



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ KATEDRA

Edgaras Gražulis

GELŽBETONINIŲ NUOTEKIŲ REZERVUARŲ PLOKŠČIŲ
GAMYBOS TECHNOLOGIJA

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas
Doc. dr. Audrius Grinys

KAUNAS, 2016

TURINYS

ĮVADAS	12
1. STATYBOS REGLAMENTAVIMO IR TEISĖS SALYGOS	13
1.1 Bendrosios nuostatos	13
1.2 Statomo pastato esminiai reikalavimai	13
1.3 Projektavimas.....	13
1.4 Statybą leidžiantys dokumentai	14
1.5 Privalomieji dokumentai statybos darbams pradėti	14
1.6 Statinio statybos priežiūra.....	14
1.7 Statinio statybos techninė priežiūra, statybos ir specialiųjų darbų vadovų funkcijos.....	15
1.8 Statybos užbaigimas	15
2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS	16
2.1 Informacija apie pastatą	16
2.2 Sklypas ir pastato situacija.....	16
2.3 Statinio architektūriniai sprendimai.....	17
2.4 Apdaila ir spalviniai sprendimai	17
2.5 Pastato konstrukciniai sprendimai	17
2.6 Stogo šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas.....	19
3. KONSTRUKCINĖ DALIS	22
3.1 Bendrieji duomenys	22
3.2 Apkrovų skaičiavimas.....	22
3.3 Gelžbetoninės kolonos skaičiavimas	22
4. TECHNOLOGINĖ DALIS.....	27
4.1 Gaminio charakteristikos	27
4.2 Techniniai reikalavimai gaminiui	28

4.3 Nuotekų rezervuarų plokščių ženklėjimas.....	30
4.4 Žaliavos.....	30
4.5 Gamybinių pajėgumų skaičiavimai.....	31
4.6 Gamybos proceso technologinė schema	36
4.7 Betono mišinio paruošimas.....	37
4.8 Gaminio gamybos technologija	37
4.8 Gaminų kontrolė	45
4.9 Gaminų sandėliavimas.....	46
4.10 Technologinės linijos skaičiavimas	47
4.11 Technologinio režimo charakteristikos.....	52
4.12 Operacijų trukmių grafiko sudarymas	52
5. EKONOMINĖ DALIS.....	53
5.1 Produkcijos gamybos išlaidos.....	53
6. DARBŲ SAUGOS DALIS	56
6.1 Projektuojamo objekto charakteristika	56
6.2 Profesinės rizikos vertinimas	57
6.3 Saugi gamyba.....	59
6.4 Darbo higiena.....	60
6.5 Gaisrinė sauga.....	60
7. TIRIAMOJO DARBO ATASKAITA	61
7.1 Teorinė dalis	61
7.1.1 Užpildai	62
7.1.2 Cheminiai priedai ir vandens prasiskverbimui bei šalčiui atsparus betonas	62
7.2 Eksperimentinė dalis	66
7.2.1 Cementas	66

7.2.2 Užpildai	66
7.2.3 Priedai.....	66
7.2.4 Tyrimo metodika.....	67
7.3 Bandymų rezultatai	71
7.3.1 Slankumo nustatymas.....	71
7.3.3 Atsparumo šalčiui bandymas	82
IŠVADOS.....	85
LITERATŪRA.....	87
1 Priedas	92
2. Priedas	98
3. Priedas	101
4 Priedas	107
5 Priedas	108

Lentelių sąrašas

2.1 lentelė. Bendrieji statinio ir sklypo rodikliai	16
2.2 lentelė. Šiluminės varžos pagal sluoksnių storį	19
4.1 lentelė. Nuotekų rezervuarų sieninė plokščių leistini nuokrypiai.....	27
4.2 lentelė. Nuotekų rezervuarų sieninių plokščių detalės	29
4.3 lentelė. Žaliavoms taikomi standartai	30
4.4 lentelė. Cemento aktyvumas.....	30
4.5 lentelė. Rezervuarų plokščių gamybiniai pajėgumai	32
4.6 lentelė. Medžiagų sąnaudos	33
4.7 lentelė. Naudojamo betono sudėtis	35
4.8 lentelė. Maišyklės techninės charakteristikos [14]	38
4.9 lentelė. WZ-2500A virinimo aparato techninės charakteristikos[21]	41
4.10 lentelė. ELEMATIC „EB450“ transportavimo vežimėlio techninės charakteristikos[23]....	42
4.11 lentelė. ELEMATIC „Comcaster E9-2500“ klotuvo techninės charakteristikos [24].....	43
4.12 lentelė. ELEMATIC „E9-900“ šlifavimo įrenginio techninės charakteristikos [27]	44
5.1 lentelė. Valandiniai tarifiniai atlyginimai pagal darbuotojų kategoriją	53
5.2 lentelė. Pagrindinių gamybos linijos darbuotojų darbo užmokesčio pasiskirstymas	53
5.3 lentelė. Apytikslis energijos ir medžiagų poreikis 1 m ³ gaminio	54
5.4 lentelė. Gaminio gamybos išlaidų suvestinė	54
5.5 lentelė. Objektinė sąmata.....	55
5.6 lentelė. Gamybinės linijos techniniai ekonominiai rodikliai	56
6.1 lentelė. Rizikos veiksnių indentifikavimas ir kiekybinis įvertinimas[36]	58
6.2 lentelė. Patalpų kategorija pagal sprogimo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonos [36].....	59
7.1 lentelė. Portlandcemento CEM I 42,5R charakteristikos	66
7.2 lentelė. Superplastiklio Sika ViscoCrete D187 savybės.....	66

7.3 lentelė. Oro įtraukiančio priedo Sika AerS savybės	67
7.4 lentelė. Hidrofobizuojantis priedo AE 410 savybės	67
7.5 lentelė. Hidrotechninio priedo WT 200 savybės	67
7.6 lentelė. Betono mišinys su superplastikliu	68
7.7 lentelė. Betono mišinys su V/C santykiu 0,7.....	68
7.8 lentelė. Betono mišinys su hidrofobizuojančiu priedu AE 410.....	69
7.9 lentelė. Betono mišinys su hidrotechniniu priedu WT 200 priedu AE 410.....	69
7.10 lentelė. Betono mišinys su orą įtraukiančiu priedu AerS.	70
7.11 lentelė. Betono kubelių ir atlikto bandomo duomenys	72
2.12 lentelė. Betono gniuždomasis stipris	73
7.13 lentelė. Betono prizemlių ir atlikto bandomo duomenys.....	73
7.14 lentelė. Betono lenkiamasis stipris	74
7.15 lentelė. Šaldymo – šildymo bandino rezultatai.....	83

Paveikslėlių sąrašas

2.1 pav. Stogo dangos konstrukcija	19
4.1 pav. Nuotekų rezervuarų sieninė plokštė.....	27
4.2 pav. Nuotekų rezervuarų sieninių plokščių matmenys [11]	29
4.3 pav. Betono mišinio maišyklė „JN750“ [14].....	38
4.4 pav. Maišyklės maišymo mechanizmas [14].....	38
4.5 pav. Padėklų valymo įrenginys [15].....	39
4.6 pav. Padėklų tepimo mašina ELEMATIC „E9-4.0o“ [16].....	39
4.7 pav. Gamyboje naudojama armatūra [19], [20].....	40
4.8 pav. Armatūrinė viela ritiniuose	40
4.9 pav. Armatūros tinklo virinimo įrenginys WZ-2500A.....	41
4.10 pav. Armatūros tinklo apvertimo ir perkėlimo įrenginys	41
4.11 pav. Betono mišinio transportavimo vežimėlis ELEMATIC „EB450“ [23].....	42
4.12 pav. Betono mišinio klotuvas ELEMATIC „Comcaster EB2350“ [23].....	43
4.13 pav. Ebawe vibrostalas [25].....	43
4.14 pav. Betono šlifavimo įrenginys ELEMATIC „E9-900“ [26].....	44
4.15 pav. Plokščių kėlimo įrenginys ELEMATIC „E9-301“ [28]	44
4.16 pav. Temperatūros priklausomybė nuo laiko, kietinimo kameroje [11].....	45
4.17 pav. Nuotekų rezervuarų sieninių plokščių sandėliavimas.....	46
7.1 pav. Ledo formavimasis cementiniame akmenyje uždaroje oro poroje	64
7.2 pav. Betono poringumo ir pralaidumo ryšys [54].....	65
7.3 pav. Hidraulinis presas Controls “PILOT4”	71
7.4 pav. Betono kubelis po gniuždymo bandymo	72
7.5 pav. Betono gniuždomojo stiprio priklausomybė nuo betono sudėties	73
7.6 pav. Betono lenkiamojo stiprio priklausomybė nuo betono sudėties	74

7.7 pav. Betono gniuždomojo ir lenkiamojo stiprio priklausomybė nuo betono sudėties.....	75
7.8 pav. Palyginimai tarp bendro, atviro ir uždaro poringumų.....	79
7.9 pav. Porų pasiskirstymas pagal dydį ir vidutinis porų dydžio rodiklis.....	79
7.10 pav. Betono mišinio masinis vandens įgėris.....	80
7.11 pav. Vandens įgerio kinetikos grafikas	81
7.12 pav. Prognozuojamas atsparumas šalčiui	81
7.13 pav. Bandiniai prieš šaldymą.....	82
7.14 pav. Atsparumo šalčiui nustatymas	83
7.15 pav. Bandiniai po šaldymo	84

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ KATEDRA

Magistro baigiamasis darbas

GELŽBETONINIŲ NUOTEKŲ REZERVUARŲ PLOKŠČIŲ GAMYBOS TECHNOLOGIJA

Edgaras Gražulis

ANOTACIJA

Magistro baigiamajame projekte projektuojama gelžbetoninių nuotekų rezervuarų plokščių gamybos technologija. Plokštės gaminamos konvejeriniu būdu.

Suprojektuotas gamybinis pastatas pritaikytas gamybos linijai ir atitinkantis esminius statinio reikalavimus.

Konstruktinėje dalyje suprojektuojama gelžbetoninė kolona atlaikanti ją slegiančias apkrovas ir išlaikanti pastato pastovumą ir stabilumą.

Darbe atlikta technologinės linijos skaičiavimai. Suprojektuota ir apskaičiuota atliekamų gamybos operacijų trukmės, padėklų skaičius gamybos linijoje, plokščių kietinimo kameros matmenys, maišytuvų kiekis.

Apskaičiuota gamyklos statybos kaina ir įrengimų įdiegimo kaštai. Nustatyta gaminio savikaina.

Darbų saugos dalyje nustatyta ir įvertinta profesinė rizika, saugi gamyba, darbo higiena ir gaisrinė sauga darbo vietose.

Tyrimų metodais iš penkių skirtingų betono sudėčių parinktas optimaliausias ir labiausiai tinkantis betonas gaminamiems gaminiams.

Reikšminiai žodžiai: nuotekų rezervuarų plokštės, vandeniui nepralaidus betonas, gelžbetoninė kolona.

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

Master final work

TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF REINFORCED CONCRETE SLABS FOR SEPTIC
TANKS

Edgaras Gražulis

SUMMARY

The Master`s Final Project designs technology of production of reinforced concrete slabs for septic tanks. The slabs are produced on conveyors.

The designed production building is adapted to the production line and meets the essential requirements for structures.

The constructional part designs a reinforced concrete pillar withstanding loads put on it and holding the building constant and stable.

The thesis presents calculations of the technological line. Durations of performed production operations, number of pallets on the production line, dimensions of the slab solidification chamber, number of mixers have been designed and calculated.

The price of the plant construction and the costs of equipment implementation have been calculated. The cost of the product has been set.

The safety at work part sets and assesses occupational risk, safe production, occupational hygiene and fire safety at workplace.

The most optimum and most suitable concrete for the products has been selected from five different concrete compositions with the help of research methods.

Keywords: slabs for septic tanks, waterproof concrete, reinforced concrete pillar.

IVADAS

Baigiamojo magistrinio darbo pagrindinis tikslas yra suprojektuoti gelžbetonių nuotekų rezervuarų plokščių gamybos technologinę liniją ir gamybinį pastatą. To pasekoje darbe nagrinėjamas statybos reglamentavimas, analizuojamos teisinės sąlygos. Norint pastatyti gamybinį pastatą, parenkami architektūriniai ir konstrukciniai sprendimai, apskaičiuojama gamyklos statybos ir gaminio kaina, įvertinama darbų sauga ir profesinė rizika dirbant suprojektuotoje gamykloje. Taip pat išdėstomi pagrindiniai aplinkosauginiai reikalavimai.

Darbo objektas – gelžbetoninių nuotekų rezervuarų plokščių gamykla esanti šiaurinėje Kauno miesto dalyje.

Darbo uždaviniai:

- Pateikti statinio architektūrinius sprendimus, naudojamas konstrukcijas, bei parinkti stogo įrengimą, jog jis atitiktų normines stogo šilumos perdavimo koeficiento reikšmes;
- Paskaičiuoti ir parinkti gelžbetonines kolonas pastatui;
- Pateikti gaminamo informaciją, jo metinius pagaminimo kiekius ir žaliavų sandėliavimo apimtį;
- Aprašyti visus gamyboje vykstančius procesus ir pateikti gamybinėje linijoje esančius įrengimus ir jų charakteristikas;
- Pateikti viso statomo pastato statybos kainą, gaminio savikainą ir gamyklos atsiperkamumo laiką;
- Pateikti gamyboje galimų naudoti betono mišinių tyrimo rezultatus ir parinkti tinkamiausią mišinį gaminiams gaminti.

1. STATYBOS REGLAMENTAVIMO IR TEISĖS SALYGOS

1.1 Bendrosios nuostatos

Pagrindinis teisinis dokumentas apibrėžiantis ir nustatantis visų Lietuvos Respublikos teritorijoje statomų, rekonstruojamų ir remontuojamų statinių esminius reikalavimus, statybos techninio normavimo, statybinių tyrinėjimų, statinių projektavimo, naujų statinių statybos, rekonstravimo, remonto, jų pripažinimo tinkamais naudoti, statinių naudojimo ir priežiūros, nugriovimo bei visos šios veiklos priežiūros tvarką, statybos dalyvių, viešojo administravimo subjektų, inžinerinių tinklų bei susisiekimo komunikacijų savininkų (ar naudotojų), kitų juridinių ir fizinių asmenų veiklos šioje srityje principus yra Lietuvos Respublikos statybos įstatymas. [1]

1.2 Statomo pastato esminiai reikalavimai

Projektuojamas statinys – gelžbetoninių plokščių gamykla yra priskiriama ypatingų statinių kategorijai [2].

Statinio naudojimo paskirtis - gamybinės paskirties pastatas [3].

Pastatas, turi būti suprojektuotas ir pastatytas iš statybos produktų, kurie per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę užtikrins mechaninio atsparumo ir pastovumo, gaisrinės saugos, higienos, saugaus naudojimo, apsaugos nuo triukšmo, energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo reikalavimus.

Taip pat be esminių pastato reikalavimų statiniui privalu laikytis ir architektūrinių reikalavimų: turi derėti prie kraštovaizdžio, atitikti specialiuosius architektūros reikalavimus, neprieštaraudamas inžineriniams, technologinių inžinerinių sistemų reikalavimams, bei atitikti statinio paskirtį.

1.3 Projektavimas

Ypatingo statinio statybai rengiamas projektas, kuris susideda iš dviejų etapų: techninio ir darbo projektų [4].

Projektavimo etapas ir jų sąlygas geriausiai išsprendžia parengta projektavimo užduotis, kuri palengvina ir užtikrina lengvesnį bendradarbiavimą tarp užsakovo ir projektuotojo vykdant pastato projektavimo darbus. Abiejų šalių susitarimu patvirtinta projektavimo užduotis leidžia kokybiškai atlikti techninį projektą.

Projektuotojas projektuodamas projektą turi pasirašyti ir prisiimti atsakomybę, kad statinio projektas atitiktų įstatymų, kitų teisės aktų, privalomųjų projekto rengimo dokumentų,

normatyvinių statybos techninių dokumentų ir normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų nuostatas.

Už projektą paskiriamas atsakingas žmogus – projektų vadovas, kurį skiria (samdo) statytojas arba jo pavedimu projektuotojas. Projekto vadovo veikla prasideda nuo jo paskyrimo (pasamdymo) vadovauti konkrečiam projektui dienos ir trunka iki statybos užbaigimo akto išdavimo dienos arba deklaracijos apie statybos užbaigimą pasirašymo dienos. Projekto dalių rengimui vadovauja projekto dalių vadovai, turintys reikiamą kvalifikaciją [4].

1.4 Statybą leidžiantys dokumentai

Norint pradėti statyti suprojektuotą pastatą statytojas (užsakovas) turi pateikti Urbanistinės plėtros agentūrai patvirtintą statinio projektą. Tvirtinimui turi būti pateikti tokie dokumentai:

- Prašymas;
- Ekspertuotas ir pataisytas pagal privalomosios ekspertizės pastabas, statinio projektas;
- Statinio projektas kompiuterinėje laikmenoje;
- Statinio projekto ekspertizės aktas, leidžiantis tvirtinti projektą.

Pasibaigus projekto tikrinimo laikui, įgaliotas išduoti statybą leidžiantį dokumentą savivaldybės valstybės tarnautojas per 3 darbo dienas raštu informuoja statytoją, kad jam išduodamas statyboms pradėti dokumentas [5].

1.5 Privalomieji dokumentai statybos darbams pradėti

Pradėti statinio statybos darbus leidžiama tik tada, kai statytojas perdavė rangovui šiuos dokumentus:

- Statybos leidimą;
- Nustatyta tvarka parengtą ir patvirtintą statinio projektą;
- Statybvietės perdavimo ir priėmimo aktą su nustatytaisiais priedais;
- Prisijungimo sąlygas ir architektūrinius reikalavimus;
- Statybos darbų žurnalą [6].

Statybos pradžia laikoma tada, kai rangovas priima iš statytojo (užsakovo) statybvietę ir pradeda vykdyti bet kuriuos statybos darbus. Taip pat statybos pradžia laikoma tada, kai ta diena įrašyta į darbų žurnalą [6].

1.6 Statinio statybos priežiūra

Nuo statybos pradžios iki pripažinimo tinkamu naudoti yra vykdoma statinio statybos priežiūra, kuri gali būti:

- Techninė priežiūra, kurią organizuoja statytojas (užsakovas);
- Statinio projekto vykdymo, kurią vykdo statinio projektuotojo paskirtas statinio projekto vykdymo priežiūros vadovas ir statinio projekto vykdymo priežiūros dalių vadovai;
- Statybos valstybinė [6].

1.7 Statinio statybos techninė priežiūra, statybos ir specialiųjų darbų vadovų funkcijos

Statinio statybos techninė priežiūra yra organizuojama statytojo (užsakovo) ir vykdoma nuo statinio statybos pradžios iki statinio statybos užbaigimo akto surašymo. Jos tikslas – kontroliuoti, ar statinys statomas pagal statinio projektą, statybos rangos sutarties, įstatymų, kitų teisės aktų, normatyvinių statybos techninių dokumentų, normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų reikalavimus [1].

Statinio statybos vadovas nuo statybos pradžios iki statybos užbaigimo atstovauja rangovui. Statybos vadovo tikslas – vadovaujant statybos darbams įgyvendinti statinio projektą. Jis taip pat gali būti bendrųjų statybos darbų vadovas, koordinuoti statinio statybos specialiųjų darbų vykdymą bei šių darbų vadovų veiklą. Statinio statybos vadovas atsako už pastatyto statinio atitiktį statinio projektui ir statinio normatyvinę kokybę [7].

Statinio specialiųjų dalių vadovas vadovauja statybos specialiesiems darbams nuo statybos pradžios iki pabaigos, atsako už atliktų specialiųjų darbų kokybę bei yra techniškais klausimais pavaldus statinio statybos vadovui [6].

1.8 Statybos užbaigimas

Statytojas, pastatęs naują ypatingą statinį, padaliniui, esančiam apskrityje, kurioje yra statinys, teritorijoje, pateikia prašymą išduoti aktą (toliau – Prašymas). Prašyme turi būti pateikti privalomi dokumentai:

- Prašymas išduoti statybos užbaigimo aktą;
- Statinio užbaigimo aktas;
- Statinio bendrųjų rodiklių atitikties faktiniams duomenims lentelė;
- Deklaracija apie statybos užbaigimą [8].

2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

2.1 Informacija apie pastatą

Projektuojamas pastatas priskiriamas pramoninių pastatų sričiai ir skirtas gelžbetoninių nuotekų rezervuarų plokščių gamybai. Reikalingai technologicinei linijai suprojektuotas pastatas yra 66,6 m ilgio ir 30,4 m pločio. Pastato plotas - 1840,77 m².

2.2 Sklypas ir pastato situacija

Pastatas statomas adresu: Kauno raj. sav. Biruliškių k., Terminalo g. 21. Projektuojamo pastato sklypo forma – stačiakampė, o jo ilgio ir pločio vertė atitinkamai 133,30 m ant 99,50 m. Sklypo ilgoji kraštinė eina lygiagrečiai Terminalo gatvei, o pats sklypas randasi Kauno Laisvojoje ekonominėje zonoje (toliau - LEZ). Žemės reljefas lygus, gruntas – priemolis. Gruntinio vandens lygis 3,0 m nuo žemės paviršiaus. Gamybinis pastatas numatomas statyti centrinėje sklypo vietoje. Šiaurinėje sklypo pusėje numatomas vienaukštis administracinis pastatas. Šalia jo projektuojama automobilių stovėjimo aikštelė, kurioje numatoma 12 vietų automobiliams, iš kurių viena skirta žmonėms su negalia. Aplink pastatą projektuojama dvejų sluoksnių asfaltbetonio danga, kuri pritaikyta kokybiškam sunkiojo transporto privažiavimui prie gaminių ir žaliavų sandėliavimo vietų. Šiaurinėje sklypo dalyje numatomi du dvejų krypčių įvažiavimai ir išvažiavimai. Taip pat šiaurinėje dalyje numatomas trinkelėmis klotas pėsčiųjų takas kuris veda į administracinį pastatą. Nuogrinda suformuojama taip pat iš betoninių trinkelėlių.

Gatavos produkcijos sandėliavimo aikštelė yra atviro tipo, jos viduryje yra pravažiavimas skirtas produkcijos pakrovimui. Pietinėje sklypo dalyje numatyta atviros užpildų sandėliavimo aikštelės (bendras plotas – 450,50 m²) ir 14,3 m aukščio silosas skirtas sandėliuoti cementą.

Sklypo žaliosios zonos numatomos apsėti žole, planuojama pasodinti 6 vnt. lapuočių medžių ir 8 vnt. krūmų. Visa teritorija aptveriami 2,0 m aukščio segmentine metaline tvora (spalvos atitikmuo – RAL 6020).

2.1 lentelė. Bendrieji statinio ir sklypo rodikliai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis
I	Sklypo plotas	m ²	13264,55
II	Projektuojamo pastato plotas	m ²	1840,77
III	Automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	12,00
IV	Pastato aukštis	m	10,00
V	Aukštų skaičius	vnt.	1,00
VI	Pastato tūris	m ³	17487,32

VII	Sklypo užstatymo intensyvumas	%	15,50
VIII	Sklypo užstatymo tankumas	%	15,88
IX	Sklypo apželdinimo plotas	m ²	4300,68

2.3 Statinio architektūriniai sprendimai

Projektuojamas pastatas nėra taisyklingos stačiakampio formos, kadangi jo formą apriboja gamybinė linija, todėl dalis pastato yra 24 m pločio, o kita dalis 30 m pločio. Siauresnėje pastato dalyje numatoma įrengti kietinimo kamerą, taip pat operatorių darbo vietas ir tualetų patalpą. Platesnėje dalyje vyksta pagrindinis gamybinis procesas. Taip pat numatoma kokybės kontrolės ir darbų vadovo darbo vieta.

Pastato karkasą sudaro gelžbetoninės kolonos ir lakančiosios stogo konstrukcijos – santvaros. Pastato karkaso stabilumą užtikrina tarp kolonų įrengti konstrukciniai ryšiai.

Pastate numatoma įrengti visas būtinas inžinerinius tinklų sistemas: vandentiekis, nuotekos, šildymas, vėdinimas – kondicionavimas, automatikos dalis, elektrotechnikos sistemos ir ryšiai.

2.4 Apdaila ir spalviniai sprendimai

Pastato sienos numatomos iš daugiasluoksnių 200 mm storio sieninių plokščių. Jų paviršius nelygus, rifliuotas, o spalva mėlyna (atitikmuo – RAL 5023). Vartų, durų ir langų spalva parenkama pilka (atitikmuo – RAL 7040).

2.5 Pastato konstrukciniai sprendimai

Pamatai

Parenkami gręžtiniai pamatai, kurių skersmuo 1200 mm. Ant jų betonuojamos monolitinės betoninės galvenos - 900x900x450 mm matmenų, į kurias įbetonuojama keturi inkariniai varžtai. Ant jų ir tvirtinamos kolonos prie pamato. Prie pamato remiasi FR51 tipo pamatinės sijos, kurių skerspjūvio matmenys 390x150 mm. Ant pamatų sijų montuojamos išorinės daugiasluoksnės sieninės plokštės.

Grindys

Grindų dangos konstrukcija susideda iš 5 sluoksnių ir paviršinės dangos. Sluoksniai klojami ant sutankinto grunto. Apatinis sluoksnis – geotekstilė, ant kurios klojama 200 mm storio sutankintas smėlio žvyro sluoksnis. Šiltinimui naudojamas didesnio tankio 100 mm storio polistireninio putplasčio sluoksnis, kuris klojamas išoriniu pastato perimetru 1 m pločio juosta. Toliau klojama drėgmės izoliacija – polietileno plėvelė ir dedamas armatūros karkasas, kurio strypų skersmuo 6 mm. Pilamas C 20/25 klasės betonas. Gamybinėje patalpoje grindų danga

padengiama epoksidiniais grindų dažais. Operatorinės patalpoje patiesiama PVC dangą, tualete numatoma keramikinių plytelių dangą.

Kolonos

Pastatui montuojamos gelžbetoninės kolonos. Jos yra vienodo 400 x 400 mm skerspjūvio ir 6,95 m aukščio. Kolonos statomos 6 m atstumu viena nuo kitos. Numatyta 24 vnt. laikančiųjų kolonų, kurios turi atlaikyti stogo konstrukcijos ir daugiasluoksnių išorinių sienų svorius. Taip pat projektuojamos 9 fachverko kolonos, kurios perima pastato galuose tvirtinamas daugiasluoksnių sieninių plokščių apkrovas. Kiekviena kolona tvirtinama inkariniais varžtais.

Sienos

Išorinės statinio sienos priklauso nelaikančiųjų – savilaikių sienų tipui. Sienų savojo svorio apkrovas perima kolonos, o jos remiasi tiesiai į pamatą. Sienų šiltinimui naudojama Rukki SPB W daugiasluoksnės sieninės plokštės.

Stogas

Stogo laikančiosios konstrukcijos - metalinės dviejų skirtingų ilgių santvaros, kurių ilgiai atitinkamai 24 ir 30 m, o aukštis 3 m. Formuojamas stogo nuolydis - 4,6°.

Suprojektuotas stogas yra sutapdintas, neeksploatuojamas. Ant pastato santvarų dedami metaliniai ilginiai, kurie perima stogo apkrovas. Kadangi yra numatyti apkrovas laikantys lakštai, ilginiai nenaudojami. Stogo sluoksnį sudaro profiliuoti plieniniai lakštai, mineralinės vatos Paroc Rob 60 20mm sluoksnis, garo plėvelė, Paroc Ros 30g 160mm sluoksnis, Paroc Rob 60 20mm sluoksnis ir du hidroizoliacijos sluoksniai Renobit.

Įrengiami parapetai, kurių aukštis 0,5m. Lietaus nuvedimo sistema numatoma – vidinė. Įlajos įrengiamos pagal reikalavimus.

Projektinė stogo šilumos perdavimo koeficiento vertė 0,193 W/(m²·K).

Langai, durys, vartai

Pastate numatoma montuoti aliuminio langus. Visame pastate numatyta trijų kamerų, 60 mm pločio langai, o bendras langų plotas 157 m². Projektuojamam pastate taip pat numatyta vienerios vienvėrės (išmatavimai - 1,0 x 2,2 m) ir vienos dvivėrės (išmatavimai - 2,0 x 2,2 m) cinkuoto metalo lauko durys. Numatyti du vienetai pakeliamų vartų, su elektrine pavara, kurių plotas lygus 28 m².

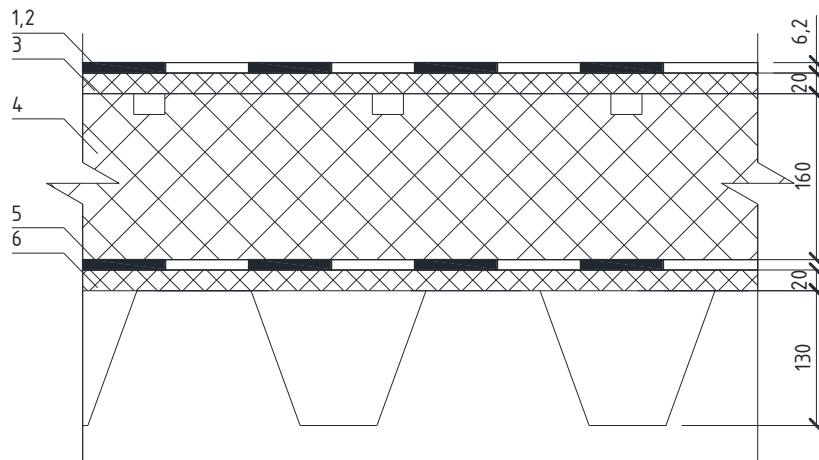
Viduje sumontuotos vienvėrės plieninės, cinkuotos, pilkos spalvos durys, jų yra 3 vnt.

2.6 Stogo šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

Projektuojamo pastato stogas yra plokščiasis, kurio paklotas iš profiliuotos skardos lakštų. Tokią konstrukciją sudaro: dviejų sluoksnių (viršutinis ir apatinis) bituminė danga, 20 mm Paroc ROB 60 sluoksnis, 160 mm Paroc ROS 30g sluoksnis, vandens garų užtvara, 20 mm Paroc ROB 60 sluoksnis, plieno lakštų laikanti konstrukcija. Skaičiavimų patogumui susidarome lentelę, į kurią surašysime skaičiavimų rezultatus:

2.2 lentelė. Šiluminės varžos pagal sluoksnių storį

Sluoksnio Nr.	Sluoksnio medžiaga	Šilumos laidumo koef. $W/(m \cdot K)$	Sluoksnio storis, mm	Šiluminė varža, $(m^2 \cdot K)/W$
1	Bituminė danga RENOBIT Classic TKP	$\lambda_{ds} = 0,170$	3,6	0,021
2	Bituminė danga RENOBIT Classic TPP	$\lambda_{ds} = 0,170$	2,6	0,015
3	Mineralinė vata PAROC ROB 60	$\lambda_D = 0,038$	20	0,5
4	Mineralinė vata PAROC ROS 30g	$\lambda_D = 0,036$	160	4,2
5	Garų plėvelė	-	-	0,04
6	Mineralinė vata PAROC ROB 60	$\lambda_D = 0,038$	20	0,5



2.1 pav. Stogo dangos konstrukcija

Stogų su susisiekiančiais su išore oro kanalais termoizoliaciniame sluoksnyje visuminė šiluminė varža ir šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojami pagal formules:

$$R_t = R_{se} + \frac{R_{s1}}{1,05} + R_{s2} + R_{si} \quad (2.1)$$

Čia:

R_{se} – stogo išorinio paviršiaus varža ($\frac{m^2 \cdot K}{W}$)

R_{s1} - termoizoliacinio (mineralinės vatos su oro kanalais) ir virš jo esančių sluoksnių suminė šiluminė varža, nevertinant oro kanalų šilumą izoliuojančių savybių įtakos ($\frac{m^2 \cdot K}{W}$) [9].

R_{s2} – žemiau termoizoliacinio (mineralinės vatos su oro kanalais) sluoksnio esančių stogo konstrukcijos sluoksnių suminė šiluminė varža [9].

R_{si} – stogo vidinio paviršiaus šiluminė varža ($\frac{m^2 \cdot K}{W}$) [9]

$$U = \frac{1}{R_t} \quad (2.2)$$

Norint susiskaičiuoti dydžius R_{s1} ir R_{s2} reikia apskaičiuoti atskirų atitvaros sluoksnių šiluminę varžą. Pirmojo atitvaros sluoksnio šiluminė varža yra:

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{1ds}} = \frac{0,0036}{0,170} = 0,021 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2.3)$$

Antrojo atitvaros sluoksnio šiluminė varža yra:

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{2ds}} = \frac{0,0026}{0,170} = 0,015 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2.4)$$

Trečiojo atitvaros sluoksnio šiluminė varža yra:

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_{3ds}} = \frac{0,02}{0,04} = 0,5 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2.5)$$

čia $\lambda_{3ds} = \lambda_{3D} + \Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{cv} = 0,038 + 0,002 + 0 = 0,04 \frac{W}{m \cdot K}$

čia $\Delta\lambda_w = 0,002 \frac{W}{m \cdot K}$ – pataisa dėl papildomo mineralinės vatos įdrėkimo nevėdinamoje atitvaroje [10]

$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_{3D} \cdot K_{cv} = 0,038 \cdot 0 = 0 \frac{W}{m \cdot K}$ – pataisa dėl šilumos konvekcijos mineralinėje vatoje

čia $K_{cv} = 0$ – šilumos konvekcijos poveikio koeficientas [10]

Ketvirtojo atitvaros sluoksnio šiluminė varža yra:

$$R_4 = \frac{d_4}{\lambda_{4ds}} = \frac{0,16}{0,038} = 4,2 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2.6)$$

čia $\lambda_{4ds} = \lambda_{4D} + \Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{cv} = 0,036 + 0,002 + 0 = 0,038 \frac{W}{m \cdot K}$

čia: $\Delta\lambda_w = 0,002 \frac{W}{m \cdot K}$ – pataisa dėl papildomo mineralinės vatos įdrėkimo nevėdinamoje atitvaroje [2]

$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_{4D} \cdot K_{cv} = 0,036 \cdot 0 = 0 \frac{W}{m \cdot K}$ – pataisa dėl šilumos konvekcijos mineralinėje vatoje

čia: $K_{cv} = 0$ – šilumos konvekcijos poveikio koeficientas [10]

Penktojo atitvaros sluoksnio šiluminė varža imama iš lentelių kaip plono sluoksnio patalpinto tarp atitvaros sluoksnių ir ji lygi:

$$R_5 = 0,04 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2.7)$$

Šeštojo atitvaros sluoksnio šiluminė varža yra:

$$R_6 = \frac{d_6}{\lambda_{6ds}} = \frac{0,02}{0,04} = 0,5 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (2.1)$$

čia $\lambda_{6ds} = \lambda_{6D} + \Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{cv} = 0,038 + 0,002 + 0 = 0,04 \frac{W}{m \cdot K}$

čia $\Delta\lambda_w = 0,002 \frac{W}{m \cdot K}$ – pataisa dėl papildomo mineralinės vatos įdrėkimo nevėdinamoje atitvaroje [10]

$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_{6D} \cdot K_{cv} = 0,038 \cdot 0 = 0 \frac{W}{m \cdot K}$ – pataisa dėl šilumos konvekcijos mineralinėje vatoje

čia $K_{cv} = 0$ – šilumos konvekcijos poveikio koeficientas [10]

Pagal 2.1 formulę apskaičiuojama atitvaros visuminė šiluminė varža:

$$\begin{aligned} R_t &= R_{se} + \frac{R_{s1}}{1,05} + R_{s2} + R_{si} = R_{se} + \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}{1,05} + R_5 + R_6 + R_{si} \\ &= 0,04 + \frac{0,021 + 0,015 + 0,5 + 4,2}{1,05} + 0,04 + 0,5 + 0,1 = 5,19 \frac{m^2 \cdot K}{W} \end{aligned} \quad (2.9)$$

čia $R_{si} = 0,10 \frac{m^2 \cdot K}{W}$

$R_{se} = 0,04 \frac{m^2 \cdot K}{W}$

Apskaičiuojamas šilumos perdavimo koeficientas pagal 2.2 formulę:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{5,19} = 0,193 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (2.10)$$

3. KONSTRUKCINĖ DALIS

3.1 Bendrieji duomenys

Nuotekų rezervuarų plokščių gamybos pastato karkasas mišrus – gelžbetoninis ir metalinis. Į skaičiuojamąją koloną iš vienos pusės remiasi metalinė santvara. Metalinė santvara sudaryta iš vamzdinių kvadrato formos profilių elementų, kurių bendra masė yra $m = 2500\text{kg}$. Pastato karkasui projektuojamos $400 \times 400\text{ mm}$ skerspjūvio gelžbetoninės kolonos. Skaičiuojamoji kolona yra ašių „A“ ir „9“ sandūroje. Gelžbetoninei kolonai parenkamas C30/37 klasės betonas, kurio skaičiuotinas gniuždomasis stipris $f_{cd} = 18\text{ MPa}$, skaičiuotinas tempiamasis stipris $f_{ctd} = 1,33\text{ MPa}$, tamprumo modulis $E_{cm} = 30000\text{ MPa}$. Kolona armuojama keturiais išilginiais 16 mm diametro, S400 klasės armatūros strypais ir aštuoniolika 8 mm diametro skersiniais S240 klasės armatūros strypais. Kolonos montuojamas per kolonos padus HPKM16.

3.2 Apkrovų skaičiavimas

Vadovaujantis STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ paskaičiuojamos apkrovos tenkančios projektuojamai kolonai. Paskaičiuotas stogo plotas kuris veikia koloną, jis lygus $90,3\text{ m}^2$. Suminė apkrova nuo tolygiai pasiskirsčiusio sniego ir nuo sniego „maišo“ yra lygi $118,32\text{ kN}$. Taip pat įvertintos vėjo ir stogo konstrukcijos apkrovos. Skaičiavimai ir skaičiuojamosios schemos pateiktos 1 priede.

3.3 Gelžbetoninės kolonos skaičiavimas

Kolonos skerspjūvio matmenys $0,4 \times 0,4\text{ m}$, $H = 6,95\text{ m}$, o jos masė:

$$m = H \cdot b \cdot h \cdot \rho_{bet} = 6,95 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 2500 = 2780\text{ kg} \quad (3.1)$$

Kolonos armuojamos simetrine armatūra - $A_{s1} = A_{s2}$.

Kolonos projektuojamos iš C30/37 klasės betono.

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{30}{1,5} = 18\text{ Mpa} \quad (3.2)$$

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = 1 \cdot 1 \cdot \frac{2,0}{1,5} = 1,33\text{ Mpa} \quad (3.3)$$

$$E_{cm} = 31000\text{ Mpa}$$

Su išilgine armatūra S400 klasės ($f_{yd} = f_{srd} = 365\text{ MPa}$, $E_s = 210000\text{ MPa}$).

Suminė apkrova į koloną:

$$N = b_c \cdot h_c \cdot H_{fl} \cdot n_{fl} \cdot \rho_m \cdot 1,35 + G \cdot 1,35 + Q_{sniego} \cdot 1,3 \quad (3.4)$$

$$N = 0,4 \cdot 0,4 \cdot 6,95 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 1,35 + 51,4 \cdot 1,35 + 118,31 \cdot 1,3 = 260,7 \text{ kN}. \quad (3.5)$$

$$M = 14,08 \cdot 1,3 = 18,3 \text{ kNm} \quad (3.6)$$

Čia: 14,08 - didžiausia vėjo apkrova tenkanti kolonai iš „Elem“.

1,3 – patikimumo koeficientas.

$$d = 0,4 - 0,04 = 0,36 \text{ m} \quad (3.7)$$

$$l_0 = H_{fl} \cdot 1,5 = 6,95 \cdot 1,5 = 10,425 \text{ m} \quad (3.8)$$

Išilginės jėgos ekscentricitetas lygus:

$$M = N \cdot e_0 \quad (3.9)$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{18,3}{260,7} = 0,0702 \text{ m} \quad (3.10)$$

$$e_0 = \max : \left\{ e_0 = \frac{l_0}{600} = \frac{10,425}{600} = 0,0174 \text{ m}; e_0 = \frac{h}{30} = \frac{0,4}{30} = 0,0133 \text{ m}; \right\} \quad (3.11)$$

Imama $e_0 = 0,0174 \text{ m}$, kadangi $\frac{e_0}{h} = \frac{0,0174}{0,4} = 0,0435 < 0,3$, skaičiuojama pagal 2-ąjį

ekscentrinio gniuždymo atvejį, t. y. $\zeta > \zeta_{lim}$

Apskaičiuojami lenkimo momentai ašies, esančios per mažiausiai gniuždomos armatūros svorio centrą ir lygiagrečios neutraliai ašiai, atžvilgiu. Lenkimo momentai nuo visos apkrovos:

$$M_1 = N \cdot \left(\frac{h - a}{2} \right) = 260,7 \cdot \left(\frac{0,4 - 0,04}{2} \right) = 31,28 \text{ kNm} \quad (3.12)$$

Suminis lenkimo momentas, nuo visos apkrovos ir nuo vėjo:

$$M_{sum} = M + M_1 = 18,3 + 31,28 = 49,58 \text{ kNm}. \quad (3.13)$$

Kai $\frac{l_0}{i} = \frac{10,425}{\sqrt{0,4^2 / 12}} = 90,26 > 14$, skaičiuojant normalinio pjūvio stiprumą reikia įvertinti

kolonos išilginį įlinkį.

Apskaičiuojama kritinė ašinė jėga:

$$N_{cr} = \left(6,4 \cdot \frac{E}{l_0^2} \right) \cdot \left[\frac{I_{cm}}{\varphi_l} \cdot \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e / \varphi_p} + 0,1 \right) + \alpha_s \cdot I_s \right] \quad (3.14)$$

Čia: E_{cm} – betono tamprumo modulis;

l_0 – skaičiuotinas kolonos ilgis;

I_{cm} – betoninės dalies skerspjūvio inercijos momentas apie centrinę ekvivalentinio skerspjūvio ašį, lygiagrečią su neutraliaja ašimi:

$$I_{cm} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,4^4}{12} = 0,0021m^4 \quad (3.15)$$

$$\varphi_l = 1 + \frac{\beta \cdot M_L}{M} = 1 + \frac{1 \cdot 62,41}{134,44} = 1,452 \quad (3.16)$$

φ_l – koeficientas, įvertinantis ilgalaikių apkrovų poveikį.

$$M_L = N_L \cdot \left(\frac{h-a}{2}\right) = 170,82 \cdot \left(\frac{0,4-0,04}{2}\right) = 30,75kNm \quad (3.17)$$

$$N_L = G + 0,6 \cdot Q_{sniego} + \frac{M}{2} = 69,39 + 0,6 \cdot 153,8 + \frac{18,3}{2} = 170,82kN \quad (3.18)$$

$$\begin{aligned} \delta_e &= \frac{e_0}{h} = \frac{0,0174}{0,4} = 0,0435 < \delta_e = 0,5 - \frac{0,01 \cdot l_0}{h} - 0,01 \cdot f_{cd} = \\ &= 0,5 - \frac{0,01 \cdot 10,425}{0,4} - 0,01 \cdot 20 = 0,039 \end{aligned} \quad (3.19)$$

Imama $\delta_e = 0,0435$; $\varphi_p = 1$ - koeficientas, įvertinantis iš anksto įtemptos armatūros įtaką elemento standumui (neįtempta armatūra).

δ_e – santykinis išilginės jėgos ekscentricitetas

$$\alpha_s = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{21 \cdot 10^4}{31 \cdot 10^3} = 6,77 \quad (3.20)$$

Armatūros skerspjūvio inercijos momentas apie centrinę ekvivalentinio skerspjūvio ašį, lygiagrečią su neutraliaja ašimi:

$$I_s = \mu_s \cdot A \cdot \left(\frac{h}{2} - a\right)^2 \quad (3.21)$$

Imamas armavimo koeficientas, kai $A_{s1} = A_{s2}$:

$$\mu_s = 0,006$$

$$I_s = 0,006 \cdot 0,4^2 \cdot \left(\frac{0,4}{2} - 0,04\right)^2 = 0,0000246m^4 \quad (3.22)$$

$$\begin{aligned}
N_{cr} &= (6,4 \cdot \frac{E_{cm}}{l_0^2}) \cdot \left[\frac{I_{cm}}{\varphi_l} \cdot \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e / \varphi_p} + 0,1 \right) + \alpha_s \cdot I_s \right] = \\
&= (6,4 \cdot \frac{31 \cdot 10^6}{10,425^2}) \cdot \left[\frac{0,0021}{1,452} \cdot \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,0435/1} + 0,1 \right) + 6,77 \cdot 0,0000246 \right] = 2591,93 kN > 260,7 kN
\end{aligned} \tag{3.23}$$

Apskaičiuojame koeficientą, kuris parodo, kiek kartų padidės jėgos N ekscentricitetas, įlinkus elementui, kurio sąlyginė kritinė jėga N_{cr} .

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{260,7}{2591,93}} = 1,11 \tag{3.24}$$

Apskaičiuojamas ribinis santykinis gniuždomas aukštis:

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} = \frac{0,706}{1 + \frac{365}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,706}{1,1} \right)} = 0,55 \tag{3.25}$$

$$\sigma_{s,lim} = f_{yd} - \sigma_p = 365 - 0 = 365 \tag{3.26}$$

ω – koeficientas, įvertinantis betono įtempimų diagramos formą.

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 18 = 0,706 \tag{3.27}$$

$$e = e_0 \cdot \eta + \frac{h}{2} - a = 0,0174 \cdot 1,11 + \frac{0,40}{2} - 0,04 = 0,179 m \tag{3.28}$$

Skaičiuojamosios formulės armatūros apskaičiavimui esant mažiems ekscentricitetams, kai $A_{S1} = A_{S2}$, gaunamos sprendžiant tris lygtis:

$$\begin{aligned}
N \cdot e &= f_{cd} \cdot b \cdot x \cdot (d - 0,5x) + f_{scd} \cdot A_{S2} \cdot (d - a') \\
N - f_{cd} \cdot b \cdot x + \sigma_s \cdot A_{S1} - f_{yd} \cdot A_{S2} &= 0 \\
\sigma_s &= \left(2 \frac{I - \frac{x}{d}}{I - \xi_{lim}} - 1 \right) \cdot f_{yd}
\end{aligned} \tag{3.29}$$

Apskaičiuojami:

$$n = N / f_{cd} \cdot b \cdot d \geq \xi_{lim} \tag{3.30}$$

$$\xi = \frac{n(1 - \xi_{\text{lim}}) + 2\alpha\xi_{\text{lim}}}{1 - \xi_{\text{lim}} + 2\alpha} \geq \xi_R; \quad \alpha = \frac{n\left(\frac{e}{d} - 1 + \frac{n}{2}\right)}{1 - \delta'}; \quad (3.31)$$

$$\delta' = \frac{a}{h_0} = \frac{4}{36} = 0,111 \quad (3.32)$$

Kai $\alpha \leq 0$, imama $A_{S1} = A_{S2}$ konstrukcinis minimumas ir , kai $\alpha > 0$:

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{N}{f_{yd}} \cdot \frac{\frac{e}{d} - \frac{\xi}{n(1 - \xi/2)}}{1 - \delta'}; \quad (3.33)$$

Šiuo atveju yra:

$$n = \frac{N}{f_{cd} \cdot b \cdot d \cdot 10^3} = \frac{260,7}{20 \cdot 0,4 \cdot 0,36 \cdot 10^3} = 0,09 < \xi_{\text{lim}} = 0,55 \quad (3.34)$$

$$\alpha = \frac{n\left(\frac{e}{d} - 1 + \frac{n}{2}\right)}{1 - \delta'} = \frac{0,09 \cdot \left(\frac{0,179}{0,36} - 1 + \frac{0,09}{2}\right)}{1 - 0,111} = -0,046 \quad (3.35)$$

Konstrukciškai išilginę armatūrą priimu: 2Ø16 S400 klasės armatūros strypus su $A_{S1}=A_{S2}=4,02 \text{ cm}^2$.

$$\mu_s = \frac{4,02 \cdot 2}{40 \cdot 40} = 0,005 \approx 0,006 \quad , \text{ perskaičiuoti nereikia.}$$

$$B = \varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot f_{ctd} \cdot b \cdot d^2 = 2 \cdot (1 + 0 + 0,34) \cdot 1,33 \cdot 10^3 \cdot 0,4 \cdot 0,36^2 = 184,78 \text{ kNm} \quad (3.36)$$

$$\varphi_{b2} = 2;$$

$$\varphi_n = \frac{0,1 \cdot N}{f_{ctd} \cdot b \cdot d} = \frac{0,1 \cdot 260,7}{1,33 \cdot 10^3 \cdot 0,4 \cdot 0,36} = 0,14 \leq 0,5 \quad (3.37)$$

$$Q_b = \frac{B}{c} = \frac{184,78}{0,72} = 256,64 \text{ kN} > Q = 3,04 \text{ kN} \quad (3.38)$$

$$c = \frac{2B}{V_{ED}} = \frac{2 \cdot 184,78}{3,04} = 121,57 \text{ m} > 2d = 2 \cdot 0,36 = 0,72 \text{ m} \quad (3.39)$$

Priimu $c=0,72 \text{ m}$.

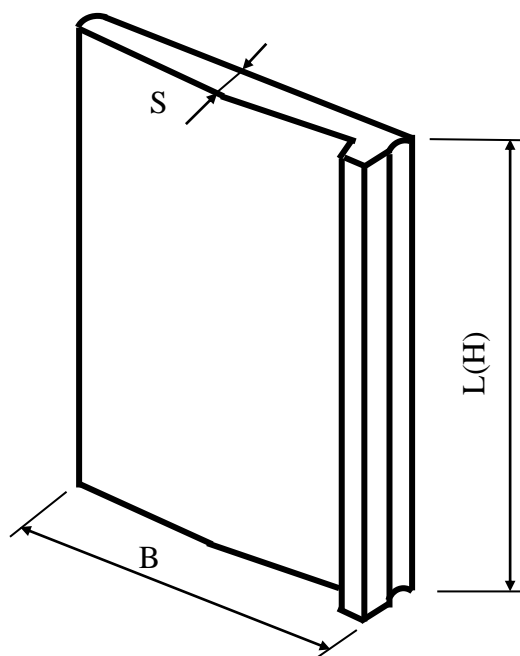
Pagal konstrukcinį minimumą skersinę armatūrą priimu: $\phi 8$ S240 klasės. Atstumai tarp skersinių strypų $s = 20 \cdot d = 20 \cdot 16 = 32 \text{ cm}$, priimu $s = 30 \text{ cm}$

4. TECHNOLOGINĖ DALIS

4.1 Gaminio charakteristikos

Baigiamajame darbe projektuojama gelžbetoninės nuotekų rezervuarų plokščių gamybos technologija. Jos gaminamos iš normaliojo betono, formavimo būdu su armatūriniais tinklais ir įdėtinėmis detalėmis.

Konvejerinėje linijoje gaminamos 5995 mm ilgio ir 1560 mm pločio gelžbetoninės nuotekų rezervuarų plokštės, kurios naudojamos skysčių laikymo rezervuarams įrengti gruntuose su agresyvia veikimo aplinka.



4.1 pav. Nuotekų rezervuarų sieninė plokštė

Plokščių geometrinių parametrų nuokrypiai turi būti ne didesni, kaip nurodyta 4.1 lentelėje.

4.1 lentelė. Nuotekų rezervuarų plokščių leistini nuokrypiai

Nuokrypio pavadinimas	Geometrinis parametras ir jo vardinė reikšmė	Leistinas ribinis nuokrypis, mm
Matmenys	Ilgis (aukštis)	± 10
	Skerspjūvis	± 5
	Kėlimo kilpų padėtis:	
	išilgine kryptimi	± 50
	skersine kryptimi	± 30

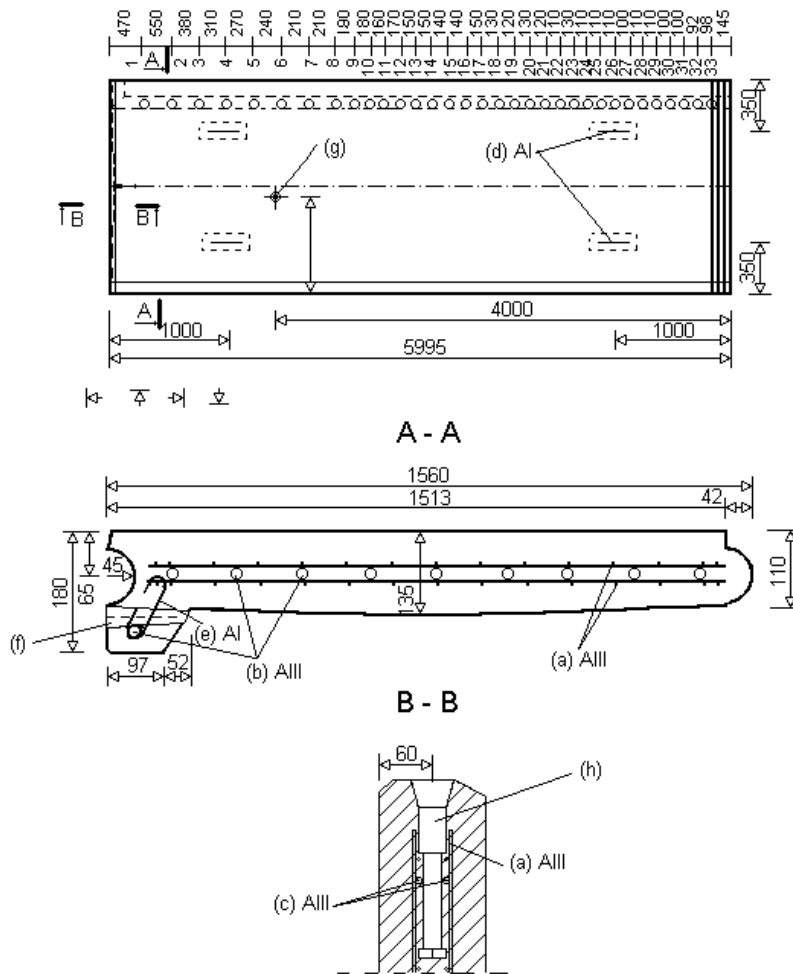
	Angų ar kiaurymių dydis ir padėtis	±7
Tiesumas	Paviršių tiesialinijūškumas	10
Įstrižainių skirtumas	Įstrižainių ilgio skirtumas	12
Paviršių kokybė	Betono iškilimai ir įdubos	3
	Poros:	
	skersmuo	4
	gylis	3
	kiekis	50 vnt./ m ²
	Briaunų nuskilimai:	
	gylis	8
	ilgis	80
	kiekis	2 vnt./m'

4.2 Techniniai reikalavimai gaminiui

Nuotekų rezervuarų plokštės turi atitikti, joms keliamus standartizuotus reikalavimus (Lietuvoje taikomas standartas - LST EN 15258:2009 „Surenkamieji betono gaminiai. Atraminų sienų elementai“). Gelžbetoninės nuotekų rezervuarų plokštėms gaminti naudojamas ne mažesnės, kaip C 30/37 klasės betonas. Gaminiai gaminami iš betono, kuris turi atitikti LST EN 206:2014 „Betonas. Specifikacija, eksploatacinės savybės, gamyba ir atitiktis“ keliamus reikalavimus. Atsparumas šalčio ciklams turi būti ne mažesnis kaip F 200, o betono klasė pagal aplinkos poveikį, turi būti XA2. Gaminių kietinimas vyksta kietinimo kameroje, jų reikalavimus apibūdina LST EN 12390-2:2009 „Sukietėjusio betono bandymai. 2 dalis. Bandinių pagaminimas ir kietinimas stipriai nustatyti“ standartas.

Plokščių armavimui turi būti naudojamas armatūrinis plienas ir armatūrinė viela pagal galiojančius standartus LST EN ISO 15630-1:2011 „Plienas betonui armuoti ir įtempti. Bandymo metodai“. Gamybos linijoje naudojama S500 klasės neįtemptoji armatūra, plieno markė - GOST 380 C<0,24%. Armatūros tinklo forma, matmenys bei išdėstymas turi atitikti darbo brėžinius.

Ant plokščių paviršių neturi būti rūdžių ir riebalų dėmių, nuo kėlimo kilpų, kiaurymių ir montavimo įtaisų turi būti nuvalyti betono užtekėjimai, taip pat visose betoninėse plokštėse neleistini plyšiai.



4.2 pav. Nuotekų rezervuarų sieninių plokščių matmenys [11]

4.2 lentelė. Nuotekų rezervuarų sieninių plokščių detalės

Armatūra	Ilgis mm	Kiekis	Forma
AIII Ø8	Tinklas 1450*5900	2	išilginės armatūros žingsnis – 150, skersinės – 100
AIII Ø12	5900	10	—————
AIII Ø10	1000	2	—————
AI Ø10	940	4	
AI Ø6		12	
		16	Įdėtinė detalė Nr.1
		1	Įdėtinė detalė Nr.2
		1	Įdėtinė detalė Nr.3

4.3 Nuotekų rezervuarų plokščių ženklimas

Rezervuarų plokštės ženklinamos ant jų paviršiaus priklijuojant atmosferos poveikiui atsparią etiketę, kurioje surašyti žemiau minimi ženklai:

- Plokštės žymuo;
- Įmonės pavadinimas arba prekės ženklas;
- Pagaminimo data;
- TK žyma;
- Masė, t.

4.4 Žaliavos

4.3 lentelė. Žaliavoms taikomi standartai

Žaliavos	Standartas
Cementas	LST EN 197-1:2011
Užpildai	LST EN 12620:2013
Vanduo	LST EN 1008:2005
Cheminiai priedai	LST EN 934-2:2009+A1:2012

Cementas

Pagrindiniai reikalavimai Lietuvoje reglamentuojantys įprastus cementus ir jų priedus yra LST EN 196 ir LST EN 197 grupės standartai. Šiuo metu naudojamas LST EN 197-1:2011 standarto cementas. Šiame Europos standarte nustatyti ir pateikti 27 skirtingų įprastinių cementų, 7 sulfatams atsparių įprastinių cementų, taip pat 3 skirtingų mažo ankstyvojo stiprumo šlakinių cementų ir 2 sulfatams atsparių mažo ankstyvojo stiprumo šlakinių cementų bei jų komponentų techniniai reikalavimai [12].

Portlandcemenčio sudėtyje po degimo privalo būti pagrindinis metalų oksidų: ~62-67 %CaO, ~ 20-25 % SiO₂, ~2-4 % Al₂O₃, ~2-5 % Fe₂O₃. Be šių oksidų, dar cimente būna kenksmingų priemaišų: SO₃, MgO, Na₂O, K₂O [12].

Šioje nuotekų rezervuarų plokščių gamybos technologijoje naudojamas CEM I 42,5 R cementas, kuris gaunamas iš beveik gryno klinkerio, pridedant iki 5 % papildomų priedų, jis greitai kietėja [12].

4.4 lentelė. Cemento aktyvumas

Stiprumo klasė	Stipris gniuždant, Mpa			Rišimosi pradžia, min.	
	Ankstyvasis		Standartinis		
	po 2 parų	po 7 parų	Po 28 parų		
42,5 R	≥10,0	-	≥42,5	≤62,5	≥60

Transportuojant ir sandėliuojant cementą, būtina jį apsaugoti nuo drėgmės, pašalinių teršalų, gedimo. Sandėliuojant negalima sumaišyti tarpusavyje skirtingų atmainų cementų.

Užpildai

Gamybos linijoje naudojami dviejų rūšių užpildai:

- Stambus užpildas t. y. žvirgždo skalda 4/16 frakcijos;
- Smulkus užpildas t. y. smulkus užpildas 0/4 frakcijos.

Naudojamų užpildų savybes reglamentuoja valstybinis standartas (betono užpildai LST EN 12620:2013, lengvieji užpildai LST EN 13055-1:2004).

Vanduo

Vanduo betono mišiniui ruošti turi būti švarus, be žalingų normalų betono kietėjimą stabdančių priemaišų, t. y. geriamasis vanduo, kuris turi atitikti LST EN 1008:2003 „Vanduo betonui. Techniniai vandens ėminių ėmimo, bandymo ir tinkamumo reikalavimai, įskaitant gražinamą iš gamybos betono pramonėje vandenį, pakartotinai naudojamą betono mišiniui ruošti“ standartą [13].

Šioje gamybos technologijoje vanduo tiekiamas iš artezinio gręžinio, kuris yra įrengtas šalia gamyklos. Vanduo reguliariai tiriamas tyrimų laboratorijoje.

Priedai

Siekiant pagerinti rezervuarų plokščių betono kokybę ir suteikti betonui norimas savybes naudojami, cheminiai priedai. Cheminius priedus ir jų savybes reglamentuoja valstybinis standartas LST EN 934-2:2009+A1:2012 „Betono, statybinio ir injekcinio skiedinio įmaišiniai priedai. 2 dalis. Betono įmaišiniai priedai. Apibrėžtys, reikalavimai, atitiktis, ženklavimas ir etiketavimas“

Superplastikliai – kaip ir minėta anksčiau tai įmaišos, kurių įdėjus, ir nekeičiant betono konsistencijos, sumažinamas vandens kiekis betone, taip pat padidinamas betono slankumas. Betono stiprumas gniuždant po 1 paros padidėja ~ 140 %, po 28 parų lyginant betoną su superplastikliu ir įprastu betonu stipris padidėja ~ 115 % [13].

4.5 Gamybinių pajėgumų skaičiavimai

Technologinės linijos metinis pajėgumas $P_{mt} = 10.000 \text{ m}^3$

Metinis gamybos pajėgumas:

$$P_{mv} = \frac{P_{mt}}{V_g} = \frac{10000}{1,2037} = 8307,71 \approx 8307 \text{ vnt.} \quad (4.1)$$

Tikrasis gamybinis pajėgumas per parą:

$$P_{pt} = \frac{P_{mt}}{T_m} = \frac{10000}{248} = 40,32m^3 \quad (4.2)$$

$$P_{pv} = \frac{P_{mv}}{T_m} = \frac{8307}{248} = 33,49 \approx 33vnt. \quad (4.3)$$

T_m - metinis darbo laiko fondas dienomis ($T_m=248$ paros)

Gamybinis pajėgumas per pamainą išlieka toks pats kaip per parą, kadangi dirbama viena pamaina.

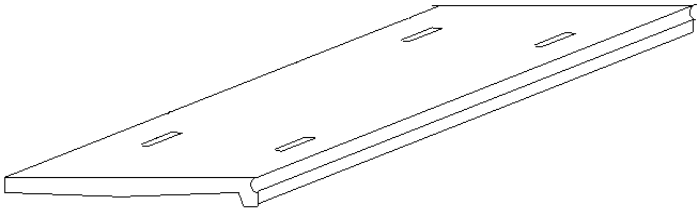
Gamybinis pajėgumas per valandą:

$$P_{ht} = \frac{P_{pamt}}{6,4} = \frac{40,32}{6,4} = 6,30m^3 / h \quad (4.4)$$

$$P_{hv} = \frac{P_{pamv}}{6,4} = \frac{33}{6,4} = 5,15vnt / h \quad (4.5)$$

Čia: 6,4 – tikroji pamainos darbo trukmė.

4.5 lentelė. Rezervuarų plokščių gamybiniai pajėgumai

Gaminys		Nuotekų rezervuaro sieninė plokštė	
Gamybos būdas		Konvejerinis	
Gaminio eskizas			
Gaminio charakteristika	Betono klasė	C 30/37	
	Betono tūris, m ³	1,12	
	Gaminio masė, t	2734,13	
	Armatūros kiekis, kg	269,29	
Gamybinis pajėgumas	Per metus	P _{mt} , m ³	10000
		P _{mv} , vnt.	8307
	Per parą	P _{pt} , m ³	40,32
		P _{pv} , vnt.	33
	Per pamainą	P _{pamt} , m ³	40,32
		P _{pamv} , vnt.	33
	Per	P _{ht} , m ³	6,30

	valandą	P_{hv} , vnt.	5,15
--	---------	-----------------	------

Medžiagų sąnaudų skaičiavimai

4.6 lentelė. Medžiagų sąnaudos

Medžiagos		Per h	Per pamainą	Per metus
Betono mišinys, m ³	be nuostolių	5,78	37,01	9317,55
	su nuostoliais (1%)	5,83	37,38	9410,73
Cementas, t	be nuostolių	2,16	13,82	3429,00
	su nuostoliais (2%)	2,20	14,10	3497,58
Žvirgždo skalda, m ³	be nuostolių	1,93	12,38	3071,16
	su nuostoliais (3%)	1,99	12,76	3163,29
Smėlis, m ³	be nuostolių	1,76	11,26	2792,60
	su nuostoliais (3%)	1,81	11,60	2876,38
Vanduo, m ³	be nuostolių	0,97	6,21	1540,30
	su nuostoliais (1%)	0,98	6,27	1555,70
Superplastiklis, kg	be nuostolių	10,80	69,13	17145,02
	su nuostoliais (1%)	10,91	69,82	17316,47
Hidrotechninis priedas	be nuostolių	443,21	2276,53	68580,09
	su nuostoliais (1%)	443,64	2279,30	69265,89
Armatūra, t	be nuostolių	1,39	8,89	2237,03
	su nuostoliais (4%)	1,44	9,24	2326,51

Plokščių betono mišinio sąnaudos Q_{ht} m³/h apskaičiuojamos pagal formulę:

$$Q_{ht} = P_{hv} \cdot V_{bet.miš} = 5,15 \cdot 1,12 = 5,78 \text{ m}^3/\text{h} \quad (4.6)$$

Čia $V_{bet.miš}$ – vienam gaminiui tenkanti betono mišinio tūrinė dalis m³ apskaičiuojama:

$$V_{bet.miš} = V_g - V_a = 1,204 - 0,082 = 1,12 \text{ m}^3 \quad (4.7)$$

Čia V_g – gaminio tūris, m³;

V_a – armatūros tūris gaminyje, m³.

Betono mišinio sąnaudos Q_{pamt} , m³ per pamainą:

$$Q_{pamt} = P_{pamv} \cdot V_{bet.miš} = 33 \cdot 1,12 = 37,01 \text{ m}^3 \quad (4.8)$$

Betono mišinio sąnaudos Q_{pt} , m^3 per parą išlieka tokios pačios kaip ir per pamainą, nes dirbama viena pamaina.

Betono mišinio sąnaudos Q_{mt} , m^3 per metus:

$$Q_{mt} = P_{mv} \cdot V_{bet.miš} = 8307 \cdot 1,12 = 9317,55 m^3 \quad (4.9)$$

Armatūros sąnaudos $Q_{arm,h}$, t/h apskaičiuojama:

$$Q_{arm,h} = P_{hv} \cdot m_{arm}/1000 = 5,15 \cdot 269,29/1000 = 1,39t/h \quad (4.10)$$

Čia m_{arm} – vieno gaminio armūtūros masė (kg).

Armatūros sąnaudos $Q_{arm,pam}$, t/pam:

$$Q_{arm,pam} = P_{pamv} \cdot m_{arm}/1000 = 33 \cdot 269,29/1000 = 8,89t/pam \quad (4.11)$$

Armatūros sąnaudos $Q_{arm,m}$, t/metus

$$Q_{arm,m} = P_{mv} \cdot m_{arm}/1000 = 8307 \cdot 269,29/1000 = 2237,03t/metus \quad (4.12)$$

Cemento sąnaudos $C_{cem,h}$, t/h:

$$C_{cem,h} = C \cdot Q_{ht}/1000 = 374 \cdot 5,78/1000 = 2,16t/h \quad (4.13)$$

Cemento sąnaudos $C_{cem,pam}$, t/pam:

$$C_{cem,pam} = Q_{cem,h} \cdot 6,4 = 2,16 \cdot 6,4 = 13,83t/pam \quad (4.14)$$

Cemento sąnaudos $C_{cem,m}$, t/metus:

$$C_{cem,m} = Q_{cem,pam} \cdot 248 = 13,83 \cdot 248 = 3429,00t/metus \quad (4.15)$$

Vandens sąnaudos $Q_{vand,h}$, tūkst. l/h:

$$Q_{vand,h} = \frac{V \cdot Q_{ht}}{1000} = 168 \cdot \frac{5,78}{1000} = 0,97tūkst. l/h \quad (4.16)$$

Vandens sąnaudos $Q_{vand,pam}$ tūkst. l/pam:

$$Q_{vand,pam} = Q_{vand,h} \cdot 6,4 = 6,21tūkst. l/pam \quad (4.17)$$

Vandens sąnaudos $Q_{vand,m}$ tūkst. l/metus:

$$Q_{vand,m} = Q_{vand,pam} \cdot 284 = 6,21 \cdot 284 = 1540,30tūkst. l/metus \quad (4.18)$$

Plastiklio sąnaudos $Q_{plast,h}$, kg/h:

$$Q_{plas,h} = P \cdot Q_{ht} = 1,87 \cdot 5,78 = 10,80kg/h \quad (4.19)$$

Plastiklio sąnaudos $Q_{plast,pam}$ kg/pam:

$$Q_{plast,pam} = Q_{plast,h} \cdot 6,4 = 10,80 \cdot 6,4 = 69,13kg/pam \quad (4.20)$$

Vandens sąnaudos $Q_{plast,m}$ kg/metus:

$$Q_{plast,m} = Q_{plast,pam} \cdot 284 = 69,13 \cdot 284 = 17145,02 \text{ kg/metus} \quad (4.21)$$

Hidrotechninio priedo sąnaudos $Q_{hidr,h}$, kg/h:

$$Q_{hidr,h} = P \cdot Q_{ht} = 7,48 \cdot 5,78 = 43,21 \text{ kg/h} \quad (4.22)$$

Hidrotechninio priedo sąnaudos $Q_{hidr,pam}$ kg/pam

$$Q_{hidr,pam} = Q_{hidr,h} \cdot 6,4 = 43,21 \cdot 6,4 = 276,53 \text{ kg/pam} \quad (4.23)$$

Hidrotechninio priedo sąnaudos $Q_{hidr,m}$ kg/metus:

$$Q_{hidr,m} = Q_{hidr,pam} \cdot 284 = 276,53 \cdot 284 = 68580,09 \text{ kg/metus} \quad (4.24)$$

Stambiojo užpildo sąnaudos $Q_{St,h}$ m³/h:

$$Q_{St,h} = St \cdot Q_{ht} / \rho_{p,st} = 887,67 \cdot 5,78 / 2650 = 1,93 \text{ m}^3/\text{h} \quad (4.25)$$

$\rho_{p,st}$ – stambiojo užpildo piltinis tankis, kg/m³

Stambiojo užpildo sąnaudos $Q_{St,pam}$ m³/pam:

$$Q_{St,pam} = Q_{St,h} \cdot 6,4 = 1,93 \cdot 6,4 = 12,38 \text{ m}^3/\text{pam} \quad (4.26)$$

Stambiojo užpildo sąnaudos $Q_{St,m}$ m³/metus:

$$Q_{St,m} = Q_{St,pam} \cdot 248 = 12,38 \cdot 248 = 3071,15 \text{ m}^3/\text{metus} \quad (4.27)$$

Smulkiojo užpildo sąnaudos $Q_{Sm,h}$ m³/h:

$$Q_{Sm,h} = Sm \cdot Q_{ht} / \rho_{p,sm} = 813,25 \cdot 5,78 / 2670 = 1,76 \text{ m}^3/\text{h} \quad (4.28)$$

$\rho_{p,sm}$ – smulkiojo užpildo piltinis tankis, kg/m³

Smulkiojo užpildo sąnaudos $Q_{Sm,pam}$ m³/pam:

$$Q_{Sm,pam} = Q_{Sm,h} \cdot 6,4 = 1,76 \cdot 6,4 = 11,26 \text{ m}^3/\text{pam} \quad (4.29)$$

Smulkiojo užpildo sąnaudos $Q_{Sm,m}$ m³/metus:

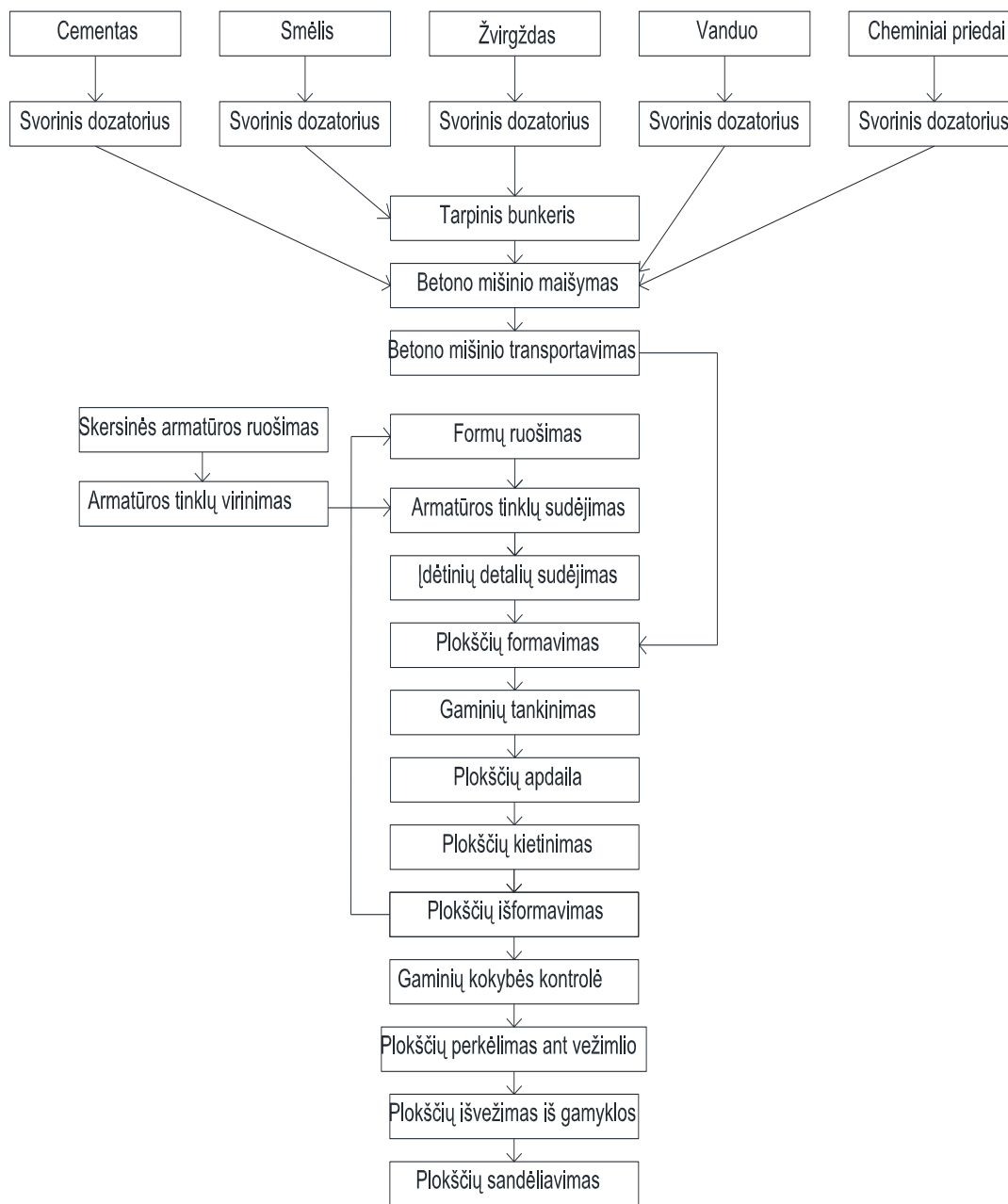
$$Q_{Sm,m} = Q_{Sm,pam} \cdot 248 = 11,26 \cdot 248 = 2792,60 \text{ m}^3/\text{metus} \quad (4.30)$$

4.7 lentelė. Naudojamo betono sudėtis

Medžiaga	Dozavimas %	Kg į 1m ³	Dalelių tankis	Tūrio kiekis l/1m ³ betono
IV var. hidrotechninis priedas 2 %				
Cementas CEM I 42,5		374,0	3,1	120,60
Superlastiklis	0,5	1,87	1,08	1,70
Oro kiekis		6%		60,0
Vanduo V/C=0,45		168,0	1	168,0

Hidrotechninis priedas	2,0	7,48	0,75	9,97
Suminis tūris be užpildų:				360,60
Užpildai:				639,40
Smėlis 0/4	48	813,25	2,65	306,88
Žvirgždo skalda 4/16	52	887,67	2,67	332,46
Betono tankis		2252,58		

4.6 Gamybos proceso technologinė schema



4.7 Betono mišinio paruošimas

Gaminant nuotekų rezervuarų plokštes naudojamas C30/37 markės betonas. Betono mišinio gamyba – svarbiausia gamybos operacija gaminant gelžbetoninį gaminį. Svarbu gauti ne vien homogenišką betono mišinį, taip pat jame turi prasidėti fizikinės ir cheminės sąveikos. Norint paruošti kokybišką betono mišinį, būtina visas žaliavas laikyti atskirose talpose ar bunkeriuose, kad jos iki sumaišymo operacijos nesąveikautų kartu. Pagrindiniai procesai, sudarantys betono mišinio gamybą:

- Žaliavų atgabenimas ir sandėliavimas;
- Žaliavų dozavimas;
- Žaliavų maišymas.

Sudedamosios nuotekų rezervuarų plokščių betono mišinio žaliavos:

- Cementas CEM I 42,5R;
- Vanduo;
- Smulkus užpildas (smėlis 0/4 fr.);
- Stambus užpildas (žvirgždo skalda 4/16 fr.);
- Cheminiai priedai (superplastiklis, hidrotechninis priedas).

Betono mišinio paruošimas prasideda nuo žaliavų transportavimo į žaliavų bunkerius ir silosus. Žvirgždo skalda ir smėlis į bunkerius transportuojamas ratiniais ekskavatoriai. Bunkeriai yra tokios talpos, jog atsargų užtektų 7 paroms. Žvirgždo skalda ir smėlis iš bunkerių į tarpinius dozatorius transportuojamas juostiniais transporteriais. Tarpiniuose dozatoriuose nustatomas esamas žaliavų drėgnis, o operatorius tai įvertina ir numato, kiek vandens bus dozuojama į mišinį.

Cementas, vanduo ir cheminiai priedai betono cecho viršuje automatiniiais dozatoriais sveriami ir dozuojami. Dozavimo tikslumas: užpildams $\pm 3\%$; cementui $\pm 3\%$; įmaišoms $\pm 5\%$; vandeniui $\pm 3\%$. Iš tarpinio bunkerio smėlis keliauja į smėlio svorines svarstyklės. Pasvertas smėlis juostiniu transporteriu patenka į „JN 750“ markės maišyklę.

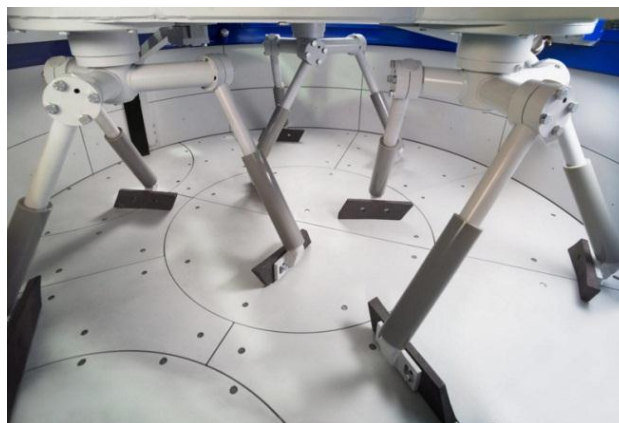
4.8 Gaminio gamybos technologija

Maišymas

Sudozuotos ir susvertos žaliavos transporteriu suberiamos į „JN 750“ markės maišyklę. Betono mišinio maišyklės maišymo mechanizmas – mentinis. Maišyklė ekonomiška, betono mišinys išmaišomas greitai ir efektyviai. Tai galinga ir naši maišyklė.



4.3 pav. Betono mišinio maišyklė „JN750“ [14]



4.4 pav. Maišyklės maišymo mechanizmas [14]

4.8 lentelė. Maišyklės techninės charakteristikos [14]

Iškrovos kiekis (L)	750
Įkrovos kiekis (L)	1125
Įkrovos kiekis (Kg)	1800
Maišymo būgno skersmuo (mm)	2196
Variklio galia (kW)	30

Padėklų valymas ir tepimas

Norint, kad gaminys būtų kokybiškas ir estetiškos išvaizdos būtinas padėklų valymas. Padėklų valymui ir tepimui naudojami du atskiri įrenginiai. Valymas vyksta su Ebawe Ebos firmos padėklų valymo įrenginiu kuris pavaizduotas 4.5 paveikslėlyje, o padėklų išpurškimas vyksta su ELEMATIC „E9-4.0o“ mašina, kuri pavaizduota 4.6 paveikslėlyje.



4.5 pav. Padėklų valymo įrenginys [15]

Kiekviena forma turi būti ištepta specialu tepalu, kuri neleidžia prilipti betonui prie formos. Šioje technologinėje linijoje automatiškai ištepamas tik formos padėklas, patys klojiniai ištepami rankomis. Padėklų ištepinimui naudojamas ELEMATIC „E9-4.0o“ įrenginys kuris purkšdamas tepalą paskirsto labai tolygiai, kad nebūtų tepalo balų, dėl kurių poveikio ant gaminio gali atsirasti dėmių [17].



4.6 pav. Padėklų tepimo mašina ELEMATIC „E9-4.0o“ [16]

Armatūros tinklai ir įdėtinės detalės

Gelžbetoninių rezervuarų plokščių gamybos linijoje yra atskiras armatūros tinklo gamybinis baras. Armatūros pjaušymo ir virinimo įrengimai sukonfigūruoti taip, jog būtų gaminamas reikalingų išmatavimų tinklas. Šioje technologijoje naudojamas 1450 x 5900 mm dydžio armatūros tinklas.

Kiekvieną armatūrą gaminant įvairiems poreikiams, ji skirstoma į klases ir atsižvelgiant į fizikines mechanines savybes. Vieną klasę sudaro vienos, dviejų ar kelių markių plienas su vienodais fizikiniais mechaniniais rodikliais. Strypinė karštai valcuota armatūra yra A-I, A-II, A-III, A-IV, A-V ir A-VI klasių. Vielinės armatūros klasės žymimos: Bp-I – paprastoji armatūrinė viela, B-II ir Bp-II – stiprioji armatūrinė viela. A-I ir B-II klasių armatūros strypų paviršius lygus, o visų kitų klasių – rumbuotas. A-II ir AT-IV klasių armatūros strypų skersiniai rumbai išdėstyti tarytum sriegine linija, kitų klasių strypinės armatūros – eglute, o kad būtų galima atskirti, kuriai klasei priklauso armatūros strypai, gamykloje jų galai nudažomi: A-IV klasės – raudonai, A-V – žaliai, AT-IV – baltai, AT-V – mėlynai ir AT-VI – geltonai. A-II ir A-III klasių armatūros strypų galai nedažomi [18]. Nuotekų rezervuarų plokštės turi būti armuojamos A-I (A240), A-III (A400) klasių armatūriniu plieniu, taigi gamykloje esančios armatūros yra nedažomos, o vienos iš jų paviršius lygus.



4.7 pav. Gamyboje naudojama armatūra [19], [20]

Tiek skersinė, tiek išilginė armatūra naudojama iš ritinių. Jie yra talpinami ant tam tikrų sukimosi diskų, nuo kurių armatūra gali atskiromis vielomis pasiekti technologinį procesą. Iki skersinės ir išilginės armatūros suvirinimo proceso viela iš ritinio yra mechaniškai ištiesinama. Pasiekusios virinimo procesą išilginė ir skersinė armatūros turi būti tiesios, nesulankstytos.



4.8 pav. Armatūrinė viela ritiniuose

Virinimas atliekamas elektrokontaktiniu būdu. Virinama kiekvienas sujungimas, o procesas nustatomas naudojantis atitinkamomis programomis, kad skersinės ir išilginės armatūros būtų paduodamos sinchroniškai ir tinklų akutės nesideformuotų.



4.9 pav. Armatūros tinklo virinimo įrenginys WZ-2500A

4.9 lentelė. WZ-2500A virinimo aparato techninės charakteristikos[21]

Galimas armatūros diametras	5,0-12,0 mm
Skersinės armatūros žingsnis	100-300 mm
Išilginės armatūros žingsnis	100-300 mm
Maksimalus plotis	2500 mm
Virinimo greitis	50-60 kartų/min.
Svoris	~6 t

Atlikus išilginės ir skersinės armatūrų suvirinimą gaunamas armatūros tinklas. Sekantis žingsnis – tinklo paėmimas, apvertimas ir įdėjimas į paruoštą gaminio formą. Tinklo „paėmimui“ naudojamas specialus įrenginys, kuris imdamas tinklą jį apverčia, taip apverčiant tinklą galima vizualiai jį patikrinti ar tinklas yra kokybiškai suvirintas ir ar nėra virinimo klaidų.



4.10 pav. Armatūros tinklo apvertimo ir perkėlimo įrenginys

Formavimas ir tankinimas

Gaminio formavimo procesas yra sudėtingiausia ir reikalaujanti daugiausiai tikslumo operacija, kadangi jei gaminio formavimas nepavyks, jis bus nebetinkamas eksploatacijai. Formavimo procesą sudaro mišinio transportavimas, išpylimas į formas, tankinimas ir gaminio apdaila. Betono mišinys iš maišyklės supilamas į transportavimo vežimėlį ELEMATIC „EB405“ ir transportuojamas į betono mišinio klotuvą.



4.11 pav. Betono mišinio transportavimo vežimėlis ELEMATIC „EB405“ [22].

4.10 lentelė. ELEMATIC „EB450“ transportavimo vežimėlio techninės charakteristikos [22]

Vežimėlio talpa	2,0 m ³
Greitis	0,48 – 1,92 m/s
Galingumas	11,80 kW

Atgabentas betono mišinys išpilamas į klotuvą ELEMATIC „Comcaster E9-2500“, kuris pavaizduotas 4.12 paveikslėlyje. Išpiltas iš klotuvo mišinys sutankinamas ant specialaus vibravimo stalo, jis pavaizduotas 4.13 paveikslėlyje.



4.12pav. Betono mišinio klotuvas ELEMATIC „Comcaster EB2350“ [23]

4.11 lentelė. ELEMATIC „Comcaster E9-2500“ klotuvo techninės charakteristikos [24]

Klotuvo talpa	2500 l
Išpilamo betono kiekis	2 m ³
Klojimo greitis	Iki 2000 l/min
Klotuvo galia	16 kW
Skysto betono išpylimo greitis	1000 l/m



4.13pav. Ebawe vibrostalas [25]

Suformuotam ir sutankintam gaminiui atliekama apdaila. Norint pasiekti švarų ir lygų paviršių apdailai pasitelkiama ELEMATIC „E9-900“ šlifavimo mašina, kuri pavaizduota 4.14 paveikslėlyje.



4.14 pav. Betono šlifavimo įrenginys ELEMATIC „E9-900“ [26]

4.12 lentelė. ELEMATIC „E9-900“ šlifavimo įrenginio techninės charakteristikos [27]

Peilių sukimosi greitis	Iki 100 kartų/min
Sukimosi disko diametras	900 mm

Plokščių kietinimas

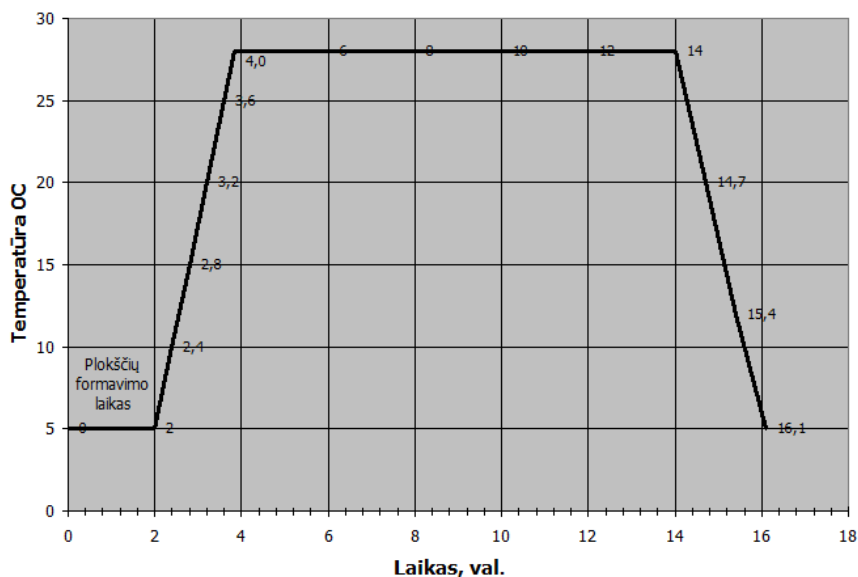
Rezervuarų plokščių kietinimas vyksta kietinimo kameroje, kurioje temperatūra pakeliama ~27 °C temperatūros ir laikoma 10 val.

Šioje technologinėje linijoje naudojama ELEMATIC firmos kietinimo kamera, kurios matmenys: 20,50 x 4,92 x 4,45 m. Ši kamera specifinė tuo jog, joje plokštės kietinamos horizontalioje padėtyje. Plokštės sukrautos vertikaliai 5 vienetais viena ant kitos. Plokščių padėjimui naudojamas specialus pakėlimo įrenginys 4.15 pav., kuris transportuoja plokštes į tam tikrą vietą kietinimo kameroje. Šio įrenginio kėlimo galia gali siekti iki 30 t, todėl esamas plokštės lengvai transportuoja.



4.15 pav. Plokščių kėlimo įrenginys ELEMATIC „E9-30I“ [28]

Plokščių kietinimo režimas



4.16 pav. Temperatūros priklausomybė nuo laiko, kietinimo kameroje [11]

4.8 Gaminių kontrolė

Pradinės kontrolės metu įvertinama medžiagų, ruošinių, reikalingų rezervuarų plokščių gamybai, atitiktis. Operacinės kontrolės metu tikrinama betono mišinio sudėtis ir jo paruošimas, betono mišinio technologinės savybės, armatūros gaminių kokybė ir padėtis formoje, formų geometriniai matmenys, formų valymas ir tepimas, betono tankinimas ir kietinimas.

Kontrolės metu tikrinami rezervuarų plokščių kokybiniai parametrai ir įvertinama atitiktis. Kokybiniai parametrai: plokščių geometriniai matmenys, angų, kiaurymių, kilpų padėtis bei dydis, rezervuarų plokščių tiesumas, įstrižainių ilgio skirtumas, paviršių kokybė.

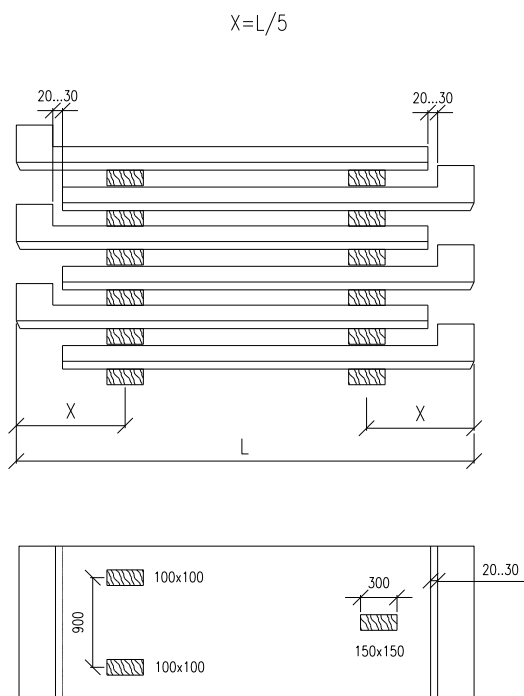
Išvardintiems rodikliams patikrinti atsitiktinai pasirenkant atrenkamos 5 plokštės. Jeigu nors viena iš atrinktų rezervuarų plokščių neatitinka reikalavimų, naudojama išsistinė kontrolė, kai tikrinamos visos plokštės pagal tuos rodiklius, pagal kuriuos partija nebuvo priimta. Kilpų padėtis, betono užtekėjimai ant kėlimo kilpų, kiaurymių ir montavimo įtaisų, rūdžių ir riebalų dėmės gaminio paviršiuje, betono plyšiai, gaminių ženklavimas tikrinami kiekvienam gaminiui, o betono stipris gniuždant nustatomas kiekvieną pamainą pagal LST EN 12390-3:2009 „Sukietėjusio betono bandymai. 3 dalis. Bandinių gniuždymo stipris“ ir kartą per savaitę (projektinis stipris) pagal LST EN 206-1:2014 „Betonas. Specifikacija, eksploatacinės savybės, gamyba ir atitiktis“.

Priimant rezervuarų plokštes, ant kiekvieno gaminio dedama TK (techninės kontrolės

kontrolieriaus) žyma atmosferos poveikiui atspariais dažais. Atiduodant rezervuarų plokštes pirkėjui išduodama atitikties deklaracija pagal STR 1.03.02:2008 „Statybos produktų atitikties deklaravimas“ reikalavimus. Pirkėjas privalo naudoti rezervuarų plokštes pagal paskirtį, atsižvelgdamas į atitikties deklaracijoje nurodytas jų charakteristikas ir šio standarto reikalavimus.

4.9 Gaminių sandėliavimas

Gatava produkcija (t. y. rezervuarų plokštės) saugomos ir laikomos horizontalioje padėtyje, ne daugiau kaip po šešias viena ant kitos. Sieninės plokštės dedamos ant medinių tarpiklių, kurie turi būti padėti sandėliavimo aikštelėje ant tvirto, lygaus pagrindo. Tarpikliai dedami $L/5$ m nuo plokščių galo. Tarp sieninių plokščių vertikaliai vienas virš kito taip pat dedami mediniai tarpikliai. Sieninės plokštės turi būti laikomos taip, kad matytųsi ženklavimas. Praėjimai ir pravažiavimai tarp sieninių plokščių turi atitikti statybos normų saugos reikalavimus t. y. tarp rietuvių turi būti ne mažesni kaip 1 m pločio praėjimai.



4.17 pav. Nuotekų rezervuarų sieninių plokščių sandėliavimas

Gelžbetoninės rezervuarų plokštės į sandėliavimo vietą gabenamos vežimėlio pagalba, bet ne daugiau nei po 4 vnt. viena ant kitos. Apačioje ant padėklų ir tarp eilių dedami tarpikliai, pagal laikymo schemą pavaizduotą 4.17 paveikslėlyje.

4.10 Technologinės linijos skaičiavimas

Technologinės linijos skaičiavimai atliekami remiantis „Statybinių dirbinių gamybos įmonių projektavimas“ mokomosios knygos nurodymais [29]:

Konvejerinės gamybos linijos skaičiavimas

Formavimo poste gamybinės linijos pajėgumas P_{fpam} , m^3 per pamainą:

$$P_{fpam} = \frac{60 \cdot V_g}{t_f} \cdot h = \frac{60 \cdot 1,204}{10,5} \cdot 6,4 = 44,03 m^3 \quad (4.31)$$

Ilgiausia gamybinės operacijos trukmė:

$$t_f = t + t_k + t_t + t_0 = 130 + 180 + 20 + 300 = 630s = 10,5 \text{ min} \quad (4.32)$$

Čia t – trukmė, reikalinga formai (padėklui) uždėti ant formos agregato ir nuimti nuo jo, s.;

t_k – betono mišinio klojimo trukmė, s.;

t_t – betono mišinio tankinimo trukmė, s.;

t_0 , - laiko sąnaudos kitiems darbams, s.

Reikiamas formavimo agregatų skaičius:

$$n_a = \frac{P_{pamt}}{P_{fpam}} = \frac{40,32}{44,03} = 0,91 = 1 \text{ vnt.} \quad (4.33)$$

Reikalingas formų (padėklų skaičius):

$$N_f = 1,05 \cdot (a + n_k + b) = 1,05 \cdot (10 + 34 + 2) = 48,3 = 48 \quad (4.34)$$

a - Konvejerio postų kiekis be kietinimo kamerų;

Padėklų, esančių kietinimo kameroje, skaičius:

$$n_k = \frac{60 \cdot 6,4}{t_f} \cdot n = \frac{60 \cdot 6,4}{10,5} \cdot 1 = 36,57 = 36 \quad (4.35)$$

- padėklų, esančių kietinimo kameroje, skaičius;

n – pamainų skaičius;

b – padėklų skaičius ant transportavimo įrenginių, skaičius;

t_f – formavimo ciklo trukmė, min;

Kietinimo kameros ilgis L_k , m apskaičiuojamas:

$$L_k = n \cdot l_f + (n + 1) \cdot l_e = 3 \cdot 6,30 + 4 \cdot 0,4 = 20,50m \quad (4.36)$$

n – kameros ilgiu sudedamų gaminių skaičius;

$l_f = l_L + 0,30$ – formos ilgis, m;

l_L – atitinkamas gaminio ilgio matmuo, m;

l_e – atstumas nuo formos iki kameros sienutės (0,35...0,4), m.

Kameros plotis B_k , m, apskaičiuojamas:

$$B_k = n_1 \cdot b + (n+1) \cdot l_e = 2 \cdot 1,86 + 3 \cdot 0,4 = 4,92m \quad (4.37)$$

n_1 – kameros pločiu sudedamų gaminių skaičius;

$b = l_B + 0,30$ – formos plotis, m;

l_B – atitinkamas gaminio pločio matmuo, m;

l_e – atstumas nuo formos iki kameros sienutės (0,35...0,4), m.

Kameros gylis H_k , m apskaičiuojamas:

$$H_k = n_2(h + h_1) + h_2 + h_3 = 5 \cdot (0,33 + 0,4) + 0,4 + 0,4 = 4,45m \quad (4.38)$$

n_2 – gaminių eilių skaičius kameroje;

$h = l_h + 0,15$ – formos aukštis, m;

l_h – gaminio aukštis, m;

h_1 – tarpai tarp formų, m;

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

h_3 – atstumas nuo viršutinio gaminio iki kameros dangčio, m;

Pagalbinių cechų ir gamybinių barų skaičiavimas

Betono mišinio ruošimo cechas sudarytas iš:

- Užpildų bunkerių;
- Medžiagų dozatorių;
- Betono mišinio maišyklių;
- Cemento sandėlių;
- Transportavimo įrenginių.

Cemento sandėlio skaičiavimas:

Reikalingas sandėliuojamo cemento kiekis:

$$m_c = \frac{Q_{mt} \cdot C \cdot n \cdot k_1}{k_2 \cdot T_{sk}} = \frac{9410,73 \cdot 0,374 \cdot 7 \cdot 1,04}{0,943 \cdot 248} = 109,56 m^3 \quad (4.39)$$

Čia:

Q_{mt} – metinis betono poreikis su nuostoliais (m^3);

C – cemento sąnaudos 1 m^3 betono mišinio (t);

n – norminė cemento atsarga (priimu 7);

k_1 – koeficientas įvertinantis galimus cemento nuostolius iškraunant (priimu 1,04);

k_2 – koeficientas įvertinantis technologinių įrenginių išnaudojimą (priimi 0,943);

T_{sk} – darbo dienų skaičius metuose (priimu 248)

Apskaičiuojama reikalinga sandėlio talpa:

$$m_c = \frac{m_c}{\rho_c} = \frac{109,56}{1} = 109,56 \text{ m}^3 \quad (4.40)$$

čia ρ_c – cemento piltinis tankis (priimu 1000 kg/m^3);

Parenku surenkamą cemento silosą kurio tūris bus 115 m^2 .

Užpildų sandėliai

Smėlio sandėlis:

Smėlis bus sandėliuojamas atvirame sandėlyje, supiltas į kūgio formą.

Apskaičiuojamas reikiamas sandėliuojamo smėlio užpildo kiekis $V_{smėlio}$:

$$V_{sm(sand)} = Q_{sm,p}^n \cdot n = 11,60 \cdot 7 = 81,20 \text{ m}^3 \quad (4.41)$$

Čia:

$Q_{sm,p}$ – smėlio poreikis per pamainą su nuostoliais;

n – norminė smėlio atsarga dienomis (priimu 7).

Smėlio sandėlio plotas:

$$S_{sm} = \frac{3 \cdot V_{sm}}{H_{sm}} = \frac{3 \cdot 78,82}{3} = 81,20 \text{ m}^2 \quad (4.42)$$

Čia:

H_{sm} – smėlio krūvos aukštis (priimu 3 metrus);

Žvirgždo sandėlis:

Žvirgždas bus sandėliuojamas kūgio formos sandėlyje.

Apskaičiuojamas reikiamas sandėliuojamo stambiojo užpildo kiekis $V_{žv}$:

$$V_{žv} = Q_{žv,p} \cdot n = 12,76 \cdot 7 = 89,32 \text{ m}^3 \quad (4.43)$$

Čia:

$Q_{st(sand)}$ – žvirgždo poreikis per pamainą su nuostoliais;

n – norminė smėlio atsarga dienomis (priimu 7).

Žvirgždo sandėlio plotas:

$$S_{žv} = \frac{3 \cdot V_{žv}}{H_{žv}} = \frac{3 \cdot 89,32}{3} = 89,32 \text{ m}^2 \quad (4.44)$$

Čia:

$H_{žv}$ – žvirgždo krūvos aukštis (priimu 3 metrus);

Armatūros sandėlis

Sandėliuojamo armatūrinio plieno kiekis Q_s , t, apskaičiuojamas:

$$Q_s = \frac{Q_{arm,m}}{k_{išn} \cdot T_{sk}} k_n \cdot n = \frac{2326,51}{0,8 \cdot 248} 1,02 \cdot 20 = 239,22 t \quad (4.45)$$

Čia:

$Q_{arm,m}$ - armatūros sąnaudos per metus, t;

$k_{išn}$ - metinis technologinių įrenginių naudojimo koeficientas (priimu 0,8);

k_n - koeficientas, įvertinantis armatūros nuostolius (priimu 1,02);

n - darbo dienų skaičius, kuriam sandėliuojama armatūra (priimu 20);

T_{sk} — skaičiuojamasis darbo dienų skaičius per metus (priimu 248).

Armatūros sandėlio plotas S_a , m^2 , apskaičiuojamas:

$$S_a = \left(\frac{Q_r}{q_r} + \frac{Q_{pak}}{q_{pak}} \right) \cdot k \cdot n = \left(\frac{7,6}{1,2} + \frac{1,65}{3,2} \right) \cdot 2 \cdot 20 = 272,8 m^2 \quad (4.46)$$

Čia:

Q_r - armatūrinio plieno ritiniuose kiekis, tonomis per parą;

Q_{pak} - armatūrinio plieno paketuose kiekis, tonomis per parą;

q_r — sandėliavimo normos ($q_r = 1,2 t/m^2$);

q_{pak} - sandėliavimo normos ($q_{pak} = 3,2 t/m^2$);

k - koeficientas, įvertinantis sandėlio panaudojimą (priimu $k=2$);

Armatūros sandėliai turi būti uždaro tipo ir negali būti šildomi. Armatūros visuomet turi būti paruošta 8 darbo valandoms.

Produkcijos sandėlis

Gaminių produkcijos sandėlio plotas S_p , m^2 , apskaičiuojamas:

$$S_p = \frac{P_{pv} \cdot t_s \cdot k_1 \cdot k_2}{q_n} = \frac{40,32 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,7}{0,5} = 2056,32 m^2 \quad (4.47)$$

Čia:

P_{pv} - gaminių, atvežamų į sandėlį per parą, kiekis, m^3 ;

t_s - gaminių sandėliavimo trukmė, paromis priimu 10;

k_1 - koeficientas, padidinantis sandėlio plotą takams įrengti ($k_1=1,5$);

k_2 - koeficientas, padidinantis sandėlio plotą kranui įrengti ($k_2 = 1,7$);

q_n - sandėlio $1 m^2$ plote laikomas norminis gaminių kiekis, m^3 ($q_n=0,5 m^3/m^2$).

Betono mišinių gamybos cecho technologiniai skaičiavimai

Šis cechas sudarytas iš:

- Tarpinių bunkerų;

- Dozatorių;
- Maišytuvų;
- Transportavimo įrenginių.

Iš sandėlių medžiagos keliauja į tarpinius bunkerius, o iš jų - į dozatorius. Iš dozatorių reikiamas medžiagų kiekis patenka į maišytuvą. Maišytuvo sumaišytas mišinys pilamas į tiktuvą ir keliauja į gamybos cechą. Čia iš tiktuvo jis patenka į klotuvą, iš kurio betono mišinys pilamas į formas.

Maišytuvo našumas P_v , m^3/h , apskaičiuojamas:

$$P_v = \frac{Q_{mt}^n}{T_m \cdot T} \cdot k_1 \cdot k_2 = \frac{9410,73}{248 \cdot 6,4} \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 7,17 \frac{m^3}{h} \quad (4.48)$$

Čia:

Q_{mt}^n - cecho gamybinis pajėgumas per metus, m^3 /metus;

T_m – metinis darbo laiko fondas (248 paros);

T - darbo valandų skaičius pamainoje (priimu 6,4 valandas);

k_1 - betono mišinio sunaudojimo netolygumo koeficientas (priimu 1,1);

k_2 - našumo atsargos koeficientas (priimu 1,1)

Apskaičiuojama vieno betono maišinio ruošimo ciklo trukmė t_c , s:

$$t_c = t_p + t_m + t_i = 40 + 160 + 20 = 220 \text{ s} \quad (4.49)$$

Čia:

t_p - komponentų tiekimo į maišytuvą trukmė, s (priimu 40 s);

t_m - komponentų sumaišymo trukmė, s (priimu 160 s);

t_i - mišinio išpylimo iš maišytuvo trukmė, s (priimu 20 s).

Apskaičiuojamas maišymų skaičius n per valandą:

$$n = \frac{3600}{t_c} = \frac{3600}{220} = 16,36 \quad (4.50)$$

Apskaičiuojama vieno ciklinio betono maišytuvo našumas N , m^3/h :

$$N = \frac{V_m \cdot n \cdot \beta}{1000} = \frac{1125 \cdot 16,36 \cdot 0,7}{1000} = 12,88 \quad (4.51)$$

Čia:

V_m - maišytuvo talpa, l;

n - maišymų skaičius per valandą;

β - betono mišinio išėigos koeficientas (priimu 0,7).

Apskaičiuojamas reikalingas maišytuvų skaičius N:

$$N = \frac{P_v}{N} = \frac{7,17}{12,88} = 0,55 = 1 \text{ vnt} \quad (4.52)$$

4.11 Technologinio režimo charakteristikos

Pasirinktos nuotekų rezervuarų gelžbetoninės plokštės gaminamos konvejeriniu būdu. Kiekvienas gaminys formuojamas specialioje formoje. Gamybos linija dirba viena pamaina, 6,4 valandos per pamainą, 248 dienas per metus.

Konvejerinės linijos darbų seka:

- Formų valymas ir tepimas;
- Formų paruošimas;
- Įdėtinių detalių sudėjimas;
- Armatūros tinklo įdėjimas;
- Armatūros lankstinių sudėjimas;
- Formų formavimas ir tankinimas;
- Gaminio apdaila;
- Gaminų kietinimas;
- Formų išformavimas
- Kokybės kontrolė;
- Gaminio išvežimas į sandėliavimo vietą.

Technologinių įrengimų darbo ciklo sudarymas

Įrenginių darbo ciklogramos sudarytos, pagrindinį dėmesį skiriant į įrenginių operacijų trukmes. Visų gamybos cikle naudojamų įrenginių greitis buvo priimtas atsižvelgiant į technines įrenginio charakteristikas ir atsitiktinius veiksnius.

Sudaryta viso gamybos produkto judėjimo ciklograma, ji pateikta grafinėje darbo dalyje.

4.12 Operacijų trukmių grafiko sudarymas

Operacijų trukmių grafiko sudaryme visas technologinis gamybos procesas yra padalintas į skirtingas gaminamo gaminio operacijas, tai atliekama pateikiant jų eiliškumą ir atliktų darbų trukmę. Grafike nurodoma elementaraus gamybos ciklo trukmė, darbininkų ir įrenginių

užimtumas. Visos technologinių operacijų trukmės parinktos atsižvelgiant į technologinės linijos ritmą ir darbinį įrenginių greitį.

$$r = \frac{60}{T} \cdot n_1 \cdot n_2 = \frac{60}{5,15} \cdot 1 \cdot 1 = 11,62 \text{ min} \quad (4.53)$$

Čia:

T – gamybos tempas (per valandą pagaminamas gaminių kiekis P_{hv} vienetais);

n_1 – gaminių skaičius ant vežimėlio 1;

n_2 – vienu metu į kietinimo kamerą transportuojamų vežimėlių skaičius, 1.

5. EKONOMINĖ DALIS

5.1 Produkcijos gamybos išlaidos

Įmonės darbuotojų atlyginimai

Įmonėje darbuotojai dirba pagal nustatytą valandinį tarifą, kuris atitinka darbuotojo specializaciją ir kvalifikaciją. Gelžbetoninių rezervuarų plokščių gamybos įmonėje darbuotai suskirstyti pagal 5 kategorijas. Visi ekonominiai skaičiavimai atliekami remiantis „Statybinių dirbinių gamybos įmonių projektavimas“ mokomosios knygos nurodymais [29]:

5.1 lentelė. Valandiniai tarifiniai atlyginimai pagal darbuotojų kategoriją

Darbuotojų kategorija	1	2	3	4	5
Darbo valandos kaina, Eur/h	2,80	3,00	4,10	4,50	5,10

5.2 lentelė. Pagrindinių gamybos linijos darbuotojų darbo užmokesčio pasiskirstymas

Pareigybės	Valiuta	Mėnesio atlyginimas	Metų atlyginimas
Gamybos vadovas V	Eur.	652,80	7833,60
Operatorius 1 IV		576,00	6912,00
Operatorius 2 IV		576,00	6912,00
Betonuotojas 1 III		524,80	6297,60
Betonuotojas 2 III		524,80	6297,60
Armatūrininkas 1 III		524,80	6297,60
Armatūrininkas 2 III		524,80	6297,60
Armatūrininkas 3 II		384,00	4608,00
Stropuotojas II		384,00	4608,00
Iš viso darbuotojų $D_{\text{pagr}}=9$			Iš viso $S_{\text{darb}}=$

Gaminio gamybos išlaidos:

Atsižvelgiant į pagrindinių naudojamų medžiagų ir suvartojamos elektros energijos vieneto kainas, apskaičiuojamos 1 m^3 gaminio gamybos išlaidos.

5.3 lentelė. Apytikslis energijos ir medžiagų poreikis 1 m³ gaminio

Energijos rūšis	Kiekis 1m ³ gaminio pagaminti	Vieneto kaina, Eur.
Elektros energija sunkiajam betonui gaminti, kWh	32	0,102
Dujos, m ³	10	0,263
Vanduo, m ³		
nekanalizuojamas	0,168	0,64
kanalizuojamas	0,20	0,83
Tepalas	2,5	1,60

Visos konvejerinės rezervuarų plokščių gamybos linijos išlaidos surašomos į gaminio gamybos išlaidų suvestinę lentelę.

5.4 lentelė. Gaminio gamybos išlaidų suvestinė

Eil. Nr	Pavadinimas	Matavimo Vnt.	Gamybos kainos per metus			1m ³ gaminio gamybos kaina	
			Kiekis	Vnt. kaina be PVM	Suma, Eur.	Kiekis 1m ³	Suma, Eur.
0	Pagr. Medžiagos						
	cementas	t	3429,00	39,50	135445,5	0,34	13,54
	smėlis (0/4mm)	m ³	2876,38	4,50	12943,71	0,29	1,29
	Žvirgždo skalda (4/16mm)	m ³	3163,29	8,00	25306,32	0,32	2,53
	armatūra	t	2326,51	510,30	1187218	0,23	118,72
	superplastiklis	kg	17316,47	1,98	34286,61	1,73	3,43
	hidrotechninis priedas	kg	69265,89	2,10	145458,4	6,93	14,55
1	Iš viso:	---			1540659		154,07
2	Pagalbinės medžiagos	Eur.	5% pagr.medž	-	77032,93	-	7,70
3	Sandėlaivimo išlaidos	Eur.	8% pagr.medž	-	123252,70	-	12,32
4	Kuras ir energija						
	dujos	m ³	10000,00	0,263	2630,00	10	2,63
	elektros energija	kWh	32000,00	0,102	3264,00	32	3,26
	Vanduo:						
	nekanalizuojamas	m ³	168,00	0,64	107,52	0,168	0,11
	kanalizuojamas	m ³	200,00	0,83	166,00	0,20	0,17
	Tepalas	Kg	2500,00	1,60	4000,00	2,50	4,00

5	Pagrindinis darbo užmokestis	Eur.	-	-	56064,00	-	5,61
6	Papildomas darbo užmokestis	Eur.	8% pagr. darb. užmok.	-	4485,12	-	0,45
7	Socialinis draudimas	Eur.	31% viso darb. užmok.	-	17379,84	-	1,74
8	Įrengimų išlaikymo ir eksploatavimo išlaidos	Eur.	20% pagr. medž	-	308131,7	-	30,81
9	Įrengimų nusidėvėjimas	Eur.	2% pagr.medž	-	30813,17	-	3,08
10	1 m3 gaminio savikaina ceche (1-9)	Eur.	-	-	2167986,00	-	225,95
11	Bendrosios gamyklos išlaidos	Eur.	100% pagr. darb. užmok.	-	56064,00	-	5,61
12	Negamybinės išlaidos	Eur.	20% 10p	-	433597,10	-	43,36
13	1 m3 gaminio visa savikaina (10-12)	Eur.	-	-	2657647,00	-	274,92
14	Gaminio savikaina gamybos ceche	Eur.	13p. * gam. turis	-	-	-	307,95
15	Pardavimo kaina	Eur.	8% pelno	-	-	-	332,54
16	Pardavimo kaina su PVM	Eur.	15p. +21% PVM	-	-	-	402,37

5.5 lentelė. Objektinė sąmata

Eil. Nr	Darbų pavadinimas	Sąmatinė vertė, Eur.		
		Statybos ir montavimo darbai	Vertė, %	Iš viso:
1	2	3	4	5
1	Gamybinis pastatas	538376,23	-	538376,23
2	Vidaus vandentiekis	8075,64	1,5	8075,64
3	Vidaus nuotekos	6460,52	1,2	6460,52
4	Lauko inžineriniai tinklai	10767,52	2,0	10767,52
5	Elektros tinklai	16151,29	3,0	16151,29

6	Šildymas, vėdinimas	18843,17	3,5	18843,17
7	Automatizacija	21535,05	4,0	21535,05
Suma:			Σ	620209,42

5.6 lentelė. Gamybinės linijos techniniai ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklių pavadinimai	Matavimai	Reikšmė
1	Gamybinis plotas	m ²	1840,77
2	Metinis įmonės pajėgumas:		
	a) produkcijos apimtis	m ³ /vnt.	10000/8307
	b) produkcijos apimtis	Eur.	2657647,00
3	Pagrindinių dirbančiųjų skaičius	Žmonės	12
4	Išdirbis:		
	a) produkcijos apimtis	m ³ žmogui	833,33
	b) piniginė išraiška	Eurai žmogui	221470,58
5	Gaminio savikaina:		
	a) vieneto	vienetas, Eur.	307,95
	b) metinė	Eur.	3079500,00
6	Pelnas:		
	a) vieneto	Eur.	24,59
	b) metinis	Eur.	204269,13
7	Gamybos rentabilumas	%	6,63
8	Gamyklos statybų kaina	Eur.	620209,42
9	Gamyklos statybos ir įrenginių kaina	Eur.	1116376,96
10	Gamyklos atsipirkimo laikotarpis	Metai	7,5

Paskaičiuota pastato statybos lokalinė sąmata pagal „Sistela“ sąmatų skaičiavimo programą. Pastato statybos kaina vertinta pagal sustambintus įkainius. Paskaičiavus gauta, jog statybų kaina - 620209,42 Eur., o gamykloje esančių įrenginių kaina – 496160,00 Eur. Konvejerinėje gamybos linijoje gaminamų nuotekų rezervuarų plokščių 1 vnt. kaina (su 8 % pelnu) yra 332,54 Eur., todėl įvertinus metinį pelną ir atmetus darbininkams mokamas algas paaiškėja, kad gamyklos atsiperkamumas 7,5 metų, priimant, jog visa produkcija išparduodama Lietuvoje ir eksportuojama į kaimyniniais valstybes.

6. DARBŲ SAUGOS DALIS

6.1 Projektuojamo objekto charakteristika

Gelžbetoninių nuotekų rezervuarų plokščių gamybos įmonė statoma šiaurinėje Kauno miesto dalyje. Gamykloje pramoniniu būdu gaminamos gelžbetoninės nuotekų rezervuarų

plokštės, kurių matmenys 5995 mm x 1560 mm. Šių plokščių gamybai naudojamas medžiagos nėra labai pavojingos žmogaus sveikatai, tai: cementas, smulkūs bei stambūs užpildai, priedai, vanduo ir armatūros gaminiai.

Veikiančiai nuotekų rezervuarų 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 [30].

6.2 Profesinės rizikos vertinimas

Vertinant profesinę riziką pirmiausiai būtina identifikuoti esamus arba galimus rizikos veiksnius darbo vietose. Tai gali atlikti įmonės darbuotojų saugos ir sveikatos tarnybos, darbų saugos ir sveikatos specialistai, kiti nustatyta tvarka apmokyti ir atestuoti specialistai [32].

Projektuojamoje įmonėje dirbant galės pasireikšti keletas profesinės rizikos veiksnių, dėl kurių atsiras rizika patirti traumą ar kitą sveikatos sužalojimą. Nuotekų rezervuarų plokščių gamybos įmonėje gali pasireikšti cheminiai, fizikiniai, fiziniai ir ergonominiai rizikos veiksniai [31].

Identifikuojant gelžbetoninių rezervuarų plokščių gamybos linijoje esančius cheminius rizikos veiksnius atkreiptinas dėmesys į tai jog yra vykdomi suvirinimo darbai. Gamyboje naudojamas kontaktinis suvirinimo būdas, tai toks suvirinimas kai elektromechaninio suvirinimo procese metalas įkaitinamas iki plastinio būvio, paskui spaudžiant iš išorės, įvyksta plastinė deformacija – metalas susijungia.

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

Gamybos proceso metu naudojamas vibravimo stalas, 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 $21 \text{ m/s}^{1,75}$ [33].

Visą darbuotojo kūną veikianti vibracija turi būti įvertinama arba išmatuojama vadovaujantis 2004 m. kovo 2 d. įsakymo “Dėl darbuotojų apsaugos nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatų patvirtinimo”, 2 priedu.

Visi gamyboje dalyvaujantys įrengimai sukelią skirtingą 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 [34].

Išskiriant fizinius veiksnius galimus gamybos įmonėje, tai yra galimybė nukristi gaminiamis 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 aikštes 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 [35].

6.1 lentelė. Rizikos veiksnių indentifikavimas ir kiekybinis įvertinimas[36]

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	Kontaktinio suvirinimo aparatas	Maža rizika	Didelė rizika	6,4 val.	Įrengiama mechaninė ventiliacija, spec. darbo drabužiai
Fizikinis	Vibro plokštė plokštėms sutankinti.	Vidutinė rizika	Didelė rizika	0,5 val.	Vibro įrangos kokybiškas įrengimas, jog nekontaktuotų su kitais įmonėje esančiais įrenginiais.
Fizikinis	Triukšmas nuo visų įrenginių	Vidutinė rizika	Didelė rizika	6,4 val.	Apsaugos priemonės nuo triukšmo, pastato vidaus apdailai naudojamos akustinės priemonės
Fizikinis	Kontaktinis suvirinimo aparatas	Vidutinė rizika	Didelė rizika	6,4 val.	Akių apsaugos priemonės nuo elektromagnetinio

					lauko
Fizikinis	Gamybinis cechas	Maža rizika	Vidutinė rizika	6,4 val.	Veiksmingos šildymo ir šaldymo įrangos įdiegimas, oro ventiliacijos gerinimas
Fizinis	Kėlimo įrenginiai	Didelė rizika	Didelė rizika	0,25 val.	Saugaus atstumo išlaikymas, kasmetinė kėlimo įrenginių patikra.
Fizinis	Armatūros lankstymo staklės	Didelė rizika	Didelė rizika	6,0 val.	Spec. darbo drabužiai
Ergonominis	Įdėtnių detalių įdėjimo vieta	Maža rizika	Vidutinė rizika	1,0 val.	Spec. darbo drabužiai
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 6.2 lentelę.

6.2 lentelė. Patalpų kategorija pagal sprogimo ir gaisro pavojų, pavojingų vietų zonos [36]

Objekto, kuriam suteikiama kategorija, klasifikuojama pavojinga vieta, pavadinimas	Požymis, nulemiantis kategoriją, pavojingos vietos zoną	Kategorija, pavojingos vietos zona
Armatūros tinklų suvirinimo zona.	Suvirinimo aparatas, kuris išspinduliuoja šilumą, išskiria kibirkštis .	Zonos kategorija D _g . 2 zona.

6.3 Saugi gamyba

Gamybos patalpos pagal elektros srovės pavojingumą priskiriamos pavojingų patalpų klasei, kadangi patalpų grindys yra 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 [37].

Norint išvengti išorinės žaibos srovės perkrovos, apsaugai naudojamas žaibolaidis. Kadangi pastatas priskiriamas D_g kategorijai, žaibolaidis gali būti įrenginėjamas ir ant stogo. Pats žaibo ėmiklis naudojamas strypinis ir priskiriamas aktyviajai žaibo apsaugai.

Projektuojant žaibo ėmiklius būtina nusistatyti statinio apsaugos klasę, šiam statiniui priskiriama II apsaugos klasė kurios patikimumas 0,97. Pagal STR 2.01.06:2009 „Statinių apsauga nuo žaibo. Išorinė statinių apsauga nuo žaibo“ apskaičiuotas žaibo ėmiklio aukštis turi būti apie 8 m [38].

6.4 Darbo higiena

Projektuojamoje įmonėje bus atliekami darbai susiję su gelžbetoninių plokščių gamyba, todėl galima išskirti dvi sunkumo kategorijas į kurias skirstomi darbai:

- 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 gaminį darbuotojai.

Kadangi gamybos įmonėje dirbantys žmonės išskaidomi pagal skirtingas darbo kategorijas, jiems sukuriama ir 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.

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 [39].

Įmonėje gaminamos plokštės turi būti kokybiškos, todėl gamybinėse patalpose apšvietimas privalo atitikti normines vertes. Kadangi gaminyje ir jo žaliavos nėra smulkios, 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 [40].

6.5 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 nekeliami.

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 [40].

Evakuacijos atžvilgiu gamybinis pastatas yra gan palankus, kadangi turi ne mažesnius kaip 0,8 m išėjimus abeiose pastato pusėse, o patys evakuaciniai keliai taip pat aiškūs ir turi tiesioginį išėjimą į atvirą zoną. 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.

Gamybiniame pastate yra įrengtas vidinis gaisro gesinimo vandentiekis, kadangi vanduo nesukelia sprogimo, gaisro ar ugnies plėtimosi. Pirminių gesinimo priemonių skaičius paskaičiuojamas pagal gaisro klasę, šiam pastatui priskiriama D klasės metalų gaisrai. Patalpoje esantys gesintuvai išdėstomi tolygiai, o naudojami veiksmingiausi milteliniai, D tipo. Reikalingas ir minimalus nešiojamų gesintuvų skaičius gamybos įmonėje yra 2 vnt. gesintuvų pripildytų po 4 kg miltelių arba angliarūgštės ir 1 vnt. su 6 kg gesinimo medžiaga.

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 gesinimo medžiagos [41].

7. TIRIAMOJO DARBO ATASKAITA

7.1 Teorinė dalis

Betonas tai medžiaga, gauta sumaišius rišamąją medžiagą, stambiuosius ir smulkiuosius užpildus bei vandenį, pridėjus priedų ir įmaišų arba be jų, kurios reikiamos savybės suformuoja kietėjimo metu [42].

Gaminamo gaminio betono mišinio savybės priklauso nuo daugelio sudėtinių dalių, taigi reikia parinkti medžiagas, kad gaminys tenkintų visas privalomasias gaminio savybes. Tai pasiekama naudojant mineralinius užpildus ir cheminius priedus, kurie padeda gerinti betono savybes [31]. Priedai - medžiagos, kurių mažas kiekis įdėtas į ruošiamą mišinį modifikuoja betono mišinio arba paties betono savybes.

Naudojamus priedus betonui tikslinga skirstyti į reaguojančius į betono mišinių reologines savybes (t. y. stabilizatoriai, plastikliai), kietėjimą, rišimąsi, betono poringumą ir suteikiančius betonui specifinių savybių – didinantys patvarumą agresyvioje aplinkoje ir mažinantys betono įmirkį [43].

7.1.1 Užpildai

Betonas gaminamas su smulkiais, stambiais, dujiniais, pluoštiniais ir putų mikro užpildais. Naudojami užpildai sudaro apie 85% betono masės, kurie leidžia sumažinti betono kainą ir pagerinti jo technines savybes: stiprumą, tamprumą, valkšnumą, deformatyvumą ir kitas specifines savybes [44].

Nuo užpildų savybių priklauso ar jie tinkami naudoti betono mišinyje. Šias savybes galima suskirstyti į tris grupes:

1) Geometrinės charakteristikos – granulimetrinė sudėtis, stambiojo užpildo dalelių forma, smukiųjų dalelių kiekis, stambumo modulis, petrografinė sudėtis;

2) Fizikinės ir mechaninės savybės bei struktūra – dalelių tankis, piltinis tankis, tuštumėtumas, vandens įmirkis, stambiojo užpildo atsparumas trupinimui, atsparumas dėvėjimuisi, stiprumas, stambiojo užpildo atsparumas šalčiui, tūrio pastovumas ar susitraukimas džūstant, užpildų adhezija, kohezija, medžiagų suderinamumas;

3) Aplinkos poveikio savybės – chloridų kiekis, kalcio karbonatų kiekis, sulfatų kiekis, priemaišos, kurios gali trukdyti betonui rištis ir kietėti, priemaišos, turinčios įtakos betono paviršiaus išvaizdai [44].

Užpildų savybes reglamentuoja valstybinis standartas (betono užpildai – EN 12620:2013; lengvieji užpildai ir kt.). Gamintojas deklaruoja savo gaminamos produkcijos kokybės rodiklius pagal standarte nurodytas kategorijas ir garantuoja, kad užpildai atitinka standartą.

7.1.2 Cheminiai priedai ir vandens praskverbimui bei šalčiui atsparus betonas

Gerinant betono savybes yra naudojami cheminiai priedai, kurių dedama į mišinį iki 5 % cemento masės. Norint pasiekti reikiamą monolitinių betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų ilgaamžiškumą ir atsparumą korozijoms naudojami cheminiai priedai, kurie pagerina betono savybes [45].

Pagal pagrindinius įtakos efektus cheminius priedus galima suskirstyti į grupes:

- Plastifikuojantys;
- Orą įtraukiantieji;
- Plastifikuojantys – orą įtraukiantieji;
- Tankinantieji;
- Dujodarai (putokšliai);
- Kietėjimo greitikliai;

- Kietėjimo lėtikliai [46].

Naudojant priedus galima optimizuoti gelžbetoninių gaminių gamybos parametrus, kurie pagerina darbo našumą, mažina medžiagų sąnaudas, reguliuoja rišimąsi ir kietėjimą [47]. Įmaišos gerina ne tik technologinius, bet ir sukietėjusios medžiagos mikro – ir makro struktūrą, padidina rišamųjų medžiagų tankį, didina stiprį, atsparumą šalčiui ir vandeniui, be to sukietėję gaminiai būna geresnės kokybės [42].

Superplastikliai. Šie priedai smulkių dalelių paviršiuje sudaro apvaskalus kurie sumažina trintį tarp betono mišinio dalelių. Rišamosios medžiagos dalelės mažiau sulimpa ir taip suintensyvėja kietėjimo procesas. Jie didina betono slankumą ir leidžia sutankinti betono mišinį minimaliomis sąnaudomis, mažina vandens atsiskyrimą transportuojant [42].

Superplastikliai būna pagaminti iš naftalino arba melanino, akrilato ir polikarboksileterio dervų. Į betoną šių priedų įmaišoma apie 1 – 2 % nuo cemento masės. Šiais priedais galiam gerokai sumažinti vandens kiekį, labai padidinti betono stiprį ir plastiškumą [42].

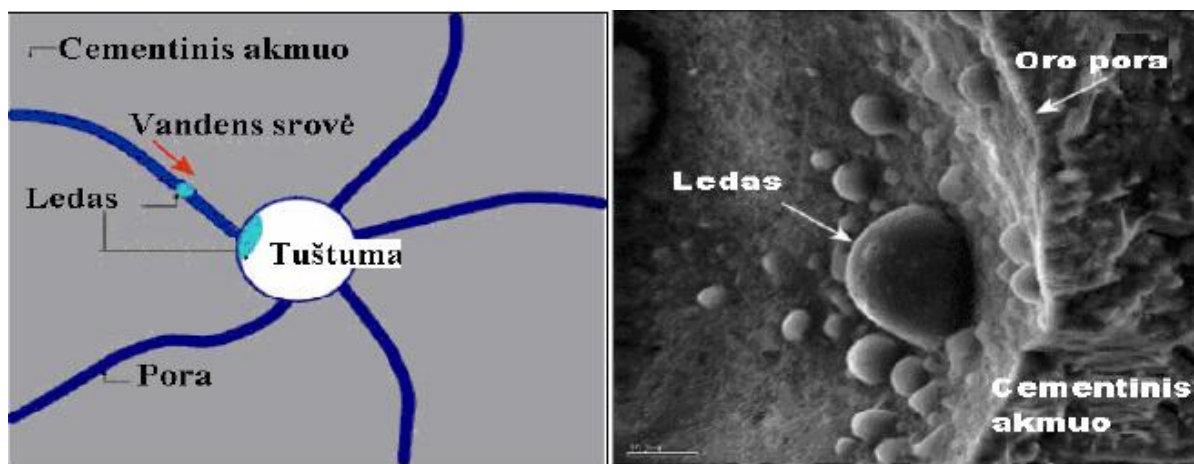
Orą įtraukiantys priedai. Šie priedai naudojami norint didinti betono atsparumą temperatūrų pokyčiui ir tirpioms druskoms, mažinti reikalingą vandens kiekį betono mišiniu užmaišyti, tačiau naudojant šiuos priedus mažėja betono stipris. Kokybiškame betono mišinyje esti 5 – 6 % porų [42].

Orą įtraukiantys priedai yra viena iš technologijų leidžiančių sumažinti šalčio padaromą žalą betono konstrukcijoms ir elementams.

Vykstant hidratacijos procesui, vanduo, sureaguodamas su cementu, sudaro naujadarus, kuriuose sukuriama kapiliarinių porų struktūros ir eksploataavimo metu jos gali prisipildyti vandenio. Vandeniui užšalant, jo tūris padidėja 9 procentais ir sukelia vidinius įtempimus. Atsiradę betono įtempimai, gali viršyti ribinius tempimo įtempimus, priversdami betoninius elementus skilinėti arba visiškai suirti. Naudojant orą įtraukiančius priedus, įtrauktas oras sukuria kompensacinių porų sistemą, kuri leidžia užšalančiam vandeniui didinti tūrį neardant betono struktūros [46].

Betonui užšalus ir susidarius ledui, vanduo per palyginti plonas (iki 0,1 mm) uždarytų porų sieneles (atstumą tarp šių porų) dėl vandeniui užšalant susidariusio slėgio į jas įstumiamas. Todėl tempimo įtempimai betone nepasiekia kritinių dydžių, o šaldomas toks betonas praktiškai nesiplečia [46].

Pagal T. Powersą, (literatūros šaltinio Nr. 48) šią priklausomybę lemia tai, kad užšalantiame betone vandens migracijos į rezervines poras kelias neturi būti ilgesnis kaip 1/100 colio (apie 0,25 mm) – kitaip susidarys dideli vidiniai įtempimai, dėl kurių toks betonas suskeldės. Dėl to betone ypač svarbus ir šių uždarytų smulkių porų pasiskirstymas. Slėgis lemia vandens migraciją iš mažesnių porų į didesniąsias, dėl to susidaro didelis slėgis ardantis cementinį akmenį (betoną).



7.1 pav. Ledo formavimasis cementiniame akmenyje uždaroje oro poroje

Betono atsparumas agresyviai aplinkai ir laidumas skysčiams priklauso nuo daugelio veiksnių: cemento mineraloginės sudėties, agresyvaus tirpalo cheminės sudėties, ir nuo jo veikimo susidariusių junginių. Didinti betono atsparumą vandens laidumui ir agresyviai aplinkai, galima dedant į betoną mineralinių priedų: aukštakrosnių šlakų, pelenų, pucolanų. Taip pridedama hidrotechninių arba hidrofobizuojančių priedų [49].

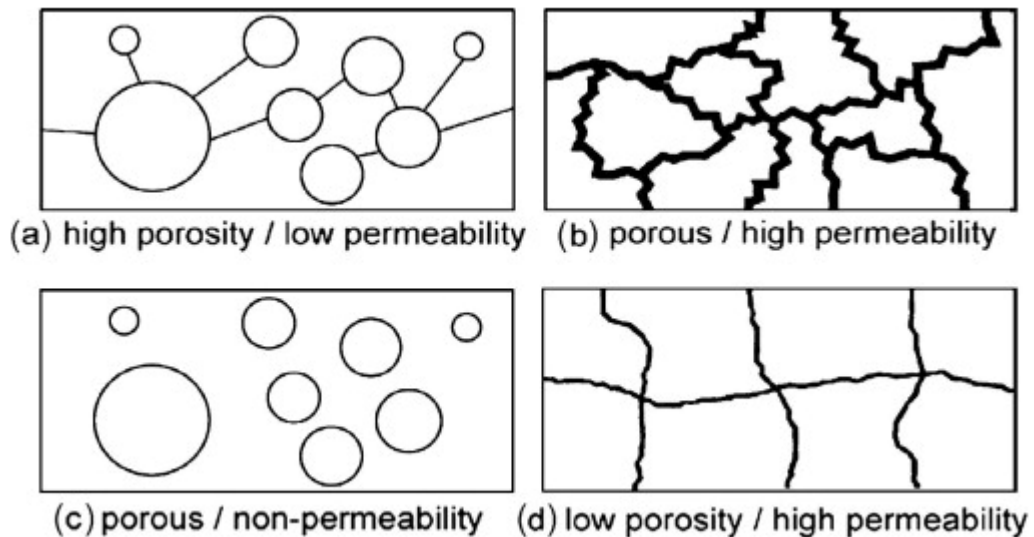
Nelaidumas vandeniui gali būti vertinamas pagal vandens įsiskverbimo gylį ir nelaidumo vandeniui markę. Nepralaidžiu vandeniui laikomas toks betonas, kai vidutinis vandens įsiskverbimo gylis yra mažesnis negu 20 mm, o didžiausias – ne daugiau kaip 50 mm. Šiuos reikalavimus paprastai atitinka ne mažesnis kaip C25/30 betonas [50].

Siekiant sumažinti nuotekų rezervuarų masinį vandens įgertį, naudojami jį mažinantys cheminiai priedai. Jie padeda apsaugoti paviršius nuo drėgmės. Sugeriamo vandens kiekis daugiausia priklausys nuo kapiliarinių porų kiekio betone. Dėl šių priedų betono paviršius tampa hidrofobinis, o vanduo atsiradęs ant šio paviršiaus susitelkia vienoje vietoje ir neįsiskverbia į medžiagą, poros lieka atviros, t. y. „kvėpuojančios“, todėl drėgmė, esanti porose, gali lengvai pasišalinti į išorę. Skiriamas atviras (kapiliarinis) ir uždarytas (oro kiekis cementiniame akmenyje) poringumas. Dėl betone esančių porų jo struktūrai poveikį daro chloridai, deguonis ir anglies

dioksidas, dėl kurių įtakos gali prasidėti korozija [51]. Betono poringumas, porų ir kapiliarų dydis, jų pasiskirstymas ir pobūdis turi įtakos jo atsparumui šalčiui, tai nagrinėjo keli autoriai [52;53].

Atviros poros ir kapiliarai susidaro pasišalinant laisvajam vandeniui iš betono. Tokių porų skaičius ir dydis priklauso nuo vandens ir cemento santykio. Uždarosios poros formuojasi iš aplinkos įtraukiant orą ir dėl kietėjančio cementinio akmens kontrakcijos [51].

Singapūro nacionalinio universiteto mokslininkai [54] teigia, kad vandens įsiskverbimas priklauso ne tik nuo betono poringumo, bet ir nuo porų dydžio pasiskirstymo, porų ryšio. Išsiaiškinta ir dar kartą patvirtinta, kad ryšys tarp porų padaro įtaką vandens nepralaidumui. 2 pav. rodo skirtumus tarp poringumo ir laidumo.



7.2 pav. Betono poringumo ir pralaidumo ryšys [54]

V. Kerševičiaus nuomone betono paviršiaus aižėjimas vyksta dėl veikiančių kompleksinių cheminių aplinkų ir neigiamos temperatūros svyravimų. Pirmiausiai suardomas viršutinis betono sluoksnis 1-1,5 cm gylyje, nes čia kietėjimo metu susiformavusių kapiliarų skersmuo dėl vykusios hidratacijos proceso yra didžiausias, kurių skersmuo svyruoja 50 μm iki 2 mm. Eksploatacijos metu betono gaminiuose šios kapiliarų struktūros greičiausiai užsipildo chemiškai agresyviomis medžiagomis, kurios sukelia hidrostatines jėgas ir betono destrukciją. Pagreitintas betoninių plokščių irimas tokiomis sąlygomis gali būti paaiškintas drėgmės migracija šalto paviršiaus kryptimi [46].

Daugelis mokslininkų tirdami betoną atsparų vandens įgeriamumui ir šalčio atsparumui, rekomenduoja, jog betone susidarytų uždaros poros, kurios sustabdytų ir uždarytų drėgmės

prasiskverbimą kapiliarais gilyn į betoną ir taip pat kartu sudarytų erdves plėstis ledui betono viduje.

7.2 Ekspermentinė dalis

7.2.1 Cementas

Tyrimams naudotas portlandcementas CEM I 42,5 R stiprumo klasės. Sudėtis 95-100 % klinkeris ir 0-5 % papildomi komponentai. Kitos šio cemento savybės pateiktos 7.1 lentelėje.

7.1 lentelė. Portlandcemento CEM I 42,5R charakteristikos

Cemento savybės	CEM I 42,5 R
Stipris gniuždant, MPa	nuo 42,5 iki 62,5
Po 2 parų	28 ± 2
Po 28 parų	54 ± 3
Rišimosi pradžia, min	150
Tūrio pastovumas, mm	1,0
Vandens sąnaudos, %	25,2
Liekana ant st. 90 μm sieto, %	1,3
Savitasis paviršius, (cm ² /g)	3700
Hidratacijos šiluma, J/g	373

7.2.2 Užpildai

Užpildams buvo naudotas smulkus ir stambus užpildas. Smulkiam užpildui buvo naudojamas 0/4 frakcijos smėlis, o stambiam užpildui 4/16 frakcijos žvirgždo skalda.

7.2.3 Priedai

Superplastiklis:

Superplastiklis Sika ViscoCrete D187 . Techninės charakteristikos pateiktos 7.2 lentelėje.

7.2 lentelė. Superplastiklio Sika ViscoCrete D187 savybės

Konsistencija	Skystis
Spalva	Rusva
Tankis (g/cm ³) (+20°C)	1,08
Poveikis	Mažina V/C santykį
Chloridai, %	0,1
Ekvivalentinis šarmų kiekis, skaičiuojant Na ₂ O, %	0,5
Sandėliavimas	Laikyti nuo +5 iki +30 laipsnių temperatūros
Dozavimas (% nuo cemento svorio)	0,3-2,0

Orą įtraukiantis priedas

Orą įtraukiantis priedas Sika AerS. Techninės charakteristikos pateiktos 7.3 lentelėje.

7.3 lentelė. Oro įtraukiančio priedo Sika AerS savybės

Konsistencija	Skystis
Spalva	Bronzinė
Tankis (g/cm ³) (+20°C)	1,0
Poveikis	Įtraukia orą į betono mišinį
Sandėliavimas	Vėsioje vietoje
Dozavimas (% nuo cemento svorio)	0,01 – 0,15

Hidrofobizuojantis priedas

Hidrofobizuojantis priedas AE 410. Techninės charakteristikos pateiktos 7.4 lentelėje.

7.4 lentelė. Hidrofobizuojantis priedo AE 410 savybės

Konsistencija	Skystis
Spalva	Balta
Tankis (g/cm ³) (+20°C)	0,98
Poveikis	Sumažinamas gaminių vandens įgeriamumas dėl sukurtų hidrofobizuojančių savybių ir sukuriant vandens atstumio efektą.
Sandėliavimas	Laikyti nuo +5 iki +35 laipsnių temperatūros
Dozavimas (% nuo cemento svorio)	0,2 - 2,0

Hidrotechninis priedas

Hidrotechninis priedas WT 200. Techninės charakteristikos pateiktos 2.5 lentelėje.

7.5 lentelė. Hidrotechninio priedo WT 200 savybės

Konsistencija	Milteliai
Spalva	Pilkšva
Tankis (g/cm ³) (+20°C)	750,0
Poveikis	Sumažina vandens įsiskverbimą ir įmirkį, padidina cheminį atsparumą
Sandėliavimas	Saugoti nuo tiesioginių saulės spindulių ir laikyti nuo +5 iki +30 laipsnių temperatūroje.
Dozavimas (% nuo cemento svorio)	1,0 – 2,0

7.2.4 Tyrimo metodika

Bandymai atliekami norint gauti tokius rezultatus:

- Nustatyti betono slankumą;
- Nustatyti priedų įtaką betono stiprumui;

- Nustatyti betono vandens įgėrį
- Nustatyti priedų įtaką didinant betono atsparumą šalčiui;

7.2.5 Betono mišinio ruošimas

Paskaičiuojamos betono mišinio sudėtys naudojantis tūrio metodu:

- Parenkamos užpildų proporcijos pagal granulimetrines kreives;
- Priimamas reikiamas cemento kiekis
- Priimamas vandens / cemento santykis (V/C)
- Pagal patirtį priimamas oro kiekis
- Apskaičiuojama faktinė betono mišinio sudėtis

Paskaičiuotos ir sumaišytos penkios betono sudėtys, kurios pateikiamos lentelėse:

7.6 lentelė. Betono mišinys su superplastikliu

Medžiaga	Dozavimas %	Kg į 1m ³	Dalelių tankis	Tūrio kiekis l/1m ³ betono
I var. Įprastas betonas su superplastikliu				
Cementas CEM I 42,5		374,0	3,1	120,60
Superplastiklis	0,5	1,87	1,08	1,70
Oro kiekis		6%		60,0
Vanduo V/C=0,45		168	1	168,00
Suminis tūris be užpildų:				350,70
Užpildai:				649,30
Smėlis 0/4	48	826,0	2,65	311,70
Žvirgždo skalda 4/16	52	901,0	2,67	337,5
Betono tankis		2275,0		

7.7 lentelė. Betono mišinys su V/C santykiu 0,7

Medžiaga	Dozavimas %	Kg į 1m ³	Dalelių tankis	Tūrio kiekis l/1m ³ betono
II var. kai V/C santykis 0,7				
Cementas CEM I 42,5		374,0	3,1	120,60

Superlastiklis				
Oro kiekis		6%		60,0
Vanduo V/C=0,7		226	1	226,00
Suminis tūris be užpildų:				406,60
Užpildai:				593,40
Smėlis 0/4	48	754,0	2,65	284,81
Žvirgždo skalda 4/16	52	918,0	2,67	344,14
Betono tankis		2280,0		

7.8 lentelė. Betono mišinys su hidrofobizuojančiu priedu AE 410

Medžiaga	Dozavimas %	Kg į 1m ³	Dalelių tankis	Tūrio kiekis l/1m ³ betono
III var. hidrofobizuojantis priedas 0,6 %				
Cementas CEM I 42,5		374,0	3,1	120,60
Superlastiklis	0,5	1,87	1,08	1,70
Oro kiekis		6%		60,0
Vanduo V/C=0,45		168,0	1	168,0
Hidrofobizuojantis priedas	0,6	2,244	0,98	2,29
Suminis tūris be užpildų:				352,59
Užpildai:				647,03
Smėlis 0/4	48	823,02	2,65	311,70
Žvirgždo skalda 4/16	52	898,34	2,67	337,5
Betono tankis		2270,00		

7.9 lentelė. Betono mišinys su hidrotechniniu priedu WT 200 priedu AE 410

Medžiaga	Dozavimas %	Kg į 1m ³	Dalelių tankis	Tūrio kiekis l/1m ³ betono
IV var. hidrotechninis priedas 2 %				
Cementas CEM I 42,5		374,0	3,1	120,60
Superlastiklis	0,5	1,87	1,08	1,70
Oro kiekis		6%		60,0
Vanduo V/C=0,45		168,0	1	168,0

Hidrotechninis priedas	2,0	7,48	0,75	9,97
Suminis tūris be užpildų:				360,60
Užpildai:				639,40
Smėlis 0/4	48	813,25	2,65	306,88
Žvirgždo skalda 4/16	52	887,67	2,67	332,46
Betono tankis		2252,58		

7.10 lentelė. Betono mišinys su orą įtraukiančiu priedu AerS.

Medžiaga	Dozavimas %	Kg į 1m ³	Dalelių tankis	Tūrio kiekis l/1m ³ betono
V var. orą įtraukiantis priedas 0,03 %				
Cementas CEM I 42,5		374,0	3,1	120,60
Superlastiklis	0,5	1,87	1,08	1,70
Oro kiekis		6%		60,0
Vanduo V/C=0,45		168,0	1	168,0
Orą įtraukiantis priedas	0,03	0,112	1	0,112
Suminis tūris be užpildų:				350,79
Užpildai:				649,21
Smėlis 0/4	48	825,80	2,65	311,62
Žvirgždo skalda 4/16	52	901,36	2,67	337,59
Betono tankis		2271,44		

Mišinio ruošimas:

Visų pirma tiksliai sudozuojamos visos reikalingos medžiagos: cementas, smulkus ir stambus užpildai, bei cheminiai priedai. Sudozuotas smulkus ir stambus užpildas bei 2/3 vandens supilamas ir sumaišomi naudojantis mechanine maišykle. Pamašius apie 1 minutę sustabdoma

maišyklė ir leidžiama vandeniui geriau įsiskverbti į užpildus. Vėliau supilamas cementas ir likęs vanduo sumaišytas su cheminiais priedais ir dar maišoma apie 2 minutes.

7.3 Bandymų rezultatai

7.3.1 Slankumo nustatymas

Slankumo rodiklis – tai mišinio savybė pasklisti, veikiant savajai masei. Kūgio formos prietaisas padedamas ant nuvalyto, drėgno pagrindo. Kūginė forma stipriai prispaudžiama. Forma pripildoma betono mišinio trimis sluoksniais. Kiekvienas sluoksnis sutankinamas 16 mm skersmens, 600 mm ilgio metaliniu strypu 25 strypo dūriais, kurie kiekviename sluoksnio plote turi būti paskirstyti tolygiai. Dūriai atliekami (per sluoksnio storį), spirale nuo formos krašto į centrą. Betono mišinio paviršius nulyginamas braukiant mentele. Tolygiai nukeliama kūginė forma, o betono mišinys, veikiamas savosios masės, suslūgsta ir šis centimetrais išmatuotas nuoslūgis, matuojamas nuo viršaus į apačią, yra slankumo rodiklis [55].

Sumaišius betono mišinį yra atliekamas slankumo bandymas. Nustatytas slankumas 22 cm, todėl betoną priskiriame S4 slankumo klasei.

7.3.2 Betono stipris gniuždant ir lenkiant

Leidus bandiniams kietėti 28 paras atliekama betono bandinių stiprio nustatymas. Gniuždamojo stiprio bandymas atliekamas automatinio gniuždymo presu Controls “PILOT4” jis pavaizduotas 7.3 paveiksle. Lenkiamojo stiprio bandymas su prizmelėmis buvo atliekamas hidrauliniu presu Toni technik „Zwick Roell AG“. 7.11 lentelėje pateikiami duomenys apie betono kubelius: matmenys, masė, tankis, gniuždomasis stipris. Apie prizmeles pateikiami šie duomenys: matmenys, masė, tankis, lenkiamasis stipris.



7.3 pav. Gniuždymo presas Controls “PILOT4”



7.4 pav. Betono bandinys po gniuždymo bandymo

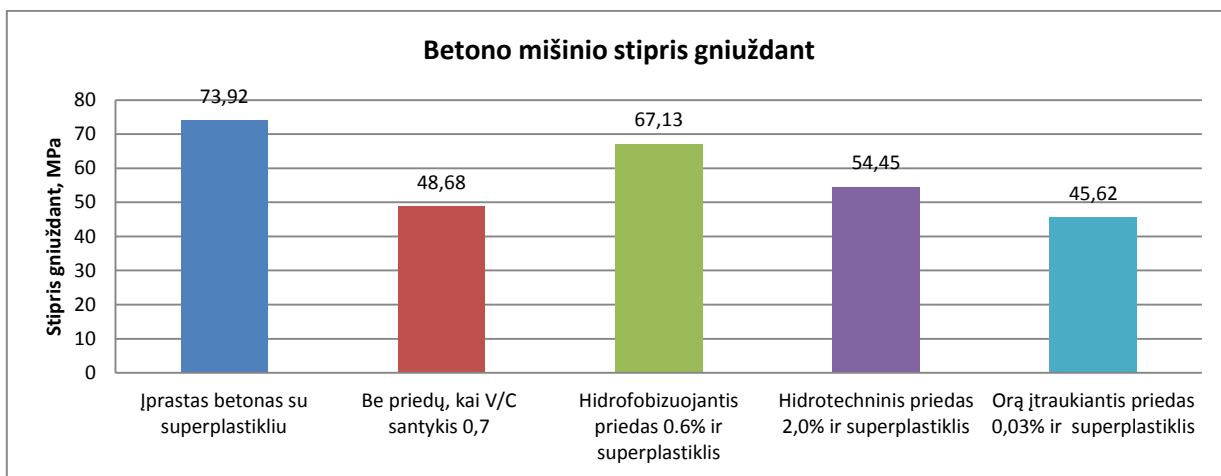
7.11 lentelė. Betono kubelių ir atlikto badymo duomenys

Bandymo Nr	Matemnis, cm	Masė, kg	Stipris gniuždant, Kn	Stipris gniuždant, Mpa
I var. Įprastas betonas su superplastikliu				
I var. (1)	10,02x10,10x9,70	2,375	749,10	74,02
I var. (2)	10x10,15x9,70	2,371		
I var. (3)	10,00x10,05x10,15	2,464	741,90	73,82
I var. (4)	10,10x10,00x10,05	2,470		
Vidurkis			745,50	73,92
II var. kai V/C santykis 0,7				
II var. (1)	9,90x10,04x10,10	2,364	451,20	45,39
II var. (2)	9,70x9,05x10,10	2,309	456,20	51,97
II var. (3)	10,09x10,10x9,65	2,306		
II var. (4)	10,00x10,08x9,80	2,334		
Vidurkis			453,70	48,68
III var. hidrofobizuojantis priedas 0,6%				
III var. (1)	10,09x10,10x10,04	2,396	684,00	67,12
III var. (2)	9,70x10,10x10,03	2,316	657,80	67,14
III var. (3)	10,04x10,10x9,88	2,360		
III var. (4)	9,07x10,10x9,60	2,320		
Vidurkis			670,90	67,13
IV var. hidrotechninis priedas 2%				
IV var. (1)	10,05x10,00x10,20	2,439	587,70	58,48
IV var. (2)	10,02x10,30x9,75	2,412	520,30	50,41
IV var. (3)	10,10x10,00x9,87	2,358		
IV var. (4)	10,08x10,30x9,90	2,444		
Vidurkis			554,00	54,45

V var. orą įtraukiantis priedas 0,03%				
V var. (1)	9,85x9,85x9,80	2,234	464,90	47,92
V var. (2)	9,95x9,90x10,15	2,287		
V var. (3)	9,70x10,10x9,80	2,216	424,50	43,33
V var. (4)	10,00x9,85x9,90	2,273		
Vidurkis			444,70	45,62

2.12 lentelė. Betono gniuždomasis stipris

Bandymo Nr.	Betono mišinys	Stipris gniuždant, MPa
1	Įprastas betonas su superplastikliu	73,92
2	Be priedų, kai V/C santykis 0,7	48,68
3	Hidrofobizuojantis priedas 0.6% ir superplastiklis	67,13
4	Hidrotechninis priedas 2,0% ir superplastiklis	54,45
5	Orą įtraukiantis priedas 0,03% ir superplastiklis	45,62



7.5 pav. Betono gniuždomojo stiprio priklausomybė nuo betono sudėties

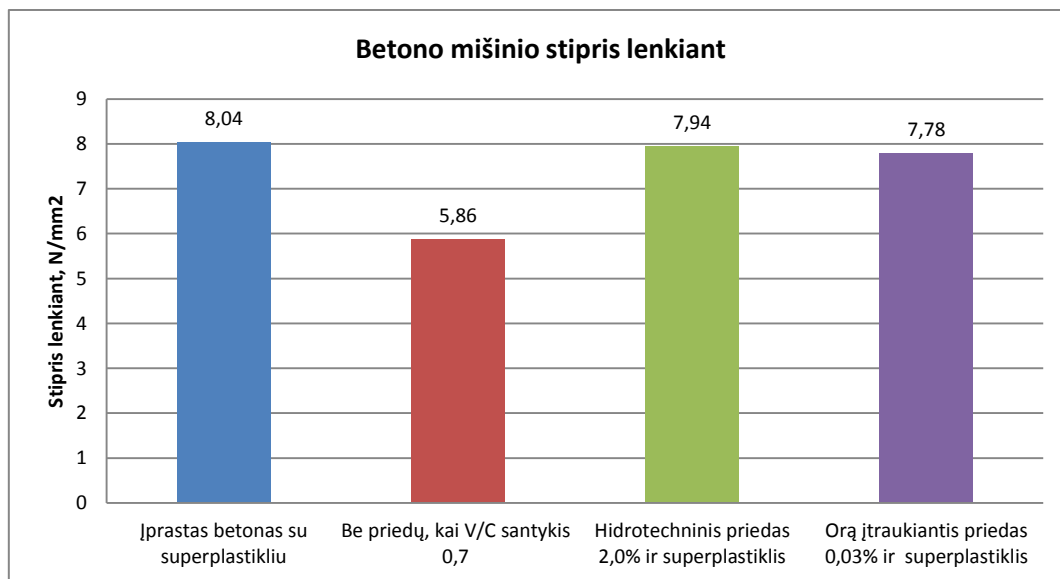
7.13 lentelė. Betono prizemlių ir atlikto bandymo duomenys

Bandymo nr	Matemnis, cm	Masė, kg	Stipris lenkiant, Kn	Stipris lenkiant, N/mm ²
I var. Įprastas betonas su superplastikliu				
I var. (1)	24,80x7,40x7,50	3,324	9,92	7,25
I var. (2)	24,90x7,50x7,60	3,431	10,96	7,69
I var. (3)	24,90x7,50x7,60	3,471	13,06	9,17
Vidurkis			11,31	8,04

II var. kai V/C santykis 0,7				
II var. (1)	25,00x7,40x7,55	3,3	8,24	6,02
II var. (2)	24,90x7,40x7,65	3,201	8,63	6,14
II var. (3)	24,80x7,70x7,60	3,222	8,14	5,42
Vidurkis			8,34	5,86
IV var. hidrotechninis priedas 2%				
IV var. (1)	25,00x7,40x7,60	3,403	13,53	9,76
IV var. (2)	24,90x7,65x7,50	3,209	8,34	5,63
IV var. (3)	25,00x7,50x7,50	3,339	11,87	8,44
Vidurkis			11,25	7,94
V var. orą įtraukiantis priedas 0,03%				
V var. (1)	25,00x7,50x7,60	3,357	10,85	7,62
V var. (2)	25,00x7,30x7,60	3,231	11,28	8,35
V var. (3)	24,90x7,50x7,60	3,317	10,51	7,37
Vidurkis			10,88	7,78

7.14 lentelė. Betono lenkiamasis stipris

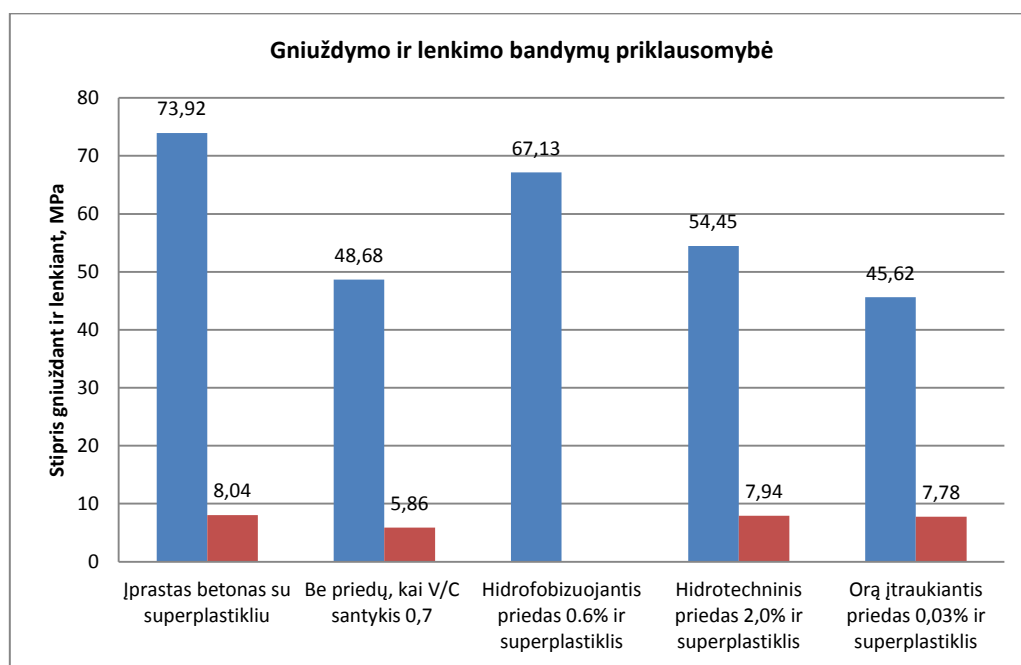
Bandymo Nr.	Betono mišinys	Stipris lenkiant, N/mm²
1	Įprastas betonas su superplastikliu	8,04
2	Be priedų, kai V/C santykis 0,7	5,86
3	Hidrotechninis priedas 2,0% ir superplastiklis	7,94
4	Orą įtraukiantis priedas 0,03% ir superplastiklis	7,78



7.6 pav. Betono lenkiamąjo stiprio priklausomybė nuo betono sudėties

Atlikus bandymus gauta, kad didžiausią stiprį gniuždant 73,92 MPa turi I var. t. y. bandiniai su superplastikliu. Sekantys pagal stiprį gniuždant yra III bandinio var. su hidrofobizuojančiais ir IV bandinio var. su hidrotechniniais priedais, kurių stipriai atitinkamai yra 67,13 ir 54,45 MPa. Mažiausią stiprį gniuždant turi II var., kuris yra be priedų, bet su padidintu V/C santykiu ir taip pat V var. su orą įtraukiančiu priedu. Šių bandinių gniuždomasis stipris atitinkamai yra 48,68 MPa ir 45,62 MPa. Šie bandiniai turi mažiausią stiprį dėl to, jog esant dideliame V/C santykiui išgaruoja perteklinis vanduo ir susidaro kapiliarinės tuštumos, o susidariusios oro poros mažina stiprį. Papildomas 1 % oro, betono stiprį sumažina apie 3 – 4 %. Kai bandinyje yra hidrofobizuojančio priedo jo stiprumas gniuždant lyginant su I var. (įprastas betonai su superplastikliu) sumažėja 9,2 %. Hidrotechninio betono stiprumas lyginant su įprastu betonu sumažėja 26,34 %, tai galima paaiškinti, jog hidrotechninio betono tankis mažesnis ir betonai įsitraukė papildomo oro. Taip pat gniuždomieji stipriai sumažėjo bandiniuose, kuriuose buvo padidintas V/C santykis ir įdėtas oro įtraukiantis priedas atitinkamai 34,15 % ir 38,29 %.

Stiprumas lenkiant išlaiko tas pačias tendencijas, kaip ir stiprumas gniuždant. Skirtumas lenkiant bandinius tarp didžiausią ir mažiausią stiprumą turinčių bandinių yra 2,18 MPa. Lenkiant stiprumai labai panašūs. Hidrotechninis betonai už įprastą betoną yra silpnesnis tik 1,24 %, o su orą įtraukiančiu priedu betonai silpnesnis tik 3,34 %.

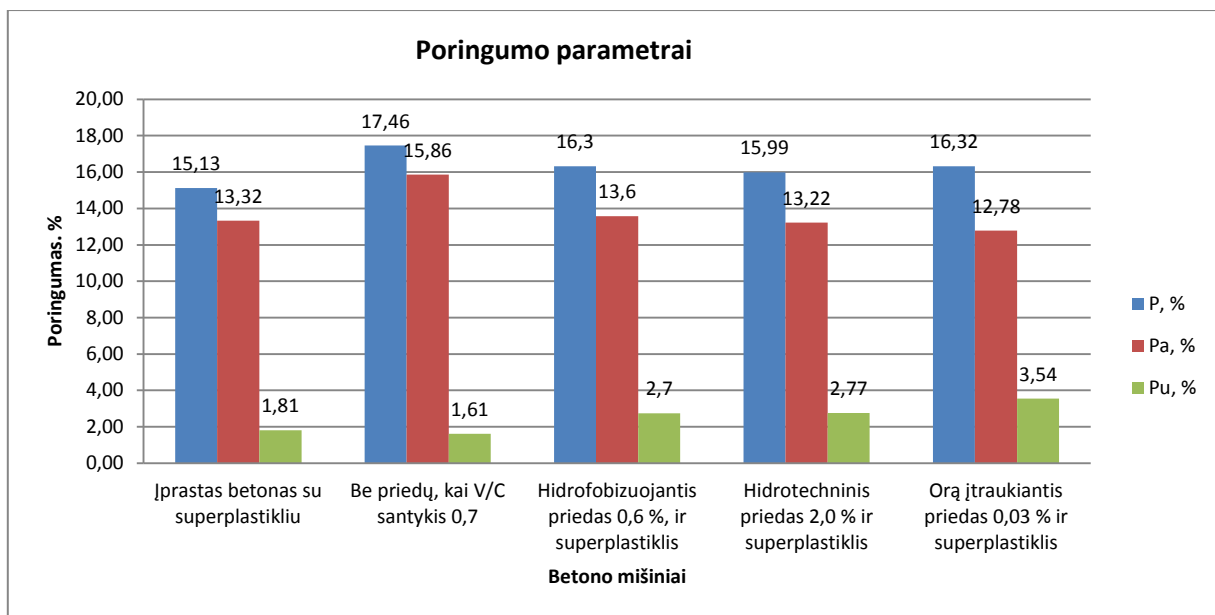


7.7 pav. Betonai gniuždomojo ir lenkiamojo stiprio priklausomybė nuo betonai sudėties

Pažvelgus į ryšį tarp gniuždomojo ir lenkiamojo stiprio matyt, jog hidrotechninis priedas ir orą įtraukiantis priedas didina betono tempimo įtempius.

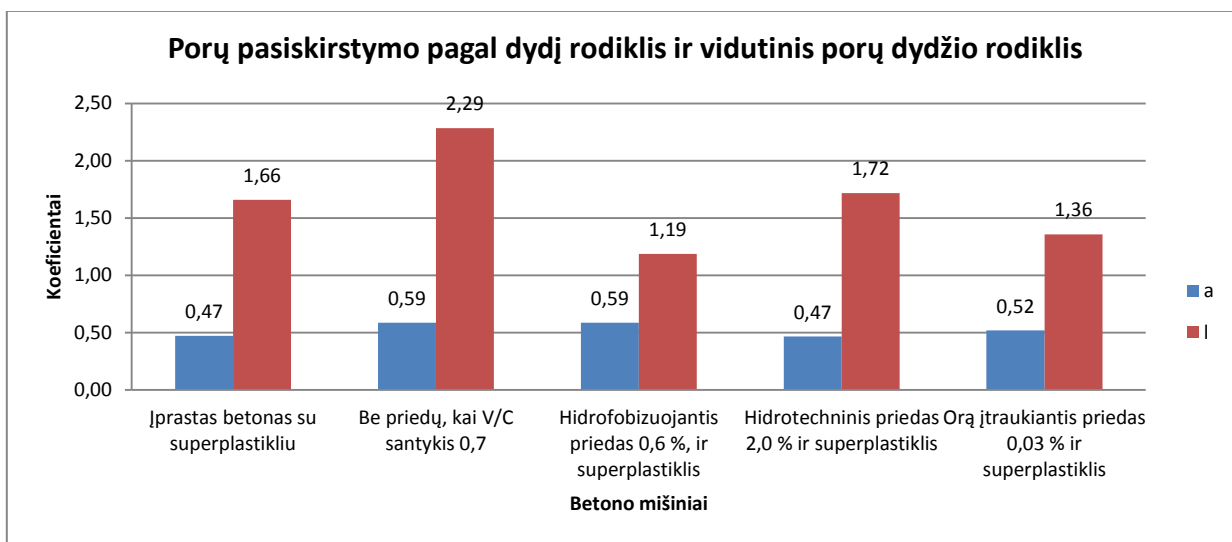
Bandini ų nr. / Pavadin imas	Bandinio masė, g						Wp,%	Tankis p , kg/m ³	Wp(t), %	W _{t1} ,%	W _{t2} ,%	W _{t3} ,%	W _{t1} arba W ₁ /W _p	W _{t2} arba W ₂ /W _p	λ ₁	α	λ	Bendr. Poringu mas	Atviras poringu mas	Uždar as porin guma s	Atspa rumo šalčiu i kriteri jus	Prognozu ojamas atsparuma s šalčiu i, ciklais
	Masė sauso	Po 15 min	Po 1h	Po 24h	Po 48h	Masė vanden yje												po 48h	sauso band.	pagal turį	po 15min	po 1h
I var. (4) 1	522,7 1	536,17	543,02	551,74	552,45	323,68	5,69	2285	13,00	2,58	3,89	5,55	0,45	0,68	1,15	0,47	1,35	15,1	13,0	2,1	1,76	253,98
I var. (4) 2	375,5 5	385,94	391,33	396,14	396,69	231,8	5,63	2278	12,82	2,77	4,20	5,48	0,49	0,75	1,39	0,52	1,88	15,3	12,8	2,5	2,18	334,53
I var. (4) 3	706,3 8	727,72	736,23	746,22	747,01	438,09	5,75	2287	13,15	3,02	4,23	5,64	0,53	0,73	1,31	0,41	1,93	15,0	13,2	1,8	1,56	210,80
I var. (4) 4	622,0 8	640,42	649,77	660,51	661,65	385,22	6,36	2250	14,31	2,95	4,45	6,18	0,46	0,70	1,21	0,49	1,48	16,3	14,3	2,0	1,57	214,29
Vidurkiai							5,86	2274,87	13,32	2,83	4,19	5,71	0,48	0,72	1,27	0,47	1,66	15,1	13,3	1,8	1,51	199,75
II var. (3) 1	529,7 4	548,28	556,75	563,42	563,9	329,1	6,45	2256	14,55	3,50	5,10	6,36	0,54	0,79	1,57	0,52	2,38	16,1	14,5	1,6	1,21	128,94
II var. (3) 2	510,5 6	531,08	543,38	548,81	549,83	316,35	7,69	2187	16,82	4,02	6,43	7,49	0,52	0,84	1,84	0,68	2,45	18,7	16,8	1,9	1,25	139,07
II var. (3) 3	588,0 9	610,9	622,17	630,23	630,78	365,61	7,26	2218	16,10	3,88	5,80	7,17	0,53	0,80	1,62	0,56	2,37	17,6	16,1	1,5	1,00	76,64
II var. (3) 4	508,6 0	526,64	537,2	544,87	545,66	313,39	7,29	2190	15,96	3,55	5,62	7,13	0,49	0,77	1,48	0,59	1,94	18,6	16,0	2,6	1,84	270,09
Vidurkiai							7,17	2212,59	15,86	3,74	5,74	7,04	0,52	0,80	1,63	0,59	2,29	17,5	15,9	1,6	1,13	108,76
III var. (3) 1	484,7 4	495,96	502,59	512,11	512,54	299,25	5,74	2273	13,03	2,31	3,68	5,65	0,40	0,64	1,03	0,5	1,06	15,5	13,0	2,5	2,11	322,97
III var. (3) 2	650,2 6	664,36	672,99	689,86	690,74	401,16	6,23	2246	13,98	2,17	3,50	6,09	0,35	0,56	0,83	0,47	0,67	16,5	14,0	2,5	2,02	305,62
III var. (3) 3	595,5 1	612,23	622,71	632,77	633,44	364,05	6,37	2211	14,08	2,81	4,57	6,26	0,44	0,72	1,27	0,58	1,51	17,8	14,1	3,7	2,95	471,24
III var. (3) 4	484,7 0	497,59	505,67	512,23	512,77	299,82	5,79	2276	13,18	2,66	4,33	5,68	0,46	0,75	1,39	0,80	1,51	15,4	13,2	2,2	1,86	273,58
Vidurkiai							6,03	2251,23	13,57	2,49	4,02	5,92	0,41	0,67	1,13	0,59	1,19	16,3	13,6	2,7	2,25	347,35
IV var. (4) 1	600,4 3	617,95	627,45	637,08	638,02	371,85	6,26	2256	14,12	2,92	4,50	6,10	0,47	0,72	1,27	0,5	1,61	16,14	14,12	2,02	1,59	217,42
IV var. (4) 2	556,7 6	570,34	577,89	586,96	587,88	338,34	5,59	2231	12,47	2,44	3,80	5,42	0,44	0,68	1,15	0,49	1,33	17,06	12,47	4,59	4,09	652,56
IV var. (4) 3	485,6 1	502,63	509,03	514,62	515,32	299,53	6,12	2250	13,77	3,50	4,82	5,97	0,57	0,79	1,57	0,43	2,85	16,34	13,77	2,57	2,08	316,16

IV var. (4) 4	656,2 3	671,19	679,02	691,3	691,97	406,9	5,45	2302	12,54	2,28	3,47	5,34	0,42	0,64	1,03	0,45	1,07	14,42	12,54	1,89	1,67	235,44
Vidurkiai							5,85	2259,83	13,22	2,79	4,15	5,71	0,47	0,71	1,26	0,47	1,72	15,99	13,22	2,77	2,32	361,60
V var. (4) 1	507,1 8	519,77	527,28	536,03	536,9	310,53	5,86	2240	13,13	2,48	3,96	5,69	0,42	0,68	1,15	0,52	1,31	16,71	13,13	3,58	3,03	484,47
V var. (4) 2	561,6 4	574,06	582,05	591,15	591,93	343,33	5,39	2259	12,18	2,21	3,63	5,25	0,41	0,67	1,12	0,51	1,25	16,01	12,18	3,83	3,49	561,33
V var. (4) 3	614,8 3	627,77	635,11	646,5	647,38	377,83	5,29	2281	12,08	2,10	3,30	5,15	0,40	0,62	0,97	0,55	0,95	15,21	12,08	3,13	2,88	458,88
V var. (4) 4	454,3 9	467,64	475,3	481,78	482,45	278,04	6,18	2223	13,73	2,92	4,60	6,03	0,47	0,75	1,39	0,50	1,93	17,36	13,73	3,64	2,94	469,50
Vidurkiai							5,68	2250,90	12,78	2,43	3,87	5,53	0,43	0,68	1,16	0,52	1,36	16,32	12,78	3,54	3,08	493,08



7.8 pav. Palyginimai tarp bendro, atviro ir uždaro poringumų

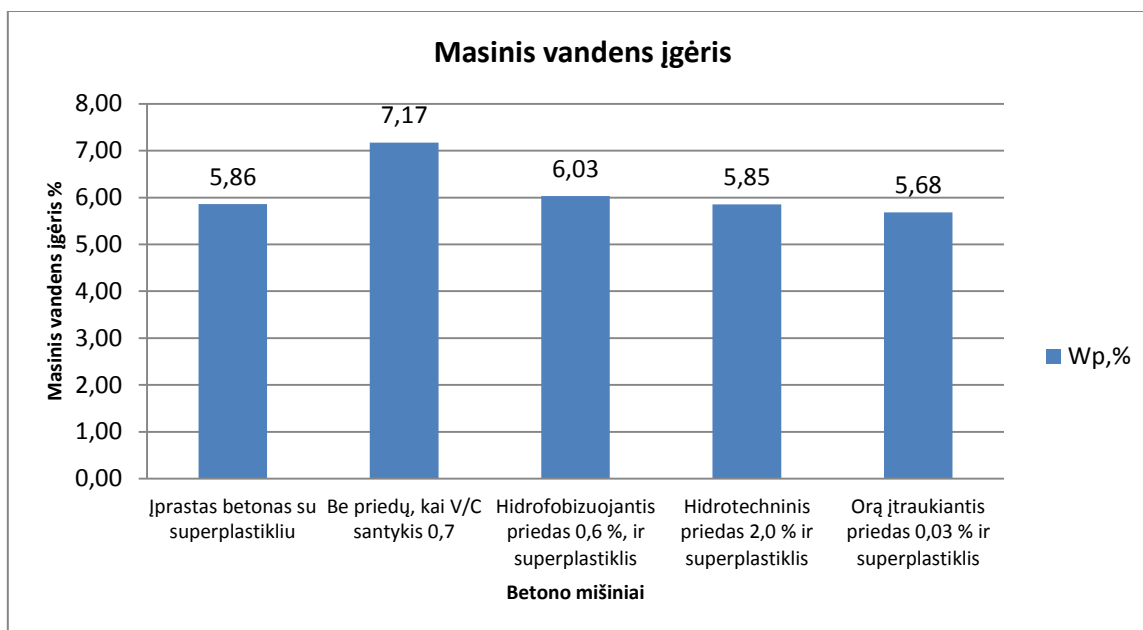
Bendras ir atviras poringumas didžiausi mišinyje, kuris yra be priedų ir tik su padidintu V/C santykiu (0,7). Šio betono mišinio bendras poringumas - 17,46 %, o atviras - 15,86 %. Uždaras poringumas didžiausias mišinyje, kuriame yra 0,03 % oro įtraukiančio priedo t. y. 3,54 %. Pažvelgus į grafiką matome, jog betono mišinys su orą įtraukiančiu priedu turėtų būti atspariausias šaldymui, o mažiausiai atsparus betono mišinys be priedų.



7.9 pav. Porų pasiskirstymas pagal dydį ir vidutinis porų dydžio rodiklis

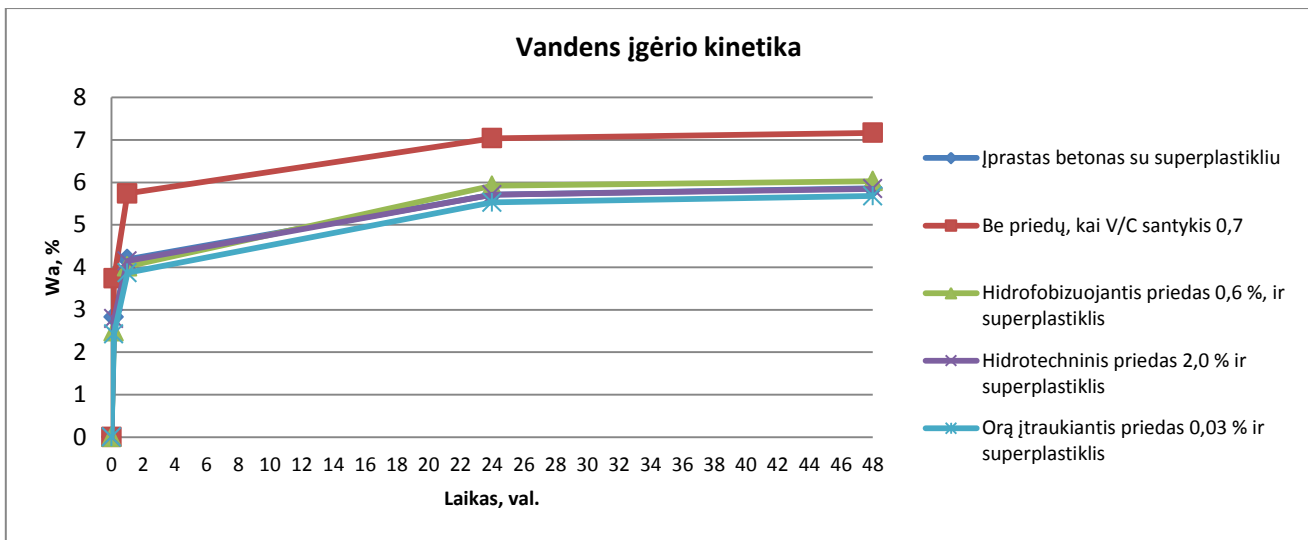
Porų pasiskirstymo pagal dydį rodiklis – α , kuris parodo betono atsparumą šalčiui. Kuo jis artimesnis 1 reikšmei, tuo betonas bus atsparesnis šalčiui. Turintys artimiausius rezultatus vienetui yra bandiniai be priedų (su 0,7 V/C santykiu) ir bandiniai su hidrofobizuojančiu priedu.

Rodiklis λ - vidutinių porų dydžio rodiklis. Jeigu šis rodiklis neviršija 1,5 skaitinės reikšmės, parodo, kad poros betone yra smulkios ko pasekoje jos teigiamai įtakoja betono atsparumą šalčiui. Šis rodiklis neviršijamas su dvejais betono mišiniais. T. y. mišiniai su hidrofobizuojančiu priedu ir mišiniai su orą įtraukiančiu priedu. Išanalizavus grafiką, matome jog ir pagal porų pasiskirstymo rodiklį, ir pagal vidutinį porų dydžio rodiklį atspariausiais šalčiui turėtų būti betono mišinys su 0,6 % hidrofobizuojančiu priedu.



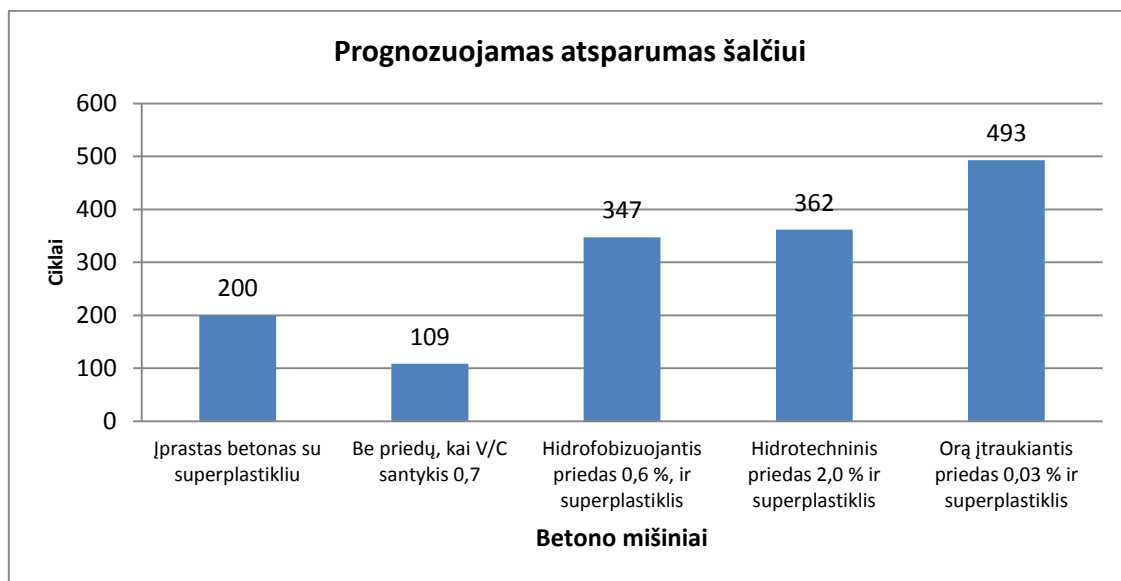
7.10 pav. Betono mišinio masinis vandens įgėris

Pagal masinio vandens įgėrio grafiką matome, jog daugiausiai įsigeriantis betonas yra su padidintu V/C santykiu, mažiausiai su orą įtraukiančiu priedu. Pažvelgus į poringumo parametrų grafiką, matome sąsają su atviru ir uždaru poringumu. Kuo uždaras poringumas mažesnis, arba atviras didesnis, tuo daugiau prisavinama vandens. Pagal vandens įgeriamumo grafiką galime spręsti, jog kuo mažiau betonas įsisavina vandens, tuo jis yra atsparesnis aplinkos poveikiams.



7.11 pav. Vandens įgėrio kinetikos grafikas

Pažvelgus į vandens įgėrio grafiką, matome jog jis tendencingas masinio vandens įgėrio grafikui, tik čia papildomai išvelgiame, kad pirmąsias 8 valandas betonas su hidrofobizuončiu priedu įsiskverbia mažiau vandens, nei betonas su hidrotechniniu priedu. Taigi darome išvadą, kad labiausiai vanduo skverbiasi į betoną esantį be priedų, o mažiausiai su orą įtraukiančiu priedu. Tai įvyksta todėl, kad sferinės oro poros suardo kapiliarinį tinklą, dėl to neįvyksta kapiliarinis vandens pasiurbimas.



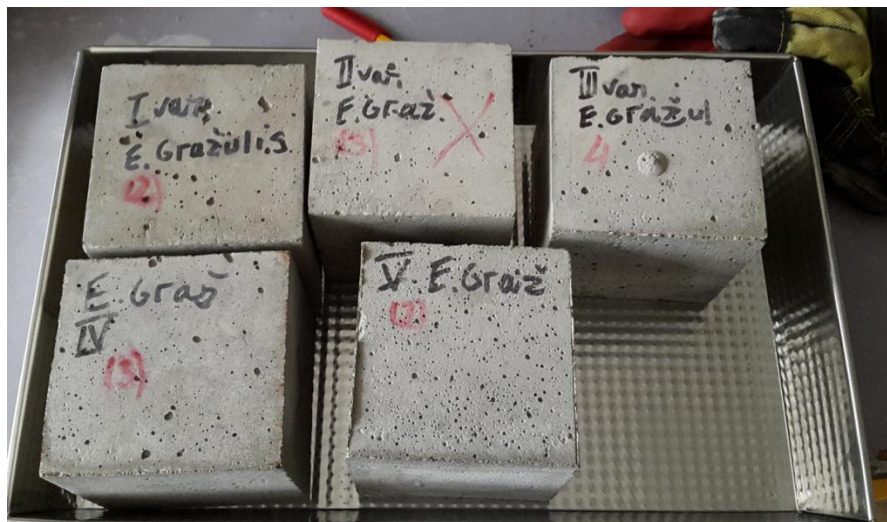
7.12 pav. Prognozuojamas atsparumas šalčiui

Kuo kriterijaus Kš reikšmė aukštesnė, tuo prognozuojamas didesnis betono atsparumas šalčiui. Šiuo atveju betono mišiniui su 0,03% orą įtraukiančio priedu prognozuojamas didžiausias

atsparumas šalčiui (493 ciklai). Tačiau nors toks mišinys ir atsparus šalčiui, jo gniuždomasis ir lenkiamasis stipriai sumažėja per daug, kad jį būtų naudinga naudoti didesniu, nei rekomenduojama procentui. 362 atsparumo šalčiui ciklai gauti su betono mišiniu, kuris turi 2,0 % hidrotechninio priedo. Mažiausi atsparūs šalčiui yra pirmas ir antras mišiniai, kai naudojamas tik superplastiklis arba, kai nededama jokių priedų.

7.3.3 Atsparumo šalčiui bandymas

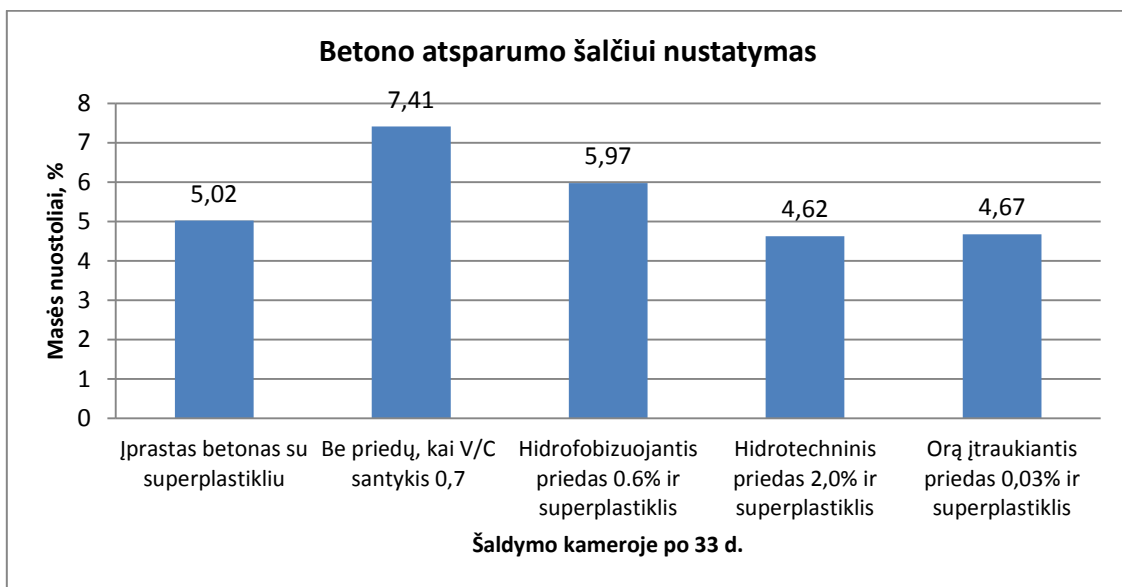
Atliekant atsparumo šalčiui bandymą naudojami bandiniai yra betono kubai, kurių dydis 100x100x100 mm. Bandymui paimama po vieną kiekvienos rūšies betono kubą iš atskirų tiriamų betono mišinio variantų. Visi bandiniai sudedami į indą, kuriame yra įpiltas 3 % druskos tirpalas. Kad bandymo metu neišgaruotų supiltas vanduo indas su kubais sandariai apvyniojamas. Šaldymo kameroje bandiniai yra atšaldomi iki -20°C , o po 12 valandų atšildomi iki $+20^{\circ}\text{C}$ temperatūros. Po 33 dienų šaldymas baigiamas ir visi kubeliai dedami į džiovavimo kamerą, kurioje ištisą parą palaikoma $+105^{\circ}\text{C}$ temperatūra. Išdžiovinti bandiniai pasveriami, o duomenys pateikiami 7.14 lentelėje.



7.13 pav. Bandiniai prieš šaldymą

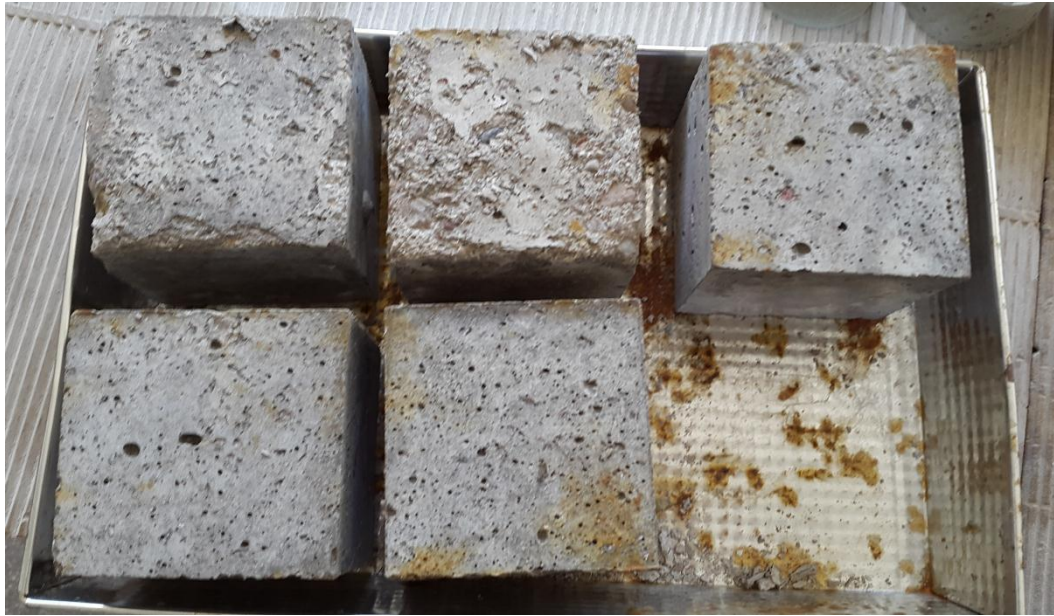
7.15 lentelė. Šaldymo – šildymo bandino rezultatai

Betono mišinys	Bandinio Nr.	Sauso bandinio masė, kg	Bandinių masė po šaldymo ciklą, kg	Bandinių masės nuostoliai, %
			po 33 d.	po 33 d.
Įprastas betonas su superplastikliu	I(2)	2,371	2,252	5,02
Betonas su padidintu V/C kiekiu. V/C – 0,7	II(3)	2,306	2,135	7,41
Betonas su hidrofobizuojančiu priedu 0,6%	III(4)	2,320	2,217	5,97
Betonas su hidrotechniniu priedu 2,0%	IV(3)	2,358	2,249	4,62
Betonas su orą įtraukiančiu priedu 0,03%	V(2)	2,287	2,180	4,67



7.14 pav. Atsparumo šalčiui nustatymas

Iš 7.14 paveikslėlio matoma, kad mažiausi 4,62 % masės nuostoliai yra bandinyje, kuriame įdėta 2,0 % hidrotechninio priedo ir superplastiklio. Labai panašūs nuostoliai ir bandinio su orą įtraukiančiu priedu ir kartu įdėtu superplastikliu. Mažiausiai atsparus šalčio poveikiui ir 7,41 % masės netekęs yra 2 - asis bandinys, kuriame nebuvo dedama priedų, o tik padidintas V/C santykis.



7.15 pav. Bandiniai po šaldymo

IŠVADOS

1. Pagal suprojektuotą pastato stogo įrengimo modelį atitvaros šilumos perdavimo koeficientas $U = 0,193 \text{ W/m}^2\text{K}$, kuris neviršija norminės reikšmės ir tenkina naujausius šiluminius reikalavimus.
2. Pastatui suprojektuotos gelžbetoninės 400x400 mm skerspjūvio kolonos, kurių aukštis 6,95 m. Kolonos armuojamos keturiais išilginiais Ø16 mm diametro, S400 klasės ir aštuoniolika Ø8 mm diametro, S240 klasės armatūros strypais. Kolona prie pamato tvirtinama keturiais inkariniais varžtais.
3. Suprojektuota gelžbetoninių nuotekų rezervuarų sieninių plokščių gamykla, kurioje konvejeriniu būdu gaminamos 5995x1560 mm išmatavimų plokštės. Gamyklos metinis pajėgumas – 10000 m³/metus ir 8307 vnt/metus.
4. Paskaičiuota, kad gaminio savikaina yra 332,54 Eur. be PVM.
5. Vadovaujantis „Sistela“ skaičiuojamosios sąmatinės programos skaičiavimais bendra gamyklos statybos kaina - 620209,42 Eur, o bendra kaina su įrenginiais - 1116376,96 Eur. Priėmus, jog nustatomas 8 % pelnas, gamyklos atsiperkamumas įvyks per 7,5 metų įvertinus visos produkcijos pardavimus Lietuvos rinkai.
6. Atlikta tiriamojo darbo dalis ir apžvelgta betono vandens įgeriamumo ir šalčio atsparumo problematika. Atsižvelgiant į tai nuspręsta naudoti atitinkamus priedus: superplastiklį, hidrofobizuojantį, hidrotechninį ir orą įtraukiantį.
7. Paskaičiuotos 5 betono sudėtys:
 - Įprastas betonas su superplastikliu (0,5 %);
 - Betonas su padidintu V/C kiekiu (V/C=0.7);
 - Betonas su hidrofobizuojančiu priedu (0,6 %);
 - Betonas su hidrotechniniu priedu (2,0 %);
 - Betonas su orą įtraukiančiu priedu (0,03 %).
8. Atlikus bandymus gauta, kad didžiausią stiprį gniuždant 73,92 MPa turi bandiniai, kuriuose buvo įdėta 0,5% superplastiklio. Sekantys pagal stiprumą yra bandiniai su hidrofobizuojančiu priedu – 67,13 MPa, bandiniai su hidrotechniniu priedu – 54,45 MPa. Mažiausią stiprį gniuždant turi betono bandiniai su padidintu V/C kiekiu – 48,68 MPa ir su orą įtraukiančiu priedu – 45,62 MPa. Stipris lenkiant išlaiko tas pačias tendencijas, stipriausi lenkiant yra bandiniai su

superplastikliu – 8,04 MPa, silpniausi su padidintu V/C santykiu – 5,86 MPa. Atkreiptina, kad hidrotechninis ir orą įtraukiantis priedai didina betono tempimo įtempius.

9. Bendras ir atviras poringumas didžiausi mišinyje, kuris yra su padidintu V/C santykiu (bendras poringumas 17,46 %, o atviras 15,86. Didžiausias uždaras poringumas yra penktajame mišinyje, kuriame yra 0,03 % įtraukto oro.

10. Masinis vandens įgiaremumas didžiausias antrajame bandinyje su padidintu V/C santykiu 7,17 %, o mažiausias penktajame bandinyje su orą įtraukiančiu priedu – 5,68 %.

11. Nagrinėjant vandens įgeriamumo kinetiką pastebėta, jog hidrotechninis betono įgeriamumas pirmąsias 8 val. yra didesnis, negu betono su hidrofobizuojančiu priedu. Tačiau visiškoje įgerčio stadijoje betonas su hidrofobizuojančiu priedu turi įsiskverbęs didesnę procentą vandens, t. y. 6,03 %.

12. Atlikus atsparumo šalčiui bandymus gauta, kad mažiausi 4,62 % masės nuostoliai yra bandinyje, kuriame įdėta 2,0 % hidrotechninio priedo ir superplastiklio. Penktojo bandinio masės nuostoliai panašūs t. y. 4,67 %. Mažiausiai atsparus ir 7,41 % masės netekęs yra bandinys, kuriame nebuvo dedama priedų, o V/C santykis 0,7.

LITERATŪRA

1. Lietuvos respublikos statybos įstatymas. Valstybės žinios. 1996 Nr. 32 -788.
2. STR 1.01.06:2013“Ypatingi statiniai“. Valstybės žinios, 2013-10-24, Nr. 111-5528.
3. STR 1.01.09:2003 “Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį“. Valstybės žinios, 2003-06-18, Nr. 58-2611.
4. STR 1.05.06:2010. Statinio projektavimas. Valstybės žinios, 2010-09-30, Nr. 115-5902.
5. STR 1.07.01:2010. Statybą leidžiantys dokumentai. Valstybės žinios, 2010-09-30, Nr. 116-5944
6. STR 1.08.02:2002. Statybos darbai. Valstybės žinios, 2002-04-30, Nr. 5-211
7. STR 1.09.05:2002. Statinio statybos techninė priežiūra. Valstybės žinios, 2002-04-26, Nr. 43-1638
8. STR 1.11.01:2010. Statybos užbaigimas. Valstybės žinios, 2010-09-30, Nr. 116-5947
9. STR 2.05.02:2008 2 priedas „Stogo šiluminių varžų ir šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas“. 2008-11-13, Nr. 130-4997
10. STR 2.05.01:2013 „Pastatų energetinio naudingumo projektavimas“. Valstybės žinios, 2013-12-17, Nr. 129-6566
11. AB „Vilijampolės gelžbetonis“. Technologinė instrukcija.
12. Statybinės medžiagos // R. Žurauskienė, A. Naujokaitis, R. Mačiulaitis, R. Žurauskas. – Vilnius „Technika“ 2012. P. 125, 170-173,
13. Plastifikatoriaus poveikis sukietėjusio betono savybėms - [žiūrėta 2015-11-05]. Prieiga per internetą: <http://www.mla.vgtu.lt/index.php/mla/article/viewFile/mla.2012.45/pdf>
14. Maišyklės techninės charakteristikos - [žiūrėta 2015-11-12]. Prieiga per internetą: <http://www.unique-mixer.com/planetary-concrete-mixers/jn3000-planetary-concrete-mixer.html#inquiry>
15. Padėklų valymo įrenginys - [žiūrėta 2015-11-12]. Prieiga per internetą: <http://www.ebawe.de/en/pallet-cleaning-device>
16. Padėklų tepimo įrenginys - [žiūrėta 2015-11-12]. Prieiga per internetą: http://www.elematic.com/en/solutions-and-machinery/renewing-existing_production/supporting-equipment-walls/oiling-machine-e9-4-0o/
17. M. Malakauskas. (1990). Gelžbetoninių gaminių technologija. Vilnius „Mokslas“;

18. Armatūrinio plieno sudėtis - [žiūrėta 2015-11-12]. Prieiga per internetą:
<http://lt.wikipedia.org/wiki/Armat%C5%ABra>
19. Gamyboje naudojama armatūra - [žiūrėta 2015-11-12]. Prieiga per internetą:
<http://mosstroysmesi.ru/product/armatura-gladkaya-o-12-mm-a-i-a-240/>
20. Gamyboje naudojama armatūra - [žiūrėta 2015-11-12]. Prieiga per internetą:
<http://jppc.lt/armatura-sutvirtina-namus/>
21. Armatūros virinimo įrenginys – [žiūrėta 2015-11-12]. Prieiga per internetą:
<http://www.wanzhongmachine.com/?product/1.html>
22. Betono transportavimo vežimėlis - [žiūrėta 2015-12-03]. Prieiga per internetą:
<http://benequip.com.au/>
23. Betono klojimo mašina - [žiūrėta 2015-12-03]. Prieiga per internetą:
<http://www.elematic.com/en/solutions-and-machinery/renewing-existing-production/casting-machines/comcaster-e9-2500/>
24. Klotuvo techninės charakteristikos - [žiūrėta 2015-12-03]. Prieiga per internetą:
http://elematic.studio.crasman.fi/pub/Marketing/Brochures/Machine+Brochures/Comcaster+E9-2500/Comcaster_E9-2500_brochure_EN.pdf
25. Ebawe vibrostalas - [žiūrėta 2015-12-03]. Prieiga per internetą:
<http://www.ebawe.de/en/compacting-equipment>
26. Betono šlifavimo įrenginys - [žiūrėta 2015-12-03]. Prieiga per internetą:
<http://www.elematic.com/en/solutions-and-machinery/renewing-existing-production/supporting-equipment-walls/floating-machine-e9-900/>
27. Šlifavimo įrenginio charakteristikos - [žiūrėta 2015-12-03]. Prieiga per internetą:
<http://www.elematic.com/tmp/cz1QUDNAwD46ot/renewing-existing-production>
28. Plokščių kėlimo įrenginys - [žiūrėta 2015-12-03]. Prieiga per internetą:
<http://www.elematic.com/en/solutions-and-machinery/renewing-existing-production/supporting-equipment-walls/lifting-device-e9-30l/>
29. „Statybinių dirbinių gamybos įmonių projektavimas: mokomoji knyga“. V. Vaitekvičius, A. Augonis, A. Grinys, A. Navickas, Kaunas, 2011.
30. 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).

31. Profesinės rizikos bendrieji vertinimo nuostatai. Valstybės žinios, 2012, Nr. 126-6350.
32. Cheminių medžiagų poveikio darbuotojų sveikatai vertinimo praktinės rekomendacijos - [žiūrėta 2015-12-08]. Prieiga per internetą: <http://www.hi.lt/uploads/pdf/leidiniai/Rekomendacijos/Chem%20medziagu%20poveikio%20darb%20sveikatai%20rekomendacijos.pdf>
33. Darbuotojų apsaugos nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2004, Nr.41-1350.
34. Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2005, Nr.53-1804.
35. Įsakymas „Dėl kėlimo kranų naudojimo taisyklių patvirtinimo“. Valstybės žinios. 2010, Nr. 112-5717.
36. 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.
37. Elektros įrenginių įrengimo bendrosios taisyklės. Valstybės žinios, 2012, Nr. 18-816.
38. STR 2.01.06:2009 „Statinių apsauga nuo žaibo. Išorinė statinių apsauga nuo žaibo“
39. HN 69:2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose, parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai“ Valstybės žinios, 2004, Nr. 45-1485.
40. HN 98:2014. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. TAR, 2014, Nr. 5119.
41. Bendrosios gaisrinės saugos taisyklės. Valstybės žinios, 2010, Nr. 99 -5167 (Aktuali redakcija: Valstybės žinios Nr. 118-5970).
42. Statybinės medžiagos // R. Žurauskienė, A. Naujokaitis, R. Mačiulaitis, R. Žurauskas. – Vilnius „Technika“ 2012. P. 125, 170-173,
43. Statybos pagrindai // D. Ramukevičius. Kaunas, Ardiva 2008. P. 42
44. Statybinės medžiagos. Betonai // A. Naujokaitis. – Vilnius „Technika“ 2007. P. 35, 74, 106
45. Statybinės medžiagos // J. Deltuva, A. Gailius, A. Gumuliauskas, L. Kulikauskas, M. Malakauskas, M. Martinaitis. – Vilnius: Mokslas. 1982. P. 178 – 180, 195, 196.
46. Tarptautinė konferencijų pranešimų medžiaga – Kaunas: Technologija. 2008 m. P 258.

47. Researc on the stability of building mixture structure - [žiūrėta 2015 m. birželio 14d.].Prieiga per internetą: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/13921525.2001.10531770>
48. T.C. Powers. A working hypothesis for the further studies of frost resistance of concrete // Journal of the American Concrete Institute. 1945, vol. 16, no.4, p.245-272.
49. Betono tvarumas // B. Vektaris, V. Vilkas – Kaunas. Technologija. 2006 m. P. 14, 16.
50. Statybinės medžiagos // V. Gurskis. Kaunas, Ardiva 2008. P. 34
51. I. Ragaišytė, M. Daukšys, A. Klovas. Vandens įgertį mažinančių cheminių priedų įtaka smulkiagrūdžių betonų savybėms. 2011 m.
52. Stroeven, P.; Hu, J.; Koleva, D. A. 2010. Concrete porosimetry: aspects of feasibility, reliability and economy, *Cement and Concrete Composites* 32(4): 291–299.
53. Statybinių konglomeratų struktūra ir savybės // G. Skripkiūnas, Kaunas. Vitae Litera 2007 m.
54. Development of lightweight concrete with high resistance to water and chloride-ion penetration - [žiūrėta 2015 m. birželio 14d.]. Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958946510001174>
55. Statybinių medžiagų laboratoriniai darbai // E. Ivanauskas, A. Augonis, R. Gečys, V. Vaitkevičius, Kaunas, Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla. 2011 m., p 90 – 91.

PRIEDAI

Apkrovų skaičiavimas

Apskaičiuojame stogo plotą, kuris veikia koloną.

$$S = A \cdot B = 6 \cdot 15,05 = 90,3m^2$$

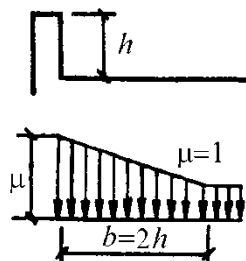
A – stogo pločio, veikiančio koloną, matmuo;

B – stogo ilgio, veikiančio koloną, matmuo.

Sniego apkrovos skaičiavimas

Pastatas projektuojamas Kaune, todėl sniego apkrova skaičiuojama I rajonui. Skaičiavimai atliekami pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“.

Projektuojamas stogas yra su parapetu todėl reikia patikrinti ar reikia vertinti susidarančių sniego maišų. Pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ ir 1 pav. jeigu $h > \frac{S_k}{2}$ reikia papildomai įvertinti apkrova nuo sniego „maišų“.



1 pav. Sniego „maišų“ apkrovos skaičiuojamoji schema ties parapetu

Jeigu $h > \frac{S_k}{2}$ (kur h – m, S_k – kPa), o $\mu > \frac{2h}{S_k}$, ne daugiau kaip 3.

$$h > \frac{S_k}{2};$$

$$1,255m > 0,6m;$$

$$\mu = \frac{2h}{S_k} = \frac{2 \cdot 1,255}{1,2} = 2,1 < 3$$

Kadangi abi sąlygos tenkina reikia įvertinti papildomai susidarančius sniego „maišus“.

$$\text{Vidutinė maišo koeficiento reikšmė } S_2 = \frac{(2,1 + 1)}{2} = 1,55$$

Charakteristinė apkrova į kolona nuo sniego „maišo“:

$$Q_{snieg.maišas} = (1,55 * 1,2) * (2 * 1,255) * 6 = 28,01kN$$

$$s = \mu_1 \cdot C_E \cdot C_t \cdot s_k = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,2 \frac{kN}{m^2}$$

čia: s_k – sniego dangos ant 1 m^2 horizontaliojo žemės paviršiaus svorio charakteristinė reikšmė, imama pagal STR 2.05.04:2003, 153 punktą. Kadangi skaičiuojama pagal I apkrovos rajoną $S_k=1.2 \text{ kN/m}^2$;

μ – stogo sniego apkrovos formos koeficientas imamas pagal Reglamento 158–162 punktus;

C_e – atodangos koeficientas, kurio reikšmė paprastai imama 1,0;

C_t – terminis koeficientas, priklausantis nuo energijos nuostolių per stogą, imama $C_t = 1,0$.

$$Q_{tol.snieg} = \mu \cdot s \cdot A = 1 \cdot 1,2 \cdot (90,3 - (1,255 \cdot 2 \cdot 6)) = 90,3 kN$$

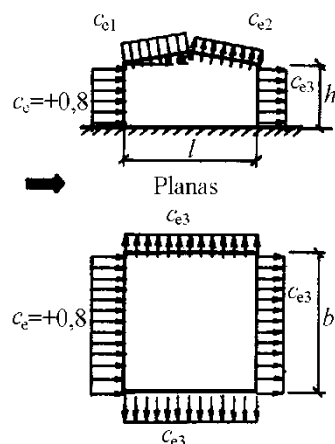
Suminė apkrova nuo tolygiai pasiskirsčiusio sniego ir nuo sniego „maišo“:

$$Q_{sniego} = Q_{snieg.maišas} + Q_{tol.snieg} = 28,01 + 90,3 = 118,31 kN$$

Vėjo apkrovos skaičiavimas

Vėjo apkrova skaičiuojama I rajonui, nes pastatas statomas Kaune. Skaičiavimai atliekami pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“.

Nustatoma vėjo apkrova į skaičiuojamą koloną, kadangi stogo nuolydis $\alpha=4,67\%$ vėjo apkrova tenkanti stogui neįvertinama ir priimama, kad stogas plokščias. Skaičiavimai atliekami pagal 1.2 pav.



1.2 pav. Vėjo apkrovos skaičiuojamoji schema

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

čia: $v_{ref,0}$ – vėjo greičio pagrindinė atskaitinė reikšmė, kadangi skaičiuojama pagal I vėjo rajoną $v_{ref,0}=24\text{m/s}$;

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

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

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

Vidutinė vėjo slėgio, veikiančio išorines plokštumas, reikšmė nustatoma taikant išraišką:

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

čia: q_{ref} – atskaitinis vėjo slėgis, nustatytas pagal vėjo greitį,

$c(z)$ poveikio koeficientas, priklausantis nuo aukščio,

c_e išorinio slėgio aerodinaminis koeficientas .

Kadangi skaičiuojama pagal I vėjo rajoną $q_{ref}=0,36 \text{ kN/m}^2$.

Koeficientas, įvertinantis vėjo slėgio pokytį pagal aukštį, B tipo vietai:

kai $z \leq 5 \text{ m}$, $c(z) = 0,5$;

kai $z = 10 \text{ m}$, $c(z) = 0,65$.

Išorinio slėgio aerodinaminiai koeficientai.

$c_e=0,8$

$c_{e1}=-0,36$

$c_{e2}=-0,4$

$c_{e3}=-0,5$

iki 5 m aukščio $w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 0,144, \text{ kN/m}^2$;

10 m aukštyje $w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 0,187 \text{ kN/m}^2$;

10 m aukštyje $w_{me1} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,65 \cdot (-0,36) = -0,084 \text{ kN/m}^2$;

10 m aukštyje $w_{me2} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,65 \cdot (-0,4) = -0,094 \text{ kN/m}^2$;

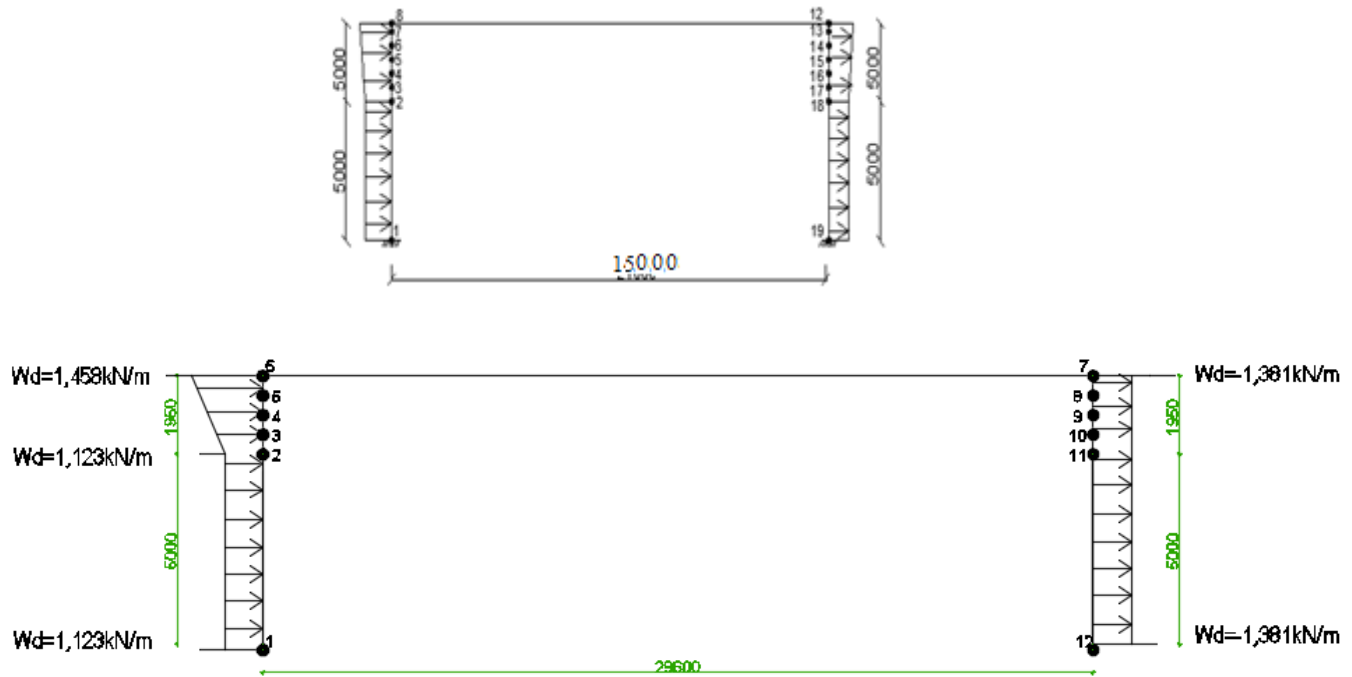
iki 10 m aukščio $w_{me3} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,65 \cdot (-0,5) = -0,117 \text{ kN/m}^2$.

Norėdami supaprastinti skaičiuojamąją schemą w_{me} reikšmės padauginamos iš vėjo veikimo pločio kurį perima kolona:

iki 5 m aukščio $w = 0,144 \cdot 6 \cdot 1,3 = 1,123 \text{ kN/m}$

10 m aukštyje $w = 0,187 \cdot 6 = 1,458 \text{ kN/m}$

10 m aukštyje $w_3 = -0,117 \cdot 6 = -1,381 \text{ kN/m}$

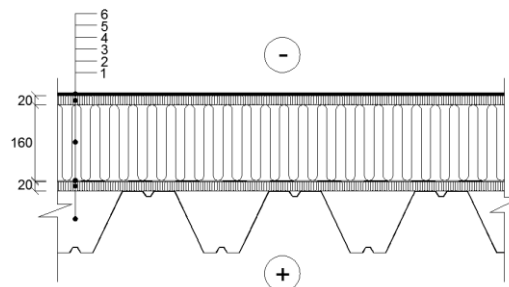


1.3 pav. Vėjo apkrovos skaičiuojamoji schema.

Pagal 6 pav. schemą atliekami skaičiavimai programa „elem“, tarpinės reikšmės (3,4,5, 8,9,10) nustatomos interpoliuojant.

Atlikus skaičiavimus programa „elem“ gauta, kad didžiausias lenkimo momentas yra ties 1 atrama ir yra lygi $M=42,2 \text{ kNm}$. Skaičiavimai pateikti 1 priede.

Konstrukcijų apkrovų skaičiavimai



1.4 pav. Stogo konstrukcinė schema

- 1 – apkrovas laikantis profiliuotas lakštas
- 2 – akmens vatos sluoksnis PAROC ROB 60
- 3 – orą ir garus izoliuojantis sluoksnis
- 4 – akmens vatos sluoksnis PAROC ROS 30
- 5 – akmens vatos sluoksnis PAROC ROB 60
- 6 – stogo danga iš 2 sluoksnių prilydomos bituminės dangos

1. Metalinė santvara Sn1, kurios masė 2500 kg. Skaičiuojamą koloną veikia 1/2 santvaros.

$$G_{sant1} = (2500 / 2) \cdot 10 = 12500 N = 12.5 kN$$

2. Metaliniai ilginiai, kurių masė 80 kg.

$$G_{sant2} = 80 \cdot 10 = 800 N = 0,8 kN$$

3. Profiliuoti skardos lakštai. Dengia 90,3 m², svoris – 8,9 kg/m².

$$G_{lakšt} = 90,3 \cdot 8,9 \cdot \frac{10}{1000} = 8,037 kN$$

4. Šilumos izoliacijos PAROC ROB 60 du sluoksniai, kurių vieno storis 0,02 m ir tankis 180 kg/m³, dengia 90,3m².

$$G_{šil1} = 2 \cdot 0,02 \cdot 90,3 \cdot 180 \cdot \frac{10}{1000} = 6,502 kN$$

5. Garo izoliacija 90,3 m², storis 0,002 m, apkrova – 0,16 kg/m².

$$G_{garo} = 90,3 \cdot 0,16 \cdot \frac{10}{1000} = 0,144 kN$$

6. Šilumos izoliacijos PAROC ROS 30, storis 0,16 m ir tankis 110 kg/m³. Dengia 90,3 m².

$$G_{šil2} = 0,16 \cdot 90,3 \cdot 110 \cdot \frac{10}{1000} = 15,9 kN$$

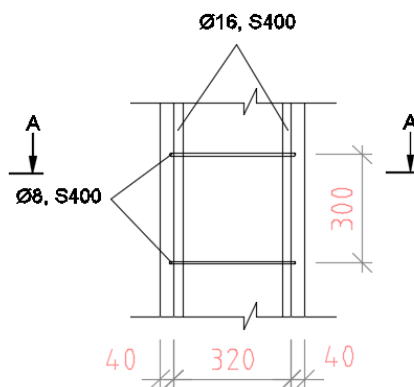
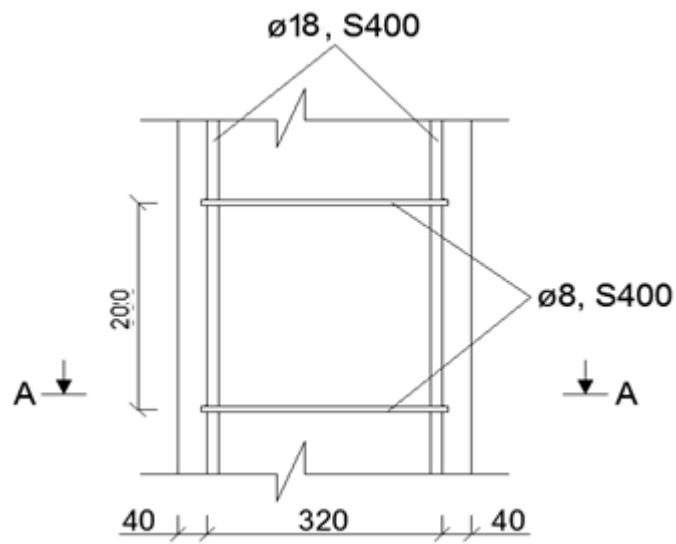
7. Ruloninė danga (2 sluoksniai). Dengia 90,3 m². Masė 8,3 kg/m².

$$G_{dang} = 90,3 \cdot 8,3 \cdot \frac{10}{1000} = 7,5 kN$$

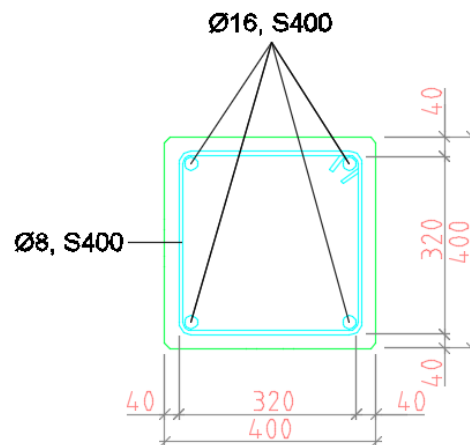
Suminė apkrova į koloną

$$G = G_{sant1} + G_{ryš} + G_{lakšt} + G_{šil1} + G_{garo} + G_{šil2} + G_{dang} = 51,4 kN$$

Kolonos armavimas



1.5 pav. Kolonos armavimas, vaizdas iš priekio



1.6 pav. Pjūvis A-A.

2. PRIEDAS

Vėjo apkrovos skaičiavimai programa "elem"

Plokščių strypinių sistemų sprendimas BEM

**** Apkrova 1 ****

**** Mazgų skaičius : 13

**** Strypų skaičius : 12

**** Pradiniai duomenys apie strypinės sistemos mazgus :

Nr.	KOD	X	Y	XP(1)	XP(2)	XP(3)
1.	0 0 0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2.	1 1 1	0.000	5.000	0.000	0.000	0.000
3.	1 1 1	0.000	5.500	0.000	0.000	0.000
4.	1 1 1	0.000	6.000	0.000	0.000	0.000
5.	1 1 1	0.000	6.500	0.000	0.000	0.000
6.	1 1 1	0.000	6.950	0.000	0.000	0.000
13.	1 1 1	29.600	6.950	0.000	0.000	0.000
14.	1 1 1	29.600	6.500	0.000	0.000	0.000
15.	1 1 1	29.600	6.000	0.000	0.000	0.000
16.	1 1 1	29.600	5.500	0.000	0.000	0.000
17.	1 1 1	29.600	5.000	0.000	0.000	0.000
18.	1 1 1	29.600	0.000	0.000	0.000	0.000

**** Strypų standumo charakteristikos :

Standumo tipo nr.	EI	EF
1.	1.000	1000000.000

**** Pradiniai duomenys apie sistemos strypus :

Nr.	NUS	KUS	EI	EF	QX	QY
1.	1	2	1.000	1000000.000	1.296	0.000
2.	2	3	1.000	1000000.000	1.339	0.000
3.	3	4	1.000	1000000.000	1.382	0.000
4.	4	5	1.000	1000000.000	1.425	0.000
5.	5	6	1.000	1000000.000	1.468	0.000
6.	6	7	1.000	1000000.000	1.511	0.000
13.	13	14	1.000	1000000.000	1.132	0.000
14.	14	15	1.000	1000000.000	1.100	0.000
15.	15	16	1.000	1000000.000	1.068	0.000
16.	16	17	1.000	1000000.000	1.036	0.000
17.	17	18	1.000	1000000.000	1.004	0.000
18.	18	19	1.000	1000000.000	0.972	0.000

**** Mazgų poslinkiai ir posūkiai

Nr.	DX	DY	DE
1.	0.0000	0.0000	0.0000
2.	127.1422	0.0000	29.2459
3.	141.1759	0.0000	26.8218
4.	153.9109	0.0000	24.0793
5.	165.2309	0.0000	21.1911
6.	175.1074	0.0000	18.3354
13.	182.8568	-0.0000	18.2180

14.	173.1025	-0.0000	20.8128
15.	162.0419	-0.0000	23.4201
16.	149.7032	-0.0000	25.9025
17.	136.1825	-0.0000	28.1263
18.	121.6416	-0.0000	29.9621

**** Vidinės jėgos strypuose

		Lenkimo momentas			Skersinė jėga		Ašinė jėga	
Pr.	Pab.	Pradžioje	Viduryje	Gale	Pradžioje	Gale	Pradžioje	Gale
1	2	-42.1958	-8.4992	4.4174	8.4266	1.9466	0.4319	0.4319
2	3	4.4174	4.8622	5.2233	1.9466	1.2771	0.4319	0.4319
3	4	5.2233	5.4994	5.6892	1.2771	0.5861	0.4319	0.4319
4	5	5.6892	5.7912	5.8041	0.5861	-0.1264	0.4319	0.4319
5	6	5.8041	5.7266	5.5574	-0.1264	-0.8604	0.4319	0.4319
6	7	-5.0835	-5.2015	-5.2487	-0.6133	-0.0473	-0.4650	-0.4650
7	8	-5.2487	-5.2261	-5.1348	-0.0473	0.5027	-0.4650	-0.4650
8	9	-5.1348	-4.9758	-4.7500	0.5027	1.0367	-0.4650	-0.4650
9	10	-4.7500	-4.4584	-4.1021	1.0367	1.5547	-0.4650	-0.4650
10	11	-4.1021	-3.6821	-3.1993	1.5547	2.0567	-0.4650	-0.4650
11	12	-3.1993	4.9799	19.2341	2.0567	6.9167	-0.4650	-0.4650

3. PRIEDAS

Lokalinė sąmata

3 Priedas

SUDERINTA: _____ TŪKST.LT.

TVIRTINU: _____ TŪK
ST.LT.

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

ATSAKINGAS
ATSTOVAS _____

2015 M. MĖN. D.

2015 M. MĖN. D.

LOKALINĖ SĄMATA

Sudaryta pagal 2015.10 kainas

Statinių grupė Plokštės

Statinys 1

Žiniaraštis 1

Suma žiniaraščiui 538376.23
EUR

2015.12.28

Sąm. eil.	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Norma	Kiekis	Kaina EUR	Iš viso EUR
1						
1 F1-1-1		100 m3		8,0		
	Mechanizuotas grunto kasimas, suverčiant į sankasą k9=1.15					
	Darbo sąn. kateg. 3.0	žm.val.	1,4	11,2	4,77	53,42
48020	Statyb. mašinos ekskavat. (0.5 kub.m kaušo talpos) bazėje	maš.val	3,4	27,2	33,63	914,74
F1-1-1	Darbo užm. 53.42	Medžiagos				
				Mechanizmai		Iš viso 968.16
				914.74		
2 F5-2		m3		40,8		
	Gręžtiniai monolitinio gelžbetonio pamatai					
	Darbo sąn. kateg. 3.5	žm.val.	4,8	195,84	5,04	987,03
12	Armatūrinis karkasas	t	0,02	0,816	959,91	783,29
320	Betono mišiniai	m3	1,14	46,512	72,52	3373,05
60	Metalinės konstrukcijos	t	0,008	0,3264	1455,18	474,97
48130	Autokranai iki 10 t kėlimo galios	maš.val	1,5	61,2	22,61	1383,73
48270	Gręžimo mašinos	maš.val	0,95	38,76	30,4	1178,3
F5-2	Darbo užm. 987.03	Medžiagos				
4631.31				Mechanizmai		Iš viso 8180.37
				2562.03		
3 F6-2-1		m3		7,0		
	Monolitiniai gelžbetonio pamatai k8=1.04, k9=1.15					

	Darbo sąn. kateg. 3.3		žm.val.	11,4	79,8	4,92	392,62
10	Armatūra		t	0,06	0,42	634,08	266,31
320	Betono mišiniai		m3	1,015	7,105	72,52	515,25
440	Pjautinė miško medžiaga (spygl.)		m3	0,05	0,35	192,29	67,3
950	Vinys		t	0,001	0,007	941,06	6,59
48130	Autokranai iki 10 t kėlimo galios		maš.val	0,39	2,73	22,61	61,73
48382	Kiti smulkūs mechanizmai		maš.val	0,25	1,75	0,47	0,82
F6-2-1	Darbo užm. 392.62	Medžiagos					
855.45							
4 F1-4-1			m3			800,0	
	Smėlio pagrindai po pamatais						
	Darbo sąn. kateg. 2.5		žm.val.	1,0	800,0	4,36	3488,0
910	Statybinis smėlis		m3	1,12	896,0	12,78	11450,88
48130	Autokranai iki 10 t kėlimo galios		maš.val	0,25	200,0	22,61	4522,0
48380	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais		maš.val	0,2	160,0	2,8	448,0
F1-4-1	Darbo užm. 3488.00	Medžiagos					
11450.88							
5 F7-2-12			m3			37,74	
	Surenkamos gelžbetonio kolonos, kai montuojamos į pamatus						
	Darbo sąn. kateg. 3.6		žm.val.	5,4		5,11	1041,4
					203,796		
120	Karkasiniai gaminiai		m3	1,0	37,74	534,4	20168,26
320	Betono mišiniai		m3	0,12		72,52	328,43
					4,5288		
48120	Vikšriniai kranai		maš.val	0,79		31,5	939,16
					29,8146		
F7-2-12	Darbo užm. 1041.40	Medžiagos					
20496.69							
6 F7-2-16			m3			22,32	
	Surenkamos gelžbetonio pamatų sijos						
	Darbo sąn. kateg. 3.5		žm.val.	7,5	167,4	5,04	843,7
110	Ilgji gelžbetonio gaminiai		m3	1,0	22,32	577,85	12897,61
320	Betono mišiniai		m3	0,046		72,52	74,46
					1,02672		
48130	Autokranai iki 10 t kėlimo galios		maš.val	0,72		22,61	363,35
					16,0704		
F7-2-16	Darbo užm. 843.70	Medžiagos					
12972.07							
7 F9-1			t			22,4	
	Plieno sijos ir rygeliai (gruntuojant ir dažant du kartus) k8=1.03						
	Darbo sąn. kateg. 4.5		žm.val.	22,0	492,8	5,55	2735,04
60	Metalinės konstrukcijos		t	1,0	22,4	1455,18	32596,03
791	Emaliniai ir alkidiniai dažai		t		0,168	5182,67	870,69
					0,0075		
792	Gruntas		t	0,004	0,0896	3053,96	273,63
920	Suvirinimo elektrodai		t	0,003	0,0672	1940,25	130,38
940	Tvirtinimo detalės		t	0,003	0,0672	1925,76	129,41
48120	Vikšriniai kranai		maš.val	2,0	44,8	31,5	1411,2
48380	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais		maš.val	3,0	67,2	2,8	188,16

F9-1	Darbo užm. 2735.04	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso 38334.54
34000.14			1599.36	
8 F9-7-1		m2	1124,89	
	Daugiasluoksnių 100 mm storio plokščių išorės sienų įrengimas			
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	1,12	5,39 6790,74
			1259,876	
			8	
750	Universalios izoliacinės mineralinės vatos plokštės ir dembliai	m3	0,001	31,1 34,98
			1,12489	
80-26	U profiliai 1.2/100	m	0,14	3,62 570,09
			157,4846	
80-34	Apdailos lenkti profiliai (ZN)	m	0,3	5,98 2018,05
			337,467	
9-67	Daugiasl. sieninės plokštės Sandwich 1200x100 su užpildu iš polistir. putplasčio	m2	1,0	1124,89 21,53 24218,88
48130	Autokranai iki 10 t kėlimo galios	maš.val	0,16	22,61 4069,4
			179,9824	
48382	Kiti smulkūs mechanizmai	maš.val	0,1	0,47 52,87
			112,489	
F9-7-1	Darbo užm. 6790.74	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso 37755.01
26842.00			4122.27	
9 F9-7-2		m2	53,1	
	Daugiasluoksnių 100 mm storio plokščių vidaus sienų, pertvarų įrengimas			
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	0,97	5,39 277,62
			51,507	
750	Universalios izoliacinės mineralinės vatos plokštės ir dembliai	m3	0,001	31,1 1,65
			0,0531	
80-26	U profiliai 1.2/100	m	0,24	3,62 46,13
			12,744	
80-34	Apdailos lenkti profiliai (ZN)	m	0,6	5,98 190,52
			31,86	
9-67	Daugiasl. sieninės plokštės Sandwich 1200x100 su užpildu iš polistir. putplasčio	m2	1,0	53,1 21,53 1143,24
48130	Autokranai iki 10 t kėlimo galios	maš.val	0,09	4,779 22,61 108,05
48382	Kiti smulkūs mechanizmai	maš.val	0,15	7,965 0,47 3,74
F9-7-2	Darbo užm. 277.62	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso 1770.95
1381.54			111.79	
10 F9-7-3		m2	143,62	
	Daugiasluoksnių 80 mm storio plokščių horizontalios atitvaros (lubų konstrukcijų) įrengimas			
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	1,03	5,39 797,34
			147,9286	
750	Universalios izoliacinės mineralinės vatos plokštės ir dembliai	m3	0,0005	31,1 2,23
			0,07181	
80-26	U profiliai 1.2/100	m	0,18	3,62 93,58
			25,8516	
80-31	Vidiniai kampai RA1BJ (Ruukki 30)	m	0,34	6,42 313,49
			48,8308	
80-34	Apdailos lenkti profiliai (ZN)	m	1,0	143,62 5,98 858,85
9-66	Daugiasl. sieninės plokštės Sandwich 1200x80 su užpildu iš polistiren.putplasčio	m2	1,0	143,62 21,77 3126,61

48130	Autokranai iki 10 t kėlimo galios	maš.val	0,05	7,181	22,61	162,36
48382	Kiti smulkūs mechanizmai	maš.val	0,24		0,47	16,2
				34,4688		
F9-7-3	Darbo užm. 797.34	Medžiagos		Mechanizmai		Iš viso 5370.66
4394.76				178.56		
11 F9-4		t		1,2		
	Kitos smulkios plieno konstrukcijos (gruntuojant ir dažant du kartus) k8=1.03					
	Darbo sąn. kateg. 4.5	žm.val.	46,0	55,2	5,55	306,36
60	Metalinės konstrukcijos	t	1,0	1,2	1455,18	1746,22
791	Emaliniai ir alkininiai dažai	t	0,012	0,0144	5182,67	74,63
792	Gruntas	t	0,006	0,0072	3053,96	21,99
920	Suvirinimo elektrodai	t	0,01	0,012	1940,25	23,28
48380	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais	maš.val	12,0	14,4	2,8	40,32
F9-4	Darbo užm. 306.36	Medžiagos		Mechanizmai		Iš viso 2212.80
1866.12				40.32		
12 F12-1-7		100m2		18,4		
	Sutapdinto stogo su prilydoma bitumine danga, šiltinant mineral. vatos pl., įrengimas ant profiliuoto plieninio pakloto					
	Darbo sąn. kateg. 3.2	žm.val.	150,0	2760,0	4,84	13358,4
580	Prilydomosios bituminės stogų dangos	t.m2	0,24	4,416	5129,35	22651,21
625	Plėvelės, kartonai (garo, hidro, vėjo, garso ir kt. izoliac.)	t.m2	0,11	2,024	689,71	1395,97
756	Aprovas laikančios mineralinės vatos izoliacinės plokštės	m3	19,6	360,64	91,78	33099,54
759	Kietos mineralinės vatos plokštės plokštiesiems stogams	m3	2,06	37,904	132,48	5021,52
965- 46	Mūrvinės (su įsukamu varžtu) SDF-KB 8x260	vnt	500,0	9200,0	0,49	4508,0
48180	Keltuvai, montažiniai lopšiai	maš.val	10,5	193,2	3,49	674,27
48382	Kiti smulkūs mechanizmai	maš.val	30,0	552,0	0,47	259,44
F12-1-7	Darbo užm. 13358.40	Medžiagos		Mechanizmai		Iš viso 80968.35
66676.24				933.71		
13 F11-12-2		100m2		18,4		
	Betoninių 100mm grindų, armuotų pl.tinklu ir padengtų korodur vs 0/5 12mm danga įrengimas ant įrengto smėlio pagrindo					
	Darbo sąn. kateg. 3.8	žm.val.	109,0	2005,6	5,24	10509,34
11	Armatūrinis tinklas	t	0,415	7,636	959,91	7329,87
20	Cementas	t	0,72	13,248	110,06	1458,07
320-9	Betono mišiniai C25/30	m3	10,2	187,68	75,18	14109,78
625	Plėvelės, kartonai (garo, hidro, vėjo, garso ir kt. izoliac.)	t.m2	0,121		689,71	1535,57
				2,2264		
757- 59	Grindų užpildai Korodur VS 0/5	kg	1800,0	33120,0	0,53	17553,6
757- 65	Priedai (plastikliai) Korotan	kg	11,0	202,4	4,37	884,49
792- 112	Gruntas Korodur HB 5	kg	150,0	2760,0	1,6	4416,0
792-	Gruntas Bostik 5075 (5 L pak.)	l	0,09	1,656	24,11	39,93

113							
825-45	Bostik poliuretalinis hermetikas PU 2637 LT GREY	l	0,96	17,664	8,83	155,97	
953-77	Deimantinis pjovimo diskas d 230mm	vnt	0,09	1,656	85,46	141,52	
962-28	Sandarinimo juosta Bostik	m	30,0	552,0	0,19	104,88	
48200	Betono siurbliai (betonvežiai)	maš.val	1,5	27,6	41,59	1147,88	
48225	Betono vakuuminio apdorojimo įranga	maš.val	3,0	55,2	9,25	510,6	
48227	Viengubos betono glaistykklės d 900 mm	maš.val	10,6	195,04	4,64	904,99	
48228	Dvigubos betono glaistykklės d 1800 mm	maš.val	10,6	195,04	10,9	2125,94	
48380	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais	maš.val	16,0	294,4	2,8	824,32	
48382	Kiti smulkūs mechanizmai	maš.val	6,3	115,92	0,47	54,48	
F11-12-2 47729.68	Darbo užm. 10509.34	Medžiagos		Mechanizmai 5568.21		Iš viso 63807.23	
14 F10-3-9		m2		185,5			
	Aliuminio langai su palangėmis (m2 bloko)						
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	4,8	890,4	5,39	4799,26	
104	Aliuminio langai	m2	1,0	185,5	199,77	37057,34	
656	Laminuotos MDP ir PVC palangės	m	0,8	148,4	5,64	836,98	
825	Hermetikai sandarinimui	l	0,16	29,68	4,77	141,57	
965-15	Tvirtinimo kaiščiai SDF-KB 10x80	vnt	4,0	742,0	0,31	230,02	
F10-3-9 38265.91	Darbo užm. 4799.26	Medžiagos		Mechanizmai		Iš viso 43065.17	
15 F10-4-7		m2		6,0			
	Aliuminio durys (m2 bloko)						
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	4,0	24,0	5,39	129,36	
105	Aliuminio durys	m2	1,0	6,0	266,38	1598,28	
825	Hermetikai sandarinimui	l	0,17	1,02	4,77	4,87	
965-15	Tvirtinimo kaiščiai SDF-KB 10x80	vnt	4,0	24,0	0,31	7,44	
F10-4-7 1610.59	Darbo užm. 129.36	Medžiagos		Mechanizmai		Iš viso 1739.95	
16 F9-15-2		vnt.		2,0			
	Segmentinių pakeliamų vartų 3000x3000mm (standartinio pakilimo) su el. pavara ir automatika įrengimas						
	Darbo sąn. kateg. 4.5	žm.val.	10,2	20,4	5,55	113,22	
418-10	Automatika vartams	vnt	1,0	2,0	180,81	361,62	
418-11	Rakinama spyra vartams	vnt	1,0	2,0	50,93	101,86	
418-2	Apšiltinti pakeliamieji segment. garažų vartai (pl.-3000mm, aukštis-3000mm)	vnt	1,0	2,0	732,14	1464,28	
48382	Kiti smulkūs mechanizmai	maš.val	3,6	7,2	0,47	3,38	
F9-15-2 1927.76	Darbo užm. 113.22	Medžiagos		Mechanizmai 3.38		Iš viso 2044.36	
17 F10-4-5		m2		6,0			
	Plastikinės balkono ir vidaus durys (m2 bloko)						

	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	2,6	15,6	5,39	84,08	
376	Plastikinės balkono durys (3-jų kam.)	m2	1,0	6,0	75,02	450,12	
825	Hermetikai sandarinimui	l	0,17	1,02	4,77	4,87	
965-28	Smeigės su plastikine įkalama vinimi IDK-T 8/60x175mm (polistireno tvirt.)	vnt	3,0	18,0	0,13	2,34	
F10-4-5 457.33	Darbo užm. 84.08	Medžiagos		Mechanizmai		Iš viso 541.41	
18 F10-3-6		m2		15,56			
	Plastiko langai varstomi su palangėmis (m2 bloko)						
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	3,5	54,46	5,39	293,54	
379	Plastiko langai (3-jų kam., vienos dalies, varstomi)	m2	1,0	15,56	63,43	986,97	
656	Laminuotos MDP ir PVC palangės	m	0,8	12,448	5,64	70,21	
825	Hermetikai sandarinimui	l	0,16		4,77	11,88	
				2,4896			
965-18	Tvirtinimo kaiščiai SDF-KB 10x140	vnt	3,0	46,68	0,65	30,34	
F10-3-6 1099.40	Darbo užm. 293.54	Medžiagos		Mechanizmai		Iš viso 1392.94	
Iš viso skyriuje 276657.87	1 Darbo užm. 47000.47	Medžiagos		Mechanizmai 22369.43		Iš viso 346027.77	
Viso žiniaraštyje 276657.87	1 Darbo užm. 47000.47	Medžiagos		Mechanizmai 22369.43		Iš viso 346027.77	
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%			8299,74			
	Papildomų mechanizmų vertė 3.00%				671,08		
	Sezoniniai darbai 15.00% (446.04)						
				66,91			
	Specifiniai darbai 17.00%			106,94			
	Papildomas darbo užmokestis 8.00%(47000.47+66.91+106.94)			3773,95			
		Viso:		50948,27	284957,61	23040,51	358946,39
	Soc.draudimo išlaidos 31.00%(47000.47+66.91+106.94+3773.95)			15793,96			
	Statinio statybos išlaidos	Viso:		66742,23	284957,61	23040,51	374740,35
	Statybvietės išlaidos 9.00%					33726,63	
	Iš viso tiesioginės išlaidos					408466,98	
	Pridėtinės išlaidos 30.00%(47000.47+66.91+106.94+3773.95)					15284,48	
	Pelnas 5.00%(408466.98+15284.48)					21187,57	
	Iš viso netiesioginės išlaidos					36472,05	
						Bendra vertė be PVM	444939,03
	Pridėtinės vertės mokestis 21.00%						93437,2
						Bendra vertė su	538376,23

Sudarė :
/Pavardė/

4 PRIEDAS

MECHANIZMŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2015.10 kainas

Statinių grupė Plokštės

Statinys 1

Žiniaraštis 1

2016.01.02

Resurso kodas	Pavadinimas	Darbo val. kaina EUR	Darbo valandų skaičius	Vertė EUR
48020	Statyb. mašinos ekskavat. (0.5 kub.m kaušo talpos) bazėje	33,63	27,2	914,74
48120	Vikšriniai kranai	31,5	74,6146	2350,36
48130	Autokranai iki 10 t kėlimo galios	22,61	471,9428	10670,63
48180	Keltuvai, montažiniai lopšiai	3,49	193,2	674,27
48200	Betono siurbliai (betonvežiai)	41,59	27,6	1147,88
48225	Betono vakuuminio apdorojimo įranga	9,25	55,2	510,6
48227	Viengubos betono glaistyklės d 900 mm	4,64	195,04	904,99
48228	Dvigubos betono glaistyklės d 1800 mm	10,9	195,04	2125,94
48270	Gręžimo mašinos	30,4	38,76	1178,3
48380	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais	2,8	536,0	1500,8
48382	Kiti smulkūs mechanizmai	0,47	831,7928	390,94
	Iš viso			22369,45

MEDŽIAGŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2015.10 kainas

Statinių grupė Plokštės

Statinyss 1

Žiniaraštis 1

2016.01.0

2

Resurso kodas	Pavadinimas	Mato vnt	Kaina EUR	Kiekis	Vertė EUR
1	METALAS				
10	Armatūra	t	634,08	0,42	266,31
11	Armatūrinis tinklas	t	959,91	7,636	7329,87
12	Armatūrinis karkasas	t	959,91	0,816	783,29
60	Metalinės konstrukcijos	t		23,9264	34817,22
			1455,18		
80-26	U profiliai 1.2/100	m	3,62	196,0802	709,81
80-31	Vidiniai kampai RA1BJ (Ruukki 30)	m	6,42	48,8308	313,49
80-34	Apdailos lenkti profiliai (ZN)	m	5,98	512,947	3067,42
9-66	Daugiasl. sieninės plokštės Sandwich 1200x80 su užpildu iš polistiren.putplasčio	m2	21,77	143,62	3126,61
9-67	Daugiasl. sieninės plokštės Sandwich 1200x100 su užpildu iš polistir. putplasčio	m2	21,53	1177,99	25362,12
920	Suvirinimo elektrodai	t		0,0792	153,67
			1940,25		
940	Tvirtinimo detalės	t		0,0672	129,41
			1925,76		
950	Vinys	t	941,06	0,007	6,59
	Iš viso				76065,81
3	BENDROSIOs STATYBINĖs MEDŽIAGOS				
20	Cementas	t	110,06	13,248	1458,07
625	Plėvelės, kartonai (garo, hidro, vėjo, garso ir kt. izoliac.)	t.m2	689,71	4,2504	2931,54
656	Laminuotos MDP ir PVC palangės	m	5,64	160,848	907,18
825	Hermetikai sandarinimui	l	4,77	34,2096	163,18
825-45	Bostik poliuretaninis hermetikas PU 2637 LT GREY	l	8,83	17,664	155,97
910	Statybinis smėlis	m3	12,78	896,0	11450,88
965-15	Tvirtinimo kaiščiai SDF-KB 10x80	vnt	0,31	766,0	237,46
965-18	Tvirtinimo kaiščiai SDF-KB 10x140	vnt	0,65	46,68	30,34
965-28	Smeigės su plastikine įkalama vinimi IDK-T 8/60x175mm (polistireno tvirt.)	vnt	0,13	18,0	2,34
965-46	Mūrinės (su įsukamu varžtu) SDF-KB 8x260	vnt	0,49	9200,0	4508,0
	Iš viso				21844,96
4	APDAILOS MEDŽIAGOS				
757-59	Grindų užpildai Korodur VS 0/5	kg	0,53	33120,0	17553,6

757-65	Priedai (plastikliai) Korotan	kg	4,37	202,4	884,49
791	Emaliniai ir alkidiniai dažai	t		0,1824	945,32
			5182,67		
792	Gruntas	t		0,0968	295,62
			3053,96		
792-112	Gruntas Korodur HB 5	kg	1,6	2760,0	4416,0
792-113	Gruntas Bostik 5075 (5 L pak.)	l	24,11	1,656	39,93
			Iš viso		24134,96
7	LANGAI IR DURYS				
104	Aliuminio langai	m2	199,77	185,5	37057,34
105	Aliuminio durys	m2	266,38	6,0	1598,28
376	Plastikinės balkono durys (3-jų kam.)	m2	75,02	6,0	450,12
379	Plastiko langai (3-jų kam., vienos dalies, varstomi)	m2	63,43	15,56	986,97
418-10	Automatika vartams	vnt	180,81	2,0	361,62
418-11	Rakinama spyra vartams	vnt	50,93	2,0	101,86
418-2	Apšiltinti pakeliamieji segment. garažų vartai (pl.-3000mm, aukštis-3000mm)	vnt	732,14	2,0	1464,28
			Iš viso		42020,47
8	MEDŽIO GAMINIAI				
440	Pjautinė miško medžiaga (spygl.)	m3	192,29	0,35	67,3
			Iš viso		67,3
9	IZOLIACINĖS MEDŽIAGOS				
580	Prilydomosios bituminės stogų dangos	t.m2		4,416	22651,21
			5129,35		
750	Universalios izoliacinės mineralinės vatos plokštės ir dembliai	m3	31,1	1,2498	38,87
756	Apkrovas laikančios mineralinės vatos izoliacinės plokštės	m3	91,78	360,64	33099,54
759	Kietos mineralinės vatos plokštės plokščiems stogams	m3	132,48	37,904	5021,52
962-28	Sandarinimo juosta Bostik	m	0,19	552,0	104,88
			Iš viso		60916,02
10	BETONO IR GELŽBETONIO GAMINIAI				
110	Ilgai gelžbetonio gaminiai	m3	577,85	22,32	12897,61
120	Karkasiniai gaminiai	m3	534,4	37,74	20168,26
			Iš viso		33065,87
11	PUSFABRIKAČIAI				
320	Betono mišiniai	m3	72,52	59,17252	4291,19
320-9	Betono mišiniai C25/30	m3	75,18	187,68	14109,78
			Iš viso		18400,97
12	KITOS MEDŽIAGOS				
953-77	Deimantinis pjovimo diskas d 230mm	vnt	85,46	1,656	141,52
			Iš viso		141,52
			Iš viso		276657,88