



Kauno technologijos universitetas

Statybos ir architektūros fakultetas

Lengvųjų konstrukcijų pastatų statybos technologijų tyrimai

Magistro baigiamasis projektas

Aurika Baltrušaitytė

Projekto autorė

Doc. dr. Marijonas Daunoravičius

Vadovas

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Statybos ir architektūros fakultetas

Lengvųjų konstrukcijų pastatų statybos technologijų tyrimai

Magistro baigiamasis projektas

Statybos valdymas (6211EX007)

Aurika Baltrušaitytė

Projekto autorė

Doc. dr. Marijonas Daunoravičius

Vadovas

Doc. dr. Rūta Miniotaitė

Recenzentė

Direkt. Artūras Kasparavičius

Konsultantas

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Statybos ir architektūros fakultetas

Aurika Baltrušaitytė

Lengvųjų konstrukcijų pastatų statybos technologijų tyrimai

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Aurikos Baltrušaitytės, baigiamasis projektas tema „Lengvųjų konstrukcijų pastatų statybos 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 mokėjusi.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Baltrušaitytė Aurika. Lengvųjų konstrukcijų pastatų statybos technologijų tyrimai. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. Marijonas Daunoravičius; Kauno technologijos universitetas, statybos ir architektūros fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): statybos valdymas.

Reikšminiai žodžiai: lengvieji pastatai, lengvosios medžiagos, lengvosios konstrukcijos, konstrukcijų technologiškumo įvertinimas, daugiakriterinė analizė, kompleksinis lengvojo pastato įvertinimas.

Kaunas, 2019. 79 p.

Santrauka

Magistro baigiamajame projekte išanalizuotos įvairios lengvosios statybinės medžiagos, lengvosios konstrukcijos ir lengvųjų pastatų statybai naudojamos technologijos.

Atlikus literatūros analizę, išskirti galimi aštuoni lengvųjų sienų, lengvosios perdangos ir lengvojo stogo įrengimo variantai, kurie palyginti tarpusavyje pagal parinktus technologiškumo vertinimo kriterijus ir taip nustatyti racionaliausi lengvųjų sienų, lengvosios perdangos ir lengvojo stogo įrengimo variantai.

Remiantis išskirtais lengvųjų sienų, lengvosios perdangos ir lengvojo stogo įrengimo variantais sumodeliuota dvidešimt lengvųjų konstrukcijų namo statybos alternatyvų, kurios pagal parinktus vertinimo kriterijus ir rangavimo bei entropijos metodais apskaičiuotus vertinimo kriterijų reikšmingumus, palygintos tarpusavyje, panaudojant daugiakriterio įvertinimo metodus, tokus kaip artumo idealiam taškui (TOPSIS) metodas, paprastų svorių sudėjimo (SAW) metodas ir kompleksinio proporcingumo (COPRAS) metodas.

Šiais metodais palyginus tarpusavyje analizuojamas lengvųjų konstrukcijų pastato statybos alternatyvas, nustatytas optimalus tokio pastato statybos konstrukcinis ir technologinis variantas, ir aprašyta jo įrengimo technologija.

Baltrušaitytė Aurika. Research of lightweight building construction technologies. Master's Final Degree Project / supervisor doc. Marijonas Daunoravičius; faculty of civil engineering and architecture, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): construction management.

Keywords: lightweight buildings, lightweight materials, lightweight construction, evaluation of construction technology, multi-criteria evaluation, complex evaluation of lightweight building.

Kaunas, 2019. 79 p.

Summary

In the final master's thesis various lightweight construction materials, lightweight construction elements and technologies used in lightweight construction were analyzed.

After analysis of literature, eight lightweight wall, lightweight ceiling and lightweight roof installation possibilities were distinguished, which then were compared to one another according to technological evaluation criteria most rational lightweight wall, lightweight ceiling and lightweight roof installation techniques were established.

Using the established lightweight wall, lightweight ceiling and lightweight roof installation techniques, twenty lightweight house construction alternatives were modeled, which were compared to one another using methods of multi-criteria evaluation like Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), Simple additive weighting (SAW) and complex proportional assessment (COPRAS), according to determined evaluation criteria, significance of which was calculated using methods of ranking and entropy.

Using the methods described above to compare the determined alternatives, optimal method of lightweight house structure and construction technology was established, construction installation of such house was described.

Turinys

Paveikslėlių sąrašas	7
Lentelių sąrašas	9
Įvadas	11
1. Mokslinės literatūros darbo tematika apžvalga	13
2. Lengvųjų konstrukcijų pastatų statybai naudojamų medžiagų ir technologijų analizė.....	17
2.1. Lengvųjų sienų įrengimui naudojamos medžiagos ir technologijos	17
2.2. Lengvosios perdangos įrengimui naudojamos medžiagos ir technologijos	22
2.3. Lengvojo stogo įrengimui naudojamos medžiagos ir technologijos	27
3. Analizuojamų lengvųjų konstrukcijų įrengimo technologinių sprendimų vertinimo kriterijų parinkimas	33
4. Lengvųjų sienų, lengvosios perdangos ir lengvojo stogo įrengimo technologinių sprendimų vertinimas	35
5. Lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantų modeliavimas	39
6. Lengvųjų konstrukcijų namo statybos alternatyvų vertinimo kriterijų parinkimas	42
7. Pasirinktų vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas	48
7.1. Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas rangavimo metodu.....	48
7.2. Teorinio ir kompleksinio kriterijų reikšmingumo nustatymas entropijos metodu	51
8. Racionaliausio lengvųjų konstrukcijų namo statybos varianto nustatymas	56
8.1. Racionaliausio lengvųjų konstrukcijų namo statybos varianto nustatymas artumo idealiam taškui (TOPSIS) metodu	56
8.2. Racionaliausio lengvųjų konstrukcijų namo statybos varianto nustatymas paprastų svorių sudėjimo metodu (SAW);	60
8.3. Tyrimų rezultatų apibendrinimas.....	66
9. Racionaliausios lengvųjų konstrukcijų namo statybos technologijos praktinis pritaikymas	68
Išvados.....	75
Literatūros sąrašas	77
Priedai.....	80

Paveikslėlių sąrašas

2.1 pav. Pagrindinės pastatų antžeminės konstrukcijos	17
2.2 pav. a – dujų silikato blokėliai [11]; b – namo sienos iš dujų silikato blokėlių [11]	18
2.3 pav. a – keramzito blokėliai [12]; b – namo sienos iš keramzito blokėlių [12]	18
2.4 pav. a – „SIP“ skydai ir papildomo apšiltinimo plokštė [13]; b – namo sienos iš „SIP“ skydų [13]	19
2.5 pav. Namų sienos iš šiaudų skydų [14]	20
2.6 pav. a – kanapių blokėliai [15]; b – namo sienos iš kanapių blokėlių [15]	20
2.7 pav. a – dujų silikato modulėliai [16]; b – namo sienos iš dujų silikato modulėlių [16]	21
2.8 pav. a – „Thermosteel“ sienų plokštė [17]; b – namo sienos iš „Thermosteel“ sienų plokščių [17]	22
2.9 pav. a – skydai su mineralinės vatos užpildu [18]; b – namo sienos iš skydų su mineralinės vatos užpildu [18]	22
2.10 pav. a – „TERIVA“ perdangos blokėlis su sijomis [19] ; b – „TERIVA“ surenkama perdanga ir jos elementai [19]	23
2.11 pav. „Heluz“ surenkama keraminių blokėlių perdanga [20]	24
2.12 pav. Betonavimas panaudojant įdėklus [21]	24
2.13 pav. a – liktiniai polipropileno klojiniai su gelžbetoninėmis sijomis [22]; b – perdangos įrengimas panaudojant liktinius polipropileno klojinius [22]	25
2.14 pav. a – dvitėjinės medinės perdangos sijos [23]; b – perdanga iš dvitėjinių sijų ir OSB plokščių paklotu [23]; c – dvitėjinių sijų tvirtinimo detalės [23]	25
2.15 pav. „EUROMAC 2“ perdangos plokštės [24]	26
2.16 pav. a – „Durisol“ „SOLAFON“ perdangos plokštė [25]; b – perdanga iš „Durisol“ „SOLAFON“ plokščių [25]	26
2.17 pav. „Thermo“ polistireninė perdangos plokštė [26]	27
2.18 pav. a – „EUROMAC 2“ stogo plokštė [27]; b – namo stogas iš „EUROMAC 2“ stogo plokštės [27]	28
2.19 pav. Stogai iš „SIP“ skydų [13]	28
2.20 pav. a – „Thermosteel“ stogo plokštė [17]; b – namo stogas iš „Thermosteel“ stogo plokščių [17]	29
2.21 pav. Šiaudinis namo stogo skydas [14]	29
2.22 pav. Stogo skydas su mineralinės vatos užpildu [18]	30
2.23 pav. a – dvitėjinės medinės stogo sijos [23]; b – namo stogas iš dvitėjinių medinių stogo sijų [23]	30
2.24 pav. a – „ALGOPAN“ stogo skydas [28]; b – stogas iš „ALGOPAN“ stogo skydų [28]	31

2.25 pav. a – „Kingspan“ „UNIDEK“ stogo skydas [29]; b – stogas iš „Kingspan“ „UNIDEK“ stogo skydų [29].....	31
4.1 pav. Atskirų kriterijų įtaka analizuojamiems lengvųjų sienų įrengimo variantams	37
4.2 pav. Atskirų kriterijų įtaka analizuojamiems lengvosios perdangos įrengimo variantams	38
4.3 pav. Atskirų kriterijų įtaka analizuojamiems lengvojo stogo įrengimo variantams	38
7.1 pav. Stulpelinė vertinim kriterijų subjektyvaus reikšmingumo diagrama	50
7.2 pav. Stulpelinė vertinimo kriterijų teorinio reikšmingumo diagrama.....	54
7.3 pav. Stulpelinė vertinimo kriterijų kompleksinio reikšmingumo diagrama	55
8.1 pav. Naudingumo laipsnių stulpelinė diagrama.....	60
8.2 pav. Naudingumo verčių stulpelinė diagrama	63
8.3 pav. Naudingumo laipsnio verčių stulpelinė diagrama.....	66
9.1 pav. „SIP“ skydai ir papildoma sienų apšiltinimo plokštė.....	68
9.2 pav. „SIP“ skydų sandėliavimo pavyzdys [32].....	70
9.3 pav. Apatinio žiedo iš medinių tašų įrengimas [32]	71
9.4 pav. Sienų skydų tvirtinimas [32]	72
9.5 pav. Antro aukšto sienų montavimas [32]	72
9.6 pav. Dvitėjinių sijų galimi tvirtinimo variantai prie „SIP“ skydų [23].....	73
9.7 pav. „SIP“ stogo įrengimas [32]	74

Lentelių sąrašas

2.1 lentelė. Analizuojami lengvųjų konstrukcijų įrengimo variantai.....	32
3.1 lentelė. Lengvųjų konstrukcijų įrengimo technologinių sprendimų vertinimo kriterijai.....	33
4.1 lentelė. Lengvųjų sienų, lengvosios perdangos ir lengvojo stogo įrengimo technologinių sprendimų vertinimas.....	35
5.1 lentelė. Nagrinėjamos lengvųjų konstrukcijų namo statybos alternatyvos.....	39
6.1 lentelė. Lengvųjų konstrukcijų namo statybos alternatyvų vertinimo kriterijai.....	42
6.2 lentelė. Medžiagų kaina, €/m ² (1-10 alternatyvos).....	43
6.3 lentelė. Medžiagų kaina, €/m ² (11-20 alternatyvos).....	43
6.4 lentelė. Technologinio proceso trukmė, žm.val/ m ² (1-10 alternatyvos).....	43
6.5 lentelė. Technologinio proceso trukmė, žm.val/ m ² (11-20 alternatyvos).....	43
6.6 lentelė. Darbų mechanizacijos lygis, maš. val/ m ² (1-10 alternatyvos).....	43
6.7 lentelė. Darbų mechanizacijos lygis, maš. val/ m ² (11-20 alternatyvos).....	43
6.8 lentelė. Darbų kaina, €/m ² (1-10 alternatyvos).....	44
6.9 lentelė. Darbų kaina, €/m ² (11-20 alternatyvos).....	44
6.10 lentelė. Kėlimo priemonių poreikis, balai (1-10 alternatyvos).....	44
6.11 lentelė. Kėlimo priemonių poreikis, balai (11-20 alternatyvos).....	44
6.12 lentelė. Montavimo sudėtingumas, vid. darbo kategorija (1-10 alternatyvos).....	44
6.13 lentelė. Montavimo sudėtingumas, vid. darbo kategorija (11-20 alternatyvos).....	44
6.14 lentelė. Pagrindinių namo konstrukcijų įrengimo darbų užbaigtumas, balai (1-10 alternatyvos).....	45
6.15 lentelė. Pagrindinių namo konstrukcijų įrengimo darbų užbaigtumas, balai (11-20 alternatyvos).....	45
6.16 lentelė. Darbų nepertraukiamumas, balai (1-10 alternatyvos).....	45
6.17 lentelė. Darbų nepertraukiamumas, balai (11-20 alternatyvos).....	45
6.18 lentelė. Montavimo aplinkos sąlygos, balai (1-10 alternatyvos).....	45
6.19 lentelė. Montavimo aplinkos sąlygos, balai (11-20 alternatyvos).....	46
6.20 lentelė. Konstrukcijų masė, kg/m ² (1-10 alternatyvos).....	46
6.21 lentelė. Konstrukcijų masė, kg/m ² (11-20 alternatyvos).....	46
6.22 lentelė. Kriterijų reikšmių suvestinė lentelė.....	46
7.1 lentelė. Ekspertų apklausos kriterijų vertinimo rezultatai.....	49
7.2 lentelė. Pradinė duomenų matrica.....	51
7.3 lentelė. Normalizuota duomenų matrica.....	52
7.4 lentelė. Papildoma duomenų matrica.....	53
7.5 lentelė. Entropijos lygiai.....	53
7.6 lentelė. Kitimo lygiai.....	53
7.7 lentelė. Teorinis kriterijų reikšmingumas.....	54

7.8 lentelė. Kompleksinis kriterijų reikšmingumas	54
8.1 lentelė. Pradinė duomenų matrica.....	56
8.2 lentelė. Normalizuota duomenų matrica	57
8.3 lentelė. Svertinė normalizuota matrica	58
8.4 lentelė. Svertinės normalizuotos matricos geriausi ir blogiausi kriterijai.....	58
8.5 lentelė. Skirtumai tarp realaus ir idealiai teigiamo ir neigiamo varianto (1-10 alternatyvos)	59
8.6 lentelė. Skirtumai tarp realaus ir idealiai teigiamo ir neigiamo varianto (11-20 alternatyvos)	59
8.7 lentelė. Santykinis atstumas iki idealaus (1-10 alternatyvos)	59
8.8 lentelė. Santykinis atstumas iki idealaus (11-20 alternatyvos)	59
8.9 lentelė. Naudingumo laipsniai (1-10 alternatyvos).....	59
8.10 lentelė. Naudingumo laipsniai (11-20 alternatyvos)	59
8.11 lentelė. Pradinė duomenų matrica.....	60
8.12 lentelė. Normalizuota matrica.....	61
8.13 lentelė. Sandaugų matrica	62
8.14 lentelė. Sandaugų suma (1-10 alternatyvos)	62
8.15 lentelė. Sandaugų suma (11-20 alternatyvos)	62
8.16 lentelė. Pradinė duomenų matrica.....	64
8.17 lentelė. Normalizuota duomenų matrica	64
8.18 lentelė. Minimizuojančių ir maksimizuojančių rodiklių sumos (1-10 alternatyvos)	65
8.19 lentelė. Minimizuojančių ir maksimizuojančių rodiklių sumos (11-20 alternatyvos)	65
8.20 lentelė. Santykinis reikšmingumas (1-10 alternatyvos)	65
8.21 lentelė. Santykinis reikšmingumas (11-20 alternatyvos)	65
8.22 lentelė. Naudingumo laipsniai (1-10 alternatyvos).....	66
8.23 lentelė. Naudingumo laipsniai (11-20 alternatyvos).....	66
8.24 lentelė. Gautas analizuojamų lengvųjų konstrukcijų namo alternatyvų prioritetų eilės	67

Ivadas

Pastatų statyba gali būti apibūdinama kaip veikla, kurios pagrindinis tikslas yra pastatyti naują, remontuoti, rekonstruoti ar griauti esamą statinį. Statyba yra labai sudėtingas ir daug žinių bei gabumų reikalaujantis procesas, kuris dėl nuolat didėjančio gyventojų skaičiaus ir jų gyvenimo sąlygų gerėjimo yra vienas labiausiai paplitusių procesų visame pasaulyje.

Ilgus metus statant pastatus buvo naudojami tradiciniai statybos metodai bei sunkios, masyvios, daug energijos gamybos ir statybos metu naudojančios medžiagos ir konstrukcijos, o jų montavimui naudojama įvairi sunkioji technika, kuri į aplinką išmeta daug teršalų. Statybų sektorius, atsižvelgiant į didėjančią aplinkos taršą, yra skatinamas vis daugiau dėmesio skirti aplinkos ekologijai, statybose naudoti tokias medžiagas ir technologijas, kurios minimaliai veiktų žmogų ir aplinką bei mažintų aplinkos taršą.

Statybos sektoriuje aplinkos taršą ir energijos suvartojimą galima suvaldyti orientuojantis į lengvųjų pastatų statybą ir vadovaujantis darniosios statybos principais, kurių tikslas yra tarpusavyje suderinti technologijų inovacijas, naujas medžiagas ir energijos išteklių vartojimą. Atsižvelgiant į šį faktorių, statybos sektorius pamažu artėja prie lengvųjų pastatų statybos, nes vis dažniau statybose, vietoj sunkių, masyvių konstrukcijų, naudojamos naujos, paprastesnės, lengvesnės medžiagos ar konstrukcijos, tokios kaip įvairios lengvosios surenkamosios perdangos, liktiniai klojiniai, įvairios lengvosios sienų ir stogų konstrukcijos, lengvieji blokeliai, stogo ir sienų skydai iš šiaudų ar kitų medžiagų, kompozicinės medžiagos ir t. t. Tokių medžiagų naudojimas atpigina statybą. Naudojant šias medžiagas ar konstrukcijas, darbai atliekami greičiau, jų surinkimui ir montavimui nereikalinga sunkioji technika. Visa tai ne tik atpigina statybą, bet ir sumažina aplinkos taršą, nes modernių medžiagų ir konstrukcijų gamybai sunaudojama mažiau energijos, lengvesnėms konstrukcijoms montuoti nebereikia tiek daug sunkiosios technikos, jas transportuoti yra paprasčiau, tai sumažina į aplinką išmetamų kenksmingų medžiagų kiekius.

Atsižvelgiant į statybos poreikį keistis, mokslininkai medžiagoms tobulinti ir naujoms medžiagoms kurti skiria daug laiko ir dėmesio. Tobulėjat medžiagoms, kuriantis naujoms konstrukcijoms, aktualu tampa žinoti apie naujosios techninės pažangos statyboje tendencijas.

Šio darbo mokslinė problema. Naujosios techninės pažangos statyboje tendencijos – tai surenkamųjų gelžbetoninių, metalinių bei kitų konstrukcijų masės mažėjimas, kuris atpigina pačias konstrukcijas, sumažina jų montavimo kainą, leidžia išplėsti pastatų vidines erdves. Konstrukcijų masė gali būti mažinama įvairiais būdais, pvz., formuojant azūrinės gelžbetonio konstrukcijas, keičiant metalinių konstrukcijų profilius, projektuojant kombinuotas konstrukcijas, naudojant jų gamyboje armuotus plastikus, tačiau nėra aišku, kokie būdai yra racionaliausi ir duoda didžiausią ekonominį efektą.

Darbo tikslas – išanalizuoti lengvasias konstrukcijas, skirtingų lengvųjų konstrukcijų pastatus, palyginti jų statybos technologijas ir nustatyti racionaliausią lengvųjų konstrukcijų pastato tipą bei šio pastato statybos technologiją.

Darbo uždaviniai:

1. atlikti literatūros analizę pasirinkta tema;
2. atlikti lengvųjų medžiagų, lengvųjų konstrukcijų ir lengvųjų pastatų apžvalgą ir analizę;
3. išanalizuoti konkrečių lengvųjų konstrukcijų pastatų statybos galimybes;
4. pasirinkti vertinimo kriterijus racionaliausiam lengvųjų konstrukcijų pastatui nustatyti;
5. pasirinkti ir pritaikyti racionalius tyrimų metodus;
6. apibendrinti gautus rezultatus.

Baigiamojo projekto rezultatas: mokslinių tyrimų pagrindu nustatytas optimalus lengvojo pastato statybos konstrukcinis – technologinis variantas ir pateikta jo įrengimo technologija.

1. Mokslinės literatūros darbo tematika apžvalga

Pastatų statyba yra labai sena žmonių veikla, kuri prasidėjo kai klajojantiems žmonėms atsirado poreikis apsisaugoti nuo įvairių klimatinių sąlygų. Pirmieji klajojančių žmonių statomi pastatai (būstinės) buvo labai paprasti ir statomi iš paprastų, po ranka randamų medžiagų. Tokie pastatai stovėdavo vos kelias dienas ar mėnesius. Jie buvo statomi iš neilgaamžių, greitai gendančių medžiagų, tokių kaip medžio šakos, lapai, kailiai, akmenys. Didelį postūmį tobulinti pastatus ir jų statybos technologijas suteikė žemės ūkio revoliucija, kai žmonės nusprendė nebeklajoti ir apsistoti vienoje vietoje. Sėslus gyvenimo būdas nulėmė tai, kad žmonėms kilo poreikis pasistatyti ilgaamžį, patvarų ir saugų būstą. Dėl šių priežasčių buvo pradėtos naudoti ilgiau išsilaikančios medžiagos, tokios kaip molis, akmuo, mediena. Laikui bėgant, pradėjus kurtis didesnėms gyvenvietėms, atsirado naujos statybinės medžiagos, tokios kaip plytos, betonai, metalai. Vėlesniais laikotarpiais plastikai ir stiklas. Šių medžiagų atsiradimas suteikė galimybę statyti ilgaamžius, įvairių formų ir konstrukcijų statinius.

Pastatų statybos istoriją, raidą, technologijas ir evoliuciją plačiai išnagrinėjo Alfredas Swensonas ir Poa-Chi Changas. Šie autoriai savo straipsnyje [1] išsamiai analizavo pastatų ir jų statybai panaudotų medžiagų vystymąsi nuo ankstyvųjų laikų iki šių dienų. Straipsnyje plačiai apžvelgiamos skirtingiems amžiams būdingos pastatų formos, pagrindinės medžiagos, konstrukcijos, aprašomos visos priežastys, kodėl ir kaip keitėsi statomi pastatai, jų statybai naudojamos medžiagos, konstrukcijos bei statybos technologijos. Autorių straipsnyje taip pat atkreipiamas dėmesys į tai, kaip efektyviai buvo panaudojamos to laikmečio medžiagos.

Ilgus metus statybose buvo naudojamos sunkios ir sudėtingos konstrukcijos, kurių gamybai buvo sunaudojama daug energijos, o jų montavimui naudojama įvairi sunkioji technika, kuri į aplinką išmeta daug teršalų. Šiuo metu, siekiant sumažinti aplinkos taršą ir orientuotis į tvarių gamtos išteklių panaudojimą, projektuojami ir statomi pastatai turi atitikti esminius statinio reikalavimus. Statinių projektavimui ir statybai keliamus reikalavimus nusako Aplinkos ministerijos patvirtinti septyni esminiai statinio reikalavimai. Vienas iš esminių statinio reikalavimų [2], kurio pavadinimas yra „Tvirių gamtos išteklių naudojimas“ nusako, kad statiniai turi būti projektuojami, statomi ir griunami taip, kad būtų tvariai naudojami gamtiniai išteklių ir ypač užtikrinamas statinių, jų medžiagų ir dalių pakartotinis naudojimas arba perdirbimo po nugriovimo galimybė, statinių ilgaamžiškumas, statinių skirtų aplinkai nežalingų žaliavų ir antrinių žaliavų naudojimas.

Vis dažniau statybų sektoriuje naudojamos ne tik tradicinės medžiagos, tokios kaip betonai, plienas, gelžbetonis, bet vis plačiau pradedamos naudoti inovatyvios statybinės medžiagos. Apie tokias medžiagas straipsnyje [3] kalba akredituotam ir daugybę tyrimų atliekančiam Kauno technologijos universiteto Statybinių medžiagų ir konstrukcijų tyrimų centrui vadovaujantis mokslininkas Ernestas Ivanauskas. Jo teigimu, šiandieninis statybų sektorius neapsieina be mokslo pažangos, kasmet statybų

sektoriuje atsiranda naujų ar patobulintų statybinių medžiagų ar konstrukcijų. Mokslininko manymu aktualu statybose pradėti naudoti ne tik gerai žinomas statybines medžiagas, bet ir tokias, kurios gaminamos iš atsinaujinančių šaltinių ar antrinių žaliavų, pavyzdžiui, vietoj įprastinės armatūros naudoti polimerinę kompozicinę armatūrą, vietoj polistireninio putplasčio ar mineralinės vatos, naudoti medienos ir kanapių pluošto plokštes stogams ar sienoms, patobulintas akmens masės pluošto vertikaliai orientuotas plokštes požeminiams garažams ir nešildomoms patalpoms iš vidaus šiltinti, pūsto stiklo granules, kurios naudojamos aliuminio profiliuočiuose, kad būtų padidinta priešgaisrinė sauga, vietoj įprastinių lengvojo betono blokelių naudoti ekologiškus kanapių blokelių ir t. t. [3].

Žurnale „Structum“ (2014) publikuotame straipsnyje [4] žurnalistė Rūta Stalioraitytė aprašo interviu, imtą iš VGTU Statybinių medžiagų katedros profesoriaus Albino Gailiaus. Profesoriaus teigimu, šiuolaikinėje statyboje būtina naudoti tokias technologijas ir medžiagas, kurios minimaliai galėtų paveikti žmogų ir aplinką. Šiame straipsnyje aptariama, kokios statybinės medžiagos ir konstrukcijos vis dažniau yra naudojamos statyboje, kokios medžiagos ir sprendiniai gali pakeisti įprastai naudojamas medžiagas ir technologijas, kas gali lemti technologinį žingsnį į priekį statyboje. Straipsnyje rašoma, kad, pasak A. Gailiaus, statybose vis dažniau naudojamos kompozicinės medžiagos ir konstrukcijos, įvairūs kompozitai su porėtais mineraliniais arba organiniais intarpais, sluoksniuotosios konstrukcijos ir t. t. Naudojant tokias medžiagas siekiama lengvinti konstrukcijas ir orientuotis į lengvųjų pastatų statybą.

Siekiant didinti statybos efektyvumą ir įprastinę statybą perorientuoti į lengvųjų pastatų statybą, labai daug dėmesio turi būti skiriama naujų, lengvų statybinių medžiagų ir konstrukcijų kūrimui ir gamybai. Tokios medžiagos ir konstrukcijos padėtų atpiginti statybą, sutaupyti pinigų medžiagoms, montavimo darbams ir transportavimui. Apie tokias medžiagas savo knygoje [5] rašo Gediminas Marčiulaitis ir Juozas Valivonis. Autoriai knygoje teigia, kad naujos statybinės medžiagos ir konstrukcijos turi pasižymėti geromis fizikinėmis-mechaninėmis savybėmis, turėti kuo mažesnę šiluminį laidumą ir būti pagamintos su mažiausiomis žaliavų ir energijos sąnaudomis. Autoriai teigia, kad efektyviausios konstrukcijos yra kompozitinės – sudarytos iš kelių sluoksnių. Derinant įvairius sluoksnius tarpusavyje, galima gauti norimos stiprumo ir šiluminių savybių įvairias konstrukcijas. Sluoksniuotos konstrukcijos žymiai palengvina statybos procesą. Labiausiai žinoma lengvoji sluoksniuota statybinė konstrukcija yra daugiasluoksnė plokštė, kuri yra labai dažnai naudojama statant įvairius statinius.

Apie įvairiais kompozicines medžiagas taip pat rašoma Olgos Kizinievič ir Ramunės Žurauskienės knygoje „Inovatyvios polimerinės statybinės medžiagos ir dirbiniai“ [6]. Šioje knygoje kalbama apie polimerines medžiagas ir šių medžiagų panaudojimą kuriant įvairias kompozicines polimerines medžiagas, tokias kaip daugiasluoksnės plokštės, gaminius iš medienos ir plastiko kompozitų, gaminius armuotus stiklo pluoštu. Knygoje rašoma, kad naudojant kompozicines

medžiagas ir konstrukcijas, galima padidinti gaminių stiprį, sumažinti konstrukcijų svorį, skerspjūvį užtikrinti konstrukcijų ilgaamžiškumą ir t. t. Pasak autorių, šių medžiagų naudojimo statybose didžiausias pranašumas yra labai palankus jų svorio ir sąlyginio standumo ar stiprio santykis, kuris gali sumažinti energijos sąnaudas medžiagų ir konstrukcijų gamybai, transportavimui ir montavimui bei palengvinti statybines medžiagas ir konstrukcijas.

Apie kompozitines medžiagas ir jų panaudojimą taip pat rašoma Albino Gailiaus knygoje „Kompozicinės medžiagos ir dirbiniai energetiškai efektyvių pastatų statybai“ [7]. Šioje knygoje aprašytos naujos statybinės medžiagos ir dirbiniai, pasižymintys geromis mechaninėmis, šilumos, garso izoliavimo ir t. t. savybėmis. Knygoje aprašomas kompozicinių medžiagų klasifikavimas, struktūra, jų panaudojimas šiuolaikinėje statyboje. Be to, šioje knygoje išsamiai nagrinėjamos Lietuvoje gaminamos ir naudojamos kompozicinės medžiagos, pateikiama jų kūrimo istorija, šiuolaikiškos gamybos technologijos.

Svarbų žingsnį, tiriant tradicinių konstrukcijų palengvinimo galimybes, padarė Vilniaus Gedimino technikos universiteto Statybos fakulteto mokslininkai. Šie mokslininkai sukūrė ir patentavo technologiją, kuri palengvina statybose plačiai naudojamas gelžbetonines konstrukcijas, gerina jų kokybę, sumažina medžiagų bei darbo sąnaudas, taip pat, prisideda prie ekologinių problemų sprendimo. Apie šią technologiją rašoma straipsnyje [8]. Technologijos esmė – statinių perdangose įklojami geometrinius kubus primenantys įdėklai. Apskaičiuota, kad tokie intarpai gali sumažinti betono sąnaudas iki 40 proc. Betono kiekio mažinimas naudojant tuščiavidurius įvairių formų įdėklus – inovacija, kuri pamažu veržiasi į statybos sektorių. Šis išradimas atpigina ir palengvina pastato konstrukcijas bei sustiprina garso izoliaciją.

Taip pat, prie konstrukcijų lengvinimo prisideda ir dar viena medžiaga, kuri pradėta naudoti konstrukcijų lengvinimui ir ilgaamžiškumui užtikrinti. Tai yra stiklo – bazalto pluošto kompozicinė armatūra. Ši armatūra, kaip rašoma straipsnyje [9] pastaraisiais metais vis dažniau yra naudojama statybose, nes turi labai daug pranašumo: armatūra yra atspari korozijai, todėl ją galima naudoti kur drėgna, ji taip pat yra atspari cheminiam poveikiui, todėl gali būti naudojama agresyvioje aplinkoje. Šios armatūros atsparumas tempimui yra kelis kartus didesnis nei metalo ir tai leidžia tam tikromis sąlygomis naudoti mažesnio skersmens armatūrą. Ši medžiaga yra puikus šilumos izoliatorius, todėl padeda išvengti šalčio tiltelių. Brangstant metalams, stiklo pluošto arba bazalto pluošto armatūros gamybos medžiagos pinga, taip mažėja statybos savikaina neprarandant konstrukcijų patikimumo, mažesnis armatūros svoris sumažina vežimo išlaidas, taip pat lengviau montuoti armatūros tinklą ir tūrines konstrukcijas, tokia armatūra tinka sąlygose kai pastatas veikiamas radiobangų, statinių laukų, nes nėra laidus elektrai, neturi magnetizmo. Stiklo – bazalto armatūra yra naudojama armuojant pamatus ar kitas konstrukcijas, armuojant grindis, mūrinių sienų armavimui ir t. t. Šios armatūros naudojimas palengvina įprastines konstrukcijas ir lengvina statybą [9].

Dar viena inovatyvi medžiaga pradėta plačiai naudoti statyboje, vietoj tradicinių sunkių konstrukcijų, yra plėvelė. Straipsnyje [10] Kauno technologijos universiteto Architektūros ir statybos instituto (KTU ASI) Kompozicinių ir apdailos medžiagų laboratorijos mokslininkės dr. Milda Jucienė, dr. Virginija Sacevičienė ir dr. Vaida Dobilaitė teigia, kad plėvelės yra lanksčios, pasižymi puikiomis mechaninėmis savybėmis, yra atsparios ugniai ir UV spinduliuotei, nepraleidžia triukšmo, šių plėvelių skaidrumas kinta plačiose ribose: poliesterinis audinys su fluorpolimero danga praleidžia 5 - 15 proc., o 0,05 - 0,25 mm storio etiltetrafluoretileno plėvelė - iki 90 proc. matomos šviesos. Plėvelių panaudojimo spektras labai platus. Plėvelės vis dažniau naudojamos dengti įvairias terasas, lauko pavėsines, stogines, įvairius stogelius, paviljonus skirtus prekybai, parodoms, ekspozicijoms ir t. t. Naudojant šias medžiagas Didžiojoje Britanijoje jau pastatytos didžiausios pasaulyje oranžerijos.

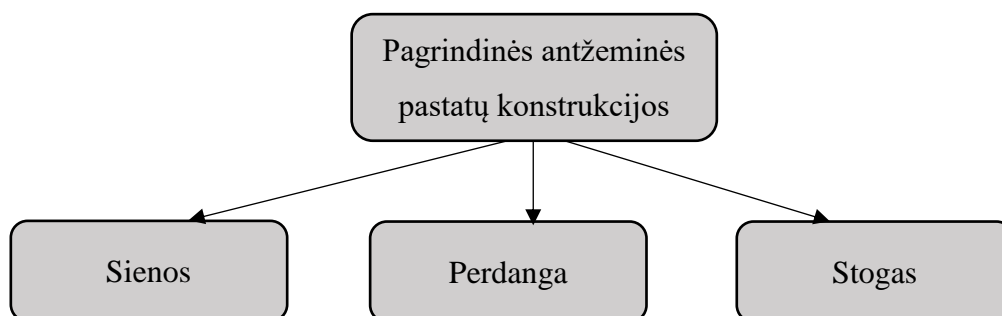
2. Lengvųjų konstrukcijų pastatų statybai naudojamų medžiagų ir technologijų analizė

Analizuojant pastatų statybą galima išskirti tris pagrindines antžemines pastatų konstrukcijas, t. y. sienas, perdangą ir stogą. Būtent šių konstrukcijų kai kurias įrengimo technologijas ir medžiagas apžvelgsime šiame baigiamojo projekto skyriuje.

Šiame skyriuje, atsižvelgiant į tai, kad vis daugiau dėmesio statyboje skiriama ekologijai, taršos mažinimui, gamtos išteklių tausojimui, siekiama mažinti sunkiosios technikos naudojimą ir kuo paprasčiau bei greičiau statyti pastatus, aptariamoms lengvųjų konstrukcijų pastatų statybai naudojamos medžiagos ir technologijos.

Pastatų statybos, naudojant lengvasias medžiagas ir konstrukcijas, technologiniai pranašumai lyginant su įprastinėmis technologijomis yra šie:

- greitas įrengimas;
- montavimo paprastumas;
- nereikalinga sunkioji technika;
- aukštesnis darbų saugos lygis;
- minimalus mechanizmų poreikis.



2.1 pav. Pagrindinės pastatų antžeminės konstrukcijos

2.1. Lengvųjų sienų įrengimui naudojamos medžiagos ir technologijos

Šiuo metu Lietuvoje labiausiai žinomos ir plačiausiai naudojamos medžiagos lengvųjų sienų įrengimui yra dujų silikato ir keramzito blokeliai.

Dujų silikato blokeliai [11]. Dujų silikato blokeliai yra vieni iš populiariausių blokelių Lietuvoje, nes yra lengvi, nekenksmingi žmonėms ir aplinkai, gaminami iš natūralių medžiagų, tokių kaip kalkės, smėlis, vanduo ir aliuminio pasta. Šie blokeliai, nors yra masyvūs, yra labai lengvi ir tvirti. Taip pat, jie yra ekologiški ir pagal ekologiškumą užima antrą vietą po medienos. Dujų silikato blokeliai, lyginant su kitomis blokelių rūšimis, turi daug privalumų: yra nedegūs, pasižymi gera šilumos akumuliacija, nespinduliuoja kenksmingų junginių, turi didžiausius šiluminės varžos parametrus lyginant su kitų rūšių blokeliais.

Pastatų sienos, naudojant dujų silikato blokelių, yra įrengiamos labai paprastai, tam reikia tik blokelių ir klijų. Dėl dujų silikato blokelių matmenų tikslumo, jie yra lengvai mūrijami naudojant klijus, dėl kurių plono sluoksnio siūlės tarp blokelių būna labai plonos ir neleidžia susidaryti šalčio tilteliams. Dėl šių priežasčių, iš dujų silikato blokelių įrengtos, sienos yra labai šiltos, todėl naudojant šiuos blokelių yra nesunku pasiekti pastatų A energetinę klasę, nes pakanka kur kas mažesnio apšiltinimo sluoksnio lyginant su kitomis blokelių rūšimis.



2.2 pav. a – dujų silikato blokeliai [11]; b – namo sienos iš dujų silikato blokelių [11]

Keramzito blokeliai [12]. Keramzito blokeliai yra dar viena plačiai Lietuvoje naudojama lengvoji medžiaga, kuri yra naudojama lengvųjų sienų įrengimui. Šie blokeliai yra gaminami vibracinio presavimo būdu naudojant cementą, vandenį ir keramzitą (keramzitas yra aukštoje temperatūroje deginamos molio granulės, kurias iš išorės sudaro kietas lukštas, o viduje yra porėta struktūra).

Keramzito blokeliai yra ekologiški, tikslių matmenų, tvirti, lengvi, labai gerai išsaugo šilumą, juose nesiveisia graužikai, labai gerai izoluoja ir slopina garsą, nekaupia savyje drėgmės, gerai džiūsta, yra atsparūs šalčiui, drėgmei, pasižymi labai geromis termoizoliacinėmis savybėmis, puikiai atlaiko atšiaurias klimato sąlygas bei nepūva ir nepelija. Šie blokeliai puikiai tinka, kai reikia mūryti atsparumu karščiui pasižyminčius objektus.

Keramzito blokeliai yra paprastai mūrijami panaudojant specialius klijus, lengvai apdirbami ir tinkuojami, todėl naudojant šiuos blokelių pastatų sienos yra greitai ir nesudėtingai mūrijamos. Dažniausiai šie blokeliai naudojami pastatų nuo vieno iki trijų aukštų nešančioms lauko sienoms, mažaaukščių namų cokoliui ir pamatams, vidaus pertvaroms bei renovuojant pastatus, kai reikalinga lengva ir stipri medžiaga.



2.3 pav. a – keramzito blokeliai [12]; b – namo sienos iš keramzito blokelių [12]

Be dujų silikato ir keramzito blokelių yra ir daugiau lengvųjų medžiagų, kurias naudojant gali būti įrengiamos lengvos pastatų sienos. Tai gali būti „SIP“ ar šiaudų skydai, kanapių blokeliai, dujų silikato moduliai, įvairios daugiasluoksnės sienų plokštės ar mediniai skydai su mineralinės vatos užpildu ir t. t.

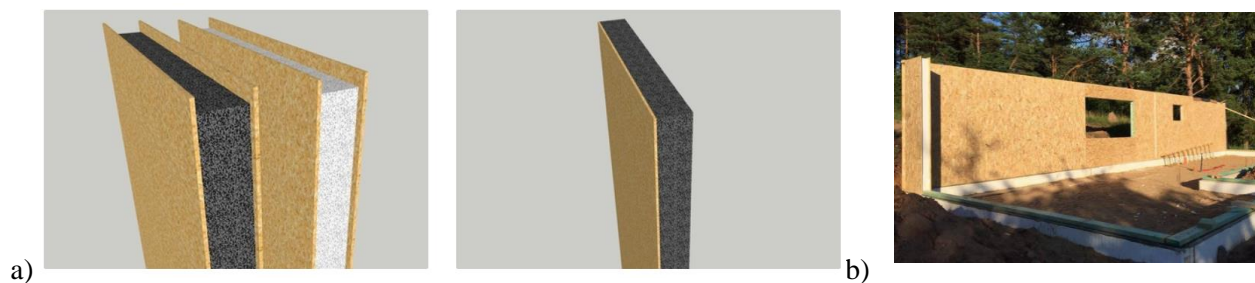
„SIP“ skydai [13]. „SIP“ skydai yra struktūrinės izoliacinės plokštės, kurias sudaro trys sluoksniai – dvi tvirtos orientuotų skiedrų plokštės (OSB) ir tarp jų įklijuotas baltas polistireninis putplastis (EPS) arba pilkas neoporas (NEO). „SIP“ skydai – tai vis dažniau Lietuvoje naudojama, ypatingai tvirta, lengvųjų sienų įrengimo technologija. Šie skydai yra skirti individualių namų, daugiabučių, komercinių pastatų, visuomeninių pastatų, vasarnamių, garažų sienoms pertvaros, perdangoms, grindims ir stogui įrengti. „SIP“ skydai pasižymi išskirtiniu patvarumu, lengvumu, labai geromis garso ir šilumos izoliacinėmis savybėmis bei beveik neįgeria drėgmės.

Statant namus iš „SIP“ skydų, sienų skydai pagal užsakovo pateiktą projektą yra gaminami gamykloje ir statybos aikštelėje yra tik surenkami. Jų surinkimui naudojami mediniai tašai arba dvitėjinės medinės sijos. Skydų tarpusavio sutvirtinimui naudojami klėjai ir medsraigčiai.

Naudojant šiuos skydus statybos darbai gali būti vykdomi bet kuriuo metų laiku. Dėl skydų nedidelio svorio pagal „SIP“ technologiją statomam namui yra nereikalingi galingi pamatai. Skydai yra ganėtinai lengvi, du žmonės gali lengvai pakelti skydus, todėl jie yra lengvai pakraunami ir transportuojami. Jų pakrovimui ir montavimui nereikalinga sunki, galinga technika.

Iš šių skydų pastatyti namai yra ekologiškesni nei betono ar plytų. Naudojant šiuos skydus nesunku pasiekti A, A+, A++ energinio efektyvumo klases. Statant energetiškai efektyvius A+ ir A++ klases namus, išorinės namo sienos turi būti papildomai apšiltintos.

„SIP“ skydai gali būti nuo 625mm iki 1250mm pločio ir iki 3000mm aukščio, storis iki 424mm pločio. Namų, pastatytų iš „SIP“ konstrukcijų, paviršiai yra lygūs todėl vidinių ir išorinių paviršių apdailai gali būti naudojamos įvairios medžiagos.



2.4 pav. a – „SIP“ skydai ir papildomo apšiltinimo plokštė [13]; b – namo sienos iš „SIP“ skydų [13]

Šiaudų skydai [14]. Šiaudų skydai šiuo metu Lietuvoje yra bene ekologiškiausia sienų įrengimui naudojama medžiaga, kuri yra gaminama iš dvigubo medienos karkaso į kurį yra įpresuojami šiaudai (skydų gamyboje naudojami iki 15 procentų drėgmės turintys šiaudai). Šiaudų skydai yra gaminami

gamykloje pagal užsakovo pateiktą projektą. Pagaminti šiaudų skydai sudaro laikančiąją pastato konstrukciją ir gali būti naudojami gyvenamųjų namų bei nedidelių visuomeninių pastatų (vieno ar kelių aukštų) statyboje. Naudojant šiuos skydus šiluminė izoliacija kiekviename namo kampelyje yra vienoda.

Šiaudiniai namai, lyginant su kitų tipų namais, turi daug privalumų ir nenusileidžia tradicinei statybai. Pagrindinis šiaudų skydų privalumas yra tai, kad šie skydai yra labai greitai montuojami statybų aikštelėje panaudojant medsraigčius ir paprastus suktuvus. Paprastai apie 100 m² sienų plotą keturi darbuotojai gali sumontuoti per 1-2 dienas.

Kadangi skydai yra lengvi, jų svoris svyruoja nuo 20 iki 200 kg, todėl juos galima kelti rankomis arba naudojant paprastus keltuvus, jų kėlimui nėra reikalinga jokia sunkioji technika.



2.5 pav. Namų sienos iš šiaudų skydų [14]

Kanapių blokeliai [15]. Kanapių blokeliai yra energiją taupantis ir natūralus statybinis produktas, kuris gaminamas iš kanapių ir kalkakmenio. Šie blokeliai yra lengvi, mažo tankio, atsparūs ugniai, pasižymi geromis šiluminėmis ir garso izoliacinėmis savybėmis, todėl ypač tinka gyvenamųjų pastatų statybai.

Kanapių blokai yra lengvai apdirbami, todėl tai architektams leidžia kurti sudėtingesnę namo dizainą. Šie blokeliai gali būti naudojami kartu su karkasine sistema arba atskirai, atsižvelgiant į projekto sudėtingumą. Naudojant šiuos blokelius sienų konstrukcija tampa lengvesnė nei tradicinė, todėl pastatui reikalingi paprastesni pamatai, tai atpigina statybą. Kanapių blokeliai yra mūrijami taip pat kaip ir įprastiniai blokeliai panaudojant specialius klijus.



2.6 pav. a – kanapių blokeliai [15]; b – namų sienos iš kanapių blokelių [15]

„AIRCRETE“ dujų silikato moduliai [16]. Dujų silikato moduliai yra gaminami iš tokių paprastų medžiagų kaip smėlis, kalkės, cementas ir vanduo. Šie moduliai yra puikus sprendimas statant gyvenamuosius, komercinius ar pramoninius pastatus, kai reikalinga patikima, ilgaamžė ir greitai įrengiama sienų konstrukcija.

Moduliai pasižymi geromis šiluminėmis savybėmis ir atsparumu ugniai. Dujų silikato moduliai yra lengvai apdirbami, todėl gali būti lengvai pritaikomi atsižvelgiant į reikiamus modulių matmenis ir pageidaujamą formą. Moduliai yra itin lengvi, lyginant su tradiciniais betoniniais moduliais, todėl yra paprastai transportuojami, leidžia supaprastinti statybos procesą, greičiau atlikti statybos darbus, mažinti darbuotojų poreikį, trumpinti statybos trukmę, lengvinti pamatus. Tikslūs modulių matmenys užtikrina lengvą statybą.

Dujų silikato moduliai montuojami naudojant nesudėtingas kėlimo priemones, moduliai tarpusavyje sujungiami suklijuojant specialiais klijais.



2.7 pav. a – dujų silikato moduliai [16]; b – namo sienos iš dujų silikato modulių [16]

„Thermosteel“ sienų plokštės [17]. „Thermosteel“ sienų plokštės, tai lengvos, stiprios, energiją taupančios, izoliuotos sudėtinės konstrukcinės plokštės, kurios yra pagamintos taip, kad būtų greitai ir paprastai sumontuotos panaudojant paprastus suktuvus ir sraigtnius varžtus. Šios plokštės gaminamos iš plieno profilių ir putų polistirolo, ir yra sukurtos taip, kad galėtų atlaikyti dideles apkrovas. „Thermosteel“ sienų plokštės yra pilnai pagaminamos gamykloje ir atvežus jas į statybvietę belieka tik sumontuoti.

„Thermosteel“ plokštės pasižymi dideliu atsparumu ugniai, pelėsiams ir įvairiems vabzdžiams. Pagrindiniai jų privalumai yra didelis šiluminis efektyvumas, dėl ko žymiai sumažėja komunalinių paslaugų sąnaudos, greitas montavimas, didelis atsparumas vėjui, labai nedidelis atliekų kiekis montavimo metu, išskirtinis stiprumas.

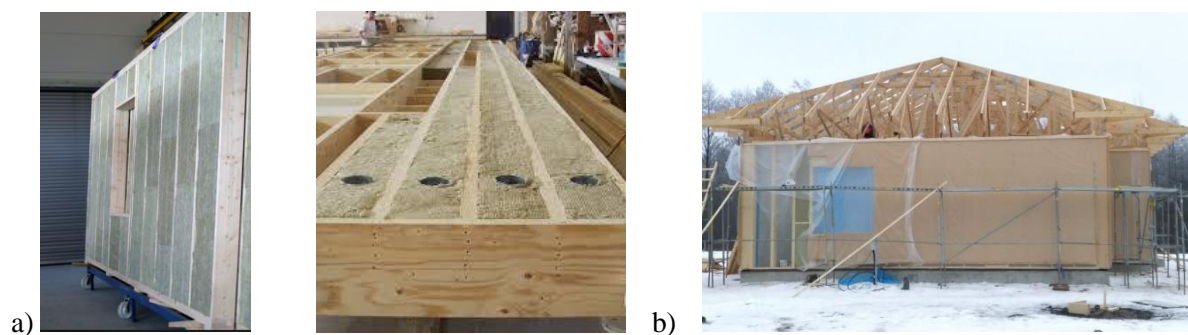
„Thermosteel“ plokštės yra puiki statybinė medžiaga leidžianti statyti lengvesnius ir pigesnius pastatus lyginant su tradiciniais statybos metodais, nes ši sistema nereikalauja sunkių kėlimo priemonių ar aukštos darbininkų kvalifikacijos atliekant darbus. Šios sienų plokštės, lyginant su tradiciškai izoliuotomis sienomis, sumažina energijos sąnaudas iki 70 %.



2.8 pav. a – „Thermosteel“ sienų plokštė [17]; b – namo sienos iš „Thermosteel“ sienų plokščių [17]

Skydai su mineralinės vatos užpildu [18]. Skydus su mineralinės vatos užpildu sudaro laikančioji konstrukcija, kuri dažniausiai yra gaminama iš obliuotos eglės medienos ir mineralinės vatos užpildas. Visi namo skydai gaminami gamykloje taip apsaugant medžiagas nuo aplinkos poveikio bei sudarant galimybę įvairių programų pagalba išspręsti visus sudėtingus architektūrinius ir konstrukcinius sprendinius, užtikrinti pastato sandarumą ir tvirtumą. Gamykloje pagamintus skydus statybos aikštelėje belieka tik surinkti į vienalytį pastatą panaudojant paprastus suktuvus ir medsraigčius.

Skydinių namų statyba, lyginant su kitais statybos būdais, turi daug privalumų: skydinio namo statyba trunka vos kelis mėnesius, šiuos namus galima gaminti ir surinkti bet kuriuo metų laiku, šiems namams nereikia masyvių pamatų, tai savaime atpigina statybą ir sutrumpina statybos laiką. Skydiniai namai pasižymi labai geromis garso ir šilumos izoliacinėmis savybėmis, todėl skydinių namų šildymui reikia mažiau sąnaudų lyginant su mūriniais namais.



2.9 pav. a – skydai su mineralinės vatos užpildu [18]; b – namo sienos iš skydų su mineralinės vatos užpildu [18]

2.2. Lengvosios perdangos įrengimui naudojamos medžiagos ir technologijos

Lengvosios perdangos gali būti įrengiamos naudojant įvairias lengvasias medžiagas ir technologijas. Baigiamajame projekte analizuojamos aštuonios perdangų įrengimo technologijos, tokios kaip „TERIVA“ surenkamų betoninių blokelių perdanga, „Heluz“ surenkamų keraminių blokelių perdanga, perdangos įrengimas betonavimo metu panaudojant įdėklus bei polipropileno

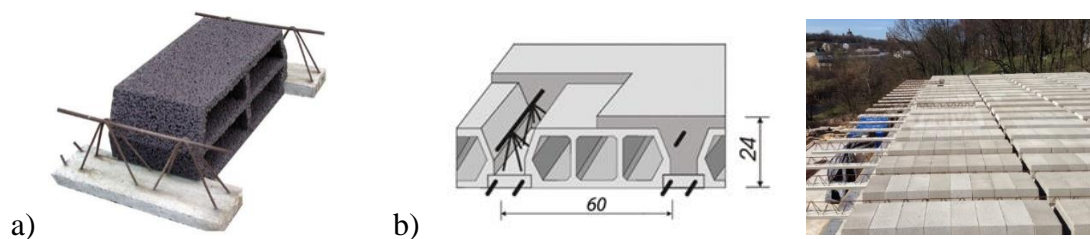
liktinius klojinius, medines dvitėjines sijas, „EUROMA2“, „Durisol“, „SALOFON“ perdangos sistema ar „Thermo“ polistirenines tarpaukštines perdengimo plokštes.

„TERIVA“ surenkamų betoninių blokelių perdanga [19]. „TERIVA“ surenkamą lengvą perdangą sudaro lengvos gelžbetonio sijos su erdvine plieno santvara ir tuščiaviduriai betoniniai blokeliai. Šios perdangos elementai yra lengvi, todėl dažniausiai pernešami ir montuojami rankomis, jų kėlimui nereikalinga jokia sunkioji technika, atskirais atvejais gali būti reikalingi tik paprasti keltuvai.

Ši perdanga yra labai paprastai įrengiama – pirmiausia yra sumontuojamos sijos, po to dedami tuščiaviduriai perdangos blokeliai, perdanga armuojama ir galiausiai liejamas betono sluoksnis. Montavimo metu sijos turi būti paramstomos atramomis, kad betonavimo metu neišlinktų.

„TERIVA“ perdangos konstrukcija, lyginant su gelžbetonine ar medine perdanga, yra lengvesnė, šios perdangos įrengimui nereikia klojinių, reikalingas mažesnis betono ir armatūros kiekis, ši perdanga greičiau ir paprasčiau įrengiama, ji pasižymi geresne garso ir šilumos izoliacija, naudojant šią perdangą galima perdengti didesnius tarpatramius.

„TERIVA“ perdangą patogiu naudoti objektuose, kur nėra galimybės įvažiuoti kranams, nes šios perdangos elementų montavimas vykdomas rankomis, be kranų pagalbos. Ši perdanga gali būti naudojama tiek gyvenamųjų, tiek negyvenamųjų namų perdangos įrengimui. „TERIVA“ perdanga gali atlaikyti apkrovas nuo 4 iki 9,4 kN/m².



2.10 pav. a – „TERIVA“ perdangos blokelis su sijomis [19] ; b – „TERIVA“ surenkama perdanga ir jos elementai [19]

„Heluz“ surenkama keraminių blokelių perdanga [20]. „Heluz“ perdanga, tai iš keraminių blokelių surenkama perdanga. „Heluz“ perdangos sistemą sudaro du elementai – tam tikru atstumu išdėstytos gelžbetoninės sijos ir tuščiaviduriai keraminiai blokeliai. Naudojant šią perdangą gali būti įrengiamos perdangos įvairių formų ir architektūrinių sprendimų namams.

„Heluz“ perdanga yra labai paprastai surenkama – pirmiausia yra sumontuojamos sijos, sudedami keraminiai blokeliai, įrengiamas perdangos sijų išramstymas, perdanga armuojama ir galiausiai betonuojama. Kadangi tuščiaviduriai keraminiai blokeliai gerai izoluoja garsą, tai dėl to perdangos užliejimui yra naudojamas mažesnis betono sluoksnis ir papildomai nereikia naudoti garsą izoliuojančių medžiagų.

Pagrindinis šios perdangos privalumas yra nedidelis jos svoris (1 m² perdangos sveria apie 75-120 kg). Antras labai svarbus privalumas yra tai, kad ši perdanga yra labai paprastai ir greitai montuojama. Trys žmonės per dieną surenka apie 100 m² perdangos. Šios perdangos montavimui nėra reikalingi klojiniai ar kranas, todėl taip yra sutaupomi pinigai ir laikas.



2.11 pav. „Heluz“ surenkama keraminių blokelių perdanga [20]

Betonavimo įdėklai [21]. Perdangos įrengimas naudojant įdėklus, tai patobulintas tradicinis monolitinės perdangos įrengimo būdas, kai siekiant sumažinti sunaudojamo betono kiekį ir palengvinti gelžbetonines konstrukcijas yra naudojami įvairūs įdėklai. Šių įdėklų pagalba gerinama konstrukcijų kokybė, sumažinamos medžiagų ir darbo sąnaudos, palengvinama konstrukcija bei sustiprinama garso izoliacija.

Šie įdėklai gali būti naudojami tiek gyvenamųjų, tiek visuomeninių pastatų perdangų įrengimui. Naudojant šiuos įdėklus perdanga įrengiama taip pat kaip ir tradicinė betoninė perdanga, tik papildomai įklojami įdėklai, kurie gali sumažinti betono sąnaudas net iki 40 procentų.

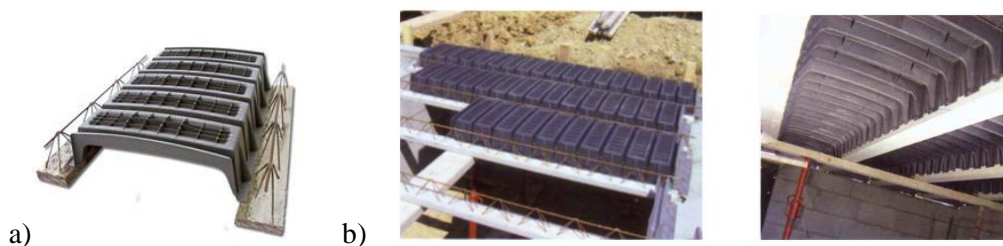


2.12 pav. Betonavimas panaudojant įdėklus [21]

Polipropileno liktiniai klojiniai [22]. Polipropileno klojiniai, tai liktiniai klojiniai, kurie kartu su perdangos sijomis padeda greitai ir nesunkiai įrengti lengvą perdangą. Ši sistema puikiai gali pakeisti tradicinius perdangos įrengimo būdus, nes tai yra patogi ir greitai surenkama sistema, kuri leidžia sukurti gerų eksploatacinių savybių lengvą perdangą.

Šios perdangos įrengimas yra labai paprastas, tarp įrengtų lakančių sijų yra klojami polipropileno klojiniai, kurie yra sujungiami vienas su kitu ir pritvirtinami prie sijų. Šie klojiniai yra saugūs ir juos pritvirtinus darbininkai gali laisvai vaikščioti ant jų, nes jie laisvai išlaiko darbininkų ir betono svorį. Kai visi klojiniai sumontuojami, ant jų tiesiamas armavimo tinklas, jeigu reikia įrengiama garo ir šiluminė izoliacija ir perdanga užbetonuojama.

Dėl klojinių lengvumo, juos paprasta montuoti ir perkelti, todėl taip palengvėja darbininkų darbas ir sutaupomi darbo jėgos kaštai. Trijų žmonių komanda per dieną gali įrengti iki 200 m² perdangos klojinių.



2.13 pav. a – liktiniai polipropileno klojiniai su gelžbetoninėmis sijomis [22]; b – perdangos įrengimas panaudojant liktinius polipropileno klojinius [22]

Dvitėjinės medinės sijos [23]. Statyboje tradicines medines, metalines ar gelžbetonines sijas vis dažniau bandoma pakeisti dvitėjinėmis medinėmis sijomis. Dvitėjinė medinė sija, tai „I“ formos konstrukcinis elementas turintis dvi lentynėles ir jas jungiančią sienutę. Šių sijų sienutė yra gaminama ir OSB plokštės, o lentynėlės iš medinių tašų.

Dvitėjinės medinės sijos, lyginant su gelžbetoninėmis, medinėmis ar metalinėmis sijomis, turi daug pranašumų, nes nėra tokios sunkios, jų neveikia korozija, jos yra lengviau pagaminamos, yra pigesnės, lengviau pritaikomos, turi didelę laikomąją galią, todėl galimas didesnis atstumas tarp atramų, šios sijos atlaiko didesnes gniuždymo ir kirpimo jėgas, taip pat nesideformuoja veikiant įvairiems aplinkos poveikiams bei jas naudojant susidaro minimalūs šalčio tilteliai, nes medienos plotas yra daug mažesnis nei įprastinių medžio masyvo sijų.

Perdangos įrengimo metu, naudojant dvitėjines medinės sijos, nereikia naudoti sunkiosios technikos, jas lengvai gali pakelti vienas ar pora žmonių. Perdangos sijos prie medinių sienų gali būti tvirtinamos specialiais metaliniais laikikliais, kai sienos yra mūrinės ar betoninės, sienų įrengimo metu sijų atrėmimui gali būti įdedami specialūs plastikiniai įdėklai.



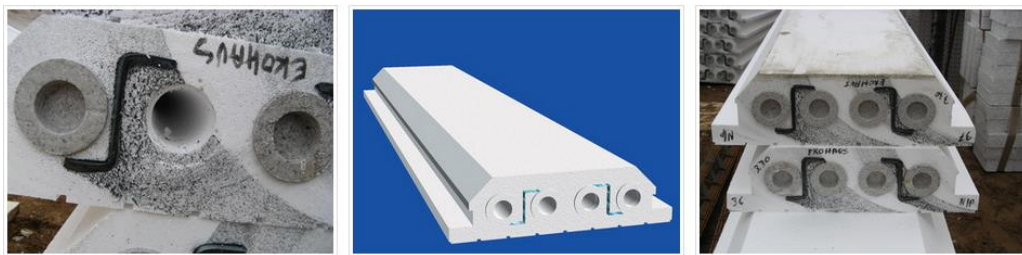
2.14 pav. a – dvitėjinės medinės perdangos sijos [23]; b – perdanga iš dvitėjinių sijų ir OSB plokščių paklotu [23]; c – dvitėjinių sijų tvirtinimo detalės [23]

„EUROMAC 2“ perdangos plokštės [24]. „EURONAC 2“ perdangos plokštės, tai iš karto armuotas, apšiltintas perdangos elementas. Šis perdangos elementas turi du išsiničius „Z“ tipo profilius, kurie dar gamybos metu yra įliejami į perdangos elementą ir taip užtikrina perdangos stabilumą.

Šie perdangos elementai gali būti nuo 2m iki 12m ilgio ir 0,6m pločio. Perdangos elemento storis priklauso nuo tarpatramio ilgio ir apkrovų. Dėl nedidelio savo svorio perdanga pernešama ir montuojama rankomis, todėl įrengimo ir transportavimo metu nėra reikalinga jokia sunkioji technika. Perdanga gali būti įrenginėjama bet kuriuo metų laiku, nes oro sąlygos neturi jokios įtakos montavimui ir konstrukcijai. Taip pat, šie elementai yra lengvai pjaustomi tiesiog statybos aikštelėje.

Naudojant šiuos elementus perdanga yra labai greitai ir nesunkiai įrengiama, nes pakanka tiesiog sukloti „EURONAC 2“ perdangos elementus, ištiesti armatūros tinklus ir užbetonuoti.

Šie perdangos elementai pasižymi labai gera garso izoliacija, atsparumu drėgmei bei visiškam vandens neįgeriamumui, jie nepalaiko degimo ir užsidegus iškart užgęsta, yra ekologiški ir atsparūs užliejimui, juos sumontavus nesusidaro šalčio tilteliai.



2.15 pav. „EURONAC 2“ perdangos plokštės [24]

„Durisol“ perdangos sistema „SOLAFON“ [25]. „Durisol“ „SOLAFON“ perdanga, tai ekologiška perdanga gaminama iš spygliuočių medienos, specialiųjų mineralų ir portlandcemenčio. Ši perdanga pasižymi labai geromis akustinėmis savybėmis, atsparumu ugniai ir labai geru šilumos laidumu.

Perdanga yra lengva ir labai paprastai montuojama, ji gali būti montuojama rankiniu būdu arba panaudojant nesudėtingą kėlimo įrangą. Sumontuotoje perdangoje labai patogiu sumontuoti visas komunikacijas, tokias kaip vandentiekis, kanalizacija, vėdinimas, elektros instaliacija ir t.t.

Perdanga, naudojant „SOLAFON“ sistemą, yra labai paprastai įrengiama. Visų pirma, sumontuojami perdangos elementai, tada perdanga armuojama ir galiausiai užliejama betonu.

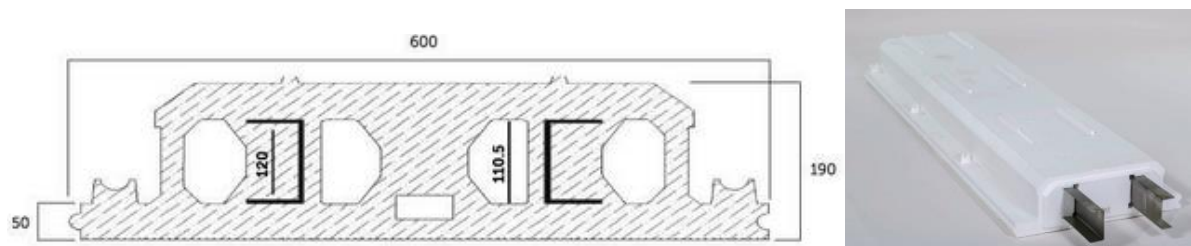


2.16 pav. a – „Durisol“ „SOLAFON“ perdangos plokštė [25]; b – perdanga iš „Durisol“ „SOLAFON“ plokščių [25]

„Thermo“ polistireninės tarpaukštinės perdengimo plokštės [26]. „Thermo“ polistireninės tarpaukštinės perdengimo plokštės yra naudojamos perdangų iki 12 metrų ilgio formavimui. Šios plokštės yra gaminamos iš EPS 150 polistireninio putplasčio, kuriame yra įmontuoti du cinkuoto plieno profiliai „[“. Šiuose perdengimo plokštėse yra įrengtos keturios išilginės kiaurymės, kuriuose patogų talpinti inžinerines komunikacijas. Šios perdangos plokštės tarnauja kaip liktinis klojinys ir po perdangos užbetonavimo lieka konstrukcijoje, ir tarnauja kaip paviršius lubų apdailos tvirtinimui.

„Thermo“ polistireninių perdangos plokščių montavimas yra labai paprastas, vykdomas rankiniu būdu, plokščių pernešimui ir montavimui nereikalinga jokio sunkioji technika. Montuojant šias plokštes galima vaikščioti ant jų. Sumontavus gamykloje pagamintas plokštes atliekamas perdangos armavimas, po to perdanga yra betonuojama.

Didžiausi šių perdangų privalumai yra tai, kad jos yra nedidelės masės, nepalaiko degimo, užsidegus savaime užgęsta, visiškai neįgeria vandens ir yra atsparios užliejimui, gali atlaikyti dideles apkrovas (iki 1 t/m²), jas yra ekonomiškai įrengti lyginant su kitomis perdangomis ir jos gali būti įrenginėjamos tiek vasarą, tiek žiemą.



2.17 pav. „Thermo“ polistireninė perdangos plokštė [26]

2.3. Lengvojo stogo įrengimui naudojamos medžiagos ir technologijos

„EUROMAC 2“ stogo plokštės [27]. „EUROMAC 2“ stogo apšiltinimo plokštės, tai dviem išilginiais „Z“ tipo profiliais armuoti, iškarto apšiltinti stogo elementai. Šios stogo plokštės yra ekologiškos, nes yra gaminamos iš ekologiško styroporo BASF F 212, todėl labai tinka ekologiškų, ekonomiškų, energetiškai efektyvių ir pasyvių namų statybai. Šios plokštės pasižymi gera garso ir drėgmės izoliacija, sandarumu, puikia ventiliacija, ilgaamžiškumu, užsidegus savaime užgęsta. Stogo įrengimui naudojant „EUROMAC 2“ stogo apšiltinimo plokštes išvengiama šalčio tiltelių bei užtikrinama puiki izoliacija.

„EUROMAC 2“ stogo apšiltinimo plokštės yra greitai montuojamos, jų kėlimui ir montavimui nereikalinga jokia sunkioji technika, jos lengvai pernešamos rankomis, lengvai pjaustomos. Naudojant šias plokštes nebereikia naudoti gegnių, vėjo izoliacijos, garo izoliacinės plėvelės ir šiltinamosios izoliacijos.

„EUROMAC 2“ stogo apšiltinimo plokštės yra montuojamos atremiant ant mūrločių ir ilginių, nes plokštėje jau yra laikantys elementai, taip tampa nereikalingos gegnės, tai leidžia sutaupyti medienos, darbo laiko, kas savaime atpigina statybą. Montuojamos stogo plokštės tvirtinamos medvaržčiais prisukant jas per metalinį „Z“ tipo prie medinės konstrukcijos. Šie stogo elementai tinka tiek plokštiesiems, tiek šlaitiniams stogams įrengti. Stogo elementai tarpusavyje jungiami dviguba užlaida panašiai kaip plaukiojančios grindys. Elementų sujungimo vietos privalo būti užkljuojamos specialia juosta. Sumontavus šias plokštes ant viršaus tvirtinami grebėstai ir pasirinkta stogo danga (čerpės, šiferis, bituminė stogo danga ir t. t.).



2.18 pav. a – „EUROMAC 2“ stogo plokštė [27]; b – namo stogas iš „EUROMAC 2“ stogo plokštė [27]

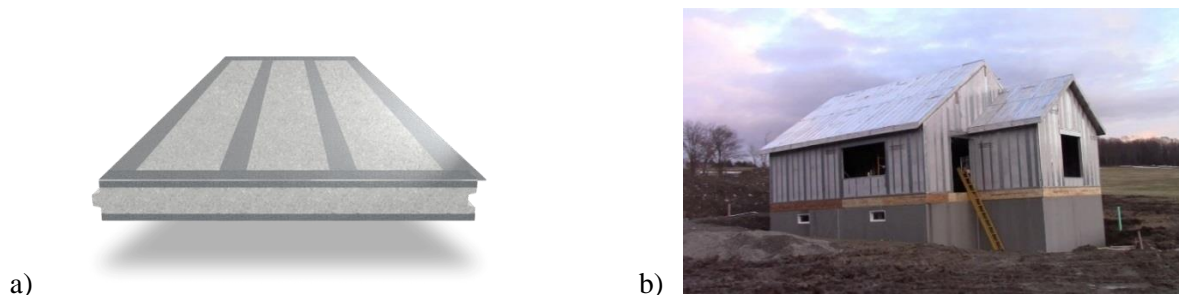
„SIP“ stogo skydai [13]. „SIP“ stogo skydai kaip ir sienų skydai yra sudaryti iš trijų sluoksnių t. y. dviejų OSB plokščių ir tarp jų esančio įklijuoto balto polistireninio putplasčio (EPS) arba pilko neoporo (NEO). Stogo skydai yra tvirtinami prie įrengto medinio karkaso arba medinių sijų sumontuotų taip, kad būtų galima atremti montuojamus stogo skydus į jas. Skydai tarpusavyje yra sujungiami, naudojant medinius tašus, kljus ir medsraigčius, tokiu pat principu kaip ir sienų skydai. Stogo skydus kaip ir sienų skydus statant energiškaai efektyvius A+ ir A++ klasės namus reikia papildomai apšiltinti. Naudojant šiuos stogo skydus stogo danga dedama tiesiai ant stogo plokštės be papildomos izoliacijos.



2.19 pav. Stogai iš „SIP“ skydų [13]

„Thermosteel“ stogo plokštės [17]. „Thermosteel“ stogo plokštės yra lengvos, stiprios, energiją taupančios, izoliuotos konstrukcinės plokštės. Jos yra pagamintos iš plieno profilių ir polistirolu taip, kad būtų greitai ir paprastai sumontuojamos, jų montavimui nereikalinga sunkioji technika, nes dėl mažo svorio jas darbininkai gali užsikelti tiesiog rankomis. Naudojant šias plokštes yra pakeičiami

keturi stogo įrengimo etapai - nebereikia įrenginėti gegnių, vėjo izoliacijos, garo izoliacinės plėvelės ir šiltinamosios izoliacijos. Tai leidžia gerokai sutrumpinti stogo įrengimo trukmę ir sutaupyti lėšų. Stogo įrengimas naudojant šiuos skydus yra daug paprastesnis ir pigesnis lyginant su tradiciniais stogo įrengimo būdais, pakanka įrengti medinį karkasą ar medinės sijas taip, kad būtų galima atremti plokštes ir jas pritvirtinti prisukant.



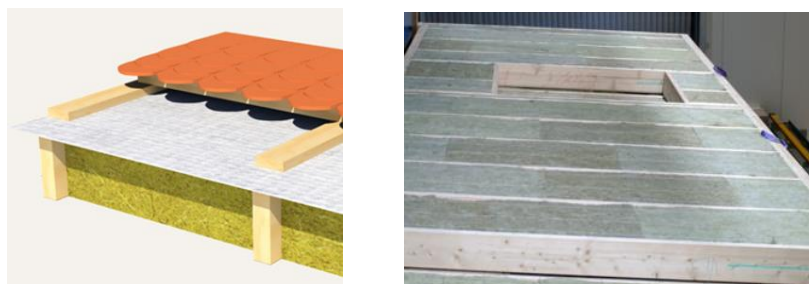
2.20 pav. a – „Thermosteel“ stogo plokštė [17]; b – namo stogas iš „Thermosteel“ stogo plokščių [17]

Šiaudų skydai stogui [14]. Šiaudų skydai stogui yra gaminami analogiškai taip pat kaip ir sienoms į dvigubo karkaso rėmą įpresuojant šiaudus. Jie pasižymi tokiais pat savybėmis kaip ir sienų skydai. Jie gali būti naudojami gyvenamųjų namų bei nedidelių visuomeninių pastatų stogų įrengimui. Montuojant šiuos skydus nėra reikalingos tradiciniams stogų įrengimui būdingos gegnės. Šie skydai tampa laikančiąja pastato konstrukcija, ant jo gali būti iškart klojama garo izoliacinė plėvelė, tvirtinami grebėstai ir montuojama pasirinkta stogo danga. Šie stogo skydai yra labai lengvi, jų montavimui nereikia sunkiosios technikos, jie yra labai lengvai ir greitai montuojami panaudojant paprastus suktuvus prisukant juos prie įrengto medinio karkaso ar išilgai namo įrengtų medinių sijų.



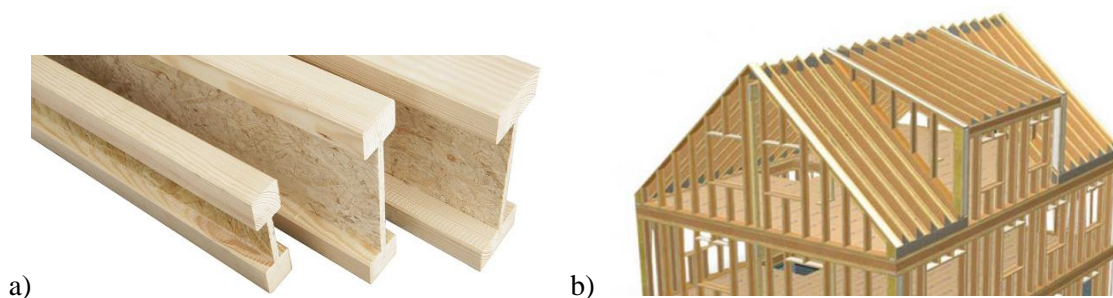
2.21 pav. Šiaudinis namo stogo skydas [14]

Stogo skydai su akmens vatos užpildu [18]. Stogo skydai gaminami iš obliuotos medienos karkaso, kurį sudaro gegnės sujungtos skersiniais tašais, pagamintas karkasas yra mineraline vata. Skydai gali būti tokios paprastos komplektacijos, arba pagal užsakovo pageidavimus prie paruošto skydo karkaso apačios gali būti pritvirtintos OSB plokštės, o ant skydo viršaus papildomai gali būti pritvirtinta difuzinė plėvelė ir išilginiai bei skersiniai tašeliai pasirinktos dangos tvirtinimui, kad kuo mažiau darbų reikėtų atlikti skydus sumontavus statybos aikštelėje. Statybos aikštelėje šie skydai panaudojant paprastus suktuvus ir medšraigčius yra pritvirtinami prie įrengto medinio karkaso ar medinių sijų.



2.22 pav. Stogo skydas su mineralinės vatos užpildu [18]

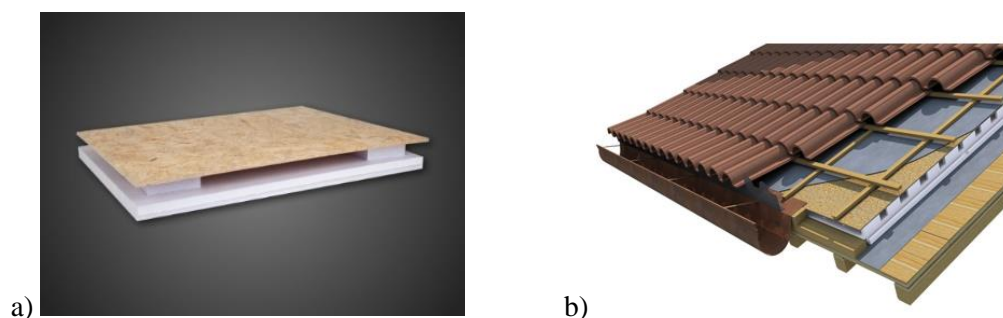
Dvitėjinės stogo sijos [23]. Dvitėjinės stogo sijos yra „I“ formos konstrukcinis elementas pagamintas iš OSB plokštės sienutės ir lentynėlių, kurios yra gaminamos iš medienos tašų – flangų. Dvitėjinės sijos gali būti nuo 200mm iki 400mm aukščio ir net iki 9 metrų ilgio. Šios sijos puikiai gali pakeisti įprastines masyvias stogo gegnes, kurios turi labai daug trūkumų – dėl medienos didelio kiekio susidaro dideli šilumos tilteliai, jos yra sunkios, sunkias masyvias gegnes sunku montuoti, jos netinka kai atstumas tarp gegnių atrėmimo taškų yra didesnis nei 6 metrai, tokiu atveju reikalinga klijuota mediena, kuri yra pakankamai brangi. Tuo tarpu dvitėjinės sijos turi labai daug privalumų: jos nesideformuoja, todėl visada išlaiko stogo konstrukcijos stabilumą, geriau atlaiko apkrovas ir lenkimo bei gniuždymo jėgas, „I“ formos sijas labai patogu apšiltinti, nes šiltinimo medžiaga įsispaudžia tarp lentynėlių ir taip sumažina šilumos tiltelius, sijos turi didesnę laikomąją galią todėl naudojant jas galima perdengti didesnius tarpatramius, nei naudojant įprastines medines gegnes. Šios sijos yra lengvos, jas gali lengvai užsikelti du žmonės, todėl yra nereikalinga sunkioji technika. Dvitėjinės medinės sijos yra paprastai montuojamos naudojant elektrinius suktuvus ir specialius tvirtinimo elementus.



2.23 pav. a – dvitėjinės medinės stogo sijos [23]; b – namo stogas iš dvitėjinių medinių stogo sijų [23]

„ALGOPAN“ surenkami stogo skydai [28]. „ALGOPAN“ stogo skydai yra ventiliuojami stogo skydai gaminami iš OSB plokštės sluoksnio, kurio storis 10mm (atsižvelgiant į norimą pasiekti stiprumą gali būti naudojam ir storesnė OSB plokštė), priklijuoto ekstruzinio polistireno sluoksnio ir polistirolo juostelių, kurių matmenys 40x100x1200mm. Standartiniai skydo matmenys yra 600x1200mm. Skydo storis, atsižvelgiant į norimas gauti stogo charakteristikas, gali būti 30mm, 40mm, 50mm, 60mm, 80mm, 100mm, 120mm, 140mm.

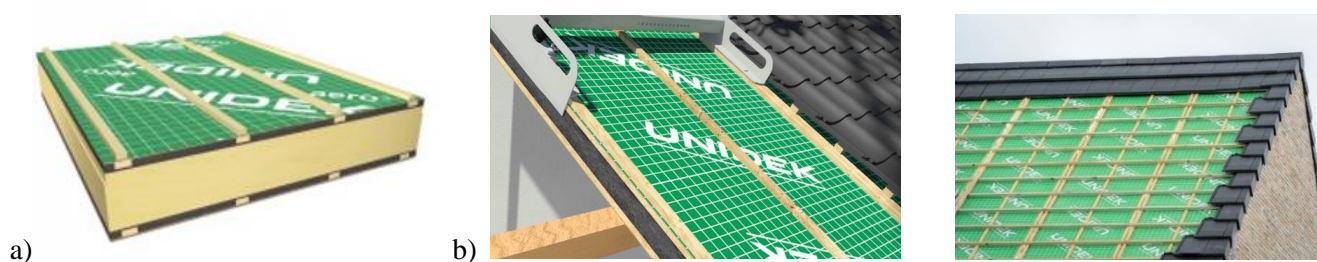
Šie skydai yra patvarūs, puikiai išlaiko savybes laikui bėgant, pasižymi puikia šilumos izoliacija, lengvu montavimu, montavimui užtenka paprastų įrankių, nereikia jokios sunkiosios technikos, skydai yra tiesiog prisukami panaudojant medsraigčius prie įrengtų medinių sijų.



2.24 pav. a – „ALGOPAN“ stogo skydas [28]; b – stogas iš „ALGOPAN“ stogo skydų [28]

„Kingspan“ „UNIDEK“ stogo skydai [29]. „Kingspan“ „UNIDEK“ stogo skydai, tai stogo elementas puikiai patenkinantys net pasyviems namams keliamus reikalavimus. Šie skydai turėdami EPS/PIR/EP sluoksnius užtikrina labai gerą stogo izoliaciją, yra atsparūs ugniai, pasižymi geromis garso izoliacinėmis savybėmis, užtikriną puikų stogo hermetiškumą, naudojant šiuos skydus susidaro mažiau šilumos tiltelių. Prie šių stogo skydų gali būti tvirtinama bet kokio tipo stogo danga. Šie stogo skydai tinka stogams su 20-70 laipsnių nuolydžiu.

Šių skydų naudojimas sutrumpina stogo įrengimo laiką, nes pakeičia net keturis stogo įrengimo etapus tokius, kaip gegnių montavimas, vėjo izoliacijos įrengimas, garo izoliacinės plėvelės klojimas ir šiltinamosios izoliacijos įrengimas. Skydų tvirtinimui pakanka įrengti kelias išilgines stogo sijas ant kurių būtų galima atremti ir prisukti panaudojant medsraigčius montuojamus skydus.



2.25 pav. a – „Kingspan“ „UNIDEK“ stogo skydas [29]; b – stogas iš „Kingspan“ „UNIDEK“ stogo skydų [29]

Apibendrintai baigiamajame projekte analizuojamos lengvųjų sienų, lengvosios perdangos ir lengvojo stogo įrengimo technologijos pateiktos 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Analizuojami lengvųjų konstrukcijų įrengimo variantai

Įrengimo variantai			
Var. Nr.	Sienos	Perdanga	Stogas
A1.	Sienų įrengimas panaudojant dujų silikato blokelių	Perdangos įrengimas panaudojant „TERIVA“ surenkamus betoninius perdangos blokelių	Stogo konstrukcijos įrengimas panaudojant „EUROMAC 2“ stogo plokštes
A2.	Sienų įrengimas panaudojant keramzito blokelių	Perdangos įrengimas panaudojant „Heluz“ surenkamus keraminius perdangos blokelių	Stogo konstrukcijos įrengimas panaudojant „SIP“ stogo skydus
A3.	Sienų įrengimas panaudojant „SIP“ skydus	Perdangos įrengimas betonavimo metu panaudojant įdėklus	Stogo konstrukcijos įrengimas panaudojant „Thermosteel“ stogo plokštes
A4.	Sienų įrengimas panaudojant šiaudų skydus	Perdangos įrengimas panaudojant polipropileno liktinius klojinius kartu su perdengimo sijomis	Stogo konstrukcijos įrengimas panaudojant šiaudų skydus
A5.	Sienų įrengimas panaudojant kanapių blokelių	Medinės perdangos įrengimas panaudojant dvitėjines medines sijas su OSB plokščių paklotu	Stogo konstrukcijos įrengimas panaudojant stogo skydus su mineralinės vatos užpildu
A6.	Sienų įrengimas panaudojant „AIRCRETE“ dujų silikato sienų modulius	Perdangos įrengimas panaudojant „EUROMAC 2“ perdangos plokštės	Stogo konstrukcijos įrengimas panaudojant dvitėjines medines sijas
A7.	Sienų įrengimas panaudojant „Thermosteel“ sienų plokštes	Perdangos įrengimas panaudojant „Durisol“ perdangos sistemą „SOLAFON“	Stogo konstrukcijos įrengimas panaudojant „ALGOPAN“ surenkamus stogo skydas
A8.	Sienų įrengimas panaudojant sienų skydus su mineralinės vatos užpildu	Perdangos įrengimas panaudojant „Thermo“ polistirenines tarpaukštines perdengimo plokštes	Stogo konstrukcijos įrengimas panaudojant „Kingspan“ „UNIDEK“ stogo skydus

3. Analizuojamų lengvųjų konstrukcijų įrengimo technologinių sprendimų vertinimo kriterijų parinkimas

Baigiamajame projekte, siekiant kuo tiksliau iš analizuojamų technologinių sprendimų išrinkti racionaliausią lengvųjų sienų, lengvosios perdangos ir lengvojo stogo įrengimo variantą, išskirti pagrindiniai jų technologiškumo vertinimo kriterijai, kuriais remiantis nustatyti optimaliausi variantai. Analizuojamų technologinių sprendimų technologiškumo vertinimo kriterijai pateikti 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Lengvųjų konstrukcijų įrengimo technologinių sprendimų vertinimo kriterijai

	Kriterijus	Mat. vnt.
K1	Darbo sąnaudų kriterijus	balai
K2	Darbų mechanizavimo kriterijus	balai
K3	Kėlimo priemonių kriterijus	balai
K4	Konstrukcijų masės kriterijus	balai
K5	Montavimo aplinkos sąlygų kriterijus	balai
K6	Darbų nepertraukiamumo kriterijus	balai

- K1 - darbo sąnaudų kriterijus, t. y. žmogaus darbo sąnaudos, žm. val/m², reikalingos įrengti 1m² nagrinėjamos konstrukcijos (apskaičiuojama remiantis sudarytomis sąmatomis – 1-20 priedai);

$$K_1 = \frac{\text{įrengiamos konstrukcijos darbo sąnaudos}}{\text{plotas}} \quad (3.1)$$

0,0 – 0,5 žm. val/m ²	4 balai
0,5 – 1,0 žm. val/m ²	3 balai
1,0 – 1,5 žm. val/m ²	2 balai
>1,5 žm. val/m ²	1 balas

- K2 - darbų mechanizavimo kriterijus, t. y. mechanizmų poreikis, maš. val/m², reikalingas įrengti 1 m² nagrinėjamos konstrukcijos (apskaičiuojama remiantis sudarytomis sąmatomis – 1-20 priedai);

$$K_2 = \frac{\text{įrengiamos konstrukcijos mechanizmų poreikis}}{\text{plotas}} \quad (3.2)$$

0,00 – 0,25 maš. val/m ²	4 balai
0,25 – 0,50 maš. val/m ²	3 balai
0,50 – 1,00 maš. val/m ²	2 balai
>1,00 maš. val/m ²	1 balas

- K3 - kėlimo priemonių kriterijus (kėlimo priemonių poreikis), kuris nustatomas įvertinant balais būtinų kėlimo priemonių naudojimą;

Kėlimo priemonės nereikalingos	4 balai
Reikia tik paprastų kėlimo mechanizmų	3 balai
Reikia naudoti keltuvus	2 balai
Reikia naudoti kranus	1 balas

- K4 – konstrukcijų masės kriterijus, tai vieno kvadratinio metro nagrinėjamų lengvųjų konstrukcijų masė;

0 – 50 kg/m ²	5 balai
51 – 100 kg/m ²	4 balai
101 – 150 kg/m ²	3 balai
151 – 200 kg/m ²	2 balas
201 – 250 kg/m ²	1 balas

- K5 - montavimo aplinkos sąlygų kriterijus, kuris yra įvertinamas balais pagal žemiausią aplinkos temperatūrą, kurioje gali būti vykdomi darbai;

Temperatūra atliekamiems darbams įtakos neturi	5 balai
Žemesnė kaip –10 °C	4 balai
Ne žemesnė kaip –10 °C	3 balai
Ne žemesnė kaip –5 °C	2 balai
Ne žemesnė kaip + 5 °C	1 balas

- K6 - darbų nepertraukiamumo kriterijus, kuris yra įvertinimas balais atsižvelgiant į technologinių pertraukų trukmę ir bendrą technologinio proceso trukmę, apskaičiuojamas pagal formulę (3.3);

$$K_6 = \frac{p}{T} \times 100\% \quad (3.3)$$

p- technologinių pertraukų trukmė, h;

T-bendra įrengimo trukmė, h;

0 – 5 %	4 balai
5 – 10 %	3 balai
10 – 15 %	2 balai
>15 %	1 balas

4. Lengvųjų sienų, lengvosios perdangos ir lengvojo stogo įrengimo technologinių sprendimų vertinimas

Pagal pasirinktus analizuojamų lengvųjų sienų, lengvosios perdangos ir lengvojo stogo įrengimo technologinių sprendimų technologiškumo vertinimo kriterijus, pateiktus 3.1 lentelėje, atliekamas pasirinktų lengvųjų sienų, lengvosios perdangos ir lengvojo stogo įrengimo alternatyvų technologiškumo vertinimas. 4.1 lentelėje pateikiamas lengvųjų sienų, lengvosios perdangos ir lengvojo stogo įrengimo technologijų vertinimas balais. Vertinimo esmė – kuo didesnė balų suma, tuo nagrinėjama įrengimo technologija technologiškai efektyvesnė.

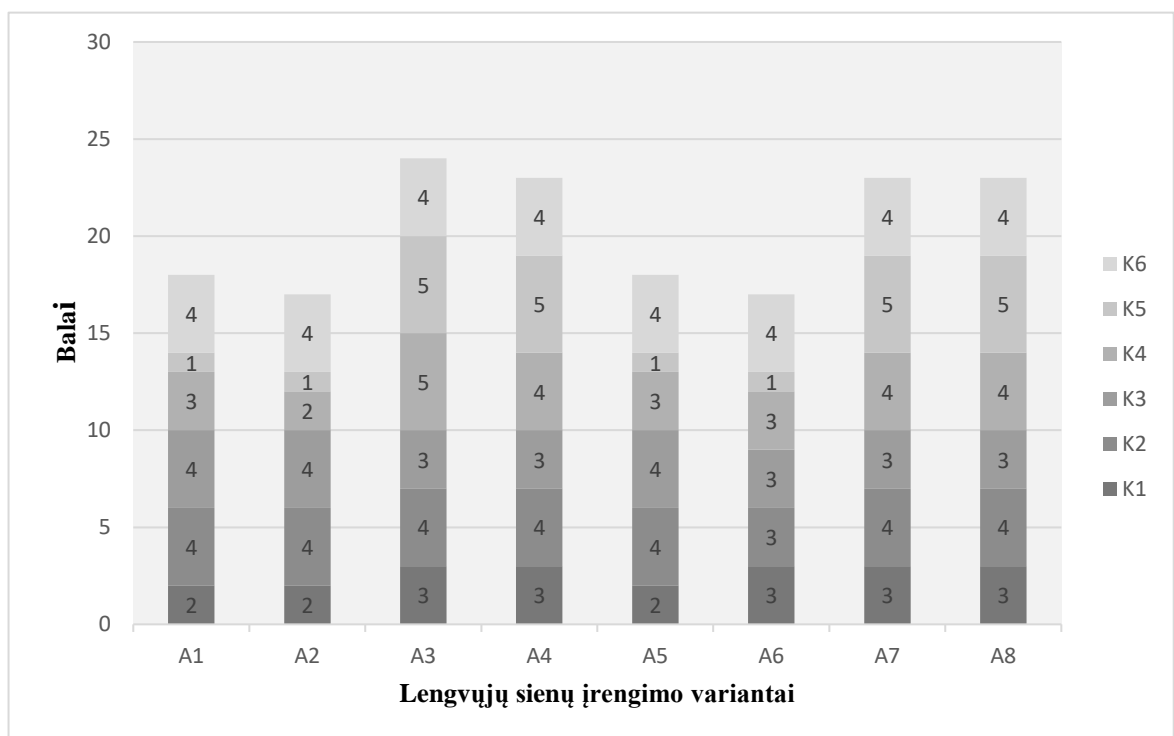
4.1 lentelė. Lengvųjų sienų, lengvosios perdangos ir lengvojo stogo įrengimo technologinių sprendimų vertinimas

Var. Nr.	Įrengimo būdas	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Viso
Lengvųjų sienų įrengimo variantų technologinių sprendimų vertinimas								
A1	Sienų įrengimas panaudojant dujų silikato blokelių	2	4	4	3	1	4	18
A2	Sienų įrengimas panaudojant keramzito blokelių	2	4	4	2	1	4	17
A3	Sienų įrengimas panaudojant „SIP“ skydus	3	4	3	5	5	4	24
A4	Sienų įrengimas panaudojant šiaudų skydus	3	4	3	4	5	4	23
A5	Sienų įrengimas panaudojant kanapių blokelių	2	4	4	3	1	4	18
A6	Sienų įrengimas panaudojant „AIRCRETE“ dujų silikato sienų modulius	3	3	3	3	1	4	17
A7	Sienų įrengimas panaudojant „Thermosteel“ sienų plokštes	3	4	3	4	5	4	23
A8	Sienų įrengimas panaudojant sienų skydus su mineralinės vatos užpildu	3	4	3	4	5	4	23
Lengvosios perdangos įrengimo variantų technologinių sprendimų vertinimas								
A1	Perdangos įrengimas panaudojant „TERIVA“ surenkamus betoninius	1	3	4	1	3	4	16

	perdangos blokelius							
A2	Perdangos įrengimas panaudojant „Heluz“ surenkamus keraminius perdangos blokelius	1	3	4	2	3	4	17
A3	Perdangos įrengimas betonavimo metu panaudojant įdėklus	1	3	4	1	3	4	16
A4	Perdangos įrengimas panaudojant polipropileno liktinius klojinius kartu su perdengimo sijomis	1	3	4	2	3	4	17
A5	Medinės perdangos įrengimas panaudojant dvitėjines medines sijas su OSB plokščių paklotu	3	4	4	5	5	4	25
A6	Perdangos įrengimas panaudojant „EUROMAC 2“ perdangos plokštės	2	3	4	3	3	4	19
A7	Perdangos įrengimas panaudojant „Durisol“ perdangos sistemą „SOLAFON“	2	3	3	1	3	4	16
A8	Perdangos įrengimas panaudojant „Thermo“ polistirenines tarpaukštines perdengimo plokštes	2	3	4	2	3	4	18
Lengvojo stogo įrengimo variantų technologinių sprendimų vertinimas								
A1	Stogo konstrukcijos įrengimas panaudojant „EUROMAC 2“ stogo plokštės	3	4	4	5	5	4	25
A2	Stogo konstrukcijos įrengimas panaudojant „SIP“ stogo skydus	3	3	3	5	5	4	23
A3	Stogo konstrukcijos įrengimas panaudojant „Thermosteel“ stogo plokštės	3	3	3	5	5	4	23
A4	Stogo konstrukcijos įrengimas panaudojant šiaudų skydus	3	3	3	5	5	4	23
A5	Stogo konstrukcijos įrengimas panaudojant stogo skydus su mineralinės vatos užpildu	3	3	3	5	5	4	23

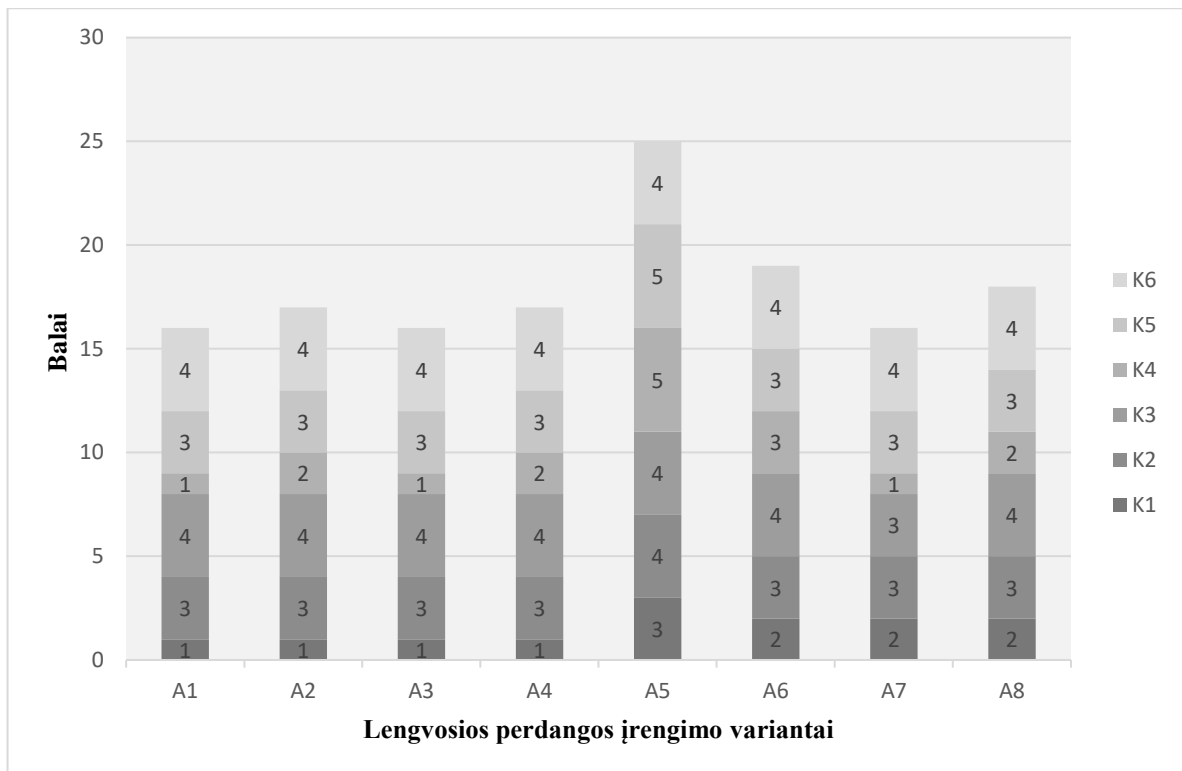
A6	Stogo konstrukcijos įrengimas panaudojant dvitėjines medines sijas	2	3	3	5	5	4	22
A7	Stogo konstrukcijos įrengimas panaudojant „ALGOPAN“ surenkamus stogo skydas	2	3	3	5	5	4	22
A8	Stogo konstrukcijos įrengimas panaudojant „Kingspan UNIDEK“ stogo skydus	3	3	3	5	5	4	23

Rezultatų apibendrinimui sudaromos diagramos, kuriose matyti efektyviausias variantas ir kiek atskiri kriterijai įtakoja lengvųjų sienų, lengvosios perdangos ir lengvojo stogo įrengimo technologinį efektyvumą.



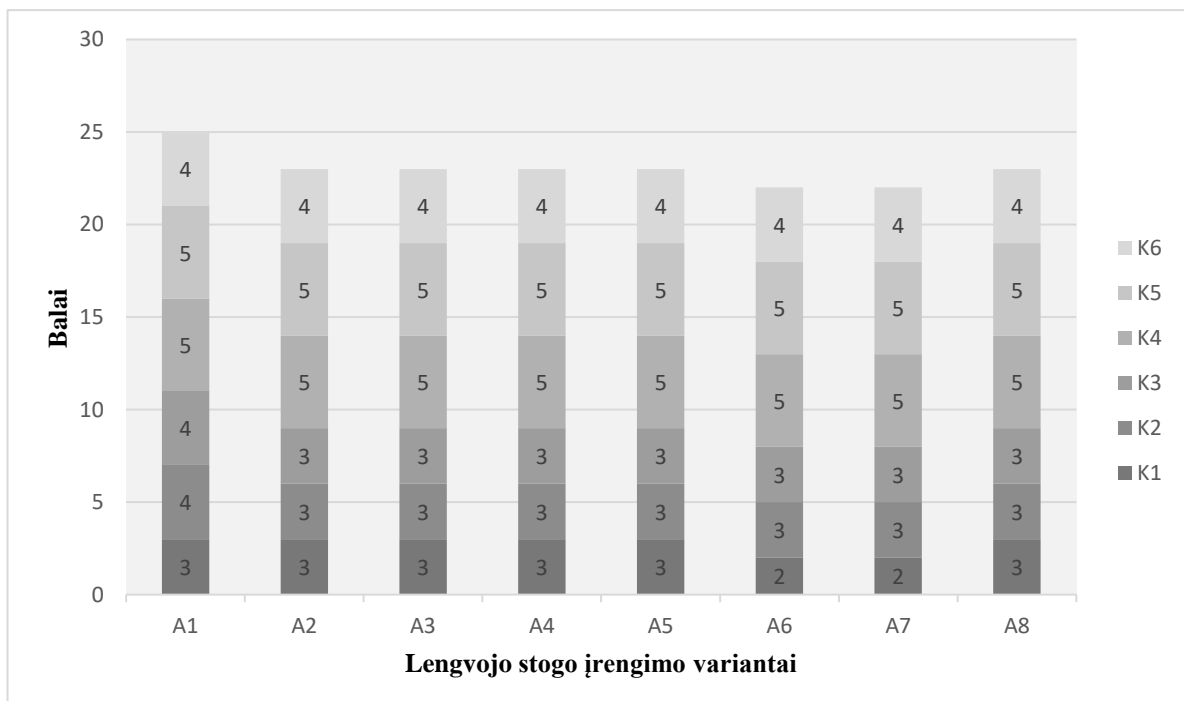
4.1 pav. Atskirų kriterijų įtaka analizuojamiems lengvųjų sienų įrengimo variantams

Iš 4.1 paveiksle pateiktos diagramos matyti, kad racionaliausias lengvųjų sienų įrengimo variantas yra panaudojant „SIP“ sienų skydus.



4.2 pav. Atskirų kriterijų įtaka analizuojamiems lengvosios perdangos įrengimo variantams

Iš 4.2 paveiksle pateiktos diagramos matyti, kad racionaliausias lengvosios perdangos įrengimo variantas yra panaudojant dvitėjines medines sijas su OSB plokščių paklotu.



4.3 pav. Atskirų kriterijų įtaka analizuojamiems lengvojo stogo įrengimo variantams

Iš 4.3 paveiksle pateiktos diagramos matyti, kad racionaliausias lengvojo stogo įrengimo variantas yra įrengiamas panaudojant „EUROMAC 2“ stogo plokštes.

5. Lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantų modeliavimas

Šioje baigiamojo projekto dalyje tiriamuoju objektu pasirinktas dviejų aukštų gyvenamasis namas, kurio ilgis yra 13 metrų, o plotis 10 metrų. Namų laikančiųjų sienų plotas yra 180 m², perdangos plotas 127 m², o stogo plotas 200 m².

Būtent šiam gyvenamajam namui, remiantis išanalizuotomis lengvųjų sienų, lengvosios perdangos ir lengvojo stogo įrengimo technologijomis, sudaroma dvidešimt skirtingų jo statybos alternatyvų panaudojant lengvasias medžiagas. Sudarytos analizuojamos lengvųjų konstrukcijų gyvenamojo namo statybos alternatyvos pateiktos 5.1 lentelėje.

5.1 lentelė. Nagrinėjamos lengvųjų konstrukcijų namo statybos alternatyvos

Lengvųjų konstrukcijų gyvenamojo namo statybos alternatyvos	
A1	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant dujų silikato blokelių, perdangos įrengimui – „TERIVA“ surenkamus betoninius perdangos blokelių, o stogo įrengimui panaudojant „EUROMAC2“ stogo plokštes.
A2	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant keramzito blokelių, perdangos įrengimui – „Heluz“ surenkamus keraminius perdangos blokelių, o stogo įrengimui panaudojant „EUROMAC2“ stogo plokštes.
A3	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant „SIP“ skydus, perdangos įrengimui panaudojant dvitėjines medines sijas su OSB plokščių paklotu, o stogo įrengimui panaudojant „SIP“ stogo skydus.
A4	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant šiaudų skydus, perdangos įrengimui panaudojant dvitėjines medines sijas su OSB plokščių paklotu, o stogo įrengimui panaudojant šiaudų skydus.
A5	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant kanapių blokelių, perdangos įrengimui panaudojant „EUROMAC 2“ perdangos plokštes, o stogo įrengimui panaudojant dvitėjines medines stogo sijas.
A6	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant „AIRCRETE“ dujų silikato sienų modulius, perdanga įrengiama monolitinė, betonavimo metu panaudojant įdėklus, o stogas įrengiamas panaudojant „ALGOPAN“ surenkamus stogo skydus su dvitėjinėmis stogo sijomis.
A7	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant dujų silikato blokelių,

	perdangos įrengimui panaudojant liktinius polipropileno klojinius su perdengimo sijomis, o stogo įrengimui panaudojant „Kingspan“ „UNIDEK“ stogo skydus.
A8	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant keramzito blokelių, perdangos įrengimui panaudojant „EUROMAC 2“ perdangos plokštes, o stogo įrengimui panaudojant „Thermosteel“ stogo plokštes.
A9	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant „Thermosteel“ sienų plokštes, perdangos įrengimui panaudojant „Thermo“ polistirenines tarpaukštines perdengimo plokštes, o stogo įrengimui panaudojant „Thermosteel“ stogo plokštes.
A10	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant sienų skydus su mineralinės vatos užpildu, perdangos įrengimui panaudojant dvitėjines medines sijas su OSB plokščių paklotu, o stogo įrengimui panaudojant „ALGOPAN“ surenkamus stogo skydus su dvitėjinėmis stogo sijomis.
A11	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant „SIP“ skydus, perdangos įrengimui panaudojant dvitėjines medines sijas su OSB plokščių paklotu, o stogo įrengimui panaudojant „EUROMAC 2“ stogo plokštes.
A12	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant šiaudų skydus, perdangos įrengimui panaudojant dvitėjines medines sijas su OSB plokščių paklotu, o stogo įrengimui panaudojant dvitėjines medines stogo sijas.
A13	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant kanapių blokelių, perdangos įrengimui panaudojant „Durisol“ perdangos sistemą „SOLAFON“, o stogo įrengimui panaudojant „Kingspan“ „UNIDEK“ stogo skydus.
A14	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant „Thermosteel“ sienų plokštes, perdangos įrengimui panaudojant „EUROMAC 2“ perdangos plokštes, o stogo įrengimui panaudojant „EUROMAC 2“ stogo plokštes.
A15	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant sienų skydus su mineralinės vatos užpildu, perdangos įrengimui panaudojant dvitėjines medines perdangos sijas su OSB plokščių paklotu, o stogo įrengimui panaudojant stogo skydus su mineralinės vatos užpildu.
A16	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant „AIRCRETE“ dujų silikato sienų modulius, perdangos įrengimui panaudojant liktinius polipropileno klojinius su

	perdengimo sijomis, o stogo įrengimui panaudojant „Thermosteel“ stogo plokštes.
A17	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant keramzito blokelių, perdangos įrengimui panaudojant „Durisol“ perdangos sistemą „SOLAFON“, o stogo įrengimui panaudojant „SIP“ skydus.
A18	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant „SIP“ skydus, , perdangos įrengimui panaudojant dvitėjines medines sijas su OSB plokščių paklotu, o stogo įrengimui panaudojant skydus su mineralinės vatos užpildu.
A19	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant dujų silikato blokelių, perdangos įrengimui panaudojant „Heluz“ surenkamą keraminių blokelių perdangą, o stogo įrengimui panaudojant „SIP“ stogo skydus.
A20	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant kanapių blokelių, perdangos įrengimui panaudojant „Thermo“ polistirenines tarpaukštines perdengimo plokštes, o stogui „ALGOPAN“ surenkamus stogo skydus su dvitėjinėmis stogo sijomis.

6. Lengvųjų konstrukcijų namo statybos alternatyvų vertinimo kriterijų parinkimas

Baigiamajame projekte sudaryta dvidešimt lengvųjų konstrukcijų namo statybos alternatyvų. Norinti, iš sudarytų alternatyvų, išrinkti racionaliausią, visų pirma, reikia visus nagrinėjamus variantus palyginti tarpusavyje. Tai galima padaryti panaudojant įvairius daugiakriterinės analizės metodus, tačiau norint panaudoti šiuos metodus, visų pirma, reikia parinkti alternatyvų vertinimo kriterijus, kurie apibūdintų nagrinėjamas alternatyvas ir nusakytų jų savybes. Vertinimo kriterijai yra skirstomi į dvi grupes t. y. į kiekybinius ir kokybinius.

Kiekybiniai kriterijai gali būti nustatomi remiantis normatyviniais dokumentais, sąmatomis, rekomendacijomis, analogiškais sprendimais, nustatoma remiantis teorinėmis ir empirinėmis priklausomybėmis, statistiniais duomenimis [30].

Tuo tarpu kokybiniai kriterijai nustatomi remiantis ekspertų patyrimu ir intuicija, rekomendacijomis, nustatoma vertinant sprendimus per stebinčio žmogaus jausmų prizmę, nustatoma apdorojus sociologinių apklausų duomenis bei taip pat gali būti nustatomi remiantis įvairiomis formulėmis [30].

Racionaliausiam lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantui nustatyti parinkta dešimt vertinimo kriterijų, kurie yra pateikti 6.1 lentelėje.

6.1 lentelė. Lengvųjų konstrukcijų namo statybos alternatyvų vertinimo kriterijai

	Kriterijus	Mat. vnt.
K1	Medžiagų kaina	€/m ²
K2	Technologinio proceso trukmė	žm. val/ m ²
K3	Darbų mechanizacijos lygis	maš.val/ m ²
K4	Darbų kaina	€/m ²
K5	Kėlimo priemonių poreikis	balai
K6	Montavimo sudėtingumas	vid. darbo kategorija
K7	Pagrindinių namo konstrukcijų įrengimo darbų užbaigtumas	balai
K8	Darbų nepertraukiamumas	balai
K9	Montavimo aplinkos sąlygos	balai
K10	Konstrukcijų masė	kg/m ²

K1 – medžiagų kaina (€/m²) - tai medžiagų, reikalingų vienam lengvųjų konstrukcijų namo kvadratiniam metrui įrengti, kaina (kaina nustatoma remiantis sąmatiniais skaičiavimais pateiktais 1-20 prieduose);

6.2 lentelė. Medžiagų kaina, €/m² (1-10 alternatyvos)

Alternatyva	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
K1	255,07	267,46	175,72	525,78	168,23	202,00	205,01	199,61	230,98	200,76

6.3 lentelė. Medžiagų kaina, €/m² (11-20 alternatyvos)

Alternatyva	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
K1	270,19	308,24	279,90	341,18	378,76	155,24	214,86	272,18	168,63	197,14

K2 – technologinio proceso trukmė (žm.val/ m²) – tai laiko tarpas, per kurį yra įrengiamas vienas lengvųjų konstrukcijų namo kvadratinis metras (nustatoma remiantis sąmatiniais skaičiavimais pateiktais 1-20 prieduose);

6.4 lentelė. Technologinio proceso trukmė, žm.val/ m² (1-10 alternatyvos)

Alternatyva	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
K2	4,39	4,21	2,93	2,85	4,30	5,03	4,32	3,66	3,18	3,72

6.5 lentelė. Technologinio proceso trukmė, žm.val/ m² (11-20 alternatyvos)

Alternatyva	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
K2	2,90	3,34	3,64	3,32	2,80	3,22	3,82	3,30	4,42	4,54

K3 – darbų mechanizacijos lygis (maš.val/ m²) – tai kriterijus, kuris parodo mechanizmų poreikį vienam lengvųjų konstrukcijų namo kvadratiniam metrui įrengti (nustatoma remiantis sąmatiniais skaičiavimais pateiktais 1-20 prieduose);

6.6 lentelė. Darbų mechanizacijos lygis, maš. val/ m² (1-10 alternatyvos)

Alternatyva	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
K3	0,48	0,51	0,19	0,19	0,49	0,52	0,55	0,61	0,83	0,38

6.7 lentelė. Darbų mechanizacijos lygis, maš. val/ m² (11-20 alternatyvos)

Alternatyva	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
K3	0,38	0,34	0,62	0,74	0,19	0,60	0,35	0,19	0,29	0,52

K4 – darbų kaina (€/m²) – tai darbo užmokestis už vieno lengvųjų konstrukcijų namo kvadratinio metro įrengimą (nustatoma remiantis sąmatiniais skaičiavimais pateiktais 1-20 prieduose);

6.8 lentelė. Darbų kaina, €/m² (1-10 alternatyvos)

Alternatyva	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
K4	64,82	62,57	42,30	38,77	67,56	73,25	58,46	53,75	48,74	56,92

6.9 lentelė. Darbų kaina, €/m² (11-20 alternatyvos)

Alternatyva	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
K4	42,62	45,16	57,65	52,77	40,27	45,14	53,96	44,61	64,50	74,77

K5 – kėlimo priemonių poreikis (balai) – tai kriterijus, įvertinantis ar lengvųjų konstrukcijų namo statybos metu bus būtina naudoti kėlimo priemones (4 balai – kėlimo priemonės nereikalingos; 3 balai – reikia tik paprastų kėlimo mechanizmų; 2 balai – reikia naudoti keltuvus; 1 balas – reikia naudoti kranus;) (nustatoma atsižvelgiant į alternatyvų įrengimo technologijas);

6.10 lentelė. Kėlimo priemonių poreikis, balai (1-10 alternatyvos)

Alternatyva	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
K5	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3

6.11 lentelė. Kėlimo priemonių poreikis, balai (11-20 alternatyvos)

Alternatyva	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
K5	3	3	2	3	2	3	2	2	2	3

K6 – montavimo sudėtingumas (vid. darbo kategorija) – tai kriterijus, kuris įvertina lengvųjų konstrukcijų namo statybai reikalingą vidutinę darbo jėgos kategoriją (nustatoma remiantis sąmatiniais skaičiavimais pateiktais 1-20 prieduose).

6.12 lentelė. Montavimo sudėtingumas, vid. darbo kategorija (1-10 alternatyvos)

Alternatyva	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
K6	3,47	3,47	3,20	3,20	3,38	3,64	3,52	3,53	3,54	3,17

6.13 lentelė. Montavimo sudėtingumas, vid. darbo kategorija (11-20 alternatyvos)

Alternatyva	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
K6	3,27	3,21	3,50	3,53	3,20	3,60	3,44	3,20	3,44	3,37

K7 – pagrindinių namo konstrukcijų įrengimo darbų užbaigtumas (balai) – tai kokybinis kriterijus vertinamas balais, atsižvelgiant į tai ar įrengus pagrindines namo konstrukcijas iki galutinio jų įrengimo reikia atlikti papildomus darbus (4 balai – lieka atlikti tik išorės apdailos darbus; 3 balai – lieka atlikti sienų apšiltinimo ir išorės apdailos darbus; 2 balai – lieka atlikti stogo apšiltinimo ir išorės

apdailos darbus; 1 balas – lieka atlikti sienų ir stogo apšiltinimo bei išorės apdailos darbus (nustatoma atsižvelgiant į alternatyvų įrengimo technologijas);

6.14 lentelė. Pagrindinių namo konstrukcijų įrengimo darbų užbaigtumas, balai (1-10 alternatyvos)

Alternatyva	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
K7	3	3	4	4	1	3	3	3	4	4

6.15 lentelė. Pagrindinių namo konstrukcijų įrengimo darbų užbaigtumas, balai (11-20 alternatyvos)

Alternatyva	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
K7	4	2	3	4	4	3	3	4	3	3

K8 – darbų nepertraukiamumas (balai) – tai kriterijus, kuris yra nustatomas atsižvelgiant į technologinių pertraukų trukmę ir bendrą technologinio proceso trukmę ir yra apskaičiuojamas pagal 6.1 formulę (balai skiriami tokia tvarka: 4 balai – 0-5%; 3 balai – 5-10%; 2 balai – 10-15%; 1 balai – >15%;);

$$Dn = \frac{t}{T} \times 100\%; \quad (6.1)$$

čia: t – technologinių pertraukų trukmė, h;

T – bendra įrengimo trukmė, h;

6.16 lentelė. Darbų nepertraukiamumas, balai (1-10 alternatyvos)

Alternatyva	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
K8	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4

6.17 lentelė. Darbų nepertraukiamumas, balai (11-20 alternatyvos)

Alternatyva	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
K8	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3

K9 – montavimo aplinkos sąlygos (balai) – tai kriterijus, kuris įvertina žemiausią aplinkos temperatūrą, kurios metu dar gali būti statomas lengvųjų konstrukcijų namas (5 balai – statybos procesas nepriklauso nuo oro temperatūros; 4 balai – temperatūra žemesnė nei – 10 °C; 3 balai – temperatūra ne žemesnė kaip – 10 °C; 2 balai – temperatūra ne žemesnė kaip – 5 °C; 1 balas – temperatūra ne žemesnė kaip + 5 °C) (nustatoma atsižvelgiant į alternatyvų įrengimo technologijas);

6.18 lentelė. Montavimo aplinkos sąlygos, balai (1-10 alternatyvos)

Alternatyva	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
K9	2	2	5	5	3	3	2	2	3	5

6.19 lentelė. Montavimo aplinkos sąlygos, balai (11-20 alternatyvos)

Alternatyva	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
K9	5	5	2	3	5	2	2	5	2	2

K10– konstrukcijų masė (kg/m²) – tai vieno lengvųjų konstrukcijų namo kvadratinio metro masė (nustatoma apskaičiuojant konstrukcijų mases);

6.20 lentelė. Konstrukcijų masė, kg/m² (1-10 alternatyvos)

Alternatyva	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
K10	439,20	428,05	108,94	125,09	271,26	387,46	423,69	372,82	266,62	120,63

6.21 lentelė. Konstrukcijų masė, kg/m² (11-20 alternatyvos)

Alternatyva	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
K10	125,60	123,78	414,45	176,17	130,01	377,31	481,76	103,63	415,08	367,29

Apibendrinti nagrinėjamų alternatyvų duomenys, kuriais remiantis bus nustatytas racionaliausias lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantas, pateikiami 6.22 lentelėje.

6.22 lentelė. Kriterijų reikšmių suvestinė lentelė

Kriterijus	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Alternatyva										
A1	255,07	4,39	0,48	64,82	3	3,47	3	3	2	439,20
A2	267,46	4,21	0,51	62,57	3	3,47	3	3	2	428,05
A3	175,72	2,93	0,19	42,30	2	3,20	4	4	5	108,94
A4	525,78	2,85	0,19	38,77	2	3,20	4	4	5	125,09
A5	168,23	4,30	0,49	67,56	3	3,48	1	3	3	271,26
A6	202,00	5,03	0,52	73,25	2	3,64	3	3	3	387,46
A7	205,01	4,32	0,55	58,46	2	3,52	3	3	2	423,69
A8	199,61	3,66	0,61	53,75	3	3,53	3	3	2	372,82
A9	230,98	3,18	0,83	48,74	3	3,54	4	3	3	266,62
A10	300,76	3,72	0,38	56,92	3	3,17	4	4	5	120,63
A11	270,19	2,90	0,38	42,62	3	3,27	4	4	5	125,60
A12	308,24	3,34	0,34	45,16	3	3,21	2	4	5	123,78

A13	279,90	3,64	0,62	57,65	2	3,50	3	3	2	414,45
A14	341,18	3,32	0,74	52,77	3	3,53	4	3	3	176,17
A15	378,76	2,80	0,19	40,27	2	3,20	4	4	5	130,01
A16	155,24	3,22	0,60	45,14	3	3,60	3	3	2	377,31
A17	214,86	3,82	0,35	53,96	2	3,44	3	3	2	481,76
A18	272,18	3,30	0,19	44,61	2	3,20	4	4	5	103,63
A19	168,63	4,42	0,29	64,50	2	3,44	3	3	2	415,08
A20	197,14	4,54	0,52	74,77	3	3,37	3	3	2	367,29

7. Pasirinktų vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas

Norint nustatyti racionaliausią lengvųjų konstrukcijų namo statybos alternatyvą, visų pirma, reikia nustatyti pasirinktų vertinimo kriterijų reikšmingumą, kuris parodo tam tikro kriterijaus svarbą. Kriterijų reikšmingumas gali būti subjektyvus ir objektyvus. Subjektyvus reikšmingumas nurodo subjektyvius asmens sprendimus paremtus jo nuomone, o objektyvus variantų reikšmingumas yra nustatomas matematiniais metodais tokiais kaip entropija ar rangavimo metodas.

Baigiamajame projekte nustatomas subjektyvus, teorinis ir kompleksinis nagrinėjamų alternatyvų vertinimo kriterijų reikšmingumas. Subjektyvus kriterijų reikšmingumas nustatomas rangavimo metodu, kuomet yra atliekama ekspertų apklausa ir gauti duomenys apdorojami naudojant matematinės formules. Teorinis ir kompleksinis reikšmingumas yra nustatomas naudojant entropijos metodą, kuomet skaičiavimai yra atliekami neatsižvelgiant į ekspertų nuomonę, o visas dėmesys yra kreipiamas tik į turimą informaciją apie nagrinėjamas alternatyvas ir vertinimo kriterijų turimas skaitines reikšmes.

7.1. Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas rangavimo metodu

Baigiamajame projekte subjektyviam vertinimo kriterijų reikšmingumui nustatyti atlikta ekspertų apklausa, kurios metu ekspertai turėjo išsakyti savo nuomonę apie pasirinktų vertinimo kriterijų svarbą.

Apklausoje dalyvavo 50 ekspertų iš statybų sektoriaus. Ekspertams buvo pateikta anketa, kurioje buvo įvardinti 10 vertinimo kriterijų. Šiuos kriterijus ekspertai turėjo įvertinti balais nuo 1 iki 10 atsižvelgiant į jų svarbą nustatinėjant lengvųjų konstrukcijų namo racionaliausią statybos variantą (10-9 balai – labai reikšmingas kriterijus; 8-7 balai- reikšmingas kriterijus; 6-5 balai- vidutiniškai reikšmingas kriterijus; 4-3 balai – mažai reikšmingas kriterijus; 2-1 balai – nereikšmingas kriterijus). Apklausos metu buvo galima skirti tos pačios vertės balus keliems kriterijams.

Gauti rezultatai parodė kiek ekspertų nuomone yra svarbūs pasirinkti vertinimo kriterijai nustatinėjant racionaliausią lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantą. Gauti ekspertų apklausos rezultatai pateikti 22 priede.

Pasirinktų vertinimo kriterijų reikšmingumas, remiantis ekspertų nuomonėmis, nustatytas tokia eiga [30]:

- atlikta anketinė 50 ekspertų apklausa;
- apdorojus ekspertų apklausos anketas apskaičiuotas rangų suma pagal formulę 7.1;

$$S_i = \sum_{j=1}^n b_{ij}, j = \overline{1, n}, \quad (7.1)$$

čia: b_{ij} – rodiklio j eksperto įvertinimas balais;

S_i – i rodiklio visų j ekspertų įvertinimų suma;

- turint ekspertų nuomonės rangų sumą apskaičiuotas rangų sumos vidurkis pagal formulę 7.2;

$$S_{vid} = \frac{\sum_{i=1}^m S_i}{m}, i = \overline{1, m} \quad (7.2)$$

čia: S_{vid} – sumų rangos vidurkis;

S_i – rodiklių i verčių suma;

m – rodiklių skaičius;

- toliau apskaičiuotas nuokrypis nuo rangų sumos vidurkio pagal formulę 7.3;

$$\Delta S_i = S_i - S_{vid} \quad (7.3)$$

čia: ΔS_i – nuokrypis nuo rangų sumos vidurkio;

- apskaičiavus nuokrypį nuo rangų sumos vidurkio apskaičiuotas kvadratinis nuokrypis (ΔS_i^2);

čia: ΔS_i^2 – kvadratinis nuokrypis;

- po to skaičiuota nuokrypio kvadrato suma pagal formulę 7.4;

$$S = \sum_{i=1}^m \Delta S_i^2 \quad (7.4)$$

čia: S – nuokrypių kvadratų suma;

- galiausiai apskaičiuotas subjektyvus vertinimo kriterijų reikšmingumas pagal formulę 7.5;

$$q_i = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^m S_i} \quad (7.5)$$

čia: q_i – kriterijų reikšmingumas;

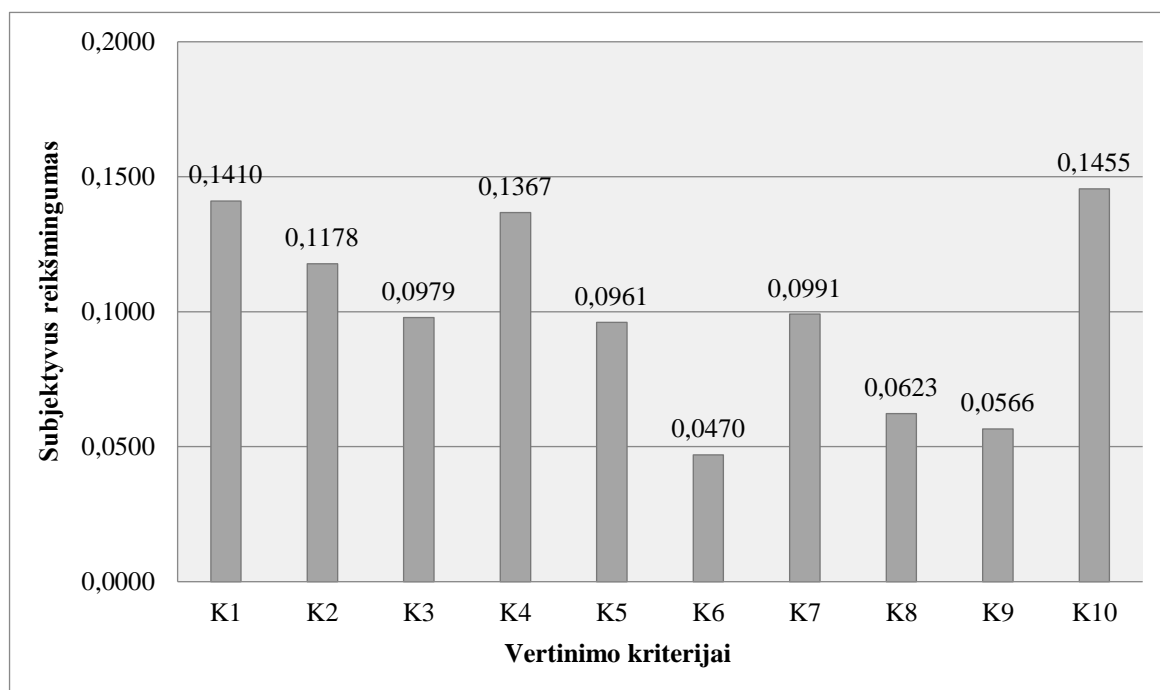
Gauti skaičiavimų rezultatai pateikti 7.1 lentelėje.

7.1 lentelė. Ekspertų apklausos kriterijų vertinimo rezultatai

Eil.Nr.	Kriterijus	S_i	Vieta	ΔS_i	ΔS_i^2	Reikšmin - gumas
1.	K1 - medžiagų kaina (€/m ²)	468	2	136	18496	0,1410
2.	K2 - technologinio proceso trukmė (žm.val/m ²)	391	4	59	3481	0,1178
3.	K3 - darbų mechanizavimo kriterijus (maš.val/m ²)	325	6	-7	49	0,0979
4.	K4 - darbų kaina (€/m ²)	454	3	122	14884	0,1367
5.	K5 - kėlimo priemonių poreikis (balai)	319	7	-13	168	0,0961

6.	K6 - montavimo sudėtingumas (vid. darbo kategorija)	156	10	-176	30976	0,0470
7.	K7 - pagrindinių namo konstrukcijų įrengimo darbų užbaigtumas (balai)	329	5	3	9	0,0991
8.	K8 - darbų nepertraukiamumas (balai)	207	8	-125	15625	0,0623
9.	K9 - montavimo aplinkos sąlygos (balai)	188	9	-144	20736	0,0566
10.	K10 - konstrukcijų masė (kg/m ²)	483	1	151	22801	0,1455
		$S_{i(\text{vidurkis})}=332$			$\sum \Delta S_i^2=127226,00$	$\sum q_i=1$

Subjektyvaus kriterijų reikšmingumo reikšmės grafiškai pavaizduotos 7.1 paveiksle pateiktoje stulpelinėje diagramoje.



7.1 pav. Stulpelinė vertinimo kriterijų subjektyvaus reikšmingumo diagrama

Iš 7.1 paveiksle pateiktos stulpelinės diagramos matyti, kad apklaustų ekspertų nuomone K10 (medžiagų masė) vertinimo kriterijus yra svarbiausias nustatant racionaliausią lengvųjų konstrukcijų

namo statybos variantą. Nuo šio kriterijaus nežymiai atsiliko K1 ir K4 kriterijai, kurie apibūdina medžiagų kainą ir montavimo darbų kainą.

Norint patikrinti ar apklaustų ekspertų apklausos duomenys yra patikimi apskaičiuojamas konkordacijos koeficientas pagal formulę 7.6;

$$W = \frac{12\Delta S_i^2}{r^2(n^3-n)-r\sum_{k=1}^r T_k} \quad (7.6)$$

čia: ΔS_i^2 – kiekvieno kriterijaus įvertinimo rezultatų nukrypimo kvadratų suma;

r – ekspertų skaičius;

n – įvertinamų kriterijų skaičius;

T_k – k ranžiruotėje susijusių rangų rodiklis apskaičiuojamas pagal 7.7 formulę;

$$T_k = \sum_{l=1}^{H_l} (h_l^3 - h_l) \quad (7.7)$$

čia: H_l – lygių rangų grupių skaičius k ranžiruotėje;

h_l – lygių rangų, l susijusių su rangų grupėje, skaičius, įvertinus k ekspertui;

$$W = \frac{12 \cdot 127226,00}{50^2 \cdot (10^3 - 10) - 50 \cdot 606} = 0,62$$

Kadangi konkordancijos koeficientas gavosi didesnis už 0,6 ($0,62 > 0,60$) galime teigti, kad ekspertų nuomonė yra patikima ir gauti duomenys gali būti naudojami tolimesniems skaičiavimams.

7.2. Teorinio ir kompleksinio kriterijų reikšmingumo nustatymas entropijos metodu

Teorinis ir kompleksinis kriterijų reikšmingumas nustatomas panaudojant entropijos metodą. Naudojant šį metodą, atsižvelgiant į pasirinktas nagrinėti lengvųjų konstrukcijų namo statybos alternatyvas ir sudarytus vertinimo kriterijus, sudaroma pradinė duomenų ir kriterijų matrica, kuri yra pateikta 7.2 lentelėje.

7.2 lentelė. Pradinė duomenų matrica

Kriterijus	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Alternatyva										
A1	255,07	4,39	0,48	64,82	3	3,47	3	3	2	439,20
A2	267,46	4,21	0,51	62,57	3	3,47	3	3	2	428,05
A3	175,72	2,93	0,19	42,30	2	3,20	4	4	5	108,94
A4	525,78	2,85	0,19	38,77	2	3,20	4	4	5	125,09
A5	168,23	4,30	0,49	67,56	3	3,48	1	3	3	271,26
A6	202,00	5,03	0,52	73,25	2	3,64	3	3	3	387,46
A7	205,01	4,32	0,55	58,46	2	3,52	3	3	2	423,69
A8	199,61	3,66	0,61	53,75	3	3,53	3	3	2	372,82
A9	230,98	3,18	0,83	48,74	3	3,54	4	3	3	266,62
A10	300,76	3,72	0,38	56,92	3	3,17	4	4	5	120,63
A11	270,19	2,90	0,38	42,62	3	3,27	4	4	5	125,60
A12	308,24	3,34	0,34	45,16	3	3,21	2	4	5	123,78

A13	279,90	3,64	0,62	57,65	2	3,50	3	3	2	414,45
A14	341,18	3,32	0,74	52,77	3	3,53	4	3	3	176,17
A15	378,76	2,80	0,19	40,27	2	3,20	4	4	5	130,01
A16	155,24	3,22	0,60	45,14	3	3,60	3	3	2	377,31
A17	214,86	3,82	0,35	53,96	2	3,44	3	3	2	481,76
A18	272,18	3,30	0,19	44,61	2	3,20	4	4	5	103,63
A19	168,63	4,42	0,29	64,50	2	3,44	3	3	2	415,08
A20	197,14	4,54	0,52	74,77	3	3,37	3	3	2	367,29
Suma	5116,94	73,89	8,97	1088,59	51,00	67,98	65,00	67,00	65,00	5658,84
Optimalumas	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN

Teorinis ir kompleksinis kriterijų reikšmingumas yra nustatomas tokia tvarka [31]:

Pradinė duomenų matrica, naudojantis formule 7.8 yra normalizuojama.

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n} \quad (7.8)$$

Skaičiavimų gauti rezultatai pateikti 7.3 lentelėje.

7.3 lentelė. Normalizuota duomenų matrica

Kriterijus	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Alternatyva										
A1	0,0498	0,0594	0,0535	0,060	0,0588	0,0510	0,0462	0,0448	0,0308	0,0776
A2	0,0523	0,0570	0,0569	0,057	0,0588	0,0510	0,0462	0,0448	0,0308	0,0756
A3	0,0343	0,0397	0,0212	0,039	0,0392	0,0471	0,0615	0,0597	0,0769	0,0193
A4	0,1028	0,0386	0,0212	0,036	0,0392	0,0471	0,0615	0,0597	0,0769	0,0221
A5	0,0329	0,0582	0,0546	0,062	0,0588	0,0512	0,0154	0,0448	0,0462	0,0479
A6	0,0395	0,0681	0,0580	0,067	0,0392	0,0535	0,0462	0,0448	0,0462	0,0685
A7	0,0401	0,0585	0,0613	0,054	0,0392	0,0518	0,0462	0,0448	0,0308	0,0749
A8	0,0390	0,0495	0,0680	0,049	0,0588	0,0519	0,0462	0,0448	0,0308	0,0659
A9	0,0451	0,0430	0,0925	0,045	0,0588	0,0521	0,0615	0,0448	0,0462	0,0471
A10	0,0588	0,0503	0,0424	0,052	0,0588	0,0466	0,0615	0,0597	0,0769	0,0213
A11	0,0528	0,0392	0,0424	0,039	0,0588	0,0481	0,0615	0,0597	0,0769	0,0222
A12	0,0602	0,0452	0,0379	0,041	0,0588	0,0472	0,0308	0,0597	0,0769	0,0219
A13	0,0547	0,0493	0,0691	0,053	0,0392	0,0515	0,0462	0,0448	0,0308	0,0732
A14	0,0667	0,0449	0,0825	0,048	0,0588	0,0519	0,0615	0,0448	0,0462	0,0311
A15	0,0740	0,0379	0,0212	0,037	0,0392	0,0471	0,0615	0,0597	0,0769	0,0230
A16	0,0303	0,0436	0,0669	0,041	0,0588	0,0530	0,0462	0,0448	0,0308	0,0667
A17	0,0420	0,0517	0,0390	0,050	0,0392	0,0506	0,0462	0,0448	0,0308	0,0851
A18	0,0532	0,0447	0,0212	0,041	0,0392	0,0471	0,0615	0,0597	0,0769	0,0183
A19	0,0330	0,0598	0,0323	0,059	0,0392	0,0506	0,0462	0,0448	0,0308	0,0734
A20	0,0385	0,0614	0,0580	0,069	0,0588	0,0496	0,0462	0,0448	0,0308	0,0649

Skaičiavimams palengvinti sudaroma papildoma duomenų matrica, kuri yra gaunama normalizuotą duomenų matricą padauginus iš alternatyvų skaičiaus lagoritmo ($P_{ij} \cdot \ln P_{ij}$).

Papildoma duomenų matrica yra pateikiama 7.4 lentelėje.

7.4 lentelė. Papildoma duomenų matrica

Kriterijus	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Alternatyva										
A1	-0,1495	-0,1677	-0,1567	-0,1680	-0,1667	-0,1519	-0,1420	-0,1391	-0,1071	-0,1984
A2	-0,1543	-0,1632	-0,1630	-0,1642	-0,1667	-0,1519	-0,1420	-0,1391	-0,1071	-0,1953
A3	-0,1158	-0,1280	-0,0816	-0,1262	-0,1270	-0,1439	-0,1716	-0,1683	-0,1973	-0,0760
A4	-0,2338	-0,1256	-0,0816	-0,1188	-0,1270	-0,1439	-0,1716	-0,1683	-0,1973	-0,0843
A5	-0,1123	-0,1655	-0,1588	-0,1725	-0,1667	-0,1522	-0,0642	-0,1391	-0,1420	-0,1456
A6	-0,1276	-0,1829	-0,1651	-0,1816	-0,1270	-0,1567	-0,1420	-0,1391	-0,1420	-0,1836
A7	-0,1289	-0,1660	-0,1712	-0,1570	-0,1270	-0,1533	-0,1420	-0,1391	-0,1071	-0,1941
A8	-0,1265	-0,1489	-0,1828	-0,1485	-0,1667	-0,1536	-0,1420	-0,1391	-0,1071	-0,1792
A9	-0,1398	-0,1354	-0,2202	-0,1391	-0,1667	-0,1539	-0,1716	-0,1391	-0,1420	-0,1439
A10	-0,1666	-0,1505	-0,1339	-0,1543	-0,1667	-0,1429	-0,1716	-0,1683	-0,1973	-0,0820
A11	-0,1553	-0,1271	-0,1339	-0,1269	-0,1667	-0,1460	-0,1716	-0,1683	-0,1973	-0,0845
A12	-0,1692	-0,1400	-0,1240	-0,1320	-0,1667	-0,1442	-0,1071	-0,1683	-0,1973	-0,0836
A13	-0,1590	-0,1483	-0,1847	-0,1556	-0,1270	-0,1527	-0,1420	-0,1391	-0,1071	-0,1914
A14	-0,1806	-0,1394	-0,2058	-0,1467	-0,1667	-0,1536	-0,1716	-0,1391	-0,1420	-0,1080
A15	-0,1927	-0,1240	-0,0816	-0,1220	-0,1270	-0,1439	-0,1716	-0,1683	-0,1973	-0,0867
A16	-0,1060	-0,1365	-0,1809	-0,1320	-0,1667	-0,1556	-0,1420	-0,1391	-0,1071	-0,1806
A17	-0,1331	-0,1531	-0,1266	-0,1489	-0,1270	-0,1510	-0,1420	-0,1391	-0,1071	-0,2097
A18	-0,1561	-0,1388	-0,0816	-0,1309	-0,1270	-0,1439	-0,1716	-0,1683	-0,1973	-0,0733
A19	-0,1125	-0,1685	-0,1109	-0,1674	-0,1270	-0,1510	-0,1420	-0,1391	-0,1071	-0,1916
A20	-0,1255	-0,1714	-0,1651	-0,1840	-0,1667	-0,1489	-0,1420	-0,1391	-0,1071	-0,1775
Suma	-2,9450	-2,9809	-2,9104	-2,9766	-2,9763	-2,9947	-2,9635	-2,9859	-2,9130	-2,8694

Turint papildomą duomenų matricą nustatomas kiekvieno rodiklio efektyvumo entropijos lygis E_j pagal formulę 7.9.

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}, \quad (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}), \quad \text{čia } k = \frac{1}{\ln m} \quad (7.9)$$

Gauti rezultatai pateikti 7.5 lentelėje.

7.5 lentelė. Entropijos lygiai

Kriterijus	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
E_j	0,9831	0,9950	0,9715	0,9936	0,9935	0,9997	0,9892	0,9967	0,9724	0,9578

Turint entropijos lygius nustatomas kriterijų kitimo lygis d_j pagal formulę 5.10.

$$d_j = 1 - E_j, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (7.10)$$

Gauti rezultatai pateikti 7.6 lentelėje.

7.6 lentelė. Kitimo lygiai

Kriterijus	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
d_j	0,0169	0,0050	0,0285	0,0064	0,0065	0,0003	0,0108	0,0033	0,0276	0,0422
Suma	0,1475									

Priimant, kad visi vertinimo kriterijai yra vienodai svarbūs apskaičiuojamas kriterijų teorinis reikšmingumas pagal formulę 7.11.

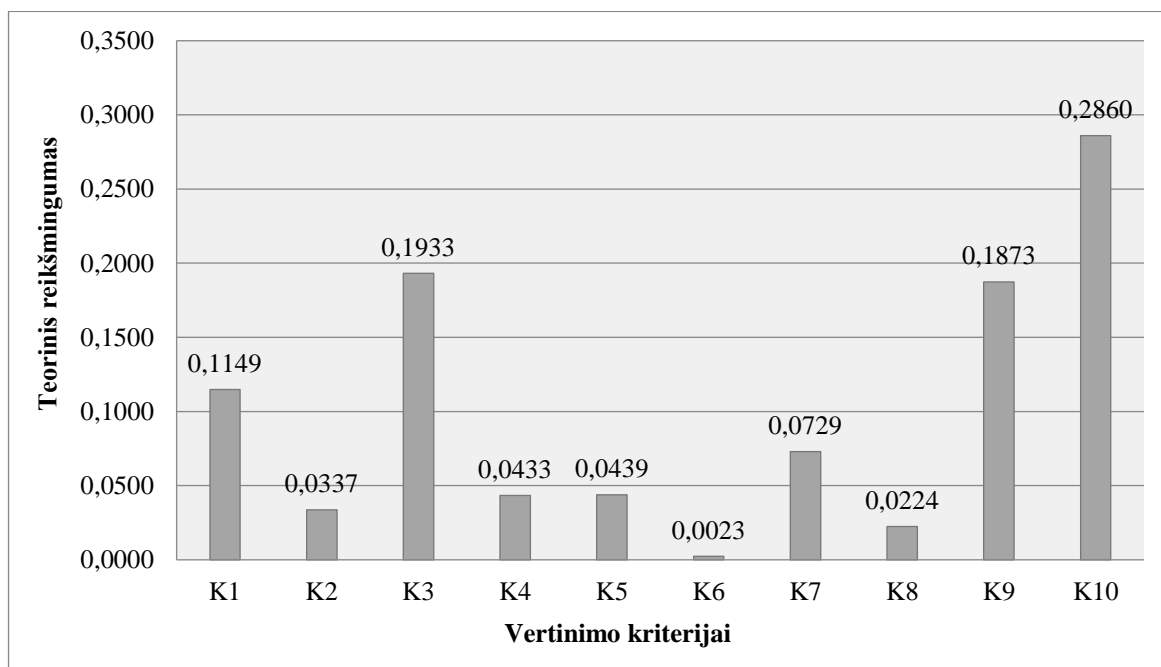
$$q_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}; (j = \overline{1, n}) \quad (7.11)$$

Gauti skaičiavimų rezultatai pateikiami 7.7 lentelėje.

7.7 lentelė. Teorinis kriterijų reikšmingumas

Kriterijus	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
q_j	0,1149	0,0337	0,1933	0,0433	0,0439	0,0023	0,0729	0,0224	0,1873	0,2860

Teorinio reikšmingumo reikšmės grafiškai pavaizduojamos 7.2 paveiksle pateiktoje stulpelinėje diagramoje.



7.2 pav. Stulpelinė vertinimo kriterijų teorinio reikšmingumo diagrama

Žinant subjektyvų kriterijų reikšmingumą, kuris buvo apskaičiuotas 7.1 skyriuje ir yra pateiktas 7.1 lentelėje, apskaičiuojamas kompleksinis kriterijų reikšmingumas pasinaudojant formulę 7.12.

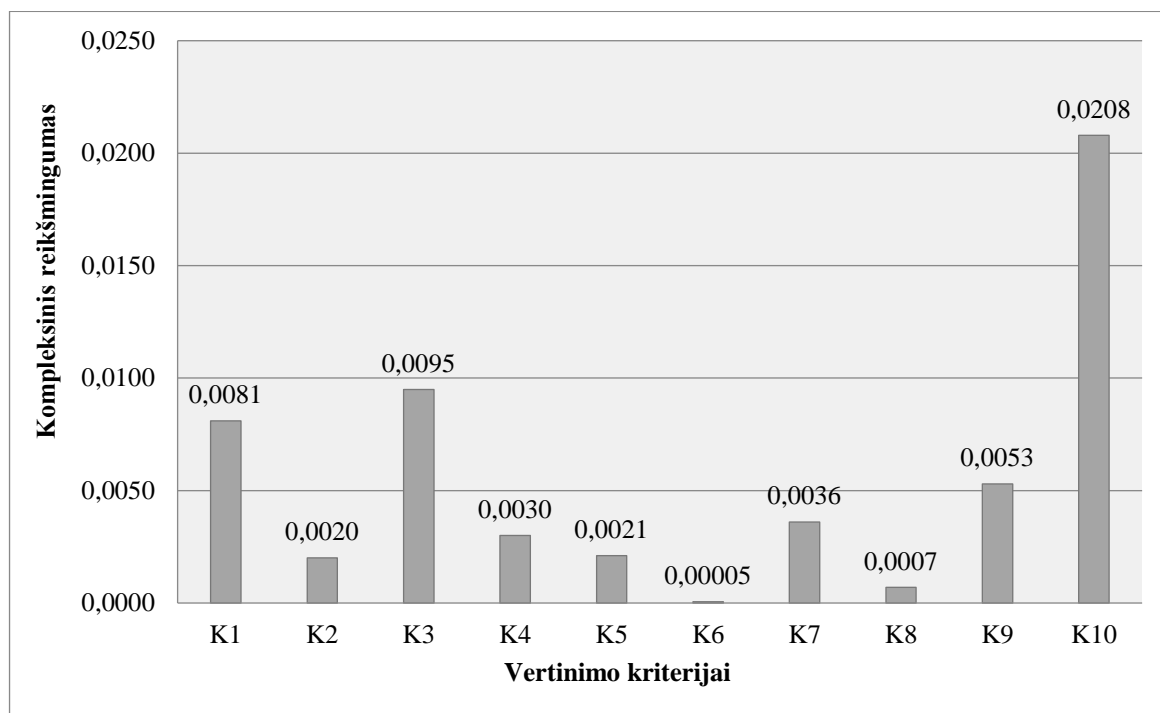
$$q_j^0 = \frac{\bar{q}_j q_j}{\sum_{j=1}^n \bar{q}_j q_j} \quad (7.12)$$

Gauti rezultatai pateikti 7.8 lentelėje.

7.8 lentelė. Kompleksinis kriterijų reikšmingumas

Kriterijus	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
q_j	0,0081	0,0020	0,0095	0,0030	0,0021	0,00005	0,0036	0,0007	0,0053	0,0208

Kompleksinio reikšmingumo reikšmės grafiškai pavaizduotos 7.3 paveiksle pateiktoje stulpelinėje diagramoje.



7.3 pav. Stulpelinė vertinimo kriterijų kompleksinio reikšmingumo diagrama

Atlikus vertinimo kriterijų reikšmingumo įvertinimą entropijos metodu gauta, kad tiek teorinio tiek kompleksinis reikšmingumas didžiausias yra K10 kriterijaus (konstrukcijų masė), vadinasi nustatinėjant racionaliausią lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantą didžiausią dėmesį reikia skirti būtent šiam kriterijui.

Apskaičiuotas vertinimo kriterijų reikšmingumas toliau bus naudojamas nustatant racionaliausią lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantą naudojant daugiakriterio įvertinimo metodus, tokius kaip artumo idealiam taškui (TOPSIS) metodas, paprastųjų svorių sudėjimo (SAW) metodas ar kompleksinio proporcingumo (COPRAS) metodas.

8. Racionaliausio lengvųjų konstrukcijų namo statybos varianto nustatymas

Baigiamajame darbe racionaliausias gyvenamojo namo iš lengvųjų konstrukcijų variantas nustatomas remiantis trimis daugiakriterio įvertinimo metodais t. y.:

- artumo idealiam taškui(TOPSIS) metodu ;
- paprastų svorių sudėjimo (SAW) metodu;
- kompleksinio proporcingumo (COPRAS) metodu.

8.1. Racionaliausio lengvųjų konstrukcijų namo statybos varianto nustatymas artumo idealiam taškui (TOPSIS) metodu

K. Yoon ir C. L. Hwang 1981 metais sukūrė variantų prioritetiškumo nustatymo metodą, kuris yra pagrįstas tuo, kad geriausia alternatyva turi mažiausią atstumą nuo idealaus sprendimo ir didžiausią atstumą nuo idealiai blogiausio varianto. Šis metodas vadinamas variantų racionalumo nustatymu artumo idealiam taškui metodu (TOPSIS – Technique for order Preference by Similarity to Ideal solution) [31].

Taikant šį metodą, reikia atsižvelgti į tai, kad kiekvieno sprendimų varianto kriterijaus naudingumo funkcija monotoniškai didėja arba monotoniškai mažėja, t. y. didesnė bet kurio rodiklio reikšmė visada geresnė arba blogesnė už mažesnę to paties rodiklio reikšmę [31].

Remiantis šiuo metodu, šiame skyriuje, bandysime nustatyti racionaliausią lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantą.

Racionaliausias lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantas nustatomas tokia eiga [31]:

Prieš pradėdant taikyti artumo idealiam taškui metodą (TOPSIS) sudaroma pradinė duomenų matrica. Sudaryta pradinių duomenų matrica pateikta 8.1 lentelėje.

8.1 lentelė. Pradinė duomenų matrica

Kriterijus	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Alternatyva										
A1	255,07	4,39	0,48	64,82	3	3,47	3	3	2	439,20
A2	267,46	4,21	0,51	62,57	3	3,47	3	3	2	428,05
A3	175,72	2,93	0,19	42,30	2	3,20	4	4	5	108,94
A4	525,78	2,85	0,19	38,77	2	3,20	4	4	5	125,09
A5	168,23	4,30	0,49	67,56	3	3,48	1	3	3	271,26
A6	202,00	5,03	0,52	73,25	2	3,64	3	3	3	387,46
A7	205,01	4,32	0,55	58,46	2	3,52	3	3	2	423,69
A8	199,61	3,66	0,61	53,75	3	3,53	3	3	2	372,82
A9	230,98	3,18	0,83	48,74	3	3,54	4	3	3	266,62
A10	300,76	3,72	0,38	56,92	3	3,17	4	4	5	120,63
A11	270,19	2,90	0,38	42,62	3	3,27	4	4	5	125,60

A12	308,24	3,34	0,34	45,16	3	3,21	2	4	5	123,78
A13	279,90	3,64	0,62	57,65	2	3,50	3	3	2	414,45
A14	341,18	3,32	0,74	52,77	3	3,53	4	3	3	176,17
A15	378,76	2,80	0,19	40,27	2	3,20	4	4	5	130,01
A16	155,24	3,22	0,60	45,14	3	3,60	3	3	2	377,31
A17	214,86	3,82	0,35	53,96	2	3,44	3	3	2	481,76
A18	272,18	3,30	0,19	44,61	2	3,20	4	4	5	103,63
A19	168,63	4,42	0,29	64,50	2	3,44	3	3	2	415,08
A20	197,14	4,54	0,52	74,77	3	3,37	3	3	2	367,29
$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$	1206,89	16,77	2,16	248,07	11,62	15,22	14,93	15,13	15,72	1405,23
Optimalumas	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN
Teor. Reikš	0,1149	0,0337	0,1933	0,0433	0,0439	0,0023	0,0729	0,0224	0,1873	0,2860
Kompl.reikš	0,0081	0,0020	0,0095	0,0030	0,0021	0,00005	0,0036	0,0007	0,0053	0,0208

Sudaryta pradinė duomenų matrica normalizuojama naudojantis formule 8.1. Taip gaunama normalizuota bedimensinių dydžių matrica pateikta 8.2 lentelėje.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}; i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m} \quad (8.1)$$

8.2 lentelė. Normalizuota duomenų matrica

Kriterijus	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Alternatyva										
A1	0,2113	0,2618	0,2218	0,2613	0,2582	0,2280	0,2009	0,1982	0,1273	0,3125
A2	0,2216	0,2511	0,2357	0,2522	0,2582	0,2280	0,2009	0,1982	0,1273	0,3046
A3	0,1456	0,1747	0,0878	0,1705	0,1721	0,2103	0,2679	0,2643	0,3181	0,0775
A4	0,4357	0,1700	0,0878	0,1563	0,1721	0,2103	0,2679	0,2643	0,3181	0,0890
A5	0,1394	0,2564	0,2264	0,2723	0,2582	0,2287	0,0670	0,1982	0,1909	0,1930
A6	0,1674	0,3000	0,2403	0,2953	0,1721	0,2392	0,2009	0,1982	0,1909	0,2757
A7	0,1699	0,2576	0,2542	0,2357	0,1721	0,2313	0,2009	0,1982	0,1273	0,3015
A8	0,1654	0,2183	0,2819	0,2167	0,2582	0,2320	0,2009	0,1982	0,1273	0,2653
A9	0,1914	0,1896	0,3836	0,1965	0,2582	0,2327	0,2679	0,1982	0,1909	0,1897
A10	0,2492	0,2218	0,1756	0,2295	0,2582	0,2083	0,2679	0,2643	0,3181	0,0858
A11	0,2239	0,1729	0,1756	0,1718	0,2582	0,2149	0,2679	0,2643	0,3181	0,0894
A12	0,2554	0,1992	0,1571	0,1820	0,2582	0,2110	0,1339	0,2643	0,3181	0,0881
A13	0,2319	0,2171	0,2865	0,2324	0,1721	0,2300	0,2009	0,1982	0,1273	0,2949
A14	0,2827	0,1980	0,3420	0,2127	0,2582	0,2320	0,2679	0,1982	0,1909	0,1254
A15	0,3138	0,1670	0,0878	0,1623	0,1721	0,2103	0,2679	0,2643	0,3181	0,0925
A16	0,1286	0,1920	0,2773	0,1820	0,2582	0,2366	0,2009	0,1982	0,1273	0,2685
A17	0,1780	0,2278	0,1617	0,2175	0,1721	0,2261	0,2009	0,1982	0,1273	0,3428
A18	0,2255	0,1968	0,0878	0,1798	0,1721	0,2103	0,2679	0,2643	0,3181	0,0737
A19	0,1397	0,2636	0,1340	0,2600	0,1721	0,2261	0,2009	0,1982	0,1273	0,2954
A20	0,1633	0,2707	0,2403	0,3014	0,2582	0,2215	0,2009	0,1982	0,1273	0,2614

Remiantis 7.2 skyriuje apskaičiuotu teoriniu vertinimo kriterijų reikšmingumu, pagal formulę 8.2 apskaičiuojama svartinė normalizuota matrica. Gauti skaičiavimų rezultatai pateikti 8.3 lentelėje.

$$\bar{P}^* = [\bar{P}] \cdot [q_j^*] \quad (8.2)$$

8.3 lentelė. Svertinė normalizuota matrica

Kriterijus Alternatyva	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
A1	0,0243	0,0088	0,0429	0,0113	0,0113	0,00052	0,0146	0,0044	0,0238	0,0894
A2	0,0255	0,0085	0,0456	0,0109	0,0113	0,00052	0,0146	0,0044	0,0238	0,0871
A3	0,0167	0,0059	0,0170	0,0074	0,0076	0,00048	0,0195	0,0059	0,0596	0,0222
A4	0,0501	0,0057	0,0170	0,0068	0,0076	0,00048	0,0195	0,0059	0,0596	0,0255
A5	0,0160	0,0086	0,0438	0,0118	0,0113	0,00052	0,0049	0,0044	0,0358	0,0552
A6	0,0192	0,0101	0,0464	0,0128	0,0076	0,00054	0,0146	0,0044	0,0358	0,0789
A7	0,0195	0,0087	0,0491	0,0102	0,0076	0,00053	0,0146	0,0044	0,0238	0,0862
A8	0,0190	0,0073	0,0545	0,0094	0,0113	0,00053	0,0146	0,0044	0,0238	0,0759
A9	0,0220	0,0064	0,0741	0,0085	0,0113	0,00053	0,0195	0,0044	0,0358	0,0543
A10	0,0286	0,0075	0,0339	0,0099	0,0113	0,00047	0,0195	0,0059	0,0596	0,0246
A11	0,0257	0,0058	0,0339	0,0074	0,0113	0,00049	0,0195	0,0059	0,0596	0,0256
A12	0,0294	0,0067	0,0304	0,0079	0,0113	0,00048	0,0098	0,0059	0,0596	0,0252
A13	0,0267	0,0073	0,0554	0,0101	0,0076	0,00052	0,0146	0,0044	0,0238	0,0844
A14	0,0325	0,0067	0,0661	0,0092	0,0113	0,00053	0,0195	0,0044	0,0358	0,0359
A15	0,0361	0,0056	0,0170	0,0070	0,0076	0,00048	0,0195	0,0059	0,0596	0,0265
A16	0,0148	0,0065	0,0536	0,0079	0,0113	0,00054	0,0146	0,0044	0,0238	0,0768
A17	0,0205	0,0077	0,0313	0,0094	0,0076	0,00051	0,0146	0,0044	0,0238	0,0981
A18	0,0259	0,0066	0,0170	0,0078	0,0076	0,00048	0,0195	0,0059	0,0596	0,0211
A19	0,0161	0,0089	0,0259	0,0113	0,0076	0,00051	0,0146	0,0044	0,0238	0,0845
A20	0,0188	0,0091	0,0464	0,0131	0,0113	0,00050	0,0146	0,0044	0,0238	0,0748

Remiantis svertine normalizuota matrica apskaičiuojamas idealiai geriausias ir blogiausias variantai pagal formules 8.3 ir 8.4.

$$a^+ = \{[(\max \bar{x}_{ij} | j \in J), (\min \bar{x}_{ij} | j \in J')]/i = \overline{1, m}\} = \{a_1^+, a_2^+, \dots, a_n^+\} \quad (8.3)$$

$$a^- = \{[(\min \bar{x}_{ij} | j \in J), (\max \bar{x}_{ij} | j \in J')]/i = \overline{1, m}\} = \{a_1^-, a_2^-, \dots, a_n^-\} \quad (8.4)$$

Skaičiavimų rezultatai pateikiami 8.4 lentelėje.

8.4 lentelė. Svertinės normalizuotos matricos geriausi ir blogiausi kriterijai

Kriterijus	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Optimalumas	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN
a+	0,0148	0,0056	0,0170	0,0068	0,0113	0,00048	0,0195	0,0059	0,0596	0,0211
a-	0,0501	0,0101	0,0741	0,0131	0,0076	0,00054	0,0049	0,0044	0,0238	0,0981

Remiantis formulėmis 8.5 ir 8.6 apskaičiuojamas atstumas tarp idealiai geriausio ir neigiamai idealaus variantų. Rezultatai pateikiami 8.5 ir 8.6 lentelėse.

$$L_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\bar{x}_{ij} - a_j^+)^2}; i = \overline{1, m} \quad (8.5)$$

$$L_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\bar{x}_{ij} - a_j^-)^2}; i = \overline{1, m} \quad (8.6)$$

8.5 lentelė. Skirtumai tarp realaus ir idealiai teigiamo ir neigiamo varianto (1-10 alternatyvos)

Kriterijus	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
L+	0,0822	0,0814	0,0044	0,0357	0,0520	0,0699	0,0815	0,0758	0,0706	0,0224
L-	0,0428	0,0407	0,1081	0,1005	0,0639	0,0482	0,0425	0,0444	0,0558	0,0949

8.6 lentelė. Skirtumai tarp realaus ir idealiai teigiamo ir neigiamo varianto (11-20 alternatyvos)

Kriterijus	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	KA9	A20
L+	0,0207	0,0225	0,0833	0,0593	0,0223	0,0758	0,0865	0,0118	0,0738	0,0715
L-	0,0950	0,0950	0,0347	0,0682	0,1007	0,0477	0,0532	0,1064	0,0614	0,0490

Pagal apskaičiuotą atstumą tarp idealiai geriausio ir neigiamai idealaus varianto nustatomas kiekvieno analizuojamo varianto atstumas iki idealaus taško pagal formulę 8.7.

Racionaliausias variantas yra tas, kurio K_i reikšmė yra didžiausia. Gauti skaičiavimų rezultatai pateikti 8.7 ir 8.8 lentelėse. Iš šių lentelių matyti, kad K_i reikšmė kinta nuo 0 iki 1, tai reiškia, kad idealiai teigiamo varianto reikšmė siekia 1, o idealiai neigiamo varianto reikšmė siekia 0 [30].

$$K_i = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-}, i = \overline{1, m}, \text{ kai } K_i \in [0, 1] \quad (8.7)$$

8.7 lentelė. Santykinis atstumas iki idealaus (1-10 alternatyvos)

Kriterijus	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Ki	0,3423	0,3336	0,9610	0,7377	0,5515	0,4082	0,3428	0,3698	0,4414	0,8087

8.8 lentelė. Santykinis atstumas iki idealaus (11-20 alternatyvos)

Kriterijus	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	KA9	A20
Ki	0,8214	0,8087	0,2937	0,5347	0,8191	0,3860	0,3806	0,9000	0,4540	0,4065

Paskutinis žingsnis, nustatinėjant lengvųjų konstrukcijų namo statybos racionaliausią variantą artumo idealiam taškui metodu, yra naudingumo laipsnio apskaičiavimas, kuris nustatomas pagal formulę 8.8. Skaičiavimų rezultatai pateikti 8.9 ir 8.10 lentelėse.

$$N_i = \frac{K_{bit,i}}{K_{bit,max}} \cdot 100\% \quad (8.8)$$

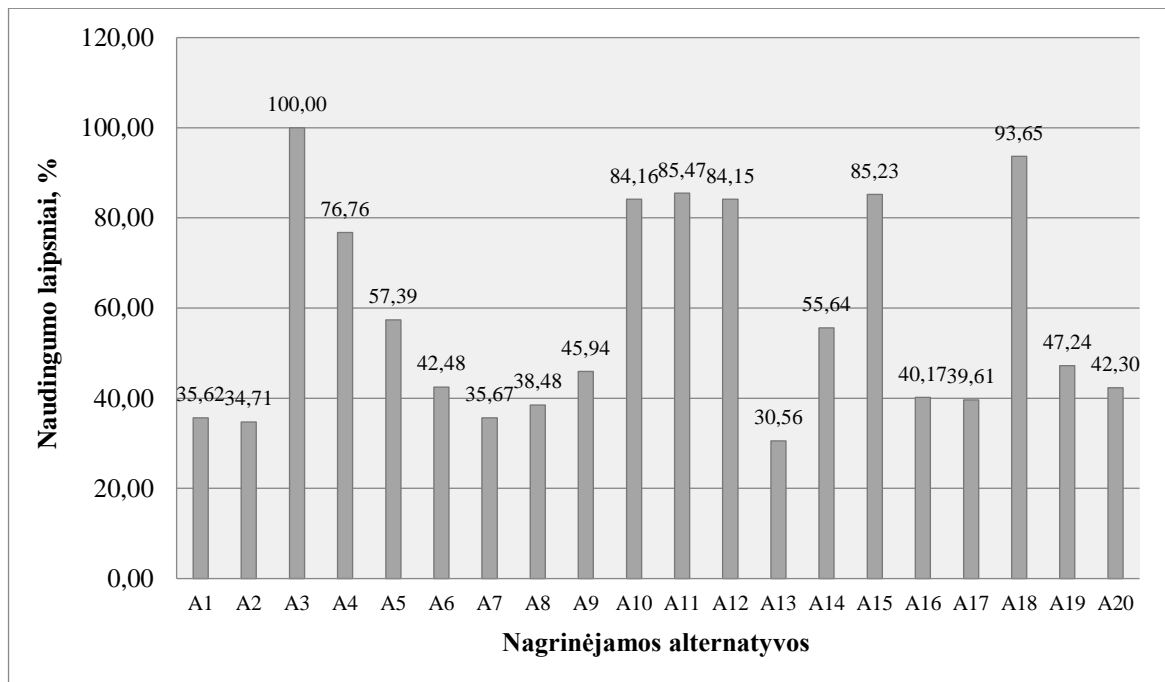
8.9 lentelė. Naudingumo laipsniai (1-10 alternatyvos)

Kriterijus	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Ni	35,62	34,71	100,00	76,76	57,39	42,48	35,67	38,48	45,94	84,16

8.10 lentelė. Naudingumo laipsniai (11-20 alternatyvos)

Kriterijus	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	KA9	A20
Ni	85,47	84,15	30,56	55,64	85,23	40,17	39,61	93,65	47,24	42,30

Naudingumo laipsnių reikšmės pavaizduotos stulpelinėje diagramoje pateiktoje 8.1 paveiksle.



8.1 pav. Naudingumo laipsnių stulpelinė diagrama

Atlikus skaičiavimus artumo idealiam taškui (TOPSIS) metodu gauta tokia nagrinėjamų lengvųjų konstrukcijų namo statybos alternatyvų prioritetų eilė:

A3>A18>A11>A15>A10>A12>A4>A5>A14>A19>A9>A6>A20>A16>A17>A8>A7>A1>A2>A13.

8.2. Racionaliausio lengvųjų konstrukcijų namo statybos varianto nustatymas paprastų svorių sudėjimo metodu (SAW);

Paprastasis sudedamasis svėrimo metodas (SAW – Simple Additive weighting) yra vienas iš paprasčiausių ir plačiausiai taikomų metodų. Šio metodo išeities duomenys yra sprendimų matrica ir reikšmingumo dydžiai. Sprendžiant šiuo metodu sprendimų matrica negali turėti neskaitinių reikšmių [31].

Naudojant paprastų svorių sudėjimo metodą (SAW) racionaliausias lengvųjų konstrukcijų namo variantas surandamas taip [31]:

Sudaroma pradinė duomenų matrica, kuri pateikta 8.11 lentelėje.

8.11 lentelė. Pradinė duomenų matrica

Kriterijus	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Alternatyva										
A1	255,07	4,39	0,48	64,82	3	3,47	3	3	2	439,20
A2	267,46	4,21	0,51	62,57	3	3,47	3	3	2	428,05
A3	175,72	2,93	0,19	42,30	2	3,20	4	4	5	108,94
A4	525,78	2,85	0,19	38,77	2	3,20	4	4	5	125,09
A5	168,23	4,30	0,49	67,56	3	3,48	1	3	3	271,26

A6	202,00	5,03	0,52	73,25	2	3,64	3	3	3	387,46
A7	205,01	4,32	0,55	58,46	2	3,52	3	3	2	423,69
A8	199,61	3,66	0,61	53,75	3	3,53	3	3	2	372,82
A9	230,98	3,18	0,83	48,74	3	3,54	4	3	3	266,62
A10	300,76	3,72	0,38	56,92	3	3,17	4	4	5	120,63
A11	270,19	2,90	0,38	42,62	3	3,27	4	4	5	125,60
A12	308,24	3,34	0,34	45,16	3	3,21	2	4	5	123,78
A13	279,90	3,64	0,62	57,65	2	3,50	3	3	2	414,45
A14	341,18	3,32	0,74	52,77	3	3,53	4	3	3	176,17
A15	378,76	2,80	0,19	40,27	2	3,20	4	4	5	130,01
A16	155,24	3,22	0,60	45,14	3	3,60	3	3	2	377,31
A17	214,86	3,82	0,35	53,96	2	3,44	3	3	2	481,76
A18	272,18	3,30	0,19	44,61	2	3,20	4	4	5	103,63
A19	168,63	4,42	0,29	64,50	2	3,44	3	3	2	415,08
A20	197,14	4,54	0,52	74,77	3	3,37	3	3	2	367,29
Optimalumas	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN
Teor. Reikš	0,1149	0,0337	0,1933	0,0433	0,0439	0,0023	0,0729	0,0224	0,1873	0,2860
Kompl.reikš	0,0081	0,0020	0,0095	0,0030	0,0021	0,0001	0,0036	0,0007	0,0053	0,0208

Pradinė duomenų matrica normalizuojama pagal formules 8.9 ir 8.10 formules.

Jei duomenų matrica yra maksimizuojama, tai skaičiavimai atliekami pagal formulę:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{max}} \quad (8.9)$$

Jei duomenų matrica yra minimizuojama, tai skaičiavimai atliekami pagal formulę:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_j^{min}}{x_{ij}} \quad (8.10)$$

Normalizuota matrica pateikta 8.12 lentelėje.

8.12 lentelė. Normalizuota matrica

Kriterijus	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Alternatyva										
A1	0,6086	0,6378	0,3958	0,5981	1,0000	0,9135	0,7500	0,7500	0,4000	0,2480
A2	0,5804	0,6651	0,3725	0,6196	1,0000	0,9135	0,7500	0,7500	0,4000	0,2545
A3	0,8835	0,9556	1,0000	0,9165	0,6667	0,9906	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
A4	0,2953	0,9825	1,0000	1,0000	0,6667	0,9906	1,0000	1,0000	1,0000	0,8709
A5	0,9228	0,6512	0,3878	0,5739	1,0000	0,9109	0,2500	0,7500	0,6000	0,4016
A6	0,7685	0,5567	0,3654	0,5293	0,6667	0,8709	0,7500	0,7500	0,6000	0,2812
A7	0,7572	0,6481	0,3455	0,6632	0,6667	0,9006	0,7500	0,7500	0,4000	0,2571
A8	0,7777	0,7650	0,3115	0,7213	1,0000	0,8980	0,7500	0,7500	0,4000	0,2922
A9	0,6721	0,8805	0,2289	0,7954	1,0000	0,8955	1,0000	0,7500	0,6000	0,4086
A10	0,5162	0,7527	0,5000	0,6811	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9031
A11	0,5746	0,9655	0,5000	0,9097	1,0000	0,9694	1,0000	1,0000	1,0000	0,8674
A12	0,5036	0,8383	0,5588	0,8585	1,0000	0,9875	0,5000	1,0000	1,0000	0,8801
A13	0,5546	0,7692	0,3065	0,6725	0,6667	0,9057	0,7500	0,7500	0,4000	0,2629
A14	0,4550	0,8434	0,2568	0,7347	1,0000	0,8980	1,0000	0,7500	0,6000	0,6184
A15	0,4099	1,0000	1,0000	0,9628	0,6667	0,9906	1,0000	1,0000	1,0000	0,8379

A16	1,0000	0,8696	0,3167	0,8589	1,0000	0,8806	0,7500	0,7500	0,4000	0,2887
A17	0,7225	0,7330	0,5429	0,7185	0,6667	0,9215	0,7500	0,7500	0,4000	0,2261
A18	0,5704	0,8485	1,0000	0,8691	0,6667	0,9906	1,0000	1,0000	1,0000	1,0512
A19	0,9206	0,6335	0,6552	0,6011	0,6667	0,9215	0,7500	0,7500	0,4000	0,2625
A20	0,7875	0,6167	0,3654	0,5185	1,0000	0,9407	0,7500	0,7500	0,4000	0,2966
Optimalumas	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN

Normalizuotos matricos to paties varianto kiekvienas narys dauginamas iš jo reikšmingumo ir sudedamas su kitais alternatyvos nariais ir gauta suma dalijama iš svorių (reikšmingumo) sumos. Racionaliausio varianto sandaugų suma bus maksimali. Racionaliausias variantas nustatomas pagal formulę 8.11 formulę, o gauti duomenys pateikiami 8.13 lentelėje. Sandaugų suma pateikta 8.14 ir 8.15 lentelėse.

$$A = \{A_i | \max \sum_{j=1}^n \bar{q}_j \bar{x}_{ij} / \sum_{j=1}^n \bar{q}_j\} \quad (8.11)$$

8.13 lentelė. Sandaugų matrica

Kriterijus Alternatyva	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
A1	0,0700	0,0215	0,0765	0,0259	0,0439	0,0021	0,0547	0,0168	0,0749	0,0709
A2	0,0667	0,0224	0,0720	0,0269	0,0439	0,0021	0,0547	0,0168	0,0749	0,0728
A3	0,1015	0,0322	0,1933	0,0397	0,0293	0,0023	0,0729	0,0224	0,1873	0,2860
A4	0,0339	0,0331	0,1933	0,0433	0,0293	0,0023	0,0729	0,0224	0,1873	0,2491
A5	0,1061	0,0219	0,0749	0,0249	0,0439	0,0021	0,0182	0,0168	0,1124	0,1149
A6	0,0883	0,0187	0,0706	0,0229	0,0293	0,0020	0,0547	0,0168	0,1124	0,0804
A7	0,0870	0,0218	0,0668	0,0287	0,0293	0,0020	0,0547	0,0168	0,0749	0,0735
A8	0,0894	0,0258	0,0602	0,0313	0,0439	0,0020	0,0547	0,0168	0,0749	0,0836
A9	0,0772	0,0296	0,0442	0,0345	0,0439	0,0020	0,0729	0,0168	0,1124	0,1169
A10	0,0593	0,0253	0,0966	0,0295	0,0439	0,0023	0,0729	0,0224	0,1873	0,2583
A11	0,0660	0,0325	0,0966	0,0394	0,0439	0,0022	0,0729	0,0224	0,1873	0,2481
A12	0,0579	0,0282	0,1080	0,0372	0,0439	0,0022	0,0365	0,0224	0,1873	0,2517
A13	0,0637	0,0259	0,0592	0,0291	0,0293	0,0021	0,0547	0,0168	0,0749	0,0752
A14	0,0523	0,0284	0,0496	0,0318	0,0439	0,0020	0,0729	0,0168	0,1124	0,1769
A15	0,0471	0,0337	0,1933	0,0417	0,0293	0,0023	0,0729	0,0224	0,1873	0,2397
A16	0,1149	0,0293	0,0612	0,0372	0,0439	0,0020	0,0547	0,0168	0,0749	0,0826
A17	0,0830	0,0247	0,1049	0,0311	0,0293	0,0021	0,0547	0,0168	0,0749	0,0647
A18	0,0656	0,0286	0,1933	0,0377	0,0293	0,0023	0,0729	0,0224	0,1873	0,3007
A19	0,1058	0,0213	0,1266	0,0260	0,0293	0,0021	0,0547	0,0168	0,0749	0,0751
A20	0,0905	0,0208	0,0706	0,0225	0,0439	0,0021	0,0547	0,0168	0,0749	0,0848

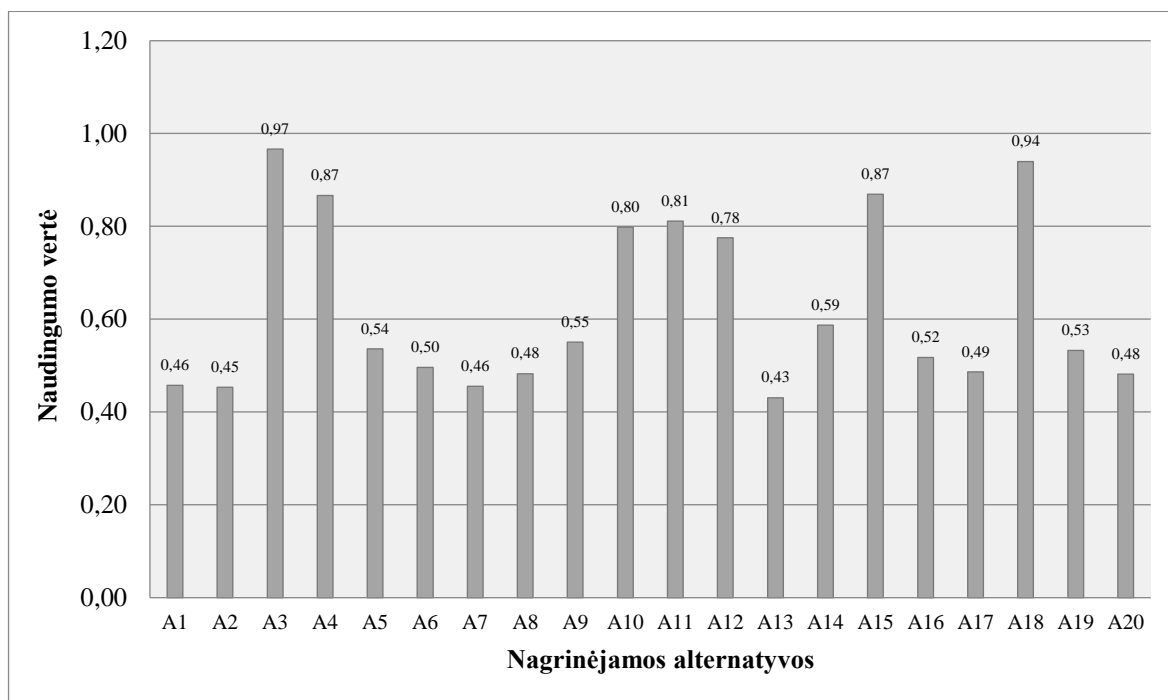
8.14 lentelė. Sandaugų suma (1-10 alternatyvos)

Nagrinėjamos alternatyvos	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Sandaugų suma	0,46	0,45	0,97	0,87	0,54	0,50	0,46	0,48	0,55	0,80

8.15 lentelė. Sandaugų suma (11-20 alternatyvos)

Nagrinėjamos alternatyvos	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
Sandaugų suma	0,81	0,78	0,43	0,59	0,87	0,52	0,49	0,94	0,53	0,48

Gautos analizuojamų alternatyvų naudingumo vertės pavaizduotos 8.2 paveiksle pateiktoje stulpelinėje diagramoje.



8.2 pav. Naudingumo verčių stulpelinė diagrama

Atlikus skaičiavimus paprastųjų svorių sudėjimo (SAW) metodu gauta tokia nagrinėjamų lengvųjų konstrukcijų namo statybos alternatyvų prioritetų eilė:

A3>A18>A4=A15>A11>A10>A12>A14>A9>A5>A19>A16>A6>A17>A20=A8>A1=A7>A2>A13.

8.3. Racionaliausio lengvųjų konstrukcijų namo statybos varianto nustatymas kompleksinio proporcingumo įvertinimo (COPRAS) metodu

Skaičiavimus atliekant kompleksinio proporcingumo įvertinimu (COPRAS) metodu nagrinėjamų alternatyvų prioritetiškumas ir jų naudingumo laipsniai tiesiogiai ir proporcingai priklauso nuo alternatyvas apibūdinančių kriterijų reikšmių ir jų reikšmingumo [31].

Racionaliausias lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantas, naudojant šį metodą, yra nustatomas tokia eiga [31]:

Sudaroma nagrinėjamų alternatyvų ir pasirinktų vertinimo kriterijų duomenų verčių pradinė duomenų matrica, kuri yra pateikta 8.16 lentelėje.

8.16 lentelė. Pradinė duomenų matrica

Kriterijus Alternatyva	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
	A1	255,07	4,39	0,48	64,82	3	3,47	3	3	2
A2	267,46	4,21	0,51	62,57	3	3,47	3	3	2	428,05
A3	175,72	2,93	0,19	42,30	2	3,20	4	4	5	108,94
A4	525,78	2,85	0,19	38,77	2	3,20	4	4	5	125,09
A5	168,23	4,30	0,49	67,56	3	3,48	1	3	3	271,26
A6	202,00	5,03	0,52	73,25	2	3,64	3	3	3	387,46
A7	205,01	4,32	0,55	58,46	2	3,52	3	3	2	423,69
A8	199,61	3,66	0,61	53,75	3	3,53	3	3	2	372,82
A9	230,98	3,18	0,83	48,74	3	3,54	4	3	3	266,62
A10	300,76	3,72	0,38	56,92	3	3,17	4	4	5	120,63
A11	270,19	2,90	0,38	42,62	3	3,27	4	4	5	125,60
A12	308,24	3,34	0,34	45,16	3	3,21	2	4	5	123,78
A13	279,90	3,64	0,62	57,65	2	3,50	3	3	2	414,45
A14	341,18	3,32	0,74	52,77	3	3,53	4	3	3	176,17
A15	378,76	2,80	0,19	40,27	2	3,20	4	4	5	130,01
A16	155,24	3,22	0,60	45,14	3	3,60	3	3	2	377,31
A17	214,86	3,82	0,35	53,96	2	3,44	3	3	2	481,76
A18	272,18	3,30	0,19	44,61	2	3,20	4	4	5	103,63
A19	168,63	4,42	0,29	64,50	2	3,44	3	3	2	415,08
A20	197,14	4,54	0,52	74,77	3	3,37	3	3	2	367,29
Optimalumas	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN
Suma	5116,94	73,89	8,97	1088,59	51,00	67,98	65,00	67,00	65,00	5658,84
Teor. Reikš	0,1149	0,0337	0,1933	0,0433	0,0439	0,0023	0,0729	0,0224	0,1873	0,2860
Kompl.reikš	0,0081	0,0020	0,0095	0,0030	0,0021	0,00005	0,0036	0,0007	0,0053	0,0208

Pradinė duomenų matrica normalizuojama panaudojant 8.13 formulę.

$$d_{ij} = \frac{x_{ij} \cdot q_j}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \quad (8.13)$$

Gauti skaičiavimų rezultatai pateikti 8.17 lentelėje.

8.17 lentelė. Normalizuota duomenų matrica

Kriterijus Alternatyva	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
	A1	0,0057	0,0020	0,0103	0,0026	0,0026	0,0001159	0,0034	0,0010	0,0058
A2	0,0060	0,0019	0,0110	0,0025	0,0026	0,0001159	0,0034	0,0010	0,0058	0,0216
A3	0,0039	0,0013	0,0041	0,0017	0,0017	0,0001069	0,0045	0,0013	0,0144	0,0055
A4	0,0118	0,0013	0,0041	0,0015	0,0017	0,0001069	0,0045	0,0013	0,0144	0,0063
A5	0,0038	0,0020	0,0106	0,0027	0,0026	0,0001163	0,0011	0,0010	0,0086	0,0137
A6	0,0045	0,0023	0,0112	0,0029	0,0017	0,0001216	0,0034	0,0010	0,0086	0,0196
A7	0,0046	0,0020	0,0119	0,0023	0,0017	0,0001176	0,0034	0,0010	0,0058	0,0214
A8	0,0045	0,0017	0,0131	0,0021	0,0026	0,0001179	0,0034	0,0010	0,0058	0,0188
A9	0,0052	0,0014	0,0179	0,0019	0,0026	0,0001183	0,0045	0,0010	0,0086	0,0135
A10	0,0068	0,0017	0,0082	0,0023	0,0026	0,0001059	0,0045	0,0013	0,0144	0,0061
A11	0,0061	0,0013	0,0082	0,0017	0,0026	0,0001093	0,0045	0,0013	0,0144	0,0063
A12	0,0069	0,0015	0,0073	0,0018	0,0026	0,0001073	0,0022	0,0013	0,0144	0,0063
A13	0,0063	0,0017	0,0134	0,0023	0,0017	0,0001169	0,0034	0,0010	0,0058	0,0209

A14	0,0077	0,0015	0,0159	0,0021	0,0026	0,0001179	0,0045	0,0010	0,0086	0,0089
A15	0,0085	0,0013	0,0041	0,0016	0,0017	0,0001069	0,0045	0,0013	0,0144	0,0066
A16	0,0035	0,0015	0,0129	0,0018	0,0026	0,0001203	0,0034	0,0010	0,0058	0,0191
A17	0,0048	0,0017	0,0075	0,0021	0,0017	0,0001149	0,0034	0,0010	0,0058	0,0243
A18	0,0061	0,0015	0,0041	0,0018	0,0017	0,0001069	0,0045	0,0013	0,0144	0,0052
A19	0,0038	0,0020	0,0062	0,0026	0,0017	0,0001149	0,0034	0,0010	0,0058	0,0210
A20	0,0044	0,0021	0,0112	0,0030	0,0026	0,0001126	0,0034	0,0010	0,0058	0,0186
Optimalumas	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN

Apskaičiuojamos nagrinėjamos alternatyvas apibūdinančių minimizuojančių ir maksimizuojančių įvertintų normalizuotų rodiklių sumos. Skaičiavimai atliekami pagal 8.14 ir 8.15 formules, o rezultatai pateikiami 8.18 ir 8.19 lentelėse.

$$S_{+i} = \sum_{j=1}^n d_{+ij}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \quad (8.14)$$

$$S_{-i} = \sum_{j=1}^n d_{-ij}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \quad (8.15)$$

8.18 lentelė. Minimizuojančių ir maksimizuojančių rodiklių sumos (1-10 alternatyvos)

Nagrinėjamos alternatyvos	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
S+	0,0127	0,0127	0,0220	0,0220	0,0134	0,0147	0,0119	0,0127	0,0167	0,0228
S-	0,0430	0,0432	0,0167	0,0252	0,0328	0,0407	0,0423	0,0404	0,0401	0,0251

8.19 lentelė. Minimizuojančių ir maksimizuojančių rodiklių sumos (11-20 alternatyvos)

Nagrinėjamos alternatyvos	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
S+	0,0228	0,0206	0,0119	0,0167	0,0220	0,0127	0,0119	0,0220	0,0119	0,0127
S-	0,0237	0,0239	0,0447	0,0362	0,0222	0,0389	0,0407	0,0188	0,0357	0,0394

Naudojantis 8.16 formule nustatomas nagrinėjamų alternatyvų santykinis reikšmingumas. Gauti skaičiavimų rezultatai pateikiami 8.20 ir 8.21 lentelėse.

$$Q_i = S_{+i} + \frac{S_{-min} \cdot \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \cdot \sum_{i=1}^m \frac{S_{-min}}{S_{-i}}}, i = \overline{1, m} \quad (8.16)$$

8.20 lentelė. Santykinis reikšmingumas (1-10 alternatyvos)

Nagrinėjamos alternatyvos	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Q_i	0,0368	0,0367	0,0841	0,0631	0,0449	0,0402	0,0363	0,0384	0,0426	0,0641

8.21 lentelė. Santykinis reikšmingumas (11-20 alternatyvos)

Nagrinėjamos alternatyvos	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
Q_i	0,0665	0,0638	0,0350	0,0453	0,0687	0,0394	0,0373	0,0770	0,0409	0,0390

Turint santykinį reikšmingumą apskaičiuojami kiekvienos nagrinėjamos alternatyvos naudingumo laipsniai pagal 8.17 formulę, o gauti rezultatai pateikiami 8.22 ir 8.23 lentelėse.

$$N_i = \frac{Q_i}{Q_{max}} \quad (8.17)$$

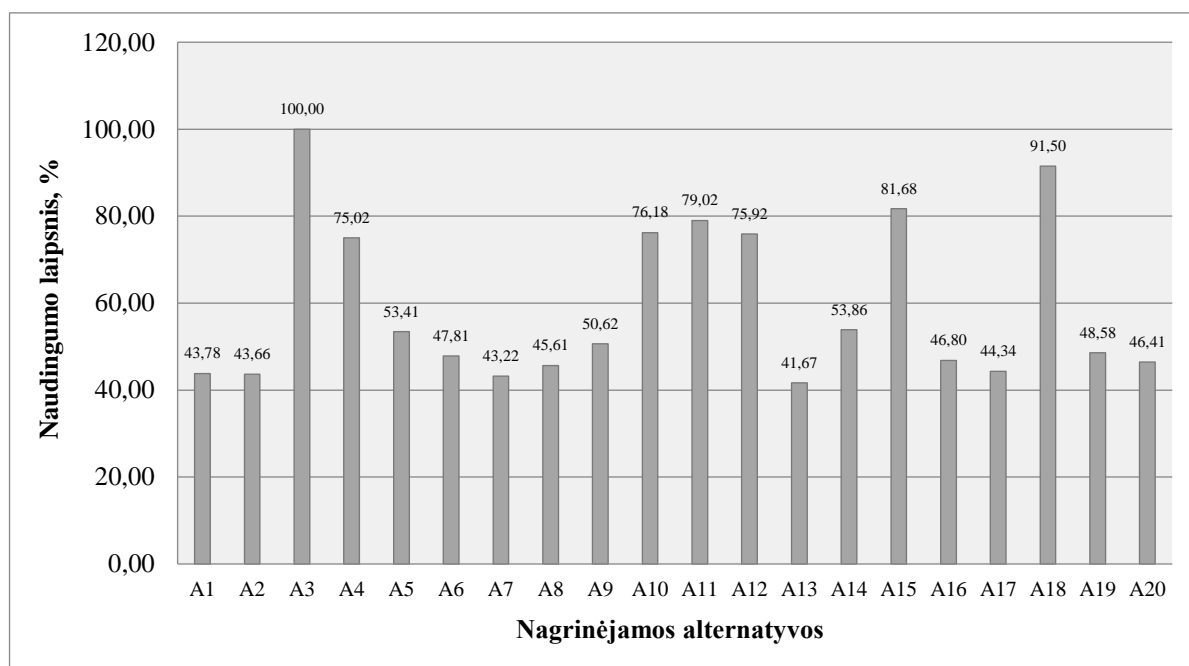
8.22 lentelė. Naudingumo laipsniai (1-10 alternatyvos)

Nagrinėjamos alternatyvos	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
N _i	43,78	43,66	100,00	75,02	53,41	47,81	43,22	45,61	50,62	76,18

8.23 lentelė. Naudingumo laipsniai (11-20 alternatyvos)

Nagrinėjamos alternatyvos	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
N _i	79,02	75,92	41,67	53,86	81,68	46,80	44,34	91,50	48,58	46,41

Gauti naudingumo laipsniai pavaizduoti 8.3 paveiksle pateiktoje stulpelinėje diagramoje.



8.3 pav. Naudingumo laipsnio verčių stulpelinė diagrama

Atlikus skaičiavimus kompleksiniu proporcingu įvertinimo (COPRAS) metodu gauta tokia nagrinėjamų lengvųjų konstrukcijų namo statybos alternatyvų prioritetų eilė:

A3>A18>A15>A11>A10>A12>A4>A14>A5>A9>A19>A6>A16>A20>A8>A17>A1>A2>A7>A13.

8.3. Tyrimų rezultatų apibendrinimas

Šiame skyriuje racionaliausiam lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantui nustatyti buvo pasirinkti trys daugiakriterio įvertinimo metodai – artumo idealiam taškui (TOPSIS) metodas, paprastųjų svorių sudėjimo (SAW) metodas ir kompleksinio proporcingumo (COPRAS) metodas. Naudojant šiuos metodus nustatytos sudarytų 20 lengvųjų konstrukcijų namo statybos alternatyvų prioritetų eilė. Gautas prioritetų eilės pateikiamos 8.24 lentelėje.

8.24 lentelė. Gautos analizuojamų lengvųjų konstrukcijų namo alternatyvų prioritetų eilės

Eil. Nr.	Taikomi tyrimų metodai		
	Artumo idealiam taškui (TOPSIS) metodas	Paprastų svorių sudėjimo (SAW) metodas	Kompleksinio proporcingumo (COPRAS) metodas
	Analizuojamų alternatyvų prioritetų eilė		
1.	A3	A3	A3
2.	A18	A18	A18
3.	A11	A15	A15
4.	A15	A4	A11
5.	A10	A11	A10
6.	A12	A10	A12
7.	A4	A12	A4
8.	A5	A14	A14
9.	A14	A9	A5
10.	A19	A5	A9
11.	A9	A19	A19
12.	A6	A16	A6
13.	A20	A6	A16
14.	A16	A7	A20
15.	A17	A20	A8
16.	A8	A8	A17
17.	A7	A7	A1
18.	A1	A1	A2
18.	A2	A2	A7
20.	A13	A13	A13

Iš 8.24 lentelėje pateiktų nagrinėjamų alternatyvų prioritetų eilių galime pamatyti, kad visais trimis panaudotais tyrimų metodais gauta, kad racionaliausias lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantas yra A3 t. y. namo statyba sienų įrengimui panaudojant „SIP“ skydus, perdangos įrengimui panaudojant dvitėjines medines sijas su OSB plokščių paklotu, o stogo konstrukcija įrengiama panaudojant „SIP“ stogo skydus. Antroje vietoje yra A18 alternatyva - lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant „SIP“ skydus, perdangos įrengimui panaudojant dvitėjines medines sijas su OSB plokščių paklotu, o stogo įrengimui panaudojant skydus su mineralinės vatos užpildu.

Taip pat matome, kad taikant visus tris tyrimų metodus gauta, kad neracionaliausia alternatyva yra A13 t. y. lengvųjų konstrukcijų namo statyba panaudojant kanapių sienų blokus, „Durisol“ „SOLAFON“ perdangą ir „Kingspan“ „UNIDEK“ stogo skydus.

9. Racionaliausias lengvųjų konstrukcijų namo statybos technologijos praktinis pritaikymas

Atlikus sudarytų dvidešimties lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantų palyginimo analizę panaudojant daugiakriterinio įvertinimo metodus nustatyta, kad racionaliausias lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantas yra kai sienų įrengimui yra naudojami „SIP“ sienų skydai, perdanga įrengiama panaudojant dvitėjines perdangos sijas su OSB plokščių paklotu, o stogas įrengiamas panaudojant „SIP“ stogo skydus.

„SIP“ skydai, tai struktūrinės izoliacinės plokštės, kurios yra gaminamos iš orientuotų skiedrų plokščių tarp kurių yra įklijuojamas šiltinamasis sluoksnis, kuris gali būti iš polistireninio putplasčio (polistireninis putplastis yra plačiai naudojama termoizoliacinė medžiaga, kuri yra gaminama iš stirolu ir pentano ir pasižyminti geromis šiluminėmis savybėmis) arba neoporo (neoporas yra pilkos spalvos, grafitu praturtinta polistireninio putplasčio atmaina, pasižyminti iki 20 procentų geresne šilumine varža, kas leidžia sumažinti termoizoliacinio sluoksnio storį taip pat iki 20 procentų).

„SIP“ skydų paskirtis gali būti labai įvairi. Jie gali būti naudojami grindų, sienų, pertvarų, perdangų ar stogų įrengimui. Naudojant šiuos skydus gali būti statomi individualūs namai, komerciniai pastatai, daugiabučiai, visuomeniniai pastatai, garažai ar vasarnamiai.



9.1 pav. „SIP“ skydai ir papildoma sienų apšiltinimo plokštė

„SIP“ skydai yra labai tvirti, atsparūs drėgmei ir atlieka laikančiosios konstrukcijos funkciją. Be šių savybių šie skydai turi ir daugiau privalumų: skydai pasižymi puikia garso izoliacija, yra pakankamai lengvi, pagaminti skydai sveria nuo 40 iki 60 kg, priklausomai nuo gaminamo skydo storio. Naudojant šiuos skydus, namo statybos darbai gali būti atliekami bet kuriuo metų laiku. Dėl skydų didelių ištisinių paviršių, namo sienose būna minimalus siūlių kiekis, namai pastatomi ganėtini greitai, be vidaus apdailos darbų namo statyba užtrunka nuo 3 savaičių iki 3 mėnesių, dėl mažo skydų svorio juos lengva transportuoti ir iškrauti. Statybos metu nėra reikalinga jokia sunkioji technika, skydus statybos aikštelėje gali surinkti net daug įgūdžių neturintys žmonės, statybos metu nereikalinga jokia speciali įranga, pakanka paprastų įrankių. Skydai yra atsparūs grybams, graužikams, pelėsiams ir

kitiems išoriniams veiksniams, skydai yra gaminami gamykloje, todėl statybos aikštelėje nepalieka statybos atliekų, skydų gamybai naudojamos ekologiškos ir natūralios medžiagos, taip pat šie skydai lyginant su kitomis medžiagomis pasižymi ne didele kaina ir t. t.

Lengvųjų konstrukcijų namo statybos procesą sudaro šie etapai:

- projektavimas;
- skydų gamyba ir pjaustymas pagal užsakovo pateiktus brėžinius;
- pagamintų skydų transportavimas į statybos aikštelę;
- gaminių sandėliavimas;
- pirmo aukšto sienų skydų montavimo;
- perdangos įrengimo;
- antro aukšto sienų įrengimo;
- stogo skydų montavimo.

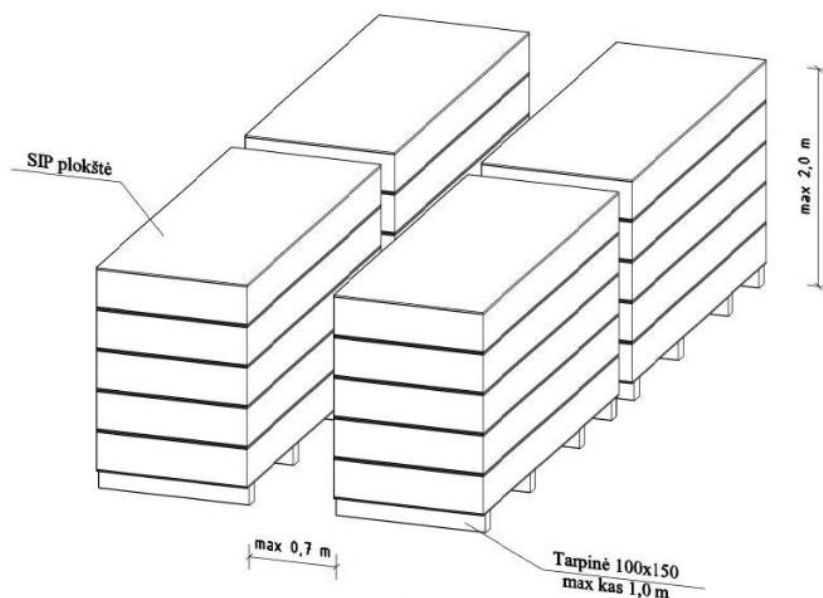
Projektavimas. Šio etapo metu, pagal užsakovo pateiktus namo brėžinius, yra suprojektuojami namo statybai reikalingi skydai bei parenkami jungiamųjų tašų skerspjūviai, kurie užtikrintų reikiamą konstrukcijų laikomąją galią atsižvelgiant į aplinkos poveikį ir veikiančias apkrovas.

Gamyba. „SIP“ skydai namo sienoms ir stogui pilnai pagaminami gamykloje pagal užsakovo pateiktą konstrukcinį projektą. Skydų gaminimui naudojamos ekologiškos ir aplinkai nekenksmingos medžiagos. „SIP“ skydų gamybos procesas susideda iš kelių etapų – neoporo ar polistireninio putplasčio pjaustymo, klijavimo, suspaudimo, džiovavimo, pagamintų plokščių supjaustymo pagal užsakovo pateiktus konstrukcinius brėžinius, išpjautų skydų frezavimo.

Pagaminti skydai pagal užsakovo pateiktus konstrukcinius brėžinius yra supjaustomi į reikiamo dydžio skydus, kurie yra iš karto sužymimi, kad atvežus juos į statybos aikštelę būtų paprasta surinkti. Paprastai 100 m² skydų pagaminimas ir išpjaustymas užtrunka apie 4-5 savaites. Gaminant skydus gamykloje susidaro minimalus atliekų kiekis, taip išvengiama aplinkos taršos. Pagaminti skydai yra pristatomi į statybos aikštelę, kurioje prasideda namo surinkimo darbai.

Gaminių transportavimas ir sandėliavimas. Gaminiai supakuoti į gamyklinę pakuotę gali būti transportuojami bet kokiomis transporto priemonėmis, kurios užtikrintų, kad gaminiai bus nepažeisti. Transportavimo metu tarp transportuojamų skydų turi būti sudėti tašeliai. Transportuojant pagamintus „SIP“ skydus ir statramsčius, transportavimo metu šie turi būti apsaugoti nuo atmosferos poveikio. Transportavimo metu turi būti užtikrinta, kad gaminiai nenukris nuo transportavimo priekabos. Taip pat transportavimo metu draudžiama dėti kitus krovinius ant skydų viršaus.

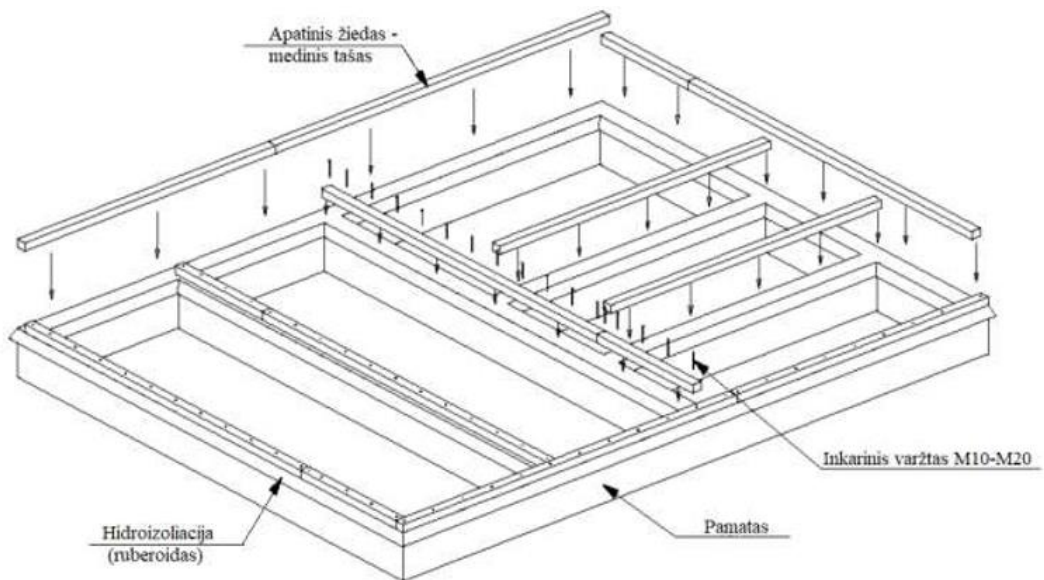
Gaminių sandėliavimas. Sandėliuojant „SIP“ skydus pakuotės gali būti kraunamos vienu arba dviem aukštais, bet sandėliuojamų gaminių krūvos aukštis neturi būti didesnis nei du metrai. Gaminiai turi būti sandėliuojami ant ne mažesnių kaip 10 cm storių tašų, kurie dedami ne rečiau kaip 1 m žingsniu. Geriausia gaminius sandėliuoti uždaroje patalpoje, kur būtų užtikrinta gaminių apsauga nuo užterštumo, mechaninio poveikio ar sudrėkimo. Jeigu gaminių nėra galimybės sandėliuoti uždaroje patalpoje tokiu atveju turi būti įrengiama apsauginė pastogė.



9.2 pav. „SIP“ skydų sandėliavimo pavyzdys [32]

„SIP“ skydų surinkimui naudojamos medžiagos. Skydų surinkimui statybų aikštelėje yra naudojami specialūs klijai, medvaržčiai ir mediniai tašai, kurie sujungia gamykloje pagamintus skydus tarpusavyje, sutvirtina konstrukciją ir užtikrina namo stabilumą. 100 m² namo karkaso surinkimas paprastai užtrunka 7-9 darbo dienas.

Sienų įrengimas. Namų statyba prasideda nuo žiedo iš medinių tašų įrengimo. Šis žiedas yra įrengiamas visu pastato perimetru. Žiedo mediniai tašai prie pamatų tvirtinami inkariniais varžtais, žingsnis tarp varžtų turi būti ne didesnis kaip 500 mm. Tašų tvirtinimas vyksta per tašo centrą ne mažesniais kaip 10-12 mm skersmens varžtais, kurių ilgis turi užtikrinti ne mažesnę kaip 100 mm įsitvirtinimą į pamato betoną. Reikia atkreipti dėmesį į tai, kad tarp žiedo tašų turi likti siūlės, kurių plotis yra toks pat kaip ir montuojamo skydo OSB plokštės storis. Šis pirmas montavimo etapas yra labai svarbus, nes nuo šio apatinio medinio žiedo įrengimo priklauso viso pastato surinkimo kokybiškumas ir konstrukcijos stabilumas. Jeigu apatinis žiedas bus įrengtas blogai, vėliau gali kilti problemų montuojant sienų skydus.

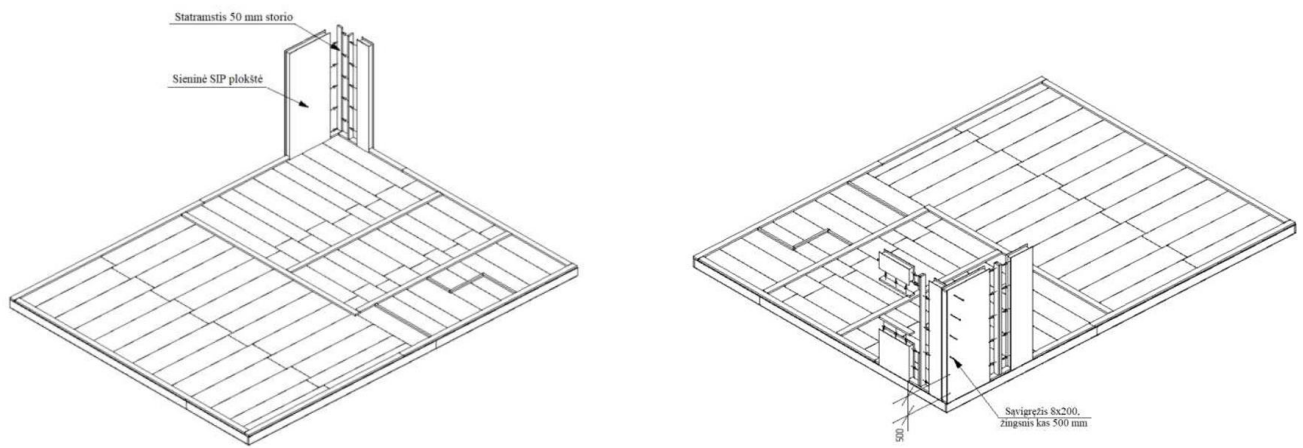


9.3 pav. Apatinio žiedo iš medinių tašų įrengimas [32]

Siekiant užtikrinti montuojamo žiedo tikslumą ir palengvinti jo įrengimą, mediniai tašai tvirtinami ir tose vietose, kur bus įrengiamos durys. Kai sumontuojami pirmo aukšto sienų skydai šiuos tašus galima nupjauti.

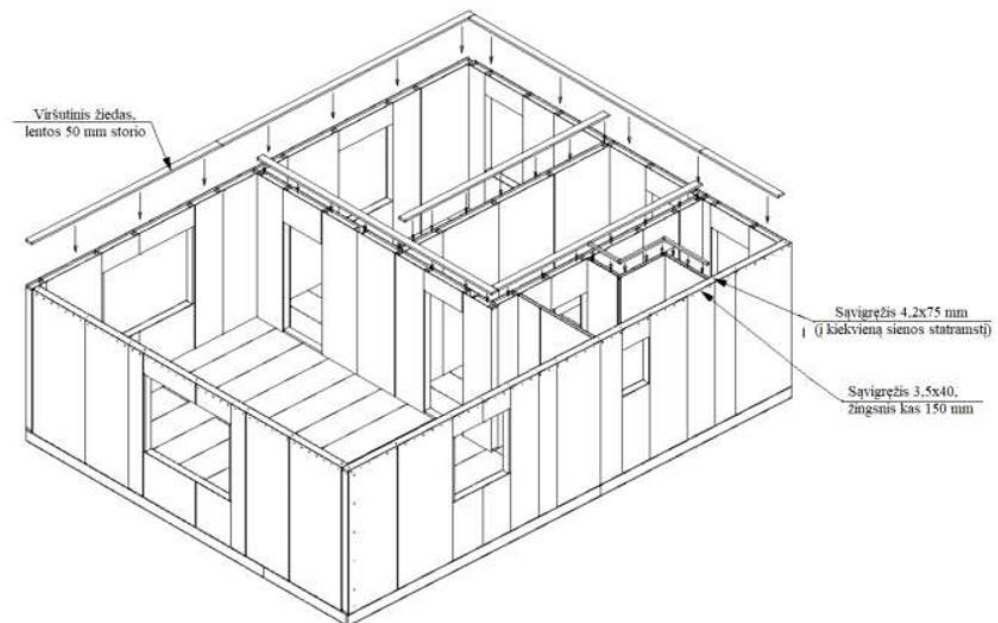
Įrengus apatinį žiedą pradedamas sienų skydų montavimas. Montavimas prasideda nuo dviejų kampinių plokščių sumontavimo, todėl prieš pradėdant montavimo darbus reikia nuspręsti nuo kurio kampo bus pradėti vykdyti skydų montavimo darbai. Turint šį sprendinį pradedamas montuoti kampinis statramsčio, kuris uždengs plokštės galinę plokštumą ir bus pagrindas pirmojo skydo montavimui. Statramsčio pritvirtinamas prie apatinio žiedo medisraigčiais. Po to prie pritvirtinti statramsčio tvirtinamas skydas, kurio specialiai skyde padaryta ertmė yra užpildoma klėjais ir į ją įdedamas 50 mm storio statramsčio (statramsčio ilgis priklauso nuo montuojamo skydo pločio). Prie šios statramsčio, analogiškai, yra tvirtinamas sekantis sienų skydas, vėl tepami klėjai, dedamas kitas statramsčio ir vėl montuojamas sekantis skydas. Skydai prie apatinio žiedo ir sujungimo tašų yra tvirtinamos medisraigčiais (3,5x40 mm) tvirtinimo žingsniu 150 mm iš abiejų skydo pusių. Kraštinių skydų šonai uždengiami 50 mm storio medinėmis lentomis.

Kai baigiamos montuoti pirmo aukšto sienos, sumontuotų skydų viršutinės ertmės užpurškiamos montažinėmis putomis ir dedamas viršutinis 50 mm storio tašas, kuris tvirtinamas prie sumontuotų statramsčių viršaus medisraigčiais, taip pat tašas yra sutvirtinamas ir iš abiejų šonų (žingsniu 150 mm) sukant medisraigčiais.



9.4 pav. Sienų skydų tvirtinimas [32]

Antro aukšto sienos montuojamos analogiškai: visų pirma yra sumontuojamas medinių tašų žiedas, vėliau montuojamas pradinis kampinis statramstis ir tarpusavyje jungiami sienų skydai.



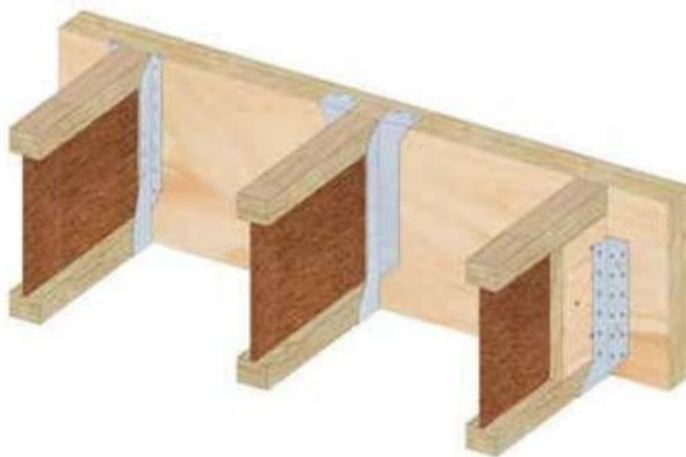
9.5 pav. Antro aukšto sienų montavimas [32]

Perdangos įrengimas. Išrinkto racionaliausio lengvųjų konstrukcijų namo perdanga yra įrengiama panaudojant dvitėjines medines perdangos sijas ir OSB plokščių paklotą. Dvitėjinės medinės perdangos sijos, tai „I“ formos konstrukcinis elementas, kurį sudaro OSB plokštės sienutė ir dvi iš medinių tašų pagamintos lentynėlės. Šių sijų aukštis gali būti nuo 200mm iki 500mm, o ilgis net iki 16 metrų.

Dvitėjinės medinės sijos, lyginat su medinėmis ar gelžbetoninėmis sijomis, yra žymiai lengvesnės, todėl yra greitai ir paprastai montuojamos bet koku oru ir jų montavimui nereikia jokios specialios įrangos ir sunkiosios technikos. Šios sijos, lyginat su tradicinėmis medinėmis sijomis, turi

daug privalumų - laikui bėgant jos nesideformuoja kaip tradicinės, yra lengvesnės, stabilios, nekintančio dydžio, atsparios kirpimo jėgoms, atlaiko didesnes apkrovas nei tradicinės medinės sijos, sumažina šalčio tiltus todėl ypač tinka pastatams, kuriuose keliami aukšti šiluminės izoliacijos reikalavimai.

Dvitėjinės medinės sijos prie „SIP“ skydų gali būti tvirtinamos specialiais metaliniais laikikliais. Pirmiausia laikikliai yra pritvirtinami prie skydų, o vėliau prie jų tvirtinamos sijos. Laikikliai prie skydų gali būti tvirtinami dviem būdais: iš viršaus ir šono. Laikikliai tvirtinimui iš šono gali būti dviejų rūšių, vienu atveju sijų vidurinės dalies (sienelės) nereikia sustiprinti, o kitu atveju reikia. Šoniniai laikikliai dažniausiai naudojami tada, kai laikančios konstrukcijos ir dvitėjinių sijų aukščiai nesutampa. Laikikliai gali būti tvirtinami naudojant vinis arba medvaržčius. Sijų tvirtinimo būdai pavaizduoti 9.6 paveiksle.

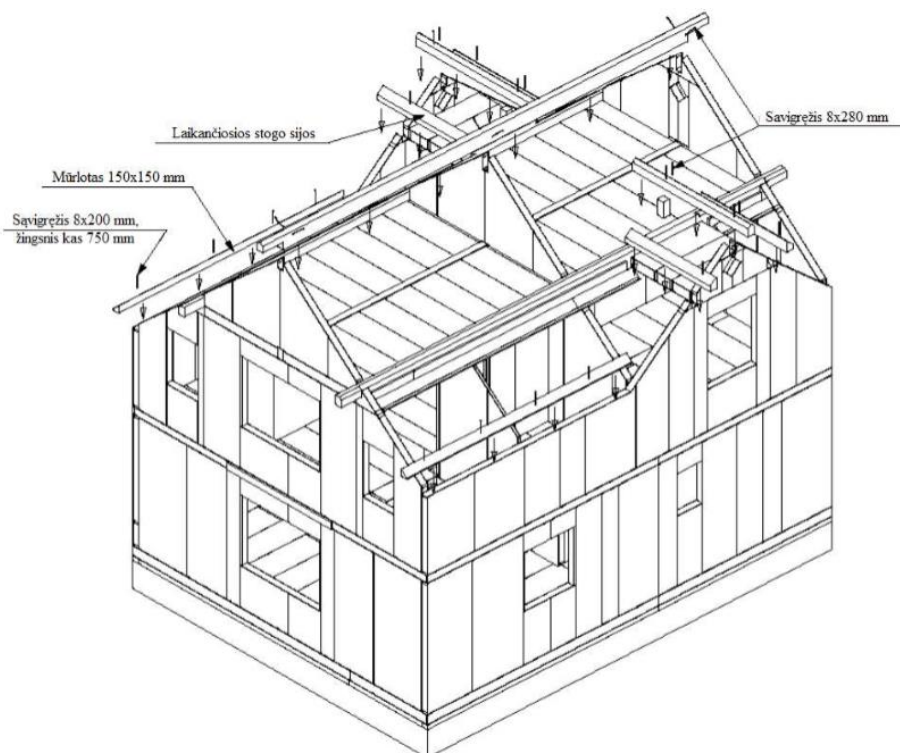


9.6 pav. Dvitėjinių sijų galimi tvirtinimo variantai prie „SIP“ skydų [23]

Sumontavus dvitėjines perdangos sijas turi būti užtikrinamas perdangos standumas. Tai yra padaroma ant jų tvirtinant OSB plokštės. Šios plokštės sutvirtina sumontuotas sijas ir užtikrina, kad perdangos konstrukcija nevirstų. Montuojamų plokščių storis priklauso nuo sijų išdėstymo žingsnio ir veikiančių apkrovų.

Stogo įrengimas. Po visų sienų ir perdangos įrengimo atliekami stogo įrengimo darbai. Stogo įrengimo darbai prasideda nuo mūrлотų ir ilginių montavimo. Šie elementai remiasi į laikančias sienas ir statramsčius, ir perduoda jiems apkrovas nuo denginio. Prie sumontuotų mūrлотų ir ilginių yra tvirtinami stogo skydai. Skydų sujungimas ir tvirtinimas yra analogiški sienų sujungimui ir tvirtinimui. Sumontavus stogo skydus svarbu patikrinti ar visos plokštės yra pritvirtintos prie konstrukcijų sijų ir galinių sienų. Paprastai stogo įrengimo darbai užtrunka apie 5 dienas. Naudojant „SIP“ stogo skydus stogo danga gali būti dedama tiesiai ant šio skydo papildomai nenaudojant jokios papildomos izoliacijos. Namu iš „SIP“ skydų statybos metu yra nereikalinga jokia sunkioji technika, nes pagaminti skydai sveria nuo 40 iki 60 kg, priklausomai nuo gaminamo skydo storio.

Kai stogo skydai yra visiškai sumontuoti, pritvirtinti ir visi tarpai užpildyti sandarinimo tarpikliais stogo danga turi būti kuo greičiau uždėta.



9.7 pav. „SIP“ stogo įrengimas [32]

Išvados

1. Atlikus literatūros analizę buvo išskirti aštuoni galimi lengvųjų sienų įrengimo variantai (panaudojant dujų silikato blokelių, keramzito blokelių, „SIP“ skydus, šiaudų skydus, kanapių blokelių, dujų silikato sienų modulius, „Thermosteels“ sienų plokštes, sienų skydus su mineralinės vatos užpildu), aštuoni galimi lengvosios perdangos įrengimo variantai („TERIVA“ surenkama betoninė perdanga, „Heluz“ surenkama keraminė perdanga, betonavimas panaudojant įdėklus, polipropileno liktiniai klojiniai, dvitėjinės medinės sijos su OSB plokštės paklotu, „EUROMAC2“ perdangos sistema, „Durisol“ perdangos sistema „SOLAFON“, „Thermo“ polistireninės tarpaukštinės perdangos plokštės) ir aštuoni galimi lengvojo stogo įrengimo variantai („EUROMAC2“ stogo plokštės, „SIP“ stogo skydai, „Thermosteel“ stogo plokštės, šiaudų skydai, stogo skydai su mineralinės vatos užpildu, dvitėjinės stogo sijos, „ALGOPAN“ surenkami stogo skydai, „Kingspan“ „UNIDEK“ stogo skydai).

2. Analizuojamiems lengvųjų sienų, perdangos ir stogo statybos sprendimams įvertinti buvo parinkti vertinimo kriterijai, tokie kaip darbo sąnaudų kriterijus (K1), darbų mechanizavimo kriterijus (K2), kėlimo priemonių kriterijus (K3), konstrukcijų masės kriterijus (K4), montavimo aplinkos sąlygų kriterijus (K5), darbų nepertraukiamumo kriterijus (K6). Remiantis šiais kriterijais atliktas nagrinėjamų alternatyvų technologiškumo vertinimas ir nustatyta, kad racionaliausias lengvųjų sienų įrengimo variantas yra panaudojant „SIP“ skydus, racionaliausias lengvosios perdangos įrengimo variantas – panaudojant dvitėjines medines sijas su OSB plokščių paklotu, o racionaliausias lengvojo stogo įrengimo variantas yra panaudojant „EUROMAC 2“ stogo plokštes.

3. Remiantis išanalizuotomis lengvųjų sienų, lengvosios perdangos ir lengvojo stogo įrengimo technologijomis buvo sudaryta 20 galimų lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantų, kurie buvo palyginti tarpusavyje naudojant įvairius daugiakriterio vertinimo metodus. Remiantis šiais metodais buvo nustatytas racionaliausias tokio namo statybos variantas.

4. Racionaliausiajam lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantui nustatyti parinkta dešimt vertinimo kriterijų (K1 – medžiagų kaina (€/m²), K2 – technologinio proceso trukmė (žm.val/m²), K3 – darbų mechanizacijos lygis (maš.val/m²), K4 – darbų kaina (€/m²), K5 – kėlimo priemonių poreikis (balai), K6 – montavimo sudėtingumas (vid. darbo kategorija), K7 – pagrindinių namo konstrukcijų įrengimo darbų užbaigtumas (balai), K8 – darbų nepertraukiamumas (balai), K9 – montavimo aplinkos sąlygos (balai), K10 – konstrukcijų masė (kg/m²).

5. Baigiamajame projekte buvo atliktas parinktų vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas panaudojant rangavimo ir entropijos metodus. Gauta, kad tiek apklaustų ekspertų nuomone, tiek atlikus skaičiavimus panaudojant entropijos metodą, svarbiausias vertinimo kriterijus, į kurį labiausiai derėtų atkreipti dėmesį renkant racionaliausią lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantą yra K10, t. y. konstrukcijų masės kriterijus.

6. Lengvųjų konstrukcijų namo racionaliausio statybos varianto nustatymui parinkti trys daugiakriterio įvertinimo metodai, t. y. artumo idealiam taškui (TOPSIS) metodas, paprastų svorių sudėjimo (SAW) metodas ir kompleksinio proporcingumo (COPRAS) metodas.

7. Atlikus skaičiavimus artumo idealiam taškui (TOPSIS) metodu gauta, kad racionaliausias lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantas yra A3 – lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant „SIP“ skydus, perdangos įrengimui panaudojant dvitėjines medines sijas su OSB plokštėmis, o stogo įrengimui panaudojant „SIP“ stogo skydus.

8. Atlikus skaičiavimus paprastųjų svorių sudėjimo (SAW) metodu gauta, kad racionaliausias lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantas yra A3 – lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant „SIP“ skydus, perdangos įrengimui panaudojant dvitėjines medines sijas su OSB plokščių paklotu, o stogo įrengimui panaudojant „SIP“ stogo skydus.

9. Atlikus skaičiavimus kompleksiniu proporcingumo vertinimo (COPRAS) metodu gauta, kad racionaliausias lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantas yra A3 – lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant „SIP“ skydus, perdangos įrengimui panaudojant dvitėjines medines sijas su OSB plokščių paklotu, o stogo įrengimui panaudojant „SIP“ stogo skydus.

10. Apibendrinant visais taikytais metodais gautus rezultatus buvo nustatyta, kad iš sudarytų 20 lengvųjų konstrukcijų namo statybos alternatyvų, racionaliausia alternatyva yra A3 (lengvųjų konstrukcijų namo statyba sienų įrengimui panaudojant „SIP“ skydus, perdangos įrengimui panaudojant dvitėjines medines sijas su OSB plokščių paklotu, o stogo įrengimui panaudojant „SIP“ stogo skydus), o mažiausiai racionali yra A13 alternatyva (lengvųjų konstrukcijų namo statyba naudojant kanapių sienų blokus, „Durisol“ „SOLAFON“ perdangą ir „Kingspan“ „UNIDEK“ stogo skydus).

Literatūros sąrašas

1. CHANG, P., A. SWENSON. *The history of building contraction* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-18]. Prieiga per: <<https://www.britannica.com/technology/building-construction>>;
2. Europos Parlamento ir Tarybos Reglamentas (ES) Nr.305/2011 [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-18]. Prieiga per internetą: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0305&from=lt>>;
3. *Inovatyvios statybinės medžiagos ir konstrukcijos Lietuvoje – nebe mados reikalas* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-25]. Prieiga per: <<http://www.structum.lt/en/article/inovatyvios-statybines-medziagos-ir-konstrukcijos-lietuvoje-nebe-mados-reikalas>>;
4. STALIORITYTĖ, R. *Inovacijų žengimas į statybas* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-18]. Prieiga per: <<https://www.delfi.lt/verslas/nekilnojamasis-turtas/inovacijos-zengia-i-statybas.d?id=64729459>>;
5. MARČIUKAITIS, G., J. VALIVONIS. *Lengvosios sluoksniuotosios statybinės konstrukcijos* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-18]. Prieiga per: <<http://www.ebooks.vgtu.lt/product/lengvosios-sluoksniuotosios-statybins-konstrukcijos>>;
6. KIZINIEVIČ, O., R ŽURAUŠKIENĖ. *Inovatyvios polimerinės statybinės medžiagos ir dirbiniai: mokomoji knyga*. Vilnius: Technika, 2012. 104 p. ISBN 978-609-457-165-7;
7. GAILIUS, A. *Kompozicinės medžiagos ir dirbiniai energetiškai efektyvių pastatų statybai: mokomoji knyga*. Vilnius: technika, 2012. 104 p. ISBN 978-609-457-177-0
8. *VGTU mokslininkai sukūrė technologiją, sumažinančią betono sąnaudas statybose iki 40 proc.* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-24]. Prieiga per: <<http://st.vgtu.lt/statybos-fakultetas/apie-fakulteta/naujausia-informacija/naujienu-blokas/vgtu-mokslininkai-sukure-technologija-sumazinancia-betono-sanaudas-statybose-iki-40-proc/53435?nid=92904>>;
9. *Lengva armatūra betoninėms konstrukcijoms* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-18]. Prieiga per: <<http://lt.lt.allconstructions.com/portal/categories/95/1/0/1/article/17747/lengva-armatura-betoninems-konstrukcijoms>>;
10. *Plėvelės – statybinė medžiaga* [interaktyvus] [žiūrėta 2017-03-18]. Prieiga per: <<http://lt.lt.allconstructions.com/portal/categories/95/1/0/1/article/18125/pleveles-statybine-medziaga>>;
11. *Dujų silikato blokėliai* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-25]. Prieiga per: <<https://baltparma.lt/16-akyto-betono-blokeliai>>;
12. *Keramzitiniai blokėliai* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-25]. Prieiga per: <<https://baltparma.lt/18-keramzitiniai-blokeliai>>;
13. „SIP“ skydai (struktūrinės izoliacinės plokštės) [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-25]. Prieiga per: <<https://www.sipeco.lt/>>;
14. *Šiaudų skydai* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-25]. Prieiga per: <<http://www.ecococon.lt/siaudu-skydai/>>;

15. *Kanapių blokeliai* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-25]. Prieiga per: < <https://www.iso hemp.com/en/hempcrete-blocks-naturally-efficient-masonry> >;
16. „AIRCRETE“ *dujų silikato moduliai* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-28]. Prieiga per: < <https://www.aircrete.com/en/?mobile> >;
17. „Thermasteel“ *sienų paneliai moduliai* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-28]. Prieiga per: < <http://www.thermasteelinc.com/> >;
18. *Skydai su mineralinės vatos užpildu* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-29]. Prieiga per: <<http://www.ecodomus.lt/skydiniai-namai> >;
19. „TERIVA“ *surenkama perdanga* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-29]. Prieiga per: < <http://www.teriva.lt/> >;
20. „Heluz“ *surenkama keraminių blokelių perdanga* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-29]. Prieiga per: < <http://heluzonamai.lt/heluz-surenkamos-perdangos/> >;
21. *Betonavimo detalės perdangoms* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-29]. Prieiga per: < <http://www.egiteka.lt/index.php/component/k2/item/13-toti> >;
22. „SOLAIO SVELTO“ *polipropileno klojiniai perdangoms, statyboms* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-29]. Prieiga per: < <http://www.egiteka.lt/index.php/component/k2/item/15-solaio-svelto> >;
23. *Dvitėjinės medinės sijos* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-29]. Prieiga per: <<http://www.osb.lt/prekiu-kainos/dvitejes-sijos-i-beam> >;
24. „EUROMAC 2“ *perdanga* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-29]. Prieiga per: < <http://www.euromac2.lt/perdangos-plokstes.html> >;
25. „Durisol“ *perdangos sistema „SOLAFON“* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-29]. Prieiga per: < <http://www.durisolstatyba.lt/durisol-perdanga1.html> >;
26. „Thermo“ *polistireninė tarpaukštinė perdengimo plokštė* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-04-02]. Prieiga per: < <http://www.blokeliucentras.lt/kita-produkcija/polistirolines-perdangos-plokstes/> >;
27. „EUROMAC 2“ *stogo apšiltinimo plokštės* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-04-02]. Prieiga per: < <http://www.euromac2.lt/stogo-termoizoliacines-siltinimo-plokstes.html> >;
28. „ALGOPAN“ *surenkami stogo skydai* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-04-25]. Prieiga per: < <http://italy.ediltec.com/it/prodotto/prodotti-speciali-pannelli-fresati-e-ventilati/algopan-plus> >;
29. „Kingspan“ „UNIDEK“ *stogo skydai* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-04-25]. Prieiga per: < <https://www.kingspanshop.nl/gb/124-kingspan-unidek-roof-insulation> >;
30. ZAVADSKAS, E. K., A. KARKLAUSKAS, N. BANAITIENĖ. *Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinė analizė*. Monografija. Vilnius: Technika, 2001. 380p ISBN 9986-05-441-9;
31. USTINOVIČIUS, L., G. AMBRASAS, J. ALCHIMOVIEŅĖ, Č. IGNATAVIČIUS, T. VILUTIENĖ. *Statinių eksploatavimas ir atnaujinimas*. Mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2012. 232p. ISBN 978-609-457-350-7.

32. „SIP“ skydų montavimo instrukcija [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-12-11]. Prieiga per: https://namuparduotuve.lt/media/project_instructions/SIP_montavimo_instrukcija_manuparduotuve.lt_2.pdf >;
33. SIMONAVIČIENĖ, R. *Kiekybinių daigiatikslų sprendimo priėmimo metodų jautrumo analizė. Daktaro disertacija.* Vilnius: Technika, 2011. 133p ISBN 978-609-457-055-1.

Priedai

1 priedas

Lokalinė sąmata Nr. 1

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

<i>Kompleksas:</i>	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
<i>Objektas:</i>	Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
<i>Žiniaraštis:</i>	Alternatyva A1							<i>Iš viso už</i> 42 621,23 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos			
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	N8P-0201-4	Dujų silikato blokų sienų mūrėjimas, kai blokai 250x200x600 mm	m ³	45	1381,05	3316,82	231,96	4929,83
2	N7P-0306-1	Gelžbetoninių sąramų montavimas, atremiant sijų galus laisvai, kai sąramos masė iki 0,3 t	vnt.	8	27,19	127,76	42,81	197,76
3	N7P-0404-3	Perdangų iš tarpstijinių blokelių montavimas, kai perdangos storis 24 cm, o atstumas tarp sijų ašių 50 cm * TERIVA PERDANGA	100 m ²	1,27	880,11	3430,24	97,08	4407,43
4	A5-441-1 (K4=0,2)	Sijų paramstymas, kai statramsčiai iki 4 m	ėmimo taš.	84	192,28	167,83	10,23	370,34
5	N6-199	Perdangų armavimas, rišant armatūros atskirus strypus * perdangos vainikų armavimas	t	0,215	110,35	147,36	2,19	259,90
6	N27P-64-1	Armatūros tinklų sudėjimas betono dangoje	100 m ²	1,27	15,91	254,00		269,91
7	N7P-0405	Perdangų iš tarpstijinių blokelių užbetonavimas	m ³	8,89	243,59	669,11	271,25	1183,95
8	A5-441-1 (K1=0,1 K2=0,1 K3=0)	Sijų paramstymų išardymas, kai statramsčiai iki 4 m	ėmimo taš.	84	96,14		5,12	101,26
9	N10P-0303-3	Dengnių medinių gamyklinių sijų montavimas, kai tarptraimis nuo 12 m iki 15 m *sijų įrengimas EUROMAC2 plokščių atrėmimui ir tvirtinimui	vnt.	5	114,00	660,70	55,81	830,51
10	N12P-0610-1	Šlaitinių stogų dengimas plokštėmis * panaudojant EUROMAC2 stogo plokštes	100 m ²	2	556,80	14472,88	9,69	15039,37
	Iš viso #1				3617,42	23246,70	726,14	27 590,26 €
		Kiti darbo užmokesčio priskaitymai			8,0%			289,39 €
		Papildomų medžiagų vertė				3,0%		697,40 €
		Papildomų mechanizmų vertė					3,0%	21,78 €
		Soc. draudimas			30,98%			1 210,33 €
	Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)				5117,14	23944,10	747,92	29 809,16 €
		Statybvietės išlaidos			9,00%	9,00%	9,00%	2 682,82 €
	Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)				5577,68	26099,07	815,23	32 491,98 €
		Indeksas			1,00	1,00	1,00	
	Po indeksacijos iš viso				5577,68	26099,07	815,23	32 491,98 €
		Pridėtinės išlaidos			27,00%			1 054,84 €
		Pelnas			5,0%	5,0%	5,0%	1 677,34 €
	Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)				6964,15	27404,02	855,99	35 224,16 €
		PVM			21%	21%	21%	7 397,07 €
	Iš viso #5 (kaina su PVM)				8426,62	33158,86	1035,75	42 621,23 €

Lokalinė sąmata Nr. 2

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba						
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba						
Žiniaraštis:		Alternatyva A2						Iš viso už 43 911,81 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos			
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	N8P-0204-5	Keramzito arba betono blokų sienų mūrijimas, kai blokai keramzito 490x250x185 mm	m3	45	1255,50	3714,62	212,06	5182,18
2	N7P-0306-1	Gelžbetoninių sėramų montavimas, atremiant sijų galus laisvai, kai sėramos masė iki 0,3 t	vnt.	8	27,19	127,76	42,81	197,76
3	N7P-0404-3	Perdangų iš tarpšijinių blokelių montavimas, kai perdangos storis 24 cm, o atstumas tarp sijų ašių 50 cm * "Heluz" surenkama perdanga	100 m2	1,27	880,11	4162,14	97,08	5139,33
4	A5-441-1 (K4=0,2)	Sijų paramstymas, kai statramsčiai iki 4 m	ėmimo taš	84	192,28	167,83	10,23	370,34
5	N6-199	Perdangų armavimas, rišant armatūros atskirus strypus * perdangos vainikų armavimas	t	0,215	110,35	147,36	2,19	259,90
6	N27P-64-1	Armatūros tinklų sudėjimas betono dangoje	100 m2	1,27	15,91	254,00		269,91
7	N7P-0405	Perdangų iš tarpšijinių blokelių užbetonavimas	m3	8,89	243,59	669,11	271,25	1183,95
8	A5-441-1 (K1=0,1 K2=0,1 K3=0)	Sijų paramstymų išardymas, kai statramsčiai iki 4 m	ėmimo taš	84	96,14		5,12	101,26
9	N10P-0303-3	Dengnių medinių gamyklinių sijų montavimas, kai tarpatramis nuo 12 m iki 15 m *sijų įrengimas EUROMAC2 plokščių atrėmimui ir tvirtinimui	vnt.	5	114,00	660,70	55,81	830,51
10	N12P-0610-1	Šlaitinių stogų dengimas plokštėmis * panaudojant EUROMAC2 stogo plokštes	100 m2	2	556,80	14472,88	9,69	15039,37
Iš viso #1					3491,87	24376,40	706,24	28 574,51 €
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			279,35 €
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		731,29 €
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	21,19 €
Soc. draudimas					30,98%			1 168,32 €
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					4939,54	25107,69	727,43	30 774,66 €
Statybvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	2 769,72 €
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					5384,10	27367,38	792,90	33 544,38 €
Indeksas					1,00	1,00	1,00	
Po indeksacijos iš viso					5384,10	27367,38	792,90	33 544,38 €
Pridėtinės išlaidos					27,00%			1 018,23 €
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	1 728,14 €
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					6722,45	28735,75	832,55	36 290,75 €
PVM					21%	21%	21%	7 621,06 €
Iš viso #5 (kaina su PVM)					8134,16	34770,26	1007,39	43 911,81 €

Lokalinė sąmata Nr. 3

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Žiniaraštis:		Alternatyva A3						Iš viso už	28 998,47 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos				
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	N10-175	Išorinių sienų montavimas iš skydų * SIP sienų skydai	m2	180	1053,94	5621,93	229,32	6905,19	
2	N10P-0306-3	Perdangų medinių dvitėjinių sijų montavimas karkasinėse sienose, kai tarpatramis virš 9 m	vnt.	27	482,03	2854,55	58,90	3395,48	
3	N11P-0405-4	Grindų išlyginamųjų sluoksnių įrengimas, naudojant orientuotų skiedrų plokštes (OSB 22mm)	100 m2	1,27	171,87	1014,79		1186,66	
4	N10P-0201-5	Medinių karkasų įrengimas, gaminant elementus iš gamyklinių elementų, kai skerspjūvio plotas iki 75 cm2 * karkaso skydų atrėmimui ir tvirtinimui įrengimas	m3	1,34	195,73	312,65	2,73	511,11	
5	N9-27	Stogo denginys iš pagamintų skydų * SIP stogo skydai	100 m2	2	457,18	6210,71	169,02	6836,91	
Iš viso #1					2360,75	16014,63	459,97	18 835,35 €	
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			188,86 €	
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		480,44 €	
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	13,80 €	
Soc. draudimas					30,98%			789,87 €	
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					3339,48	16495,07	473,77	20 308,32 €	
Statybvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	1 827,75 €	
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					3640,03	17979,63	516,41	22 136,07 €	
Indeksas					1,00	1,00	1,00		
Po indeksacijos iš viso					3640,03	17979,63	516,41	22 136,07 €	
Pridėtinės išlaidos					27,00%			688,39 €	
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	1 141,22 €	
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					4544,84	18878,61	542,23	23 965,68 €	
PVM					21%	21%	21%	5 032,79 €	
Iš viso #5 (kaina su PVM)					5499,25	22843,12	656,10	28 998,47 €	

Lokalinė sąmata Nr. 4

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Žiniaraštis:		Alternatyva A4					Iš viso už		74 048,29 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos				
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	N10-175-1	Išorinių sienų montavimas iš skydų * šiaudų skydai	m2	180	709,38	20734,73	229,32	21673,43	
2	N10P-0306-3	Perdangų medinių dvitėjinių sijų montavimas karkasinėse sienose, kai tarptraimis virš 9 m	vnt.	27	482,03	2854,55	58,90	3395,48	
3	N11P-0405-4	Grindų išlyginamųjų sluoksnių įrengimas, naudojant orientuotų skiedrų plokštes (OSB 22mm)	100 m2	1,27	171,87	1014,79		1186,66	
4	N10P-0201-5	Medinių karkasų įrengimas, gaminant elementus iš gamyklinių elementų, kai skerspjūvio plotas iki 75 cm2 * karkaso skydų atrėmimui ir tvirtinimui įrengimas	m3	1,34	195,73	312,65	2,73	511,11	
5	N9-27-1	Stogo denginys iš pagamintų skydų * šiaudų skydai	100 m2	2	604,75	23002,71	169,02	23776,48	
Iš viso #1					2163,76	47919,43	459,97	50 543,16 €	
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			173,10 €	
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		1 437,58 €	
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	13,80 €	
Soc. draudimas					30,98%			723,96 €	
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					3060,82	49357,01	473,77	52 891,60 €	
Statybvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	4 760,24 €	
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					3336,29	53799,14	516,41	57 651,84 €	
Indeksas					1,00	1,00	1,00		
Po indeksacijos iš viso					3336,29	53799,14	516,41	57 651,84 €	
Pridėtinės išlaidos					27,00%			630,95 €	
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	2 914,14 €	
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					4165,60	56489,10	542,23	61 196,93 €	
PVM					21%	21%	21%	12 851,36 €	
Iš viso #5 (kaina su PVM)					5040,38	68351,81	656,10	74 048,29 €	

Lokalinė sąmata Nr. 5

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Žiniaraštis:		Alternatyva A5						Iš viso už	31 795,96 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos				
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	N8P-0202-4	Kanapių blokų sienų mūrėjimas (sienų storis 250 mm)	m3	45	1466,73	4537,76	243,82	6248,31	
2	N7P-0306-1	Gelžbetoninių sąramų montavimas, atremiant sijų galus laisvai, kai sąramos masė iki 0,3 t	vnt.	8	27,19	127,76	42,81	197,76	
3	N7P-0401-1	Lengvų perdangos plokščių montavimas, kai plokštės plotas yra iki 5,0 m ² * EUROMAC2 perdangos plokštės	100 m ²	1,27	486,02	6022,23	16,11	6524,36	
4	N6-199	Perdangų armavimas, rišant armatūros atskirus strypus * perdangos vainikų armavimas	t	0,215	110,35	147,36	2,19	259,90	
5	N27P-64-1	Armatūros tinklų sudėjimas betono dangoje	100 m ²	1,27	15,91	254,00		269,91	
6	A5-441-1 (K4=0,2)	Statramsčių įrenimas, kai statramsčiai iki 4 m * perdangos plokščių išramstymas prieš betonuojant	ėmimo taš	84	192,28	167,83	10,23	370,34	
7	N7P-0405	Perdangų užbetonavimas	m ³	7,62	218,49	586,19	236,87	1041,55	
8	A5-441-1 (K1=0,1 K2=0,1 K3=0)	Statramsčių išardymas, kai statramsčiai iki 4 m	ėmimo taš	84	96,14		5,12	101,26	
9	N10-64-3	Šlaitinių stogų dvitėminių sijų montavimas, kai tarpatramis daugiau 9,0 m	vnt.	58	1157,10	3489,02	244,73	4890,85	
Iš viso #1					3770,21	15332,15	801,88	19 904,24 €	
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			301,62 €	
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		459,96 €	
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	24,06 €	
Soc. draudimas					30,98%			1 261,45 €	
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					5333,28	15792,11	825,94	21 951,33 €	
Statybvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	1 975,62 €	
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					5813,28	17213,40	900,27	23 926,95 €	
Indeksas					1,00	1,00	1,00		
Po indeksacijos iš viso					5813,28	17213,40	900,27	23 926,95 €	
Pridėtinės išlaidos					27,00%			1 099,39 €	
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	1 251,31 €	
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					7258,30	18074,07	945,28	26 277,65 €	
PVM					21%	21%	21%	5 518,31 €	
Iš viso #5 (kaina su PVM)					8782,55	21869,62	1143,79	31 795,96 €	

Lokalinė sąmata Nr. 6

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Žiniaraštis:		Alternatyva A6						Iš viso už	37 295,85 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos				
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	N7P-0509-1	Sienų plokščių montavimas, kai plokštės plotas iki 15,0 m ² * "AIRCRETE" dujų silikato sienų modulių	100 m ²	1,8	714,87	3380,75	290,64	4386,26	
2	N6P-0605-1	Inventorinių klojinių monolitinėms perdangoms įrengimas.	100 m ²	1,27	465,58	776,32	64,72	1306,62	
3	N27P-64-1	Armatūros tinklų sudėjimas betono dangoje	100 m ²	1,27	15,91	254,00		269,91	
4	N6-200-1	Įdėklų montavimas	vnt.	426	473,72	4434,52	21,71	4929,95	
5	N6-199	Perdangų armavimas, rišant armatūros atskirus strypus * perdangos vainikų armavimas	t	0,215	110,35	147,36	2,19	259,90	
6	N27P-64-1	Armatūros tinklų sudėjimas betono dangoje	100 m ²	1,27	15,91	254,00		269,91	
7	N7P-0405	Perdangos užbetonavimas	m ³	12,7	347,99	955,88	387,50	1691,37	
8	N6P-0605-1 (K1=0,5 K2=0,5 K3=0)	Inventorinių klojinių monolitinėms perdangoms išardymas	100 m ²	1,27	232,79		32,36	265,15	
9	N10-64-3	Šlaitinių stogų dvitėjinių sijų montavimas, kai tarpatramis daugiau 9,0 m	vnt.	58	1157,10	3489,02	244,73	4890,85	
10	N26P-1303-1	Šlaitinių stogų šiltinimas vienu sluoksniu, naudojant putų polistireno plokštes * naudojant "ALGOPAN" surenkamus stogo skydus	100 m ²	2	553,81	4718,00	17,09	5288,90	
Iš viso #1					4088,03	18409,85	1060,94	23 558,82 €	
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			327,04 €	
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		552,30 €	
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	31,83 €	
Soc. draudimas					30,98%			1 367,79 €	
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					5782,86	18962,15	1092,77	25 837,78 €	
Statybvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	2 325,40 €	
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					6303,32	20668,74	1191,12	28 163,18 €	
Indeksas					1,00	1,00	1,00		
Po indeksacijos iš viso					6303,32	20668,74	1191,12	28 163,18 €	
Pridėtinės išlaidos					27,00%			1 192,07 €	
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	1 467,77 €	
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					7870,16	21702,18	1250,68	30 823,02 €	
PVM					21%	21%	21%	6 472,83 €	
Iš viso #5 (kaina su PVM)					9522,89	26259,64	1513,32	37 295,85 €	

Lokalinė sąmata Nr. 7

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba						
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba						
Žiniaraštis:		Alternatyva A7						Iš viso už 35 493,27 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos			
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	N8P-0201-4	Dujų silikato blokų sienų mūrijimas, kai blokai 250x200x600 mm	m3	45	1381,05	3316,82	231,96	4929,83
2	N7P-0306-1	Gelžbetoninių sąramų montavimas, atremiant sijų galus laisvai, kai sąramos masė iki 0,3 t	vnt.	8	27,19	127,76	42,81	197,76
3	N7P-0404-2	Liktinių klojinių su gelžbetoninėmis sijomis įrengimas * panaudojant "Soloio Svelto" polipropileno liktinius klojinius	100 m2	1,27	546,54	2312,71	64,72	2923,97
4	N6-199	Perdangų armavimas, risant armatūros atskirus strypus * perdangos vainikų armavimas	t	0,215	110,35	147,36	2,19	259,90
5	N27P-64-1	Armatūros tinklų sudėjimas betono dangoje	100 m2	1,27	15,91	254,00		269,91
6	A5-441-1 (K4=0,2)	Statramsčių įrengimas, kai statramsčiai iki 4 m * perdangos plokščių išramstymas prieš betonuojant	ėmimo taš	84	192,28	167,83	10,23	370,34
7	N7P-0405	Perdangų užbetonavimas	m3	7,62	218,49	586,19	236,87	1041,55
8	A5-441-1 (K1=0,1 K2=0,1 K3=0)	Statramsčių išardymas, kai statramsčiai iki 4 m	ėmimo taš	84	96,14		5,12	101,26
9	N10P-0303-3	Dengnių medinių gamyklinių sijų montavimas, kai tarpatramis nuo 12 m iki 15 m *sijų įrengimas plokščių atrėmimui	vnt.	5	114,00	660,70	55,81	830,51
10	N9P-0601-4	Daugiasluoksnių plokščių montavimas * Kingspan Unidek stogo skydų montavimas	100 m2	2	560,80	11111,40	220,36	11892,56
Iš viso #1					3262,75	18684,77	870,07	22 817,59 €
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			261,02 €
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		560,54 €
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	26,10 €
Soc. draudimas					30,98%			1 091,66 €
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					4615,43	19245,31	896,17	24 756,91 €
Statybvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	2 228,13 €
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					5030,82	20977,39	976,83	26 985,04 €
Indeksas					1,00	1,00	1,00	
Po indeksacijos iš viso					5030,82	20977,39	976,83	26 985,04 €
Pridėtinės išlaidos					27,00%			951,42 €
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	1 396,82 €
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					6281,35	22026,26	1025,67	29 333,28 €
PVM					21%	21%	21%	6 159,99 €
Iš viso #5 (kaina su PVM)					7600,44	26651,77	1241,06	35 493,27 €

Lokalinė sąmata Nr. 8

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Žiniaraštis:		Alternatyva A8					Iš viso už		34 079,25 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos				
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	N8P-0204-5	Keramzito arba betono blokų sienų mūrijimas, kai blokai keramzito 490x250x185 mm	m3	45	1255,50	3714,62	212,06	5182,18	
2	N7P-0306-1	Gelžbetoninių sparamų montavimas, atremiant sijų galus laisvai, kai sparamos masė iki 0,3 t	vnt.	8	27,19	127,76	42,81	197,76	
3	N7P-0401-1	Lengvų perdangos plokščių montavimas, kai plokštės plotas yra iki 5,0 m ² * EUROMAC2 perdangos plokštės	100 m ²	1,27	486,02	6022,23	16,11	6524,36	
4	N6-199	Perdangų armavimas, rišant armatūros atskirus strypus * perdangos vainikų armavimas	t	0,215	110,35	147,36	2,19	259,90	
5	N27P-64-1	Armatūros tinklų sudėjimas betono dangoje	100 m ²	1,27	15,91	254,00		269,91	
6	A5-441-1 (K4=0,2)	Statramsčių įrengimas, kai statramsčiai iki 4 m * perdangos plokščių išramstymas prieš betonuojant	ėmimo taš	84	192,28	167,83	10,23	370,34	
7	N7P-0405	Perdangų užbetonavimas	m ³	7,62	218,49	586,19	236,87	1041,55	
8	A5-441-1 (K1=0,1 K2=0,1 K3=0)	Statramsčių išardymas, kai statramsčiai iki 4 m	ėmimo taš	84	96,14		5,12	101,26	
9	N10P-0303-3	Dengnių medinių gamyklinių sijų montavimas, kai tarptraimis nuo 12 m iki 15 m *sijų įrengimas plokščių atrėmimui	vnt.	5	114,00	660,70	55,81	830,51	
10	N9P-0601-4	Daugiasluoksnių plokščių montavimas. Denginiai * "Thermasteel" stogo panelių	100 m ²	2	483,48	6511,40	220,36	7215,24	
Iš viso #1					2999,36	18192,09	801,56	21 993,01 €	
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			239,95 €	
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		545,76 €	
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	24,05 €	
Soc. draudimas					30,98%			1 003,54 €	
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					4242,85	18737,85	825,61	23 806,31 €	
Statyvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	2 142,57 €	
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					4624,71	20424,26	899,91	25 948,88 €	
Indeksas					1,00	1,00	1,00		
Po indeksacijos iš viso					4624,71	20424,26	899,91	25 948,88 €	
Pridėtinės išlaidos					27,00%			874,61 €	
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	1 341,18 €	
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					5774,29	21445,47	944,91	28 164,67 €	
PVM					21%	21%	21%	5 914,58 €	
Iš viso #5 (kaina su PVM)					6986,89	25949,02	1143,34	34 079,25 €	

Lokalinė sąmata Nr. 9

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Žiniaraštis:		Alternatyva A9						Iš viso už	38 197,12 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos				
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	N9-324	Lengvųjų pastatų išorės sienų plokščių montavimas * "Thermasteel" stogo paneliai	100 m ²	1,8	1154,79	8784,03	741,35	10680,17	
2	N7P-0401-1	Lengvųjų perdangos plokščių montavimas, kai plokštės plotas yra iki 5,0 m ² * panaudojant "Thermo" polistirenines perdangos plokštes	100 m ²	1,27	444,94	4086,75	16,11	4547,80	
3	N27P-64-1	Armatūros tinklų sudėjimas betono dangoje	100 m ²	1,27	15,91	254,00		269,91	
4	A5-441-1 (K4=0,2)	Statramsčių įrenimas, kai statramsčiai iki 4 m * ėmimo taš		84	192,28	167,83	10,23	370,34	
5	N7P-0405	Perdangų užbetonavimas	m ³	7,62	218,49	586,19	236,87	1041,55	
6	A5-441-1 (K1=0,1 K2=0,1 K3=0)	Statramsčių išardymas, kai statramsčiai iki 4 m ėmimo taš		84	96,14		5,12	101,26	
7	N10P-0303-3	Dengnių medinių gamyklinių sijų montavimas, kai tarptraimis nuo 12 m iki 15 m * sijų įrengimas plokščių atrėmimui	vnt.	5	114,00	660,70	55,81	830,51	
8	N9P-0601-4	Daugiasluoksnių plokščių montavimas. Denginiai * "Thermasteel" stogo panelių	100 m ²	2	483,48	6511,40	220,36	7215,24	
Iš viso #1					2720,03	21050,90	1285,85	25 056,78 €	
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			217,60 €	
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		631,53 €	
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	38,58 €	
Soc. draudimas					30,98%			910,08 €	
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					3847,71	21682,43	1324,43	26 854,57 €	
Statybvietsės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	2 416,91 €	
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					4194,00	23633,85	1443,63	29 271,48 €	
Indeksas					1,00	1,00	1,00		
Po indeksacijos iš viso					4194,00	23633,85	1443,63	29 271,48 €	
Pridėtinės išlaidos					27,00%			793,16 €	
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	1 503,23 €	
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					5236,52	24815,54	1515,81	31 567,87 €	
PVM					21%	21%	21%	6 629,25 €	
Iš viso #5 (kaina su PVM)					6336,19	30026,80	1834,13	38 197,12 €	

Lokalinė sąmata Nr. 10

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

<i>Kompleksas:</i>		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba						
<i>Objektas:</i>		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba						
<i>Žiniaraštis:</i>		Alternatyva A10						<i>Iš viso už</i> 47 282,60 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos			
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	N10-175-1	Išorinių sienų montavimas iš skydų * skydai su akmens vatos užpildu	m2	180	811,51	15334,73	229,32	16375,56
2	N10P-0306-3	Perdangų medinių dvitėjinių sijų montavimas karkasinėse sienose, kai tarptraimis virš 9 m	vnt.	27	482,03	2854,55	58,90	3395,48
3	N11P-0405-4	Grindų išlyginamųjų sluoksnių įrengimas, naudojant orientuotų skiedrų plokštes (OSB 22mm)	100 m2	1,27	171,87	1014,79		1186,66
4	N10-64-3	Šlaitinių stogų dvitėjinių sijų montavimas, kai tarptraimis daugiau 9,0 m	vnt.	58	1157,10	3489,02	244,73	4890,85
5	N26P-1303-1	Šlaitinių stogų šiltinimas vienu sluoksniu, naudojant putų polistireno plokštes * naudojant "ALGOPAN" surenkamus stogo skydus	100 m2	2	553,81	4718,00	17,09	5288,90
Iš viso #1					3176,32	27411,09	550,04	31 137,45 €
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			254,11 €
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		822,33 €
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	16,50 €
Soc. draudimas					30,98%			1 062,75 €
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					4493,18	28233,42	566,54	33 293,14 €
Statybvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	2 996,39 €
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					4897,57	30774,43	617,53	36 289,53 €
Indeksas					1,00	1,00	1,00	
Po indeksacijos iš viso					4897,57	30774,43	617,53	36 289,53 €
Pridėtinės išlaidos					27,00%			926,21 €
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	1 860,79 €
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					6114,97	32313,15	648,41	39 076,53 €
PVM					21%	21%	21%	8 206,07 €
Iš viso #5 (kaina su PVM)					7399,11	39098,91	784,58	47 282,60 €

Lokalinė sąmata Nr. 11

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Žiniaraštis:		Alternatyva A11						Iš viso už	41 170,13 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos				
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	N10-175	Išorinių sienų montavimas iš skydų * SIP sienų skydai	m2	180	1053,94	5621,93	229,32	6905,19	
2	N10P-0306-3	Perdangų medinių dvitėjinių sijų montavimas karkasinėse sienose, kai tarpatramis virš 9 m	vnt.	27	482,03	2854,55	58,90	3395,48	
3	N11P-0405-4	Grindų išlyginamųjų sluoksnių įrengimas, naudojant orientuotų skiedrų plokštes (OSB 22mm)	100 m2	1,27	171,87	1014,79		1186,66	
4	N10P-0303-3	Dengnių medinių gamyklinių sijų montavimas, kai tarpatramis nuo 12 m iki 15 m *sijų įrengimas EUROMAC2 plokščių atrėmimui ir tvirtinimui	vnt.	5	114,00	660,70	55,81	830,51	
5	N12P-0610-1	Šlaitinių stogų dengimas plokštėmis * panaudojant EUROMAC2 stogo plokštes	100 m2	2	556,80	14472,88	9,69	15039,37	
Iš viso #1					2378,64	24624,85	353,72	27 357,21 €	
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			190,29 €	
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		738,75 €	
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	10,61 €	
Soc. draudimas					30,98%			795,85 €	
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					3364,78	25363,60	364,33	29 092,71 €	
Statybvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	2 618,34 €	
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					3667,61	27646,32	397,12	31 711,05 €	
Indeksas					1,00	1,00	1,00		
Po indeksacijos iš viso					3667,61	27646,32	397,12	31 711,05 €	
Pridėtinės išlaidos					27,00%			693,61 €	
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	1 620,24 €	
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					4579,28	29028,64	416,98	34 024,90 €	
PVM					21%	21%	21%	7 145,23 €	
Iš viso #5 (kaina su PVM)					5540,93	35124,65	504,55	41 170,13 €	

Lokalinė sąmata Nr. 12

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Žiniaraštis:		Alternatyva A12					Iš viso už		46 703,04 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos			Iš viso	
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	N10-175-1	Išorinių sienų montavimas iš skydų * šiaudų skydai	m2	180	709,38	20734,73	229,32	21673,43	
2	N10P-0306-3	Perdangų medinių dvitėjinių sijų montavimas karkasinėse sienose, kai tarptraimis virš 9 m	vnt.	27	482,03	2854,55	58,90	3395,48	
3	N11P-0405-4	Grindų išlyginamųjų sluoksnių įrengimas, naudojant orientuotų skiedrų plokštes (OSB 22mm)	100 m2	1,27	171,87	1014,79		1186,66	
4	N10-64-3	Šlaitinių stogų dvitėjinių sijų montavimas, kai tarptraimis daugiau 9,0 m	vnt.	58	1157,10	3489,02	244,73	4890,85	
Iš viso #1					2520,38	28093,09	532,95	31 146,42 €	
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			201,63 €	
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		842,79 €	
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	15,99 €	
Soc. draudimas					30,98%			843,28 €	
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					3565,29	28935,88	548,94	33 050,11 €	
Statybvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	2 974,51 €	
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					3886,17	31540,11	598,34	36 024,62 €	
Indeksas					1,00	1,00	1,00		
Po indeksacijos iš viso					3886,17	31540,11	598,34	36 024,62 €	
Pridėtinės išlaidos					27,00%			734,94 €	
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	1 837,99 €	
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					4852,17	33117,12	628,26	38 597,55 €	
PVM					21%	21%	21%	8 105,49 €	
Iš viso #5 (kaina su PVM)					5871,13	40071,72	760,19	46 703,04 €	

Lokalinė sąmata Nr. 13

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Žiniaraštis:		Alternatyva A13					Iš viso už		45 359,50 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos				
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	N8P-0202-4	Kanapių blokų sienų mūrėjimas (sienų storis 250 mm)	m3	45	1466,73	4537,76	243,82	6248,31	
2	N7P-0403-3	Perdangos plokščių montavimas, kai plokštės plotas nuo 3,0 m2 iki 5,0 m2 * Panaudojant Durisol "SOLAFON" perdangos plokštės	100 m2	1,27	442,47	8044,45	262,11	8749,03	
3	N6-199	Perdangų armavimas, rišant armatūros atskirus strypus * perdangos vainikų armavimas	t	0,215	110,35	147,36	2,19	259,90	
4	N27P-64-1	Armatūros tinklų sudėjimas betono dangoje	100 m2	1,27	15,91	254,00		269,91	
5	A5-441-1 (K4=0,2)	Statramsčių įrengimas, kai statramsčiai iki 4 m * perdangos plokščių išramstymas prieš betonuojant	ėnimo taš	84	192,28	167,83	10,23	370,34	
6	N7P-0405	Perdangų užbetonavimas	m3	7,62	218,49	586,19	236,87	1041,55	
7	A5-441-1 (K1=0,1 K2=0,1 K3=0)	Statramsčių išardymas, kai statramsčiai iki 4 m	ėnimo taš	84	96,14		5,12	101,26	
8	N10P-0303-3	Dengnių medinių gamyklinių sijų montavimas, kai tarptraimis nuo 12 m iki 15 m *sijų įrengimas plokščių atrėmimui	vnt.	5	114,00	660,70	55,81	830,51	
9	N9P-0601-4	Daugiasluoksnių plokščių montavimas * Kingspan Unidek stogo skydų montavimas	100 m2	2	560,80	11111,40	220,36	11892,56	
Iš viso #1					3217,17	25509,69	1036,51	29 763,37 €	
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			257,37 €	
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		765,29 €	
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	31,10 €	
Soc. draudimas					30,98%			1 076,41 €	
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					4550,95	26274,98	1067,61	31 893,54 €	
Statybvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	2 870,42 €	
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					4960,54	28639,73	1163,69	34 763,96 €	
Indeksas					1,00	1,00	1,00		
Po indeksacijos iš viso					4960,54	28639,73	1163,69	34 763,96 €	
Pridėtinės išlaidos					27,00%			938,13 €	
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	1 785,10 €	
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					6193,60	30071,72	1221,87	37 487,19 €	
PVM					21%	21%	21%	7 872,31 €	
Iš viso #5 (kaina su PVM)					7494,26	36386,78	1478,46	45 359,50 €	

Lokalinė sąmata Nr. 14

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Žiniaraštis:		Alternatyva A14					Iš viso už		52 750,42 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos				
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	N9-324	Lengvų pastatų išorės sienų plokščių montavimas * "Thermasteel" stogo paneliai	100 m2	1,8	1154,79	8784,03	741,35	10680,17	
2	N7P-0401-1	Lengvų perdangos plokščių montavimas, kai plokštės plotas yra iki 5,0 m2 * EUROMAC2 perdangos plokštės	100 m2	1,27	486,02	6022,23	16,11	6524,36	
3	N6-199	Perdangų armavimas, rišant armatūros atskirus strypus * perdangos vainikų armavimas	t	0,215	110,35	147,36	2,19	259,90	
4	N27P-64-1	Armatūros tinklų sudėjimas betono dangoje	100 m2	1,27	15,91	254,00		269,91	
5	A5-441-1 (K4=0,2)	Statramsčių įrengimas, kai statramsčiai iki 4 m * perdangos plokščių išramstymas prieš betonuojant	ėnimo taš	84	192,28	167,83	10,23	370,34	
6	N7P-0405	Perdangų užbetonavimas	m3	7,62	218,49	586,19	236,87	1041,55	
7	A5-441-1 (K1=0,1 K2=0,1 K3=0)	Statramsčių išardymas, kai statramsčiai iki 4 m	ėnimo taš	84	96,14		5,12	101,26	
8	N10P-0303-3	Dengnių medinių gamyklinių sijų montavimas, kai tarptraimis nuo 12 m iki 15 m * sijų įrengimas EUROMAC2 plokščių atrėmimui ir tvirtinimui	vnt.	5	114,00	660,70	55,81	830,51	
9	N12P-0610-1	Šlaitinių stogų dengimas plokštėmis * naudojant EUROMAC2 stogo plokštes	100 m2	2	556,80	14472,88	9,69	15039,37	
Iš viso #1					2944,78	31095,22	1077,37	35 117,37 €	
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			235,58 €	
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		932,86 €	
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	32,32 €	
Soc. draudimas					30,98%			985,28 €	
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					4165,64	32028,08	1109,69	37 303,41 €	
Statybvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	3 357,31 €	
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					4540,55	34910,61	1209,56	40 660,72 €	
Indeksas					1,00	1,00	1,00		
Po indeksacijos iš viso					4540,55	34910,61	1209,56	40 660,72 €	
Pridėtinės išlaidos					27,00%			858,70 €	
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	2 075,97 €	
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					5669,21	36656,14	1270,04	43 595,39 €	
PVM					21%	21%	21%	9 155,03 €	
Iš viso #5 (kaina su PVM)					6859,74	44353,93	1536,75	52 750,42 €	

Lokalinė sąmata Nr. 15

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Žiniaraštis:		Alternatyva A15					Iš viso už		55 128,91 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos				
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	N10-175-1	Išorinių sienų montavimas iš skydų * skydai su akmens vatos užpildu	m2	180	811,51	15334,73	229,32	16375,56	
2	N10P-0306-3	Perdangų medinių dvitėjinių sijų montavimas karkasinėse sienose, kai tarptraimis virš 9 m	vnt.	27	482,03	2854,55	58,90	3395,48	
3	N11P-0405-4	Grindų išlyginamųjų sluoksnių įrengimas, naudojant orientuotų skiedrų plokštes (OSB 22mm)	100 m2	1,27	171,87	1014,79		1186,66	
4	N10P-0201-5	Medinių karkasų įrengimas, gaminant elementus iš gamyklinių elementų, kai skerspjūvio plotas iki 75 cm2 * karkaso skydų atrėnimui įrengimas	m3	1,34	195,73	312,65	2,73	511,11	
5	N9-27	Stogo denginys iš pagamintų skydų * panaudojant skydus su mineralinės vatos užpildu	100 m2	2	586,00	15002,71	169,02	15757,73	
Iš viso #1					2247,14	34519,43	459,97	37 226,54 €	
		Kiti darbo užmokesčio priskaitymai			8,0%			179,77 €	
		Papildomų medžiagų vertė				3,0%		1 035,58 €	
		Papildomų mechanizmų vertė					3,0%	13,80 €	
		Soc. draudimas			30,98%			751,86 €	
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					3178,77	35555,01	473,77	39 207,55 €	
		Statybvietės išlaidos			9,00%	9,00%	9,00%	3 528,68 €	
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					3464,86	38754,96	516,41	42 736,23 €	
		Indeksas			1,00	1,00	1,00		
Po indeksacijos iš viso					3464,86	38754,96	516,41	42 736,23 €	
		Pridėtinės išlaidos			27,00%			655,27 €	
		Pelnas			5,0%	5,0%	5,0%	2 169,58 €	
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					4326,14	40692,71	542,23	45 561,08 €	
		PVM			21%	21%	21%	9 567,83 €	
Iš viso #5 (kaina su PVM)					5234,63	49238,18	656,10	55 128,91 €	

Lokalinė sąmata Nr. 16

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Žiniaraštis:		Alternatyva A16						Iš viso už	27 374,80 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos				
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	N7P-0509-1	Sienų plokščių montavimas, kai plokštės plotas iki 15,0 m ² * "AIRCRETE" dujų silikato sienų modulių	100 m ²	1,8	714,87	3380,75	290,64	4386,26	
2	N7P-0306-1	Gelžbetoninių sąramų montavimas, atremiant sijų galus laisvai, kai sąramos masė iki 0,3 t	vnt.	8	27,19	127,76	42,81	197,76	
3	N7P-0404-2	Liktinių klojinių su gelžbetoninėmis sijomis įrengimas * panaudojant "Soloio Svelto" polipropileno liktinius klojinius	100 m ²	1,27	546,54	2312,71	64,72	2923,97	
4	N6-199	Perdangų armavimas, rišant armatūros atskirus strypus * perdangos vainikų armavimas	t	0,215	110,35	147,36	2,19	259,90	
5	N27P-64-1	Armatūros tinklų sudėjimas betono dangoje	100 m ²	1,27	15,91	254,00		269,91	
6	A5-441-1 (K4=0,2)	Statramsčių įrengimas, kai statramsčiai iki 4 m * perdangos plokščių išramstymas prieš betonuojant	ėmimo taš	84	192,28	167,83	10,23	370,34	
7	N7P-0405	Perdangų užbetonavimas	m ³	7,62	218,49	586,19	236,87	1041,55	
8	A5-441-1 (K1=0,1 K2=0,1 K3=0)	Statramsčių išardymas, kai statramsčiai iki 4 m	ėmimo taš	84	96,14		5,12	101,26	
9	N10P-0303-3	Dengnių medinių gamyklinių sijų montavimas, kai tarpatramis nuo 12 m iki 15 m * sijų įrengimas plokščių atrėmimui	vnt.	5	114,00	660,70	55,81	830,51	
10	N9P-0601-4	Daugiasluoksnių plokščių montavimas. Denginiai * "Thermasteel" stogo panelių	100 m ²	2	483,48	6511,40	220,36	7215,24	
Iš viso #1					2519,25	14148,70	928,75	17 596,70 €	
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			201,54 €	
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		424,46 €	
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	27,86 €	
Soc. draudimas					30,98%			842,90 €	
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					3563,69	14573,16	956,61	19 093,46 €	
Statybvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	1 718,40 €	
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					3884,42	15884,74	1042,70	20 811,86 €	
Indeksas					1,00	1,00	1,00		
Po indeksacijos iš viso					3884,42	15884,74	1042,70	20 811,86 €	
Pridėtinės išlaidos					27,00%			734,61 €	
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	1 077,33 €	
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					4849,98	16678,98	1094,84	22 623,80 €	
PVM					21%	21%	21%	4 751,00 €	
Iš viso #5 (kaina su PVM)					5868,47	20181,57	1324,76	27 374,80 €	

Lokalinė sąmata Nr. 17

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Žiniaraštis:		Alternatyva A17						Iš viso už	36 267,98 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos				
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	N8P-0204-5	Keramzito arba betono blokų sienų mūrijimas, kai blokai keramzito 490x250x185 mm	m3	45	1255,50	3714,62	212,06	5182,18	
2	N7P-0306-1	Gelžbetoninių sąramų montavimas, atremiant sijų galus laisvai, kai sąramos masė iki 0,3 t	vnt.	8	27,19	127,76	42,81	197,76	
3	N7P-0403-3	Perdangos plokščių montavimas, kai plokštės plotas nuo 3,0 m2 iki 5,0 m2 * Panaudojant Durisol "SOLAFON" perdangos plokštės	100 m2	1,27	442,47	8044,45	262,11	8749,03	
4	N6-199	Perdangų armavimas, rišant armatūros atskirus strypus * perdangos vainikų armavimas	t	0,215	110,35	147,36	2,19	259,90	
5	N27P-64-1	Armatūros tinklų sudėjimas betono dangoje	100 m2	1,27	15,91	254,00		269,91	
6	A5-441-1 (K4=0,2)	Statramsčių įrengimas, kai statramsčiai iki 4 m * perdangos plokščių išramstymas prieš betonuojant	ėmimo taš	84	192,28	167,83	10,23	370,34	
7	N7P-0405	Perdangų užbetonavimas	m3	7,62	218,49	586,19	236,87	1041,55	
8	A5-441-1 (K1=0,1 K2=0,1 K3=0)	Statramsčių išardymas, kai statramsčiai iki 4 m	ėmimo taš	84	96,14		5,12	101,26	
9	N10P-0201-5	Medinių karkasų įrengimas, gaminant elementus iš gamyklinių elementų, kai skerspjūvio plotas iki 75 cm2 * karkaso skydų atrėmimui įrengimas	m3	1,34	195,73	312,65	2,73	511,11	
10	N9-27	Stogo denginys iš pagamintų skydų * SIP stogo skydai	100 m2	2	457,18	6210,71	169,02	6836,91	
Iš viso #1					3011,24	19565,57	943,14	23 519,95 €	
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			240,90 €	
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		586,97 €	
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	28,29 €	
Soc. draudimas					30,98%			1 007,51 €	
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					4259,65	20152,54	971,43	25 383,62 €	
Statybvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	2 284,53 €	
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					4643,02	21966,27	1058,86	27 668,15 €	
Indeksas					1,00	1,00	1,00		
Po indeksacijos iš viso					4643,02	21966,27	1058,86	27 668,15 €	
Pridėtinės išlaidos					27,00%			878,08 €	
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	1 427,31 €	
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					5797,16	23064,58	1111,80	29 973,54 €	
PVM					21%	21%	21%	6 294,44 €	
Iš viso #5 (kaina su PVM)					7014,56	27908,14	1345,28	36 267,98 €	

Lokalinė sąmata Nr. 18

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Žiniaraštis:		Alternatyva A18						Iš viso už	41 839,38 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos				
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	N10-175	Išorinių sienų montavimas iš skydų * SIP sienų skydai	m2	180	1053,94	5621,93	229,32	6905,19	
2	N10P-0306-3	Perdangų medinių dvitėjinių sijų montavimas karkasinėse sienose, kai tarptraimis virš 9 m	vnt.	27	482,03	2854,55	58,90	3395,48	
3	N11P-0405-4	Grindų išlyginamųjų sluoksnių įrengimas, naudojant orientuotų skiedrų plokštes (OSB 22mm)	100 m2	1,27	171,87	1014,79		1186,66	
4	N10P-0201-5	Medinių karkasų įrengimas, gaminant elementus iš gamyklinių elementų, kai skerspjūvio plotas iki 75 cm2 * karkaso skydų atrėmimui įrengimas	m3	1,34	195,73	312,65	2,73	511,11	
5	N9-27	Stogo denginys iš pagamintų skydų * panaudojant skydus su mineralinės vatos užpildu	100 m2	2	586,00	15002,71	169,02	15757,73	
Iš viso #1					2489,57	24806,63	459,97	27 756,17 €	
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			199,17 €	
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		744,20 €	
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	13,80 €	
Soc. draudimas					30,98%			832,97 €	
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					3521,71	25550,83	473,77	29 546,31 €	
Statybvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	2 659,16 €	
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					3838,66	27850,40	516,41	32 205,47 €	
Indeksas					1,00	1,00	1,00		
Po indeksacijos iš viso					3838,66	27850,40	516,41	32 205,47 €	
Pridėtinės išlaidos					27,00%			725,96 €	
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	1 646,57 €	
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					4792,85	29242,92	542,23	34 578,00 €	
PVM					21%	21%	21%	7 261,38 €	
Iš viso #5 (kaina su PVM)					5799,35	35383,93	656,10	41 839,38 €	

Lokalinė sąmata Nr. 19

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Žiniaraštis:		Alternatyva A19						Iš viso už	31 493,58 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos				
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	N8P-0201-4	Dujų silikato blokų sienų mūrijimas, kai blokai 250x200x600 mm	m3	45	1381,05	3316,82	231,96	4929,83	
2	N7P-0306-1	Gelžbetoninių sąramų montavimas, atremiant sijų galus laisvai, kai sąramos masė iki 0,3 t	vnt.	8	27,19	127,76	42,81	197,76	
3	N7P-0404-3	Perdangų iš tarpšijinių blokelių montavimas, kai perdangos storis 24 cm, o atstumas tarp sijų ašių 50 cm * "Heluz" surenkama perdanga	100 m2	1,27	880,11	4162,14	97,08	5139,33	
4	A5-441-1 (K4=0,2)	Sijų paramstymas, kai statramsčiai iki 4 m	ėnimo taš	84	192,28	167,83	10,23	370,34	
5	N6-199	Perdangų armavimas, rišant armatūros atskirus strypus * perdangos vainikų armavimas	t	0,215	110,35	147,36	2,19	259,90	
6	N27P-64-1	Armatūros tinklų sudėjimas betono dangoje	100 m2	1,27	15,91	254,00		269,91	
7	N7P-0405	Perdangų iš tarpšijinių blokelių užbetonavimas	m3	8,89	243,59	669,11	271,25	1183,95	
8	A5-441-1 (K1=0,1 K2=0,1 K3=0)	Sijų paramstymų išardymas, kai statramsčiai iki 4 m	ėnimo taš	84	96,14		5,12	101,26	
9	N10P-0201-5	Medinių karkasų įrengimas, gaminant elementus iš gamyklinių elementų, kai skerspjūvio plotas iki 75 cm2 * karkaso skydų atrėmimui ir tvirtinimui įrengimas	m3	1,34	195,73	312,65	2,73	511,11	
10	N9-27	Stogo denginys iš pagamintų skydų * SIP stogo skydai	100 m2	2	457,18	6210,71	169,02	6836,91	
Iš viso #1					3599,53	15368,38	832,39	19 800,30 €	
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			287,96 €	
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		461,05 €	
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	24,97 €	
Soc. draudimas					30,98%			1 204,35 €	
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					5091,84	15829,43	857,36	21 778,63 €	
Statybvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	1 960,08 €	
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					5550,11	17254,08	934,52	23 738,71 €	
Indeksas					1,00	1,00	1,00		
Po indeksacijos iš viso					5550,11	17254,08	934,52	23 738,71 €	
Pridėtinės išlaidos					27,00%			1 049,62 €	
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	1 239,42 €	
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					6929,72	18116,78	981,25	26 027,75 €	
PVM					21%	21%	21%	5 465,83 €	
Iš viso #5 (kaina su PVM)					8384,97	21921,30	1187,31	31 493,58 €	

Lokalinė sąmata Nr. 20

Sudaryta 2018.03 kainų lygiu.

Kompleksas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Objektas:		Lengvųjų konstrukcijų namo statyba							
Žiniaraštis:		Alternatyva A20						Iš viso už	36 513,32 €
Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Tiesioginės išlaidos				
					Darbas	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	N8P-0202-4	Kanapių blokų sienų mūrėjimas (sienų storis 250 mm)	m3	45	1466,73	4537,76	243,82	6248,31	
2	N7P-0306-1	Gelžbetoninių sąramų montavimas, atremiant sijų galus laisvai, kai sąramos masė iki 0,3 t	vnt.	8	27,19	127,76	42,81	197,76	
3	N7P-0401-1	Lengvų perdangos plokščių montavimas, kai plokštės plotas yra iki 5,0 m ² * panaudojant "Thermo" polistirenines perdangos plokštes	100 m ²	1,27	444,94	4086,75	16,11	4547,80	
4	N27P-64-1	Armatūros tinklų sudėjimas betono dangoje	100 m ²	1,27	15,91	254,00		269,91	
5	A5-441-1 (K4=0,2)	Statramsčių įrenimas, kai statramsčiai iki 4 m * ėnimo taš		84	192,28	167,83	10,23	370,34	
6	N7P-0405	Perdangų užbetonavimas	m3	7,62	218,49	586,19	236,87	1041,55	
7	A5-441-1 (K1=0,1 K2=0,1 K3=0)	Statramsčių išardymas, kai statramsčiai iki 4 m ėnimo taš		84	96,14		5,12	101,26	
8	N10-64-3	Šlaitinių stogų dvitėjinių sijų montavimas, kai tarpatramis daugiau 9,0 m	vnt.	58	1157,10	3489,02	244,73	4890,85	
9	N26P-1303-1	Šlaitinių stogų šiltinimas vienu sluoksniu, naudojant putų polistireno plokštes * naudojant "ALGOPAN" surenkamus stogo skydus	100 m ²	2	553,81	4718,00	17,09	5288,90	
Iš viso #1					4172,59	17967,31	816,78	22 956,68 €	
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai					8,0%			333,81 €	
Papildomų medžiagų vertė						3,0%		539,02 €	
Papildomų mechanizmų vertė							3,0%	24,50 €	
Soc. draudimas					30,98%			1 396,08 €	
Iš viso #2 (išlaidos statinio statybos darbams)					5902,48	18506,33	841,28	25 250,09 €	
Statybvietės išlaidos					9,00%	9,00%	9,00%	2 272,51 €	
Iš viso #3 (tiesioginės išlaidos)					6433,70	20171,90	917,00	27 522,60 €	
Indeksas					1,00	1,00	1,00		
Po indeksacijos iš viso					6433,70	20171,90	917,00	27 522,60 €	
Pridėtinės išlaidos					27,00%			1 216,73 €	
Pelnas					5,0%	5,0%	5,0%	1 436,97 €	
Iš viso #4 (su netiesioginėmis išlaidomis)					8032,95	21180,50	962,85	30 176,30 €	
PVM					21%	21%	21%	6 337,02 €	
Iš viso #5 (kaina su PVM)					9719,86	25628,41	1165,05	36 513,32 €	

Ekspertų apklausos anketa

Esu II pakopos studijų programos „Statybos valdymas“ II kurso studentė ir šiuo metu rengiu magistro baigiamąjį projektą tema „Lengvųjų konstrukcijų pastatų statybos technologijų tyrimai“. Baigiamajam projektui parengti yra reikalinga Jūsų kaip ekspertų nuomonė. Šios anketos tikslas yra nustatyti parinktų vertinimo kriterijų reikšmingumą, kuriais remiantis, naudojant daugiakriterinio įvertinimo metodus, bus nustatomas racionaliausias lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantas.

Prašau Jūsų užpildyti žemiau pateiktą lentelę į ją įrašant balus nuo 1 iki 10.

Kriterijų reikšmingumo vertinimas. Žemiau esančioje lentelėje pateikta dešimt vertinimo kriterijų, kuriuos reikia įvertinti balais nuo 1 iki 10 pagal jų svarbą nustatant racionaliausią lengvųjų konstrukcijų namo statybos variantą (10-9 balai - labai reikšmingas kriterijus; 8-7 balai- reikšmingas kriterijus; 6 -5 balai - vidutiniškai reikšmingas kriterijus; 4-3 balai – mažai reikšmingas kriterijus; 2-1 balai – nereikšmingas kriterijus). Galima skirti tos pačios vertės balus keliems kriterijams.

1 lentelė. Vertinimo kriterijų reikšmingumo vertinimas

Eil. Nr.	Vertinimo kriterijus	Įvertinimas balais (nuo 1 iki 10)
1.	Medžiagų kaina	
2.	Technologinio proceso trukmė	
3.	Darbų mechanizacijos lygis	
4.	Darbų kaina	
5.	Kėlimo priemonių poreikis	
6.	Montavimo sudėtingumas	
7.	Pagrindinių namo konstrukcijų įrengimo darbų užbaigtumas	
8.	Darbų nepertraukiamumas	
9.	Montavimo aplinkos sąlygos	
10.	Konstrukcijų masė	

Ačiū už bendradarbiavimą!

Ekspertų apklausos rezultatų suvestinė lentelė

Vertinimo kriterijai	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
K1	10	10	10	9	10	9	9	10	10	9
K2	10	9	9	10	10	10	9	9	9	10
K3	9	7	8	8	9	8	8	7	9	9
K4	10	10	9	10	10	10	10	9	9	10
K5	8	8	8	8	8	7	6	7	8	8
K6	8	7	8	8	8	6	7	7	8	7
K7	9	8	7	8	9	10	9	9	8	8
K8	7	7	7	7	8	6	7	8	6	6
K9	7	8	7	8	7	7	6	6	7	8
K10	10	10	9	10	10	10	10	9	10	9

Vertinimo kriterijai	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20
K1	10	9	9	9	10	10	10	10	10	10
K2	10	8	8	10	10	10	10	9	9	8
K3	8	8	7	7	7	8	9	9	8	8
K4	9	9	10	10	10	10	9	10	9	10
K5	7	7	7	7	8	8	6	8	8	7
K6	7	8	8	8	8	8	6	7	8	6
K7	8	8	9	10	10	9	9	8	8	10
K8	7	7	8	7	8	6	8	8	7	7
K9	7	7	8	6	6	5	7	7	8	6
K10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	9

Vertinimo kriterijai	E21	E22	E23	E24	E25	E26	E27	E28	E29	E30
K1	10	9	10	10	10	9	9	10	10	10
K2	10	10	10	10	10	9	9	10	10	9
K3	8	9	9	8	8	7	8	8	8	9
K4	9	10	10	9	9	10	9	9	10	10
K5	8	6	8	8	7	7	8	8	8	8
K6	7	7	8	8	8	8	8	8	8	7
K7	10	9	7	8	8	8	8	9	9	10
K8	6	7	7	8	8	8	7	6	6	7
K9	9	9	6	6	7	7	8	8	8	7
K10	9	9	10	10	10	9	10	10	10	10

