



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Dovydas Pakalnis

BETONINIŲ VAMZDŽIŲ GAMYBOS TECHNOLOGIJA

Baigiamasis bakalauro projektas

Vadovas

Dokt. Evaldas Šerelis

KAUNAS, 2015

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

Doc. dr. Vitoltas Vaitkevičius

BETONINIŲ VAMZDŽIŲ GAMYBOS TECHNOLOGIJA

Baigiamasis bakalauro projektas

(T000B016)

Vadovas

Evaldas Šerelis

Recenzentas

dr. Svajūnas Juočiūnas

Projektą atliko

Dovydas Pakalnis

KAUNAS, 2015

PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO
PATVIRTINIMAS

Patvirtinu, kad parengtas (bakalauro) baigiamasis darbas

(įrašyti pavadinimą)

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Data

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ KATEDRA

Bakalauro baigiamasis darbas

BETONINIŲ VAMZDŽIŲ GAMYBOS TECHNOLOGIJA

Dovydas Pakalnis

ANOTACIJA

Statybos bakalauro baigiamojo darbo tikslai yra išnagrinėti ir įsisavinti betoninių vamzdžių gamybos technologiją. Suprojektuotas gamybinis pastatas, kuriame įrengiama įrengta betoninių vamzdžių gamybos technologija. Parengiamas operacijų trukmių grafikas, ciklograma su apskaičiuotais reikiama gamybos barų dydžiais. Darbe aprašomos svarbiausios statybos reglamentavimas ir teisinė informacija, darbų sauga. Apskaičiuojamas suprojektuotas pamatas, bendra projekto kaina ir atsiperkamumas.

Brėžiniuose pateikiama: sklypo planas, situacijos schema, pagrindiniai pjūviai, gamybinio cecho, pirmo aukšto, fasadai, technologinių įrenginių ciklograma, operacijų trukmė, technologinė schema, ekonominiai rodikliai, projektuojamas seklusis pamatas.

Reikšmingi žodžiai: betoniniai vamzdžiai, gamybos technologija, srautinė-agregatinė gamybos linija, seklusis pamatas.

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

Bachelor final work

PRODUCTION TECHNOLOGY OF CONCRETE PIPES

Dovydas Pakalnis

SUMMARY

Civil engineering bachelors final work aim is to research and describe concrete pipes production technology. Projected industrial building which contains concrete pipe production technology, Operation duration diagram and technological cyclogram is prepared, with necessary production sizes. Work contains the most important regulations and laws of structural design and work safety. The calculations on projected foundation and cost of the project and overall project payback was made.

The enineering drawings contain: plan of field, situation scheme, main cross-sectional views, plan of production manufactory, plan of first floor, facades, technological equipment cyclogram, duration of operations, technological scheme, economic indicators, projected shallow foundation

Keywords: concrete pipes, production technology, streaming-aggregate production line, shallow foundation

Turinys

IVADAS.....	11
1. STATYBOS REGLAMENTAVIMO IR TEISĖS SĄLYGOS	12
1.1 Statinio ir statybos vietos charakteristika	12
1.2 Statybos reglamentavimo ir teisės sąlygos.....	12
1.3 Statinio projektavimas.....	12
1.4 Statinio projekto ekspertizė	13
1.5 Statybos leidimas	13
1.6 Statybos darbai	14
1.7 Statinių pripažinimas tinkamais naudoti.....	14
1.8 Statybos užbaigimas.....	14
2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS.....	15
2.1. Bendrieji duomenys	15
2.2. Pastato architektūrinė, planinė ir konstrukcinė sandara	15
2.3. Pastato konstrukcijos ir elementai	15
2.3.1 Pamatai.....	15
2.3.2 Sienos	16
2.3.3 Stogas.....	17
2.3.4 Grindys	18
2.3.5 Kolonos	18
2.3.6 Langai, vartai, apšvietimas	18
2.4 Inžinerinė įranga	18
2.5 Pastato šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas (Stogo konstrukcijos).	19
3. KONSTRUKCINĖ DALIS.....	21
3.1. Bendrieji duomenys	21
3.2. Apkrovų skaičiavimas	22
3.3. Nedrenuojamomis sąlygomis.....	27
3.4. Pamato nuosėdžiai.....	32
3.4.1 Tamprieji nuosėdžiai	32
3.4.2 Konsolidacijos nuosėdžiai	33
3.5 Pamato armavimas.....	35
3.5.1 Pamato pado armavimas nuo lenkimo	36
3.5.2 Pakolonio armavimas	37
4. TECHNOLOGINĖ IR ORGANIZACINĖ DALIS	39
4.1 Gaminio charakteristika ir pagrindiniai parametrai	40
4.1.1 Leistini matmenų nuokrypiai gamybos ir eksploatavimo metu	40
4.1.2 Betoninių vamzdžių charakteristika:	40
4.1.3 Reikalavimai medžiagoms ir gaminiams	41
4.2 Betono sudėties projektavimas.....	41
4.3 Gamybinio pajėgumo skaičiavimas.....	46
4.4 Gamybos proceso technologinės schemos aprašymas ir žaliavos.....	49
4.5 Gamybos ceche atliekamos operacijos	50

4.5.1	Betono mišinio paruošimas	50
4.5.2	Gamių formavimas	50
4.5.1	Gaminių transportavimas	51
4.5.2	Gaminių kietinimas	51
4.5.3	Gaminių kokybės kontrolė	51
4.5.5	Ženklinimas	52
4.5.6	Laikymas ir gabenimas	52
4.5.7	Gaminių sandėliavimas.....	52
4.6	Technologinės linijos skaičiavimas	52
4.6.1	Srautinės-agregatinės linijos skaičiavimai.....	52
4.6.2	Duobinės šutinimo kameros apskaičiavimas:.....	54
4.7	Pagalbinių cechų ir gamybinių barų skaičiavimas.....	55
4.7.1	Cemento sandėlys.....	55
4.7.2	Užpildų sandėliai.....	55
4.7.3	Produkcijos sandėlys	56
4.7.4	Betono mišinių paruošimo cecho skaičiavimai	56
4.8	Pagalbinių cechų ir gamybinių barų aprašymas	57
4.8.1	Cemento sandėlis	57
4.8.2	Užpildų sandėliai.....	58
4.8.3	Produkcijos sandėlys	58
4.9	Gamybos organizavimas	58
4.9.1	Technologinių įrengimų darbo ciklogramų sudarymas	58
4.9.2	Operacijų trukmių grafiko sudarymas	58
4.9.3	Produkcijos gamybos kašų skaičiavimai.....	59
5.	EKONOMINĖ DALIS.....	63
6.	DARBO SAUGA IR APLINKOSAUGA	67
6.1	Darbų sauga.....	67
6.2	Aplinkos apsauga.....	68
6.2.1	Atliekos	68
6.2.2	Triukšmas	68
6.2.3	Vanduo	68
IŠVADOS		70
LITERATŪRA		71
PRIEDAI		73

IVADAS

Betoniniai vamzdžiai yra betoninis gaminy, skirtas kloti požeminėse iškasose naudojamas drenažų ir nuotekynų įrengime. Tai yra ilgaamžis gaminy atlaikantis išorės poveikius, eksploatuojamas virš šimto metų. Darbo tikslai yra išnagrinėti ir įsisavinti betoninių vamzdžių gamybos technologiją. Šiame darbe sprendžiami betoninių vamzdžių gamybos klausimai ir projektuojama betoninių vamzdžių gamykla Kaune. Darbą sudaro šios dalys:

- Darbe aprašoma statybos reglamentavimo bei teisės sąlygos
- Aprašomos projektuojamo pastato konstrukcijų bei architektūrinė pastato sandara.
- Projektuojamas sekliasis pamatas ir konstrukciniai sprendimai.
- Projektuojama betoninių vamzdžių gamybos technologinė linija.
- Aprašomas gamybos organizavimas.
- Apskaičiuojama bendra projekto kaina ir atsiperkamumas.
- Aprašoma darbų sauga ir aplinkosauga.

1. STATYBOS REGLAMENTAVIMO IR TEISĖS SĄLYGOS,

1.1 Statinio ir statybos vietos charakteristika

Projektuojama betoninių vamzdžių gamykla bus statoma Kaune, Plokščių gatvėje. Pagal datalų planą suformuotas 7200 m² žemės sklypas. Teritorijos tvarkymo ir naudojimo režimą nustato ūkinės veiklos paskirtis ir detaliojo plano reikalavimai. Įmonės veiklos paskirtis gamybinė, komercinė. Tvarkomo sklypo teritorija neužstatyta, nėra statinių, nepraeina inžinerinės komunikacijos, kertami želdiniai.

Sklypo apželdinimas numatytas sklypo ribose. Želdiniai išdėstyti sklypo teritorijos perimetre. Numatomi šie apželdinimo elementai: veja ir medžiai. Statomas administracinis pastatas, dviejų aukštų su buitinėmis patalpomis ir pagalbinėmis administracinėmis patalpomis. Netoli projektuojama gamykla. Statinio statybos rūšis – naujo statinio statyba pagal STR 01.01.08:2002 „Statinio statybos rūšys“.

1.2 Statybos reglamentavimo ir teisės sąlygos

Projektavimas ir statyba vykdoma vadovaujantis galiojančiais LR įstatymais, statybos techniniais reglamentais, higienos normomis, aplinkos apsaugos normatyviniais dokumentais, statybos normomis, taisyklėmis ir kt.

Statytojas (užsakovas), statinio projektuotojams iki projekto rengimo pradžios pateikia:

- žemės sklypo nuosavybės teisę patvirtinančius dokumentus;
- detalų planą;
- statinio projektavimo sąlygų sąvadą;
- užduotį projektavimui;
- statinio statybos sklypo ir gretimos teritorijos tyrinėjimų ataskaitas;

1.3 Statinio projektavimas

Pastatas turi užtikrinti statybos įstatyme nustatytus esminius statinio reikalavimus. Pastato projektavimo pradžia laikoma projektavimo darbų rangos sutarties įsigaliojimo diena. Projektas rengiamas vadovaujantis STR 1.05.06:2010 „Statinio projektavimas“. Parengtam projektui statytojo užsakymu atestuota įmonė atlieka privalomąją ypatingo statinio projekto ekspertizę ir pateikia atitinkamas išvadas.

Kol gaunamos paraiškos statybos leidimui gauti, statytojas (užsakovas) samdo asmenį atsakingą už statinio statybos techninę priežiūrą. Asmuo, pasamdytas į šias pareigas, privalo tikrinti, kad statyba būtų atliekama pagal statinio projektą ir kokybiškai, kontroliuoti statybos metu naudojamų statybos produktų bei įrenginių kokybę. Techninis priežiūrėtojas turi teisę stabdyti statybą, jei statybos darbai neatitinka tam tinkamų reikalavimų ar jei statybos darbai kelia pavojų žmonėms ir aplinkai.

1.4 Statinio projekto ekspertizė

Administracinio pastato projekto ekspertizė yra privaloma. Atliekant pastato projekto ekspertizę, tikrinama ar parengti projekto sprendiniai tenkina STR 1.06.03:2002 „Statinio projekto ekspertizė ir statinio ekspertizė“ 6 skyriuje nustatytus reikalavimus. Projekto ekspertizė įforminama ekspertizės aktu, kuris galioja per visą statybos laiką. Projektas yra tinkamai parengtas, jei atlikus ekspertizę, jo įvertinimas ekspertizės akte atitinka esminius statinio reikalavimus, privalomųjų projekto rengimo dokumentų ir kitų statybos teisės aktų reikalavimus.

1.5 Statybos leidimas

Statybos leidimui gauti reikalingi Lietuvos Respublikos statybos įstatyme nurodyti dokumentai. Šio įstatymo 23 straipsnio pirmas punktas nurodo visus statybą leidžiančius dokumentus. Kad statybos leidimą gautų, statytojas (užsakovas) pateikia:

- nustatytos formos prašymą;
- žemės sklypo nuosavybės teisę ar kitą valdymo ir naudojimo teisę patvirtinančius dokumentus;
- statinio projektą
- statinio projekto ekspertizės
- statinio projekto patvirtinimo dokumentą
- dokumentą dėl statinio statybos techninės priežiūros vadovo paskyrimo
ir jo kvalifikacijos atestato kopiją;

Pastato statybai privalomą statybos leidimą išduoda Klaipėdos miesto meras.

1.6 Statybos darbai

Pradėti pastato statybos darbus leidžiama, kai statytojas nustatytą tvarką gavo ir perdavė rangovui šiuos dokumentus:

- statybos leidimą;
- nustatyta tvarka parengtą ir patvirtintą statinio projektą ir darbų projektą;
- statyb vietės perdavimo ir priėmimo aktą;
- prisijungimo sąlygas;
- statybos darbų žurnalą;

Įmonė įsakymu ar kitu tvarkomuoju dokumentu skiria statinio statybos vadovą – fizinį asmenį (specialistą, turintį statybos, architektūros ar kitą aukštąjį inžinerinį išsimokslinimą), atestuotą nustatyta tvarka, kuris, atstovaudamas rangovui, įgyvendina statinio projektą nuo statybos pradžios iki statinio pripažinimo tinkamu naudoti, kartu yra bendrųjų statybos darbų vadovas, - koordinuoja statinio statybos specialiųjų darbų vykdymą bei šių darbų vadovų veiklą ir pagal kompetenciją atsako už pastatyto statinio normatyvinę kokybę.

1.7 Statinių pripažinimas tinkamais naudoti

Tinkamas naudoti statinys – toks statinys, kuris atitinka projektą, tenkina esminius statinio reikalavimus ir gali būti saugiai naudojamas pagal paskirtį. Statinys pripažįstamas tinkamu naudoti atlikus statinio projekte numatytus statybos darbus ir įvykdžius to statinio projektavimo sąlygas, atlikus nutiestų inžinerinių tinklų ir susisiekimo komunikacijų bandymus ir geodezines nuotraukas.

Pastatytam statiniui suteikiamas 5 metų (skaičiuojant nuo statinio pripažinimo tinkamu naudoti dienos). Už per garantinį terminą nustatytus defektus ar statinio sugriuvimą Civilinio kodekso nustatyta tvarka atsako statinio projektuotojas, rangovas ir statinio statybos techninis prižiūrėtojas.

1.8 Statybos užbaigimas

Statybos užbaigimas nurodomas Lietuvos Respublikos statybos įstatymo 24 straipsnio pirmame punkte. Jame nurodoma, kad pabaigus statinio statybą, Aplinkos ministerijos nustatyta tvarka surašomas statybos užbaigimo aktas. Tada Valstybinei teritorijų planavimo ir statybos inspekcijai prie Aplinkos ministerijos pateikiama statytojo (užsakovo) Aplinkos ministerijos nustatyto turinio deklaracija apie statybos užbaigimą.

2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

2.1. Bendrieji duomenys

Statybos vieta – Kaunas Plokščių g. Projektuojamas pramoninis, stačiakampio formos pastatas – betoninių vamzdžių gamykla. Projektuojamas pastatas – 42,4 m ilgio, 18,4 m pločio ir 14,8 m aukščio vienaaukštis, gelžbetoninių ir metalinių konstrukcijų pastatas. Prie gamyklos įrengtas betono mazgas, užpildų sandėliai, pagamintos produkcijos sandėliavimo aikštelė, administracinis pastatas, sargo buclė.

2.2. Pastato architektūrinė, planinė ir konstrukcinė sandara

Administracinis pastatas yra dviejų aukštų. Buitinės patalpos, persirengimo kambarys, laisvalaikio kambarys, bandinių laboratorija, dušai, tualetai, virtuvėlė, įmonės darbuotojams įrengtos pirmame aukšte. Antrame aukšte padaryti: kabinetai administracijos darbininkams, generaliniam direktoriui. Pastate įrengti du įėjimai (pagrindinis - klientams ir šoninis - cecho darbininkams) Administracinis pastatas šalia gamyklos. Pietinėje pusėje prie gamybos cecho sienos įrengtas betono mazgas. Užpildams iškrauti yra įrengta speciali rampa, po kuria yra vežimėlis, kuris transportuoja užpildus iki betono mazgo. Užpildai toliau iki betono mazgo keliauja konvejeriniu transporteriu.

Administracinės ir gamybinės patalpos įrengiamos iš surenkamo gelžbetonio elementų ir metalinių konstrukcijų. Panaudotos surenkamo gelžbetoninės kolonos, metalinės santvaros, , kiaurymėtos perdangos plokštės ir daugiasluoksnės sienos.

Gamybos ceche dirba du, 5 t keliamosios galios ir 16.6 m ilgio tiltiniai kranai, kuris juda per visą gamybinį plotą išilgai. stovi gelžbetoninės kolonos (0,4x0,8m) skerspjūvio žemiau gembės ir 0,4x0,4 aukščiau gembės ant kurios pasideda 18m. metalinė santvara) su gembėmis, ant kurių statosi pokraninės sijos.

2.3. Pastato konstrukcijos ir elementai

2.3.1 Pamatai

Pastato pamatai – gelžbetoniniai seklieji. Jie sudaryti iš pado ir pakolonio. Uždėta pamatinė sija, ant kurios statosi nelaikančios daugiasluoksnės sienos. Pamatinė sija remiasi ant betoninių stulpelių, kurie statosi ant pamato pado. Pamatinės sijos viršutinė altitudė yra grindų

lygyje. Pamatų apačios altitudė – 1350mm žemiau grindų lygio. Pamatai pradėdami betonuoti, kai atlikti žemės darbai, įrengti keliai, pažymėtos pamatų ašys. Pamatas armuojamas. Atstumas tarp armatūros strypų turi būti ne mažesnis už strypo skersmenį ir ne mažesnis kaip 20 mm. Kolona tvirtinama inkaravimo varžtais. Pamatų matmenys– pamato pado: 2000x1600x30mm, pakolonio: 1000x1300x900mmm farcverko kolonos pamatų pamato pado: 2700x1200x300mm, pakolonio 600x600x900mm. Pamatų sijos: 600x200mm. Pamatai betonuojami ant prieš tai subetonuoto pagrindo kurio storis 70mm. Pamatuose sudedama armatūra ir inkaravimo varžtai.

2.3.2 Sienos

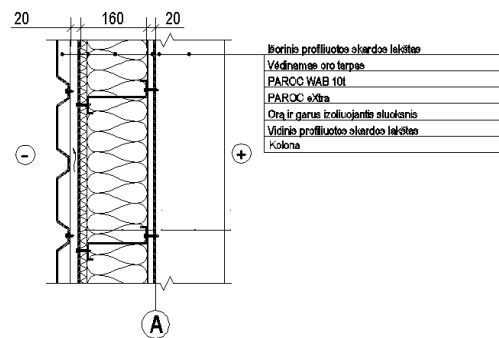
Išorinės sienos – daugiasluoksnės sienos. Montuojant tokias sienas, mažėja pastato masė, statybos darbų sąnaudos. Tokios sienos taikomos pusiau šildomiems pramoniniams pastatams ir sandėliams. Ištinis apsaugos nuo vėjo sluoksnis ant statramsčių sumažina šiluminių tiltelių poveikį ir pagerina šiluminę varžą.

Gaminio specifikacija:

- Išoriniai profiliuoti skardos lakštai
- Vėdinamas oro tarpas
- Atraminė konstrukcija: gelžbetonio karkasas
- PAROC WAB 10t
- Paroc eXtra
- Vidinis profiliuotas skardos lakštas

Gera sumontuotos daugiasluoksnės išorės sienos atitinka visus atitvarų rodiklius. Jos atsparios atmosferos veiksniams, nepraleidžia drėgmės, atlaiko savo masę, vėjo slėgį yra atsparios įvairiems net ir agresyviems poveikiams.

Daugiasluoksnės sienos atvežamos iš gamyklos, kur jos surinkinėjamos. Statybos aikštelėje lieka jas tik sumontuoti. Sienos išorinis paviršius lakštinė skarda, kuri yra nudažoma dėl korozijos poveikio.



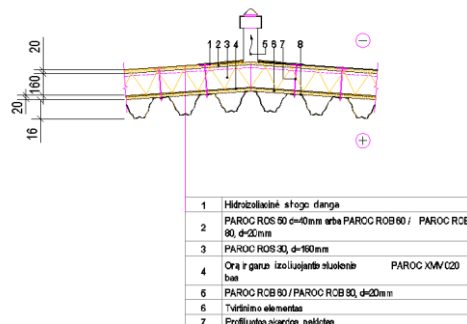
2.3.2.1 pav. sienos pjūvis

2.3.3 Stogas

Pastato stogas – sutapdintas. Denginio konstrukcijai bus naudojamos metalinės santvaros, 18m ilgio. Ant santvaros išdėstomi ilginiai (UPN 220 profilio) kas 3m. Ilginio ilgis 6m. Ant ilginių klojasi skardinis paklotas (200mm) ir izoliacinės medžiagos.

Stogo konstrukcija:

- Bituminė ritininė danga,
- PAROC ROB 80, (20mm)
- PAROC ROS 30g, (160mm)
- Ora ir garus izoliuojantis sluoksnis,
- PAROC ROB80, (20mm)
- Profiliuotas skardos paklotas



2.3.3.1 pav. stogo pjūvis

Stogas turi didelę įtaką kitoms pastato konstrukcijoms, dėl to jis turi būti įrengiamas pagal visus įmonės išduotus montavimo nurodymus.

2.3.4 Grindys

Grindys - monolitinės betoninės grindys armuotos vienu tinklu. Šiam pastatui įrengiamos 150 mm storio su viengubu tinklo armavimu betoninės grindys bei 300mm grindys po formavimo agregatais. Naudojamas betonas ne mažesnės kaip C25 – 30 klasės. Armatūros tinklai turi būti klojami ne arčiau kaip per 50 mm nuo plokštės paviršiaus. Grindys po klotuvu 300mm skirtos atlaikyti vibracijoms kylančioms dėl klotuvo vukdomo tankinimo.

2.3.5 Kolonos

Kolonos – surenkamos gelžbetoninės. Matmenys 400×800mm ir 400x400mm farchverko. Kolona pastatoma kranų ant pakolonio pado pritvirtinama su inkaravimo varžtais išlygiuojama ir priveržiama. Kolonos projektuojamos su gembėmis ant kurių remiamos pokraninės sijos. Kolonų ugniaatsparumas 120 min. Kolonos yra armuojamos erdviniais karkasais.

2.3.6 Langai, vartai, apšvietimas

Atsparūs drėgmei, sandarūs šilumos ir garso poveikiui, gerai praleidžiantys natūralią šviesą. Vienkamerinis stiklo paketas baltuose plastikiniuose rėmuose. Langų mechanizme numatomas jų varstymas dviem kryptimis, kas leidžia lango atvėrimo dydį reguliuoti ir fiksuoti reikiama padėtimi. Langai atidaromi ne visi. Pastato apšvietimas dirbtinis ir natūralus.

Langų matmenys gamykloje: 3000x3000mm ir 3000x1500mm, administraciniame pastate(2000x1000mm), betono mazge (1200x2200mm)

Vartai yra varstomi ir pačiuose vartuose įrengiamos vienvyrės durys (900x2100mm). Vienvyrės durys naudojamos betono mazge ir administraciniame pastate.

Vartų matmenys: 4000x4000mm.

2.4 Inžinerinė įranga

- Šildymas – centrinis,
- vėdinimas – natūralus,
- vandentiekio ir kanalizacijos tinklai prijungti prie miesto magistralinių tinklų.
- Elektra prijungiama prie miesto elektros tinklų.

- Atvestos ryšio linijos komunikavimui.

2.5 Pastato šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas (Stogo konstrukcijos).

Atitvaros visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se}, \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}; \quad (2.5)$$

Pagal STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“ 1.1 lentelę:

R_{si} – atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža lygi $0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W};$

R_{se} – atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža lygi $0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$

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

Pirmasis sluoksnis – 2 sluoksnių bituminė danga, priimama šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{ds}=1,0 \text{ W/(m} \cdot \text{K)},$ storis 8 mm. Sluoksnio šiluminė varža:

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{ds}} = \frac{0,008}{1,0} = 0,008 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}; \quad (2.5.1)$$

Antrasis sluoksnis – 20 mm storio šilumos izoliacija iš mineralinės vatos, kurios

$$\lambda_{dec}=0,034 \text{ W/(m}^2\text{K)}.$$

Antrojo sluoksnio mineralinės vatos šiluminė varža:

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{ds}} = \frac{0,02}{0,034} = 0,59 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}; \quad (2.5.2)$$

Trečiasis sluoksnis – 160 mm storio šilumos izoliacija iš mineralinės vatos, kurio

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

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_{ds}} = \frac{0,16}{0,037} = 4,32 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}; \quad (2.5.3)$$

Ketvirtas sluoksnis – garo izoliacija (politileninė plėvelė) priimama kaip plonas sluoksnis prispaustas prie vieno iš konstrukcijos paviršių

$$R_4=0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \quad (2.5.4)$$

Penktasis sluoksnis – 20 mm storio šilumos izoliacija iš mineralinės vatos, kurios $\lambda_{dec}=0,034 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Penkto sluoksnio mineralinės vatos šiluminė varža:

$$R_5 = \frac{d_5}{\lambda_{ds}} = \frac{0,02}{0,034} = 0,59 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}; \quad (2.5.5)$$

Stogo konstrukcijos suminė šiluminė varža:

$$R_6 = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 5.528 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}; \quad (2.5.6)$$

Visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{st} + R_s + R_{sc} = 5.738 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}; \quad (2.5.7)$$

Apskaičiuojamas šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{5.738} = 0.19 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}; \quad (2.5.8)$$

Apskaičiuotas stogo šilumos perdavimo koeficientas $U=0.19 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Pagal „paroc“ išleistus duomenis $U_N=0.20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

3. KONSTRUKCINĖ DALIS

3.1. Bendrieji duomenys

Projektuojamas pamatas yra A-1 ašių sankirtoje. Pirmiausia nustatoma žemės paviršiaus išlyginimo aukštį nuo jūros lygio altitudę. Projektuojama pamato viršūnės altitudė yra 50,5 m pagal jūros lygį.

Kaip rodoma brėžinyje, pamato pado viršaus altitudė- $H_{pad} = 49,9 \text{ m}$.

Pamato pado viršaus gylis: $d_{pad} = 0,9 \text{ m}$

Pado parinkimas pagal įšalo gylį

Orientacinį įšalo gylį galima skaičiuoti pagal šią formulę:

$$d_f = d_0 \cdot \sqrt{M_t}$$

čia: M_t - bedimensis koeficientas, skaitine reikšme lygus įšalimo sezono vidutinių mėnesio temperatūrų (neigiamų) sumos absoliutinei reikšmei

d_0 - įšalo gilis, kai $M_t = 1$. Moliams ir priemoliams: $d_0 = 0,23 \text{ m}$

Įšalo mėnesių temperatūros Kaune:

3.1.1 lent. Vidutinės temperatūros

Sausio mėn.	Vasario mėn.	Kovo mėn.	Gruodžio mėn.
-5,0°C	-4,1°C	-0,3°C	-2,1°C

$$M_t = |-5,0 - 4,1 - 0,3 - 2,1| = 11,5$$

Orientacinis įšalo gylis:

$$d_f = d_0 \cdot \sqrt{M_t} = 0,23 \cdot \sqrt{11,5} = 0,800 \text{ m}$$

Nustačius įšalimo gylio d_f reikšmę, randamas skaičiuotinis įšalo gylis:

$$d_{fd} = d_f \cdot k_n = 0,800 \cdot 0,6 = 0,48 \text{ m}$$

čia: $k_n = 0,6$ - temperatūrinis koeficientas pastatams be rūšio, kai patalpos temperatūra yra 15°C

Tai įšalo gylis yra mažesnis už realų pamato gylį:

$$d_{fd} = 0,48 \text{ m} < d_{pad} = 0,90 \text{ m}$$

Kadangi neviršijame įšalo gylio, paliekame $d_{pad} = 0,90 \text{ m}$

3.2. Apkrovų skaičiavimas

Į skaičiuojamą plotą tenkanti apkrova:

$$G_{kol} = 2,217 \cdot 25 = 55,432 \text{ kN}$$

$$G_{siena} = 2,22 \cdot 9,81 = 21,78 \text{ kN}$$

$$G_{grunto} = 1,2^2 - 0,6^2 \cdot 0,9 \cdot 18 = 17,49 \text{ kN}$$

$$G_{pado} = 1,2^2 \cdot 0,3 + 0,6^2 \cdot 0,9 \cdot 25 = 18,675 \text{ kN}$$

Apskaičiuojama laikinos apkrova:

Vėjo apkrova:

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

$$w_{me,5} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_c = 0,360 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 0,144 \text{ kPa}$$

$$w_{me,10} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_c = 0,360 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 0,187 \text{ kPa}$$

$$w_{me,13,858} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_c = 0,360 \cdot 0,727 \cdot 0,8 = 0,209 \text{ kPa}$$

$$w_{me,14,4} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_c = 0,360 \cdot 0,738 \cdot 0,8 = 0,213 \text{ kPa}$$

čia:

$c(z)$ - vėjo slėgio pokytis pagal pastato aukštį

c_c – išorinio slėgio aerodinaminis koeficientas, yra 0,8

q_{ref} atskaitinis vėjo slėgis q_{ref} ,

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} \cdot v_{ref}^2 = \frac{1,25}{2} \cdot 24^2 = 0,360 \text{ Pa}$$

Čia:

v_{ref} – atskaitinis vėjo greitis

ρ - Oro tankis

$$v_{ref} = C_{DIR} \cdot C_{TEM} \cdot C_{ALT} \cdot v_{ref,0} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 24 = 24 \text{ m/s}$$

Čia:

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

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

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

$v_{ref,0}$ – v_{ref} – atskaitinis greitis, kai metinė viršijimo tikimybė yra lygus I rajonui 24m/s

Linijinė vėjo apkrova ties kolona:

$$W_{me,5} = 0,144 * 6 = 0,864 \text{ kNm}$$

$$W_{me,10} = 0,187 * 6 = 1,122 \text{ kNm}$$

$$W_{me,10} = 0,209 * 6 = 1,156 \text{ kNm}$$

$$W_{me,14,4} = 0,213 * 6 = 1,278 \text{ kNm}$$

3.2.1 lent. Pamatų veikiančios apkrovos

Apkrova	V_k , kN	Q_k , kN	M_k , kN m
Kolonos	55,43	0	0
Vėjas iš kairės	0	14,34	110,32

čia: V_k – ašinės jėgos charakteristinė reikšmė

Q_k – skersinės jėgos charakteristinė reikšmė

M_k – lenkimo momento charakteristinė reikšmė

Pamato skaičiavimui, reikia rasti pavojingiausias skaičiuotines reikšmes trijose vietose:

1. Pakolonio viršuje
2. Pamato bazės viršuje
3. Pamato bazės apačioje

Apkrovas skaičiuosime pagal Eurocodo 7 nurodymus. Projektuosime pagal DA1 projektavimo būdą. Šitas projektavimo būdas turi du skirtingus derinius su skirtingais koeficientais:

1 Derinio koeficientai apkrovoms:

$$\gamma_G = 1,35 \text{ – nuolatinems apkrovoms}$$

$$\gamma_Q = 1,3 \text{ - kintamoms apkrovoms}$$

2 Derinio koeficientai apkrovoms:

$$\gamma_G = 1,0$$

$$\gamma_Q = 1,3$$

Šiuo atveju, pavojingiausi apkrovų deriniai pagal kuriuos projektuojame pamatą yra du:

1. Didžiausia ašinė jėga ir mažiausias lenkimo momentas: Konstrukcijų savojo svorio ir sniego apkrovos. Šitą apkrovą skaičiuojama su 1 derinio koeficientais.

2. Mažiausia ašinė jėga ir didžiausias momentas: konstrukcijų savojo svorio ir vėjo iš dešinės apkrovos. Šitas derinys skaičiuojamas su 2 derinio koeficientais, nes šitie koeficientai didina M_{Ed}/V_{Ed} santykį, t.y., didina ekscentriciteto poveikį.

Antras apkrovų derinys apkrovų derinys: savasis svoris + vėjas iš Kairės

Apkrovų skaičiuotinės reikšmės gaunamos pagal formules:

$$V_{Ed,i} = \gamma_G \cdot V_{k,savasis,i} + \gamma_Q \cdot V_{k,VK,i}$$

$$Q_{Ed,i} = \gamma_G \cdot Q_{k,savasis,i} + \gamma_Q \cdot Q_{k,VK,i}$$

$$M_{Ed,i} = \gamma_G \cdot M_{k,savasis,i} + \gamma_Q \cdot M_{k,VK,i}$$

čia: $V_{k,savasis,i}$, $Q_{k,savasis,i}$, $M_{k,savasis,i}$ – konstrukcijų savojo svorio ašinės jėgos, skersinės jėgos ir lenkimo momento apkrovų charakteristinės reikšmės.

$V_{k,VK,i}$, $Q_{k,VK,i}$, $M_{k,VK,i}$ – sniego apkrovos ašinės jėgos, skersinės jėgos ir lenkimo momento apkrovų charakteristinės reikšmės.

„i“ indekso nurodo kurią pamato vietą veikia apkrova.

$i = 1$, kai apkrovą veikia pamato pakolonio viršū;

$i = 2$, kai apkrova veikia pamato bazės viršū;

$i = 3$, kai apkrova veikia pamato bazės apačią.

Apkrovų skaičiuotinės reikšmės gaunamos pagal formules:

$$V_{Ed,i} = \gamma_G \cdot V_{k,savasis,i} + \gamma_Q \cdot V_{k,VD,i}$$

$$Q_{Ed,i} = \gamma_G \cdot Q_{k,savasis,i} + \gamma_Q \cdot Q_{k,VD,i}$$

$$M_{Ed,i} = \gamma_G \cdot M_{k,savasis,i} + \gamma_Q \cdot M_{k,VK,i}$$

čia: $Q_{k,VK,i}$, $M_{k,VK,i}$ – vėjo iš kairės apkrovos charakteristinės reikšmės

Apkrovos ant pakolonio viršaus

$$V_{Ed,1} = \gamma_G V_{k,savasis,1} + \gamma_Q V_{k,VK,1} = 1,0 \cdot 55,43 + 1,3 \cdot 0 = 55,43 \text{ kN}$$

$$Q_{Ed,1} = \gamma_Q \cdot Q_{k,VK,1} = 1,3 \cdot 14,34 = 18,642 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,1} = \gamma_Q \cdot M_{k,VK,1} = 1,3 \cdot 110,32 = 143,42 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Apkrovos į pamato pado viršū

Prie pamato pado viršų veikiančių apkrovų prisideda pakolonio svoris ir grunto svoris, V_{grunt} , V_{pak} , vėjo apkrovos skersinės jėgos sukelti momentai $M_{sk,VD}$. Skaičiavimuose V_{pak} .

Pakolonio svoris:

$$V_{pak} = (B_{pak} \cdot L_{pak} \cdot H_{pak}) \cdot \gamma_{betonas} = (0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,9) \cdot 25 = 8,10 \text{ kN}$$

čia: $B_{pak} = L_{pak} = 0,6 \text{ m}$ – atitinkamai, pakolonio plotis ir ilgis;

$H_{pak} = 0,9 \text{ m}$ – pakolonio aukštis.

$\gamma_{betonas} = 25 \text{ kN/m}^3$ - betono tūrinis svoris.

Prie lenkimo momento prisideda skersinės jėgos ekcentriciteto sukeltas lenkimo momentas.

$$M_{sk,VK} = Q_{k,VK,1} \cdot H_{pak} = 14,34 \cdot 0,9 = 12,906 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{sk,VK} = Q_{k,VK,1} \cdot H_{pak} = 14,34 \cdot 0,9 = 12,91 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Apkrovos pamato pado viršuje štai tokios:

$$V_{Ed,2} = \gamma_G \cdot (V_{k,savasis,1} + V_{pak}) + \gamma_Q \cdot V_{k,VK,1}$$

$$V_{Ed,2} = 1,0 \cdot (54,43 + 8,10) + 1,3 \cdot 0 = 62,53 \text{ kN}$$

$$Q_{Ed,2} = Q_{Ed,1} = 18,642 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,2} = \gamma_Q \cdot (M_{k,VK,1} + M_{sk,VK})$$

$$M_{Ed,2} = 1,3 \cdot (110,32 + 12,906) = 160,19 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Akrovos po pamato padu

Gruntą po pamato padu taip pat veikia pats padas. Pado svoris V_{padas} skaičiuojamas:

$$V_{padas} = (B_{padas} \cdot L_{padas} \cdot H_{padas}) \cdot \gamma_{betonas} = (1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,3) \cdot 25 = 10,08 \text{ kN}$$

čia: $B_{padas} = 1,2 \text{ m}$ – pamato pado ilgis;

$L_{padas} = 1,2 \text{ m}$ – pamato pado plotis;

$H_{padas} = 0,3 \text{ m}$ – pamato pado aukštis.

Prie apkrovos prisideda sieninių panelių ir pačios pamatinės sijos apkrovos:

Pamatinės sijos svoris:

$$V_{pam.sija} = (H_{pam.sija} \cdot B_{pam.sija} \cdot L_{pam.sija}) \cdot \gamma_{betonas} = (0,5 \cdot 0,2 \cdot 6) \cdot 25 = 15,00 \text{ kN}$$

čia: $H_{pam.sija} = 0,5 \text{ m}$ – pamatinės sijos aukštis;

$B_{pam.sija} = 0,2 \text{ m}$ – pamatinės sijos plotis;

$L_{pam.sija} = 6 \text{ m}$ – pamatinės sijos ilgis.

Sieniniai paneliai parinkti PAROC AST T, kurių masė $m = 25 \text{ kg/m}^2$. Paneliai veikia pamatą su jėga $V_{perv.}$:

$$V_{perv.} = m \cdot H_{perv.} \cdot S_z \cdot g = 25 \cdot 14,8 \cdot 6,00 \cdot \frac{9,81}{1000} = 21,78 \text{ kN}$$

čia: $H_{perv.} = 14,8 \text{ m}$ – išorinių pertvarų aukštis;

$S_z = 6,00 \text{ m}$ – pamatinės sijos žingsnis;

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ – sunkio jėga.

Ant kolonos bazės pilamas ir tankinamas smėlis. Smėlio svoris $V_{smėlis}$:

$$V_{smėlis} = ((B_{padas} \cdot L_{padas} - B_{padas} \cdot B_{pam.sija} - B_{pak} \cdot L_{pak}) \cdot H_{pak}) \cdot \gamma_{smėlis}$$

$$V_{smėlis} = ((1,2 \cdot 1,2 - 1,2 \cdot 0,2 - 0,6 \cdot 0,6) \cdot 0,9) \cdot 18 = 15,77 \text{ kN}$$

čia: $\gamma_{smėlis} = 18 \text{ kN/m}^3$ – smėlio tūrinis svoris.

Paneliai kartu su pamatine sija irgi sukelia lenkimo momentą $M_{perv.}$ pamato pado apačioje:

$$M_{perv.} = (V_{pam.sija} + V_{perv.}) \cdot s_{pam.sija} = (15 + 21,78) \cdot 0,215 = 7,91 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

čia: $s_{pam.sija} = 0,215 \text{ m}$ – horizontalus atstumas, tarp pamatinės sijos vidurio ir pamato pado vidurio.

Skersinės jėga $Q_{k,VK,1}$ sukelia papildomą lenkimo momentą:

$$M_{sk,VK,3} = Q_{k,VK,1} \cdot H_{pam} = 14,34 \cdot 1,2 = 17,21 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Taigi apkrovos po pamato padu yra štai tokios:

$$V_{Ed,3} = \gamma_G (V_{k,savasis,1} + V_{pak} + V_{padas} + V_{smėlis} + V_{pam.sij} + V_{perv.})$$

$$V_{Ed,3} = 1,35(55,43 + 8,1 + 10,08 + 15,77 + 15,00 + 21,78) = 200,6 \text{ kN}$$

$$Q_{Ed,3} = Q_{Ed,1} = 18,642 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,3} = \gamma_G(M_{pertv.}) + \gamma_Q(M_{k,VK,1} + M_{sk,VK,3})$$

$$M_{Ed,3} = 1,35 \cdot 7,81 + 1,3 \cdot (110,32 + 17,21) = 175,94 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

3.2.2 lent. Apkrovų deriniai

1 Derinys: Savasis sv. + Vėjas iš Kairės			
Vieta	$V_{Ed,i}$ kN	$Q_{Ed,i}$ kN	$M_{Ed,i}$ kNm
Ant pakolonio	54,43	18,64	143,42
Ant pado	62,53	18,64	160,19
Po padu	200,6	18,64	175,94

Pamato pado matmenų parinkimui reikia tikrinti tik nedrenuojamomis sąlygomis.

3.3. Nedrenuojamomis sąlygomis

Naudojami koeficientai:

γ_G - nuolatinių apkrovų dalinis koeficientas.

γ_Q - laikinių apkrovų dalinis koeficientas.

γ_{cu} – medžiagų dalinis koeficientas

$\gamma_{R,v}$ – grūnto laikymosios galios dalinis koeficientas.

3.3.1 lent. Grunto duomenys

Sluoksnis	Grunto nr.	Grunto tipas	Vidutinis stiprumas kūgiui q_s , MPa	Vidutinis deformacijų modulis E, MPa	Tūrinis svoris γ , kN/m ³	C“, kPa	φ , <i>laips</i>
Pirmas sl.	1	Dirvožemis	-	-	13,0	-	-
Antras sl.	2	Dirvožemis	-	-	16,0	-	-
Trečias sl.	5	Priemolis	2,8	27,9	21,4	39	24
Ketvirtas sl.	6	Priemolis	3,8	35,3	21,8	47	26

Penktas sl.	5	Priemolis	2,5	25,7	21,4	39	24
----------------	---	-----------	-----	------	------	----	----

3.3.1 lent. grunto sąlygos

Viršutinis skaičiuojamasis atodangos slėgis pamato pado lygyje q_d :

$$q_d = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 + \gamma_5 \cdot h_3 + \gamma_6 \cdot h_4 + \gamma_5 \cdot h_5 =$$

$$13,0 \cdot 0,18 + 16,0 \cdot 0,23 + 21,4 \cdot 0,93 + 21,8 \cdot 0,43 + 21,4 \cdot 0,058 = 36,53 \text{ kN/m}^2$$

Sluoksnių storiai:

Kerpamasis stipris nedrenuojant $C_{U,k}$:

$$C_{U,k} = \frac{q_c}{14+5 \cdot \ln(q_c)} = \frac{2,5 \cdot 10^3}{14+5 \cdot \ln 2,5} = 134,54 \text{ kPa}$$

čia: $q_c = 2,5 \text{ MPa}$ – grunto kūginis stipris.

Skaičiuojamasis:

$$C_{U,d} = \frac{C_{U,k}}{\gamma_{CU}}$$

Grunto laikomoji galia R_d ir pamato pado ploto santykis:

$$\frac{R_k}{A} = (2 + \pi) \cdot C_{Ud} \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q_d$$

čia: b_c – pamato pado posvirio kampas;

s_c – kvadratinio pamato pado formos koeficientas;

i_c – apkrovos pasvirimo į pamatą koeficientas.

Šitie bedimensiniai koeficientai koeficientai skaičiuojami pagal formules:

$$b_c = 1 - \frac{2 \cdot \alpha}{(\pi + 2)}$$

čia: α - kampas (radianais) tarp pamato ado ir horizontalosios plokštumos. Jei

$$s_c = 1 + \frac{0,2 \cdot B'}{L'}$$

čia: B' ir L' - efektyvieji pamato pado matmenys.

Apskritimo arba kvadrato $s_c = 1,2$

$$i_c = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{H}{A' \cdot C_{Ud}} \right)} \right)$$

čia: $A' = B'_{padas} \cdot L'_{padas}$ – efektyvusis pamato pado plotas

Skaičiuojamoji grunto laikomoji galia:

$$R_d = \frac{\frac{R_{k,A}}{A}}{\gamma_{R,v}}$$

Grunto laikančiosios galios R_d ir apkrovos į gruntą V_d turi tenkinti šias sąlygas:

$$R_d \geq V_d, \frac{R_d - V_d}{R_d} \cdot 100\% < 10\%$$

Derinys Nr. 1-1 (be lenkimo momento ir skersinės jėgos)

$$\gamma_G = 1,35, \gamma_Q = 1,3, \gamma_{CU} = 1,0, \gamma_{R,v} = 1,0,$$

Minimalūs matmenys:

$$B_{padas} = 0,5 \text{ m}, L_{padas} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Apkrovos: } V_{Ed} = 200,6 \text{ kN}$$

Skaičiuojamasis kerpamasis stipris:

$$C_{U,d} = \frac{134,54}{1,0} = 134,54 \text{ kPa}$$

Bedimensinių koeficientų reikšmės:

$$b_c = 1,0 \quad b_c = 1 \quad i_c = 1$$

Grunto laikomosios galios R_k ir pamato pado ploto santykis:

$$\frac{R_k}{A'} = (2 + \pi) \cdot 134,54 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1 + 36,53 = 866,65 \text{ kN/m}^2$$

Grunto laikomoji galia:

$$R_d = \frac{866,65 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{1,0} = 216,66 \text{ kN}$$

✓ Pirma sąlyga tenkinama:

$$R_d = 216,66 \text{ kN} > V_d = 200,60 \text{ kN}$$

✓ Antra sąlyga tenkinama.

$$\frac{216,66 - 200,6}{216,66} \cdot 100\% = 7,41 < 10\%$$

Tai rodo kad pamatas atlaikytų jei neįskaičiuotume lenkimo momento ir skersinės jėgos.

Derinys Nr. 1-2 (įvertinus lenkimo momentą ir skersines jėgas).

$$\gamma_G = 1,35, \gamma_Q = 1,3, \gamma_{CU} = 1,0, \gamma_{R,v} = 1,0,$$

Minimalūs matmenys:

$$B_{padas} = 2,7 \text{ m} \quad L_{padas} = 1,2 \text{ m}$$

Apkrovos:

$$V_{Ed} = 200,6 \text{ kN}$$

$$Q_{Ed} = 18,64 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 175,94 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Dėl lenkimo momento, atsirando ekscentricitetas pamato pado ilgio kryptimi:

$$e_L = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} = 0,877 \text{ m}$$

Pagal Eurocoda, ekscentricitetas neturi viršyti e_{max} , kuris yra:

$$e_{max} = \frac{1}{3} \cdot L_{padas} = \frac{1}{3} \cdot 2,7 = 0,9 \text{ m}$$

Taigi $e_L < e_{max}$

Efektyvieji pamato pado matmenys:

$$L'_{padas} = L_{padas} - 2 \cdot e_L = 2,7 - 2 \cdot 0,877 = 0,946 \text{ m}$$

$$B'_{padas} = B_{padas} = 1,2 \text{ m}$$

$$A' = L'_{padas} \cdot B'_{padas} = 0,946 \cdot 1,2 = 1,135 \text{ m}^2$$

Skaičiuojamasis kerpamasis stipris:

$$C_{U,d} = \frac{134,54}{1,0} = 134,54 \text{ kPa}$$

Bedimensinių koeficientų reikšmės:

$$b_c = 1,0$$

$$b_c = 1 + \frac{0,2 \cdot 1,2}{0,95} = 1,224$$

$$i_c = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{18,64}{0,95 \cdot 134,54} \right)} \right) = 0,962$$

Grunto laikomosios galios R_k ir pamato pado ploto santykis:

$$\frac{R_k}{A'} = (2 + \pi) \cdot 134,54 \cdot 1,0 \cdot 1,211 \cdot 0,962 + 36,53 = 842,67 \text{ kN/m}^2$$

Grunto laikomoji galia:

$$R_d = \frac{842,67 \cdot 0,95}{1,0} = 797,05 \text{ kN}$$

✓ Pirma sąlyga tenkinama:

$$R_d = 797,05 \text{ kN} > V_d = 200,6 \text{ kN}$$

✓ Antra sąlyga netenkinama.

$$\frac{797,05 - 200,6}{797,05} \cdot 100\% = 74,83\% > 10\%$$

Tačiau, kadangi parinkome minimalias matmenis, paliekame tokius, kokie yra.

Derinys Nr.2

$$\gamma_G = 1,0, \gamma_Q = 1,3, \gamma_{CU} = 1,4, \gamma_{R,v} = 1,0,$$

Parinkame minimalus matmenis kad tenkintu ekscentriciteto sąlyga:

$$L_{padas} = 2,7 \text{ m}$$

$$B_{padas} = 1,0 \text{ m}$$

$$V_{Ed} = 200,6 \text{ kN}$$

$$Q_{Ed} = 18,64 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 175,94 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Dėl lenkimo momento, atsirando ekscentricitetas pamato pado ilgio kryptimi:

$$e_L = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} = 0,877 \text{ m}$$

Pagal Eurocode, ekscentricitetas neturi viršyti e_{max} , kuris yra:

$$e_{max} = \frac{1}{3} \cdot L_{padas} = \frac{1}{3} \cdot 2,7 = 0,9 \text{ m}$$

Taigi $e_L < e_{max}$

Efektyvieji pamato pado matmenys:

$$L'_{padas} = L_{padas} - 2 \cdot e_L = 2,7 - 2 \cdot 0,877 = 0,946 \text{ m}$$

$$B'_{padas} = B_{padas} = 1,0 \text{ m}$$

$$A' = L'_{padas} \cdot B'_{padas} = 0,946 \cdot 1 = 0,946 \text{ m}^2$$

$$C_{U,d} = \frac{134,54}{1,4} = 96,10 \text{ kPa}$$

$$b_c = 1,0$$

$$b_c = 1 + \frac{0,2 \cdot 1}{0,95} = 1,211$$

$$i_c = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{18,64}{0,95 \cdot 96,10} \right)} \right) = 0,946$$

$$\frac{R_k}{A'} = (2 + \pi) \cdot 134,54 \cdot 1,0 \cdot 1,211 \cdot 0,946 + 36,53 = 602,69 \text{ kN/m}^2$$

$$R_d = \frac{602,69 \cdot 0,95}{1,0} = 570,06 \text{ kN}$$

✓ Pirma sąlyga tenkinama:

$$R_d = 570,06 \text{ kN} > V_d = 206,6 \text{ kN}$$

✓ Antra sąlyga netenkinama.

$$\frac{570,06 - 206,6}{570,06} \cdot 100\% = 61,47\% > 10\%$$

Tačiau, kadangi parinkome minimalias matmenis, paliekame tokius, kokie yra.

Išvada: maksimalūs gauti matmenys visais atvejais yra:

$$L_{padas} = 2,7 \text{ m}, B_{padas} = 1,2 \text{ m}$$

Tokie matmenys yra parenkami.

3.4. Pamato nuosėdžiai

3.4.1 Tamprieji nuosėdžiai

Tamprieji nuosėdžiai S_e yra apskaičiuojami:

$$S_e = \frac{B_{padas} \cdot q_0}{E_s} \cdot (1 - \mu_s^2) \cdot \alpha_r$$

čia: q_0 – pamato pado slėgis į gruntą;

E_s – deformacijos modulis (4-oje lentelėje matome, kad penkto grunto

$$E_{s5} = 25,7 \text{ MPa})$$

μ_s – Puasono koeficientas.

α_r – pamato formos koeficientas, kuris priklauso nuo kraštinių santykio. Nagrinėjamo pamato pado kraštinių santykis

$$\frac{L_{padas}}{B_{padas}} = 2,25$$

Dėl to gauname pamato formos koeficientą:

$$\alpha_r = 1,5.$$

Pado slėgis į gruntą apskaičiuojamas:

$$q_0 = \frac{V_k}{A} = \frac{200,6}{3,24^2} = 61,91 \text{ kN/m}^2$$

čia: V_k - charakteristinė apkrova po pamato padu.

Charakteristinė apkrova po pamato padu yra apskaičiuojama:

$$V_k = V_{k,savasis,1} + V_{pak} + V_{padas} + V_{smelis} + V_{pam.sij} + V_{perv.} + V_{k,sniegas,1}$$

$$V_k = 77,74 + 8,1 + 9,08 + 10,21 + 15,00 + 15,23 + 96,38 = 231,74 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,3} = V_{k,savasis,1} + V_{pak} + V_{padas} + V_{smelis} + V_{pam.sij} + V_{perv.}$$

$$V_{Ed,3} = 55,43 + 8,1 + 10,08 + 15,77 + 15,00 + 21,78 = 126,68 \text{ kN}$$

Puasono koeficientas priklauso nuo grunto E_s . Jis yra gaunamas interpoliavimo būdu:

$$\mu_s = 0,2 + \frac{(0,5-0,2) \cdot (27,70-20,70)}{20,70} = 0,27$$

Tamprieji nuosėdžiai:

$$S_e = \frac{1,2 \cdot 61,91}{25,7} \cdot (1 - 0,27^2) \cdot 1,5 \cdot 1000 = 4,02 \text{ mm}$$

3.4.2 Konsolidacijos nuosėdžiai

Konsolidacijos nuosėdžiai skaičiuojami:

$$S_c = \frac{C_c \cdot d}{1 + e_0} \cdot \log \left(\frac{p_0 + \Delta p_{av}}{p_0} \right)$$

čia: $C_{c,per}$ – perkonsoliduoto grunto suspaudimo rodiklis;

H_c – molio sluoksnio storis (šiuo atveju sutampa su z_3);

p_0 – efektyvųjų įtempių molio sluoksnyje vidurkis, prieš pamato įrengimą (sutampa su apskaičiuota verte $q_d = 36,53 \text{ kPa}$);

e_0 – poringumo koeficientas ($e_{0,grunto \text{ nr.5}} = 0,45$)

Normaliai sutankinto grunto rodiklis skaičiuojamas:

$$c_{c,N} = \frac{I_p \cdot \rho_s}{\ln 100} = \frac{25700 \cdot 21,4}{\ln 100} = 0,55$$

Perkonsoliduoto grunto suspaudimo rodiklis:

$$c_{c,Per.} = c_{c,N} \cdot 0,1 = 0,055$$

$$\Delta p_{av} = \frac{1}{6} \cdot (\Delta p_t + 4 \cdot \Delta p_m + \Delta p_b)$$

Daugianarių skaičiavimas (slėgiai):

$$\Delta p_t = q_0 \cdot \frac{B_{padas} \cdot L_{padas}}{(B_{padas} + z_1) \cdot (L_{padas} + z_1)} = 61,91 \cdot \frac{2,7 \cdot 1,2}{(1,2 + 0) \cdot (2,7 + 0)} = 139,30 \text{ kN/m}^2$$

čia: $z_1 = 0$ – atstumas nuo pamato pado apačios iki molio grunto sluoksnio viršaus.

$$\Delta p_m = q_0 \cdot \frac{B \cdot L}{(B + z_2) \cdot (L + z_2)} = 61,91 \cdot \frac{1,2 \cdot 2,7}{(1,2 + 1,24) \cdot (1,1 + 1,24)} = 33,69 \text{ kN/m}^2$$

čia: $z_2 = \frac{z_3}{2} = 1,24 \text{ m}$ – atstumas nuo pamato pado apačios iki molio grunto sluoksnio vidurio.

$$\Delta p_{b1} = q_0 \cdot \frac{B \cdot L}{(B + z_3) \cdot (L + z_3)} = 191,52 \cdot \frac{1,2 \cdot 2,7}{(1,2 + 2,49) \cdot (2,7 + 2,49)} = 14,73 \text{ kN/m}^2$$

čia: $z_3 = 2,49 \text{ m}$ – atstumas nuo pamato pado apačios iki molio grunto sluoksnio apačios.

Kita formulė Δp_b skaičiavimui:

$$\Delta p_{b2} = 0,2 \cdot z_3 \cdot \gamma_5 = 0,2 \cdot 2,49 \cdot 21,4 = 10,65 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta p_{av} = \frac{1}{6} \cdot (61,91 + 4 \cdot 33,69 + 14,73) = 48,13 \text{ kN/m}^2$$

Skaičiuojame konsolidacijos nuosėdžiai:

$$S_c = \frac{0,055 \cdot 2,49}{1 + 0,45} \cdot \log \left(\frac{36,53 + 48,13}{36,53} \right) \cdot 1000 = 34,47 \text{ mm}$$

Bendras nuosėdis:

$$s = s_e + s_c = 4,02 + 34,47 = 34,47 \text{ mm}$$

Ribinis nuosėdis:

$s_{\text{lim}} = 50 \text{ mm}$ nėra viršijamas

3.5 Pamato armavimas

Pamato betono klasė: C30/37

Betono stipris gniuždant f_{cd} skaičiuojamas pagal formulę:

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

čia: $\alpha = 0,9$ - koeficientas, įvertinantis stačiakampio formos įtempių pasiskirtymo diagramą;

$$\alpha_{cc} = 1;$$

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ – betono stiprio charakteristinė reikšmė

$\gamma_c = 1,5$ – darbo sąlygų koeficientas.

Betono stipris tempiant f_{ctd} skaičiuojamas pagal formulę:

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{2,0}{1,5} = 1,2 \text{ MPa}$$

čia: $\alpha_{ct} = 1,0$;

$f_{ctk} = 2,0 \text{ MPa}$ – betono stiprio charakteristinė reikšmė;

$\gamma_c = 1,5$ – darbo sąlygų koeficientas.

Armatūros klasė – S500. Jos takumo skaičiuotinis stipris:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,1} = 454,5 \text{ MPa}$$

čia: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ – armatūros stiprio takumo ribos charakteristinė reikšmė;

$\gamma_s = 1,1$ - strypinės armatūros plieno dalinis patikimumo koeficientas.

3.5.1 Pamato pado armavimas nuo lenkimo

3.5.1. lent. Naudojamas derinys.

1 Derinys: Savasis sv. + Vėjas iš Kairės			
Vieta	$V_{Ed,i}$ kN	$Q_{Ed,i}$ kN	$M_{Ed,i}$ kNm
Ant pakolonio	54,43	18,64	143,42
Ant pado	62,53	18,64	160,19
Po padu	200,6	18,64	175,94

Reaktyvinis grunto slėgis $q_{0,i}$ pamato pado efektyviajame plote skaičiuojamas šitaip:

$$q = \frac{V_{Ed,1}}{A'_1} = \frac{75,71}{1,135} = 66,7 \text{ kN/m}^2$$

projektuosime.

Linijinė apkrova:

$$q'_0 = q_0 \cdot B = 66,7 \cdot 1,2 = 80 \text{ kN/m}$$

$$l = 1,05 \text{ m}$$

$$M_{Ed} = q \cdot l \cdot \frac{l}{2} = 80 \cdot 1,05 \cdot \frac{1,05}{2} = 44 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Pagal momentų pusiausvyros sąlygą:

$$\sum M = 0 \rightarrow M_{Ed} = f_{cd} \cdot x \cdot B \cdot \left(d - \frac{x}{2}\right)$$

čia: x – gniuždomos zonos aukštis

$d = 0,227 \text{ m}$ – darbo aukštis

Darome pakeitimą:

$$\mu_{Eds} \cdot d^2 = x \cdot \left(d - \frac{x}{2}\right)$$

Išstatome į momentų pusiausvyros formulę:

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Ed}}{d^2 \cdot f_{cd} \cdot B} = \frac{44}{0,227^2 \cdot 18 \cdot 1000 \cdot 1,2} = 0,0395$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_{Eds}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0395} = 0,458$$

Skaičiuojame ξ_{lim} :

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{500}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,520$$

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

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

Patikriname ar sąlyga teisinga:

$$\xi \leq \xi_{lim} \rightarrow 0,458 < 0,520$$

Gniuždomos zonos aukštis:

$$x = \xi \cdot d = 0,458 \cdot 0,227 = 0,1040 \text{ m} = 104 \text{ mm}$$

Pagal jėgų pusiausvyros lygtį apskaičiuojame reikalingą armavimo plotą A_s :

$$\sum F_x = 0 \rightarrow f_{cd} \cdot x \cdot B = f_{yd} \cdot A_s \rightarrow A_s = \frac{f_{cd} \cdot x \cdot B}{f_{yd}} = \frac{18 \cdot 0,1040 \cdot 1,2}{454,5}$$

$$A_s = 49,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 49,4 \text{ cm}^2$$

Minimalus armavimas pagal STR: 0,05% viso ploto

Parenkame **7xØ32mm**. Jie sudaro armavimo plotą: $A_s = 56,3 \text{ cm}^2$

Visas armavimo ploto procentas: $\frac{A_s}{A} = \frac{56,3}{6129} = 0,091\% > 0,05\%$

Neviršija minimalaus armavimo procento. Vadinasi, tenkina sąlyga.

3.5.2 Pakolonio armavimas

Pamato pakolonis turi būti armuojamas dėl tempimo įtempių atsirandančių skerspjūvyje dėl lenkimo momento veikimo.

Pavojingiausias derinys bus antrasis, nes ten veikia didžiausias lenkimo momentas.

3.5.2.1 lent. Naudojamas derinys

1 Derinys: Savasis sv. + Vėjas iš Kairės			
Vieta	$V_{Ed,i}$ kN	$Q_{Ed,i}$ kN	$M_{Ed,i}$ kNm
Ant pado	62,53	18,64	160,19

Gniuždymo įtempiai dėl ašinės jėgos poveikio:

$$\sigma_c = \frac{V_{Ed}}{A_{pak}} = \frac{62,63}{0,36} = 173,39 \text{ kPa}$$

Tempimo įtempiai pakolonio krašte dėl lenkimo momento:

$$\sigma_t = \frac{M_{Ed}}{W_{pak}} = \frac{160,19}{0,036} = 4449,72 \text{ kPa}$$

Tempimo įtempiai viename krašte yra didesni už gniuždymo:

$$\sigma_t = 4449,72 \text{ kPa} > \sigma_c = 173,39 \text{ kN/m}^2$$

Tai reiškia, kad reikės armuoti:

Įtempiai krašte:

$$\sigma = \sigma_t - \sigma_c = 4449,72 - 173,39 = 4276,33 \text{ kPa}$$

Gauname lenkimo momentą skerspjūvyje:

$$M = \sigma \cdot W = 4276,33 \cdot 0,036 = 153,94 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\mu_{Eds} = \frac{M_{Ed}}{d^2 \cdot f_{cd} \cdot B} = \frac{153,94}{0,545^2 \cdot 18 \cdot 1000 \cdot 0,6} = 0,0479$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0479} = 0,0958$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{500}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,706}{1,1}\right)} = 0,520$$

$$\xi < \xi_{lim}$$

$$x = \xi \cdot d = 0,0958 \cdot 0,545 = 0,0522 \text{ m} = 52,21 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{f_{cd} \cdot x \cdot B}{f_{yd}} = \frac{18 \cdot 0,0522 \cdot 0,6}{454,5} = 12,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 12,4 \text{ cm}^2$$

Parenkame **3xØ25mm**, kurių plotas $A_s = 14,73 \text{ cm}^2$, kiekvienoje pakolonio pusje. Iš viso būtų **6xØ25mm**, kurių $A_s = 29,55 \text{ cm}^2$

Visas armavimo ploto procentas: $\frac{A_s}{A} = \frac{29,55}{3600} = 0,82\% > 0,05\%$

Neviršija minimalaus armavimo procento. Vadinasi, tenkina minimalaus armavimo sąlyga.

Pakolonio skersinis armavimas:

Kadangi neveikia didelių skersinių deformacijų, paimsime minimalią armatūrą:

$$\frac{A_{s,w,min}}{s} = \frac{0,08 \cdot B \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0,08 \cdot 0,6 \cdot \sqrt{30}}{500} = 0,52 \text{ mm}$$

Parenkame **5xØ6mm**. Atstumas tarp jų: $s = 200 \text{ mm}$

$$\frac{A_{s,w}}{s} = \frac{142}{200} = 0,71 \text{ mm} > 0,52 \text{ mm}$$

Pakolonio išilginės armatūros inkaravimas

Iš pakolonio išilginės armatūros skaičiavimo gavome, kad reikalingas armatūros plotas $A_{s, reik} = 12,4 \text{ cm}^2$. Bendra jėga veikianti tempiamą armatūrą N_t :

$$N_t = A_{s, reik} \cdot f_{yd} = 12,24 \cdot 10^{-4} \cdot 454,5 \cdot 1000 = 556,308 \text{ kN}$$

Įtempimai tempiamojoje armatūroje σ_{sd} :

$$\sigma_{sd} = \frac{N_t}{A_s} = \frac{556,308}{14,73 \cdot 10^{-4}} = 377,67 \text{ MPa}$$

Bazinis inkaravimo ilgis:

$$l_b = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{25 \cdot 10^{-3}}{4} \cdot \frac{377,6}{2,7} = 0,874 \text{ m}$$

čia: f_{bd} – armatūros ir betono sąlyčio sankibos ribiniai įtempiai.

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 2,7 \text{ MPa}$$

Minimalus inkaravimo ilgis:

$$l_{b, min} = \max \begin{pmatrix} 0,6 \cdot l_b = 0,524 \text{ m} \\ 15 \cdot \phi = 0,375 \text{ m} \\ 0,100 \text{ m} \end{pmatrix} = 0,524 \text{ m}$$

Inkaravimo koeficientai:

$$\alpha_1 = 1,0; \quad \alpha_2 = 0,7; \quad \alpha_3 = 1,0; \quad \alpha_4 = 0,7; \quad \alpha_5 = 1,0$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 \cdot l_b = 0,428 \text{ m}$$

Inkaravimo ilgis viršija minimalų:

$$l_{bd} = 0,428 \text{ m} < l_{b, min} = 0,524 \text{ m}$$

Minimalus inkaravimo ilgis:

$$l_{bd} = 0,524 \text{ m}$$

Projektuojamame pamate bendras išilginio armavimo ilgis gaunamas 1080 mm. Išlaikome minimalu inkaravimo ilgi ir paliekame atsargą. Šiam projektui yra parinkti standartiniai $\phi 20 \text{ mm}$ srieginiai varžtai. Jų ilgis $l = 460 \text{ mm}$. Kokybės klasė – 8.8.

4. TECHNOLOGINĖ IR ORGANIZACINĖ DALIS

4.1 Gaminio charakteristika ir pagrindiniai parametrai

4.1.1 Leistini matmenų nuokrypiai gamybos ir eksploatavimo metu

4.1.1.1 lent. Leistini nuokrypiai

Nuokrypio pavadinimas Matmenys	Geometrinis parametras ir jo vardinė reikšmė	Leistinas ribinis nuokrypis, mm
	Ilgis, plotis	+/- 10
	Storis	+/- 5
	Angų ar kiaurymių dydis ir padėtis	+/- 7
	Apsauginio betono sluoksnio storis	+7; -5
Tiesumas	Paviršių tiesialinijškumas, kai matmuo: ≤ 2000 > 2000	3 10
Istrižainių skirtumas	Istrižainių ilgio skirtumas	12
Paviršių kokybė	Betono iškilimai ir įdubos	3
	Poros:	
	Skersmuo	4
	Gylis	3
	Kiekis	50 vnt./m ²
	Briaunų nuskilimai:	
	Gylis	8

4.1.2 Betoninių vamzdžių charakteristika

- Gaminiai turi atitikti šio standarto ir darbo brėžinių reikalavimus.
- Gaminiai gaminami iš normaliojo betono.
- Betono prekinis stipris turi būti ne mažesnis kaip 70% reikiamo stiprio projektinės klasės
- Ant gaminių paviršių neturi būti rūdžių ir riebalų dėmių.
- Gaminiuose betono plyšiai yra neleistini.
- Betono stipris, parduodant betoninius vamzdžius, turi būti ne mažesnis kaip 90% projekcinio stiprio.
- Betoniniai vamzdžiai po 15 valandų kietinimo šutinimo kameroje, turi pasiekti projekcinį stiprį.
- Betoniniai vamzdžiai turi atitikti stiprumo, standumo, atsparumo, pleišėjimui, ir nuovargiui reikalavimus.

- formos, matmenys bei padėtis vamzdyje turi atitikti darbo brėžinius.

4.1.3 Reikalavimai medžiagoms ir gaminiams

Medžiagos, naudojamos betono gamybai turi atitikti šių standartų reikalavimus:

- cementas - LST EN 197-1:2011
- užpildai - LST EN 12620:2013;
- vanduo - LST EN 1008:2005;
- plastikliai - LST EN 934-2:2009;

4.2 Betono sudėties projektavimas

Projektuojamas betono mišinys:

C35/45

Slankumo klasė: S1

Slankumas: S1 (10-40 mm)

Betono stiprumo klasė: C35/45

Cemento stiprumo klasė: CEM I 42.5

Smėlis: fr. 0/4, $W_{sm} = 4,0\%$, $W_{ism} = 0,8\%$, (0,7...0,9%)

$\rho_{sm} = 2650 \text{ kg/m}^3$.

Žvirgždo skalda: fr. 4/16, $W_{st} = 2,0\%$, $W_{ist} = 0,4\%$, (0,2...0,5%)

$\rho_p = 1650 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{st} = 2650 \text{ kg/m}^3$

Oras mišinyje: 2%

Superplastiklio efektyvumas:

$PL = 0,23/0,27 = 0,85$

Betono mišinio skaičiavimas:

Apskaičiuojamas reikiamas kontrolinis betono stipris R_b , kuris priklauso nuo projektuojamos betono klasės C35/45

$$R_b = \frac{c}{k_r(1-2,02 \cdot \nu)} = \frac{45}{0,95(1-2,02 \cdot 0,08)} = 56,5(MPa)$$

Čia: ν - stiprio variacijos koeficientas, kurį mišinio projektavimo stadijoje rekomenduojama priimti $\nu = 0,08$;

k_r – stiprio redukcijos koeficientas, kai bandiniai (100x100x100) $k_r = 0,95$.

Apskaičiuojamas cemento aktyvumas R_c , kuris priklauso nuo cemento stiprio klasės CEM I 42.5

$$R_c = \frac{CEM-2,5}{1-\lambda \cdot \nu} = \frac{42,5-2,5}{1-2,4 \cdot 0,04} 44,25 \text{ (MPa)}$$

Čia: λ - koeficientas, priklausantis nuo priimamo patikimumo ir bandytų cemento imčių skaičiaus, priimama bandinių skaičius $n=20$, $\lambda=2,40$;

ν - stiprio variacijos koeficientas, kuris nustatomas pagal $CEM \geq 42,5$, $\nu=0,04$

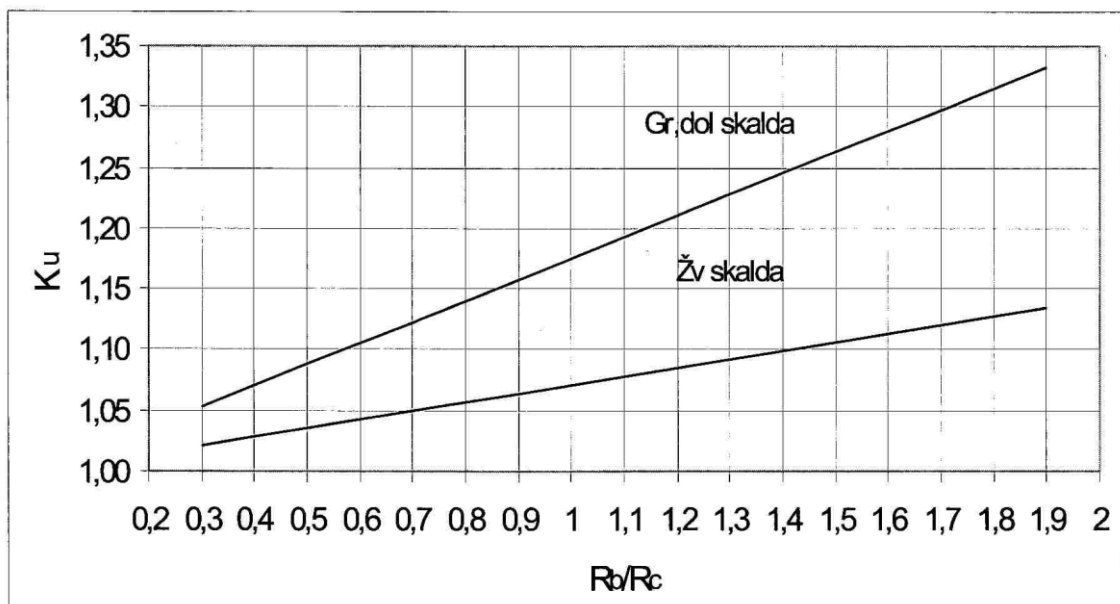
Vandens/ cemento (V/C) santykio parinkimas:

V ir C – atitinkamai vandens ir cemento kiekis kg/m^3 betono mišinio;

K_k – koeficientas, įvertinantis kietėjimo sąlygas, $K_k=0,9$ (šutinimo kamera, kait $t \leq 60^\circ\text{C}$);

K_0 – koeficientas, įvertinantis oro sutankintame betono mišinyje įtaką: kai oro kiekis 2%, $K_0=1$

K_u – koeficientas, įvertinantis užpildo atmainos įtaką, $K_u=1,08$ (iš grafiko)

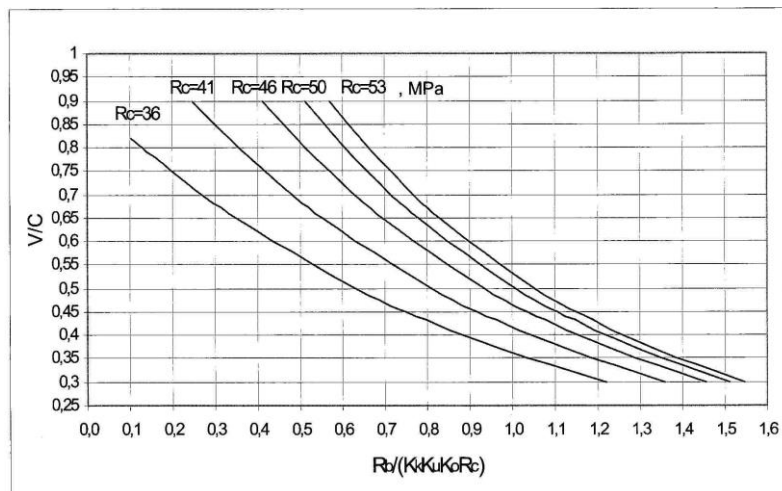


4.10.1 pav. Koeficiento K_u vertė priklausomybė nuo užpildo atmainos ir R_b/R_c

$$R_b/R_c = 56,5/44,25 = 1,277$$

$$R_b/(K_k K_u K_0 R_c) = 56,49/(0,9 \cdot 1,08 \cdot 1 \cdot 44,25) = 1,313$$

Parinkamas reikiamas vandens ir cemento santykis V/C (iš grafiko) :



4.10.2 pav. Reikiamas vandens ir cemento santykis norimam betono kontroliniam stipriui gauti

$V/C=0.46$

Reikiamas vandens ir cemento santykis V/C :

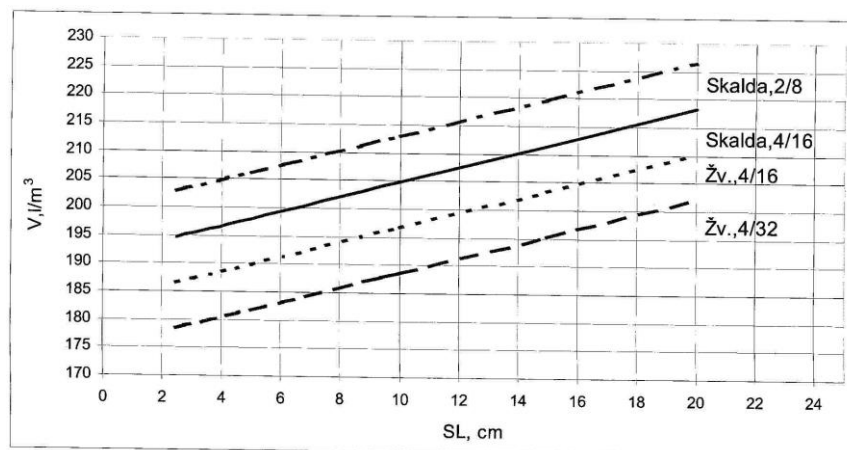
$$V/C = \left(\sqrt{\left(\frac{R_b}{(53/R_c)^2 + R_c K_K * K_O * K_U} \right)^2 + \frac{2}{(53/R_c)^2}} - \frac{R_b}{(53/R_c)^2 + R_c K_K * K_O * K_U} \right)^2 =$$

$$\left(\sqrt{\left(\frac{56,5}{(53/44,25)^2 + 44,25 * 0,9 * 1 * 1,08} \right)^2 + \frac{2}{(53/44,25)^2}} - \frac{56,5}{(53/44,25)^2 + 44,25 * 0,9 * 1 * 1,08} \right)^2 = 0.46$$

$V/C=0.46$

Parenkamas reikiamas vandens kiekis V :

Betono mišinio slankumas priklauso nuo vandens kiekio mišinyje. Reikiamas vandens kiekis betono mišinyje parenkamas pagal nomogramą



4.10.3 pav. Vandens kiekio parinkimo nomograma

$V=197$ (l)

Reikiamas vandens kiekis priklauso nuo mišinio projekcinio slankumo SL ir stambiojo užpildo atmainos.

Apskaičiuojamas reikiamas cemento kiekis C:

$$C = \frac{V}{V/C} = \frac{197}{0,46} = 428,26 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Patikrinam betono mišinyje susidarantį cementinės tešlos kiekį C_t , kuris neturi viršyti 325 (l/m³)

$$C_t = \frac{C}{q_c} + V = \frac{428,26}{3,1} + 197 = 335,15 \text{ (l/m}^3\text{)}$$

Čia: q_c - cement dalelių tankis, $q_c = 3.1 \text{ (g/cm}^3\text{)}$

$335,15 \text{ (l/m}^3\text{)} > 325 \text{ (l/m}^3\text{)}$ – **sąlyga netenkinama.**

Kadangi sąlyga netenkinama reikia naudoti superplastiklį.

Kadangi naudojamas plastiklis, vandens kiekis V_{pl} apskaičiuojamas įvertinant plastiklio efektyvumą PL :

$$V_{pl} = V * PL^{1.5} = 197 * \sqrt{0,85^3} = 154,38 \text{ (l/m}^3\text{)}$$

Perskaičiuojame reikiamą cemento kiekį C:

$$C = \frac{V}{V/C} = \frac{154,38}{0,46} = 335,6 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Patiksliname cemento tešlos kiekį C_t :

$$C_t = \frac{C}{q_c} + V = \frac{335,61}{3,1} + 154,38 = 262,64 \text{ (l/m}^3\text{)}$$

$262,64 \text{ (l/m}^3\text{)} < 325 \text{ (l/m}^3\text{)}$ – sąlyga tenkinama.

Stambaus užpildo kiekio skaičiavimas:

Apskaičiuojamas stambaus užpildo tuštymėtumas:

$$S_t = \frac{1000*(1-\varphi_0)}{T*K_{perp}*\frac{1000}{\rho_{stp}}+1000/\rho_{stp}} = \frac{1000*(1-0,02)}{0,377*2,46*\frac{1000}{1650}+1000/2650} = 1043,33 \text{ kg/m}^3$$

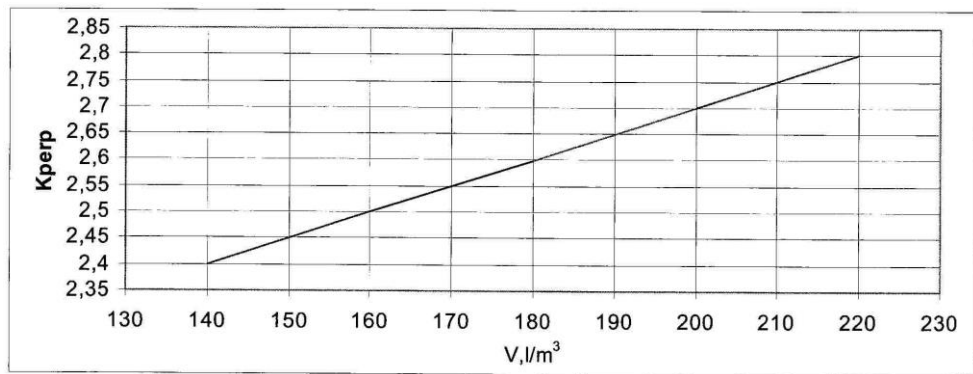
Čia: φ_0 - oro dalis, sutankintame betono mišinyje;

ρ_{stp} ir ρ_{st} - atitinkamai stambaus užpildo piltinis tankis ir dalelių tankis;

T – laisvai supilto stambaus užpildo tuštymėtumas.

$$T=1-\rho_{stp}/\rho_{st}=1-1650/2650=0,377$$

K_{perp} – laisvai supilto stambiojo užpildo tuštymių pripildymo skiediniu koeficientas pagal monogramą.



4.10.4 pav. K_{perp} – laisvai supilto stambiojo užpildo tuštymų pripildymo skiediniu koeficiento parinkimas

Smulkaus užpildo kiekio skaičiavimas:

$$S_m = \left[(1 - \varphi_0) - \left(\frac{C}{\rho_c} + \frac{S_t}{\rho_{st}} + \frac{V}{1000} \right) \right] \rho_{sm} = \left[(1 - 0.02) - \left(\frac{335,61}{3100} + \frac{1043,33}{2650} + \frac{154,38}{1000} \right) \right] * 2650 = 858,6 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Apskaičiuojamas plastiklio kiekis:

$$P_p = \frac{335,61 * 0,5}{100} = 1,67 \text{ (l/m}^3\text{)}$$

Apskaičiuota betono mišinio sudėtis:

$$C = 335,61 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$S_m = 858,6 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$S_t = 1043,33 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$P_p = 1,67 \text{ (l/m}^3\text{)}$$

$$V = 154,38 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$\rho_{\text{miš}} = 2391,92 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Smėlio kiekis įvertinus jo drėgmę:

$$S_m^1 = S_m * \left(1 + \frac{W_{sm}}{100} \right) = 858,6 * \left(1 + \frac{4,0}{100} \right) = 892,944 \text{ kg/m}^3$$

Stambaus užpildo kiekis įvertinus jo drėgmę:

$$S_{t1} = S_t * \left(1 + \frac{W_{st}}{100} \right) = 1043,33 * \left(1 + \frac{2,0}{100} \right) = 1064,19 \text{ kg/m}^3$$

Vandens kiekis įvertinus užpildų drėgnumą:

$$V^1 = V - \left(S_m^1 - S_m \left(1 + \frac{W_{ism}}{100} \right) \right) - \left(S_{t1} - S_t \left(1 + \frac{W_{ism}}{100} \right) \right) = 154,38 - \left(892,944 - 858,6 \left(1 + \frac{0,8}{100} \right) \right) - \left(1064,19 - 1043,3 \left(1 + \frac{0,4}{100} \right) \right) = 113,218 \text{ l/m}^3$$

Patikrinimas:

$$\frac{C}{\rho_c} + \frac{V}{\rho_v} + \frac{S_{sm}}{\rho_{sm}} + \frac{S_{st}}{\rho_{st}} = 1000, \text{ turi tenkinti sąlygą.}$$

$$\frac{C}{\rho_c} + \frac{V}{\rho_v} + \frac{S_{sm}}{\rho_{sm}} + \frac{S_{st}}{\rho_{st}} = \frac{154,38}{3100} + \frac{154,38}{1000} + \frac{858,6}{2650} + \frac{1043,33}{2650} + 0,05 = 1$$

Medžiagos	Kiekis $1m^3$ betono mišinio	Medžiagų tūriai, m^3
Cemento kiekis, <i>kg</i>	335,61	0,108
Vandens kiekis, <i>l</i>	113,218	0,113
Stambus užpildas (Žvirgždas), <i>kg</i>	1064,19	0,401
Smulkus užpildas (Smėlis) <i>kg</i>	892,944	0,336
Plastiklis, <i>kg</i>	1,67	0,002
Vandens ir cemento santykis	0,46	$\Sigma = 1,00m^3$

4.10.2 lentelė. Medžiagų kiekiai $1m^3$ betono mišinio

4.3 Gamybinio pajėgumo skaičiavimas.

Gamybinis pajėgumas per metus:

$$P_{mv} = \frac{P_{mt}}{V_g} = \frac{10000}{0,385} = 25974 \text{ vnt.}$$

čia: V_g – gaminio tūris, m^3

Gamybinis pajėgumas per parą:

$$P_{pt} = \frac{P_{mt}}{T_m} = \frac{10000}{252} = 39,68 \text{ m}^3$$

$$P_{pv} = \frac{P_{mv}}{T_m} = \frac{25974}{252} = 103 \text{ vnt.}$$

čia: T_m – tikrasis metinis darbo fondas

Gamybinis pajėgumas per pamainą:

$$P_{pamt} = \frac{P_{pt}}{n} = \frac{39,68}{1} = 39,68 \text{ m}^3$$

$$P_{pamv} = \frac{P_{pv}}{n} = \frac{103}{1} = 103 \text{ vnt.}$$

čia: n – pamainų skaičius

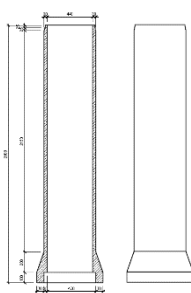
Gamybinis pajėgumas per valandą:

$$P_{ht} = \frac{P_{pamt}}{n} = \frac{39,68}{6,4} = 6,2 \text{ m}^3/h$$

$$P_{hv} = \frac{P_{pamv}}{n} = \frac{103}{6,4} = 16 \text{ vnt./h}$$

čia: 6,4 – tikroji pamainos darbo trukmė

4.3.1 lent. Gamybiniai pajėgumai

Gaminys		BVM 25,5-3	
Gamybos būdas		Srautinis-agregatinis	
Eskizas			
Gaminio charakteristika	Betono klasė		C35/45
	Betono tūris, m ³		V _{bet miš} =0,385
	Gaminio masė, kg(t)		m _g =0,920
Gamybinis pajėgumas	Per metus	m ³	P _{mt} =10000
		Vnt.	P _{mv} =25974
	Per parą	m ³	P _{pt} =39.68
		Vnt.	P _{pvt} =103
	Per pamainą	m ³	P _{pamt} =39.68
		Vnt.	P _{pamv} =103
	Per valandą	m ³	P _{ht} =6,2
		Vnt.	P _{hv} =16

4.3.2 lent. Medžiagų sąnaudos betoninių vamzdžių

Medžiaga		Per valanda	Per parą	Per pamainą	Per metus
Betono mišinys, m ³	Be nuostolių	6,2	39,68	39,68	9999,99
	Su nuostoliais (1 %)	6,262	40,077	40,077	10099,989
Cementas, t	Be nuostolių	2,08	13,312	13,312	3221,504
	Su nuostoliais (2 %)	2,121	13,578	13,578	3285,934
Vanduo, tūkst. l	Be nuostolių	0,957	6,125	6,125	1534,5
	Su nuostoliais (1 %)	0,966	6,168	6,168	1558,935
Stambus užpildas, m ³	Be nuostolių	6,469	41,402	41,402	10746,288
	Su nuostoliais (3 %)	6,663	42,644	42,644	11068,677
Smulkus užpildas, m ³	Be nuostolių	5,322	34,061	34,061	8583,372
	Su nuostoliais (3 %)	5,482	35,08	35,08	8840,873
Plastiklis (superplastiklis), kg	Be nuostolių	10,355	66,272	66,272	16700,544
	Su nuostoliais (1 %)	10,459	66,935	66,935	16867,549

Iš viso bus sunaudota per metus, su įvertintais nuostoliais:

Cemento: C= 3285,934(t)

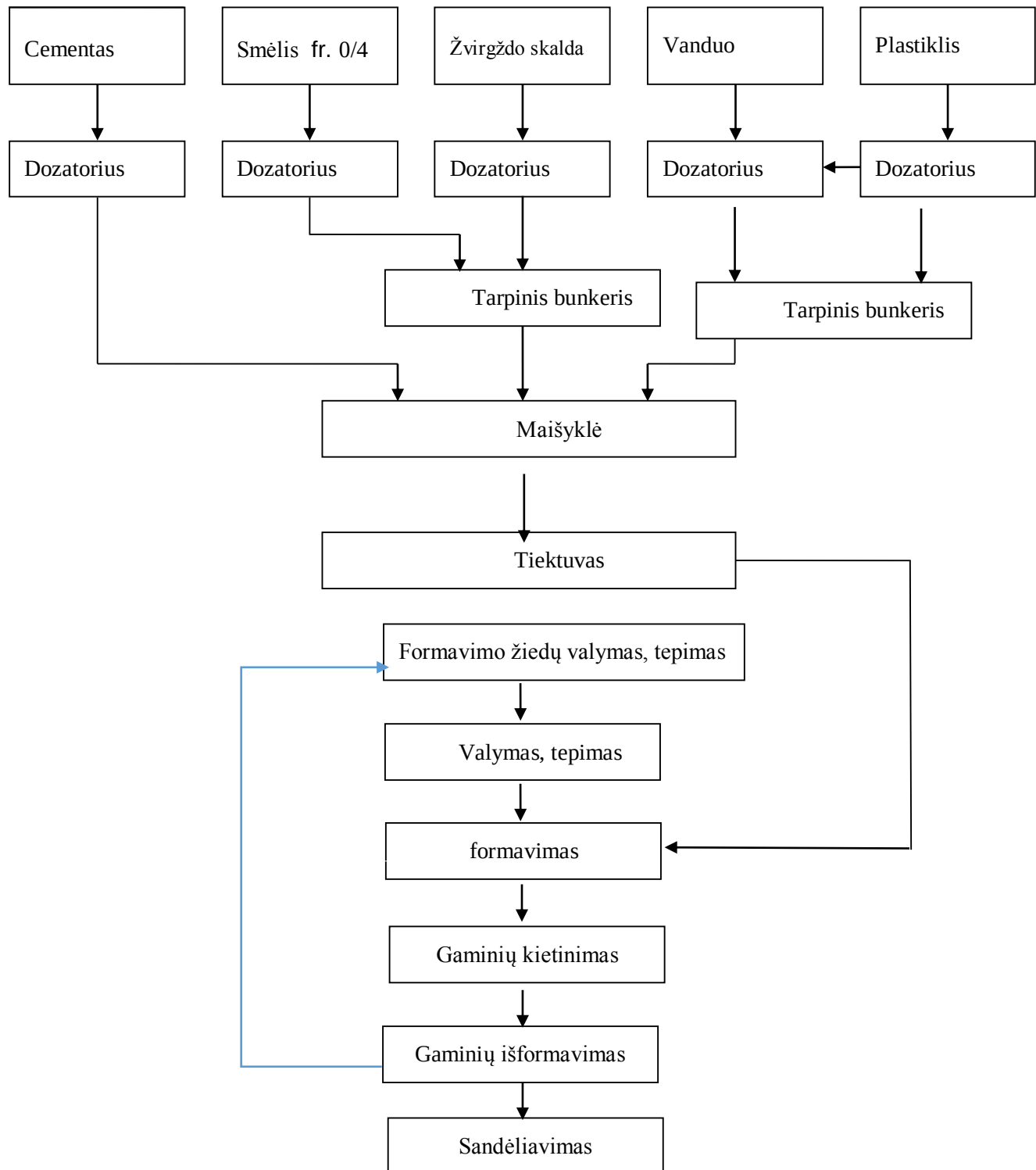
Vandens: V= 1558,935 (tūkst. l)

Stambaus užpildo: St= 11068,677 (m³)

Smulkaus užpildo: Sm= 8840,873 (m³)

Plastiklio: Pp= 16867,549(kg)

4.4 Gamybos proceso technologinės schemos aprašymas ir žaliavos



4.5 Gamybos ceche atliekamos operacijos

4.5.1 Betono mišinio paruošimas

Betono mišinys yra paruošiamas betono ruošimo mazge. Sumaišius komponentus, turi gautis toks mišinys, kuris sustingęs tenkintų visus keliamus eksplotavimo reikalavimus būsimam gaminiui. Visos medžiagos pasveriamos svoriniais ir turiniais dozatoriais. Medžiagų kiekiai tiksliai apskaičiuoti ir sumaišomi. Pirmiausia sumaišomi užpildai vėliau supilamas cementas, vėliau tarpusavyje sumaišomas vanduo ir plastiklis. Galiausiai visos medžiagos sumaišomos kartu. Maišymo procesams naudojamos laiko rėlės, o paruoštas betonas transportuojamas į gamyklą.

4.5.2 Gamių formavimas

Betoniniai vamzdžiai formuojami vertikaliuose formavimo agregatuose. Formuojant betonas tiekiamas į formavimo mašinos bunkerį juostinių transporteriu. Iš transportavimo vežimėlio betono mišinys tiekiamas į formavimo agregato bunkerį. Iš formavimo agregato juostiniu transporteriu betono mišinys patenka į besisukanti betono skirstytuvą, kuris užpildo gaminio forma sudaryta iš dviejų formų vidinės ir išorinės. Paskirstant betona vyksta tūrinis vibravimas vykdomas su prie vidinės formos pritvirtiniais vibratoriais. Tada klotuvas juda prie antros formavimo mašinos. Antroje formavimo mašinoje procesas kartojamas. Gaminys pirmoje mašinoje yra supresuojamas, tada suformuojama jo briauna. Gaminys įgija didesnę pirminį stiprumą. Baigus presuoti suformuotas gaminys iškeliamas į viršų išorinė forma iškyla aukščiau gaminio, o formos šerdis pasilieka vietoje. Tada betoninis vamzdis nustumiamas į paėmimo vieta ir ant suformuoto vamzdžio vidaus uždedamas 10 cm aukščio plieninis žiedas, neleidžiantis kietėjančiam gaminiui deformuotis. Atlikus išformavimą nauji formavimo žiedai uždedami ant formavimo agregato, išorinė forma nuleidžiama ir procesas kartojamas. Lygiagrečiai vyksta jau išformuoto gaminio transportavimas tiltiniu kranu į šutinimo kamerą. Dėl betono sutankinimo, slankumo ir presavimo transportuojant gaminys nepraranda formos.

4.5.1 Gaminų transportavimas

Suformuotas gaminys transportuojamas tiltiniu kranu Nr. 1 ant kurio yra specialus keičiamio diametro griebtuvas į šutinimo kamerą. Tiltinis kranas Nr. 2 prieš transportuojant gaminį atkelia šutinimo kameros dangtį. Sukietintas gaminys iš kameros iškeliamas tiltiniu kranu Nr. 2, tuo tarpu kameros dangtis nukeliamas tiltiniu kranu Nr. 1.

4.5.2 Gaminų kietinimas

Gamykloje suprojektuota viena šutinimo kamera talpinanti 114 gaminų. Gaminiai po išformavimo šutinimo kameroje laikomi 15 valandų. Temperatūra kameroje neviršija 60 C°. Kietinimo kameroje drėgmę palaiko specialus oro drėkintuvai.

4.5.3 Gaminų kokybės kontrolė

Gaminiai turi būti priimami įvertinant pradinės, operacinės, priimamosios kontrolių ir periodinių bandymų rezultatus bei gamintojo standarto reikalavimus. Gaminio kontrolės metu tikrinami gaminų kokybiniai parametrai ir įvertinama atitiktis. Gaminų geometriniai matmenys, angų, kiaurymių, tiesumas, įstrižainių ilgio skirtumas, paviršių kokybė, apsauginio sluoksnio storis – tikrinami kiekvienai partijai. Kokybiniams parametrams patikrinti atsitiktinai pasirenkami trys gaminiai. Jeigu nors vienas iš atrinktų gaminų neatitinka reikalavimų, naudojama išsistinė kontrolė, kai tikrinami visi gaminiai pagal tuos rodiklius, pagal kuriuos partija nebuvo priimta. Gamyklos laboratorijoje tikrinamas betono stipris gniuždant. Gaminyje transportuojamas į laboratoriją, kur jis yra presuojamas tol kol subyra taip nustatomas gaminio stiprumas gniuždant.

Gamybinės medžiagos tikrinamos karta per savaitę pagal LST EN 993-1:2002. Betono stipris gniuždant, kartą per dieną pagal LSt EN 12390-3:2003. Cemento tankis, karta per keturias dienas pagal LST EN 12269-1:2000. Vandens švarumas, rūgštingumas, karta per dieną pagal LST EN 1008:2005. Visus darbus atlieka laborantas. Visi produktai turi atitikti Europos Sąjungos rinką. Jie yra ženklinami “CE” ženklu, kuris nurodo kad gaminys yra tinkamas naudoti pagal paskirtį.

4.5.5 Ženklinimas

Ant gaminių paviršių priklijuojama etiketė kuri yra atspari aplinkos sąlygoms joje: pagaminimo data, TK žyma, masė, t, įmonės pavadinimas arba prekės ženklas, „CE“ žyma.

4.5.6 Laikymas ir gabenimas

Betoniniai vamzdžiai laikomi ir gabenamos pagal darbo brėžinius ir įmonės standartą, betoniniai vamzdžiai laikomi horizontalioje padėtyje ant medinių lygiagrečių ruošinių taip kad vamzdis neturėtų salyčio su grindiniu. Tarp gaminių dedami mediniai tarpikliai, kad būtų išvengtas vamzdžių judėjimas. Gaminiai laikomi taip, kad matytųsi ženklinimas. Praėjimai ir pravažiuojimai tarp gaminių taip pat turi atitikti statybos normų saugos reikalavimus. Betoniniai vamzdžiai gabenamos vilkikais.

4.5.7 Gaminių sandėliavimas

Kiekviena gamykla turi turėti gatavos produkcijos sandėlius. Gaminiai laikomi tol, kol jie bus parduoti. Betoninius gaminius reikia sandėliuoti pagal techninėse sąlygose nurodomą tvarką ir saugaus darbo taisykles. Gaminiai sandėliuojami lauko aištėlėje

4.6 Technologinės linijos skaičiavimas

4.6.1 Srautinės-agregatinės linijos skaičiavimai

Formavimo linijoje naudojami įrengimai: tiltinis kranas, betono transporteris, savaeigiai vežimėliai, betono klotuvas.

Technologinės linijos metinis pajėgumas $P_{sa}=10000 \text{ m}^3$.

Srautinės agregatinės linijos pajėgumas per pamainą;

$$P_{pam} = \frac{60 \cdot V_g}{t_f} \cdot h = \frac{60 \cdot 0.385}{6} \cdot 6,4 = 24.64 \text{ m}^3$$

V_g - formuojamo gaminio tūris srautinės-agregatinės gamybos atveju arba

$$V_g = v_g \cdot n_g = 0,385 \cdot 3 = 0,385 \text{ m}^3$$

V_g gaminių, telpančių į vieną padėklą, tūris srautinės agregatinės gamybos atveju, m^3
čia, v_g – smulkaus gaminio;

h - darbo valandų skaičius per pamainą ($8 \cdot 0,8 = 6,4h$);

t_f - formavimo ciklo trukmė, min;

$$t_f = t + t_k + t_t + t_0 = 1 + 2 + 2 + 1 = 6 \text{ (min)}$$

t - trukmė reikalinga formavimo žiedui padėti;

t_k - betono mišinio klojimo trukmė, min ;

t_t - betono mišinio tankinimo trukmė, min ;

t_0 - laiko sąnaudos kitiems darbams, min;

Reikiamas formavimų agregatų skaičius:

$$n_a = \frac{Q_{pam}}{Q_{fpam}} = \frac{39,68}{24,64} = 1,61, \text{ priimu } 2;$$

Gaminių šiluminio kietinimo trukmė:

$$T_{šk} = t_{iš} + t_k + t_s + t_a = 2 + 4 + 7 + 2 = 15 \text{ (h)}$$

čia: $t_{iš}$ – gaminių laikymas prieš kietinimą, h;

t_k – temperatūros kėlimo trukmė, h;

t_s – gaminių kietinimo trukmė, h;

t_a – gaminių išlaikymas po kietinimo trukmė, h.

Parametrai	Dydis
Vibravimo trukmė, s	60
Amplitudė, mm	0,5
Dažnis, Hz	50
Priekrova, MPa	0,01

4.6.1.1 lent. Betono mišinio sutankinimo režimo charakteristikos

4.6.2 Duobinės šutinimo kameros apskaičiavimas:

Kietinimo kamerų skaičius:

$$n_{sk} = \frac{60 * T_k * b_f}{24 * t_f * m_f} = \frac{60 * 24 * 8}{24 * 6 * 103} = 0.776$$

Priimu 2 šutinimo kameras, nes dirbama viena pamaina

T_k - vidutinė kietinimo kameros apyvartos trukmė, $T_k=24h$;

b_f - gaminių formavimo trukmė per pamainą, $b_f=8h$;

M_k – formų skaičius duobinėje kietinimo kameroje.

Kietinimo kamerų užpildymo koeficientas K_0 :

$$K_0 = \frac{m_k * V_g}{V_k} = \frac{103 * 0.385}{168.64} = 0.235\%$$

V_g - vieno gaminio tūris, m^3 ;

V_k = kietinimo kameros tūris, m^3 ;

m_k –formų skaičius duobinėje kietinimo kameroje.

Kietinimo kameros ilgis L_k , m:

$$L_k = n * l_f + (n + 1) * l_e = 10 * 0.8 + (10 + 1) * 0.4 = 12.4m$$

Čia n - kameros ilgiu sudedamų gaminių skaičius;

$l_f = l_f + 0.30 = 0.5 + 0.3 = 0.8$ – formos ilgis, m;

l_L - atitinkamas gaminio ilgio matmuo, m;

l_e – atstumas nuo formos iki kameros sienutės

Kietinimo kameros plotis B_k , m:

$$B_k = n_1 * b + (n + 1) * l_e = 11 * 0.8 + (11 + 1) * 0.4 = 13.6 m$$

Čia n_1 - kameros plotyje sudedamų gaminių skaičius;

$b = l_b + 0.30 = 0.5 + 0.3 = 0.8$ – formos plotis, m;

l_b - atitinkamas gaminio ilgio matmuo, m;

Kameros gylis H_k , m:

$$H_k = n_2 * (h + h_1) + h_2 + h_3 = 1 * (2.8 + 0) + 0 + 0.05 = 2.85m$$

Čia n - gaminių eilių skaičius kameroje;

$h = l_h + 0.30 = 2.5 + 0.3 = 2.8$ – formos aukštis, m;

l_h - gaminio aukštis, m;

h_1 - tarpai tarp formų, m;

h_2 –atstumas nuo apatinės formos iki kameros dugno, m;

h_3 - atstumas nuo viršutinio gaminio iki kameros dangčio, m.

Reikalingas formų skaičius:

Kadangi naudojamame procese formos atskiriamos nuo gaminio po formavimo ir paliekamos formavimo poste naudosime 26 formas. Kadangi viena forma atlaiko 1000 gaminių.

4.7 Pagalbinių cechų ir gamybinių barų skaičiavimas

4.7.1 Cemento sandėlys

Cemento sandėlio talpa:

$$m_c = \frac{Q \cdot C \cdot n \cdot k_1}{T_{sk} \cdot k_2} = \frac{10099,989 \cdot 0.335 \cdot 5 \cdot 1.04}{252 \cdot 0.943} = 74.03 \text{ (t)}$$

Čia: Q – betono paruošimo cecho metinis gamybinis pajėgumas, m³;

C – cemento sąnaudos, reikalingos paruošti vienam m³ betono mišinio, t;

n – norminė cemento atsarga dienomis (n = 5);

k_1 – koeficientas, įvertinantis iškraunamo cemento galimus nuostolius ($k_1 = 1,04$);

T_{sk} – skaičiuojamasis darbo dienų skaičius metuose;

k_2 – technologinių įrenginių išnaudojimo koeficientas ($k_2 = 0,943$).

Parenku silosa, kurio skersmuo $D=3,5$, o aukštis =10,0m

$$h_s = \frac{V_{c(m^3)}}{\pi \cdot \left(\frac{D^2}{4}\right)} = \frac{74.03}{3,14 \cdot \left(\frac{3,5^2}{4}\right)} = 7.7 \text{ m};$$

Silosai statomi 2. Vienas atsarginis ir bus prekiaujama cementu.

4.7.2 Užpildų sandėliai

Stambaus užpildo sandėlio talpa:

$$V_{st} = Q_{pst} \cdot n = 42,644 \cdot 5 = 213.22 \text{ (m}^3\text{)}$$

Čia: Q_{pst} – stambaus užpildo sąnaudos per dieną ar pamainą (įskaitant nuostolius), t ;

n – norminė užpildų atsarga sandėlyje, dienomis;

Smulkaus užpildo (smėlio) sandėlio talpa:

$$V_{sm} = Q_{psm} \cdot n = 35.08 \cdot 5 = 175.4 \text{ (m}^3\text{)}$$

Čia: Q_{psm} – smulkaus užpildo (smėlio) sąnaudos per dieną ar pamainą (įskaitant nuostolius), t;

n – norminė užpildų atsarga sandėlyje, dienomis;

4.7.3 Produkcijos sandėlys

Gaminių produkcijos sandėlio plotas:

$$S_a = \frac{P_{pv} \cdot t_s \cdot k_1 \cdot k_2}{q_n} = \frac{39.68 \cdot 10 \cdot 1.5 \cdot 1.3}{1.8} = 429.86 \text{ (m}^2\text{)}$$

Čia: P_{pv} – gaminių atvežamų į sandėlį per parą kiekis, m³;

t_s – gaminių sandėliavimo trukmė, paromis (10...14);

k_1 – koeficientas, kuriuo įvertinamas didesnis sandėlio plotas, reikalingas takams įrengti ($k_1 = 1,5$);

k_2 – koeficientas, kuriuo įvertinamas didesnis sandėlio plotas, reikalingas kranui įrengti (tiltiniam kranui $k_2 = 1,3$);

q_n – sandėlio 1 m² plote laikomas norminis gaminių kiekis, m³ ($q_n = 0.5$).

4.7.4 Betono mišinių paruošimo cecho skaičiavimai

Maišytuvo našumas:

$$P_v = \frac{Q_{mt}^n}{T_m \cdot T} \cdot k_1 \cdot k_2 = \frac{10099,989}{252 \cdot 6.4} \cdot 1.1 \cdot 1.1 = 7.577 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Čia: Q – cecho gamybinis pajėgumas per metus, m³;

T_m – metinis darbo laiko fondas dienomis ($T_m=252$ paros);

T – darbo valandų skaičius pamainoje;

k_1 – betono mišinio pareikalavimo netolygumo koeficientas ($k_1 = 1,1$);

k_2 – našumo atsargos koeficientas ($k_2 = 1,1$).

Vieno betono maišinio ruošimo ciklo trukmė:

$$t_c = t_p + t_m + t_i = 20 + 240 + 50 = 310 \text{ (s)}$$

Čia: t_p – komponentų padavimo į maišytuvą trukmė, s;

t_m – komponentų sumaišymo trukmė, s;

t_i – mišinio išpylimo iš maišytuvo trukmė, s.

Maišymų skaičius per valandą:

$$n = \frac{3600}{t_c} = \frac{3600}{310} = 11.61$$

Vieno ciklinio betono maišytuvo našumas:

$$N = \frac{V_m \cdot n \cdot \beta}{1000} = \frac{1500 \cdot 11.61 \cdot 0.7}{1000} = 12.19 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Čia: V_m – maišytuvo TPZ 1500 talpa, l;

n – maišymų skaičius per valandą;

β – betono mišinio išeigos koeficientas ($\beta = 0.7$)

Reikalingas maišytuvų skaičius:

$$m = \frac{P_v}{N} = \frac{7.577}{12.19} = 0.621 \text{ priimu, kad maišytuvas bus 1 TPZ 1500 maišytuvas;}$$

Čia:

P_v – pamainos betono pareikalavimas, m³/h.

N – betono maišytuvo našumas m³/h;

Operacija	Trukmė, s
Dozavimas	60
Komponentų supylimas ir maišymas	260
Mišinio išpylimas	30
	$\Sigma=350$

4.7.1 lentelė. Betono mišinio paruošimo operacijų trukmės

4.8 Pagalbinių cechų ir gamybinių barų aprašymas

4.8.1 Cemento sandėlis

Cementas sandėliuojamas silose cilindro formos 10m aukščio ir 3,5m diametro, kurio turis 96.16 m³.

4.8.2 Užpildų sandėliai

Užpildai sandėliuojami atvirose aikštelėse, mūsų sklype yra įrengti du sandėliai. Užpildai atvežami krovininiais savivarčiais. Smėlio sandėlis užima 175 m^2 , o žvirgždo skaldos 213 m^3 . Užpildai į tarpinius bunkerius pakraunami krautuvu.

4.8.3 Produkcijos sandėlys

Gaminiai sandėliuojami atvirame sandėlyje, prie gamyklos. Produkcija iš gamyklos iš lauka juda savaeigiu vežimėliu Nr. 1. gaminiai sukraunami horizontaliai ant medienos tašų.

4.9 Gamybos organizavimas

Betoniniai vamzdžiai gaminami srautiniu-agregatiniu būdu. Darbas formavimo linijoje vyksta viena pamaina, 8 valandas, 12 mėnesių per metus.

4.9.1 Technologinių įrengimų darbo ciklogramų sudarymas

Sudaryta pagrindinių įrengimų (Betono transporteris, tiltinis kranas Nr. 1 ir 2, formavimo agregatas savaeigis vežimėlis Nr.1 ir 2) darbo ciklograma atsižvelgiant į atliekamų operacijų trukmes. Darbinis įrengimų greitis priimtas pagal technines įrenginio charakteristikas.

4.9.2 Operacijų trukmių grafiko sudarymas

Operacijų trukmių grafike technologinis procesas suskaidytas į atskiras operacijas, nurodant jų atlikimo eiliškumą ir trukmę. Čia taip pat pateiktos elementaraus ciklo trukmės, darbininkų ir įrengimų užimtumas. Technologinių operacijų trukmės priimtos atsižvelgiant į gamybos linijos ritmą:

$$r = \frac{60}{T} \cdot n_1 \cdot n_2 = \frac{60}{16} \cdot 1 \cdot 2 = 7.5 \text{ min};$$

čia:

T – tempas = (16 vnt/h)

n_1 - gaminių skaičius linijoje

n_2 -formavimo agregatų skaičius

T – gamybos tempas (vnt/h);

Gamybos ceche dirba Devyni pagrindiniai darbininkai: du operatoriai(IV), kuris valdo automatizuotus procesus betono mišinio ruošimui ir tiltinius kranus. Transportavimo operacijas aptarnaujantis ir įrengimų darbui paruošiantis stropuotojas. Du Betonuotojai(III) ir du betonuotojai(IV) atliekantys visas betono operacijas. Du stropuotojai dirbantis prie gaminių transportavimo. Viską prižiūri ir seka gamybą - gamybos vadovas(V).

4.9.3 Produkcijos gamybos kašų skaičiavimai

4.9.3.1 lent. Pagrindinių įmonės darbuotojų atlyginimai

Pareigybės	Matavimo vienetai	Žmonių sk.	Mėnesio atlyginimas	Metų atlyginimas
Gamybos vadovas V	<i>Eur</i>	1	791,28	9495,36
Betonuotojas IV	<i>Eur</i>	2	734,16	8809,92
Betonuotojas III	<i>Eur</i>	2	653,52	7842,24
Operatorius IV	<i>Eur</i>	2	743,16	8809,92
Betonuotojas I	<i>Eur</i>	2	493,92	5927,04
			Viso:	72271,6

4.9.3.2 lent. Energijos poreikis 1 m³ gaminio

Energijos rūšys	Kiekis 1m ³ gaminiui pagaminti		Energijos vieneto kaina. <i>Eur</i>
Elektros energija, <i>kWh</i>	32,0		0,14
Vanduo, m ³	0,15		0,04
Nekanalizuojamas	0,25		0,08
Kanalizuojamas			
Dujos	10		0,37
Tepalas, <i>kg</i>	0,5		0,434

4.9.3.3 lent. Betoninių vamzdžių gamybos kaštų skaičiavimas

Eil. Nr	Straipsnių pavadinimas	Matavimo vnt.	Gamybos kaštai per metus			1 m ³ gaminio gamybos kaina	
			Kiekis	Vnt. kaina be PVM	Suma Eur.	Kiekis	Suma Eur
1	2	3	4	5	6	7	8
0	Pagr. medžiagos						
	Cementas	t	3285,93	72,40	237917,77	0,335	24,25
	Smėlis	m ³	8840,87	4,63	40933,23	0,336	4,70
	Žvirgždas	m ³	11068,67	11,73	129835,49	0,401	15,43
	Priedai	kg	16867,549	1,74	29349,54	1,67	2,90
1	Viso :	----			438036,03		47,28
2	Pagalbinės medžiagos	Eur.	5% nuo pagr. medž.		21901,80		2,364
3	Sandėliavimo išlaidos	Eur.	8% nuo pagr. medž.		35042,88		3,78
4	Kuras ir energija						
	Dujos	m ³	100000	0,37	370000	10	3,7
	Elektros energija	kWh	320000	0,14	44800	32	4,48
	Vanduo:						
	Nekanalizuojamas	m ³	1558,935	0,04	62,35	0,15	0,006
	Kanalizuojamas	m ³	2500	0,08	200	0,25	0,02
	Tepalas	kg	5000	0,434	2170	2,2	0,9548

5	Pagrindinis darbo užmokestis	Eur			72271,6		24,95
6	Papildomas darbo užmokestis	Eur	8% nuo pagr. darb. užmok.		5781,73		0,58
7	Socialinis draudimas	Eur	31% nuo viso darb. užmok.		24196,53		2,42
8	Įrengimų išlaikymo ir eksploatavimo išlaidos	Eur	20% nuo pagr. medž.		87607,20		8,76
9	Įrengimų nusidėvėjimas	Eur	2% nuo pagr. medž.		8760,72		0,88
10	1 m ³ gaminio savikaina gamybos ceche (1-9)	Eur			1110830,84		111,08
11	Bendrosios gamyklos išlaidos	Eur	100% nuo pagr. darb. užmok		72271,6		7,22
12	Negamybinės išlaidos	Eur	10% nuo 10p.		111083,08		11,11
13	1 m ³ gaminio visa savikaina (10-12)	Eur			1294185,52		129,42
14	Gaminio savikaina gamybos ceche	Eur	Padaugint iš gaminio tūrio.				49,83

14	Pardavimo kaina	Eur	Ne mažiau 8% pelno				54,81
15	Pardavimo kaina su PVM	Eur	14p.+21% PVM				66,32
16	1 m ³ gaminio pardavimo kaina su PVM	Eur	15p. padalinus iš gam. tūrio				172,25

4.9.3.4 lentelė. Gamybinės linijos techniniai - ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklių pavadinimas	Matavimo vienetai	Reikšmė
1	Gamybinis plotas	m ²	756
2	Metinis įmonės našumas. - produkcijos apimtis - produkcijos apimtis	m ³ /vnt tūkst. Eur	10000/25974 1110,830
3	Pagrindinių darbuotojų skaičius	žm.	9
4	Išdirbis: - produkcijos apimtimi - pinigine išraiška	m ³ /žm. Eur /žm.	1111,1 123425,64
5	Gaminio savikaina: - vieneto - metinė	Eur/vnt tūkst. Eur	49,83 1294,84
6	Pelnas: - vieneto - metinis	Eur Eur	13,93 361742,49
7	Gamybos rentabilumas	%	5,66

5. EKONOMINĖ DALIS

Statinio statybos ekonominė dalis skaičiuota su programa „Prosama“. Pagal sustambintus normatyvus apskaičiavus statomos betoninių vamzdžių gamyklos bendrųjų darbų kaina gauta 1257641,72 Eur. Pagal šią kainą ir kitus programos suteiktus duomenis skaičiuojami likusieji statybos kaštai

5.1 lentelė Statybos suvestinės sąmatos skaičiavimas

Eil. Nr.	Skyriaus, objekto darbų ir išlaidų pavadinimas	Sąmatinė vertė tukst. Eur.			
		SMD	Įrenginiai	Kitos išlaidos	Iš viso
1	2	3	4	5	6
I	Sklypo įsigyjimo kaina	-	-	204,00	204,00
II	Statybos aikštelės paruošimas 3%	-	-	0,00	67,24
III	Statinio statyba ir įrengimas	1821518,12	420000	0,00	2241,47313
V	Kitos išlaidos	-	-	75,38	75,38
VI	Užsakovo rezervas	-	-	-	0,00
	Viso:	1821518,12	420000	279,38	2588,09

5.2 lentelė Statinio statybos objektinės sąmatos skaičiavimas

Lokalinės sąmatos	Darbų pavadinimas	Sąmatinė vertė		
		Statybos ir montavimo darbai	Įrenginiai	Iš viso
1	Bendrastatybiniai darbai	1257641,72	420000	1677641,72
2	Vidaus inžineriniai tinklai	174183,4	0	14693,00

3	Lauko inžineriniai tinklai	14693	0	174138,40
4	Administracija	300000,00	0	300000,00
5	Betono mazgas	60000,00	0	60000,00
6	Cemento silosas	15000,00	0	15000,00
	Viso pagal sąmatą:	1821518,12	420000	2241473,12

5.3 lentelė Vidaus inžinerinių tinklų kaštų skaičiavimas

Eil Nr.	Išlaidų pavadinimas	Vienetas	Statybos montavimo darbai	Inžinerinių tinklų kaina Eur.
1	2	3	4	5
1	Vidaus vandentiekis, 2%	Eur.	1257641,72	25152,83
2	Vidaus nuotekos, 1,5%	Eur.	1257641,72	18864,63
3	Elektros montavimo darbai, 2,4%	Eur.	1257641,72	62882,09
4	Šildymas, 3,5%	Eur.	1257641,72	44017,46
6	Vėdinimas, 1,5%	Eur.	1257641,72	18864,63
7	Silpnų srovių montavimo darbai 0,35%	Eur.	1257641,72	4401,746
			viso	174183,4

5.4 lentelė Lauko inžinerinių tinklų kaštų skaičiavimas

Eil. Nr.	Darbų pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis (astumas)	1 m. Kaina (Eur.)	Samatinė kaina su PVM (Eur.)
1	2	3	4	5	6
1	Vandentiekis	Eur..	16	208	3328
2	Nuotekos	Eur.	15	147	2205
3	Šilumos tiekimas	Eur.	15	550	8250
4	Elektros perdavimo kabelių linijos	Eur.	14	65	910
				viso:	14693

5.5 lentelė Objektinė samata

Lokalinės sąmatos	Darbų pavadinimas	Samatinė vertė		
		Statybos ir montavimo darbai	Įrenginiai	Iš viso
1	Bendrastatybiniai darbai	1257641,72	420000	1677641,72
2	Vidaus inžineriniai tinklai	174183,4	0	14693,00
3	Lauko inžineriniai tinklai	14693	0	174138,40
4	Administracija	300000,00	0	300000,00
5	Betono mazgas	60000,00	0	60000,00
6	Cemento silosas	15000,00	0	15000,00
Viso pagal sąmatą:		1821518,12	420000	2241473,12

Pagal suvestinės kainos lentelę matyti, kad gamyklos sąmatinė vertė iš viso yra 2588090 Eur. Kadangi mano apskaičiuotas metinis pelnas yra 361742,49 Eur. Suskaičiavęs gaunu, kad gamykla teoriškai atsipirkstų per 7,15 metų, tačiau dėl per mažos rinkos ir vieno gaminių sortimento pasirinkimo ši gamykla realiomis salygomis neatsiperka.

6. DARBO SAUGA IR APLINKOSAUGA

6.1 Darbų sauga

Kiekvienas gamybos ceche dirbantis darbuotojas prieš pirmą kartą pradedant darbus turi išklaudyti darbo saugos, sveikatos apsaugos ir aplinkosaugos instruktažus bei parašu patvirtinti, kad laikysis darbo gamykloje taisyklių. Šie instruktažai gali būti pakartoti pasikeitus gamybos būdui, technologinei linijai ar esant atnaujintiems saugos reikalavimams. Besimokantiems darbininkams savarankiškai dirbti neleidžiama, jie turi dirbti su patyrusių priežiūra. Lankytojai prieš lankymąsi turi išklaudyti sutrumpintą taisyklių versiją. Visi gamykloje vykdomi darbai turi būti organizuojami taip, kad darbuotojai darbus galėtų atlikti pirmiausiai saugiai (nepažeidžiant darbo įrangos ir pačių darbuotojų sveikatos), o tuomet – kokybiškai.

Darbo vietose naudojamos darbo priemonės turi atitikti darbuotojų saugos ir sveikatos apsaugos reikalavimus. Darbininkai privalo būti aprūpinti patogia darbo apranga, avalyne, šalmais bei kitomis apsaugos priemonėmis ir turi būti tinkamai apmokyti atlikti jiems paskirtus darbus ir kaip operuoti darbo mašinomis bei mechanizmais, prisilaikant visų saugaus darbo reikalavimų, nesukeliant pavojaus savo ir kitų dirbančiųjų sveikatai. Darbuotojai turi tausoti jiems išduotus darbo drabužius, darbo avalynę, naudoti individualias ir kolektyvines saugos priemones, tausoti ir naudoti pagal paskirti darbo įrankius bei mechanizmus, pranešti apie įvykčius gedimus, traumas, tikslingai ar nustatyta tvarka tikrinti sveikatą. Pašaliniais asmenimis ir neblaiviems darbuotojams būti gamybos cechuose ar buitinėse patalpose draudžiama.

Darbdavys privalo darbuotojus aprūpinti patalpomis, kurios turi būti įrengtos pagal esminius statinio higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos reikalavimus (pagal STR 2.01.01(3):1999) bei ES direktyvą 89/106/EEC. Projektuojamoje gamykloje numatomos vietos pirmosios medicinos pagalbos vaistinėlei, gaisro gesinimo įrangai ir buitinės bei persirengimo patalpos. Geriamasis vanduo tiekiamas į sanitarines ir buitines patalpas.

Gamybos cecho darbo vietos turi būti švarios, tvarkingos, neužgrūstos nereikalingais daiktais ir įranga bei gerai apšviestos, kad darbuotojams nekeltų diskomforto. Numatomas natūralus patalpų apšvietimas dieną ir papildomas dirbtinis, dienos šviesos lempomis. Gamybos cechų ir betono mišinio ruošimo mazgo patalpos turi būti įrengtos su natūralia arba

dirbtine ventiliacija, kad patalpos būtų vėdinamos. Taip pat gamybos patalpos turi būti šildomos ir turi būti pasirūpinta optimalios darbo temperatūros palaikymu. Rekomenduojama patalpų oro temperatūra šaltuoju metu $+20^{\circ}\text{C}$, karštuoju metu ne aukštesnė nei $+27^{\circ}\text{C}$, o oro judėjimo greitis neturi viršyti 0,15 m/s.

6.2 Aplinkos apsauga

Aplinkos apsauga – tai aplinkos saugojimas nuo fizinio, cheminio, biologinio ir kitokio neigiamo poveikio ar pasekmių, atsirandančių įgyvendinant planus ir programas, vykdančią ūkinę veiklą ar naudojant gamtos išteklius. ES 89/106/EEC direktyvoje išdėstyti reikalavimai nagrinėjami penkiais aspektais: vidinė aplinka, vandens tiekimu, nuotekų šalinimu, kietųjų atliekų šalinimu ir išorinė aplinka.

6.2.1 Atliekos

Gamybos ir darbo metu susidariusios atliekos metamos į specialiai pritaikytus atitinkamai atliekų rūšiai kontenerius pagal Atliekų tvarkymo taisyklėse nustatytą reikalavimus. Atliekos saugomos gamyklos teritorijoje iki jų išvežimo ir tinkamo utilizavimo. Gamybos atliekos saugomos ne ilgiau kaip 3 mėnesius nuo jų susidarymo dienos. Atliekos privalo būti rūšiuojamos ir metamos į skirtingus kontenerius. Buitinės atliekos saugomos atskirtame konteineryje. Atliekos reguliariai išvežamos.

6.2.2 Triukšmas

Triukšmo poveikio mažinimui siūloma naudoti įrangą su mažiausiomis triukšmo charakteristikomis. Pagal projektuojamos gamyklos vietą darbas gali vykti ir naktimis, kadangi aplinkui arti gamyklos nėra gyvenviečių.

6.2.3 Vanduo

Gamybos ir darbo metu panaudotas kanalizuojamas vanduo išleidžiamas į miesto nuotekų tinklus. Tačiau draudžiama išleisti nuotekas: kuriose gali būti daiktų ar medžiagų, galinčių užkimšti arba sugadinti nuotekų surinkimo sistemas; sukelti gaisrą ar sprogimą; pakenkti

nuotekų valymo įrenginius aptarnaujančių darbuotojų sveikatai arba kitaip galinčių trikdyti normalų nuotekų valymo įrenginių darbą.

Apsisaugant nuo galimo tepalų ištekėjimo gamybos metu numatoma įrengti tepalų surinkimo sistema ir priemonės, komplektuojamos prie gaisro apsaugos priemonių – tepalą sugeriančios medžiagos, pjuvenos ar panašios priemonės.

IŠVADOS

1. Išnagrinėta ir įsisavinta betoninių vamzdžių gamybos technologija.
2. Aprašytos architektūrinės statinio ir gamyklos sklypo detalės. Suprojektuota gamykla atitinkanti statybos techninius reglamentus tenkinanti projektavimo reikalavimus.
3. Aprašyta teisinė pastato statybos ir naudojimo informacija projektuojamam statiniui.
4. Suprojektuotas 10000 m³ metinio produkcijos našumo gamybos pastatas 7200 m² sklype esančiame Kaune Plokščių g.
5. Apskaičiuota sekliojo pamato konstrukcinė dalis parenkant armatūrą ir betoną kuris atlaikytų aplinkos veiksnius.
6. Parinkta technologinė linija srautinė-agregatinė, kurios metinis pelnas 205661,12 Eurų, o rentabilumas 7 procentai.
7. Betono stiprumo klasė C35/45, parinkta slankumo klasė – 1, stiprumo klasė – CEM 42.5. Užpildai – Smėlis ir žvirgždo skalda.
8. Apskaičiuotas ekonominiai gamybos rodikliai ir nustatyta, jog gamykla teoriškai atsipirkų per 7,4 metų. Nors tokio kiekio pardavimas Lietuvoje nėra įmanomas.
9. Aprašytos darbo gamybos metu saugos taisyklės ir aplinkosaugos normatyvų nurodymai statinio naudojimui.

LITERATŪRA

1. **Vaitkevičius V., Augonis A., Grinys A., Navickas A. A.** *Statybinių dirbinių gamybos įmonių projektavimas*. Kaunas, 2011.
2. **D. Sližytė, J. Medzvieckas, R. Mackevičius.** *Pagrindai ir pamatai*. Vilnius, 2012.
3. **R. Žurauskienė, D. Nagrockienė.** *Statybinių medžiagų ir dirbinių technologija*. Vilnius, 2008.
4. **STR 2.05.05:2005** *Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas*. Valstybės žinios, 2009-11-03, Nr. 131-5712
5. **STR 2.05.14:2005** *Hidrotechnikos statinių pagrindų ir pamatų projektavimas*. Valstybės žinios, 2005-03-19, Nr. 36-1189
6. **STR 1.01.06:2013.** *Ypatingi statiniai*. Valstybės žinios, 2013-10-24, Nr. 111-5528.
7. **STR 1.01.08:2002.** *Statinio statybos rūšys*. Valstybės žinios, 2002-12-18, Nr. 119-5372.
8. **STR 1.05.06:2010.** *Statinio projektavimas*. Valstybės žinios, 2010, Nr. 115-5902.
9. **STR 1.08.02:2002.** *Statybos darbai*. Valstybinės žinios, 2002, Nr. 54-2150.
10. **STR 1.06.03:2002.** *Statinio projekto ekspertizė ir statinio ekspertizė*. Valstybės žinios, 2002-06-05, Nr. 55-2200
11. **STR 2.05.04:2003.** *Poveikiai ir apkrovos*. Valstybinės žinios, 2003, Nr. 59-2683.
12. **STR 1.11.01:2010.** *Statybos užbaigimas*. Valstybinės žinios, 2010, Nr. 116-5947.
13. **STR 1.07.01:2010.** *Statybą leidžiantys dokumentai*. Valstybinės žinios, 2010, Nr. 116-5944.
14. **EC7.** *Geotechninis projektavimas. I dalis. Pagrindinės taisyklės. Lietuviškoji versija 2011 06*.
15. *LR statybos įstatymas*. 1996 03 19, Nr.I – 1240, aktuali 2013 07 16.
16. *LR žemės įstatymas*. 1994 04 26, įstatymas Nr.I - 446, aktuali 2014 07 17 (nuo 2015 01 01).
17. *LR darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas*. 2003 m. liepos 1 d. Nr. IX-1672, aktuali nuo 2014 01 04.
18. *LR Aplinkos apsaugos įstatymas*. 1992 01 21, Nr.I – 2223, aktuali 2012 06 30.

19. *LR atliekų tvarkymo įstatymas*. 1998 06 16, Nr.VIII-787, aktuali 2014-04-30.
20. *Užpildų kainos tikrinimas*. – [žiūrėta 2015-05-01]. Prieiga per internetą: <http://server.zvyras.lt:81/zvyras/produkcija.html>
21. *Stogo ir sienų šilumos izoliacijos parinkimas (Paroc)*. – [žiūrėta 2015-05-04]. Prieiga per internetą: <http://www.paroc.com/solutions-and-products/>
22. *Cemento kainos tikrinimas*. – [žiūrėta 2015-05-01]. Prieiga per internetą: <http://www.vedrana.lt/cementas>
23. *Gamybinės linijos parinkimas (Maišyklės)*. – [žiūrėta 2015-05-01]. Prieiga per internetą: <http://www.tekamixers.com/downloads/DescriptionTPZMixers11-07-08.pdf>

PRIEDAI

Pirmas priedas

Pamato pado praspaudimas

Pamato pado praspaudimas pro padą skaičiuojamas tam tikrose perimetruose

1. Pakolonio perimetre
2. Kritiniame perimetre

Apkrovos:

1.1 lent. apkrovos

1 Derinys: Savasis sv. + Vėjas iš Kairės			
Vieta	$V_{Ed,i}$ kN	$Q_{Ed,i}$ kN	$M_{Ed,i}$ kNm
Ant pakolonio	54,43	18,64	143,42
Ant pado	62,53	18,64	160,19
Po padu	200,6	18,64	175,94

Praspaudimas pakolonio perimetre

Didžiausi kirpimo įtempiai veikiantys ties kolonos perimetru, turi būti:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$$

čia: $v_{Rd,max}$ – didžiausias skaičiuotinis plokštės nagrinėjamo pjūvio atsparumas praspaudimui.

$$v_{Rd,max} = 0,3 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{cd} = 0,3 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) \cdot 18 = 4,75 \text{ MPa}$$

Skersinė armatūra neraikalinga, jei:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$$

čia: $v_{Rd,c}$ – skaičiuotinis plokštės nagrinėjamojo pjūvio atsparumas praspaudimui.

$$v_{Rd,c} = 0,4 \cdot f_{ctd} - 0,10 \cdot \sigma_{cp} = 0,4 \cdot 1,2 - 0,10 \cdot 0,021 = 0,48 \text{ MPa}$$

čia: σ_{cp} - normaliniai įtempiai betono pjūvyje

$$\sigma_{cp} = \frac{Q_{Ed}}{A_c} = \frac{18.64}{0.6 \cdot 0.6} = 51.77 \text{ kPa} = 0.052 \text{ MPa}$$

$$v_{Ed} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_0 \cdot d}$$

čia: $u_0 = 2,4 \text{ m}$ – perimetro ilgis ties pakolonių.

$$\beta = 1 + k \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1}$$

$u_1 = 3.632 \text{ m}$ - kritinio perimetro ilgis;

$W_1 = 4.09$ – perimetro u_1 funkcija.

$k = 0,60$ – koeficientas, priklausantis nuo pakolonio matmenų santykio.

$$W_1 = \frac{c_1^2}{2} + c_1 c_2 + 4c_2 d + 16 \cdot d^2 + 2\pi d c_1 = 4.09$$

Taigi skaičiuojame β_1

$$\beta_1 = 1 + 0,6 \frac{160,19}{62,53} \cdot \frac{3.623}{4.09} = 2.361$$

$$v_{Ed,1} = 2.361 \cdot \frac{62.53}{2,4 \cdot 0,227} = 271.41 \text{ kPa} = 0,271 \text{ MPa}$$

$$v_{Ed,max} = 0,271 < v_{Rd,max} = 4,75 \text{ MPa}$$

Vadinasi, kad pradurimo įtempiai neviršija ribinio.

$$v_{Ed} = 0,27 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,48 \text{ MPa}$$

Vadinasi, nereikia skersinės armatūros.

Praspaudimas kritiniame perimetre

Kritinis perimetras pamatams priimama nutolęs nuo pakolonio krašto $a = 2d$ atstumu.

$$a = 2d = 0,454 \text{ m}$$

Mūsų atveju, pamato padas išlenda iš pakolonio atstumu 1,05m. Dėl to, mūsų skaičiuojamas kritinis perimetras bus ties pamato pado kraštu.

$$v_{Rd,c} = 0,4 \cdot f_{ctd} - 0,10 \cdot \sigma_{cp} = 0,4 \cdot 1,2 - 0,10 \cdot 0,021 = 0,48 \text{ MPa}$$

$$\text{čia: } \sigma_{cp} = \frac{Q_{Ed}}{A_c} = \frac{18,64}{2 \cdot 0,18} = 51,77 \text{ kPa} = 0,051 \text{ MPa}$$

$$v_{Ed} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_1 \cdot d}$$

čia: $u_1 = 3,632 \text{ m}$ – perimetro ilgis

$$u_1 = 2L_{pak} + 2B_{pak} + 2\pi \left(\frac{L_{padas} - L_{pak}}{2} \right) = 3,971 \text{ m}$$

$$\beta = 1 + k \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1}$$

$u_1 = 3,632 \text{ m}$ - kritinio perimetro ilgis;

$W_1 = 2,76$ – perimetro u_1 funkcija.

$k = 0,60$ – koeficientas, priklausantis nuo pakolonio matmenų santykio.

$$W_1 = \frac{c_1^2}{2} + c_1 c_2 + 4c_2 d + 16 \cdot d^2 + 2\pi d c_1 = 4,09$$

Taigi skaičiuojame β_1 ir β_2 koeficientus pagal pirmo ir antro derinius

$$\beta_1 = 1 + 0,6 \frac{160,19}{62,53} \cdot \frac{3,623}{4,09} = 2,361$$

$$v_{Ed,1} = 2,361 \cdot \frac{62,53}{2,4 \cdot 0,227} = 271,41 \text{ kPa} = 0,271 \text{ MPa}$$

$$v_{Ed} = 0,27 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,48 \text{ MPa}$$

Vadinasi, nerikia skersinės armatūros.

Pamato pado istrižojo pjūvio stiprumas ašinės jėgos atžvilgiu

Pavojingiausios apkrovos skersinės jėgos kirpimo tikrinimui bus pirmo derinio, kur ašinė jėga yra didžiausia.

1.2 lent apkrovos naudojamo derinio

1 Derinys: Savasis sv. + Vėjas iš Kairės			
Vieta	$V_{Ed,i}$ kN	$Q_{Ed,i}$ kN	$M_{Ed,i}$ kNm
Ant pakolonio	54,43	18,64	143,42
Ant pado	62,53	18,64	160,19
Po padu	200,6	18,64	175,94

Gelžbetoninio elemento be skersinės armatūros atsparumas skersinių jėgų atžvilgiu tikrinamas pagal formulę:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$$

čia: $V_{Rd,ct}$ - skaičiuotinis elemento betono atsparumas skersinių jėgų atžvilgiu.

Apibrėžiamos tokio ribos

$$V_{Rd,ct,min} = \varphi_{c3}(1 + \varphi_n)f_{ctd}Ld = 0,6(1 + 0,0057)1,2 \cdot 2,7 \cdot 0,227 \cdot 1000 = 443,8kN$$

$$V_{Rd,ct,max} = 2,5f_{ctb}Ld = 2,5 \cdot 1,2 \cdot 2,7 \cdot 0,227 \cdot 1000 = 1838,7 kN$$

čia: $\varphi_{c3} = 0,6$ – koeficientas, priklausantis nuo betono tipo.

$$\varphi_n = 0,1 \frac{Q_{Ed}}{f_{ctd}Ld} = 0,1 \frac{18,64}{1,2 \cdot 1000 \cdot 2,7 \cdot 0,227} = 0,0057$$

$$V_{Rd,ct} = \frac{\varphi_{c4}(1+\varphi_n)f_{ctd}Ld^2}{c} = \frac{1,5(1+0,0057)1,2 \cdot 2,7 \cdot 0,227^2}{0,25} \cdot 1000 = 1007,43 kN$$

čia: $\varphi_{c4} = 1,5$ – koeficientas, priklausantis nuo betono tipo.

Ribos yra puikiai tenkinamos:

$$V_{Rd,ct,min} < V_{Rd,ct} < V_{Rd,ct,max}$$

Patikrinimas tenkinamas:

$$V_{Ed} = 62,53 kN \leq V_{Rd,ct} = 1004,43 kN$$

Priedas 2

Gamybiniu pajėgumų skaičiavimas:

Gelžbetoninių gaminių betono sąnaudos:

$$Q_{ht} = P_{hv} \cdot V_{bet.miš} = 38,281 \cdot 0,385 = 6,17(m^3/h)$$

$$V_{miš.bet} = V_g = 0.385 m^3)$$

čia: $V_{bet.miš}$ – vienam betono gaminiui tenkanti mišinio tūrinė dalis m^3 ;

V_g – gaminio tūris m^3 ;

Betono mišinio tūris per valandą:

$$Q_{ht} = P_{hv} \cdot V_{bet.miš} = 16 \cdot 0,385 = 6,2 (m^3)$$

Betono mišinio tūris per parą:

$$Q_{pamt} = P_{pamv} \cdot V_{bet.miš} = 103,1 \cdot 0,385 = 39,68 (m^3)$$

Betono mišinio tūris per metus:

$$Q_{mt} = P_{mv} \cdot V_{bet.miš} = 25974 \cdot 0,385 = 9999,99 (m^3)$$

Betono mišinio sudėtis:

Cemento: $C = 335.61(kg/m^3)$

Vandens: $V = 154,38 (l/m^3)$

Stambaus užpildo: $S_t = 1043,33 (kg/m^3)$

Smulkaus užpildo: $S_m = 858,6(kg/m^3)$

Plastiklio: $1,67 (kg/m^3)$

Betono mišinio tankis $\rho_{miš} = 2391,92 (kg/m^3)$

Cemento sąnaudos per valandą:

$$Q_{cem,h} = \frac{C \cdot Q_{ht}}{1000} = \frac{335,61 \cdot 6,2}{1000} = 2,08(t/h)$$

Vandens sąnaudos per valandą:

$$Q_{vand,h} = \frac{V \cdot Q_{ht}}{1000} = \frac{154,38 \cdot 6,2}{1000} = 0,957 \text{ (tūkst. l/h)}$$

Plastiklio sąnaudos per valandą:

$$Q_{plast,h} = P \cdot Q_{ht} = 1,67 \cdot 6,2 = 10,355(kg/h)$$

Stambiojo užpildo sąnaudos valandą:

$$Q_{St,h} = \frac{S_t \cdot Q_{ht}}{\rho_{p,st}} = \frac{1043,33 \cdot 6,2}{2650} = 6,469(m^3/h)$$

čia: $\rho_{p,st}$ – stambiojo užpildo piltinis tankis kg/m^3 ;

Smulkiojo užpildo sąnaudos valandą:

$$Q_{Sm,h} = \frac{S_m \cdot Q_{ht}}{\rho_{p,sm}} = \frac{858,6 \cdot 6,2}{2650} = 5,322 (m^3/h)$$

čia: $\rho_{p,sm}$ – smulkiojo užpildo piltinis tankis kg/m^3 ;

Betono mišinio sąnaudos per valandą, įvertinus nuostolius:

$$Q_{ht}^n = \left(Q_{ht} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{ht} = \left(6,2 \cdot \frac{1}{100} \right) + 6,2 = 6,262(m^3/h)$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 1%;

Cemento sąnaudos per valandą, įvertinus nuostolius:

$$Q_{cem,h}^n = \left(Q_{cem,h} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{cem,h} = \left(2,08 \cdot \frac{2}{100} \right) + 2,08 = 2,121(t/h)$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 2%;

Vandens sąnaudos per valandą, įvertinus nuostolius:

$$Q_{vand,h}^n = \left(Q_{vand,h} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{vand,h} = \left(0,957 \cdot \frac{1}{100} \right) + 0,957 = 0,966 (tūkst. l/h)$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 1%;

Plastiklio sąnaudos per valandą, įvertinus nuostolius:

$$Q_{plast,h}^n = \left(Q_{plast,h} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{plast,h} = \left(10,355 \cdot \frac{1}{100} \right) + 10,355 = 10,459 (kg/h)$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 1%;

Stambaus užpildo sąnaudos per valandą, įvertinus nuostolius:

$$Q_{st,h}^n = \left(Q_{st,h} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{st,h} = \left(6,469 \cdot \frac{3}{100} \right) + 6,469 = 6,663 (m^3/h)$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 3%;

Smulkaus užpildo sąnaudos per valandą, įvertinus nuostolius:

$$Q_{sm,h}^n = \left(Q_{sm,h} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{sm,h} = \left(5,322 \cdot \frac{3}{100} \right) + 5,322 = 5,482 (m^3/h)$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 3%;

Betono mišinio sąnaudos per parą, įvertinus nuostolius:

$$Q_{pamt}^n = \left(Q_{pt} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{pt} = \left(39,68 \cdot \frac{1}{100} \right) + 39,68 = 40,077 \text{ (m}^3\text{)}$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 1%;

Cemento sąnaudos per parą:

$$Q_{cem,p} = Q_{cem,h} \cdot 6,4 = 2,08 \cdot 6,4 = 13,312(t)$$

Cemento sąnaudos per parą, įvertinus nuostolius:

$$Q_{cem,p}^n = \left(Q_{cem,p} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{cem,p} = \left(13,312 \cdot \frac{2}{100} \right) + 13,312 = 13,578(t)$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 2%;

Vandens sąnaudos per parą:

$$Q_{vand,p} = Q_{vand,h} \cdot 6,4 = 0,957 \cdot 6,4 = 6,125(\text{tūkst. l})$$

Vandens sąnaudos per parą, įvertinus nuostolius:

$$Q_{vand,p}^n = \left(Q_{vand,p} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{vand,p} = \left(6,125 \cdot \frac{1}{100} \right) + 6,125 = 6,186 (\text{tūkst. l})$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 1%;

Plastiklio sąnaudos per parą:

$$Q_{plast,p} = Q_{plast,h} \cdot 6,4 = 10,355 \cdot 6,4 = 66,272 \text{ (kg)}$$

Plastiklio sąnaudos per parą, įvertinus nuostolius:

$$Q_{plast,p}^n = \left(Q_{plast,p} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{plast,p} = \left(66,272 \cdot \frac{1}{100} \right) + 66,272 = 66,935 \text{ (kg)}$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 1%;

Stambaus užpildo sąnaudos per parą:

$$Q_{St,p} = Q_{St,h} \cdot 6,4 = 6,469 \cdot 6,4 = 41,402 (m^3)$$

Stambaus užpildo sąnaudos per parą, įvertinus nuostolius:

$$Q_{St,p}^n = \left(Q_{St,p} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{St,p} = \left(41,402 \cdot \frac{3}{100} \right) + 41,402 = 42,644 (m^3)$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 3%;

Smulkaus užpildo sąnaudos per parą:

$$Q_{Sm,p} = Q_{Sm,h} \cdot 6,4 = 5,322 \cdot 6,4 = 34,061 (m^3)$$

Smulkaus užpildo sąnaudos per parą, įvertinus nuostolius:

$$Q_{Sm,p}^n = \left(Q_{Sm,p} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{Sm,p} = \left(34,061 \cdot \frac{3}{100} \right) + 34,061 = 35,08 (m^3)$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 3%;

Betono mišinio sąnaudos per metus, įvertinus nuostolius:

$$Q_{mt}^n = \left(Q_{mt} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{mt} = \left(9999,99 \cdot \frac{1}{100} \right) + 9999,99 = 10099,989 (m^3)$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 1%;

Cemento sąnaudos per metus:

$$Q_{cem,m} = Q_{cem,p} \cdot 252 = 13,312 \cdot 252 = 3221,504 (t)$$

Cemento sąnaudos per metus, įvertinus nuostolius:

$$Q_{cem,m}^n = \left(Q_{cem,m} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{cem,m} = \left(3221,504 \cdot \frac{2}{100} \right) + 3221,504 = 3285,934 (t)$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 2%;

Vandens sąnaudos per metus:

$$Q_{vand,m} = Q_{vand,p} \cdot 252 = 6,125 \cdot 252 = 1543,5 (\text{tūkst. l})$$

Vandens sąnaudos per metus, įvertinus nuostolius:

$$Q_{vand,m}^n = \left(Q_{vand,m} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{vand,m} = \left(1543,5 \cdot \frac{1}{100} \right) + 1543,5 = 1558,935 (\text{tūkst. l})$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 1%;

Plastiklio sąnaudos per metus:

$$Q_{plast,m} = Q_{plast,p} \cdot 252 = 66,272 \cdot 252 = 16700,544 (kg)$$

Plastiklio sąnaudos per metus, įvertinus nuostolius:

$$\begin{aligned} Q_{plast,m}^n &= \left(Q_{plast,m} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{plast,m} = \left(16700,544 \cdot \frac{1}{100} \right) + 16700,544 \\ &= 16867,549 (kg) \end{aligned}$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 1%;

Stambaus užpildo sąnaudos per metus:

$$Q_{st,m} = Q_{st,p} \cdot 252 = 42,644 \cdot 252 = 10746,288 (m^3)$$

Stambaus užpildo sąnaudos per metus, įvertinus nuostolius:

$$Q_{st,m}^n = \left(Q_{st,m} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{st,m} = \left(10746,288 \cdot \frac{3}{100} \right) + 10746,288 = 11068,677 (m^3)$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 3%;

Smulkaus užpildo sąnaudos per metus:

$$Q_{Sm,m} = Q_{Sm,p} \cdot 252 = 34,061 \cdot 252 = 8583,372 (m^3)$$

Smulkaus užpildo sąnaudos per metus, įvertinus nuostolius:

$$Q_{Sm,m}^n = \left(Q_{Sm,m} \cdot \frac{x}{100} \right) + Q_{Sm,m} = \left(8583,372 \cdot \frac{3}{100} \right) + 8583,372 = 8840,873 (m^3)$$

čia: x – vertinami nuostoliai, 3%;