

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**  
**STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ KATEDRA**

**Danielius Pečiulis**

**POLISTIRENINIO PUTPLASČIO GAMYBOS**  
**TECHNOLOGIJA**

**Magistro baigiamasis darbas**

**Darbo vadovas: doc. dr. Darius Pupeikis**

**Kaunas, 2016**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS  
STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ KATEDRA**

**POLISTIRENINIO PUTPLASČIO GAMYBOS  
TECHNOLOGIJA**

**Magistro baigiamasis darbas**

**Katedros vedėjas  
Doc. dr. V. Vaitkevičius**

**2016.01. \_\_**

**Vadovas  
Doc. D. Pupeikis**

**2016.01. \_\_**

**Recenzentas**

**2016.01. \_\_**

**Atliko  
SSM-4 gr. stud.  
D. Pečiulis  
2016.01. \_\_**

## **PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO PATVIRTINIMAS**

Patvirtinu, kad parengtas magistro baigiamasis darbas „Polistireninio putplasčio gamybos technologija“:

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

---

(vardas, pavardė, parašas, data)

ĮVADAS .....	11
1. STATYBOS REGLAMENTAVIMO IR TEISINĖS SĄLYGOS .....	12
1.1. Statybos leidimas .....	13
1.2. Statinio projekto ekspertizė ir statinio ekspertizė	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3. Statinio projekto vykdymo priežiūra .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4. Statinio statybos techninė priežiūra .....	14
2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS.....	15
2.1. Statybos vieta ir sklypo principiniai sprendimai .....	15
2.2. Sklypo ir statinio bendrieji rodikliai.....	15
2.3. Architektūriniai sprendimai.....	16
2.4. Konstrukciniai sprendimai.....	16
2.5. Stogo šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas.....	17
2.6. Suminis šiluminės varžos skaičiavimas:.....	18
3. KONSTRUKCINĖ DALIS .....	22
3.1. Apkrovų skaičiavimas .....	22
3.2. Nuolatinės apkrovos .....	23
3.3. Kompozitinės santvaros projektavimas .....	24
3.4. Mazgo „H“ projektavimas .....	27
3.5. Santvaros apatinės juostos montažinio mazgo projektavimas („K“ mazgas) ..	33
3.6. Statybinės pakylės projektavimas .....	36
4. TECHNOLOGINĖ IR ORGANIZACINĖ DALIS .....	37
4.1. Gaminio aprašymas .....	37
4.2. Gaminių asortimentas .....	37
4.3. Gaminių asortimento panaudojimas .....	37
4.4. Techninės charakteristikos .....	40
4.5. Reikalavimai.....	41

4.6.	Gamybinio pajėgumo skaičiavimas.....	42
4.7.	Gamybos proceso technologinės schemos aprašymas.....	43
4.8.	Technologinės linijos skaičiavimai .....	45
4.9.	Vertikalios kietinimo kameros apskaičiavimas.....	46
4.10.	Pagalbinių cechų ir gamybinių barų aprašymas.....	47
4.11.	Gamybos organizavimo dalis.....	48
4.12.	Gamybos kokybės kontrolė .....	48
5.	EKONOMINĖ DALIS .....	49
5.1.	Gamybos kaštų skaičiavimas gaminiui .....	49
6.	Darbo sauga bei saugos priemonės.....	54
6.1.	Gamybinė aplinka.....	54
6.2.	Darbo įrenginiai.....	55
6.3.	Gesintuvai ir priešgaisrinis inventorių .....	55
6.4.	Aplinkos apsauga.....	56
6.5.	Profesinės rizikos vertinimas.....	57
	IŠVADOS.....	64
7.	MOKSLINIS TIRIAMASIS DARBAS „POLISTIRENINIO PUTPLASČIO ŠMIRKIO SAVYBĖS VEIKIANT ŠALČIUI“ .....	65
	ĮVADAS.....	65
7.1.	Literatūros analizė .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.2.	Polistireninio putplasčio gamybos technologija. Lietuvos įmonių patirtis..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>	
7.3.	Lietuvos įmonių patirtis.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.4.	Polistireninio putplasčio stipruminės ir deformacinės savybės veikiant trumpalaikėms apkrovoms.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.5.	XPS Polistirolas.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.6.	Tiriamoji dalis .....	66
7.7.	Gniuždymo tyrimas .....	66

7.8. Ilgalaikio įimirkio tyrimas .....	69
7.9. Ilgalaikio įimirkio tyrimas veikiant šalčio ciklams .....	71
IŠVADOS .....	72
8. LITERATŪROS SĄRAŠAS .....	73

## UŽDUOTIS LAPAS 1

## UŽDUOTIS LAPAS 2



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**  
**STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ KATEDRA**

Magistro baigiamasis darbas

Polistireninio putplasčio gamybos technologija

Danielius Pečiulis

**ANOTACIJA**

**Tikslas.**Suprojektuoti polistireninio putplasčio gamyklą bei aprašyti jų gamybos technologiją. Aprašyti visą gamybos technologiją, parinkti reikalingus įrenginius. Sudaryti operacijų trukmių grafiką.

**Sprendimai.**Suprojektuota vieno aukšto putų polistirolu gamykla, kurios ilgis 24,40 m, plotis 18,40 m. Bendras gamyklos plotas – 432,00 m<sup>2</sup>, aukštis 9,25 m. Sklypo plotas 3187,50 m<sup>2</sup>. Gamykla statoma Marijampolės miesto pramoniniame rajone. Šalia gamyklos suprojektuota produkcijos sandėliavimo aikštelė, administracinis pastatas. Taip pat teritorijoje numatyta, automobilių saugojimo aikštelės, apsaugos tarnybos pastatas. Putų polistirolas gaminamas ir pakuojamas dalinai automatizuotoje konvejerine- agregatinėje linijoje. Supakuoti gaminiai sandėliuojami atviroje lauko aikštelėje- stoginėje.

**Rezultatai.** Technologinėje dalyje aprašyta gamybos technologija. Gamykla dirbdama dvejomis pamainomis pagamins 152768 m<sup>3</sup> putų polistirolu gaminių per metus. Gamyklos statybai, sklypui, gamybos įrangai ir jos montavimui reikės 606734,00 Eur, investicijos, kuri atsipirks per 2-3 metus. Tiriamojo darbo metu ištirta šalčio įtaka, polistirolu įmirkiui.

Reikšmingi žodžiai: polistirolas, gamyba, įrenginiai, santvara.

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

Master thesis

Foam polystyrene production technology

Daniulius Pečiulis

**ANNOTATION**

**The aim** of polystyrene plant and describe their technology. To describe the entire production technology, select the necessary facilities. To create the soak time schedule.

**Solutions.** Designed bungalows styrofoam factory, a length of 24,40 m, width 18.40 m. Total factory area - 432.00 m<sup>2</sup> and a height of 9.25 m. Lot Size 3,187.50 m<sup>2</sup>. The factory is being built in the industrial city of Marijampole district. In addition to the plant designed for production storage area, office building. There is also provided, parking lots, building guards. Foam polystyrene is produced and packaged partially automated konvejerine- agregatinėje line. Packaged products are stored in the open field aikštelėje- porch.

**Results.** The technological part describes the production technology. The plant working two shifts will produce 152,768 m<sup>3</sup> of expanded polystyrene products per year. Factory construction of the plot, production equipment and its installation will need to 606,734.00 EUR, the investment to pay off in 2-3 years. During research work investigated the influence of cold, soggy Styrofoam.

Key words: Styrofoam, The factory, girder.

## ĮVADAS

Magistriniame darbe nagrinėjama putų polistirolu gamybos technologija. Gamykla projektuojama Marijampolėje. Sklypo plotas, kuriame numatoma gamyklos teritorija yra 3187,50 m<sup>2</sup>. Projektuojamas pastatas yra 24,40 m ilgio, 18,40 m pločio. Bendras gamyklos plotas – 432,00 m<sup>2</sup>. Bendroje teritorijoje numatytos sandėliavimo aikštelės, administracinis pastatas, automobilių stovėjimo aikštelė, bei apsaugos tarnybos pastatas.

Projektuojant gamyklą nagrinėjami su jos statyba susiję teisiniai, architektūriniai, konstrukciniai, technologiniai, organizaciniai, ekonominiai bei saugaus darbo ir aplinkosaugos sprendimai. Svarbiausias tikslas sudarant teisinę dalį yra išnagrinėti sąlygas statybos leidimo gavimui, statybos priežiūros vykdymui, leidimo eksploatuoti gavimui, bei kitus klausimus susijusius su sėkminga statybos darbų vykdymo pradžia, statybos darbų eiga bei tinkamu pastato naudojimu. Architektūrinėje dalyje aprašomi pastato architektūriniai sprendimai – statybai pasirinkta vieta, karkaso bei kitų pastato elementų sandaros. Konstrukcinėje dalyje atliekami gamyklos santvaros konstrukciniai skaičiavimai. Apskaičiuojamos apkrovos, veikiančios santvarą ir parenkami tinkamiausi santvaros elementai.

Svarbiausi iškelti uždaviniai išsprendžiami technologinėje ir organizacinėje dalyje. Šioje dalyje projektuojama putų polistirolu gamybai pritaikyta technologinė linija, parenkami įrenginiai, bei apskaičiuojamas gamybos našumas. Pasirenkamas gamyklos našumas – 152768 m<sup>3</sup> per metus. Gamyklos pajėgumas leidžia jai dirbti trimis pamainomis.

Ekonominėje dalyje sudaroma sustambinta lokalinė sąmata, kuria skaičiuojama gamyklos pastatymo kaina. Įvertinus sąmatą, apskaičiuojama putų polistirolu kaina. Taip pat aprašoma darbo sauga ir aplinkosauga. Grafinėje dalyje pateikiami situacijos, sklypo išplanavimo, gamyklos planai, gamyklos pjūviai, fasadai. Pateikiamas konstrukcinis brėžinys, kuriame pateikiama santvara ir jos skaičiuoti mazgai.

# 1. STATYBOS REGLAMENTAVIMO IR TEISINĖS SĄLYGOS

Pagrindiniai statybos procesą reglamentuojantys dokumentai yra Lietuvos Respublikos statybos įstatymas ir statybos techniniai reglamentai. Remiantis šiais dokumentais projektuojamas pastatas priskiriamas ypatingų statinių kategorijai dėl potencialiai pavojingų įrenginių bei atliekamų potencialiai pavojingų darbų, dėl sudėtingų konstrukcijų ir sudėtingų technologijų. Statybos organizavimo būdas – rangos. Statinio statybos darbams vadovauja tik nustatyta tvarka atestuoti vadovai. [1]

Statinsys turi būti suprojektuotas taip, kad atitiktų visus šešis esminius statinio reikalavimus: „Mechaninis patvarumas ir pastovumas“, „Gaisrinė sauga“, „Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“, „Naudojimo sauga“, „Apsauga nuo triukšmo“, „Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“. [2]

Pradėti statinio statybos darbus leidžiama tik po to, kai užsakovas nustatyta tvarka gavo ir perdavė rangovui šiuos dokumentus:

- Statybos leidimą;
- Nustatyta tvarka parengtą ir patvirtintą statinio projektą;
- Statybvietės perdavimo ir priėmimo aktą su nustatytais priedais. Tarp jų turi būti užsakovo atliktų paruošiamųjų darbų įvykdymo dokumentai, kuriuose būtina nurodyti atliktų darbų trūkumus;
- Projektavimo sąlygų sąvadą, sąlygų laikiniams statiniams už statybvietės ribų įrengti ir projektavimo sąlygų statybos laikotarpiui energijai, vandeniui tiekti, ryšių paslaugoms tenkinti ir pan. kopijas;
- Statybos darbų žurnalą;

Pastato statybų procese dalyvauja pagrindiniai dalyviai: užsakovas, tyrinėtojas, statinio projektuotojas, rangovas, tiekėjas ir statinio statybos techninis prižiūrėtojas. Tam, kad statybos procesas vyktų darniai ir sklandžiai, kiekvienas iš statybos proceso dalyvių turi turėti atitinkamą kvalifikaciją, atestatus reikalingus konkrečiam statybos procesui, bei turėti statybos leidimą leidžianti užsiimti statybos darbais. Už tai, kad statybos darbus atliks tik tinkami darbuotojai, tiekėjai, tyrinėtojai, prižiūrėtojai ir rangovai atsakingas statybų užsakovas. Nuo jo tinkamų pasirinkimų priklausys statybos proceso kokybė. [1]

## 1.1. Statybos leidimas

Statybos leidimas išduodamas užsakovui arba statybos valdytojui, turinčiam statytojo įgaliojimus. Visiems statiniams, suprojektuotiems viename statinio projekte ir esantiems tiek statinio statybos sklype, tiek už jo ribų, tarp jų – ir laikiniams statiniams, statomiems statybos reikmėms, taip pat visoms statybos rūšims, numatytoms projekte išduodamas vienas statybos leidimas. Kad gautų statybos leidimą, Statytojas turi pateikti savivaldybės merui arba administracijos subjektui:

- Nustatytos formos prašymą;
- Žemės sklypo nuosavybės teisę patvirtinančius dokumentus;
- Statinio bendraturčių sutikimą;
- Sutartį su gretimo žemės sklypo savininku dėl šio sklypo dalies laikino naudojimo statybos metu;
- Statinio projektą;
- Statinio projekto ekspertizės išvadas;
- Statinio projekto patvirtinimo dokumentą;
- Atsakingos institucijos sprendimą dėl planuojamos ūkinės veiklos pasirinktoje vietoje leistinumą poveikio aplinkai požiūriu pagal Planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo įstatymą;
- Dokumentą dėl statinio statybos techninės priežiūros vadovo paskyrimo ir jo kvalifikacijos atestato kopiją;
- Statinių kadastrinių matavimų bylą ir pažymėjimą apie Nekilnojamojo turto registre įregistruotą statinį ir teises į jį.

Pateiktieji dokumentai, išskyrus kadastrinių matavimų bylos kopiją, išdavus statybos leidimą statytojui negražinami. Paruošti visi šie dokumentai pateikiami svetainėje „Info statyba“ svarstymui. Komisijai patikrinusi ir nustačiusi dokumentų atitikimą reikalavimams ir informacijos teisingumą, savivaldybės merui perduoda nurodymą suteikti leidimą statyti. Leidimas nuo išdavimo dienos galioja 10 metų, tačiau leidimo galiojimas gali būti nutrauktas jei taip nusprendžia teismas, jei nuo leidimo išdavimo dienos yra praėję 3 metai, o statybos nebuvo pradėtos arba statinys nebuvo pripažintas tinkamu naudoti per 10 metų.

Statybos darbų pradžia laikoma diena įrašyta į statybos darbų žurnalą po statybos leidimo išdavimo dienos pradėjus bet kuriuos statybos darbus. Statinio statybos darbai vykdomi pagal parengtą statinio projektą, bei rangovo parengtą darbo projektą laikantis visų reikalavimų nustatytų projekte. [3]

## 1.2. Statinio statybos techninė priežiūra

Statinio statybos techninė priežiūra yra užsakovo organizuota statinio statybos priežiūra, kurios tikslas – kontroliuoti, ar statinys statomas pagal statinio projektą, statybos rangos sutarties, įstatymų, kitų teisės aktų, normatyvinių statybos techninių dokumentų, normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų reikalavimus. Statinio statybos techninė priežiūra yra privaloma nepriklausomai nuo finansavimo šaltinių bei statinio nuosavybės formų, išskyrus I grupės nesudėtingus statinius. Statinio statybos techninis prižiūrėtojas savo veiklos rezultatus įformina, įrašydamas reikalavimus Statybos darbų žurnale. Statinio statybos techninio prižiūrėtojo parašas dokumentuose patvirtina jo reikalavimų vykdymą statinio statybos vadovui, o priimant atliktus darbus – tų darbų būtiną normatyvinę kokybę ir dokumentuose nurodytų statybos darbų kiekių sutikimą su faktiniais darbų kiekiais. Statinio statybos techninis prižiūrėtojas privalo: tikrinti, kad statybos darbai būtų atliekami pagal statinio projektą; kontroliuoti statybos metu naudojamų statybos produktų bei įrenginių kokybę ir neleisti jų naudoti, jeigu jie neatitinka statinio projekto, normatyvinių statybos techninių dokumentų, normatyvinių statinio saugos ir paskirties dokumentų reikalavimų, taip pat jei nepateikti statybos produktų kokybę patvirtinantys dokumentai; tikrinti atliktų statybos darbų kokybę bei mastą, informuoti užsakovą apie atliktus statybos darbus, kurie neatitinka statinio normatyvinės kokybės reikalavimų; tikrinti ir priimti paslėptus statybos darbus ir paslėptas statinio konstrukcijas, dalyvauti išbandant ir pripažįstant tinkamai naudoti inžinerinius tinklus, inžinerines sistemas, įrenginius, konstrukcijas; kartu su rangovu rengti statinio pripažinimo tinkamu naudoti dokumentus ir dalyvauti statinį pripažįstant tinkamu naudoti; atlikti bendrosios statinio statybos techninės priežiūros vadovo funkcijas, koordinuoti specialiąją statinio statybos techninę priežiūrą ir jos vadovų veiklą. Statinio statybos techninė priežiūra yra vykdoma nuo statybos pradžios iki statinio pripažinimo tinkamu naudoti. [6]

## 2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

### 2.1. Statybos vieta ir sklypo principiniai sprendimai

Statybos vieta: Vasaros g. 24A, Marijampolė.

Sklypo plotas: 3.2 ha.

Sklypo reljefas: lygus.

Užstatymo plotas: 432 m<sup>2</sup>.

Sklypas yra palankioje teritorijoje, rytinėje Marijampolės dalyje. Šiaurės kryptimi – Vasaros gatvė, Vakarų kryptimi – Gamyklų gatvė. Teritorijos privažiavimo keliai asfaltuoti. Pastatas projektuojamas sklypo centrinėje dalyje, aplink jį numatant asfalto dangą autotransportui, betoninių trinkelėlių takelius pėstiesiems bei apželdinamus plotus. Sklype projektuojami du įvažiavimai iš Vasaros gatvės. Šiaurinėje ir vakarinėje sklypo dalyse suprojektuotos automobilių stovėjimo aikštelės, kartu su jomis yra automobilių stovėjimo aikštelės žmonėms su negalia.

### 2.2. Sklypo ir statinio bendrieji rodikliai

Lentelė Nr. 2.1.

Pavadinimas	Matavimo vnt.	Kiekis
I. SKLYPAS		
Sklypo plotas	a	28,5
Sklypo užstatymo tankumas	%	21,89
Sklypo užstatymo intensyvumas	%	14,87
Statiniais užimtas žemės plotas	m <sup>2</sup>	424
Apželdintas plotas	m <sup>2</sup>	0
Trinkelėmis klojamas plotas	m <sup>2</sup>	0
Asfalto dangos plotas	m <sup>2</sup>	195
II. PASTATAS		

Pagrindinis	m <sup>2</sup>	294
Pagalbinis	m <sup>2</sup>	130
Pastato tūris	m <sup>3</sup>	2719,5
Aukštų skaičius	vnt.	1
Pastato aukštis	m	9,25

### 2.3. Architektūriniai sprendimai

Projektuojamas pastatas: vienaukštis 18,0 m pločio ir 24 m ilgio.

Pirmame aukšte numatomas polistireninio putplasčio gamybos patalpos. Pagrindinis įėjimas į pastatą šiaurinėje pusėje.

Pastato fasadai aptaisomi „RUUKKI“ daugiasluoksnėmis „sandwich“ statybinėmis plokštėmis WPV W 7034 (spalva pilka). Plokščių aukštis 0,925 m.

Vidaus sienos administracinėse patalpose dažomos, persirengimo patalpose, dušuose ir tualetuose – klijuojamos plytelėmis, o sandėlyje paliekamos „Sandwich“ skardos sienos.

Grindų danga administracinėse ir darbuotojų persirengimo patalpose – plytelės, sandėlyje – betoninė grindų danga.

Administracinėse patalpose bei darbuotojų persirengimo korpuse įrengiamos pakabinamos lubos.

Įėjimo į pastatą durys projektuojamos automatinės. Vidinės durys – plastikinės.

Langai – plastikiniai, dvigubi (1500x1200) nevarstomi.

### 2.4. Konstrukciniai sprendimai

**Pamatai.** Parinkti gelžbetoniniai surenkami pamatai, sudaryti iš plokštės ir pakolonio. Plokštės matmenys 1600x1600 mm, aukštis 300 mm, pakolonio matmenys 1000x1000 mm, aukštis 600 mm. Pamatų betonas C25/30. Pamatinės sijos monolitinės gelžbetoninės.

**Grindys.** Įrengiamos betoninės C25/30 betono armuotos grindys. Betono sluoksnis 250 mm. Grindų sėdimo siūlės įrengiamos kas 6,0 m kvadratais pagal sienas ir kolonas.

**Kolonos.** Projektuojamos surenkamos gelžbetoninės 400x400 mm kolonos (iš C30/37 sunkiojo betono), žingsnis 6,0 m.

**Santvaros ir sijos.** Suprojektuota 11,6 m dvišlaitės trapecinės formos metalinės santvaros iš stačiakampio bei kvadratinio profilio metalinių vamzdžių. Pastato kraštuose



suprojektuotos sijos IPN240, kurios tvirtinasi ant farchverkinių kolonų. Taip pat ant santvarų, žingsniu 1,5 m dedami ilginiai UPN 200.

**Ryšiai** projektuojami tarp santvarų ir kolonų. Ryšiai numatomi iš kvadratinio profilio metalinių profilių. Santvaros horizontalūs ryšiai ties apatine juosta įrengiami tam, kad būtų padidintas santvarų atsparumas susisukimui. Kryžminiai ryšiai įrengiami ties apatinės santvaros juostos mazgais. Šių ryšių paskirtis padidinti atsparumą susisukimui.

**Sienos.** Sienos montuojamos iš daugiasluoksnių „Ruukki WPB W“ plokščių, 200 mm storio, kurių šilumos perdavimo koeficientas  $U=0,27W/(m^2*K)$ . [8]

**Langai.** Plastikiniai langai dviejų stiklo paketu su aliuminio profiliu. Langų šilumos perdavimo koeficientas  $U=0,16W/(m^2*K)$ .

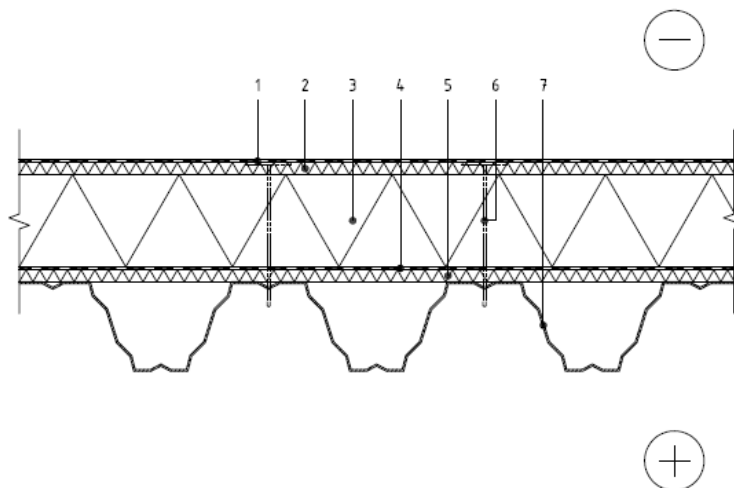
**Stogas.** Stogo konstrukcija, nuolydis, dangos ir naudojamos medžiagos parenkami atsižvelgiant į klimato sąlygas, architektūrinius reikalavimus, pastato paskirtį ir kt. Stogas dengiamas dviem izoliuojančio vandenį dangom, dedamas viršutinis ir apatinis sluoksniai, naudojama prilydoma bituminė danga. Dedama dviejų tipo mineralinė akmens vata – kietoji „PAROC ROB 60“ ir minkštoji „PAROC ROS 30“, vata dedama ant profiliuotos skardos profilio „Ruuki T45-60-905“, tarp vatų dedama difuzinė plėvelė. Visas stogo paklotas dedamas ant UPN 200 profilio. Taip pat uždengus stogą dedami ventiliaciniai kaminėliai, kad stogas ventiliuotųsi, nesikauptų kondensatas. Stogo nuolydžio kampas 5 laipsniai.

## 2.5. Stogo šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

2.2. len. Perdavimo koeficientai

Elemento pavadinimas	Šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{dec}$	Elemento storis $d_n$ , m.
2sl. Prilydoma bituminė danga	-	0,005-0,007
„PAROC ROB 60“, 20 mm, $\rho = 160kg/m^3$	0,040	0,02
„PAROC ROS 30“, 120 mm, $\rho = 120kg/m^3$	0,038	0,12
Garų izoliacija (polietileninė plėvelė), $\rho = 980kg/m^3$	-	-

„PAROC ROB 60“, 20 mm, $\rho = 100\text{kg}/\text{m}^3$	0,040	0,02
Profiliuotas skardo spaklotas	-	0,045



2.1. pav. Plokščiojo stogo ant profiliuoto skardos pakloto šiltinimo detalė

## 2.6. Suminis šiluminės varžos skaičiavimas:

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

čia:  $R_{si}$  - atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža (priklauso nuo šilumos srauto krypties pačioje konstrukcijoje);

$R_{se}$  - atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža (priklauso nuo šilumos srauto krypties pačioje konstrukcijoje);

$R_s$  – konstrukcijos vidinė šiluminė varža ( $\text{m}^2 \text{ K/W}$ );

Konstrukcijos šiluminė varža:

$$R_s = R_1 + R_2 \quad (\text{m}^2 \text{ K/W}); \quad (2.2)$$

Atitvaros šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = 1 / R_t \leq U_N \quad (\text{W}/\text{m}^2 \text{ K});$$

čia:  $R_t$  – suminė šiluminė atitvaros varža; (2.3)

$U_N$  – norminis šilumos perdavimo koeficientas (STR 2.05.01:2005 „PASTATŲ ATITVARŲ ŠILUMINĖ TECHNIKA“). [4].

Norminis šilumos perdavimo koeficientas, stogams apskaičiuojamas:

$$U_N = 0,25 \cdot K \quad W / m^2 K \quad (2.4)$$

čia:  $K$  – temperatūros pataisa

Temperatūros pataisa:

$$K = 20 / (\theta_i - \theta_e); \quad (2.5)$$

čia:  $\theta_i$  - vidinė oro temperatūra priklausomai nuo patalpų gamybinės paskirties: pramonės paskirties, skaičiavimuose priimu +18°C. [STR 2.01.09:2012 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ 2 priedas] [5].

$\theta_e$  - šildymo vidutinė sezono išorės vidutinė temperatūra pagal rajono klimatinį rajoną, Marijampolėje (+0,1°C). ([14], 2.6 lentelė **Statybinė klimatalogija**)

Pagal aukščiau pateiktas formules, suskaičiuoju stogo atitvaros vidinę šiluminę varžą, palyginu gautas reikšmes su normose pateiktomis. Gamybos paskirties pastatams pagal [STATYBOS TECHNINIS REGLAMENTAS STR 1.01.09:2003][5], kad pastate būtų vidutinė +18°C temperatūra, šilumos perdavimo koeficientas stogui numatomas ne didesnis kaip:

$$U_N = 0,25 \cdot K \quad W / m^2 K \quad ([15] \text{ 1 lentelė}). \quad (2.6)$$

Apskaičiuoju konstrukcijos šiluminę varžą  $R_s$  :

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \quad (m^2 K/W). \quad (2.7)$$

Pirmasis sluoksnis- 2sl. prilydoma bituminė danga:

$$r_1 = 0,04 \quad (m^2 K/W). \quad (2.8)$$

Antrasis sluoksnis- 20 mm storio šilumos izoliacija „PAROC ROB 30“, kurios  $\lambda_{2,ds} = 0,04 \quad W / (m \cdot K)$ .

Antrojo sluoksnio vatos šiluminė varža:

$$R_2 = d_2 / \lambda_{2,ds} = 0,02 / 0,04 = 0,5 \quad m^2 \cdot K / W \quad (2.9)$$

čia:  $d_2$  - antrojo sluoksnio storis;

$\lambda_{2,ds}$  - antrojo sluoksnio šiluminės varžos koeficientas.

Trečiasis sluoksnis- 120 mm storio šilumos izoliacija „PAROC ROS“, kurios:

$$\lambda_{2,ds} = 0,038 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K}) \quad (2.10)$$

Trečiojo sluoksnio vatos šiluminė varža:

$$R_3 = d_3 / \lambda_{3,ds} = 0,12 / 0,038 = 3,147 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W} \quad (2.11)$$

čia:  $d_3$  - trečiojo sluoksnio storis;

$\lambda_{3,ds}$  - trečiojo sluoksnio šiluminės varžos koeficientas.

Ketvirtasis sluoksnis- garo izoliacija, kurios

$$R_4 = 0,04 \text{ (m}^2\text{K)/W}.$$

Pentasis sluoksnis - 20 mm storio šilumos izoliacija „PAROC ROB“, kurios

$$\lambda_{2,ds} = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K}).$$

Konstrukcijos suminė šiluminė varža:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 0,04 + 0,5 + 3,157 + 0,04 + 0,5 = 4,227 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W} . \quad (2.13)$$

Apskaičiuoju suminę šiluminę atitvaros varžą  $R_t$ :

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0,10 + 4,237 + 0,04 = 4,377 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W} ; \quad (2.14)$$

čia:

Atitvaros išorinio paviršiaus šilumos atidavimo varža:  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W} ;$

Atitvaros vidinio paviršiaus šilumos atidavimo varža:  $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W} .$

Apskaičiuoju atitvaros šilumos perdavimo koeficientą:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{4,377} = 0,218 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}). \quad (2.15)$$

Norminis šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_N = 0,25 \cdot K = 0,20 \cdot 1,12 = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}); \quad (2.16)$$

čia:

$$K = \frac{20}{\Theta_i - \Theta_e} = \frac{20}{18 - 0,1} = 1,02; \quad (2.17)$$

$\Theta_i$  – patalpos vidaus temperatūra, (18 °C) [9] ;

$\Theta_e$  – šildymo sezono vidutinė išorės temperatūra, (0,1 °C) (pastatas statomas Marijampolėje).  
[9];

Pagal sąlygą:  $U=0,288 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_N=0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

**Išvada:** Pagal skaičiavimus gavau, kad izoliacija yra parinkta pakankama, nes reikšmių sąlygos tenkinamos.

### 3. KONSTRUKCINĖ DALIS

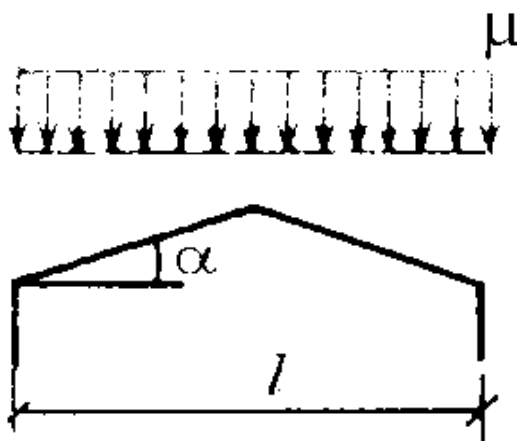
#### 3.1. Apkrovų skaičiavimas

##### Sniego apkrovos

Sniego apkrova tenkanti  $1m^2$  stogo paviršiui, imama priklausomai nuo Lietuvos sniego rajono. Esamu atveju priimama  $S_2$  sniego apkrovos rajonas, nes pastatas planuojamas statyti Marijampolėje.

Charakteristinė sniego dangos apkrova į stogo plokštumos projekciją:

$$s_k = 1,2kN/m^2;$$



3.1. pav. Sniego apkrovos skaičiuojamoji schema

Sniego apkrovos į horizontaliąją projekciją dydis nustatomas pagal formulę:

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,2kN/m^2;$$

Čia:  $\mu_i$  – stogo sniego apkrovos koeficientas;  $C_e$  – atodangos koeficientas;  $C_t$  – terminis koeficientas;  $s_k$  – sniego dangos ant  $1m^2$  horizontaliojo žemės paviršiaus svorio charakterinė reikšmė.

Ilginiai remiami į santvaros mazgus, išdėstomi kas 3 m. Sniego apkrova tenkanti ilginiui:

$$S_i = S \cdot b = 1,2 \cdot 3 = 3,6kN/m$$

Ilginiai planuojami 6 m. ilgio, todėl taškinė apkrova nuo sniego į esantį santvaros mazgą yra:

$$S_N = S_i \cdot l = 3,6 \cdot 6 = 21,6kN$$

Kraštiniuose mazguose apkrova yra per pus mažesnė:

$$S_N = 21,6 / 2 = 10,8kN$$

Skaičiuojant įrašas kompiuterine programa sniego apkrovos patikimo koeficientas  $\gamma_{Q_s} = 1,3$ .

Sniego maišo apkrova galima nevertinti, kadangi parapet parapeto aukštis

$$h = 0,5m < \frac{s_k}{2} = 0,6m$$

### 3.2. Nuolatinės apkrovos

Stogo apkrovos:

#### 3.1. Lent. Stogo apkrovos

Stogo elementai ir jų storiai	Charakteristinė apkrova, kN/m <sup>2</sup>	Patikimumo koeficientas, $\gamma_G$	Skaičiuotina apkrova kN/m <sup>2</sup>
Du sluoksniai ruloninės prilydomosios dangos	0,042	1,35	0,057
PAROC ROB 60 20mm	0,033	1,35	0,045
PAROC ROS 30 280 mm	0,31	1,35	0,420
Orą ir garus izoliuojantis sl.	0,0017	1,35	0,0023
Nuolydį formuojantis sl.	0,014	1,35	0,02
PAROC ROB 60 20mm	0,033	1,35	0,045
Profiliuotas skardinis lakštas	0,0818	1,35	0,110
$\Sigma$	0,412	$\Sigma$	0,556

Ilginiui tenkanti skaičiuotinė išskirstyta apkrova nuo stogo ir sniego:

$$q = S_i \cdot \gamma_Q + G_N \cdot b \cdot \gamma_G = 3,6 \cdot 1,3 + 0,412 \cdot 3 \cdot 1,35 = 6,338kN/m$$

Ilginis atremtas ant santvaros kaip dviaatramė sija, todėl jo lenkimo momentas apskaičiuojamas:

$$M = \frac{ql^2}{8} = \frac{6,348 \cdot 6^2}{8} = 28,558kNm;$$

Ilginis parenkamas S355 plieno, todėl:  $f_{y,d} = \frac{f_y}{\gamma_M} = \frac{355}{1,1} = 322,527MPa;$

Reikiamas skerspjūvio atsparumo momentas:

$$W_y = \frac{M_{\max}}{f_{y,d} \cdot \gamma_c} = \frac{28,558 \cdot 10^3}{322,527 \cdot 10^6 \cdot 0,9} = 0,0000982 = 98,2 \text{ cm}^3;$$

Paskaičiuojami ilginiai IPE160, kurio  $124 \text{ cm}^3$ ,  $M = 15,8 \text{ kg/m} = 0,158 \text{ kN/m}$ .

Visas ilginio svoris  $M_{\text{ilg}} = M \cdot l = 0,158 \cdot 6 = 0,938 \text{ kN}$ .

Susumuojama visa santvaros apkrova vienam mazgui:

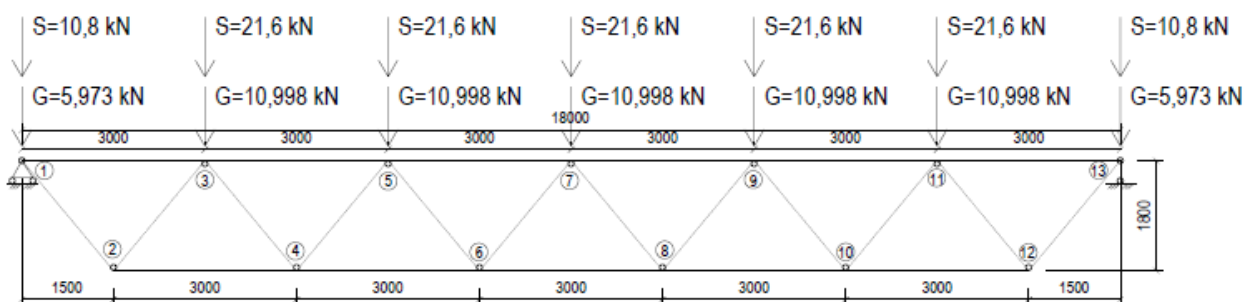
**3.2, Lent.** Apkrova vienam santvaros mazgui

Apkrova	Charakteristinė apkrova, kN	Patikimumo koeficientas, $\gamma_G$	Skaičiuotina apkrova kN
Stogo apkrova (deng+sant. sav. svoris)	10,04	1,35	13,56
Ilginio apkrova	0,946	1,35	1,277
Apkrova mazgui $\Sigma$	<b>10,998</b>		$\Sigma$ <b>14,85</b>
Apkrova kraštiniam mazgui $\Sigma$	<b>5,973</b>		$\Sigma$ <b>8,069</b>

### 3.3. Plieninės santvaros projektavimas

#### Įrašos

Įrašos skaičiuojamos programa „Robot Structural Analysis“.



**3.1. pav.** Santvaros skaičiuojamoji schema

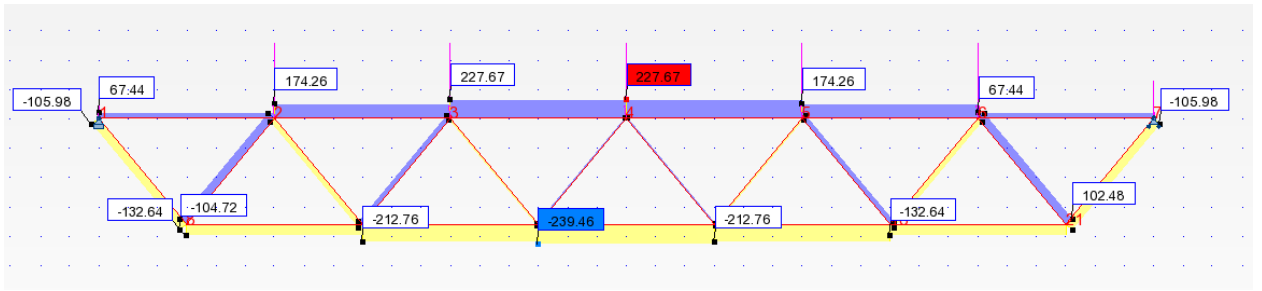
Pagal skaičiavimų rezultatus, pateiktus 3,4 paveiksluke, gavome tokias įrašas santvaros strypuose nuo nepalankiausio derinio (lent. 3.3.):



3.3. Lent. Įrašų lentelė

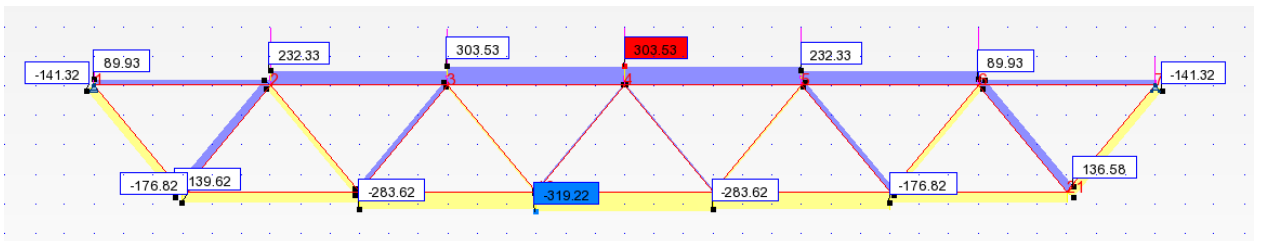
<b>Strypo numeris</b>	<b>Strypo įrašo tinkamumo ribiniam būviui, kN</b>	<b>Strypo įrašo saugos ribiniam būviui, kN</b>
<b>Viršutinė juosta</b>		
1-3	-65,34	-87,73
3-5	-172,26	-230,13
5-7	-225,47	-300,23
7-9	225,47	-300,23
9-11	-172,26	-230,13
11-13	-65,34	-87,73
<b>Apatinė juosta</b>		
2-4	129,64	173,52
4-6	210,46	273,62
6-8	235,46	315,22
8-10	210,46	273,62
10-12	129,64	173,52
<b>Spyriai</b>		
1-2	105,98	141,32
2-3	-102,48	-136,58
3-4	65,64	87,56
4-5	-60,76	-80,97
5-6	23,93	31,95
6-7	-19,05	-25,36
7-8	-19,05	-25,36
8-9	23,93	31,95
9-10	-60,76	-80,97
10-11	65,64	87,56
11-12	-102,48	-136,58
12-13	105,98	141,32

Įrašų diagrama tinkamumo ribiniam būviui:



3.2. pav. Iražų diagrama tinkamumo ribiniam būviui

Iražų diagrama saugos ribiniam būviui:



3.3. pav. Iražų diagrama saugos ribiniam būviui

## Plieninės santvaros mazgų projektavimas

### 3.4. Mazgo „H“ projektavimas

Šiame mazge viršutinė santvaros juosta jungiasi su gniuždomu tinklelio spyriu 2-3, kurio įrašą 136,58 kN ir tempiamu tinklelio spyriu 3-4, kurio įrašą 87,56 kN.

**Gniuždomojo tinklelio spyrio 2-3 ir santvaros apatinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas.**

*Santvaros viršutinės juostos, veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atspario tikrinimas.*

Įrašos ženklų koeficientas:  $\gamma_1 = 1$ , nes tinklelio elementas yra gniuždomas

Kadangi elementas yra gniuždomas, o santykis:

$$\frac{|N_1|}{A_0 f_{y,d}} = \frac{136,58 \cdot 10^3}{24,9 \cdot 10^{-4} \cdot 320,727 \cdot 10^6} = 0,14 < 0,5, \quad (3.1)$$

tai ašinės jėgos įtakos koeficientas  $\gamma_0 = 1$ .

$$\text{Santvaros juostos iškyša: } a = \frac{b_0 - b_1}{2} = \frac{0,14 - 0,09}{2} = 0,023 \text{ m.} \quad (3.2)$$

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_1 = \frac{h_1}{\sin \theta_1} = \frac{0,07}{\sin 50^\circ} = 0,09 \text{ m.} \quad (3.3)$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų:  $g = 0,039 / 2 = 0,0195 \text{ m.}$

Kadangi  $\frac{b_1}{b_0} = \frac{0,09}{0,14} = 0,64 < 0,9$  ir  $\frac{g}{c_1} = \frac{0,0195}{0,065} = 0,3 > 0,25$ , tai santvaros apatinės juostos,

veikiamos gniuždomojo spyrio, praspaudimo atsparis tikrinamas pagal nelybę:

$$|N_1| + \frac{1,5|M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (c_1 + g + \sqrt{2b_0 a})}{(0,4 + 1,8g / c_1) a \sin \theta_1}, \quad (3.4)$$

Čia  $\gamma_c = 0,95$  - darbo sąlygų koef.,  $\gamma_1 = 1$  - įrašos ženklų prijungiamajame elemente įtakos koef.,

lenkiamasis momentas tinklelio elemente ties juostos kraštu -  $M_1 = 0$ ;

$$\begin{aligned} 136,58 \cdot 10^3 + \frac{1,5 \cdot 0}{0,05} &< \frac{0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 320,727 \cdot 10^6 \cdot 0,006^2 (0,09 + 0,0194 + 2\sqrt{2 \cdot 0,14 \cdot 0,023})}{(0,4 + 1,8 \cdot 0,0195 / 0,065) \cdot 0,025 \cdot \sin 50^\circ} = \\ &= 152,201 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.5)$$

Santvaros apatinės juostos, veikiamos gniuždomojo strypo, praspaudimo atsparis yra pakankamas.

*Santvaros viršutinės juostos sienutės pastovumo atspario tikrinimas gniuždomojo spyrio prijungimo vietoje*

Koeficientas, įvertinantis juostos sienutės liaunį,  $\gamma_t = 1,0$ , nes

$$h_0/t_0 = 140/6 = 22,3 \leq 25.$$

Tikriname sąlygą:  $b_1/b_0 = 90/140 = 0,59 < 0,85$ ,

Todėl juostos sienutės atspario mazgo plokštumoje skaičiuoti nereikia.

*Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie apatinės juostos srityje*

Koeficientas, įvertinantis tinklelio elemento sienutės liaunį ir plieno stiprį,  $k = 1$ , nes

$$b_1/t_1 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{yd}^2 - 0,2 \cdot f_{yd} + 81,8, \quad (3.6)$$

$$90/5 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 322,727^2 - 0,2 \cdot 320,727 + 81,8, \quad (3.7)$$

$$17 < 42,77.$$

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys.

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant kvadratiniam skerspjūviui:

$$|N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{yd,1} A_1}{1 + 0,013 b_0 / t_0} \quad (3.8)$$

Čia lenkiamasis momentas tinklelio elemente  $M_2=0$ ;

$$136,58 \text{ kN} < \frac{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 320,727 \cdot 10^6 \cdot 12,5 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,14}{0,006}} = 314,473 \text{ kN} \quad (3.9)$$

Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

*Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas*

Virinti naudojama elektrodinė viela G35, kurios skersmuo  $d_w = 1,5 \text{ mm}$ , o charakteristinis stipris:

$$f_{vw,u} = 440 \text{ MPa};$$

Plieno stipris pagal stiprumo ribą

$$f_u = 410 \text{ MPa}$$

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \frac{440}{1,25} = 189,6 \text{ MPa}, \quad (3.10)$$

čia  $\gamma_{Mw} = 1,25$  - virintinės siūlės metalo patikimumo koef.

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5 \text{ MPa}, \quad (3.11)$$

Kertinės siūlės koeficientai:  $\beta_{wf} = 0,9$ ;  $\beta_{wz} = 1,05$ . (siūlės padėtis laiveliu)

Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} \leq f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}}, \quad (3.12)$$

$$167,9 \text{ MPa} < 189,6 \text{ MPa} < 184,5 \frac{1,05}{0,9} = 213,3 \text{ MPa}. \quad (3.13)$$

Elektrodinė viela apskaičiuota tinkamai.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atsparis turi tenkinti nelygybę:

$$\left( |N_1| + \frac{0,5|M_1|}{h_1} \right) \frac{0,75 + 0,01b_0/t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_1/\sin\theta_1 + b_1)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d}; \quad (3.14)$$

$$\frac{136,58 \cdot 10^3 \cdot (0,75 + 0,01 \cdot 0,14/0,006)}{0,9 \cdot 0,005 \cdot (2 \cdot 0,05/\sin 50^\circ + 0,09)} < 1 \cdot 189,6 \quad (3.15)$$

$$135,32 \text{ Mpa} < 189,6 \text{ Mpa}$$

Kertinių siūlių, jungiančių gniuždomą tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas.

Skaičiuojamasis siūlės ilgis:

$$l_{w,eff} = l - 2t = (2 \cdot 93 + 2 \cdot 90) - 2 \cdot 5 = 253 \text{ mm} \quad (3.16)$$

Čia  $t=5$  – plonesniojo iš jungiamųjų elementų storis.

Priimame, kad siūlės statinis  $k_f = 5 \text{ mm}$ .

Tikriname virintinę siūlę sąlyginiam kirpimui dviejuose pjūviuose:

Per siūlės metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} k_f \sum l_{w,eff} f_{vw,f,d} \gamma_c} = \frac{136,58 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,005 \cdot 0,253 \cdot 189,6 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,67 \leq 1,0 \quad (3.17)$$

Per sulydymo srities metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} k_f \sum l_{w,eff} f_{vw,z,d} \gamma_c} = \frac{136,58 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 0,005 \cdot 0,253 \cdot 184,5 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,58 \leq 1,0 \quad (3.18)$$

Kertinių siūlių atsparis pakankamas.

***Tempiamojo tinklelio spyrio 3-4 ir santvaros apatinės juostos jungties laikomosios galios tikrinimas.***

*Santvaros apatinės juostos, veikiamos tempiamojo tinklelio elemento, išplėšimo atspario tikrinimas.*

Iražos ženklo koeficientas  $\gamma_1 = 1,2$ , nes tinklelio elementas yra tempiamas.

Kadangi

$$\frac{|N_2|}{A_0 f_{y,d}} = \frac{87,356 \cdot 10^3}{24,9 \cdot 10^{-4} \cdot 320,727 \cdot 10^6} = 0,13 < 0,5, \quad (3.19)$$

tai santvaros juostoje veikiančios ašinės jėgos įtakos koeficientas  $\gamma_0 = 1$ .

Čia  $N_0 = 87,356 \text{ kN}$  - ašinė tempimo jėga,  $A_0 = 24,9 \text{ cm}^2 = 24,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$  - santvaros viršutinės juostos plotas,  $f_{y,d} = 320,727 \text{ N/mm}^2$  - tempiamasis stipris pagal takumo ribą.

$$\text{Santvaros juostos iškyša: } a = \frac{b_0 - b_2}{2} = \frac{0,14 - 0,09}{2} = 0,025 \text{ m.} \quad (3.20)$$

Tinklelio ir juostos sąlyčio atkarpos ilgis:

$$c_2 = \frac{h_2}{\sin \theta_2} = \frac{0,05}{\sin 50^\circ} = 0,065 \text{ m.} \quad (3.21)$$

Pusė tarpo tarp santvaros tinklelio strypų:  $g = 0,036/2 = 0,019 \text{ m}$ .

$$\text{Kadangi } \frac{b_2}{b_0} = \frac{0,09}{0,14} = 0,64 < 0,9 \text{ ir } \frac{g}{c_2} = \frac{0,019}{0,065} = 0,28 > 0,25, \quad (3.22)$$

tai santvaros apatinės juostos, veikiamos tempiamojo spyrio, išplėšimo atsparis tikrinamas pagal nelygybę:

$$|N_2| + \frac{1,5|M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 \gamma_0 f_{y,d} t_0^2 (c_2 + g + \sqrt{2b_0 a})}{(0,4 + 1,8g/c_2) a \sin \theta_2}, \quad (3.23)$$

Čia  $\gamma_c = 0,95$  - darbo sąlygų koef.,  $\gamma_1 = 1,2$  - įrašos ženklų prijungiamajame elemente įtakos koef., lenkiamasis momentas tinklelio elemente ties juostos kraštu –  $M_2 = 0$ ;

$$\begin{aligned} 87,356 \cdot 10^3 + \frac{1,5 \cdot 0}{0,05} &< \frac{0,95 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 320,727 \cdot 10^6 \cdot 0,006^2 (0,065 + 0,019 + \sqrt{2 \cdot 0,14 \cdot 0,023})}{(0,4 + 1,8 \cdot 0,019 / 0,065) \cdot 0,065 \cdot \sin 50^\circ} = \\ &= 253,05 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.24)$$

Santvaros apatinės juostos, veikiamos tempiamojo strypo, išplėšimo atsparis yra pakankamas.

*Tinklelio elemento atspario tikrinimas jo prijungimo prie apatinės juostos srityje*

Koeficientas, įvertinantis tinklelio elemento sienutės liaunį ir plieno stiprį,  $k = 1$ , nes

$$b_2/t_2 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot f_{y,d}^2 - 0,2 \cdot f_{y,d} + 81,8, \quad (3.25)$$

$$90/5 < 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot 320,727^2 - 0,2 \cdot 320,727 + 81,8, \quad (3.26)$$

$$17 < 42,77.$$

Nustatant sienutės liaunį, naudojami tinklelio skerspjūvio matmenys.

Tinklelio elemento atspario tikrinimo sąlyga esant kvadratiniam skerspjūviui:

$$|N_2| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \leq \frac{\gamma_c \gamma_1 k f_{y,d,2} A_2}{1 + 0,013 b_0 / t_0} \quad (3.27)$$

Čia lenkiamasis momentas tinklelio elemente  $M_2=0$ ;

$$87,536\text{kN} < \frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 320,727 \cdot 10^6 \cdot 22,9 \cdot 10^{-4}}{1 + 0,013 \cdot \frac{0,14}{0,006}} = 736,47\text{kN} \quad (3.28)$$

Tinklelio elemento atsparis jo prijungimo prie juostos srityje yra pakankamas.

*Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atspario tikrinimas*

Virinti naudojama elektrodinė viela G35, kurios skersmuo  $d_w = 1,5\text{mm}$ , o charakteristinis stipris:

$$f_{vw,u} = 440\text{MPa};$$

Plieno stipris pagal stiprumo ribą

$$f_u = 410\text{MPa}$$

Skaičiuotiniai siūlių stipriai:

$$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}} = 0,55 \frac{440}{1,25} = 189,6\text{MPa}, \quad (3.29)$$

čia  $\gamma_{Mw} = 1,25$  - virintinės siūlės metalo patikimumo koef.

$$f_{vw,z,d} = 0,45 \cdot f_u = 0,45 \cdot 410 = 184,5\text{MPa}, \quad (3.30)$$

Kertinės siūlės koeficientai:  $\beta_{wf} = 0,9$ ;  $\beta_{wz} = 1,05$ . (siūlės padėtis laiveliu)

Tikrinama, ar tinkamai parinkta elektrodinė viela

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} \leq f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wz}}{\beta_{wf}}, \quad (3.31)$$

$$167,9\text{MPa} < 189,6\text{MPa} < 184,5 \frac{1,05}{0,9} = 211,3\text{MPa}. \quad (3.32)$$

Elektrodinė viela parinkta tinkamai.

Virintinių siūlių, jungiančių tinklelio elementus prie juostų, atsparis turi tenkinti nelygybę:



$$\left( |N_2| + \frac{0,5|M_2|}{h_2} \right) \frac{0,75 + 0,01b_0/t_0}{\beta_{wf} k_f (2h_2 / \sin \theta_2 + b_2)} \leq \gamma_c f_{vw,f,d}; \quad (3.33)$$

$$\frac{87,536 \cdot 10^3 \cdot (0,75 + 0,01 \cdot 0,14 / 0,006)}{0,9 \cdot 0,005 \cdot (2 \cdot 0,05 / \sin 50^\circ + 0,09)} < 1 \cdot 189,6 \quad (3.34)$$

$$86,73 \text{ Mpa} < 189,6 \text{ Mpa}$$

Kertinių siūlių, jungiančių tempiamą tinklelio elementą su juosta, atsparis yra pakankamas.

Skaičiuojamasis siūlės ilgis:

$$l_{w,eff} = l - 2t = (2 \cdot 65 + 2 \cdot 90) - 2 \cdot 5 = 215 \text{ mm} \quad (3.35)$$

Čia  $t=5$  – plonesniojo iš jungiamųjų elementų storis.

Priimame, kad siūlės statinis  $k_f = 5 \text{ mm}$ .

Tikriname virintinę siūlę sąlyginiam kirpimui dviejuose pjūviuose:

Per siūlės metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} k_f \sum l_{w,eff} f_{vw,z,d} \gamma_c} = \frac{87,536 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,005 \cdot 0,235 \cdot 189,6 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,43 \leq 1,0 \quad (3.36)$$

Per sulydymo srities metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} k_f \sum l_{w,eff} f_{vw,z,d} \gamma_c} = \frac{87,536 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 0,005 \cdot 0,235 \cdot 184,5 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,38 \leq 1,0 \quad (3.37)$$

Kertinių siūlių atsparis pakankamas.

### 3.5. Santvaros apatinės juostos montažinio mazgo projektavimas („K“ mazgas)

Apatinei juostai jungti naudojamos jungės. Kadangi prie jungės jungiamas uždaro skerspjūvio profilis, jungiamieji varžtai iškeliami į išorę nuo profilio 100x100x5. Sujungimą veikia  $N_{Ed} = 319,22 \text{ kN}$  įraža. Kaip jungės naudojami 10.9 kokybės klasės varžtai M24 varžtai, jungės storis parenkamas - 20 mm.

Skaičiuotinis varžtų tempiamasis plieno stipris:

$$f_{bt,d} = 0,50 \cdot f_{bu} = 0,50 \cdot 1000 = 500 \text{ N} / \text{mm}^2. \quad (3.38)$$

Skaičiuotinis vieno varžto tempiamasis atsparis apskaičiuojamas:

$$F_{bt,Rd} = f_{bt,d} \cdot A_{b,net} = 500 \cdot 353 = 178500 \text{ N} = 178,5 \text{ kN}. \quad (3.39)$$

Centriškai tempiamų jungčių su uždaro profilio jungiamaisiais elementais stiprumas yra pakankamas, kai [[6] 8 priedas]:

$$N_{Ed} \leq n \cdot k_2 \cdot F_{bt,d}; \quad 20 \leq t_f \leq 40 \text{ mm},$$

$n$  – visas jungties varžtų skaičius;  $t_f$  – flanšo storis;  $k_2$  – koeficientas iš [[6] 8 priedo 2.5 lentelės]:  $k_2=0,85$ .

Reikiama svaržtų skaičius (STR 2.05.08:2005, 8 priedas):

$$n = \frac{N_{Ed} \cdot 1,1}{k_2 \cdot F_{bt,Rd}} = \frac{321,22 \cdot 1,1}{0,85 \cdot 178,5} = 2,54. \quad (3.40)$$

Priimame jungčiai  $n=4$  varžtus.

Varžtų išdėstymo apribojimai [[6] 7.31 lentelė] :

mažiausiai atstumai tarp varžtų centrų:  $2,5 \cdot d_0 = 2,5 \cdot 26 = 65 \text{ mm}$ ,

mažiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto :

$$1,5 \cdot d_0 = 1,5 \cdot 26 = 37 \text{ mm}$$

didžiausias atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto:

$$4 \cdot d_0 = 4,0 \cdot 26 = 106 \text{ mm}$$

didžiausias atstumas tarp varžtų centrų:  $8 \cdot d_0 = 8,0 \cdot 26 = 206 \text{ mm}$ .

$d_0$  - varžto skylės skersmuo ( varžtų skylės turi būti didesnės už varžto skersmenį) [[6] 7 priedas, 3.1 lentelė].

Kertinių siūlių, jungiančių jungę su jungiamuoju elementu, stiprumas turi būti tikrinamas dviejuose pjūviuose: per siūlės metalo pjūvį; per sulydimo srities metalo pjūvį. Tikrinamas suvirinimo siūlės stiprumas, kuri jungia apatinę juostą ir jungės plokštelę.

$l_{w,eff}$  – vienos virintinės (lyditinės) siūlės skaičiuojamasis ilgis, imamas 10 mm trumpesnis nei visas jos geometrinis ilgis.

Skaičiuojamasis siūlės ilgis:

$$l_{w,eff} = l - 10\text{mm} = (2 \cdot b_1 + 2 \cdot b_2) - 10 = (2 \cdot 100 + 2 \cdot 100) - 10 = 390\text{mm}. \quad (3.41)$$

Parenkamas kertinės siūlės statinis  $k_f = 6\text{mm}$ , nes mažiausias kertinės siūlės statinis  $k_{f,\min} = 6\text{mm}$ , kai storesniojo iš elementų storis  $t = 17 - 22\text{mm}$ . Pasirenkame tokią pačią elektrodingą vielą, kaip ir ankstesniuose santvaros mazguose.

Tikrinamas sąlyginis kirpimas [[6] 152 p.]:

- per siūlės metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} = \frac{317,22 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,006 \cdot 0,390 \cdot 220,0 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,70 \leq 1,0 \quad (3.42)$$

- per sulydymo srities metalą:

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} = \frac{317,22 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 0,006 \cdot 0,390 \cdot 213,5 \cdot 10^6 \cdot 0,95} = 0,68 \leq 1,0 \quad (3.43)$$

Sąlygos tenkinamos. [10] [11].

Tempiamų flanšinių jungčių atsparis vietinei skersinei jėgai tikrinamas pagal formulę:

$$V_{ioc} \leq \mu_h \sum_{j=1}^n F_{bhf,Rd,j};$$

čia:  $n$  – visas varžtų skaičius, kai prijungiamas uždarojo skerspjūvio elementas;  $\mu_h$  – trinties koeficientas.

Kontaktinė įraša, kai prijungiamas uždaro profilio skerspjūvis:

$$F_{bhf,Rd} = 0,1 F_{bh,t,Rd} = 0,1 \cdot 178,5 = 17,85\text{ kN}. \quad (3.44)$$

Jei vietinės skersinės jėgos nėra, jungtis tikrinama sąlyginei vietinei skersinei jėgai, kuri imama lygi:

$$V_{ioc} = 0,1 \mu_h N_{Ed} = 0,1 \cdot 0,25 \cdot 317,22 = 7,78\text{ kN}. \quad (3.45)$$

Jungiamų paviršių apdirbimo (nuvalymo) būdas nagrinėjama atveju - be apdirbimo, o varžtų reguliavimo būdas parenkamas pagal sukimo momentą, todėl  $\mu_h = 0,25$ .

Tempiamų flanšinių jungčių atsparis vietinei skersinei jėgai:

$$7,98 \leq 0,25 \cdot 4 \cdot 17,85 = 17,85\text{ kN}. \quad (3.46)$$

Skaičiuojame reikalingą užsukimo momentą:

$$M_{sukimo} = n \cdot K \cdot F_{p,cd} \cdot d = 1,06 \cdot 0,18 \cdot 154,35 \cdot 0,024 = 0,711 \text{ kNm}; \quad (3.47)$$

čia:

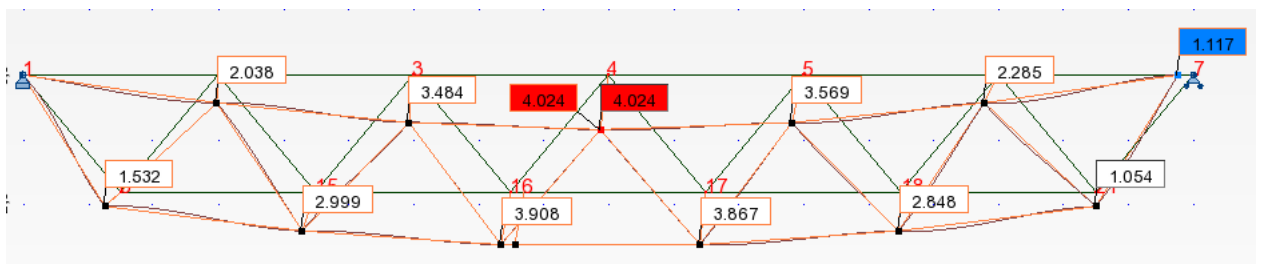
$$F_{p,cd} = 0,9 \cdot f_{bt,d} \cdot A_{b,net} = 0,9 \cdot 500 \cdot 343 = 156,55 \text{ kN}. \quad (3.48)$$

### 3.6. Statybinės pakyls projektavimas

Kai yra

plokštieji stogai, statybinė pakyla turi būti numatyta nepaisant tarpatramio dydžio, laikant ją lygia įlinkiui nuo charakteristinio derinio apkrovų, pridedant 1/200 tarpatramio dydžio.

Apskaičiuotas įlinkis nuo charakteristinio derinio apkrovų programa „Robot Structural Analysis“:  $d=0,011 \text{ m}$ ;



3.4 pav. Santvaros įlinkiai nuo charakteristinių apkrovų

Prie paskaičiuoto įlinkio pridedame 1/200 tarpatramio dydžio ir gauname statybinės pakyls aukštį:

$$\frac{l}{200} = \frac{18}{200} = 0,09 \text{ m};$$

$$d + \frac{l}{200} = 0,004 + 0,09 = 0,094 \approx 0,095 \text{ m}.$$

## 4. TECHNOLOGINĖ IR ORGANIZACINĖ DALIS

### 4.1. Gaminio aprašymas

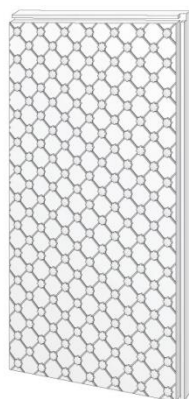
Projektuojamoje gamybos linijoje bus gaminama putų polistirolų plokštės, kurių pagrindinė sudedamoji dalis tai, polistireno granulės. Gamykloje bus viena pilnai automatizuota konvejerinė linija kuri gamins vienodo ploto, bet skirtingų storių plokštės bei skirtingų EPS klasių polistirolas. Koks gaminamas bus priklausys nuo užsakovo. Visi gaminiai pakaujami į polietileno plėvelę, gali būti sandėliuojami lauke trumpą laiką.

### 4.2. Gaminių asortimentas

Polistirenas gaminamas standartiškai dviejų ploto matmenų t.y. 500mmX1000mm. Ir 1000x1000mm. Storis gaminamas individualiai pagal užsakovą. Taip pat plokštės gaminamos be arba su „Špuntu“, plačiai naudojamas pastarasis variantas, naudojant kaip šiluminę izoliaciją, sumažinama šilumos nuostoliai per siūles. Polistirolas skirstomas pagal EPS klases, kurios svyruoja kaip pvz. EPS50...EPS200 ir kt. Taip pat gali būti įvairių kito polistireno klasių.

### 4.3. Gaminių asortimento panaudojimas

- EPS ir EPSn plokštės
- Formuotos EPS plokštės, šildomoms grindims



4.1 Pav.

Plokštės skirtos šildomoms grindims. Gaminamos iš EPS 100-EPS 200 markės polistireninio putplasčio. Teigiamos savybės: turi „spyną“ sukabinimui, kuri neleidžia

plokštėms atsiskirti betonuojant. Plokštės skirtos šildomoms grindims turi iškilimus, tarp kurių įspraudžiami vamzdeliai, kurių skersmuo 16 - 18 mm.

- EPS pakuotės

Polistireninės pakuotės šiuo metu pasaulyje plačiai naudojamos įvairios buitinės technikos (šaldytuvų, skalbyklių, viryklių ir kt.), elektroninių prietaisų (televizorių, kineskopų, audio-video aparatūros), maisto produktų (žuvies konteinerių, vienkartinę indų, mėsos padėklų ir kt.), suvenyrų ir kitų prekių pakavimui. Galime pagaminti ir specifinių savybių (dvigubo tankio ir kt.) pakuotes. Net nedidelis polistireninės pakuotės tūris gerai sugeria energiją. Ši pakuotė patikima, tvirta, gerai saugo nuo vibracijų, kritimų ir smūgių. Ji labai nelaidi šilumai, nejautri drėgmei, nenuodinga. Polistireninis putplastis yra chemiškai neutrali medžiaga, tinkanti maisto produktų pakavimui, jam lengva suteikti pačią įvairiausią formą. Pakuotė iš polistireninio putplasčio yra labai lengva, nes 98% jos tūrio sudaro oras. Pakuotė, lyginant su pakuojamo produkto kaina, turi būti labai pigi, neteršti aplinkos ir privalo būti perdirbama. Polistireninio putplasčio pakuotės visiškai tenkina šias sąlygas.

- EPS statybiniai blokėliai

Šie blokėliai yra liktinių klojinių sistema betonui, kuriam sustingus tampa apšiuuriamuoju sluoksniu išorės sienai. Konstrukcinis sienos elementas yra betonas. Blokėliai gaminami iš EPS 150 markės baEurojo polistireninio putplasčio arba neoporo ir pasižymi labai gera šilumine varža. Gaminami 3 rūšių (pagrindiniai, sąraminiai, perdangų), 4 skirtingų storių (fasado išorės apšiuurinamasis storis 50,100,150,200 mm) blokėliai ir 3 rūšių užsklandos. Privalumai: šiEurais ir sandarus pastatas, labai paprasta ir greita statyba, nereikalingi kvalifikuoti specialistai ir sunkiasvorė technika.



- Fasadų dekoravimas



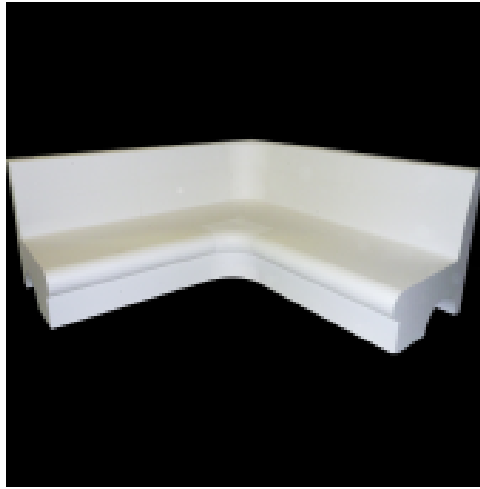
4.2 Pav.

- Tūrinė reklama



4.3 Pav.

- Gultų- sostų detalės



4.4 Pav.

#### 4.4. Techninės charakteristikos

<b>EPS tipas</b>	<b>EPS panaudojimas pagal ST 12455837.01:2005 „Atitvarų šiluminimas polistireninio putplasčiu“</b>
<b>EPS 50</b>	Išorinė siena su šilumos izoliacija viduje.  Stogas su šilumos izoliacija tarp gegnių.  Stogas su šilumos izoliacija po gegnėmis, apšildintas patalpoje.
<b>EPS 70</b>	Grindys su šilumos izoliacija po išlyginamuoju betono sluoksniu, apkrova, veikianti grindų paviršių, maža.
<b>EPS 70 Fr</b>	Fasadų šiltinimas - išorinė siena su šilumos izoliacija padengta tinku.
<b>EPS 70N (Neoporas)</b>	Grindys su šilumos izoliacija po išlyginamuoju betono sluoksniu, apkrova, veikianti grindų paviršių, maža.  Fasadų šiltinimas - išorinė siena su šilumos izoliacija padengta tinku.
<b>EPS 80</b>	Šildomoms grindims gyvenamuosiuose ir viešosios paskirties pastatuose.



	<p>Sutapdintas stogas (apatinis sluoksnis).</p> <p>Stogas su šilumos izoliacija virš gegnių.</p>
<b>EPS 100</b>	<p>Rūsio išorinė siena su šilumos izoliacija išorėje.</p> <p>Sutapdintas stogas (viršutinis sluoksnis).</p> <p>Stogas, apsaugotas ritinine dangą, vidutinė apkrova.</p> <p>Grindys su šilumos izoliacija po išlyginamuoju betono sluoksniu, esant sąlyčiui su gruntu.</p>
<b>EPS 150</b>	<p>Rūsio išorinė siena su šilumos izoliacija išorėje, didelė apkrova, veikianti šilumos izoliaciją.</p> <p>Stogas su ritinine dangą, stogo apkrova didelė.</p>
<b>EPS 200</b>	<p>Stogas su šilumos izoliacija, neapsaugotas nuo atmosferos kritulių.</p> <p>Grindys šaldytuvuose, vaisių, daržovių, mėsos bei kitų maisto produktų saugyklose.</p> <p>Grindys su šilumos izoliacija po išlyginamuoju betono sluoksniu, pramoninės paskirties pastatuose.</p>
<b>EPS T</b> <b>(Smūgio garso izoliacijai)</b>	<p>Smūgio garso izoliacijai plūdriosiose grindyse.</p>

## KLASIFIKACIJA

Remiantis 2003 m. rugsėjo 1 d. Lietuvoje įsigaliojusių standartu LST EN 13163:2003Eur polistireninis putplastis klasifikuojamas pagal stiprio savybes.

Atskirų EPS tipų naudojimo sritys

Standarte LST EN 13163 pateikiami galimi EPS tipai. Konkrečios panaudojimo sritys bei konkrečiam EPS tipui keliami minimalūs reikalavimai nurodomi Statybos taisyklių "**Atitvarų šiluminis polistireniniu putplasčiu**" **ST 124555837.01:2005** 14 skirsnyje ir 15 skirsnyje.

### 4.5. Reikalavimai

#### **Transportavimas.**

Plokštes ir plokščių paketus galima transportuoti bet kokios rūšies transportu, sutinkamai su

paketai turi būti apsaugoti nuo pažeidimų (reikia sukrauti horizontaliai, kad netyčia nepajudėtų, jų negalima krauti ant kitų gaminių, ir ant jų negalima krauti kitų gaminių, kurie gali sugadinti plokštes ir pan.).

#### **Laikymo sąlygos.**

Plokštės laikomos įpakavime, uždaroje, gerai vadinamoje patalpoje arba po stogine ant kieto, lygaus, švaraus ir sauso pagrindo, ne aukštesnėse kaip 3 metrai krūvose. Plokštes reikia saugoti nuo kritulių, tiesioginių spindulių poveikio ir mechaninių pažeidimų. Laikymo vieta turi būti įrengta pagal priešgaisrinės apsaugos taisyklių reikalavimus.

#### **Naudojimo instrukcija.**

Plokštes naudoja kaip termoizoliacinę medžiagą statyboje: sienoms, grindims, stogams arba kitoms konstrukcijoms. Jų storis ir markė nustatoma projektuojant pagal statybines normas arba kitų normatyvinių dokumentų nustatytas projektavimo sąlygas.

### 4.6. Gamybinio pajėgumo skaičiavimas

Atlikus rinkos tyrimus ir įvertinus gamyklos statybos kaštus buvo nustatytas Metinis gamyklos našumas 152768 m<sup>3</sup> produkcijos. Dirbama 248 dienas per metus, dviem pamainom, 6.4 val. per pamainą. Gamybinių pajėgumų skaičiavimai surašyti į 4.2 lentelę.

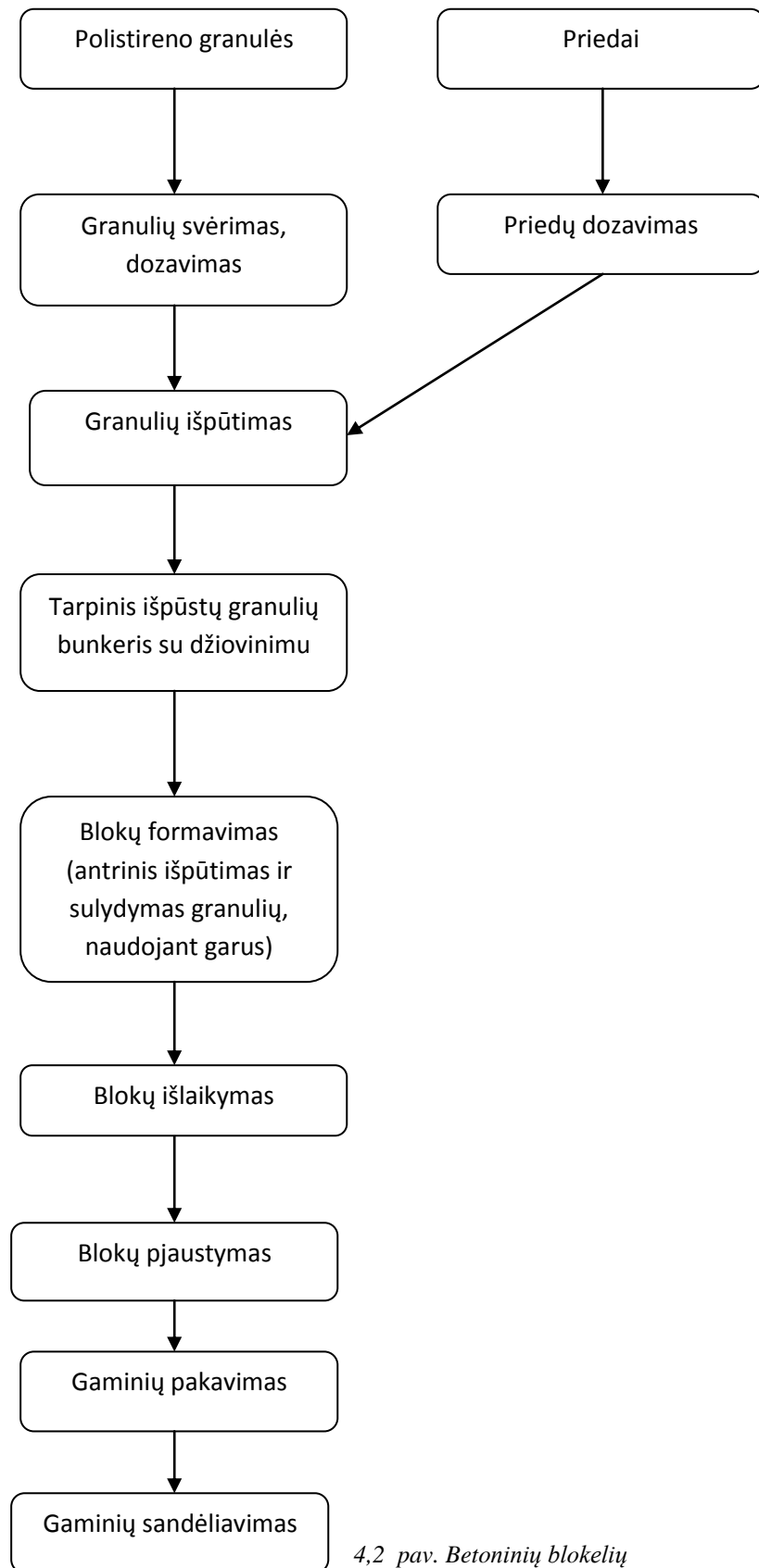
Lentelė Nr. 0.1 Gamybiniai pajėgumai

Gaminio pavadinimas		Betoniniai blokeliai	
Gamybos būdas		Konvejerinis	
Gaminio charakteristika	Gaminio matmenys	6100x1250x630	
	Gaminio tūris, m <sup>3</sup>	4.82	
	Gaminio masė, kg	62.66	
Gamybos pajėgumas	per metus	P <sub>mt</sub> , m <sup>3</sup>	152768
		P <sub>mv</sub> , vnt.	31744
	per parą	P <sub>pt</sub> , m <sup>3</sup>	616.96
		P <sub>pv</sub> , vnt.	128
	per pamainą	P <sub>pamt</sub> , m <sup>3</sup>	308.48
		P <sub>pamv</sub> , vnt.	64
per valandą	P <sub>ht</sub> , m <sup>3</sup>	28.2	
	P <sub>hv</sub> , vnt.	10	

#### 4.7. Gamybos proceso technologinės schemos aprašymas

*Konvejerinė gamyba* – tai tokia gamyba, kai procesas suskirstomas į eilę operacijų, atliekamų judančio konvejerio postuose. Konvejerinė gamyba susideda iš technologinės linijos su nuosekliai išdėstytais įrengimais, į kuriuos tam tikru metu paduodamos formos. Nuo posto iki posto gaminių transportavimas vyksta ritininiu transporteriu. Šiose linijose gaminys kietinamas nepertraukiamose kamerose. Konvejerinė gamyba rentabili masiškai gaminant vieno tipo gaminius. Konvejeriniame gamybos procese darbininkai ir įrengimai nejuda, o medžiagos ir darbo objektai juda. Operacijų trukmės skaičiuojamos vadovaujantis technologinio projektavimo normomis. Čia taip pat nesunkiai galima maksimaliai mechanizuoti ir automatizuoti gamybos procesą. Taigi, konvejerinės gamybos privalumai yra šie: didelis darbo našumas, geresnė kokybė, mažesnė gaminio savikaina.

### Polistireninio putplasčio gaminimo principinė schema



4,2 pav. Betoninių blokelių gaminimo principinė schema

## Medžiagų sandėliavimas

Polistirolo gamybai naudojamų medžiagų sandėliavimui nereikia įrenginėti specialių rezervuarų. Sudedamosios polistirolo medžiagos gali būti laikomos pačios gamyklos patalpose plastikiniuose rezervuaruose pvz.: polistireno granulės laikomos plastikinėse kolbose su metaliniu rėmu. Reikalingos dujos laikomos specialiuose tam skirtose rezervuaruose.

## Medžiagų dozavimas

Visi putų polistirolo komponentai yra dozuojami pagal masę. Medžiagos automatiškai, be operatoriaus dalyvavimo, dozuojamos kurių atitinkami kiekiai patenka ant transporterio. Vanduo tiekiamas iš pramoninių artezinių gręžinių tiesiai į vandens ir cheminių priedų dozatorių. Avarijos atveju naudojamas miesto vandentiekis.

## Polistireninio putplasčio pakavimas

Putų polistirolo pakavimas vykdomas gamyklos technologinėje linijoje. Pagrindinis procesas įpakavimas į plėvelę. Plėvelė naudojama užtikrinti supakuotų produktų stabilumui.. Supakuoti gaminiai vežami į lauko sandėliavimo aikšteles.

## Gaminių sandėliavimas

Pagaminta produkcija sandėliuojama atviro tipo aikštelėse ir stoginėse, šale gamyklos. Pakuotės su polistirolo pakuotėmis sudėtos ant medinių padėklų keliais aukštais . Stoginės reikalingos tam, kad gaminiai negautų UV spindulių. Gatavų gaminių produkcijai reikalinga aikštelė yra maždaug 6000m<sup>2</sup> ploto.

## 4.8. Technologinės linijos skaičiavimai

Konvejerinės technologinės linijos pamainos gamybinis pajėgumas skaičiuojamas pagal formulę: [12]

$$P_{\text{pam}} = \frac{60 \cdot V_g}{t_f} \cdot h = \frac{60 \cdot 4.82}{12} \cdot 6,4 = 154.48(m^3) \quad (4.1)$$

čia: h – darbo valandų skaičius, (6,4 h);

$V_g$  - formuojamo gaminio tūris srautinės agregatinės konvejerinės gamybos atveju arba

$$V_g = v_g \cdot n_g = 4.82 \cdot 1 = 4.82 (m^3); \quad (4.2)$$

$n_g$  – gaminių, telpančių į vieną padėklą slaičius, vnt;

$v_g$  – smulkaus gaminio tūris, ( $m^3$ );

$t_f$  - formavimo ciklo trukmė, min;

**Reikiamas formavimų agregatų skaičius:**

$$n_a = \frac{P_{pamt}}{P_{fpam}} = \frac{308.48}{154.48} = 1.996, \text{ priimu ; } 2,0 \quad (4.3)$$

**Reikalingas formų skaičius:**

$$n_k = \frac{60 \cdot 6.4}{t_f} \cdot n = \frac{60 \cdot 6.4}{6} \cdot 2 = 128 \text{ (formas)} \quad (4.4)$$

čia:  $a$  – konvejerio postų kiekis be kietinimo kamerų;

$n$  – pamainų skaičius;

$b$  – padėklų, esančių ant transportavimo įrenginių skaičius

#### 4.9. Vertikalios kietinimo kameros apskaičavimas

**Kietinimo kameros ilgis:**

$$L_k = n \cdot l_f + (n-1) \cdot l_1 + 2l_2 + 2\delta = 7 \cdot 0.8 + (7-1) \cdot 0.5 + 0.2 + 0.4 = 9.2 \text{ (m)} \quad (4.5)$$

čia:  $n$  – formų skaičius kameros ilgiui;

$l_f$  - formos matmuo, lygiagretus kameros ilgiui, (m);

$l_1$  – atstumas tarp formų vertikaliosios kameros ilgiui, m ( $l_1 = 0.5-0.6$ m) priimu: 0,5m;

$l_2$  – atstumas nuo formos galo iki kameros sienos, m ( $l_2 = 0.2-0.3$ m) priimu: 0,2m;

$\delta$  – kameros sienos storis su apšilimo sluoksniu ir paviršiaus apdaila, m ( $\delta = 0.3-0.4$ m) priimu: 0,4m;

**Kameros plotis:**

$$B_k = m \cdot b_f + (m-1) \cdot b_1 + 2b_2 + 2\delta = 7 \cdot 1.2 + 3 \cdot 0.5 + 2 \cdot 0.6 + 0.4 = 14.9 \text{ (m)} \quad (4.6)$$

čia:  $b_f$  - formos matmuo, lygiagretus kameros pločiui, m;

$m$  - formų skaičius kameros pločiui;

$b_1$  - atstumas tarp formos vertikaliosios kameros pločiui, m ( $b_1 = 0.5-0.6$ ) priimu 0,5 m;

$b_2$  - atstumas nuo formos šono iki kameros sienos, m ( $b_2 = 0.5-0.8$ ) priimu 0,5 m;

$\delta$  – kameros sienos storis su apšiuurinio sluoksniu ir paviršiaus apdaila, m ( $\delta = 0.3- 0.4m$ ) priimu 0,4m;

**Kameros aukštis:**

$$H_k = c \cdot h_f + h_1 + h_2 + h_3 = 9 \cdot 0.19 + 0.8 + 1.5 + 0.3 = 6.3m \quad (4.7)$$

čia:  $c$  – sudėtų formų skaičius kameros aukščiui;

$h_f$  – gaminio su padėklų aukštis, m;

$h_1$  – atstumas nuo grindų iki apatinės formos apačios, m ( $h_1 = 0,8 - 1,0$ ) priimu 0,8 m;

$h_2$  – atstumas nuo viršutinės formos iki kameros lubų, m ( $h_2 = 1,2 - 1,5$  m) priimu 1,5 m;

$h_3$  – kameros stogo storis, m ( $h_3 = 0,25 - 0,3$  m) priimu 0,3m;

#### 4.10. Pagalbinių cechų ir gamybinių barų aprašymas

**Produkcijos sandėlys:**

**Gaminių produkcijos sandėlio plotas:**

$$S_p = \frac{P_{pv} \cdot t_s \cdot k_1 \cdot k_2}{q_n} = \frac{616 \cdot 12 \cdot 1,5 \cdot 1,3}{0,5} = 28828.8(m^2) \quad (4.8)$$

čia:  $Q_n$  – gaminių atvežamų į sandėlį per parą kiekis,  $m^3$ ;

$t_s$  – gaminių sandėliavimo trukmė, paromis (10...14) priimu 12;

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

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

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

Gaminiai sandėliuojami lauko aikštelėje, bet ir viduje. Taupant sklypo plotą sandėliuojami gaminiai kraunami keliais aukštais.

#### 4.11. Gamybos organizavimo dalis

Šiame skyriuje pateikiami įrenginių ir darbuotojų operacijų trukmių grafikai, ciklogramos, bei apskaičiuojamas konvejerinės linijos ritmas. Ciklograma ir operacijų trukmių grafiką galima rasti A1 formato ketvirtajame lape.[12]

**Technologinės linijos ritmas (taktas):**

$$r = \frac{60}{T} \cdot n_1 \cdot n_2 = \frac{60}{337} \cdot 2 \cdot 1 = 12.00 \text{ (min)} \quad (5.1.)$$

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

$n_1$  – gaminių skaičius formoje;

$n_2$  – vienu metu į kietinimo kamerą transportuojamų formų skaičius.

#### 4.12. Gamybos kokybės kontrolė

Siekiant užtikrinti statybinių dirbinių kokybę, turi būti aiškiai apibrėžta įmonės darbuotojų atsakomybė už statybinių dirbinių atitikties įvertinimą. [12]

Gaminiai turi būti priimami įvertinant pradinės, operacinės, priimamosios, kontrolių ir periodinių bandymų rezultatus, bei gamintojo arba darnaus standarto reikalavimus. Pradinės kontrolės metu įvertinama medžiagų, ruošinių reikalingų busimų gaminių gamybai atitiktis. Operacinės kontrolės metu tikrinami technologiniai procesų parametrai ir jų atlikimo tvarka. Priėmimo kontrolės metu tikrinami gaminio kokybiniai parametrai ir įvertinama atitiktis.

Pagaminus gaminius ir juos parduodant pirkėjams turi būti išduodama atitikties deklaracija, kurias įmonė gauna iš sertifikavimo centro, taip gamintojas įrodo, kad jo gaminys atitinka visus keliamus reikalavimus. Pirkėjas privalo naudoti gaminį pagal paskirtį, atsižvelgdamas į atitikties deklaracijų charakteristiką arba įmonės darnaus standarto reikalavimus.



## 5. EKONOMINĖ DALIS

### 5.1. Gamybos kaštų skaičiavimas gaminiui

Putų polistirolo gamyklos kainai apskaičiuoti buvo sudaroma sustambinta sąmata (pateikta 1 priede). Sudarant šią sąmatą skaičiavimai buvo atliekami pagal parengtus projektinius brėžinius, sustambintus darbų, konstrukcinių elementų vienetų kiekių skaičiavimus. Apytikslė gamyklos statybos kaina yra lygi 202734,00 Eur. produkcijos gamybai reikalingų įrenginių bei mašinų įrengimas kainuos 380000,00 Eur. Žemės įsigijimo ir kitų statinių: administracinio, produkcijos ir sandėliui kaina lygi 240000 Eur. Taigi įvertinus visas išlaidas, reikalingas užbaigti gamyklos įrengimo darbus bei jai tinkamai pradėti veikti, gauta suma lygi 606734 Eur. Planuose, kad ši investicija atsipirks per 2,5 metų. Taip pat apskaičiavus šias išlaidas, apskaičiuota amortizacinių atskaitymų suma, kuri būtentir reikalinga gaminių savikainai apskaičiuoti. [13] [14].

Amortizaciniai apskaitymai:

$$\frac{\text{pastato kaina}}{\text{past. naudojimo laikas}} + \frac{\text{įrengimų kaina}}{\text{įr. naudojimo laikas}} = \frac{202734}{50} + \frac{380000}{5} = 80055 \text{ Eur}$$

Šios pradinės išlaidos įvertinamos apskaičiuojant gaminamos produkcijos pardavimo kainas. Nustatau polistirolo kainą rinkoje, įvertinau pagrindinių bei pagalbinių gamybai reikalingų medžiagų kainas, sandėliavimo išlaidas, energijos išlaidas, taip pat išlaidas darbuotojų atlyginimui, mokesčius, amortizacinius nuostolius. Gautus rezultatus matome lentelėse.

Bendras įmonės metinis našumas 152768 m<sup>3</sup>/metus.

Lentelė Nr. 0.2 Energijos poreikavimas 1m<sup>3</sup> gaminių

Energijos rūšis	Kiekis 1-am gaminiui pagaminti	Energijos vieneto kaina, EUR
Elektros energija, kW/h	4,25	0,12

Lentelė Nr. 0.3 Atlyginimai pagal kategorijas

Kategorija	1	2	3	4	5	6
Valandos kaina, Eur/h	11,73	13,20	16,03	18,41	19,94	23,04
Vidutinis mėnesinis atlyginimas dirbant 170 val. Per mėnesį	577,50	649,90	789,20	906,40	981,80	1134,20

Lentelė Nr. 0.4 Pagrindinių įmonės darbuotojų atlyginimai

Pareigybės	Mato vnt.	Mėnesio atlyginimas	Metų atlyginimas
Gamybos vadovas- operatorius (IV)	Eur	906.40	10876.80
Sandėlio darbuotojas (III)	Eur	789.20	9470.40
Sandėlio darbuotojas (III)	Eur	789.20	9470.40
Sandėlio darbuotojas (III)	Eur	789.20	9470.40
Pagalbinis (I)	Eur	577.50	6930
Gamybos vadovas- operatorius (IV)	Eur	906.40	10876.80
Sandėlio darbuotojas (III)	Eur	789.20	9470.40
Sandėlio darbuotojas (III)	Eur	789.20	9470.40
Sandėlio darbuotojas (III)	Eur	789.20	9470.40
Pagalbinis (I)	Eur	577.50	6930
<b>Viso:</b>			<b>92436</b>

Lentelė Nr. 0.5 Administracijos darbuotojų atlyginimai

Darbuotojų skaičius	Pareigybės	Matavimo vnt.	Mėnesio atlyginimas	Metų atlyginimas
1	Direktorius	Eur.	1300,00	15600,00
1	Administratorė-apskaitininkė	Eur.	600,00	7200,00
1	BuhaEurere	Eur.	600,00	7200,00
1	Tiekimo- pardavimų vadybininkas	Eur.	800,00	9600,00
<b>Viso:</b>			<b>39600,00</b>	

Metinis BMB gamybos našumas 152768 m<sup>3</sup>/metus.

Lentelė Nr. 0.6 Polistireninio putplasčio gamybos kaštų sąmata

Eil. Nr.	Pavadinimas	Matavimo vnt.	Gamybos kainos per metus			1 m <sup>3</sup> gaminio gamybos kaina	
			Kiekis	Vnt. kaina be PVM	Suma, Eur	Kiekis 1m <sup>3</sup>	Suma, Eur
1	2	3	4	5	6	7	8
0	<b>Pagr. medžiagos</b>						
	Nepūstos granulės	m <sup>3</sup>	190960,00	18,50	2864400,00	1,30	24,05
1	Viso :	----			<b>2864400,00</b>		<b>24,05</b>

2	Pagalbinės medžiagos	Eur.	5% nuo pagr. medž.	-	143220,00	-	0,91
3	Sandėliavimo išlaidos	Eur.	8% nuo pagr. medž.	-	229122,00	-	1,20
4	<b>Kuras ir energija</b>						
	elektros energija	kWh	140838,00	0,12	16900,50	0,921	0,11
5	Pagrindinis darbo užmokestis	Eur.	-	-	132036,00	-	0,86
6	Papildomas darbo užmokestis	Eur.	8% nuo pagr. darb. užmok.	-	10563,00	-	0,07
7	Socialinis draudimas	Eur.	31% nuo viso darb. užmok.	-	40931,00	-	0,26
8	Įrengimų išlaikymo ir eksploataavimo išlaidos	Eur	20% nuo pagr. medž.	-	572880,00	-	3,74
9	Įrengimų nusidėvėjimas	Eur	2% nuo pagr. medž.	-	57288,00	-	0,27
10	gaminio savikaina ceche (1-9)	Eur	-	-	4067340,00	-	29,92
11	Bendrosios gamyklos išlaidos	Eur	100% nuo pagr. darb. užmok	-	132036,00	-	0,86
12	Negamybinės išlaidos	Eur	20% nuo 10p.	-	813468,00	-	5,32
13	gaminio visa savikaina (10-12)	Eur	-	-	5012844,00	-	37,65
14	Pardavimo kaina	Eur	5-10 % pelno	-	-	-	41,42
15	Pardavimo kaina su PVM	Eur	14p.+21% PVM	-	-	-	<b>50,20</b>

Pastabos: Vandens aprūpinimui užtikrinti įrengiamas pramoninis artezinis šulinys (elektrinių siurblių suvartojama energija įtraukiama į bendrą elektros energijos kainą). Nuotekos: nusodinamos, valomos ir panaudojamos pakartotinai technologiniame procese.

Lentelė Nr. 0.7 Polistireninio polistirolro techniniai ekonominiai metiniai rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklių pavadinimai	Matavimai	Reikšmė
1	Gamybinis plotas	m <sup>2</sup>	432
2	Metinis įmonės našumas:		

	a.) produkcijos apimtis	m <sup>3</sup> /vnt	152768 / 31744
	b.) pinigine išraiška	Eur	766895,60
3	Pagrindiniu dirbančiųjų skaičius	žm.	14
	Išdirbis:		
4	a) produkcijos apimtimi	m <sup>3</sup> /žm	10912,00
	b) pinigine išraiška	Eur/žm	54778,25
	Gaminio savikaina:		
5	a) vieneto	Eur/ m <sup>3</sup>	29,92
	b) metine	Eur.	4067340,00
	Pelnas:		
6	a) vieneto	Eur.	4,14
	b) metinis	Eur.	551412,80
7	Gamybos rentabilumas	%	10

5.7 lentelė. Suvestinė kaina.

Eil. Nr.	Skyriaus, objekto darbų ir išlaidų pavadinimas	Sąmatinė vertėt. Eur.			
		SMD	Įrenginiai	Kitos išlaidos	Iš viso
1	2	3	4	5	6
I	Sklypo įsigyjimo kaina	-	-	20550.00	20550.00
II	Statybos aikštelės paruošimas 3%	-	-	-	6439.53
III	Statinio statyba ir įrengimas	202734,00	380000,00	48615.96	631349.96
IV	Projektavimo ir inžinerinės paslaugos	-	-	-	22989.14
4.1	Projektavimo darbai	-	-	-	16552.18
4.2	Techninė priežiūra	-	-	-	3218.48
4.3	Autorinė priežiūra	-	-	-	1609.23
4.4	Ekspertizė	-	-	-	1608.94
V	Kitos išlaidos	-	-	-	11231.84
VI	Užsakovo rezervas	-	-	-	23137.58
	Viso:	202734.00	380000.00	69165.96	715698.05

## 6. Darbo sauga bei saugos priemonės

Norint užtikrinti darbuotojams saugų darbą įmonėje, yra nustatyti darbų saugos reikalavimai ir kiekvienas darbuotojas su jais yra supažindintas. Kiekvienam darbuotojui privalo būti sudarytos saugios ir sveikos darbo sąlygos. Darbo vietos turi būti įrengtos taip, kad jose dirbantys darbuotojai būtų apsaugoti nuo galimų traumų, jų darbo aplinkoje nebūtų sveikatai kenksmingų ar pavojingų rizikos veiksnių. Įrengiant darbo vietas turi būti įvertintos darbuotojo fizinės galimybės.

Veikiančiai putų polistirolų gamybos įmonei yra nustatyta sanitarinė apsaugos zona, dėl to, jog į aplinką ji skleis cheminę ir fizikinę taršą. Pagal šią taršą jai nustatoma 500 m apsauginė sanitarinė zona.

Putų polistirolų gamykloje, kuri randasi Marijampolėje yra parenkama konvejerinė-agregatinė gamybos technologija. Tokioje gamybos linijoje galimos įvairios grėsmės. Šioje linijoje veikia aukšto slėgio įrenginiai. Aukšto slėgio talpos atskirtos nuo bendros erdvės kitose patalpose. Pagaminti gaminiai specialiais vežimėliais transportuojamos į džiovavimo kamerą, kadangi gaminiai yra pakankamai lengvi susižeisti pavojus minimalus. Gaminiam pjaustyti naudojamos įkaitintos vielos kurios veikia pilnai automatizuotai tad pjaustymo metu prie įrenginio eiti draudžiama, esant reikalui įrenginį galima išjungti. [11]

Asmeninės apsaugos priemonės yra paskiriamos naudojimui, kai rizikos negalima išvengti arba apriboti bendrais techninėmis apsaugos, organizavimo priemonėmis, metodais ar darbo tvarka. Darbuotojai yra aprūpinti asmeninėmis apsaugos priemonėmis, kurios apsaugo nuo galimai kenksmingų sąlygų ir pavojingų veiksnių, esančių darbo vietoje. [15]

### 6.1. Gamybinė aplinka

Darbo sąlygos ir darbuotojų sveikata priklauso nuo šiluminės aplinkos, užterštumo dulkių, triukšmo, apšvietimo bei kitų parametrų.

Darbo patalpų šiluminės aplinkos parametrai yra: oro temperatūra, oro santykinis drėgnumas, oro judėjimo greitis bei šiluminio spinduliavimo intensyvumas. Lengvas, daugiausia sėdimas darbas žiemos sąlygomis (šalio mėnesiais). Atstojamoji temperatūra turi būti nuo 20 C iki 24 C, t.y.  $(22 \pm 2)C$ , (šalio mėnesiais)- nuo 23 C iki 26 C, t.y.  $(24,5 \pm 1,5) C$ . Oro santykinis drėgnumas- 40 – 60 % [12].

Darbo patalpų ir darbo vietų natūralaus ir dirbtinio apšvietimo mažiausios apšvietos ribinės vertės atitinka keliamus reikalavimus Kadangi įmonės patalpose nėra pakankama natūralaus apšvietimo, todėl įrengtas mišrus apšvietimas- natūralus ir dirbtinis. Natūralus apšvietimas - per sienose įrengtus langus, dirbtinis - elektros šviestuvų skleidžiama šviesa

darbo patalpose. Darbo vietų dirbtiniam vietiniam apšvietimui turi būti naudojami šviestuvai su neperšviečiamais reflektoriais (atšvaitais). Šviestuvai turi būti išdėstyti taip, kad lempų skleidžiamas šviesos srautas neakintų darbuotojų tiek jų darbo vietoje, tiek kitose darbo patalpos vietose. [13].

Triukšmo poveikio lygis darbo patalpose neturi viršyti viršutinės ekspozicijos vertės veiksmams pradėti - 85 dBA. Nustatant, kad viršijamos nurodytos ekspozicijos vertės, kurioms esant pradedami darbuotojų apsaugos nuo triukšmo veikimo veiksmai, neatsižvelgiama į tai, kad naudojamosi asmeninėmis klausos apsaugos priemonėmis, tai yra bet kuriuo atveju įgyvendinamos visos reikiamos priemonės darbuotojų apsaugai nuo triukšmo veikimo, nežiūrint ir į tai, kad naudojamosi asmeninėmis klausos apsaugos priemonėmis.

Kuomet triukšmo keliamos rizikos negalima išvengti įgyvendinant bendrąsias priemones, darbuotojai yra aprūpinami asmeninėmis klausos apsaugos priemonėmis. [14].

## 6.2. Darbo įrenginiai

Darbo įrenginiai, kuriais naudojasi darbuotojai įmonėje: valdymo puEuras, formavimo, pjaustymo ir pakavimo įrenginiai. Jie tinkami ir pritaikyti darbui atlikti. Taip pat įrenginiai nekenkia darbuotojų saugai ir sveikatai.

Darbdavio pareiga sudaryti darbuotojams saugias ir sveikatai nekenksmingas darbo sąlygas visais su darbu susijusiais aspektais, privalo imtis reikiamų priemonių, kad būtų laikomasi šiuose nuostatuose nurodytų darbuotojų saugos ir jų sveikatos apsaugos reikalavimų darbo įrenginiams ir kurios užtikrintų, kad darbo įrenginiai, kuriais naudojasi darbuotojai įmonėje, būtų tinkami arba pritaikyti darbui atlikti, nekenktų darbuotojų saugai ir sveikatai. [16]

## 6.3. Gesintuvai ir priešgaisrinis inventoriūs

Gaisro kilimas ir plitimas priklauso nuo daug faktorių: oro kaitos, statinio termoizoliacijos, priešgaisrinės sistemos, vėdinimo sistemos, elektros instaliacijos, kitų degių medžiagų.

Gesintuvų tipas ir skaičius įmonėje nustatytas atsižvelgiant į galimo gaisro klasę, gesinimo priemonių tinkamumą gaisrui gesinti, veiksmingumą, maksimalų gesinimo plotą, patalpose ar įrenginiuose naudojamų medžiagų savybes, taip pat patalpų kategoriją pagal sprogimo ir gaisro pavojų, patalpose naudojamų ir laikomų medžiagų fizikines bei chemines savybes.

Gamykloje yra įrengiama automatinė gaisro gesinimo sistema, priešgaisrinė signalizacija. Pusė gesintuvų yra pritaikyti gesinti veikiančius elektros prietaisus. Kilus gaisrui automatiškai įsijungia avarinis apšvietimas ir evakuaciniai ženklai. Visi darbuotojai yra supažindinami su priešgaisrinės saugos taisyklėmis. Aiškiai matomose vietose įrengiami evakuaciniai planai. Kilus gaisrui konvejerinė- agregatinė linija yra stabdoma automatiškai.

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

Šioje gamybos paskirties įmonėje kilnojamų gesintuvų kiekis yra 2 vnt. su 20 – 25 kg miltelių ar angliarūgštės pripildytais gesintuvais ir 1 vnt. su 40 kg gesinimo medžiagos. [17][18]

#### 6.4. Aplinkos apsauga

Norint gerinti aplinkos apsaugos kokybę, yra skatinama jos išteklius naudoti kuo racionaliau, ieškoti būdų ir priemonių, kaip išvengti arba sumažinti neigiamą poveikį.

Reikia įvertinti statinio naudojimo laikotarpį ir atsižvelgti į pastatui statyti naudojamus produktus. Visada turi būti siekiama išvengti galimos žalos aplinkai per visa pastato naudojimo laikotarpį.

Statinių poveikis aplinkai mažinamas mažinant teršalų kiekį, ribojant jų emisiją ir stengiantis naudoti kiek įmanoma saugesnius ir ekologiškesnius statybos produktus. Inžinerines sistemas ir jų įrangą reikia projektuoti iš aplinkai mažai kenksmingų medžiagų.

Be reikalo nenaikinti medžių ir kitos augmenijos. Medžių ir krūmų pjovimui reikia gauti raštišką gamtos saugos įstaigų leidimą. Statybvietyje paliktą augmeniją reikia apsaugoti nuo atsitiktinio jų žalojimo aprišant lentelėmis iki 2m aukščio. Būtina kiek įmanoma sumažinti nuimamo augalinio sluoksnio plotą. Kasant komunikacijų tranšėjas mažinti teritorijos plotį – kasti kuo statesniais šlaitais, juos sutvirtinant.

Atmosfera saugoma mažinant degimo įrenginių, dūmtakių ir kaminų sukeltamų teršalų išsiskyrimą į orą, patariama pertraukų metu išjungti mašinų variklius.

Statybos metu susidaro daug statybinių atliekų todėl reikia suprojektuoti atliekomis laikyti skirtas vietas ir jų konteinerius. Konteineriai turi būti atskirti ir lengvai privažiuojami aptarnaujančiomis priemonėmis.



## 6.5. Profesinės rizikos vertinimas

Dirbant bet kokį darbą, darbuotoją veikia fiziniai, fizikiniai, cheminiai, ergonominiai, biologiniai ir psichologiniai veiksniai, kurie priklauso nuo kiekvieno darbo pobūdžio.

Putų polistirolo gamybą renkuosi salyginai automatizuotą, taip sumažindamas gamybos kaštus ir galimų nelaimingų atsitikimų darbo vietoje riziką. Gamybos procesą prižiūri penki darbuotojai. Visi darbuotojai dirba bendroje gamybos erdvėje, tad jie visad turi turėti Asmenines apsaugos priemones tokias kaip pirštinės, šalmai, ausinės ir kombinezonai. Darbuotojai privalo susipažinti su įrenginių naudojimo taisyklėmis, bei elgtis pagal visus saugos reikalavimus. Darbuotojai poilsiui ir asmeniniai higienai turi tam skirtas patalpas.

Esant avarinei situacijai prie kiekvieno mechanizmo yra įrengtas konvejerinės linijos avarinis išjungimas.

Norint išsiaiškinti visas galimas rizikas, buvo atliktas profesinės rizikos vertinimas. [19] [20]

Profesinės rizikos veiksnių vertinimas pateikiamas 7.1. – 7.7. lentelėse.

Lentelė Nr. 7.1 Fizikinių veiksnių sukeliamų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo vietos šiluminė aplinka (patalpų mikroklimatas)	<b>HN 69:2003. Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai.</b>  Patalpos pakankamai vėdinamos, santykinis oro drėgnis neviršija higienos normų.	X		X	
Darbo vietos apšvietimas	<b>HN 98:2000. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai.</b>	X		X	

	Apšvietimas natūralus ir papildomai įrengtas stacionarus apšvietimas, esant reikalui papildomi kilnojami šviestuvai.				
Triukšmas	<b>Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai</b> Triukšmo poveikio lygis darbe ne viršija viršutinės ekspozicijos vertes:85 dBA.	X		X	
Vibracija, darbas su vibruojančiais įrankiais, vibraciją keliančios mašinos	<b>Darbuotojų apsaugos nuo vibracijos keliamos rizikos nuostatai</b> Vibracija veikia nežymiai.		X		X
Jonizuojantis spinduliavimas	<b>HN 85:2003. Gamtinė apšvita. Radiacinės saugos normos.</b> Darbo vietos radiacijos lygis atitinka bendrąjį gamtos radiacijos lygį. Didesnių radiacijos pakitimų nepastebėta.	X		X	
Infragarsas	Infragarso nėra.	X		X	
UEurragarsas	UEurragarso nėra.	X		X	
Elektrostatinis laukas	Elektrostatinis laukas neužfiksuotas.	X		X	
Elektromagnetinis laukas	Elektromagnetinis laukas neužfiksuotas.	X		X	
Infraraudonasis spinduliavimas	Infraraudonasis spinduliavimas neužfiksuotas.	X		X	
UEurravioletinis spinduliavimas	UEurravioletinis spinduliavimas neužfiksuotas.	X		X	

Lentelė Nr. 7.2 Fizinį veiksmų sukeliamų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Tipinių veiksmų, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip

Besisukančios ar judamos mašinų dalys	<b>Techninis reglamentas „Mašinų sauga“</b> Įrenginių besisukančios dalys tinkamai apsaugotos. Pavojaus susižeisti nėra.	X		X	
Pjovimo įrankiai (rankiniai ir mechaniniai)	<b>Darbo įrenginių naudojimo bendrieji nuostatai</b> Pjovimo įrankiai apsaugoti, susižeisti tikimybė maža.		X		X
Transportavimo įranga, kranai, liftai ir kt.	<b>Kėlimo įrangos naudojimo taisyklės</b> Naudojami specialūs vežimėliai, pavojaus susižeisti nėra.	X		X	
Transporto ir priėjimo keliai, pastoliai, kopėčios ir kt.	<b>Saugos ir sveikatos taisyklės statyboje DT 5-00</b> Pavojaus nukristi nėra.	X		X	
Karštos medžiagos ir/ar paviršiai	Visi darbo vietoje esantys paviršiai yra kambario temperatūros. Pavojaus nėra.	X		X	
Medžiagų išmetimas (pvz., plastinių medžiagų liejimo metu), ruošinių išmetimas	Brokuoti ruošiniai išmetami į atliekų konteinerius.	X		X	
Slėginiai indai	<b>Slėginių indų naudojimo taisyklės DT 12-02</b> Slėginiai indai gamybiniame ceche naudojami. Atskirti kitose patalpose.	X		X	
Elektros įtampa	<b>Elektros įrenginių įrengimo bendrosios taisyklės.</b> Naudojami elektros įrenginiai ir statybos produktai atitinka jiems keliamus reikalavimus. Naudojami laidai, mašinos, prietaisai bei elektros įrenginių konstrukcijos atitinka keliamus reikalavimus.	X		X	
Darbo vietos priešgaisrinis parengimas	<b>Bendrosios gaisrinės saugos taisyklės.</b>	X		X	

	Ceche evakuaciniai išėjimai įrengti tinkamai, neužkrauti medžiagomis, produktais. Evakuaciniai keliai pažymėti ženklais. Nurodytos gesintuvų stovėjimo vietos.				
--	--	--	--	--	--

Lentelė Nr. 7.3 Cheminių veiksnių sukėturų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Tipinių veiksnių, galinčių sukelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Naudojamos bei procese išskiriamos kenksmingos medžiagos, kurių trumpalaikis poveikis labai kenksmingas, sukelia ūmius arba lėtinius profesinius susirgimus	<b>HN 23:2011 „Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. Matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai“</b>  Kenksmingų medžiagų neaptikta.	X		X	
Naudojamos bei procese išskiriamos kenksmingos medžiagos, kurių ilgalaikis poveikis sukelia ūmius arba lėtinius profesinius susirgimus	<b>HN 23:2011 „Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. Matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai“</b>  Įrenginiai atitinka visus reikalavimus. Darbuotojai naudoja asmenines apsaugos priemones.	X		X	
Cheminės medžiagos, sukeliančios sprogo pavojų	<b>HN 23:2011 „Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. Matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai“</b>  Cheminės medžiagos, sukeliančios sprogo pavojų, nenaudojamos.	X		X	
Dulkės	<b>HN 23:2011 „Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. Matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai“</b>	X		X	

	Ant įrenginių yra sumontuoti dulkių fiEurai, papildomai darbuotojams yra išduotos veido kaukės				
Kelių vienos krypties cheminių medžiagų poveikis	<b>HN 23:2011 „Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. Matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai“</b>  Cheminių medžiagų poveikis neužfiksuotas.	<b>X</b>		<b>X</b>	

Lentelė Nr. 7.4 Biologinių veiksnių sukeEurų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Tipinių veiksnių, galinčių keEuri pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Mikroorganizmai	Mikroorganizmų neaptikta.	<b>X</b>		<b>X</b>	
BaEuryminiai preparatai	BaEuryminių preparatų neaptikta.	<b>X</b>		<b>X</b>	
Natūralūs organizmo komponentai (amino rūgštys, vitaminai)	Natūralių organizmo komponentų neaptikta	<b>X</b>		<b>X</b>	

Lentelė Nr. 7.5 Ergonominių ir psichosocialinių veiksnių sukeEurų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Tipinių veiksnių, galinčių keEuri pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo sunkumas	<b>Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodiniai nurodymai. 1 priedas</b>		<b>X</b>		<b>X</b>

(Dinaminis darbas)	Vienkartinio rankomis keliamo krovinio masė, kai krovinys nuolat pernešamas per pamainą ar dirbant kitą darbą yra didesnis nei 30 kg.				
Darbo sunkumas  (Statinis darbas)	<b>Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodiniai nurodymai. 1 priedas</b>  Statinio krūvio dydis per pamainą prilaikant svorį atitinka leistinąsias vertes	X		X	
Valdymo įrangos išdėstymas nuolatinėje darbo vietoje	<b>Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodinių nurodymai. 2 priedas.</b>  Pagrindiniai darbo įrankiai išdėstomi 1 zonoje.	X		X	
Pastangų dydis, judinant valdymo įrangą	Pastangų dydis iki 4,5 kg.	X		X	
Darbo poza	<b>Higienos norma &lt; 25 % pamainos laiko būnant nepatogioje pozoje.</b>  Nuolatinis nejudrus, sėdimas darbas.		X		X
Judėjimo atstumas darbo aplinkoje	<b>Higienos norma 4 – 8 km.</b>  Per pamainą darbuotojas nueina apie 5 km.	X		X	
Darbo įtampa (dėmesys)	Vienu metu stebimų darbo procesų objektų skaičiaus higienos norma < 25, koncentravimosi trukmė < 75% .  Informacinių signalų higienos norma <300 sk/h.  Darbo vietoje vienu metu stebimas vienas objektas, koncentravimosi trukmė – 60%.	X		X	
Darbo įtampa  (Regos ir klausos analizatoriai)	<b>Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodinių nurodymai. 2 priedas.</b>  Normalus darbas.	X		X	

Darbo emocinė įtampa	Darbas vykdomas pagal nustatytą grafiką. Laiko ir informacijos netrūksta.	X		X	
Darbo monotonija	<b>Higienos norma:</b> <b>Elementų skaičius besikartojančioje operacijoje &gt;4, besikartojančios operacijos trukmė 20-100s.</b>	X		X	
Darbas izoliuotoje vietoje (kai darbuotojas dirba vienas arba izoliuotoje patalpoje)	Darbuotojas ceche dirba vienas	X		X	
Jaunų darbininkų, nėščių moterų, neįgalių asmenų darbas	Ceche jauni darbininkai, nėščios moterys ir neįgalūs asmenys nedirba.	X		X	
Darbo patalpų dydis, dizainas	Patalpa suprojektuota tinkamai, darbui vietos pakankamai.	X		X	

#### 7.6 Rizikos nustatymo duomenų lapas

Veikla	Pavojai	Taikomos saugos priemonės	Pavojaus dydis	Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė (balais)	Pasekmės	Rizikos dydis balais
formavimas	Fiziniai	Mašina apsaugota kaip reikalaujama standartuose ir naudojimo instrukcijoje	2	2	1	4
	Triukšmas	Yra klausos apsaugos priemonių	2	1	2	4
Blokų pjaustymas	Fiziniai	Operatorius kasdien tikrina blokų pjaustymo mašinos automatinių priemonių veikimą	1	3	1	3

## IŠVADOS

1. Suprojektuota putų polistirolo gamykla, kurios ilgis 24,40 m, plotis 18,40 m, aukštis 9,25 m. Bendras gamyklos plotas – 432,00 m<sup>2</sup>. Sklypo plotas 3187,50 m<sup>2</sup>. Gamykla statoma Marijampolės miesto pramoniniame rajone, vasaros gatvėje. Gamyklos teritorijoje taip pat yra tokie pastatai kaip produkcijos sandėlis, administracinis pastatas bei apsaugos tarnybos pastatai.
2. Pagrindinio gamybinio pastato konstrukcija – gelžbetoninės kolonos, stogo laikanti konstrukcija plieninė santvara.
3. Konstrukcinėje dalyje skaičiuota stogo santvaros konstrukcija, ir įvertinus apkrovas parinktos metalų profiliai, varžtai bei virinimo siūlės.
4. Mišiniams gaminti parinktos medžiagų sudėtys. Suprojektuota polistirolo gamyklos technologija. Gamykloje gaminama polistirolo blokai skirtingų EPS klasių pagal užsakymus. Gamykla dirbs dviem pamainomis. Bendras Gamyklos našumas 152768 m<sup>3</sup>/metus. Polistirolo blokai gaminami dvejose technologinėse linijose kurios yra konvejerinėse-agregatinėse linijose, pagaminti gaminiai specialiais vežimėliais vežami į džiovinimo kamerą, galiausiai gaminiai pjaustomi, pakuojami ir išvežami į lauko sandėliavimo vietą.
5. Ekonominėje dalyje apskaičiuota gamyklos pastatymo kaina, sudaro 606734,00 Eur. Iš jų produkcijos gamybai reikalingų įrenginių bei mašinų įrengimas kainuos 380000,00 Eur. planuojama, kad ši investicija turėtų atsipirkti per 2-3 metus. Taip pat apskaičiuota polistirolo 1 m<sup>3</sup> pardavimo kaina t.y. 50,20 Eur. su PVM.



## 7. MOKSLINIS TIRIAMASIS DARBAS

### „POLISTIRENINIO PUTPLASČIO ŠMIRKIO SAVYBĖS VEIKIANT ŠALČIUI“

#### ĮVADAS

**Polistireninis putplastis, EPS** (sutr. pavadinimas [angl. Expanded Polystyrene](#)) – termoizoliacinė medžiaga, sudaryta iš [stirolo](#) ir [pentano](#).

Šią medžiagą sukūrė vokiečių mokslininkai [1950](#) m. užsandarindami [ora](#), suvaržydami jo judėjimą ir neleisdami įsiskverbti [vandeniui](#) bei [teršalams](#). Polistireninis putplastis šiandien plačiausiai naudojamas kaip ekonomiškai efektyvi termoizoliacija pastatų šiltinimui, taip pat kelių ir krantinių įrengimui, interjero ar eksterjero dekoravimui, tūrinių elementų formavimui, pramonės gaminių, medikamentų bei maisto produktų pakuočių gamybai ir kt.

Laikui bėgant šios medžiagos pavadinimas kito. Žmonių vartotas *putų polistirolas* ar *putų polistirenas* ėgavo *polistireninio putplasčio* pavadinimą. Nuo šiol toks terminas vartotinas praktikoje bei literatūroje, tarptautinis žymėjimas yra EPS.

Termoizoliacinės medžiagos ir gaminiai užima ypatingą vietą tarp statybinių medžiagų ir jos daro įtaką praktiškai visiems statybų aspektams – kokybei, kainai, o taip pat tolimesnėms pastatų ir statinių eksploatacinėms išlaidoms.

Statyboje plačiai naudojami polistireninio putplasčio (EPS) gaminiai. Pagrindinės jų teigiamos savybės yra lengvumas, geros šilumos ir garso izoliacinės savybės, pakankamai didelis santykinis stipris.

Stipruminės ir deformacinės šios medžiagos savybės kartu su šilumos izoliacinėmis savybėmis yra svarbiausios charakteristikos lemiančios jos panaudojimą statybų praktikoje.

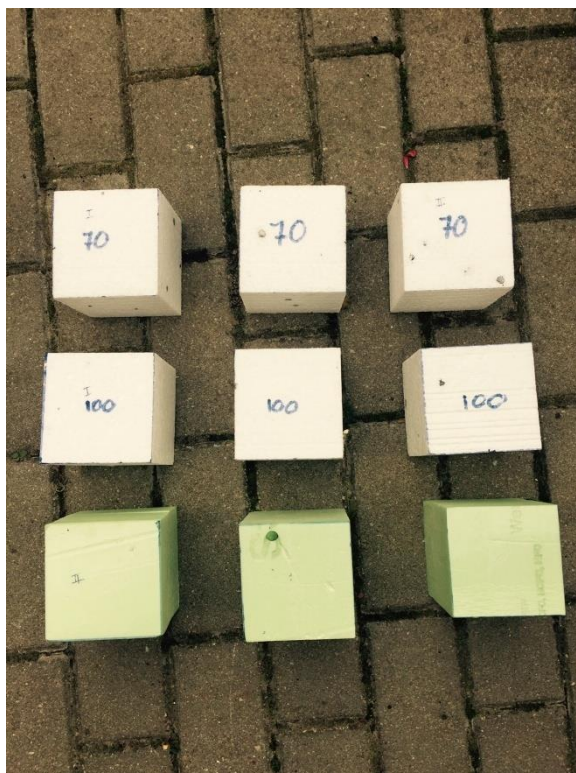
Statybos objektų užbaigimo laikui sutrumpinti ir darbų kokybei gerinti didelę įtaką turi lengvų daugiasluoksnių atitvarinių konstrukcijų panaudojimas. Jų gamybai gali būti naudojamas polistireninis putplastis ir plieno, aliuminio lydinių, cemento drožlių, medžio plaušo ir kt. lakštinės medžiagos. Daugiasluoksniuose konstrukcijose polistireninis putplastis sujungia apsauginius sluoksnius, taip užtikrindamas jų bendrą pasipriešinimą veikiamoms apkrovoms.

## 7.1. Tiriamoji dalis

Polistirolo tyrimų dalyje nagrinėjau dvi charakteristikas, kurias atlikau pagal standartus tai, LST EN 826 ir LST EN 12087 trumpalaikio gniuždymo esant 10% deformacijai, bei ilgalaikio įmirkio bandymas esant visiškam panardinimui. Tyrimams buvo naudotos šios medžiagos: EPS70, EPS100 ir XPS 3035CS. Įmirkio bandymui buvo buvo tirta po vieną mėginį, o gniuždymo po tris.

## 7.2. Gniuždymo tyrimas

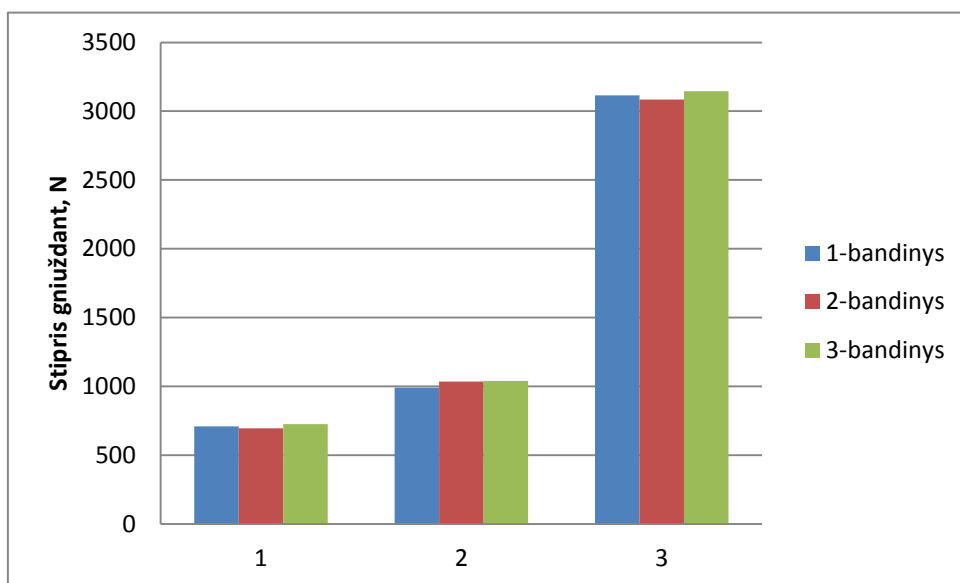
Kaip buvo minėta, buvo tirta trijų tipų bandiniai: EPS70, EPS100 ir XPS 3035 SC. Šio tyrimo tikslas ištirti ar polistirolo stipris atitinka pagal gamintojo deklaruotą stiprį gniuždant, esant 10% deformacijai, toliau bus parodyta visa tyrimo eiga.



1.6 Paveikslėlis

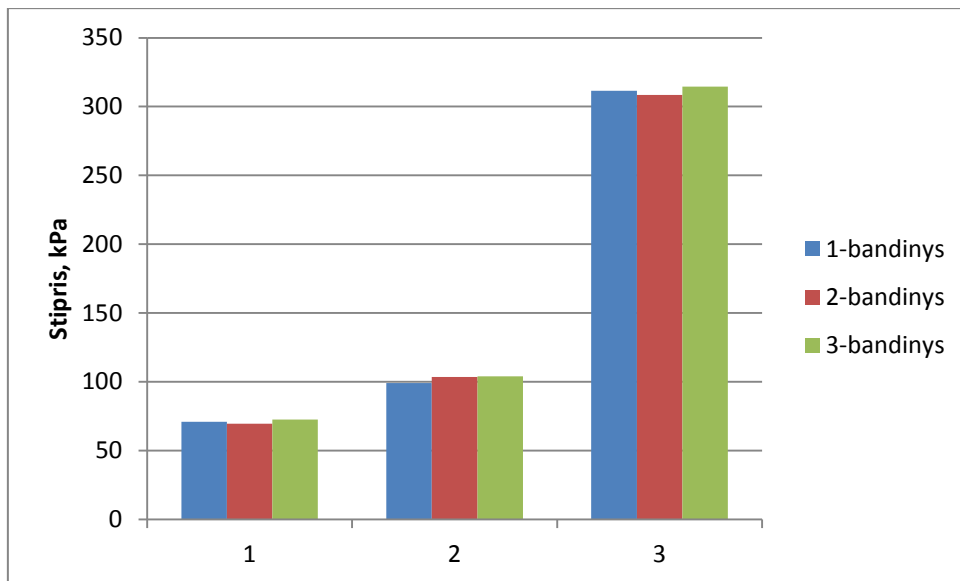
Pirma buvo matuojama bandinių stiprumas gniuždant, stipris buvo fiksuojamas kai bandinio matmuo sumažėjo 10%. Pradiniai bandinių matmenys 10x10x10cm. Gauti rezultatai (N)

1	2	3
EPS 70	EPS 100	XPS
710	990	3115
695	1035	3085
725	1040	3145



Gauti rezultatai perskaičiuojami į **kPa**

1	2	3
EPS 70	EPS 100	XPS
71	99	311,5
69,5	103,5	308,5
72,5	104	314,5



**Išvada:** atlikus stiprio tyrimą, galima teigti, kad bandiniai atitiko gamintojo deklaruojamas charakteristikas.

### 7.3. Ilgalaikio įmirkio tyrimas

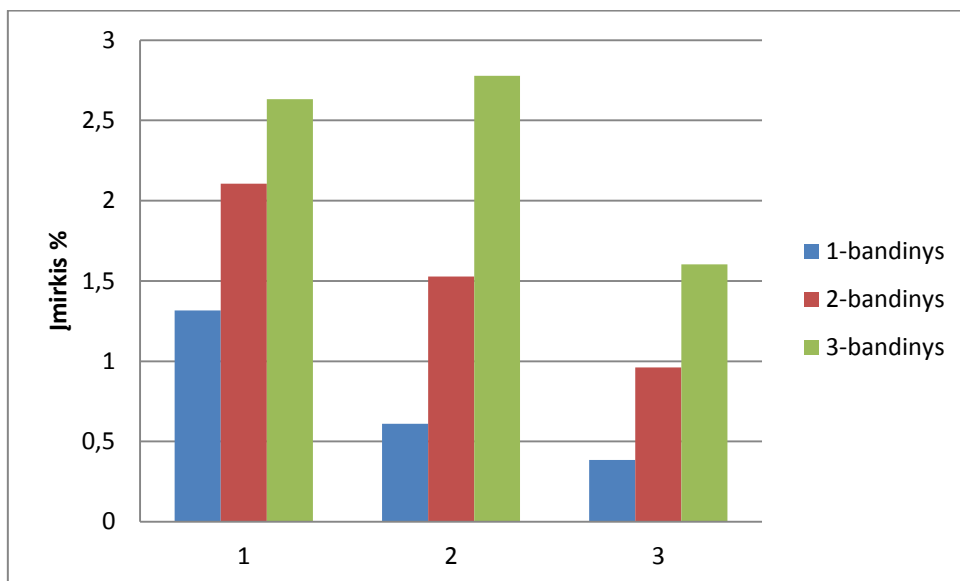
Ilgalaikio įmirkio tyrimo tikslas, patikrinti gamintojo charakteristiką ar polistirolas ir XPS neabsorbuoja daugiau vandens nei gamintojas nurodo.



Polistireninio putplasčio įmirkis visiškai panardinus vandenyje itin nedidelis. 15-30 kg/m<sup>3</sup> tankio polistireninis putplastis vandens paprastai įgeria: per 7 dienas 0,5 - 1,5% tūrio, per 28 dienas 1,0 - 3,0% tūrio. Ilgalaikis įmirkis panardinus vandenyje nustatomas pagal LST EN 12087. Bandymo rezultatai neturi viršyti žemiau pateiktoje lentelėje nurodytų konkretaus ribinio lygio verčių. Ilgalaikio įmirkio iš dalies panardinus vandenyje W<sub>lp</sub> bandymo rezultatas neturi viršyti 0,5 kg/m<sup>2</sup>.

Polistirolas EPS70 ir EPS100 įmirkio norma yra WL(T)3, XPS WL(T)0,7. Tyrimas buvo atliktas visiškai panardinus bandinius 28paras. Pirmas matavimas buvo atliktas po 7parų, antras po 14parų ir trečias galutinis po 28 parų. Bandinių matmenys 20x20x10cm.

Mat. Nr.	EPS70	EPS100	XPS
1	1,315789	0,611111	0,384615
2	2,105263	1,527778	0,961538
3	2,631579	2,777778	1,602564

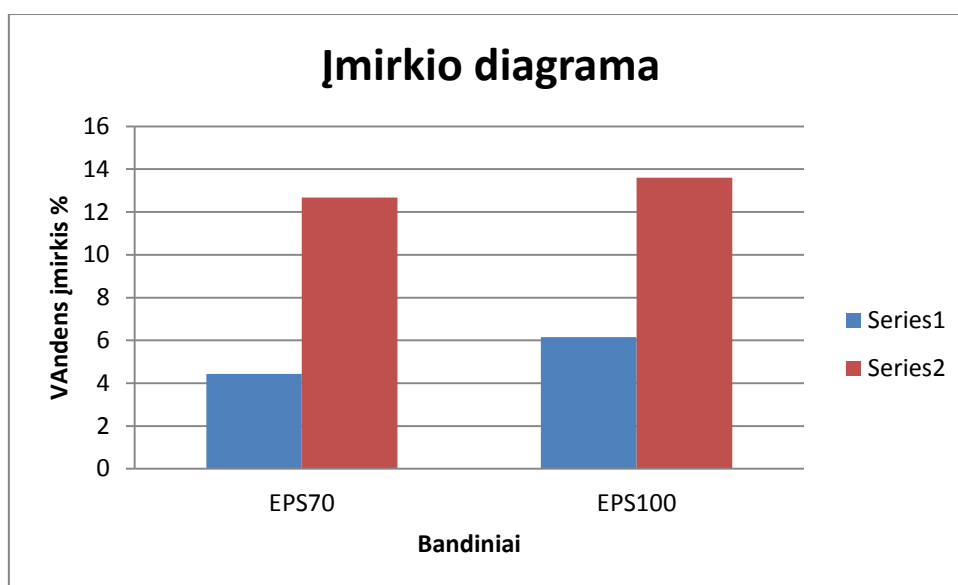


**Išvada:** atlikus tyrimą, gavome, kad įmirkis truputį viršina gamintojo nurodytą normą, bet skirtumas yra labai nežymus, jis galėjo atsirasti dėl matavimo netikslumo ar paklaidų.

#### 7.4. Ilgalaikio įmirkio tyrimas veikiant šalčio ciklams

Šis tyrimas buvo atliktas tam, kad buvo siekta sužinoti ar keičiasi polistirolų įmirkio rodikliai veikiant šalčio ciklams. Tyrimui buvo naudota EPS 70 ir 100 klasės polistirolas, matmenys 100x100mm. Bandiniai buvo panardinti induose ir patalpinti į šaldymo kamerą, kur per parą yra vienas šiltas ir vienas šaltas ciklas. Bandiniai buvo patalpinti apytiksliai mėnesiui laiko, per tą laiką buvo matuojamas įmirkis du kartus kas dvi savaites.

Eilės nr.	EPS70	EPS100
1	18,53	21,46
2	19,98	24,03
3	23,02	25,38



## IŠVADOS

Šio tyrimo metu buvo trumpai apžvelgtos polistirolu savybės, gamybos principas, bei kitos savybės. Trumpai buvo atlikta literatūros analizė, polistirolu pramonė Lietuvoje, polistirolu charakteristikos. Svarbiausia tyrimo dalis buvo pats tyrimas. Tyrimo tikslas – patikrinti gamintojo pateiktą atitikties deklaraciją realiai, bei stebėti šalčio įtaką polistirolu vandens įmirkiui. Buvo tikrinama stipris ir ilgalaikis įmirkis, tyrimai atlikti remiantis galiojančiais standartais. Gauti rezultatai beveik atitiko gamintojo charakteristikas, o paklaidos galėjo atsirasti dėl matavimo netikslumo ar matavimų paklaidų. Tačiau atlikus tyrimą šalčio įtaka įmirkiui, gauti rezultatai parodė, kad šaltis veikia neigiamai polistirolu savybes, vandens įmirkis padidėjo trigubai.



## 8. LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. STR 1.08.02:2002. Statybos darbai. Valstybės žinios, 2002, Nr. 54-2150.  
[žiūrėta 2012-11-30].*Prieiga per internetą:*  
[http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=167645](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=167645)
2. Lietuvos respublikos statybos įstatymas. Valstybės žinios, 2001, Nr. 101-3597.  
[žiūrėta 2013-11-30]. *Prieiga per internetą:*  
[http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=267240](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=267240)
3. STR 1.07.01:2010. Statybą leidžiantys dokumentai. Valstybės žinios, 2010, Nr. 116-5944.  
[žiūrėta 2013-11-31].*Prieiga per internetą:*  
[http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=382319](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=382319)
4. STR 1.11.01:2010. Statybos užbaigimas. Valstybės žinios, 2010, Nr. 116-5947.  
[žiūrėta 2013-11-23]. *Prieiga per internetą:*  
[http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=382324](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=382324)
5. STR 1.09.04:2007. Statinio projekto vykdymo priežiūra. Valstybės žinios, 2007, Nr. 112-4588.  
[žiūrėta 2013-11-24].*Prieiga per internetą:*  
[http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=307605](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=307605)
6. STR 1.09.05:2002. Statinio statybos techninė priežiūra. Valstybės žinios, 2002, Nr. 43-1638.  
[žiūrėta 2013-11-23].*Prieiga per internetą:*  
[http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=165062](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=165062)
7. STR 1.06.03:2002. Statinio projekto ekspertizė ir statinio ekspertizė. Valstybės žinios, 2002, Nr. 55-2200.  
[žiūrėta 2013-11-24].*Prieiga per internetą:*  
<http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=167935>
8. Daugiasluoksnės plokštės „RUUKKI“  
<http://plokstes.ruukki.lt/KS1000-AWP-6478.html>
9. Statybos techninis reglamentas  
[http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=260821](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=260821)  
STR 2.05.01:2005 „PASTATŲ ATITVARŲ ŠILUMINĖ TECHNIKA“
10. STR 2.05.02:2008. Statinių konstrukcijos. Stogai. Valstybės žinios, 2008, Nr. 130-4997.  
[žiūrėta 2013-10-06].*Prieiga per internetą:*  
[http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=330693&p\\_query=&p\\_tr2](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=330693&p_query=&p_tr2)
11. Statybos techninio reglamento pirmasis priedas.  
[http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=250900](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=250900)

STR 2.05.08:2005 „PLIENINIŲ KONSTRUKCIJŲ PROJEKTAVIMAS. PAGRINDINĖS NUOSTATOS“

12. Vitoldas Vaitkevičius, Algirdas Augonis, Audrius Grinys, Arūnas Aleksandras Navickas.

„Statybinių dirbinių gamybos įmonių projektavimas“, Vilnius, 2011

13. Gediminas Viliūnas, „Statybos kainos apskaičiavimo metodiniai nurodymai“, Vilnius 2011

14. Odeta Viliūnienė, Loreta Inokaitytė, Gediminas Alfonsas Viliūnas, „Statinių statybos kainos nustatymo laboratoriniai darbai“, Vilnius, 2011

15. Darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas. Valstybės žinios, 2003, Nr. 70-3170. [žiūrėta 2013-12-08]. *Prieiga per internetą:* [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=427898](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=427898)

16. HN 69:2003. Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai. Valstybės žinios, 2004, Nr. 45-1485. [žiūrėta 2013-12-08]. *Prieiga per internetą:* [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=230880](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=230880)

17. HN 98:2000. Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai. Valstybės žinios, 2000, Nr. 44-1278. [žiūrėta 2013-12-08]. *Prieiga per internetą:* [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=101854](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=101854)

18. Darbuotojų apsaugos nuo triukšmo keliamos rizikos nuostatai. Valstybės žinios, 2005, Nr. 53-1804. [žiūrėta 2013-12-08]. *Prieiga per internetą:* [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=254877](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=254877)

19. Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsaugos priemonėmis nuostatai. Valstybės žinios, 2007, Nr. 123-5055. [žiūrėta 2013-12-10]. *Prieiga per internetą:* [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=309802](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=309802)

20. Darbo įrenginių naudojimo bendrieji nuostatai. Valstybės žinios, 2005, Nr. 125-4452. [žiūrėta 2013-12-08]. *Prieiga per internetą:* [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=264225](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=264225)

21. Bendrosios gaisrinės saugos taisyklės. Valstybės žinios, 2010, Nr. 99-5167. [žiūrėta 2013-12-10]. *Prieiga per internetą:* [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=379704&p\\_query=GAISRINES%20SAUGOS%20INSTRUKCIJA&p\\_tr2=2](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=379704&p_query=GAISRINES%20SAUGOS%20INSTRUKCIJA&p_tr2=2)

22. STR 2.01.01(2):1999. Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga.. Valstybės žinios, 2000, Nr. 17-424.[žiūrėta 2013-12-13].*Prieiga per internetą*: [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=96037](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=96037)
23. STR 2.01.01(3):1999. Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga. Valstybės žinios, 2000, Nr. 17-424.[žiūrėta 2013-12-13].*Prieiga per internetą*: <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=94609&Condition2>
24. Profesinės rizikos vertinimo bendrieji nuostatai. Valstybės žinios, 2012, Nr. 126-6350.[žiūrėta 2013-12-21]. *Prieiga per internetą*: [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=435935](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=435935)
25. Beinbreach G., Hillmann R. EPS in road construction – current situation in Germany. *Geotextiles and Geomembranes* 15, 1997. p. 39–57.
26. Žemaitis, A. Polimerų fizika ir chemija. Kaunas „Technologija“ 2001. 568 p.
27. Годи́ло, П. В., Патуро́ев, В. В., Рома́ненко, И.Г. Беспре́ссовые пенопла́сты строите́льных конст́рукция́х. М.: Стройизда́т, 1979. 174 с.
28. Воробье́в, В. А. Андриа́нов, Р. А. Полиме́рные теплоизо́ляцио́нные мате́риалы. М., Стройизда́т, 1972. 320 с.
29. Hutsman Technical Bulletin 1-10. Instruction to expandable polystyrene. 2001. 8 p.
30. Statistikos departamentas prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės <http://www.stat.gov.lt> (gegužės 5 d.).
31. Gimenez, I. Farooq, M.-K., El Maki, A., Kondratas A., Assarar, M, Experimental analysis of mechanical begaviour and damage development mechanisms of PVC founs in static tests. *Materelias Science (Medžiagotyra)* Vol. 10, No. 1, 2004. P. 34-39.
32. Landro, L. Di., Sala, G., Oliveri, D. Deformation mechanisms and energy absorptions of polysyrene foams for proctetive helmets. *Polymer Testing* 21, 2002. p. 217-228.
33. Park. C., Nutt, S.R. Strain rate sensitivity and defects in steel foam. *Materials Science and Engineering A* 323. 2002. p. 358-366

# **PRIEDAI**