

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ KATEDRA

Darius Jakštas

**GELŽBETONINIŲ PERDENGIMO PLOKŠČIŲ GAMYBOS
TECHNOLOGIJA**

Baigiamasis magistro projektas

Darbo vadovas:

dr. Vytautas Sasnauskas

KAUNAS, 2016

TURINYS

1. ĮVADAS.....	4
2. TEISINĖ DALIS	5
3. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS	7
3.1 OBJEKTO BENDRIEJI DUOMENYS	7
3.2 SKLYPO IR PASTATO BENDRIEJI RODIKLIAI.....	7
3.3 PLANINIAI – TŪRINIAI SPRENDIMAI.....	8
3.4 KONSTRUKCINIAI SPRENDIMAI	8
3.5 ATITVAROS ŠILUMINĖS VARŽOS SKAIČIAVIMAS	10
4. KONSTRUKCINĖ DALIS	11
4.1 APKROVŲ SKAIČIAVIMAS.....	12
4.1.1 SNIEGO APKROVOS NUSTATYMAS.....	12
4.1.3 KONSTRUKCIJŲ APKROVOS	14
4.2 DERINIŲ APSKAIČIAVIMAS	17
4.2.1 DERINYS NUO NUOLATINIŲ IR KINTAMŲ POVEIKIŲ.....	17
4.3 GELŽBETONINĖS KOLONOS PROJEKTAVIMAS.....	18
5. GAMINIO CHARAKTERISTIKOS IR ŽALIAVOS.....	22
5.1 ASORTIMENTO PARINKIMAS	22
5.2 REIKALAVIMAI GAMINIUI	23
5.3 REIKALAVIMAI ŽALIAVOMS.....	24
5.3.1 ARMATŪRA	24
5.3.2 BETONAS.....	25
5.4 BETONO GAMYBA.....	27
5.4.1 BETONO SUDĖTIES PROJEKTAVIMAS	27
5.5 GAMYBINIO MIŠINIO SUDĖTIES APSKAIČIAVIMAS	31
5.6 GAMYBINIŲ PAJĖGUMŲ SKAIČIAVIMAS	33
5.6.1 GAMYBOS PROCESO TECHNOLOGINĖS SCHEMOS APRAŠYMAS.....	35
5.6.2 TECHNOLOGINĖS LINIJOS SKAIČIAVIMAS	40
5.7 ĮMONĖS PARUOŠIAMIEJI IR PAGALBINIAI PADALINIAI.....	41
5.7.1 CEMENTO SANDĖLIS	41

5.7.2 UŽPILDŲ SANDĖLIAI.....	42
5.7.3 ARMATŪROS SANDĖLIS.....	44
5.7.4 PRODUKCIJOS SANDĖLIS.....	45
5.8 BETONO MIŠINIŲ PARUOŠIMO CECHO TECHNOLOGINIAI SKAIČIAVIMAI.....	45
5.8.1 MAIŠYTUVO SKAIČIAVIMAS.....	46
5.8.2 DOZATORIUS	48
6. PAGRINDINIAI GAMYBOS PROCESO ORGANIZAVIMO ELEMENTAI	49
6.1 TECHNOLOGINIO REŽIMO CHARAKTERISTIKOS	51
6.2 TECHNOLOGINIŲ OPERACIJŲ TRUKMĖS.....	51
6.3 PAGRINDINIŲ TECHNOLOGINIŲ IR TRANSPORTAVIMO ĮRENGINIŲ CIKLOGRAMOS	51
6.4 GAMYBOS ŠAUNAUDŲ SKAIČIAVIMAI	52
7. EKONOMINĖ DALIS.....	54
8. TIRIAMOJI PROJEKTO DALIS	60
8.1 METALO ATLIEKŲ PANAUDOJIMAS	60
8.2 MOKSLINIS TYRIMAS	61
8.2.1 NAUDOJAMOS MEDŽIAGOS.....	61
8.2.2 EKSPERIMENTO EIGA	63
8.3 REZULTATAI.....	64
9. DARBO SAUGA	69
10. IŠVADOS.....	76
11. LITERATŪROS ŠALTINIAI.....	77
12. PRIEDAI.....	79

1. ĮVADAS

Šiame darbe pateikta TT profilio perdangos plokščių gamybos technologija. Suprojektuota srautinė gamybos linija. Pagrindinis projekto tikslas – ekologiškai pavojingų metalo atliekų panaudojimas betono mišinyje, gaminant TT profilio perdangos plokštes. Metalo atliekų utilizavimo galimybė yra grindžiama moksliniais tyrimais laboratorijose.

Baigiamajame magistro darbe keliami uždaviniai:

1. Remiantis statybos techniniais reglamentais, aprašyti statomo pastato esminius reikalavimus.
2. Aprašyti pastato architektūrinius bei konstrukcinius sprendimus, išnagrinėti esminius statinio reikalavimų išpildymus.
3. Suprojektuoti vieną pasirinktą pastato konstrukciją atliekant skaičiavimus bei pateikiant grafinę analizę.
4. Suprojektuoti bei išanalizuoti TT profilio plokštę, suprojektuoti gamybos liniją.
5. Apskaičiuoti gamybos ritmą, sudaryti ciklogramą ir operacinių trukmių grafiką.
6. Apskaičiuoti gaminio savikainą, kainą bei pelną. Suskaičiuoti gamyklos atsiperkamumą.
7. Apžvelgti darbo saugos ir aplinkosaugos reikalavimus, darbininkų parengimą darbui, gaisrinę saugą, patalpų paruošimą norint apsisaugoti nuo gaisro bei gamyklai keliamus reikalavimus.

2. TEISINĖ DALIS

Projektavimas:

Statinio projektavimo pradžia laikoma projektavimo darbų rangos sutarties įsigaliojimo diena.

Projektas yra sudaromas remiantis Statybos įstatymu ir kitais įstatymais, reglamentuojančiais statinio saugos ir paskirties reikalavimus, teisės aktais, reglamentuojančiais esminius statinio reikalavimus (vieną, kelis ar visus) ir statinio techninius parametrus pagal statinių ar statybos produktų charakteristikų lygius ir klases, kitais teisės aktais, teritorijų planavimo ir normatyviniais statybos techniniais dokumentais, normatyviniais statinio saugos ir paskirties dokumentais. STR 1.05.05:2010 „*STATINIO PROJEKTAVIMAS*“. [2]

Statybos leidimo gavimo tvarka:

Nagrinėjamas pastatas yra rekonstruojamas, tad norint pradėti betkokių darbus, būtina gauti statybos leidimą, kurio gavimo tvarka yra nurodyta STR 1.07.01:2010 „*STATYBĄ LEIDŽIANTYS DOKUMENTAI*“ [3]

Pateikiant reikiamą prašymą ir dokumentus savivaldybės administracijai, pateikiamas statybos, rekonstravimo ar atnaujinimo (modernizavimo) projekto (toliau – projektas) Bendrosios dalies, pasirengimo statybai ir statybos darbų organizavimo, aplinkos apsaugos, gaisrinės saugos dalių (kai jos privalomos) popierinis variantas ir kompiuterinė laikmena su šių projekto dalių įrašu. Įgaliotas savivaldybės administracijos valstybės tarnautojas, patikrinęs ir nustatęs, kad statytojas atitinka Statybos įstatymo 3 straipsnio reikalavimus ir kad nėra gauta Statybos įstatymo 23 straipsnio nurodytos informacijos, gautus popierinio pavidalo dokumentus (išskyrus projektą) nuskenuoja ir paskelbia IS „Infostatyba“, o kompiuterinės laikmenos su projekto įrašu duomenis eilės tvarka perkelia į IS „Infostatyba“ ir prašymą užregistruoja. [3]

Statybos darbų eiga:

Statinys turi būti suprojektuotas ir pastatytas iš tokių statybos produktų, kurių savybės per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę užtikrintų esminius statinio reikalavimus. Statinys turi būti statomas ir pastatytas, o statybos sklypas tvarkomas taip, kad statybos metu ir naudojant pastatytą statinį trečiųjų asmenų gyvenimo ir veiklos sąlygos, kurias jie turėjo iki statybos pradžios, galėtų būti pakeistos tik pagal normatyvinių statybos techninių dokumentų ir normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų nuostatas. STR 1.08.02:2002 „*STATYBOS DARBAI*“. [4]

Statinio techninė priežiūra:

Analizuojamo statinio techninę priežiūrą organizuoja statinio naudotojas sutarties pagrindu paskirdamas statinio techninį prižiūrėtoją, kurio veiklą apibrėžia STR 1.09.05:2002 „*STATINIO STATYBOS TECHNINĖ PRIEŽIŪRA*“. [5]

Statinio techninis prižiūrėtojas, atlikdamas konkrečius statinio techninę priežiūrą, vykdo organizacines ir technines priemones statinio techninei būklei palaikyti, kad būtų užtikrinti statinio esminiai reikalavimai per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę.

Statinio pripažinimo tinkamu naudoti tvarka:

Gavęs statytojo rašytinį prašymą pripažinti statinį tinkamu naudoti, komisijos pirmininkas ne vėliau kaip prieš 10 darbo dienų laišku, elektroniniu paštu arba faksu praneša komisijos nariams numatomą statinio patikrinimo dieną ir valandą. Komisija turi būti sudaryta ir pradėti darbą ne vėliau kaip po 20 darbo dienų nuo statytojo prašymo gavimo. Statinių pripažinimo tinkamais naudoti komisijai pateikiama statybos techninė ir vykdymo dokumentacija ir statinio pripažinimo tinkamu naudoti akto projektas.

Komisijos nariai vizualiai patikrina statinio atitiktį statinio projektui, išnagrinėja visus dokumentus (jų apimtį, sudėtį, juridinio įforminimo reikalavimus), pagal tai nustato, ar tinkamai įvykdyti statinio projekto sprendiniai, kurie lemia statinio atitiktį esminiams reikalavimams, ir įvertina statinio tinkamumą naudoti. STR 1.11.01:2002 „*STATINIŲ PRIPAŽINIMO TINKAMAI NAUDOTI TVARKA*“. [6]

3. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

3.1 OBJEKTO BENDRIEJI DUOMENYS

Nagrinėjamo objekto sklypo teritorijoje planuojama esamo pastato kapitalinė rekonstrukcija. Statybos vieta - Kaunas, Kertupio gatvė. Sklypo forma – stačiakampis, kurio matmenys yra 143,9 m x 116 m, plotas – 1,67 ha, sklypo reljefas – lygus, vyraujantis gruntas – priemolis. Sklypo užstatymo plotas – 2749 m².

Esamame sklype rekonstruojamos senos administracinės patalpos į TT profilio perdengimo plokščių gamybos cechą, prie Kertupio gatvės. Pagrindinis fasadas orientuotas į pagrindinę gatvę. Įvažiavimus į sklypą numatoma asfaltuoti, taip pat asfaltbetonio danga yra numatoma trečdalyje sklypo ploto, kadangi sklypo teritorijoje numatoma įrengti 45 automobilių stovėjimo vietas ir reikalingas privažiavimas prie pastato gaminių bei žaliavų sandėliavimui – pakrovimui ir iškrovimui. Aplink pastato perimetrą numatyta įrengti 1 metro pločio trinkelį grindinį. Neapstatytas ir neišasfaltuotas žemės plotas apsodinamas veja. Ties sklypo riba įrengiama tvora.

Pastatą numatoma prijungti prie miesto tinklų – vandentiekio, nuotekų, šilumos, elektros ir ryšių. Pastate numatomos šios inžinerinės sistemos: vandentiekis, šildymas, buitinės nuotekos kartu su išorine lietaus vandens nuvedimo sistema, elektra, priešgaisrinė ir apsauginė signalizacijos.

3.2 SKLYPO IR PASTATO BENDRIEJI RODIKLIAI

3.2.1 lentelė. Sandėlio bendrieji rodikliai

Rodiklis	Mato vnt.	Vertė
I. Sklypas		
1.1 Sklypo plotas	ha	1,67
1.2 Sklypo užstatymo plotas	m ²	2749
1.3 Statinio užimamas žemės plotas	m ²	2749
1.4 Automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	45
II. Pastatas		
2.1 Bendrasis plotas	m ²	3467,36
2.2 Pastato tūris	m ³	21806
2.3 Aukštų skaičius	vnt.	2
2.4 Pastato aukštis	m	8,0

3.3 PLANINIAI – TŪRINIAI SPRENDIMAI

Pastatą sudaro du tarpsniai: pirmasis tarpsnis gamybinės patalpos, antrasis – administracinės/paslaugų patalpos. Pirmojo tarpsnio patalpos yra skirtos žaliavų tiekimui – išvežimui, sandėliavimo reikmėms bei plokščių gamybos reikmėms. Antrojo tarpsnio patalpos yra dviejų aukštų administracinės patalpos, kuriose yra posėdžių salė, dabo kabinetai, valgykla, bei sanitarinės patalpos.

Į administracinę pastato dalį galima patekti per du įėjimus. Į gamybinę pastato dalį galima įeiti iš administracinės pastato dalies bei per 6 atskirus įėjimus, kurie išdėstyti trijose pastato pusėse. Taip pat gamybos ceche yra suprojektuoti 5 vartai. Į antrąjį aukštą galima patekti laiptais iš administracinės dalies arba iš laiptinės esančios gamybos patalpose. Sandėliavimo pastato dalyje numatyta minimali vidaus apdaila. Daugiasluoksnės fasado plokštės iš vidaus nedengiamos jokia danga. Gipskartonis tinkuojamas smulkiu dekoratyviniu tinku ir dažomos baltai. Gamybos patalpose grindys padengtos išlyginamuoju betono sluoksniu, o administracinėse patalpose sudėtos keramikinės plytelės.

Administracinėje pastato dalyje įrengiamos pakabinamos drėgmei atsparios gipso plokščių lubos, kurios glaistomos ir dažomos emulsiniais dažais. Laiptinės ir holo sienos tinkuojamos smulkiu dekoratyviniu tinku ir dažomos baltais vandens pagrindo dažais.

Pastato fasadai įrengiami iš daugiasluoksnių fasado plokščių. Administracinėse patalpose iš vidaus yra paliekamos senosios pastato mūro sienos, kurios tinkuojamos ir dažomos. Daugiasluoksnių fasado plokščių spalvos yra derinamos. Naudojamos trys spalvos fasadams – juoda, šviesiai pilka ir raudona. Pagrindinės laiptinės fasadinė pusė yra sumontuota iš skaidrių polikarbonato plokščių.

3.4 KONSTRUKCINIAI SPRENDIMAI

Gamybos cecho karkasas projektuojamas mišrus. Pastato kolonos gelžbetoninės surenkamos, kurios išilgine kryptimi išdėstytos dvejomis eilėmis 6 m atstumu, skersine kryptimi tarp kolonų yra 13,5 m. Pastato parapeto altitudė yra 8,0 m. Stogo laikančios konstrukcijos metalinės santvaros ir sijos.

Pamatai, pamatinės sijos. Pastato pamatai surenkami gelžbetoniniai lizdiniai. Po pamatais formuojamas paruošiamasis smėlio sluoksnis. Sluoksnis platesnis ir ilgesnis už lizdinio pamato padą. Pamatai vieno tipo: pado matmenys: 1340x1340x400 mm, pamato blokas: 1040x1040x700 mm. Įstačius koloną į pamato lizdą, tarpai tarp lizdo sienelių užpildomi smulkiagrūdžiu betonu. Pamatinės sijos 600 mm aukščio, dedamos ant atraminių stulpelių. Ant pamatinių sijų įrengiama hidroizoliacija.

Grindys. Ant sutankinto grunto sluoksnio sudaromas drenuojamas smėlio pagrindas. Dedama termoizoliacija ant kurios įrengiamas armuotas išlyginamasis betono sluoksnis. Betono siurbliu

klojamas 150mm storio, tankinamas giluminiu vibratoriumi. Ant išlyginto betonino sluoksnio dalyje pastato dedamos keraminės plytelės.

Kolonos. Kolonos: surenkamos gelžbetonės (400x400 mm). Kolonos užbetonuojamos pamato lizde.

Sienos. Gamybinėje dalyje išorinėms sienoms naudojamos „Sandwich“ daugiasluoksnės plokštės. Administracinės pastato dalies išorinę mūro dalį taip pat montuoja daugiasluoksnės plokštės ir įrengiamas oro (ventiliacijos) tarpas. Vidinės pertvaros formuojamos plieninio karkaso, aptaisomos gipskartonio plokštėmis. Pertvarų storiai 150mm. Administracinėje dalyje dalis seno mūro yra paliekama, kita dalis pastatomos naujai.

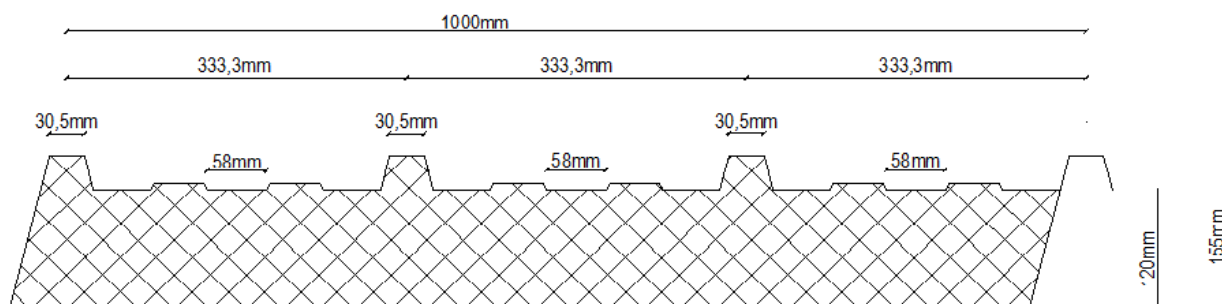
Langų angos sieninių panelių vietose aprėminamos metaliniais statramsčiais ir ilginiais.

Stogo konstrukcijos, stogas. Ant gelžbetoninių kolonų montuojamos dvitėjo skerspjūvio plieninės sijos. Sijų ilgis 14 m, kitoje pastato dalyje montuojamos metalinės santvaros, kurių ilgis taip pat 14m. Stogo denginiui naudojamos 130 mm storio daugiasluoksnės „Sandwich“ tipo stogo plokštės Kingspan KS1000 TOP-DEK. Plokščių termoizoliacijos sluoksnis iš standaus uretano.

3.5 ATITVAROS ŠILUMINĖS VARŽOS SKAIČIAVIMAS

Remiantis STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“ reikalavimais, apskaičiuotas šilumos perdavimo koeficientas turi neviršyti norminės šilumos perdavimo koeficiento reikšmės visuomeninės paskirties pastatui.

Pastato stogo denginys yra sudarytas iš Kingspan trapecinio profilio daugiasluoksnių stogo plokščių KS1000TOP-DEK:



1 pav. Kingspan KS1000TOP-DEK plokštė

Stogo plokštę sudaro:

1. Išorinis skardos lakštas (storis – 0,5mm);
2. Termoizoliacijos sluoksnis (storis – 120mm);
3. Vidinis skardos lakštas (storis – 0,4mm).

Atitvaros šiluminė varža:

$$R = R_{si} + R_s + R_{se}$$

čia: R_{si} - atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža $R_{si} = 0,10m \cdot K/W$; (pagal STR 2.05.01:2005 1 priedą)

R_{se} - atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža $R_{se} = 0,04m \cdot K/W$, (pagal STR 2.05.01:2005 1 priedą)

Suminė atitvaros šiluminė varža:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3;$$

- Išorinis skardos sluoksnis 0,5mm.

$R_1 = 0,02 m^2 \cdot K/W$; (pagal STR2.05.01:2005 1 priedo 1.6 lentelę priimamas kaip plonas sluoksnis, glaudžiai prispaustas prie vieno iš atitvarinės konstrukcijos sluoksnio).

- Putų poliuretano sluoksnis 120 mm, kurio projektinis šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{ds} = 0,022 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ (pagal www.kingspan.lt)

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{ds}} = \frac{0,12}{0,022} = 5,45 \text{ m}^2 \cdot \frac{\text{K}}{\text{W}};$$

- Vidinės skardos lakštas 0,4mm.

$R_3 = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$; (pagal STR2.05.01:2005 1 priedo 1.6 lentelę priimamas kaip plonas sluoksnis, glaudžiai prispaustas prie vieno iš atitvarinės konstrukcijos sluoksnio).

Suminė atitvaros šiluminė varža:

$$R = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{se} = 0,10 + 0,02 + 5,45 + 0,02 + 0,04 = 5,63 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W};$$

Šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{5,63} = 0,18 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)};$$

Pastatų atitvarų norminių rodiklių – šilumos perdavimo koeficiento U_N ($\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$) skaičiavimas:

$$U_N = 0,20\kappa = 0,20 \cdot 1,04 = 0,2 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

čia: κ - koeficientas, įvertinantis šilumos nuostolius per pastato atitvaras apskaičiuojamas pagal formulę $\kappa = 20/(\theta_i - \theta_e)$.

θ_i – patalpų vidaus oro temperatūra šildymo sezono metu įstaigose (darbo kambariuose) yra lygi 20°C.

$$\kappa = 20/(20 - 0,7) = 1,04$$

Šilumos perdavimo koeficientų palyginimas:

$$U = 0,18 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} < U_N = 0,26 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Stogo iš daugiasluoksnių plokščių šilumos koeficientas neviršija norminės atitvaros, kuri ribojasi su išore, todėl tokias stogo plokštes naudoti kukurūzų lazdelių ir sausų pusryčių gamybos cecho stogui galima.

4. KONSTRUKCINĖ DALIS

Konstrukcinėje dalyje skaičiuojama projektuojamo statybinių betono blokelių gamyklos gelžbetoninė kolona, esanti ašyse C-1. Kolona skaičiuojama remiantis literatūra: STR 2.05.05:2005

„Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“, Valikonis J., Venckevičius V. „Gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“, metodiniai nurodymai. Kaunas: KPI 1987.

Pastato karkasas iš surenkamo gelžbetonio kolonų ir plieninių denginio laikančių konstrukcijų. Prie kolonų tvirtinama išorės siena – daugiasluoksnės sieninės plokštės – Ruukki SPB W(d=200mm, m=32,5 kg/m²). Stogą laikanti konstrukcija – metalinė santvara.

Pastato pagrindines laikančias konstrukcijas sudaro: gelžbetoniniai pamatai, surenkamos gelžbetoninės kolonos, plieninės stogo denginio konstrukcijos (santvaros, ilginiai).

Atstumai tarp kolonų – nuo 6,0 m. Kolonos matmenys 0,4x0,4x7,50 m. Gaminama iš C30/37 stiprio klasės betono ir armuojama S400 armatūros klasės.

Stogą sudarantys sluoksniai:

- Daugiasluoksnės stogo plokštės;
- Stogo ilginiai – UPN 200.

Pagrindinės stogo denginio konstrukcijos – plieninės santvaros 13,5 m ilgio iš uždaro kvadratinio profilio elementų. Denginio elementai prie kolonų jungiami ant kolonų šarnyriškai, naudojant varžtinį jungimo būdą.

Apkrovos skaičiuojamos remiantis STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“.

Koloną veikianti apkrova susideda iš:

- a) Nuolatinės apkrovos – G_k ;
- b) Kintamosios apkrovos – Q_k .

Projektuojamas pastatas yra Kaune, todėl apkrovos skaičiuojame priimant S_1 sniego apkrovos rajoną, I vėjo greičio rajoną ir B vietovės tipą.

Suskaičiavus nagrinėjamą konstrukciją veikiančias apkrovas, programa „Elem“ apskaičiuojamas lenkimo momentas nuo vėjo apkrovos.

4.1 APKROVŲ SKAIČIAVIMAS

4.1.1 Sniego apkrovos nustatymas

Sniego apkrova tenkanti 1m² žemės horizontalaus paviršiaus ploto, imama priklausomai nuo Lietuvos sniego apkrovos rajono. Esamu atveju priimama S_1 sniego apkrovos rajonas, nes gamykla planuojama statyti ir eksploatuoti Marijampolėje.

Skaičiuojamoji sniego dangos apkrova į horizontaliąją stogo plokštumos projekciją:

$$s = s_k \cdot \gamma_{Qs} = 1,2 \cdot 1,3 = 1,56 \text{ kN/m}^2 ; \quad (4.1.1.1.)$$

Čia:

$$\gamma_{Qs} = 1,3$$

Sniego apkrovos į horizontaliąją projekciją dydis nustatomas pagal formulę:

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,56 = 1,56 \text{ kN/m}^2 ; \quad (4.1.1.2.)$$

Čia:

μ_i – stogo sniego apkrovos formos koeficientas;

C_e – atodangos koeficientas;

C_t – terminis koeficientas;

s_k – sniego dangos ant 1 m^2 horizontaliojo žemės paviršiaus svorio charakterinė reikšmė.

4.1.2 VĖJO APKROVŲ SKAIČIAVIMAS

Pagal STR 2.05.04:2003 “Poveikiai ir apkrovos” Kaunas priklauso I vėjo greičio rajonui, vietovės tipas – B. Šiam rajonui vėjo greičio pagrindinė atskaitinė reikšmė $v_{ref,0} = 24 \text{ m/s}$;

Atskaitinis vėjo greitis:

$$v_{ref} = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{ref,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 24 = 24 \text{ m/s} ; \quad (4.1.2.1.)$$

Čia:

$c_{DIR}, c_{TEM}, c_{ALT}$ - krypties, laiko ir aukščio virš jūros lygio koeficientai, paprastai lygūs 1,0.

Atskaitinis vėjo slėgis:

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} \cdot v_{ref}^2 = \frac{1,25}{2} \cdot 24^2 = 360 \text{ N/m}^2 = 0,36 \text{ kN/m}^2 ; \quad (4.1.2.2.)$$

Čia:

ρ - oro tankis ($1,25 \text{ kg/m}^3$).

Vietovės tipas: B – miestų teritorijos, miškų masyvai ir kitos vietovės, kurios yra tolygiai užstatytos aukštesnėmis kaip 10 m kliūtimis.

Pastato sienos aukštis – 8 m.

Pastatas statomas mieste, B tipo teritorijoje, jo aukštis mažesnis už 36 metrus, aukščio ir tarpsnio santykis mažesnis už 1,5m, tai vėjo pulsacinės dedamosios galima nevertinti.

Vidutinė slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamoji:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e \cdot \mu \cdot l ; \quad (4.1.2.3.)$$

Čia:

$c(z)$ – koeficientas, priklausantis nuo vietovės reljefo ir aukščio nuo žemės paviršiaus;

μ – vėjo poveikio dalinis koeficientas;

l – tarpatramio plotis.

Vėjo apkrovos schema ir aerodinaminiai koeficientai nustatomi pagal STR 2.05.04:2003 4 priedo 1 lentelėje pateiktą 1-ąją schemą.

Išorinio slėgio aerodinaminiai koeficientai:

$$C_e = +0,8;$$

$$C_e = -0,6.$$

Koeficientai $c(z)$:

$$5m - 0,5;$$

$$10m - 0,65;$$

Apskaičiuojame vidutinės slėgio į išorinius konstrukcijos paviršius dedamasias:

$$w_{me,1} = 0,36 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 1,3 \cdot 6,0 = 1,123kN/m; \quad q_{vejo,1} = 1,123kN/m; \quad (4.1.2.4.)$$

$$w_{me,2} = 0,36 \cdot 0,65 \cdot 0,8 \cdot 1,3 \cdot 6,0 = 1,458kN/m; \quad q_{vejo,2} = 1,458kN/m; \quad (4.1.2.5.)$$

$$w_{me,3} = 0,36 \cdot 0,5 \cdot (-0,6) \cdot 1,3 \cdot 6,0 = -0,842kN/m; \quad q_{vejo,4} = -1,15kN/m; \quad (4.1.2.6.)$$

$$w_4 = 0,36 \cdot 0,65 \cdot (-0,6) \cdot 1,3 \cdot 6,0 = -1,098kN/m; \quad q_{vejo,5} = -1,098kN/m; \quad (4.1.2.7.)$$

Vėjo apkrova į parapetą:

$M=2,480 \cdot 1,291 \cdot 1,24=3,970$ kNm; (1,275 – parapeto aukštis ties santvaros kraštu, 1,291 – vėjo

apkrova – $q=(1,458+1,123)/2=1,291$) (4.1.2.8.)

4.1.3 KONSTRUKCIJŲ APKROVOS

Stogo, kuris veikia nagrinėjamąją konstrukciją, skaičiuojamųjų apkrovų skaičiavimas:

Stogo detalę sudaro daugiasluoksnės stogo plokštės – Ruukki PLUS, bei ilginiai – UPN 200, dedami žingsniu – 1,5 m.

Daugiasluoksnių stogo plokščių ir ilginio svoris išrenkamas iš specifikacijų:

RuukkiPLUS 32,5kg/m²;

UPN 200 – 25,3kg/m.

Apytikslis santvaros svoris:

$$g = 0,004 \cdot (4,42 \cdot \sqrt{L} \cdot +L) = 0,004 \cdot (4,42 \cdot \sqrt{12} + 12) = 0,11kN/m^2; \quad (4.1.3.1.)$$

$$g = 0,11 \cdot 6 \cdot 1,5 = 0,99kN;$$

Vidurinių santvaros mazgų nuolatinė apkrova:

$$G_1 = q_{st} \cdot l \cdot a + m_{iig} \cdot g \cdot l \cdot \gamma_Q + g = 0,4238 \cdot 6 \cdot 1,5 + 25,3 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 1,35 + 0,99 = 6,814kN;$$

q_{st} – daugiasluoksnės stogo plokštės skaičiuojamojo apkrova į horizontaliąją stogo plokštumos projekciją kN/m^2 ;

m_{ilg} – ilginio masė kg/m ;

g – laisvojo kritimo pagreitis m/s^2 ;

l – atstumas tarp santvarų m ;

Kraštinių santvaros mazgų nuolatinė apkrova:

$$G_2 = q_{st} \cdot l \cdot \frac{a}{2} + m_{ilg} \cdot g \cdot l \cdot \gamma_Q + \frac{g}{2} = 0,4238 \cdot 6 \cdot \frac{1,5}{2} + 25,3 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 1,35 + \frac{0,99}{2} = 4,412 kN;$$

Vidurinių santvaros mazgų sniego apkrova:

$$G_3 = S \cdot a \cdot l = 1,56 \cdot 1,5 \cdot 6 = 14,04 kN; \quad (4.1.3.2.)$$

Kraštinių santvaros mazgų sniego apkrova:

$$G_4 = S \cdot \frac{a}{2} \cdot l = 1,56 \cdot \frac{1,5}{2} \cdot 6 = 7,02 kN; \quad (4.1.3.3.)$$

Suminė vidurinių santvaros mazgų apkrova:

$$F_1 = G_1 + G_3 = 6,81 + 14,04 = 20,85 kN; \quad (4.1.3.4.)$$

Suminė kraštinių santvaros mazgų apkrova:

$$F_2 = G_2 + G_4 = 4,41 + 7,02 = 11,43 kN; \quad (4.1.3.5.)$$

Kolonos savasis svoris:

$$G_{kol} = 0,4 \cdot 0,4 \cdot 7,50 \cdot 1,35 = 1,613 kN; \quad (4.1.3.6.)$$

Skaičiuojamoji kolonos ašinė jėga nuo sieninės plokštės svorio:

$$N_{Ed,sienos} = q_{sienos} \gamma_Q \cdot l \cdot l_o = 32,5 \cdot 9,25 \cdot 6 \cdot 1,35 \cdot 9,81 = 23,89 kN; \quad (4.1.3.7.)$$

Šią ašinę jėgą išdaliname į 6 atskiras jėgas, ir iškirstom jas tolygiai visame sienos aukštyje:

$$M_{Ed,sienos} = \frac{23,89}{6} = 3,981 kN; \quad M = 3,981 \cdot 0,24 = 0,956 kNm; \quad (4.1.3.8.)$$

4.1.3.1 lentelė. Grindų dangos svoris:

Nuolatinės apkrovos pavadinimas	Normatyvinė apkrova, kN/m^2	Dalinis patikimumo koeficientas, γ_Q	Skaičiuojamoji apkrova, kN/m^2
Plytelės	0,17	1,35	0,229
Išlyg. sluoksnis	1,25	1,35	1,69
Skiriamasis sluoksnis	0,0009	1,35	0,0012
Paroc	0,7	1,35	0,095
VISO:	1,95		2,015

4.1.3.2 lentelė. Stogo skaičiuojamosios apkrovos, veikiančios nagrinėjamąją konstrukciją:

Nuolatinės apkrovos pavadinimas	Normatyvinė apkrova, kN/m²	Dalinis patikimumo koeficientas, γ_Q	Skaičiuojamoji apkrova, kN/m²
Stogo danga 2sl.	0,043	1,35	0,058
Paroc Rob 60	0,032	1,35	0,0432
Paroc Ros 30	0,144	1,35	0,194
Garų izoliacija	0,0017	1,35	0,0023
Paroc Rob 60	0,032	1,35	0,0432
Prof. Skardos lakštai	0,0616	1,35	0,0831
VISO:	0,3143		0,4238

Įrašos suskaičiuojamos programa ELEM.

4.2 DERINIŲ APSKAIČIAVIMAS

4.2.1 DERINYS NUO NUOLATINIŲ IR KINTAMŲ POVEIKIŲ

Sudarant pavojingiausius derinius, nustatyta, kad tai yra derinys, kurį sudaro tokios apkrovos:

$$\sum G_K^* \gamma_G + W^* \gamma_Q + Q^* \gamma_{Q2}^* \varphi_{0,2} + S^* \gamma_{Q3}^* \varphi_{0,3} \quad (4.2.1.1.)$$

G_K – nuolatinės apkrovos.

W – apkrovos, kurias sukelia vėjas.

Q – naudojimo apkrova.

S – apkrova, kurią sukelia sniegas.

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q, \gamma_{Q2}, \gamma_{Q3} = 1,3$$

$$\varphi_{0,2} = 0,7$$

$$\varphi_{0,3} = 0,7$$

Taigi sniego ir naudojimo apkrovas dauginame iš derinio koeficientų $\varphi_{0,2} = \varphi_{0,3} = 0,7$.

Ankstesniame skyriuje gautos sniego apkrovos padauginamos iš 0,7 :

Vidurinių santvaros mazgų sniego apkrova:

$$G_3 = 14,04 \cdot 0,7 = 9,828 \text{ kN}; \quad (4.2.1.2.)$$

Kraštinių santvaros mazgų sniego apkrova:

$$G_4 = 7,02 \cdot 0,7 = 4,914 \text{ kN}; \quad (4.2.1.3.)$$

Tada suminė vidurinių santvaros mazgų apkrova:

$$F_1 = G_1 + G_3 = 6,81 + 9,83 = 16,64 \text{ kN}; \quad (4.2.1.4.)$$

Suminė kraštinių santvaros mazgų apkrova:

$$F_2 = G_2 + G_4 = 4,412 + 4,914 = 9,326 \text{ kN}; \quad (4.2.1.5.)$$

4.2.2 DERINYS NUO NUOLATINIŲ IR TARIAMAI NUOLATINIŲ POVEIKIŲ

$$\Sigma G_k \cdot \gamma_G + W \cdot \gamma_{Q \cdot 0,6} + Q \cdot \gamma_{Q2} \cdot \varphi_{0,2} \cdot 0,6 + S \cdot \gamma_{Q3} \cdot \varphi_{0,3} \cdot 0,6 \quad (4.2.2.1.)$$

Vidurinių santvaros mazgų sniego apkrova:

$$G_3 = 14.04 \cdot 0,7 \cdot 0,6 = 5.897 \text{ kN}; \quad (4.2.2.2.)$$

Kraštinių santvaros mazgų sniego apkrova:

$$G_4 = 7.02 \cdot 0,7 \cdot 0,6 = 2.948 \text{ kN}; \quad (4.2.2.3.)$$

Tada suminė vidurinių santvaros mazgų apkrova:

$$F_1 = G_1 + G_3 = 6.81 + 5.897 = 12.707 \text{ kN}; \quad (4.2.2.4.)$$

Suminė kraštinių santvaros mazgų apkrova:

$$F_2 = G_2 + G_4 = 4.412 + 2.948 = 7.36 \text{ kN}; \quad (4.2.2.5.)$$

4.3 GELŽBETONINĖS KOLONOS PROJEKTAVIMAS

Kolonos armavimas

Ekscentriškai gniuždoma gelžbetoninė kolona projektuojama iš S400 klasės armatūros ($f_{yd} = f_{scd} = 365 \text{ N/mm}^2$; $E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$) ir C30/37 klasės sunkiojo betono ($E_{cm} = 3,2 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$). Armatūros skerspjūvio plotai $A_{s1} = A_{s2}$. Pradiniai kolonos matmenys 400x400 mm. Kolonos skaičiuojamasis ilgis $l_0 = 6,6 \text{ m}$. Koloną veikiančios įrašos:

- Nuo nuolatinių ir tariamai nuolatinių poveikių $N_{Ed, \ell} = 90,6445 \text{ kN}$, $M_{Ed, \ell} = 30,4449 \text{ kNm}$;
- Nuo nuolatinių ir kintamųjų poveikių $N_{Ed} = 98,51 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 30,4478 \text{ kNm}$.

Skerspjūvio naudingasis aukštis:

$$d = h - a_1 = 400 - 30 = 370 \text{ mm} \quad (4.3.1.)$$

Čia:

$h = 400 \text{ mm}$ – kolonos skerspjūvio aukštis;

$a_1 = a_2 = 30 \text{ mm}$ – apsauginis betono sluoksnis.

Betono skaičiuotinis stipris gniuždant:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 30 / 1,5 = 18 \text{ N/mm}^2 \quad (4.3.2.)$$

$$M_{Ed,s} = M_{Ed} + N_{Ed} \frac{d - a_2}{2} = 30,4478 \cdot 10^6 + 98,51 \cdot 10^3 \cdot \frac{370 - 30}{2} = 47,2 \text{ kNm} \quad (4.3.3.)$$

$$M_{Ed,s\ell} = M_{Ed,\ell} + N_{Ed,\ell} \frac{d - a_2}{2} = 30,4449 \cdot 10^6 + 90,6445 \cdot 10^3 \cdot \frac{370 - 30}{2} = 45,85 \text{ kNm} \quad (4.3.4.)$$

Kiti dydžiai bus:

$$\varphi_\ell = 1 + \beta \frac{M_{Ed,s\ell}}{M_{Ed,s}} = 1 + 1 \frac{45,85}{47,2} = 1,97 < \varphi_\ell = 1 + \beta = 1 + 1 = 2 \quad (4.3.5.)$$

φ_ℓ - koeficientas įvertinantis apkrovų trukmės poveikį

$$e_0 = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{30,4478 \cdot 10^6}{98,51 \cdot 10^3} = 309 \text{ mm} > e_a = h/30 = 13,33 \text{ mm} \quad (4.3.6.)$$

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = \frac{0,309}{0,4} = 0,7725 > \delta_{e,\min} = 0,5 - 0,01 \frac{l_0}{h} - 0,01 f_{cd} = 0,5 - 0,01 \frac{6,6}{0,4} - 0,01 \cdot 18 = 0,155 \quad (4.3.7.)$$

Sąlyga netenkinama, todėl priimame $\delta_e = 0,7725$

Pirmam priartėjimui priimame $\rho_1 = 0,01$ (ρ_1 – išilginio armavimo koeficientas).

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{2 \cdot 10^5}{3,2 \cdot 10^4} = 6,25 \quad (4.3.8.)$$

Čia:

E_s - armatūros takumo modulis;

E_{cm} - betono takumo modulis.

α_e - koeficientas įvertinantis armatūros ir betono santykį

$$I_c = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{400 \cdot 400^3}{12} = 21,33 \cdot 10^8 \text{ mm}^4 \quad (4.3.9.)$$

I_c - betono skerspjūvio inercijos momentas elemento viso skerspjūvio centro atžvilgiu

$$I_s = \rho_1 \cdot b \cdot d \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2 = 0,01 \cdot 400 \cdot 370 \left(\frac{370 - 30}{2} \right)^2 = 0,43 \cdot 10^8 \text{ mm}^4 \quad (4.3.10.)$$

I_s - armatūros skerspjūvio ploto inercijos momentas elemento viso skerspjūvio centro atžvilgiu

$$N_{\text{crit}} = \frac{6,4 \cdot E_{\text{cm}}}{l_0^2} \left[\frac{I_c}{\varphi_\ell} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e I_s \right] \quad (4.3.11.)$$

$$N_{\text{crit}} = \frac{6,4 \cdot 3,2 \cdot 10^4}{6600^2} \left[\frac{21,33 \cdot 10^8}{1,97} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,7725} + 0,1 \right) + 6,25 \cdot 0,43 \cdot 10^8 \right] = 2414,39 \text{ kN} \quad (4.3.12)$$

N_{crit} - sąlyginė išilginė kritinė jėga;

Apskaičiuojamas koeficientas η :

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{\text{Ed}}}{N_{\text{crit}}}} = \frac{1}{1 - \frac{98,51}{2414,39}} = 1,043 \quad (4.3.13.)$$

Ekscentricitetas e_e :

$$e_e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 309 \cdot 1,043 + \frac{370 - 30}{2} = 492,3 \text{ mm} \quad (4.3.14.)$$

Reikalingas armavimas apskaičiuojamas:

Apskaičiuojamos reikšmės:

$$\alpha_n = \frac{N_{\text{Ed}}}{f_{\text{cd}} \cdot b \cdot d} = \frac{98,51 \cdot 10^3}{18 \cdot 400 \cdot 370} = 0,037 \quad (4.3.15.)$$

$$\alpha_m = \frac{N_{\text{Ed}} \cdot e_e}{f_{\text{cd}} \cdot b \cdot d^2} = \frac{98,51 \cdot 10^3 \cdot 492,3}{18 \cdot 400 \cdot 370^2} = 0,049 \quad (4.3.16.)$$

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomosios zonos aukštis:

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{\text{cd}} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706 \quad (4.3.17.)$$

$$\xi_{\text{lim}} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,\text{lim}}}{\sigma_{\text{sc},\text{lim}}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{360}{500} \left(1 - \frac{0,706}{1,1} \right)} = 0,56 \quad (4.3.18.)$$

Kadangi $\alpha_n = 0,037 < \xi_{\text{lim}} = 0,56$, armatūros plotus $A_{s1} = A_{s2}$ apskaičiuojame pagal formules:

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{f_{cd} \cdot b \cdot d}{f_{yd}} \cdot \frac{\alpha_m - \alpha_n (1 - 0,5\alpha_n)}{1 - a_2/d} \quad (4.3.19.)$$

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{18 \cdot 400 \cdot 370}{360} \cdot \frac{0,049 - 0,037(1 - 0,5 \cdot 0,037)}{1 - \frac{30}{370}} = 102,12 \text{ mm}^2 \quad (4.3.20.)$$

$$\text{Tuomet: } \rho = \frac{A_{s1} + A_{s2}}{b \cdot d} = \frac{2 \cdot 102,12}{400 \cdot 370} = 0,0014 < 0,01 \quad (4.3.21.)$$

Kadangi apskaičiuotas armavimo koeficientas labai skiriasi nuo pasirinktojo, tai armavimo koeficientą perskaičiuojame su konstrukciškai priimta armatūra (2Ø 16):

$$\rho_1 = \frac{2 \cdot 4,02}{40 \cdot 37} = 0,005 \quad (4.3.22.)$$

Kolona armuojama $A_{s1} = A_{s2} = 402 \text{ mm}^2$ (2Ø 16).

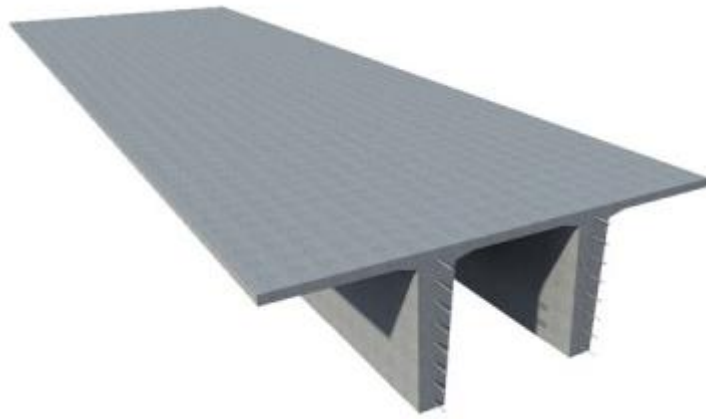
Skersinė armatūra parenkama pagal reikalavimus. Minimalus skersmuo pagal išilginę darbinę armatūrą (Ø 16) yra Ø6 S240 klasės. Skersinių strypų žingsnis parenkamas konstrukciškai: $s=300\text{mm}$.

$$s = 20d = 20 \cdot 1,6 = 32\text{cm} < 40\text{cm}$$

Priimame: $s=30\text{cm}$.

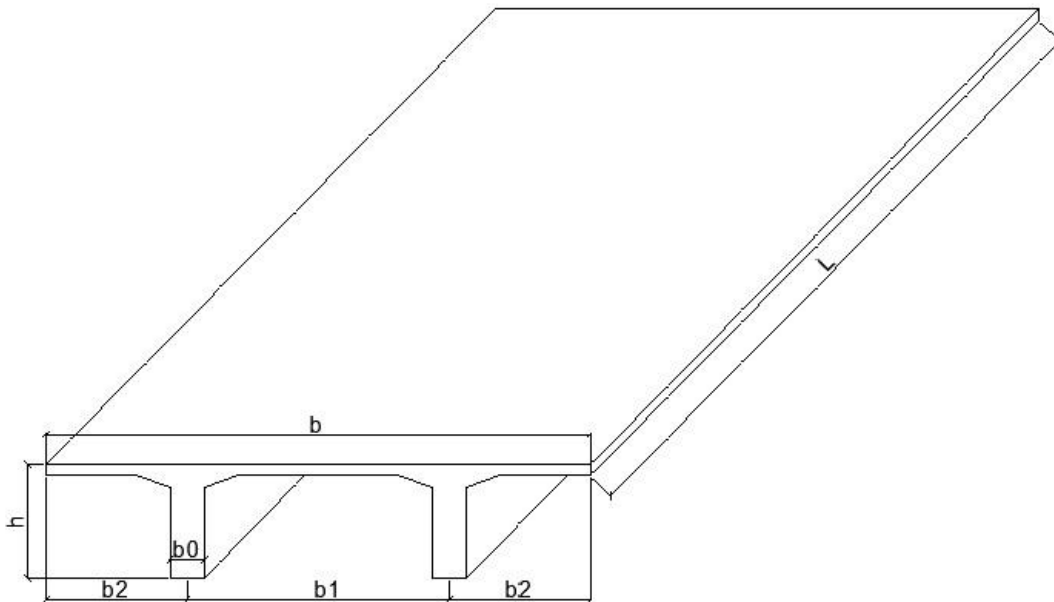
5. GAMINIO CHARAKTERISTIKOS IR ŽALIAVOS

Projektuojamoje gamybos linijoje bus gaminamos TT profilio perdangos plokštės (5.1 pav). Gelžbetoninės konstrukcijos - TT profilio plokštės - naudojamos didelėms angoms perdengti esant didelėms apkrovoms. TT plokščių apatinis paviršius lygus.



5.1 pav. TT profilio perdangos plokštės skerspjūvis.

5.1 ASORTIMENTO PARINKIMAS



5.1.1 pav. Projektuojamos TT profilio perdangos plokštės erdvinis vaizdas

Profilis	Ilgis L, mm	Aukštis h, mm	Plotis b, mm	b1, mm	b2, mm	b0, mm	Betono klasė	Betomo mišinys, m ³	Plienas, kg
TT 2400-500/150	15000	500	2390	1150	620	150	C30/37	3.705	185.25
TT 3000-800/200	12000	800	2990	1224	583	200	C30/37	6.114	305.7

5.2 REIKALAVIMAI GAMINIUI

Sijos turi atitikti darbo brėžinių, LST EN 13369:2005 „Bendrosios surenkamųjų betoninių gaminių taisyklės“ standarto reikalavimus ir įmonės „G/b gaminių gamybos kontrolės sistemos kokybės vadovą“.

Betono kietinimas vyksta natūraliu būdu. Betono prekinis stipris, parduodamas vartotojui, turi pasiekti visą projektinį betono stiprį. Betonas po 28 parų kietėjimo turi pasiekti projektinės klasės reikiamą stiprumą. Stiprumas nustatomas iš bandinių, pagal LST EN 12390-2:2009 „Sukietėjusio betono bandymai. 2 dalis. Bandinių pagaminimas ir kietinimas stipriui nustatyti“. Plokščių paviršiaus pataisymai po išformavimo negalimi. Reikia užtikrinti tinkamą betono priežiūrą, kurią turi atlikti betono gamintojas, t. y. suformuotą gaminį laikyti ramybėje, reguliariai apipurkšti vandeniu arba uždengti plastikine plėvele, drėgna medžiaga, arba apipurkšti specialiu apsauginiu sluoksniu. Priežiūros trukmė, atsižvelgiant į betono kietėjimo greitį esamomis sąlygomis, turi būti tokia, kad betonas įgytų pakankamą stiprį apsauginiame armatūros sluoksnyje, taptų nelaidus kenksmingiems agentams. Apsauga nuo užšalimo gali būti baigta, betonui pasiekus 5 N/mm² stiprį gniuždant. Taip pat atliekami bandymai betono atsparumui šalčiui nustatyti pagal LST L 1428.17:2005 „Betonas. Bandymo metodai. Atsparumo šalčiui nustatymas“.

TT profilio plokščių geometrinių parametrų nuokrypiai turi būti ne didesni kai nurodyta lentelėje 1.2 lentelėje pagal LST EN 13369:2005 „Bendrosios surenkamųjų betoninių gaminių taisyklės“.

5.2.1 lentelė. TT plokščių geometrinių parametrų leistini nuokrypiai

Nuokrypio pavadinimas	Geometrinis parametras ir jo vardinė reikšmė	Leistinas nuokrypis, mm
Matmenų	Ilgio (L)	± 30
	Pločio (b)	± 15
	Aukščio visame ilgyje (h_p)	± 15
Plokštumo	Atraminų plotų plokštumas	+10;-5
	Atraminų plokštumų nelygumo	+10;-5
Masės	Masės nuo projektinės	

5.3 REIKALAVIMAI ŽALIAVOMS

Gelžbetoniniams gaminiams naudojamos medžiagos turi būti be kenksmingų priemaišų, kurios gali trumpinti betono ilgaamžiškumą arba skatinti gelžbetonio armatūros koroziją.

Kai bendruoju atveju betono komponentų tinkamumas yra nustatytas, tai dar nereiškia, kad jie tinka visais atvejais ir visoms betono sudėtimis. Tik įrodžius, kad medžiaga tinka nurodytam atvejui, ji gali būti naudojama betonui.

5.3.1 ARMATŪRA

Armatūrinis plienas naudojamas gelžbetoninėms konstrukcijoms armuoti, kurias gaminant vienam m^3 sunaudojama apie 50 kg plieno [1]. Sijų gamybai naudojamas strypinis armatūrinis plienas. Naudojami strypai yra rumbuotu paviršiumi. Armavimo darbai susideda iš dviejų pagrindinių procesų: armatūros gaminių ruošimo ir jų sudėjimo į betonuojamosios konstrukcijos klojinius bei armuojant išanksto įtemptais plieniniais lynais. Plokščių gamybai naudojami tik su CE ženklu iš Vakarų Europos gauti 9,3 ir 12,5 mm skersmens lynai. Armatūrinis karkasas formuojamas armatūrinius strypus tarpusavyje rišant cinkuota rišančiąja viela bei laikantis standartų. Strypų formos, matmenys bei padėtis gaminyje turi atitikti darbo brėžinius. Išlenkimas mažesniais spinduliais, negu nurodyta, neleidžiamas. Strypai turi būti lenkiami šaltai. Armatūros strypynai yra pakabinami arba atremiami taip, kad betonuojant būtų išlaikoma taisyklinga jų padėtis.

Plokščių gamybai naudojama S240 ir S500 klasės armatūra. Kėlimo kilpų gamybai naudojama tik S240 klasės armatūra. 5.3.1.1 pav.



5.3.1.1 pav. TT plokštės armatūros karkasas

Gelžbetonio savybės priklauso nuo naudojamos armatūros bei armavimo kokybės. Pagrindiniai reikalavimai armatūrai pateikti standarte LST EN 10025-1:2004 „Karštai valcuoti konstrukcinio plieno gaminiai. 1 dalis. Bendrosios tiekimo sąlygos“.

5.3.2 BETONAS

Paprastai g/b plokštėms betonuoti naudojamas C30/37 klasės betonas, aplinkos poveikio klasė XF4 pagal LST EN 206-1:2002 „Betonas. 1 dalis. Techniniai reikalavimai, savybės, gamyba ir atitiktis“. Betono ir gelžbetonio savybės ir gaminių iš jų kokybė labiausiai priklauso nuo betono sudėtinių medžiagų (cemento, užpildų, vandens, priedų) kokybės, mišinio sudėties tikslumo, ypač vandens ir cemento sąnaudų santykio, transportavimo, betonavimo technologijos (suklojimo, sutankinimo, paviršiaus apdorojimo), kietėjimo sąlygų ir trukmės bei kitų veiksnių [1]. Betono gamybai naudojamos medžiagos:

Rišamosios medžiagos. Plokštėms gaminti naudojamas portlandcementis CEM II 42,5. Cementas turi tenkinti LST EN 197-1:2001/A3:2007 „Cementas. 1 dalis. Įprastinių cementų sudėtis, techniniai reikalavimai ir atitikties kriterijai“ standarto reikalavimus. Gamykla cementą vežasi palaidą autocementovežiais. Kiekviena siunta gamintojo turi būti sertifikuota – turi turėti kokybės dokumentą.

Užpildai. Ši betono sudedamoji dalis užima 70 – 80 % jo tūrio. Naudojami gamtiniai užpildai. Užpildai betonui gaminti turi būti frakcionuoti, švarūs, be kenksmingų priemaišų, kurios gali trumpinti betono ilgaamžiškumą arba skatinti gelžbetonio armatūros koroziją [1]. Jie turi atitikti LST EN 12620:2003+A1:2008 „Betono užpildai“ reikalavimus.

Kadangi plokštės naudojamos automobilių aikštelės perdangai, stambus užpildas turi būti atsparus šalčiui, todėl labiausiai tinkamas stambus užpildas betonui yra skalda. Tai lemia dalelių

paviršiaus pobūdis. Šiurkšti skalda su cemento akmeniu gerai sukimba. Stambiuose užpilduose ribojamas plokščių ir pailgų dalelių, kurių ilgio ir storio santyki didesnis kaip 3:1, kiekis. Betono, kuriam keliami atsparumo šalčiui ir druskai, dilumo bei susitraukimo deformacijų reikalavimai, mišinyje turi būti ribojimas smulkiųjų dalelių ($d < 0,125$ mm) kiekis [1].

Gamyboje naudojamas smulkus užpildas 0/4 frakcijos stambumo smėlis. Tai biri arba dirbtinė akmens medžiaga sudaryta iš 0,16...4mm dalelių. Į betoną dažniausiai dedamas suklasifikuotas ir išplautas gamtinis smėlis. Labiausiai tinka pirminiai smėliai (tai yra likę dūlėjimo vietoje), nes jų dalelės kampuotesnės ir paviršius šiurkštesnis. Antrinio smėlio dalelių paviršius, būna nuzulintas, lygus, todėl blogiau sukimba su cemento akmeniu, tad ir betonas visada su tokiais smėliais būna silpnesnis. Smėlio granulimetrinė sudėtis nustatoma sijojant(naudojami standartiniai sietai. Molingų dalelių nedaugiau kaip 4% masės, neturi būti kenksmingų priemaišų. Pagal stambumą smėliai skirstomi į didesnio stambumo, stambius, vidutinio stambumo, smulkius ir labai smulkius.

Užpildų stipris turi atitikti gaminamo betono stiprio klasės reikalavimus. Atsparumas šalčiui turi būti toks, kad su jais būtų galima pagaminti reikiamo atsparumo šalčiui betoną. Vandens įgeriamumas pagal LST EN 1097-6+AC:2003 „Užpildų mechaninių ir fizikinių savybių nustatymo metodai. 6 dalis. Dalelių tankio ir įmirkio“ standartą turi būti ne didesnis kaip 1 %, tuomet užpildas gali būti laikomas atspariu šaldymui ir šildymui.

Vanduo. Vanduo betono mišiniui ruošti ir betonui laistyti turi būti švarus, be žalingų, normalų betono kietėjimą stabdančių kenksmingų priemaišų (sulfatų, mineralinių ir organinių rūgščių, riebalų, aliejų, naftos produktų, cukraus ir kt). Vanduo, kuriame druskų yra ne daugiau kaip 5000 mg/l, sulfatų mažiau kaip 2700 mg/l ir kurio vandenilinis rodiklis $4 < \text{pH} < 12,5$ tinka betono mišiniui ruošti. Jūros vandenį, jei jis tenkina nurodytus reikalavimus, taip pat galima naudoti betonui užmaišyti ir laistyti. Betonui geriausiai tinka geriamas vandentiekio ir švarus upių bei ežerų vanduo. Vandens tiekimo šaltinis turi būti aprobuotas Techninės priežiūros inžinieriaus.

Priedai. Siekiant gauti reikiamų technologinių savybių betono mišinį ir reikiamų savybių betoną, dažnai naudojami betono priedai. Priedai turi būti aprobuoti Techninės priežiūros inžinieriaus. Naudojimas galimas tik tiksliai laikantis gamintojų nustatytų reikalavimų. Gelžbetoninėms konstrukcijoms turi būti naudojami priedai neagresyvūs armatūros atžvilgiu.

Visiems įmaišiniams cheminiams priedams taikomi reikalavimai, kad priedai turi būti: vienalyčiai, visas kiekis vienodos spalvos. Esant priedams, turi būti nurodyta: veiksmingosios medžiagos kiekis, lyginamoji tankio vertė, sausųjų medžiagų kiekis, įtaka rišimosi trukmei, pH vertė, chloro kiekis, šarmų kiekis. Priedai turi tenkinti standartą LST EN 934-2:2009 „Betono, statybinio ir injekcinio skiedinio įmaišiniai priedai. 2 dalis. Betono įmaišiniai priedai. Apibrėžtys, reikalavimai, atitiktis, ženklavimas ir etikečių tvirtinimas“.

Plokštėms gaminti naudojamas superplastiklis. Superplastiklis – įmaiša, kurios įdėjus, nekeičiant konstantencijos, vandens kiekį galima sumažinti 5% arba nekeičiant vandens kiekio, padidinamas slankumas. Padidėja betono stiprumas.

5.4 BETONO GAMYBA

Betono mišinio gamybai naudojamos medžiagos turi būti aukštos kokybės. Kietosios betono medžiagos turi būti rūšiuojamos pagal svorį. Vanduo ir skystieji priedai gali būti matuojami pagal tūrį. Sudėtinės medžiagos turi būti mechaniškai sumaišomos kol betono mišinys tampa vienalyčiu. Sudėtinių medžiagų kiekio matavimų tikslumas turi būti ne mažesnis:

- cementas ±3% reikalaujamo kiekio;
- skalda ±5% reikalaujamo kiekio;
- vanduo ±3% reikalaujamo kiekio;
- priedai ±5% reikalaujamo kiekio.

Mišinio sudėtis, kai mišinys išpilamas iš maišyklės, negali būti keičiama.

5.4.1 BETONO SUDĖTIES PROJEKTAVIMAS

Betonas C 30/37 slankumas S3

Betono mišinio sudėtis turi užtikrinti reikiamas mišinio ir betono savybes: reikiamą mišinio klijumą, reikiamą betono stiprumą, ilgaamžiškumą ir kitas fizikines bei mechanines jo savybes.

Reikiamas vandens ir cemento santykis:

$$V/C = \left(\sqrt{\left(\frac{R_b}{(53/R_c)^2 R_c K_K K_O K_U} \right)^2 + \frac{2}{(53/R_c)^2}} - \frac{R_b}{(53/R_c)^2 R_c K_K K_O K_U} \right)^2 \quad (5.4.1.1)$$

čia:

- R_b – kontrolinis betono stipris;
- R_c – cemento aktyvumas, priklausantis nuo jo stiprio klasės CEM;
- V ir C – atitinkamai vandens ir cemento kiekis kg/m^3 betono mišinio;
- K_k – koeficientas, įvertinantis kietėjimo sąlygas. Kai aplinkos temperatūra $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, santykinė drėgmė $\geq 95\%$ $K_k = 1$;
- K_o koeficientas, įvertinantis oro sutankintame betono mišinyje įtaką. Kai oro kiekis O yra $\leq 2\%$, $K_o = 1$;

- K_u – koeficientas, įvertinantis užpildo atmainos įtaką. Pagal užpildo atmainos ir R_b/R_c priklausomybę parenkamas $K_u=1$;

$$R_c = \frac{CEM - 2,5}{1 - \lambda \cdot v}; MPa \quad (5.4.1.2)$$

čia:

- λ – koeficientas, priklausantis nuo priimamo patikimumo ir bandytų cemento imčių skaičiaus. Imčių skaičius $n=15$, tai $\lambda=1,48$;
- R_c – cemento aktyvumas, priklausantis nuo jo stiprio klasės CEM;
- v – stiprio variacijos koeficientas. Kai $CEM \geq 42,5$, $v=0,04$;

$$R_c = \frac{42,5 - 2,5}{1 - 1,48 \cdot 0,04} = 42,517; MPa$$

Reikiamas kontrolinis betono stipris R_b priklauso nuo projektuojamo betono klasės C ir apskaičiuojamas iš priklausomybės:

$$R_b = \frac{C}{k_r (1 - 2,02 \cdot v)}, MPa \quad (5.4.1.3)$$

čia:

- v – stiprio variacijos koeficientas, kurį mišinio projektavimo stadijoje rekomenduojama priimti $v=0,08$;
- k_r – stiprio redukcijos koeficientas, jei bandiniai nestandartiniai; kai bandiniai (100x100x100) mm, $k_r=0,95$;

$$R_b = \frac{37}{0,95 \cdot (1 - 2,02 \cdot 0,08)} = 46,454; MPa$$

$$\frac{V}{C} = \sqrt{\left(\frac{46,454}{\left(\frac{53}{42,517}\right)^2 \cdot 42,517 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} \right)^2 + \frac{2}{\left(\frac{53}{42,517}\right)^2} - \frac{46,454}{\left(\frac{53}{42,517}\right)^2 \cdot 42,517 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} \right)^2 = 0,3989$$

Atsparaus šalčiui betono mišinyje, be tinkamo užpildo ir cemento, turi būti pakankamo tankumo cementinis akmuo, t. y. $V/C < (0,45 \div 0,5)$. $V/C < 0,3989$ (sąlyga tenkinama).

Reikiamas vandens kiekis:

Betono mišinio klojumas (slankumas) priklauso nuo vandens kiekio mišinyje. Reikiamas vandens kiekis betono mišinyje parenkamas pagal literatūroje pateiktą nomogramą:

- Betono mišinio slankumo markė S3 (10-15 cm); stambus užpildas – žvirgždo skalda 4/16, tai pagal nomogramą:

$$V = 210; l/m^3$$

Vandens kiekis V_{pl} apskaičiuojamas įvertinant superplastiklio efektyvumą:

$$V_{pl} = V \cdot PL^{1,5} = V \cdot \sqrt{PL^3}; l/m^3 \quad (5.4.1.4)$$

$$V_{pl} = V \cdot \sqrt{0,85^3} = 164,569; l/m^3$$

Reikiamas stambaus užpildo kiekis:

Stambaus užpildo kiekis mišinyje apskaičiuojamas pagal tuštymių laisvai supiltame stambiajame užpilde perpildymą skiediniu:

$$S_t = \frac{1000(1 - \varphi_o)}{T \cdot K_{perp} \frac{1000}{\rho_{stp}} + \frac{1000}{\rho_{st}}}, kg/m^3 \quad (5.4.1.4)$$

čia:

- φ_o - oro dalis, sutankintame betono mišinyje;
- ρ_{stp} ir ρ_{st} – atitinkamai stambaus užpildo piltinis tankis ir dalelių tankis;
- K_{perp} – laisvai supiltame stambiajame užpilde tuštymių perpildymo skiediniu koeficientas, kuris priimamas pagal literatūroje pateiktą nomogramą. $K_{perp} = 2,525$
- T – laisvai supilto stambaus užpildo tuštymėtumas:

$$T = 1 - \frac{\rho_{stp}}{\rho_{st}}; \quad (5.4.1.5)$$

$$T = 1 - \frac{1,36}{2,625} = 0,482$$

$$S_t = \frac{1000(1 - 0,02)}{0,482 \cdot 2,525 \cdot \frac{1}{1,37} \cdot \frac{1}{2,625}} = 768,227; kg/m^3$$

Reikiamas smulkaus užpildo kiekis:

$$S_m = \left[(1 - \varphi_o) - \left(\frac{C}{\rho_c} + \frac{St}{\rho_{st}} + \frac{V}{1000} \right) \right] \rho_{sm}, \text{ kg/m}^3 \quad (5.4.1.6)$$

čia:

➤ ρ_{sm} – smėlio dalelių tankis, kg/m^3 ;

$$S_m = \left((1 - 0,02) - \left(\frac{384,84}{3075} + \frac{768,227}{2625} + \frac{164,569}{1000} \right) \right) \cdot 2625 = 1044; \text{ kg/m}^3$$

Atlikus mokslinius tyrimus ir išanalizavus gautus rezultatus pastebime teigiamą įtaką betono gaminių gniuždymo ir lenkimo stipriams, todėl 15% smulkaus užpildo keičiame metalų šratavimo atliekomis – metalo abrazyvu:

$$1044 \cdot 0,15 = 156,6 \text{ kg/m}^3$$

Smulkaus užpildo kiekis mišinyje lieka $887,4 \text{ kg/m}^3$

Metalo abrazyvo kiekis mišinyje – $156,6 \text{ kg/m}^3$

Apskaičiuojame super-plastiklio kiekį:

Jis apskaičiuojamas imant $x=0,5...1,5 \%$ nuo cemento kiekio:

$$S_p = \frac{(x \cdot C)}{100} = \frac{1,5 \cdot 384,84}{100} = 5,773 \text{ kg}; \quad (5.4.1.7)$$

Betonų ir skiedinių savybes modifikuojanti emulsija:

SikaLatex®

Savybės:

- Žymiai padidina sukibimą;
- Padidina stiprumą tempiant, atsparumą pleišėjimui;
- Žymiai padidina nelaidumą vandeniui;
- Padaro mišinį plastiškesnį ir padidina jo rišlumą;
- Pagerina cheminį atsparumą;
- Sumažina tamprumo modulį;
- Nesukelia betono ir plieno korozijos, yra netoksiška ir nedegi.

SikaLatex® : 10% ($\pm 2,5\%$) nuo cemento masės, tačiau ne mažiau kaip 30 kg/m³ ir ne daugiau kaip 60 kg/m³.

$$384.84 \cdot 0.1 = 38.484 \text{ kg/m}^3$$

2.1 lentelė. 1m³ betono C 30/37 sudėtis

Medžiagos pavadinimas	Kiekis
Cementas	384,84 kg (0,125 m ³)
Vanduo	164,569 kg (0,165 m ³)
Stambus užpildas (žvirgždo skalda)	768,227 kg (0,293 m ³)
Smulkus užpildas (smėlis)	887,4 kg (0,338 m ³)
Super-plastiklis	5,773 kg
Metalo abrazyvas	156,6 kg (0,059 m ³)
SikaLatex	38,84 kg

Sutankinto betono mišinio tankis:

$$\rho_m = C + S_m + S_t + V; \text{ kg/m}^3 \quad (5.4.1.8)$$

$$\rho_m = 384,84 + 887,4 + 156,6 + 768,227 + 164,569 = 2361,64; \text{ kg/m}^3$$

5.5 GAMYBINIO MIŠINIO SUDĖTIES APSKAIČIAVIMAS

Cemento kiekis lieka toks pats, kaip ir projektinis.

Smėlio kiekis, įvertinus jo drėgnumą, kai $W_{sm} = 4\%$, $W_{ism} 0.8\%$:

$$S_{1m} = S_m \left(1 + \frac{W_{sm}}{100}\right) = 887,4 \left(1 + \frac{4}{100}\right) = 922,896 \text{ kg/m}^3; \quad (5.5.1)$$

Stambaus užpildo kiekis, įvertinus jo drėgnumą, kai $W_{st} = 2\%$, $W_{ist} 0.5\%$:

$$S_{1t} = S_t \left(1 + \frac{W_{st}}{100}\right) = 768,227 \left(1 + \frac{2}{100}\right) = 783,591 \text{ kg/m}^3; \quad (5.5.2)$$

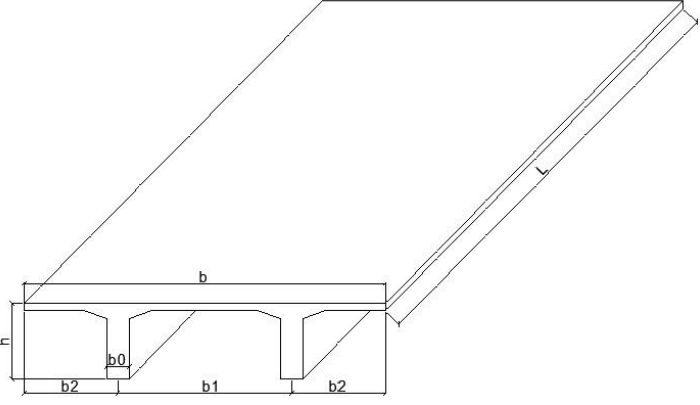
Vandens kiekis įvertinant užpildų drėgnį:

$$\begin{aligned}
V_1 &= V - \left(\left(S_{1m} - S_m \left(1 + \frac{W_{ism}}{100} \right) \right) - \left(S_{1t} - S_t \left(1 + \frac{W_{ist}}{100} \right) \right) \right) = \\
&= 164,569 - \left(\left(922,896 - 887,4 \left(1 + \frac{0,8}{100} \right) \right) + \left(783,591 - 768,227 \left(1 + \frac{0,5}{100} \right) \right) \right) = 124,649; l/m^3 \\
&(5.5.3)
\end{aligned}$$

5.6 GAMYBINIŲ PAJĖGUMŲ SKAIČIAVIMAS

Per metus yra dirbama 254 dienas. Gamyba vyksta viena pamaina, kurios bendra trukmė 8 h (6,4 darbo valandos). Gamybiniai pajėgumai pateikti 5.6.1 lentelėje.

5.6.1 lentelė. Gamybinių pajėgumų skaičiavimas

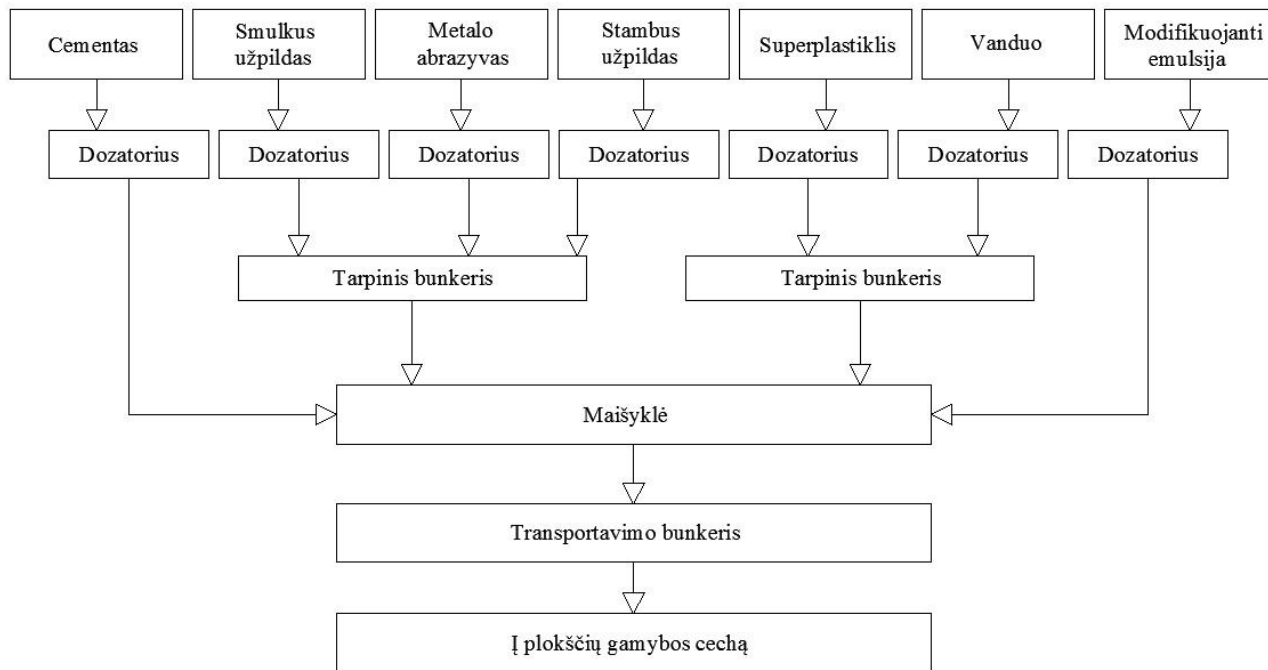
Gaminys		TT profilio perdangos plokštės		
Gamybos būdas		stendinis		
Gaminio eskizas				
		TT 2400-500/120	TT 3000-800/150	
Gaminio charakteristika	Betono klasė	C30/37	C30/37	
	Betono tūris, m ³	3,705	6,114	
	Gaminio masė, kg (t)	9,1	15,018	
	Armatūros kiekis, kg	185,25	305,7	
Gamybinis pajėgumas	Per metus	Q _m , m ³	1482	2139,9
		Q _m , vnt.	400	350
	Per parą	Q _p , m ³	5,835	8,425
		Q _p , vnt.	1,575	1,378
	Per pamainą	Q _{pam} , m ³	5,835	8,425
		Q _{pam} , vnt.	1,575	1,378
	Per valandą	Q _{val} , m ³	0,918	1,316
		Q _{val} , vnt.	0,248	0,215

5.6.2 lentelė. Medžiagų sąnaudų skaičiavimas

Medžiaga	C 30/37					
	Per valandą		Per parą		Per metus	
	TT 2400	TT 3000	TT 2400	TT 3000	TT 2400	TT3000
Betono mišinys, m ³	0,918	1,316	5,835	8,425	1482	2139,9
Cementas, t	0,115	0,170	0,729	1,053	185,25	267,488
Vanduo, m ³	0,151	0,224	0,963	1,390	244,53	353,084
Stambus užpildas, m ³	0,269	0,398	1,710	2,469	434,226	626,991
Smulkus užpildas, m ³	0,310	0,460	1,972	2,848	500,916	723,286
Metalo abrazyvas, m ³	0,054	0,080	0,344	0,497	87,438	126,254
LatexSika priedas, kg	35,655	52,822	226,631	327,227	57560,88	83113,716
Superplastiklis, kg	5,300	7,851	33,685	48,638	8555,586	12353,643
Armatūra, t	0,046	0,066	0,292	0,422	74,1	106,995

5.6.1 GAMYBOS PROCESO TECHNOLOGINĖS SCHEMOS APRAŠYMAS

Betono mišinio ruošimas

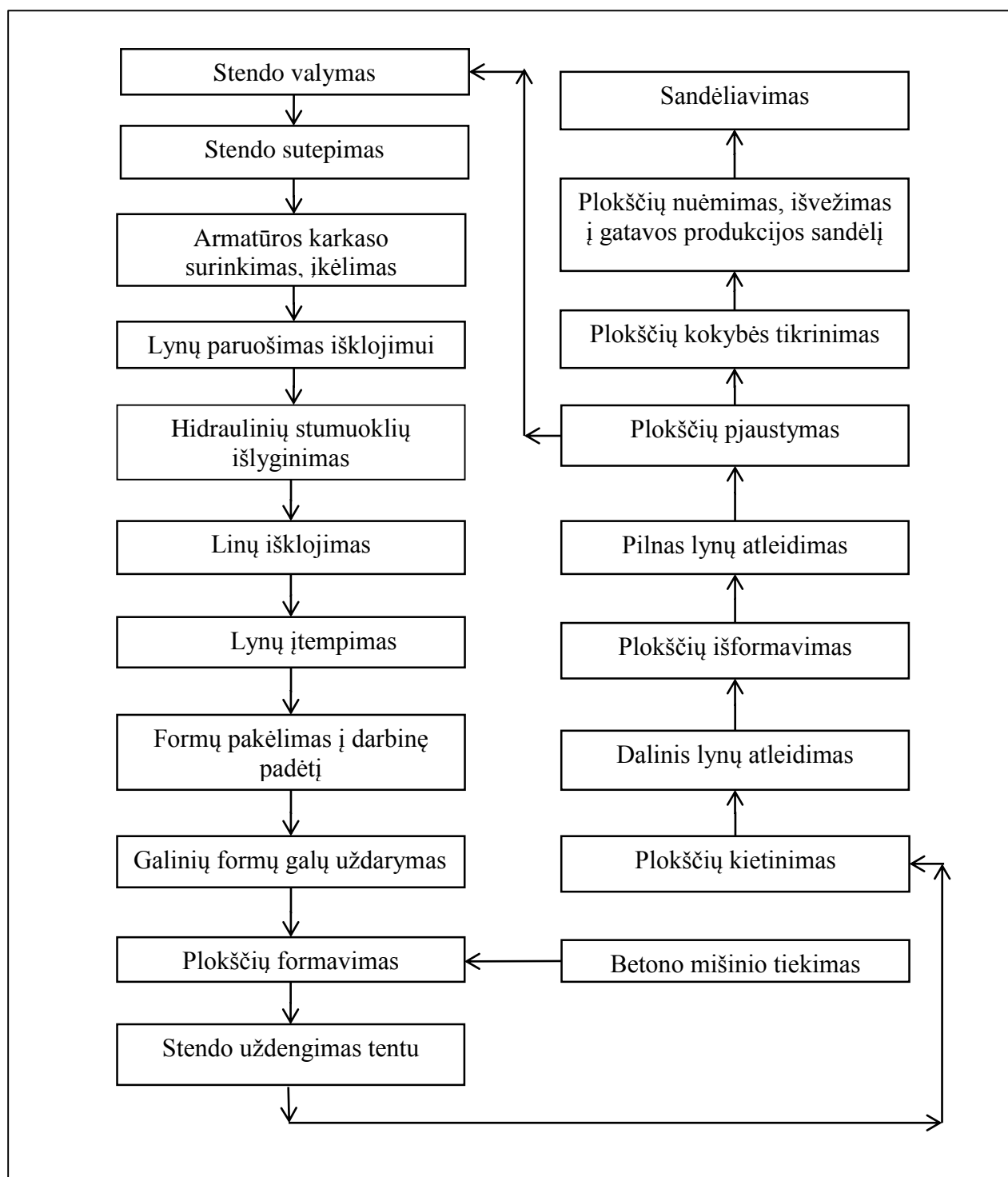


5.6.1.1 paveikslėlis. Betono mišinio C30/37 ruošimo schema.

Betono mišinio sudėties projektavimo tikslas – parinkti racionalius komponentų kiekius ir užtikrinti parinktai gamybos technologijai reikiamas reologines savybes bei fizines ir mechanines savybes g/b konstrukcijose. Reikia siekti mažinti cemento ir stambių užpildų sąnaudas, 1m³ betono kainą.

Norint paruošti stabilius, projektines savybes tenkinančius betono mišinius, būtina naudoti medžiagas, atitinkančias standartų reikalavimus, tvarkingai ir techniškai tinkamai jas sandėliuoti, dozuoti ir priklausomai nuo mišinių savybių naudoti tinkamus maišytuvus.

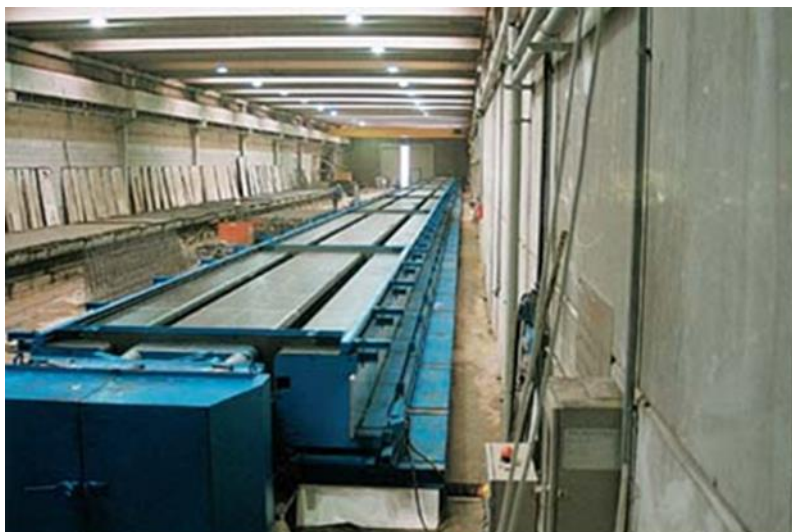
Įtemptai armuotų TT profilio plokščių gamybos technologinė linija pateikta 5.6.1.2 pav. Plokštės gaminamos pagal žemiau pateiktą schemą:



5.6.1.2 pav. TT plokščių stendinio gamybos būdo technologijos schema.

TT plokščių gamybos technologinės schemos aprašymas. Plokščių forma parenkama pagal darbo projekte nurodytus matmenis. Prieš kiekvieną plokštės betonavimą forma išvaloma ir sutepama

specialiai klojiniams skirtu tepalu. Kartą per mėnesį atliekamas formos matavimas, jei reikia matavai atliekami nesilaikant šio intervalo. Formų paruošimui naudojama daugiafunkcinė mašina. Išvalius ir sutepus, formos sudalijamos į reikiamus ilgius 5.6.1.3 pav.



5.6.1.3 pav. TT plokščių forma.

Metalo cecho armatūrininkams pateikiami darbo brėžiniai ir duodamas nurodymas rišti sijos karkasą. Plienas, kuris naudojamas betono armavimui, klasė ir diametras nurodyti brėžiniuose. Armatūros karkasų forma, išmatavimai ir apsauginis betono sluoksnis turi atitikti nurodytus projektinėje dokumentacijoje, pagal LST EN 10025-1:2004 „Karštai valcuoti konstrukcinio plieno gaminiai. 1 dalis. Bendrosios tiekimo sąlygos“ ir pagal įmonės „G/b gaminių gamybos kontrolės sistemos kokybės vadovą“. Įmonės atstovas kontroliuoja naudojamos armatūros charakteristikas (klasė ir diametras), atlieka apsauginio betono sluoksnio atstumo tarp armatūros strypų ir sankabų matavimą. Susikertantys armatūros strypai surišami rišamąja viela. Armatūros lynai įtempiami hidrauliniiais domkratais. Įtempimo sistemą sudaro 4 vienodi cilindrai, esantys technologinėje linijoje, inkarinės plokštės ir griebtuvai. Įjungtas hidraulinis kompresorius stumia stūmoklius. Du vožtuvai linijoje užtikrina numatytą slėgį. Vienas hidraulinis cilindras įtempia vieno pabėgio lynus. 4 cilindrai, esantys vienoje technologinėje linijoje, sujungti lygiagrečiai ir valdomi vienu metu.

Lynų įtempimo jėga pirmiausia matuojama pagal hidraulinį slėgį. Kitas lynų įtempimo matavimas yra lynų pailgėjimas.

Tempiant lynus būtinai turi būti naudojamos apsauginės grandinės ir įspėjimo signalizacija. Ant linijos ir linijos plote negali nebūti personalo, kol nebus baigtas įtempimas. Paruoštą betonavimui formą su armatūros karkasu matuoja cecho vadovas ir duoda, arba neduoda leidimą betonuoti. Atlikti matavimai fiksuojami „Armatūros gaminių priėmimo žurnale“.

Pagal darbo projekte nurodyta betono klasė ir kiekį nurodoma tiekti betoną. Plokštėms betonuoti naudojamas C30/37 betonas, aplinkos poveikio klasė ne mažesnė kaip XF2 pagal LST EN 206-1:2002 „Betonas. 1 dalis. Techniniai reikalavimai, savybės, gamyba ir atitiktis“, jei projektas nenurodo

kitaip. Betono mišinys iš betono mazgo transportuojamas vežimėliais 3.4 paveikslėlis. Iš vežimėlio FB 405 betono mišinys patenka į tiektuvą 3.5 paveikslėlis.



5.6.1.4 pav. Betono mišinio vežimėlis



5.6.1.5 pav. Betono mišinio tiektuvas

Atitinkamai iš tiektuvo betono mišinys patenka klotuvą *ELEMATIC* 5.6.1.6 pav.



5.6.1.6 pav. Betono mišinio klotuvas

Pabaigus betonavimo darbus, atviras betono paviršius uždengiamas plėvele, kuri apsaugo viršutinį betono sluoksnį nuo džiūvimo. Iš dalies atleisti lynų įtempimą galima tik prieš tai išbandžius betono kubelių stiprį. Jis turi būti ne mažesnis kaip 50% projektinio stiprumo.

Gaminiui sukietėjus atleidžiama armatūra ir pjaustomi gaminiai. Gaminiai pjaustomi pjaustymo mašinomis. TT plokščių ilgiai stende suskirstomi armavimo stadijoje, sudedant skersai sienutes reikiamu ilgiu. Tačiau armatūra įtempama per visą stendą, todėl gaminiui sukietėjus ir atleidus armatūrą, reikia ją nupjauti ties kiekvieno gaminio galais. Pjaustymo mašina pateikta 5.6.1.7 pav.



5.6.1.7 pav. Pjaustymo mašina.

Plokštė iš formos galima iškelti ir transportuoti į sandėliavimo aikštelę (5.6.1.8 pav.). Ištrauktas gaminys apžiūrimas vizualiai, atliekamas pirminius matavimas ir paviršiaus lygumo nuokrypiai (LST EN 13369:2004 „Bendrosios surenkamųjų betoninių gaminių taisyklės“). Atlikti matavimai fiksuojami „Gaminių kontrolinių matavimų žurnale“. Transportuojant plokštė remiama ties kėlimo kilpomis ir ties viduriu. Į statybos aikštelę plokštė vežama betonui pasiekus visą projektinį stiprumą. Transportuojant sija remiama ties kėlimo kilpomis arba ties sijų galais (iki 0,5m nuo galo).



5.6.1.8 pav. TT plokštės iškėlimas

Plokštės sandėliuojamos darbinėje padėtyje, horizontalia eile ant specialiai įrengtų atramų – padėklų (5.6.1.9 pav.). Plokštės dedamos ant medinių padėklų, kurie turi būti padėti ant dirbtinės dangos arba išlyginto grunto. Padėklai, kol betonai pasiekis projektinį stiprumą, dedami po sijos viduriu ir ties kėlimo kilpomis, padėklų horizontas turi atitikti sijų projektinę statybinę pakylą. Betonui pasiekus projektinį stiprį, padėklai gali būti dedami tik po sijų galais (iki 0,5 m nuo galo).



5.6.1.9 pav. TT plokščių sandėliavimas

5.6.2 TECHNOLOGINĖS LINIJOS SKAIČIAVIMAS

Stendinės technologinės linijos metinis gamybinis pajėgumas skaičiuojamas pagal formulę:

$$P_{st} = \frac{V_g \cdot m_{st} \cdot T_m}{T_{0s}} \quad (5.6.2.1)$$

čia:

- P_{st} - stendinės linijos metinis gamybinis pajėgumas m^3 ;
- V_g - formuojamos plokštės tūris m^3 ;
- m_{st} – formų skaičius stendinėje linijoje;
- T_{0s} - stendinės linijos apyvartos trukmė (kadangi sijos gaminamos stenduose, kuriuose kietinimas vasarą vyks normalioje temperatūroje $t=20^\circ\text{C}$, žiemą bus tiekiamas šiluminis agentas, kurio $t=30^\circ\text{C}$, tai $T_{0s} = 1$)
- T_m - metinis darbo laiko fondas dienomis ($T_m=254$ paros)

Reikalingų formų skaičius TT profilio perdangos plokščių stendinėje linijoje bus:

$$m_{st} = \frac{P_{st} \cdot T_{0s}}{V_g \cdot T_m} = \frac{3621,9 \cdot 1,0}{9,819 \cdot 254} = 1,452; \quad (5.6.2.2)$$

Parinkus reikiamą stendų skaičių, reikia priimti dar vieną papildomą stendą, nes pradėjus darbo dieną vienas stendas turi būti laisvas. Taigi reikalingas formų skaičius:

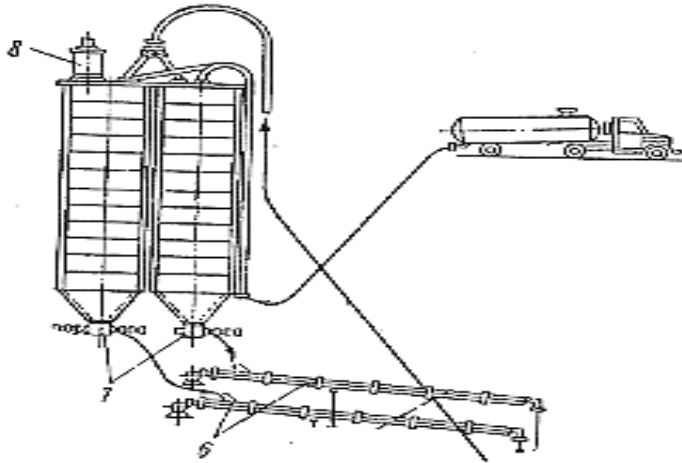
$$m_{st} = 3$$

5.7 ĮMONĖS PARUOŠIAMIEJI IR PAGALBINIAI PADALINIAI

5.7.1 CEMENTO SANDĖLIS

Cementas iš autotransporto priemonių plieniniais vamzdžiais Ø 150 mm arba sraigtiniais transporteriais (šnekais) paduodamas į cemento silosus (2vnt.). Cementas turi būti tiekiamas švariose ir techniškai tvarkinguose autotransporto talpyklose. Transportuojant ir sandėliuojant cementą, būtina jį apsaugoti nuo drėgmės ir pašalinių teršalų. Cemento priėmimo talpos turi būti įžeminamos. Kiekviena gaunama cemento partija turi turėti atitikties deklaraciją. Cementas turi būti sertifikuotas ir atitikti standarto LST EN 197-1:2001 „Cementas. 1 dalis. Įprastinių cementų sudėtis, techniniai reikalavimai ir atitikties kriterijai“ reikalavimus.

Cemento sandėliavimo technologinė schema pateikta žemiau:



čia:

8 – cemento filtras;

6 – sraigtinis konvejeris.

3.3 paveikslėlis. Cemento sandėliavimo technologinė schema.

Apskaičiuojamas reikalingas sandėliuojamo cemento kiekis m_c :

$$m_{c(sand)} = \frac{Q_{mt} \cdot C \cdot n \cdot k_1}{T_{sk} \cdot k_2}; \quad (5.7.1.1)$$

čia:

- Q_{mt} – betono paruošimo cecho metinis gamybinis pajėgumas, m^3 ;
- C – cemento sąnaudos, reikalingos paruošti vienam m^3 betono mišinio, t;
- n – norminė cemento atsarga paromis ($n = 5$);
- k_1 – koeficientas, įvertinantis iškraunamo cemento galimus nuostolius ($k_1 = 1,04$);
- T_{sk} – skaičiuojamasis darbo dienų skaičius metuose ($T_{sk} = 254$);
- k_2 – technologinių įrenginių išnaudojimo koeficientas ($k_2 = 0,943$).

$$m_c = \frac{3621,9 \cdot 0,385 \cdot 5 \cdot 1,04}{254 \cdot 0,943} = 30,273t$$

Apskaičiuojama reikalinga siloso tūris V_s , m^3 :

$$V_c = \frac{m_c}{\rho_c}; \quad (5.7.1.2)$$

čia:

- ρ_c – Cemento piltnis tankis. Skaičiuojant siloso laikomąją apkrovą maksimaliai susigulėjusio cemento ρ_c priimamas 1750 kg/m^3 ;

$$V_c = \frac{30273}{1750} = 17,299m^3;$$

Apskaičiuojamas reikalingas siloso tūris V_{siloso} , m^3 :

$$V_{siloso} = \frac{V_c}{k_3}; \quad (5.7.1.3)$$

čia:

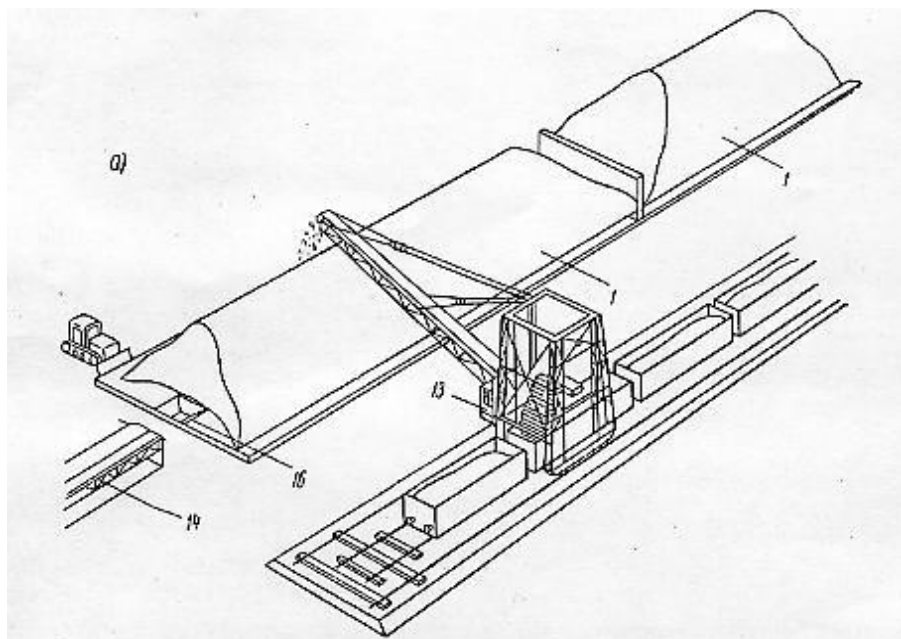
- k_3 – cemento silosų kiekis, vnt. dėl atsargos priimamas dar vienas papildomas silosas.

$$V_{siloso} = \frac{17,299}{2} = 8,65vnt;$$

5.7.2 UŽPILDŲ SANDĖLIAI

Inertinės medžiagos priimamos iš autosavivarčių mašinų ir iškraunamos į uždaro tipo sandėlius. Inertinės medžiagos priėmimo talpose sandėliuojamos atskirai pagal frakcijas ir rūšis, apsaugojant jas nuo pašalinių teršalų. Sandėlys susideda iš trijų sekcijų. Vienoje jų laikome smulkų užpildą t. y. smėlį, o kitose stambūs užpildai pagal frakcijas. Inertinės medžiagos turi atitikti standarto LST EN LST EN 12620:2003+A1:2008 „Betono užpildai“ reikalavimus. Esant vidutinei neigiamai paros temperatūrai

inertinės medžiagos sandėliuose turi būti šildomos. Principinė užpildų sandėliavimo įrangos išdėstymo schema pateikta žemiau:



5.7.2.1 pav. Inertinių medžiagų sandėliavimo technologinės įrangos išdėstymas

Stambaus užpildo sandėlio talpa:

$$V_{st} = Q_{pst} * n = 4,179 * 5 = 20,895 \text{ m}^3; (5.7.2.1)$$

čia:

- Q_{pst} – stambaus užpildo sąnaudos per dieną ar pamainą, m^3 ;
- n – norminė užpildų atsarga sandėlyje, dienomis;

Smulkaus užpildo (smėlio) sandėlio talpa:

$$V_{sm} = Q_{psm} * n = 4,82 * 5 = 24,1 \text{ m}^3; (5.7.2.2)$$

čia:

- Q_{psm} – smulkaus užpildo (smėlio) sąnaudos per dieną ar pamainą, m^3 ;
- n – norminė užpildų atsarga sandėlyje, dienomis;

Metalo abrazyvo sandėlio talpa:

$$V_{sm} = Q_{pmet} * n = 11,752 * 5 = 4,205 \text{ m}^3; (5.7.2.3)$$

čia:

- Q_{pmet} – metalo abrazyvo sąnaudos per dieną ar pamainą, m^3 ;
- n – norminė užpildų atsarga sandėlyje, dienomis;

5.7.3 ARMATŪROS SANDĒLIS

Armatūra turi būti laikoma uždaruose sausuose sandėliuose, kurie įrengiami atskirame pastate. Kadangi sandėlio plotas yra mažas, tai atskirą priestatą statyti būtų neekonomiška, tai tokiu atveju sandėlys bus pačiame ceche. Laikoma armatūra neturi užsiteršti ar rūdyti. Į gamyklą armatūrą atsivežame autotransportu. Armatūros tinklą ar karkasų visuomet turi būti paruošta, kad užtektų 8 valandoms į priekį. Horizontaliai sandėliuojami armatūros tinklai ir karkasai turi būti iki 1,5 m aukščio, vertikalčiai sandėliuojant – iki 4 m aukščio

Sandėliuojamo armatūrinio plieno kiekis Q_s , t apskaičiuojamas:

$$Q_s = \frac{Q_{arm,m}}{k_{išn} \cdot T_{sk}} \cdot k_n \cdot n \quad (5.7.3.1)$$

čia:

- $Q_{arm,m}$ – armatūros sąnaudos per metus, t;
- $k_{išn}$ – metinis technologinių įrenginių išnaudojimo koeficientas ($k_{išn} = 0,8$);
- k_n – koeficientas, įvertinantis armatūros nuostolius ($k_n = 1,02$);
- n – darbo dienų skaičius, kuriam sandėliuojama armatūra (20...25);
- T_{sk} – skaičiuojamasis darbo dienų skaičius per metus ($T_{sk}=254$).

$$Q_s = \frac{181,095}{0,8 \cdot 254} \cdot 1,02 \cdot 20 = 18,181t;$$

Armatūros sandėlio plotas S_a , m^2 apskaičiuojamas:

$$S_a = \frac{Q_{pak}}{q_{pak}} \cdot k \cdot n; \quad (5.7.3.2)$$

čia:

- Q_{pak} – armatūrinio plieno paketuose kiekis, t/parą;
- q_{pak} – sandėliavimo normos ($q_{pak} = 3,2 \text{ t/m}^2$);
- k – koeficientas, įvertinantis sandėlio panaudojimą (armatūros sandėliuojama iki 500 t, tai $k = 3$);
- n – darbo dienų skaičius, kuriam sandėliuojama armatūra (20...25);

$$S_a = \frac{0,714}{3,2} \cdot 3 \cdot 20 = 13,388m^2$$

5.7.4 PRODUKCIJOS SANDĖLIS

Visą pagamintą produkciją sandėliuojame atvirame sandėlyje. Pagaminta produkcija iš gamybos cecho išvežama autotransportu. Sandėlyje perkraunama ožiniu kranu į rietuves. Kad kraunant vienus gaminius, nebūtų apgadinti kiti, tarp gretimų rietuvių paliekami 20...40 cm pločio tarpai. Išilgai rietuvių paliekamas 0,7 – 1,0 m tarpas. Centrinio tako plotis 150 cm. Sandėlyje, paliekamas centrinis takas. Šalia sandėliavimo zonos paliekami keliai automobiliams pravažiuoti. Rietuvėje apatinių gaminių eilė dedama ant 100x100 mm skerspjūvio tašelių. Tarp gaminių dedami mediniai 60x80 mm skerspjūvio tašeliai.

TT plokščių produkcijos sandėlio plotas:

$$S_p = \frac{P_{pv} \cdot t_s \cdot k_1 \cdot k_2}{q_n}; \quad (5.7.4.1)$$

čia:

- P_{pv} – gaminių, atvežamų į sandėlį per parą, kiekis, m^3 ;
- 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 (ožiniam kranui $k_2 = 1,7$);
- q_n – sandėlio 1 m^2 plote laikomas norminis gaminių kiekis, m^3 (sandėliuojant plokštes $q_n = 0,5 m^3/m^2$)

$$S_p = \frac{14,26 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,7}{0,5} = 727,26 m^2$$

5.8 BETONO MIŠINIŲ PARUOŠIMO CECHO TECHNOLOGINIAI SKAIČIAVIMAI

Šis cechas susideda iš:

6. Tarpinių bunkerų;
6. Dozatorių;
6. Maišytuvo;
6. Transportavimo įrenginių.

Iš sandėlių medžiagos keliauja į tarpinius bunkerius, o iš jų į dozatorius. Iš dozatorių reikiami medžiagų kiekiai patenka į maišytuvą. Maišytuvui sumaišius mišinį, jis pilamas į tiektuvą ir keliauja į gamybos cechą. Čia iš tiektuvo jis patenka į klotuvą.

5.8.1 MAIŠYTUVO SKAIČIAVIMAS

Maišytuvo našumas P_v , m³/h apskaičiuojamas:

$$P_v = \frac{Q_{mt}^n}{T_m \cdot T} \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (5.8.1.1)$$

čia:

- Q_{mt}^n – cecho gamybinis pajėgumas per metus, m³;
- T_m – metinis darbo laiko fondas dienomis ($T_m=254$ paros);
- T – darbo valandų skaičius pamainoje;
- k_1 – betono mišinio sunaudojimo netolygumo koeficientas ($k_1 = 1,1$);
- k_2 – našumo atsargos koeficientas ($k_2 = 1,1$).

$$P_v = \frac{3621,9}{254 \cdot 6,4} \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 2,696 \text{ m}^3/\text{h}$$

Apskaičiuojama vieno betono mišinio ruošimo ciklo trukmė t_c , s:

$$t_c = t_p + t_m + t_i \quad (5.8.1.2)$$

čia:

- t_p – komponentų tiekimo į maišytuvą trukmė, min ($t_p - 10-20$ s);
- t_m – komponentų sumaišymo trukmė, min (slankiam betono mišiniui $t_m - 60...150$ s);
- t_i – mišinio išpylimo iš maišytuvo trukmė, min ($t_i - 10...60$ s)

$$t_c = 0,333 + 2,5 + 1 = 3,833 \text{ min}$$

Apskaičiuojamas maišymų skaičius n per valandą:

$$n = \frac{60}{t_c} = / \quad (5.8.1.3)$$

$$n = \frac{60}{3,833} = 15,654$$

Apskaičiuojamas vieno ciklinio betono maišytuvo našumas N , m³/h:

$$N = \frac{V_m \cdot n \cdot \beta}{1000} \quad (5.8.1.4)$$

čia:

- V_m – maišytuvo talpa, l;
- n – maišymų skaičius per valandą;
- β – betono mišinio išėigos koeficientas (betono mišiniui $\beta = 0,65-0,70$);

$$N = \frac{3000 \cdot 15,654 \cdot 0,675}{1000} = 31,698 \text{ m}^3/\text{h}$$

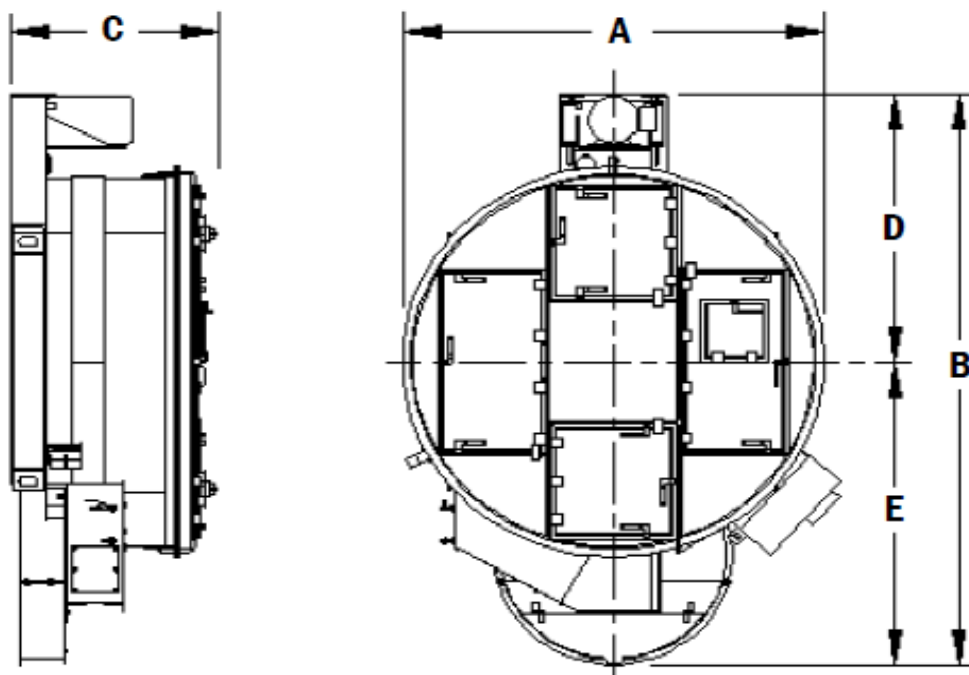
Reikalingas maišytuvų skaičius:

$$m = \frac{P_v}{N} = \frac{28,954}{31,698} = 0.91$$

Priimu, kad maišytuvas bus 1;

čia, P_v – pamainos betono pareikalavimas, m^3/h .

Šiame firmos ceche dirba **Turbin XL model 100** maišyklė 5.8.1.1 pav.. Per valandą sumaišo $31,2 \text{ m}^3$ betono mišinio. Maišytuvo parametrai pateikti 5.8.1.1 lentelėje. [26]



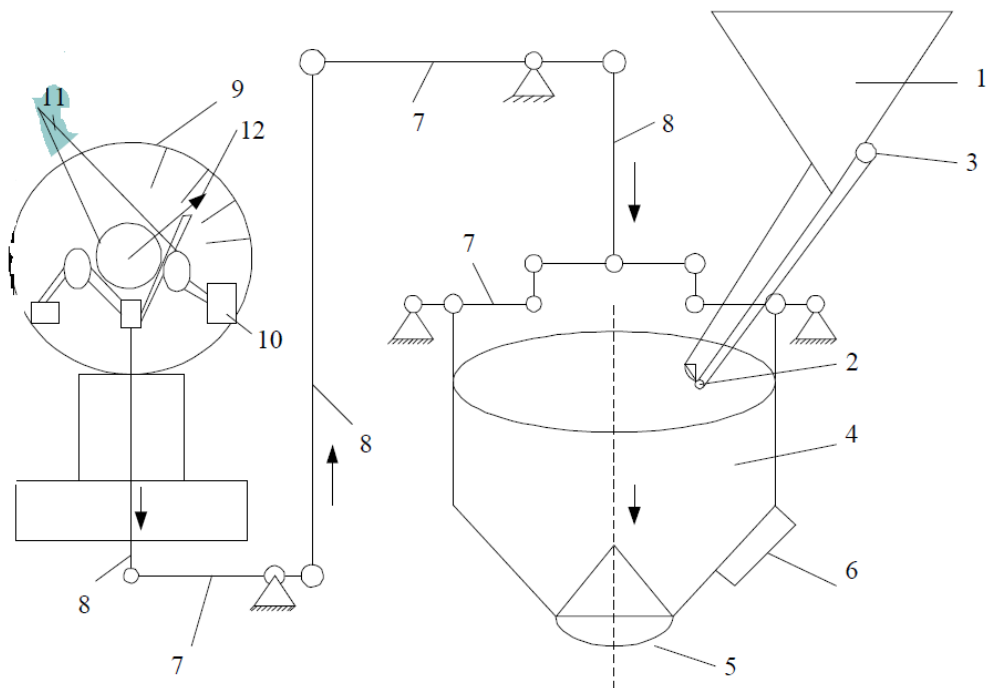
5.8.1.1 pav. HPGM 3000 maišyklė

5.8.1.1 lentelė. **Turbin XL model 100** maišyklės parametrai.

Pavadinimas	Tipas	Maksimalus medžiagų pakrovimas, l/kg	Sutankinto betono kiekis (išeiga), l	Variklio galingumas, kW
Turbin XL model 100	Planetarinės priešsrovinio maišymo	5200/1224,69	2000	30

5.8.2 DOZATORIUS

Cemento bei betono mišinio užpildai iš sandėliavimo talpyklų transportuojami į tarpinius bunkerius. Iš tarpinių bunkerių automatikos pagalba medžiagos patenka į svorinius dozatorius, kuriais medžiagos dozuojamos nustatytais kiekiais į betono maišyklę. Principinė dozatoriaus schema pateikta 5.8.2.1 pav.



5.8.2.1 pav. Principinė dozatoriaus schema.

čia:

1. bunkeris sveriamai medžiagai laikyti;
2. jo uždoris;
3. pneumatinis cilindras uždoriui automatiškai reguliuoti;
4. svėrimo bunkeris;
5. jo uždoris;
6. pneumocilindras uždoriui valdyti;
7. svirtys;
8. trauklės;
9. ciferblatinis parodantysis prietaisas rodyklėmis;
10. atsilenkiantys svarsčiai;
11. krupliastiebis su krumpliaračiu;
12. rodyklė, parodanti kiek svėrimo bunkeryje yra medžiagos.

6. PAGRINDINIAI GAMYBOS PROCESO ORGANIZAVIMO ELEMENTAI

Taikant standinę srautinę technologiją kai gaminiai formuojami ir kietinami stacionariuose postuose, visos reikalingos medžiagos ir įrengimai paskirstomi prie formuojamų gaminių, darbininkai pereina nuo vieno stendo posto prie kito. Čia darbo sąnaudos ir gamybiniai plotai yra dideli. Su standine gamybos technologija yra galimybė disponuoti perdangos plokščių pločiais, bei ilgiais. Plokštės pjaustomos atsižvelgiant į kliento poreikius – pageidaujamu ilgiu ir kampu. Svarbiausias standinės srautinės gamybos pranašumas — gaminys, kol įgyja numatytą stiprumą, kietėja formavimo poste, todėl išvengiama betono struktūros pažeidimų nuo galimų įvairių priežasčių (formų deformacijų, smūgių transportuojant ir kt.). Be to, formos gali būti paprastesnės ir lengvesnės negu kilnojamosios, nes yra ant tvirto pagrindo. Stendai apšildomi garu, paduodamu įrengtais po padėklais vamzdžiais. Gaminant

konstrukcijas, armuotas įtemptą armatūrą, išankstiniai įtempimai, kol sukietėja betonai, perduodami specialioms atramoms.

Darbas formavimo linijoje vyksta viena pamaina, 6,4 valandas, 12 mėnesių per metus. Darbo režimas parenkamas pagal susidariusią padėtį ant formavimo stalų atskirai kiekvieną darbo dieną ir pagal užsakymų kiekį. Formavimo stalo darbo režimas:

1. Stalo valymas. Valymas vykdomas valymo - tepimo vežimėlio pagalba. Jeigu reikia, atskirose vietose valymas atliekamas rankiniu būdu grandiklių pagalba.
2. Stalo tepimas. Atliekamas tuo pačiu vežimėliu, purškiant tepalą ant išvalytos juostos.
3. Armatūros paklojimas ant stalo.
4. Armatūros tinklų ir įdėtinių detalių sudėjimas.
5. Armatūros įtempimas. TT profilio perdangų plokštės gaminamos su įtemptą armatūrą, kuri įtempta prieš betonavimą. Įtempimas yra vykdomas armatūros įtempimo stotelėmis.
6. Betono klojimas. Yra atliekamas formavimo mašinos pagalba.
7. Suformuoto gaminio betono pirminis kietėjimas (terminis apdirbimas). Suformuotas gaminys iš karto uždengiamas polietileno plėvele.
8. Armatūros atleidimas. Atleidimas vykdomas dujiniu metalo pjovikliu.
9. Gaminų nukėlimas nuo formavimo juostos tiltinio krano pagalba.

Stendinė gamyba mažiau mechanizuota ir dėl to kapitaliniai įdėjimai mažesni. Kai gamybos apimtis maža, tokia technologija ekonomiška.

Stendinei srautinei technologijai reikalingos medžiagos ir pusgaminiai pristatomi į visus postus. Tada reikalinga sudėtingesnė cechų vidaus transporto sistema. Darbo našumas, kai darbininkai pereidinėja iš vieno posto į kitą, mažesnis negu tada, kai technologinės operacijos atliekamos pastovioje darbo vietoje. Esant stendinei srautinės gamybos technologijai, elektros, garo ir suslėgto oro tiekimo į postus linijos sudėtingesnės ir ilgesnės.

Suformuotų gaminių kietėjimo trukmės yra daug kartų ilgesnės už kitų technologinių operacijų suminę trukmę, todėl neracionaliai panaudojami gamybiniai plotai. Tokios technologinės linijos dažnai organizuojamos atviruose poligonuose.

Stendiniu srautiniu būdu gaminiai gaminami stacionariose metalinėse formose ir gelžbetoninėse formose — matricose. Tokios formos išdėstomos vienoje arba keliose eilėse, paliekant technologinius praėjimo takus.

Didelių matmenų gaminiai, armuoti paprastą arba įtemptą armatūrą, gaminami formose be dugnų, montuojant jas ant lygaus paviršiaus stendo.

Įvertinus stendinės srautinės gamybos pranašumus ir trūkumus, šiuo būdu tikslinga gaminti ilgas (12 m ir ilgesnes) gelžbetonines konstrukcijas, armuotas įtemptą armatūrą. Tokios konstrukcijos gaminamos ant ilgų arba trumpų stendų ir jėgos formose.

6.1 TECHNOLOGINIO REŽIMO CHARAKTERISTIKOS

Gamybos linijos ritmas (taktas) – tai laiko intervalas tarp dviejų vienas po kito pagamintų gaminių.

$$r = \frac{60}{T} \cdot n_1 \cdot n_2; \quad (6.1.1)$$

čia:

- čia r – srautinės linijos ritmas (taktas), min;
- T – gamybos tempas (per valandą pagaminamas gaminių kiekis Phv vienetais);
- n_1 – gaminių skaičius stendo ilgyje;
- n_2 – gaminių skaičius stendo plotyje.

$$r = \frac{60}{0,345} \cdot 4 \cdot 1 = 695,652 \text{ min.}$$

6.2 TECHNOLOGINIŲ OPERACIJŲ TRUKMĖS

Operacijų trukmių grafike technologinis procesas suskaidytas į atskiras operacijas, nurodant jų atlikimo eiliškumą ir trukmę. Stendiniam gamybos būdui būdinga:

1. gamybos proceso suskaidymas į lygias operacijas, kurių sinchroniškumas yra gamybos nenutraukiamumo prielaida;
2. gamybos operacijos priskiriamos tam tikroms darbo vietoms, kurios išdėstomos pagal technologinio proceso eigą;
3. lygiagretus gamybos operacijų atlikimas visose arba keliose darbo vietose;
4. nenutrūkstamas gamybai reikalingų elementų perkėlimas iš vieno gamybos posto į kitą;
5. specialus tarp operacinis transportas, kuris gabena darbo objektus ir palaiko nustatytą gamybos ritmą.

Čia taip pat pateikiamos elementaraus gamybos ciklo trukmės, darbininkų ir įrenginių užimtumas. Technologinių operacijų trukmės priimtos atsižvelgiant į gamybos linijos ritmą.

6.3 PAGRINDINIŲ TECHNOLOGINIŲ IR TRANSPORTAVIMO ĮRENGINIŲ CIKLOGRAMOS

Pagrindinių įrengimų darbo ciklogramos sudarytos atsižvelgiant į įrengimų atliekamų operacijų trukmes ir kitų technologinių operacijų trukmes. Darbinis įrengimų greitis priimtas pagal technines įrenginio charakteristikas ir technologinius veiksnius. Pateikti kai kurių įrengimų greičiai:

- Tiltinis kranas. Vidutinis jo greitis 20 - 30 m/min;
- Betono transporto vežimėlis. Vidutinis jo greitis 12 - 27 m/min;
- Betono klotuvas. Jo judėjimo greitis 1,8 - 29,7 m/min.

Sudarytos šių įrengimų ciklogramos: betono klotuvo, armatūros tiekimo vežimėlio, tiltinio kranų, dozatorių, tarpinio bunkerio, produkcijos išvežimo vežimėlio, tarversos panaudojimo, valymo tepimo vežimėlio. Įrengimų ciklogramos pateiktos grafinėje darbo dalyje.

6.4 GAMYBOS SĄNAUDŲ SKAIČIAVIMAI

Ceche dirba penki pagrindiniai darbininkai: vienas III kategorijos operatorius, kuris valdo automatizuotus procesus, du armatūrininkai IV kategorijos, atliekantys visas armavimo operacijas, transportavimo operacijas aptarnaujantis stropuotojas II, betonuotojas IV ir III kategorijos formuotojas.

Gamybos darbininkams nustatomi valandiniai tarifiniai atlygiai pagal jų kvalifikacijos kategorijas. Valandiniai tarifiniai atlygiai pagal darbuotojų kategoriją pateikti 6.4.1 lentelėje.

6.4.1 lentelė. Valandiniai tarifiniai atlygiai pagal darbuotojų kategoriją

Darbuotojo kategorija	1	2	3	4	5	6
Darbo valandos įkainis, €/h	2,71	3,03	3,59	4,06	4,39	4,98

Tam tikros kvalifikacijos kategorijos darbininko mėnesinis atlyginimas (€) apskaičiuojamas mėnesinį darbo laiką (val.) padauginus iš atitinkamai kategorijai priskiriamo valandinio tarifo. Darbininkų mėnesiniai atlyginimai pateikti 6.4.2 lentelėje.

6.4.2 lentelė. Darbininkų mėnesiniai atlyginimai

Pareigybės	Valiuta	Mėnesio atlyginimas	Metų atlyginimai
Gamybos vadovas V	€	738,11	8857,32
Operatorius III	€	603,34	7240,08
Formuotojas III	€	603,34	7240,08
Betonuotojas IV	€	682,65	8191,8
Stropuotojas II	€	509,43	6113,16
Operatorius IV	€	682,65	8191,8
Armatūrininkas IV	€	682,65	8191,8
Viso darbuotojų $D_{pagr} = 7$	Viso: $S_{darb} =$		54026,04

Apytikslis energijos poreikis 1m^3 gaminio pagaminti parodytas 6.4.3 lentelėje.

6.4.3 lentelė. Apytikslis energijos poreikis 1m^3 gaminio pagaminti

Energijos rūšys	Kiekis 1m^3 gaminiui pagaminti	Energijos vieneto kaina. €
Dujos, m^3	10	0,37
Elektros energija, <i>kWh</i>	35	0,13
Vanduo, m^3	0,21	0,50 (+0,55 jei kanalizuojamas)
Tepalas, <i>kg</i>	2,2	2,03

7. EKONOMINĖ DALIS

Gamybos kaštų skaičiavimas gaminiui

Gelžbetoninių plokščių gamyklos statybos ir įrengimo kainai apskaičiuoti buvo sudaroma sustambinta sąmata (pateikta 1 priede). Sudarant šią sąmatą skaičiavimai buvo atliekami pagal parengtus projektinius brėžinius, sustambintus darbų, konstrukcinių elementų vienetų kiekių skaičiavimus. Apytikslė gamyklos statybos kaina yra lygi 761425,17 Eur. produkcijos gamybai reikalingų įrenginių bei mašinų įrengimas kainuos 609140,14 Eur. Taigi įvertinus visas išlaidas, reikalingas užbaigti gamyklos įrengimo darbus bei jai tinkamai pradėti veikti, gauta suma lygi 1370565,31 Eur. Planuose, kad ši investicija atsipirks per 6 - 8 metus.

Įvertinus gelžbetoninių TT profilio perdengimo plokščių kainą rinkoje, įvertiname pagrindinių bei pagalbinių gamybai reikalingų medžiagų kainas, sandėliavimo išlaidas, energijos išlaidas, taip pat išlaidas darbuotojų atlyginimui, mokesčius, amortizacinius nuostolius. Gauti rezultatai pateikti lentelėse.

7.1 lentelė. TT 2400-500/150 gaminio pagaminimo išlaidų suvestinė

Eil. Nr	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Gamybos kainos (franko) per metus			1 m ³ gaminio gamybos kaina	
			Kiekis	Vnt. kaina be PVM	Suma, €	Kiekis 1m ³	Suma, €
1	2	3	4	5	6	7	8
0	Pagr. Medžiagos:						
	Cementas	t	1482	71	105222	0,385	91,21
	Smėlis (0/4mm)	m ³	500,916	12,73	6376,66	0,338	4,3
	žv. skalda (4/16mm)	m ³	627,280	6,8	4265,5	0,293	1,99
	Armatūra	t	74,1	724,05	53652,11	0,05	36,2
	Metalo abrazyvas	t	232,06	---	---	0,157	---
	Superplastiklis	kg	8555,586	2,89	24725,64	5,773	16,68
	LatexSika priedas	kg	57560,88	1,00	57560,88	38,84	38,84
1	Viso :	----			251802,79		189,22
2	Pagalbinės medžiagos	€	5% nuo pagr. medž.	-	12590,14	-	9,461
3	Sandėliavimo išlaidos	€	8% nuo pagr. medž.	-	20144,22	-	15,14

4	Kuras ir energija						
	dujos	m ³	14820	1,28	5483,4	10,000	12,8
	elektros energija	kWh	51870	0,13	6743,1	35,000	4,55
	Vanduo:						
	nekanalizuojamas	m ³	244,53	0,5	122,27	0,165	0,08
	kanalizuojamas	m ³	93,534	1,06	99,14	0,045	0,05
	Tepalas	kg	3260,4	2,03	6618,6	2,200	4,45
5	Pagrindinis darbo užmokestis	€	-	-	54026,04	-	36,46
6	Papildomas darbo užmokestis	€	8% nuo pagr. darb. užmok.	-	4322,08	-	2,92
7	Socialinis draudimas	€	31% nuo viso darb. užmok.	-	16748,07	-	11,3
8	Įrengimų išlaikymo ir eksploataavimo išlaidos	€	20% nuo pagr. medž.	-	50360,56	-	37,84
9	Įrengimų nusidėvėjimas	€	2% nuo pagr. medž.	-	5036,06	-	3,78
10	1 m ³ gaminio savikaina ceche (1-9)	€	-	-	434096,47	-	328,05
11	Bendrosios gamyklos išlaidos	€	100% nuo pagr. darb. užmok	-	54026,04	-	36,46
12	Negamybinės išlaidos	€	20% nuo 10p.	-	86819,29	-	65,61
13	1 m ³ gaminio visa savikaina (10-12)	€	-	-	-	-	430,12
14	Gaminio savikaina gamybos ceche	€	13p. padauginus iš gam. tūrio	-	-	-	1593,59
15	Pardavimo kaina	€	Ne mažiau 8% pelno	-	-	-	1912,31
16	Pardavimo kaina su PVM	€	15p.+21% PVM	-	-	-	2313,89

17	1 m ³ gaminio pardavimo kaina su PVM	€	16p. padalinus iš gam. tūrio	-	-	-	624,53
----	---	---	------------------------------------	---	---	---	--------

7.2 lentelė. TT 3000-800/200 gaminio pagaminimo išlaidų suvestinė

Eil. Nr	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Gamybos kainos (franko) per metus			1 m ³ gaminio gamybos kaina	
			Kiekis	Vnt. kaina be PVM	Suma, €	Kiekis 1m ³	Suma, €
1	2	3	4	5	6	7	8
0	Pagr. Medžiagos:						
	Cementas	t	1482	71	105222	0,385	91,21
	Smėlis (0/4mm)	m ³	500,916	12,73	6376,66	0,338	4,3
	žv. skalda (4/16mm)	m ³	627,280	6,8	4265,5	0,293	1,99
	Armatūra	t	74,1	724,05	53652,11	0,05	36,2
	Metalo abrazyvas	t	232,06	---	---	0,157	---
	Superplastiklis	kg	8555,586	2,89	24725,64	5,773	16,68
	LatexSika priedas	kg	57560,88	1,00	57560,88	38,84	38,84
1	Viso :	----			251802,79		189,22
2	Pagalbinės medžiagos	€	5% nuo pagr. medž.	-	12590,14	-	9,461
3	Sandėliavimo išlaidos	€	8% nuo pagr. medž.	-	20144,22	-	15,14
4	Kuras ir energija						
	dujos	m ³	14820	1,28	5483,4	10,000	12,8
	elektros energija	kWh	51870	0,13	6743,1	35,000	4,55
	Vanduo:						
	nekanalizuojamas	m ³	244,53	0,5	122,27	0,165	0,08
	kanalizuojamas	m ³	93,534	1,06	99,14	0,045	0,05
	Tepalas	kg	3260,4	2,03	6618,6	2,200	4,45
5	Pagrindinis darbo užmokestis	€	-	-	54026,04	-	36,46
6	Papildomas darbo užmokestis	€	8% nuo pagr. darb. užmok.	-	4322,08	-	2,92
7	Socialinis draudimas	€	31% nuo viso darb. užmok.	-	16748,07	-	11,3

8	Įrengimų išlaikymo ir eksploataavimo išlaidos	€	20% nuo pagr. medž.	-	50360,56	-	37,84
9	Įrengimų nusidėvėjimas	€	2% nuo pagr. medž.	-	5036,06	-	3,78
10	1 m ³ gaminio savikaina ceche (1-9)	€	-	-	434096,47	-	328,05
11	Bendrosios gamyklos išlaidos	€	100% nuo pagr. darb. užmok	-	54026,04	-	36,46
12	Negamybinės išlaidos	€	20% nuo 10p.	-	86819,29	-	65,61
13	1 m ³ gaminio visa savikaina (10-12)	€	-	-	-	-	430,12
14	Gaminio savikaina gamybos ceche	€	13p. padauginus iš gam. tūrio	-	-	-	2629,75
15	Pardavimo kaina	€	Ne mažiau 8% pelno	-	-	-	2945,32
16	Pardavimo kaina su PVM	€	15p.+21% PVM	-	-	-	3563,84
17	1 m ³ gaminio pardavimo kaina su PVM	€	16p. padalinus iš gam. tūrio	-	-	-	582,90

7.3 lentelė. Gelžbetoninių plokščių gamybos techniniai ekonominiai metiniai rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklių pavadinimai	Matavimai	Reikšmė
1	Gamybinis plotas	m ²	1766
2	Metinis įmonės pajėgumas:		
	a) produkcijos apimtis	m ³ /vnt	3621,9 / 750
	b) produkcijos apimtis	€	1795786
3	Pagrindinių dirbančiųjų skaičius	žm.	7
4	Išdirbis:		
	a) produkcijos apimtimi	m ³ /žm.	517,414
	b) pinigine išraiška	€/žm.	256540,86

5	Gaminio savikaina:		
	a) vieneto	€/vnt.	2111,67
	b) metinė	€	1557848,5
6	Pelnas:		
	a) vieneto	€	317,15
	b) metinis	€	237937,5
7	Gamybos rentabilumas	%	>15 (%)

8. TIRIAMOJI PROJEKTO DALIS

8.1 METALO ATLIEKŲ PANAUDOJIMAS

Laivų gamybos - remonto technologijoje susidaro ekologiškai pavojingos gamybinės atliekos, kurios sudarytos iš metalo ir atikorozonų dangų dulkių. Per metus jų susidaro apie 120 tūkst. tonų, kurios paprastai sandėliuojamos gamyklos teritorijoje. Jų utilizavimas yra didelė ekologinė problema, kuri yra sprendžiama šiame darbe. Šiame moksliniame darbe yra nagrinėjama laivų gamybos ekologiškai pavojingų aplinkai atliekų panaudojimas betoninių gaminių technologijoje.

Yra paskelbta daug mokslinių darbų, kuriuose atliekos su sunkiaisiais metalais yra utilizuojamos cementinėje matricoje [1-4]. Cementas yra labiausiai pritaikomas rišiklis, kuris naudojamas sunkiųjų metalų imobilizacijai. Sunkieji metalai bendrai nusodinami su kalciumu kaip dvigubas hidroksidas ($\text{Ca}_2\text{Cr}(\text{OH})_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{OH})_{24}\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ir $\text{CaZn}(\text{OH})_{26} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Šie junginiai yra kristalinių būsenų, kurios yra sunkiųjų metalų priemaiša C3S suspensijos ir amorfinės būsenos sunkiojo metalo priemaiša C3S junginys. Tyrimai [3] parodė, kad sunkiųjų metalų priemaišos, pagerina kalcio karbonato susiformavimą C3S hidratacijos procese terpėje, kurioje yra anglies dioksido.

Savaite [5] Morrison [6] tyrė cemento hidratacijos delsimą, kuris atsiranda panaudojus sunkiųjų metalų ISF šlako visiškai arba dalinai pakeitus smėlį gaminant betono mišinį.

Siūloma detaliai mechanizuoti uždelimą, kurį sukelia sunkiųjų metalų jonai pvz., cinko ir švino, įskaitant metalo hidroksido virsmas metalo hidroksido radikalais. Ši virsmo reakcija naudoja kalcio ir hidroksido jonus iš aplinkinio tirpalo, lėtina jų praleidžiančias savybes ir todėl susidaro CSH ir $\text{Ca}(\text{OH})_2$ nuosėdos.

Fero-silikatinis šlakas cinko gamyboje gali būti naudojamas kaip smėlio pakaitalas, cementinių mišinių gamyboje. ISF šlako sudėtyje yra nedideli kiekiai cinko ir švino, kurie kaip žinoma yra, pailgina betono stingimo ir kietėjimo laiką. Tyrimų rezultatai parodo stingimo lėtėjimo įtaką, tačiau šis sulėtėjimas neatrodo žalingas betono hidratacijai. Jei susidaro drebučių pavidalo sluoksnis, kuris yra prisotintas cinko ir švino jonų, aplink cemento grūdėlius kiekis betono mišiniui, mišinio kietėjimas yra pristabdomas, kai šis sluoksnis yra sutrikdytas tai yra įvyksta cheminės reakcijos, betonas stingsta toliau. Plovimo tyrimai tyrimai rodo, kad sumalto kieto kuro pelenai ir žemės granulių aukštakrosnės šlakas turi galimybę sumažinti švino ir cinko jonų kiekį ISF šlako sudėtyje, naudojant net ir labai šarminius tirpalus [6].

Bendra apžvalga ir potencialus juodųjų, spalvotųjų metalų ir metalo šlako utilizavimo būdas – pastatų perdengimo plėščių ar betoninės kelių dangos gamyba. Plieno gamybos šlakai, kurie yra neperdirbami, gali būti panaudojami asfaltbetonio gamybai (tokio asfaltbetonio struktūra yra stabilesnė ir slydimui atsparesnė), taip pat gali būti naudojama statinių pamatų įrengimo technologijoje [7].

Yra ištirta galimybė naudoti šlako granules cementiniuose skiediniuose ir betonuose dėl cinko ir švino dalelių, iš dalies pakeičiant smėlį mišinių sudėtyje. Pagrindiniai šio šlako komponentai yra Ca, Si, Fe ir Al junginiai. Švino koncentracija šlako ganulėse yra keli procentai. Šlako dalelės yra tinkamo dydžio, tad ši medžiaga gali būti geras smėlio pakaitalas skiedinių bei betonų mišiniams pagerinantys jų mechanines savybes, tačiau gali kilti problemų dėl švino pasišalinimo iš betono, jį veikiant rūgštiniais skysčiais, beto dėl betono sudėtyje esančio švino, jo perdirbimas taip pat pasidaro sudėtingesnis [8].

Moksliniai tyrimai [10] tiria cemento ir plieno gamybos šlako (tai šalutinis produktas gaunamas plieno gamybos iš geležies proceso metu) ypatybes ir hidratacijos reakciją, geležies plieno konvertavimo proceso šalutinis produktas. Daroma išvada, kad šlakas gali būti naudojamas gaminant sudėtinius portlandcemenčius, kurių stiprumo klasės yra 42,5 ir 32,5 EN 197-1. Be to, šlakiniai cementai atitinka visas reikiamas fizines savybes. Plieno šlako lėtina cemento hidratacijos reakciją, dėl riboto C2S ir mažo kalcio silikatai kiekio.

Taip pat yra atlikti moksliniai tyrimai apie keturis oksidus, kurie išsiskiria iš neorganinių atliekų jas termiškai apdorojant: ZnO, Cr2O3, PbO ir Fe2O3 . Eksperimentinių rezultatų analizė rodo, kad Fe2O3 neturi įtakos stipriui gniuždant naujiems bandiniams; tačiau per laikui bėgant pastebėta, jog stipris gniuždant mažėja. [11].

Taip pat yra nagrinėtas chromuotos geležies šlako savybės ir standartinio portlandcemenčio mišinio su šiuo šlaku fizinės bei mechaninės savybės gaminant sunkiojo betono gaminius [12]. Didelis atsparumas gniuždymui, tūrio stabilumo, didelės masės, geras atsparumas nusidėvėjimui ir smūgiams rodo, kad šis šlakas gali būti labai plačiai panaudojamas betoninių kelio dangų gamyboje.

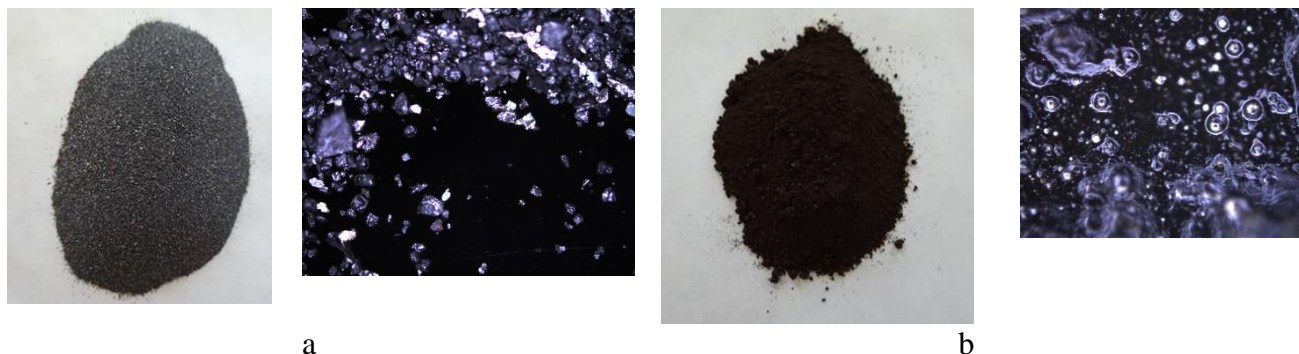
Buvo atlikti hidratacijos šiluminės kreivės, vandens garinimo, kietėjimo trukmės ir SEM bandymai siekiant giliau patikrinti gaminius su chromuotos geležies šlakais. Rezultatai rodo, kad plieno šlako miltelių poveikis portlandcemenčio hidratacijos procesui yra labai panašus į natūralią portlandcemenčio cheminę sudėtį ir mineralinę struktūrą. Tai yra dėl to, kad šio šlako sudėtyje yra didelis kiekis MgO, MnO₂ , P₂ O₅ plieno šlako ir MgO kieto. [13].

8.2 MOKSLINIS TYRIMAS

8.2.1 NAUDOJAMOS MEDŽIAGOS

Prekinis portlandcementis CEM I 42.5 R (savitasis dalelių paviršius 378 kg/m², pradinio nustatymo laikas – 105 min, stipris gniuždant – 29.1 MPa (po 2 dienų) ir 54.3 MPa (po 28 dienų)) mineralinė struktūra C₃S = 56.38%; C₂S = 16.34%; C₄AF = 10.72%; C₃A = 8.6% yra naudojama šiame tyrime.

UAB „Vakarų metalgama“ laivų statybai, laivų remontui ir metalų konstrukcijų gamyboje naudojamą lakštinį ir profilinį metalo valymą atlieka su metalo šarpatų srautu. Taigi, šioje pradinėje metalų paruošimo stadijoje susidaro metalų dalelių ir dulkių atliekos (toliau tekste 1-os atliekos). Kitame metalo pjovimo bare automatinėmis metalo pjovimo plazma mašinomis specialiose voniose po vandeniu pjaunamos metalinės detalės. Voniose be metalų šlakų susidaro metalo pjovimo mašinų dumblas (toliau tekste 2-os atliekos). Šių dviejų atliekų smulkumas ir cheminė sudėtis skiriasi. Darbe buvo tirtos metalų dalelių ir dulkių atliekos. Jų nuotraukos ir optinio mikroskopo nuotraukos yra pateiktos 8.2.1.1 pav.



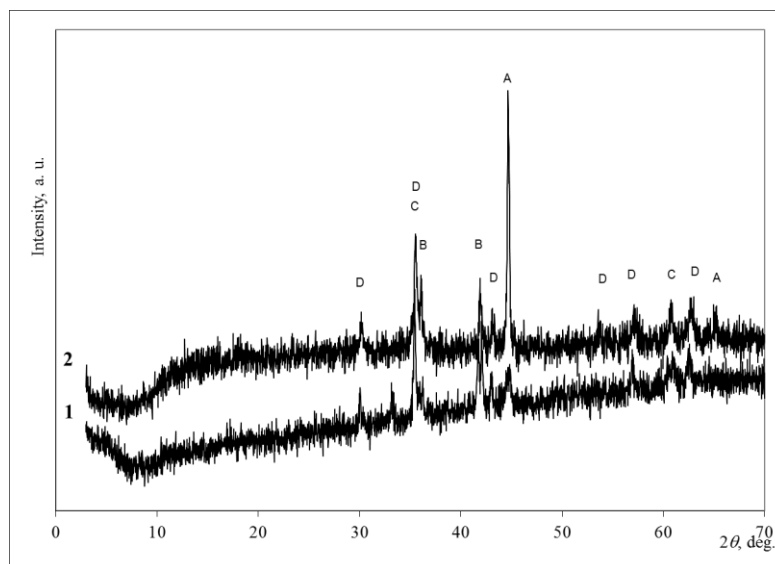
8.2.1.1 pav. Nuotraukos ir optinio mikroskopo nuotraukos 1-ų atliekų (a) ir 2-ų atliekų (b). Optinio mikroskopo didinimas 10 kartų.

Rentgeno spindulių fotoelektronų spektroskopijos (XPS) metodu nustatyta elementinė atliekų sudėtis ir pateikta 8.2.1.1 lentelėje.

8.2.1.1 lentelė. Atliekų elementinė sudėtis, %

No	Fe	Mn	Si	Zn	Ca	P	Gd	Al	Cr	Eu	Cu	Ni	Nb	V	S
1	97.74	1.26	0.33	0.02	0.10	0.16	0.11	0.03	0.07	0.07	0.05	0.03	0.03	-	-
2	95.11	2.65	0.87	0.49	0.24	0.17	0.10	0.09	0.08	0.08	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02

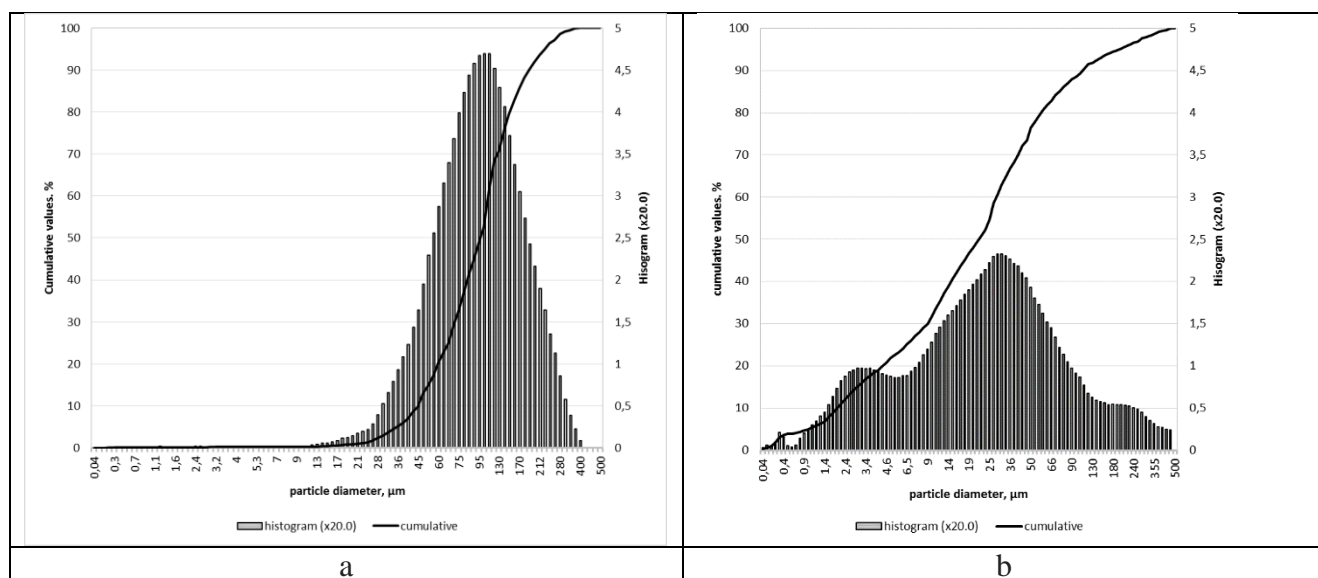
Abiejose tirtose atliekų grupėse vyraujančią masės procentinę dalį sudaro geležis ir jos turintys junginiai. Be geležies didžiausią dalį sudaro manganas 1.26% arba 2.65%, atitinkamai 1-ose atliekose ir antrose atliekose. Visų likusių elementų kiekiai nesiekia 1%. Remiantis nustatyta elementine sudėtimi tirtos atliekos yra gana panašios. 2-ose atliekose yra dvigubai daugiau mangano, lyginant su 1-omis atliekomis.



8.2.1.2 pav. tirtų atliekų rentgenografinė analizė. 1-os atliekos (1); 2-os atliekos (2) A – geležis Fe; B – geležies oksidas $Fe_{974}O$; C - hematitas Fe_2O_3 ; D - magnetitas Fe_3O_4

Atlikus rentgenodifrakcinę analizę (8.2.1.2 pav.) nustatyta, kad tirtose abejuose atliekose vyrauja geležis ir geležies oksidai. Vidutinis dalelių skersmuo yra 108.92 μm , savitasis paviršius 100.2 cm^2/g (8.2.1.2 pav., b).

Iš jų akivaizdžiai matyti, kad šratinų atliekų dalelės yra tolygiau pasiskirsčiusios pagal jų skersmenis lyginant su dumblo atliekomis, tačiau pastarosiose atliekose vyrauja daugiau smulkių dalelių nei šratinėse.



8.2.1.3 pav. Dalelių dydžio išsidėstymas 1-os atliekos (a) ir 2-os atliekos (b).

8.2.2 EKSPERIMENTO EIGA

Rentgeno spindulių difrakcijos miltelių duomenys buvo nustatyti DRON-6 rentgeno difraktometru kartu su Bragg-Brentano geometrija naudojant nefiltruotą $Cu K\alpha$ spinduliuotę ir grafitinį

monochromatorių, veikiančių su 30 kV ir 20 mA emisijos srove. Žingsninis skenavimas apima 2°-70° kampą su $2\theta = 0.02^\circ$ žingsniu.

Pramonės atliekų dalelių granulimetrinė sudėtis buvo nustatyta su lazeriniu granulionetru „Cilas 1090LD“.

Sinchroninė terminė analizė (STA) (diferencialinės skenavimo kalorimetrija ir termogravimetrija) buvo atlikta su Netzsch STA 409 PC Luxx aparatu su keraminiais laikikliais. Keičiant kaitinimo temperatūrą $10^\circ\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$, temperatūra kyla nuo 30°C iki 1000°C pagal aplinkos atmosferą.

Tiriamų atliekų struktūra buvo tiriama mikroskopu „Zeiss Axio Imager.Z2m“. Nuotraukos buvo padarytos esant 10 kartų didinimui.

Kiekybiniai elementų matavimai atliekose buvo atlikti naudojant rentgeno spindulių fluorescencijos spektrometrą TIGER S 8

Buvo formuojami $40\times 40\times 160$ mm smulkiagrūdžio betono bandiniai. Bandiniai sutankinti pagal LST EN 196-1 standartą. Po 28 dienų kietinimo nustatytas jų tankis, lenkimo ir gniuždymo stipris. Visų tyrimai buvo atliekami pagal eurokodą EN 196-1:2005.

Siekiant nustatyti iš tirtų atliekų sunkiųjų metalų išsiplovimą tyrimas buvo atliktas pagal LST EN 12457-2:2003 standartą. Sunkiųjų metalų analizė atlikta atominės absorbcijos spektrometrija, naudojant grafinę krosnį (ISO 11047:2004; EPA Method 7010:2007).

8.3 REZULTATAI

Buvo pagamintas betonas be stambių užpildų, tam kad nustatyti optimalų atliekų kiekį, kurį galima naudoti kokybiškam betonui gauti. Siekiant betono gamyboje utilizuoti didelį kiekį tokių atliekų, jos buvo dedamos vietoj užpildo, t.y. dalis smėlio betone buvo pakeistas atliekomis. Dalis smėlio (5%, 10% arba 15%) šiame betone buvo keista atliekomis.



8.3.1 pav. Bandinių gaminimas

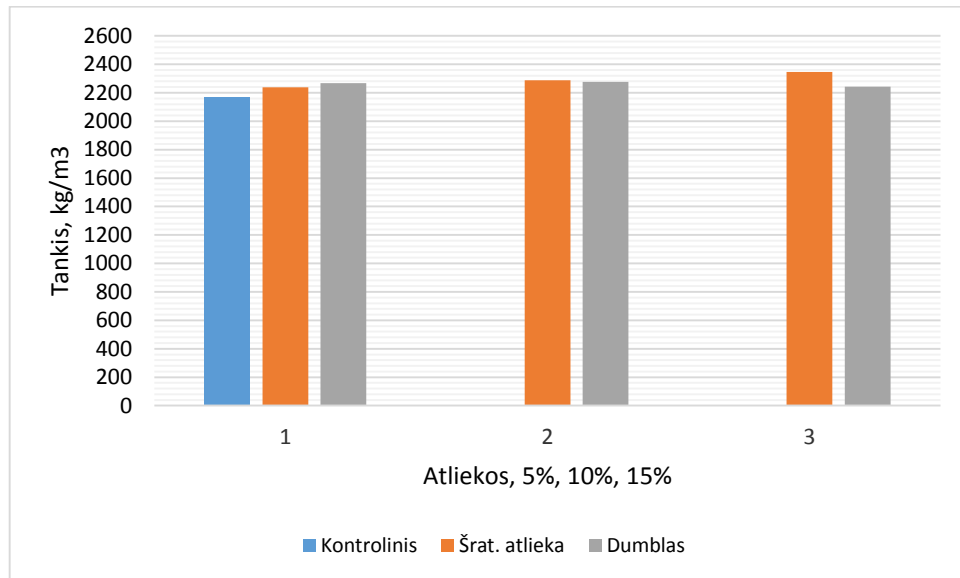


8.3.2 pav. Plazminio pjaustymo metu susidariusio dumblo džiovinimas.

8.3.1 lentelė. Smulkiagrūdžio betono sudėtys nustatytam nustatytam tūriui, užpildyti 3 bandinių formas (16x4x4), naudojant šratavimo bei plazmos dumblo atliekas.

Komponentai	Sudėčių pavadinimai ir medžiagų kiekiai, g						
	Reference	1-5	1-10	1-15	2-5	2-10	2-15
Portlandcement CEM I 42.5R	600	600	600	600	600	600	600
Vanduo	300	300	300	300	300	300	300
Smėlis fr. 0/4	1800	1710	1620	1530	1710	1620	1530
1-atlieka	-	90	180	270			
2-atlieka	-	-	-	-	90	180	270

Kadangi atliekose vyrauja sunkios metalo dalelės, tai, kad pagaminto skiedinio tūrinė išeiga visais atvejais būtų tokia pati, smėlio dalis atliekomis buvo keičiama ne pagal masę, o pagal tūrį. Visi kiti smulkiagrūdį betoną sudarantys komponentų santykiai visais atvejais išlaikyti tie patys, t.y. portlandcemenčio ir vandens kiekis tas pats. Tokiu būdu, buvo pagamintos 7 skirtingos skiedinio sudėtys, kur viena buvo kontrolinė be atliekų, o kitos – su 5, 10 ir 15 % atliekų vietoj smėlio. Visos skiedinio sudėtys, skaičiuojant užpildyti tris 16x4x4 bandinių formų tūrius, pateiktos 7.3.1 lentelėje.



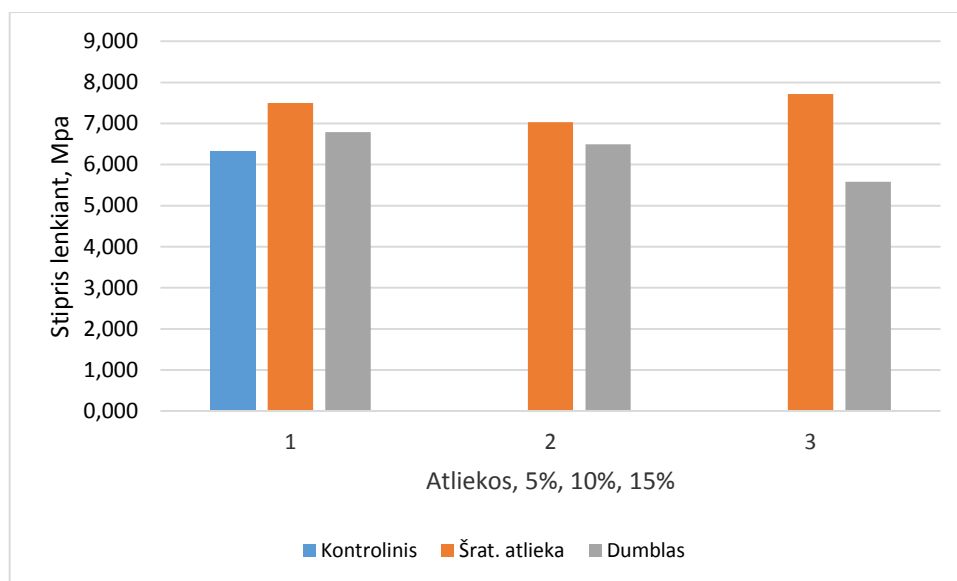
7.3.3 pav. Betono, su tirtomis atliekomis, tankis po 28 parų kietėjimo. Žymuo: 1-atlieka ir 2-atlieka.

Rezultatai parodė, kad didesnis panaudotų atliekų kiekis keičiant atitinkamą dalį smėlio ženkliai didina skiedinio tankį lyginant su kontroline sudėtimi. Naudojant 1-atlieka bandinių tankis padidėjo nuo 2168,43 kg/m³ iki 2347,34 kg/m³, o naudojant 2-atlieka nuo 2168,43 kg/m³ iki 2276,8kg/m³ (8.3.3 pav.). Toksai gautas betono bandinių tankis yra panašus į įprasto stambiagrūdžio betono tankį, kuris paprastai būna 2250-2400 kg/m³ ribose. Tai galima paaiškinti žymiai didesniu už kvarcą geležies tankiu.

Lenkimo ir gniuždymo tyrimai atliekami laboratorijoje patikrintais ir sertifikuotais presais. Lenkimo stipriui nustatyti buvo naudojamas vienas bandinys, o gniuždymo bandymam buvo tiriami po du bandinius tikslumui užtikrinti.

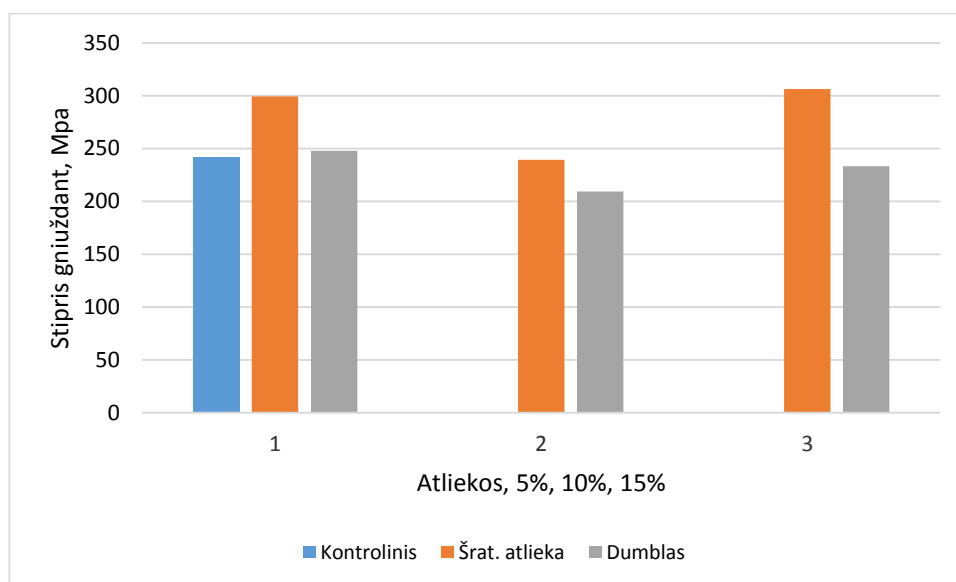


8.3.4 pav. Lenkimo ir gniuždymo tyrimam naudoti presai



8.3.5 pav. Stiprio lenkiant priklausomybė nuo panaudotų atliekų kiekio smulkiagrūdžio betono mišinyje po 28 parų.

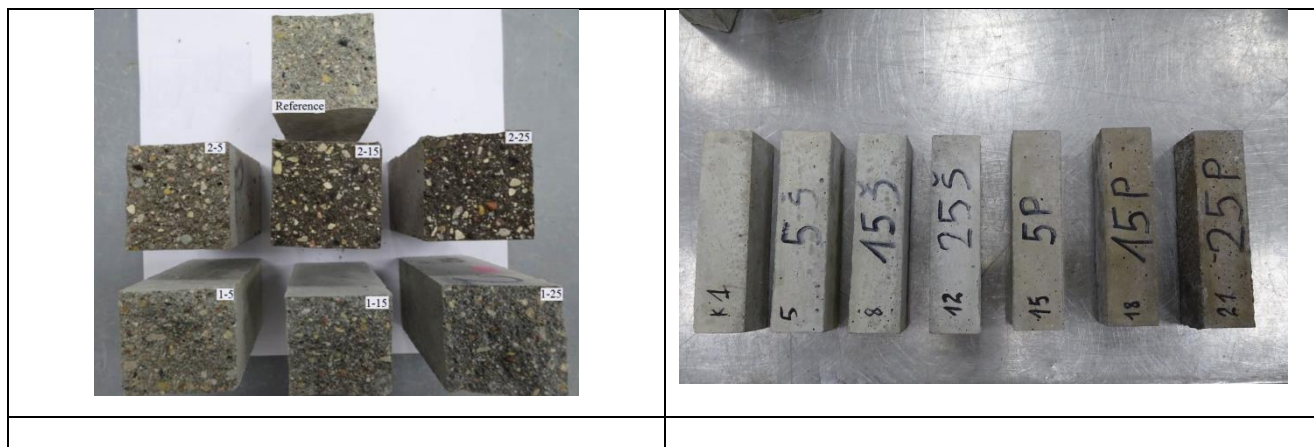
Po 28 parų kietėjimo buvo nustatytas bandinių lenkimo stipris. Eksperimentai parodė, kad betono mišinyje esančio smėlio 15% pakeitimas šratavimo atliekomis stiprį lenkiant padidina 21%. Naudojant plazmos dumblą, gaunami taip pat teigiami, tačiau kiek mažesni rezultatai. Stipris lenkiant su 5% plazmos dumblo atliekomis padidėja 7,3 % (8.3.5 pav.). Todėl galima numanyti, kad atliekų dalelės gerai sukimba su betono matrica.



8.3.6 pav. Stiprio gniuždant priklausomybė nuo panaudotų atliekų kiekio smulkiagrūdžio betono mišinyje po 28 parų.

Tirtų atliekų naudojimas taip pat didina ir gniuždymo stiprį. Betono mišinyje 15% smėlio pakeitus šratavimo atliekomis stipris gniuždant padidėja 8,25 %, (8.3.6 pav.). Naudojant dumblo atliekas mišinyje,

stipris gniuždant ryškiausiai padidėja 5% smėlio keičiant atlieka. Pastarasis padidėja 5%. Atlikus tyrimą galima pastebėti, jog net ir nedidelis 5 % atliekų kiekis gana ženkliai padidina betono stiprį.



8.3.7 pav. Perlaužtų betono bandinių struktūra.

Didinat atliekų kiekį betone bandinių spalva tamsėja. Spalvos tamsėjimas intensyvesnis naudojant 2-atlieka, tuo tarpu 1-atlieka betono spalvai įtaka neženkli (8.3.7 pav.).

9. DARBO SAUGA

Projektuojamo objekto charakteristika

Statomas pastatas – gelžbetoninių perdengimo plokščių gamykla Kaune. Gamykloje pramoniniu būdu gaminamos gelžbetoninės TT profilio perdengimo plokštės. Šių plokščių gamybai naudojamas medžiagos nėra labai pavojingos žmogaus sveikatai, tai: cementas, smulkūs bei stambūs užpildai, priedai, vanduo ir plieno gaminiai armavimui.

Suprojektuotai perdengimo plokščių gamybos įmonei yra nustatyta sanitarinė apsaugos zona, dėl to, jog į aplinką ji skleis cheminę ir fizikinę taršą. Pagal šią taršą jai nustatoma 500 m apsauginė sanitarinė zona. [12]

Profesinės rizikos vertinimas

Vertinant cheminių veiksnių keliamą profesinę riziką, pirmiausia būtina identifikuoti esamus/galimus cheminius veiksnius darbo vietose. Tai atlieka įmonės darbuotojų saugos ir sveikatos tarnybos, darbų saugos ir sveikatos specialistai, kiti nustatyta tvarka apmokyti ir atestuoti specialistai. [21]

Ekspluatuojant gelžbetoninių plokščių gamyklą gali pasireikšti cheminiai, fizikiniai, fiziniai ir ergonominiai rizikos veiksniai. Darbo metu darbuotojams atsiranda rizika patirti traumą ar kitą sveikatos sužalojimą. [13]

Gilinantį į įmonėje cheminius rizikos veiksnius veikiančius darbuotojus, dėmesys atkreipiamas į dulkes, kurios susidaro dėl gamybos procese naudojamų smulkių birių medžiagų. Betono dulkės tai itin mažos, bet labai kietos mikrodalelės, kurios nusėda ant prekių pakuočių, lentynų, technologinės gamybos linijų. Dulkės – smulkios, lengvos, organinės arba mineralinės kilmės dalelės, tvyrojančios ore arba nusėdančios ant įvairių paviršių. Dulkių dalelių skersmuo būna vidutiniškai 0,005 mm, maksimaliai – 0,1 mm.

Įmonėje veikia keltas fizikinių veiksnių, kurie gali sukelti poveikį darbuotojų sveikatai, tai: vibracija, triukšmas, elektromagnetinis laukas, šiluminė aplinka.

Gamybos proceso metu naudojami įrenginiai, skirti sutankinti gaminamą gaminį. Kadangi darbuotojas tiesioginio sąlyčio su įrenginiu neturi, todėl sveikatai jis turi minimalią įtaką. Vibracijos dalis gali persiduoti darbuotojams, per esančias pastato gelžbetonines grindis. Šią vibracijos rūšį priskiriant prie visą kūną veikiančios vibracijos, jos ribinė kasdienio veikimo vertė paskaičiuota aštuonių valandų darbo laiko trukmei neturi viršyti $1,15 \text{ m/s}^2$ arba veikiančios vibracijos dozės vertė neturi viršyti $21 \text{ m/s}^{1,75}$. [23]

Visi gamyboje dalyvaujantys įrengimai sukelią triukšmą, kuris veikia dirbančius darbuotojus. Projektuojant įmonę pasirinkami tokie įrenginiai, jog sudėjus jų skleidžiamą garsą jis neviršytų ribinės ekspozicijos vertės - 87 dBA vertės. Vertinant triukšmo keliamą riziką darbuotojo sveikatai, ypač turi

būti atsižvelgiama į triukšmo veikimo lygį, pobūdį ir trukmę, taip pat į bet kokio impulsinio triukšmo veikimą. [22]

Išskiriant fizinius veiksnius galimus gamybos įmonėje, tai yra galimybė nukristi gaminiams perkeliant ant transportavimo vežimėlio, taip pat montuojant ir išmontuojant klojinius. Įmonėje turi būti užtikrinta, kad įėjimai į tiltinių ir judamųjų gembinių kranų bėgių kelių perėjimo takus ir priežiūros aikšteles būtų rakinami. Ties galine tiltinio eigos vieta privalo būti įrengta galiniai jungikliai, kurie naudojami taip pat, kaip darbiniai ir jais būtų galimybė automatiškai sustabdyti mechanizmus. [13]

9.1 lentelė. Rizikos veiksnių indentifikavimas ir kiekybinis įvertinimas[14]

Rizikos veiksnys, keliantis pavojų profesinei saugai ir sveikatai	Rizikos veiksnio atsiradimo ar veikimo vieta	Rizikos veiksnio dydis (lygis), matavimo vienetas	Rizikos veiksnio leidžiamas dydis (lygis), ribinė vertė, matavimo vienetas	Rizikos veiksnio poveikio trukmė, dažnis	Prevencijos priemonių būtinumas
Cheminis	Dulkės	Maža rizika	Cemento dulkės IPRD= 10mg/m ³	6,4 val.	Įrengiama specialios paskirties ventiliacija kur didžiausios dulkių koncentracijos, respiratoriai
Fizikinis	Vibro įrenginiai	Vidutinė rizika	Ribinė kasdienio veikimo trukmė 1,15 m/s ²	1 val.	Vibro įrangos kokybiškas įrengimas, jog nekontaktuotų su kitais įmonėje esančiais įrenginiais.
Fizikinis	Triukšmas nuo visų įrenginių	Vidutinė rizika	Neturi viršyti ribinės vertės 87 dBA	6,4 val.	Apsaugos priemonės nuo triukšmo, pastato vidaus apdailai naudojamos

					akustinės priemonės
Fizikinis	Temperatūra, drėgnis, oro vedinimo greitis	-	-	6,4 val.	Veiksmingos šildymo ir šaldymo įrangos įdiegimas, oro ventiliacijos gerinimas
Fizinis	Kėlimo įrenginiai	-	-	1,5 val.	Saugaus atstumo išlaikymas, nuolatinė kėlimo įrenginių patikra.
Fizinis	Armatūros lynų įtempimo įrenginys	Vidutinė rizika	-	6,0 val.	Spec. darbo drabužiai, saugių atstumų laikymasis
Ergonominis	Įdėtnių detalių įdėjimo vieta	-	-	1,0 val.	Darbo pertraukos
Ergonominis	Operatorinė	Maža rizika	Vidutinė rizika	6,4 val.	Kokybiškų darbo pertraukų užtikrinimas, darbo aplinkos pakeitimas

Įvertinta patalpų, pastato bei įrenginių kategorija pagal sprogimo ir gaisro pavojų. Visi duomenys surašomi į 9.2 lentelę.

9.2 lentelė. Patalpų, pastato kategorija pagal sprogimo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonos [14]

Objekto, kuriam suteikiama kategorija, klasifikuojama pavojinga vieta, pavadinimas	Požymis, nulemiantis kategoriją, pavojingos vietos zoną	Kategorija, pavojingos vietos zona
Įdėtnių plieninių detalių montavimo zona.	Metalo pjovimo įrenginiai, suvirinimo aparatas, kurie išspinduliuoja šilumą, išskiria kibirkštis, .	Patalpų bei pastato kategorija D _g . 2 zona.

Saugi gamyba

Gamybos patalpos pagal elektros srovės pavojingumą priskiriamos pavojingų patalpų klasei. Patalpos priskiriamos šiai klasei kadangi patalpų grindys laidžios elektros srovei (gelžbetoninės) ir taip pat patalpoje yra galimybė vienu metu prisiliesti prie srovei laidžių neįžemintų elektros įrenginių korpusų ir prie srovei laidžių konstrukcijų, turinčių sąlytį su žeme. Kadangi gamybinės patalpos priskiriamos pavojingų patalpų klasei, todėl visus elektrinius įrenginius reikia būtina įnulinti. Įnulinimo apsauginis efektyvumas yra atvirkščiai proporcingas aparato suveikimo laikui. Pažeistam tinklui automatiškai atjungti naudojamą elektros grandinių trumpojo jungimo srovių apsauga. Pažeistą tinklą apsauga turi atjungti per tokį laiką, kad įtampa, atsirandanti pasyviųjų elektros įrenginių dalyse, būtų ne didesnė kaip leidžiamoji prisilietimo įtampa. [14][15]

Statinio apsauga nuo žaibo

Norint išvengti išorinės žaibos srovės perkrovos, apsaugai naudojamas žaibolaidis. Kadangi pastatas priskiriamas D_g kategorijai ir stogas yra iš B_{ROOF} (t1) degumo klasės stogo dangos, žaibolaidis gali būti įrenginėjamas ir ant stogo. Projektuojant žaibo ėmiklius būtina nusistatyti statinio apsaugos klasę, šiam statiniui priskiriama II apsaugos klasė kurios patikimumas 0,97. Kadangi pastato stogo plotas didelis, įrengiama tinklinių laidininkų (tinklų) žaibo ėmiklių sistema. [16]

Darbo higiena

Darbo higiena – profilaktinė disciplina. Jos tikslas – paruošti sveikatai gerinti priemonių kompleksą ir išsaugoti dirbančiųjų sveikatą bei darbingumą. Gamyboje darbo sąlygos labai įvairios ir sudėtingos, neretai išsiskiria daug šilumos, drėgmės, kenksmingų ir nuodingų medžiagų, darbo vietose susidaro intensyviai cirkuliuojančios oro srovės, didžiulį triukšmą kelia intensyviai virpėdami įvairūs mechanizmai, mašinos, staklės, dirbančiuosius veikia rentgeno, radioaktyvių medžiagų, jonizuojančios spinduliuotės radiacija. Šie nepalankūs gamybiniai veiksniai žalingi profesiniu požiūriu. Jie kartais sukelia profesines ligas, apsinuodijimus, didina traumatizmą ir bendrą sergamumą. Todėl labai svarbu nustatyti, kokie gamybiniai veiksniai pavojingi profesiniu požiūriu, išsiaiškinti jų poveikį žmogaus organizmui, imtis apsaugos priemonių nuo jų žalingo poveikio.

Darbo pobūdžio sudėtingumą ir sunkumą galima išskirti į dvi kategorijas:

- 1) Lengvas fizinis Ia kategorijos darbas – šios kategorijos darbą atlieka betono maišymo ir transportavimo operatoriai, kurių darbas sėdimas ir nereikalaujantis fizinės įtampos.

2) Vidutinio sunkumo fizinis IIb kategorijos darbas – jį atlieka visi gamybos ceche dirbantys ir gaminantys gaminių darbuotojai.

Kadangi gamybos įmonėje dirbantys žmonės išskaidomi pagal skirtingas darbo kategorijas, jiems sukuriama skirtingos komforto sąlygos. Šiltuoju metų laiku operatoriams darbo vietose turi būti užtikrinta oro temperatūra tarp 23-25 °C (šaltuoju tarp 22-24 °C), oro santykinė drėgmė 40 – 60 %, o oro judėjimo greitis ne daugiau kaip 0,1 m/s. [17]

Darbininkams dirbantiems šalia gamybos įrenginių pačiame ceche šaltuoju metų laiku būtina užtikrinti 17 – 19 °C šilumą (šiltuoju metų laiku 20-22 °C temperatūrą), oro santykinė drėgmė 40 – 60 %. Oro judėjimo greitis ceche šiek tiek skiriasi žiūrint į metų laikų padalinimą, šaltuoju metų laiku oro judėjimo greitis gali būti ne daugiau, kaip 0,2 m/s, o šiltuoju 0,3 m/s. [17]

Įmonėje gaminama produkcija turi atitikti kokybės reikalavimus, todėl gamybinėse patalpose apšvietimas privalo atitikti normines vertes. Kadangi gaminys nėra smulkūs, todėl projektuojant pastato apšvietimą jį galima priskirti V – jai regos darbų kategorijai. Minimali pastato patalpų apšvieta (įskaitant ir bendrojo naudojimo patalpas) turi būti 200 lx. [18]

Projektuojamame pastate yra numatytos patalpos su įrengtomis persirengimo vietomis bei dušais, siekiant užtikrinti darbuotojų higieną ir patogumą atvykstant ar išvykstant iš darbovietės.

Pirmoji pagalba:

- rakštys ištraukiamos pincetu arba tiesiog pirštais, tačiau tai daroma tik tada, kai būna lengva prieiti prie kyšančios rakšties galo. Kitais atvejais kreiptis į gydytoją;
- įsipjovus sustabdyti kraujavimą, odą apie žaizdą dezinfekuoti jodu, uždengti švaria marle, uždėti vatos sluoksnį ir aprišti bintu;
- nukentėjus nuo elektros srovės kiek galima greičiau išjungti srovę ar numesti nuo nukentėjusiojo laidą neliečiant jo plikomis rankomis. Tai padaryti galima su guminėmis pirštinėmis arba nelaidžiu elektrai daiktu (lazda). Jei nukentėjusysis be sąmonės, daryti dirbtinį kvėpavimą ir netiesioginį širdies masažą. Nudegintą vietą aprišti steriliu tvarsčiu;
- apsinuodijusį chlorkalkių garais nedelsiant išnešti į gryną orą ir kviesti greitąją pagalbą;
- visais atvejais, kai kyla įtarimas, kad dėl traumos gresia pavojus sveikatai ar gyvybei, nedelsiant kviesti greitąją pagalbą.

Darbdavys neatsako už nelaimingus atsitikimus pakeliui į darbą ar iš darbo. Darbuotojui, kuris pažeidė darbuotojų saugos ir sveikatos teisės aktus ar įmonės darbuotojų saugos ir sveikatos norminius dokumentus, su kuriais buvo supažindintas, taikoma įstatymų nustatyta atsakomybė.

Gaisrinė sauga

Gamybinės įmonės statinio atsparumas ugniai laipsnis – II. Kadangi pastatas yra II laipsnio ugniai atsparus, jo lauko sienų apdaila ir apšiltinimas iš lauko negali būti žemesnis kaip D-s2, d1 degumo

klasės. Pagal esamą pastato stogų plotą ir atsparumą ugniai laipsnį pastato stogui gaisriniai reikalavimai nekeliama.

Pastato laikančiosioms konstrukcijoms įrengti naudojami ne žemesnės kaip B–s3, d2 degumo klasės statybos produktai, o pačios konstrukcijos gaisro metu turi būti atsparios ugniai ne mažiau kaip 45 minutes.[18]

Kilus gaisrui ir evakuojant pastatą, yra suprojektuoti 6 išėjimai kurių plotis yra 1 m skirtingose pastato pusėse. Evakuaciniai keliai ir išėjimai turi būti neužkrauti, parengti žmonėms evakuotis. Išėjimuose visos durys turi lengvai atsirakinti bet kuriuo paros metu, taip pat virš jų turi šviesti nepertraukiamo maitinimo „Exit“ ženklai, nurodantys evakuacijos kelią.

Šioje gamybos paskirties įmonėje kilnojamų gesintuvų kiekis yra 2 vnt. su 20 – 25 kg miltelių ar angliarūgštės pripildytais gesintuvais ir 1 vnt. su 40 kg putų gesinimo medžiagos.

Miltelių gesintuvas - tai universali ugnies gesinimo priemonė, tinkanti gesinti A, B, C, D klasės gaisrus (priklausomai nuo miltelių rūšies). Taip pat juo galima gesinti elektros įrenginius.

Vandens putų gesintuvas - pagrindinė gesinimo medžiaga - putas. Putos - tai oro, vandens ir putokšlio (putodario) mišinys. Tinka gesinti A (degant kietoms medžiagoms susidaro įkaitusios anglys) ir B (dega degūs skysčiai ar tokios medžiagos, kurios degdamos skystėja) klasės gaisrus, bet juo negalima gesinti dujas ir elektros įrenginius. Būtina laikyti šildomose patalpose.

Angliarūgštės gesintuvas - pagrindinė gesinimo medžiaga – anglies dioksidas. Gesina B ir C (dega degios dujos) klasės gaisrus, tinka elektros įrenginių gesinimui. Mažai veiksmingas gesinant A ir D (dega degūs metalai) klasės gaisrus. [20]

Pastate numatoma įrengti automatinę drenčerinę vandens gesinimo sistemą virš pagrindinių įrenginių naudojančių elektros srovę. Automatinės drenčerinės gesinimo sistemos vandeniui paskirtis yra kilus gaisrui išpurkšti iš anksto numatyto plote tam tikrą kiekį vandens, aušinti įrenginius, kurie, veikiami temperatūros, gali apsunkinti situaciją sprogimu, griuvimu, degalų ištekėjimu ar panašiai, sudaryti vandens užtvarą, blokuojančią gaisro plitimą. Rengiama patalpose kur naudojami lengvai užsiliepsnojančios ir degūs skysčiai, teatruose, kabeliniuose tuneliuose. Taikoma ir technologinių įrenginių, transformatorių, naftos produktų saugyklų apsaugai. [25]

Aplinkos apsauga

Vidaus aplinka:

Norint užtikrinti teršalų išsiveržimo sustabdymą turi būti nuolat tikrinami prietaisai. Jeigu prietaisai vis tiek skleidžia teršalus bandoma statyti filtrai, projektuojamos vėdinimo ir valymo sistemos, sandarinami teršiantys šaltiniai.

Vandens tiekimas:

Vandeniui tiekti naudojami vamzdžiai, kurie neteršia pačio vandens, stengiamasi vamzdyną vesti tuo keliu kuris nėra stipriai užteržtas, stengiamasi, kad vamzdžiuose nekiltų atbulinės srovės, statomi filtrai.

Kietųjų atliekų šalinimas:

Svarbiausias kietųjų atliekų aspektas, tai kad jos turi kuo greičiau būti išvežamos, kadangi po kurio laiko pradeda skleisti blogą kvapą. Iki išvežimo jos privalo būti tvarkingai saugomos, sandėliuojamos. Atliekos laikomos konteneriuose.

Išorės aplinka:

Gamybos metu susikaupę teršalai turi kuo mažiau patekti į atvirą aplinką, stengiamasi pašalinti visas kliūtis, kurios skleidžia teršalus. Geriausias būdas apsaugoti aplinką nuo teršalų yra teršalų sandarinimas, taip teršalai nepatenka į orą

10. IŠVADOS

Analizuojant statybos reglamentus, kitus teisės aktus, atlikus konstrukcinius, organizacinius bei technologinės linijos skaičiavimus prieita prie tokių išvadų:

1. Išanalizuoti reikiami teisiniai dokumentai, kuriais remiantis išsiaiškinta kokių dokumentų ir paruošiamųjų darbų reikia, norint pradėti statybos darbus, bei įmonės veiklą.
2. Projektuojamas pastatas statomas 1,67 ha ploto sklype, kuriame numatytas 1766 m² ploto gamybos cechas bei 1701,36 m² dviejų aukštų patalpos administracijai. Atlikti stogo šiluminės varžos skaičiavimai. Pasirinkta stogo daugiasluoksnių plokščių konstrukcija atitinka norminius koeficientus.
3. Konstrukciniams skaičiavimams pasirinkta gelžbetoninė kolona, kurios matmenys 400x400. Apskaičiuota, jog kolona turėtų būti armuojama išilgai S400 \varnothing 16 mm storio ir skersai S240 \varnothing 6 mm storio armatūromis.
4. Įmonėje projektuojamos ir gaminamos specialaus TT tipo profilio gelžbetoninės plokštės. Gamybos technologinės linijos tipas pasirinktas stendinis, kadangi stendinė gamybos linija yra patogiausia ir ekonomiškiausia gaminant stambiagabaričius gaminius.
5. Apskaičiuotas gamybos ritmas, sudarytos tiltinio kranų, betono blotuvo ir pajustymo įrenginių ciklogramos. Taip pat sudarytas operacinių trukmių grafikas.
6. Atlikti projektuojamos įmonės ekonominiai skaičiavimai, sudarytos samatos. Apskaičiuotas gamyklos rentabilumas yra 15 %.
7. Aprašyti darbo saugos ir sveikatos bei aplinkosaugos reikalavimai projektuojamoje įmonėje, siekiant užtikrinti saugų gamyklos funkcionavimą.

Nustačius betonų fizikines ir mechanines savybes akivaizdu, kad tiriamos atliekos turi teigiamą įtaką betono tirtoms savybėms.

1. Atlikus tyrimą, stipris lenkiant padidėjo 21 % naudojant 15 % šratavimo atliekų. Naudojant 5 % dumblo priemaišų, stipris lenkiant padidėjo 7,3 %.
2. Nustatinėjant stiprį gniuždant taip pat gauti teigiami rezultatai. Betono sudėtyje panaudojus 15% šratavimo atliekų, stipris gniuždant padidėjo 8,25 %, o naudojant 5 % dumblo atliekų, stipris padidėja 5%.
3. Nustatyta, jog šiame tyrime nagrinėjamo smulkiagrūdžio betono tankis yra panašus į stambiagrūdžio betono tankį. Šį faktą įtakojantis faktorius yra tai, jog geležies tankis yra gerokai didesnis už kvarco tankį.

11. LITERATŪROS ŠALTINIAI

1. Giergiczny, Z., & Król, A. (2008). Immobilization of heavy metals (Pb, Cu, Cr, Zn, Cd, Mn) in the mineral additions containing concrete composites. *Journal of Hazardous Materials*, 160(2), 247-255.
2. Malviya, R., & Chaudhary, R. (2006). Factors affecting hazardous waste solidification/stabilization: a review. *Journal of Hazardous Materials*, 137(1), 267-276.
3. Tashiro, C., Takahashi, H., Kanaya, M., Hirakida, I., & Yoshida, R. (1977). Hardening property of cement mortar adding heavy metal compound and solubility of heavy metal from hardened mortar. *Cement and Concrete Research*, 7(3), 283-290.
4. Weeks, C., Hand, R. J., & Sharp, J. H. (2008). Retardation of cement hydration caused by heavy metals present in ISF slag used as aggregate. *Cement and Concrete Composites*, 30(10), 970-978.
5. Morrison, C., Hooper, R., & Lardner, K. (2003). The use of ferro-silicate slag from ISF zinc production as a sand replacement in concrete. *Cement and Concrete research*, 33(12), 2085-2089.
6. Emery, J. J. (1982). Slag utilization in pavement construction. *Extending Aggregate Resources ASTM, STP*, 774, 95-118.
7. Atzeni, C., Massidda, L., & Sanna, U. (1996). Use of granulated slag from lead and zinc processing in concrete technology. *Cement and concrete research*, 26(9), 1381-1388.
8. Kourounis, S., Tsivilis, S., Tsakiridis, P. E., Papadimitriou, G. D., & Tsibouki, Z. (2007). Properties and hydration of blended cements with steelmaking slag. *Cement and Concrete Research*, 37(6), 815-822.
9. Olmo, I. F., Chacon, E., & Irabien, A. (2001). Influence of lead, zinc, iron (III) and chromium (III) oxides on the setting time and strength development of Portland cement. *Cement and Concrete Research*, 31(8), 1213-1219.
10. Zelić, J. (2005). Properties of concrete pavements prepared with ferrochromium slag as concrete aggregate. *Cement and concrete research*, 35(12), 2340-2349.
11. Shuguang, H., Yongjia, H., Linnu, L., & Qingjun, D. (2006). Effect of fine steel slag powder on the early hydration process of Portland cement. *Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed.*, 21(1), 147-149.
12. Sanitarinių apsaugos zonų ribų nustatymo ir režimo taisyklės. Valstybės žinios, 2004, Nr.134-4878. (Aktuali redakcija: Valstybės žinios, 2009, Nr. 152-6849, Valstybės žinios, 2011, Nr.: 46 -2201 TAR, 2014-02-14, Nr. 1536).
13. Profesinės rizikos bendrieji vertinimo nuostatai. Valstybės žinios, 2012, Nr. 126-6350.
14. Magistro baigiamojo darbo metodiniai nurodymai. Cheminės technologijos fakulteto Chemijos inžinerijos studijų programos magistrantams. Z. Valančius, D. Nizevičienė, O. Viliūnienė, J. Solnyškienė, I. Stasiulaitienė, Kaunas, 2013.
15. Elektros įrenginių įrengimo bendrosios taisyklės. Valstybės žinios, 2012, Nr. 18-816.
16. STR 2.01.06:2009 „Statinių apsauga nuo žaibo. Išorinė statinių apsauga nuo žaibo“
17. HN 69:2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose, parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai“ Valstybės žinios, 2004, Nr. 45-1485.
18. HN 98:2014. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. TAR, 2014, Nr. 5119.
19. Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai. Valstybės žinios, 2010, Nr. 146 -7510 (Aktuali redakcija: Valstybės žinios, 2011-06-21, Žin., 2011, Nr.: 75-3661; 2011-02-24, Žin., 2011, Nr. 23-1137).

20. Bendrosios gaisrinės saugos taisyklės. Valstybės žinios, 2010, Nr. 99 -5167 (Aktuali redakcija: Valstybės žinios Nr. 118-5970).
21. <http://www.hi.lt/uploads/pdf/leidiniai/Rekomendacijos/Chem%20medziagu%20poveikio%20darb%20sveikatai%20rekomendacijos.pdf>
22. Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2005, Nr.53-1804.
23. Darbuotojų apsaugos nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2004, Nr.41-1350.
24. Įsakymas „Dėl kėlimo kranų naudojimo taisyklių patvirtinimo“. Valstybės žinios. 2010, Nr. 112-5717.
25. http://www.statybosproduktai.lt/produktai/185-automatine-drenerine-vandens-gesinimo-sistema#.Vnd1M_mLT4Y
26. <http://www.mixersystems.com/product/turbin-mixer/#fndtn-panel2-1>

12.PRIEDAI