



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETAS**

Zenonas Kuzavas

**HORIZONTALIOJO IR VERTIKALIOJO GRINDŲ ANT GRUNTO
APŠILTINIMO VARIANTŲ LYGINAMASIS TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas
Dr. Donatas Aviža

PANEVĖŽYS, 2018

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETAS**

**HORIZONTALIOJO IR VERTIKALIOJO GRINDŲ ANT GRUNTO
APŠILTINIMO VARIANTŲ LYGINAMASIS TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas
Statyba (kodas 621J80001)

Vadovas

(parašas) Dr. Donatas Aviža
2018-01-09

Recenzentas

(parašas) Doc. Andrius Stasiškis
(data)

Projektą atliko

(parašas) Zenonas Kuzavas
2018-01-09

PANEVĖŽYS, 2018



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETAS

(Fakultetas)

ZENONAS KUZAVAS

(Studento vardas, pavardė)

STATYBA 621J80001

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Horizontaliojo ir vertikaliojo grindų ant grunto apšiltinimo variantų lyginamasis tyrimas“

AKADEMINIO SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

20 18 m. sausio 9 d.
Panevėžys

Patvirtinu, kad mano, **Zenono Kuzavo**, baigiamasis projektas tema „Horizontaliojo ir vertikaliojo grindų ant grunto apšiltinimo variantų lyginamasis tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Išduota studentui: Zenonui Kuzavui Grupė PMS-6

1. Darbo tema:
Lietuvių kalba: Horizontaliojo ir vertikaliojo grindų ant grunto apšiltinimo variantų lyginamasis tyrimas

Anglų kalba: A Comparative Study of Ground Floor Insulation of Horizontal and Vertical Options

Patvirtinta 2017 m. lapkričio mėn. 7 d. dekanų potvarkiu Nr. V25-13-18

2. Darbo tikslas: Atlikti horizontaliojo bei vertikaliojo grindų ant grunto apšiltinimo variantų lyginamąjį tyrimą

3. Reikalavimai ir sąlygos: Turi tenkinti baigiamųjų projektų rengimo metodinius reikalavimus Nr. V25-13-10.

4. Projekto struktūra. *Turinys konkretizuojamas kartu su vadovu, atsižvelgiant į BP pobūdį.*

IVADAS
1. LITERATŪROS APŽVALGA
1.1. Modernizacija Lietuvoje bei Europoje
1.2. Pamatų šiltinimas polistireniniu putplasčiu
2. TYRIMO METODOLOGIJA
2.1. Daugiakriterinės analizės metodai
2.2. Tyrimo kriterijai
3. DAUGIAKRITERINĖS ANALIZĖS TYRIMAS SAW METODU
IŠVADOS
LITERATŪROS SĄRAŠAS
PRIEDAI

5. Ši užduotis yra neatskiriama baigiamojo projekto dalis.

6. Projekto pateikimo gynimui kvalifikacinėje komisijoje terminas

Užduotį gavau: _____
(studento vardas, pavardė, parašas)

Vadovas: dr. Donatas Aviža
(pareigos, vardas, pavardė, parašas)

2018-01-09

(data)

2017-09-04

(data)

2017-09-04

(data)

Kuzavas, Zenonas. Horizontaliojo ir vertikaliojo grindų ant grunto apšiltinimo variantų lyginamasis tyrimas. *Magistro* baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Donatas Aviža; Kauno technologijos universitetas, Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: statybų technologijos, technologijos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: *SAW metodas, termoizoliacija, grindys ant grunto, atnaujinimas, energinis naudingumas, šilumos nuostoliai.*

Panevėžys, 2018. 34 p.

SANTRAUKA

Šiame baigiamajame darbe nagrinėjamas Domeikavos klebonijos horizontalusis bei vertikalusis grindų ant grunto šiltinimas daugiataksliu sprendimo priėmimo metodu.

Kadangi pastatas yra pakankamai senas, jo energinio naudingumo klasė įvertinta indeksu C. Projektuojamas grindų ant grunto papildomas apšiltinimas, kuriuo norima atnaujinti pastatą, bei pagerinti jo energinio naudingumo klasę. Baigiamojo darbo įžangoje apibūdinamas Domeikavos klebonijos pastato projektas: grindų ant grunto aprašymas, bei pamatų konstrukcija. Visi būtini parametrai papildomam šiltinimui: grindų plotas, apšiltinamojo (vertikaliojo bei horizontaliojo) sluoksnio storis bei įgilinimas žemiau žemės paviršiaus (jei šiltinimas vertikalusis) ar plotis (jei šiltinimas papildomas horizontalusis). Aprašomas darbo būtinumas bei tikslai kurių siekiama šiuo darbu. Esminis darbo tikslas pagal paprastąjį adityvų svorių metodą (SAW – Simple Additive Weighting) apskaičiuoti kuris iš trijų grindų ant grunto šiltinimo variantų yra geriausias norint atnaujinti Domeikavos kleboniją. Paaiškinama kaip ir kodėl parinkti svarbiausi kriterijai reikalingi apskaičiuojant SAW metodu.

Dėstymas sudarytas iš dviejų dalių. Pirmojoje analizuojama magistrinio darbo metodologija. Paaiškinamas paprastas adityvusis svorių metodas, nurodomos formulės jam apskaičiuoti. Parenkami trys apšiltinimo variantai: horizontalusis šiltinimas, vertikalusis šiltinimas bei horizontalusis ir vertikalusis šiltinimas. Antrojoje dėstymo dalyje – praktinė dalis. Apskaičiuojami skirtingai apšiltintų grindų ant grunto šilumos laidumo koeficientai, su šiluminių tiltelių skaičiavimo programa THERM 7.6 sukuriama skaičiuojamoji schema bei apskaičiuojami sienos-pamato ilginio šiluminio tiltelio šilumos srautai. Su programa ProSama 5G apskaičiuojamos medžiagų bei darbo kaina, medžiagų kiekis, svoris, montavimo laikas. Atlikus visus parametrų skaičiavimus skirtingiems pamatų šiltinimams atliekamas SAW metodo sprendimas.

Gavus atsakymą adityviuoju svorių metodu, išvadose aprašomas geriausias grindų ant grunto apšiltinimo variantas, pateikiami rezultatai, bei skirtumai tarp skirtingų šiltinimo variantų. Taip pat aprašoma mano nuomonė apie šį darbo projektą ir jo svarbą norint teisingai pasirinkti grindų ant grunto šiltinimo variantą.

Kuzavas Zenonas. A Comparative Study Of Ground Floor Insulation Of Horizontal And Vertical Options: Master's thesis in Construction/ supervisor assoc. prof. Donatas Aviža. Panevėžys Faculty of Technologies and Business, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Building Technology, Technology Science.

Key words: *SAW method, thermal insulation, floor on the ground, renewal, energy efficiency, heat loss.*

Panevėžys, 2018. 34 p.

SUMMARY

In this final thesis, the horizontal and vertical floor insulation of the Domeikava rectory is grounded in a multi-purpose decision-making method.

As the building is old enough, its energy efficiency class is rated by index C. In order to improve the energy efficiency class, the flooring is designed to insulate the soil. In this way, it is desired to upgrade the building and increase its energy efficiency class. The introductory part of the final thesis describes the design of the Domeikava rectory building: a description of the floor on the ground, and the construction of the foundation. All necessary parameters: floor area, thickness of the insulating (vertical and horizontal) layer and gutting below the ground surface (in the case of vertical insulation) or width (if the insulation is additionally horizontal). The necessity of the work and the objectives pursued by this work are described. The basic purpose of the work using Simple Additive Weighting (SAW) is to calculate which of the three floors on the ground-warming variants is the best for updating the Domeikava rectory. It is explained how and when to select the most important criteria required for calculating the SAW method.

Teaching consists of two parts. The first analyzes the methodology of master's work. The simple additive weighting method is explained and the formulas for calculating it are indicated. Also, the body explains how the heat loss of the floor is calculated. Three heat insulation options are chosen: horizontal insulation, vertical insulation, and horizontal and vertical insulation. It also specifies how the price of insulation materials is calculated, the installation speed and comfort, sound insulation, and heat bridges between the floor on the ground and foundations. The second part of the tutorial contains all the calculations. After performing all five parameter calculations, a solution to the SAW method is performed for different foundation insulation.

Upon receipt of the answer by the additive weight method, the conclusions describe the best variant of the floor-to-floor insulation, the results presented, and the differences between different heat insulation options. It also describes my opinion on this work project and its importance in choosing the right floor for a ground-warming option.

TURINYS

ĮVADAS	2
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	3
1.1. Modernizacija Lietuvoje bei Europoje	3
1.2. Pamatų šiltinimas polistireniniu putplasčiu	5
2. TYRIMO METODOLOGIJA.....	6
2.1. Daugiakriterinės analizės metodai.....	6
2.2. Tyrimo kriterijai	10
3. DAUGIAKRITERINĖS ANALIZĖS TYRIMAS SAW METODU	30
IŠVADOS	32
LITERATŪROS SĄRAŠAS	33

IVADAS

Darbo tema: Horizontaliojo ir vertikaliojo grindų ant grunto apšiltinimo variantų lyginamasis tyrimas.

Darbo problema: Domeikavos klebonijos pastato energinio naudingumo klasė C. Norint ją pagerinti ir pastatą modernizuoti vienas iš pirmųjų darbų turi būti grindų ant grunto apšiltinimas. Turint realų pastato projektą reikia atlikti atnaujinimo konstrukcinius sprendimus, suprojektuoti grindų ant grunto papildomą šiltinimą trimis skirtingais būdais: horizontaliu, vertikaliu bei horizontaliu ir vertikaliu. Atlikti taikomąjį tyrimą ir išsiaiškinti, kuris šiltinimo būdas efektyviausias norint pagerinti energinio naudingumo klasę.

Darbo tikslai: suprojektuoti papildomą grindų ant grunto šiltinimą trimis skirtingais būdais, apskaičiuoti kriterijus tyrimui: kainas, kiekius, šiluminius parametrus, darbo laiką. Atlikti skaičiavimus pagal paprastąjį adityvųjį svorių metodą (SAW), aprašyti gautus rezultatus bei padaryti išvadas, kuris šiltinimo metodas efektyviausias renovuojant Domeikavos klebonijos grindis ant grunto.

Darbo uždaviniai:

- Apžvelgti modernizacijos procesus Europoje;
- išanalizuoti tyrimui naudojamas metodikas;
- paskaičiuoti trijų skirtingai apšiltintų grindų ant grunto šilumos laidumo koeficientus;
- THERM 7.6 programos pagalba sumodeliuoti šilumos srautus bei ilginius šiluminius tiltelius;
- su sąmatų programa apskaičiuoti papildomus kriterijus pagal kuriuos atliekamas tyrimas (sunaudotų medžiagų kiekį, darbų kainas, išdirbtą darbo laiką);
- atlikti daugiakriterinį tyrimą, pagal gautas išvadas išrinkti racionaliausią apšiltinimo variantą.

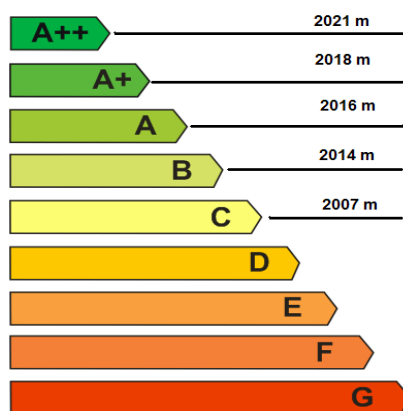
Tyrimo metodika: SAW metodas, literatūros apžvalga, skaitmeninė simuliacija.

Darbo aktualumas: Pagal Lietuvos norminius reikalavimus (statybos techninius reglamentus) pastatai klasifikuojami į 9 energinio naudingumo klases: A++, A+, A, B, C, D, E, F, G. Šiuo metu Lietuvoje naujų pastatų projektavimas turi būti atliekamas taip, kad būtų užtikrinta A+ energinio naudingumo klasė. Jau esantiems pastatams daromi atnaujinimai (modernizacijos), kad būtų pasiekta kuo aukštesnė energinio naudingumo klasė. Kadangi Domeikavos klebonijos pastatas atitinka C energinio naudingumo klasę, reikia šiltinti grindis ant grunto, kad būtų pasiekta kuo aukštesnė klasė.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Modernizacija Lietuvoje bei Europoje

Europos sąjungos valstybėse yra įprasta laikyti, jog būstai, kuriuose gyvena žmonės, yra ne tik jų, bet ir visos šalies turtas. Šį turtą turi prižiūrėti valstybė, o pirmiausia-savivaldybės. Kadangi gyvenamieji pastatai sudaro miestų kraštovaizdį- savivaldybės yra atsakingos už šių pastatų išvaizdą bei efektyvumą. Pastatai, kurie pastatyti prieš kelis dešimtmečius, praranda savo naudingumą, dėvisi, todėl juos reikia atnaujinti (modernizuoti). Tai turi būti ne tik savininko bet ir savivaldybių užduotis. Pagal statybos techninius reglamentus, nuo 2018 metų sausio mėnesio naujai statomi pastatai Lietuvoje turi būti A+ klasės (1 pav.), todėl modernizacija labai reikalinga norint neatsilikti nuo bendrų nuostatų.



1 pav. Energinio naudingumo klasifikacija pagal klases

Modernizuojant pastatą labai svarbu įvertinti pastato naudingumą. Kartais efektyviau jį nugriauti ir pastatyti naują, o kartais reikia ne tik šiltinti pastato atitvaras iš išorės, bet ir keisti šiltinimo sistemą viduje (vamzdžius ir kt.). Taip pat atnaujinant pastatą labai svarbu atsižvelgti ir paskaičiuoti suvartojamą galią šildymui (1 lentelė), ar sunaudotos lėšos atnaujinimui nebus didesnės, nei keletą dešimtmečių šildant nemodernizuotą pastatą.

1 lentelė

Pastatų klasifikavimas pagal suvartojamos energijos kiekį šildymui

	Energinio naudingumo klasė	Didžiausias šildyti suvartojamos energijos kiekis, kWh/m ² /metus	Didžiausioji šildyti suvartojama galia, W/m ²
Daug energijos suvartojantys pastatai	F,E,D	>193-276	>70-100
	C	<193	<70
Mažai energijos suvartojantys pastatai	B	<139	<50
	A	<55	<20
	A+	<43	<15
Energijos beveik nevartojantys pastatai	A++	<33	<12

Didelę pastatų dalį sudaro daugiabučiai, todėl jų modernizavimas tapo aktualia problema visose šalyse. Pavyzdžiui, Lietuvoje apie 90 proc. visų daugiabučių yra pastatyti sovietmečiu, renovacijos reikia apie 30 tūkst. namų. Jie yra neekonomiški, neekologiški, suvartoja daug energijos ir išskiria didelį kiekį anglies dvideginio. Norint suprojektuoti ekonomišką ar efektyviai atnaujinti seną pastatą, reikia atlikti visapusiškai išsamų tyrimą.

Norint kad modernizavimas būtų kuo efektyvesnis, daugiabučius reikia atnaujinti ne po vieną, bet kompleksiskai modernizuoti visą kvartalą (5).

Tokio modernizavimo pavyzdys – Vokietijoje, Berlyne, įgyvendintas Hellersdorfo projektas. Pagal šį projektą modernizuojant gyvenamuosius pastatus ir aplinką esančią šalia buvo siekiama šių tikslų:

- sumažinti energijos suvartojimą;
- minimizuoti išlaidas pastato eksploatavimui;
- apsaugoti aplinką nuo teršimo;
- padidinti pastatų vertę rinkoje, prailginti pastatų eksploatavimo trukmę, pagerinti jų estetinę būklę, kad gyvenamieji kvartalai atrodytu patraukliau;
- gyventojams padidinti komfortą pastatų viduje;
- pritraukti ir išlaikyti vidutines pajamas gaunančius gyventojus.

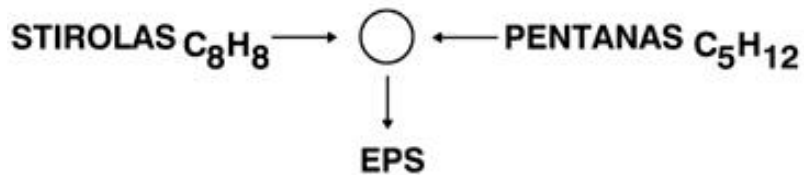
Vokietijos Hamburgo mieste organizuojami konkursai, kuriose viena iš laimėjusių įmonių tampa kvartalo vadybininku, juridiniu asmenimi atsakingu už energinio efektyvumo padidinimą visame rajone. Jis koordinuoja darbus, prižiūri jų įgyvendinimą. Taip pat ieško optimalaus rezultato darbams atlikti. Toks modernizavimo modelis labai naudingas tuo, jog pavyzdžiui norint sumažinti šilumos sunaudojimą ir atnaujinti šildymo sistemas galima keisti ne atskirus elementus, bet visą centrinę šildymo sistemą.

„Būtent kvartalinės renovacijos metu mes galime atnaujinti ne atskirą šildymo sistemos elementą, bet sukurti naują centrinę šildymo sistemą visam kvartalui, o šilumą optimaliai paskirstyti po visus namus“ teigė architektas dr. Daniel Scherz (12).

Lietuvoje 2015 metais priimtas Europos sąjungos projektas, kuriame aprašytas planas modernizacijai bei lešų skirstymas jiems įvykdyti. 2014–2020 m. Europos Sąjungos fondų investicijų veiksmų programos 4 prioriteto „Energijos efektyvumo ir atsinaujinančių išteklių energijos gamybos ir naudojimo skatinimas“ 4.3.1 konkretaus uždavinio „Sumažinti energijos suvartojimą viešojoje infrastruktūroje ir daugiabučiuose namuose“ priemonės Nr. 04.3.1-FM-F-001 „Daugiabučių namų atnaujinimas“ projektų finansavimo sąlygos (3).

1.2. Pamatų šiltinimas polistireniniu putplasčiu

Sudėtis: Polistireninis putplastis sudarytas iš 98 proc. oro bei 2 proc. polistireno granulių. Granulės sudarytos iš tirolo ir pentano, kurie gaunami iš naftos 2pav. Žaliava, naudojama termoizoliacinėms medžiagoms statybose, yra aprūpinta ugnį slopinančiais priedais- heksabromciklododekanu, kuris yra atsparus hidrolizei ir neištirpsta vandenyje.



2 pav. Polistireno granulių sudėties formulė

Savybės: Polistireniniame putplastyje oras uždarytas į 0,2-0,5 mm skersmens akeles. Oras yra prastas šilumos laidininkas ir iš akelių neišsiskaido, todėl polistireninis putplastis pasižymi geromis ir vienodomis termoizoliacinėmis savybėmis per visą tarnavimo laikotarpį. Polistireninio putplasčio gaminiams įprasta šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda = 0,030-0,045 \text{ W / m}\cdot\text{K}$. (7)

Polistireninis putplastis atsparus mechaniniam poveikiui – gniuždymui, lenkimui, tempimui bei smūgiams. Gniuždomas jis nesideformuoja, nepraranda savo formos, tai labai naudinga įrenginėjant pamatus, grindis ar stogus su apkrovomis. Kadangi polistireninis putplastis sudarytas iš uždarytų porų, pamerkus į vandenį ilgam laikui, jis dėgmės įgeria ne daugiau nei 3 proc. tūrio. Tai beveik neįtakoja termoizoliacinių savybių.

Į polistireninį putplastį įmaišoma degumai atsparių priedų. Šie priedai neišplaunami iš medžiagos vandeniu, todėl išlieka efektyvūs visą laiką. Polistireninis putplastis nėra degus. Neteisingai naudojant pjaustymo ar virinimo įrankius jis gali apsilydyti, tačiau patraukus medžiagą nuo tiesioginės liepsnos šaltinio putplastis nustoja lydytis. Lydant polistireninį putplastį aukštesnėje nei 374 °C temperatūroje išsiskiria toksiškos dujos. Žemesnėje temperatūroje toksiškų dujų poveikis yra beveik nereikšmingas. Polistireninis putplastis yra atsparus daugelio jūros vandeniui, druskingiems skiediniams, kalkėms, cementui, gipsui, natrio ir kalio šarmams, gesintoms kalkėms, muilui, drėkinantiems tirpalams, 35 % druskos rūgščiai, iki 50 % azoto rūgščiai, iki 95 % sieros rūgščiai, bitumui, silikono alyvai, amoniakui. Polistireninis putplastis yra netirpus vandenyje, nepūva ir neyra, todėl net drėgname dirvožemyje jo neužteršia.

Polistireninio putplasčio ploščių gamyba: Polistireninis putplastis gaminamas iš stireno ir pentano dujų granulių 3 pav. Šios granulės suspaudžiamos į polistireninį bloką. Blokai laikomi kelias dienas, kol išgaruoja pentano dujos. Vėliau cechuose polistireninio putplasčio blokai supjaustomi į reikiamų gabaritų plokštes, nupjaustomi plokščių kraštai. Supakuojami ir paruošiami transportavimui. Polistireninio putplasčio bandiniai visuomet tikrinami atsparumui lenkiant bei gniuždant ir atsparumui ugniai. Taip gaunamos polistireninio putplasčio plokštės vadinamos EPS plokštėmis.



3pav. EPS polistireninio putplasčio pavyzdys

Statybose dar naudojamos ir XPS plokštės (4 pav.), kurių gamybos procesas skiriasi. Jos ekstruduojamos (išspaudžiamos) iš karto reikiamų formų. Taip įgaunamos didesnį stiprį gniuždymui, šiek tiek geresnes šilumos laidumo savybes, atsparumą drėgmei bei ugniai.



4pav. XPS polistireninio putplasčio pavyzdys

2. TYRIMO METODOLOGIJA

2.1. Daugiakriterinės analizės metodai

Daugiakriterinės analizės sritis iki galo neišnagrinėta, o naudojami metodai nėra tobuli. Triantaphyllou (2000) palygino skirtingus daugiakriterinės analizės metodus ir priėjo prie

išvados, kad neįmanoma nustatyti geriausio metodo. Konkrečioms problemos spręsti metodai gali būti tinkami arba ne. Galutinį sprendimą priima žmogus ar keletas žmonių (8).

Daugiatikslių metodų pagalba galima sistemiškai padoroti indormaciją, ja pateikti matematine išraiška, sudaryti alternatyvų prioritetų eilutę, kuri parodytų kuri alternatyva pranašiausia.

Asmuo, priimantis sprendimus, analizuoja galimas alternatyvas, remdamasis jas apibūdinančiais rodikliais, kurie gali skirtis tiek savo struktūra, tiek patikimumo lygiu. Atsižvelgiant į turimus pradinius duomenis, daugiatislius sprendimo priėmimo problemos sprendimui parenkamas atitinkamas daugiatislis sprendimo priėmimo metodas ar metodų kompleksas. Nors visi daugiatisliai sprendimo priėmimo metodai skirti nagrinėjamos alternatyvoms ranguoti, tačiau kartais pasitaiko, jog taikant kelis daugiatislius sprendimų priėmimo metodus toms pačioms alternatyvoms ranguoti rangavimo rezultatai nesutampa.

Populiariausi daugiatisliai metodai:

TOPSIS – (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) artumo idealiam taškui metodas (Hwang, Yoon 1981);

SAW – (*Simple Additive Weighting*) The criterion of the method S_j clearly demonstrates the main concept of multicriteria evaluation methods – the integration of the criteria values and weights into a single magnitude. This is also reflected in its name (11). Iš anglų k. SAW Metodo S_j kriterijus aiškiai parodo pagrindinį modelį daugiakriterinio vertinimo metodų – kriterijų reikšmių ir svarumo integraciją į vieną dydį. Tai atsispindi ir jo pavadinime.

COPRAS – (*Complex Proportional Assessment*) kompleksinio proporcingumo metodas(1).

Baigiamajame darbe taikomas SAW metodas. Paprastas adityvus svorių metodas (SAW – Simple Additive Weighting) yra vienas iš paprastesnių ir plačiausiai taikomų metodų. Metodo taisyklės apibendrina MacCrimmon (MacCrimmon, 1968). Įvesties duomenys – sprendimų matrica ir rodiklių reikšmingumo reikšmės (10).

SAW metodo žingsniai:

- 1) sprendimų matrica normalizuojama;
- 2) normalizuotosios matricos to paties varianto kiekvienas narys dauginamas iš jo reikšmingumo ir sudedamas su kitais alternatyvos (eilutės) nariais.

Pradiniai duomenys, sprendžiant šiuo metodu, yra sprendimo matrica P (1 formulė), kurioje eilutės žymi nagrinėjamas alternatyvas (m – alternatyvų skaičius), stulpeliai – efektyvumo rodiklius (n – efektyvumo rodiklių skaičius), pagal kuriuos vertinamos

alternatyvos, ir efektyvumo rodiklių reikšmingumo reikšmės, tarkim integruoto reikšmingumo $(q_1^*, q_2^*, \dots, q_n^*)$, tenkinančios sąlygą:

$$\sum_{j=1}^n q_j^* = 1 \quad (1)$$

$$P = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

čia: x_{ij} – i –osios alternatyvos, j –ojo efektyvumo rodiklio reikšmė. Visi sprendimo matricos nariai, kuriuos reikia maksimizuoti, normalizuojami pagal formulę:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{\max}} \quad (3)$$

O tie kuriuos reikia minimalizuoti- pagal formulę:

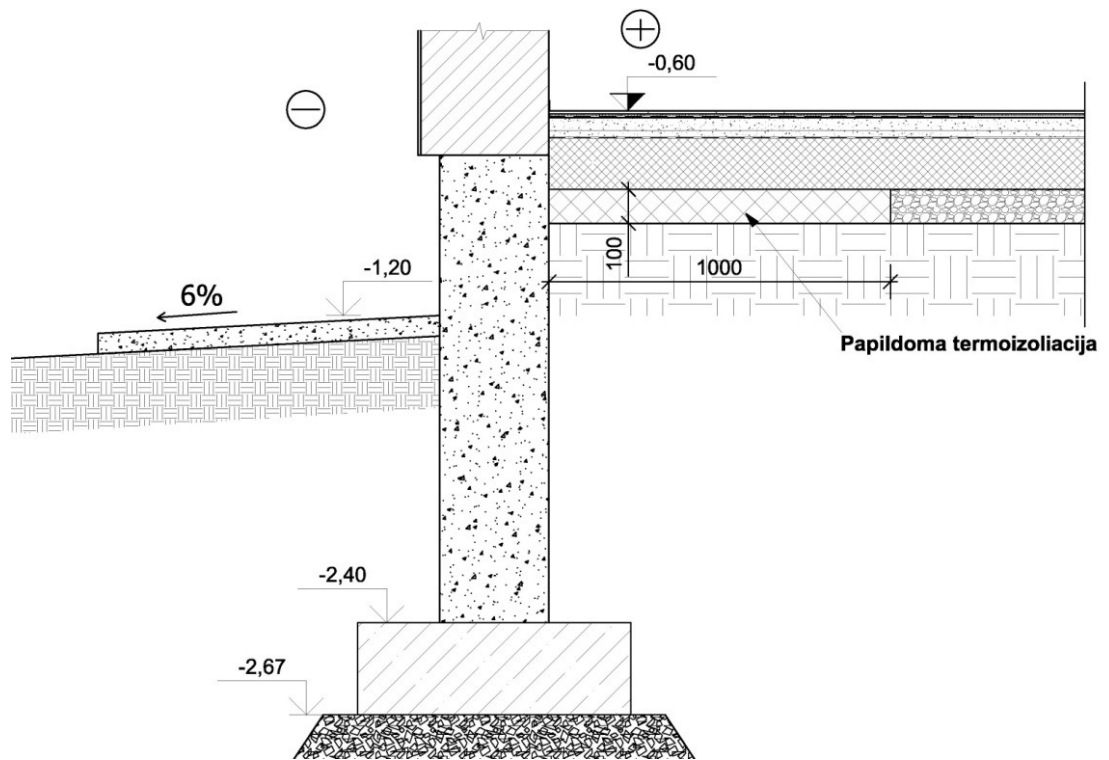
$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_j^{\min}}{x_{ij}} \quad (4)$$

Nustatant variantų racionalumą, atitinkami normalizuotosios matricos nariai dauginami iš efektyvumo rodiklių reikšmingumo reikšmių ir gautos sandaugos nesumuojamos. Racionalaus varianto sandaugų suma bus maksimali:

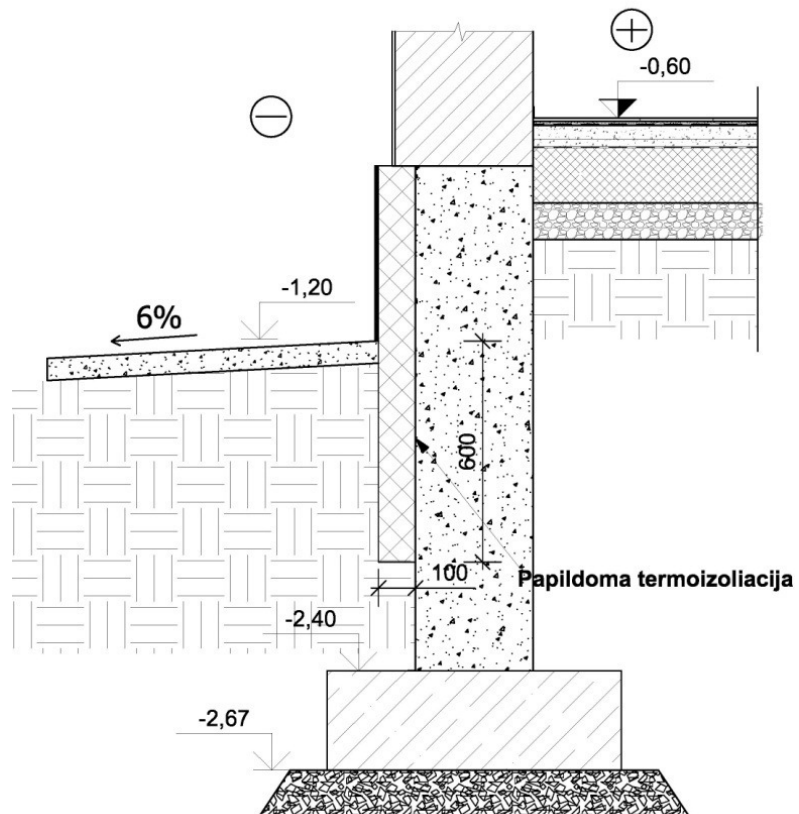
$$A = \{A_i | \max_i \{ \sum_{j=1}^n q_j^* \bar{x}_{ij} \} \} \quad (5)$$

Pagal SAW metodą bus analizuojami trys grindų ant grunto apšiltinimo variantai:

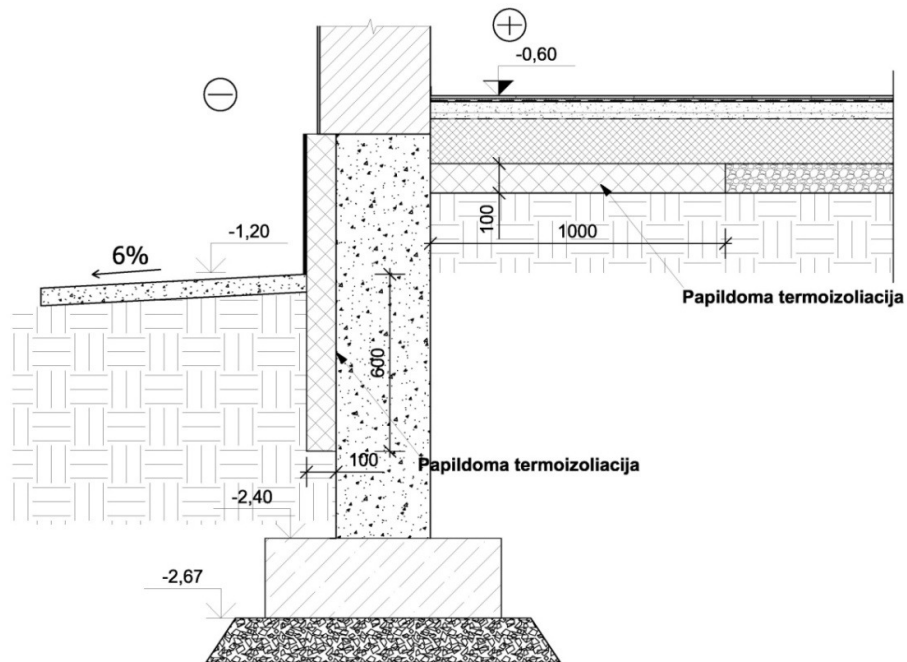
1. Horizontalus apšiltinimas žr. 5 pav.
2. Vertikalus apšiltinimas žr. 6 pav.
3. Horizontalus bei vertikalus apšiltinimas žr. 7 pav.



5 pav. Atitvaros mazgas, kai grindys ant grunto šiltinamos papildomu horizontaliu šiltinimu



6 pav. Atitvaros mazgas, kai grindys ant grunto šiltinamos papildomu vertikaliu šiltinimu



7 pav. Atitvaros mazgas kai grindys ant grunto šiltinamos papildomu horizontaliu ir vertikalium šiltinimu

2.2. Tyrimo kriterijai

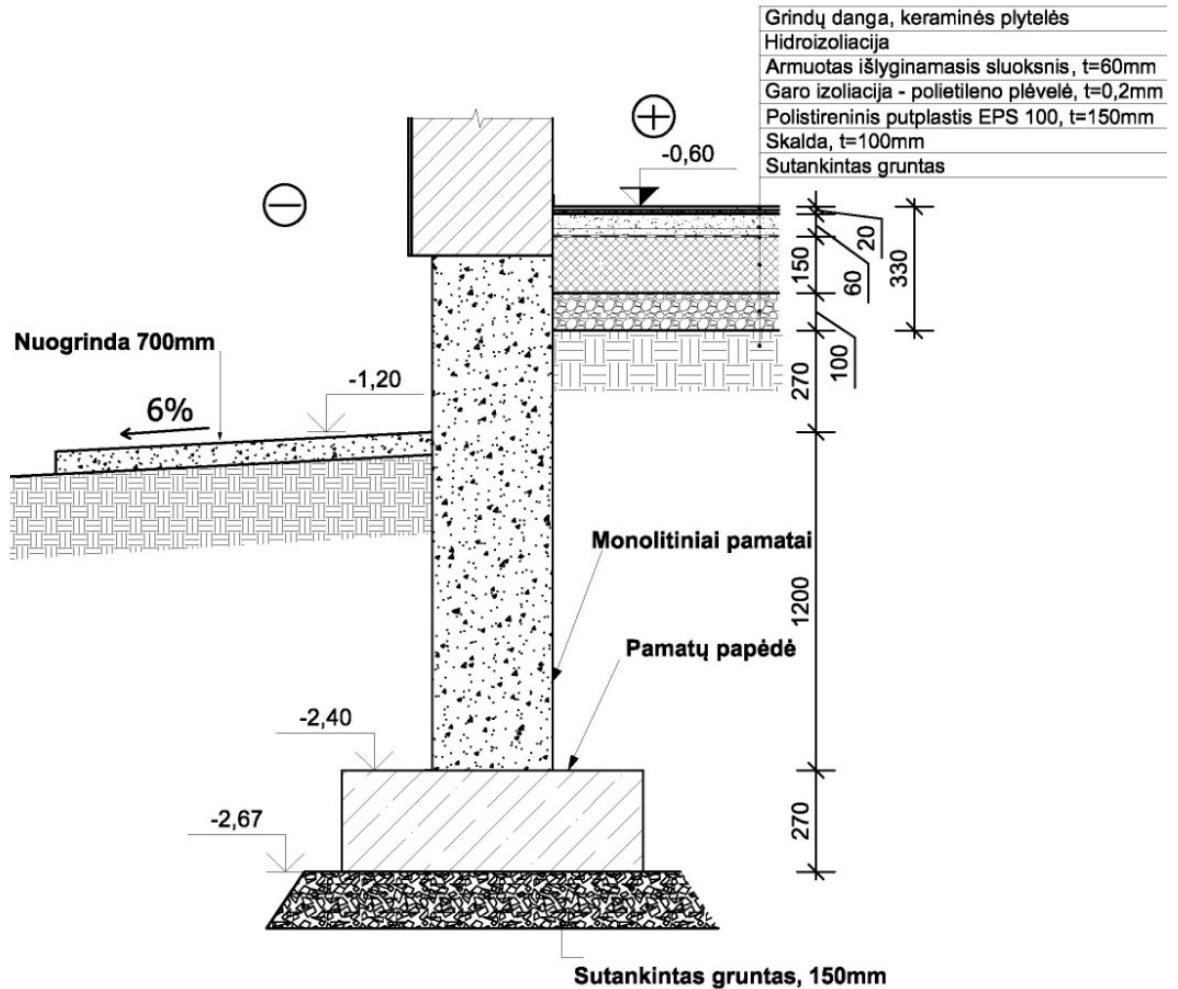
Analizuojant horizontalaus bei vertikalaus apšiltinimo variantus pasirinkti 5 svarbiausi kriterijai reikalingi skaičiavimams:

- Medžiagų kiekis,
- medžiagų bei darbo kaina,
- montavimo laikas,
- grindų ant grunto šilumos laidumas,
- cokolio- grindų ant grunto šiluminių tiltelių reikšmės.

Duomenys projektavimui

Gyvenamosios paskirties pastatas pastatytas Kauno rajone, Domeikavos kaime. Pastato pagrindas natūralus, gruntas yra priemolis. Gruntas yra be molio priemaišų, gerai praleidžia vandenį, nuo šalčio nesiplečia, gerai išlaiko didelį krūvį bei mažai nusėda. Šalčiausi orai Kauno rajone sausio mėn., kai vidutinė oro temperatūra būna $-8,5^{\circ}\text{C}$, o šilčiausi liepos mėn., kai orai Kauno rajone įšyla iki $+22,2^{\circ}\text{C}$. Kritulių kiekis Kauno rajone per metus – 680 mm. GVH $-4,500$. Gruntiniai vandenys slūgso 4m gylyje. Suprojektuotas pastatas yra sieninės sistemos, vieno aukšto su grindimis ant grunto 8 ir 9 pav. Pastato sienos iš akytojo betono

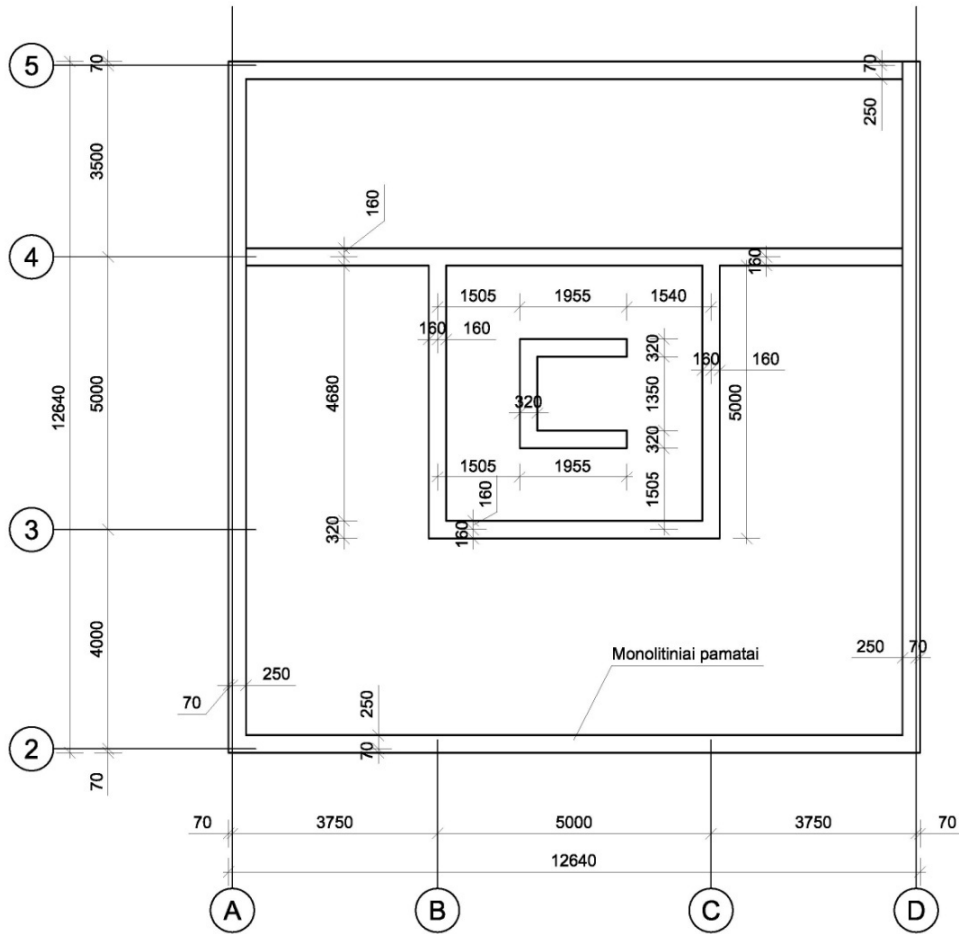
blokelių, pamatai – ištisiniai monolitiniai. Pamatų papėdės iš gelžbetoninių papėdžių blokų, nuogrinda betoninė- 700mm (13).



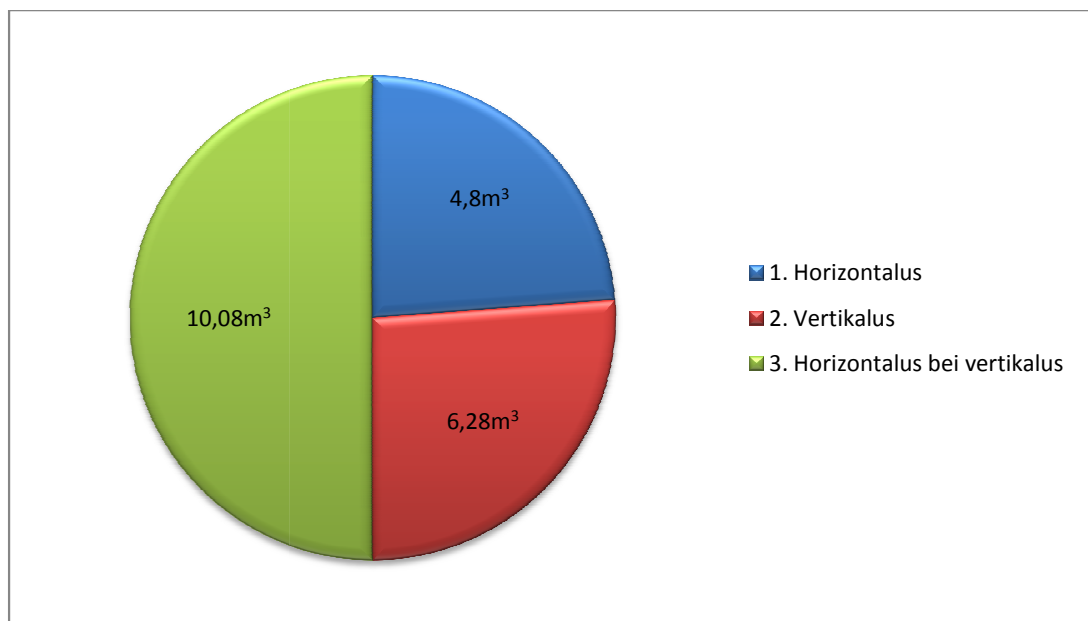
8 pav. Domeikavos klebonijos pamato-grindų ant grunto mazgas

Medžiagų kiekis bei svoris

Visiems trims papildomo šiltinimo variantams pasitelkus Lietuvoje naudojamos sąmatų skaičiavimo programos bei tiksliais esamo pastato duomenimis yra apskaičiuota, koks kiekis bei svoris reikalingas kiekvienu variantu. Pagal pamato mazgus bei pamatų planą (žr. 9 pav.) apskaičiuojame medžiagų kiekį. Kadangi visais variantais šiltinamoji medžiaga 100 mm storio, kiekiai apskaičiuoti kvadratiniais metrais žr. 10 ir 11 pav.

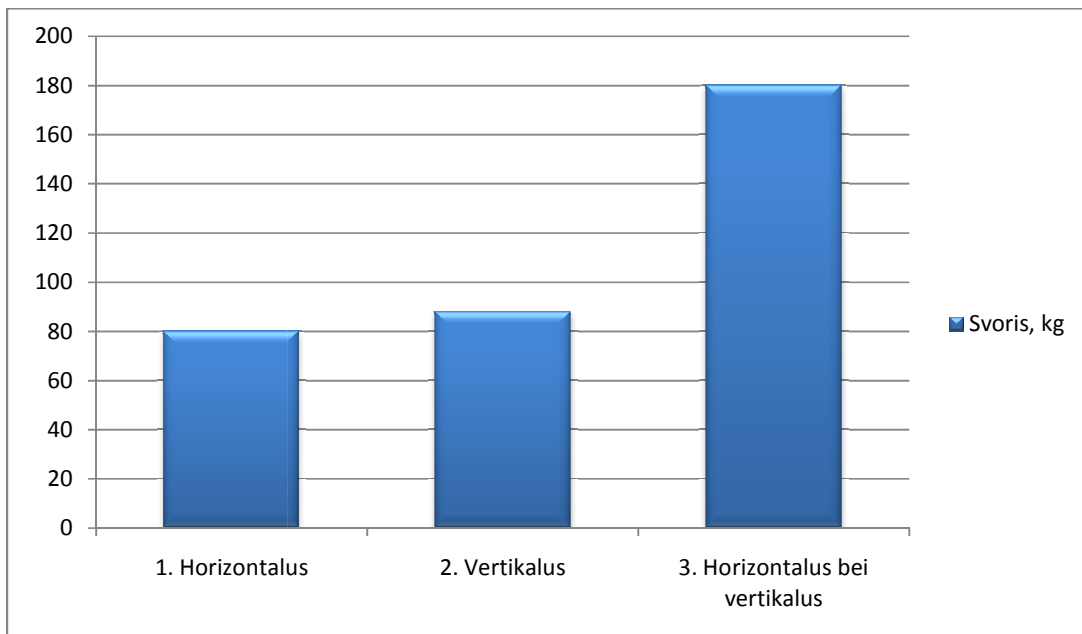


9 pav. Pamatų planas



10 pav. Skirtingų pamatų šiltinimo variantams sunaudotų medžiagų kiekių skritulinė diagrama

Horizontaliojo šiltinimo metu sunaudojami $4,8 \text{ m}^3$ polistireninio putplasčio, vertikaliojo šiltinimo metu- $5,28 \text{ m}^3$, o kombinuoto- horizontalaus ir vertikalaus šiltinimo metu sunaudojama $10,08 \text{ m}^3$.



11 pav. Skirtingų pamatų šiltinimo variantams sunaudotų medžiagų svorių stulpelinė diagrama

Horizontaliojo šiltinimo metu sunaudotas polistireninis putplastis sveria $80,016 \text{ kg}$, vertikaliojo- $88,02 \text{ kg}$, o horizontaliojo ir vertikaliojo šiltinimo metu- $180,04 \text{ kg}$.

Montavimo darbų ir medžiagų kainos

Vertikaliojo termoizoliacijos montavimo kainos priklauso nuo šių darbų:

1. Grindų ant grunto nuardymo
2. Išlyginamojo sluoksnio nuardymo
3. Grindų ant grunto papildomo šiltinimo
4. Išlyginamojo sluoksnio montavimo
5. Grindų ant grunto atstatymo

Visi šie darbai su kainomis ir kiekiais pateikti baigiamojo darbo 1-ame priede.

Horizontaliojo termoizoliacijos montavimo kainos priklauso nuo šių darbų:

1. Nuogrindos ardymo
2. Pamatų vertikalaus šiltinimo

3. Nuogrindos atstatymo

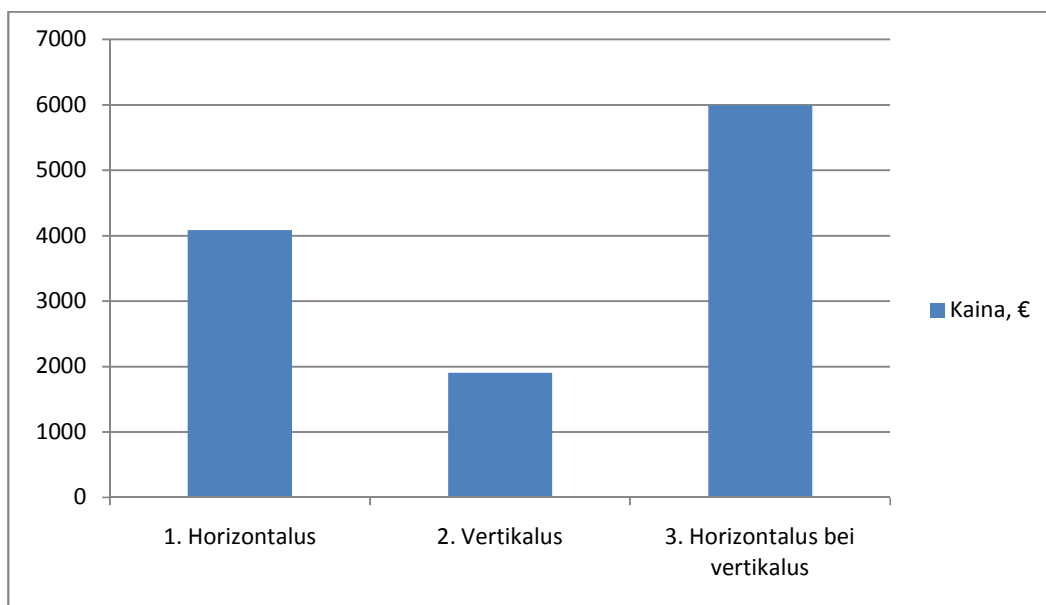
Visi šie darbai su kainomis ir kiekiais pateikti baigiamojo darbo 2-ame priede.

Horizontaliojo ir vertikaliojo termoizoliacijos montavimo kainos priklauso nuo šių darbų:

1. Nuogrindos ardymo
2. Pamatų vertikalaus šiltinimo
3. Nuogrindos atstatymo
4. Grindų ant grunto nuardymo
5. Išlyginamojo sluoksnio nuardymo
6. Grindų ant grunto papildomo šiltinimo
7. Išlyginamojo sluoksnio montavimo
8. Grindų ant grunto atstatymo

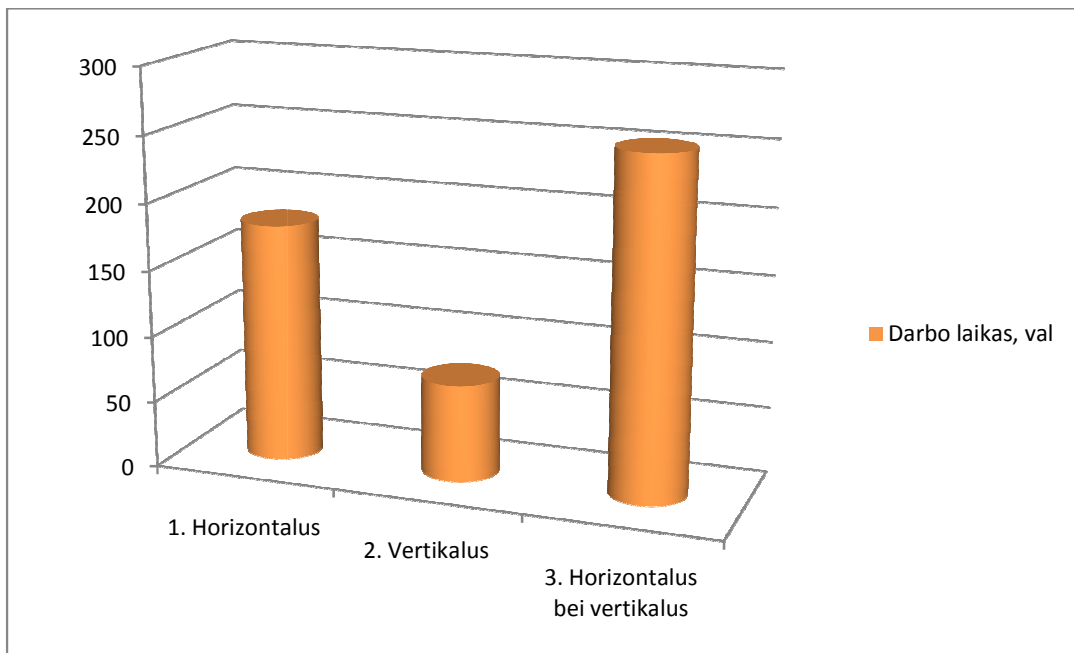
Visi šie darbai su kainomis ir kiekiais pateikti baigiamojo darbo 3-ame priede.

Darbų bei medžiagų kainos (12 pav.) pateiktos pagal kompiuterinės programos ProSama 5G 2017 metų spalio mėnesio kainas. Apskaičiuojant darbo laiką valandomis (žr. 11 pav.) priimama, kad darbus atliks vienas darbuotojas. Antrajam bei trečiajam variantams darbų kiekiai yra su papildoma atsarga. Montuojant horizontalų šiltinimą, grindų danga bei išlyginamasis sluoksnis nuardomi 50cm daugiau nei klojama papildoma termoizoliacija, tam, kad būtų patogų montuoti ir nebūtų pažeista neišmontuota grindų danga.



12pav. Skirtingų pamatų šiltinimo variantų montavimo bei medžiagų kainos

Pateiktame grafike matome, kad horizontalaus papildomo šiltinimo kaina (4085,84€) yra beveik dvigubai didesnė nei vertikalus šiltinimo (1906,49€), o horizontalaus ir vertikalus šiltinimo kaina (5992,33€) trečdaliu didesnė nei horizontalaus šiltinimo ir beveik trigubai didesnė nei vertikalus šiltinimo.



13 pav. Skirtingų pamatų šiltinimo variantų montavimo laikas valandomis

Iš grafiko, kuriame nurodomas darbo laikas (13 pav.) norint papildomai apšiltinti pamatus, matome, kad horizontaliam papildomam šiltinimui atlikti reikia 179,97 darbo valandų, vertikaliam apšiltinimui - 73,137 darbo valandų, o horizontaliam ir vertikaliam šiltinimui- 253,107 darbo valandų.

Grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

Skaičiuojant grindų ant grunto šiluminę varžą reikalingi pagrindiniai pastato duomenys: A- grindų ant grunto plotas bei P-grindų perimetras apskaičiuotas pagal vidinius grindų matmenis.

Domeikavos klebonijos grindų ant grunto plotas pagal 13 pav. pateiktus duomenis:

Grindų ant grunto plotas:

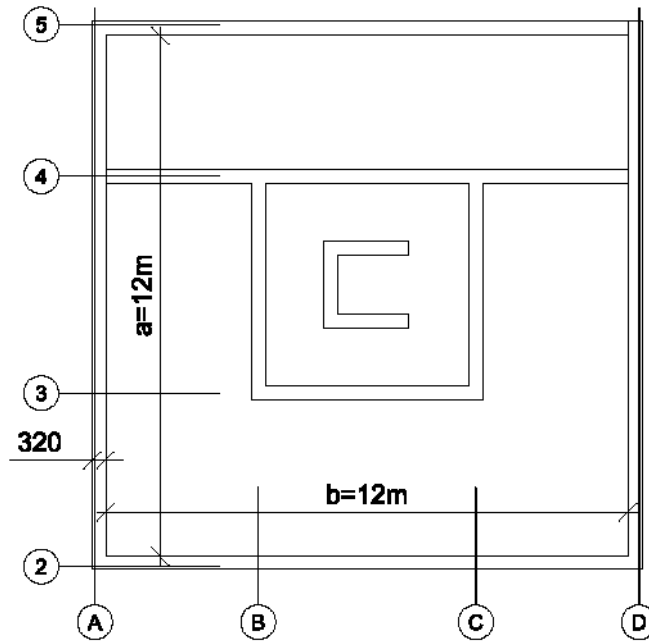
$$A = a \cdot b \quad (6)$$

$$A = 12 \cdot 12 = 144m^2$$

Perimetras:

$$P=a+b+a+b \quad (7)$$

$$P=12+12+12+12=48\text{m}$$



13pav. Domeikavos klebonijos pamatų planas

Grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimuose naudojama būdingojo grindų matmens B' (m) vertė apskaičiuojama taip:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P}; \quad (8)$$

čia: A – grindų ant grunto plotas (m^2);

P – grindų perimetras (m).

$$B' = \frac{144}{0,5 \cdot 48} = 6\text{m};$$

Pirmojo grindų sluoksnio (apdailos) dangos šiluminė varža pagal internetinio puslapio IRIS pardavinėjamus produktus (4).

$$R_1 = 0,024\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W};$$

Antrojo grindų sluoksnio (armuoto betono) storis $d_2 = 60\text{mm}$, projektinis šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{ds2} = 2,5 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, šiluminės varžos skaičiavimas:

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{ds2}} \quad (9)$$

$$R_2 = \frac{0,06}{2,5} = 0,024\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

Trečiojo grindų sluoksnio, ištisinės šilumos izoliacijos polistireninio putplasčio storis $d_2=60\text{mm}$, deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{\text{dec}3}= 0,039 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Kadangi pagal STR 2.01.02:2016 negalime pasirinkti projektuojamo šilumos laidumo koeficiento, jį reikia apskaičiuoti naudojant formulę:

$$\lambda_{\text{ds}3} = \lambda_{\text{dec}3} + \Delta\lambda\omega, \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \quad (10)$$

$\Delta\lambda\omega$ – pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijose, $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, Jos vertė – $0,006 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

$$\lambda_{\text{ds}3} = 0,039 + 0,006=0,045 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$$

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_{\text{ds}3}}$$

$$R_3 = \frac{0,15}{0,045} = 3,33 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

Atitvarų visuminė šiluminė varža R_t ($\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$) apskaičiuojama pagal formulę (pirmasis ir antrasis sluoksniai nevertinami):

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} \quad (11)$$

Čia:

R_s – atitvaros sluoksnių suminė šiluminė varža apskaičiuojama pagal STR 2.01.02:2016.

R_{si}, R_{se} – atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža parenkama iš STR 2.01.02:2016

$$R_t = 0,17 + 3,33 + 0,04 = 3,54 (\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W})$$

Bendras grindų ant grunto be papildomos termoizoliacijos šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{3,54} = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}). \quad (12)$$

Pagal STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“, grindų ant grunto be papildomos termoizoliacijos šilumos perdavimo koeficientas atitinka C klasės energinio naudingumo reikalavimus (2 lentelė).

Norminės grindų ant grunto U vertės C ir B energinio naudingumo klasės pastatuose

Atitvaros rūšis	Atitvarą žymuo	Gyvenamieji pastatai, W/(m ² ·K)
Šildomų patalpų atitvaros, kurios ribojasi su gruntu	fg	0,25

Šilumos perdavimo koeficientas apšiltinant papildoma horizontalia termoizoliacija

Pagal LST EN ISO 13370:2017, „Šiluminės pastatų charakteristikos. Šilumos pernaša gruntu. skaičiavimo metodai (ISO 13370:2007)“ Šilumos nuostolių skaičiavimuose naudojama grunto periodinio prasiskverbimo gylio δ (m) vertė imama $\delta=3,2$ m. Grunto šilumos laidumo koeficientas visuose skaičiavimuose imamas $\lambda_{gr} = 2$ W/(m·K) (9).

d_t – grindų ant grunto, kai grindys neapšiltintos arba jose įrengtas išsistinis horizontalusis termoizoliacinis sluoksnis, atstojamasis grindų plokštės storis, išreikštas grunto sluoksnio storium (m):

$$d_t = w_x + \lambda_{gr} \cdot (R_{se} + R_t + R_{si}) \quad (13)$$

čia:

w_x – pamatų storis 0,15m.

λ_{gr} – grunto šilumos laidumo koeficientas (W/(m·K)). $\lambda_{gr} = 2$ W/(m·K).

$$d_t = 0,15 + 2 \cdot (0,04 + 3,54 + 0,17) = 7,65m$$

Kadangi $d_t > B'$ tai šilumos perdavimo koeficientas grindų su papildoma termoizoliacija skaičiavimas:

$$U_0 = \frac{\lambda_{gr}}{0,457 \cdot B' + d_t}; \text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}. \quad (14)$$

$$U_0 = \frac{2}{0,457 \cdot 6 + 7,65} = 0,192 \text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Šiluminė varža:

$$R_0 = \frac{1}{U_0}; \text{m}^2 \cdot \text{K/W} \quad (15)$$

$$R_0 = \frac{1}{0,192} = 5,199 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Apskaičiuojama grindų ant grunto papildomosios šiluminės varžos, esant horizontaliajam $R'_{h.ins,x}$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$) apšiltinimui:

$$R'_{h.ins,x} = R_{h.ins,x} - \frac{d_{h.ins,x}}{\lambda_{gr}} \quad (16)$$

$$R'_{h.ins,x} = 2,349 - \frac{0,1}{2} = 2,389 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

čia: $R_{h.ins,x}$ – grindų horizontaliojo pakraščių termoizoliacinio sluoksnio šiluminė varža ($\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$);

$d_{h.ins,x}$ – grindų horizontaliojo pakraščių termoizoliacinio sluoksnio storis (m);

λ_{gr} – grunto šilumos laidumo koeficientas ($\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$). $\lambda_{gr} = 2 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

$$R_{h.ins,x} = \frac{d_{h.ins,x}}{\lambda_{h.ins,x}} \quad (17)$$

$$R_{h.ins,x} = \frac{0,1}{0,041} = 2,349 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$\Lambda_{h.ins,x} = \lambda_{h.ins,x,dec} + \Delta\lambda_{wH}, \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

$$\Lambda_{h.ins,x} = 0,035 + 0,006 = 0,041 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

$\Delta\lambda_{wH}$ – Šilumos laidumo pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo grunte (6).

Apskaičiuojamas atstojamasis papildomo apšiltinančio sluoksnio storis

$$d'_h = \lambda_{gr} \cdot R_{h.ins,x} \quad (18)$$

$$d'_h = 2 \cdot 2,389 = 4,778 \text{ m}$$

Apskaičiuojama horizontalioji pakraščių apšiltinimo įtakos pataisa:

$$\Psi_{g.e.2,x} = -\frac{\lambda_{gr}}{\pi} \left[\ln\left(\frac{D_{h,x}}{d_{t2,x}} + 1\right) - \ln\left(\frac{D_{h,x}}{d_{t2,x} + d'_{h,x}} + 1\right) \right]; \quad (19)$$

$$\Psi_{g.e.2,x} = -\frac{2}{3,1415} \left[\ln\left(\frac{1}{7,657} + 1\right) - \ln\left(\frac{1}{7,657 + 4,778} + 1\right) \right] = -0,029$$

Apskaičiuojamas papildomo horizontaliojo apšiltinimo sluoksnio šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_h = U_0 + \frac{\Delta\Psi_H}{B'} \quad (20)$$

$$U_h = 0,192 + \frac{-0,029}{6} = 0,188 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

Šilumos perdavimo koeficientas apšiltinant papildoma horizontalia bei vertikalia termoizoliacija

Skaičiuojant šilumos perdavimo koeficientą papildomai šiltinant grindis ant grunto horizontaliai bei vertikaliai naudojami tie patys skaičiavimai, kuriais apskaičiuotas horizontalus šiltinimas tik dar pridėdami skaičiavimai vertikalojo šiltinimo:

Apskaičiuojama grindų ant grunto papildomosios šiluminės varžos, esant vertikaliajam $R'_{v.ins,x}$ ($\text{m}^2\cdot\text{K/W}$) apšiltinimui:

$$R'_{v.ins,x} = R_{v.ins,x} - \frac{d_{v.ins,x}}{\lambda_{gr}} \quad (21)$$

$$R'_{v.ins,x} = 2,222 - \frac{0,1}{2} = 2,172 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

čia: $R_{v.ins,x}$ – grindų vertikalojo termoizoliacinio sluoksnio šiluminė varža ($\text{m}^2\cdot\text{K/W}$);

$d_{v.ins,x}$ – grindų vertikalojo pakraščių termoizoliacinio sluoksnio storis (m);

λ_{gr} – grunto šilumos laidumo koeficientas ($\text{W/(m}\cdot\text{K)}$), $\lambda_{gr} = 2 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ (9).

$$R_{v.ins,x} = \frac{d_{v.ins,x}}{\lambda_{v.ins,x}} \quad (22)$$

$$R_{v.ins,x} = \frac{0,1}{0,045} = 2,22 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$\Lambda_{v.ins,x} = \lambda_{v.ins,x,dec} + \Delta\lambda_wV, \text{ W/(m}\cdot\text{K)} \quad (23)$$

$$\Lambda_{v.ins,x} = 0,035 + 0,010 = 0,045 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$$

$\Delta\lambda_wV$ - Šilumos laidumo pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo grunte

Apskaičiuojamas atstojamasis papildomo apšiltinamojo sluoksnio storis:

$$d'_h = \lambda_{gr} \cdot R_{v.ins,x} \quad (24)$$

$$d'_v = 2 \cdot 2,222 = 4,344 \text{ m}$$

Apskaičiuojama vertikaloji pakraščių apšiltinimo įtakos pataisa

$$\Psi_{g.e.2,x} = -\frac{\lambda_{gr}}{\pi} \left[\ln\left(\frac{2 \cdot D_{v,x}}{d_{t2,x}} + 1\right) - \ln\left(\frac{2 \cdot D_{v,x}}{d_{t2,x} + d'_{v,x}} + 1\right) \right] \quad (25)$$

$$\Psi_{g.e.2,x} = -\frac{2}{3,1415} \left[\ln\left(\frac{2 \cdot 0,6}{7,657} + 1\right) - \ln\left(\frac{2 \cdot 0,6}{7,657 + 4,344} + 1\right) \right] = -0,032$$

Apskaičiuojamas papildomo horizontaliojo bei vertikaliojo apšiltinimo sluoksnio šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_h = U_0 + \frac{\Delta\Psi_H}{B'} + \frac{\Delta\Psi_V}{B'} \quad (26)$$

$$U_h = 0,192 + \frac{-0,029}{6} + \frac{-0,032}{6} = 0,182 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Šilumos perdavimo koeficientas apšiltinant papildoma vertikalia termoizoliacija

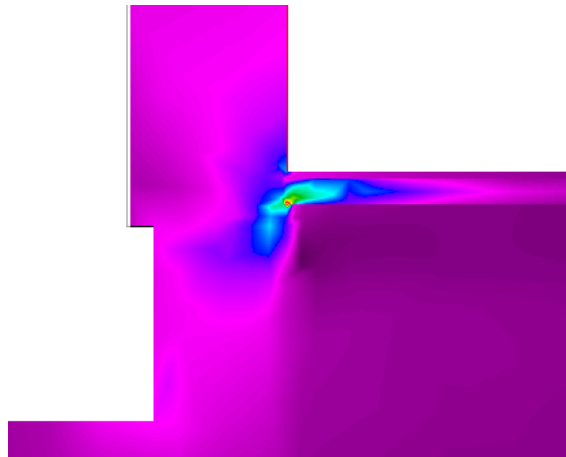
Skaičiuojant šilumos perdavimo koeficientą papildomai šiltinant grindis ant grunto vertikaliai naudojami tie patys skaičiavimai kuriais apskaičiuotas horizontalus bei vertikalus šiltinimas tik nevertinami horizontaliojo šiltinimo skaičiavimai:

$$U_h = U_0 + \frac{\Delta\Psi_V}{B'} \quad (27)$$

$$U_h = 0,192 + \frac{-0,032}{6} = 0,187 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Sienos – pamato – grindų ant grunto ilginio šiluminio tiltelio skaičiavimas

Ilginis šiluminis tiltelis – tai padidintų šilumos srautų vietos atitvarų konstrukcijose žr. 14 pav. Jie ženkliai įtakoja pastato šiluminius nuostolius, konstrukcijų paviršiaus temperatūras. Netinkamai suprojektuotas šiluminis (šalčio) tiltelis ne tik bus laidus šilumai, bet ir dėl per žemos temperatūros sudarys sąlygas kondensuotis drėgmei ir augti pelėsiui (2).



14 pav. Didžiausios šilumos srauto vietos atitvaro konstrukcijoje (THERM 7.6 programa)

Šilumos tiltelių vietos taip pat dažnai susijusios pastato sandarumo bandymo rezultatu. Neteisingai suprojektuoti cokolio mazgai gali padidinti šilumos tiltelių įtaką ir pabloginti pastato sandarumo bandymų rezultatus. Norint suprojektuoti kuo šiltesnį pastatą būtina apskaičiuoti šilumos tiltelius. Dažniausiai pastate yra apie 8 vietas kuriose galimi nuostoliai per ilginius šilumos tiltelius, bet sudėtinguose objektuose jų būna ir daugiau.

Šilumos tiltelių vertės normuojamos pagal energinio naudingumo klasę. Pagal Lietuvos statybos techninio reglamento STR 2.01.02:2016 lentelę norint suprojektuoti atitvarą, kuri tenkintų C energinio naudingumo klasę, jos ilginio šilumos tiltelio vertė turi būti ne didesnė už 3 lentelės duomenis.

3 lentelė

Ilginių šilumos tiltelių šilumos perdavimo koeficientų vertės pastatų atitvarų norminių savitųjų šilumos nuostolių ir energinio naudingumo rodiklių normos C energinio naudingumo klasei

Eil. Nr.	Ilginio šiluminio tiltelio apibūdinimas	Tiltelį žymintis poraidis	Gyvenamieji pastatai	Negyvenamieji pastatai	
				Viešosios paskirties pastatai	Pramonės pastatai
1	Tarp pastato pamatų ir išorinių sienų	$f-w$	0,18	0,20	0,25
2	Aplink langų angas sienose	wdp			
3	Aplink durų angas sienose	dp			
4	Tarp pastato sienų ir stogo	$w-r$			
5	Fasadų išoriniuose ir vidiniuose kampuose	c			
6	Balkonų grindų susikirtimo vietose su išorinėmis sienomis	$bc-w$			
7	Tarp perdangų, kurios ribojasi su išore, ir sienų	$c-w$			
8	Stoglangių, švieslangių ir kitų skaidrių atitvarų angų perimetru	s			

Atliekant cokolio ilginio šiluminio tiltelio efektyvumo skaičiavimus Domeikavos klebonijos pastatui projektuojamą modelį sudaro dviejų komponentų, išorės

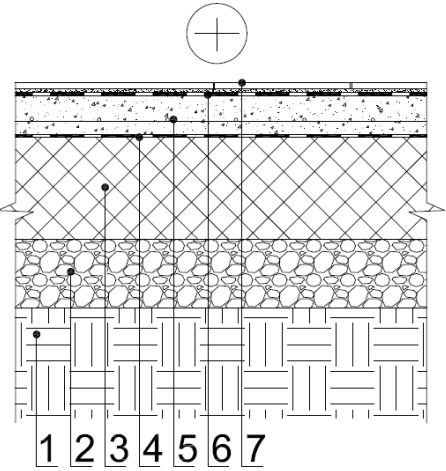
sienos ir pamato, sandūra. Tiriama trys šiltinimo variantai. Sienos šilumos perdavimo koeficientas $U=0,23 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Siena sudaryta iš akytojo betono blokelių.

Šiame projekte skaičiuojant ilginius šiluminius tiltelius skirtingai apšiltintoms grindims ant grunto, naudojama kompiuterinė programa THERM 7.6. Jos pagalba galime apskaičiuoti konstrukcijų šiluminius laidumus, šalčio tiltelius, bei skaičiuojamojoje schemoje sužymėti izotermas (temperatūrų skirtumus).

Skaičiuojamajam modeliui sukurti reikalingi pastato duomenys surašyti 4 ir 5 lentelėse.

4 lentelė

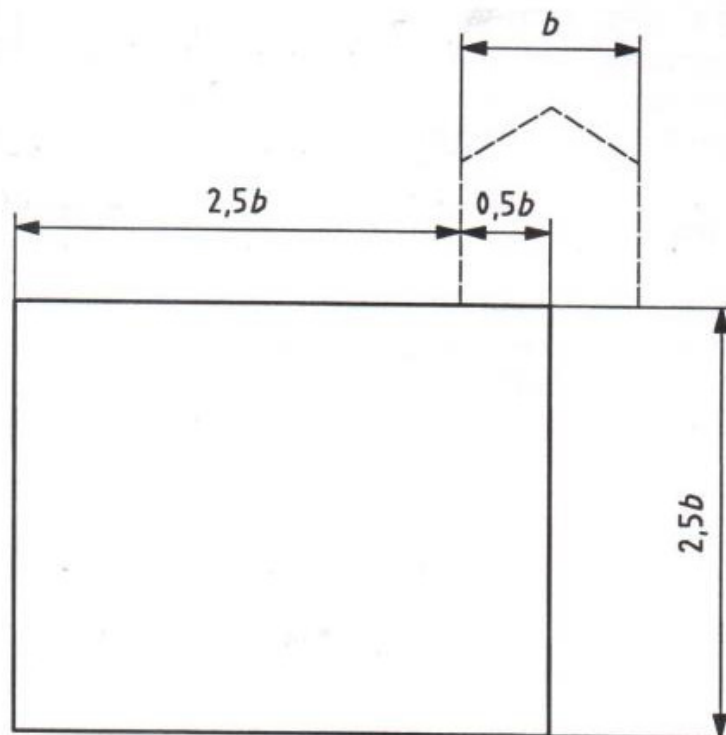
Grindų ant grunto detalė

Grindų detalė	Eil. Nr.	Sluoksnių pavadinimas	Šilumos laidumo koeficientas (W/m·K)	Storis, mm
	1	Sutankintas gruntas	2,0	-
	2	Skalda	2,0	100
	3	Polistireninis putplastis (EPS100)	0,038	150
	4	Garo izoliacija	-	-
	5	Armuotas išlyginamasis sluoksnis	2,04	60
	6	Hidroizoliacija	-	20
	7	Grindų danga, keraminės plytelės	-	

Sienos detalė

Sienos detalė	Eil. Nr.	Sluoksnių pavadinimas	Šilumos laidumo koeficientas (W/m·K)	Storis, mm
	1	Tinkas	-	8
	2	Akytojo betono blokai	0,2	375
	3	Tinkas	-	10

Norint suprojektuoti skaičiuojamąją schemą, žr. pav. 15 ir 16, reikia naudoti pusę grindų pločio ($0,5b$, kai b - grindų plotis). Bei į išorę ir į gylį $2,5b$. Šiame projekte atstumas nuo sienos iki skaičiuojamųjų grindų krašto 6 metrai, išorinis matmuo bei gylis- 30 metrų.

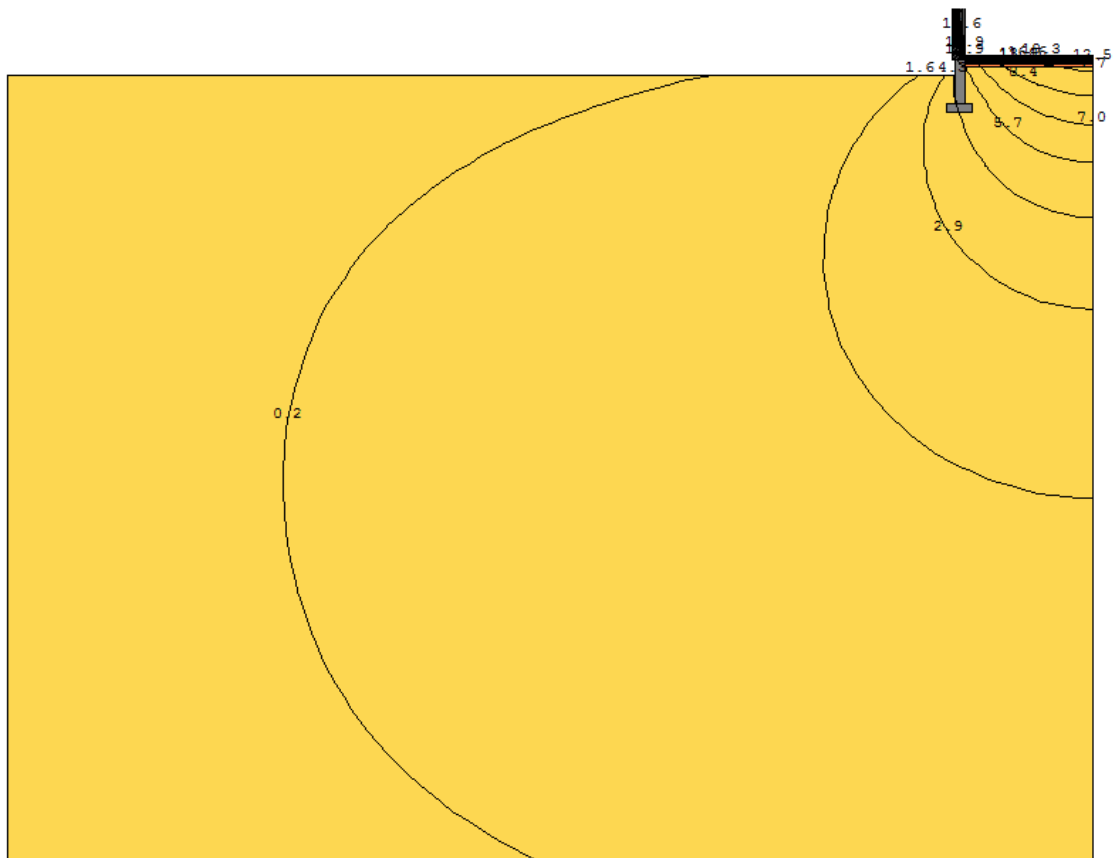


15 pav. Projektuojamo mazgo skaičiuojamasis modelis

Projektuojant dvimatę (2D) skaičiuojamąją schemą, su programa THERM 7.6 braižomas cokolio mazgas, pasirenkamos tinkamos medžiagos bei įrašomos jų charakteristikos. Taip pat išorinių sluoksnių paviršiuje pasirenkamos temperatūros: pastato išorėje +0°C, pastato viduje +20°C. Nurodoma gravitacijos kryptis (skaičiuojamajame modelyje žemyn) ir skaičiuojami rezultatai.

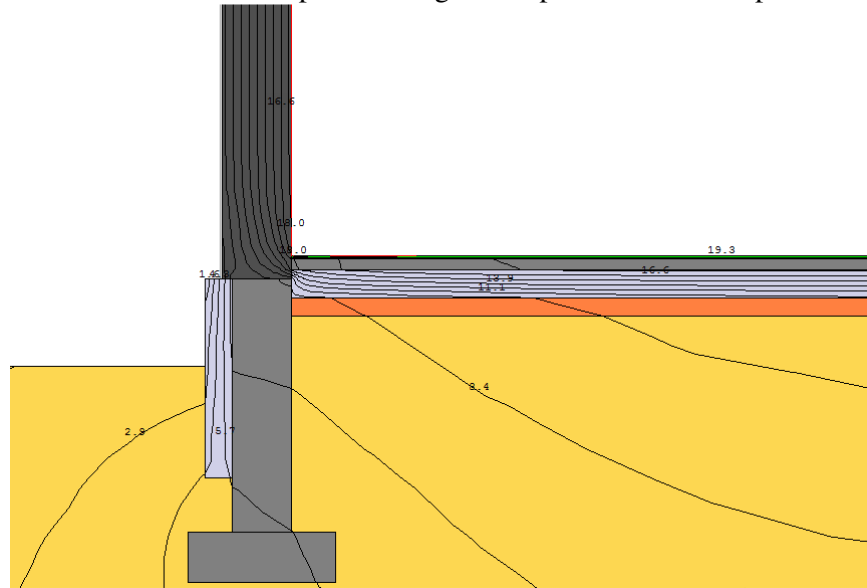
Pagal konstrukcijų sluksniuose nurodytus šilumos laidumo koeficientus programa automatiškai apskaičiuoja grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientą. Taip pat atlieka skaičiavimus sienos šilumos perdavimo koeficientui. Turint šiuos du parametrus skaičiuojamas sienos-pamato ilginio šiluminio tiltelio šilumos srautas, kuris vėliau naudojamas 29 formulėje.

Taip pat atlikus skaičiavimus gaunami grafikai: šilumos srauto, temperatūrų pokyčio, bei izoterminiai.

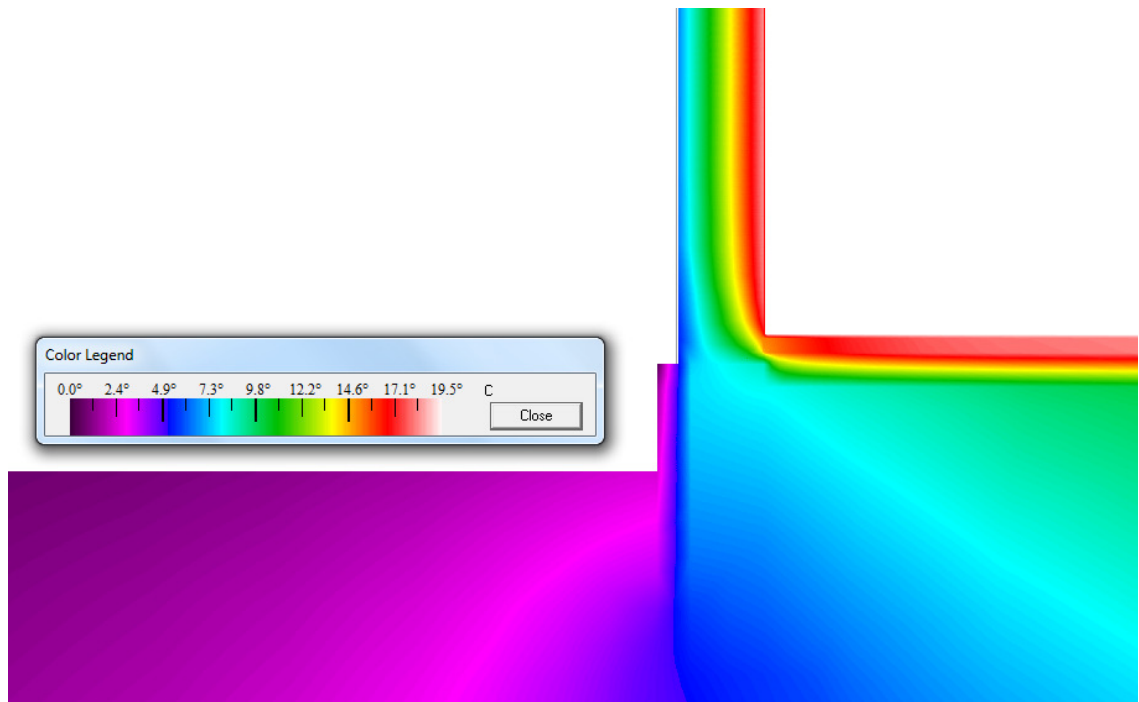


16 pav. Projektuojamo mazgo schema programoje (THERM 7.6)

Vertikalojo šiltnimo izotermos ir temperatūrinis grafikas pateiktas 17 ir 18 pav.

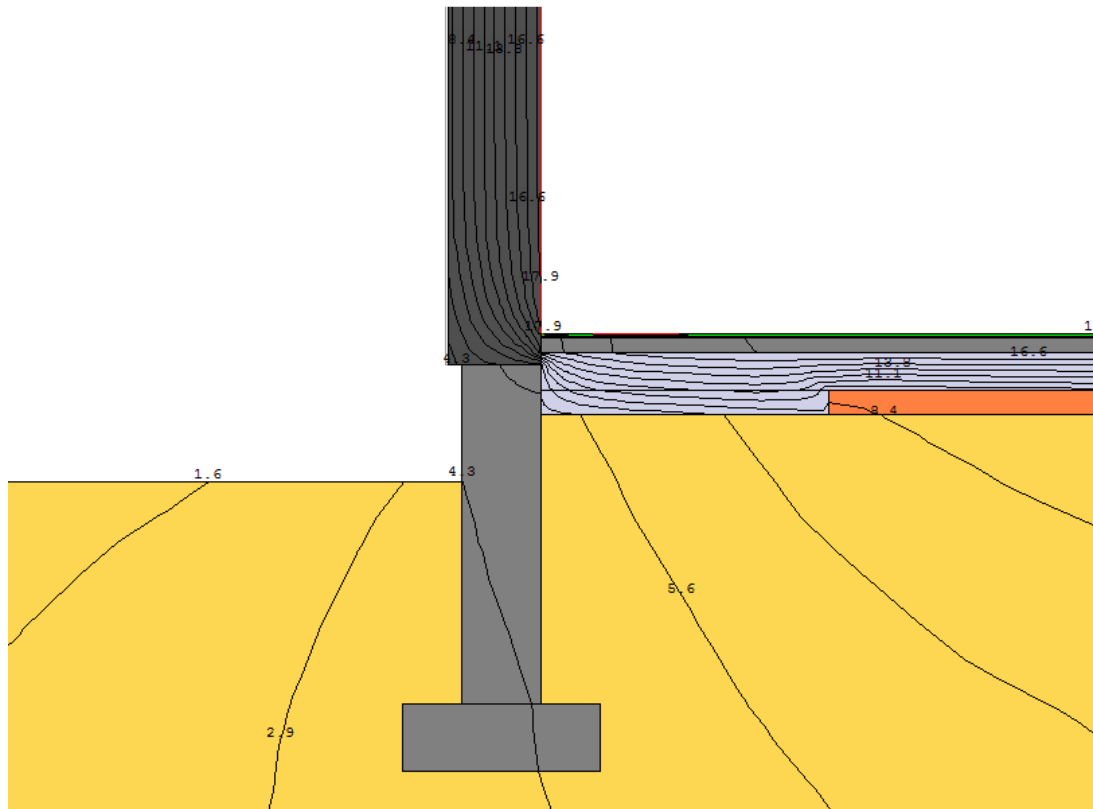


17 pav. Vertikalojo šiltnimo izotermos

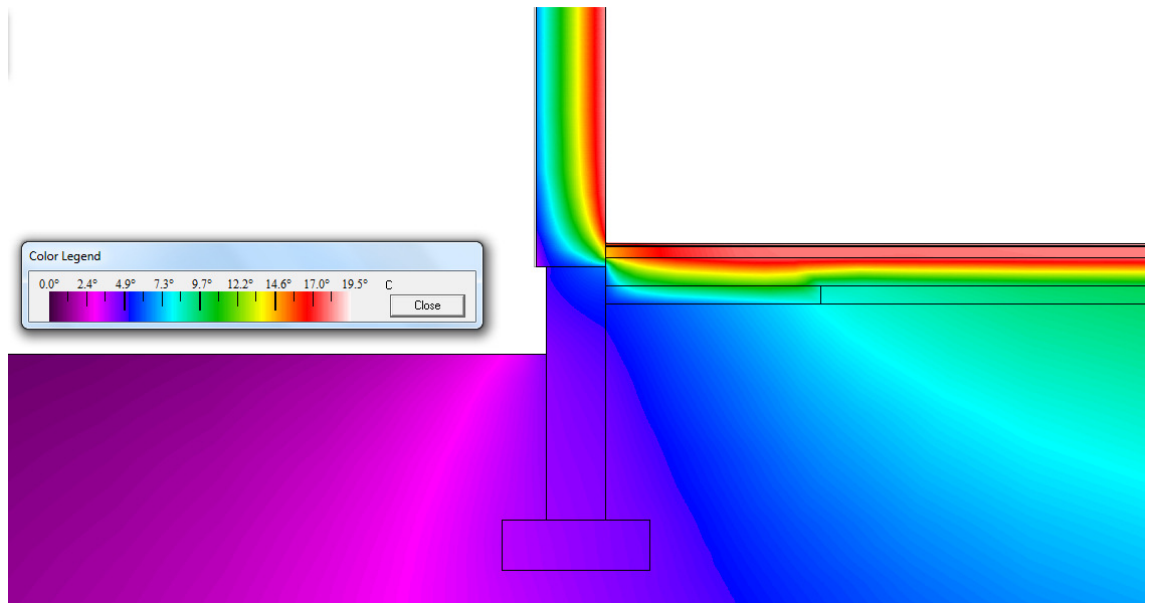


18 pav. Vertikalojo šiltnimo temperatūrinis grafikas

Horizontaliojo šiltinimo izotermos ir temperatūrinis grafikas pateiktas 19 ir 20 pav.

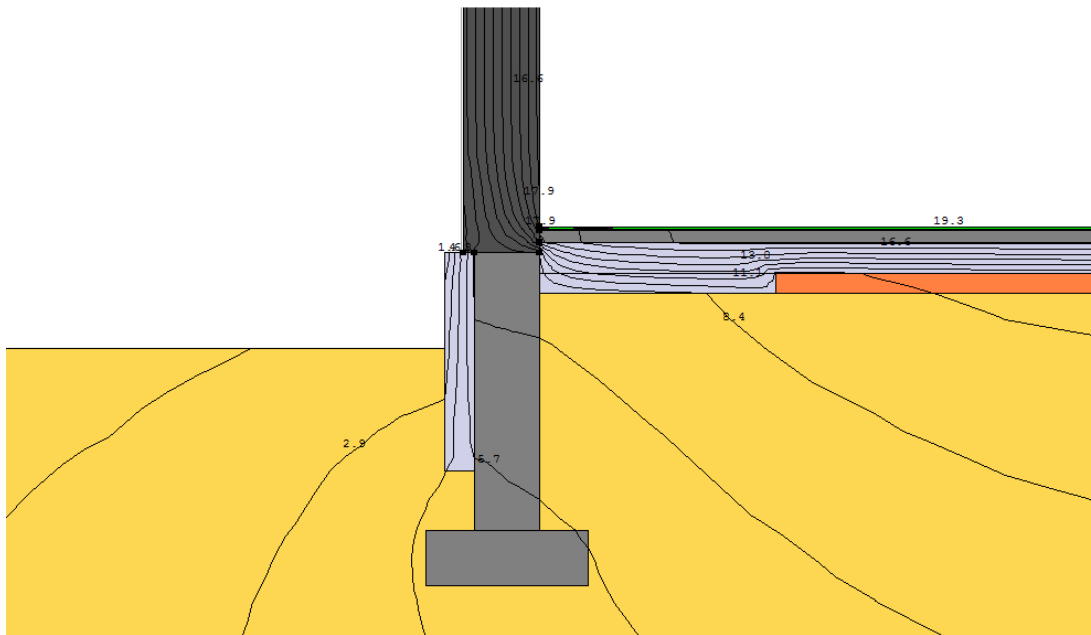


19 pav. Horizontaliojo šiltinimo izotermos

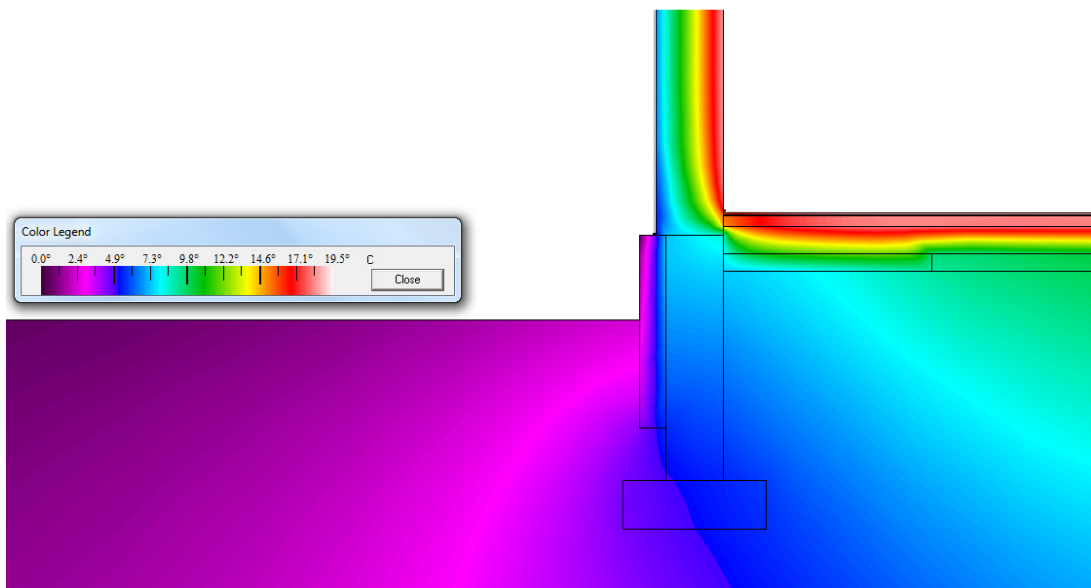


20 pav. Horizontaliojo šiltinimo temperatūrinis grafikas

Horizontaliojo ir vertikaliojo šiltinimo izotermos ir temperatūrinis grafikas pateiktas 21 ir 22 pav.



21 pav. Horizontaliojo ir vertikaliojo šiltinimo izotermos



22 pav. Horizontaliojo ir vertikaliojo šiltinimo temperatūrinis grafikas

Pagal LST EN ISO 10211:2008 „Statinių konstrukcijų šiluminiai tilteliai. Šilumos srautai ir paviršiaus temperatūros. Detalieji skaičiavimai” reikalavimus, ilginio šiluminio tiltelio šilumos perdavimo koeficientas skaičiuojamas pagal formulę:

$$\psi = L_{2D} - U_1 \cdot l_1 - U_2 \cdot l_2; \quad (28)$$

čia:

Ψ – sienos-pamato ilginio šiluminio tiltelio šilumos perdavimo koeficientas W/(m·K);

L_{2D} – linijinio šiluminio tiltelio savitieji šilumos nuostoliai, nustatyti skaičiuojant dvimatį temperatūrinį lauką komponentui, kuris skiria dvi aplinkas (vidų ir išorę);

U_1 – sienos šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuotas vienmačiame temperatūriniame lauke, kuris skiria dvi aplinkas;

L_1 – dvimačio geometrinio modulio ilgis, kuriam paskaičiuota šilumos perdavimo koeficiento U_1 vertė;

U_2 – grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuotas vienmačiame temperatūriniame lauke, kuris skiria dvi aplinkas;

L_2 – dvimačio geometrinio modulio ilgis, kuriam paskaičiuota šilumos perdavimo koeficiento U_2 vertė.

Linijinio šiluminio tiltelio savitieji šilumos nuostoliai L_{2D} skaičiuojami pagal 30 formulę:

$$L_{2D} = \frac{\Phi_{lj}}{(\theta_i - \theta_e)}; \quad (29)$$

čia Φ_{lj} – sienos-pamato ilginio šiluminio tiltelio šilumos srautas, apskaičiuotas *THERM 7.4* programa (3 pav.), W/m; θ_i – išorės lauko temperatūra, K; θ_e – vidaus temperatūra, K

Horizontalus šiltinimas:

$$L_{2D} = \frac{41,8}{|0 - 20|} = 2,09$$

Vertikalus šiltinimas:

$$L_{2D} = \frac{41,4}{|0 - 20|} = 2,07$$

Vertikalus ir horizontalus šiltinimas:

$$L_{2D} = \frac{40,4}{|0 - 20|} = 2,02$$

Šiluminio tiltelio šilumos perdavimo koeficientas:

Horizontalus šiltinimas:

$$\psi = 2,09 - 0,231 \cdot 1 - 0,28 \cdot 6 = 0,179 \text{ W/(m·K)}.$$

Vertikalus šiltinimas:

$$\psi = 2,07 - 0,231 \cdot 1 - 0,28 \cdot 6 = 0,159 \text{ W/(m·K)}.$$

Vertikalus ir horizontalus šiltinimas:

$$\psi = 2,02 - 0,231 \cdot 1 - 0,28 \cdot 6 = 0,109 \text{ W/(m·K)}.$$

3. DAUGIAKRITERINĖS ANALIZĖS TYRIMAS SAW METODU

Pagal apskaičiuotus kriterijus į Microsoft Excel programoje sukurtą sprendimų matricą įvedamos reikšmės (4 lentelė). Visiems kriterijams nurodomi min. rodikliai ir išrenkamos geriausios rodiklių reikšmės.

4 lentelė

Sprendimų priėmimo matrica

Šiltinimo metodas	Rodikliai				
	Medžiagų kiekis, m ³	Šiluminio tiltelio reikšmė	Medžiagų ir darbų kaina, €	Darbo laikas, h	šilumos perdavimo koeficientas W/(m ² ·K)
Horizontalusis	4,800	0,179	4085,840	179,970	0,188
Vertikalusis	5,280	0,159	1906,490	73,137	0,187
Horizontalusis ir vertikalusis	10,080	0,109	5992,330	253,107	0,182
Min. ar max. rodiklis	min.	min.	min.	min.	min.
Rodiklio geriausia reikšmė	4,800	0,109	1906,490	73,137	0,182

Matricos normalizavimas atliktas pagal 4 formulę:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_j^{min}}{x_{ij}} \quad (4)$$

Antroje dalyje surašomi kriterijų reikšmingumai. Šie reikšmingumai paskirstyti taip, kad jų suma būtų lygi 1. Reikšmingumai parinkti pagal statistinę analizę apklausus 10 statybos inžinierių- konstruktorių. Gauti rezultatai paversti į proporcingas jiems vertes, kurių suma lygi 1.

5 lentelė

Sprendimų priėmimo matricos normalizavimas

Apšiltinimo variantas	Rodikliai				
	Medžiagų kiekis, m ³	Šiluminio tiltelio reikšmė	Medžiagų ir darbų kaina, €	Darbo laikas, h	šilumos perdavimo koeficientas W/(m ² ·K)
Horizontalusis	1,000	0,609	0,467	0,406	0,968
Vertikalusis	0,909	0,686	1,000	1,000	0,973
Horizontalusis ir vertikalusis	0,476	1,000	0,318	0,289	1,000
Min. ar max. rodiklis	min.	min.	min.	min.	min.
Rodiklių reikšmingumai, q _j	0,130	0,270	0,200	0,170	0,230

Alternatyvos racionalumo nustatymas atliekamas pagal 5 formulę:

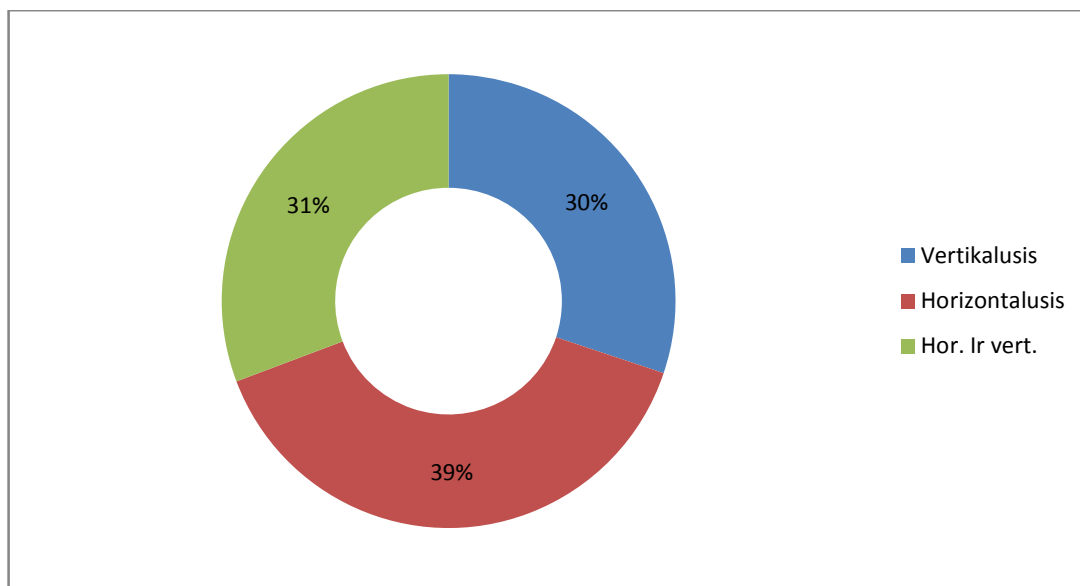
$$A = \{A_i | \max_i | \sum_{j=1}^n q_j^* \bar{x}_{ij} \} \quad (5)$$

Atlikus sprendimų priėmimo matricos normalizavimo skaičiavimus, gaunamos kriterijų (rodiklių) verčių sumos prioritetų ir eilutė, kurioje nurodoma kuris šiltinimo variantas efektyviausias (6 lentelė).

6 lentelė

Variantų prioritetai (SAW metodu)

Apšiltinimo variantas	Rodikliai					Rodiklių verčių suma	Prioritetų eilutė
	Medžiagų kiekis, m ³	Šiluminio tiltelio reikšmė	Medžiagų ir darbų kaina, €	Darbo laikas, h	Šilumos perdavimo koeficientas W/(m ² ·K)		
Horizontalusis	0,130	0,164	0,093	0,069	0,223	0,388	3
Vertikalusis	0,118	0,185	0,200	0,170	0,224	0,503	1
Horizontalusis ir vertikalusis	0,062	0,270	0,064	0,049	0,230	0,396	2
Min. ar max. rodiklis	min.	min.	min.	min.	min.		



23 pav. Skritulinėje diagramoje prioritetiškumas išreikštas procentais

IŠVADOS

Atlikus daugiakriterinės analizės metodu tyrimą paaiškėjo, kad pats efektyviausias šiltinimo būdas yra vertikalus grindų ant grunto šiltinimas, šiltinant pamatus išorinėje pusėje. Apskaičiavus pagal SAW metodą šio šiltinimo rodiklių verčių suma yra 0,503. Tai 12% geriau už blogiausią šiltinimo variantą. Antrojoje vietoje, pagal šį metodą horizontalusis ir vertikalusis šiltinimas- jo rodiklių verčių suma 0,396. Rezultatai rodo, jog pagal pasirinktus kriterijus pirmasis bei trečiasis šiltinimo variantai yra panašūs.

Trečiojoje vietoje liko horizontalusis šiltinimas. Jo rodiklių verčių suma 0,388. Horizontalusis bei horizontalusis ir vertikalusis šiltinimai įvertinti prasčiau, nes šiltinint horizontaliu šiltinimu tenka atlikti labai daug darbų. Šie darbai užima labai daug laiko. Horizontaliajam ir vertikaliajam šiltinimui- 253,11 darbo valandos, horizontaliajam šiltinimui reikia 179,97 darbo valandų, o vertikaliajam šiltinimui tik 73,17 darbo valandų. Sunaudojami kiekiai darbo metu trečiajame variante yra patys didžiausi- 10,08 m³ polistireninio putplasčio, kai antrajame (racionaliausiame) variante- 5,28 m³, o pirmajame- 4,8 m³.

Geriausiai įvertinto vertikalojo šiltinimo šiluminio tiltelio reikšmė 0,16 W/(m·K), tai geresnis rezultatas nei horizontaliojo šiltinimo (0,18 W/(m·K)), tačiau kur kas prastesnis nei horizontaliojo ir vertikalojo (0,11 W/(m·K)).

Šilumos perdavimo koeficientas visais šiltinimo variantais yra gan panašus ir skirtumas tarp skirtingų variantų mažas: horizontaliajame šiltinime 0,188 W/(m²·K), vertikaliajame 0,187W/(m²·K), o horizontaliajame ir vertikaliajame 0,182W/(m²·K). Tačiau vienas iš svarbiausių aspektų- kaina labai skiriasi. Ji susideda iš darbų bei medžiagų kiekio, darbų sudėtingumo ir praleisto darbo laiko montuojant šiltinimą. Horizontaliojo šiltinimo kaina - 4085,84€, horizontaliojo ir vertikalojo šiltinimo kaina - 5992,33€, o vertikalojo šiltinimo kaina tik 1906,49€.

Pagal atliktą tyrimą galime daryti išvadas, jog norint pagerinti šiluminės charakteristikas pastate- padaryti jį šiltesnį, nebūtina griebtis sudėtingiausių metodų, kartais tiesiog užtenka palyginti kriterijus ir išsirinkti efektyviausią variantą, kaip šiuo metu buvo padaryta su vertikaliuoju šiltinimu. Taip pat šis šiltinimo variantas atitinka energetinio naudingumo C klasės reikalavimus.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Donatas Aviža. Pastato atitvarų racionalaus termoizoliacinio sluoksnio daugiatakslė selektonovacija. Daktaro disertacija. – Vilnius: Leidykla Technika, 2016. – 135 puslapiai.
2. Donatas Aviža, Rita Baltušnikienė, Jovita Kaupienė. Mažaenergio pastato sienos-pamato ilginio šiluminio tiltelio efektyvumo tyrimas. Panevėžio kolegija, Kauno technologijos universitetas, Lietuva.
3. Europos sąjungos projektas energinio naudingumo didinimui. Prieiga per internetą <http://www.esinvesticijos.lt/lt/dokumentai/2014-2020-m-europos-sajungos-fondu-investiciju-veiksmu-programos-4-prioriteto-energijos-efektyvumo-ir-atsinaujinanciu-istekliu-energijos-gamybos-ir-naudojimo-skatinimas-4-3-1-konkretaus-uzdavinio-sumazinti-energijos-suvartojima-viesojoje-infrastrukturoj/> [žiūrėta 2017-12-20]
4. Grindų dangos šiluminė varža. Prieiga per internetą <http://www.iris.lt/prekiu-panaudojimas/sildomos/sildomos-grindys/> [žiūrėta 2017-12-17]
5. Jurgita Ramanauskaitė. Daugiabučių namų kvartalų modernizavimo strategijų analizė. Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2009.
6. Juozas Ramanauskas. Statybinė fizika. Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, 2011. –144 puslapiai.
7. Polistireninis putplastis. Prieiga per internetą <http://silputa.lt/polistireninis-putplastis>[žiūrėta 2017-11-05].
8. Ruta Simanavicienė kiekybinių daugiatakslių sprendimo priėmimo metodų jautrumo analizė. daktaro disertacija technologijos mokslai, informatikos inžinerija Vilnius, technika 2011
9. STR 2.01.02:2016. Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas. Vilnius. 2016.
10. Valentinas Podvezko. Inžinerinė Ekonomika- Engineering Economics. Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas, 2011.
11. Valentinas Podvezko. The Comparative Analysis of MCDA Methods SAW and COPRAS. 2011.
12. Viktorija Mitkutė. Renovacija Vokietijoje: mažesnis energijos sunaudojimas gerina gyvenimo kokybę. Straipsnis. Prieiga per internetą: <http://www.statybunaujienos.lt/naujiena/Renovacija-Vokietijoje-mazesnis-energijos-sunaudojimas-gerina-gyvenimo-kokybe/5923> [žiūrėta 2017-12-05].

13. Zenonas Kuzavas Domeikavos klebonijos pastato architektūrinės- konstrukcinės dalies projektas. Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijos baigiamasis darbas, Vilnius, 2015.

SUDERINTA: _____ TŪKST.

TVIRTINU: _____ TŪKST.

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

2017 M. MĖN. D.

2017 M. MĖN. D.

LOKALINĖ ŠAMATA NR. S1

Sudaryta 2017 m. 10 mėn. kainomis

K001 Pirmas kompleksas**O1 Domeikavos klebonijos atnaujinimas****S1 Vertikalaus šiltinimo šamata**Iš viso: **1.906,49** EUR

2017.12.29

Lapas: 1

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
1	Nuogrindų ardymas, atkasant pamatus cokolio šiltinimui kai nuogrindų danga betoninis sluoksnis K9=1.15	R62P-0301-2	m2		1,7509	37,352	65,40	65,40		
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.00	10200	žm.val.	0,350	5,00	13,073	65,40	65,40		
2	Rūsio sienų (pamatų) šiltinimas iš išorės izoliac. putų polistirolu plokštėmis ir įrengiant teptinę izoliaciją	F60-8-2	m2		13,3857	48	642,51	198,53	443,26	0,72
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	10300	žm.val.	0,800	5,17	38,400	198,53	198,53		
	Hidroizol. skiedinys 'PCI-Dichtschlamme' (pamatų, grindų, bas.izol.) sausi miš.	554-6	kg	2,300	0,98	110,400	108,19		108,19	
	Polistireninis putplastis EPS 100	903-13	m3	0,053	77,56	2,544	197,31		197,31	
	Bituminiai klijai 'Vedatex adhesiv'	830-41	kg	1,000	2,87	48,000	137,76		137,76	
	Kiti smulkūs mechanizmai	48382	maš.val	0,030	0,50	1,440	0,72			0,72
3	Nuogrindų dangos atstatymas po pamatų remonto kai nuogrindų danga 70 mm storio betoninis sluoksnis K9=1.15	R62P-0303-2	m2		9,8686	37,352	368,61	128,81	212,50	27,30
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	10300	žm.val.	0,580	5,95	21,664	128,80	128,80		
	Smėlis statybos darbams	570751	m3	0,110	13,08	4,109	53,74		53,74	
	Cementinis skiedinys	600004	m3	0,071	58,79	2,667	156,79		156,79	
	Tamprūs tarpikliai	250350	m	0,330	0,16	12,326	1,97		1,97	
	Mažosios mechanizacijos priemonės su vidaus degimo varikliais	489245	maš.val	0,100	7,31	3,735	27,30			27,30

Iš viso							1.076,52	392,74	655,76	28,02
Papildomų medžiagų vertė							19,67		3%	
Papildomų mechanizmų vertė							0,84			3%
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai							31,42	8%		
Iš viso							1.128,45	424,16	675,43	28,86
Soc. Draudimas							131,49	31%		
Iš viso							1.259,94	555,65	675,43	28,86
Statybvietės išlaidos							113,39	9%	9%	9%
Iš viso (tiesioginės išlaidos)							1.373,33	605,66	736,22	31,45
Pridėtinės išlaidos							127,25	30%		
Iš viso							1.500,58	732,91	736,22	31,45
Pelnas							75,03	5%	5%	5%
Iš viso (su netiesioginėmis išlaidomis)							1.575,61	769,56	773,03	33,02
PVM							330,88	21%	21%	21%
Iš viso							1.906,49	931,17	935,37	39,95

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
----------	-------------	-------	-----------	-------	-------	--------	------	--------	-----------	-------------

Sudarė:

Tikrino:

ProSama 5G
pavyzdys

SUDERINTA: _____ TŪKST.

TVIRTINU: _____ TŪKST.

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

2017 M. MĖN. D.

2017 M. MĖN. D.

LOKALINĖ ŠAMATA NR. S1

Sudaryta 2017 m. 10 mėn. kainomis

K001 Pirmas kompleksas**O1 Domeikavos klebonijos atnaujinimas****S1 Horizontalaus šiltinimo šamata**Iš viso: **4.085,84** EUR

2017.12.29

Lapas: 1

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
1	Keraminių plytelių dangos išardymas (be grindjuosčių)	R5-57	100m2		104,0600	0,63	65,56	65,56		
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.50	10250	žm.val.	22,000	4,73	13,860	65,56	65,56		
2	Išlyginamųjų cementinių sluoksnių ardymas	R62P-5109	100m2		87,0000	0,63	54,81	54,81		
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.00	10200	žm.val.	20,000	4,35	12,600	54,81	54,81		
3	Grindų ant grunto šiltinimas naudojant putų polistireno plokštes, kai izoliacijos sluoksnio storis 100 mm	N26P-1101-2	100m2		625,1480	0,42	262,56	38,00	224,56	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	10300	žm.val.	17,500	5,17	7,350	38,00	38,00		
	Putų polistireno grindų izoliavimo plokštė	220098	m3	10,300	51,91	4,326	224,56		224,56	
4	Cementinio skiedinio grindų išlyginamųjų sluoksnių įrengimas rankiniu būdu, kai sluoksnio storis 60 mm	N11P-0401-2	100m2		630,8000	0,63	397,40	145,27	226,85	25,28
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.60	10260	žm.val.	32,000	7,21	20,160	145,27	145,27		
	Cementinis skiedinys	600004	m3	4,080	88,25	2,570	226,85		226,85	
	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais	489246	maš.val	7,400	4,35	4,662	20,30			20,30
	Keltuvas	489003	maš.val	1,500	5,28	0,945	4,99			4,99
5	Grindų paviršių aptaisymas keraminėmis plytelėmis, kai siūlių plotis iki 8 mm plytelės plotas daugiau 0,012 m2	N15P-0304-2	m2		22,1555	63	1.395,80	735,84	656,49	3,47
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.00	10400	žm.val.	2,000	5,84	126,000	735,84	735,84		
	Plastikiniai skirtukai (100 vnt)	572430	kompl.	0,200	0,00	12,600				
	Glazūruotos keraminės plytelės (vidaus apdailai)	570145	m2	1,010	9,05	63,630	575,85		575,85	
	Sausi klijų mišiniai	230404	kg	4,000	0,32	252,000	80,64		80,64	
	Glaistas plytelių tarpams užtaisyti	230405	kg	0,900	0,00	56,700				
	Smulkūs mechanizmai su el. varikliais	489244	maš.val	0,410	0,50	6,930	3,47			3,47

Iš viso		2.176,13	1.039,48	1.107,90	28,75
Papildomų medžiagų vertė		33,24		3%	
Papildomų mechanizmų vertė		0,86			3%
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai		83,16	8%		
Iš viso		2.293,39	1.122,64	1.141,14	29,61
Soc. Draudimas		348,02	31%		
Iš viso		2.641,41	1.470,66	1.141,14	29,61
Statybvietės išlaidos		237,73	9%	9%	9%
Iš viso (tiesioginės išlaidos)		2.879,14	1.603,03	1.243,84	32,27
Pridėtinės išlaidos		336,79	30%		
Iš viso		3.215,93	1.939,82	1.243,84	32,27
Pelnas		160,80	5%	5%	5%
Iš viso (su netiesioginėmis išlaidomis)		3.376,73	2.036,82	1.306,03	33,88

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžia-gos	Mecha-nizmai
	PVM						709,11	21%	21%	21%
Iš viso							4.085,84	2.464,56	1.580,29	40,99

Sudarė:

Tikrino:

ProSama 5G
pavyzdys

SUDERINTA: _____ TŪKST.

TVIRTINU: _____ TŪKST.

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

2017 M. MĖN. D.

2017 M. MĖN. D.

LOKALINĖ ŠAMATA NR. S1

Sudaryta 2017 m. 10 mėn. kainomis

K001 Pirmas kompleksas

O1 Domeikavos klebonijos atnaujinimas

S1 Horizontalus ir vertikalus šiltinimas

Iš viso: **5.992,33** EUR

2017.12.29

Lapas: 1

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
1	Nuogrindų ardymas, atkasant pamatus cokolio šiltinimui kai nuogrindų danga betoninis sluoksnis K9=1.15	R62P-0301-2	m2		1,7509	37,352	65,40	65,40		
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.00	10200	žm.val.	0,350	5,00	13,073	65,40	65,40		
2	Rūsio sienų (pamatų) šiltinimas iš išorės izoliac. putų polistirolu plokštėmis ir įrengiant teptinę izoliaciją	F60-8-2	m2		13,3857	48	642,51	198,53	443,26	0,72
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	10300	žm.val.	0,800	5,17	38,400	198,53	198,53		
	Hidroizol. skiedinys 'PCI-Dichtschlamme' (pamatų, grindų, bas.izol.) sausi miš.	554-6	kg	2,300	0,98	110,400	108,19		108,19	
	Polistireninis putplastis EPS 100	903-13	m3	0,053	77,56	2,544	197,31		197,31	
	Bituminiai klijai 'Vedatex adhesiv'	830-41	kg	1,000	2,87	48,000	137,76		137,76	
	Kiti smulkūs mechanizmai	48382	maš.val.	0,030	0,50	1,440	0,72			0,72
3	Nuogrindų dangos atstatymas po pamatų remonto kai nuogrindų danga 70 mm storio betoninis sluoksnis K9=1.15	R62P-0303-2	m2		9,8686	37,352	368,61	128,81	212,50	27,30
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	10300	žm.val.	0,580	5,95	21,664	128,80	128,80		
	Smėlis statybos darbams	570751	m3	0,110	13,08	4,109	53,74		53,74	
	Cementinis skiedinys	600004	m3	0,071	58,79	2,667	156,79		156,79	
	Tamprūs tarpikliai	250350	m	0,330	0,16	12,326	1,97		1,97	
	Mažosios mechanizacijos priemonės su vidaus degimo varikliu	489245	maš.val.	0,100	7,31	3,735	27,30			27,30
4	Keraminių plytelių dangos išardymas (be grindjuosčių)	R5-57	100m2		104,0600	0,63	65,56	65,56		
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.50	10250	žm.val.	22,000	4,73	13,860	65,56	65,56		
5	Išlyginamųjų cementinių sluoksnių ardymas	R62P-5109	100m2		87,0000	0,63	54,81	54,81		
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.00	10200	žm.val.	20,000	4,35	12,600	54,81	54,81		
6	Grindų ant grunto šiltinimas naudojant putų polistireno plokštes, kai izoliacijos sluoksnio storis 100 mm	N26P-1101-2	100m2		625,1480	0,42	262,56	38,00	224,56	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	10300	žm.val.	17,500	5,17	7,350	38,00	38,00		
	Putų polistireno grindų izoliavimo plokštė	220098	m3	10,300	51,91	4,326	224,56		224,56	
7	Cementinio skiedinio grindų išlyginamųjų sluoksnių įrengimas rankiniu būdu, kai sluoksnio storis 60 mm	N11P-0401-2	100m2		630,8000	0,63	397,40	145,27	226,85	25,28
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.60	10260	žm.val.	32,000	7,21	20,160	145,27	145,27		
	Cementinis skiedinys	600004	m3	4,080	88,25	2,570	226,85		226,85	
	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliu	489246	maš.val.	7,400	4,35	4,662	20,30			20,30
	Keltuvas	489003	maš.val.	1,500	5,28	0,945	4,99			4,99
8	Grindų paviršių aptaisymas keraminėmis plytelėmis, kai siūlių plotis iki 8 mm plytelės plotas daugiau 0,012 m2	N15P-0304-2	m2		22,1555	63	1.395,80	735,84	656,49	3,47

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžia- gos	Mecha- nizmai
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.00	10400	žm.val.	2,000	5,84	126,000	735,84	735,84		
	Plastikiniai skirtukai (100 vnt)	572430	kompl.	0,200	0,00	12,600				
	Glazūruotos keraminės plytelės (vidaus apdailai)	570145	m2	1,010	9,05	63,630	575,85		575,85	
	Sausi klijų mišiniai	230404	kg	4,000	0,32	252,000	80,64		80,64	
	Glaistas plytelių tarpams užtaisyti	230405	kg	0,900	0,00	56,700				
	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	489244	maš.val	0,110	0,50	6,930	3,47			3,47

Iš viso							3.252,65	1.432,22	1.763,66	56,77
Papildomų medžiagų vertė							52,91		3%	
Papildomų mechanizmų vertė							1,70			3%
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai							114,58	8%		
Iš viso							3.421,84	1.546,80	1.816,57	58,47
Soc. Draudimas							479,51	31%		
Iš viso							3.901,35	2.026,31	1.816,57	58,47
Statybvietės išlaidos							351,12	9%	9%	9%
Iš viso (tiesioginės išlaidos)							4.252,47	2.208,68	1.980,06	63,73
Pridėtinės išlaidos							464,04	30%		
Iš viso							4.716,51	2.672,72	1.980,06	63,73
Pelnas							235,83	5%	5%	5%
Iš viso (su netiesioginėmis išlaidomis)							4.952,34	2.806,36	2.079,06	66,92
PVM							1.039,99	21%	21%	21%
Iš viso							5.992,33	3.395,70	2.515,66	80,97

Sudarė:

Tikrino:

ProSama 5G
 pavyzdys