (ertmės) temperatūrą, apskaičiuotą pagal šilumos balanso lygtį 3 priede, į lygtį įstatant atitinkamą θ_e vertę.

Projektiniai šilumos nuostoliai per ilginius šilumos tiltelius Φ_{Ψ} , tokius kaip gelžbetoninė sąrama virš lango angos, nustatomi pagal formulę, W:

$$\Phi_{\Psi} = \Psi \cdot l \cdot (\theta_i - \theta_e) \cdot k_u;$$

čia: Ψ – ilginio šilumos tiltelio šilumos perdavimo koeficientas, $W/m \cdot K$. Jo vertę (pagal išorinius pastato matmenis);

l – ilginio šilumos tiltelio ilgis, m;

θ_i – projektinė vidaus temperatūra, $^{\circ}C$;

θ_e – projektinė išorės temperatūra, $^{\circ}C$. Jei kitapus atitvaros yra patalpa su kitokia projektine vidaus temperatūra, tai imama šios temperatūros vertė;

k_u – pataisa, jeigu atitvara tiesiogiai nesusisiekia su išorės oru (2 priedas, B.1 lentelė). Pataisa netaikoma, jei imama vidutinė tos patalpos (ertmės) temperatūra, apskaičiuota pagal 3 priede nurodytą šilumos balanso lygtį, į lygtį įstatant atitinkamą θ_e vertę.

Pastato šilumos nuostoliai per visas pastato atitvaras ir ilginius šiluminius tiltelius

2.2. lentelė

Patalpos atitvaros	U, W/(m ² ·K)	A, m ²	θ_i , °C	θ_e , °C	k_u	Δk_o	Δk_w	Δk_h	Δk_d	Φ_{ei} , W	Φ_{Ψ} , W
11 KORIDORIUS											
Grindys	0,155	32,31	20	-22	1	-	-	-	-	210,34	
										210,34	21,03
12 TAMBŪRAS											
Sienos	0,2	6,21	20	-22	1	0,05	0,02	0,02	-	70,89	
Grindys	0,155	10,89	20	-22	1	-	-	-	-	56,86	
Durys	1,2	2,31	20	-22	1	0,05	0,02	0,02	0,12	140,87	
										268,62	23,07
13 SEKRETORIATAS											
Sienos	0,2	17,7	20	-22	1	0,05	0,02	0,02	-	164,57	
Langai	0,825	3,86	20	-22	1	0,05	0,02	0,02	-	162,06	
Grindys	0,155	25,28	20	-22	1	-	-	-	-	145,79	
										472,42	50,94
14 DIREKTORIAUS KABINETAS											
Sienos	0,2	28,77	20	-22	1	0,05	0,02	0,02	-	121,28	
Langai	0,825	6,11	20	-22	1	0,05	0,02	0,02	-	263,42	
Grindys	0,155	18,63	20	-22	1	-	-	-	-	230,77	
										615,47	80,84
15 VIRTUVĖLĖ											
Grindys	0,155	29,54	20	-22	1	-	-	-	-	192,30	
										192,30	19,2
16 DARBUOTOJŲ RŪBINĖ											
Sienos	0,2	13,6	20	-22	1	-	0,02	0,02	-	87,95	
Grindys	0,155	13,51	20	-22	1	-	-	-	-	118,81	
										206,76	20,68
17 VALYTOJOS PATALPA											
Sienos	0,2	5,04	20	-22	1	-	0,02	0,02	-	10,61	
Grindys	0,155	1,63	20	-22	1	-	-	-	-	44,03	
										54,64	5,46
18 SAN. MAZGAS											

Sienos	0,2	4,64	20	-22	1	-	0,02	0,02	-	13,93	
Grindys	0,155	2,14	20	-22	1	-	-	-	-	40,54	
										54,47	5,45
19 SAN. MAZGAS											
Sienos	0,2	4,64	20	-22	1	-	0,02	0,02	-	13,93	
Grindys	0,155	2,14	20	-22	1	-	-	-	-	40,54	
										54,47	5,45
										$\Sigma\Phi_{el} =$	$\Sigma\Phi_{\Psi} =$
										2129,49	232,1

Pastato atitvarų projektiniai šilumos nuostoliai Φ_{en} :

$$\Phi_{en} = \Sigma\Phi_{el} + \Sigma\Phi_{\Psi} .$$

$$\Phi_{en} = 2129,49 + 232,1 = 2361,59 \text{ W} = 2,36159 \text{ kW} .$$

Šilumos nuostoliai dėl vėdinimo

Patalpos vėdinimo projektiniai šilumos nuostoliai, Φ_v skaičiuojami taip, W:

$$\Phi_v = Q = c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot L \cdot \rho \cdot (\theta_i - \theta_e) = 0,34 \cdot L \cdot (\theta_i - \theta_e) ;$$

čia: c – savitoji oro šiluma, $c \cong 0,279 \text{ Wh}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ arba $c \cong 0,34 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$;

ρ – patalpos oro tankis, $\rho \cong 1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$;

L_{nv} – projektinis tiekiamo į patalpą oro debitas, m^3/h ;

θ_e – projektinė išorės temperatūra, $^{\circ}\text{C}$;

θ_i – projektinė vidaus temperatūra, $^{\circ}\text{C}$;

$$L_{nv} = n_{nv} \cdot A_p \cdot h \cdot \Delta k_c \cdot (1 + \Delta k_b) \cdot (1 + k_g) ;$$

čia: $n_{nv} = n_{tv} - n_{in}$ – oro kaita patalpoje, 1/h, tik dėl natūralaus vėdinimo, atmetant išorės oro infiltracijos dalį;

$n_{tv} = n_{nv} + n_{in}$ – oro kaita patalpoje, 1/h, dėl bendrojo natūralaus vėdinimo, įvertinant išorės oro infiltraciją (imama iš 4 priedo arba išmatuojama);

n_{in} – oro kaita patalpoje, 1/h, tik dėl infiltruojamo išorės oro;

A_p – patalpos plotas, m^2 ;

h – patalpos aukštis, m;

Δk_c – pataisa dėl kampinės patalpos; jei kampinėje patalpoje langai yra skirtingose sienose, $\Delta k_c = 1,2$, kitais atvejais $\Delta k_c = 1,0$;

Δk_b – pataisa dėl vėdinimo sistemos rūšies, žr. 4 priedo D.5 lentelę;

k_g – pataisa dėl patalpos padėties pastate, apskaičiuojama pagal formulę:

$$k_g = \left| \frac{N}{2} - N_i + 1 \right| \cdot 0,05 / \sqrt{N},$$

čia: N – aukštų skaičius;

N_i – aukštas, kuriame yra vertinamoji patalpa.

Svetainė:

$$L_{nv} = 0,2 \cdot 3,7 \cdot 2,5 \cdot 1,2 \cdot (1 + 0,1) \cdot (1 + 0,035) = 2,1 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ čia } n_{nv} = 0,5 - 0,3 = 0,2.$$

$$Q = 0,34 \cdot L \cdot (\theta_i - \theta_e) = 0,34 \cdot 2,1 \cdot (22 - (-22)) = 29,99 \text{ W}.$$

Pastato vėdinimo projektiniai šilumos nuostoliai:

2.3.lentelė

Patalpa	$L_{nv}, \text{ m}^3/\text{h}$	$\theta_i, \text{ }^\circ\text{C}$	$\theta_e, \text{ }^\circ\text{C}$	$\Phi_v, \text{ W}$
Koridorius	35,77	20	-22	510,79
Tambūras	119,22	20	-22	171,36
Sekretoriatas	27,98	20	-22	399,55
Direktoriaus kab.	24,75	20	-22	353,43
Virtuvėlė	32,7	20	-22	466,96
Darbuotojų rūbinė	14,96	20	-22	213,63
Valytojos patalpa	1,8	20	-22	25,70
San. mazgas	2,67	20	-22	38,13
San. mazgas	2,67	20	-22	38,13
				$\Sigma\Phi_v = 2217,68$

Pastato vėdinimo projektiniai šilumos nuostoliai $\Phi_v = 2217,68 \text{ W} = 2,218 \text{ kW}$.

Pastato nuolatinio šildymo sistemos galia

Patalpai šildyti reikalinga projektinė šiluminė galia:

$$P_h = \Sigma\Phi_{el} + \Sigma\Phi_{\psi} + \Phi_v = \Phi_{en} + \Phi_v$$

čia: Φ_{el} – šilumos nuostoliai per atitvaras, W;

Φ_v – patalpos vėdinimo šilumos nuostoliai, W;

Φ_{ψ} – šilumos nuostoliai per ilginčius šilumos tiltelius, W.

$$P_h = 2361,59 + 2217,68 = 4579,27 \text{ W} = 4,579 \text{ kW}.$$

Pastato projektinė nuolatinio šildymo sistemos galia:

$$P_{hs} = \Sigma P_h / \eta_2 \cdot \eta_3.$$

čia: P_h – patalpai šildyti reikalinga projektinė šiluminė galia, W;

η_2 – šilumos šaltinio naudingumo koeficientas;

η_3 - šildymo sistemos magistralinių skirstomųjų vamzdynų termoizoliacijos efektyvumo koeficientas.

$$P_{hs} = 4579,27 / 0,9 \cdot 0,97 = 5245,44 \text{ W} = 5,245 \text{ kW}.$$

Metinės šilumos sąnaudos. Metinės šildymo išlaidos

$$Q_{\text{met}} = P_{\text{hspr}} \cdot \Delta t \cdot \frac{\theta_i - \theta_{\text{šil.s}}}{\theta_i - \theta_e};$$

čia: P_{hspr} - pastato nuolatinio šildymo sistemos galia su pritekėjimo srautais, W;

Δt – šildymo sezono trukmė, h.

$$\Delta t = 222(\text{paros}) \cdot 24(\text{h}) = 5328 \text{ h}.$$

$$P_{\text{hspr}} = [P_{\text{hs}} - (\Phi_s + (\Phi_{\text{apš}} + \Phi_{\text{b.p.}} + \Phi_{\text{zm.}}) \cdot A)];$$

$$\Phi_s = \Sigma (\rho_s \cdot A_1);$$

ρ_s – šildymo sezono vidutinis suminis saulės spinduliuotės srauto tankis q_s , W/m², į vertikaliuosius ir horizontalujį paviršius, esant vidutiniam debesuotumui.

A_1 – lango plotas, m².

$$\Phi_s = \Sigma (\rho_s \cdot A_1) = (47,8 \cdot 6,193) + (57,3 \cdot 3,053) = 505,38 \text{ W}.$$

$$Q_s = \Sigma (\rho_s \cdot A_s) \cdot \Delta \tau = \Phi_s \cdot \Delta \tau = 505,38 \cdot 222 \cdot 24 = 2692664 \text{ W}.$$

$$P_{\text{hspr}} = [11100 - (877,99 + (3 + 2,7 + 2,8) \cdot 156)] = 8896 \text{ W}.$$

Šilumos prietėkis į patalpas per metus nuo žmonių ir apšvietimo lempų skleidžiamos šilumos:

$$Q_{\text{pr}} = \Phi \cdot \Delta \tau = q \cdot A \cdot \Delta \tau = 16 \cdot 144 \cdot 222 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 12275,7 \text{ Wh};$$

q - šilumos išsiskyrimai dėl žmonių buvimo ir nuo el. apšvietimo ir prietaisų, W/m²;

A - patalpų plotas, m²;

$\Delta \tau$ - šilumos tekėjimo trukmė, h.

$$Q_{\text{met}} = P_{\text{hs}} \cdot \frac{\theta_i - \theta_{\text{šil.s}}}{\theta_i - \theta_e} \cdot t \cdot 24 - (Q_s + Q_{\text{pr}}) =$$

$$= 5245,44 \cdot \frac{22 - (-0,6)}{22 - (-22)} \cdot 222 \cdot 24 - (2692664 + 12275,7) = 11,65 \text{ (MW} \cdot \text{h)}.$$

Kadangi skaičiavome ne visas patalpas, tai pastatui energinį naudingumą priskirti būtų netikslinga.

4.3. Šildymo įrangos projektavimas

Pagal projektinę patalpų šildymo galią parinksime atitinkamo galingumo radiatorius.

Mano parinkti radiatoriai yra „PURMO“ firmos (75/65/20°C).

4.3.1 lentelė. Radiatorių parinkimas

Patalpa	Šilumos nuostoliai, W	Radiatorių tipas	Radiatorių kiekis	Radiatorių matmenys			Radiatoriaus šildymo galia, W	Šilumnešio debitas, cirkuliuojantis per radiatorių G, kg/h
				Aukštis, mm	Ilgis, mm	Tipas		
Koridorius	742,16	75/65/20	1	300	500	21s	368	31,65
			1	300	500	21s	368	31,65
Tambūras	463,05	75/65/20	1	300	800	11	463	39,82
Sekretoriatas	922,91	75/65/20	1	300	800	11	463	39,82
			1	300	800	11	463	39,82
Direktoriaus kab.	1049,74	75/65/20	1	450	600	11	492	42,31
			1	450	700	11	574	49,36
Virtuvėlė	678,46	75/65/20	1	500	800	11	671	57,71
Darbuotojų rūbinė	441,07	75/65/20	1	300	600	21s	442	38,01

Vandens cirkuliuojančio per radiatorius debitas apskaičiuojamas m, kg/h:

$$G = \frac{0,86 \cdot \Phi}{\Delta T} ;$$

čia:

Φ – radiatoriaus ar grindų šildymo galia, W.

ΔT – temperatūrų skirtumas tarp atitekančio ir ištekančio vandens, °C.

Karštas vanduo tiekiamas iš centralizuotų šilumos punktų.

LITERATŪRA

1. STR 2.05.03:2003. „Statybinių konstrukcijų projektavimo pagrindai“.
2. STR 2.05.04:2003. „Poveikiai ir apkrovos“.
3. STR 2.01.04:2004. „Gaisrinė sauga. Pagrindiniai reikalavimai“.
4. STR 2.05.05:2005. „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“.
5. STR 2.05.05:2005. „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. 3 priedas. (Praktinio taikymo vadovas)“ –Vilnius: Rekona, 2005.-118 p.
6. V. Venckevičius, I. Židonis. Pastatų perdangos su surenkamosiomis gelžbetoninėmis kiaurymėtosiomis plokštėmis: Mokomoji knyga. – Šiauliai, 2007. – 70 p.
7. HN 125:2004. Socialinių paslaugų įstaigos: bendrieji saugos sveikatos reikalavimai“.
8. STR 2.05.01:2005. „Pastatų atitvarų šiluminė technika“.
9. ST 121895674.06:2009 „Mūro darbai“.
10. STR 2.01.03:2009. „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių - techninių dydžių, deklaruojamosios ir projektinės vertės“.
11. Jolanta Čiuprinskienė, Kęstutis Čiuprinskas. Pastato šildymo sistemos projektavimas: metodikos nurodymai. V.: Technika. 2005. -99 p.
12. Vytautas Barkauskas, Vytautas Stankevičius. Pastatų atitvarų šiluminė fizika. K.: Technologija. 2000. -286 p.
13. STR 2.05.01:2005. „Pastatų atitvarų šiluminė technika“.
14. STR 2.05.20:2006. „Langai ir išorinės įėjimo durys“.
15. STR 2.09.02:2005. „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“.
16. *Bituminės dangos*. [žiūrėta 2012-03-24]. Prieiga per internetą: < <http://www.mida.lt>>.
17. *Durų katalogas*. [žiūrėta 2012-03-15]. Prieiga per internetą: < www.door.lt >.
18. *Grindų dangos*. [žiūrėta 2012-03-07]. Prieiga per internetą: < <http://www.saulesgrindys.lt>>.
19. *Langų pasirinkimas*. [žiūrėta 2012-03-12]. Prieiga per internetą: < <http://www.lanvista.lt>>.
20. „*Siliblokas*“. Visa informacija apie silikatinius blokėlius. [žiūrėta 2012-02-17]. Prieiga per internetą: < <http://www.mplytos.lt>>.
21. *Ventiliaciniai kaminėlių parinkimas*. [žiūrėta 2012-04-12]. Prieiga per internetą: < <http://www.stogu.dengimas.lt>>.

PRIEDAI

Sam. eil.	Darbo kodas	Darbu ir išlaidų aprašymai	Mato vienetas	Kiekis	Darbo sąnaudos žm./val.	Kategorija	Tarifinis atlygis	Darbo užmokestis Lt
		tarp surenkamų perdanginių betonavimas k1=1.04, k2=1.04, k8=1.04, k9=1.15						
3	N6P-0601	Monolitinių gelžbetoninių perdangų betonavimas, kai armavimas dvigubas, perdangos besijinės, naudojant kraną k8=1.04, k9=1.15	m3	0.448	1.12	3.50	13.310	14.91
4	F7-2-6	Surenkami gelžbetonio laiptų maršai ir aikštelės k8=1.04	m3	6.5	29.25	4.00	14.220	415.94
5	N7-182	Liftų šachtų, kurių masė didesnė kaip 2.5t, montavimas k8=1.04	vnt	2.0	5.6	4.00	14.220	79.63
6	N11-37	Šilumos ir garso izoliavimas vienu mineralinės arba stiklo vatos plokščių sluoksniu (sausai)	100m2	14.4	417.6	2.83	12.370	5165.71
7	N10P-0705	Perdangų garo izoliacijos įrengimas, klojant izoliacinę plėvelę iš apačios	100m2	14.4	149.76	2.50	11.500	1722.24
8	F11-2-5	50 mm storio armuotas cementinis išlyginamasis sluoksnis	100m2	14.4	806.4	3.00	12.610	10168.7
Iš viso skyriuje 3					1719.325			21668

4 Stogas

1	N9P-0102	Metaliųjų gegnių ir pogežnių santvarų montavimas, kai anga iki 18m, santvarų masė daugiau 1,0t k8=1.09	t	22.1	369.07	4.50	14.670	5414.26
2	F9-2	Plieno ryšiai ir spyriai (gruntuojant ir dažant du kartus) k8=1.03	t	8.6123	258.369	4.50	14.670	3790.27
3	N9-339	Denginiui laikančio metalinio profiliuoto pakloto lakštų montavimas	100m2	14.4	277.92	3.50	13.310	3699.12
4	N12-60-4	Denginių šilumos 220 mm storio izoliacija 2 sl. 20 mm ir vieno 180 mm storio min. vatos plokšt., tvirtinant laikikliais	100m2	14.4	1598.4	3.00	12.610	20155.82
5	N12-44-1	Denginių izoliacija 1 sluoksnio polietilene plėvele	100m2	14.4	93.6	2.50	11.500	1076.4
6	N12-149	Pirmo sluoksnio prilydomosios bituminės ritininės stogo dangos MIDA įrengimas (100 m2 padengto paviršiaus) k8=1.17, k9=1.15	100m2	15.336	272.981	3.50	13.310	3633.37
7	N12-150	Papildomo sluoksnio prilydomosios bituminės ritininės stogo dangos MIDA įrengimas (100 m2 padengto paviršiaus) k8=1.17, k9=1.15	100m2	15.336	147.226	3.50	13.310	1959.57
8	N12-140-1	Medinių ir plieninių detalių tvirtinimas parapetų apskardinimui	100m	1.56	93.6	3.00	12.610	1180.3
9	N12P-0715	Plokščių stogų įlajų įrengimas, aptaisant ritinine danga, kai stogo danga bituminė k8=1.07, k9=1.15	vnt.	7.0	9.1	4.00	14.220	129.4
Iš viso skyriuje 4					3120.266			41039

5 Langai, durys

1	N2P-0103	Aliuminio arba plastiko langų blokų su varstomomis sąvaromis montavimas mūrinėse sienose, kai langų blokų plotas daugiau 1m2 iki 2 m2	m2	1.7	3.91	4.00	14.220	55.6
2	N2P-0103	Aliuminio arba plastiko langų blokų su varstomomis sąvaromis montavimas mūrinėse sienose, kai langų blokų plotas daugiau 2 m2 iki 3 m2	m2	12.96	23.976	4.00	14.220	340.94
3	N2P-0103	Aliuminio arba plastiko langų blokų su	m2	186.0	316.2	4.00	14.220	4496.36

Sąm. eil.	Darbo kodas	Darbu ir išlaidų aprašymai	Mato vienetas	Kiekis	Darbo sąnaudų žm./val.	Kategorija	Tarifinis atlygis	Darbo užmokestis Lt
		varstomomis sąvaromis montavimas mūrinėse sienose , kai langų blokų plotas daugiau 3 m2						
4	N10-125	Durų blokų įstatymas į mūrinių sienų angas,kai jų plotas iki 3m2	m2	6.93	7.97	3.67	13.670	108.94
5	N10-127	Durų blokų įstatymas į pertvarų ir medinių sienų angas,kai jų plotas iki 2m2	m2	37.8	71.064	3.56	13.490	958.65
6	N10-128	Durų blokų įstatymas į pertvarų ir medinių sienų angas,kai jų plotas iki 3m2	m2	17.43	25.971	4.00	14.220	369.3
Iš viso skyriuje 5					449.091			6330
<hr/>								
6 Grindys								
1	N11-3	Grunto tankinimas skalda mechanizuotu būdu	100m2	14.4	89.28	2.17	10.850	968.69
2	N11P-0302	Grindų šiltinamųjų (garso) izoliacijų įrengimas, naudojant izoliacines plokštes,kai putų polistireno plokštės storis 100 mm	100m2	14.4	273.6	3.00	12.610	3450.1
3	N11-32-1	Grindų hidroizoliacija, paklojant polietileninę plėvelę	100m2	14.4	23.04	2.00	10.630	244.92
4	F11-2-5	50 mm storio armuotas cementinis išlyginamasis sluoksnis	100m2	14.4	806.4	3.00	12.610	10168.7
Iš viso skyriuje 6					1192.32			14832
<hr/>								
Iš viso žiniaraštyje 1					15028.885			199226

Resurso kodas	Pavadinimas	Matavimo vienetas	Kaina Lt	Kiekis	Vertė Lt
Iš viso					9315.92
8 MEDŽIO GAMINIAI					
534001	Raštai 14-24cm st. (spygl., 3 rūš.)	M3	268.91	0.221	59.43
534013	Apipjauta mediena (spygliuočių, 1-3 rūš.)	M3	676.29	2.38824	1615.14
534014	Apipjautos lentos 25-32mm st. (2 rūš.)	M3	676.29	0.838065	566.77
534015	Apipjautos lentos 40mm st. ir daugiau (2 rūš.)	M3	676.29	0.052251	35.34
534017	Apipjautos lentos 25-32mm st. (3 rūš.)	M3	676.29	0.104034	70.36
534026	Apipjauti tašeliai ir tašai 50-60mm st. (3 rūš.)	M3	676.29	0.442155	299.03
534291	Obliuoti mediniai apvadai	M	17.05	366.282	6245.11
534936	Klojinių skydai	M2	28.4	0.144192	4.1
440	Pjautinė miško medžiaga	M3	676.29	0.79175	535.45
Iš viso					9430.73
9 IZOLIACINĖS MEDŽIAGOS					
220098	Putų polistireno grindų izoliavimo plokštė	M3	226.07	148.32	33530.7
230075	Bitumo gruntas	T	1407.08	0.7668	1078.95
250141	Sandarinti mastika	KG	5.9	0.98	5.78
260070	Mineralinės vatos plokštės	M3	110.7	44.496	4925.71
570269	Tolis	M2	1.49	29.51676	43.98
570281	Bitumo mastika	T	1462.08	0.0175	25.59
572173	Prilydoma bituminė stogo danga	M2	15.19	3534.28	53685.71
572188	Sutapdintų stogų mineralinės vatos plokštės	M3	344.96	211.68	73021.13
572189	Plonos sutapdintų stogų mineralinės vatos plokštės	M3	594.96	30.24	17991.59
572319	Ventiliuojamų atitvarų mineralinės vatos plokštės	M3	324.96	174.09	56572.29
750	Universalios izoliacinės mineralinės vatos plokštės ir dembliai	M3	110.7	66.82	7396.97
Iš viso					248278.4
10 BETONO IR GELŽBETONIO GAMINIAI					
260027	Surenkamos g/b konstrukcijos	VNT		45.0	
261156	Gelžbetoninės pamatų sijos	M3	1925.07	20.66	39771.95
261157	Gelžbetoninės kolonos su varžtinėmis jungtimis	M3	1725.07	64.93	112008.8
7700101	Sąramos (laikančios) MU-14	VNT	50.98	3.0	152.94
7700102	Sąramos (laikančios) MU-16	VNT	65.73	1.0	65.73
7700103	Sąramos (laikančios) MU-18	VNT	74.84	6.0	449.04
7700104	Sąramos (laikančios) MU-24	VNT	161.83	2.0	323.66
7700105	Sąramos (laikančios) MU-33-2	VNT	239.0	31.0	7409.0
140	Kiaurymėtosios perdangų plokštės PK, PTK	M3	313.28	158.35	49607.89
208	Laiptų maršai ir aikštelės	M3	1161.59	6.5	7550.34
Iš viso					217339.35
11 PUSFABRIKAI					
260014	Betonas	M3	209.14	2.286795	478.26
600004	Cementinis skiedinys	M3	177.14	0.13	23.03
600010	Cementinis skiedinys S10	M3	177.14	0.4232	74.97
600043	Betonas	M3	209.14	141.88022	29672.83
600187	Plonasluoksnis skiedinys (mūro darbams)	KG	0.49	6209.424	3042.62
350	Cemento ir smėlio skiediniai	M3	177.14	124.2923	22017.14
Iš viso					55308.85
12 KITOS MEDŽIAGOS					
20077	Emulsolas	KG		2.88384	
20091	Krosninis kuras	T		0.002929	
20095	Propano-butano mišinys	KG	3.83	644.112	2466.95
230451	Specialus tepalas klojiniam	L	12.1	5.8325	70.57
Iš viso					2537.52
Iš viso					972921.44

Resurso kodas	Pavadinimas	Matavimo vienetas	Kaina Lt	Kiekis	Vertė Lt
---------------	-------------	-------------------	----------	--------	----------

/Pavardė/

MECHANIZMŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS

SĄMATA

Sudaryta pagal 2011.03 kainas

Statinių grupė 14 **Bakalauro baigiamasis darbas**
Statinys 1 **Viešoji biblioteka Mažeikiuose**
Žiniaraštis 1 **Bendrastatybiniai darbai**

2012.02.28

Lapas 1

Resurso kodas	Pavadinimas	Darbo valandos kaina Lt	Darbo valandų skaičius	Vertė Lt
48095	Bokštiniai kranai, kai strėlės siekis iki 30m	49.0	6.5	318.5
48120	Vikšriniai kranai	92.0	25.8369	2376.99
48130	Autokranai iki 10 t kėlimo galios	64.0	39.5875	2533.6
48180	Keltuvai, montažiniai lopšiai	11.0	172.8	1900.8
48380	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais	9.0	34.4492	310.04
48382	Kiti smulkūs mechanizmai	1.5	278.925	418.39
380004	Suvirinimo transformatorius	9.0	81.77	735.93
390049	Elektrinis grąžtas	1.5	2409.84	3614.76
390051	Elektrinis pjūklas	1.5	286.834	430.25
489003	Keltuvas	11.0	189.0856	2079.94
489034	Kranas ant automob. važiuoklės keliam.galios iki 10t	64.0	47.32	3028.48
489046	Bokštinis kranas 5-8t keliamosios galios	49.0	8.3	406.7
489051	Kranas ant automob. važiuoklės 16t keliam.galios	82.0	19.89	1630.98
489100	Savaeigis plentvolis iki 6t	88.0	6.48	570.24
489126	Laistymo mašina	87.0	7.776	676.51
489131	Kranas	64.0	420.399566	26905.57
489153	Buldozeris 55kW (75AJ)	81.0	9.504	769.82
489159	Gręžimo įrenginys automobilio bazėje (gręžin.iki 5m gylio)	90.0	98.8524	8896.72
489192	Vibratorius	1.5	52.7588	79.14
489208	Prilydomos dangos klijavimo dujinės įrangos kompl.	1.5	119.6208	179.43
489244	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	1.5	151.5522	227.33
489246	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliu	9.0	5.9706	53.74
Iš viso				58143.86

Sudarė :

/Pavardė/