



Kauno technologijos universitetas

Statybos ir architektūros fakultetas

Švieslangių parinkimo ir įrengimo technologijų tyrimai

Magistro baigiamasis projektas

Vytenis Bagdonas

Projekto autorius

Prof. dr. Mindaugas Daukšys

Vadovas

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas

Statybos ir architektūros fakultetas

Švieslangių parinkimo ir įrengimo technologijų tyrimai

Magistro baigiamasis projektas

Statybos valdymas (6211EX007)

Vytenis Bagdonas

Projekto autorius

Prof. dr. Mindaugas Daukšys

Vadovas

Doc. dr. Valdas Paukštys

Recenzentas

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas

Statybos ir architektūros fakultetas

Vytenis Bagdonas

Švieslangių parinkimo ir įrengimo technologijų tyrimai

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Vytenio Bagdono, baigiamasis projektas tema „Švieslangių parinkimo ir įrengimo technologijų tyrimai“ 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.

Vytenis Bagdonas

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Magistro baigiamojo projekto užduotis

Studijų programa: STATYBOS VALDYMAS

Baigiamojo projekto tema (lietuvių k.):
ŠVIESLANGIŲ PARINKIMO IR ĮRENGIMO TECHNOLOGIJŲ TYRIMAI

Baigiamojo projekto tema patvirtinta dekanu potvarkiu Nr.: _____

(lietuvių k.):
ŠVIESLANGIŲ PARINKIMO IR ĮRENGIMO TECHNOLOGIJŲ TYRIMAI

(anglų k.):
RESEARCH INTO THE SELECTION OF SKYLIGHTS AND THEIR INSTALLATION
TECHNOLOGIES

Pradiniai duomenys darbui (pagal poreikį):

Tyrimo objektas – švieslangiai.
Tikslas – atlikti stoglangių parinkimo bei jų įrengimo technologijų analizę ir pasiūlyti racionalų variantą nagrinėjamam statiniui.

Baigiamojo projekto dalys:

	Atlikti
Įvadas	x
Literatūros apžvalga	x
Metodologija	x
Eksperimentiniai tyrimai	<input type="checkbox"/>
Analitiniai tyrimai	<input type="checkbox"/>
Skaitiniai tyrimai	x
Ekonominė dalis	<input type="checkbox"/>
Išvados	x

Kita informacija (pagal poreikį):

Konsultacinių užsiėmimų laikas: antradieniais nuo 14:00 iki 15:30 val.

Vadovas:
(indėlis 100 %)

Prof. Mindaugas Daukšys
pareigos, vardas, pavardė

parašas

Konsultantas:
(indėlis _____ %)

pareigos, vardas, pavardė

parašas

Konsultantas:
(indėlis _____ %)

pareigos, vardas, pavardė

parašas

Studentas:

Vytenis Bagdonas
vardas, pavardė

parašas

Bagdonas, Vytenis. Švieslangių parinkimo ir įrengimo technologijų tyrimai. Magistro baigiamasis projektas / vadovas prof. dr. Mindaugas Daukšys; Kauno technologijos universitetas, Statybos ir Architektūros fakultetas.

Studijų krypčių grupė: inžinerijos mokslai, Statybos inžinerija (E05).

Reikšminiai žodžiai: Natūralus apšvietimas, švieslangis, stoglangis, šviesos takas, šviesos tunelis, stogo konstrukcija.

Kaunas, 2021. 93 p.

Santrauka

Baigiamajame magistro projekte analizuojamos švieslangių parinkimo ir įrengimo technologijos, tyrimo tikslas - atlikti stoglangių parinkimo bei jų įrengimo technologijų analizę ir pasiūlyti racionalų variantą nagrinėjama statiniui. Darbe apžvelgiamos mokslinės publikacijos ir atlikti tyrimai nagrinėjama tema, praktikoje naudojami gaminiai, jų specifika ir panaudojimo galimybės. Taip pat aprašyti švieslangiams keliami reikalavimai, parinkimą lemiantys pagrindiniai veiksniai bei atlikta įrengimo technologijų analizė.

Tiriamoji dalyje aprašomas nagrinėjamas statinys, kuriame modeliuojami trys alternatyvių gaminių (stoglangių, šviesos takų, šviesos tunelių) variantai ir skaičiuojamas sukuriamas natūralaus dienos apšvietimo kiekis. Tyrimų metodologijos dalyje pateikiama informacija apie taikytus skaitinius analizės bei daugiakriterinį vertinimo metodus bei pateikiama informacija apie vertinimo anketą ir respondentus, kuri naudota ekspertiniam vertinimo kriterijų reikšmingumo reitingavimui.

Gautų rezultatų dalyje aprašomas natūralaus dienos apšvietimo modeliavimas pasirinktoms alternatyvoms. Nustatyta, kad geriausias patalpos apšvietimas buvo pasiektas naudojant stoglangius, prasčiausias – šviesos tunelius. Pagal gautus ekspertinio vertinimo anketų rezultatus nustatytas subjektyvus kriterijų reikšmingumas ir sudaryta švieslangių vertinimo kriterijų prioritetinga eilė: K4 kriterijus, tai yra šilumos perdavimo koeficientas (U vertė, W/m^2K); K1 kriterijus, tai yra gaminių kaina (Eur/m^2); K5, tai yra natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte (vidurkis liuksais); kriterijai K6, tai yra suteikiamas garantinis laikotarpis (mėn.) ir K7, tai yra stiklinimo medžiagų degumo klasė (balai 1-7); K3, tai yra pralaidumas šviesai (%); K2, tai yra įrengimo kaina (Eur/m^2). Taikant entropijos metodą nustatytas teorinis ir kompleksinis kriterijų reikšmingumas. Prioritetinga eilė gautos tokios: teorinis reikšmingumas – K2 – įrengimo kaina (Eur/m^2); K1 – gaminių kaina (Eur/m^2); K7 – stiklinimo medžiagų degumo klasė (balai 1-7); K4 – šilumos perdavimo koeficientas, U vertė (W/m^2K); K3 – pralaidumas šviesai (%); K5 – Natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte (lx); K6 – suteikiamas garantinis laikotarpis (mėn.). Kompleksinis reikšmingumas - K1 – gaminių kaina (Eur/m^2); K2 – įrengimo kaina (Eur/m^2); K7 – stiklinimo medžiagų degumo klasė (balai 1-7); K4 – šilumos perdavimo koeficientas, U vertė (W/m^2K); K3 – pralaidumas šviesai (%); K5 – Natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte (lx); K6 – suteikiamas garantinis laikotarpis (mėn.). Remiantis daugiakriteriniu naudingumo vertės metodu nustatytas nagrinėjamų alternatyvų naudingumo laipsnis bei parinkta racionaliausia alternatyva – stoglangiai.

Darbe analizuojama tema reikalauja specifinių žinių ir neretu atveju gaminius parenkantys projekto dalyviai stokoja informacijos šioje srityje. Dėl šios priežasties nagrinėjama tema yra aktuali norint išvengti klaidos pritaikant arba įrengiant švieslangius.

Magistro baigiamasis projektas susideda iš įvado, 4 dėstymo skyrių, išvadų, literatūros sąrašo ir priedų. Darbo apimtis 93 puslapiai, 85 paveikslai, 20 lentelių, 33 literatūros šaltiniai ir 4 priedai.

Bagdonas, Vytenis. Research into the Selection of Skylights and Their Installation Technologies. Master's Final Degree / supervisor assoc prof. dr. Mindaugas Daukšys; Faculty of Civil Engineering and Architecture, Kaunas University of Technology.

Study field group: Engineering Sciences, Civil Engineering (E05).

Keywords: Natural daylight, skylight, longitudinal skylight, solar tube, roof construction.

Kaunas, 2021. 93 p.

Summary

This MA project analyses the choice and technology of instalment of skylights. The purpose of this project is to study and analyse the proper selection and instalment technique of skylights, as well as to offer a rational proposal for the building related to this project. This thesis engages with the results of scholarly publications, research done in this field, and the specifications and usage of items used in this particular practice. In addition, it will include the synopsis of the requirements for the skylights, key factors that determine their selection, and the analysis of the skylight installation technology.

The study includes the investigation of a building, in which three alternatives for products are being modelled and calculations for generated daylight are being made. The section on research methodology provides information about the statistics which were applied in the analysis along with the multi-criteria evaluation methodology. It also provides information about the evaluation sheet, as well as respondents, which was used for experimental ranking of evaluation criteria.

The conclusion describes the modelling of natural daylight for different alternatives. The evidence shows that the best illumination for a room was achieved by using skylights, while the worst results came from using solar tube. The results of experimental evaluation sheets showed the importance of subjective criteria, and established the ranks of skylight's evaluation criteria:

K4 criteria – warmth transmission coefficient (U value, W/m^2K); K1 criteria – the cost of production (Euro/ m^2); K5 criteria – the amount of natural illumination in a given building (the average in luxes); K6 criteria – the given period of guarantee (in months); K7 – the class of flammability of glazing materials (grades from 1 to 7); K3 – permeability of light (in percents); K2 – the cost of installation (Euro/ m^2). Using the entropy methodology, the significance of theoretical and combined criteria was determined. The rankings according to priority are as follows: Theoretical significance - K2 – the cost of installation (Euro/ m^2); K1 – the cost of production (Euro/ m^2); K7 – the class of flammability of glazing materials (grades from 1 to 7); K4 – warmth transmission coefficient, U value (W/m^2K); K3 – permeability of light (in percents); K5 – the amount of natural illumination in a given building (lx); K6 – the given period of guarantee (in months). Combined importance - K1 – the cost of production (Euro/ m^2); K2 – the cost of installation (Euro/ m^2); K7 – the class of flammability of glazing materials (grades from 1 to 7); K4 – warmth transmission coefficient, U value (W/m^2K); K3 – permeability of light (in percents); K5 – the amount of natural illumination in a given building (lx); K6 – the given period of guarantee (in months). Based on multi-criteria significance of value methodology, the degree of effectiveness of alternatives which had been studied was established. As a result, the most rational alternative was determined – skylights.

The topic being analysed in this project requires particular knowledge. Frequently, people involved in the project and responsible for choosing the necessary products are lacking specific expertise.

Therefore, the topic being studied is relevant in terms of avoiding mistakes in applying and installing skylights.

This MA project consists of introduction, four chapters, conclusions, bibliography, and additional information. The length of the project is 93 pages; 85 images; 20 tables; 33 reference citations; and 4 additional information.

Turinys

Lentelių sąrašas	10
Paveikslų sąrašas	11
Įvadas.....	15
Literatūros analizė.....	16
1. Stoglangių apžvalga.....	19
1.1. Bendros žinios apie stoglangius	19
1.2. Stoglangių istorija.....	20
1.3. Praktikoje naudojami gaminiai.....	21
1.4. Stoglangių tipai pagal funkciją.....	33
1.5. Stoglangiams keliami reikalavimai.....	37
2. Stoglangių parinkimas ir įrengimas.....	43
2.1. Parinkimą lemiantys pagrindiniai veiksniai	43
2.2. Įrengimo technologijų analizė	44
3. Tiriamoji dalis.....	50
3.1. Tiriamasis objektas	50
3.2. Tyrimų metodika	54
4. Tyrimų rezultatai.....	57
4.1. Lyginamųjų variantų parinkimas.....	58
4.2. Vertinimo kriterijų parinkimas.....	67
4.3. Racionalaus varianto parinkimas daugiakriteriniu vertinimo metodu.....	68
Išvados	76
Literatūros sąrašas	78
Priedai	81

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Įvairių gamintojų stoglangių apžvalga (sudaryta autoriaus).....	23
2 lentelė. Ištrauka iš Reglamentuojamų statybos produktų sąrašo (https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/c2389b117a1d11e89188e16a6495e98c?jfwid=32wf58e9) (koreguota pagal autorių 2020-11-09).....	37
3 lentelė. Darniojo standarto „Surenkamieji pagalbiniai stogo dangų reikmenys. Atskiri plastikiniai stoglangiai. Gaminio specifikacija ir bandymo metodai“ (<i>Lietuvos standartas LST EN 1873:2014+A1 „Surenkamieji pagalbiniai stogo dangų reikmenys. Atskiri plastikiniai stoglangiai. Gaminio specifikacija ir bandymo metodai“</i> , 2016) bandymų sąrašas, su komentarais (koreguota pagal autorių 2020-11-16).	38
4 lentelė. Ištrauka iš Europos Parlamento ir Tarybos Reglamento (ES) Nr. 305/2011, 5 priedo (koreguota pagal autorių 2020-11-17).....	40
5 lentelė. Ištrauka iš STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“, 3, 4, 5, 6 lentelių – U vertės (W/m ² K), nurodytos atitvaroms „Langai, stoglangiai, švieslangiai ir kitos skaidrios atitvaros“ (koreguota pagal autorių 2020-12-05).....	42
6 lentelė. Atvejis A. Parametrai skaičiuojant natūralų dienos apšvietimą su stoglangiais (sudaryta autoriaus)	59
7 lentelė. Atvejis B. Parametrai skaičiuojant natūralų dienos apšvietimą su šviesos takais. (sudaryta autoriaus)	61
8 lentelė. Atvejis C. Parametrai skaičiuojant natūralų dienos apšvietimą su šviesos tuneliais (sudaryta autoriaus)	64
9 lentelė. Atliktų natūralaus apšvietimo kiekio skaičiavimų rezultatų suvestinė (sudaryta autoriaus).	67
10 lentelė. Švieslangių analizuotų alternatyvų parinkimo ir įrengimo palyginimas (sudaryta autoriaus).	68
11 lentelė. Ekspertų apklausos rezultatų suvestinė (sudaryta autoriaus).....	68
12 lentelė. Pradiniai duomenys (sudaryta autoriaus).....	70
13 lentelė. Normalizuota matrica (sudaryta autoriaus).....	71
14 lentelė. Papildoma matrica ($P_{ij} \cdot \ln P_{ij}$) (sudaryta autoriaus).....	71
15 lentelė. Entropijos lygiai (sudaryta autoriaus).....	72
16 lentelė. Kriterijų kitimo lygiai (sudaryta autoriaus).	72
17 lentelė. Teorinis kriterijų reikšmingumas (sudaryta autoriaus).	72
18 lentelė. Subjektyvus kriterijų reikšmingumas (sudaryta autoriaus).....	73
19 lentelė. Kompleksinis kriterijų reikšmingumas (sudaryta autoriaus).	74
20 lentelė. Pradiniai alternatyvių sprendimų duomenys (sudaryta autoriaus).....	75

Paveikslų sąrašas

1 pav. Stoglangių tipai (https://resi.co.uk/advice/materials/guide-to-buying-skylights), koreguota pagal autorių.	19
2 pav. Romos Panteonas, ertmė stogo konstrukcijoje (https://www.history.com/news/is-romes-pantheon-a-giant-sundial).	20
3 pav. „Lamilux“ PVC profilis, su akrilo kupolais (https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/rooflight-dome.html).	21
4 pav. „Velux“ klijuotos medienos profilis, su stiklo paketu (http://bergeta.lt/wp-content/uploads/2016/05/VELUX-langu-brosiura-2016.pdf).	21
5 pav. „Lamilux“ aliuminio profilis, su stiklo paketu (https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/flat-roof-window/lamilux-glass-skylight-fe-circular.html).	21
6 pav. PMMA akrilo kupolų formavimo eiga (autorius Vytenis Bagdonas).	22
7 pav. „Velux“ stoglangis GZL 1051 (http://www.nejenstresniokna.cz/kyvna/velux-stresni-okno-gzl-1051-horni-ovladani-madlem.html).	23
8 pav. „Velux“ stoglangis GLL 1061 (https://www.bauen.lt/stoglangis-su-rankena-virsuje-velux-standard-plus-gll-1061-mk08).	23
9 pav. „Velux“ stoglangis GGU 008230 (https://velcdn.azureedge.net/~/media/marketing/lt/brosiuos/velux%20%20brosura%20rw%20lt.pdf).	23
10 pav. „Velux“ stoglangis CFP CVP (https://velcdn.azureedge.net/~/media/marketing/lt/brosiuos/velux%20plokscio%20stogo%20langai%202020.pdf).	24
11 pav. „Lamilux“ stoglangis LAMILUX CI System Rooflight Dome F100 double glazing (https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/rooflight-dome.html).	24
12 pav. „Lamilux“ stoglangis LAMILUX CI System Rooflight Dome F100 triple glazing (https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/rooflight-dome.html).	24
13 pav. „Lamilux“ stoglangis LAMILUX CI System Rooflight Dome F100 quadruple glazing (https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/rooflight-dome.html).	25
14 pav. „Lamilux“ stoglangis LAMILUX CI System Rooflight Dome F100 double glazing + PC-16 (https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/rooflight-dome.html).	25
15 pav. „Lamilux“ stoglangis LAMILUX CI System Rooflight Dome multi-chamber glazing PC 10 (https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/rooflight-dome.html).	25
16 pav. „Lamilux“ stoglangis LAMILUX Glass Skylight F100 (https://www.lamilux.com/fileadmin/user_upload/dateien/downloadmanager/tageslichtsysteme/2019-lamilux-preisliste-flachdach-fenster-web-02.pdf).	26
17 pav. „Lamilux“ stoglangis LAMILUX Glass Skylight FE (https://www.lamilux.com/fileadmin/user_upload/dateien/downloadmanager/tageslichtsysteme/2019-lamilux-preisliste-flachdach-fenster-web-02.pdf).	26
18 pav. „Kingspan“, Lichtkuppel classic 3-schalig (https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtkuppeln/lichtkuppel-classic).	26
19 pav. „Kingspan“, Lichtkuppel classic PC-st 16/7 und 2 Kunststoffschalen (https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtkuppeln/lichtkuppel-classic).	27
20 pav. „Kingspan“, 3-fach Wärmeschutzverglasung klar“ (https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtkuppeln/lichtkuppel-classic).	27

21 pav.	„Kingspan“	Dunkelklappe	(https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtkuppeln/dunkelklappe).....	27
22 pav.	„Kingspan“	Glaspyramide plus	(https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtkuppeln/glaspyramide-plus).....	28
23 pav.	„Solidome“	SOLIDM 3 Skin	(https://solidome.lt/kupoliniai-stoglangiai-solidm-3-skin/).	28
24 pav.	„Solidome“	SOLIPC	(https://solidome.lt/ploksti-stoglangiai-solipc/).	28
25 pav.	„Solidome“	SOLICOM	(https://solidome.lt/kupoliniai-stoglangiai-solicom/).	28
26 pav.	„Solidome“	SOLIROCK	(https://solidome.lt/ploksti-stoglangiai-solirock/).....	29
27 pav.	„Keraplast“	Eurolux 3 pmma	(https://www.buitmena.lt/prekyba/galerija/).....	29
28 pav.	„Kingspan“	Arkinės konstrukcijos šviesos takas iš išorės	(https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtbänder/lichtband-plus).....	30
29 pav.	„Kingspan“	Arkinės konstrukcijos šviesos takas iš patalpų vidaus	(https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtbänder/lichtband-plus).....	30
30 pav.	„Kingspan“	Piramidės formos konstrukcijos šviesos takas iš patalpų vidaus	(https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtbänder/sattellichtbandsysteme-basic-und-plus).....	30
31 pav.	„Kingspan“	Piramidės formos konstrukcijos šviesos takas iš išorės	(https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtbänder/sattellichtbandsysteme-basic-und-plus).....	30
32 pav.	Gamintojo „Kingspan“	šviesos takų stiklinimo skirtingais kanaliniu polikarbonato lakštais deklaruojamos U vertės	(https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtbänder/lichtband-plus).....	31
33 pav.	„Velux“	šviesos tunelio apšvietimas patalpoje (asmeninis archyvas).	.....	32
34 pav.	„Velux“	Šviesos tunelis su standžia jungtimi	(https://velcdn.azureedge.net/~media/marketing/lt/brosiuros/velux%20plokscio%20stogo%20langa%20i%202020.pdf).	32
35 pav.	„Velux“	Šviesos tunelis su lanksčia jungtimi	(https://velcdn.azureedge.net/~media/marketing/lt/brosiuros/velux%20plokscio%20stogo%20langa%20i%202020.pdf).	32
36 pav.	„Kingspan“	gamintojo šviesai pralaidus panelis	(https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/isolierte-sandwichelemente-fur-dach-und-wand/isolierte-dachsysteme/ks1000-pc-day-lite-rooflight).	33
37 pav.	Stoglangis su vėdinimo pavara.	Vaizdas iš vidaus (asmeninis archyvas).	.....	34
38 pav.	Stoglangis su vėdinimo pavara.	Vaizdas iš išorės (asmeninis archyvas).	.....	34
39 pav.	Elektrinio atidarymo mechanizmo paleidimo schema	(autorius Vytenis Bagdonas) 2020.	.....	36
40 pav.	Pneumatinio atidarymo mechanizmo paleidimo schema	(autorius Vytenis Bagdonas) 2020.	.....	36
41 pav.	„Velux“	šlaitinio stogo stoglangio įrengimo mazgas, vaizdas iš viršaus	(https://www.velux.lt/profesionalams/irankiai/architektams/gaminiu-breziniai), koreguota pagal autorių.....	44
42 pav.	„Velux“	šlaitinio stogo stoglangio įrengimo mazgas – standartinis standartinis apšiltinimo profilis montuojamas į stogo konstrukciją	(https://www.velux.lt/profesionalams/irankiai/architektams/gaminiu-breziniai), koreguota pagal autorių.....	44

43 pav. Angokraščių įrengimo įtaka oro cirkuliavimui patalpoje (https://britewindows.co.uk/before-you-start).....	45
44 pav. Angokraščių įrengimo įtaka šviesos sklidimui patalpoje (https://britewindows.co.uk/before-you-start).....	45
45 pav. „Velux“ šlaitinio stogo stoglangio įrengimo mazgas – įgilintas apšiltinimo profilis montuojamas į stogo konstrukciją (https://www.velux.lt/profesionalams/irankiai/architektams/gaminiu-breziniai/single-window-installations), koreguota pagal autorių.	45
46 pav. Cinkuoto lakštinio plieno pagrindas, apšiltintas termoizoliaciniu sluoksniu (asmeninis archyvas).....	46
47 pav. Stoglangio montavimo mazgas, kai stogo laikančioji konstrukcija profiliuotas skardos paklotas (asmeninis archyvas).	46
48 pav. Stiklo pluoštu armuotas pagrindas, apšiltintas gamykliškai (https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/rooflight-dome.html).....	46
49 pav. Šviesos takų įrengimo galimi variantai įvairiose stogo vietose (https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/continuous-rooflight/continuous-rooflight-arched-design.html).	47
50 pav. „Velux“ šviesos tunelio šlaitiniam stogui įrengimo detalė (https://www.velux.lt/profesionalams/irankiai/architektams/gaminiu-breziniai/sun-tunnel-drawings), koreguota pagal autorių.	48
51 pav. „Velux“ šviesos tunelio sutapdintam stogui įrengimo detalė (https://www.velux.lt/profesionalams/irankiai/architektams/gaminiu-breziniai/sun-tunnel-drawings), koreguota pagal autorių.	48
52 pav. Stoglangio SOLIDM modeliavimas programa „Therm“. Gaminio konstrukcija. (autorius Vytenis Bagdonas, 2020).....	49
53 pav. Stoglangio SOLIDM modeliavimas programa „Therm“. Termonuotraukos modeliavimas, U vertės skaičiavimas (autorius Vytenis Bagdonas, 2020).	49
54 pav. Stoglangio SOLIDM modeliavimas programa „Therm“. Izotermų išsidėstymas gaminio konstrukcijos skerspjuvyje. (autorius Vytenis Bagdonas, 2020).....	49
55 pav. Švieslangių parinkimo ir įrengimo analizės tyrimo algoritmas (autorius Vytenis Bagdonas, 2020).....	50
56 pav. Tiriamojo objekto 2a. planas (asmeninis archyvas).....	51
57 pav. Tiriamojo objekto 2a. planas (asmeninis archyvas).....	51
58 pav. Tiriamojo objekto fasadai (asmeninis archyvas).	52
59 pav. Tiriamojo objekto fasadų medžiagiškumas (asmeninis archyvas).	52
60 pav. Tiriamojo objekto pjūvis (asmeninis archyvas).....	53
61 pav. Natūralaus apšvietimo pasiskirstymas pagrindinėje salėje, nurodytas apšvietimas liuksais (lx), skaičiavimai atlikti naudojantis „Dialux EVO“ kompiuterine programa (autorius Vytenis Bagdonas, 2020).	53
62 pav. Natūralaus apšvietimo pasiskirstymas pagrindinėje salėje, schema (autorius Vytenis Bagdonas, 2020).	53
63 pav. Ekranų iškarpa iš oficialaus programinės įrangos internetinio puslapio (https://windows.lbl.gov/software/therm).	54
64 pav. Paveikslėliai, kurie pateikiami programinės įrangos oficialiame puslapyje (https://www.dialux.com/en-GB/dialux).	55

65 pav. Tiriamojo objekto modelis, sukurtas „DIALUX evo“ programa (autorius Vytenis Bagdonas, 2020).....	57
66 pav. Apklaustų respondentų kiekis ir pasiskirstymas į dvi grupes (sudaryta autoriaus).....	57
67 pav. Stoglangio SOLIDOME SOLIDM 140x140 3GL montavimo schema (sudaryta autoriaus, 2020).....	58
68 pav. Stoglangių išdėstymo schema tiriamajame objekte (12 vnt.) (koreguota pagal autorių).....	58
69 pav. Pastato modelyje parenkami stoglangiai, eksterjeras (sudaryta autoriaus, 2020).....	59
70 pav. Pastato modelyje parenkami stoglangiai, interjeras (sudaryta autoriaus, 2020).....	59
71 pav. Natūralaus apšvietimo skaičiavimas, gauti rezultatai (sudaryta autoriaus, 2020).....	60
72 pav. Šviesos takų išdėstymo schema tiriamajame objekte (koreguota pagal autorių).....	61
73 pav. Šviesos tako KINGSPANN ESSMANN RL Basic 16+10 OP montavimo schema (sudaryta autoriaus, 2020).....	61
74 pav. Pastato modelyje parenkami šviesos takai, eksterjeras (sudaryta autoriaus, 2020).....	62
75 pav. Pastato modelyje parenkami šviesos takai, interjeras (sudaryta autoriaus, 2020).....	62
76 pav. Natūralaus apšvietimo skaičiavimas, gauti rezultatai (sudaryta autoriaus, 2020).....	63
77 pav. Šviesos tunelio VELUX TCR-014 montavimo schema (sudaryta autoriaus, 2020).....	64
78 pav. Šviesos tunelių išdėstymo schema tiriamajame objekte (koreguota pagal autorių).....	64
79 pav. Pastato modelyje parenkami šviesos tuneliai, eksterjeras (sudaryta autoriaus, 2020).....	65
80 pav. Pastato modelyje parenkami šviesos tuneliai, interjeras (sudaryta autoriaus, 2020).....	65
81 pav. Natūralaus apšvietimo skaičiavimas, gauti rezultatai (sudaryta autoriaus, 2020).....	66
82 pav. Diagrama „Subjektyvus kriterijų reikšmingumas“. Ekspertų kriterijų reikšmingumo vertinimo rezultatų suvestinė (sudaryta autoriaus, 2020).....	69
83 pav. Diagrama „Teorinis kriterijų reikšmingumas“ (sudaryta autoriaus, 2020).....	73
84 pav. Diagrama „Kompleksinis kriterijų reikšmingumas“ (sudaryta autoriaus, 2020).....	74
85 pav. Diagrama „Naudingumo laipsnių palyginimas“ (sudaryta autoriaus, 2020).....	75

Įvadas

Daugelyje pasaulio valstybių, kartu ir Lietuvoje, natūralus patalpų apšvietimas šiomis dienomis tampa vis svarbesniu aspektu projektuojant pastatą. Įvairiose mokslinėse publikacijose aprašoma ne tik teigiama natūralaus apšvietimo įtaka žmogaus savijautai ar psichologinei būsenai, bet ir energijos sąnaudų mažinimas patalpų apšvietimui ir energiniam efektyvumui. Šiame darbe vartojama sąvoka „švieslangiai“ apima keletą gaminių, montuojamų į stogo konstrukciją, kurie skirti suteikti natūralų apšvietimą patalpoms – stoglangiai, šviesos takai, šviesos tuneliai. Lyginant su vertikaliuose konstrukcijose montuojamomis skaidriomis atitvaromis, per švieslangius patalpos apšviečiamos geriau, užtenka mažesnio angos ploto, kad būtų pasiektas tas pats rezultatas. Šie gaminiai montuojami aukščiau nei apšiltinamasis sluoksnis, bet kiekvienam stogo tipui ir kiekvienam gaminiui yra taikomi saviti įrengimo būdai, kuriems įtakos gali turėti įvairūs veiksniai. Švieslangių zonose pastato šilumos nuostoliai yra didesni, todėl reikia tinkamai įrengti šiuos gaminius stogo konstrukcijoje norint ši rodiklį kiek įmanoma pagerinti.

Šiame darbe siekiama apžvelgti praktikoje naudojamus gaminius, atlikti parinkimo ir įrengimo technologijų analizę, parinkus alternatyvius gaminius atlikti skaitinius tyrimus ir juos palyginti kompiuterine programa modeliujant natūralaus apšvietimo kiekį tiriamajame objekte. Parinkus vertinimo kriterijus atlikti ekspertinį kriterijų reikšmingumo reitingavimą ir daugiakriteriniu naudingumo vertės metodu parinkti racionalų variantą nagrinėjamam statiniui.

Natūralaus dienos apšvietimo teikiama nauda įgauna vis svarbesnį vaidmenį pastatų projektavime ir eksploatacijoje, o labiausiai tinkamus švieslangius parenkantys projekto dalyviai ne visuomet lengvai susitvarko su šia užduotimi. Dėl šios priežasties darbe analizuojama švieslangių parinkimo ir įrengimo technologijų tema yra aktuali ir gali padėti išvengti klaidų renkantis gaminius ar juos montuojant.

Magistro baigiamasis projektas susideda iš mokslinių publikacijų ir praktikoje naudojamų gaminių apžvalgos, parinkimo ir įrengimo technologijų analizės, tiriamosios dalies ir tyrimo rezultatų aprašymo. Darbo pabaigoje yra pateikiamos išvados, literatūros sąrašas ir priedai.

MBP tyrimo tikslas – atlikti stoglangių parinkimo bei jų įrengimo technologijų analizę ir pasiūlyti racionalų variantą nagrinėjamam statiniui.

Tyrimo objektas – švieslangiai.

Darbo uždaviniai:

- Apžvelgti praktikoje taikomus švieslangių (stoglangių, šviesos takų, šviesos tunelių) parinkimo būdus, jų įrengimo technologijas bei šiluminių savybių analizę;
- Parinkti nagrinėjamą statinį ir jam pritaikyti alternatyvius stoglangių parinkimo ir įrengimo technologijų variantus;
- Palyginti alternatyvius švieslangių variantus atliekant natūralaus dienos apšvietimo modeliavimą;
- Sudaryti vertinimo kriterijų sistemą ir daugiakriteriniu metodu parinkti racionalų variantą nagrinėjamam statiniui.

Literatūros analizė

Natūralus dienos apšvietimas patalpose gerina žmonių savijautą, sveikatą, o darbo aplinkoje natūrali dienos šviesa didina darbuotojų produktyvumą. Dienos šviesos vertė biurų patalpose nagrinėjama straipsnyje „The value of daylight in office spaces“ [1]. Straipsnyje aprašomas tyrimas Manhatene (angl. Manhattan), kurio metu buvo analizuojami biurų patalpų nuomos kainų skirtumai, kai erdvės turi geresnį ir prastesnį natūralų dienos apšvietimą. Išanalizavus 5154 biurų erdvių nuomos kainų ir patenkančios natūralios šviesos santykį, gautas rezultatas, kad gerą natūralų apšvietimą turinčių biurų patalpų nuomos kaina yra 5-6% didesnė nei prasčiau natūraliai apšviečiamų biurų nuomos kaina.

Atliktoje atvejo studijoje, Egipto sostinėje, Kairo mieste esančiame prekybos centre buvo analizuojamos stoglangių projektavimo konfigūracijos. Straipsnyje „Assessment of skylight design configurations on daylighting performance in shopping malls: A case study“ [2] autoriai apžvelgia įvairias stoglangių konstrukcijų, stiklinimo skaidrumų, atidarymo kampų variacijas, siekiant optimizuoti dieninio apšvietimo projektavimo metodiką ir principus. Autoriai pabrėžia, kad tolygus natūralaus apšvietimo paskirstymas ku daugiau prekybos centro zonų paveikia lankytojų psichologinį elgesį, leidžiantį jiems vienodą ar bent panašų laiko tarpą lankytis visose erdvėse bei parduotuvėse. Taip pat šaltinyje pažymima, kad šis psichologinis poveikis, kuriam svarbus faktorius yra vizualinis komfortas, t. y., tolygiai apšviestose zonose ir išvengiant vizualinio kontrasto tokio, kaip saulės spiginimo klientams į akis, turi tendenciją pritraukti daugiau lankytojų į prekybos centrą. Autoriai pažymi, kad projektuojant tokios paskirties pastatus rekomenduojama naudoti gaminius, kurie pasižymi geromis šiluminėmis bei trumpųjų ultravioletinių bangų nepraleidžiančiomis stiklinimo medžiagų savybėmis.

Straipsnio „Artificial skylight effects in a windowless office environment“ [3] autoriai aprašo Vokietijoje atliktą tyrimą, kur biuro patalpoje buvo imituojamas natūralus apšvietimas naudojant dirbtinį stoglangį, t. y., stoglangio muliažą. Šis dirbtinis stoglangis imitavo angą lubose, skleisdė šviesą ir sukūrė virtualų saulės ir debesų vaizdą. Taip pat straipsnyje minima, kad atsiranda vis daugiau įrodymų, kad saulės spinduliai sąlygoja teigiamą ir mažina neigiamą nuotaiką, didina asmens pasitikėjimą savimi priimti drąsesnius ar net rizikingesnius sprendimus. Tiesa, tyrime nebuvo gauti aiškūs rezultatai, kurie parodytų ilgalaikį stoglangio imitacijos poveikį žmogaus būsenai dėl to, kad muliažo kuriamas dienos apšvietimo efektas yra statiškas, pagrindinis šviesos srautas stovi vietoje ir dienos eigoje nesisuka.

Straipsnyje „Analysis of longitudinal skylights structure made of rectangular tubes in industrial hall“ [4], nagrinėjama atlikta šviesos tako, su kvadratinų vamzdžių laikančiosiomis konstrukcijomis, analizė. Konkretus atvejis buvo pasirinktas dėl defekto konstrukcijoje, atsiradusio viename iš Lenkijoje esančių prekybos centrų. Buvo nustatyta, kad defektas atsirado dėl netinkamo konstrukcijos dalių jungimo būdo atsižvelgiant į šį mazgą veikiančias jėgas ir pateiktos rekomendacijos, kuriomis reikia pasikliauti projektuojant didelių išmatavimų šviesos takus iš plieninių kvadratinų vamzdžių konstrukcijų.

Architektas Kyle Konis savo straipsnyje „A circadian design assist tool to evaluate daylight access in buildings for human biological lighting needs“ [5] aprašo pagalbinio įrankio projektavimui, kuris skirtas dienos apšvietimo strategijų našumui analizuoti, sukūrimą. Ši pagalbini priemonė buvo sukurta naudoti ankstyvajame projektavimo etape, galinti vizualiai rodyti gautus patalpų apšvietimo rezultatus pasirinktą dieną ar valandą. Modeliavimu ir simuliacijomis paremtas įrankis integruoja

daugiaspektrinę apšvietimo simuliaciją (angl. multi-spectral lighting simulation). Reikiamiems parametrams apie įvairiose pasaulio vietose esančius aplinkos veiksnius, reljefą, saulės apšvietimo kampus, naudojama GIS duomenų bazėje esanti informacija.

Portugalijoje atliktoje natūralaus apšvietimo simuliacijoje buvo siekiama sukurti stogo konstrukcinę sistemą, kuri reaguoja tiek į išorės, tiek į aplinkos sąlygas, tiek ir į patalpų vidaus funkcinius reikalavimus, kuriuos gali nustatyti pats vartotojas. Straipsnyje „Strategies to control daylight in a responsive skylight system“ [6] aprašoma, kaip sistema prisitaiko prie skirtingų geometrinių formų, patalpų paskirties, geografinės vietos, laiko ir oro sąlygų ir užtikrina optimalų natūralaus apšvietimo kiekį patalpose. Atvejo analizei, stogo konstrukcinei sistemai imituoti buvo naudojamas „TetraScript“ paviljonas, sudarytas iš medinio karkaso ir trikampių OSB plokščių, kurias atidarant ir uždarant, atsižvelgus į aplinkos sąlygas bei reikiamą pasiekti apšvietimo lygį, buvo manipuluojama patenkanti šviesa.

Straipsnyje „Daylighting design with lightscoop skylights: Towards an optimization of proportion and spacing under overcast sky conditions“ [7] tyrėjai aprašo Sevilijoje atliktą tyrimą, kurio pagrindinis tikslas buvo nustatyti geriausią angos proporcijų santykį kambario apšvietimui, kai atvira anga yra nusukta priešinga saulės švietimo trajektorijai kryptimi. Tyrimai buvo atliekami apšvietimą manipuluojant kompiuterine programa, imant įvairius angos aukščio ir pločio santykius ir angos ilgį 6 metrus, kai dangus yra debesuotas. Gauti rezultatai parodė, kad geriausias aukščio ir pločio santykis užtikrinant aukščiausią dienos šviesos lygį yra 4/3.

Tyrime „A model for estimation of daylight factor for skylight: An experimental validation using pyramid shape skylight over vault roof mud-house in New Delhi (India)“ [8] autoriai nagrinėja dienos apšvietimo kokybę naudojant piramidės formos šviesos taką, įrengiant jį ant skliautinio stogo.

Tyrime „Modified predator-prey algorithm approach to designing a cooling or insulating skylight“ [9] analizuojama, kaip naudojant stoglangį, užpildytą specialios technologijos dujomis, kurios sugeria ir skleidžia šiluminę spinduliuotę, galima išgauti dvi funkcijas – vėdinimą ir šilumos izoliaciją.

Straipsnio „Performance analysis of semitransparent photovoltaic module for skylights“ [10] autoriai aprašo Indijoje atliktą tyrimą, analizuojantį stoglangio stiklinimui naudojant pusiau skaidrias fotovoltines plokštes. Šiuo atveju būtų taupomi ne tik elektros ištekliai apšviečiant patalpą natūralia šviesa, bet elektros energijos sugeneruojama papildomai.

2013 m. publikuoto ispanų mokslininkų straipsnio „Towards an analysis of the performance of lightwell skylights under overcast sky conditions“ [11] tikslas yra ištirti apšvietimo stoglangių funkcionavimą esant apniukusioms dangaus sąlygoms, nustatant šviesos pasiskirstymą patalpoje. Visi bandymai buvo atlikti naudojant „Lightscape 3.2“ programinę įrangą. Atlikus bandymus buvo prieita išvada, kad dienos apšvietimo veiksniai yra tiesiogiai proporcingi stoglangių dydžiui ir atvirkščiai proporcingi patalpos aukščiui.

Mokslinėje publikacijoje „Thermal and day-lighting performance of aerogel glazing system in large atrium building under cooling-dominant climates“ [12] pasakojama apie aerogelio medžiaga pripildytus stiklo paketus, naudojamus stiklo sistemoms. Taip pat aprašomas atliktas aerogelio įstiklinimo, įrengto skirtingose didelio stiklinių atitvarų pastato vietose, atvejo tyrimas. Rezultatai rodo, kad aerogelio įstiklinimas prie stoglangio yra efektyvesnis nei prie išorinių langų.

2014 m. publikuotas dar vienas straipsnis apie Indijoje atliktus apšvietimo tyrimus. Straipsnyje „Performance of skylight illuminance inside a dome shaped adobe house under composite climate at New Delhi (India): A typical zero energy passive house“ [13] pateikiami piramidės formos stoglangio eksperimentinio dienos apšvietimo rezultatai, atlikti kupolo formos namui, esančiam saulės energijos parke Naujajame Delyje, Indijoje. Galima teigti, kad šis vieno aukšto kupolo formos pastato su stoglangiu atvejis yra naudingesnis kaimo ir mažesnių miestų sektoriuose. Atvejis gali būti pritaikomas tiek biuruose, tiek gyvenamuosiuose pastatuose, sumažinant dirbtinio apšvietimo energijos sąnaudas. Tyrime pateikiami kiekvienam metų mėnesiui, trijų skirtingų darbinio paviršiaus lygių esamų patalpų apšvietimo duomenys, daryti kas valandą laiko.

Publikacijos „Integrative algorithm to optimize skylights considering fully impacts of daylight on energy“ [14] autoriai pasiūlė algoritmą, kaip rasti optimalų stogo langų kiekį, įrengti vieno aukšto biure, taupant energijos sąnaudas. Algoritmas tuo pačiu metu sujungia dienos šviesos efektyvumą ir lygina skirtingus stoglangių ir grindų ploto santykius. Prieita išvada, kad tik tam tikras energiją taupančių stogo langų santykių diapazonas (5–10%) suteikia pakankamą apšvietimą ir vengia akinimo, o energijos poreikį sumažina 19%.

Dar vienoje bendroje ispanų tyrėjų publikacijoje „Towards an analysis of the performance of monitor skylights under overcast sky conditions“ [15] nagrinėjama tema, kurios pagrindinis tikslas yra nustatyti tinkamą tokių stoglangių proporciją ir formą, kuriems būdingos dvi priešingos vertikalios varčios, esančios ant kintamos formos, šviesą atspindinčio paviršiaus, užtikrinančio didžiausią apšvietą kambario darbo plokštumoje. Atlikus bandymus prieita išvada, kad šio tipo stoglangiams aukščiausi vidutiniai dienos šviesos koeficientai darbo plokštumoje gaunami, kai aukščio ir pločio santykis yra artimas 1/1, neatsižvelgiant į reflektoriaus formą. Be to, prieita išvada, kad stačiakampio formos veikimas yra prastesnis nei kitų formų. Ši forma geriau veikia, kai aukščio ir pločio santykis yra mažesnis. Išlenkta forma sukuria didesnę dienos šviesą, kai aukščio / pločio santykis linksta į 1/1, o pjūklelio forma sukuria didesnius dienos šviesos koeficientus, kai aukštis / plotis yra didesnis.

Straipsnyje „Towards an Analysis of Daylighting Simulation Software“ [16] nagrinėjamos įvairios dienos apšvietimo modeliavimo programos, tokios, kaip: „Lightscape 3.2“, „Desktop Radiance 2.0“, „Lumen Micro 7.5“, „Ecotect 5.5“ ir „Dialux 4.4“. Pastarosios kompiuterinės programos naujesnė versija bus naudojama šiame darbe, skaitiniams tyrimams atlikti.

Mokslinėje publikacijoje „Energy and cost studies of semi-transparent photovoltaic skylight“ [17] autoriai analizuoja stoglangių stiklinimo pusiau skaidriais fotovoltiniais elementais privalumus. Naudojant stiklinimui šias medžiagas, per fotovoltines plokštes yra gaminama elektros energija ir taip pat į patalpą praleidžiama saulės šviesa. Naudojant tokio tipo plokštes stoglangių stiklinimui yra sumažinamas patalpų vėdinimo poreikis. Atliktas tyrimas parodė, kad tokia integruota sistema galėtų sutaupyti elektros energijos sąnaudas ir būti naudinga aplinkosauginiais ir finansiniais aspektais.

2011 metais išleistoje publikacijoje „The daylighting dashboard – A simulation-based design analysis for daylight spaces“ [18] pateikiama vizija, kaip kompiuterinės analizės metodikos gali būti efektyviai naudojamos projektuojant natūralų dienos apšvietimą. Apžvelgus dinaminių dienos šviesos skaičiavimo galimybių, klimato pagrindu veikiančios dienos šviesos metrikos, žmonių elgesio ir akinimo analizės pasiekimus, pristatomas analizės metodas, kuriame vienu metu atsižvelgiama į metinį dienos šviesos kiekį, vizualinį komfortą ir elektros energijos suvartojimą.

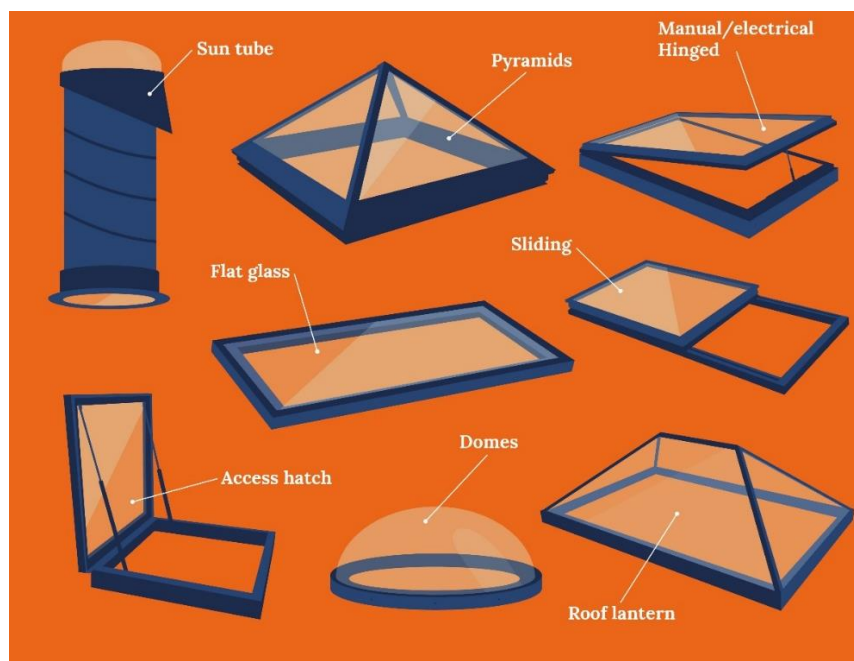
Prancūzijoje 2013 metais vykusioje konferencijoje „13th Conference of International Building Performance Simulation Association, August 26–28 2013, Chambéry, France“ publikacijoje „Design optimization of daylight roofingsystems: Roof monitors with glazing facing in two opposite directions“ [19], autoriai tyrime daugiausia dėmesio skiria stogo konstrukcijoje įrengiamos natūralaus dienos apšvietimo sistemos optimizavimui biurų pastatuose. Optimizavimas pagrįstas kompiuteriniu dienos apšvietimo modeliavimu ir bendru energiniu naudingumu. Tyrimas remiasi ankstesnių autorių darbu, kurie aptarė stoglangių projektavimo klausimus, apie tai, kaip padidinti galimą elektros energijos taupymą naudojant dienos šviesą. Šis tyrimas pratęsia ankstesnį darbą – ištirti stoglangius su vertikaliomis angomis, nukreiptus dviem priešingomis kryptimis – šiaurės ir pietų.

Architektė Sara Motamedi savo magistro baigiamajame darbe „Energy analysis of toplighting strategies for office buildings in Austin“ [20] siekia nustatyti poveikį energijos poreikiui per stoge esančius langus šiltame, drėgname klimate. Darbo rezultatai rodo, kad, tinkama apšvietimo strategija gali sutaupyti iki 70% apšvietimui naudojamos elektros energijos, mažina šildymo ir vėdinimo sąnaudas. Tai reiškia, kad stoglangiai paprastai gali būti energiją taupančios vieno aukšto biurų pastato alternatyvos.

1. Stoglangių apžvalga

1.1. Bendros žinios apie stoglangius

Stoglangis, dar kitaip vadinamas švieslangiu, paprastai apibūdinamas kaip atskira šviesą praleidžianti konstrukcija, montuojama stoge, per kurią dienos metu yra apšviečiamos patalpos. Stoglangio sąvoka apima labai platų spektrą gaminių, su skirtingais parametrais, pagal kuriuos stoglangiai skiriasi vieni nuo kitų savo forma, dydžiu, konstrukcija, funkcija, įstiklinimo tipu, šiluminėmis savybėmis, šviesos perteikimo būdais, montavimo būdais, gaminiais skirtingiems stogo tipams ir kt.



1 pav. Stoglangių tipai (<https://resi.co.uk/advice/materials/guide-to-buying-skylights>), koreguota pagal autorių.

1.2. Stoglangių istorija

Žvelgiant istoriškai, naudoti saulę patalpų apšvietimui – nėra nauja idėja. Jau senovės Romoje, viduramžiais pradėtos naudoti angos, skirtos apšvietimui, paliekamos aukščiausiose pastatų vietose. Iki šių dienų eksploatuojamas Romos Panteonas stoge, pačioje aukščiausioje vietoje, turi ertmę, per kurią apšviečiamas statinio vidus. Kaip minima straipsnyje „The History of Skylights: How the idea of lighting began“ [21], tuo metu, sprendimas palikti tuščias ertmes stoge Europoje nebuvo praktiškas dėl oro sąlygų, bet idėja, kad į pastato vidų šviesa patektų per stogą ir kad ši anga tarnautų kaip ventilacija, buvo populiarūs.



2 pav. Romos Panteonas, ertmė stogo konstrukcijoje (<https://www.history.com/news/is-romes-pantheon-a-giant-sundial>).

Tame pačiame straipsnyje rašoma, kad prasidėjus stiklo gamybos pramonei, buvo didelis pokytis ir progreso žingsnis tiek visoje architektūroje, tiek ir konkrečių gaminių pramonėje. XIII a. pabaigoje stiklo pramonė buvo išsivertinusi Venecijoje, po dar šiek tiek laiko buvo išrastos skaidraus stiklo (angl. *crystallo*) plokštės. Tiesa, buvo sunku pagaminti didelių matmenų stiklo plokštes ir dėl didelės gaminių kainos, jį įpirkdavo tik turtingieji, o didžiausias stiklo gaminių panaudojimas buvo katedrose ir kaip kuriose pilyse. Prasidėjus pramonės revoliucijai atsirado galimybė gaminti didesnes stiklo plokštes. Didesnių išmatavimų stiklo lakštai buvo visiškai nušlifuoti ir daug skaidresni. Patobulėjus ir metalo pramonei, stoglangiai tapo dar funkcionalesni.

Stiklo gamyba toliau vystosi net ir šiandien. Naujose konstrukcijose yra stiklinimas, kurį galima pakeisti nuo skaidraus iki nepermatomo, naudojant elektroninį impulsą, įjungti ar išjungti išmaniajame telefone. Psichologai ir architektai sužinojo daugiau apie tai, kaip žmonės reaguoja į natūralią šviesą, todėl architektūrinuose sprendimuose yra ir toliau turėtų būti vis daugiau stiklo.

Senovės Romėnų idėja apšviesti patalpas per stogą, buvo tvirtas pagrindas, stoglangio, kaip gaminių, atsiradimui ateityje. Įstiklinti, uždari stoglangiai pradėti plačiau naudoti, kai pramonės perversmo metu pažengė stiklo gamybos pramonė. Masinė stoglangių gamyba vykdyta jau XX a. Kuo daugiau žmonės sužino apie dienos šviesos teikiamą naudą tuo labiau gali naudoti saulę - jos šviesą bei energiją, savo naudai. Stiklo sienos, permatomos plokštės ir dekoratyvinės stogo dangos suteikia klasikinių ir linksmų elementų viskam - nuo vaikų darželių iki dangoraižių.

1.3. Praktikoje naudojami gaminiai

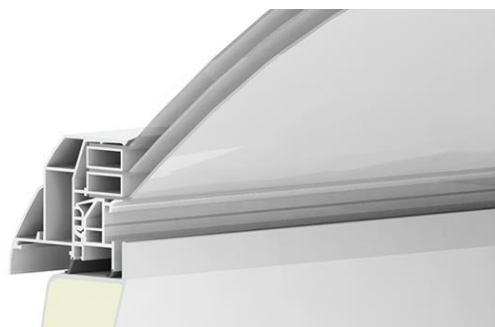
Priklausomai nuo stogo dydžio, pastato paskirties ir reikiamos funkcijos stoglangiai gali būti įvairių tipų bei konstrukcijų. Pavyzdžiui, prekybos centruose siekiant sukurti natūralų dienos apšvietimą gali būti naudojami šviesos takai, biurų patalpose norint turėti natūralų patalpų vėdinimą gali būti naudojami šiai funkcijai pritaikyti stoglangiai, ar gyvenamojo namo garaže, kur nėra galimybės įrengti stoglangį - montuojami šviesos tuneliai.

Stoglangiai, kasdienėje kalboje kai kurių žmonių dar vadinami „Veliuksais“. Tiesa, šis pavadinimas nėra teisingas, nes jis kilęs nuo gamintojo „Velux“, o įmonių, gaminančių šiuos gaminius, yra kur kas daugiau. Vienas iš pagrindinių stoglangių tipus atskiriančių bruožų – jų taikymas skirtingiems stogo tipams, t. y., šlaitiniam stogui ir plokščiam stogui.

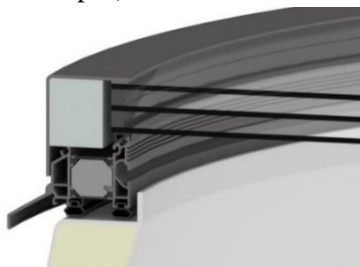
Konstrukcijos ir surinkimo principas stoglangių gamyboje yra panašus, jis skiriasi pagal kiekvieno gamintojo sukurtą dizainą, naudojamą medžiagą stoglangio rėmui, stiklinimo būdus ir medžiagą, numatytą tarpinių skaičių ir pan. Pagrindinio stoglangio rėmo gamybai praktikoje naudojami klijuotos medienos arba polivinilchlorido (PVC) profiliai. Kai kurie gamintojai naudoja ir aliuminį profilį. Stoglangiai gaminami kvadratinių, stačiakampių ir apvalių geometrinių formų. Profiliai skiriasi gamybos būdais, šiluminėmis savybėmis, kaina bei tarp jų būna didelis skerspjūvio ploto skirtumas, t. y., klijuotos medienos profilis yra pilnaviduris, o PVC turi savo vidinę konstrukciją (žr. 3 pav., 4 pav., 5 pav.).



3 pav. „Velux“ klijuotos medienos profilis, su stiklo paketu (<http://bergeta.lt/wp-content/uploads/2016/05/VELUX-langu-brosiura-2016.pdf>).



4 pav. „Lamilux“ PVC profilis, su akrilo kupolais (<https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/rooflight-dome.html>).



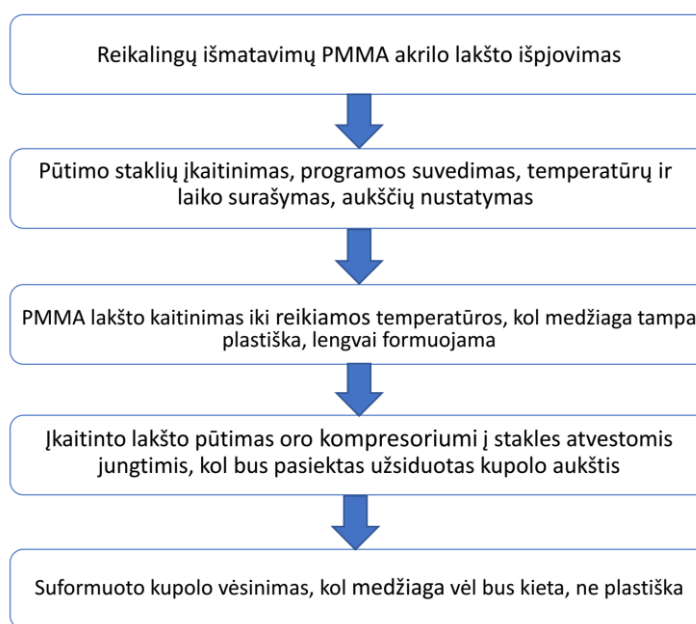
5 pav. „Lamilux“ aliuminio profilis, su stiklo paketu (<https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/flat-roof-window/lamilux-glass-skylight-fe-circular.html>).

Klijuotos medienos profilio stoglangiai daugeliu atvejų naudojami šlaitiniuose stoguose, individualiųjų ir daugiabučių gyvenamųjų namų stogo konstrukcijose, o PVC profiliai –

pramoniniuose, sandėliavimo ir komercinės paskirties objektuose, kur yra sutapdinto stogo konstrukcija.

Kita stoglangių tipus skirianti sudedamoji dalis – stiklinimas. Kaip ir fasadiniai langai, stoglangiai gali būti įstiklinti stiklo paketais, kurių kameras pasirinktinai galima pripildyti argono dujomis dėl geresnių šiluminių savybių, arba PVC profilių sistemos stoglangiai, dažnu atveju yra stiklinami kanalinio polikarbonato (PC) arba akrilo (PMMA), dar vadinamo organinio stiklo plokštėmis. Analizuojant įvairių gamintojų stoglangius, matoma, kad stiklinimui plastikų kilmės medžiagomis galima naudoti ir kelis tos pačios medžiagos sluoksnius, ir kombinuoti juos tarpusavyje. Pavyzdžiui, pirmuoju atveju, stoglangio stiklinimui galima naudoti vieną ar du sluoksnius kanalinio polikarbonato (PC16/7), antruoju – du, tris ar keturis sluoksnius storio akrilo (PMMA) plokštes, su formuotu kupolu, trečiuoju atveju – naudoti kanalinio polikarbonato lakštą kartu su vienu ar keletu akrilo kupolų (žr. 1 lentelė).

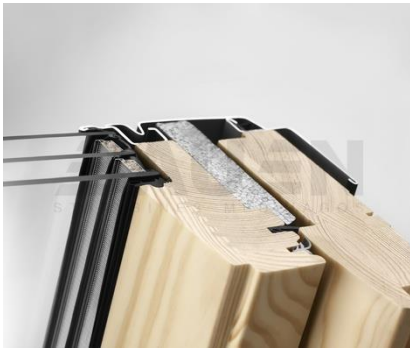

Priklausomai nuo stiklinimo medžiagų formos, stoglangiai gali būti plokšti ir kupoliniai. Plokšti stoglangiai būna įstiklinti stiklo paketais arba kanalinio polikarbonato plokštėmis. Tuo tarpu, kupoliniai – iš PMMA akrilo plokščių formuotais kupolais. Stiklinimui naudojamos medžiagos skaidrios arba matinės. Žemiau pateikiama schema, kaip yra formuojami – pučiami PMMA akrilo kupolai:

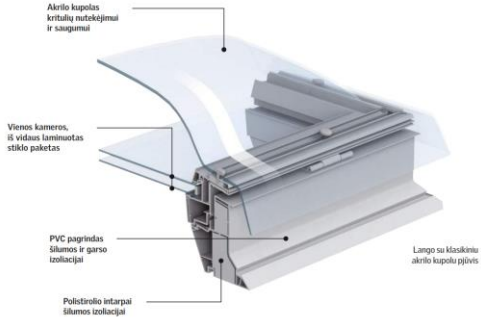
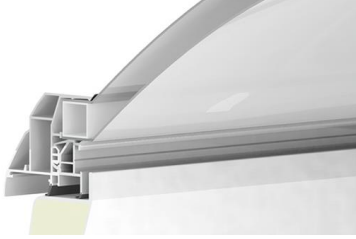
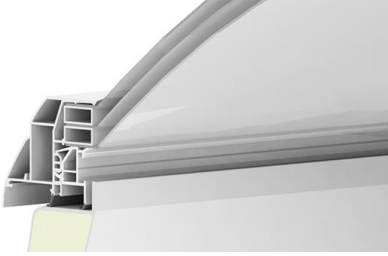


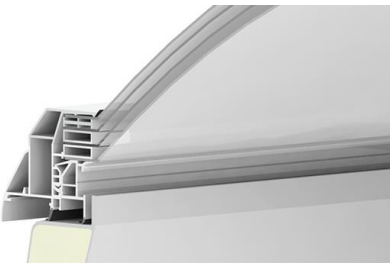
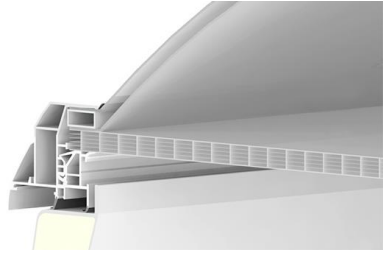
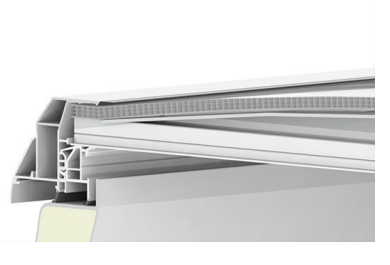
6 pav. PMMA akrilo kupolų formavimo eiga (autorius Vytenis Bagdonas).

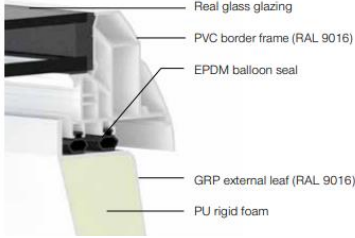
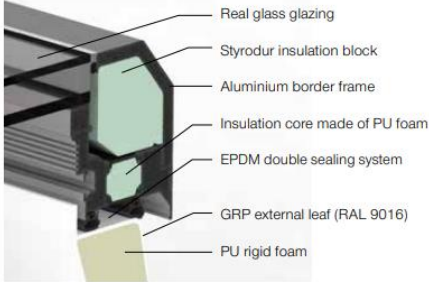
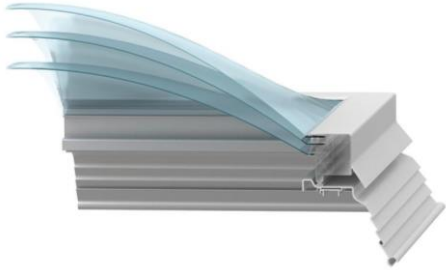
Esant skirtingoms gaminių konstrukcijoms ir stiklinimams, taip pat skiriasi ir jų šiluminės savybės. PVC profilio stoglangiai dažnu atveju yra prastesnių šiluminių savybių nei klijuotos medienos ar aliuminio profilio stoglangiai. Taip pat, didelę įtaką turi pats stiklinimas – geriausias rezultatas pasiekiamas naudojant trijų sluoksnių stiklo paketą. Kaip ir kitų gaminių, stoglangių šiluminės savybės aprašomos U verte, t. y., šilumos perdavimo koeficientu ($W/(m^2 \cdot K)$). PVC profilio stoglangių, su stiklinimu iš plastiko kilmės medžiagų, šilumos perdavimo koeficientai svyruoja nuo $U = 2,7 W/(m^2 \cdot K)$ iki $U = 0,89 W/(m^2 \cdot K)$, klijuotos medienos profilio stoglangių U verčių rezultatai yra geresni, jie svyruoja nuo $1,3 W/(m^2 \cdot K)$ iki $0,5 W/(m^2 \cdot K)$, tuo tarpu aliuminio profilio su stiklo paketo stiklinimu, stoglangių gamintojai deklaruoja gaminių U vertes nuo $1,1 W/(m^2 \cdot K)$ iki $0,6 W/(m^2 \cdot K)$ (žr. 1 lentelė).

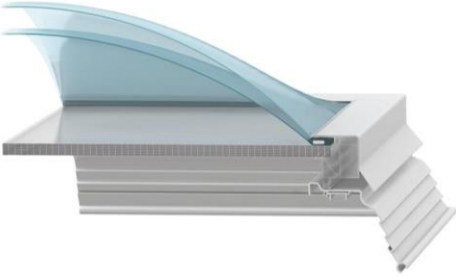
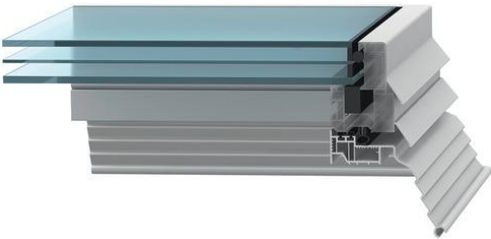
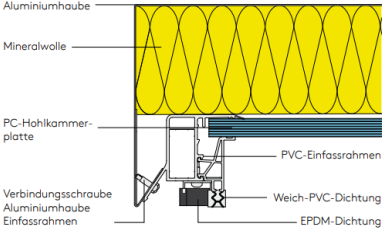
1 lentelė. Įvairių gamintojų stoglangių apžvalga (sudaryta autoriaus).


Gamintojas, gaminio pavadinimas	Schema / nuotrauka	Profilio tipas	Stiklinimas	U vertė, (W/(m ² ·K))
„Velux“, GZL 1051	 <p>7 pav. „Velux“ stoglangis GZL 1051 (http://www.nejenstresniokna.cz/kyvna/velux-stresni-okno-gzl-1051-horni-ovladani-madlem.html).</p>	Klijuota mediena	Plokščias, 1 kameros stiklo paketas	1,3
„Velux“, GLL 1061	 <p>8 pav. „Velux“ stoglangis GLL 1061 (https://www.bauen.lt/stoglangis-su-rankena-virsuje-velux-standard-plus-gll-1061-mk08).</p>	Klijuota mediena	Plokščias, 2 kamerų stiklo paketas	1,1
„Velux“, GGU 008230	 <p>9 pav. „Velux“ stoglangis GGU 008230 (https://velcdn.azureedge.net/~media/marketing/lt/brosiuros/velux%20%20brosura%20rw%20lt.pdf).</p>	Klijuota mediena	Plokščias, trigubas išorinis stiklo paketas ir dvigubas vidinis stiklo paketas	0,51

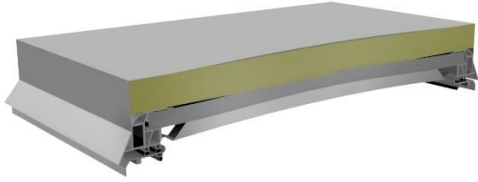

Gamintojas, gaminio pavadinimas	Schema / nuotrauka	Profilio tipas	Stiklinimas	U vertė, (W/(m ² ·K))
„Velux“, CFP CVP	 <p>10 pav. „Velux“ stoglangis CFP CVP (https://velcdn.azureedge.net/~media/marketing/lt/brosiuros/velux%20plokscio%20stogo%20langai%202020.pdf).</p>	PVC, uždara profilų sistema	Kupolinis, viršutinėje dalyje akrilo kupolas, apatinėje – vienos kamos, iš vidaus laminuotas stiklo paketas	0,72
„Lamilux“, LAMILUX CI System Rooflight Dome F100 double glazing	 <p>11 pav. „Lamilux“ stoglangis LAMILUX CI System Rooflight Dome F100 double glazing (https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/rooflight-dome.html).</p>	PVC, uždara profilų sistema	Kupolinis, du akrilo kupolai	2,7
Lamilux“, LAMILUX CI System Rooflight Dome F100 triple glazing	 <p>12 pav. „Lamilux“ stoglangis LAMILUX CI System Rooflight Dome F100 triple glazing (https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/rooflight-dome.html).</p>	PVC, uždara profilų sistema	Kupolinis, trys akrilo kupolai	1,8

Gamintojas, gaminio pavadinimas	Schema / nuotrauka	Profilio tipas	Stiklinimas	U vertė, (W/(m ² ·K))
Lamilux“, LAMILUX CI System Rooflight Dome F100 quadruple glazing	 <p>13 pav. „Lamilux“ stoglangis LAMILUX CI System Rooflight Dome F100 quadruple glazing (https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/rooflight-dome.html).</p>	PVC, uždara profilių sistema	Kupolinis, keturi akrilo kupolai	1,5
Lamilux“, LAMILUX CI System Rooflight Dome F100 double glazing + PC-16	 <p>14 pav. „Lamilux“ stoglangis LAMILUX CI System Rooflight Dome F100 double glazing + PC-16 (https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/rooflight-dome.html).</p>	PVC, uždara profilių sistema	Kupolinis, ko mbinuotas, du akrilo kupolai ir kanalinio polikarbonato plokštė	1,3
„Lamilux“, LAMILUX CI System Rooflight Dome multi- chamber glazing PC 10	 <p>15 pav. „Lamilux“ stoglangis LAMILUX CI System Rooflight Dome multi-chamber glazing PC 10 (https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/rooflight-dome.html).</p>	PVC, uždara profilių sistema	Plokščias, viena kanalinio polikarbonato PC10/4 plokštė	2,5

Gamintojas, gaminio pavadinimas	Schema / nuotrauka	Profilio tipas	Stiklinimas	U vertė, (W/(m ² ·K))
„Lamilux“, LAMILUX Glass Skylight F100	 <p>16 pav. „Lamilux“ stoglangis LAMILUX Glass Skylight F100 (https://www.lamilux.com/fileadmin/user_upload/dateien/downloadmanager/tageslichtsysteme/2019-lamilux-preisliste-flachdach-fenster-web-02.pdf).</p>	PVC, uždara profilių sistema	Plokščias, stiklo paketas, vienos arba dviejų kamerų	1,1 0,7
„Lamilux“, LAMILUX Glass skylight FE	 <p>17 pav. „Lamilux“ stoglangis LAMILUX Glass Skylight FE (https://www.lamilux.com/fileadmin/user_upload/dateien/downloadmanager/tageslichtsysteme/2019-lamilux-preisliste-flachdach-fenster-web-02.pdf).</p>	Aluminio, uždara, su papildomu termoizoliaciniu užpildu	Plokščias, stiklo paketas, vienos arba dviejų kamerų	1,1 0,6
„Kingspan“, Lichtkuppel classic 3-schalig	 <p>18 pav. „Kingspan“, Lichtkuppel classic 3-schalig (https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbander/lichtkuppeln/lichtkuppel-classic).</p>	PVC, uždara profilių sistema	Kupolinis, trys akrilo kupolai	1,9

Gamintojas, gaminio pavadinimas	Schema / nuotrauka	Profilio tipas	Stiklinimas	U vertė, (W/(m ² ·K))
<p>„Kingspan“, Lichtkuppel classic</p> <p>PC-st 16/7 und 2 Kunststoffschalen</p>	 <p>19 pav. „Kingspan“, Lichtkuppel classic PC-st 16/7 und 2 Kunststoffschalen (https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtkuppeln/lichtkuppel-classic).</p>	PVC, uždara profilių sistema	Kupolinis, ko mbinuotas, du akrilo kupolai ir kanalinio polikarbonato plokštė	1,1
<p>„Kingspan“, 3-fach</p> <p>Wärmeschutzverglasung klar</p>	 <p>20 pav. „Kingspan“, 3-fach Wärmeschutzverglasung klar“ (https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtkuppeln/lichtkuppel-classic).</p>	PVC, uždara profilių sistema	Plokščias, stiklo paketas, vienos arba dviejų kamerų	1,1 0,6
<p>„Kingspan“, Dunkelklappe</p>	 <p>21 pav. „Kingspan“ Dunkelklappe (https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtkuppeln/dunkelklappe).</p>	PVC, uždara profilių sistema	Plokščias, polikarbonato lakštas, dengtas akmens vata (30, 60, 90, 120mm) ir skardos lankstiniu	0,68 0,42 0,30 0,26

Gamintojas, gaminio pavadinimas	Schema / nuotrauka	Profilio tipas	Stiklinimas	U vertė, (W/(m ² ·K))
„Kingspan“, Glaspyramide plus	 <p>22 pav. „Kingspan“ Glaspyramide plus (https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbander/lichtkuppeln/glaspyramide-plus).</p>	PVC, uždara profilių sistema	Piramidės formos, stiklo paketai	1,1
„Solidome“, SOLIDM 3 Skin	 <p>23 pav. „Solidome“, SOLIDM 3 Skin (https://solidome.lt/kupoliniai-stoglangiai-solidm-3-skin/).</p>	PVC, uždara profilių sistema	Kupolinis, trys akrilo kupolai	1,4
„Solidome“, SOLIPC	 <p>24 pav. „Solidome“, SOLIPC (https://solidome.lt/ploksti-stoglangiai-solipc/).</p>	PVC, uždara profilių sistema	Plokščias, du kanalinio polikarbonato lakštai	0,94
„Solidome“, SOLICOM	 <p>25 pav. „Solidome“, SOLICOM (https://solidome.lt/kupoliniai-stoglangiai-solicom/).</p>	PVC, uždara profilių sistema	Kupolinis, kombinuotas, akrilo kupolas ir du kanalinio polikarbonato lakštai	0,89

Gamintojas, gaminio pavadinimas	Schema / nuotrauka	Profilio tipas	Stiklinimas	U vertė, (W/(m ² ·K))
„Solidome“, SOLIROCK	 <p>26 pav. „Solidome“, SOLIROCK (https://solidome.lt/ploksti-stoglangiai-solirock/).</p>	PVC, uždara profilių sistema	Plokščias, polikarbonato lakštas, dengtas akmens vata ir skardos lankstiniu	0,7
„Keraplast“, Eurolux 3 pmma	 <p>27 pav. „Keraplast“, Eurolux 3 pmma (https://www.buitmena.lt/prekyba/galerija/).</p>	PVC, atvira profilių sistema	Kupolinis, 3 akrilo kupolai	1,8

Kita gaminių grupė, galinti atlikti visas tas pačias funkcijas kaip ir stoglangiai, yra šviesos takai. Šviesos takas nuo stoglangio skiriasi savo konstrukcija ir tuo, kad nėra tokios stiklinimo įvairovės, kokią turi stoglangiai. Dar praktikoje sutinkami pavadinimai „juostiniai šviesos takai“, „juostiniai švieslangiai“, „išilginiai šviesolaidžiai“ ir pan. Konkrečių standartinių išmatavimų, pagal kuriuos būtų vykdoma gamyba, šie gaminiai neturi. Šviesos takai gaminami nuo 1 iki 6 metrų pločio ir neriboto ilgio, todėl kiekvienam projektui yra individualiai pritaikomas standartinis laikančiojo karkaso žingsnis ir užbaigimai galuose. Laikantysis šviesos tako karkasas dažnu atveju yra aliuminio profilio radiusu valcuota arkinė arba piramidės formos konstrukcija, ant kurios dedasi stiklas arba dažniausiu atveju kanalinio polikarbonato lakštai (žr. 28 pav. - 31 pav.). Dėl montavimo paprastumo, kas dažnai nulemia mažesnę kainą, lyginant arkinės ir piramidės formos konstrukcijų šviesos takus, dažniausiu atveju būna pasirinktas arkinės konstrukcijos šviesos takas. Piramidės formos gaminys paprastai užsakomas esant specialioms reikalavimams arba projektuotojo ar užsakovo nurodymams.



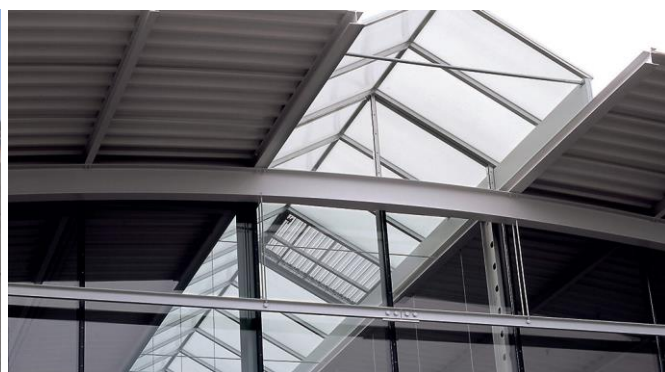
28 pav. „Kingspan“ Arkinės konstrukcijos šviesos takas iš išorės
(<https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtbänder/lichtband-plus>).



29 pav. „Kingspan“ Arkinės konstrukcijos šviesos takas iš patalpų vidaus
(<https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtbänder/lichtband-plus>).



30 pav. „Kingspan“ Piramidės formos konstrukcijos šviesos takas iš išorės
(<https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtbänder/sattellichtbandsystem-e-basic-und-plus>).



31 pav. „Kingspan“ Piramidės formos konstrukcijos šviesos takas iš patalpų vidaus
(<https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbänder/lichtbänder/sattellichtbandsystem-e-basic-und-plus>).

Dėl ganėtinai paprasto ir tikrai efektyvaus sprendimo, šviesos takai itin pamėgti naudoti pramonės ir sandėliavimo, gamybos paskirties pastatuose ir didesniuose prekybos centruose, kur stogo plotas yra didelis, o po apačia – viena didelė patalpa. Nuo pavadinimo „šviesos takas“ – galima suprasti, kokia pagrindinė šio gaminio funkcija. Bet, esant poreikiui, gali būti suprojektuoti varstomi segmentai, skirti vėdinimui arba natūraliai ištraukiamajai dūmų ir karščio ventiliacijai¹.

Remiantis gamintojo „Kingspan“ pateikiamais techniniais duomenimis [22], pastebima, kad šviesos takų, kurių stiklinimui naudojamos kanalinio polikarbonato (PC) plokštės, U vertės svyruoja nuo 2,5 W/(m²·K) iki 1,1 W/(m²·K). Atsižvelgiant į gaminio paviršiaus plotą, kurį užima stiklinimas, lyginant su plotu, kurį užima laikantysis karkasas, galima teigti, kad šviesos tako šiluminės savybės labiausiai priklauso nuo to, keliais sluoksniais ir kokio tipo polikarbonato lakštais yra stiklinama. Dėl šios

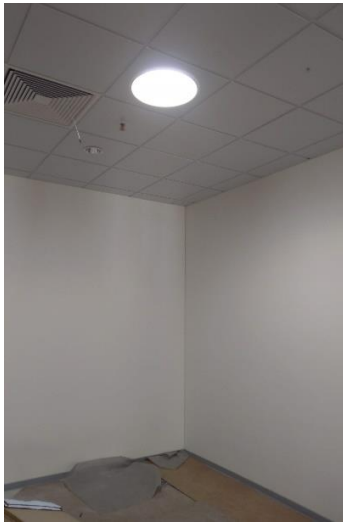
¹ Daugiau informacijos apie stoglangių funkcijas žr. poskyrį 1.4.

priežasties akivaizdu, kad kitų gamintojų šviesos takų deklaruojamos šiluminės savybės negali daug skirtis nuo „Kingspan“.

Verglasungsvarianten	Spannweite (cm)	U _g -Wert [W/m ² K]
PC 16/7	2,00 - 6,00	1,8 ¹⁾
PC 20/7	2,50 - 6,00	1,6
PC 10/4 + 10/4	1,00 - 6,00	1,7
PC 10/4 + Glasvlies + PC 10/4 ²⁾	1,00 - 6,00	1,7
PC 16/7 + 10/4 ²⁾	2,00 - 6,00	1,3
PC 16/7 + Glasvlies + PC 10/4 ²⁾	2,00 - 6,00	1,3
PC 16/7 + 6 mm PETG	2,00 - 6,00	1,8
PC 10/2 mit Aerogel-Füllung	1,00 - 4,00	2
PC 16/3 mit Aerogel-Füllung	2,00 - 4,00	1,3
PC 20/3 mit Aerogel-Füllung	2,50 - 4,00	1,1
PC 16/7 IR control white	2,00 - 6,00	1,8 ¹⁾

32 pav. Gamintojo „Kingspan“ šviesos takų stiklinimo skirtingais kanalinio polikarbonato lakštais deklaruojamos U vertės (<https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/lichtkuppeln-und-lichtbander/lichtbander/lichtband-plus>).

Šiek tiek rečiau praktikoje sutinkami gaminiai – šviesos tuneliai. Vietose, kur stoglangį įrengti nėra galimybės dėl stogo konstrukcijos, esančios mansardos ar pan., gali būti montuojami šviesos tuneliai. Šį gaminį galima skirti į tris segmentus – viršutinę dalį, montuojamą stogo konstrukcijoje, vidurinę, pasirinktinai lanksčią arba standžią dalį, jungiančią viršutinę dalį su apatine, ir apatinę dalį, montuojamą patalpos lubose. Šviesos tunelis kitų funkcijų atlikti negali, išskyrus kaip apšviesti patalpas natūralia šviesa. Per šį gaminį patalpas natūrali šviesa pasiekia pirmiausia patekdama per viršutinį gaminio segmentą, veidrodinio atspindžio vamzdžiu apšvietimas nukeliauja iki apatinio šviesos tunelio segmento. Lubose montuojama gaminio dalis yra apvali, su matiniu organiniu stiklu. Ši dalis, kai jau sumontuota ir atlieka savo funkciją, iš pirmo įspūdžio gali priminti LED šviestuvą (žr. 33 pav.)



33 pav. „Velux“ šviesos tunelio apšvietimas patalpoje (asmeninis archyvas).



34 pav. „Velux“ Šviesos tunelis su lanksčia jungtimi
(<https://velcdn.azureedge.net/~/media/marketing/lt/brosiuoros/velux%20plokscio%20stogo%20langai%202020.pdf>).



35 pav. „Velux“ Šviesos tunelis su standžia jungtimi
(<https://velcdn.azureedge.net/~/media/marketing/lt/brosiuoros/velux%20plokscio%20stogo%20langai%202020.pdf>).

Esant specialiam užsakymui, gamintojas gali pasiūlyti papildomą funkciją šiam gaminiui – į gaminio vidurinę dalį, virš apatinės dalies, įmontuojama LED lempa. Tokiu atveju šviesos tunelis yra naudingas ne tik dienos metu, kai šviečia saulė, bet įjungus įtampą ir įsižiebus lempai gali apšviesti patalpą.

Interneto šaltinyje rastame stoglangių ir šviesos tunelių palyginime [23] nurodyti šie šviesos tunelių privalumai ir trūkumai lyginant su stoglangiu:

Privalumai:

- Lengviau sumontuoti;
- Nereikalauja daug išteklių vidaus apdailai;
- Mažesnė bendra kaina;
- Galimi šviesos rinkiniai su LED apšvietimu;
- Mažiau šilumos nuostolių;
- UV spinduliai nepraleidžiami pro išorinį kupolą.

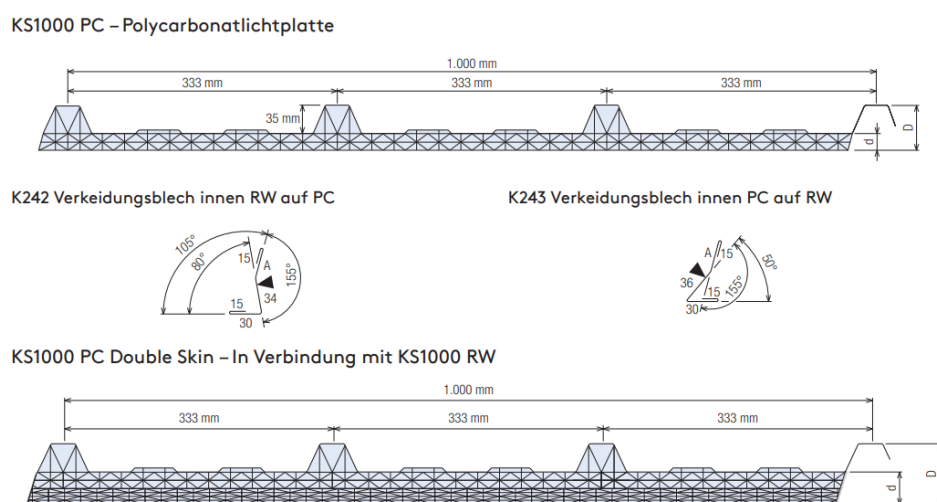
Trūkumai:

- Tunelio viduje gali susidaryti kondensatas;
- Nesimato dangaus vaizdo;
- Nėra patalpų vėdinimo funkcijos.

Europoje ir visame pasaulyje nėra daug tokio tipo produktus gaminančių įmonių. Galimi variantai – šviesos tuneliai plokščiam ir šlaitiniam stogui, taip pat, abejiems stogo tipams gali būti taikoma lanksti ir standi jungtys.

Pagal deklaruojamą šilumos perdavimo koeficientą, šviesos tunelis nepasižymi itin geru rezultatu - 2,6 W/(m²·K). Bet reikia atsižvelgti į tai, kad skaičiuojant U vertę, yra vertinama gaminio konstrukcija bei sudedamosios dalys, o į stogo konstrukciją montuojasi tik viršutinė šviesos tunelio dalis, kuri kaip ir stoglangio pagrindas², yra apšiltinto rėmo. Didesnioji gaminio dalis lieka pastato viduje, kur šilumos nuostoliai negalimi. Šiuo metu praktikoje nėra populiarius sprendimas, bet savo funkcija, galima sakyti, niekuo nenusileidžiantis stoglangiams – šviesos tunelių paklausa bėgant laikui turėtų augti.

Pramoniniuose ar gyvulininkystėje užsiimti skirtuose pastatuose, kur nėra taikomi aukšti pastato šiluminiai reikalavimai³, yra populiariau naudoti šviesai laidžius panelius. Montuojami kartu su „sandwich“ tipo plokštėmis, kas kelintą eilę, ar pavieniui išdėstomi šviesai pralaidūs paneliai. Tokiu pačiu principu galima įrengti ir fasadinius panelius, kurie praleidžia šviesą. Akivaizdu, kad tokių panelių U vertė nusileidžia „sandwich“ tipo daugiasluoksniams plokštėms, bet atsižvelgiant į žemesnius šiluminių savybių reikalavimus, nemaža dalis projektuotojų, ypač užsienyje, numato šį gaminį į projektą.



36 pav. „Kingspan“ gamintojo šviesai pralaidūs panelis (<https://www.kingspan.com/de/de-de/produktgruppen/isolierte-sandwichelemente-fur-dach-und-wand/isolierte-dachsysteme/ks1000-pc-day-lite-rooflight>).

Pagal iliustracijoje (36 pav.) matomus skerspjūvius, matosi, kad šviesai pralaidžios plokštės gaminamos iš kanalinio polikarbonato plokščių. Taip pat ir stoglangių stiklinime naudojama plastikų kilmės medžiaga yra atspari UV spinduliams, turi ganėtinai geras mechaninio atsparumo bei iluminessavybes ir paskutiniu metu susilaukusi nemažo populiarumo įvairių statybinių gaminių gamyboje kaip žaliava.

1.4. Stoglangių tipai pagal funkciją

Natūralaus dienos apšvietimo aprūpinimas patalpoms – tik viena iš keleto funkcijų, kurias atlieka stoglangiai. Tiesa, ši funkcija – geriausiai žinoma tarp vartotojų – fizinių asmenų. Iš kliento perspektyvos, dažniausiai - statybos rangos darbus vykdančios įmonės susiduria ir su visomis kitomis stoglangių funkcijomis, tokiomis kaip stogo išlipimo liukai, stoglangiai su vėdinimo funkcija bei

² Daugiau informacijos apie stoglangių montavimą žr. poskyrį 2.2.

³ Daugiau informacijos apie stoglangiams taikomus reikalavimus žr. poskyrį 1.5.

dūmų ir karščio natūraliosios ištraukiamosios ventiliacijos sistema, dar vadinami dūmų šalinimo stoglangiai.

Pagrindinės gaminio savybės, pagal kurias būna pasirenkami konkretūs nevarstomi stoglangiai – švieslangiai, yra pastato šiluminių savybių reikalavimai, t. y., šilumos perdavimo koeficientas (U vertė, W/m^2K), gaminio forma ir stiklinimo skaidrumas. Skaidrumas gali būti ne tik vizualinis – skaidrus ir matinis, bet ir išreikštas procentais, pavyzdžiui, visiškai skaidrus stiklinimas pralaidus netoli (bet nesiekia) 100% saulės šviesos, tuo tarpu visiškai aklinas yra pralaidus 0% saulės šviesos. Visiškai skaidraus stiklinimo vienos ar dviejų kamerų stiklo paketu stoglangio pralaidumas šviesai apie 70-80%, tuo tarpu stiklinant 2, 3 arba 4 sluoksniais skaidriais PMMA kupolais, rezultatai gaunami atitinkamai 70%, 63%, 59%. Stiklinant kombinuotu akrilo kupolo ir polikarbonato plokštės stiklinimu, pralaidumo šviesai procentas mažėja dėl polikarbonato viduje esančių sienelių, kurios gerina šilumines savybes, bet blogina pralaidumą šviesai.

Praktikoje neretai sutinkamas atvejis, kai įsirengiant stoglangius, kurių pagrindinė funkcija yra natūralus patalpų apšvietimas, pasirenkami ne visiškai skaidriai, o tonuoti ar matiniu stiklinimu stiklinti stoglangiai dėl saulės prikaitinimo. Saulės šilumos kiekis, kuris praleidžiamas per tam tikrą pastato dalį, yra žymimas g-vertės (angl. g-value) koeficientu (0.00 – 1.00), arba procentais. Maža g-vertė rodo, kad konstrukcija praleidžia mažą saulės šilumos kiekį, taip neleidžiant prikaitinti patalpos. Šaltesnio klimato vietose labiau vertinama, kai konstrukcijos g-vertė aukštesnė, šiltesnio klimato kraštuose – kai g-vertė žemesnė.

Stoglangiai su vėdinimo funkcija – dėl didesnės kainos Lietuvoje ne itin dažnai naudojama gaminių grupė. Į standartinį stoglangį arba šviesos tako varstomą segmentą montuojama ventiliacijos pavara sukuria patalpoje „kamino“ efektą, t. y., per vertikaliuose konstrukcijose esančias varstomas atitvaras patenka šviežias oras, o per ventiliacijos stoglangius pašalinama senasis. Vėdinimo pavaros dažniausiai montuojamos įvairiuose gamybos cechuose, kur nuo staklių ar kitų įrenginių patalpos prikaista arba proceso metu išsiskiria specifiniai kvapai. Patalpose, kur yra daug skaidrių atitvarų, dažnu atveju tai yra prekybos centrų erdvės su stikliniais fasadais, kurias prikaitina saulė, taip pat, yra įrengiami stoglangiai su vėdinimo funkcija. Tokio tipo gaminius renkami ir gyvenamųjų namų statytojai, nes sąlyginai mažoje patalpoje yra geriausiai jaučiamas efektas.



37 pav. Stoglangis su vėdinimo pavara. Vaizdas iš vidaus (asmeninis archyvas).



38 pav. Stoglangis su vėdinimo pavara. Vaizdas iš išorės (asmeninis archyvas).

Vėdinimo pavarų tipai skiriasi savo konstrukcija ir eigos tipu. Praktikoje sutinkamos linijinės⁴ ir grandininės⁵ pavaros. Priklausomai nuo pavaros eigos, varčia gali būti atidaroma 300, 500 ir 700 mm ir pajungiama atvedant 230V įtampą.

Kaip papildomą funkciją gamintojai siūlo vėjo ir lietaus detektorius arba patalpos klimato kontrolės valdymo blokus. Šie prietaisai atitinkamai pagal savo funkcijas montuojami ant stogo arba patalpų viduje. Vėjo ir lietaus davikliai pajutę kritulius perduoda signalą į pavarą ir ji užveria stoglangį. Tuo tarpu patalpų klimato kontrolės valdymo blokas atveria ir užveria stoglangį esant per didelei ar pasiekus reikiamą patalpos temperatūrą.

Patekimas ant pastato stogo – punktas, kurį būtina numatyti kiekviename statybos projekte. Tiek pastato eksploatuojamam, tiek neeksploatuojamam stogui turi būti numatytas patekimas ant jo techniniam aptarnavimui arba išpildant gaisrinės saugos reikalavimus. Statybos techninio reglamento 140 punktas nurodo: „Pastato pastogėse būtina įrengti išėjimus ant stogo stacionariomis kopėčiomis pro ne mažesnius kaip 0,6 x 0,8 m liukus, duris arba langus.“ [24]. Gaminiai – stogo išlipimo liukai (angl. roof hatch) daugiausiai naudojami pastatuose, turinčiuose sutaptintą stogą, tuo tarpu pastatuose su šlaitiniais stogais, ypač vienbučiuose ar dvibučiuose gyvenamuosiuose pastatuose išlipimo liukai sutinkami itin retai.

Pagal konstrukciją išlipimo liukas yra standartinis stoglangis, į kuri montuojamas kėlimo mechanizmas ir vidinis užraktas. Kėlimo mechanizmai skirstomi į mechaninius⁶ ir elektrinius⁷. Išlipimo liuko dydis ir atidarymo mechanizmas dažnu atveju pasirenkamas pagal tai, ar stogą numatyta eksploatuoti, ar ne. Eksploatuojamiems stogams, patekimui ant stogų terasų, projektuotojai numato didesnių gabaritų gaminius, turinčius elektra valdomą atidarymo tipą, tuo tarpu neeksploatuojamiems stogams – gamybos, sandėliavimo paskirties pastatuose dažniausiai apsiribojama minimalius reikalavimus tenkinančiais gaminiais.

Dūmų ir karščio natūraliosios ištraukiamosios ventiliacijos sistema – pagal stoglangių kiekį (vienetais) daugiausiai naudojama gaminių funkcija. Dėl šalyje ir Europos Sąjungoje galiojančių priešgaisrinių reikalavimų⁸ dūmų šalinimo sistemos projektuojamos didžiojoje daugumoje statinių. Gaisro metu dūmų šalinimas pastate reikalingas tam, kad evakuacijos keliai nebūtų uždūmijami ir viduje esantys žmonės galėtų saugiai palikti pastatą. Priklausomai nuo pastato dydžio ir paskirties kinta tiek reikalingas aktyvus dūmų šalinimo plotas⁹, tiek pats dūmų šalinimo sistemos tipas. Tiesa, didžiausias dūmų ir karščio natūraliųjų ištraukiamųjų ventiliacijos sistemų poreikis yra gamybos ir pramonės, sandėliavimo bei prekybos paskirties pastatuose. Šią funkciją, taip pat kaip ir stoglangiai, gali atlikti ir šviesos takai, turintys varstomus segmentus. Tiek į stoglangio, tiek į šviesos tako varstomą dalį, montuojamas atidarymo mechanizmas. Praktikoje sutinkami du dūmų ir karščio šalinimo pavarų paleidimo tipai – elektrinis ir pneumatinis.

⁴ Linijinė pavana – skirta tiesiaiegiam slenkamajam judėjimui vykdyti pagal nustatytą trajektoriją.

⁵ Grandininė pavana – mechanizmas, kuriame grandinė atlieka energijos perdavimą tarp dviejų ar daugiau elementų.

⁶ Mechaninis – dujinis amortizatorius, cilindro formos mechanizmas, pripildytas aukštu slėgiu azoto, padedantis pakelti varčią.

⁷ Elektrinis – elektrinės pavaros, montuojamos ant šoninių pagrindo kraštinių, dvi viena prieš kitą.

⁸ Apie stoglangiams keliamus reikalavimus žr. poskyrį 1.5.

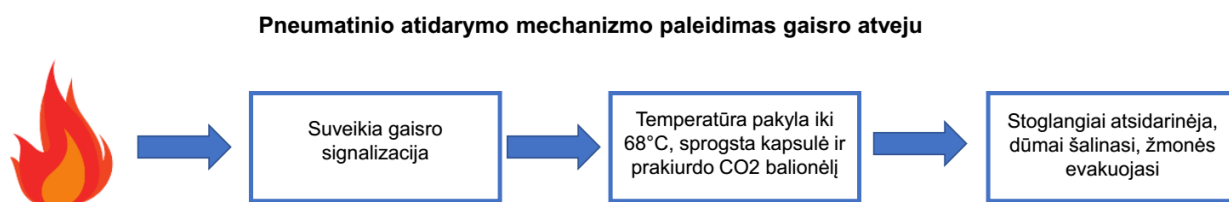
⁹ Aa – aerodinaminis laisvasis plotas, m², (pagal LST EN 12101-2 standartą).

Elektra paleidžiamų dūmams šalinti skirtų atidarymo mechanizmų modelių yra ne vienas, bet visų montavimo ir veikimo principas lieka tas pats – į stoglangio pagrindą tvirtinasi pavaros korpusas, o į varčią - traversas. Į traversą įstatomas pavaros stūmoklis judėdamas į vieną ar kitą pusę atidaro arba uždaro varčią. Pavarų modeliai skiriasi ne tik dėl skirtingų gamintojų dizainų, bet ir dėl angos dydžio, į kurią jis bus montuojamas. Elektrinės pavaros veikimo principas – 24V arba 48V įtampa užmaitinta pavara, dažnu atveju kartu su kitomis pavaromis, pajungiama į bendrą grandinę ir nuvedama centralę ir atidarymo/uždarymo jungtukas yra įrengiamas toje vietoje, kuri yra numatyta gaisrinės saugos dalyje. Pastate įrengus dūmų šalinimo sistemą su elektriniais paleidimo įtaisais yra neapsieinama be žmogiškojo faktoriaus įsikišimo. Suveikus gaisro signalizacijai atsakingas asmuo turi pats įjungti stoglangių atidarymo funkciją (žr. pav. 39) Pagal Lietuvoje galiojančius įstatymus, stoglangis laikomas pilnai atsidaręs į dūmų šalinimo padėtį, kai atidarymo kampas pasiekia 140°.



39 pav. Elektrinio atidarymo mechanizmo paleidimo schema (autorius Vytenis Bagdonas) 2020.

Pneumatinio paleidimo įtaisai instaliuojami į stoglangį tokiu pat principu – pavaros korpusas tvirtinamas į pagrindą, o traversas – į varčią. Atidarymas po paleidimo – toks pat, kaip ir elektrinio mechanizmo. Pastate prasidėjus gaisrui, kai patalpos temperatūra pakyla iki 68°C, pavaroje esanti kapsulė susprogsta ir prakiurdo CO₂ balionėlį, kuris pripildo sistemą dujomis ir stūmoklis atidaro varčią.



40 pav. Pneumatinio atidarymo mechanizmo paleidimo schema (autorius Vytenis Bagdonas) 2020.

Pneumatinės pavaros lyginant su elektrinėmis turi ir pranašumų, ir trūkumų. Kad elektrinė pavara funkcionuotų, reikalingas atsakingas asmuo, išskyrus tuos atvejus, kai yra įrengiamas specialus atidarymo signalo daviklis, kuris pasiekus tam tikrą temperatūrą aktyvuojasi, arba jeigu signalo daviklis sujungtas su gaisrine signalizacija. Tuo tarpu pneumatinis mechanizmas suveikia pats, be žmogaus įsikišimo. Pneumatiniam mechanizmui nereikalinga atvesti elektros įtampa. Elektrinė pavara gali būti naudojama ir vėdinimui, o pneumatinė suveikia tik gaisro atveju. Palyginus abiejų pavarų tipų privalumus ir trūkumus, dėl mažesnės bendros kainos dažniau yra pasirenkami elektriniai mechanizmai.

1.5. Stoglangiams keliami reikalavimai

Stogo konstrukcijoje įmontuojami gaminiai, kaip ir visi kiti statybose naudojami elementai bei medžiagos, turi atitikti konkrečiai gaminių grupei nustatytus parametrus ir turi būti išbandyti pagal tam tikrus darniuosius standartus, pagal įstatyme numatytą tvarką. Pagal Lietuvos Respublikos Aplinkos Ministro įsakymą dėl reglamentuojamų statybos produktų sąrašo [25], įvairių tipų stoglangiams yra priskirti darnieji standartai, kurių keliamus reikalavimus turi atitikti žemiau išvardyti gaminiai:

2 lentelė. Ištrauka iš Reglamentuojamų statybos produktų sąrašo (<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/c2389b117a1d11e89188e16a6495e98c?jfwid=32wf58e9>) (koreguota pagal autorių 2020-11-09).

Eil. Nr.	Statybos produkto aprašymas	Statybos produkto techninės specifikacijos žymuo	Esminė (ės) charakteristika (os) pagal naudojimo paskirtį	Bandymo metodą reglamentuojančio standarto ar kito dokumento žymuo (taikoma aktuali galiojanti redakcija)	Eksploatacinių savybių pastovumo vertinimo ir tikrinimo sistema
7.3.	stoglangiai (išskyrus atsparius ugniai)	LST EN 14351-1:2006+A1:2010(D) LST EN 14351-1:2006+A2:2016(D) (2019-11-01)	esminė (ės) charakteristika (os) nurodyta (os) standarte pagal naudojimo paskirtį	LST EN 14351-1	1, 3, 4
7.5.	atsparūs ugniai ir (arba) sandarūs dūmams langai ir stoglangiai , įėjimo durys	LST EN 14600:2006 ir techninė specifikacija, kurioje nustatytos statybos produkto esminės charakteristikos ir jų vertinimo metodai, kriterijai (iki 2019-11-01)	atsparumas ugniai (kai keliami reikalavimai)	LST EN 1634-1, LST EN 13501-2	1
10.13.	surenkamoji pagalbinė stogų įranga. Kupoliniai plastikiniai stoglangiai	LST EN 1873:2006(D)	esminė (ės) charakteristika (os) nurodyta (os) standarte pagal naudojimo paskirtį	LST EN 1873	1, 3, 4
10.14.	stogo dangos. Ištisiniai plastikiniai stoglangiai	LST EN 14963:2007(D)	esminė (ės) charakteristika (os) nurodyta (os) standarte pagal naudojimo paskirtį	LST EN 14963	1, 3, 4

25.2.	natūralios ištraukiamosios ventiliacijos įtaisai	LST EN 12101-2:2005(D)	esminė (ės) charakteristika (os) nurodyta (os) standarte pagal naudojimo paskirtį	LST EN 12101-2	1
-------	---	------------------------	---	----------------	---

„Darnieji standartai yra konkreti Europos standartų kategorija – tokius standartus ESO parengia, gavusi Europos Komisijos prašymą (įgaliojimą). Europos standartizacijos organizacijoms gavus tokį Europos Komisijos standartizacijos prašymą, parengiama apie 20 % visų Europos standartų. Darniuosius standartus galite naudoti, kad įrodytumėte, jog jūsų produktai ar paslaugos atitinka susijusio ES teisės akto techninius reikalavimus. <...> Darniaisiais standartais nustatomos techninės specifikacijos, kurios laikomos tinkamomis arba pakankamomis, kad būtų laikomasi ES teisės aktais nustatytų techninių reikalavimų.“ [26]. Kaip jau buvo minėta, kiekvienas statybose naudojamas elementas ar medžiaga turi atitikti jiems priskiriamo darniojo standarto keliamus reikalavimus. Atitikimas vieno ar kito darniojo standarto techninėms specifikacijoms susideda iš būtinųjų atlikti bandymų ir savanoriškai atliekamų, t. y. standarto aprašyme pateiktas bandymų sąrašas, kur pažymėta, kuris bandymas yra privalomas, o kurį gamintojas gali atlikti savanoriškai, dėl savikontrolės ar pan., o visi gauti rezultatai turi atsispindėti gaminio eksploatacinių savybių deklaracijoje. Kaip pavyzdys, žemiau esančioje lentelėje pateikiama EN1873 standarto privalomųjų ir savanoriškai atliekamų bandymų sąrašas.

3 lentelė. Darniojo standarto „Surenkamieji pagalbiniai stogo dangų reikmenys. Atskiri plastikiniai stoglangiai. Gaminio specifikacija ir bandymo metodai“ (*Lietuvos standartas LST EN 1873:2014+A1 „Surenkamieji pagalbiniai stogo dangų reikmenys. Atskiri plastikiniai stoglangiai. Gaminio specifikacija ir bandymo metodai“*, 2016) bandymų sąrašas, su komentarais (koreguota pagal autorių 2020-11-16), [27].

Eil. Nr.	Bandymo pavadinimas	Pastaba
5.1	Spinduliavimo savybės (<i>angl. Radiation properties</i>)	
5.1.1	Bendrieji reikalavimai (<i>angl. General</i>)	Ši charakteristika vertinama, kai jai taikomi reguliavimo reikalavimai, ir gali būti vertinama savanoriškai., pagal nurodytą algoritmą.
5.1.2	Šviesos pralaidumas (<i>angl. Light transmission</i>)	Skaičiuoja gamintojas, įvertindamas kiekvienos stiklinimui naudojamos medžiagos pralaidumą šviesai, pagal nurodytą algoritmą.
5.1.3	Tiesioginis saulės pralaidumas (<i>angl. Solar direct transmittance</i>)	Skaičiuoja gamintojas, įvertindamas kiekvienos stiklinimui naudojamos medžiagos pralaidumą tiesioginiams saulės spinduliams, pagal nurodytą algoritmą.
5.1.4	Visuminis saulės energijos pralaidumas - G vertė (<i>angl. Total solar energy transmittance (G - value)</i>)	G vertę skaičiuoja gamintojas, įvertindamas kiekvienos stiklinimui naudojamos medžiagos pralaidumą saulės spinduliams, pagal nurodytą algoritmą (EN 410).
5.2	Ilgamžiškumas (<i>angl. Durability</i>)	Ši charakteristika vertinama, kai jai taikomi reguliavimo reikalavimai, ir gali būti vertinama savanoriškai.

5.3	Sandarumas vandeniui (<i>angl. Water tightness</i>)	Ši charakteristika vertinama, kai jai taikomi reguliavimo reikalavimai, ir gali būti vertinama savanoriškai.
5.4	Mechaninis atsparumas (<i>angl. Mechanical performances</i>)	
5.4.1	Atsparumas apkrovai iš viršaus (<i>angl. Resistance to upward loads</i>)	Ši charakteristika turi būti įvertinta
5.4.2	Atsparumas apkrovai iš apačios (<i>angl. Resistance to downward loads</i>)	Ši charakteristika turi būti įvertinta
5.4.3	Atsparumas smūgiams (<i>angl. Impact resistance</i>)	
5.4.3.1	Mažo, kieto kūno smūgis (<i>angl. Small, hard bod impact</i>)	Ši charakteristika vertinama, kai jai taikomi reguliavimo reikalavimai, ir gali būti vertinama savanoriškai.
5.4.3.2	Didelio, minkšto kūno smūgis (<i>angl. Large soft body impact</i>)	Ši charakteristika vertinama, kai jai taikomi reguliavimo reikalavimai, ir gali būti vertinama savanoriškai.
5.5	Reaction to fire (<i>angl. Reaction to fire</i>)	Ši charakteristika vertinama, kai jai taikomi reguliavimo reikalavimai, ir gali būti įvertinta kitaip, pagal nurodytus algoritmus
5.6	Atsparumas ugniai (<i>angl. Resistance to fire</i>)	Šis atsparumas ugniai laikomas nesvarbiu šiam produktui, nes švieslangiai nėra specialiai naudojami atsparumui ugniai užtikrinti
5.7	Išorinis gaisro poveikis (<i>angl. External fire performance</i>)	Ši charakteristika vertinama, kai jai taikomi reguliavimo reikalavimai, ir gali būti vertinama savanoriškai.
5.8	Oro pralaidumas (<i>angl. Air permeability</i>)	Ši charakteristika vertinama, kai jai taikomi reguliavimo reikalavimai, ir gali būti vertinama savanoriškai.
5.9	Terminis atsparumas (<i>angl. Thermal resistance</i>)	Ši charakteristika vertinama, kai jai taikomi reguliavimo reikalavimai, ir gali būti vertinama savanoriškai. Terminis atsparumas vertinamas deklaruojant bendrai susumavus viso gaminio savybes.
5.10	Garso izoliacija ore (<i>angl. Airborne sound insulation</i>)	Ši charakteristika vertinama, kai jai taikomi reguliavimo reikalavimai, ir gali būti vertinama savanoriškai.
5.11	Pavojingų medžiagų išsiskyrimas (<i>angl. Release of dangerous substances</i>)	Nacionalinėse pavojingų medžiagų taisyklėse gali būti reikalaujama patikrinti ir deklaruoti išleidimą, o kartais ir turinį, kai statybų produktai, kuriems taikomas šis standartas, pateikiami toms rinkoms

Remiantis „Reglamentuojamų statybos produktų sąrašo“ lentelę, pastebima, kad stoglangių bei švieslangių techninės specifikacijos vertinamos pagal 1, 3 ir 4 Eksploatacinių savybių pastovumo vertinimo ir tikrinimo sistemas. Lentelėje žemiau pateikiama ištrauka iš Europos Parlamento ir Tarybos Reglamento (ES) Nr. 305/2011, 5 priedo [28].

4 lentelė. Ištrauka iš Europos Parlamento ir Tarybos Reglamento (ES) Nr. 305/2011, 5 priedo (koreguota pagal autorių 2020-11-17).

Eil. Nr.	Eksploatacinių savybių pastovumo vertinimo ir tikrinimo sistema	Gamintojo statybos produkto eksploatacinių savybių deklaracija dėl esminių charakteristikų grindžiama šiais elementais
1.2	Sistema 1	<p>a) gamintojas:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) vykdo vidinę gamybos kontrolę; ii) atlieka gamykloje paimtų mėginių tolesnius bandymus pagal numatytą bandymų planą; <p>b) notifikuojami produkto sertifikavimo įstaiga išduoda produkto eksploatacinių savybių pastovumo sertifikatą remdamasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) nustatyto produkto tipu pagal tipo bandymą (įskaitant mėginio ėmimą), su tipu susijusius skaičiavimus, lentelėse nurodytas vertes arba aprašomąją produkto dokumentaciją; ii) pradiniu gamyklos ir vidinės gamybos kontrolės tikrinimu; iii) nuolatine vidinės gamybos kontrolės priežiūra ir vertinimu.
1.4	Sistema 3	<p>a) gamintojas vykdo vidinę gamybos kontrolę;</p> <p>b) notifikuojami bandymų laboratorija nustato produkto tipą pagal tipo bandymą (grindžiamą gamintojo paimtais mėginiais), su tipu susijusius skaičiavimus, lentelėse nurodytas vertes arba aprašomąją produkto dokumentaciją.</p>
1.5	Sistema 4	<p>a) gamintojas:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) nustato produkto tipą pagal tipo bandymą, su tipu susijusius skaičiavimus, lentelėse nurodytas vertes arba aprašomąją produkto dokumentaciją; ii) vykdo vidinę gamybos kontrolę; <p>b) notifikuojami įstaiga neatlieka jokių užduočių.</p>

Statybose naudojamų medžiagų ir gaminių atitikimas priskirtoms darnųjų standartų techninėms specifikacijoms yra bazinė savybė, kurią turi tenkinti kiekvieno gamintojo siūlomas produktas, norint matyti jį rinkoje. Vis didesnę pagreitį įgaunanti tendencija atitikti darnaus ir tvaraus projektavimo ir statybos standartus ir gauti tai patvirtinančius sertifikatus, kelia dar didesnius reikalavimus statybose naudojamiems produktams. Kaip pavyzdys, LEED ir BREEAM pastatų tvarumo standartai kartu su visomis kitomis dedamosiomis vertina ir statybose naudojamų medžiagų, ir gaminių ekologiškumo rodiklius. Jau projektavimo stadijoje, numatant vieną ar kitą gaminių, vertinami įvairūs aspektai, skirti konkrečiai gaminių grupei. Produktas, kurio sudedamųjų dalių gamyboje naudojamos antrinės perdirtos žaliavos, gali surinkti didesnę balų skaičių. Renkantis švieslangius yra krepiamas dėmesys į šilumos perdavimo koeficientą (U vertę, W/m^2K), pateikiant skaičiavimus, visuminį saulės energijos pralaidumą (G vertę, %) ir pralaidumą šviesai (%), pateikiant skaičiavimus ir stiklinimui naudojamų medžiagų techninius duomenų lapus, gaminių orientavimą konkrečiame objekte, stiklinimo

sluoksnius ir jų storius, su jų techninius duomenis pagrindžiančiais dokumentais, gaminio šiluminę varžą (R vertė, m²K/W), su skaičiavimu, taip pat naudojamos medžiagos turi nesudaryti lašančių dalelių gaisro atveju – d0 klasė.

Techniniai švieslangių parametrai yra viena dalis, kuri turi reikšmę renkantis gaminius į projektuojamą ar rekonstruojamą pastatą. Kita dalis yra nustatytos higienos normos, nurodančios, koks turi būti patalpų apšvietimas darbo vietoje. Kaip rašoma Higienos instituto išleistose metodinėse rekomendacijose: „Darbdavys privalo nustatyti prioritetus ir užduotis darbo aplinkai tobulinti. Darbdavio pareiga išsiaiškinti ir įvertinti, ar įrengtas apšvietimas yra saugus bei tinkamas atsižvelgiant į atliekamų darbų pobūdį bei numatyti, kaip bus pakeistos darbo sąlygos, dėl jų gali tekti keisti apšvietimą. Tai gali būti apskaičiuojama įvertinant tiek išlaidas (lempų keitimas, šviestuvų išvalymas, jų išdėstymo pakeitimas, vietinio apšvietimo panaudojimas), tiek ir naudą (padidėjęs darbo našumas ir gamyklos pelnas, mažiau nedarbo dienų dėl traumų ir kt.).“ [29 p. 6]. Tame pačiame dokumente aprašoma ir natūralaus darbo vietų apšvietimo įrengimo svarba: „Labai svarbu, kad į darbo patalpas patektų natūrali šviesa (per langus, stoglangius), nes tai turi įtakos žmogaus sveikatai, darbingumui, nuotaikai, miego ritmui. Dienos šviesą rekomenduojama maksimaliai išnaudoti pastatant darbo įrangą arčiau langų, atsukant į dienos šviesą darbo objektus, kuriems reikia ryškesnio apšvietimo, įrengiant papildomus langus.“ [29 p. 7]. Darbo priede Nr. 1 pateikiama lentelė „DARBO VIETŲ PATALPŲ VIDUJE APŠVIETOS MAŽIAUSIOS RIBINĖS VERTĖS“ iš Lietuvos higienos normos HN 98:2014 „Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos mažiausios ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai“ 1 priedo [30].

Šiuo metu visoje Europos Sąjungoje ir daugelyje kitų pasaulio šalių diegiamas naujas darnusis standartas EN 17037, kuris susijęs su natūralaus dienos apšvietimo projektavimu ir užtikrinimu komerciniuose pastatuose bei gyvenamuosiuose namuose. Statybinių produktų gamintojo „Kingspan“ internetiniame tinklapyje paskelbtame straipsnyje [31] apie naująjį standartą rašoma, kad EN 17037 standarto reikalavimai ambicingi, tačiau projektuotojams ir dizaineriams vis tiek suteikia daug lankstumo sprendimams. Standarte nagrinėjami įvairūs dienos šviesos projektavimo aspektai, nustatant aiškius minimalius našumo lygius keturiose pagrindinėse srityse:

1. Dienos apšvietimo nuostatos – kaip valdyti dienos šviesos kiekį ir sklaidą erdvėje;
2. „View out“ – įvertinamas per langus ir stogo švieslangius matomas vaizdas;
3. Saulės šviesa – atsižvelgiama į saulės poveikio trukmę ir sprendžiamos perkaitimo problemos;
4. Akinimas – apsaugos nuo akinimo užtikrinimas, regėjimo komforto gerinimas.

Standartas taip pat nustato rekomendacijas dėl „vidutinio“ ir „aukšto“ atitikimo kiekvienoje srityje projektuotojams, kurie nori pažvelgti ne tik į minimalius reikalavimus. Kad būtų laikomasi minimalių rekomendacijų dėl patalpų, apšviestų per langus ar stiklo sistemas, daugiau kaip 50% visos erdvės apšvietimas turi būti pasiektas bent 300 liuksų daugiau nei pusę šviesaus paros meto – visus metus. Be to, norint išvengti ypač niūrių patalpų formavimosi, tą patį laikotarpį visoje erdvėje turi būti pasiekta bent 100 liuksų apšvietimo kokybė.

Pastatų energinio naudingumo klasės – dar viena sritis, kuri nurodo, kokie šiluminiai reikalavimai bus taikomi kiekvieno projekto stoglangiams. Kaip žinia, kuo aukštesnės klasės sertifikato yra siekiama, tuo pastato energinio naudingumo rodikliai, naudojami produktai bei medžiagos turi būti geresnių šiluminių savybių. Statybos techniniame reglamente „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ [32], švieslangių U vertės taipogi yra nurodytos atskirai kiekvienai

energinio naudingumo klasei. Žemiau lentelėje sudaryta suvestinė ir nurodytos šiame dokumente stoglangiams ir švieslangiams taikomos U vertės įvairioms pastatų paskirtims, kiekvienoje energinio efektyvumo klasėje.

5 lentelė. Ištrauka iš STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“, 3, 4, 5, 6 lentelių – U vertės (W/m²K), nurodytos atitvaroms „Langai, stoglangiai, švieslangiai ir kitos skaidrios atitvaros“ (koreguota pagal autorių 2020-12-05).

Energinio naudingumo klasė	Gyvenamieji pastatai	Negyvenamieji pastatai	
		Viešosios paskirties pastatai	Pramonės pastatai
C	1,6	1,6	1,9
B	1,4	1,4	1,7
A	1,0	1,2	1,4
A+	0,9	1,0	1,1
A++	0,8	0,9	1,0

2. Stoglangių parinkimas ir įrengimas

Kiekvienai stoglangių grupei, gaminio funkcija, stogo tipas, jo konstrukcija bei pastato paskirtis gali turėti įtakos švieslangių įrengimui stogo konstrukcijoje. Šlaitiniuose stoguose montuojami stoglangiai standartiškai įrengiami termoizoliacinio sluoksnio viršutinėje dalyje, šiek tiek iškeliant jį virš viršutinės stogo dangos arba įgilinant į stogo konstrukcijos apšiltinimo sluoksnį. Tuo tarpu sutapdintam stogui skirti gaminiai montuojami virš apšiltinamojo sluoksnio, o stogo danga įrengiama iki pat stoglangio pagrindo viršaus. Skirtingiems stogo konstrukcijos tipams taikomi ir skirtingi įrengimo mazgai.

2.1. Parinkimą lemiantys pagrindiniai veiksniai

Gaminių, skirtų konkrečiam stogo tipui ar konstrukcijai, rinkoje yra gana platus pasirinkimas, bet parinkti tinkamiausią kiekvienoje situacijoje – ne pati lengviausia užduotis, su kuria taipogi ne visada projektuotojai susitvarko teisingai. Praktikoje pastebimos kelios parinkimą lemiančių pagrindinių veiksnių grupės, kur vienos labiau išsiskiria projektavimo etape, kitos – rangos etape ir trečioji grupė – bendriniai duomenys, atsiliepiamai.

Keletas pagrindinių kriterijų, išplaukiančių iš statybos techninių reglamentų ir sukuriančių tam tikrus reikavimus pritaikant konkretų gaminį projektuojamame pastate, yra šiluminių savybių bei priešgaisriniai reikalavimai. Taipogi vienas pagrindinių veiksnių, nulemiantis, pasirinkimą – stoglangio funkcija, t. y., kam jis bus skirtas – tik apšviesti patalpas, natūraliai jas vėdinti, šalinti dūmus ar išlipti ant stogo. Šie kriterijai nurodomi jau projektavimo stadijoje. Truputį rečiau, bet taip pat gana dažnai, projekte būna nurodomi stoglangių pralaidumo šviesai, medžiagiškumo, oro pralaidumo ir atsparumo apkrovai kriterijai. Pastarieji du parametrai projekte nurodomi ne visada, nes gaminiai, šiuo atveju stoglangiai, atitinkantys jiems taikomus darniuosius standartus, jau turi būti išbandyti ir turėti teigiamus rezultatus pagal standartuose aprašytus bandymus.

Retesniu atveju, pastato projektavimo etape padaroma gana detali patalpų natūralaus dienos apšvietimo analizė. Tą atlikti galima pasitelkiant į pagalbą specializuotas kompiuterines programas, kurios leidžia modeliuoti pastatus, sukurti ten erdves ir sudėti fasadinius bei stogo langus, su atitinkamais šviesos pralaidumo parametrais, kurie vėliau padeda atlikti tikslesnius skaičiavimus. Natūralaus apšvietimo projekto rengimas padeda rasti optimalų variantą norimam rezultatui pasiekti. Remiantis skaičiavimų rezultatais, galima tiksliau apsibrėžti, kokius kriterijus numatyti projekto techninėse specifikacijose ir žinoti, kad būsimas rezultatas tenkins.

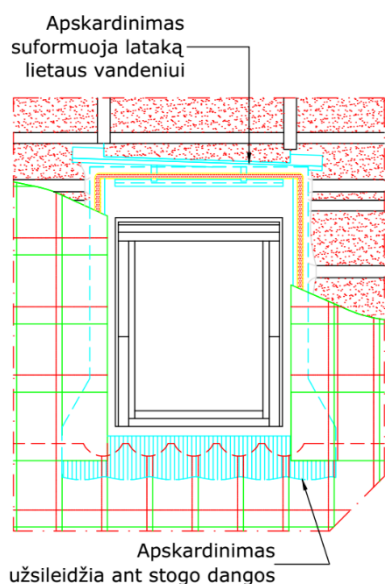
Pastato projektavimo etape nurodytus parinkimą lemiančius kriterijus, rangos etape papildoma kitas, ne mažesnę svarbą priimančią sprendimą turintis veiksnys – gaminio kaina. Ne paslaptis, kad dažnu atveju pirkimą vykdančias privatus užsakovas ar statybinė organizacija bus suinteresuoti mokėti mažesnę pinigų sumą lygindami tokias pačias ar panašias technines specifikacijas deklaruojančius gaminius.

Dar viena parinkimą lemiančių veiksnių grupė – techninių duomenų nenurodantys, bet apie kokybę nemažai pasakantys apibūdinimai. Suteikiamas gamyklinis garantinis laikotarpis, geri atsiliepiamai ir rekomendacijos iš kolegų ar partnerių ir dažnu atveju - estetiška baigtinė gaminio išvaizda. Šie trys kriterijai, neturintys vienos ar kitos techninės reikšmės, nusako gana išsamią informaciją apie gaminius, jų kokybę ir gali turėti įtakos renkantis stoglangį savo projektui.

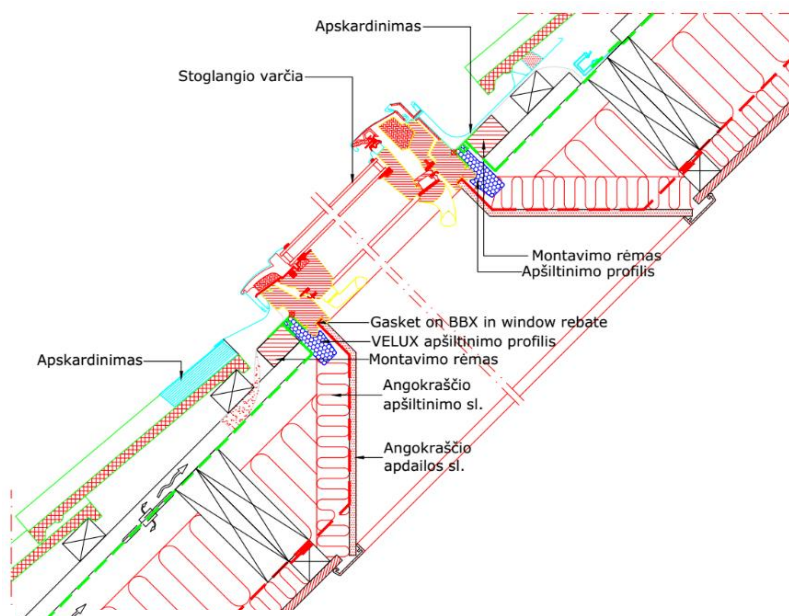
2.2. Įrengimo technologijų analizė

Kaip buvo minėta, šlaitinio ir sutapdinto stogo stoglangių įrengimo technologijos skiriasi vienos nuo kitų ir jas lyginti nėra tikslinga. Kaip pavyzdys, šlaitinio stogo stoglangio įrengimo metodus galima lyginti tik su kitais šlaitinio stogo stoglangio įrengimo metodais ir analogiškai vertėtų daryti su plokščio stogo stoglangių įrengimo mazgais.

Analizuojant šlaitiniam stogui skirtų stoglangių gamintojo „Velux“ įrengimo detales pastebima, kad stogo konstrukcijoje, toje vietoje, kur bus įrengiamas stoglangis, turi būti suformuotas rėmas, į kurį bus montuojama visa švieslangio konstrukcija. Dažniausiai rėmas formuojamas iš medinių tašų ir montuojamas virš gegnių. Į paruoštą montavimo rėmą tvirtinasi, apšiltinimo rėmas, specialiai pritaikytas išvengti šalčio tiltelių ir paruošti vietą pagrindinės stoglangio dalies montavimui. Pagal detalę (žr. Pav. 42) matyti, kad apšiltinimo profilis padeda išvengti šalčio tiltelių susidarymo, susijungdamas su stogo apšiltinimo sluoksniu. Į apšiltinimo rėmą montuojama stoglangio varčia, kurios viršus pagal standartinį gamintojo mazgą yra šiek tiek iškilusi virš stogo apšiltinimo sluoksniu. Sprendimas dėl vandens nubėgimo – paprastas ir aiškus – stoglangio viršutinėje šlaito dalyje, ant iškilusio apšiltinimo rėmo ir pagrindinio stoglangio rėmo tvirtinasi skardos lankstinys, kuris uždengia šias detales ir apsaugo pavojingas vietas nuo vandens pratekėjimo, taipogi, kita lankstinio pusė palenda po viršutine stogo danga, suformuodama lataką žemyn šlaitu bėgančiam lietaus vandeniui nebėgti ant stoglangio viršaus, o nukreipia jį į šoną (žr. Pav. 41). Stoglangio apatinėje šlaito dalyje – tokiu pat principu, skardos lankstinys dengia pagrindinį ir apšiltinimo rėmus ir užsileidžia ant viršutinės stogo dangos, užtikrindamas nepratekėjimą ir šioje dalyje. Apatinės dalies uždengimo skardos gaminamos pagal stogo dangos tipą, gali būti banguota, atkartojanti esamą profiliavimą, arba lygi, jei stogas dengtas skalūno ar bituminių čerpių danga. Sprendimas patalpos viduje dažniausiu atveju – apšiltinami ir iš gipso kartono lakštų suformuojami angokraščiai ir atliekami apdailos darbai.



41 pav. „Velux“ šlaitinio stogo stoglangio įrengimo mazgas, vaizdas iš viršaus (<https://www.velux.lt/profesionalams/irankiai/architektams/gaminiu-breziniai>), koreguota pagal autorių.



42 pav. „Velux“ šlaitinio stogo stoglangio įrengimo mazgas – standartinis standartinis apšiltinimo profilis montuojamas į stogo konstrukciją (<https://www.velux.lt/profesionalams/irankiai/architektams/gaminiu-breziniai>), koreguota pagal autorių.

Lyginant gamintojo „Velux“ siūlomus variantus, randame du to paties gaminio įrengimo metodus – standartinį ir įgilintą (žr. Pav. 45). Visas įrengimo principas lieka toks pats, išskyrus apšiltinimo profilį, vadovaujantis įgilinto apšiltinimo profilio įrengimo metodu, apšiltinimo profilis yra aukštesnis ir platesnis. Jis susijungia su apšiltinimo sluoksniu ir taip pat mažina šalčio tiltelio susidarymo tikimybę. Įrengiant švieslangį standartiniu metodu, jis yra labiau iškeliamas virš stogo dangos. Įrengiant stoglangį įgilintu montavimo metodu, yra naudojamas didesnio skerspjūvio apšiltinimo profilis. Jis kartu su visa stoglangio varčia įleidžiamas giliau į stogo konstrukciją, kas leidžia geriau apsaugoti nuo šalčio tiltelio susidarymo. Įgilintu montavimo metodu varčia iš stogo konstrukcijos iškyla sulig viršutine stogo danga. Lyginant šiuos du įrengimo metodus, galima išskirti įgilintą įrengimo būdą, kaip geresnį, nes kuo šiltesnis ir platesnis stoglangio pagrindas, tuo mažesni šilumos nuostoliai stoglangio zonoje.

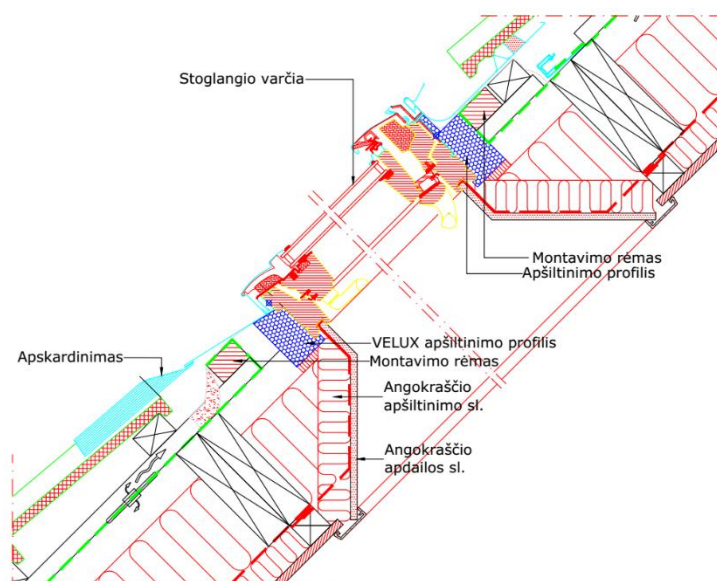
Patalpų apšvietimą taip pat gali lemti netinkamai pasirinktas angokraščių įrengimas. Suformuoti angokraščius galima statmenai šlaitinei stogo konstrukcijai, arba statmenai grindims ir sienoms. Kaip parodyta pavyzdyje (žr. Pav. 44), išplatinant angokraščius padidėja ir patenkantis šviesos kiekis, išvengiama nereikalingas šviesos barjeras. Tokiu atveju ne tik patenkantis natūralus apšvietimas į patalpą yra gerokai didesnis, bet ir oro cirkuliacija patalpoje yra geresnė (žr. Pav. 43).



43 pav. Angokraščių įrengimo įtaka oro cirkuliavimui patalpoje
(<https://britewindows.co.uk/before-you-start>).



44 pav. Angokraščių įrengimo įtaka šviesos sklidimui patalpoje
(<https://britewindows.co.uk/before-you-start>).



45 pav. „Velux“ šlaitinio stogo stoglangio įrengimo mazgas – įgilintas apšiltinimo profilis montuojamas į stogo konstrukciją
(<https://www.velux.lt/profesionalams/irankiai/architektams/gaminiu-breziniai/single-window-installations>), koreguota pagal autorių.

Sutapdintų stogų stoglangiai montuojami kiek kitokiu principu, lyginant su šlaitinių stogų stoglangiais. Plokštiesiems stogams skirti gaminiai yra iškeliami virš stogo hidroizoliacinės dangos apsaugojimui nuo vandens patekimo ar sniego pripustymo. Pagal gamintojų rekomendacijas, švieslangiai, išlipimo liukai ir vėdinimo stoglangiai turėtų būti bent 150mm aukščiau nei viršutinis stogo sluoksniu. Kai stoglangis yra skirtas dūmų šalinimui, jis turi būti iškilęs ne mažiau 300mm virš stogo dangos.

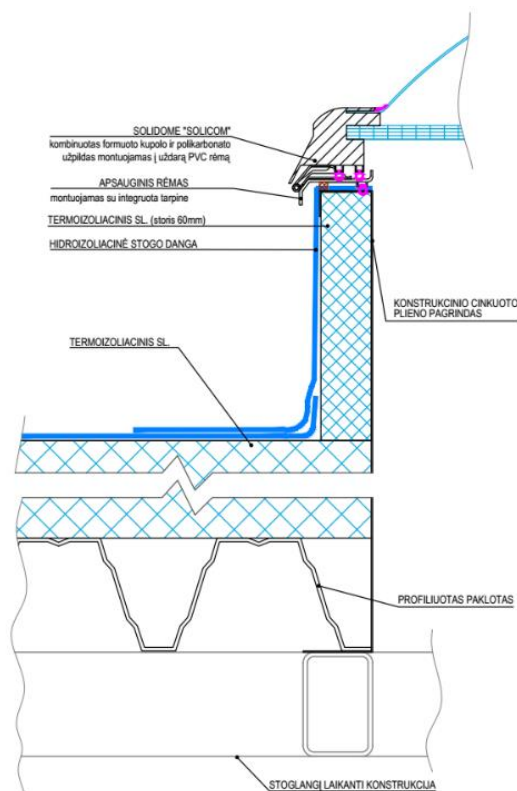
Skirtingos plokščiųjų stogų laikančiosios konstrukcijos taipogi turi joms savitą stoglangių įrengimo metodą. Jei stogo konstrukcija yra gelžbetonis, angos papildomai tvirtinti nereikia, denginiui naudojant profiliuotos skardos paklotą arba daugiasluoksnę plokštę, montuojamą ant santvarų ar sijų, turi būti papildomai suformuotas rėmas, ant kurio bus statomas ir į kurį bus tvirtinamas stoglangio pagrindas. Šiuo atveju, stoglangį laikantis karkasas dažniausiu atveju paruošiamas po paklotu ir stoglangio pagrindas statomas ant paruošto rėmo, po paklotu (žr. Pav. 48). Plokštiesiems stogams skirtų stoglangių įrengimas prasideda nuo pagrindo sumontavimo. Pagrindui gali būti naudojami cinkuoto lakštinio plieno lankstiniai (žr. Pav. 46) arba gamykloje paruošti PVC profilio, arba stiklo pluoštu armuoto audinio apšiltinti pagrindai (žr. Pav. 47). Montuojant visų tipų pagrindus, jie tvirtinami į stoglangį laikančią konstrukciją. Cinkuoto lakštinio plieno pagrindai pagal standartinį gamintojo „Solidome“ montavimo mazgą, apšiltinami 60mm šiltinamuoju sluoksniu, kad būtų išvengiama šalčio tiltelių susidarymo (žr. Pav. 48). Kadangi PVC ir stiklo pluoštu armuoti pagrindai apšiltinti gamykloje, jų papildomai šiltinti nereikia. Iki pat pagrindo viršaus apšiltinti pagrindai dengiami stogo hidroizoliacine danga – sutapdintiems stogams dažniausiai naudojama bitumine prilydoma arba PVC klijuojama stogo danga. Paruošus stoglangio pagrindą montuojama visa varčios konstrukcija. Gamintojo „Solidome“ pateikiamame montavimo mazge matyti, kad švieslangį sudaro apsauginis rėmas ir stoglangio varčia.



46 pav. Cinkuoto lakštinio plieno pagrindas, apšiltintas termoizoliaciniu sluoksniu (asmeninis archyvas).



47 pav. Stiklo pluoštu armuotas pagrindas, apšiltintas gamykliškai (<https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/rooflight-dome.html>).

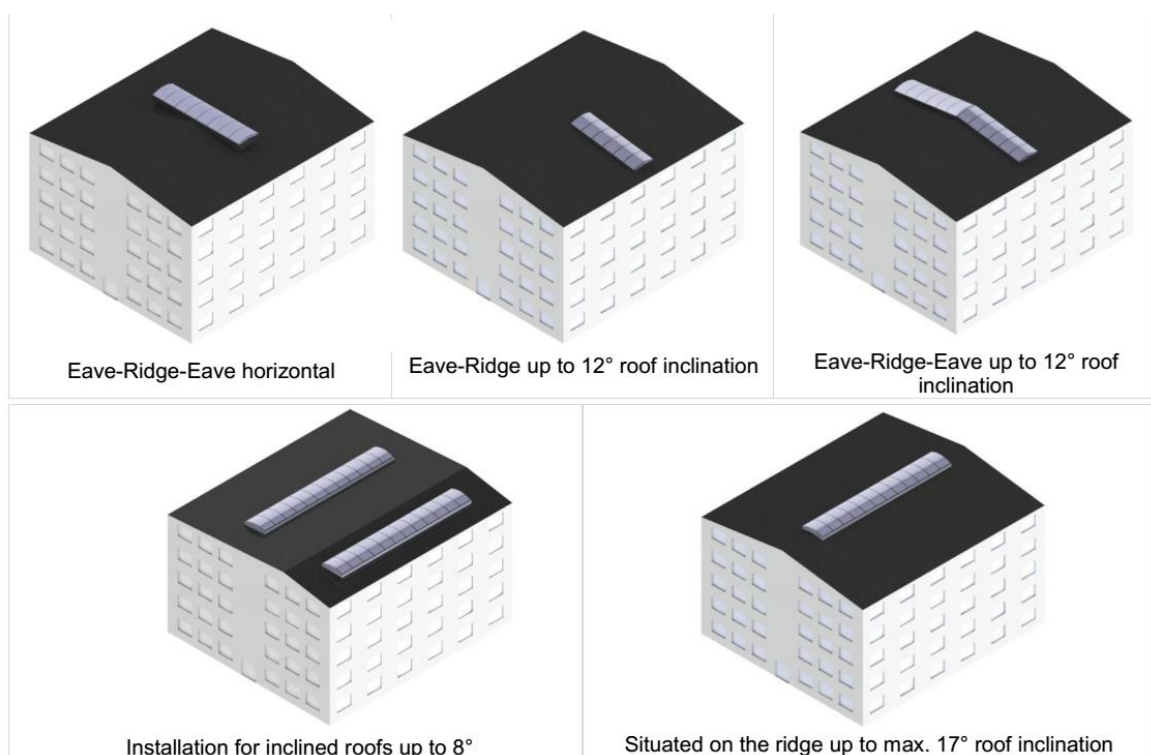


48 pav. Stoglangio montavimo mazgas, kai stogo laikančioji konstrukcija profiliuotas skardos paklotas (asmeninis archyvas).

Pagrindai stoglangiams gaminami vertikalūs ir konusiniai, t. y., angos apačioje esantis angos matmuo pagrindo viršuje susiaurėja po 180 - 200mm. Kaip pavyzdys – stoglangis, kurio anga apačioje 1000x1000mm, su konusiniu pagrindu viršuje susiaurėja iki matmens 800x800mm. Tiesa, dažniau yra naudojami pastarieji – konusiniai pagrindai. Kiek pastebėta analizuojat įvairių gamintojų

pagrindus stoglangiams, vertikalūs pagrindai gaminami tik iš cinkuoto lakštinio plieno, o PVC ir stiklo pluoštu armuoti pagrindai gaminami tik konusiniai. Stoglangio angos išmatavimai yra vienas matmuo, kitas ne mažiau svarbus matmuo – pagrindo aukštis. Aukštis numatomas skirtingas pagal kiekvieno projekto stogo detalę, atsižvelgiant į apšiltinamojo sluoksnio storį, dėl jau minėtos priežasties, kad iškiltų virš stogo dangos tiek pagal reikalavimus, tiek pagal rekomendacijas. Pasitaiko atvejų, kai užsakovas, norėdamas sutaupyti, užsako mažesnio aukščio pagrindus, bet kad pagrindas vis tiek iškiltų reikiamu aukščiu virš stogo dangos, paruošia visu perimetru mūro konstrukciją. Pagrindo vidinė dalis, kuri matoma patalpos interjere, gamykliškai gali būti dažoma RAL paletės spalvomis, arba esant cinkuoto lakštinio plieno pagrindams, gali likti nedažytas – pilkas, cinkuoto metalo spalvos.

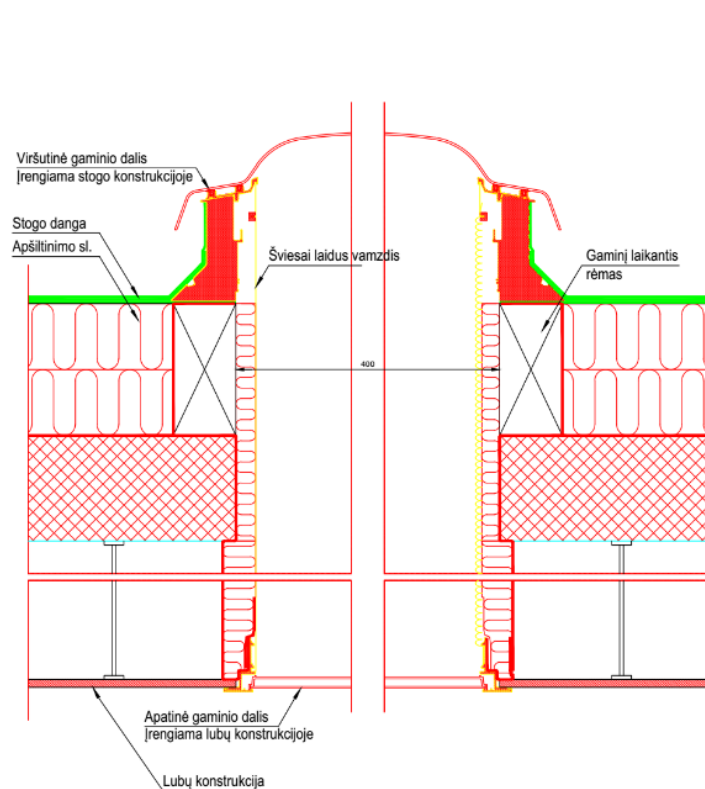
Kitos gaminių grupės, skirtos sutapdintam stogui – šviesos takams, taikomas analogiškas įrengimo metodas, kaip ir stoglangiams bei švieslangiams. Pagrindas turi būti iškeltas virš stogo dangos, apšiltintas, įrengta hidroizoliacija ir tada montuojama gaminio konstrukcija. Įrengimo metodai skiriasi nuo stoglangių tik tuo, kad šviesos takams pagrindai gaminami tik iš cinkuoto lakštinio plieno ir dažniausiai gaminami vertikalios konstrukcijos. Taipogi lakštinis plienas naudojamas storesnis, kai švieslangiams pagrindai gaminami iš 1.0mm – 1.5mm storio lakštų, tuo tarpu šviesos takams – iš 2.0mm – 2.5mm storio metalo lakštų, dėl sunkesnės gaminio konstrukcijos ir didesnių gabaritų. Šviesos takai gali būti montuojami įvairiose stogo dalyse (žr. Pav. 49), bet svarbu tinkamai įrengti lietaus vandens nubėgimą, kad nuolydžiu bėgantis vanduo nestovėtų stogo nuolydžio ir pagrindo susikirtimo vietoje.



49 pav. Šviesos takų įrengimo galimi variantai įvairiose stogo vietose (<https://www.lamilux.com/daylight-systems/products/continuous-rooflight/continuous-rooflight-arched-design.html>).

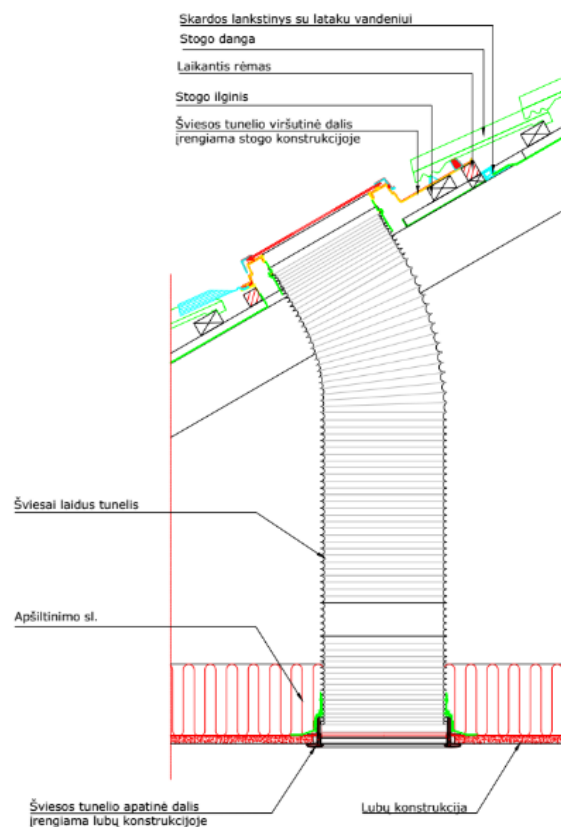
Šviesos tuneliai, skirti abiem stogo tipams – dar viena gaminių grupė, turinti savitą įrengimo technologiją. Viršutinės gaminio dalies, montuojamos stogo konstrukcijoje, įrengimo technologijos

yra analogiškos kaip ir stoglangių, tiek skirtų šlaitiniam stogui, tiek sutapdintam. Viršutinė dalis – stacionarus, pastovių matmenų gaminys, tvirtinamas į stogo konstrukciją ar paruoštą rėmą ir įrengiamas hidroizoliacinis sluoksnis. Pagal paties gaminio sandarą, šviesos tuneliui dar yra reikalinga įrengti šviesai laidų vamzdį ir vietą apatinei gaminio daliai bei pačią gaminio dalį lubų konstrukcijoje (žr. Pav 50, 51).



50 pav. „Velux“ šviesos tunelio sutapdintam stogui įrengimo detalė

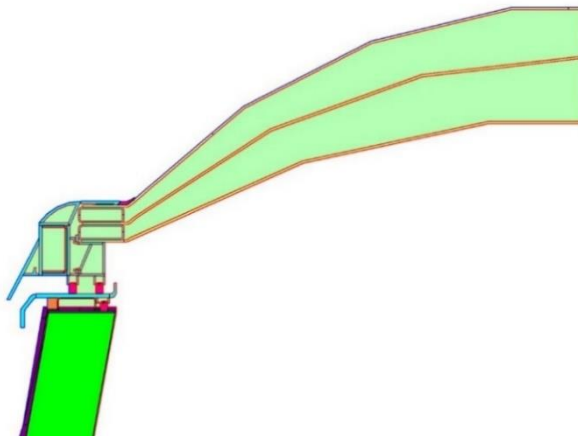
(<https://www.velux.lt/profesionalams/irankiai/architektams/gaminiu-breziniai/sun-tunnel-drawings>), koreguota pagal autorių.



51 pav. „Velux“ šviesos tunelio šlaitiniam stogui įrengimo detalė

(<https://www.velux.lt/profesionalams/irankiai/architektams/gaminiu-breziniai/sun-tunnel-drawings>), koreguota pagal autorių.

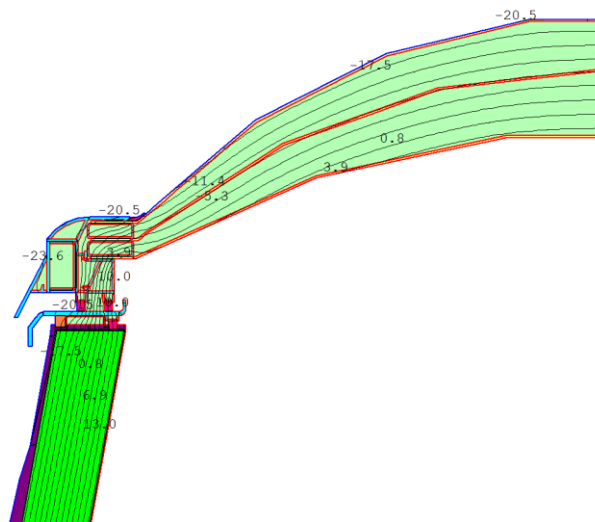
Nors ir visi švieslangių įrengimo metodai nurodo gaminį montuoti apšiltinamajame sluoksnyje arba kiek įmanoma geriau apšiltinti pagrindą, kad sumažėtų šalčio tiltelių susidarymo galimybė, bet ne paslaptis, kad stoglangio zonoje, lyginant su stogo konstrukcijos zona, šilumos nuostoliai yra didesni. Esant nesandariai apšiltintam pagrindui ar netinkamos konstrukcijos gaminiui, atsiranda palankios sąlygos gaminio vidinėje pusėje atsirasti rasos taškui ir susidaryti kondensatui. Tokiu atveju kondensatas gali lašėti į patalpų vidų. Ekranu iškarpose žemiau matyti gamintojo „Solidome“ stoglangio šiluminių tiltelių modeliavimas ir analizė.



52 pav. Stoglangio SOLIDM modeliavimas programa „Therm“. Gaminio konstrukcija. (autorius Vytenis Bagdonas, 2020).



53 pav. Stoglangio SOLIDM modeliavimas programa „Therm“. Termonuotraukos modeliavimas, U vertės skaičiavimas (autorius Vytenis Bagdonas, 2020).



54 pav. Stoglangio SOLIDM modeliavimas programa „Therm“. Izotermų išsidėstymas gaminio konstrukcijos skerspjūvyje. (autorius Vytenis Bagdonas, 2020).

Analizuojant 54 paveikslą, pagal izotermų¹⁰ išsidėstymą stoglangio skerspjūvyje galima pastebėti, kad šalčio tiltelis susidaro stoglangio pagrindinio rėmo dalyje.

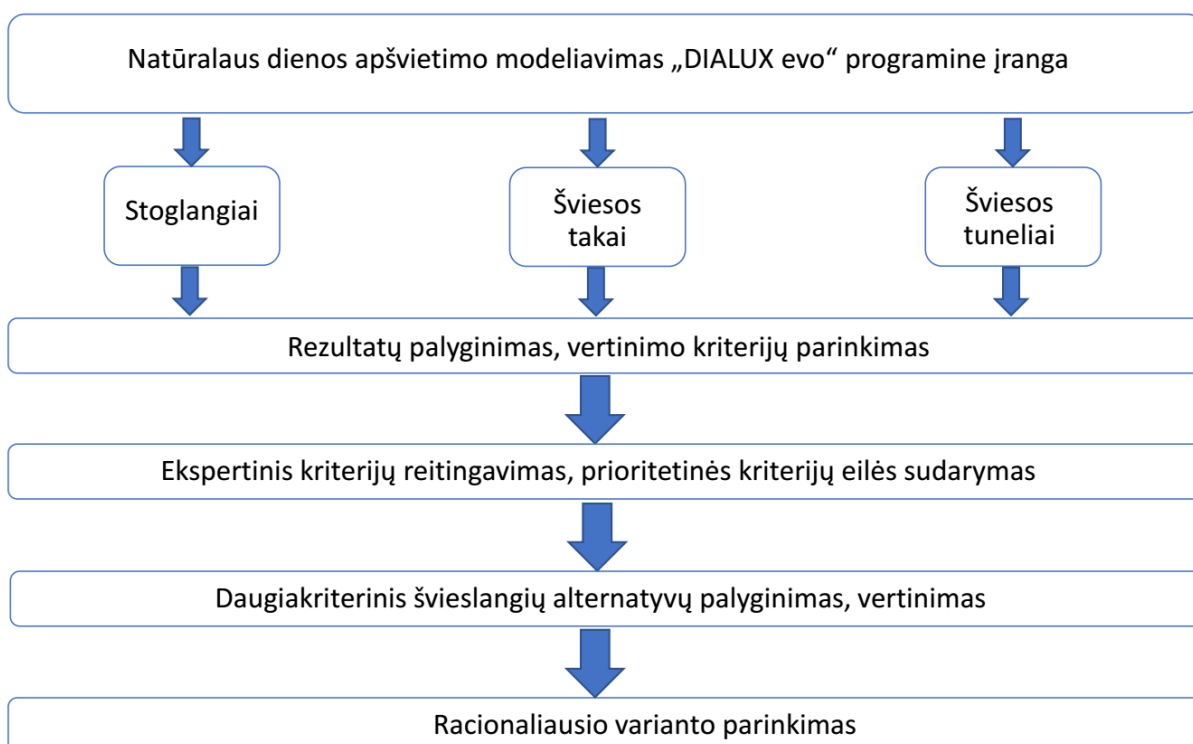
Apžvelgus tiek šlaitiniams, tiek sutapdintiems stogams naudojamų gaminių įrengimo metodus, pastebima, kad kiekviena gaminių grupė turi bent po keletą įrengimo metodų, išskyrus šviesos takus ir šviesos tunelius. Abiejų stogų tipų stoglangių varčios lieka tos pačios, bet lieka galimybė varijuoti su pagrindų įrengimu. Kaip pavyzdys, plokščių stogų švieslangių pagrindai, kai jie gaminami iš cinkuoto plieno lakštų, paliekama galimybė prisitaikyti prie nestandartiškai suprojektuotos ir įrengtos angos, suvedant išmatavimus į standartinio stoglangio matmenis. Taipogi, naudojant skirtingus galimus pagrindus, arba šlaitinio stogo atveju – skirtingus apšiltinimo profilius, šiek tiek kinta ir gaminio kaina, kuri neretai taip pat lemia vieno ar kito gaminio pasirinkimą.

¹⁰ Izoterma – žemėlapis, diagramos, grafiko linija, jungianti vietas, kuriose oro, vandens ar dirvožemio temperatūra tam tikru metu arba vidutiniškai per tam tikrą laiką (mėnesį, metus) yra vienoda. (*Tarptautinių žodžių žodynas (TŽŽ)*, 2020. Prieiga per internetą: <https://tzz.lt/i/izoterma/>) [33].

3. Tiriamoji dalis

Šiame darbe siekiama išsiaiškinti, kuri iš tyrimui pasirinktų alternatyvų yra racionaliausia naudoti pasirinktame objekte kaip natūralaus apšvietimo šaltinį. Gaminių parinkimo analizei parinktos trys sutapdintam stogui skirtų gaminių alternatyvos – stoglangiai, šviesos takai ir šviesos tuneliai. Tyrimą sudarys skaitinių tyrimų metu gautų rezultatų analizė ir daugiakriteriniu naudingumo vertės metodu rastas geriausias alternatyvos pasirinkimas.

Skaitiniai tyrimai atliekami kompiuterinių programų pagalba. Skirtingomis programinėmis įrangomis skaičiuojamas natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte į sutapdinto stogo konstrukciją instaliuojant pasirinktus gaminius ir analizuojamos šių gaminių šiluminės savybės.



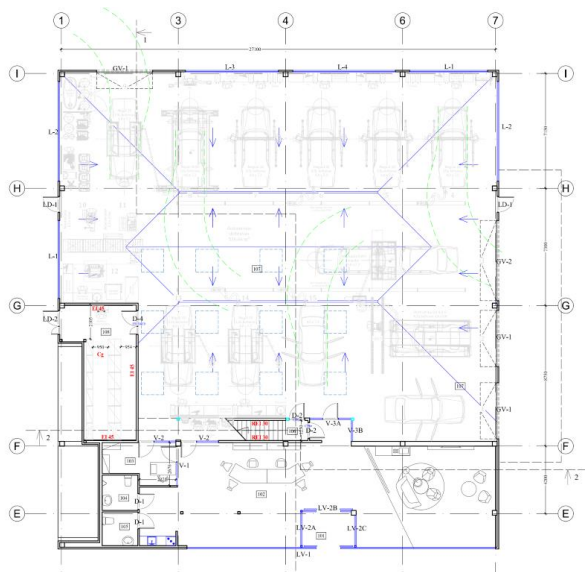
55 pav. Švieslangių parinkimo ir įrengimo analizės tyrimo algoritmas (autorius Vytenis Bagdonas, 2020).

3.1. Tiriamasis objektas

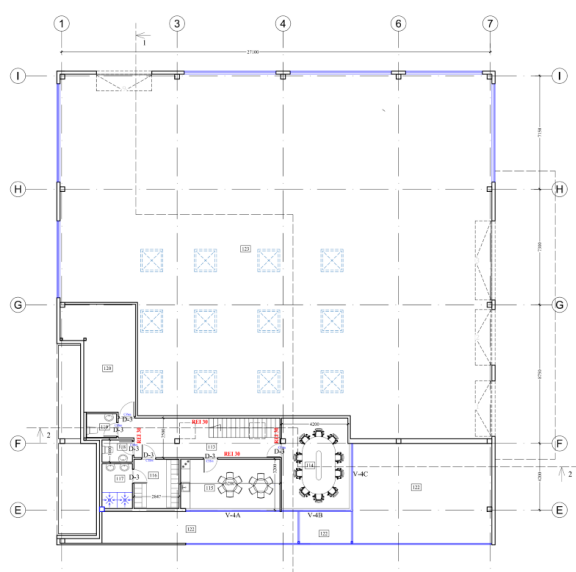
Stoglangių parinkimo bei jų įrengimo technologijų analizei atlikti pasirinktas statinys yra automobilių salonas Klaipėdoje. Dėl savo planinio sprendimo šis objektas ypatingai tinkamas natūralaus apšvietimo modeliavimui. Didžiojoje salėje, kur vykdomi automobilių remonto darbai turi būti užtikrintas geras apšvietimas. Šoninėse pastato atitvarose esantys langai bei pakeliami vartai užtikrina apšvietimą tik nedideliu atstumu nuo išorinių sienų esančiose zonose, o vidurinės salės dalies natūralus apšvietimas nepasiekia. Tyrimo metu manipuluojama natūralaus apšvietimo kokybė vidurinėje pagrindinės salės dalyje, pritaikant tyrimui pasirinktas gaminių alternatyvas.

Prekybos pastato su automobilių remonto paslaugų paskirties patalpomis lokacija yra Tilžės g. 62, Klaipėda, Lietuva. Objekto bendrasis plotas – 873,39 m², pagrindinis plotas – 761,55 m², pastato tūris – 4998 m³. Pastato stogas yra sutapdintas, aukščiausia altitudė +6.40.

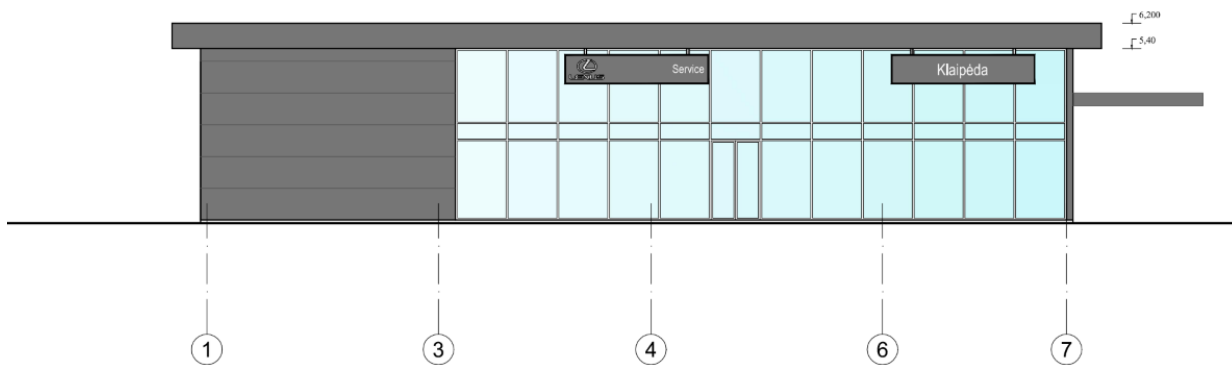
Skirtingų švieslangių alternatyvų modeliavimas atliekamas virš pagrindinės salės vidurio esančioje stogo zonoje. Lubų altitudė aktualioje darbo zonoje yra +5.40.



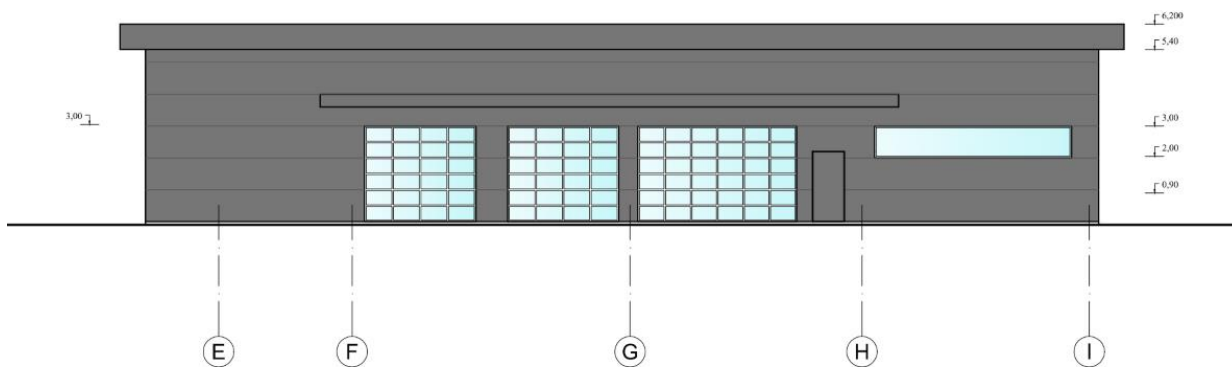
56 pav. Tiriamojo objekto 1a. planas (asmeninis archyvas).



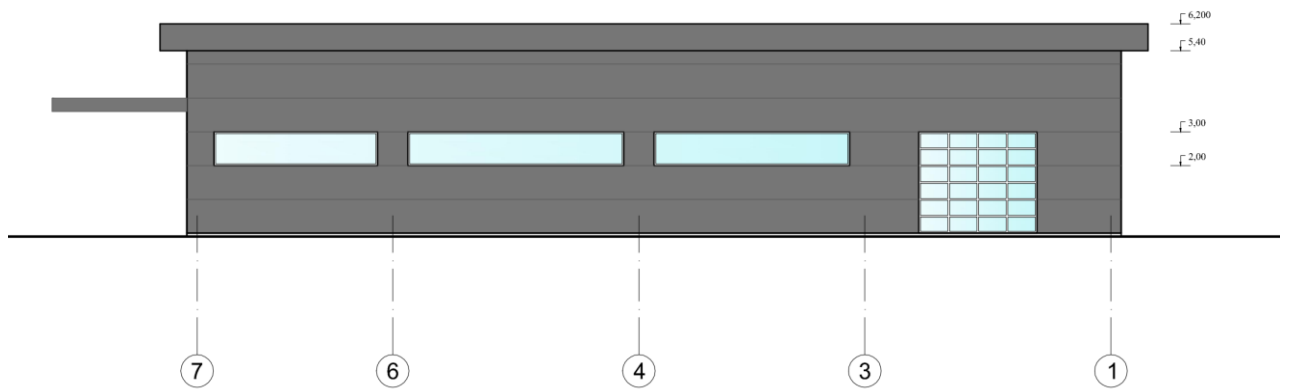
57 pav. Tiriamojo objekto 2a. planas (asmeninis archyvas).



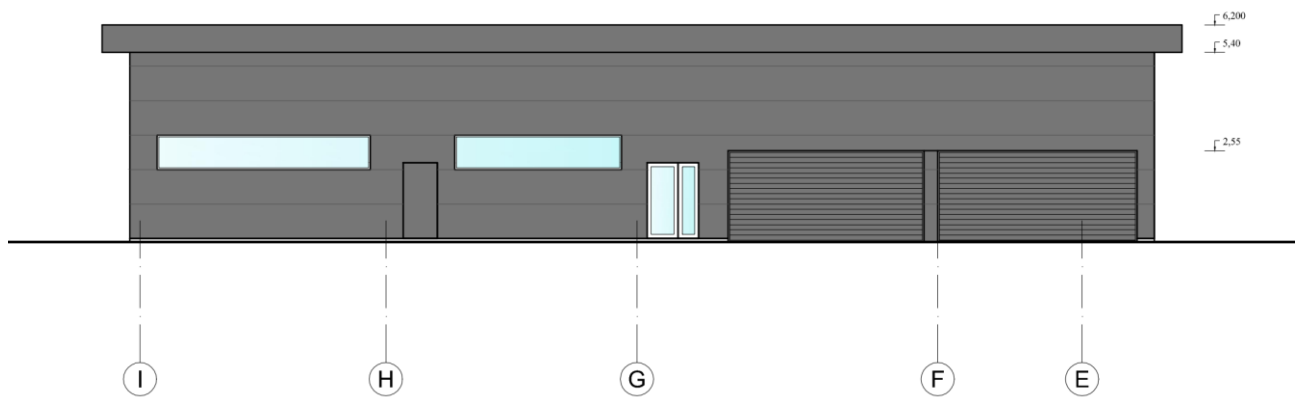
Fasadas tarp ašių 1-7



Fasadas tarp ašių E-I



Fasadas tarp ašių 7-1

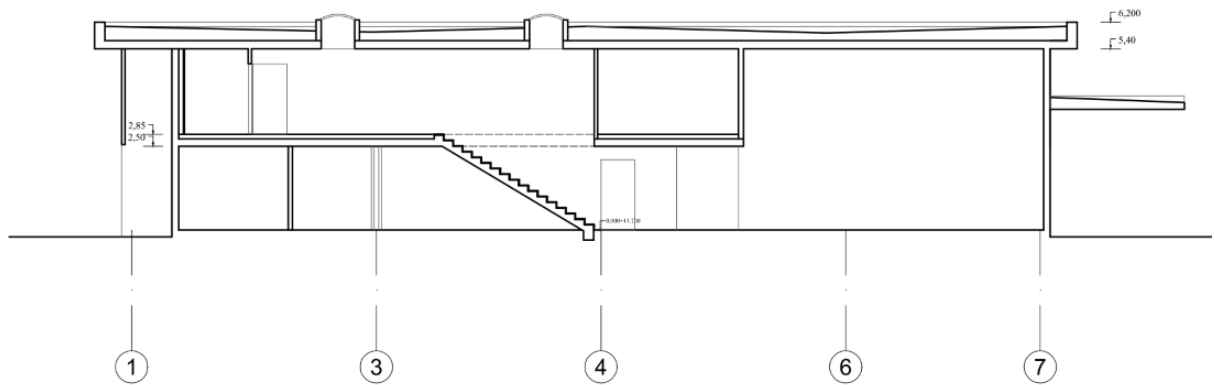


Fasadas tarp ašių I-E

58 pav. Tiriamojo objekto fasadai (asmeninis archyvas).

Elementas		Apdaila	Spalva
Cokolinė siena		Betonas	RAL 9005
Sienos		Metalo plokštės vertikalaus skaidymo	RAL 9005
Stiklas			Skaidrus
Stogo karnizas		Metalo apdaila	RAL 9005

59 pav. Tiriamojo objekto fasadų medžiagiškumas (asmeninis archyvas).

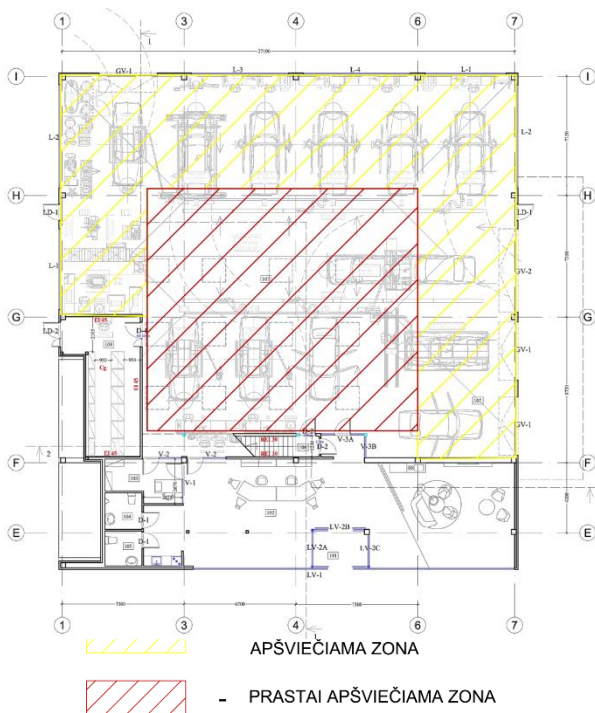


Pjūvis 2-2

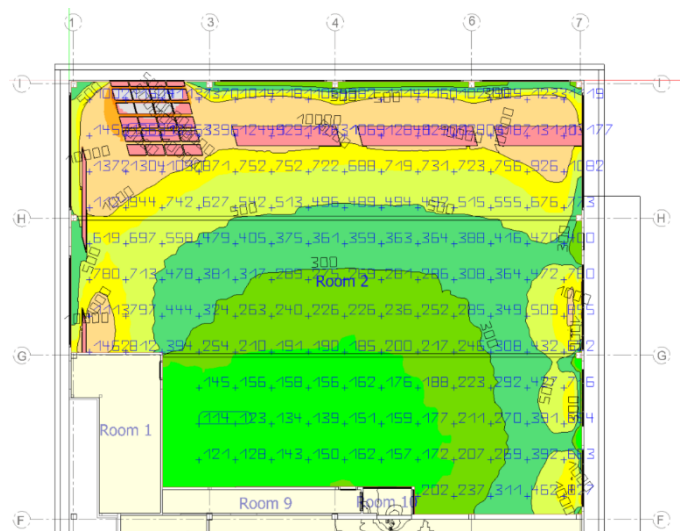
60 pav. Tiriamojo objekto pjūvis (asmeninis archyvas).

Didžiosios salės šoninėse zonose, kur šalia įrengti fasadiniai langai ir pakeliami vartai, dienos metu apšvietimo pakanka ir atsisakant stacionarių pakabinamų šviestuvų. Salės viduryje esančios zonos natūralus apšvietimas nepasiekia, todėl būtent šioje zonoje atliekamas tyrimas, skirtas rasti racionaliausią švieslangių variantą (žr. pav. 61, 62). Programine įranga „DIALUX evo“ atliekamas didžiosios salės natūralaus apšvietimo modeliavimas į stogo konstrukciją instaliuojant:

- a) 12 vnt. stoglangių SOLIDOME SOLIDM 140x140 3GL;
- b) 2 vnt. šviesos takų Kingspan Essmann RL Basic 16+10 OP 200x588 cm;
- c) 12 vnt. šviesos tunelių VELUX TCR-014.



61 pav. Natūralaus apšvietimo pasiskirstymas pagrindinėje salėje, schema (autorius Vytenis Bagdonas, 2020).



62 pav. Natūralaus apšvietimo pasiskirstymas pagrindinėje salėje, nurodytas apšvietimas liuksais (lx), skaičiavimai atlikti naudojantis „Dialux EVO“ kompiuterine programa (autorius Vytenis Bagdonas, 2020).

3.2. Tyrimų metodika

Nagrinėjamame objekte pasirinktų analizuoti gaminių (stoglangių, šviesos takelių, šviesos tunelių), lyginamoji analizė atliekama taikant:

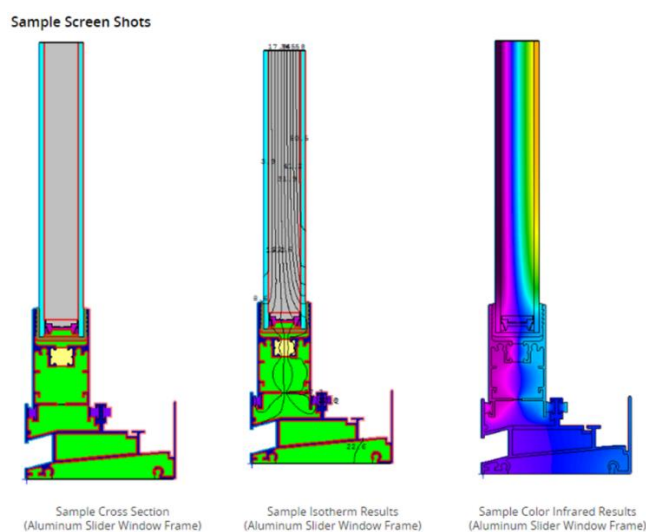
- 1) Skaitinius tyrimus;
- 2) Daugiakriterinį naudingumo vertės metodą.

1) Skaitiniai tyrimai

Šiluminių tiltelių analizei naudojama programinė įranga

„THERM 7“ programinė įranga.

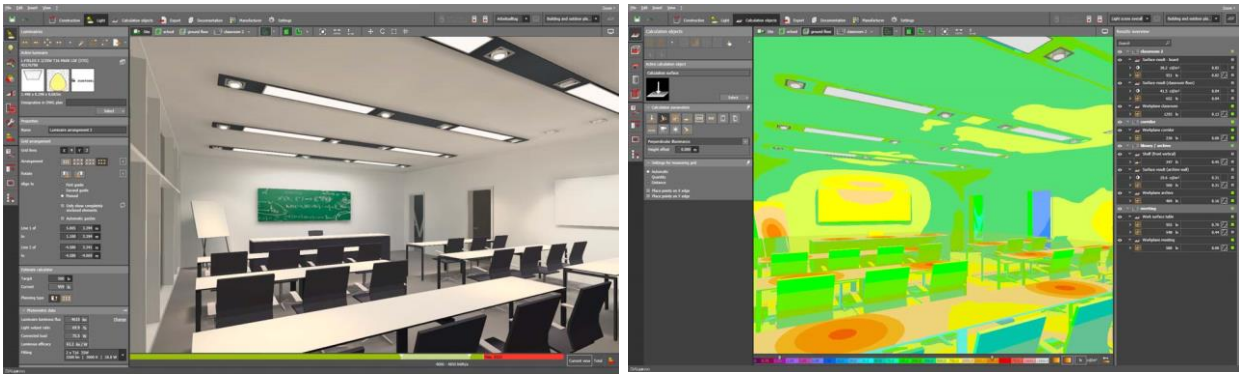
„THERM“ yra nemokama kompiuterinė programa, sukurta Lawrence Berkeley Nacionalinėje Laboratorijoje (LBNL), skirta naudoti statybinių gaminių inžinieriams, projektuotojams, pedagogams, studentams, architektams. „THERM“ programa, skirta dvimačiam šilumos perdavimo modeliavimui bei analizei, tame tarpe ir šilumos tiltelių skaičiavimams. Modeliuoti galima šilumos perdavimą pastatų konstrukcijose bei kituose komponentuose, tokiuose kaip langai, sienos, pamatai, stogai ir durys ir kiti gaminiai, kuriuose gali susidaryti šiluminiai tilteliai. „THERM“ šiluminių savybių analizė leidžia įvertinti produkto ar konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientą ar šiluminę varžą bei potencialią kondensato susidarymo zoną.



63 pav. Ekranų iškarpa iš oficialaus programinės įrangos internetinio puslapio (<https://windows.lbl.gov/software/therm>).

„DIALUX evo“ programinė įranga

DIAL buvo įkurta 1989 m. Vokietijoje. Nuo 1994 m. Didžiausias dėmesys buvo skiriamas DIALux - pirmajam pasaulyje apšvietimo projektavimo programinei įrangai. DIALUX evo programine įranga galima modeliuoti tiek natūralų, tiek dirbtinį apšvietimą. Nuo ištiso pastato ir atskirų kambarių iki automobilių stovėjimo vietų ar gatvių apšvietimo. Programinė įranga skirta architektams ir dizaineriams, projektuojantiems patalpas bei jų apšvietimą.



64 pav. Paveikslėliai, kurie pateikiami programinės įrangos oficialiame puslapyje (<https://www.dialux.com/en-GB/dialux>).

Šia kompiuterine programa tyrime siekiama gauti visų trijų pasirinktų alternatyvų skaitinius duomenis, kurie nurodys apšvietimo kiekį tiriamajame objekte.

2) Daugiakriterinis naudingumo vertės metodas

Atlikus skaitinius tyrimus analizuojamame objekte ir parinkus vertinimo kriterijus, alternatyvūs variantai palyginami ir daugiakriteriniu naudingumo vertės metodu rastas racionaliausias sprendimas. Vertinimo kriterijai parenkami remiantis poskyriu 2.1. „Parinkimą lemiantys pagrindiniai veiksniai“, kur aprašyti kriterijai, pagal kuriuos į projektuojamą pastatą dažnu atveju yra parenkami stoglangiai ar švieslangiai. Iš minėtojo poskyrio išskiriami ir alternatyvų palyginime naudojami pasirinkimą lemiantys veiksniai:

- Gaminio kaina;
- Įrengimo darbo sąnaudos;
- Pralaidumas šviesai;
- Šilumos perdavimo koeficientas (U vertė);
- Natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte;
- Suteikiamas garantinis laikotarpis;
- Stiklinimo medžiagų degumo klasė.

Siekiant gauti kuo tikslesnius ir objektyvesnius tyrimo rezultatus atliekamas ekspertinis kriterijų reikšmingumo reitingavimas, sudaroma vertinimo kriterijų prioritėtinė eilė, entropijos metodu atliekamas teorinis ir kompleksinis kriterijų bei alternatyvų vertinimas.

Norint pagal svarbą išreitinguoti pasirinktus vertinimo kriterijus, „MS Word“ formatu buvo sudaryta anketa (Priedas Nr. 2), skirta nustatyti švieslangių pasirinkimą lemiančių veiksnių reikšmingumą. Anketos buvo siunčiamos elektroniniu paštu dvejoms respondentų grupėms – stoglangių gamintojų atstovams ir architektams, projektų vadovams.

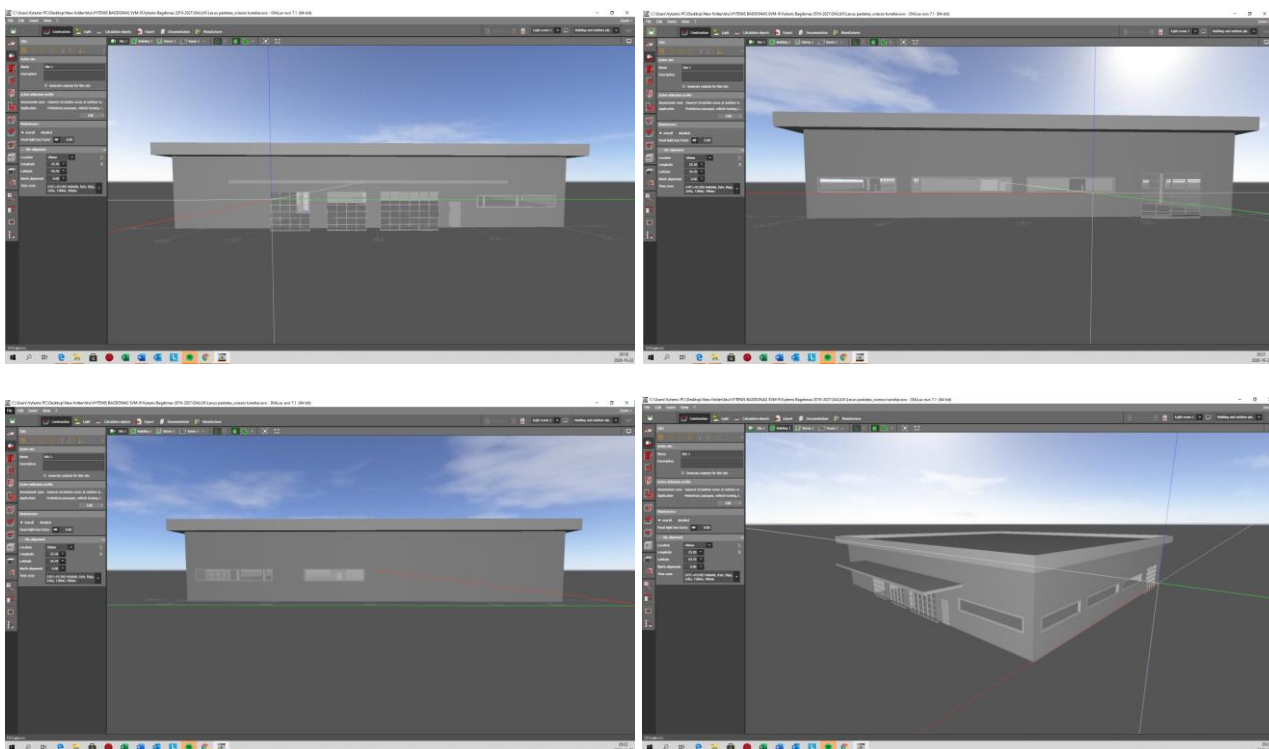
Pasirinktų alternatyvų (stoglangių, šviesos takų, šviesos tunelių) lyginamoji analizė atliekama taikant:

- Ekspertinis kriterijų reikšmingumo reitingavimas – šis reitingavimas leidžia nustatyti ekspertų nuomone svarbiausius vertinimo kriterijus;
- Teorinis entropijos daugiakriterinis vertinimas – šis vertinimo metodas leidžia nustatyti svarbiausius kriterijus iš surinktų duomenų;
- Kompleksinis daugiakriterinis vertinimas – šis vertinimo metodas leidžia nustatyti svarbiausius kriterijus naudojantis gautais ekspertinio ir teorinio vertinimo rezultatais;
- Daugiakriteriniu naudingumo vertės metodu atliktas naudingumo laipsnių palyginimas – šis vertinimo metodas leidžia nustatyti, kuri alternatyva yra racionaliausia ekspertiniu, teoriniu ir kompleksiniu metodu.

4. Tyrimų rezultatai

1) Skaitiniai tyrimai

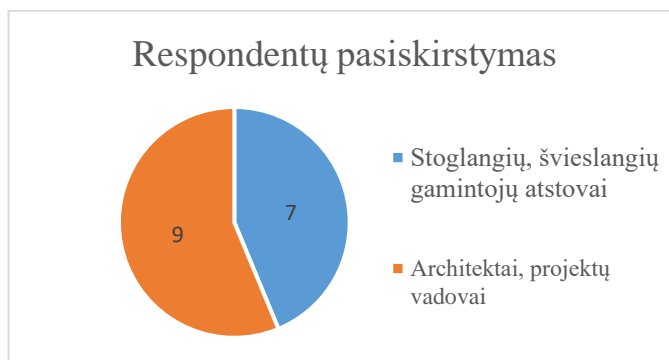
Programine įranga „DIALUX evo“ sukurtas pastato modelis, atitinkantis projekto brėžinius, sistemoje nustačius objekto geografines bei meteorologines sąlygas, šiaurės kryptį, laiko zoną, stogo konstrukcijoje instaliuoti žemiau nurodyti tyrimui pasirinkti gaminiai ir jais manipuluojant gaunami natūralaus dienos apšvietimo rezultatai. Lyginamieji variantai bei atlikti skaičiavimai aprašomi 4.1 poskyryje.



65 pav. Tiriamojo objekto modelis, sukurtas „DIALUX evo“ programa (autorius Vytenis Bagdonas, 2020).

2) Daugiakriterinis naudingumo vertės metodas

Vertinimo kriterijų reikšmingumo apklausoje dalyvavo 16 respondentų, kuriems buvo išsiųstos vertinimo anketos. 66 Pav. matyti, kaip apklausoje pasiskirstę respondentai.



66 pav. Apklaustų respondentų kiekis ir pasiskirstymas į dvi grupes (sudaryta autoriaus).

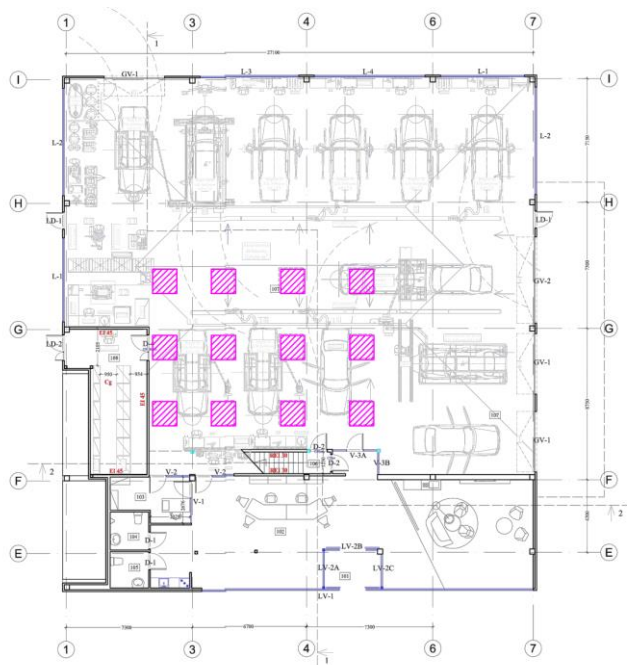
Grafike matyti, kad 7 respondentai buvo pasirinkti, atstovaujantys stoglangių gamintojus (įmonės UAB „Anvy“ darbuotojai), specialistai, kurių darbo sritis sukasi apie analizuojamą gaminį. Kriterijų reikšmingumo reitingavimas pastarosios įmonės darbuotojų buvo atliekamas remiantis patirtimi bei dažniausiai praktikoje sutinkamais atvejais. Kita grupė, kurią sudaro 9 respondantai – architektai ir projektų vadovai. Projekto dalyviai, kurie dažniausiu atveju parenka ir numato gaminių technines charakteristikas pastato projekto techninėse specifikacijose. Apklausos duomenų rezultatai pateikiami ir aprašomi 4.3 poskyryje.

4.1. Lyginamųjų variantų parinkimas

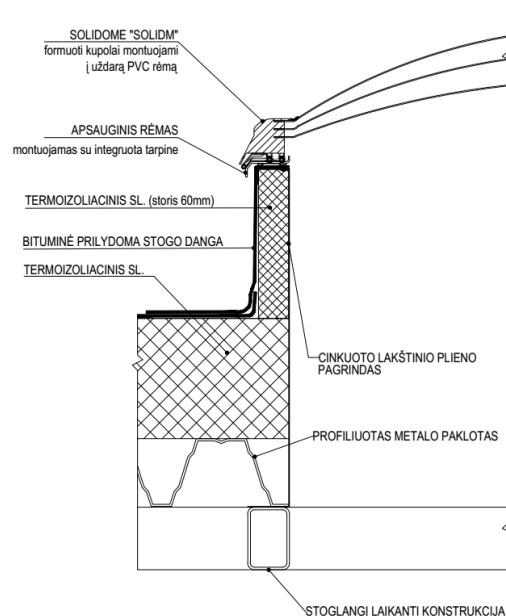
Pagal vienodą plotą stogo konstrukcijoje tyrimui parinkti trys skirtingų tipų gaminiai. Bendras šviesos patekimo plotas per stogo konstrukciją yra 23,52 m². Stoglangiai parinkti 12 vnt. 1400x1400 mm, šviesos takai 2 vnt. 2000x5880 mm, šviesos tuneliai 12 vnt., kiekis toks pats, kiek stoglangių, nes šviesostuneliai neturi įvairių išmatavimų:

- Stoglangiai parenkami SOLIDOME SOLIDM 140x140 3GL, stiklinimas trys akriliniai kupolai – skaidrus/skaidrus/skaidrus, pralaidumas šviesai - 71% (12 vnt., plotas 23,52 m²);
- Šviesos takai parenkami KINGSPAN ESSMANN RL Basic 16+10 OP 200x588 cm, stiklinimas du kanalinio polikarbonato lakštai PC16/7 + PC10/4 (16mm + 10mm), matinis/matinis, pralaidumas šviesai - 34% (2 vnt., plotas 23,52 m²);
- Šviesos tuneliai parenkami VELUX TCR-014, stacionarus gaminy, pralaidumas šviesai - 54%, 12 vnt.

Atvejis A:



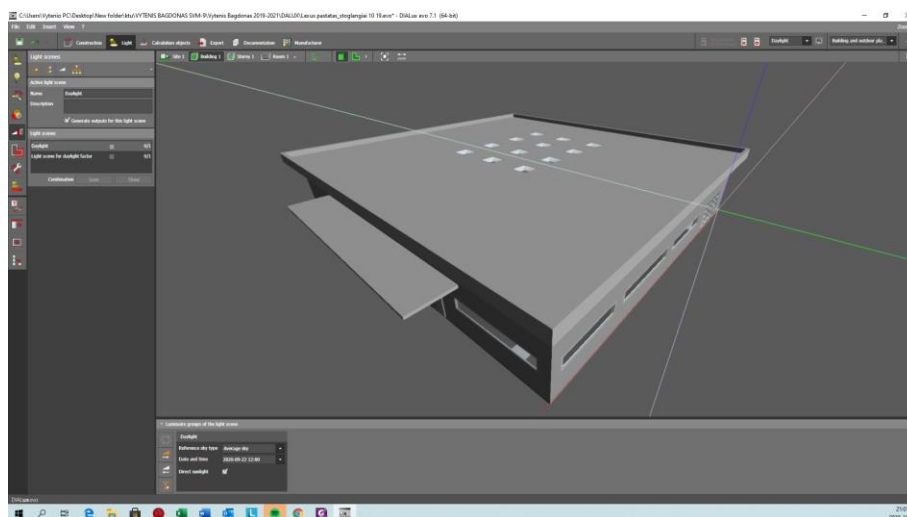
67 pav. Stoglangių išdėstymo schema tiriamajame objekte (12 vnt.) (koreguota pagal autorių).



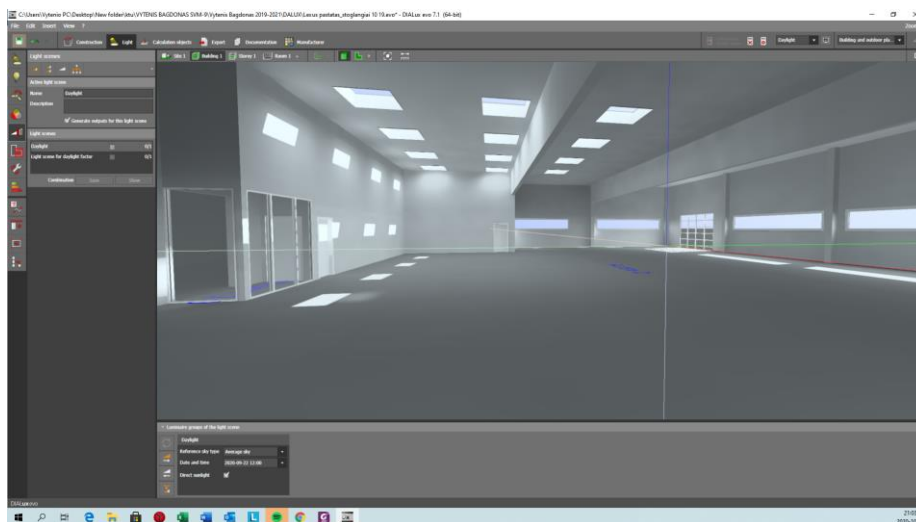
68 pav. Stoglangio SOLIDOME SOLIDM 140x140 3GL montavimo schema (sudaryta autoriaus, 2020).

6 lentelė. Atvejis A. Parametrai skaičiuojant natūralų dienos apšvietimą su stoglangiais (sudaryta autoriaus)

Galimi pasirinkti parametrai, aplinkybės	Pasirinkta reikšmė
Gaminys / skaidrumas, %	SOLIDOME SOLIDM 140x140 3GL / 71%
Stiklinimas	Trys akriliniai kupolai – skaidrus/skaidrus/skaidrus
Kiekis, vnt. / šviesos plotas, m ²	12 vnt. / 23,52 m ²
Miestas, Šalis	Klaipėda, Lietuva
Laiko zona	UTC +02:00 Vilnius
Natūralaus apšvietimo skaičiavimui parinkta data, laikas	2020 rugsėjo 22d. (rudens lygiadienis), 12 h 00 min.
Dangus sąlygos (saulėta/vidutinis debesuotumas/apsiniaukę)	Vidutinis debesuotumas

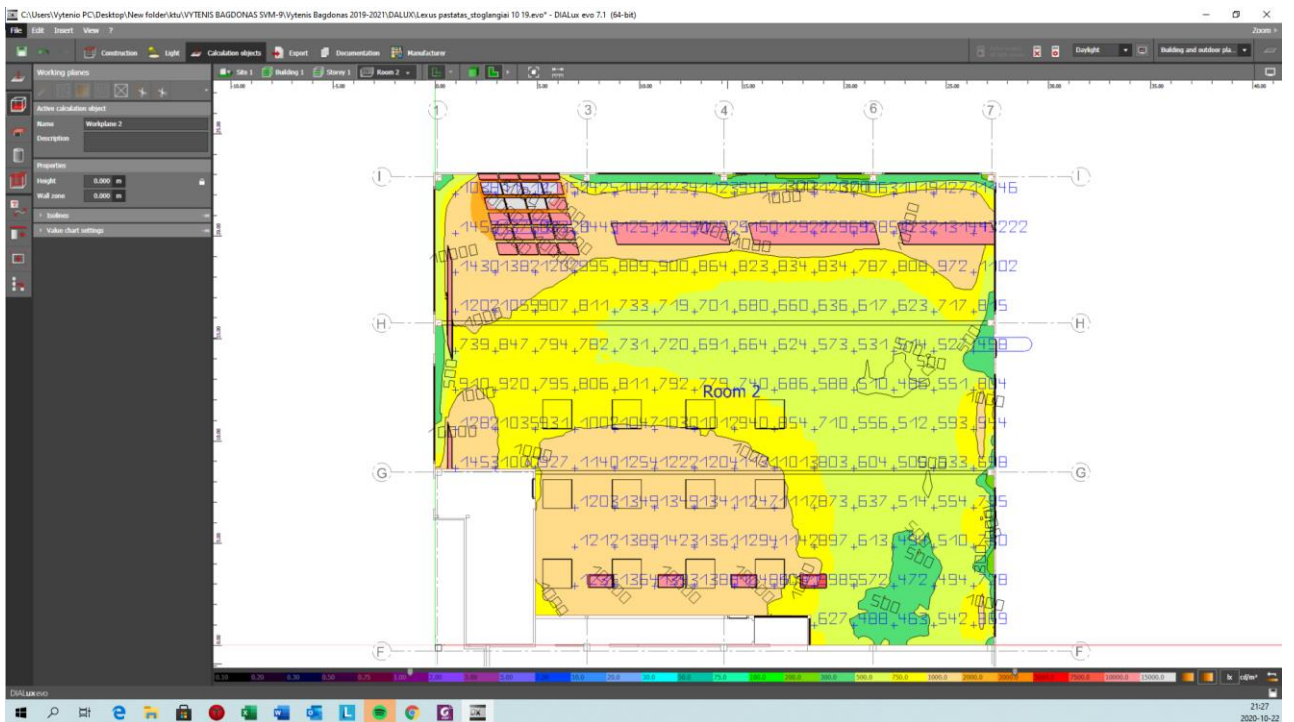
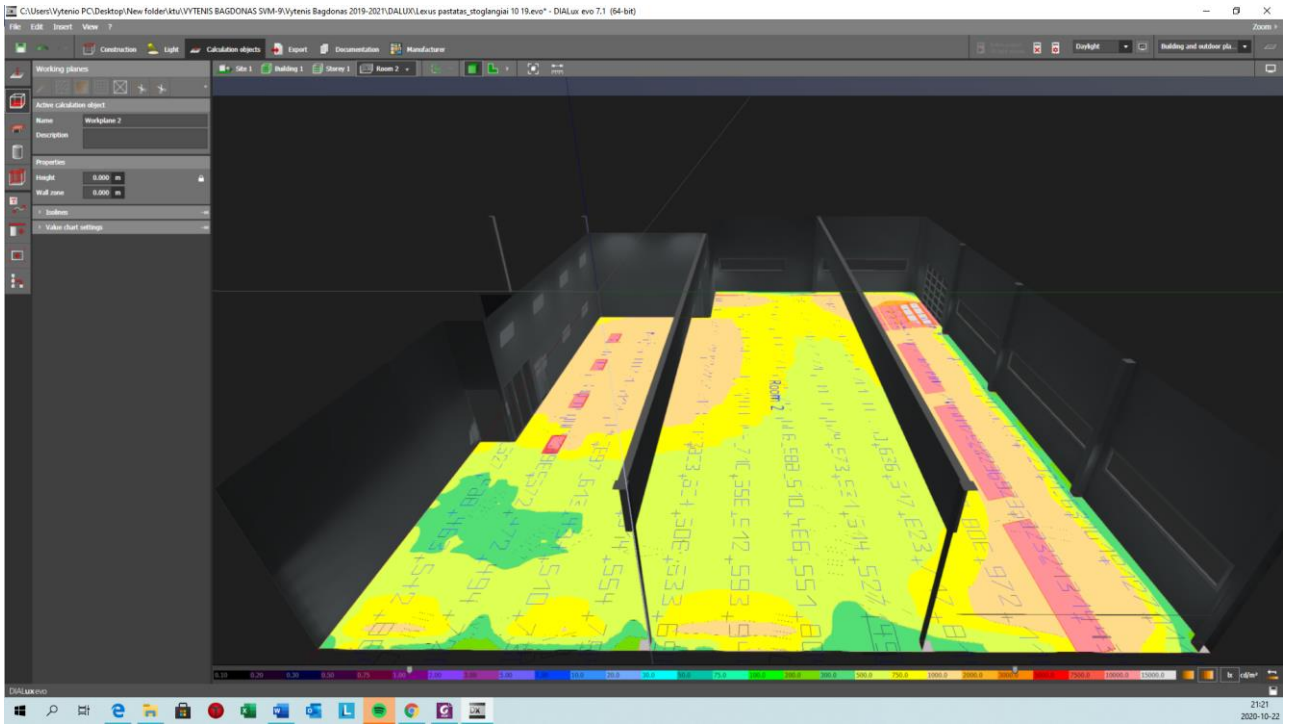


69 pav. Pastato modelyje parenkami stoglangiai, eksterjeras (sudaryta autoriaus, 2020).



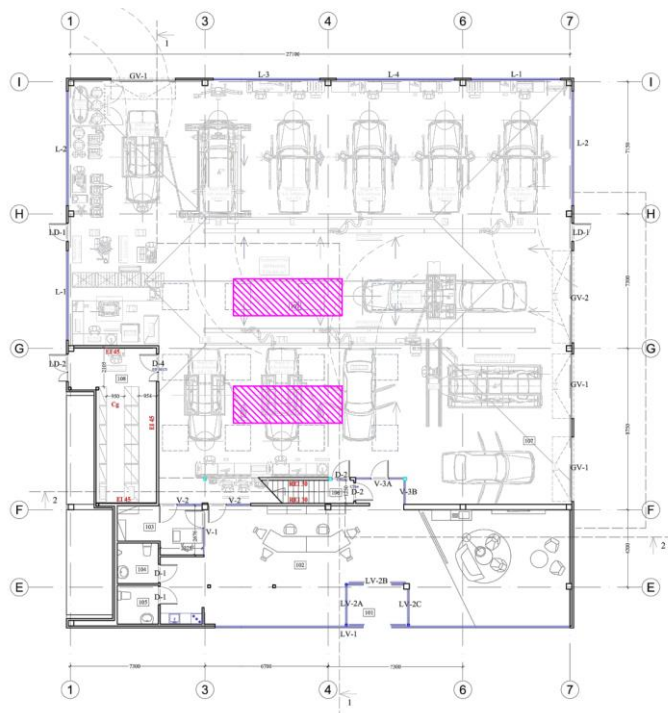
70 pav. Pastato modelyje parenkami stoglangiai, interjeras (sudaryta autoriaus, 2020).

Natūralaus dienos apšvietimo skaičiavimas stoge įrengiant stoglangius atliktas sistemoje suvedus 6 lentelėje nurodytus parametrus. Apšvietimo kiekis nurodytas liuksais. Aktyvusis darbo paviršius, kurio zonoje vaizduojamas apšvietimo kiekis liuksais, yra patalpos grindų paviršius, alt. +- 0.00.

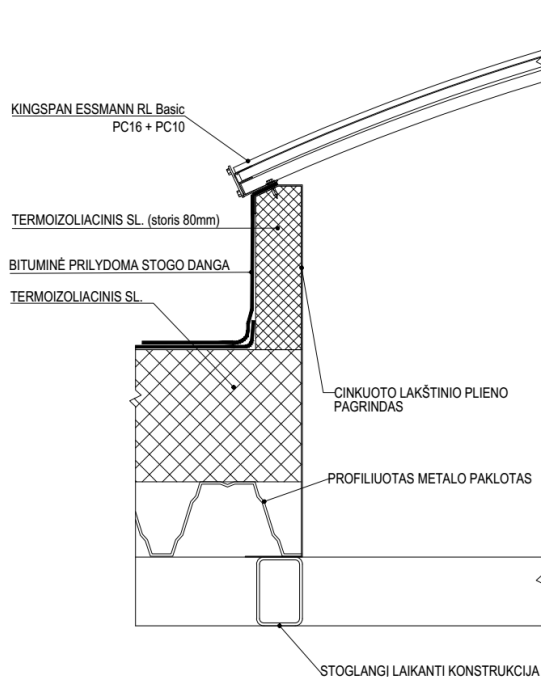


71 pav. Natūralaus apšvietimo skaičiavimas, gauti rezultatai (sudaryta autoriaus, 2020).

Atvejis B:



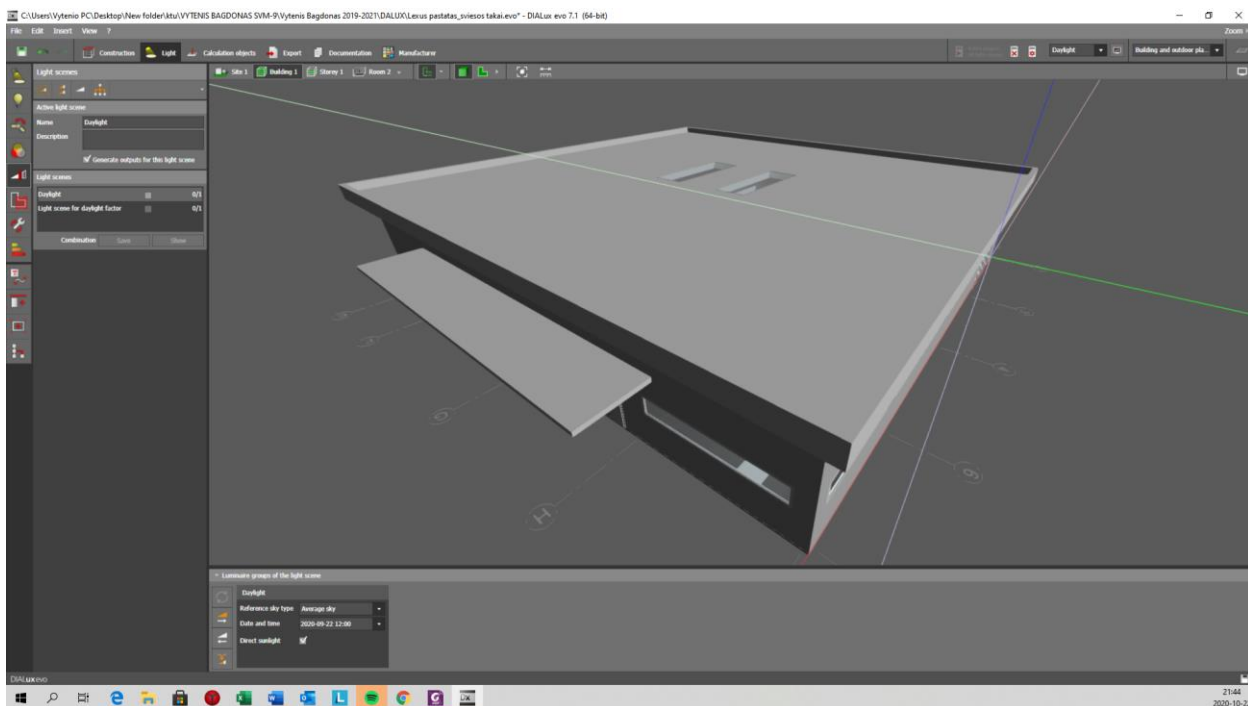
72 pav. Šviesos takų išdėstymo schema tiriamajame objekte (koreguota pagal autorių).



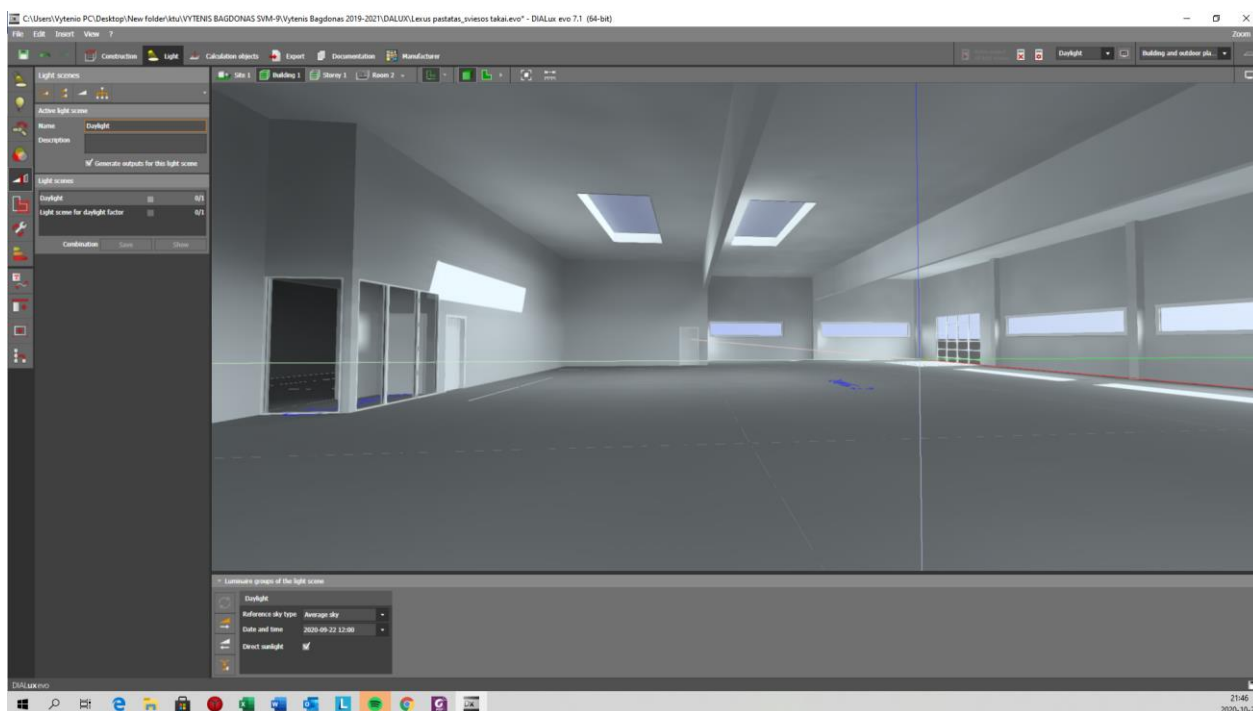
73 pav. Šviesos tako KINGSPAN ESSMANN RL Basic 16+10 OP montavimo schema (sudaryta autoriaus, 2020).

7 lentelė. Atvejis B. Parametrai skaičiuojant natūralų dienos apšvietimą su šviesos takais. (sudaryta autoriaus)

Galimi pasirinkti parametrai, aplinkybės	Pasirinkta reikšmė
Gaminys / skaidrumas, %	KINGSPAN ESSMANN RL Basic 16+10 OP 200x588 cm / 34%
Stiklinimas	Du polikarbonato lakštai, PC16/7+PC10/4, matinis/matinis
Kiekis, vnt. / šviesos plotas, m ²	2 vnt. / 23,52 m ²
Miestas, Šalis	Klaipėda, Lietuva
Laiko zona	UTC +02:00 Vilnius
Natūralaus apšvietimo skaičiavimui parinkta data, laikas	2020 rugsėjo 22d. (rudens lygiadienis), 12 h 00 min.
Dangus sąlygos (saulėta/vidutinis debesuotumas/apsiniaukę)	Vidutinis debesuotumas

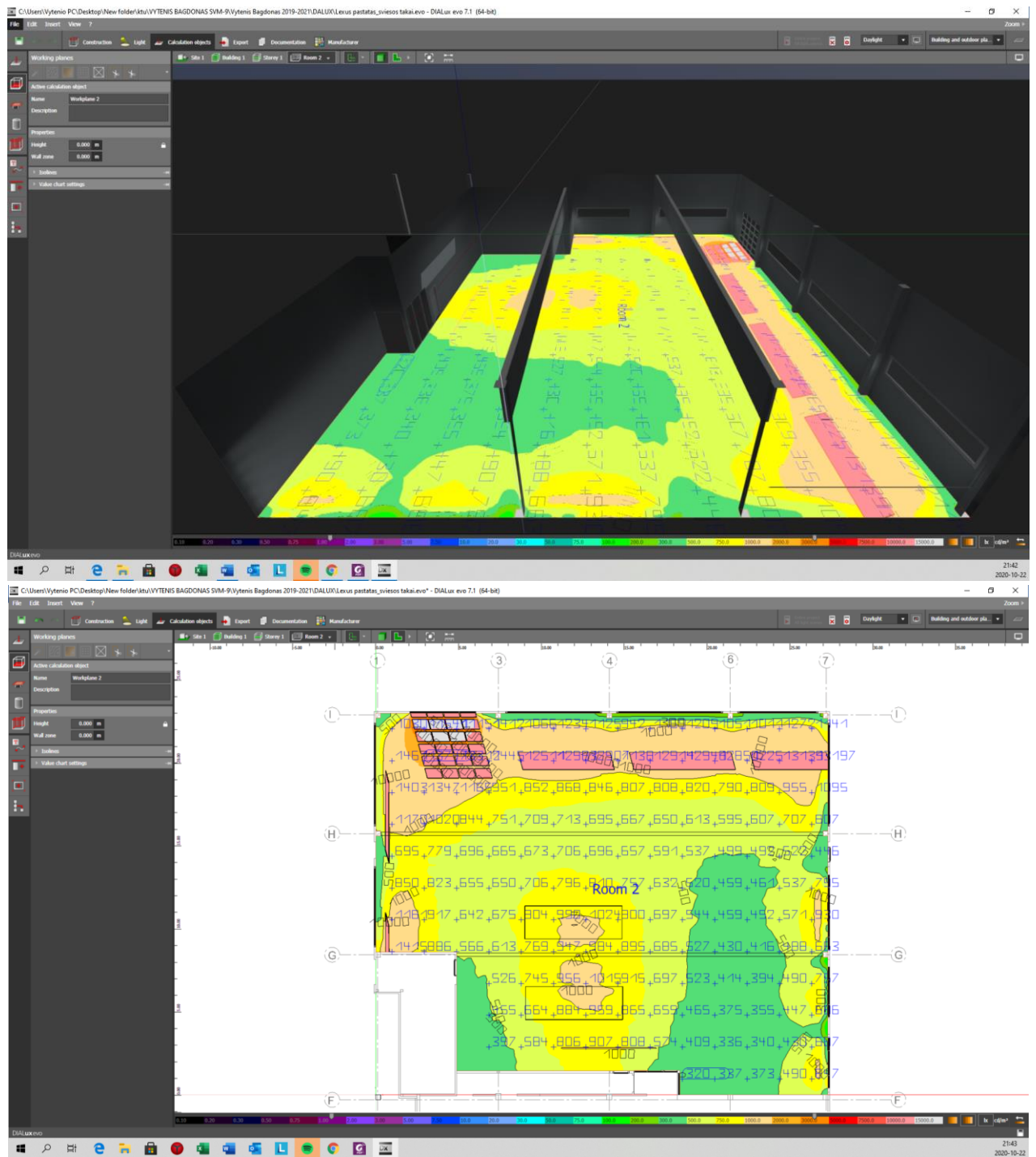


74 pav. Pastato modelyje parenkami šviesos takai, eksterjeras (sudaryta autoriaus, 2020).



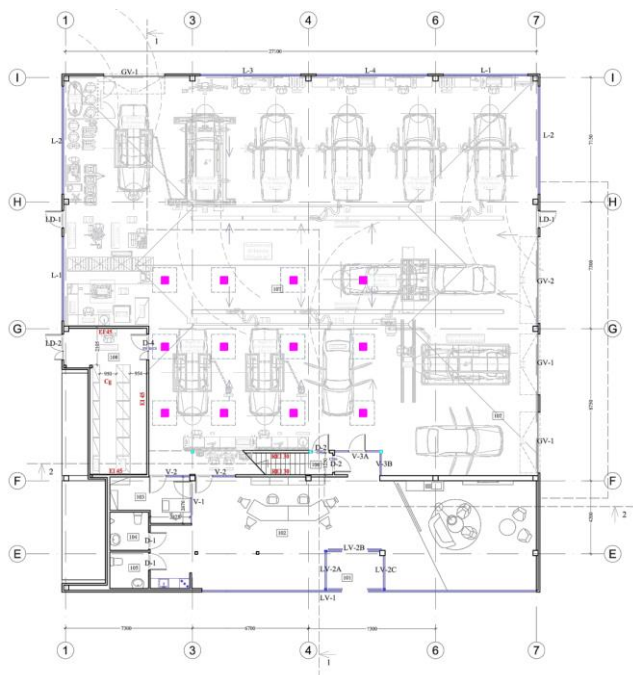
75 pav. Pastato modelyje parenkami šviesos takai, interjeras (sudaryta autoriaus, 2020).

Šviesos takus renkantis kaip natūralaus apšvietimo šaltinį, skaičiavimai atlikti tokiomis pat sąlygomis, kaip ir atveju „A“. Duomenys skaičiavimams suvesti pagal 7 lentelę. Apšvietimo kiekis nurodytas liuksais. Aktyvusis darbo paviršius, kurio zonoje vaizduojamas apšvietimo kiekis liuksais, yra patalpos grindų paviršius, alt. +/- 0.00.

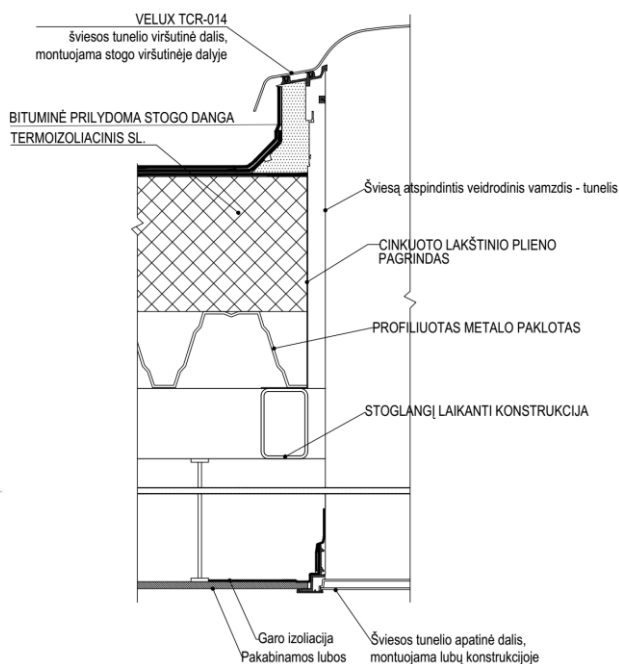


76 pav. Natūralaus apšvietimo skaičiavimas, gauti rezultatai (sudaryta autoriaus, 2020).

Atvejis C:



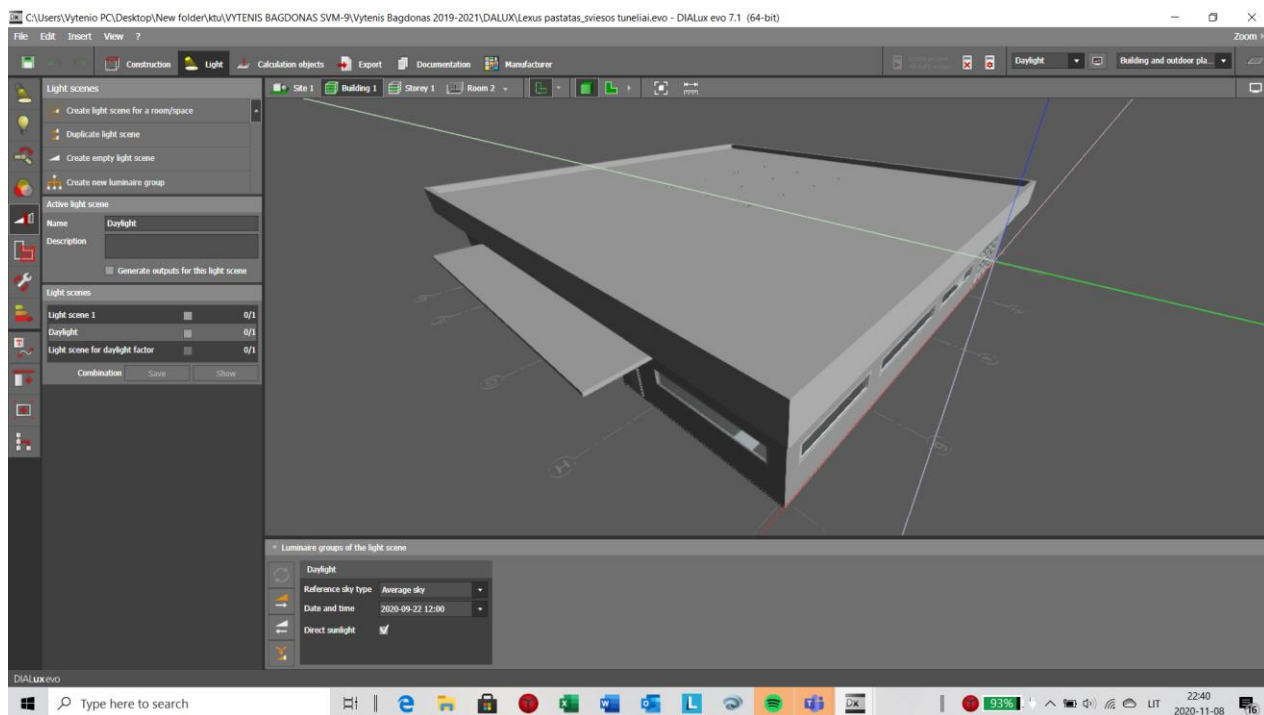
77 pav. Šviesos tunelių išdėstymo schema tiriamajame objekte (koreguota pagal autorių).



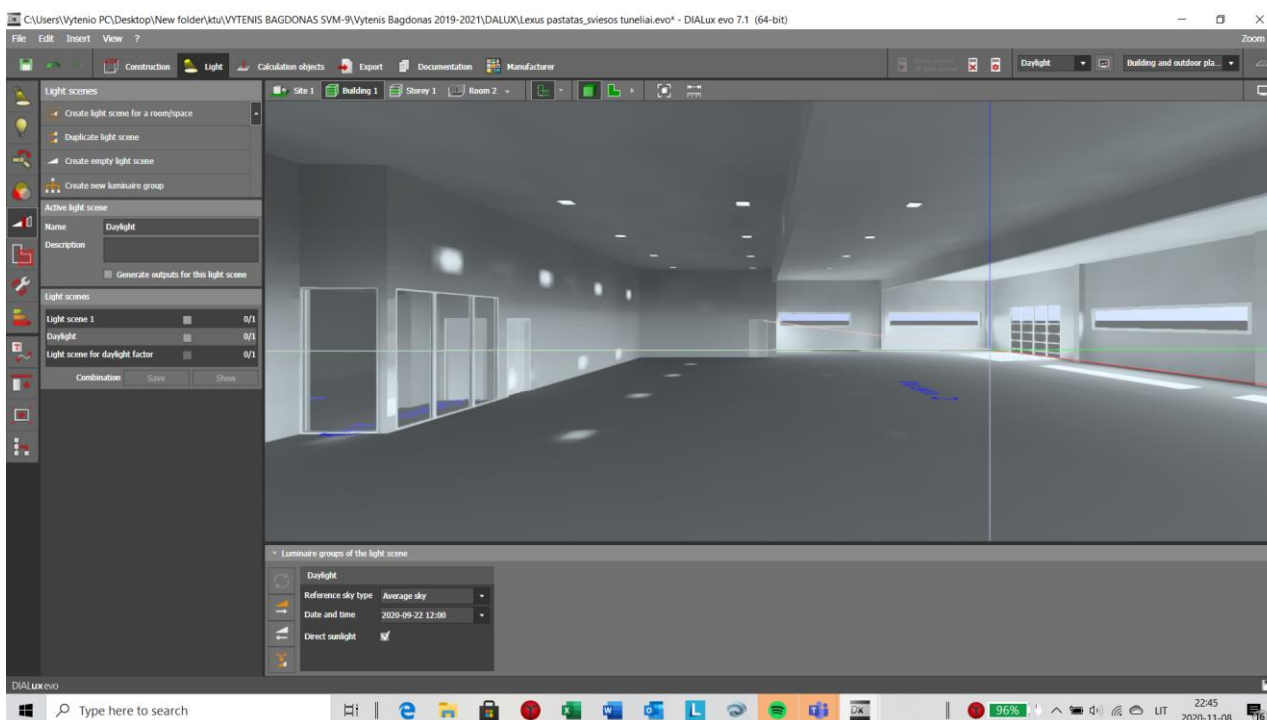
78 pav. Šviesos tunelio VELUX TCR-014 montavimo schema (sudaryta autoriaus, 2020).

8 lentelė. Atvejis C. Parametrai skaičiuojant natūralų dienos apšvietimą su šviesos tuneliais (sudaryta autoriaus)

Galimi pasirinkti parametrai, aplinkybės	Pasirinkta reikšmė
Gaminys / skaidrumas, %	VELUX TCR-014 / 54%
Stiklinimas	Stacionarus gaminys / skaidrus kupolas, veidrodinis vamzdis, matinio plastiko plokštė
Kiekis, vnt. / šviesos plotas, m ²	12 vnt. / - m ²
Miestas, Šalis	Klaipėda, Lietuva
Laiko zona	UTC +02:00 Vilnius
Natūralaus apšvietimo skaičiavimui parinkta data, laikas	2020 rugsėjo 22d. (rudens lygiadienis), 12 h 00 min.
Dangus sąlygos (saulėta/vidutinis debesuotumas/apsiniaukę)	Vidutinis debesuotumas

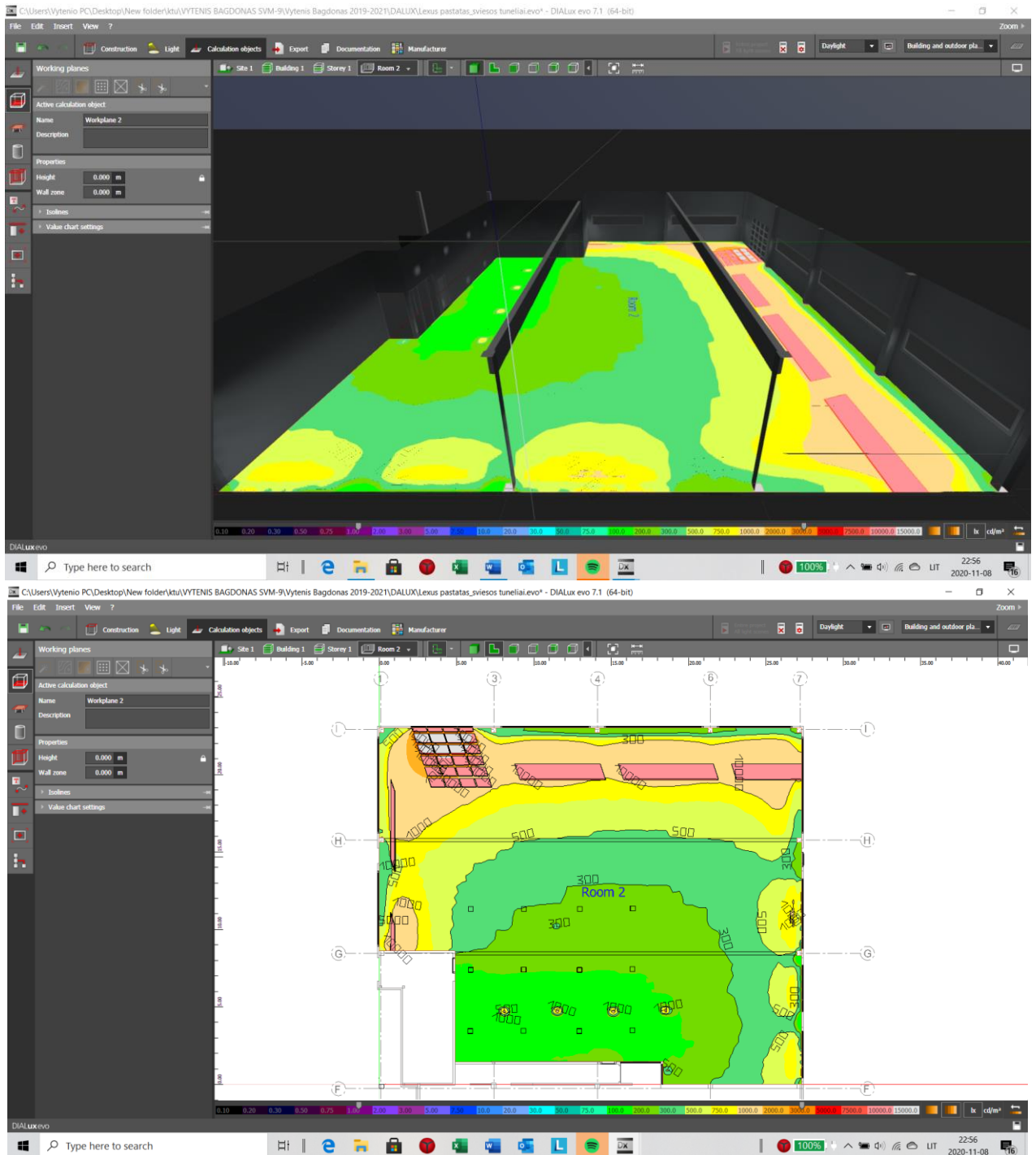


79 pav. Pastato modelyje parenkami šviesos tuneliai, eksterjeras (sudaryta autoriaus, 2020).



80 pav. Pastato modelyje parenkami šviesos tuneliai, interjeras (sudaryta autoriaus, 2020).

Šviesos tunelius renkantis kaip natūralaus apšvietimo šaltinį, skaičiavimai atlikti tokiais pat sąlygomis, kaip ir atvejais „A“ ir „B“. Duomenys skaičiavimams suvesti pagal 8 lentelę. Apšvietimo kiekis nurodytas liuksais. Aktyvusis darbo paviršius, kurio zonoje vaizduojamas apšvietimo kiekis liuksais, yra patalpos grindų paviršius, alt. +/- 0.00.



81 pav. Natūralaus apšvietimo skaičiavimas, gauti rezultatai (sudaryta autoriaus, 2020).

Tiriamajame objekte atlikus pasirinktų trijų alternatyvių gaminių suteikiamo dienos apšvietimo kiekio modeliavimą išaiškėjo, kad geriausiai patalpos apšviečiamos įrengus stogo konstrukcijoje 12 vnt. stoglangių. Patalpos apšvietimo vidurkis siekė 1647 lx. 2 vnt. šviesos takų patalpos buvo apšviečiamos kiek prasčiau – vidurkis 1452 lx. Mažiausią dienos apšvietimo vidurkį pasiekė 12 vnt. šviesos tunelių apšvietimas – vidurkis 1240 lx. Lentelėje toliau (žr. 9 lentelė) nurodytas minimalus, maksimalus apšvietimo kiekis liuksais ir apšvietimo vidurkis.

9 lentelė. Atliktų natūralaus apšvietimo kiekio skaičiavimų rezultatų suvestinė (sudaryta autoriaus).

Natūralaus apšvietimo kiekis nagrinėjamoje patalpoje Alternatyva	Min, (lx)	Max, (lx)	Vidurkis, (lx)
Atvejis „A“	237	16821	1647
Atvejis „B“	181	16829	1452
Atvejis „C“	135	16731	1240

4.2. Vertinimo kriterijų parinkimas

Tyrime naudotų švieslangių alternatyvų palyginimui pasirinkti šie vertinimo kriterijai:

- K1 – Gaminio kaina (Eur/m²) – tai kiekybinis ekonominis rodiklis, kuris įvertina gaminio 1m² ploto kainą. Kaina apskaičiuojama gavus komercinius pasiūlymus iš šiuos gaminius tiekiančios įmonės;
- K2 – Įrengimo darbo sąnaudos (Eur/m²) – tai kiekybinis ekonominis rodiklis, kuris įvertina gaminio 1m² ploto įrengimo darbų kainą. Kaina apskaičiuojama gavus komercinius pasiūlymus iš montavimo darbus atliekančios įmonės;
- K3 – Pralaidumas šviesai (procentais) – tai kiekybinis rodiklis, išreiškiamas procentais, įvertinant gaminio savybę praleisti natūralų apšvietimo kiekį į patalpą. Gamintojų deklaruojamas šviesos pralaidumas, išreikštas procentais (%);
- K4 – Šilumos perdavimo koeficientas (U vertė, W/m²K) – tai kiekybinis rodiklis, nurodantis per atitvarą pereinančio šilumos srauto tankį, kai oro temperatūrų skirtumas abiejose atitvaros pusėse 1 °C. Kuo mažesnė U vertė – tuo geresnėmis savybėmis pasižymi gaminys;
- K5 – Natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte (liuksais) – tai kiekybinis rodiklis, nurodantis „Dialux evo“ programine įranga apskaičiuoto natūralaus apšvietimo kiekio (liuksais) tiriamajame objekte, vidurkis;
- K6 – Suteikiamas garantinis laikotarpis (mėnesiais) – tai kiekybinis rodiklis, išreiškiamas mėnesiais, nurodantis, kiek kalendorinių mėnesių gaminiui suteikiamas garantinis aptarnavimas;
- K7 – Stiklinimo medžiagų degumo klasė (balais 1-7) – tai kokybinis rodiklis, nurodantis stoglangių stiklinimui naudojamų medžiagų stiklinimo degumo klasę. (A1 – 7 balai, A2 – 6 balai, B – 5 balai, C – 4 balai, D – 3 balai, E – 2 balai, F – 1 balas).

10 lentelė. Švieslangių analizuotų alternatyvų parinkimo ir įrengimo palyginimas (sudaryta autoriaus).

Kriterijai	K1, 1m ² gaminio kaina (Eur/m ²)	K2, 1m ² įrengimo Kaina (Eur/m ²)	K3, pralaidumas šviesai % (procentais)	K4, šilumos perdavimo koeficientas, U (W/m ² K)	K5, natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte, vidurkis (liuksais)	K6, Suteikiamas garantinis laikotarpis, mėn	K7, Stiklinimo medžiagų degumo klasė, balai (1-7)
Alternatyvos							
A1	234.6	35.5	71	1.4	1647	24	1
A2	361.15	64.3	34	1.3	1452	24	5
A3	4453.13	955.8	54	2.6	1240	24	1

4.3. Racionalaus varianto parinkimas daugiakriteriniu vertinimo metodu

Šiame poskyryje pateikiami apklausos rezultatai iš užpildytų anketų, bei grafiškai parodytas ekspertinis kriterijų reikšmingumo reitingavimas – subjektyvus kriterijų reikšmingumas, teorinis ir kompleksinis alternatyvų naudingumas ir nustatytas variantų naudingumo laipsnis.

Susumavus apklausoje dalyvavusių ir atsakymus pateikusių respondentų rezultatus (žr. 11 lentelė), ekspertų nuomonė dėl kriterijų reikšmingumo atsispindi grafike (žr. Pav 82).

11 lentelė. Ekspertų apklausos rezultatų suvestinė (sudaryta autoriaus).

Ekspertas	Rodiklių reikšmingumo vertinimas						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
1	10	4	8	10	7	8	9
2	10	10	2	9	2	8	1
3	9	7	6	8	10	9	6
4	8	5	7	8	7	7	5
5	10	9	7	10	8	10	10
6	5	7	6	9	10	3	3
7	10	4	8	7	9	5	6
8	8	8	10	10	10	8	7
9	7	7	10	9	10	8	10
10	5	5	5	10	5	10	8
11	8	5	10	10	10	7	10

12	9	8	5	7	5	5	9
13	10	10	8	8	6	5	6
14	10	10	5	10	8	7	7
15	5	5	10	8	8	7	7
16	8	4	5	10	7	6	9

Ekspertinis kriterijų reikšmingumo reitingavimas atliktas žemiau aprašyta tvarka:

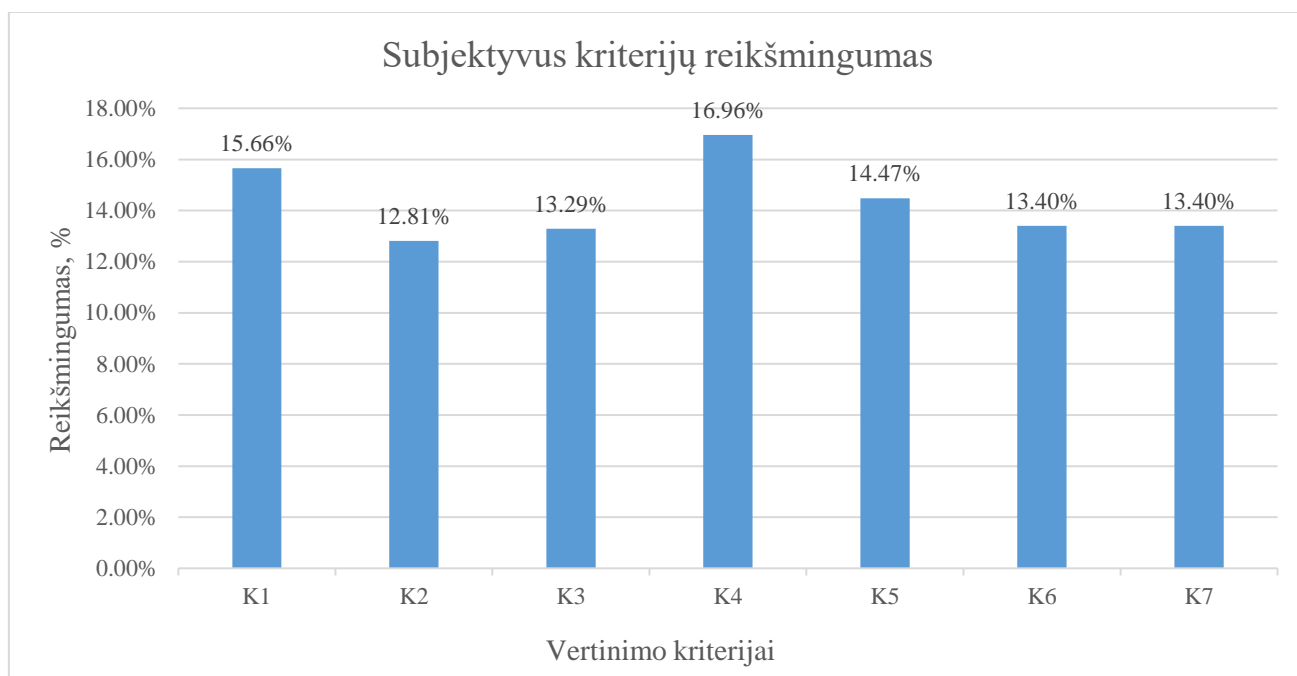
Remiantis ekspertų duomenimis (11 lentelė) nustatomas kiekvieno varianto svarbumas ir sudaroma prioritetinga eilė:

$$S_i = \sum_{j=1}^m x_{ji} \quad (1)$$

Čia: m – ekspertų skaičius;

x_{ji} – skaičius, parodantis kokį įvertinimą suteikia j-tasis ekspertas i-tajam kriterijui.

Kuo S dydis yra didesnis, tuo kriterijus reikšmingesnis.



82 pav. Diagrama „Subjektyvus kriterijų reikšmingumas“. Ekspertų kriterijų reikšmingumo vertinimo rezultatų suvestinė (sudaryta autoriaus, 2020).

Analizuojant ekspertų išskirtus vertinimo kriterijus kaip reikšmingiausius, pastebima, kad daidžiausią dalį nuošimčių surinko K4 kriterijus – šilumos perdavimo koeficientas – 16,96%. Po jo seka 15,66% surinkęs kriterijus K1 – gaminio kaina. Trečiuoju pagal svarbą kriterijumi nustatytas K5 kriterijus –

natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte – 14,47%. Po 13,40% surinko kriterijai K6 – suteikiamas garantinis laikotarpis ir K7 – stiklinimo medžiagų degumo klasė, kurie dalijasi 4 ir 5 poziciją pagal svarbą ekspertų nuomone. Mažiausiai svarbiais vertinimo kriterijais ekspertų nuomone nustatyti K3 – pralaidumas šviesai – 13,29% ir K2 – įrengimo kaina – 12,81%. Pagal nedidelę gautų rezultatų sklaidą, t. y., kad tarp didžiausių ir mažiausių procentų skaičių surinkusių kriterijų skirtumas – apie 4%, pastebima, kad visi parinkti vertinimo kriterijai yra daugiau mažiau tolygaus reikšmingumo ir nėra vieno pagrindinio kriterijaus renkantis gaminį. O analizuojant surašytus balus ekspertų apklausos rezultatų suvestinės lentelėje, galima prieiti išvadą, kad vieningos nuomonės ir taipogi vieno pagrindinio kriterijaus renkantis stoglangius – nėra.

Sekančiu etapu pateikiamas trijų pasirinktų nagrinėti alternatyvų palyginimas ir kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant entropijos metodą. Grafikuose žemiau (Pav. 83, Pav. 84) pateikiami teorinis ir kompleksinis kriterijų reikšmingumai. Taiopgi, 12 lentelėje pateikiami pradiniai duomenys, naudojami skaičiavimui.

12 lentelė. Pradiniai duomenys (sudaryta autoriaus).

Kriterijai	K1, 1m² gaminio kaina (Eur/m²)	K2, 1m² įrengimo Kaina (Eur/m²)	K3, pralaidum as šviesai % (procentai s)	K4, šilumos perdavimo koeficienta s, U (W/m²K)	K5, natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte, vidurkis (liuksais)	K6, Suteikiam as garantinis laikotarpis , mėn	K7, Stiklinimo medžiagų degumo klasė, balai (1-7)
Alternatyvos							
A1	234.6	35.5	71	1.4	1647	24	1
A2	361.15	64.3	34	1.3	1452	24	5
A3	4453.13	955.8	54	2.6	1240	24	1
Suma	5048.88	1055.6	159	5.3	4339	72	7
Optimalumas	MIN	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX

Alternatyvų palyginimas remiantis entropijos metodu atliktas pagal žemiau nurodytą eiliškumą.

Pradiniai duomenys nurodyti 12 lentelėje.

Atliekamas matricos normalizavimas pagal formulę:

$$\bar{P}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}; (V_{ij}, \text{ kai } i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}). \quad (2)$$

Pagal formulę gaunama normalizuota matrica \bar{P} , kurioje visi elementai yra nedimensiniai dydžiai ($x_{i,j}$).

13 lentelė. Normalizuota matrica (sudaryta autoriaus).

Kriterijai	K ₁ , Gaminio kaina, Eur/m ²	K ₂ , Įrengimo kaina, Eur/m ²	K ₃ , Pralaidumas šviesai, procentai	K ₄ , Šilumos perdavimo koeficientas, W/m ² K	K ₅ , Natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte, liuksai	K ₆ , Suteikiamas garantinis laikotarpis, mėn	K ₇ , Stiklinimo medžiagų degumo klasė, balai (1-7)
Alternatyvos							
A1	0.0465	0.0336	0.4465	0.2642	0.3796	0.3333	0.1429
A2	0.0715	0.0609	0.2138	0.2453	0.3346	0.3333	0.7143
A3	0.8820	0.9055	0.3396	0.4906	0.2858	0.3333	0.1429

Nustatomas kiekvieno kriterijaus entropijos lygis E_j pagal formulę:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m (P_{ij} \cdot \ln P_{ij}), \quad (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}),$$

$$k = \frac{1}{\ln m}$$
(3)

čia: m – alternatyvūs sprendimai, 3.

Sukuriama papildoma matrica $(P_{ij} \cdot \ln P_{ij})$, žr. 14 lentelė.

14 lentelė. Papildoma matrica $(P_{ij} \cdot \ln P_{ij})$ (sudaryta autoriaus).

Kriterijai	K ₁ , Gaminio kaina, Eur/m ²	K ₂ , Įrengimo kaina, Eur/m ²	K ₃ , Pralaidumas šviesai, procentai	K ₄ , Šilumos perdavimo koeficientas, W/m ² K	K ₅ , Natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte, liuksai	K ₆ , Suteikiamas garantinis laikotarpis, mėn	K ₇ , Stiklinimo medžiagų degumo klasė, balai (1-7)
Alternatyvos							
A1	-0.1426	-0.1141	-0.3600	-0.3516	-0.3677	-0.3662	-0.2780
A2	-0.1887	-0.1705	-0.3299	-0.3447	-0.3663	-0.3662	-0.2403
A3	-0.1107	-0.0899	-0.3668	-0.3494	-0.3579	-0.3662	-0.2780
Suma	-0.4420	-0.3745	-1.0566	-1.0457	-1.0920	-1.0986	-0.7963

Entropijos lygis E_j kinta intervale $[0;1]$, todėl $0 \leq E_j \leq 1$, kur $(j = \overline{1, n})$. Entropijos lygiai žr. 15 lentelė.

15 lentelė. Entropijos lygiai (sudaryta autoriaus).

Kriterijai	K ₁ , Gaminio kaina, Eur/m ²	K ₂ , Įrengimo kaina, Eur/m ²	K ₃ , Pralaidumas šviesai, procentai	K ₄ , Šilumos perdavimo koeficientas, W/m ² K	K ₅ , Natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte, liuksai	K ₆ , Suteikiamas garantinis laikotarpis, mėn	K ₇ , Stiklinimo medžiagų degumo klasė, balai (1-7)
Entropija							
E _j	0.4023	0.3409	0.9618	0.9519	0.9940	1.0000	0.7248

Nustatomas kriterijų kitimo lygis d_j pagal formulę:

$$d_j = 1 - E_j, \text{ kur } (j = \overline{1, n}). \quad (4)$$

16 lentelė. Kriterijų kitimo lygiai (sudaryta autoriaus).

Kriterijai	K ₁ , Gaminio kaina, Eur/m ²	K ₂ , Įrengimo kaina, Eur/m ²	K ₃ , Pralaidumas šviesai, procentai	K ₄ , Šilumos perdavimo koeficientas, W/m ² K	K ₅ , Natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte, liuksai	K ₆ , Suteikiamas garantinis laikotarpis, mėn	K ₇ , Stiklinimo medžiagų degumo klasė, balai (1-7)
Kitimo lygis							
d _j	0.5977	0.6591	0.0382	0.0481	0.0060	0.0000	0.2752

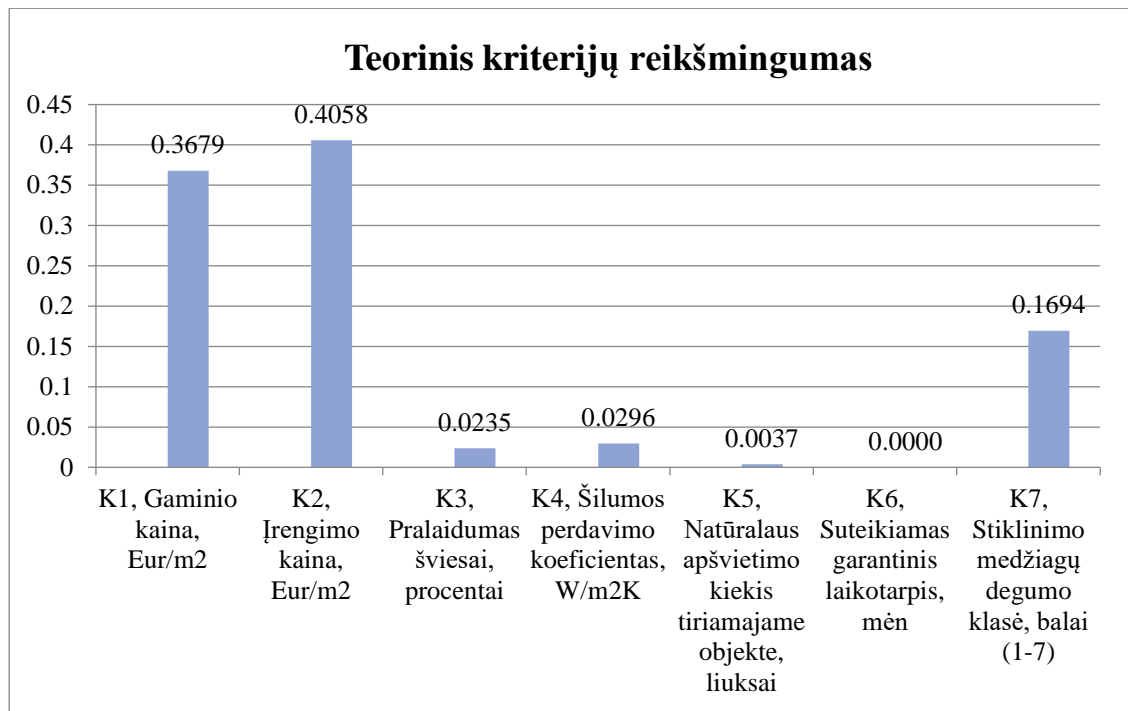
Teorinis kriterijų reikšmingumas nustatomas pagal formulę:

$$q_{j(t)} = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}; (j = \overline{1, n}). \quad (5)$$

Teorinio kriterijų reikšmingumo skaičiavimų rezultatai pateikiami 17 lentelėje ir stulpelinėje diagramoje (Pav. 83).

17 lentelė. Teorinis kriterijų reikšmingumas (sudaryta autoriaus).

Kriterijai	K ₁ , Gaminio kaina, Eur/m ²	K ₂ , Įrengimo kaina, Eur/m ²	K ₃ , Pralaiduma s šviesai, procentai	K ₄ , Šilumos perdavimo koeficientas , W/m ² K	K ₅ , Natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajam e objekte, liuksai	K ₆ , Suteikiama s garantinis laikotarpis, mėn	K ₇ , Stiklinim o medžiagų degumo klasė, balai (1-7)
Reikšminguma s							
q _{j(t)}	0.3679	0.4058	0.0235	0.0296	0.0037	0.0000	0.1694



83 pav. Diagrama „Teorinis kriterijų reikšmingumas“ (sudaryta autoriaus, 2020).

Žinant subjektyvų kriterijų reikšmingumą \bar{q}_j , kuris nurodytas 18 lentelėje:

18 lentelė. Subjektyvus kriterijų reikšmingumas (sudaryta autoriaus).

K ₁ , Gaminio kaina, Eur/m ²	K ₂ , Įrengimo kaina, Eur/m ²	K ₃ , Pralaidumas šviesai, procentai	K ₄ , Šilumos perdavimo koeficientas, W/m ² K	K ₅ , Natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte, liuksai	K ₆ , Suteikiamas garantinis laikotarpis, mėn	K ₇ , Stiklinimo medžiagų degumo klasė, balai (1-7)	Σ
0.1566	0.1281	0.1329	0.1696	0.1447	0.1340	0.1340	1.0

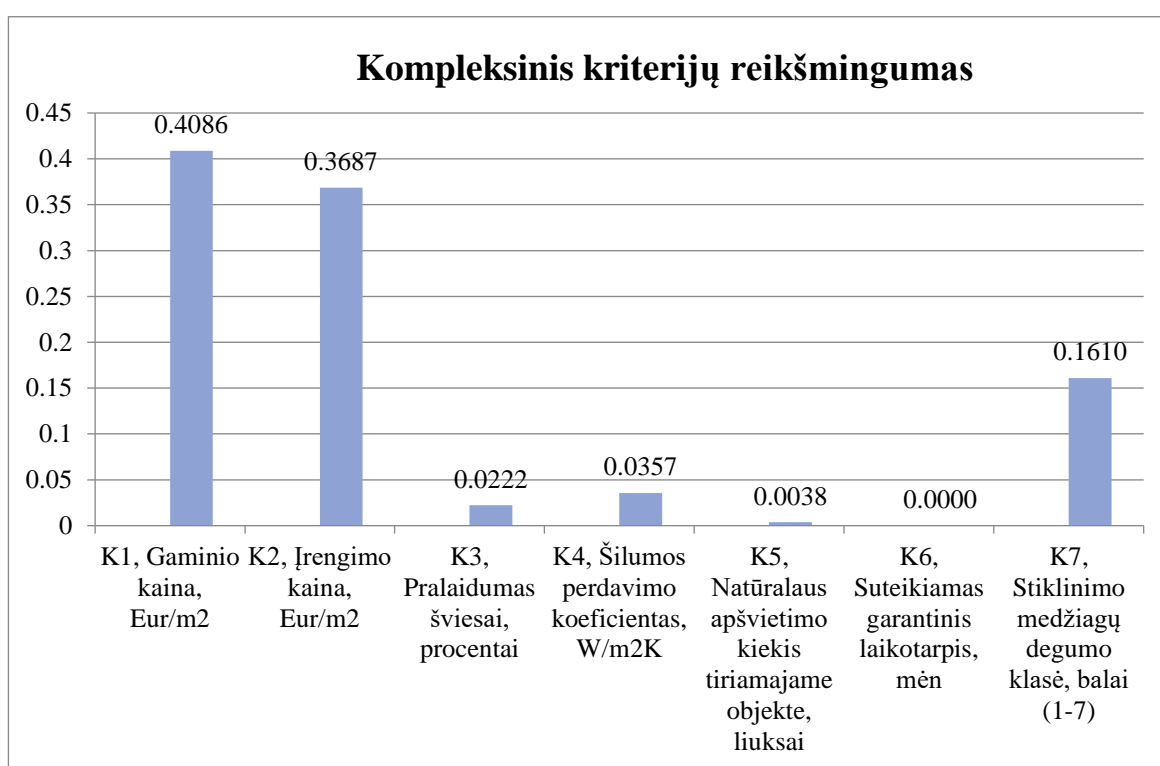
Pagal žemiau nurodytą formulę nustatomas kompleksinis kriterijų reikšmingumas:

$$\bar{q}_{j0} = \frac{\bar{q}_j \cdot q_{j(t)}}{\sum_{j=1}^n (\bar{q}_j \cdot q_{j(t)})}; (j = \overline{1, n}). \quad (6)$$

Kompleksinio kriterijų reikšmingumo skaičiavimų rezultatai pateikiami 19 lentelėje ir stulpelinėje diagramoje (Pav. 84).

19 lentelė. Kompleksinis kriterijų reikšmingumas (sudaryta autoriaus).

Kriterijai	K1, Gamini o kaina, Eur/m ²	K2, Įrengim o kaina, Eur/m ²	K3, Pralaiduma s šviesai, procentai	K4, Šilumos perdavimo koeficientas , W/m ² K	K5, Natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajam objekte, liuksai	K6, Suteikiama s garantinis laikotarpis, mėn	K7, Stiklinim o medžiagų degumo klasė, balai (1-7)
Reikšminguma s							
q _{j(t)}	0.4086	0.3687	0.0222	0.0357	0.0038	0.0000	0.1610



84 pav. Diagrama „Kompleksinis kriterijų reikšmingumas“ (sudaryta autoriaus, 2020).

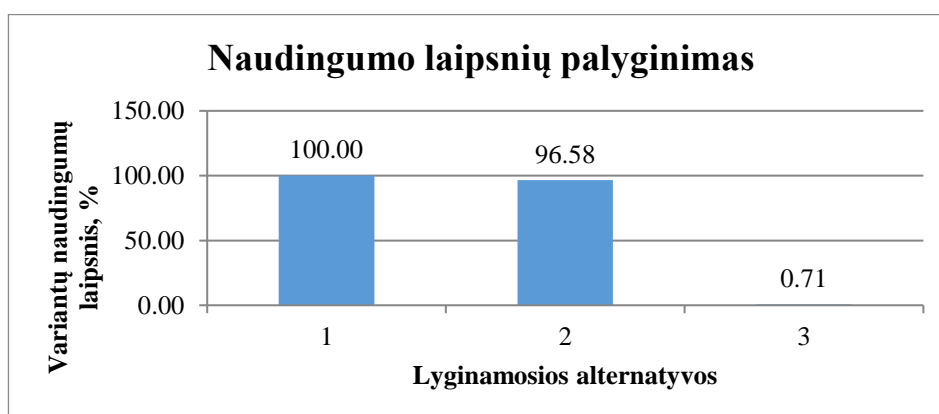
Stulpelinėse diagramose matyti, kad kriterijai K1 ir K2 gana dideliu skirtumu lenkia kitus kriterijus ir renkantis gaminius pagal teorinį ir kompleksinį kriterijų reikšmingumus, reiktų didžiausią dėmesį atkreipti į gaminio kainą ir įrengimo kainą.

Sekančiu etapu pateikiamas alternatyvių švieslangių variantų palyginimas ir nustatymas, taikant naudingumo vertes. 20 lentelėje pateikiami alternatyvių sprendimų pradiniai skaičiavimo duomenys.

20 lentelė. Pradiniai alternatyvių sprendimų duomenys (sudaryta autoriaus).

Kriterijai Alternatyvos	K1, 1m ² gamini o kaina (Eur/m ²)	K2, 1m ² įrengimo Kaina (Eur/m ²)	K3, pralaidum as šviesai % (procentai s)	K4, šilumos perdavimo koeficienta s, U (W/m ² K)	K5, natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte, vidurkis (liuksais)	K6, Suteikiam as garantinis laikotarpis , mėn	K7, Stiklinimo medžiagų degumo klasė, balai (1-7)
A1	234.6	35.5	71	1.4	1647	24	1
A2	361.15	64.3	34	1.3	1452	24	5
A3	4453.13	955.8	54	2.6	1240	24	1
$(\sum x_{ij}^2)^{1/2}$	4473.91	958.62	95.46	3.23	2521.61	41.57	5.20
Optimalumas	MIN	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX
Kompleksinis reikšmingum as, %	40.86	36.87	2.22	3.57	0.38	0	16.10
Teorinis reikšmingum as, %	36.79	40.58	2.35	2.96	0.37	0	16.94

Pagal pradinius duomenis atliktas ir grafiškai pateiktas naudingumo laipsnių palyginimas, pagal naudingumo vertės metodą (žr. Pav. 85).



85 pav. Diagrama „Naudingumo laipsnių palyginimas“ (sudaryta autoriaus, 2020).

Atlikus trijų tiriamajame objekte pasirinktų nagrinėti alternatyvų daugiakriterinį vertinimą, matyti, kad geriausias projektinis sprendimas yra tas, kuris gavo maksimalią naudingumo laipsnių reikšmę (%). Nagrinėjamu atveju, optimaliausia alternatyva tiriamajame objekte yra A1 – stoglangiai. Reikėtų pastebėti, kad antroji alternatyva A2 – šviesos takai surinko taipogi didelę naudingumo laipsnių reikšmę, tad vadovaujantis daugiakriteriniu vertinimu – tai yra tik šiek tiek prastesnis sprendimas nagrinėjamam objektui.

Išvados

1. Išanalizavus mokslinius straipsnius pastebėta, kad dauguma autorių pabrėžia natūralaus dienos apšvietimo svarbą ir teigiamą poveikį žmogaus psichologinei būsenai, sveikatai bei nuotaikai. Tai dažnu atveju duoda teigiamą atgalinį ryšį suinteresuotoms pusėms, pavyzdžiui darbdaviams – darbuotojų, kurių darbo vieta turi gerą natūralų apšvietimą, darbo našumas geresnis. Gerai natūraliai apšviestuose prekybos centruose lankytojai praleidžia daugiau laiko, automatiškai įsigydami daugiau prekių, o taipogi verslininkai, nuomojantys nekilnojamąjį turtą, gerą natūralų dienos apšvietimą išnaudoja kaip pridėtinę vertę kuriančią aplinkybę, už kurią gali prašyti didesnės nuomos kainos.
2. Kiekvienos stoglangių grupės įrengimui stogo konstrukcijoje įtakos gali turėti gaminio funkcija, stogo tipas, jo laikančioji konstrukcija bei pastato paskirtis. Šlaitiniuose stoguose montuojami stoglangiai standartiškai įrengiami termoizoliacinio sluoksnio viršutinėje dalyje, siek tiek iškeliant jį virš viršutinės stogo dangos arba įgilinant į stogo konstrukcijos apšiltinimo sluoksnį. Tuo tarpu sutapdintam stogui skirti gaminiai montuojami virš apšiltinamojo sluoksnio dėl apsisaugojimo nuo lietaus ar sniego pripustymo, o stogo danga įrengiama iki pat stoglangio pagrindo viršaus. Visais stogą laikančiosios konstrukcijos atvejais, išskyrus gelžbetonį, švieslangiams įrengti paruošiamas papildomas laikantysis rėmas. Tenka pastebėti, kad visais stoglangių įrengimo metodais stengiamasi sumažinti šalčio tiltelių susidarymą, bet šilumos nuostoliai prie stoglangio esančioje zonoje yra didesni.
3. Pasirinkus nagrinėti objektą Klaipėdoje ir atlikus natūralaus apšvietimo skaičiavimus su trimis pasirinktomis gaminių alternatyvomis – stoglangiais, šviesos takais ir šviesos tuneliais, geriausiai patalpos buvo apšviestos įrengiant 12 vnt. stoglangių ($23,52 \text{ m}^2$) – apšvietimo liuksais vidurkis – 1647 lx . Antrasis rezultatas siekė 1452 lx vidurkį, įrengiant stoge 2 vnt. šviesos takų, kurių bendras plotas $23,52 \text{ m}^2$. Prasčiausias apšvietimas pasiektas įrengiant stoge 12 vnt. šviesos tunelių – patalpos apšvietimo vidurkis siekė 1240 lx .
4. Pateikus ekspertiniam vertinimui kriterijų reikšmingumo reitingavimo anketas, gauta sekanti kriterijų reikšmingumo prioritėtinė eilė: K4 kriterijus, tai yra šilumos perdavimo koeficientas (U vertė, $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) – $16,96\%$; K1 kriterijus, tai yra gaminio kaina (Eur/m^2) – $15,66\%$; K5, tai yra natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte (vidurkis liuksais) – $14,47\%$; kriterijai K6, tai yra suteikiamas garantinis laikotarpis (mėn.) ir K7, tai yra stiklinimo medžiagų degumo klasė (balai 1-7) – $13,40\%$; K3, tai yra pralaidumas šviesai (%) – $13,29\%$ ir K2, tai yra įrengimo kaina (Eur/m^2) – $12,81\%$. Pagal ekspertų nuomonę – svarbiausias vertinimo kriterijus yra šilumos perdavimo koeficientas (U vertė).
5. Pagal teorinį kriterijų reikšmingumą svarbiausias kriterijus nustatytas K2 – įrengimo kaina (Eur/m^2), sekantys pagal svarbą kriterijai išsidėsto šia tvarka: K1 – gaminio kaina (Eur/m^2); K7 – stiklinimo medžiagų degumo klasė (balai 1-7); K4 – šilumos perdavimo koeficientas, U vertė ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$); K3 – pralaidumas šviesai (%); K5 – Natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte (lx); K6 – suteikiamas garantinis laikotarpis (mėn.). Pagal kompleksinį kriterijų reikšmingumą kriterijai pagal svarbą išsidėsto šia tvarka: K1 – gaminio kaina (Eur/m^2); K2 – įrengimo kaina (Eur/m^2); K7 – stiklinimo medžiagų degumo klasė (balai 1-7); K4 – šilumos perdavimo koeficientas, U vertė ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$); K3 – pralaidumas šviesai (%); K5 – Natūralaus apšvietimo kiekis tiriamajame objekte (lx); K6 – suteikiamas garantinis laikotarpis (mėn.). Atlikta studija padės užsakovui ar projektuotojui parinkti tinkamą švieslangių variantą, atsižvelgiant į studijoje pateiktus vertinimo kriterijus.

6. Pagal naudingumo vertės metodą nustatyti nagrinėjamų alternatyvų naudingumo laipsniai ir parinkta racionaliausia alternatyva nagrinėjamam statiniui. Gavusi maksimalią naudingumo laipsnių reikšmę - 100%, geriausia alternatyva nustatyta A1 – stoglangiai. Alternatyva, gavusi tik šiek tiek mažesnę reikšmę, 96,58% yra A2 alternatyva - šviesos takai. Mažiausiai tinkama alternatyva nustatyta A3 – šviesos tuneliai – 0,71% naudingumo laipsnis. Pastebėtina, kad geriausias projektinis sprendimas yra stoglangiai, bet šviesos takų alternatyva yra tik šiek tiek prastesnis sprendimas nagrinėjamu atveju.

Literatūros sąrašas

1. TURAN, I., A. CHEGUT, D. FINK and C. REINHART. The value of daylight in office spaces. *Building and Environment* [interaktyvus]. 2020, 168 [žiūrėta 2020-10-14]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.buildenv.2019.106503
2. EL-ABD, W., B. KAMEL, M. AFIFY and M. DORRA. Assessment of skylight design configurations on daylighting performance in shopping malls: A case study. *Solar Energy* [interaktyvus]. 2018, 170, 358–368 [žiūrėta 2020-08-02]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.solener.2018.05.052
3. CANAZEI, M., W. POHL, H. R. BLIEM, M. MARTINI and E. M. WEISS. Artificial skylight effects in a windowless office environment. *Building and Environment* [interaktyvus]. 2017, 124, 69–77 [žiūrėta 2020-04-04]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.buildenv.2017.07.045
4. GOSOWSKI, B., P. LORKOWSKI and M. REDECKI. Analysis of longitudinal skylights structure made of rectangular tubes in industrial hall. *Thin-Walled Structures* [interaktyvus]. 2016, 108, 234–244 [žiūrėta 2020-09-15]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.tws.2016.08.015
5. KONIS, K. A circadian design assist tool to evaluate daylight access in buildings for human biological lighting needs. *Solar Energy* [interaktyvus]. 2019, 191, 449–458 [žiūrėta 2020-07-26]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.solener.2019.09.020
6. HENRIQUES, G. C., J. P. DUARTE and V. LEAL. Strategies to control daylight in a responsive skylight system. *Automation in Construction* [interaktyvus]. 2012, 28, 91–105 [žiūrėta 2020-05-19]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.autcon.2012.06.002
7. ACOSTA, I., J. NAVARRO, J. J. SENDRA and P. ESQUIVIAS. Daylighting design with lightscoop skylights: Towards an optimization of proportion and spacing under overcast sky conditions. *Energy and Buildings* [interaktyvus]. 2012, 49, 394–401 [žiūrėta 2020-04-03]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.enbuild.2012.02.038
8. CHEL, A., G. TIWARI and A. CHANDRA. A model for estimation of daylight factor for skylight: An experimental validation using pyramid shape skylight over vault roof mud-house in New Delhi (India). *Applied Energy* [interaktyvus]. 2009, **86**(11), 2507–2519 [žiūrėta 2020-05-02]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.apenergy.2009.03.004
9. FÄLT, M., F. PETTERSSON and R. ZEVENHOVEN. Modified predator-prey algorithm approach to designing a cooling or insulating skylight. *Building and Environment* [interaktyvus]. 2017, 126, 331–338 [žiūrėta 2020-10-119]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.buildenv.2017.10.005
10. KARTHICK, A., K. KALIDASA MURUGAVEL and L. KALAIVANI. Performance analysis of semitransparent photovoltaic module for skylights. *Energy (Oxford)* [interaktyvus]. 2018, 162, 798–812 [žiūrėta 2020-05-19]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.energy.2018.08.043
11. ACOSTA, I., J. NAVARRO and J. J. SENDRA. Towards an analysis of the performance of lightwell skylights under overcast sky conditions. *Energy and Buildings* [interaktyvus]. 2013, 64, 10–16 [žiūrėta 2020-04-26]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.enbuild.2013.04.009
12. YANG, Y., H. WU, L. YANG, T. XU, Y. DING and P. FU. Thermal and day-lighting performance of aerogel glazing system in large atrium building under cooling-dominant climates. *Energy Procedia* [interaktyvus]. 2019, 158, 6347–6357 [žiūrėta 2020-08-02]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.egypro.2019.01.273
13. CHEL, A. Performance of skylight illuminance inside a dome shaped adobe house under composite climate at New Delhi (India): A typical zero energy passive house. *Alexandria*

- Engineering Journal* [interaktyvus]. 2014, **53**(2), 385–397 [žiūrėta 2020-05-14]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.aej.2014.01.006
14. MOTAMEDI, S. and P. LIEDL. Integrative algorithm to optimize skylights considering fully impacts of daylight on energy. *Energy and Buildings* [interaktyvus]. 2017, 138, 655–665 [žiūrėta 2020-05-14]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.enbuild.2016.12.045
 15. ACOSTA, I., J. NAVARRO and J. J. SENDRA. Towards an analysis of the performance of monitor skylights under overcast sky conditions. *Energy and Buildings* [interaktyvus]. 2015, 88, 248–261 [žiūrėta 2020-04-02]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.enbuild.2014.12.011
 16. ACOSTA, I., J. NAVARRO and J. J. SENDRA. Towards an Analysis of Daylighting Simulation Software. *Energies (Basel)* [interaktyvus]. 2011, **4**(7), 1010–1024 [žiūrėta 2020-04-02]. Prieiga per: doi: 10.3390/en4071010
 17. LI, D. H., T. N. LAM and K. CHEUNG. Energy and cost studies of semi-transparent photovoltaic skylight. *Energy Conversion and Management* [interaktyvus]. 2009, **50**(8), 1981–1990 [žiūrėta 2020-05-14]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.enconman.2009.04.011
 18. REINHART, C. F. and J. WIENOLD. The daylighting dashboard – A simulation-based design analysis for daylit spaces. *Building and Environment* [interaktyvus]. 2011, **46**(2), 386–396 [žiūrėta 2020-07-12]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.buildenv.2010.08.001
 19. GHOBAD, L., W. PLACE and S. CHO. Design optimization of daylight roofingsystems: Roof monitors with glazing facing in two opposite directions. Iš: 13th Conference of International Building Performance Simulation Association, August 26–28, 2013, Chambéry, France. New York: Curran Associates, 2013, pp. 1600–1607.
 20. MOTAMEDI, S. *Energy analysis of toplighting strategies for office buildings in Austin: magistro darbas*. Austin: The University of Texas at Austin, 2012 [žiūrėta 2020-12-27]. Prieiga per: <https://repositories.lib.utexas.edu>
 21. *CRYSTAL STRUCTURES: The History of Skylights: How the idea of lighting began* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2020-05-22]. Prieiga per: <https://crystalstructuresco.com>
 22. *KINGSPAN: Sattellichtbandsysteme basic und plus* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-10-24]. Prieiga per: <https://www.kingspan.com>
 23. *FIXR: Skylights vs Solar Tubes* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-05-25]. Prieiga per: <https://www.fixr.com>
 24. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Statybos techninio reglamento STR 2.01.04:2004 „Gaisrinė sauga. Pagrindiniai reikalavimai“ patvirtinimo įsakymas: 2003 m. gruodžio 24 d. Nr. 704* [interaktyvus]. [žiūrėta 2020-12-29]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt>
 25. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Reglamentuojamų statybos produktų sąrašo patvirtinimo įsakymas: 2018 m. birželio 27 d. Nr. D1-601* [interaktyvus]. [žiūrėta 2020-09-20]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt>
 26. EUROPOS SAJUNGA: *Standartizacija Europoje, techniniai reikalavimai, darnieji standartai, ženklas CE* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-07-11]. Prieiga per: <https://europa.eu/youreurope>
 27. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. [LST EN 1873:2014+A1]. Surenkamieji pagalbiniai stogo dangų reikmenys. Atskiri plastikiniai stoglangiai. Gaminio specifikacija ir bandymo metodai = Prefabricated accessories for roofing – Individual rooflights of plastics – Product specification and test method : Europos standartas EN 1873:2014+A1 turi Lietuvos standarto statusą. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2016.

28. EUROPOS PARLAMENTAS IR TARYBA. *Reglamentas (ES) Nr. 305/2011, kuriuo nustatomos suderintos statybos produktų rinkodaros sąlygos ir panaikinama Tarybos direktyva 89/106/EEB: 2011 m. kovo 9 d. Nr. 305/2011* [interaktyvus]. [žiūrėta 2020-12-29]. Prieiga per: <https://eur-lex.europa.eu>
29. GOROBECKIENĖ, D., R. EIČINAITĖ-LINGIENĖ ir Higienos instituto Profesinės sveikatos centras. *Lietuvos higienos normos HN 98:2014 „Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai“ taikymas. Metodinės rekomendacijos*“. Vilnius: Higienos institutas, 2015 [žiūrėta 2020-11-03]. Prieiga per: <https://www.hi.lt>
30. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2000 m. gegužės 24 d. įsakymo Nr. 277 "Dėl Lietuvos higienos normos HN 98:2000 „Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai“ pakeitimo įsakymas: 2014 m. balandžio 30 d. Nr. V-520* [interaktyvus]. [žiūrėta 2020-12-29]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt>
31. KINGSPAN: *What is EN 17037? – A brief introduction to the European Daylighting Standard* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-09-16]. Prieiga per: <https://www.kingspan.com>
32. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Statybos techninio reglamento STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ įsakymas: 2016 m. lapkričio 11 d. Nr. DI-754* [interaktyvus]. [žiūrėta 2020-08-29]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt>
33. *TARPTAUTINIŲ ŽODŽIŲ ŽODYNAS (TŽŽ)*. 2020 [žiūrėta 2020-12-29]. Prieiga per: <https://tzz.lt/>

Priedai

1 priedas. Lietuvos higienos normos HN 98:2014 „Natūralus ir dirbtinis darbo vietų apšvietimas. Apšvietos mažiausios ribinės vertės ir bendrieji matavimo reikalavimai“ 1 priedas „DARBO VIETŲ PATALPŲ VIDUJE APŠVIETOS MAŽIAUSIOS RIBINĖS VERTĖS“

Eil. Nr.	Regos darbų charakteristika	Mažiausio matomo objekto dydis, mm	Regos darbų kategorija	Mažiausia ribinė vertė, lx	Natūralus apšvietimas, NAK, proc.	Vykdomų darbų rūšys (darbo zonos)*
1.	Maksimaliai tikslūs	Mažiau kaip 0,15	I	3 000	4,0	Kūrybinės dirbtuvės meno mokyklose, medienos inkrustavimo darbai, juvelyro darbas su brangakmeniais Graviravimas (raižyba)
2.	Labai tikslūs	Nuo 0,15 iki 0,30	II	1 000	4,0	Keramikos, stiklo gaminių dekoravimas, rankinis dažymas, brangakmenių gamyba Juvelyrinių dirbinių gamyba Spalvų kontrolė darbo vietos maisto pramonėje, odos dirbinių gamyboje Parametrų nustatymo, retušavimo, litografijos darbai spaustuvėse; pluošto kokybės ir spalvų kontrolė tekstilės gamyboje Automobilių dažymas, apdaila, salono apdaila ir kokybės kontrolė Kokybės ir spalvinės patikros darbai chemijos pramonėje Surinkimo darbai: gaminių tikslumo patikros, spausdintinių plokščių gamyba elektronikos ir elektrotechnikos pramonėje Tikslių mechanikos gaminių, šablonų gamyba metalo apdirbimo įmonėse Medienos gaminių kokybės kontrolė

3.	Tikslūs	0,31–0,50	III	500	4,0	<p>Tikslių matavimų laboratorijos</p> <p>Vaistų gamybos patalpos</p> <p>Pašto patalpos</p> <p>Kepinių užbaigimas ir dekoravimas kepyklose</p> <p>Darbai delikatesinių maisto produktų gamyboje, virtuvėje, cigarų ir cigarečių gamyboje</p> <p>Stiklinės taros kontrolė, rūšiavimas, dekoravimas ir darbai maisto pramonės laboratorijose</p> <p>Skerdyklos, mėsos perdirbimo įmonės</p> <p>Pieno produktų įmonės</p> <p>Filtravimas cukraus perdirbimo gamyboje</p> <p>Kirpyklos</p> <p>Laikrodžių gamyba (automatinė); odinių pakinktų, batų gamyba (susiuvimas, poliravimas, kirpimas, formavimas, perforavimas), rūšiavimas, odos dažymas (mašinomis), pirštinių gamyba odos pramonėje</p> <p>Vidutinio dydžio ričių, skirstomųjų skydų gamyba (elektrotechnika)</p> <p>Tikslūs metalo gaminių surinkimo darbai</p> <p>Korpuso surinkimo zona automobilių gamyboje</p> <p>Medienos apdorojimo staklių zona</p> <p>Kontrolės patalpos jėgainėse</p> <p>Knygų gamyba</p> <p>Popieriaus paruošimas, darbas su spausdinimo mašinomis, spausdinimo matricų gamyba, rankinis spausdinimas spaustuvėse</p>
----	---------	-----------	-----	-----	-----	---

						<p>Rašymas, skaitymas, duomenų tvarkymas, konferencijų, susitikimų patalpos biuruose</p> <p>Bibliotekų skaityklos</p> <p>Verpimo, audimo, pynimo, mezgimo, dažymo, kepurėlių gamybos procesai tekstilės pramonėje</p> <p>Mažmeninės prekybos pakavimo patalpos;</p> <p>Virtuvės</p>
4.	Vidutiniškai tikslūs	Daugiau kaip 0,5–iki 1,0	IV	300	3,0	<p>Treniruoklių, sporto salės</p> <p>Siuntinių pakavimo ir tvarkymo patalpos</p> <p>Gaminių paruošimo ir kepimo patalpos kepyklose</p> <p>Mašinų salė ir gamyba cemento, betono, plytų gamyklose; formavimo medžiagų ruošimo patalpa; mašinų salė; emaliavimo, valcavimo, presavimo salės / zonos, paprastų detalių formavimo metalo apdirbimo gamyboje</p> <p>Stiklo pūtimas keramikos ir stiklo gamyboje</p> <p>Kabulių ir vielos gamyba, didelių ričių vyniojimas, ričių impregnavimas, gaminių galvanizavimas (padengimas), didelių kondensatorių surinkimas elektrotechnikos ir elektronikos gamyboje</p> <p>Metalo kalimas, virinimas, metalo lakštų, plonesnių kaip 5 mm, apdorojimas, detalių surinkimas, galvanizavimas metalo apdirbimo gamyboje</p> <p>Darbas su rėminių pjūklų prie staliaus varstoto, klijavimas ir surinkimas medienos perdirbimo gamyboje</p>

						<p>Liejinių formavimas, liejimas liejyklose</p> <p>Gaminių rūšiavimas ir plovimas, malimas, maišymas, pakavimas maisto gamyboje</p> <p>Vaisių ir daržovių rūšiavimas ir pjaustymas</p> <p>Skalbinių priėmimas, rūšiavimas, skalbimas ir sausas valymas, lyginimas skalbyklose ir valyklose</p> <p>Žalios odos apdorojimas</p> <p>Džiuto ir kanapių pluošto karšimas, šukavimas, verpimas</p> <p>Popieriaus ir kartono gamyba</p> <p>Kopijavimas, katalogavimas ir pan.,</p> <p>Registratūra biuruose; mažmeninės prekybos salės</p> <p>Biliėtų kasos, registratūros, budėtojo vietos, bufetai restoranuose ar viešbučiuose; repeticijų, persirengimo, takelažo (dekoracijų montavimo) patalpos teatruose, koncertų ir kitų renginių pastatuose</p> <p>Parodų salės</p>
5.	Nelabai tikslūs	1,1–5,0	V	200	3,0	<p>Duonos tešlos paruošimas, alaus daryklos, cukraus gamyba, tabako džiovavimo ir fermentavimo patalpos</p> <p>Valgyklos, bufetai, rūbinės, prausyklos, dušai, tualetai</p> <p>Pašarų ruošimo, melžimo, rakandų plovimo, veršiamosios patalpos</p> <p>Betono, cemento, plytų mišinių, plytų gamybos, degimo krosnių patalpos</p> <p>Metalo apdirbimo įmonės: smėlio paruošimo, liejimo cechai, liejinių iškratymo ir apdorojimo zonos</p>

						<p>Metalo štampavimas, plokščių, storesnių kaip 5 mm, apdorojimas, didelio tikslumo nereikalaujantis gaminių surinkimas</p> <p>Metalo gaminių apdirbimas, darbai su valcavimo staklėmis, darbas prie aukštakrosnės</p> <p>Medienos masės malimas popieriaus gamyboje</p> <p>Jėginių mašinų salės, siurblinės, kondensatorinės, komutatoriaus patalpos</p> <p>Elektros pastočių patalpos, sandėliai su stelažais</p> <p>Odos rauginimo patalpos</p> <p>Tekstilės žaliavos ryšulių išpakavimas, plovimo vonių patalpos</p> <p>Biurų archyvai, holai, savitarnos restoranai, teatrų, kino teatrų, koncertų ir kitų renginių žiūrovų salės (tvarkymo, valymo metu), bibliotekų knygų fondai (lentynos)</p> <p>Mokymo įstaigų vestibuliai, bibliotekų knygų saugyklos</p> <p>Gydymo įstaigų koridoriai, liftai, pacientų vonios ir tualetai</p> <p>Oro uostų atvykimo, išvykimo, bagažo aptarnavimo zonos, laukimo salės</p> <p>Uždaros geležinkelio stočių platformos, požeminės perėjos, bilietų kasos ir laukimo salės</p>
6.	Netikslūs	Daugiau kaip 5,0	VI	100	3,0	<p>Laiptai, kroviniai liftai, gamybos įrenginiai, nereikalaujantys nuolatinės priežiūros, restoranų, viešbučių koridoriai, liftai, didmeninės prekybos sandėliai, vestibuliai</p>
7.	Darbas su šviečiančiomis medžiagomis ir	Daugiau kaip 0,5	VII	200	3,0	

	gaminiais karštuose gamybos padaliniuose					
8.	Bendras darbo proceso stebėjimas		VIII	50	0,7	Saugyklos, laukimo zonos, pakrovimo, iškrovimo darbai, metalo sandėliai, koridoriai, automatizuoti procesai, ligoninių koridoriai naktį, gelžbetonio gaminių, apdailos plytelių džiovyklos, keramikos gaminių gamyklos, galvijų laikymo patalpos (tvartai)

2 Priedas. Anketa ekspertų nuomonėms surinkti ir išreitinguoti vertinimo kriterijus pagal reikšmingumą.

Anketa Nr. 1

Šios anketos tikslas – nustatyti švieslangių pasirinkimą lemiančių veiksnių reikšmingumą. Surinkti duomenys bus panaudoti sutapdintam stogui skirtų gaminių palyginimui: stoglangiams, šviesos takams ir šviesos tuneliams.

Prašau užpildyti lentelę įrašant atitinkamus įvertinimus. Vertinama taip: iš pradžių pasirenkamas svarbiausias rodiklis, kurio reikšmingumas prilyginamas 10 balų (tokių rodiklių gali būti keletas). Tuomet visi kiti lyginami su svarbiausiuoju rodikliu. Jei manote, kad reikėtų papildomų rodiklių, įrašykite tuščioje eilutėje.

Nr.	Rodiklių pavadinimas	Rodiklių reikia:		Įvertinimas (nuo 1 iki 10)
		Minimizuoti	Maksimizuoti	
1.	Gaminio kaina, (Eur/m ²)	x		
2.	Įrengimo kaina, (Eur/m ²)	x		
3.	Pralaidumas šviesai, %		x	
4.	Šilumos perdavimo koeficientas, U vertė (W/m ² K)	x		
5.	Natūralaus apšvietimo kiekis objekte, liuksai (lx)		x	
6.	Suteikiamas garantinis laikotarpis, mėn		x	
7.	Stiklinimo medžiagų degumo klasė		x	

Įvertinimo skalė nuo 1 iki 10:

- 1, 2 – nereikšmingas rodiklis,
- 3, 4 – mažai reikšmingas rodiklis,
- 5, 6 – vidutiniškai reikšmingas rodiklis,
- 7, 8 – reikšmingas rodiklis,
- 9, 10 – labai reikšmingas rodiklis.

(Vardas, pavardė, įmonė, pareigos)

AČIŪ UŽ BENDRADARBIAVIMĄ!

3 Priedas. Lyginamųjų alternatyvių gaminių eksploatacinių savybių deklaracijos (3.1. Alternatyva A; 3.2. Alternatyva B; 3.3. Alternatyva C).

3.1. Alternatyva A



EKSPLOATACINIŲ SAVYBIŲ DEKLARACIJA

Nr. MP-042-17-AUNE

Pagal (ES) Reglamento Nr. 305/2011 III priedą

1. Produkto tipo unikalus identifikavimo kodas:

SOLIDM 140/140 3GL/19 Art. Nr. 1553

2. Naudojimo paskirtis (-ys):

Natūralus apšvietimas

3. Gamintojas:

UAB „ANVY“. Miško g. 1, Ilgakiemis, LT-53288 Kauno r., Lietuva

4. Įgaliotas atstovas:

Netaikoma

5. Eksploatacinių savybių pastovumo vertinimo ir tikrinimo sistema:

Sistema 3

6. Darnusis standartas:

EN 1873:2014 + A1:2016

7. Notifikuotoji įstaiga:

FIRES, s.r.o. (1396)

Osloboditeľ'ov 282, 059 35 Batizovce, Slovakijos Respublika, www.fires.sk

8. Deklaruojamos eksploatacinės savybės:

Esminės charakteristikos	Eksploatacinės savybės	Darnioji techninė specifikacija	Sistema
Sandarumas vandeniui	Atitinka	EN 1873:2014+A1:2016	3
Atsparumas smūgiams (smulkus kietas kūnas / didelis minkštas kūnas)	NPD	EN 1873:2014+A1:2016	3
Terminis atsparumas Uk (100/100)	1,4 W/m ² K	EN 1873:2014+A1:2016	3
Atsparumas apkrovai, iš apačios	UL1500	EN 1873:2014+A1:2016	3
Atsparumas apkrovai, iš viršaus	DL1250	EN 1873:2014+A1:2016	3
Oro skverbis	Ap 4,7/100	EN 1873:2014+A1:2016	3

9. Atitinkami techniniai dokumentai ir (arba) specifiniai techniniai dokumentai:

Netaikoma

Nurodyto produkto eksploatacinės savybės atitinka visas deklaruotas eksploatacines savybes. Ši eksploatacinių savybių deklaracija pateikiama vadovaujantis Reglamentu (ES) Nr. 305/2011, atsakomybė už jos turinį tenka tik joje nurodytam gamintojui.

Pasirašyta (gamintojo ir jo vardu):

Ilgakiemis, Kauno r., 2020

Direktorius Andrius Petraška

3.2. Alternatyva B



EKSPLOATACINIŲ SAVYBIŲ DEKLARACIJA

Pagal (ES) Reglamento Nr. 305/2011 III priedą

1	Unikalus produkto tipo identifikacinis kodas:	Referencinis numeris: RL 200/588 basic PC-16/7+PC-10/4 opal;
2	Tipo, partijos ar serijos numeris ar bet koks kitas elementas, pagal kurį galima identifikuoti statybos produktą, kaip reikalaujama pagal 11 straipsnio 4 dalį:	Id. 11000897563;
3	Gamintojo numatyta statybos produkto naudojimo paskirtis ar paskirtys pagal taikomą darniąją techninę specifikaciją:	Šviesos takas, skirtas natūraliam dienos apšvietimui
4	Gamintojo pavadinimas, registruotas komercinis pavadinimas arba registruotas prekės ženklas ir kontaktinis adresas, kaip reikalaujama pagal 11 straipsnio 5 dalį:	Essmann Gebäudetechnik GmbH, Im Weingarten 2 32107 Bad Salzuflen
5	Kai taikytina, įgaliotojo atstovo, kuriam suteikti įgaliojimai apima 12 straipsnio 2 dalyje nurodytas užduotis, pavadinimas ir kontaktinis adresas:	
6	Statybos produkto eksploatacinių savybių pastovumo vertinimo ir tikrinimo sistema ar sistemos, kaip nustatyta V priede:	3
7	Notifikuotoji įstaiga KPF Franken 1703 atliko pirmąją gaminio patikrą pagal sistemą 3.	
8		
9	Deklaruojamos eksploatacinės savybės	


Esminės charakteristikos	Eksploatacinės savybės	Darnioji techninė specifikacija	Sistema
Mechaninis atsparumas ir pastovumas (aukštyne nukreipta apkrova / žemyn nukreipta apkrova)	atitinka	DIN EN 14963:2006	3
Degumas	B-s1,d0	DIN EN 14963:2006	3
Degumas		DIN EN 14963:2006	3
Atsparumas ugniai	NPD	DIN EN 14963:2006	3
Atsparumas išoriniam ugnies poveikiui	NPD	DIN EN 14963:2006	3
Sandarumas vandeniui	atitinka	DIN EN 14963:2006	3
Atsparumas smūgiams (smulkus kietas kūnas / didelis minkštas kūnas)	atitinka/atitinka	DIN EN 14963:2006	3
Tiesioginė triukšmo sugertis	24 dB	DIN EN 14963:2006	3
Terminis atsparumas	1,3 W/(m ² ·K)	DIN EN 14963:2006	3
Šviesos skvarbos laipsnis	34 %	DIN EN 14963:2006	3
Šviesos pralaidumas	atitinka	DIN EN 14963:2006	3
Atsparumas:		DIN EN 14963:2006	3
- Bendrojo šviesos pralaidumo laipsnio keitimas	NPD	DIN EN 14963:2006	3
- Geltonosios žymės keitimas	NPD	DIN EN 14963:2006	3
- Mechaninių savybių keitimas	NPD	DIN EN 14963:2006	3

10¹ 1 ir 2 punktuose nurodyto produkto eksploatacinės savybės atitinka 9 punkte deklaruojamas eksploatacines savybes. Ši eksploatacinių savybių deklaracija išduota tik 4 punkte nurodyto gamintojo atsakomybe. Pasirašyta (gamintojas ir jo vardu):

Stephen Ede, Geschäftsführer

(vardas, pavardė ir pareigos)

Bad Salzuflen, (data) 15.07.2020
(išdavimo vieta ir data)


(parašas)

1

ESSMANN Gebäudetechnik GmbH
Im Weingarten 2
32107 Bad Salzuflen
Deutschland

Commerzbank AG Bielefeld
IBAN: DE 09 4808 0020 0380 6728 00
BIC: DRESDEFF480

T +49 5222 791-0
F +49 5222 791-236
info@essmann.de
www.essmann.de

Geschäftsführer:
Stephen Ede Geert Kessels
Liam McDaniel Tom Neville
Lemgo HRB 6427
Steuer-Nr. 313/5727/2218
USt-IdNr.: DE 814878313

3.3. Alternatyva C

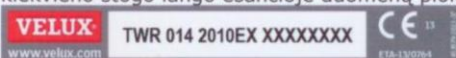
VELUX®

Stogo langai

EKSPLOATACINIŲ SAVYBIŲ DEKLARACIJA Nr. AD2017-023
2017 balandžio 03 d.
Vilnius

Gamintojas: VELUX A/S
 Adalsvej 99 DK-2970
 Horsholmas
 Danija

Gaminys: CE ženklų paženklintas **TCR** tipo šviesos tunelis, skirtas naudoti gyvenamuosiuose bei komercinės paskirties pastatuose. Gaminio pagaminimo data bei vieta nurodyti ant kiekvieno stogo lango esančioje duomenų plokštelėje, kaip parodyta žemiau:



Gaminiai atitinka: ETA (Europos techninį įvertinimą) – 13/0764; darnioji techninė specifikacija CUAP 04.02/34.

Esminės gaminio charakteristikos:

2.2.1	Degumas	Šviesos kolektorius	E klasė	
		Šviesos vamzdis	A1 klasė	
		Šviesos difuzorius	E klasė	
2.2.2	Atsparumas ugniai	Neatlikta		
2.2.3	Išorinės ugnies poveikis	Neatlikta		
2.2.4	Vandens nepralaidumas	9A klasė		
2.2.5	Pavojingų medžiagų kiekis gaminyje / jų išskyrimas	-		
2.2.6	Atsparumas krūviui iš viršaus ir iš apačios	UL 1500 / DL 2500		
2.2.7	Atsparumas smūgiui	Neatlikta		
2.2.8	Tiesioginė oru sklindančio garso izoliacija	54 (-5; -7) dB		
2.2.9	Oro skverbtis	3 klasė		
2.2.10	Saulės energijos laidumas	0,54		
2.2.11	Matomosios šviesos laidumas	0,54		
2.2.12	Šviesos savybės		t_e	r_e
		Šviesos kolektorius	0,90	-
		Šviesos difuzorius	0,79	-
2.2.13	Sumontuotos sistemos šilumos laidumas	Vamzdžio ilgis 1,0 m, apšiltintas, mansarda nešildoma	2,6 W/(m ² K)	
		Vamzdžio ilgis 1,0 m, neapšiltintas, mansarda nešildoma	2,8 W/(m ² K)	
2.2.14	Šviesos difuzoriaus šilumos laidumas	3,3 W/(m ² K)		
2.2.15	Šviesos nuostoliai dėl lenkimo	Neatlikta		
2.2.16	Patvarumas ir ilgalaikis poveikis	Bandymas išlaikytas		

Bandymai atlikti: ETA-Danmark A/S, Göteborg Plads 1, 2150 Nordhavn, Danija

Įgaliotas asmuo



Dainora Ribikauskienė

VELUX Lietuva, UAB
 S. Žukausko g. 49, 8a.
 LT-09131 Vilnius
 Lietuva

Tel. +370 5 270 9101
 Faksas +370 5 270 9100
 Internetas www.velux.lt

El. paštas velux.lietuva@velux.com
 Įm. kodas 111543443
 PVM reg. kodas 115434413

4 Priedas. Lyginamųjų alternatyvių gaminių komerciniai pasiūlymai tiriamojo objekto atvejui (4.1. Alternatyva A; 4.2. Alternatyva B; 4.3. Alternatyva C).

4.1. Alternatyva A



KOMERCINIS PASIŪLYMAS

Nr. KM01781

Data: 2020-11-09

Pardavėjas:

ANVY UAB

Įm. kodas: 302444010

PVM mok. kodas: LT100004950019

Adresas: Miško g. 1, Ilgakiemis, Kauno raj., 53288, Lietuva

A.S. Nr.: LT437180900008467081 (Šiaulių bankas,); LT28 7044 0600 0722

3669 (AB SEB bankas,)

Pirkėjas:

Vytenis Bagdonas

Įm. kodas:

PVM mok. kodas:

Adresas:

Nr.	Kodas	Aprašymas	Mato vnt.	Kiekis	Kaina, EUR	Suma, EUR
1.	0295	Kupolinis nevarstomas švieslangis SOLIDM 140/140cm 3 RIG GL (skaidrus), trys akriliniai kupolai sumontuoti į uždara PVC rėmą, sustiprintą metaliniu profiliu, U-1,4 W/m2K. Apsauginis plastikinis rėmas.	Vnt.	12	247,00	2.964,00
2.	10010050	Vertikalus, konstrukcinio plieno pagrindas 140x140cm, h-60cm, nedažytas	Vnt.	12	133,00	1.596,00
3.	00002	Stoglangių montavimas, neįskaitant: angos pjovimo, pagrindo surinkimo ir pastatymo, termo ir hidro izoliacijos įrengimo, elektros instaliacijos darbų, kėlimo mechanizmų, šiukšlių išvežimo iš objekto.	Vnt.	1	690,00	690,00

Suma be PVM: 5.250,00

PVM 21%: 1.102,50

Visa suma EUR: 6.352,50

Suma žodžiu: šeši tūkstančiai trys šimtai penkiasdešimt du EUR 05 ct.

Pastabos: Pristatymo terminas: 3-5 savaitės.

Pasiūlymą paruošė: Edvinas Stankevičius

Pasiūlymą gavo: _____



4.2. Alternatyva B



KOMERCINIS PASIŪLYMAS

Nr. KM01782

Data: 2020-11-09

Pardavėjas:

ANVY UAB

Įm. kodas: 302444010

PVM mok. kodas: LT100004950019

Adresas: Miško g. 1, Ilgakiemis, Kauno raj., 53288, Lietuva

A.S. Nr.: LT437180900008467081 (Šiaulių bankas,); LT28 7044 0600 0722

3669 (AB SEB bankas,)

Pirkėjas:

Vytenis Bagdonas

Įm. kodas:

PVM mok. kodas:

Adresas:

Nr.	Kodas	Aprašymas	Mato vnt.	Kiekis	Kaina, EUR	Suma, EUR
1.		KINGSPAN ESSMANN RL Basic šviesos takelis 200/588cm. Stiklinimas PC 16/4+10/4 OP (matinis) U-1,3 W/m2K.	Vnt.	2	3.100,00	6.200,00
2.	10010050	Vertikalus, konstrukcinio plieno pagrindas (2mm) 200x588cm, h-60cm, nedažytas	Vnt.	2	410,00	820,00
3.	00002	Stoglangių montavimas, neįskaitant: angos pjovimo, pagrindo surinkimo ir pastatymo, termo ir hidro izoliacijos įrengimo, elektros instaliacijos darbų, kėlimo mechanizmų, šiukšlių išvežimo iš objekto.	Vnt.	1	1.250,00	1.250,00

Suma be PVM: 8.270,00

PVM 21%: 1.736,70

Visa suma EUR: 10.006,70

Suma žodžiu: Dešimt tūkstančių šeši EUR 07 ct.

Pastabos: Pristatymo terminas: 4-6 savaitės.

Mūsų atlikti projektai: <http://anvy.lt/#projektai>

Plačiau apie produktus: <http://anvy.lt/produktai/>

Pasiūlymą paruošė: Edvinas Stankevičius

Pasiūlymą gavo: _____



4.3. Alternatyva C



KOMERCINIS PASIŪLYMAS

Nr. KM01883

Data: 2020-12-22

Pardavėjas:

ANVY UAB

Įm. kodas: 302444010

PVM mok. kodas: LT100004950019

Adresas: Miško g. 1, Ilgakiemis, Kauno raj., 53288, Lietuva

A.S. Nr.: LT437180900008467081 (Šiaulių bankas,); LT28 7044 0600 0722

3669 (AB SEB bankas,)

Pirkėjas:

Vytenis Bagdonas

Įm. kodas:

PVM mok. kodas:

Adresas:

Nr.	Kodas	Aprašymas	Mato vnt.	Kiekis	Kaina, EUR	Suma, EUR
1.		Standus šviesos tunelis pl. Velux šviesos tunelis plokščiam stogui, kurio nuolydis 0-15 laipsnių. Lankstus vamzdis, standartinis ilgis 0,9 m. Dvisluoksnis stiklas su Egde Glow rėmeliu efektyviai išskaido šviesą. Šviesos tunelio konstrukcija komplektuojama su tarpine, kuri lengvai ir greitai sumontuojama tiek į banguotą, tiek į lygią stogo dangą. Diametras 35cm. TCR 0K14 0010 + TCR 0K14 0010P1 + TCR 0K14 0010P2, ZTR 0K14 0124	Vnt.	12	427,50	5.130,00
2.	00002	Šviesos tunelio montavimas, neįskaitant: angos pjovimo, termo ir hidro izoliacijos įrengimo, kėlimo mechanizmų, šiukšlių išvežimo iš objekto.	Vnt.	12	79,00	948,00

Suma be PVM: 6.078,00

PVM 21%: 1.276,38

Visa suma EUR: 7.354,38

Suma žodžiu: Septyni tūkstančiai trys šimtai penkiasdešimt keturi EUR 38 ct.

Pastabos: Pristatymo terminas: 3-5 savaitės.

Pasiūlymą paruošė: Edvinas Stankevičius

Pasiūlymą gavo: _____

