

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS

Dovydas Pakalnis

AKYTO BETONO BLOKELIŲ GAMYBOS TECHNOLOGIJA

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Vytautas Sasnauskas

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS

STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ KATEDRA

AKYTO BETONO BLOKELIŲ GAMYBOS TECHNOLOGIJA

Baigiamasis magistro projektas

Statyba (621J80001)

Vadovas

(parašas) Doc. dr. Vytautas Sasnauskas

(data)

Recenzentas

(parašas) Doc. dr.

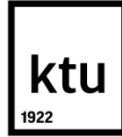
(data)

Projektą atliko

(parašas) Dovydas Pakalnis

(data)

KAUNAS, 2016



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Statybos ir architektūros fakultetas

(Fakultetas)

Dovydas Pakalnis

(Studento vardas, pavardė)

Statyba M6046N21

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

AKYTO BETONO BLOKELIŲ GAMYBOS TECHNOLOGIJA

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2016 m. Gruodžio 16 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Dovydo Pakalnio**, baigiamasis projektas tema „Akyto betono blokelių gamybos technologija“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

UŽDUOTIS 1 iš 2

UŽDUOTIS 2 iš2

TURINYS

UŽDUOTIS	4
santrauka.....	10
ĮVADAS.....	12
1. GAMINIO NORMINIAI DOKUMENTAI	13
2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS	14
2.1 Bendrieji duomenys	14
2.2 Pastato konstrukciniai elementai	14
2.2.1 Pamatai	14
2.2.2 Sienos	15
2.2.3 Stogas	15
2.2.4 Grindys	16
2.2.5 Kolonos	16
2.2.6 Langai,durys, vartai, apšvietimas	16
2.3 Pastato šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas (Stogo konstrukcijos)..	17
3. KONSTRUKCINĖ DALIS	19
3.1 Bendrieji duomenys	19
3.2 Apkrovų skaičiavimas	19
3.2.1 Kintamų apkrovų skaičiavimas	19
3.2.2 Vėjo apkrovos skaičiavimas	20
3.3 Kolonos skaičiavimas	22
3.4 Derinys nuo nuolatinių ir kintamųjų poveikių:.....	22
3.5 Kolonos armavimas išilgine armatūra	23
4. TECHNOLOGIJOS DALIS.....	26
4.1 Gaminio charakteristika ir žaliavos	26

4.2 Gaminio sudėties projektavimas.....	28
4.3 Gaminių pajėgumų skaičiavimas	30
4.4 Gamybos proceso technologinės schemos aprašymas.....	32
4.5 Technologinės linijos skaičiavimas	34
4.6 Kietinimas.....	35
4.7 Pagalbinių cechų ir gaminių barų skaičiavimas.....	35
4.7.1 Akyto betono mišinio paruošimo cechas.....	35
4.7.2 Kalkių siloso talpos skaičiavimas	36
4.7.3 Smėlio užpildo sandėlio talpa ir plotas.....	37
4.7.4 Technogeninių atliekų siloso talpos skaičiavimas.....	38
4.7.5 Produkcijos sandėlio skaičiavimas	39
4.7.6 Transporteriai	39
4.7.7 Smėlio malūnas	40
4.7.8 Autoklavai	40
5. GAMYBOS ORGANIZAVIMO IR EKONOMIKOS DALIS.....	42
5.1 Pagrindinės gaminio ir įrengimų charakteristikos	42
5.2 Technologinio režimo charakteristikos	42
5.4 Gamybos kaštų skaičiavimas akyto betono blokelių gamybai	43
5.5 Gamybos linijos pagrindiniai techniniai ekonominiai rodikliai	44
5.5 Gamybos linijos pagrindiniai techniniai ekonominiai rodikliai	46
5.6 Pramoninio pastato bendri duomenys.....	46
5.7 Lokalinė sąmatos skaičiavimas.....	47
5.8 Resursų poreikių žiniaraštis	47
6. Darbo sauga ir aplinkosauga	48
6.1 Darbų sauga	48
6.2 Aplinkos apsauga.....	49
6.2.1 Atliekos	49

6.2.2 Triukšmas	49
6.2.3 Vanduo	49
7. TIRIAMASIS DARBAS	51
7.1 ĮVADAS	51
7.1.1 Aiškinamoji dalis.....	51
7.1.2 Reikalavimai keliami akytam betonui	52
7.1.3 Fizikinės savybės.....	52
7.1.4 Cheminės savybės	52
7.1.5 Mechaninės savybės	53
7.2 Ekperimentinis tyrimas	53
7.3 Akyto betono mišiniui naudojamos medžiagos	53
7.3.1 Smėlis	53
7.3.2 Technogeninės atliekos.....	54
7.3.3 Orinės kalkės	55
7.3.4 Vanduo.....	56
7.3.5 Parafinuota aliuminio pudra.....	56
7.3 Mišinio paruošimas	57
7.4 Bandinių formavimas	58
7.5 Bandinių kietinimas.....	59
7.6 Akyto betono bandymai	59
7.6.1 Rentgenografinė analizė	59
7.6.2 Bandinių tankio nustatymas	61
7.6.3 Stiprio gniuždant nustatymas	61
7.7 Tyrimo rezultatai ju aptarimas	63
7.7.1 Akyto betono bandinių tankio ir stiprios nustatymas	63
7.7.3 Akyto betono rentgenografinė analizė	63
7.7.4 Optinis tyrimas	64

IŠVADOS.....	66
LITERATŪRA.....	67
PRIEDAI	69

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ KATDRA

Magistro baigiamasis darbas

AKYTO BETONO BLOKELIŲ GAMYBOS TECHNOLOGIJA

Dovdas Pakalnis

SANTRAUKA

Magistro baigiamojo darbo tikslas yra suprojektuoti akyto betono blokelių gamybos technologinę liniją. Technologinė linija projektuojama 4140 m² pramoniniame pastate. Ji projektuojama 3,75 ha sklypo plote. Sklypas yra pasirinktas Kauno rajone. Per metus ši gamykla pagamina 30618 m³ šių gaminių. Projektuojami gaminiai turi technogeninių metalo dumblo atliekų. Projektuojami akyto betono blokeliai yra 600 mm ilgio, 300 mm pločio, 200 mm aukščio. Darbe aptariama gamykla gamina pasirinktinai tik vienos markės produkcija, AAC 600-300-200. Akyto betono blokeliai skirti pastatų laikančioms ir save laikančioms lauko ir vidinėms sienoms.

Akyto betono blokeliai yra gaminami konvejeriniu būdu. Visos linijos įrengimai suderinti vieno tipo akyto betono blokeliams formuoti ir transportuoti (markė AAC 600-300-200). Įrengimai yra išdėstomi taip, kad visas gamyklos plotas būtų efektyviai išnaudojamas. Joje išdėstomos formavimo mašinos, smėlio malūnas, šlamo baseinas, skersavežės, išformavimo mašinos, vertikalaus ir

skersinio pjaustymo mašinos, autoklavai, mobilūs vežimėliai skirti transportuoti suformuotus gaminius,

Taip pat apskaičiuotos reikalingos sąnaudos akyto betono blokeliams pagaminti. Apskaičiuota visa sąmata projektuojamai gamyklai pastatyti. Galiausiai nustatoma formuojamo gaminio kainą įskaitant ir pastato kainą.

Reikšminiai žodžiai: akyto betono blokeliai, konvejerinė linija, technogeninės metalo dumblo atliekos.

KAUNAS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Faculty of Civil Engineering and Architecture
Department of Building Materials

Master final work

Aerated concrete block production technology

Dovydas Pakalnis

SUMMARY

The aim of this master's final work is to project the production's technological line of aerated concrete block. Technological line is installed in industrial building of 4207,36 m² of area. This line is projected in 3,75 ha size plot. The plot area is chosen in Kaunas region. Annual plant output of the product is 30618 m². Projected products contains technogenic metal sludge waste. The projected aerated concrete block dimensions are 600 mm in length, 300mm in width, 200 mm in height. The discussed plant opted for one type of production marked as AAC 600-300-200.

Aerated concrete blocks are made in conveyor production line. All production equipment is tuned up to produce and transport one type of aerated concrete blocks (marked as AAC 600-300-200). The equipment is placed in mind to effectively use the area of the plant. It outlines the making machine, sand mill, sludge pool, transportation trolleys, disassembly machines, vertical and cross-cutting machines, autoclaves, mobile carts for transporting the formed products.

Furthermore necessary calculations of product cost for aerated concrete blocks are made. The estimate of the projected plant is done. Finally the product cost and the cost of the plant is set.

Key words: Aerated concrete block, conveyor- line, technogenic metal sludge waste.

IVADAS

Šiame baigiamajame projekte yra sudaryta akyto betono blokelių technologijos linija ir organizavimas. Visas baigiamasis darbas yra suskirstytas į septynias sudedamąsias dalis: statinio statybos teisinį reglamentą, architektūros, konstrukcinę, gaminių gamybos technologinę, organizacinę ir ekonominę, darbo saugos dalis ir tiriamąją dalį.

Pirmoje dalyje paminėti taikomi statybos reglamentai ir dokumentai kuriais remiamasi statant ir vykdant statybas.

Architektūrinėje dalyje nudodomii konstrukciniai sprendimai (sienos, stogas, durys, langai, grindys). Pastato ilgis 138,4 m, plotis 30,4 m, aukštis 13,2 m.

Konstrukcinėje dalyje pasirinkta viena kolona, kurios matmenys ir naudojamos medžiagos buvo apskaičiuotos remiantis statybos techniniu reglamentu.

Teoriškai remiantis laboratoriniais darbais ir statybinių dirbinių gamybos imonių projektavimo nurodymais išnagrinėtos gamybos technologinė ir organizacinės dalys. Technologinėje dalyje sprendžiama ; akyto betono mišinio sudėties (pagal laboratorinius nurodymus) kiekis, gamybinis pajėgumas, žaliavų ir produkcijos kiekis. Organizacinėje dalyje nagrinėjama reikalingas darbuotojų kiekis, įrengimų eksploatacija, apskaičiuojami kaštai tenkantys gamybos proceso išlaidoms. Buvo siekiama apskaičiuoti optimalius gamybos kaštus. Buvo nubraižytos įrengimų ciklogramos nurodančios gamybos operacijų trukmę įrenginių ir darbuotojų panaudojimo koeficientus. Buvo apskaičiuota projektuojamos gamyklos pastato sąmata remiantis sustambintais normatyvais. Galiausiai nustatoma galutinė pagaminto produkto kaina.

1. GAMINIO NORMINIAI DOKUMENTAI

Normatyvinių [2] techninių statybos dokumentų sistemą sudaro:

- Statybos techniniai reglamentai
- Standartas
- Statybos taisyklės
- Techniniai įvertinimai
- Metodiniai nurodymai, rekomendacijos

Magistro darbe projektuojamoje gamykloje gaminami akyto betono blokeliai. Norint pagaminti šiuos blokelių reikalingos žaliavos ir jų apdorojimo procesai. Žaliavų paruošimas, panaudojimas ir bandymai turi standartus atitinkančius Europinius standartus žymimus EC ženkliniu, leidžiančius gaminius eksploatuoti ir pardavinėti Europos sąjungos šalyse. Žaliavų ir gaminių kokybės bandymai atliekami laboratorijoje esančioje projektuojamoje gamykloje.

Pagrindinių naudojamų žaliavų standartai yra tokie:

1. Smėlis [3] (LST 1273:2009)
2. Kalkės [3] (LST EN 459-1:2010)
3. Vanduo [5] (LST EN 1008:2005)
4. Parafinizuota aliuminio pudra [6] (LST EN 771-4:2003)
5. Technogeninės atliekos

Parduodant gaminių akyto betono stipris gniuždant turi atitikti LST EN 679:2006 „Autoklavinio akytbetonio gniuždomojo stiprio nustatymas“, LST EN 1351:2000 - „Autoklavinio akytojo betono stiprio lenkiant nustatymas“, LST EN 1353:2000- „Autoklavinio akytojo betono drėgnio nustatymas“, „LST EN 15304:2007- „Autoklavinio akytojo betono atsparumo šalčiui nustatymas“, LST EN 772-10:2002- „Mūro gaminių bandymo metodai. 10 dalis. Silikatinių ir autoklavinio akytojo betono mūro gaminių drėgnio nustatymas“, LST EN 680:2000- „Autoklavinio akytojo betono susitraukimo džiūstant nustatymas“.

2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

2.1 Bendrieji duomenys

Statybos vieta – Kauno rajonas. Projektuojamas pramoninis, stačiakampio formos pastatas – akyto betono blokelių gamykla. Projektuojamas pastatas – ilgis 138,4 m, plotis 30,4 m, aukštis 13,5 m, gelžbetoninių ir metalinių konstrukcijų pastatas. Pramoniniame pastate yra laboratorija, buitinės darbuotojų patalpos, kuriose yra dušai, tualetai, persirengimo rubinės, valgomieji. Prie pramoninio pastato vakarinėje dalyje yra katilinė, kurioje gaminamas technologinis garas autoklavams. Šiaurinėje pastato dalyje yra rampa skirta smėliui kartu su kalkių ir technogeninių atliekų silosais.

Vakarinėje sklypo pusėje yra sandėliavimo aikštelė gaminiams ir administracinis pastatas. Administracinis pastatas yra vieno aukšto. Jame yra tualetai, virtuvėlė, laisvalaikio kambarys, pasitarimų kambarys, kabinetai administracijos darbuotojams, generaliniam direktoriui. Administraciniame pastate įrengti du įėjimai. Administracinio pastato išorėje yra stovėjimo aikštelė su vietomis neigaliesiems. Prie gamyklos teritorijos vartų yra apsaugos postas. Didžioji sklypo teritorija yra asfaltuota, o takai grįsti betoninėmis trinkelėmis. Sklypo teritorija, kurioje nevykdomi technologiniai procesai yra apželdinta.

Sklypas ribojasi su Erdvės gatve ir UAB „Baltic post“. Į gamykla atvesti videntiekio, nuotekų ir elektros tinklai. Gamyklos ir administracinio pastato šildymas tiekiamas iš katilinės esančios prie pramoninio pastato.

2.2 Pastato konstrukciniai elementai

2.2.1 Pamatai

Pastato pamatai – gelžbetoniniai seklieji. Jie sudaryti iš pado kuris yra kvadratinės formos (1600x1600 mm) ir 300 mm aukščio bei pagrindinio pamatų lizdo (1000x1000x900 mm). Viršutinė pamatų altitudė -0.150 m, o apatinė -1.350 m Uždėta pamatinė sija, ant kurios statosi nelaikančios daugiasluoksnės sienos. Pamatinė sija remiasi ant betoninių stulpelių, kurie statosi ant pamato pado. Pamatinės sijos viršutinė altitudė yra grindų lygyje. Pamatų apačios altitudė – 1350mm žemiau grindų lygio. Pamatai statomi iškastoje duobėje, kuri pastačius pamatą, užpilama gruntu ir sutankinama

2.2.2 Sienos

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

Gaminio specifikacija pagal paroc [7]:

- Metalo lakštai
- Oro/ garų užtvara
- Atraminė konstrukcija: gelžbetonio karkasas
- PAROC WAB 10t
- Vėdinamas oro tarpas
- Metalo lakštai

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

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

2.2.3 Stogas

Stogo konstrukcija parenkama iš paroc katalogo [8]

Stogo konstrukcija:

Hidroizoliacinė – bituminė stogo dangą;

PAROC ROB 80 PAROC ROS 30g;

Stogo termoizoliacinis sluoksnis PAROC ROS 30g;

Orą ir garus izoliuojantis sluoksnis;

Stogo termoizoliacinis sluoksnis PAROC ROB 80

PAROC ROB80;

Profiliuotas skardos paklotas

2.2.4 Grindys

Grindys - monolitinės betoninės grindys armuotos vienu tinklu Tai vidutinio sunkumo eksploataavimo sąlygų pramoninės grindys. Šis tipas priskiriamas grindims su tenkančia apytiksle taškine apkrova iki 100 kN. Mano parinktos grindys yra 150 mm storio su viengubu tinklo armavimu betoninės grindys. Naudojamas betonas ne mažesnės kaip C25/30 klasės. Armatūros tinklai turi būti klojami ne arčiau kaip per 50 mm nuo plokštės paviršiaus.

2.2.5 Kolonos

Kolonos yra gelžbetoninės, kurios matmenys 10000x400x400mm. Kolonos yra įgilinamos 600mm į pamato lizdą, Naudojant kraną kolona yra istatoma ir užmonolitinama.

2.2.6 Langai, durys, vartai, apšvietimas

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

Langų matmenys: 3000x1500

Vartų matmenys: 3000x3000mm.

Durys dviejų tipų aliuminės (900x2100mm ir 1800x2100mm).

Inžinerinė įranga

Šildymas – autonominis,

Vėdinimas – natūralus,

Vandentiekio ir kanalizacijos tinklai prijungti prie miesto magistralinių tinklų.

Elektra prijungiama prie miesto elektros tinklų.

Atvestos ryšio linijos komunikavimui.

2.3 Pastato šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas (Stogo konstrukcijos).

Atitvaros visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se}, m^2 \cdot K/W; \quad (2.1)$$

Pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“ 1.1 lentelę [9]:

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

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

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

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

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{ds}} = \frac{0,008}{1,0} = 0,008 m^2 \cdot K / W; \quad (2.2)$$

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

Antrojo sluoksnio mineralinės vatos šiluminė varža:

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{ds}} = \frac{0,02}{0,034} = 0,59 m^2 \cdot K / W; \quad (2.3)$$

Trečiasis sluoksnis – 160 mm storio šilumos izoliacija iš mineralinės vatos, kurio $\lambda_{dec}=0,037 W/(m \cdot K)$.

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_{ds}} = \frac{0,16}{0,037} = 4,32 m^2 \cdot K / W; \quad (2.4)$$

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

$$R_4=0,02 m^2 \cdot K/W \quad (2.5)$$

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

Penkto sluoksnio mineralinės vatos šiluminė varža:

$$R_5 = \frac{d_5}{\lambda_{ds}} = \frac{0,02}{0,034} = 0,59 m^2 \cdot K / W; \quad (2.6)$$

Stogo konstrukcijos suminė šiluminė varža:

$$R_6 = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 5,528 m^2 \cdot K/W; \quad (2.7)$$

Visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{st} + R_s + R_{sc} = 5,738 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}; \quad (2.8)$$

Apskaičiuojamas šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{5,738} = 0,19 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}; \quad (2.9)$$

Apskaičiuotas stogo šilumos perdavimo koeficientas $U=0,19 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Pagal „paroc“ išleistus duomenis $U_N=0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

3. KONSTRUKCINĖ DALIS

3.1 Bendrieji duomenys

Suprojektuoto pastato karkasas mišrus – gelžbetonio ir metalo. Į skaičiuojamą koloną iš viršaus remiasi metalinė 30 metrų ilgio santvara. Pastate montuojamos gelžbetoninės 400 x 400 mm skersmens kolonos. Kolonų žingsnis standartinis 6 m. Kolonomis gaminti naudojamas C20/25 klasės betonai, kurio skaičiuotinis gniuždomasis stipris $f_{cd} = 12$ MPa, skaičiuotinis tempiamasis stipris $f_{ctd} = 0,9$ MPa, tamprumo modulis $E_{CM} = 30000$ MPa. Darbe apskaičiuota kolona yra ašių susikirtime „B-10“. Pastato stogo danga sudaryta iš profiliuotos skardos lakštų, kurie tvirtinasi ant ilginių profilių UPN220. Ilginiai ant santvaros viršutinės juostos tvirtinasi kas 3 m. Trijų sluoksnių šilumos izoliacijos: apatinio sluoksnio izoliacijai naudojama PAROC ROB 80 [10] - storis 20 mm, PAROC ROS 30 - storis 160 mm, viršutinio sluoksnio PAROC ROB 80 - storis 20 mm. Tarp izoliacijos sluoksnių įrengiama oro ir garo izoliacija 1mm. Viršus padengiamas 2 sl. ruloninės dangos 5mm. Parapetas apdengiamas skardos lakštais. Pagal apkrovas apskaičiuotas reikalingas kolonos armavimas.

3.2 Apkrovų skaičiavimas

3.2.1 Kintamų apkrovų skaičiavimas

Iš gaminių techninių katalogų yra parenkamos medžiagos, bei konstrukcijos kurios tenkina pastatui keliamus techninius reikalavimus. Pateikiamos skaičiuojamosios schemos ir apkrovos. Skaičiuojamoji kolona yra B-10 ašių susikirtime.

Koloną veikiančių apkrovų ploto skaičiavimas:

$$S = A \cdot B \quad (3.1)$$

čia S – stogo plotas, kuris veikia koloną;

A – stogo pločio, veikiančio koloną, matmuo;

B – stogo ilgio, veikiančio koloną, matmuo;

$$S = 6 \cdot 15 = 90 \text{ m}^2$$

Charakteristinės sniego apkrovos skaičiavimas kolonai:

Sniego apkrova imama priklausomai nuo Lietuvos sniego apkrovos rajono (pagal STR 2.05.04:2003 [11] „Poveikiai ir apkrovos“). Skaičiuojamas pastatas bus Kaune, todėl

jam tenka I sniego apkrovos rajonas. Sniego apkrovos į stogo horizontaliąją projekciją dydis skaičiuojamas pagal formulę:

$$s_i = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \quad (3.2)$$

čia: s_k - sniego dangos ant 1 m² horizontaliojo žemės paviršiaus svorio charakteristinė reikšmė,

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

C_t - terminis koeficientas, priklausantis nuo energijos nuostolių per stogą. = 1.0

μ_i - stogo profilio koeficientas $\mu_i = 1.0$ pagal STR 2.05.04:2003 [11]

s_k - sniego dangos ant 1 m² horizontaliojo žemės paviršiaus svorio charakteristinė reikšmė, $s_k = 1,2$ kPa.

Norminė sniego apkrova:

$$s_1 = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 1,2 \frac{kN}{m^2}$$

Sniego apkrova veikianti koloną:

$$Q_k = s_1 \cdot A = 1,2 \cdot 90 = 108 kN \quad (3.3)$$

3.2.2 Vėjo apkrovos skaičiavimas

Kauno raj. Ramučiuose, remiantis STR 2.05.04:2003 [1] „Poveikiai ir apkrovos“, 3 priedą vietovė yra priskiriama prie pirmojo vėjo greičio rajono. Šiame rajone priskiriama pagrindinė atskaitinė vėjo reikšmė yra:

$$v_{ref,0} = 24 \text{ m/s.}$$

Vėjo greičio atskaitinė reikšmė:

$$w_{me} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e \quad (3.4)$$

čia: c_e – išorinio slėgio aerodinaminis koeficientas lygus 0,8;

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

q_{ref} – vėjo atskaitinis slėgis:

$$v_{ref} = C_{DIR} \cdot C_{TEM} \cdot C_{ALT} \cdot v_{ref,0} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 24 = 24 \text{ m/s} \quad (3.5)$$

čia: C_{DIR} , C_{TEM} , C_{ALT} - krypties, laikotarpio ir aukščio virš jūros lygio koeficientai, paprastai lygūs 1,0;

$v_{ref,0}$ – vėjo greičio pagrindinė atskaitinė reikšmė, nustatoma pagal vėjo rajoną.

Atskaitinio vėjo slėgio skaičiavimas:

$$q_{\text{ref}} = \rho/2 \cdot v_{\text{ref}}^2 = 1,25/2 \cdot 24^2 = 360 \text{ N/m}^2 = 0,36 \text{ kN/m}^2 \quad (3.6)$$

čia: v_{ref} – ataskaitinis vėjo greitis;

ρ – oro tankis, lygus $1,25 \text{ kg/m}^3$;

Surandame koeficientus kurių pagalba įvertinsime vėjo slėgio pokytį dėl pastato aukščio, išorinio slėgio aerodinaminius koeficientus bei gauti slėgio į išorinį pastato paviršių dedamąsias.

Iš STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“, 4 priedo, 1 lent. [11] Iš jos mes randame mums labiausiai tinkančią vėjo apkrovos schemą. Taip pat išrenkame priešvėjinį ir pavėjinį aerodinaminius koeficientus.

$c_e = +0,8$ – priešvėjinis aerodinaminis koeficientas;

$c_e = -0,6$ – pavėjinis aerodinaminis koeficientas.

Reikšmingiausias variantas mano projektuojamai kolonai yra priešvėjinis aerodinaminis koeficientas, dėl to kad tik šis koeficientas veikia projektuojamą koloną.

Surandame poveikio koeficientus, kurie priklauso nuo pastato aukščio:

$c(z) = c(10) = 0,65$ – poveikio koeficientas 10 m. aukštyje;

Vidutinis vėjo slėgis į išorinę plokštumą, skaičiavimas:

Priešvėjinė dalis:

$$W_{\text{me } 10} = q_{\text{ref}} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 0,187 \text{ kN/m}^2; \quad (3.7)$$

Rėmą veikianti linijinė vėjo apkrova:

$$q_{\text{w } 10} = W_{\text{me } 10} \cdot S_z = 0,187 \cdot 6,0 \cdot 10^{-3} = 1,122 \text{ kN/m}; \quad (3.8)$$

Pavėjinė dalis:

$$W_{\text{me } 10} = q_{\text{ref}} \cdot c(z) \cdot c_e = 0,36 \cdot 0,65 \cdot (-0,6) = -0,140 \text{ kN/m}^2;$$

Rėmą veikianti linijinė vėjo apkrova:

$$q_{\text{w } 10} = W_{\text{me } 10} \cdot S_z = -0,14 \cdot 6,0 \cdot 10^{-3} = -0,84 \text{ kN/m};$$

3.1 lent. Stogo denginio apkrovos skaičiavimas kolonai:

Pavadinimas	Storis, m	Tankis kg/m^3	Ploto masė, kg/m^2	Apkrova, kN/m^2	Stogo plotas, m^2	Apkrova ant santvaros viršutinės juostos kN/m
Hidroizoliacinė – bituminė stogo danga	0,005	-	5	0,049		$0,049 \cdot 6 = 0,294$
Stogo termoizoliacinis sluoksnis PAROC ROB 80	0,02	230	-	$0,02 \cdot 230 \cdot 9,81 / 1000 = 0,045$		$0,045 \cdot 6 = 0,27$
Stogo termoizoliacinis sluoksnis PAROC ROS 30g	0,16	125	-	$0,16 \cdot 130 \cdot 9,81 / 1000 = 0,204$		$0,204 \cdot 6 = 1,224$

Orą ir garus izoliuojantis sluoksnis	0,001	-	0,1	$0,1 \cdot 9,81 / 1000 = 0,001$	54	$0,001 \cdot 6 = 0,006$
Stogo termoizoliacinis sluoksnis PAROC ROB 80	0,02	170	-	$0,02 \cdot 230 \cdot 9,81 / 1000 = 0,045$		$0,045 \cdot 6 = 0,27$
Lovinių profilių apkrova	-	-	24,63	$24,63 \cdot 9,81 / 1000 = 0,242$		$0,242 \cdot 6 = 1,452$
Stogo skardinis paklotas	0,2	-	6	$6 \cdot 9,81 / 1000 = 0,058$		$0,058 \cdot 6 = 0,348$
						$\sum G_{stogo} = 3,864$

Apkrova į koloną nuo stogo savojo svorio:

$$G_k = \sum G_{stogo} \cdot l / 2 = 3,864 \cdot 30 / 2 = 57,96 \text{ kN} \quad (3.9)$$

1. Metalinė santvara 30 m ilgio, kurios masė 3000 kg. Skaičiuojama koloną veikia pusė santvaros masės.

$$G_{santv} = 3000 \cdot 0,5 \cdot 9,81 = 14,715 \text{ kN};$$

3.3 Kolonos skaičiavimas

Skaičiuojamos kolonos skerspjūvio matmenys yra 0,4 x 0,4 m, h = 10 m, jos masė

$$G_{kolonos} = h \cdot b \cdot a \cdot \rho_{bet} = 10,00 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 25 = 40 \text{ kN} \quad (3.10)$$

Suminė charakteristinė apkrova į projektuojamą koloną, nuo savojo konstrukcijų svorio:

$$G_{ed} = G_{stogo} + G_{santvaros} + G_{kolonos} \quad (3.11)$$

$$G_{ed} = 57,96 + 14,715 + 40 = 112,675$$

3.4 Derinys nuo nuolatinių ir kintamųjų poveikių:

Gniuždomoni ašinė jėga:

$$N_{Ed} = (G_{stogo} + G_{santvaros} + G_{kolonos}) \cdot \gamma_G + Q_{sniego} \cdot \gamma_Q \\ = 112,675 \cdot 1,35 + 108 \cdot 1,3 = 152,111 + 140,4 = 292,511 \text{ kN} \quad (3.12)$$

$$M_{Ed} = q_w \cdot \gamma_q \cdot l \cdot l / 2 = 1,122 \cdot 1,3 \cdot 10 \cdot 10 / 2 = 72,93 \text{ kNm};$$

$$Q = 0 \text{ kN};$$

Derinys nuo nuolatinių poveikių:

$$N_{Ed} = (G_{stogo} + G_{santvaros} + G_{kolonos}) \cdot \gamma_G = 112,675 \cdot 1,35 = 152,111 \text{ kN} \quad M_{Ed} = 0 \text{ kNm}$$

3.5 Kolonos armavimas išilgine armatūra

Naudingasis kolonos skerspjūvio aukštis:

$$d = h - d_1 = 0,4 - 0,04 = 0,36 \text{ m}; \quad (3.13)$$

Čia: h – kolonos skerspjūvio aukštis

h_1 – apsauginis betono sluoksnis

Betono skaičiuotinis stipris gniuždant:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,9 \cdot 1,0 \cdot \frac{25}{1,5} = 15 \text{ MPa} \quad (3.14)$$

čia: $\alpha=0,9$, $\alpha_{cc}=1,0$ – koeficientai, $f_{ck}=25 \text{ MPa}$ – charakteristinis betono stipris gniuždant, $\gamma_c=1,5$ - patikimumo koeficientas.

$$e_0 = M_{Ed} / N_{Ed} = 72,93 / 292,511 = 0,249 \text{ m} \quad (3.15)$$

Skaičiuojant ekscentriškai gniuždomuosius elementus reikia atsižvelgti į atsitiktinį ekscentricitetą e_a , kurio negalima skaičiavimo metu numatyti. Todėl bet kokių atveju e_0 priimamas ne mažesnis kaip:

1/30 elemento skerspjūvio aukščio;

$$M_{Ed,s} = M_{Ed} + N_{Ed} \frac{d - a_2}{2} = 72,930 + 292,511 \cdot \frac{0,36 - 0,04}{2} = 119,73 \text{ kN m}; \quad (3.16)$$

$$M_{Ed,l} = M_{Ed,l} + N_{Ed,l} \frac{d - a_2}{2} = 0 + 152,111 \cdot \frac{0,36 - 0,04}{2} = 24,34 \text{ kN m}; \quad (3.17)$$

$$\varphi_\ell = 1 + \beta \frac{M_{Ed,s\ell}}{M_{Ed,s}} = 1 + 1 \frac{24,34}{119,73} = 1,2 < \varphi_\ell = 1 + \beta = 1 + 1 = 2 \quad (3.18)$$

$$l_0 = 0,7 \cdot l = 0,7 \cdot 10 = 7 \text{ m} \quad (3.19)$$

$$\delta_e = \frac{e_0}{h} = \frac{0,249}{0,4} = 0,623 < \delta_{e,\min} = 0,5 - 0,01 \frac{l_0}{h} - 0,01 f_{cd} = 0,5 - 0,01 \frac{7000}{300} - 0,01 \cdot 12 = 0,933 \quad (3.20)$$

Priimam $\delta_e = 0,623$, pirmam priartėjimui priimam $\rho_1=0,01$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{2 \cdot 10^5}{3 \cdot 10^4} = 6,67; \quad (3.21)$$

Čia: E_s - armatūros takumo modulis;

E_{cm} - betono takumo modulis.

α_e - koeficientas įvertinantis armatūros ir betono santykį

Kolonos skerspjūvio inercijos momentas centro atžvilgiu:

$$I_c = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,4 \cdot 0,4^3}{12} = 2,133 \cdot 10^{-3} m^4 = 21,33 \cdot 10^8 mm^4 \quad (3.21)$$

Armatūros skerspjūvio ploto inercijos momentas kolonos centro atžvilgiu:

$$I_s = \rho_1 \cdot b \cdot d \left(\frac{d - a_2}{2} \right)^2 = 0,01 \cdot 400 \cdot 360 \left(\frac{360 - 40}{2} \right)^2 = 36,86 \cdot 10^6 mm^4; \quad (3.22)$$

Sąlyginė išilginė kritinė jėga:

$$N_{crit} = \frac{6,4 \cdot E_{cm}}{l_0^2} \left[\frac{I_c}{\varphi_\ell} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha_e I_s \right] = \quad (3.23)$$

$$= \frac{6,4 \cdot 3 \cdot 10^4}{7000^2} \left[\frac{21,33 \cdot 10^8}{1,2} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,623} + 0,1 \right) + 6,67 \cdot 36,86 \cdot 10^6 \right] = 2719 \text{ kN.}$$

Apskaičiuojamas koeficientas η :

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{crit}}} = \frac{1}{1 - \frac{292,511}{2719}} = 1,121. \quad (3.24)$$

Ekscentricitetas e_e

$$e = e_0 \cdot \eta + \frac{d - a_2}{2} = 249 \cdot 1,121 + \frac{360 - 40}{2} = 446,60 \text{ mm.} \quad (3.25)$$

Tuomet:

$$\alpha_n = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d} = \frac{292511}{12 \cdot 400 \cdot 360} = 0,169; \quad (3.26)$$

$$\alpha_m = \frac{N_{Ed} \cdot e_e}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{292511 \cdot 249}{12 \cdot 400 \cdot 360^2} = 0,117; \quad (3.27)$$

Randamas santykinis ribinis gniuždomos zonos aukštis:

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,85 - 0,008 \cdot 12 = 0,754; \quad (3.28)$$

$$\xi_{lim} = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s,lim}}{\sigma_{sc,lim}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,754}{1 + \frac{434}{500} \left(1 - \frac{0,754}{1,1}\right)} = 0,592. \quad (3.29)$$

Kadangi $\alpha_n = 0,169 < \xi_{lim} = 0,592$ armatūros plotus $A_{s1} = A_{s2}$ apskaičiuojam pagal (5.28) formulę:

$$x = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} \cdot b} = \frac{292511}{12 \cdot 400} = 60,93 \text{ mm} > 2 \cdot 40 = 80 \text{ mm};$$

$$A_{s1} = A_{s2} = \frac{N_{Ed} \cdot e - f_{cd} \cdot b \cdot x \cdot \left(d - \frac{x}{2}\right)}{f_{scd} \cdot (d - d_2)} = \frac{292,511 \cdot 10^3 \cdot 446,6 - 12 \cdot 400 \cdot 60,93 \cdot \left(360 - \frac{60,93}{2}\right)}{435 \cdot (360 - 40)} = 246,1 \text{ mm}^2; \quad (3.30)$$

Pastaba. Toliau armatūros plotas nebeskaičiuojamas priartėjimo būdu, keičiant išilginio armavimo koeficientą, nes apskaičiuotas reikalingas armatūros plotas yra mažesnis už konstrukciškai reikalingą minimalų armavimą. Todėl armatūra priimama konstruktyviai. Parenku $A_{s1} = A_{s2} = 402 \text{ mm}^2$ (2 \varnothing 16).

Taip pat skersinė armatūra parenkama konstruktyviai: minimalus skersmuo pagal išilginę darbinę armatūrą (\varnothing 16) yra \varnothing 5 S500 klasės, o atstumas tarp skersinių strypų: $s = 20 \cdot d = 20 \cdot 16 = 320 \text{ mm}$.

Atstumas parenkamas $s=300 \text{ mm}$ (imamas ne daugiau kolonos mažesnės kraštinės).

3.2 lent. Armatūros specifikacija

Pozicija	Armatūra		Ilgis, mm	Kiekis, vnt	Bendras ilgis, m	Vieno metro masė, kg	Bendra masė, kg	Visa masė, kg
	Skersmuo, mm	Klasė						
1	16	S500	9960	4	40	1,580	99,85	108,1
2	5	S500	0,360	160	57,6	0,144	8,29	

4. TECHNOLOGIJOS DALIS

4.1 Gaminio charakteristika ir žaliavos

Akyto betono blokelių paskirtis or panaudojimo sritys. Ši technologinė kortelė paruošta akyto betono blokeliams gaminti. Akyto betono blokeliai skirti pastatų laikančioms ir save laikančioms lauko ir vidinėms sienoms, pertvaroms mažaukštėje gyvenamųjų namų statyboje arba kaip karkasinių konstrukcijų užpildomosios sienos. Apsaugojus nuo drėgmės, iš akyto betono blokelių galima statyti požemines pastato sienas.

Formuojami vieno tipo gaminiai:

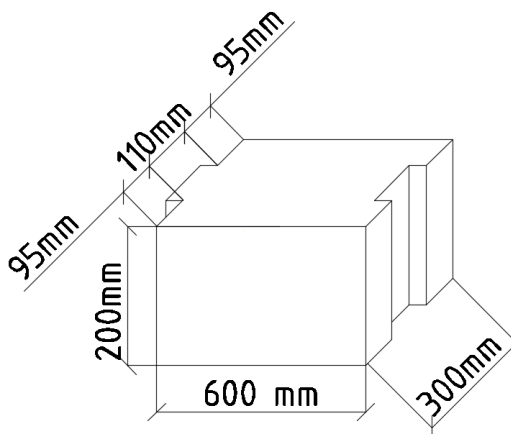
- Ilgis 600 mm;
- Plotis 300 mm;
- Aukštis 200mm.

Formavimo laikas viena minutė, pagal LST EN 771-4:2011 „Mūro gaminių techniniai reikalavimai. 4 dalis[12]. Autoklavinio akytojo betono mūro gaminiai“, leistini šie blokelių nukrypimai nuokrypimai:

4.1 lent. Leistini matmenų nuokrypiai

Rodikliai	Leidžiami nuokrypiai, mm.	
	Aukščiausia rūšis	1 rūšis
Ilgio/pločio	±3	±5
Formos iškraipymas (diagonalinių ilgių skirtumas)	±4	±6
Kraštų ir briaunų kreivumas	±3	±5
Kampų nudaužymo dydis	10	20
Briaunų numušimo (ne daugiau dviejų)	10	20

Šiame darbe aprašomas vieno tipo akyto betono blokelis. Jis pavaizduotas 4.1 pav



4.1 pav. Akyto betono blokelis

Akyto betono blokeliai vientisos konstrukcijos nearmuoti. Aktyto betono blokeliai gaminami konverjerine technologija specialiai jiems skirtais įrengimais. Visa įranga yra išdėstyta projektuojamoje akyto betono blokelių gamykloje. Joje yra smėlio malūnas, akyto betono maišyklė, tarpiniai(smėlio, kalkių, technogeninių atliekų, bunkeriai), parafinizuotos aliuminio pudros talpykla, tiltiniai kranai su formu išformavimo mašinomis, kaupo nuėmimo ir formų pjaustymo įrenginiai, valymo ir tepimo įranga, autoklavai.

Šiame darbe projektuoju vienos rūšies akyto betono blokelių. Šiu gaminių pagrindinės charakteristikos;

Gaminio markė – AAC 600-300-200

Išmatavimai:

Ilgis; 600 mm;

Plotis; 300 mm;

Aukštis; 200mm.

Gaminio masė; 9.75 kg.

Žaliavos naudojamos akyto betono blokelių gamybai: smėlis, kalkės, vanduo, aliuminio pudra, technogeninės atliekos.

Saugos reikalavimai. Gaminių transportavimas, sandėliavimo būdai ir tvarka turi būti nurodyti įmonės techniniuose dokumentuose, bei darbo saugos taisyklėse. Vibracijos lygis darbo vietose turi atitikti HN 51:2003 [13] – „Visą žmogaus kūna veikianti vibracija: didžiausias leidžiamas dydis ir matavimo reikalavimai darbo vietose“ pagal standarto leistina riba. Triukšmo lygis neturi viršyti pagal HN 33:2001[14] „Akustinis triukšmas. Leidžiami lygiai gyvenamojoje patalpoje ir darbo aplinkoje“ leidžiamą triukšmo lygį. Darbo vietos apšvietimas pagal HN 98:2014 [15] „Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai“ privalo būti taikomas pagal nustatytus reikalavimus.

Ženklinimas. Ant kiekvienos paletės su akyto betono blokeliais paketo šoninio paviršiaus žymima:

- Gamintojas;
- Gamintojo pavadinimas;
- Gamyklos adresas ;
- Gamybos vieta;
- Vienetų skaičius;

- Vieneto masės;
- Formavimo data;
- Gaminių identiškumas (komercinis pavadinimas);
- Gaminio standarto žymuo;
- Techninės dokumentacijos pozicijos numeris.

Ženklinimas vyksta priklijuojant atsparų atmosferos poveikiui popieriaus lapą, kuriame surašomas visa ženklinimo informacija ir reikalaujami rekvizitai.

Gaminiai gabenami pagal darbo brėžinė ir leistinus standarto reikalavimus. Transportuojami su autotechnika, sandėliuojami statant trimis aukštais. Sandėliuojami taip, kad matytusi ženklinimas. Praėjimai ir pravažiavimai privalo atitikti statybos normų saugos reikalavimus.

4.2 Gaminio sudėties projektavimas

Akytas betonas tai yra dirbtinis akmuo, kuriame vienodai pasiskirčiusios poros gaunamas parinkus racionalų kalkių, smėlio, vandens, aliuminio pudros ir technogeninių atliekų kiekį. Gamybos ceche bus gaminami akyto betono blokėliai konvejeriniu būdu. Skaičiavimai atlikti remiantis laboratoriniu darbu [16].

Smėlio smulkumas turi būti toks, kad sienelių storis tarp tuštumų būtų apie 5–8 kartus didesnis už vidutinį smėlio grūdelių skersmenį pagal formulę:

$$S_{sm} = \frac{15 \cdot \sqrt[3]{1 + 2,7 \cdot \frac{W}{100}}}{\sqrt[3]{\frac{2160}{2700 - \rho \cdot (1 + 2,7 \cdot \frac{W}{100})} - 1}} = \frac{15 \cdot \sqrt[3]{1 + 2,7 \cdot \frac{50}{100}}}{\sqrt[3]{\frac{2160}{2700 - 650 \cdot (1 + 2,7 \cdot \frac{50}{100})} - 1}} = 88,24 m^2/k \quad (4.1)$$

čia: W- vandens kiekis dujų betono mišiniui paruošti. Pradinis vandens kiekis priimamas 45-50%;

ρ -akyto betono tankis, $\rho=650$ kg/m³.

Nustačius malto smėlio savitąjį paviršių, apskaičiuojamas reikalingas negesintų kalkių CaO kiekis pagal 4.1 formulę. Kalkių kiekis mišinyje turi būti toks, kad pusfabrikatis įgautų pakankamą stiprį, esant atitinkamam akytojo betono tankiui:

$$A_k = 2,8 \cdot \sqrt[3]{S_{sm}} = 2,8 \cdot \sqrt[3]{88,24} = 12,46\% \quad (4.2)$$

Patiksliname, ar pasirinktas vandens kiekis formavimo mišiniui yra optimalus pagal formulę:

$$W = \frac{0,62 * A_k + 1,5 * \frac{S_0}{100} + 11}{0,7 + \frac{A_k}{100} - 0,04 * \frac{S_0}{100}} = \frac{0,62 * 12,46 + 1,5 * \frac{326,44}{100} + 11}{0,7 + \frac{12,46}{100} - 0,04 * \frac{326,44}{100}} = 34,19 \% \quad (4.3)$$

čia: S_0 – kalkių ir smėlio formavimo mišinio savitasis paviršius po kalkių CaO pasigesinimo, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$S_0 = \left(1 - \frac{A_k}{100}\right) * S_m + 20 * A_k = \left(1 - \frac{12,46}{100}\right) * 88,24 + 20 * 12,46 = 326,44 \text{ m}^2/\text{kg} \quad (4.4)$$

Kai žinomas reikalingas vandens kiekis formavimo mišiniui paruošti, apskaičiuojamas dujodario Al pudros kiekis pagal formulę:

$$Al = \frac{100 - (34 + W) + \frac{\rho}{1000}}{100 * K_d * l_0} = \frac{100 - (34 + 34,19) + \frac{650}{1000}}{100 * 0,8 * 1,4} = 0,29 \text{ kg/m}^3 \quad (4.5)$$

čia: l_0 – dujodario (aliuminio pudros) porų išeigos koeficientas, $l_0 = 1,4 \text{ m}^3/\text{kg}$;

K_d – dujodario išnaudojimo koeficientas, $k = 0,7 \div 0,9$;

ρ_m – mišinio tankis, kg/m^3 ;

W – vandens kiekis mišinyje, ml.

Apskaičiuojami reikalingi medžiagų kiekiai 1 m^3 akytojo betono.

Kalkių (CaO) kiekis (k) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$K = 0,95 * \rho * \frac{A_k}{A_c} = 0,95 * 650 * \frac{12,46}{80} = 92,63 \text{ kg} \quad (4.6)$$

čia: A_0 – kalkių aktyvumas, %;

A – kalkių kiekis, kg;

ρ_m – mišinio tankis, kg/m^3 .

Malto smėlio kiekis (S_m) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$S_m = 0,95 * \rho - K = 0,95 * 650 - 92,63 = 524,87 \text{ kg} \quad (4.7)$$

Vandens kiekis yra apskaičiuojamas pagal formulę:

$$V = 0,95 * \rho * \frac{W}{100} = 0,95 * 650 * \frac{34,19}{100} = 211,12 \text{ kg} \quad (4.8)$$

Reikalingas technogeninių atliekų kiekis keičiant smėli atliekomis 1%

$$T = S_m * \frac{1}{100} = 524,87 * \frac{1}{100} = 5,25 \text{ kg} \quad (4.9)$$

Galutinis reikalingas smėlio kiekis.

$$S_m = S_m - T = 524,87 - 5,25 = 519,62 \text{ kg} \quad (4.10)$$

4.2 lent. Akyto betono 1m³ sudėtis, kai maišyklės tūris 2 m³

Medžiagos	Medžiagos kiekiai, kg	
	1m ³ akyto betono	1 maišyklės maišymui
Kalkės	92,63	277,89
Smėlis	519,62	1558,86
Vanduo	211,12	633,36
Al pudra	0,29	0,87
Technogeninės atliekos	5,25	15,75

Norint gauti išsipūtusios masės kaupą virš formos, reikia gautus medžiagų kiekius padidinti 10%. Dėl to ruošiant skiedinį susidaro medžiagų nuostoliai. Dėl šios priežasties medžiagų kiekis padidinamas 15%.


4.3 lent. Akyto betono 1m³ sudėtis, kai maišyklės tūris 2 m³

Medžiagos	Medžiagos kiekiai, kg	
	1m ³ akyto betono	1 maišyklės maišymui
Kalkės	106,52	319,57
Smėlis	597,56	1792,69
Vanduo	242,79	728,36
Al pudra	0,33	1,00
Technogeninės atliekos	6,04	18,11

4.3 Gaminių pajėgumų skaičiavimas

Metuose dirbama 252 dienas. Poroje dirbama viena pamaina. Vienos pamainos laikas 6.4 val. Darbo našumas per metus 30000 m³. Technologinės linijos pajėgumai nurodyti 4.3 lenteleje[17].

4.3 lent. Technologinės linijos pajėgumai

Gaminys		Akyto betono blokelis	
Gamybos būdas		Konvejerinis	
Gaminio eskizas			
Gaminio charakteristika	Stiprio klasė		15
	Bendras blokelių tūris, m ³		$V_{gam.bendr} = 0,036$
	Ilgaamžiškumas pagal atsparumo šalčiui kategoriją		F1(35 ciklą)
	Masė, (kg)		$m_{gam.} = 23,4$
Gamybinis pajėgumas	Per metus	m ³	$P_{mt} = 30000$
		vnt.	$P_{mv} = 833333$
	Per parą	m ³	$P_{pt} = 119,05$
		vnt.	$P_{pv} = 7000$
	Per pamainą	m ³	$P_{pamt} = 119,05$
		vnt.	$P_{pamv} = 7937$
	Per valandą	m ³	$P_{ht} = 19,39$
		vnt.	$P_{hv} = 1094$

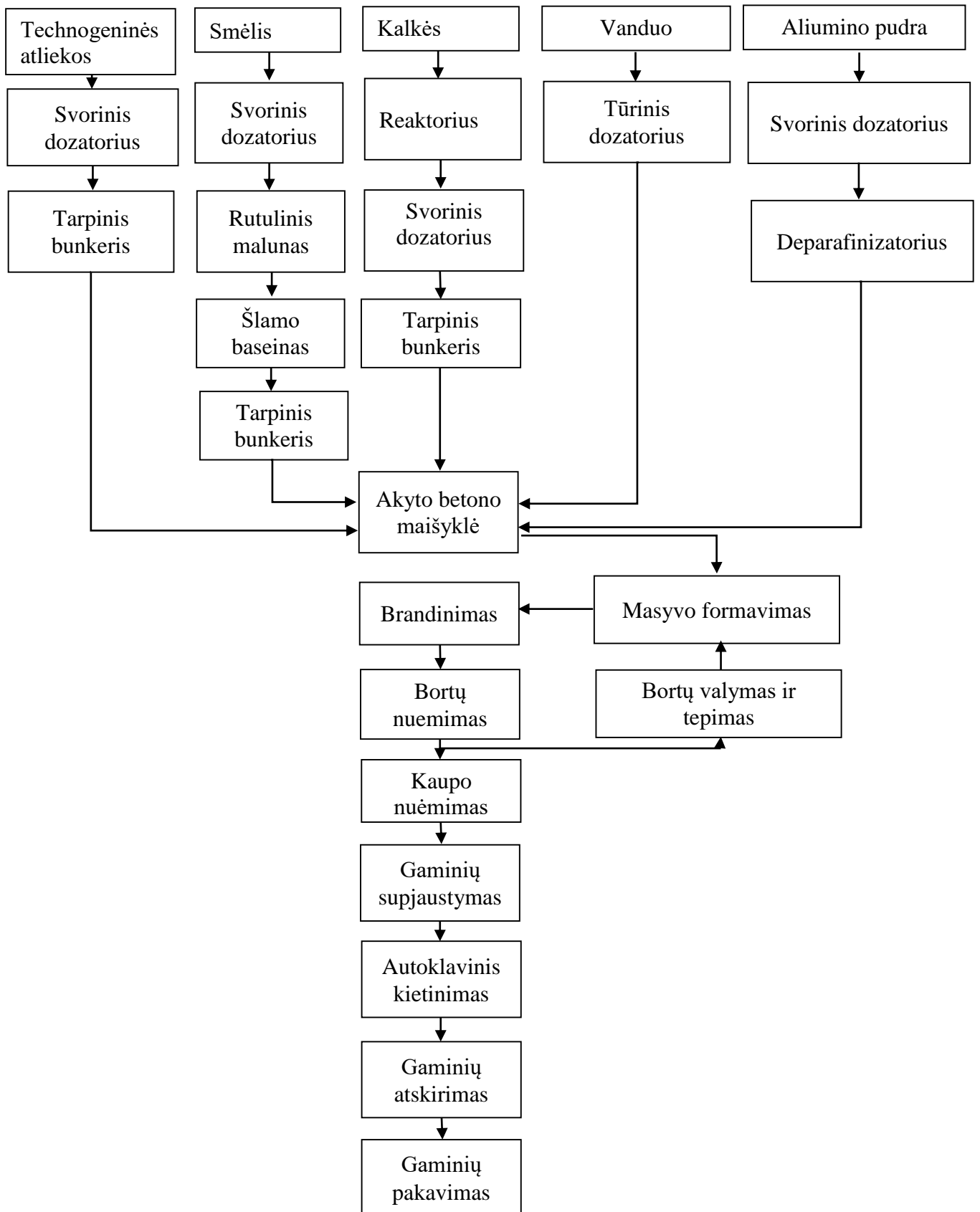
Taip pat skaičiuojamos medžiagų sąnaudos. Rezultatai pateikti 4.4 lentelėje.

4.4 lent. Medžiagų sąnaudos

Medžiagos		Medžiagų kiekiai		
		Per 1 valandą	Per parą	Per metus
Kalkės, t	Be nuostolių	2,07	12,68	3195,74
	Su nuostolias (3%)	2,13	13,06	3291,61
Smėlis, t	Be nuostolių	11,59	71,14	17926,89
	Su nuostolias (3%)	11,93	73,27	18464,70
Vanduo, tūkst. l	Be nuostolių	4,71	28,90	7283,64
	Su nuostolias (5%)	4,94	30,35	7647,82
Aliuminio pudra, kg	Be nuostolių	6,47	39,70	10005,00
	Su nuostolias (2%)	6,60	40,50	10205,10
Technogeninės atliekos, t	Be nuostolių	0,12	0,72	181,13
	Su nuostolias (1%)	0,12	0,73	182,94

Skaičiavimuose priimti sekantys medžiagų nuostoliai: kalkių -3%, smėlio -3%, vandens -5%, aliuminio pudros -2%, technogeninių atliekų -1%

4.4 Gamybos proceso technologinės schemos aprašymas



4.2 pav. Gamybos proceso technologinės linijos schema

Konvejerinis gamybos[17] budas – tai toks gaminimo budas, kai operacijos, atliekamos judančio konvejerio postuose. Šiai technologinei linijai būdingos nuosekliai išdėstytos darbo vietos, į kurias tam tikru ritmu tiekiamos formos. Nuo posto prie posto gaminiai transportuojami bėginiais vežimėliais.

Smėlis sandėliuojamas atvirose aikštelėse. Atvežamas su savivarčiais. Tada supilamas į duobę. Po duobę yra juostinis transporteris, kur smėlis transportuojamas į gamyklą, kuriame yra sumalamas smėlio malūne drėgnu būdu. Sumaltas smėlis transportuojamas smėlio šlamo siurbliais į šlamo talpyklas, kuriose neperstojamai yra maišomas. Po to smėlio šlamos pumpuojamas į tarpinį cilindro formos bunkerį su svoriniu dozatoriumi, kuriame pasveriamas reikalingas smėlio šlamo kiekis ir išmatuojama drėgmė pagal kuria automatiškai parenkamas vandens kiekis mišiniui. Iš tarpinio bunkerio smėlis savitakiu teka į maišyklę.

Kalkės transportuojamos specialiomis mašinomis, kuriomis yra atvežamos į gamybos cechą. Iškraunamos aukšto slėgio siurbliais į kalkių silosą. Iš kurio kalkės vėliau paduodamos į gesinimo reaktorių. Gesinimo reaktoriuje kalkės nugesinamos tiekiant karšo oro garus. Nugesintos kalkės transportuojamos į kalkių tarpinį bunkerį su svoriniu dozatoriumi, iš kurio pasvertas kiekis paduodamas į maišyklę.

Aliuminio pudra laikoma talpoje esančioje virš maišyklės. Joje svoriniais dozatoriais pasveriamas parafinizuotos pudros kiekis, kuris yra tiekiamas į deparafinizatorių. Deparafinizatoriuje aliuminio pudra maišoma su vandens turinčių šarmu dažniausiai muilu. Taip pudra deparafinizuojama ir savitakių supilama į maišyklę.

Technogeninės atliekos laikomos sausuose silosuose, transportuojamos srieginiais transporteriais. Į talpa su svoriniu dozatoriumi. Automatiškai pasvertas technogeninių metalo dumblo atliekų kiekis transportuojamas į akyto betono maišyklę.

Sumaišytas akyto betono mišinys supilamas į metaline forma, kuri prieš formavimą yra sutepama, formų tepimo poste. Suformuota forma bėgiais transportuojama brandinimui. Gaminiai brandinami tris valandas. Po trijų valandų akytas betonai pasiekia pirminį stiprumą. Tada bėgiais forma transportuojama į išformavimo postą panaudojant skersavežę. Išformavimo poste forma paverčiama 90 laipsnių kampu ir išformuojama plieninė forma, kuri keliauja į formų valymo ir sutepimo postą, o subrandintas akyto betono masyvas bėgiais transportuojamas į kaupimo nuėmimo, ir pjaustymo postus. Atliekos nubirejusios pjaustant po kaupimo nuėmimo ir pjaustymo postais nukrenta po minėtais postais esančia atliekų perdirbimo aparatu, kur atliekos yra maišomos su vandeniu, šis mišinys pasiekęs reikiama skystumą

siurbliais keliaują į talpas esančias virš maišyklės. Supjaustyti akyto betono gaminiai tiltiniu kranu padedami grupavimo vežimėlio ant kurio sudedami trys supjaustyti formų rinkiniai. Sugrupavus pakankamą vežimėlių kiekį reikalinga užpildyti vienam autoklavui. Vežimėliai bėgiais transportuojami į autoklavą. Autoklave 15 valandų bandiniai kietinami 175 laipsnių temperatūroje. Bandiniai kietinami izoterminėmis sąlygomis. Sukietinti ir atvesinti akyto betono blokeliai bėgiais transportuojami į išgrupavimą, kur nuo autoklavo grupavimo vežimėlio nuimama viena forma iškeliamą ant bėgių kuriais forma grįžta atgal į pradžią formų sujungimui, o sukietėję gaminiai į pakavimo postą. Atskirti blokeliai manipulatoriumi nukeliami ant medinių padėklų sudėjus dvi eiles gaminiai yra suglaudžiami pakavimui, gaminiai ant padėklų grandininių transporteriu keliauja į pakavimo postą. Pakavimo poste gaminiai supakuojami atmosferai atsparia plėvele. Tada ant supakuotų gaminių užlipinamas lapas su ženkliniu. Supakuoti gaminiai automobilių keltuvas sandėliuojami gamykloje vieną parą. Atvėse gaminiai kitą dieną transportuojami į lauke nesančią sandėliavimo aikštelę.

4.5 Technologinės linijos skaičiavimas

Cecho su autoklavais metinis gamybos pajėgumas P_{aut} , m^3 , apskaičiuojamas:

$$P_{aut} = V_g * a * b * N_a * T_m * k_{prip} = 2,7 * 3 * 5 * 3 * 252 * 1 = 30618 m^3 \quad (4.11)$$

Čia: V_g – gaminio tūris vienoje formoje, m^3 ;

a – formų skaičius viename vagonėlyje;

b – vagonėlių skaičius viename autoklave;

N_a – autoklavų skaičius;

T_m – autoklavų metinis darbo fondas (paromis)

k_{prip} – autoklavinio įkrovimų ir iškrovimų skaičius per parą apskaičiuojamas :

$$k_{prip} = \frac{24 * k_1}{T_a} = \frac{24 * 1,25}{15} = 2; \quad (4.12)$$

čia; T_a – vagonėlių su gaminiais pakrovimo ir iškrovimo laikas įskaitant gaminių šutinimo laiką, val.;

k_1 – koeficientas, įvertinantis laiko nuostolius dėl autoklavų pertraukų ir prastovų (nustatomas iš ciklogramos).

Reikiamas vagonėlių skaičius N_v , vnt., apskaičiuojamas;

$$N_v = \frac{2 * P_{aut}}{q * T_m * k_{prip} * k_2} = \frac{2 * 30618}{8,1 * 252 * 2 * 1,05} = 15; \quad (4.13)$$

čia : 2 – koeficientas įvertinantis vagonėlių skaičių gaminių formavimo ir išardymo vietose;

q – viename vagonėlyje esantis gaminių tūris, m³;

k₂ – koeficientas, įvertinantis remontuojamų vagonėlių skaičių (k₂= 1,05).

Reikalingas formų skaičius N_f:

$$N_f = 1,25 * N_v * a * k_2 = N_f = 1,25 * 15 * 3 * 1,05 = 59.0625; \quad (4.14)$$

čia: 1,25 – koeficientas, įvertinantis formų skaičių, esantį išardymo vietoje

a – formų skaičius viename vagonėlyje;

N_v – vagonėlių skaičius

4.6 Kietinimas

Projektuojamoje gamykloje kietinimas vykdomas autoklavuose. Autoklavai yra įgilinti 0,6m nuo grindų 0,000 altitudės. Karšti vandens garai yra tiekiami iš katilinės automatizuota garu tiekimo sistema į autoklava. Programa užtikrina gaminių kietinimą izoterminėmis sąlygomis ir apsaugą nuo galimų sprogo susidarius dideliame slėgiui. Automatizuota sistema užtikrina apsaugą esant slėgio perkrovoms išleidžiant gara per slėginius vintilius.

4.7 Pagalbinių cechų ir gaminių barų skaičiavimas

4.7.1 Akyto betono mišinio paruošimo cechas

Maišytuvo našumas:

$$Q_n = \frac{Q_m}{T_{sk} \cdot T} \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (4.15)$$

čia: Q_m – metinis betono poreikis (imamas su nuostoliais), m³;

T_{sk} – darbo dienų skaičius metuose (252 paros);

T – darbo valandų skaičius pamainoje (6,4 val);

k₁ – akyto betono mišinio pareikalavimo koeficientas (priimu 1,4);

k₂ – našumo atsargos koeficientas (priimu 1,2).

$$Q_n = \frac{30618}{252 \cdot 6,4} \cdot 1,4 \cdot 1,2 = 31,89 \frac{m^3}{h}$$

Vieno akyto betono maišymo ruošimo trukmė:

$$t_c = t_p + t_m + t_i \quad (4.16)$$

čia: t_p – komponentų padavimo į maišyklę trukmė (priimu 1 min);

t_m – komponentų sumaišymo trukmė (priimu 2 min);

t_i – mišinio išpylimo iš maišyklės trukmė (priimu 1 min).

$$t_c = 1 + 2 + 1 = 4 \text{ min}$$

Maišymų skaičius per valandą:

$$n = \frac{60}{t_c} \quad (4.17)$$

$$n = \frac{60}{4} = 15 \text{ vnt}$$

Vieno ciklinio betono maišytuvo našumas:

$$N = \frac{V_m \cdot n \cdot \beta}{1000} \quad (4.18)$$

čia: V_m – maišytuvo talpa (priimu 2400 l);

β – betono mišinio išeigos koeficientas (priimu 0,95).

Parenku maišyklę HLS70. Tada:

$$N = \frac{2400 \cdot 15 \cdot 0,95}{1000} = 34,2 \frac{m^3}{h}$$

Reikalingų maišytuvų skaičius:

$$m = \frac{Q_n}{N} \quad (4.19)$$

$$m = \frac{31,89}{34,2} = 0,93 \text{ vnt.}$$

Priimu, kad gamybai reikalinga viena akyto betono maišyklė.

4.7.2 Kalkių siloso talpos skaičiavimas

Kalkių siloso talpa apskaičiuoju:

$$M_k = \frac{Q_{mt} \cdot K \cdot n \cdot k_1}{T_{sk} \cdot k_2} \quad (4.20)$$

čia: Q_{mt} – akyto betono gamybos cecho metinis gamybos pajėgumas, m^3 ;

K – kalkių sąnaudos $1m^3$ akyto betono mišinio, t;

n – norminė kalkių atsarga dienomis (priimu 6);

k_1 – koeficientas, kuriuo įvertinami galimi cemento nuostoliai iškraunant (priimu 1,01);

k_2 – koeficientas įvertinantis technologinių įrengimų išnaudojimą (priimu 0,94);

Tsk – darbo dienų skaičius metuose (priimu 254).

Tada:

$$V_c = \frac{30000 \cdot 0,106 \cdot 6 \cdot 1,01}{252 \cdot 0,94} = 81,09 \text{ t}$$

Cemento sandėlio talpa:

$$V_c = \frac{V_c}{\rho_{cp}} \quad (4.21)$$

čia: ρ_{cp} – kalkių piltinis tankis (priimu 1000 kg/m³).

$$V_c = \frac{81,09}{1} = 81,09 \text{ m}^3$$

Cemento sandėlio aukštis:

$$h = \frac{V_c}{\pi \cdot r^2} \quad (4.22)$$

čia: r – cemento silosinės spindulys (priimu 2 m).

$$h = \frac{81,09}{3,14 \cdot 2^2} = 6,45 \text{ m}$$

Priimu silosinės aukštį 6,5 m ir 2 m spindulį.

4.7.3 Smėlio užpildo sandėlio talpa ir plotas

Smėlio sandėlio talpos skaičiavimas:

$$V = Q_{p, sm} \cdot n \quad (4.23)$$

čia: $Q_{p, sm}$ – smėlio poreikis per parą su nuostoliais, m³;

n – norminė smėlio atsarga dienomis (priimu 6).

$$V = 73,27 \cdot 6 = 439,62 \text{ m}^3$$

Smėlio sandėlio plotas:

$$S = \frac{V}{H \cdot 10} \quad (4.24)$$

čia: H – smėlio krūvos aukštis (priimu 3m);

$$S = \frac{439,62}{3 \cdot 10} = 14,654$$

Projektuoju viena smėlio aikštelę, kurios plotis 10m ir ilgis yra 15 m.

4.7.4 Technogeninių atliekų siloso talpos skaičiavimas

technogeninių siloso talpa apskaičiuoju:

$$M_t = \frac{Q_{mt} \cdot T \cdot n}{T_{sk}} \quad (4.25)$$

čia: Q_{mt} – akyto betono gamybos cecho metinis gamybos pajėgumas, m^3 ;

t – technogeninių atliekų sąnaudos $1m^3$ akyto betono mišinio, t;

n – norminė kalkių atsarga dienomis (priimu 6);

T_{sk} – darbo dienų skaičius metuose (priimu 254).

Tada:

$$V_c = \frac{30000 \cdot 0,008 \cdot 6}{252} = 5,71 \text{ t}$$

Technogeninių atliekų siloso talpa:

$$V_c = \frac{V_c}{\rho_{cp}} \quad (4.26)$$

čia: ρ_{cp} – technogeninių atliekų piltinis tankis (priimu $3000 \text{ kg}/m^3$).

$$V_c = \frac{5,71}{3} = 1,903 m^3$$

Technogeninių atliekų siloso aukštis:

$$h = \frac{V_c}{\pi \cdot r^2} \quad (4.27)$$

čia: r – cemento silosinės spindulys (priimu 0,6 m).

$$h = \frac{1,903}{3,14 \cdot 0,6^2} = 1,68 m$$

Priimu silosinės aukštį 1,7 m.

4.7.5 Produkcijos sandėlio skaičiavimas

Produkcijos sandėlio ploto skaičiavimas:

$$F_s = \frac{Q_n \cdot t_s \cdot k_1 \cdot k_2}{q_n} \quad (4.28)$$

čia: Q_n – gamybos našumas per parą, m^3 ;

t_s – gaminių sandėliavimo trukmė paromis (priimu 14 parų);

k_1 – koeficientas įvertinantis sandėlio plotą takams įrengti (priimu 1,5);

k_2 – koeficientas įvertinantis sandėlio plotą, tam tikram kranui (priimu 1,5);

q_n – gaminių sandėliavimo normos gaminiams (priimu $1,8 m^3/m^2$).

$$F_s = \frac{120 \cdot 11 \cdot 1,5 \cdot 1,5}{1,8} = 2100 m^2$$

Projektuoju produkcijos aikštelę, kurios plotis 40, o ilgis 50 m.

4.7.6 Transporteriai

Smėlis sandėliuojamas bunkeriuose, vėliau autotransportu supilamos į duobę su ardynais esančia gamybos cecho išorėje. Šios medžiagos transportuojamos juostiniais transporteriais.

Juostinio transporterio našumas:

$$Q = 3.6 * f * v * \rho = 3.6 * 0.11 * B^2 * v * \rho \quad (4.29)$$

Čia: F -skerspjūvio plotas, m^2 ;

B - juostos plotis, m ;

v - juostos judėjimo greitis, $v=0.6 m/s$;

ρ - medžiagų piltinis tankis kg/m^3 .

Juostos plotis smėliui transportuoti:

$$B_{sm} = \sqrt{\frac{Q_{nsm}}{0.32 * 0.11 * v * \rho_{sm}}} = \sqrt{\frac{12,05}{0.32 * 0.11 * 0,6 * 1650}} = 0.59 m \quad (4.30)$$

Čia: Q_{nsm} -smėlio kiekis, t/val ;

v - juostos judėjimo greitis, $v=0.6 m/s$;

ρ_{sm} - smėlio piltinis tankis, $\rho_{sm}=1650 kg/m^3$.

Nusistatoma kad juostos plotis smėliui transportuoti yra $B_{sm}=0.6m$

Smėlio juostinio transporterio našumas:

$$Q = 3.6 * 0.11 * 0.6^2 * 0,6 * 1650 = 141.134 \frac{t}{val} \quad (4.31)$$

4.7.7 Smėlio malūnas

Rutuliniame smėlio malūne smėlis malamas šlapiuoju būdu [16], vėliau smėlio šlamo siurbliais sumalta masė pumpuojama į smėlio šlamo baseiną.

Apskaičiuojamas rutulinio malūno našumas:

$$Q_n = \frac{40 \cdot K_m}{1000} * q * 6.7 * V * \sqrt{D} * \sqrt{\frac{G_m}{V}} * n \quad (4.32)$$

Čia: K_m - medžiagos susimalimo koeficientas, $K_m=0,65$;

q -koeficientas, įvertinantis sumalimo smulkumą, $q=1$;

V - vidinis malūno tūris m^3 ;

D - vidinis malūno diametras, $D=2.5$ m;

G_m - galima malimo kūno masė $G_m=24.75$ t

t

n - sumalimo efektyvumo koeficientas, malant šlapių būdų $n=1,06$.

Malūno turis paskaičiuojamas:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot l}{4} = \frac{3,14 \cdot 2,5^2 \cdot 6}{4} = 29,437 \text{ m}^3 \quad (4.33)$$

Rutulinio malūno našumas:

$$Q_n = \frac{40 \cdot 0,65}{1000} * 1 * 6,7 * 29,437 * \sqrt{2,5} * \sqrt{\frac{48,57}{29,437}} * 1,06 = 14,17 \text{ t/h}$$

Kadangi reikia sumalti 11,93 t/h, tai buvo pasirinktas 1 malūnas smėliui .

4.7.8 Autoklavai

Metinis autoklavo našumas [16]:

$$Q_A = \frac{E_A}{T_A} * T_W * K_h \quad (4.34)$$

Čia: E_a - gaminių tūris autoklave, m^3 ;

T_a - autoklavinio apdorojimo ciklo trukmė su autoklavo pakrovimu ir iškrovimu, h;

T_w - metinis autoklavo darbo fondas, h;

K_h - koeficientas, įvertinantis nuostolius yra 0,975-0,99.

Paskaičiuojamas gaminių tūris autoklave:

$$E_A = V_A * K_A = 132,69 * 0,454 = 57,05 \text{ m}^3 \quad (4.35)$$

Čia V_A - autoklavo darbinis tūris, $V_A=132,69$ m^3

K_A - autoklavo užpildymo koeficientas $K_A=0,43$

Autoklavinio apdorojimo ciklo trukmė:

$$T_A = T_K + T_p = 14 + 1 = 15h \quad (4.36)$$

Čia: T_K - autoklavinio apdorojimo trukmė masyvus supjaustant prieš kietinimą

$T_A=14h$

T_p - autoklavo pakrovimo ir iškrovimo laikas $T_p= 1h$ (kai autoklavas dvipusis);

Metinis autoklavo darbo fondas:

$$T_W = T * K_1 * K_2 * K_3 = 2016 * 0,95 * 0,95 * 2 = 3638,88 \quad (4.37)$$

Čia: T - metinis darbo laikas, $T=N_d * N_p * T_p = 252 * 8 = 2016$

K_1 - autoklavo išnaudojimo koeficientas, $K_1=0,95$;

K_2 - technloginės linijos paruošimo darbui koeficientas $K_2=0.95$;

K_3 - pamainos laiko išnaudojimo koeficientas, $K_3=2$.

Taigi metinis vieno autoklavo gamybos našumas:

$$Q_A = \frac{57,05}{15} * 3638,88 * 0,99 = 13701,47 m^3$$

Paskaičiuojamas reikalingas autoklavų kiekis gamykloje;

$$h = \frac{Q}{Q_A} = \frac{30000}{13701,47} = 2,2 \quad (4.38)$$

Priimame 4, nes vienas, vienas autoklavas laikomas, darbų rotacijai, atsirandančiai dėl autoklavų priežiūros.

5. GAMYBOS ORGANIZAVIMO IR EKONOMIKOS DALIS

5.1 Pagrindinės gaminio ir įrengimų charakteristikos

Darbo organizavimo dalys daroma vieno tipo gaminiui, tai yra akyto betono blokeliui su technogeninėmis atliekomis.

5.1 lent. Pagrindinės gaminio charakteristikos

Charakteristika	Matavimo vienetai	Dydis
Masė	t	0,65
Gaminio tūris	m ³	1
Atsparumas šalčiui	Ciklai	35

5.2 lentelė. Pagrindinės įrengimų charakteristikos

Pavadinimas	Operacijų tipas	Pagrindinės techninės charakteristikos	Matmenys, mm		
			aukštis	ilgis	plotis
Maišyklė HLS 70	Akyto betono mišinio maišymas	Maksimalus medžiagų pakrovimas 2000/2600l/kg; galingumas 60 kW;	-	-	-
Autoklavai (4 vnt)	Akyto betono kietinimas	Įkrovos kiekis 44 m ³ l/kg;	-	20260	R 2900
Forma	Akyto betono formavimas	Įkrovos kiekis 2,7 m ³ ;	1350	1500	1500
Formų ardymo mašina	Pagrindo plokštes atskirimas nuo formos	-	4,650	3700	2100
Skersavežės (4 vnt)	Formų transportavimas	Variklio galia 5 kW	400	3700	2000
Tiltiniai kranai su keltuvais (2)vnt	Formų perkėlimas ant vežimėlių	Keliamoji galia 4 t	5650	3700	2100
Tiltinis kranai su keltuvais (1)vnt	Gaminių nukėlimas nuo grupavimo vežimėlio		4500	3700	2100

Operacijų trukmių grafikas pateiktas brežinyje.

5.2 Technologinio režimo charakteristikos

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

Srautinės linijos taktą (ritmą) apskaičiuoju:

$$r = \frac{60}{T} * k_1 * k_2 \quad (5.1)$$

čia: T – linijos darbo tempas (vnt/h);

k_1 – gaminių skaičius formoje.

k_2 – vienu metu i kietinimo kameras transportuojamų formų skaičius

$$r = \frac{60}{7,1} \cdot 1 * 2 = 16 \text{ min .}$$

5.4 Gamybos kaštų skaičiavimas akyto betono blokelių gamybai

Elektros energijos, vandens ir tepalo poreikavimas 1 m³ gaminiui pateikti 5.3 lentelėje.

5.3 lent. Pareikalavimas 1 m³ gaminiui

Energijos rūšis	Kiekis 1 m ³ gaminiui pagaminti	Energijos vieneto kaina, EUR
Elektros energija, kW/h	35	0,21
Vanduo, m ³	0,26	1,58
Tepalas, kg	2,4	2,9

Visų gamybos darbuotojų atlyginimai yra pateikti 5.4 lentelėje.

5.4 lentelėje. Darbuotojų lentelė su atlyginimais

Pareigybės	mato vienetas	Atlyginimas	
		mėnesio	metų
Pagrindiniai darbuotojai :			
1 Operatorius (III)	Eur	650,14	7801,67
1 Operatorius (III)	Eur	650,14	7801,67
2 Operatorius (III)	Eur	650,14	7801,67
1 Auto transporto vairuotojas (II)	Eur	574,61	6895,27
2 Auto transporto vairuotojas (II)	Eur	574,61	6895,27
Pagalbiniai darbuotojai:			
Valytoja (I)	Eur	231,7	2780,35
1 Pagalbinis darbuotojas (I)	Eur	295,41	3544,95
2 Pagalbinis darbuotojas (I)	Eur	295,41	3544,95
3 Pagalbinis darbuotojas (I)	Eur	295,41	3544,95

4 Pagalbinis darbuotojas (I)	Eur	295,41	3544,95
Administracija:			
Generalinis direktorius	Eur	1013,7	12164
Prekybos direktorius	Eur	753,01	9036,14
Buhalterė	Eur	347,54	4170,53
Vadybininkas	Eur	399,68	4796,11
Administratorė - sekretorė	Eur	231,7	2780,35
Viso:	Eur	7258,61	87102,8

5.5 Gamybos linijos pagrindiniai techniniai ekonominiai rodikliai

5.5 lent. Pagrindiniai techniniai ekonominiai rodikliai

Eil.nr	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Gamybos kainos per metus			1 m ³ gaminio gamybos kaina	
			Kiekis	Vnt. kaina be pvm	Suma, EUR	Kiekis, 1m3	Suma, EUR
0	Pagr. medžiagos:						
	Kalkės	t	3291,61	300	987482,12	0,111	33,315
	Smėlis	m ³	18464,7	4,634	85563,93	0,132	0,611
	Al pudra	kg	10205,1	4,5	45922,95	0,017	0,077
	Technologinės atliekos	t	182,94	0	0	0,462	0
	Iš viso:				1118969		34,003
1	Pagalbinės medžiagos	Eur	5% pagr.medž.		55948,45		1,7
2	Sandeliavimo išlaidos	Eur	8% pagr.medž.		0		2,72
3	Kuras ir energija						
4	Mazutas	m ³	480000	0,371	177942,54		
	Elektra	kwh	1400000	0,13	182460,61		
	Vanduo:						
	Nekanalizuotas	m3	1911,9555	0,507	969,05		
	Kanalizuotas	m3	2294,3466	1,06	2432,03		
	Tepalas	kg	30000	2,896	86886,01		

	Pagrindinis darbo užmokestis	Eur	-	-	85924	-	2,489
	Papildomas darbo užmokestis	Eur	8% pagr.darbo užmokestis	-	6873,92	-	0,199
5	Socialinis darbo užmokestis	Eur	31% pagr.darbo užmokestis	-	26636,44	-	0,771
6	Įrengimų išlaikymo ir eksploatavimo išlaidos	Eur	20% pagr.medž.	-	223793,8	-	6,482
7	Įrengimų nusidevejimas	Eur	2% pagr.medž.	-	22379,38	-	0,648
8	1m ³ gaminio savikaina ceche(1-9)	Eur	-	-	3110184,22	-	49,012
9	Bendrosios gamyklos išlaidos	Eur	100% pagr.darbo užmokestis	-	85924	-	2,489
10	Negamybinės išlaidos	Eur	20%10p.	-	622036,84	-	18,015
11	1 m ³ gaminio visa kaina (10-12)	Eur	-	-	3818145,07	-	69,516
12	Gaminio savikaina gamybos ceche	Eur	13p. Padauginus iš gam. Tūrio	-		-	69,516
13	Pardavimo kaina	Eur	Ne mažiau kaip 8% pelno	-		-	75,077
14	Pardavimo kaina su pvm	Eur	15p.+21% pvm	-		-	90,843
15	1m ³ gaminio pardavimo kaina su pvm	Eur	16p. Padalijus iš gaminiotūrio	-		-	33,645

5.5 Gamybos linijos pagrindiniai techniniai ekonominiai rodikliai

5.6 lent. Pagrindiniai techniniai ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Rodikliu pavadinimai	Matavimai	Reikšmė
1	Gamybinis plotas	m ²	4207,36
2	Metinis įmonės pajėgumas:		
	a)Produkcijos apimtis	m ³	30618
	b)Produkcijos apimtis	EUR	1142185,81
3	Pagrindinių dirbančiųjų skaičius	Žmonės	9
4	Išdirbis:		
	a) Produkcijos apimtis	m ³ žmogui	3827,25
	b) Piniginė išraiška	Eurai žmogui	142773,23
5	Gaminio savikaina:		
	a) Vieneto	m ³ ,EUR	50,00
	b) Metinė	EUR	1530900,00
6	Pelnas:		
	a)Vieneto	EUR	12,14
	b)Metinis	EUR	371794,37
7	Gamybos rentabilumas	%	>7 %

Metinis gamyklos pelnas siekia 371794,37 Euro

5.6 Pramoninio pastato bendri duomenys

Sklypas, kuriame yra suprojektuota akyto betono blokelių gamykla yra stačiakampio kvadrato formos 3,75 ha plote. Gamyklos užstatytas plotas yra 4207,36 m². Rytinėje gamyklos pusėje yra smėlio sandėlys ir sargo postas. Šiaurės vakarų sklypo dalyje pastatyti kalkių ir technogeninių atliekų silosai, kartu stovi rampa smėlio išpylimui ir rampa technologinėms aplinkoms su kaušiniu elevatoriumi. Didžioji sklypo dalis yra asfaltuota ir grįsta plytelėmis.

Sklypas ribojasi su Erdvės gatve, Kaune Ramučiuose. Į pastata atvestos elektros, nuotekų ir vandentiekio linijos. Gamyklos stogas dvišlaitis su 3 laipsnių nuolydžiu. Karkasas mišrus. Kolonos gelžbetoninės 400x400 mm, santvara plieninė 30 m. ilgio ir 3 m. aukčio. Kolonų žingsnis išilgai pastato – 6 metrai. Pastato aukštis 13,5 m.

5.7 Lokalinė sąmatos skaičiavimas

Lokalinė samata yra pateikiama pirmame priede. Samatą yra atlikta naudojantis „Samata expert“ programa. Suskaičiavus lokalinę samatą pastato bendrastatybiniai darbai kainavo 2305650,16 Euro neįskaitant įrengimų kainos. Atišvelgiant į pilną statybos kainą su įrengimais atsipirktų per 8,6 metų.

5.8 Resursų poreikių žiniaraštis

Resursų poreikis buvo sudaromas projektuojan akyto betono blokelių gamyklą. Gauti duomenys suvedami į sąmatos programą. Gauti rezultatai pateikti pirmame priede

5.8 lent. resursų poreikio žiniaraštis

1	Darbų aprašymas	Mato vnt.	Darbų kiekis
1	2	3	4
1	Žemės darbai		
	Augalinio sluoksnio nustumimas, grunto kasimas	100m ³	5584
2	Pamatai		
	Pamatų įrengimas	m ³	76,8
	G/b pamatų sijų montavimas	m ³	19,70
3	Karkaso surinkimas		
	g/b kolona	m ³	85,96
	Metalinė santvara	t	72
	Dvišlaičio stogo bituminė danga	100m ²	42,07
4	Pastato vidaus išorės darbai		
	Sieninės surenkamos plokštės	m ²	4254,15
	Murinės sienos	m ³	23
	Aliuminio durys	m ²	26,46
	Pakelimo vartai su el. Pavara (3000x3000)	vnt.	4
	Plastiko langai	m ²	328,5
5	Apdailos darbai		
	Vidaus paviršių labai geras dažymas	100m ²	33,6
6	Lauko darbai		
	Pravažiuojamosios dalies įrengimas su bordiūrais	100m ²	202
	Takelių įrengimas iš betoninių plytelių	100m ²	8,50
	Medžių sodinimas	vnt.	34
	Vejos įrengimas	100m ²	106

Apskaičiavus šiuos duomenis buvo sudaryta sustambinta pastato lokalinė samata. (1 priedas).

6. DARBO SAUGA IR APLINKOSAUGA

6.1 Darbų sauga

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

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

Darbdavys privalo darbuotojus aprūpinti patalpomis, kurios turi būti įrengtos pagal esminius statinio higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos reikalavimus[18] (pagal STR 2.01.01(3):1999) bei ES direktyvą 89/106/EEC. Projektuojamoje gamykloje numatomos vietos pirmosios medicinos pagalbos vaistinėlei, gaisro gesinimo įrangai ir buitinės bei persirengimo patalpos. Geriamasis vanduo tiekiamas į sanitarines ir buitines patalpas.

Gamybos cecho darbo vietos turi būti švarios, tvarkingos, neužgrūstos nereikalingais daiktais ir įranga bei gerai apšviestos, kad darbuotojams nekeltų diskomforto. Numatomas natūralus patalpų apšvietimas dieną ir papildomas dirbtinis, dienos šviesos lempomis. Gamybos cechų ir betono mišinio ruošimo mazgo patalpos turi būti įrengtos su natūralia arba dirbtine ventiliacija, kad patalpos būtų vėdinamos. Taip pat gamybos patalpos turi būti šildomos ir turi būti pasirūpinta optimalios darbo temperatūros palaikymu. Rekomenduojama

patalpų oro temperatūra šaltuoju metu +20° C, karštuoju metu ne aukštesnė nei +27° C, o oro judėjimo greitis neturi viršyti 0,15 m/s.

6.2 Aplinkos apsauga

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

6.2.1 Atliekos

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

6.2.2 Triukšmas

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

6.2.3 Vanduo

Gamybos ir darbo metu panaudotas kanalizuojamas vanduo išleidžiamas į miesto nuotekų tinklus. Tačiau draudžiama išleisti nuotekas: kuriose gali būti daiktų ar medžiagų, galinčių užkimšti arba sugadinti nuotekų surinkimo sistemas; sukelti gaisrą ar sprogimą; pakenkti nuotekų valymo įrenginiams aptarnaujančių darbuotojų sveikatai arba kitaip galinčių trikdyti normalų nuotekų valymo įrenginių darbą.

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

7. TIRIAMASIS DARBAS

7.1 ĮVADAS

7.1.1 Aiškinamoji dalis

Akytas autoklavinis betonas yra gaminys, kuriame didžiąją mineralinę sudėtį sudaro kalcio hidrosilikatai. Dažniausiai[19] gaminamas iš kalkių arba cemento, smėlio, vandens ir dujodaro. Tai yra lengvasvoris betonas, ekologiška, perdirbama medžiaga, gamybos proceso metu neišskiria pavojingų garų ar dujų. Šio betono gaminiai pasižymi puikia šilumine izoliacija, yra naudojami laikančiosioms ir pertvarinėms sienoms. Šiame darbe tam kad utilizuoti atliekas ir atpiginti akyto autoklavinio betono žaliavų kainą į pradinių medžiagų sudėtį buvo įdėtos technogenines atliekas, metalo dumblo atliekos. Panaudojant technogenines atliekas būtų išspręsta viena didžiausių pasaulinių problemų - tai kenksmingų žaliavų panaudojimas statybinių medžiagų gamyboje. Ankstesniuose moksliniuose darbuose norint suteikti akytam betonui specifines savybes buvo siūlomos tokios technogeninės medžiagos: lakieji pelenai [20], šlakas, vario apdorojimo atliekos su aukštakrosnių šlaku [21]. Išnagrinėjus mokslinę literatūrą, nustatyta, jog akytas betonas dėl priedų keičia savo fizikines ir mechanines savybes, kaip elektromagnetinė izoliacija, ar terminis atsparumas[22].

J. Alexanderson[23] teigia, kad pagrindinės mechaninės akyto betono savybės priklauso nuo porų susidarymo ir jų charakteristikų.

Klaipėdos laivų remonte pradinėje metalų paruošimo gamyboje susidaro juodųjų metalų dalelių dulkių. Metalų pjovimo atliekos, susidaro metalą pjaunant plazma. Kadangi metalo pjovimas vyksta po vandeniu, tai išlydyto metalo oksidacija vyksta vandenyje ir į aplinkos orą išsiskiria žymiai mažesnis kenksmingų medžiagų kiekis. Tačiau voniose be metalų šlakų dar susidaro metalo pjovimo mašinų išskiriamos dumblo atliekos. Minėtos metalo dumblo atliekos iki šiol neutilizuojamos, bet kaupiamos sąvartynuose. Panaudojus metalo dumblą buvo pagamintas naujas lengvasvoris akytas betonas Tokiu būdu šis betonas turi galimybę išspręsti atliekų utilizavimo problemą.

7.1.2 Reikalavimai keliami akytam betonui

Akyto betono tyrimų rezultatai parodo, kad keičiant akyto betono sudėtį galima kontroliuoti jo struktūrą, stiprumą fizikines ir mechanines savybes. Akytą betona apibūdina jo mechaninės, fizikinės ir cheminės savybės.

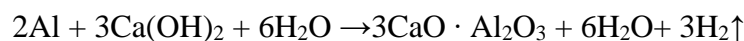
7.1.3 Fizikinės savybės

- Kapiliarumas- veikiant paviršiniams įtempimams drėgmės judėjimo principas.
- Drėgnumas- bandinyje esantis vandens kiekis
- Tamprumas- skaitinė reikšmė lygi medžiagos tūrio masei.
- Tūrio masė- dydis lygus naturalaus būvio medžiagos tūrio skaitinei masei.
- Poringumas, aktyvumas medžiagos tūrio užpildymas poromis laipsnis (bedimencinis arba procentinis %).
- Vandens įgeriamumas- bandinio geba išlaikyti vandenį savyje jį sugeriant.
- Džiūvimas- medžiagos savybė jo porose esančia drėgme atiduoti aplinkai.
- Laidumas vandeniui- medžiagos savybė praleisti vandenį esant slėgimui.
- Atsparumas šalčiui- prisotinta vandeniui medžiagos savybė atlaikyti daugkartinį išilimą ir atšalimą.
- Cheminis atsparumas- savybė atlaikyti rūgščių, šarmų, dujų, vandenyje ištirpusių druskų ir kitų cheminių medžiagų poveikį.
- Ilgaamžiškumas ir senėjimas- savybė atlaikyti atmosferinį ir kitokį poveikį eksploatacijos metu.
- Senėjimas- savybė veikiant apkrovoms medžiagos vidaus struktūros kitimas.
- Akustinės savybės- garso sugerimas ir jo izoliavimas.

7.1.4 Cheminės savybės

Chemines[24] savybes ir procesus akytame betone nuliaamia naudojami dujodarai. Pagal chemines reakcijos tipą dujodarai skirstomi į:

- Reaguojančius su dispersinio mišinio sudėtinėmis dalimis- kalcio hidroksidu:



Išsiskirdamas vandenilis, anglies dvideginis ir deguonis išpučia akytojo betono tešlą. Tam pasiekti, naudojami aliuminio milteliai, nes juos technologiškai naudoti paprasčiausia.

7.1.5 Mechaninės savybės

- Stiprumas- (giuždant, tempiant, lenkiant).
- Kietumas- savybė priešintis kietesnės medžiagos poveikiui.
- Dilumas- atsparumas veikiančioms trinties apkrovoms.
- Nusidėėjimas- medžiagos irimas veikint smūginėms ar trinties jėgoms, atskirai arba kartu.
- Atsparumas smūgiams- savybė priešintis smūginėms apkrovoms.
- Tamprumas- savybė nuėmus apkrovą atgauti pirminius matmenis.
- Plastiškumas- savybė
- veikiant apkrovai netrūkinėjant keisti formą, o nuėmus apkrovą, išlaikyti pradinę formą

7.2 Ekperimentinis tyrimas

Tiriamąjį darbo užduotis buvo atlikti eksperimentinį tyrimą - pagaminti ir išbandyti skirtingos sudėties akyto betono blokėlius su technogeniniu, ekologiškai agresyviu, metalo dumbliu gautu iš laivų gamyklos Klaipėdoje. Akyto betono bandiniai buvo gaminami plieninėse formose, kurių vidiniai matmenys 100x100x100mm. Kietinti autoklave ir tyrti laboratorijoje.

7.3 Akyto betono mišiniui naudojamos medžiagos

7.3.1 Smėlis

Akytųjų betonų gamybai naudojamas smėlis, kuris atitinka LST 1273:2009 standartą. Naudojamas smėlis turi būti kvarcinis. Kvarco turi būti ne mažiau kaip 60%. Mažesnių kaip 0,05mm dydžio dulkių, dumblo ir molingų dalelių turi būti iki 7%. Smėlyje negali būti akmenų, organinių ir neorganinių priemaišų. Kvarco dalelės būna apvalios. Sumaltas smėlis,

kurio grūdėliai tampa aštriabriauniai, su nelygiu paviršiumi, žymiai geriau sureaguoja su kalkėmis. Sumalto smėlio reakcijos produktų sankabumas padidėja.



7.1 pav. Sumaltas kvarcinis smėlis $S=3000 \text{ cm}^2/\text{g}$

7.3.2 Technogeninės atliekos

Technogeniės dumblo atliekos yra parodytos 7.2 pav. Technogeniės dumblo atliekos yra rudos spalvos, būna labai drėgnos, nes jos gamykloje sukaupiamos vandens baseine.

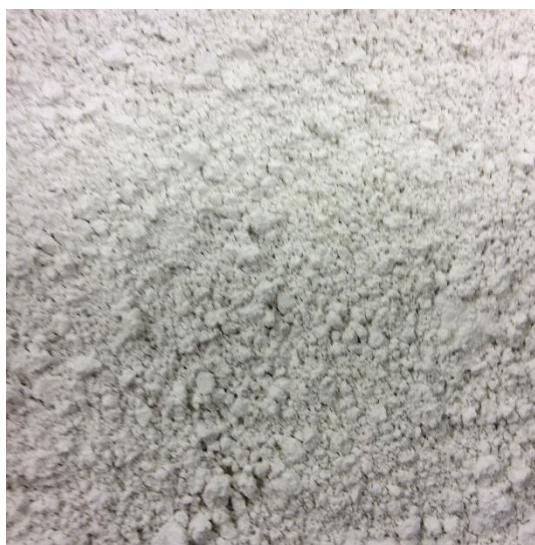
Gautos atliekos išdžiovinamos. Šiame darbe naudojamos gamybinės atliekos buvo išdžiovinotos prie $105 \text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūros. Vėliau sutrintos rankiniu būdu. Piltinis technogeninių medžiagų tankis siekia 3000 kg/m^3 . Pagrindinės cheminės medžiagos technogeniniame dumble, Fe, FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄. Dalelių dydis neviršija 2mm



7.2 pav. Metalo atliekų dumblas

7.3.3 Orinės kalkės

Kalkės- pagrindinė silikatinių gaminių rišamoji medžiaga. Kalkės pagal kietėjimo būdą skirstomos į orines ir hidraulines. Šalyje daugiausiai naudojamos orinės kalkės, nes hidraulinės kalkės negaminamos, nors tai pigesnė rišamoji medžiaga už portlancementi.



7.3 pav. Negesintos orinės kalkės (CaO, $A_k=80\%$)

Orinės kalkės yra orinė rišamoji medžiaga, gaunama iš mažai užterštų karbonatinių uolienu, kuriose molio priemaišos sudaro ne daugiau kaip 8%. Gaminant orines kalkes karbonatinės uolienos išdegamos iki kuo didesnio karbonatų disociacijos laipsnio (kuo didesnio CaO kiekio). Orinės kalkės kietėja ore arba aukštesnėje temperatūroje ir neturi hidraulinių savybių, todėl jos nekietėja vandenyje.

Orinės kalkės gaminamos iš klinties, kreidos, dolomitinės klinties ir dolomitų. Pagal išorinį vaizdą jos yra skirstomos į: gabalines negesintas, miltelių pavidalo, maltas negesintas, pagasintas į miltelius, kalkių tešlą arba kalkių pieną.

Kalkių gesinimosi trukmę apibūdina laikas nuo kalkių miltelių užmaišymo vandeniui pradžios iki to momento, kai temperatūra pakyla iki maksimalios. Pagal gesinimosi trukmę kalkės skirstomos į:

Greitai besigesinančias (<8 min);

Vidutinišku greičiu besigesinančios (<25 min);

Lėtai besigesinančias (>25 min).

Naudotos greitai besigesinančios kalkės (CaO), kurių aktyvumas $A_k=80\%$.

7.3.4 Vanduo

Vandens normatyvai aprašyti LST EN 1008:2005. Silikato betonui gaminti vandeniui keliami techniniai reikalavimai:

Vandenyje susidarančių ištirpusių sulfatų- SO_4^{2-} gali būti ne daugiau kaip 2000 mg/l;

Vandens oksidacija ne didesnė kaip 15 mg/l;

Vandens pH turi būti ne mažesnis kaip 4 ir ne didesnis kaip 12,5;

Organinių paviršiaus aktyviųjų medžiagų bei fenolio vandenyje neturi būti daugiau kaip 10mg/l;

Kitų žalingų įmaišų cukraus, fosfatų nitratų, švino, cinko, dažančių priemaišų;

Vandenyje negali būti naftos produktų plėvelės, riebalų, aliejaus, kitų panašių medžiagų;

Vandenyje negali būti jokių priemaišų, kurios trukdytų rišti kietėti rišamajai medžiagai, taip pat priemaišų, kurios mažina betono stiprumą ir atsparumą šalčiui.

Panaudoto vandens $\text{pH}=7,2$, pamatuotas TDH-3 matuokliu.

7.3.5 Parafinizuota aliuminio pudra

Dujų betonui gaminti dažniausiai naudojamas dujodaris yra aliuminio milteliai. Jiems reaguojant su kalcio hidroksidu išsiskiria vandenilis. Tai plačiausiai taikomas cheminis būdas, nes į mišinį įterpus reaktyvių medžiagų, kurios sureaguoja su mišinio komponentais išsiskiria dujos, ir pakankamo klampumo dispersinis mišinys išsipučia dėl dujų burbulėlių keliamų jėgų. Jeigu mišinio tirties jėgų suma yra didesnė už dujų burbulėlio keliamąją jėgą, mišinys tampa akytas. Akytojo betono gamybai bus naudojama aliuminio pudra, turi tenkinti standarto LST EN 771-4:2003 reikalavimus. Aliuminio pudra į gamyklą tiekama parafinizuota (padengta plonu apsauginiu paviršiumi- parafinu. Taip užtikrinamas saugumas nuo sprogo nes Al pudra yra sprogi.



7.4.pav Parafinizuota aliuminio pudra

Reaguojant Al ir $\text{Ca}(\text{OH})_2$ susidarys smulkus vandenilio dujų burbulėlis, kuris klampią masę veikia plastiškai, tol kol dujų burbulėlio slėgio jėga tampa didesnė už masės ribinius šlyties įtempius. Kai dujų burbulėlio slėgio jėga viršija ribinius šlyties įtempius akyto betono masė išsipučia. Dujų burbulėliai baigia susidaryti, kai visi Al miltelių grūdėliai sureaguoja su kalcio hidroksidu. Vykstant technologiniam pūtimuisi (vandenilio dujų burbulėlių susidarymo procese) masės klampis turi būti pakankamas ir atitikti plastiškojo sytiprio augimo spartą. Priešingu atveju, dujos išsiverš iš masės bus ardoma jau susidariusi makrostruktūra.

7.3 Mišinio paruošimas

Pagal medžiagų (kalkių, smėlio, vandens, aliuminio pudros, ir technogeninių atliekų) santykius, vienam bandiniui pagaminti, buvo apskaičiuoti medžiagų kiekiai akyto betono blokeliams su (0% 1%, 5%) technogeninių dumblo priemaišomis.

7.1 lent. Technogeninių atlieku kiekiai.

Mišinys	Technogeninių atlieku kiekis, %	Kalkės, kg	Smėlis, kg	Vanduo, l	Aliuminio pudra, kg	Technogeninės metalo atliekos, kg
1	0	0,198	0,676	0,437	0,0016	0
2	1	0,199	0,670	0,438	0,0017	0,006
4	5	0,201	0,643	0,440	0,0019	0,033

Naudojant cilindrinę kolbą buvo pripiltas reikiamas vandens kiekis. Išmatuotas vandens kiekis buvo pašildomas ant elektrinės kaitlentės neleidžiant vandeniui užvirti. Kalkės, smėlis, aliuminio pudra ir metalo dumblas buvo pasvertos elektroninėmis svarstyklėmis. Aliuminio pudra buvo deparafinizuota šarmų. Kalkės, smėlis ir metalo dumblas buvo sumaišomi sausai. Sumaišius sausai buvo įpilamas šiltas vanduo, į šį mišinį galiausiai buvo supilama deparafinizuota aliuminio pudra.



7.5.pav Medžiagų maišymo indas

7.4 Bandinių formavimas

Tyrimams atlikti iš cementinės masės buvo suformuoti bandiniai (vidiniai matmenys 100x100x100 mm). Siekiant pagaminti tikslių matmenų bandinius, jų formavimui naudotos plieninės formos. Mišinio maišymas buvo atliekamas rankiniu būdu. Taip vieno maišymo metu buvo užpildoma viena forma. Buvo formuojami 8 bandiniai. Bandiniai kietėjo natūraliomis sąlygomis 12 valandų vėliau buvo kietinami autoklavu.



7.5 pav. Suformuoti mišiniai.

7.5 Bandinių kietinimas

Akyto betono gaminiai buvo kietinami autoclave 12 valandų. Izoterminėmis sąlygomis bandiniai kietėjo 175 °C temperaturoje. Visas procesas buvo valdomas automatizuota programa. Dvi valandas palaipsniui buvo keliami temperatūra vėliau aštuonias buvo kietinama, galiausiai sukietėje bandiniai buvo vėsunami taip pat dvi valandas.



7.6 pav. Autoklavas

7.6 Akyto betono bandymai

7.6.1 Rentgenografinė analizė

Rentgenografinė analizė - tai medžiagų tyrimas rentgeno spinduliais. Rentgeno spinduliai - tai elektromagnetinis spinduliavimas, atsiradęs rentgeno vamzdžiuose susidūrus aukštosios įtampos veikiamiems greitiesiems elektronams su metaliniu antikatodu. Šių elektromagnetinių virpesių bangų ilgis $10^{-2} - 10^2 \text{ \AA}$.

Kristalinių medžiagų tyrimas rentgeno spinduliais remiasi tuo, kad atstumai tarp atomų kristalinėse gardelėse ir rentgeno spindulių bangų ilgis yra tos pačios eilės dydžiai. Krentant į kristalą rentgeno spindulių pluoštui, vyksta jų difrakcija, t.y. kiekvienas gardelės atomas, į kurį patenka spindulys, tampa antrinės sferinės bangos šaltiniu. Spindulių difrakcijos nuo atomų plokštumų tyrimas ir yra rentgenografinės analizės esmė.

Atomai kristalinėje gardelėje išsidėstę vienodai erdvėje orientuotose plokštumose. Tarpplokštuminiai atstumai yra pagrindinės kristalinių medžiagų struktūrinės charakteristikos. Rentgenografinė analizė remiasi Vulfo ir Brego lygtimi, kuri nusako priklausomybę tarp rentgeno spindulio kritimo ir atspindžio kampo Q , jo bangos ilgio λ bei tarpplokštuminio atstumo d :

$$n \times \lambda = 2d \times \sin Q \quad (7.1)$$

Čia: n - sveikasis skaičius (1, 2, 3 ir t.t.), vadinamas spektro arba atspindžio eilės numeriu.

Jei ši lygybė tenkinama, atspindėję rentgeno spindulių pluošteliai užregistruojami rentgeno aparatu.

Rentgeno spindulių atspindžio intensyvumas (difrakcinis vaizdas) priklauso nuo sistemos atomų tankio ir nuo to, kaip smarkiai šie atomai išsklaido rentgeno spindulius. Tikslų monochromatinį difrakcinį vaizdą galima gauti šiais būdais:

- kristalą nukreipiamas ne lygiagretus, bet besiskaidantis skirtingais kampais į kristalo paviršių krintančių spindulių pluoštelis;
- kristalas, į kurį krinta lygiagretus spindulių pluoštelis, sukamas tol, kol jis užims tokią padėtį, kada įvyksta difrakcija;
- vietoje vieno besisukančio kristalo naudojami kristaliniai milteliai, susidedantys iš daugybės įvairiai orientuotų kristalų. Tarp jų visada bus tokių kristalų, į kuriuos patekęs rentgeno spindulys atspindės ir bus užregistruotas rentgeno aparatu.

Kokybinės rentgenofazinės analizės tikslas - nustatyti, kokios kristalinės fazės yra tiriamoje medžiagoje. Kiekvienas kristalinis junginys pasižymi specifiskais, tik jam būdingais difrakciniais maksimumais (linijomis) ir jų intensyvumu. Kristalinių junginių etalonines rentgenogramas galima rasti žinynuose.

Junginiai identifikuojami lyginant eksperimentiškai gautas tarpplokštuminių atstumų (d) reikšmes ir linijų intensyvumą (I) su etaloninėmis rentgenogramomis. Pirmiausiai identifikuojamos 2-3 intensyviausios linijos. Žinynuose randami junginiai, kuriuose šios linijos yra. Tada patikrinamos visos kitos ne tokios intensyvios linijos. Jeigu ir jos sutampa, tai junginys nustatytas teisingai. Analizuojama tol, kol visos rentgenogramoje esančios linijos priskiriamos atitinkamiems junginiams.

Kiekybinė rentgenografinė analizė skirta atskirų junginių kiekiui mišiniuose nustatyti. Ji remiasi difrakcinių maksimumų (atspindžių) intensyvumo priklausomybe nuo junginio procentinio kiekio mišinyje. Didėjant vieno ar kito junginio kiekiui mišinyje, didėja jo atspindžių intensyvumas.

Rentgenografine analize galima:

- kokybiškai ir kiekybiškai ištirti mineralinę bei fazinę medžiagų sudėtį (rentgenofazinė analizė);

- nustatyti kristalinių medžiagų struktūrą - elementarios gardelės matmenis bei tipą kristalo simetriją atomų koordinatas erdvėje (rentgenostruktūrinė analizė);
- nustatyti kietųjų tirpalų tipą dispersinių sistemų dalelių dydį ir orientaciją medžiagų tekstūrą tankį, terminio plėtimosi koeficientą dangų storį, vidinius gaminių defektus, medžiagų elgseną esant žemoms ir aukštomis temperatūroms bei dideliems ir mažiems slėgiams ir kt.

7.6.2 Bandinių tankio nustatymas

Nustatant skirtingų betono sudėčių suformuotų bandinių tankius išmatuojami jų gabaritai (ilgis, plotis, aukštis), kuriuos sudauginus gaunamas tūris pagal Lietuvoje galiojanti standartą LST EN 12390-7 (2009) (sudėties ir betono bandymai. Septinta dalis. Sukietėjusio betono tankis). Suformuoti bandiniai buvo džiovinami elektrinėje džiovykloje, o bandiniu tankis buvo nustatomas sveriant betono kubelius, randama jų masė. Bandinių tankiai skaičiuojami pagal 7.2 formulę.

$$\rho = \frac{m_s}{V}, \text{ kg/m}^3, \text{ kur} \quad (7.2)$$

ρ - tankis, kg/m^3 ;

m_s - sauso bandinio masė kg ;

V - bandinio tūris, m^3

7.6.3 Stiprio gniuždant nustatymas

LST EN 12390-3:2001 standarte nurodomas betono bandinių stiprio gniuždant nustatymo metodas.

Bandiniai gniuždomi iki suirimo bandymo mašina, atitinkančia EN 12390-4. Užrašoma didžiausia bandinio atlaikoma apkrova ir apskaičiuojamas betono stipris gniuždant.

Bandinys turi būti kubas, cilindras arba kernas, atitinkantis EN 12350-1, EN 12390-1, EN 12390-2 arba EN 12504-1 reikalavimus. Sužaloti bandiniai arba labai tuštytėti bandiniai neturi būti bandomi.

Iki bandinio padėjimo į bandymo mašiną nuo jo paviršiaus nušluostoma perteklinė drėgmė. Švariai nušluostomi visi mašinos atraminiai paviršiai ir nuo bandinio paviršiaus pašalinami laisvi grūdėliai arba pašalinės medžiagos, kad būtų sąlytis su mašinos plokštėmis.

Tarp bandymo mašinos plokščių ir bandinio nededami jokie intarpai, išskyrus pagalbinės plokštės arba tarpo reguliavimo blokus. Kubiniai bandiniai padedami taip, kad apkrova veiktų statmenai formavimo kryptčiai. Bandinio centras turi sutapti su apatinės plokštės centru $\pm 1\%$ nurodyto kubo kraštinės arba nurodyto cilindro skersmens dydžio tikslumu. Jeigu naudojamos pagalbinės plokštės, jos turi būti prigludžiamos prie bandinio viršutinio ir apatinio paviršių.

Parenkamas pastovus apkrovos didinimo nuo $0,2 \text{ MPa/s}$ ($\text{N/mm}^2 \cdot \text{s}$) iki $1,0 \text{ MPa/s}$ ($\text{N/mm}^2 \cdot \text{s}$) greitis. Apkrova bandiniui perduodama be smūgių ir nepertraukiamai didinama parinktu pastoviu $\pm 10\%$ greičiu tol, kol toliau nedidėja.

Netinkamo suirimo priežastis gali būti: nepakankamas atidumas bandant, ypač įdedant bandinį į bandymo mašiną arba dėl bandymo mašinos sugedimo.

Stipris gniuždant yra apskaičiuojamas pagal lygtį:

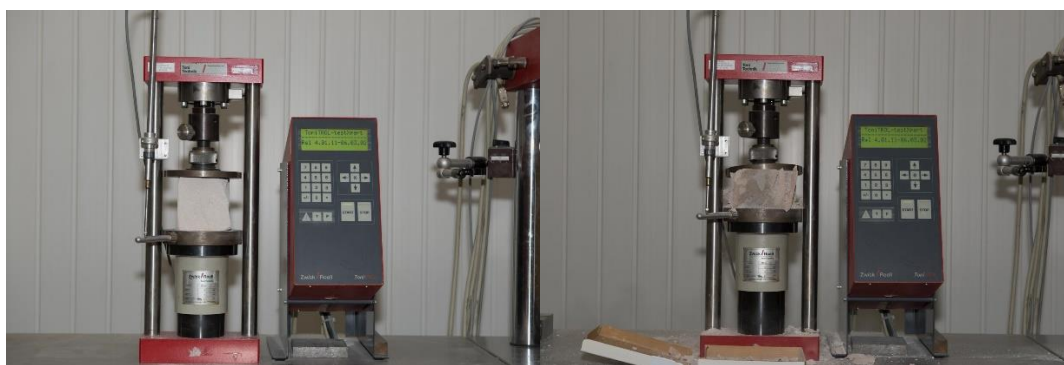
$$f_c = F / A, \text{ N/mm}^2 \quad (7.3)$$

Čia: f_c - stipris gniuždant megapaskaliais (niutonais kvadratiniam milimetrui);

F- didžiausia ardomoji apkrova niutonais;

A - bandinio skerspjūvio plotas kvadratiniais milimetrais (mm^2), kurį veikia gniuždymo jėga, apskaičiuojamas iš bandinio nurodyto dydžio arba iš bandinio matmenų matavimo.

Bandiniai buvo bandomi naudojant elektrinę presą „Toni Technik 2020“. aparatas pateiktas 7.7 paveikslėlyje.



7.7 pav. Elektrinis presas „Toni Technik 2020“. gniuždymo bandymui

Bandiniai bandomi buvo gniuždomi po 24 valandų sukietinus akyto betono blokelių autoklave. Atliekant gniuždymo bandymą jėga buvo keliamą $0,1 \text{ MPa/s}$.

7.7 Tyrimo rezultatai ju aptarimas

7.7.1 Akyto betono bandinių tankio ir stiprios nustatymas

Bandinių masės buvo matuojamos bandinius išdžiovinus tam tikrą laiką. Pagal gautus duomenis buvo apskaičiuojami tankiai. . Bandiniai buvo bandomi 24 valandų po autoklavinio kietinimo, kada bandiniai buvo galutinai išdžiovinti orasausėmis sąlygomis Duomenis buvo suskirstyti pagal priedo kiekį, gauti rezultatai pateikti 7.2 lentelėje.

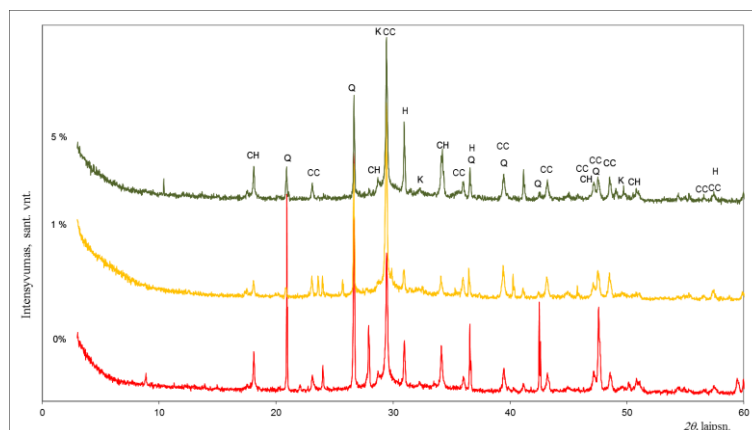
7.2 lent. Gauti tankio ir gniuždomojo stiprio vidurkiai

Bandinio Nr.	Technogeninių atliekų kiekis, %	Tankis, kg/m ³	Stipris, MPa
1	0	351,4	0,311
2	1	354,9	0,285
3	5	371.2	0.146

Iš 3 lentelės matyti, kad didėjant technogeninių atliekų kiekiui bandinių tankis didėja. Tai reiškia, kad didinant technogeninių atliekų kiekį mišinyje, mišinys sunkėja, kas rodo teigiamus rezultatus norint pakeisti lengvą mišinį į sunkesni, turintį didesnę tanki.

7.7.3 Akyto betono rentgenografinė analizė

Rentgenografinė analizė atlikta difraktometru *DRON-6*. Naudota: $\text{CuK}\alpha$ spinduliuotė, Ni filtras, detektoriaus judėjimo žingsnis – $0,02^\circ$, intensyvumo matavimo trukmė žingsnyje – 0,5 s, anodinė įtampa $U_a = 30$ kV, srovės stiprumas $I = 20$ mA. Difrakcinės kreivės buvo papildomai užrašytos $2 - 70^\circ$ 2θ kampų intervale, naudojant plokščią galinį grafito monochromatorių ($d = 0,355$ nm) ir matuojant intensyvumą žingsnyje $\tau = 1$ s. Bangų ilgiai svyravo . Žemiau pateikiamos trys rentgenogramos gautos atliekant šį bandymą. Tai bandinių su 0;1 ir 5% technogeninių metalo dublo atliekų rentgenogramos.

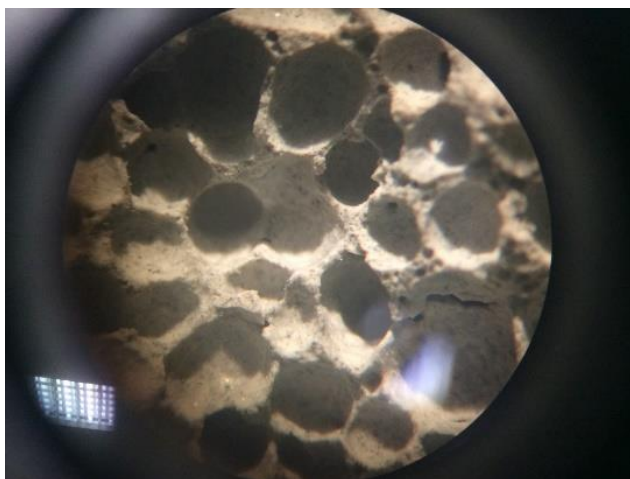


7.8 pav. Akyto betono bandinių rentgenogramos. Žymenys: CH – portlanditas ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) CC – kalцитas (CaCO_3), Q – kvarcas (SiO_2), K – kalcio hidrosilikatas Ca, H - hercinitas ($\text{Fe}_{0.882} \text{Al}_{0.118}$) ($\text{Al}_{1.882} \text{Fe}_{0.118}$) O_4

Remiantis rentgenografiniais tyrimais (7.8 pav.) galima teigti kad tirtuose bandiniuose vyrauja portlanditas, kalцитas, kvarcas, ir pusiau kristalinis hidratacijos naujadaras kalcio hidrosilikatas C-S-H (I). Pridėjus į bandinius metalo dumblo atliekų šalia jau minėtų junginių galima identifikuoti ir hercinitą. Fizikiniai-mechaniniai autoklavinio akyto betono su agresyvios technogeninės atliekos priedu bandymai parodė pakankamas stiprumines savybes, kas leidžia teigti, kad metalo dumblo atliekos priedas gali būti panaudotas šioje technologijoje, tuo pačiu sprendžiant aktualią regioninę agresyvių atliekų utilizavimo problemą.

7.7.4 Optinis tyrimas

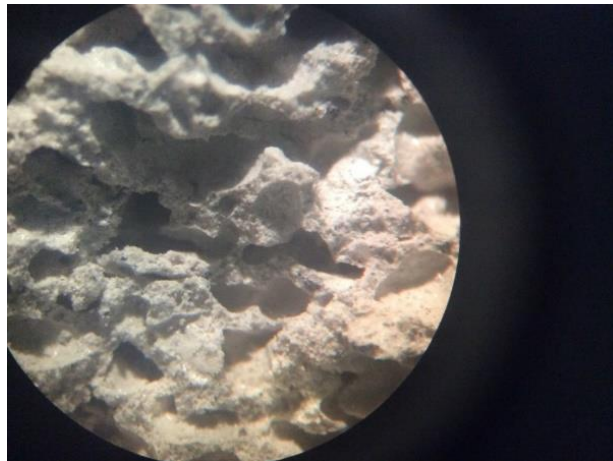
Buvo atliktas akyto betono blokelių optinis tyrimas, kurio metu buvo fotografuotas blokelis didinant 300 kartų. Skirtingas metalo dumblo kiekis lėmė skirtingą bandinio struktūrą. Atliekant optinį bandinių tyrimą buvo naudotas optinis mikroskopas „Nikon Eclipse e-200“.



7.9 pav. Akyto betono bandinys su 0% priemaišų



7.10 pav. Akyto betono bandinys su 1% priemaišų



7.11 pav. Akyto betono bandinys su 5% priemaišų

Atliekant bandymą buvo pastebėta, kad bandiniai turintys metalo atliekų lėčiau pučiasi. Palyginus (7.11 pav.) nuotraukas matoma, kad didinant metalo dumblo kiekį bandiniuose porų struktūra pakito, tas nulėmė mažesnę gniuždomąją stiprį. Nuotraukose matomas metalinis spindesys atsiradęs dėl metalo dumblo. Akyto betono savybės priklauso nuo porų mikrostruktūros, priklausančios nuo rišamosios medžiagos, dujų daro ir kietinimo būdo.

IŠVADOS

Konstrukcinė dalis:

1. Apskaičiavus apkrovas tenkančias kolonai B2 Buvo parinktas kolonos armavimas. Parinkta išilginė armatūra S500 klasės 16mm storio. Skersinė armatūra S500 klasės 5mm storio

Technologinė dalis:

2. Suprojektuota gamykla galinti per metus pagaminti 30618m³ akyto betono blokelių su technogeninėmis atliekomis. Kurios markė AAC 600-300-200.

Organizacinė ir ekonominė dalis:

3. Nustatytas gamybos ritmas, jis lygus 16 minučių.
4. Apskaičiuota lokalinė samata parodė, kad gamyklos statybos kaina, be įrengimų siekia 230650,16 eurų.
5. Pastatas atsipirktų per 8,6 metus.
6. Metinis gamyklos pelnas siekia 371794,37 eurų

Tiriamąo darbo dalis:

7. Remiantis rentgenografinė analize galima daryti prielaidą, kad didesnis technogeninių atliekų kiekis lėmė mažesnę CSH(I) kristališkumo laispnį.
8. Atlikus bandinių optinę analizę matomi bandinių struktūros skirtumai. Didesnis technogeninių atliekų kiekis (5%) nulėmė netaisyklingos formos poras, kurios įtakojo gniuždomojo stiprio mažėjimą nuo 0,311 MPa iki 0,146 MPa.
9. Atlikus tyrimą išsprendžiama ekologiškai agresyvių technogeninių atliekų utilizavimo problema, parenkant mažesnę technogeninių atliekų kiekį gaminiuose (1%).
10. Šis tyrimas buvo pristatytas konferencijoje „Statyba ir architektūra“ ir publikuotas konferencijai dedikuotame leidinyje.

LITERATŪRA

1. In Aplinkos ministerija [interaktyvus]. 2016, [žiūrėta 2016m. lapkričio 6d.]. Prieiga per internetą: < <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.2C5B83FAC73D2> >.
2. Normatyviniai statybos dokumentai [interaktyvus] , [žiūrėta 2016m. lapkričio 6d.] <<https://www.infolex.lt/ta/77961:str8>>
3. Iš Lietuvos standartizacijos departamentas [interaktyvus], [žiūrėta 2016m. lapkričio 7d.] Prieiga per internetą: <<http://www.lsd.lt/index.php?-1348800195>>.
4. Iš Lietuvos standartizacijos departamentas [interaktyvus], [žiūrėta 2016m. lapkričio 7d.] Prieiga per internetą: < <http://www.lsd.lt/index.php?-106701985>>.
5. Iš Lietuvos standartizacijos departamentas [interaktyvus], [žiūrėta 2016m. lapkričio 7d.] Prieiga per internetą: < <http://www.lsd.lt/index.php?-1145822127>>.
6. Iš Lietuvos standartizacijos departamentas [interaktyvus], [žiūrėta 2016m. lapkričio 7d.] Prieiga per internetą: < <http://www.lsd.lt/index.php?1934225511>>.
7. Informacinis leidinys apie PAROC gaminius. [interaktyvus]. 2016, [žiūrėta 2016m. lapkričio 10d.] Prieiga per internetą: <<http://img.materialbank.net/NiboWEB/paroc/showCartPublicContent.do?uuid=3462765&random=745647&lang=lt>>
8. Informacinis leidinys apie PAROC gaminius. [interaktyvus]. 2016, [žiūrėta 2016m. lapkričio 10d.] Prieiga per internetą: <<http://img.materialbank.net/NiboWEB/paroc/showCartPublicContent.do?uuid=3462751&random=447372&lang=lt>>
9. STR 2.05.01:2013 „Pastatų energetinio naudingumo projektavimas“ [interaktyvus]. 2016, [žiūrėta 2016m. lapkričio 12d.]. Prieiga per internetą: < <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.462390>>
10. Informacinis leidinys apie PAROC gaminius. [interaktyvus]. 2016, [žiūrėta 2016m. lapkričio 12d.] Prieiga per internetą: < <http://img.materialbank.net/NiboWEB/paroc/showCartPublicContent.do?uuid=3462765&random=745647&lang=lt>>
11. STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ [interaktyvus]. 2016, [žiūrėta 2016m. lapkričio 13d.]. Prieiga per internetą:<<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.213447>>

12. Iš Lietuvos standartizacijos departamentas [interaktyvus], [žiūrėta 2016m. lapkričio 7d.] Prieiga per internetą: <<http://www.lsd.lt/index.php?-605041276>>.
13. Lietuvos Respublikos darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas. 2003 m. liepos 1 d. Nr. IX-1672. Aktuali redakcija nuo 2014 m. sausio 4 d.
14. STR 2.09.02:2005, HN 33:2001 „Akustinis triukšmas. Leidžiami lygiai gyvenamojoje patalpoje ir darbo aplinkoje“
15. Lietuvos higienos norma HN 98:2014 [žiūrėta 2016m. lapkričio 20d.] Prieiga per internetą: <<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/6377be60d58711e3b272e0e81c552d38>>
16. D. Vaičiukynienė, V. Sasnauskas. „STATYBINĖS MEDŽIAGOTYROS LABORATORINIAI DARBAI“ . Mokomoji knyga. Vilnius: Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, 2011.
17. V.Vaitkevičius, A.Augonis, A. Grinys, A. Navickas “Statybinių dirbinių gamybos įmonių projektavimas”. 2011m Vilnius
18. STR 2.01.01(3):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“. [interaktyvus], [žiūrėta 2016m. lapkričio 7d.] Prieiga per internetą: <<https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.19AD91BDE89C>>.
19. R. Žurauskienė, D. Nagrockienė. „Statybinių medžiagų ir dirbinių technologija“ Vilnius. 2008 m.
20. H. Andre, E. Urs, M. Thomas Fly ash from cellulose industry as secondary raw material in autoclaved aerated concrete Cem. Concr. Res., 29 (3) (1999), pp. 297–302
21. Xiao-yan Huang, Wen Ni, Wei-hua Cui, Zhong-jie Wang, Li-ping Zhu Preparation of autoclaved aerated concrete using copper tailings and blast furnace slag Constr. Build. Mater., 27 (2012), pp. 1–5
22. A. Laukaitis, “Akytojo betono formavimo mišinių ir gaminių savybės” Vilnius, 2000 m.
23. J. Alexanderson Relations between structure and mechanical properties of autoclaved aerated concrete Cem. Concr. Res., 9 (1979), pp. 507–514
24. R. Kaminskas “ Rišamųjų medžiagų statybiniai gaminiai”. Vilnius, 2012 m.
25. A. Naujokaitis „Statybinės medžiagos. Betonai“ Vilnius 2007 m.
26. R. Žurauskienė, D. Nagrockienė. Statybinių medžiagų ir dirbinių technologija. Vilnius, 2008 m.

PRIEDAI

Kauno akyto betono gamykla,
Erdvės g., Kaunas
Kauno akyto betono gamykla,
Erdvės g., Kaunas
Bendrastatybiniai darbai

L o k a l i n ė s a m a t a N r.
Sudaryta 2016.03 kainų lygiu.

Iš viso už

2 305 650,16 €

Nr.	Darbo pavadinimas	Kodas	Mat. vnt	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
Skyrius		Žemės darbai								
1	Grunto išlyginimas mechanizuotai pagal nurodytas atžymas	F1-1-6	100 m3		77,34	5584	431844,22	0,00	0,00	431844,22
	Statybinės mašinos traktorių iki 59 kW (80 AG) galingumo bazėje	48070	maš. val.	2,8	27,620	15635,2	431844,22			431844,22
2	Mechanizuotas grunto kasimas, suverčiant į sankasą	F1-1-1	100 m3		120,89	10,2	1233,05	69,54	0,00	1163,51
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3,00	10300	žm. val.	1,4	4,870	14,28	69,54	69,54		
	Statyb. mašinos ekskavat. (0.5 kub.m kaušo talpos) bazėje	48020	maš. val.	3,4	33,55	34,68	1163,51			1163,51
3	Grunto kasimas rankiniu būdu	F1-2-1	m3		13,35	1,3	17,36	17,36	0,00	0,00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2,50	10250	žm. val.	3	4,450	3,9	17,36	17,36		
4	Mechanizuotas grunto kasimas, pakraunant ir vežant gruntą 5 km atstumu bei darbas savartoje	F1-1-2	100 m3		610,79	15,3	9345,12	149,02	0,00	9196,10
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3,00	10300	žm. val.	2	4,870	30,6	149,02	149,02		
	Statyb. mašinos ekskavat. (0.5 kub.m kaušo talpos) bazėje	48020	maš. val.	4,1	33,55	62,73	2104,59			2104,59
	Statybinės mašinos traktorių iki 132 kW (180 AG) galingumo bazėje	48080	maš. val.	0,54	38,03	8,262	314,2			314,2
	Autogreideriai iki 66 kW (90 AG)	48160	maš. val.	0,46	34,59	7,038	243,44			243,44
	Krovininės automašinos iki 8,5 t	48325	maš. val.	15	28,47	229,5	6533,87			6533,87
5	Vežant gruntą daugiau arba mažiau kaip 5 km atstumu, už kiekvieną kilometrą pridėti arba atimti	F1-1-3	100 m3		48,40	1,23	59,53	0,00	0,00	59,53
	Krovininės automašinos iki 8,5 t	48325	maš. val.	1,7	28,470	2,091	59,53			59,53
6	Mechanizuotas tranšėjų ir pamatų užpylimas, perstumant, palaistant ir sutankinant gruntą	F1-1-4	100 m3		209,58	0,76	159,28	61,81	0,00	97,47
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3,00	10300	žm. val.	16,7	4,870	12,692	61,81	61,81		
	Statybinės mašinos traktorių iki 59 kW (80 AG) galingumo bazėje	48070	maš. val.	2,1	27,62	1,596	44,08			44,08
	Statybos mašinos automobilio bazėje	48320	maš. val.	1,4	23,84	1,064	25,37			25,37
	Mažosios mechanizacijos priemonės su vidaus degimo varikliais	48379	maš. val.	5,2	7,09	3,952	28,02			28,02
Iš viso už skyrių		Žemės darbai					442658,56	297,73	0,00	442360,83
Skyrius		Pamatai								
7	Monolitiniai gelžbetonio pamatai	F6-2-1	m3		188,17	76,8	14451,11	4395,11	9367,17	688,83
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3,30	10330	žm. val.	11,4	5,020	875,52	4395,11	4395,11		
	Pjautinė miško medžiaga	440	kub.m	0,05	192,07	3,84	737,55		737,55	
	Armatura	10	t	0,06	632,82	4,608	2916,03		2916,03	
	Betono mišiniai	320	kub.m	1,015	72,37	77,952	5641,39		5641,39	
	Vinys	950	t	0,001	940,04	0,0768	72,2		72,2	
	Autokranai iki 10 t kėlimo galios	48130	maš. val.	0,39	22,69	29,952	679,61			679,61
	Kiti smulkūs mechanizmai	48382	maš. val.	0,25	0,48	19,2	9,22			9,22
8	Surenkamos gelžbetonio pamatų sijos	F7-2-16	m3		635,65	19,7	12522,22	759,44	11440,95	321,83
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3,50	10350	žm. val.	7,5	5,140	147,75	759,44	759,44		
	Ilgį gelžbetonio gaminiai	110	kub.m	1	577,43	19,7	11375,37		11375,37	
	Betono mišiniai	320	kub.m	0,046	72,37	0,9062	65,58		65,58	
	Autokranai iki 10 t kėlimo galios	48130	maš. val.	0,72	22,69	14,184	321,83			321,83
Iš viso už skyrių		Pamatai					26973,33	5154,55	20808,12	1010,66
Skyrius		Karkaso surinkimas								
9	Surenkamos gelžbetonio kolonos, kai montuojamos į pamatus	F7-2-12	m3		595,68	85,96	51204,94	2418,40	46647,43	2139,11
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3,6	10360	žm. val.	5,4	5,210	464,184	2418,4	2418,4		
	Karkasiniai gaminiai	120	kub.m	1	533,98	85,96	45900,92		45900,92	
	Betono mišiniai	320	kub.m	0,12	72,37	10,3152	746,51		746,51	
	Vikšriniai kranai	48120	maš. val.	0,79	31,5	67,9084	2139,11			2139,11
10	Lengvųjų pastatų metalinio karkaso įrengimas	F9-6	t		1 723,28	72	124076,25	10514,02	106524,02	7038,21
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4,50	10450	žm. val.	25,8	5,660	1857,6	10514,02	10514,02		
	Metalinės konstrukcijos	60	t	1,004	1454,53	72,288	105145,06		105145,06	
	Suvirinimo elektrodai	920	t	0,0017	1939,23	0,12528	242,95		242,95	
	Tvirtinimo detalės	940	t	0,0082	1924,14	0,5904	1136,01		1136,01	

Nr.	Darbo pavadinimas	Kodas	Mat. vnt	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
	Autokranai iki 10 t kėlimo galios	48130	maš. val.	0,21	22,69	15,12	343,07			343,07
	Autokranai iki 16 t kėlimo galios	48140	maš. val.	3,1	27,73	223,2	6189,34			6189,34
	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais	48380	maš. val.	2,5	2,81	180	505,8			505,8
11	Plieno ryšiai ir spyriai (gruntuojant ir dažant du kartus)	F9-2	t		1 827,38	1,5	2741,07	254,70	2327,76	158,61
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4,50	10450	žm. val.	30	5,660	45	254,7	254,7		
	Metalinės konstrukcijos	60	t	1	1454,53	1,5	2181,8		2181,8	
	Emaliniai ir alkidiniai dažai	791	t	0,0075	5181,09	0,01125	58,29		58,29	
	Gruntas	792	t	0,004	3052,38	0,006	18,31		18,31	
	Suvirinimo elektrodai	920	t	0,004	1939,23	0,006	11,64		11,64	
	Tvirtinimo detalės	940	t	0,02	1924,14	0,03	57,72		57,72	
	Vikšriniai kranai	48120	maš. val.	3	31,5	4,5	141,75			141,75
	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais	48380	maš. val.	4	2,81	6	16,86			16,86
12	Sutapdinto stogo su prilydoma bitumine danga, šiltinant mineral. vatos pl., įrengimas ant profiliuoto plieninio pakloto	F12-1-7	100 m2		4 411,59	42,07	185595,39	31173,87	152274,05	2147,47
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3,20	10320	žm. val.	150	4,940	6310,5	31173,87	31173,87		
	Prilydomosios bituminės stogu dangos	580	tūkst.kv. m	0,24	5120,73	10,0968	51702,99		51702,99	
	Plėvelės, kartonai (garo, hidro, vėjo, garso ir kt. izoliac.)	625	tūkst.kv. m	0,11	688,34	4,6277	3185,43		3185,43	
	Apkrovas laikancios mineralinės vatos izoliacinės plokštės	756	kub.m	19,6	91,69	824,572	75605,01		75605,01	
	Kietos mineralinės vatos plokštės plokščiems stogams	759	kub.m	2,06	132,39	86,6642	11473,47		11473,47	
	Mūrvinės (su įsukamu varžtu) SDF-K 8x260	965_46	vnt.	500	0,49	21035	10307,15		10307,15	
	Keltuvai, montažiniai lopšiai	48180	maš. val.	10,5	3,49	441,735	1541,66			1541,66
	Kiti smulkūs mechanizmai	48382	maš. val.	30	0,48	1262,1	605,81			605,81
	Iš viso už skyrių	Karkaso surinkimas					363617,65	44360,99	307773,26	11483,40
	Skyrius	Pastato vidaus išorės darbai								
13	Išorės sienų, apšiltintų 100 mm storio izoliacija, įrengimas, aptaisant išorę ir vidų profiliuotais lakštais	F9-8-2	m2		53,16	4254,15	226144,41	45919,30	161068,24	19156,87
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3,50	10350	žm. val.	2,1	5,140	8933,715	45919,3	45919,3		
	Garų izoliacinė plėvelė 'Alu Reflex'	625_150	kv.m	1,05	0,51	4466,858	2278,1		2278,1	
	Difuzinė plėvelė 'Tyvek HD-Soft'	625_38	kv.m	1,05	0,83	4466,858	3707,49		3707,49	
	Universalios izoliacinės mineralinės vatos plokštės ir dembliai	750	kub.m	0,105	31,06	446,6858	13874,06		13874,06	
	Plieninės stogu ir sienų dangos	8	kv.m	2	10,38	8508,3	88316,15		88316,15	
	Z profiliai 1.2/100	80_24	m	1,2	3,82	5104,98	19501,02		19501,02	
	U profiliai 1.2/100	80_26	m	0,15	3,62	638,1225	2310		2310	
	Apdaigos lenkti profiliai (ZN)	80_34	m	0,9	5,98	3828,735	22895,84		22895,84	
	Tvirtinimo detalės	940	t	0,001	1924,14	4,25415	8185,58		8185,58	
	Autokranai iki 10 t kėlimo galios	48130	maš. val.	0,19	22,69	808,2885	18340,07			18340,07
	Kiti smulkūs mechanizmai	48382	maš. val.	0,4	0,48	1701,66	816,8			816,8
14	Silikatinių blokų (340x180x198mm) 180 mm storio mūras (pertvaros), naudojant klijus	F8-1-24	m3		108,02	23	2484,48	519,57	1790,64	174,27
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3,30	10330	žm. val.	4,5	5,020	103,5	519,57	519,57		
	Silikatiniai blokai ARKO M18, 340x180x198mm	288_13	vnt.	83	0,9	1909	1718,1		1718,1	
	Mišiniai silikatinių blokų mūrjimui 'Mira-5010'	363_3	kg	16,6	0,19	381,8	72,54		72,54	
	Bokštiniai kranai, kai strėlės siekis iki 30 m	48095	maš. val.	0,44	17,22	10,12	174,27			174,27
15	Aluminio durys (m2 bloko)	F10-4-7	m2		291,85	26,46	7722,38	582,12	7140,26	0,00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4,00	10400	žm. val.	4	5,500	105,84	582,12	582,12		
	Aluminio durys	105	kv.m	1	267,8	26,46	7085,99		7085,99	
	Hermetikai sandarinimui	825	l	0,17	4,77	4,4982	21,46		21,46	
	Tvirtinimo kaiščiai SDF-K 10x80	965_15	vnt.	4	0,31	105,84	32,81		32,81	
16	Segmentinių pakeliamų vartų 3000x3000 mm (standartinio pakilimo) su virviniu kėlimo įtaisu įrengimas	F9-14-2	vnt.		827,56	4	3310,25	172,06	3131,28	6,91
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4,50	10450	žm. val.	7,6	5,660	30,4	172,06	172,06		
	Rakinama spyna vartams	418_11	vnt.	1	50,93	4	203,72		203,72	
	Apšiltinti pakeliamieji segment. garažų vartai (pl.-3000mm, aukštis-3000mm)	418_2	vnt.	1	731,89	4	2927,56		2927,56	
	Kiti smulkūs mechanizmai	48382	maš. val.	3,6	0,48	14,4	6,91			6,91

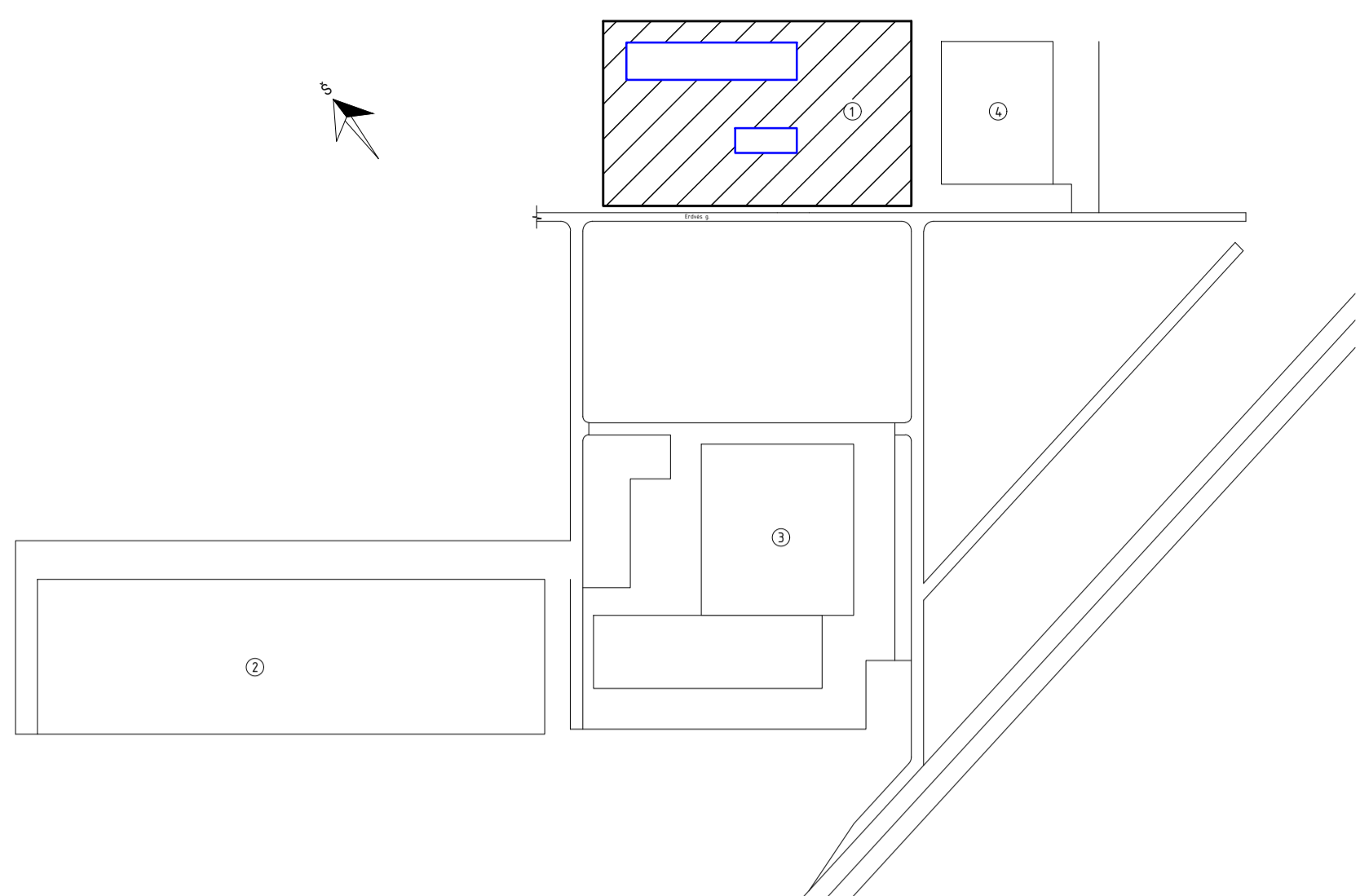
Nr.	Darbo pavadinimas	Kodas	Mat. vnt	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
17	Plastiko langai varstomi su palangėmis (m2 bloko)	F10-3-6	m2		90,99	328,5	29888,65	6323,63	23565,02	0,00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4,00	10400	žm. val.	3,5	5,500	1149,75	6323,63	6323,63		
	Plastiko langai (3-jų kam., vienos dalies, varstomi)	379	kv.m	1	64,51	328,5	21191,54		21191,54	
	Laminuotos MDP ir PVC palangės	656	m	0,8	5,64	262,8	1482,19		1482,19	
	Hermetikai sandarinimui	825	l	0,16	4,77	52,56	250,71		250,71	
	Tvirtinimo kaiščiai SDF-K 10x140	965_18	vnt.	3	0,65	985,5	640,58		640,58	
18	Durys mūro sienose be spynos (m2 bloko)	F10-4-1	m2		58,03	13,23	767,73	148,36	615,21	4,16
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3,80	10380	žm. val.	2,1	5,340	27,783	148,36	148,36		
	Kitos durys	410	kv.m	1	43,74	13,23	578,68		578,68	
	Hermetikai sandarinimui	825	l	0,17	4,77	2,2491	10,73		10,73	
	Tvirtinimo kaiščiai SDF-K 10x140	965_18	vnt.	3	0,65	39,69	25,8		25,8	
	Keltuvai, montažiniai lopšiai	48180	maš. val.	0,09	3,49	1,1907	4,16			4,16
	Iš viso už skyrių	Pastato vidaus išorės darbai					270317,90	53665,04	197310,65	19342,21
	Skyrius	Apdailos darbai								
19	Vidaus paviršių labai geras dažymas emulsiniais dažais, paruošiant paviršių dažymui	F15-4-8	100 m2		561,07	33,6	18852,05	11807,04	7045,01	0,00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3,30	10330	žm. val.	70	5,020	2352	11807,04	11807,04		
	Švitrinis popierius	607	kv.m	3	3,06	100,8	308,45		308,45	
	Emulsiniai dažai	800	t	0,04	3443,68	1,344	4628,31		4628,31	
	Glaistai	820	t	0,08	784,32	2,688	2108,25		2108,25	
	Iš viso už skyrių	Apdailos darbai					18852,05	11807,04	7045,01	0,00
	Skyrius	Lauko darbai								
20	Betoninių bordiūrų (150x300 mm) įrengimas ant betono pagrindo	F27-1-1	100 m		1 451,12	4,52	6559,06	1628,92	4864,49	65,65
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3,00	10300	žm. val.	74	4,870	334,48	1628,92	1628,92		
	Šaligatvių plytelės, bordiūrai	255	kub.m	4,3	156,92	19,436	3049,9		3049,9	
	Betono mišiniai	320	kub.m	5,5	72,37	24,86	1799,12		1799,12	
	Cemento ir smėlio skiediniai	350	kub.m	0,06	57,03	0,2712	15,47		15,47	
	Autokrautuvai	48315	maš. val.	0,5	29,05	2,26	65,65			65,65
21	Pravažiuojamų kiemų 5cm vienasluoksnė asfaltbetonio danga, 17cm dolomitinės skaldos pagrindas ir 20cm smėlio sluoksnis	F27-5-3	100 m2		1 921,36	202	388114,62	8883,15	335643,80	43587,67
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2,90	10290	žm. val.	9,2	4,780	1858,4	8883,15	8883,15		
	Asfalt. vienasluoksnį dangų mišiniai AC 16 PD	330_29	t	12,12	66,36	2448,24	162465,21		162465,21	
	Pjautinė miško medžiaga	440	kub.m	0,0017	192,07	0,3434	65,96		65,96	
	Dolomito skalda	880	kub.m	22,92	25,21	4629,84	116718,27		116718,27	
	Statybinis smėlis	910	kub.m	22	12,69	4444	56394,36		56394,36	
	Statybinės mašinos traktorių iki 132 kW (180 AG) galinumo bazėje	48080	maš. val.	0,24	38,03	48,48	1843,69			1843,69
	Autogreideriai iki 66 kW (90 AG)	48160	maš. val.	0,66	34,59	133,32	4611,54			4611,54
	Pneumovoliai 16 t	48278	maš. val.	0,53	43,69	107,06	4677,45			4677,45
	Plentvoliai 5 t	48280	maš. val.	0,95	29,49	191,9	5659,13			5659,13
	Plentvoliai 10 t	48281	maš. val.	2	36,29	404	14661,16			14661,16
	Plentvoliai 16 t ir sunkesni	48283	maš. val.	0,5	47,18	101	4765,18			4765,18
	Statybos mašinos automobilio bazėje	48320	maš. val.	0,05	23,84	10,1	240,78			240,78
	Laistymo mašinos	48362	maš. val.	0,62	29,78	125,24	3729,65			3729,65
	Asfalto klotuvai iki 500 t/h	48368	maš. val.	0,16	105,17	32,32	3399,09			3399,09
22	5cm storio betoninių plytelių šaligatvio įrengimas	F27-2-1	100 m2		1 395,81	8,5	11864,39	2723,40	8401,36	739,63
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2,50	10250	žm. val.	72	4,450	612	2723,4	2723,4		
	Šaligatvių plytelės, bordiūrai	255	kub.m	5	156,92	42,5	6669,1		6669,1	
	Cemento ir smėlio skiediniai	350	kub.m	0,08	57,03	0,68	38,78		38,78	
	Statybinis smėlis	910	kub.m	15,7	12,69	133,45	1693,48		1693,48	
	Plentvoliai 5 t	48280	maš. val.	1,3	29,49	11,05	325,86			325,86
	Autokrautuvai	48315	maš. val.	0,82	29,05	6,97	202,48			202,48
	Statybos mašinos automobilio bazėje	48320	maš. val.	0,21	23,84	1,785	42,55			42,55
	Mažosios mechanizacijos priemonės su vidaus degimo varikliais	48379	maš. val.	2,8	7,09	23,8	168,74			168,74
23	Sodinimo vietų lapuočių medžių sodinukams paruoš. rank. būdu II gr.neliestate grunte	N48-157	10 vnt.		34,85	3,4	118,49	118,49	0,00	0,00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2,00	10200	žm. val.	8,5	4,100	28,9	118,49	118,49		
24	Lapuočių medžių-sodinukų sodinimas į 0,7x0,7m duobes	N48-288	10 vnt.		481,13	3,4	1635,85	102,45	1533,40	0,00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4,25	10425	žm. val.	5,4	5,580	18,36	102,45	102,45		

UAB "Oro parametrai"

Nr.	Darbo pavadinimas	Kodas	Mat. vnt	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
	Kartys ir basliai mediniai spygliuočių	534011	m3	2,25	200	7,65	1530		1530	
	Špagatas	810025	kg	0,05	20	0,17	3,4		3,4	
25	Vejos mažų plotų atnaujinimas, papildant 10 cm augalinio grunto sluoksniu	R16-115	100 m2		368,64	1,06	390,76	146,26	244,50	0,00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 1,60	10160	žm. val.	35,2	3,920	37,312	146,26	146,26		
	Gruntas augalinis	573019	m3	10	22,4	10,6	237,44		237,44	
	Žolių sėklos daugiametės	970004	kg	2	3,33	2,12	7,06		7,06	
	Iš viso už skyrių	Lauko darbai					408683,17	13602,67	350687,55	44392,95
	Iš viso #1						1 531 102,66 €	128888,02	883624,59	518590,05
		Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					10 311,04 €	8,0%		
		Papildomų medžiagų vertė					26 508,74 €		3,0%	
		Papildomų mechanizmų vertė					15 557,70 €			3,0%
		Soc. draudimas					43 123,87 €	30,98%		
	Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)						1 626 604,01 €	182322,93	910133,33	534147,75
		Statybvietės išlaidos					146 394,36 €	9,00%	9,00%	9,00%
	Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)						1 772 998,37 €	198731,99	992045,33	582221,05
		Indeksas						1,00	1,00	1,00
	Po indeksacijos iš viso						1 772 998,37 €	198731,99	992045,33	582221,05
		Pridėtinės išlaidos					41 759,72 €	30,00%		
		Pelnas					90 737,91 €	5,0%	5,0%	5,0%
	Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)						1 905 496,00 €	252516,30	1041647,60	611332,10
		PVM					400 154,16 €	21%	21%	21%
	Iš viso #5 (kaina su PVM)						2 305 650,16 €	305544,72	1260393,60	739711,84

Sudarė:

SITUACIJOS PLANAS Mastelis 1:5000



Eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas
1	Sklypas su projektuojama gamykla
2	Lidl Lietuva logistikos centras
3	UAB "Limedika"
4	UAB "Baltic post"

Sutartinis žymėjimas

Žymėjimas	Pavadinimas
	Projektuojamos gamyklos sklypo plotas
	Projektuojama gamykla
	Kiti statiniai

Sutartinis žymėjimas

Žymėjimas	Pavadinimas
	Projektuojamas pastatas
	Administracinis pastatas
	Tvora
	Sklypo ribos
	Medžiai
	Veja
	Ivažiavimas/lėjimas
	Trinkelės
	Automobilių stovėjimo aikštelė
	Neįgalųjų stovėjimo vieta

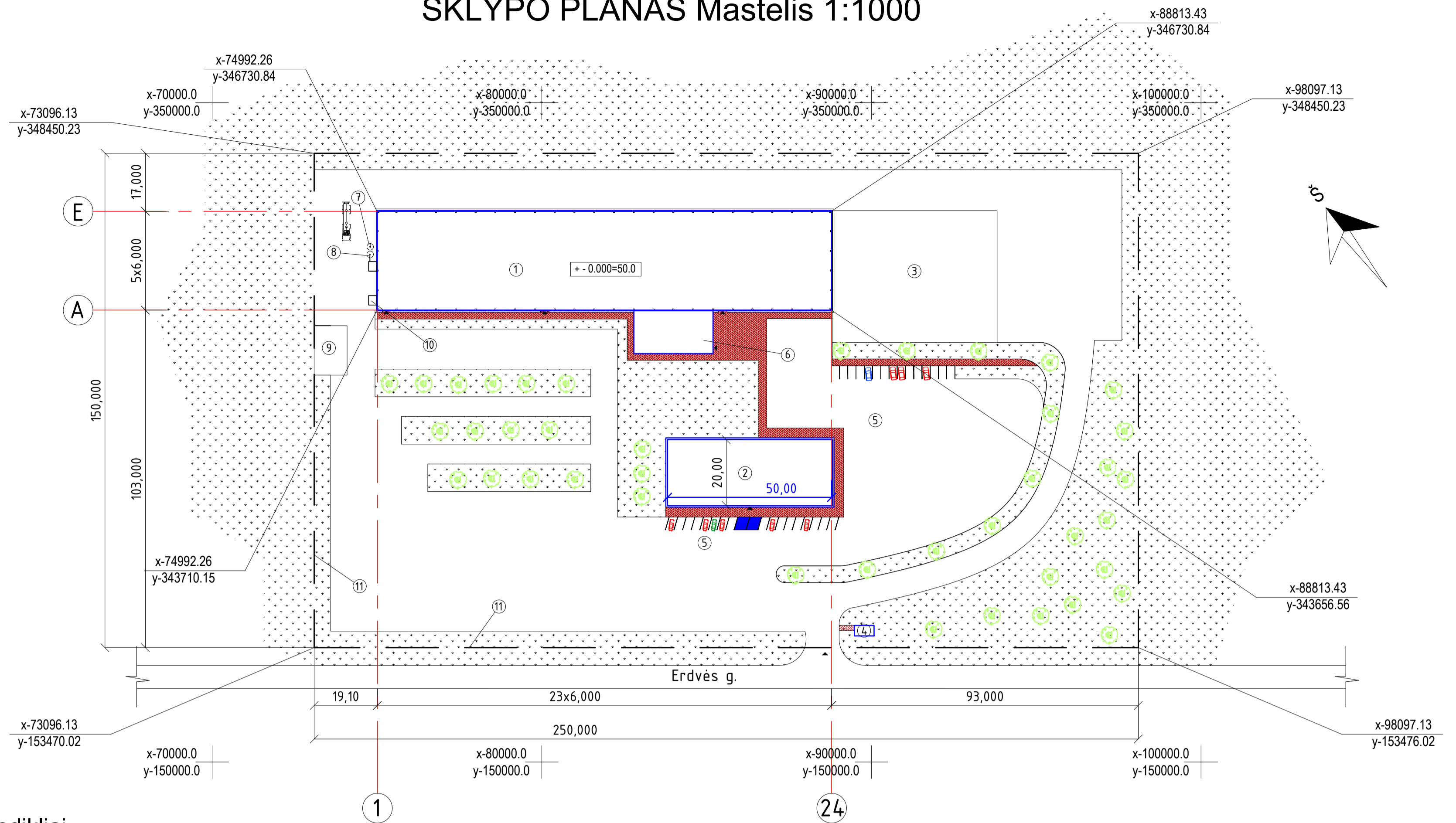
Eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas
1	Projektuojama gamykla
2	Administracinis pastatas
3	Produkcijos sandėlys
4	Sargo budelė
5	Mašinų stovėjimo aikštelė
6	Katilinė
7	Kalkių silosas
8	Technogeninių atliekų silosas
9	Smėlio sandėlys
10	Rampa smėlio
11	Sklypo tvora

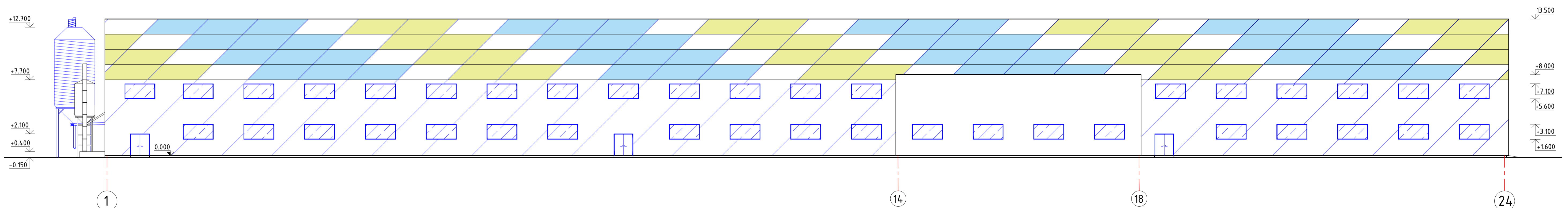
Sklypo techniniai rodikliai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mat. vnt	Kiekis
1	Sklypo plotas	ha	3,75
2	Važiuojamosios dalies kelio plotas	m ²	20217
3	Apželdintas plotas	m ²	10600
4	Sklypo užstatytas plotas	m ²	5584
5	Užstatymo tankumas	%	14,79
6	Mašinų stovėjimo vietos	vnt.	34

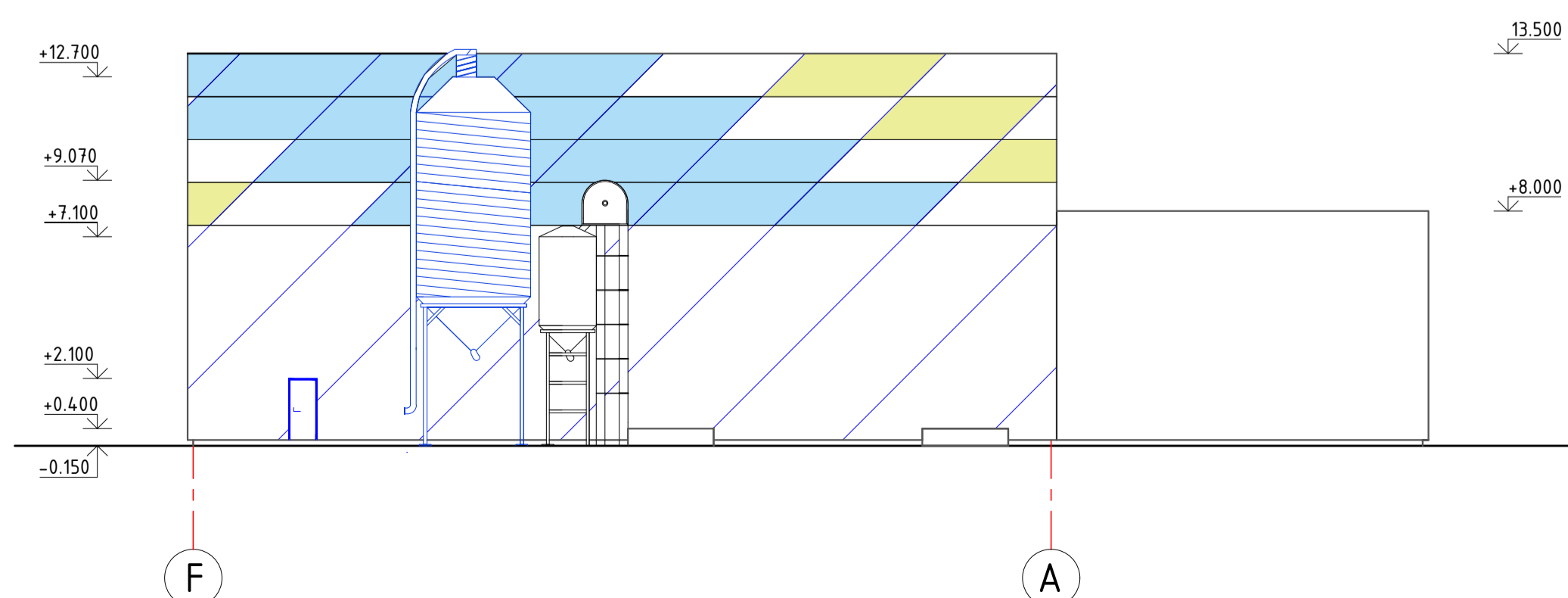
SKLYPO PLANAS Mastelis 1:1000



FASADAS 1-25 Mastelis 1:200



Fasadas A-D Mastelis 1:200

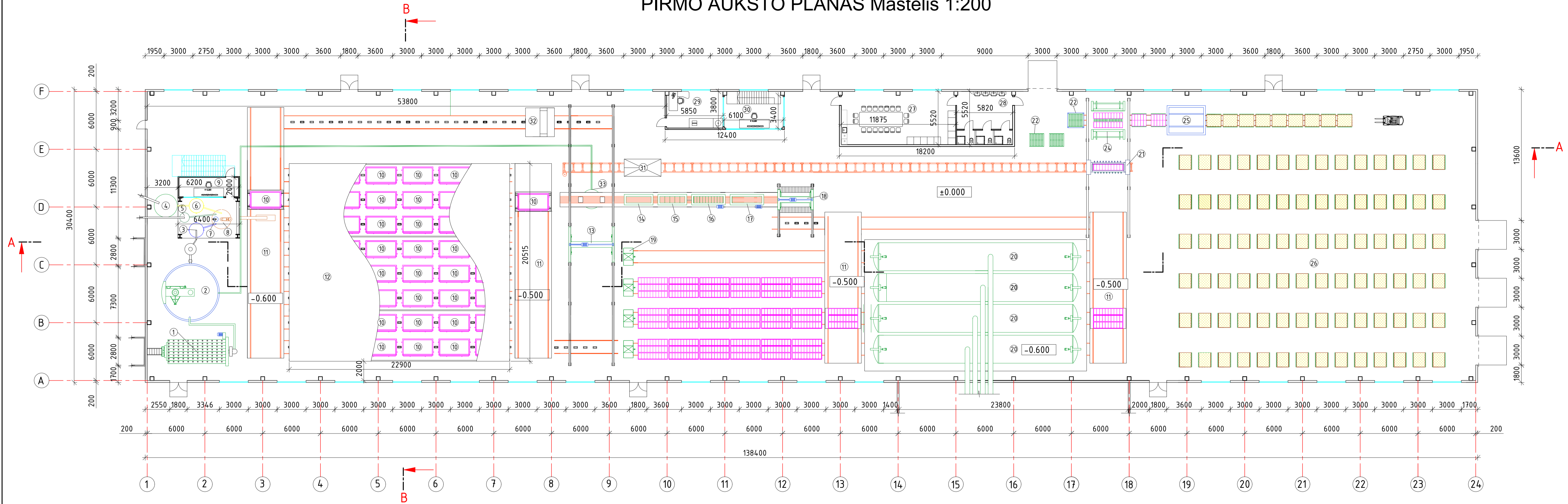


Sutartinis žymėjimas

Žymėjimas	Pavadinimas
	Langai 3000x1500
	Fasadinės plokštės 4000x1500
	Fasadinės plokštės 4000x1500

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS	
SSM-5	Studentas	D. Pakalnis	2016-12-15	Akyto betono blokelių gamybos technologija
gd.	Vadovas	V. Sasnauskas		Sklypo planas; Situacijos planas; Fasadas 1-24; Fasadas F-A
	Konsult.	V. Paukštys		Laida O
Pr. etapas	Statybinių medžiagų katedra			Lapas Lapų
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		2016-MBD-SM-SA	1 5

PIRMO AUKŠTO PLANAS Mastelis 1:200



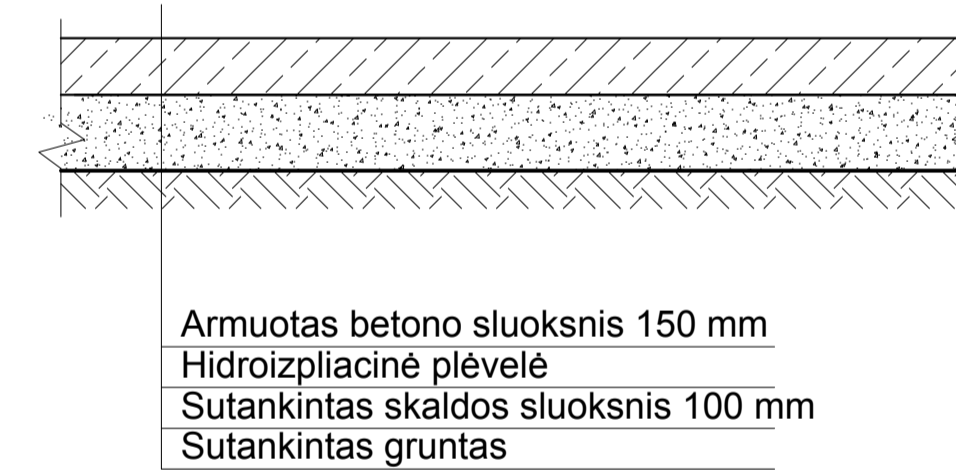
Įrenginių eksplikacija

1	Smėlio malūnas	13	Masyvo išformavimo įrenginys	25	Gaminių pakavimo įrenginys
2	Smėlio šlamo talpykla	14	Kaupo nuėmimo įrenginys	26	Supakuotų gaminių sandėliavimas
3	Smėlio tarpinis bunkeris	15	Išilginio pjaustymo įrenginys	27	Darbuotojų patalpos
4	Reaktorius	16	Skersinio pjaustymo įrenginys	28	Dušai, tualetai
5	Technogeninių atliekų talpykla	17	Frezavimo įrenginys	29	Laboratorija
6	Kalkių tarpinis bunkeris	18	Grupavimo kranas	30	Gamybos operatoriaus postas
7	Deparafinizatorius	19	Skersavežės	31	Transportinės formos valymo mašina
8	Akyto betono maišyklė	20	Autoklavai	32	Formų valymo ir sutepimo mašina
9	Mišinio ruošimo valdymo postas	21	Gaminių atskyrimo įrenginys	33	Akyto betono perdirbimo postas
10	Formos	22	EPAL padėklai		
11	Skersavežės	23	EPAL padėklų pavidavimo įrenginys		
12	Tarpinė kamera	24	Gaminių suspaudimo įrenginys		

Patalpų eksplikacija

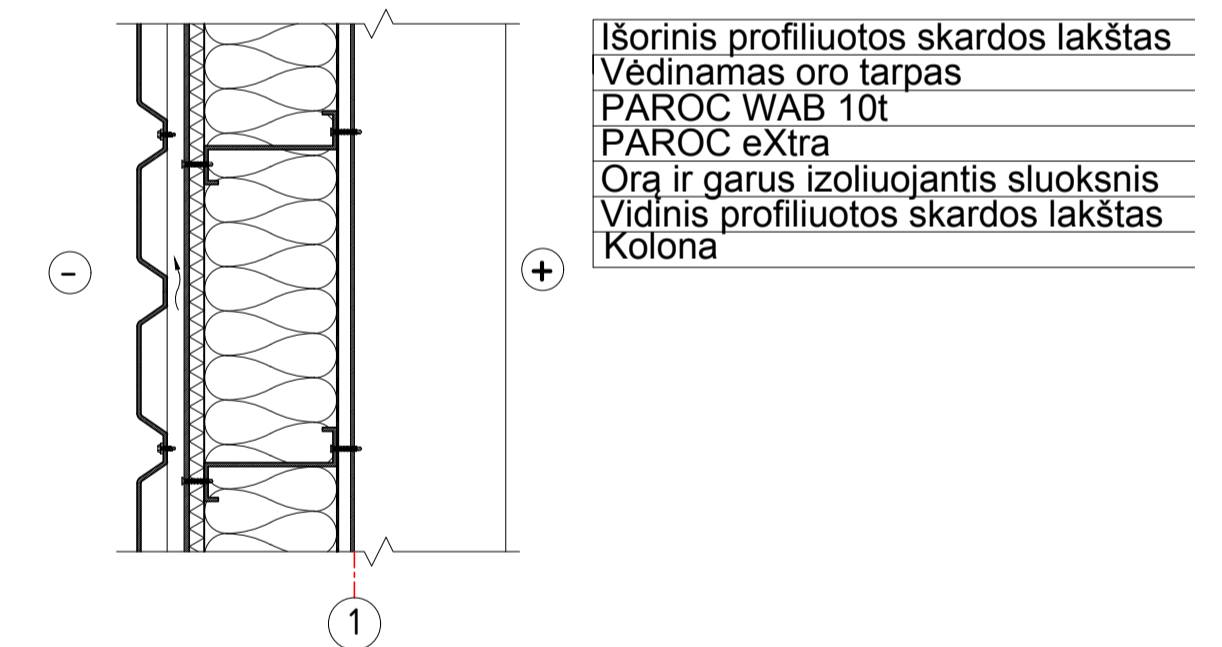
Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m ²
9	Mišinio valdymo postas	12,4
27	Darbuotojų kambarys	64,5
28	Dušai/WC kambarys	32,1
29	Laboratorija	22,2
30	Gamybos operatoriaus postas	20,7
	Gamybinės patalpos	3988,1
	Viso:	4140

DETALĖ "A" Mastelis 1:20

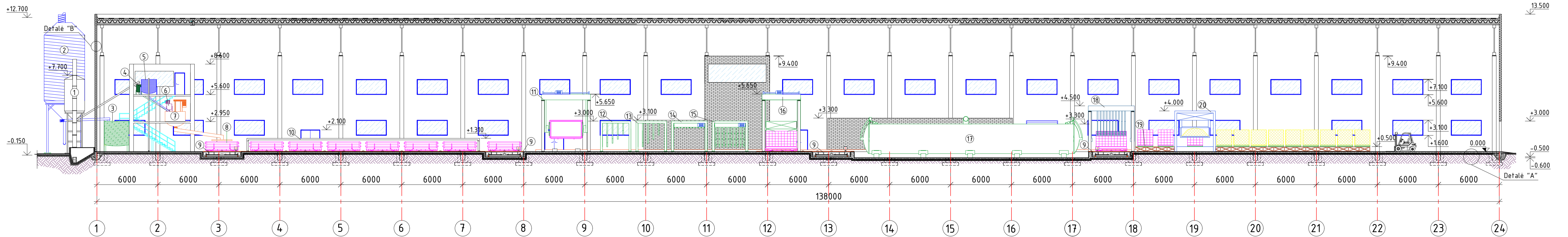


Armuotas betono sluoksnis 150 mm
Hidroizoliacinė pėvelė
Sutankintas skaldos sluoksnis 100 mm
Sutankintas gruntas

DETALĖ "B" Mastelis 1:20



PJŪVIS A-A Mastelis 1:200

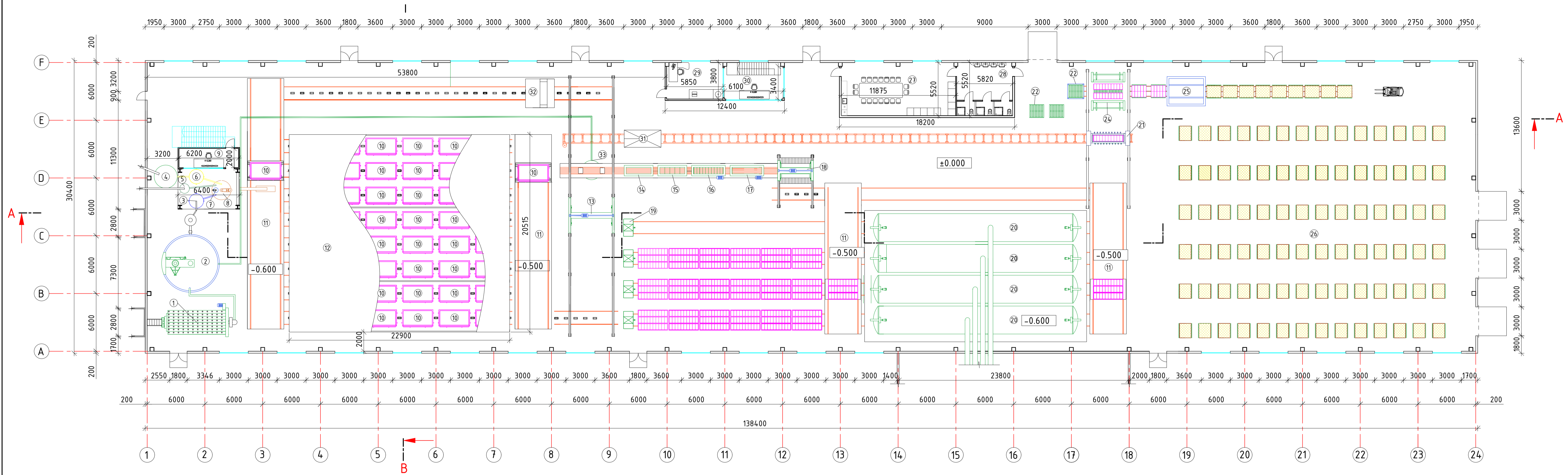


Įrenginių eksplikacija

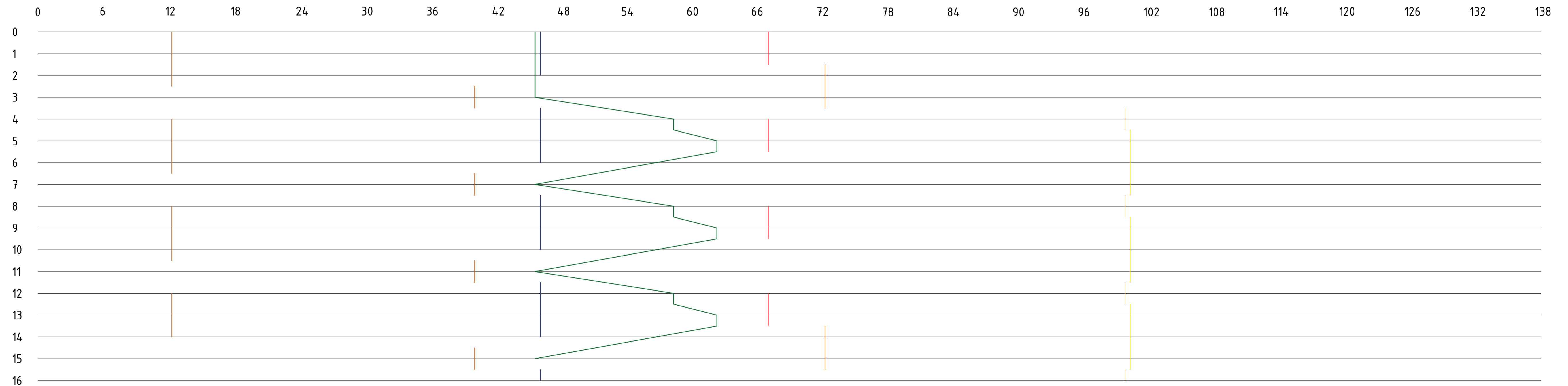
1	Technogeninių atliekų silosas	6	Deparafinizatorius	11	Skersavežės	16	Grupavimo kranas
2	Kalkių silosas	7	Akyto betono maišyklė	12	Kaupo nuėmimo įrenginys	17	Autoklavas
3	Reaktorius	8	Forma	13	Išilginio pjaustymo įrenginys	18	Gaminių atskyrimo įrenginys
4	Technogeninių atliekų talpykla	9	Skersavežės	14	Skersinio pjaustymo įrenginys	19	EPAL padėklai
5	Smėlio tarpinis bunkeris	10	Tarpinė kamera	15	Frezavimo įrenginys	20	Gaminių pakavimo įrenginys

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS
SSM-5	Studentas	D. Pakalnis	2016-12-15
	Vadovas	V. Sasnauskas	
gd.	Konsult.	V. Paukštys	
	Konsult.		
	Konsult.		
Pr. etapas	Statybinių medžiagų katedra		
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		
	2016-MBD-SM-M		Laida
			O
			Lapas
			2
			Lapų
			5

PIRMO AUKŠTO PLANAS Mastelis 1:200



TECHNOLOGIŅĒS LINIJOS CIKLOGRAMA



Patalpų eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m ²
9	Mišinio valdymo postas	12,4
27	Darbuotojų kambarys	64,5
28	Dušai/WC kambarys	32,1
29	Laboratorija	22,2
30	Gamybos operatoriaus postas	20,7
	Gamybinės patalpos	3988,1
	Viso:	4140

Sutartinis ciklogramos žymėjimas

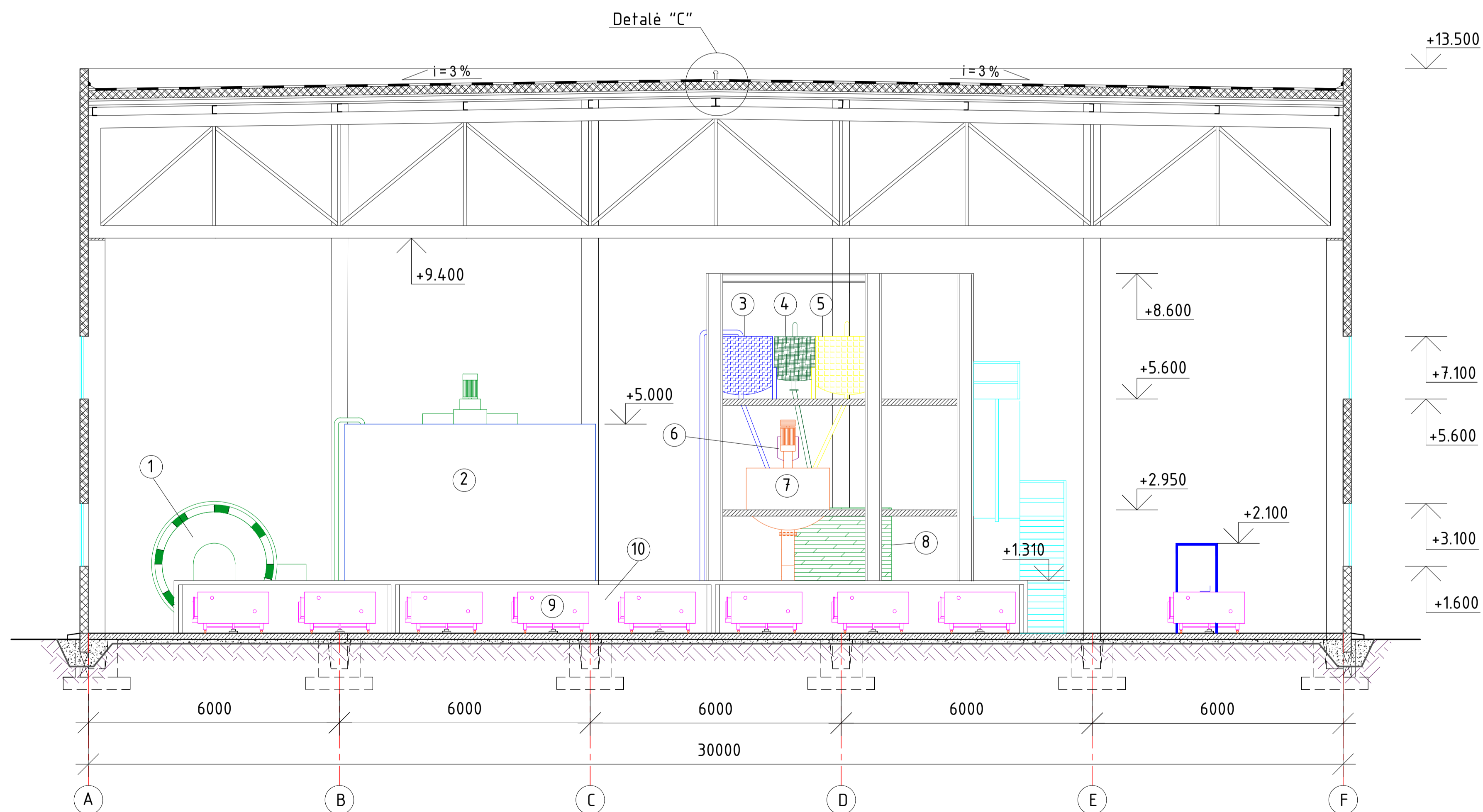
Žymėjimas	Pavadinimas
	Skersavežės Nr 1,2,3,4.
	Išformavimo įrenginys,kranas
	Formuojamas gaminys
	Grupavimo kranas
	Atskyrimo įrenginys, kranas

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS
SSM-5	Studentas	D. Pakalnis	2016-12-15
	Vadovas	V. Sasnauskas	
gd.	Konsult.	V. Paukštys	
	Konsult.		
	Konsult.		
Pr. etapas	Statybinių medžiagų katedra		
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		
	Akyto betono blokelių gamybos technologija		
	Pirmo aukšto planas; Technologinės linijos ciklograma		Laida O
	2016-MBD-SM-M		Lapas 3
			Lapų 5

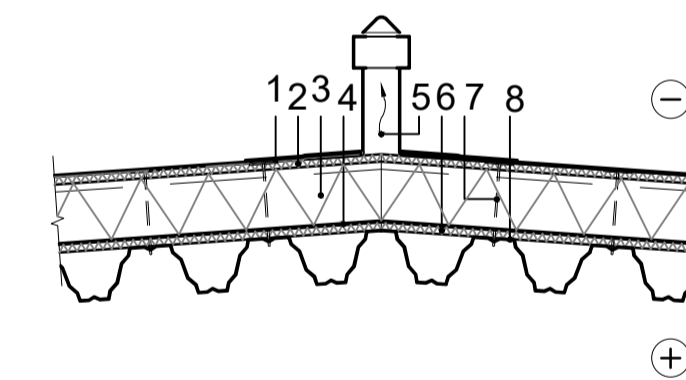
OPERACIJŲ TRUKMIŲ GRAFIKAS

Proceso elementai	Operacijos	Įrenginiai, instrumentai	Darbininkai		Darbo imlumas žm. min.	Trukmė, min.	Trukmės, min.															
			Profesija, kategorija	sk.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	4	5	6	7	8															
Akyto betono mišinio paruošimas	Medžiagų dozavimas	Svoriniai tūriniai dozatoriai	1 Operatorius (3)	1	2x4	2																
	Akyto betono mišinio maišymas	Maišyklė	1 Operatorius (3)	1	1x4	1																
	Betono mišinio išpylimas į forma	Maišyklė	1 Operatorius (3)	1	2x4	1																
Formavimas ir transportavimas	Suformuoto masyvo transportavimas į brandinimo kamara	Skersavežė Nr.1	1 Operatorius (3)	1	2,5x4	2,5																
	Formos su masyvu transportavimas į išformavimo įrenginį	Skersavežė Nr.2	2 Operatorius (3)	1	1x4	1																
	Formos išformavimas ir sujungimas su išvalyta išorine forma	Išformavimo kranas	2 Operatorius (3)	1	2,5x4	2,5																
	Masyvo kaupo nuėmimas	Kaupo nuėmimo įrenginys	2 Operatorius (3)	1	0,5x4	0,5																
	Gaminių išilginis pjaustymas	Išilginio pjaustymo įrenginys	2 Operatorius (3)	1	0,5x4	0,5																
	Gaminių skersinis pjaustymas	Skersinio pjaustymo įrenginys	2 Operatorius (3)	1	0,5x4	0,5																
	Gaminių frezavimas	Frezavimo įrenginys	2 Operatorius (3)	1	0,5x4	0,5																
	Gaminių pavertimas ir grupavimas ant autoklavo vežimėlio	Grupavimo kranas	2 Operatorius (3)	1	1,5x4	1,5																
	Vežimėlių transportavimas į autoklavą	Skersavežė Nr. 3	2 Operatorius (3)	1	2x2	2																
	Vežimėlių transportavimas iš autoklavo į gaminių atskyrimą	Skersavežė Nr. 4	2 Operatorius (3)	1	1x3,5	1																
	Gaminių tarpusavio atskyrimas grupavimas ant EPAL padėklų	Atskyrimo mašina, kranas	2 Operatorius (3)	1	3x3	3																
Akyto betono blokelių paruošimas sandėliavimui	Kokybės tikrinimas	-	1 Pagalbinis darbuotojas (3)	1	1x3,5	1																
	Gaminių suspaudimas	Suspaudimo mašina	2 Operatorius (3)	1	0,16x2	0,16																
	Gaminių pakavimas	Gaminių supakavimo įrenginys	2 Operatorius (3)	1	0,5x2,5	0,5																
	Gaminių ženklavimas	Rankinis	2 Pagalbinis darbuotojas (1)	1	0,5x2,5	0,5																
	Gaminių transportavimas į trumpalaikį sandėliavimo plotą	Auto krautuvas	1 Auto transporto vairuotojas (3)	1	4'3,5	3,5																
Valymas ir tepimas	Apatinės formos valymas	Transportinės formos valymo mašina	2 Operatorius (3)	1	2x2,5	2																
	Naujai suformuoti formų valymas ir tepimas	Formų tepimo ir valymo mašina	2 Operatorius (3)	1	3x4,75	3																
Elementaraus ciklo trukmė	Akyto betono mišinio paruošimas				16/0,99																	
	Formavimas ir transportavimas				16/0,99																	
	Akyto betono blokelių paruošimas sandėliavimui				16/0,87																	
	Valymas ir tepimas				16/0,68																	
Darbininkų ir įrenginių užimtumas	1 Operatorius (3)				16/0,99																	
	2 Operatorius (3)				16/0,87																	
	1 Pagalbinis darbuotojas (3)				3/0,19																	
	2 Pagalbinis darbuotojas (1)				1/0,06																	
	1 Auto transporto vairuotojas (3)				14/0,87																	

PJŪVIS B-B Mastelis 1:75

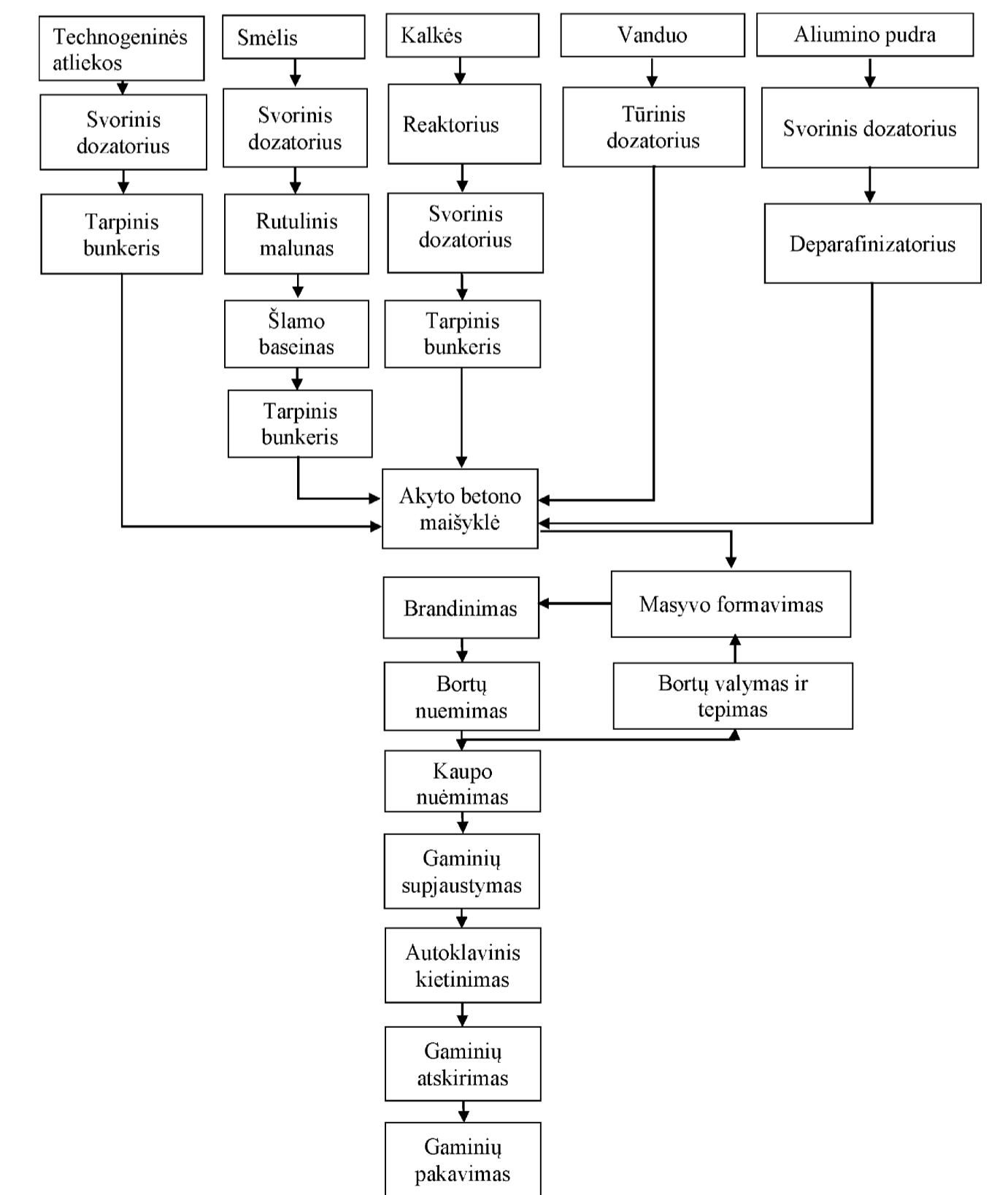


DETALĖ "C" Mastelis 1:20



1	Hidroizoliacinė stogo danga
2	PAROC ROB 80, d=160 mm
3	PAROC ROS 30g, d=160,mm
4	Ora ir garus izoliuojantis sluoksnis Paroc XVM 020 bas
5	Vedimo kaminėlis
6	Paroc Rob 80, d=20mm
7	Tvirtinimo elementas
8	Profiluotas skardos paklotas 200mm

TECHNOLOGINĖS LINIJOS SCHEMA

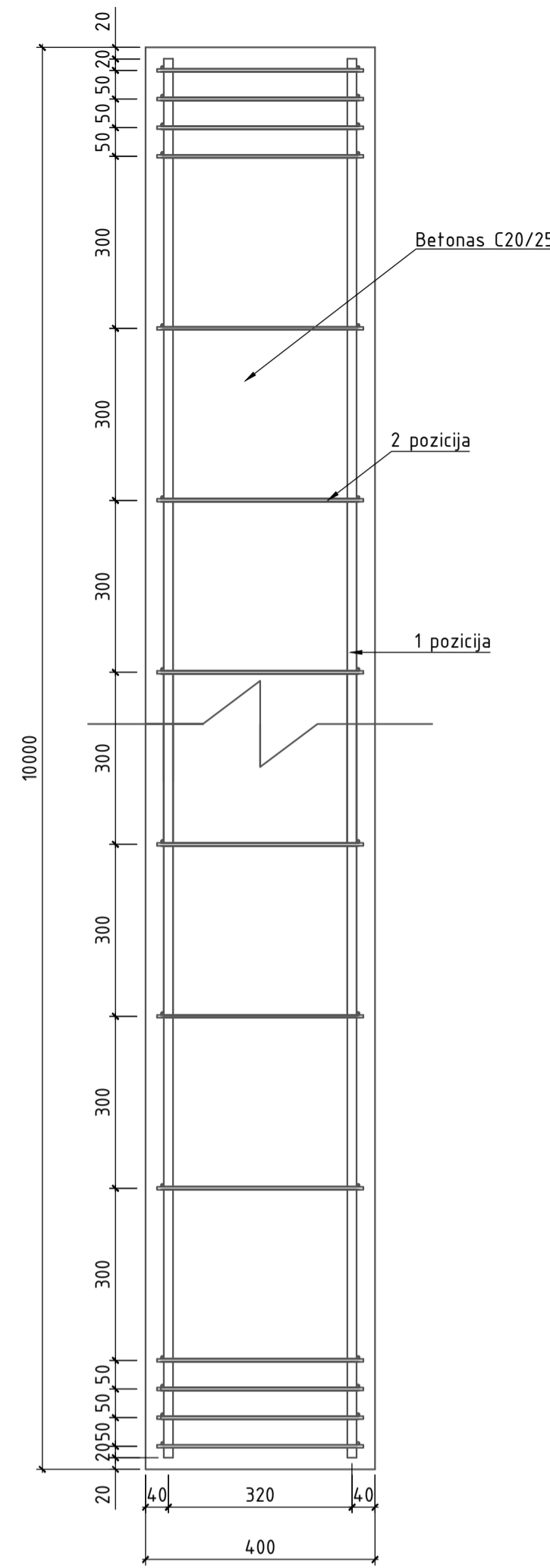


Įrenginių ekpikacija

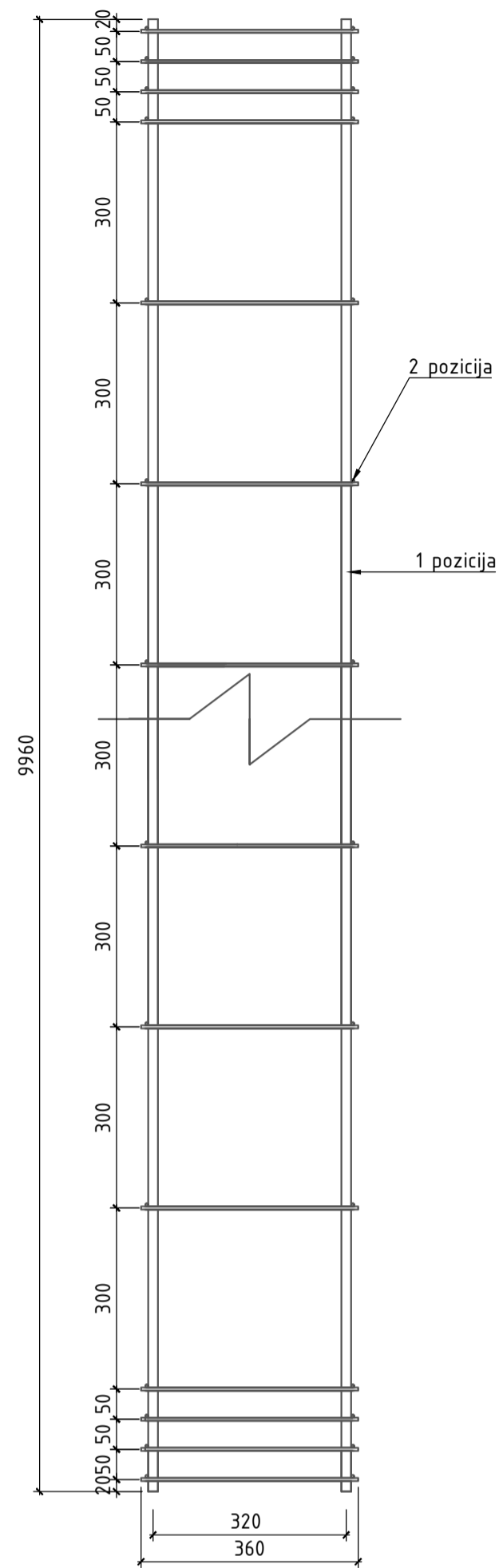
1	Smėlio malūnas	9	Brandinimo kamera
2	Smėlio šlamo talpykla	10	Formos
3	Smėlio tarpinis bunkeris	11	Skersavežės
4	Technogeninių atliekų talpykla		
5	Kalkių tarpinis bunkeris		
6	Deparafinizatorius		
7	Akyto betono maišyklė		
8	Reaktorius		

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS	
SSM-5	Studentas	D. Pakalnis	2016-12-15	Akyto betono blokelių gamybos technologija
	Vadovas	V. Sasnauskas		
gd.	Konsult.	V. Paukštys		
	Konsult.			
	Konsult.			Operacijų trukmių grafikas, Technologinės linijos schema, Pjūvis B-B, Detalė "C"
Pr. etapas	Statybinių medžiagų katedra			Lapas
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas			Lapų
	2016-MBD-SM			4 5

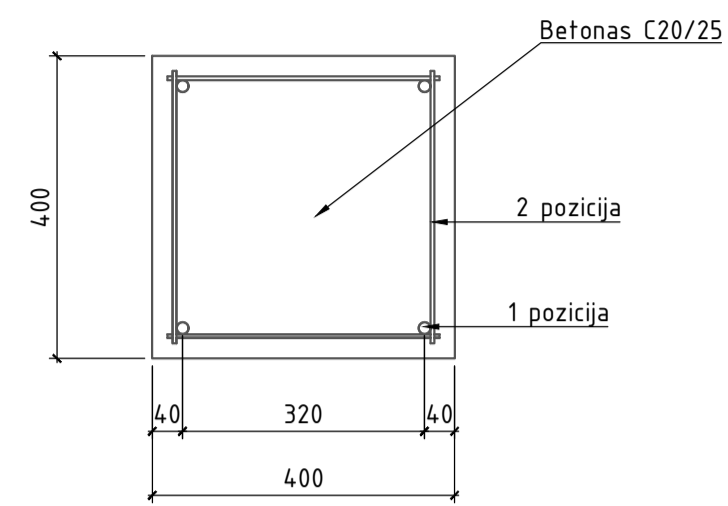
IŠILGINIS KOLONOS PJŪVIS MASTELIS 1:10



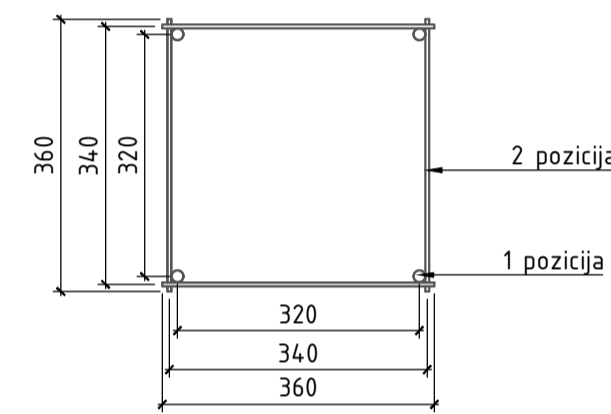
IŠILGINIS KOLONOS ARMAVIMAS MASTELIS 1:10



SKERSINIS KOLONOS PJŪVIS MASTELIS 1:10



SKERSINIS KOLONOS ARMAVIMAS MASTELIS 1:10



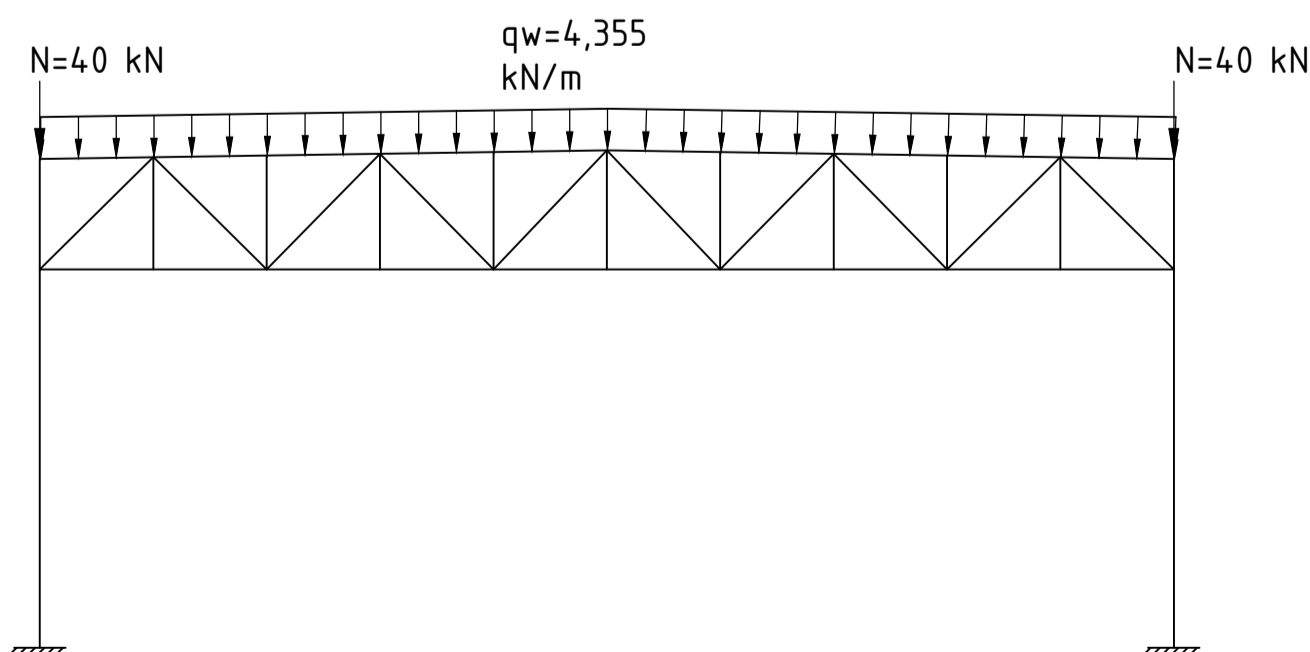
PAGRINDINIAI TECHNOLOGINIAI IR EKONOMINIAI RODIKLIAI

Eil. NR.	Rodikliu pavadinimai	Matavimai	Reikšmė
1	Gamybinis plotas	m ²	4207,36
	Metinis įmonės pajėgumas:		
2	a)Produkcijos apimtis	m ³	30618
	b)Produkcijos apimtis	EUR	1142186
3	Pagrindinių dirbančiųjų skaičius	Žmonės	9
4	Išdirbis:		
	a) Produkcijos apimtis	m ³ Žmogui	3827,25
	b) Piniginė išraiška	Eurai žmogui	142773,2
5	Gaminio savikaina:		
	a) Vieneto	m ³ EUR	50
	b) Metinė	EUR	1530900
6	Pelnas:		
	a)Vieneto	EUR	12,14
	b)Metinis	EUR	371794,4
7	Gamybos rentabilumas	%	>8%

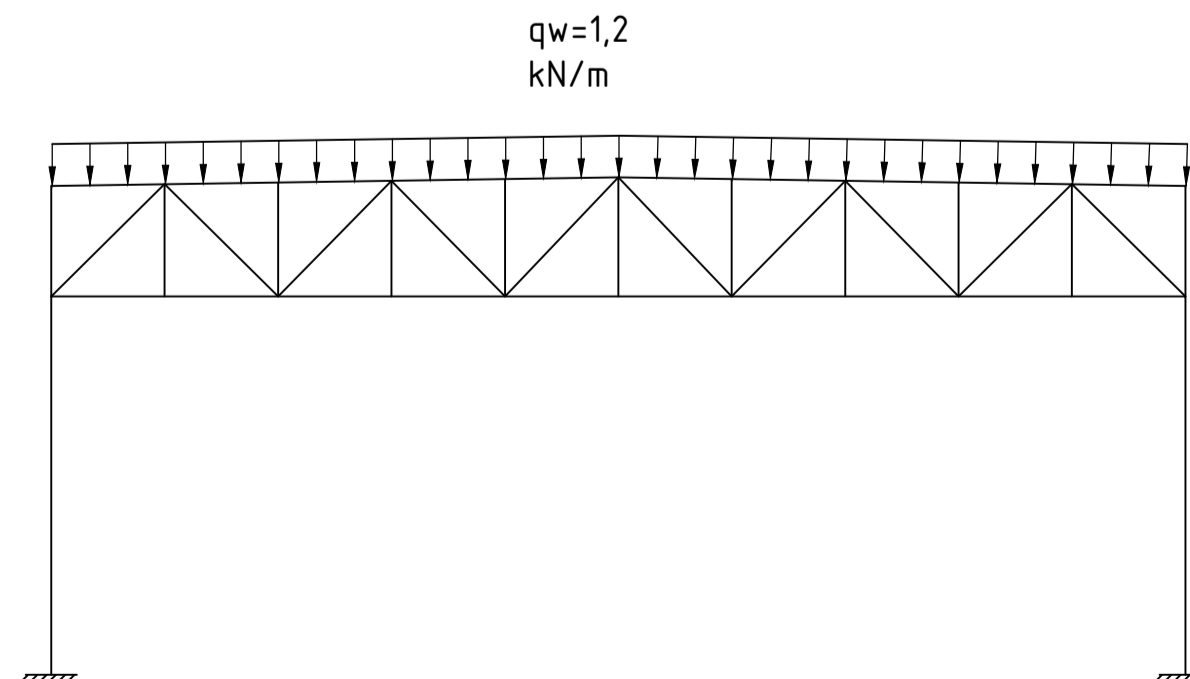
ARMATŪROS SPECIFIKACIJA

Pozicija	Armatūra		Ilgis, mm	Kiekis, vnt	Bendras ilgis, m	Vieno metro masė, kg	Bendra masė, kg	Visa masė, kg
	Skersmuo, mm	Klasė						
1	16	S500	9960	4	40	1,58	99,85	108,1
2	5	S500	0,36	160	57,6	0,144	8,29	

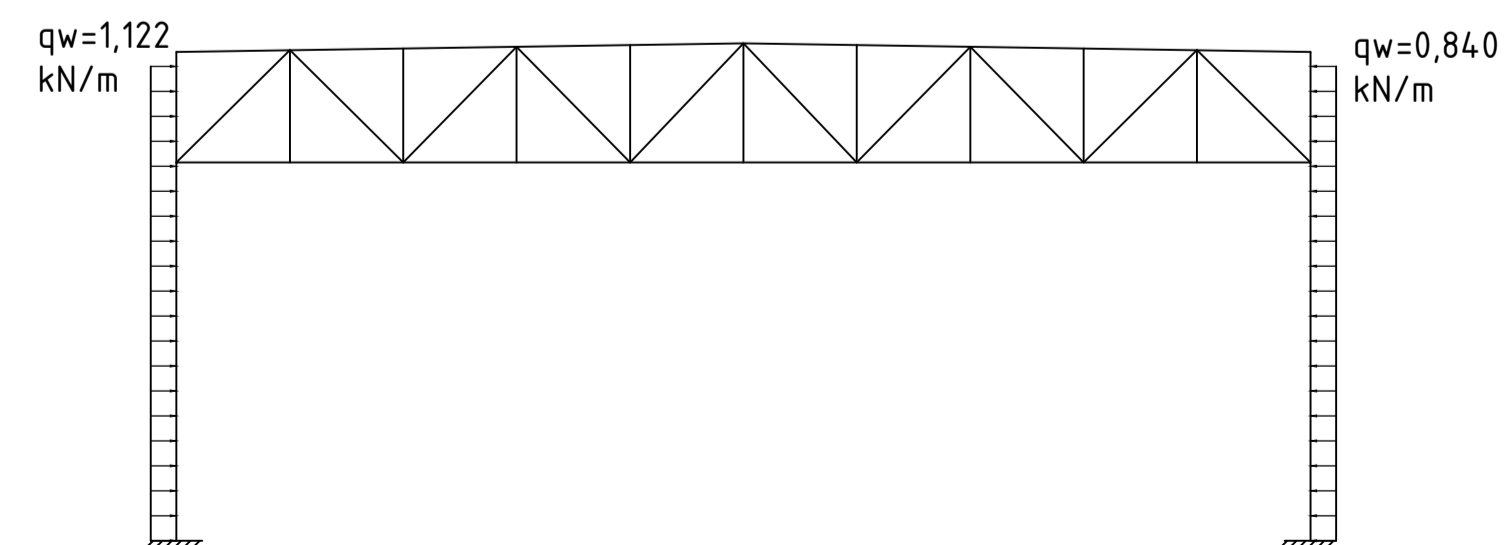
NUOLATINĖS APKROVOS SCHEMA



SNIEGO APKROVOS SCHEMA



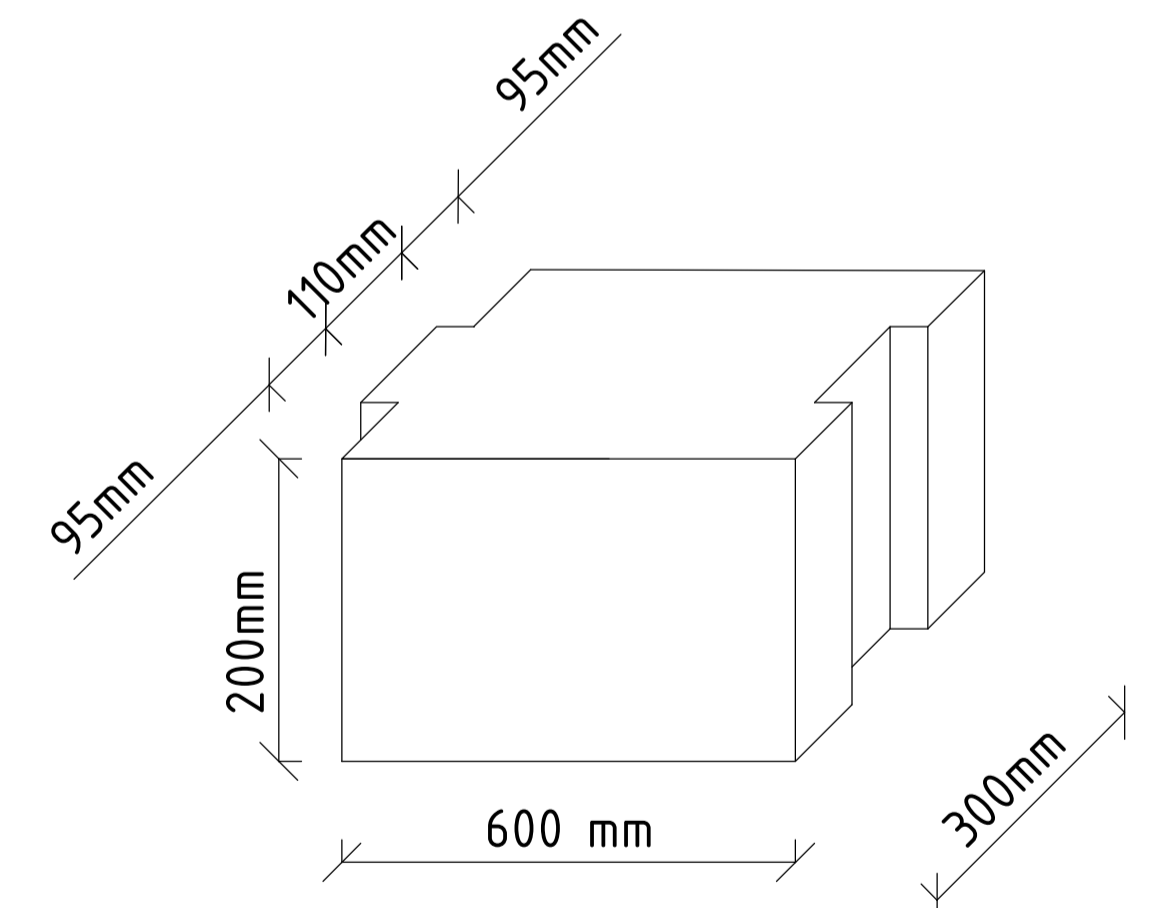
VĒJO APKROVOS SCHEMA



GAMINIO GAMYBOS IŠLAIDŲ SUVESTINĖ

Eil.nr	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Gamybos kainos per metus			1 m ³ gaminio gamybos kaina	
			Kiekis	Vnt. kaina be pvn	Suma, EUR	Kiekis,1m ³	Suma, EUR
0	Pagr. medžiagos:						
	Kalkės	t	3291.61	300	987482.12	0.111	33.315
	Smėlis	m ³	18464.7	4.634	85563.93	0.132	0.611
	Al pudra	kg	10205.1	4.5	45922.95	0.017	0.077
	Technologinės atliekos	t	182.94	0	0	0.462	0
	Iš viso:				1118969		34.003
1	Pagalbinės medžiagos	Eur	5% pagr.medž.		55948.45		1.7
2	Sandėliavimo išlaidos	Eur	8% pagr.medž.		0		2.72
3	Kuras ir energija						
4	Mazutas	m ³	480000	0.371	177942.54		
	Elektra	kwh	1400000	0.13	182460.61		
	Vanduo:						
	Nekanalizuotas	m ³	1911.9555	0.507	969.05		
	Kanalizuotas	m ³	2294.3466	1.06	2432.03		
	Tepalas	kg	30000	2.896	86886.01		
	Pagrindinis darbo užmokestis	Eur	-	-	85924	-	2.489
	Papildomas darbo užmokestis	Eur	8% pagr.darbo užmokestis	-	6873.92	-	0.199
5	Socialinis darbo užmokestis	Eur	31% pagr.darbo užmokestis	-	26636.44	-	0.771
6	Įrengimų išlaikymo ir eksploatavimo išlaidos	Eur	20% pagr.medž.	-	223793.8	-	6.482
7	Įrengimų nusidėvėjimas	Eur	2% pagr.medž.	-	22379.38	-	0.648
8	1m ³ gaminio savikaina ceche(1-9)	Eur	-	-	3110184.2	-	49.012
9	Bendrosios gamyklos išlaidos	Eur	100% pagr.darbo užmokestis	-	85924	-	2.489
10	Negamybinės išlaidos	Eur	20%10p.	-	622036.84	-	18.015
11	1 m ³ gaminio visa kaina (10-12)	Eur	-	-	3818145.1	-	69.516
12	Gaminio savikaina gamybos ceche	Eur	13p. Padauginus is gam. Tūrio	-		-	69.516
13	Pardavimo kaina	Eur	Ne mažiau kaip 8% pelno	-		-	75.077
14	Pardavimo kaina su pvn	Eur	15p.+21% pvn	-		-	90.843
15	1m ³ gaminio pardavimo kaina su pvn	Eur	16p. Padalijus iš gaminiotūrio	-		-	33.646

GAMINIO SCHEMA MASTELIS 1:100



Pastabos:

- Armatūra virinta kontaktiniu būdu;
- Kolonai naudojami C 20/25 klasės pagal aplinkos sąlygas XC2 betonas.
- Išilginę armatūrą sudaro 4 plieniniai strypai, kurių skersmuo Ø=16 mm;
- Skersinę armatūrą sudaro 30 x 4 plieniniai strypai, kurių skersmuo Ø=5 mm;
- Išilginės armatūros plieno klasė S500, skersinės - S500;
- Ant kolonos viršaus gamybos metu įrengiama 20 mm storio metalinė plokštelė metalinei santvarai pritvirtinti.

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas			MAGISTRINIO BAIGIAMASIS DARBAS	
SSM-5	Studentas	D. Pakalnis	2018-12-19	Akyto betono blokelių gamybos technologija	
	Vadovas	V. Sasnauskas			
	Konsult.	R. Bistrickaitė			
	Konsult.	O. Vilūnienė			
	Konsult.	V. Paukštys			
	Konsult.				
Pr. etapas	Statybinių medžiagų katedra			Lapas	Lapų
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas			2016-MBD-SM-K	5 5