



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Armandas Pavolis

STIKLO FASADŲ ĮRENGIMO TECHNOLOGIJŲ TYRIMAI

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Marijonas Daunoravičius

KAUNAS, 2018

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS

STIKLO FASADŲ ĮRENGIMO TECHNOLOGIJŲ TYRIMAI

Baigiamasis magistro projektas

Statyba (kodas M6046021)

Vadovas

Doc. dr. Marijonas Daunoravičius

(data)

Konsultantas

(parašas) Doc. dr. Gitana Šukaitytė

(data)

Konsultantas

(parašas) Lekt. dr. Nerijus Meslinas

(data)

Recenzentas

(parašas) Lekt. dr. Nerijus Adamukaitis

(data)

Projektą atliko

(parašas) Armandas Pavolis

(data)

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**

Statybos ir architektūros

(Fakultetas)

Armandas Pavolis

(Studento vardas, pavardė)

Statyba, M6046O21

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Stiklo fasadų įrengimo technologijų tyrimai“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 18 m. Sausio 9 d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano, Vardas Pavardė, magistro baigiamasis projektas tema „Stiklo fasadų įrengimo technologijų tyrimai“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Armandas Pavolis. Stiklo fasadų įrengimo technologijų tyrimai. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Marijonas Daunoravičius; Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Statyba, Technologijos.

Reikšminiai žodžiai: Stiklas, aliuminis, fasadas, technologija.

Kaunas, 2018. XX p.

SANTRAUKA

Magistro baigiamajame projekte išnagrinėti keturi stiklo fasadų tipai ir atliktas jų įrengimo technologinių variantų daugiakriterinis įvertinimas.

Išanalizuota aliuminio-stiklo konstrukcijų gamybos technologija, naudojamos medžiagos, šilumos nuostoliai ir pritekėjimas per skaidrias atitvaras. Pritaikytos aukščiausias šilumines savybes turinčios medžiagos ir inovatyvūs atsinaujinančios energijos šaltiniai.

Analizuojant keturių fasadų charakteristikas išrinkti 10 pagrindinių kriterijų. Sudaryta apklausa, kurios metu nustatytas subjektyvus kriterijų reikšmingumas bei atliktas teorinis kriterijų reikšmingumo vertinimas. Kompleksiniu metodu nustatytas bendras kriterijų reikšmingumas, pagal kurį artumo idealiam taškui metodu nustatytas optimalus stiklo fasado sprendimas.

Išnagrinėti konstrukcijų montavimo būdai, aprašyti jų įrengimo procesai. Pasirinktas visuomeninis pastatas, kuriam pritaikytas geriausias stiklo fasadinės sistemos variantas ir sudaryta šios sistemos įrengimo technologinė kortelė.

Projektas sudarytas iš įvado, 4 skyrių ir išvadų. Darbo apimtis – 70 puslapis be priedų, 39 paveikslai, 23 lentelės. Panaudoti 42 šaltiniai. Atskirai pridedami 6 priedai ir vienas A1 formato brėžinys.

Armandas, Pavolis. Research on Glass Facades instalation Technologies: Master's thesis/ supervisor assoc. prof. Marijonas Daunoravičius. The Faculty of Civil Engineering and Architecture, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Construction, Technology.

Key words: glass, aluminum, facade, technology.

Kaunas, 2018. XX p.

SUMMARY

This master's thesis examines four types of glass facades and presents a multicriterial assessment of these technological options.

The production technology of aluminium-glass constructions, the materials used, loss of heat and inflow through transparent partitions are reviewed. Materials with the highest thermal properties and innovative renewable energy sources were used.

10 main criteria were selected while analysing the characteristics of four facades. A survey was conducted during which the subjective significance of the criteria was determined, and the theoretical evaluation of the criteria significance was performed. Using a complex method, the general criterion significance was established, according to which the optimal glass facade solution was determined by the proximity to the ideal point method.

This master's thesis also includes an overview of the assembling of the structures and the description of installation processes. A public building was selected, to which the best glass facade system was applied, and a technological card was made.

The thesis consists of an introduction, 4 chapters and conclusions. The thesis is made up of 70 pages without appendixes, 39 pictures and 23 tables. 42 sources were used. 5 attachments and 1 (A1 format) sketch are attached separately.

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

Pav. Nr. 1 Stiklo paketo struktūra	14
Pav. Nr. 2 Surenkamo fasado schema [11]	16
Pav. Nr. 3 Surenkamo fasado detalės: a) su išoriniais dangteliais; b) struktūrinis fasadas.....	17
Pav. Nr. 4 Elementinio fasado schema ir detalėb [11]	17
Pav. Nr. 5 Šilumos nuostoliai per pastato skaidrias atitvaras.....	19
Pav. Nr. 6 Šilumos pritekėjimas į patalpas per pastato skaidrias atitvaras.	21
Pav. Nr. 7 Kristalinio silicio stiklas. 1) išorinis grūdintas stiklas; 2) vidinis grūdintas stiklas; 3) PV elementas (monokristalinis arba polikristalinis); 4) laiminavimo plėvelė Polivinilbutiralis arba Etileno vinilacetatas)[33]......	22
Pav. Nr. 8 PV stiklo generuojamos energijos efektyvumo diagrama pagal (Kamel, R.S., Fung, A.S) a) saulės šiluminė energija; b) generuojama PV stiklo elektros energija [30].	22
Pav. Nr. 9 Amorfinio silicio stiklas. 1) išorinis grūdintas stiklas; 2) vidinis grūdintas stiklas; 3) PV elementas (amorfinio silicio plevelė); 4) laiminavimo plėvelė (Polivinilbutiralis arba Etileno vinilacetatas)[33], [32].	23
Pav. Nr. 10 Amorfinio silicio stiklo generuojama metinė elektros energija	24
Pav. Nr. 11 Surenkamo fasado (CW 50-HI) detalė [12].	26
Pav. Nr. 12 Surenkamo fasado (CW 50 Alu on steel) detalė [15]	27
Pav. Nr. 13 Surenkamo fasado (CW 50-SC) detalė [14]	28
Pav. Nr. 14 Surenkamo fasado (CW 65-EF/HI) detalė [16]	29
Pav. Nr. 15 Artumo idealiam taškui algoritmas	32
Pav. Nr. 16 Suminis subjektyvios ekspertų nuomonės balų skaičius.....	34
Pav. Nr. 17 Kriterijų reikšmingumo diagrama	38
Pav. Nr. 18 Kompleksinis kriterijų reikšmingumas	39
Pav. Nr. 19 Naudingiausi variantai	43
Pav. Nr. 20 a) inkarinis varžtas; b) įbetonuojamas tvirtinimo bėgelis	44
Pav. Nr. 21 Elementinės sistemos atraminės detalės mazgas [21]......	45
Pav. Nr. 22 Pamato ir elementinės sistemos mazgas	46
Pav. Nr. 23 Kėlimo būdai: a) kėlimas kranu; b) kėlimas išoriniu liftu	47
Pav. Nr. 24 Kėlimo būdai: a) kėlimas kranu; b) kėlimas savaeigiu keltuvu [36].	48
Pav. Nr. 25 Elementinės fasadinės sistemos elemento montavimo schema	48
Pav. Nr. 26 a) Stiklų sandėliavimo stovas; b) sandėliuojamų profilių padėklas [37].	49
Pav. Nr. 27 a) Paslanki tvirtinimo jungtis; b) nepaslanki tvirtinimo jungtis; c) apatinė tvirtinimo jungtis; d) viršutinė tvirtinimo jungtis.....	50
Pav. Nr. 28 Fasado tvirtinimo schema: a) stovinti konstrukcija; b) kabanti konstrukcija [22].	51
Pav. Nr. 29 a) Statramsčio ir kronšteino jungtis; b) statramsčio ir rygelio jungtis	51
Pav. Nr. 30 Montavimo principai: a) nuoseklus montavimas; b) pakopinis montavimas	52
Pav. Nr. 31 Mazgas tarp sienos ir aliuminio stiklo fasadinės sistemos.....	53
Pav. Nr. 32 Mazgas tarp pamato, sienos ir aliuminio stiklo fasadinės sistemos.....	54
Pav. Nr. 33 Mazgas perdangos ir aliuminio stiklo fasadinės sistemos	54
Pav. Nr. 34 Strėlinio krano skaičiuojamoji schema	55
Pav. Nr. 35 Krano kėlimo grafikas [41].	56
Pav. Nr. 36 Lyno ilgio projekcijos schema	57

Pav. Nr. 37 Vakuuminis kėliklis Armatec ADK V 500 [39].	58
Pav. Nr. 38 Žirklinis keltuvas GENIE GS 53910RT [40].	58
Pav. Nr. 39 Fasadiniai ir moduliniai pastoliai [42].	59

LENTELIŲ SĄRAŠAS

Lentelė Nr. 1 Stiklo paketo charakteristikos	25
Lentelė Nr. 2 Surenkamo fasado (CW 50-HI) vertinimo kriterijų duomenys	26
Lentelė Nr. 3 Surenkamo fasado (CW 50 Alu on steel) vertinimo kriterijų duomenys	27
Lentelė Nr. 4 Surenkamo fasado (CW 50-SC) vertinimo kriterijų duomenys	28
Lentelė Nr. 5 Surenkamo fasado (CW 65-EF/HI) vertinimo kriterijų duomenys	29
Lentelė Nr. 6 Suminė kriterijų porinio palyginimo matrica	34
Lentelė Nr. 7 Suminė pertvarkyta porinio palyginimo matrica	35
Lentelė Nr. 8 Pradiniai duomenys skaičiavimui	37
Lentelė Nr. 9 Normalizuotos kriterijų reikšmės	37
Lentelė Nr. 10 Kriterijų reikšmingumas	38
Lentelė Nr. 11 Kompleksinis kriterijų reikšmingumas	39
Lentelė Nr. 12 Pradinė matrica P su fasado įrengimo variantais ir atitinkamais kriterijais	40
Lentelė Nr. 13 Normalizuota variantų duomenų ir kriterijų matrica	40
Lentelė Nr. 14 Svertinė normalizuota variantų duomenų ir kriterijų matrica	41
Lentelė Nr. 15 Svertinės normalizuotos matricos geriausi kriterijai	41
Lentelė Nr. 16 Svertinės normalizuotos matricos blogiausi kriterijai	41
Lentelė Nr. 17 Idealaus teigiamo ir neigiamo variantų skirtumai	42
Lentelė Nr. 18 Santykinio lyginamų variantų artumo idealiam Kbit,i reikšmės	42
Lentelė Nr. 19 Naudingumo laipsnių reikšmės	42
Lentelė Nr. 20 Duomenys skaičiavimui	55
Lentelė Nr. 21 Bendros įrangos ir įrankių sąnaudos	59
Lentelė Nr. 22 Kokybės kontrolė	62
Lentelė Nr. 23 Aliuminio - stiklo fasado įrengimo kalendorinis grafikas	65

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	6
LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	7
ĮVADAS.....	9
1. BAIGIAMOJO PROJEKTO OBJEKTO CHARAKTERISTIKA	10
1.1. Bendrieji duomenys ir architektūriniai sprendiniai	10
1.2. Konstrukciniai sprendimai.....	10
2. MOKSLINĖS LITERATŪROS APŽVALGA.....	11
2.1. Stiklo fasadų charakteristika.....	11
2.2. Stiklo fasadams naudojamų medžiagų apibūdinimas	11
2.3. Aliuminio – stiklo fasadų sistemų gamybos ypatumai	15
2.4. Stiklo fasado įrengimo technologijų apibūdinimas	16
2.1. Skaidrių atitvarų energetinis naudingumas. Atsinaujinačios energijos sprendimai	18
2.2. Šilumos nuostoliai per pastato skaidrias atitvaras	18
2.3. Šilumos pritekėjimas iš išorės per pastato skaidrias atitvaras	19
2.4. Atsinaujinančios energijos sprendimai	21
3. TIRIAMASIS PROJEKTAS	25
3.1. Tyrimo metodikos parinkimas.....	29
3.2. Tyrimo rezultatai	33
3.3. Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant teorinį entropijos metodą.....	37
3.4. Sprendimų įvertinimas artumo idealiam taškui (TOPSIS) metodu	40
4. FASADŲ ĮRENGIMO TECHNOLOGIJOS	44
4.1. Elementinio fasado konstrukcijos įrengimo technologija	44
4.2. Surenkamo fasado konstrukcijos įrengimo technologija.....	49
4.3. Efektyviausių stiklo fasadų įrengimo technologijų praktinis realizavimas	53
4.3.1. Konstrukciniai sprendimų parinkimai.....	53
4.3.2. Naudojama įranga ir mechanizmai	55
4.3.3. Montavimo principas	60
4.3.4. Saugos reikalavimai	61
4.3.5. Kokybės kontrolė	62
4.3.6. Kalendorinis grafikas	65
IŠVADOS.....	66
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	67
PRIEDAI	71

IVADAS

Fasadas – tai vienas svarbiausių pastato elementų, suteikiantis pastatui ne tik estetinį vaizdą bei formuojantis galutinę jo formą, bet saugantis patalpas nuo atmosferos poveikio. Tobulėjant statybos technologijoms, atrandant ir tobulinant įvairias medžiagas bei konstrukcijas, atsiranda galimybė sukurti tai, kas anksčiau buvo neįmanoma. Ne išimtis aliuminio–stiklo konstrukcijos, pradėtos naudoti tik 1970 m., bet šiuolaikinėje architektūroje su šiomis konstrukcijomis susiduriama vis dažniau [9]. Atsižvelgiant į tai, baigiamajame darbe didžiausias dėmesys bus skiriamas fasado aliuminio–stiklo konstrukcijų analizei ir jų įrengimo technologiniams procesams.

Pastato stiklinimui yra naudojami įvairūs stiklo tvirtinimo metodai. Tai yra daroma tiek dėl estetiinių, tiek dėl funkcinių sumetimų. Skiriami du pagrindiniai stiklinimo sprendimai pagal tai, iš kurios pastato pusės bus tvirtinimas stiklas (iš lauko ar iš vidaus).

Temos aktualumas. Šiuo metu Lietuvoje ir užsienio šalyse statant ar rekonstruojant įvairios paskirties statinius dažnai naudojamos aliuminio–stiklo konstrukcijos, kartais pasitaiko, kad jos dengia visą pastato fasadą. Todėl yra aktualu pasirinkti tinkamą aliuminio profilių sistemą ir stiklo charakteristikas, nuo kurių priklauso pastato šiluminės savybės, insoliacija, estetinė išvaizda ir pačios konstrukcijos montavimo būdas.

Baigiamojo projekto tikslas – palyginti skirtingus visuomeninio pastato stiklo fasadų tipus, pritaikant aukščiausias šilumines savybes turinčias medžiagas bei jų įrengimo technologijas ir nustatyti racionaliausią fasado konstrukcijos sistemą ir jos įrengimo technologiją.

Darbo uždaviniai:

- išanalizuoti galimas aliuminio–stiklo konstrukcijas;
- apskaičiuoti konstrukcijų šilumos perdavimo koeficientus, įvertinant aukščiausias rinkoje šilumines savybes turinčias medžiagas;
- pasirinkti ir pritaikyti konstrukcijų ir jų įrengimo technologijų tyrimų metodus;
- įvertinti konstrukcijų energetinį naudingumą ir atsinaujinančios energijos panaudojimo galimybes;
- pasirinkti ir išanalizuoti pastatą su jame pritaikyta aliuminio–stiklo konstrukcija;
- priimti optimalų konstrukcinį ir technologinį stiklo fasado įrengimo sprendimą ir jo įgyvendinimo būdus.

1. BAIGIAMOJO PROJEKTO OBJEKTO CHARAKTERISTIKA

Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Slaugos fakultetas – artimos trikampiui formos keturių aukštų pastatas su rūsiu, kurio architektūra komponuojama į studentų miestelio pastatų kompleksą, įtraukiant į fasadus vertikalių elementų ritmus, būdingus klinikų statinių komplekso pastatų architektūrai bei derinant fasado apdailos medžiagas prie esamų naujų pastatų fasadų medžiagiškumo. Po pastato laikančiomis sienomis suprojektuoti juostiniai pamatai, o po kolonomis – apvalaus arba stačiakampio formos pamatai. Išorinės sienos – trisluoksnės, su vėdinamu oro tarpu. Laikančioji sienos dalis – 250 mm storio monolitas, sienos šiltinamos 200 mm akmens vata, išorinė apdaila – tamsiai pilkos spalvos plytų mūras, tarp termoizoliacinio sluoksnio ir išorės apdailos paliekamas 3 mm vėdinamas oro tarpas. Pagrindinis pastato stogas – plokščias.

1.1. Bendrieji duomenys ir architektūriniai sprendiniai

Sklypo plotas: 328621 m².

Sklypo užstatymo plotas: apie 6000 m².

Projektuojamo pastato užstatomas plotas: 1491 m².

Sklypo užstatymo tankumas: 21 %.

Sklypo užstatymo intensyvumas: 45 %.

Apželdintas statybos teritorijos plotas: 735 m² (25 % statybos teritorijos ploto).

Automobilių stovėjimo vietų skaičius: 152 vietos (poreikis).

1.2. Konstrukciniai sprendimai

Išorinės sienos – trisluoksnės, su vėdinamu oro tarpu. Laikančioji sienos dalis – 250 mm storio monolitas, sienos šiltinamos 200 mm akmens vata, išorinė apdaila – tamsiai pilkos spalvos plytų mūras, tarp termoizoliacinio sluoksnio ir išorės apdailos paliekamas 3 mm vėdinamas oro tarpas. Tarpaukštinės perdangos ir laikančiosios vidinės sienos – monolitinės. Rūsio vidaus pertvaros – mūrinės, 120 mm storio. Kituose aukštuose vidaus pertvaros – metalinio karkaso su garso izoliaciniu sluoksniu ir gipso kartono plokščių apkala, 140 mm bendro storio ir 190 mm bendro storio – akustinės. Kai kuriose patalpose numatytos stiklinės atitvaros. Laidinės nuo kitų patalpų atskirtos REI 45 gaisro atsparumo atitvaromis, techninės patalpos rūsyje nuo kitų patalpų atskiriamos EI 45 ir EI 60 atsparumo atitvaromis.

2. MOKSLINĖS LITERATŪROS APŽVALGA

2.1. Stiklo fasadų charakteristika

Didžiuosiuose miestuose į dangų stiebiasi daugiaaukščiai stiklo ir betono pastatai, kurie turi daug privalumų, tačiau nėra visiškai tobuli. Stiklas atsparus karščiui ir gerai praleidžia saulės šviesą, todėl tokie fasadai suderina du, atrodytų, nesuderinamus dalykus: jie palyginti šilti, bet tuo pat metu ploni ir permatomi. Maksimalus natūralus patalpų apšvietimas sukuria gerą jauseną jose esantiems asmenims ir sudaro galimybę ekonomiškai naudoti dirbtinį apšvietimą. Pastarojo prireikia tik vakarop, dieną energijos tam beveik neekvojama [1].

Be to, naudojant stiklus ar atspindinčios dangos stiklo paketus, net pačią karščiausią vasaros dieną patalpos nuo saulės neįkaista, o tai savo ruožtu sumažina kondicionuoti ir vėdinti skiriamas energijos sąnaudas. Tai ypač aktualu visuomeninės ir verslo paskirties pastatuose, nes juose būna daug žmonių.

Taigi stiklinis fasadas yra ne tiesiog gražus ir šiuolaikiškas, gerai dera nūdienos ir miestų architektūroje, bet kartu padeda sumažinti eksploatacines administracinių, verslo pastatų, prekybos centrų, viešbučių ir oro uostų sąnaudas.

Visuomeninės ir verslo paskirties pastatuose stiklo fasadai labai populiarūs. Jie stilingi, neįmantraus dizaino, gali būti įrengti ne tik reprezentacinėje pastato dalyje, bet ir bet kurioje kitoje jo vietoje, kur tik iškyla poreikis. Stiklinis fasadas sukuria lengvumo ir elegantiškumo įspūdį. Be to, tokio fasado įrengimo išlaidos yra panašios kaip įrengiant standartinius pastatų fasadus, neturinčius stiklo konstrukcijoms būdingų privalumų, iš kurių didžiausi – praktiškumas ir ilgaamžiškumas.

Kiti dažno užsakovo pasirinkimą lemiantys kriterijai: galimybė paprastą fasadą dekoruoti šiuolaikiškai, suteikti jam individualumo, pasitelkiant į pagalbą spalvotą stiklą, taip pat itin praktiška savybė – konstrukcijų stabilumas, kurioms nebaisūs temperatūrų pokyčiai, oro drėgnumas, be to, jos nedegios. Stiklo lakštai dažniausiai būna įtvirtinti aliuminio profilyje, o šis metalas – ekologiškas, nedegus labai tvirtas, nekoroduoja ir dėl to praktiškumu ir ilgaamžiškumu nenusileidžia pačiam stiklui. Iš tokių medžiagų įrengtas fasadas išlieka nepakitęs daugelį metų.

2.2. Stiklo fasadams naudojamų medžiagų apibūdinimas

Gryno aliuminio gamtoje nerandama, nes jis chemiškai labai aktyvus. Tai labiausiai Žemės plutoje paplitęs metalas, sudaro 7,45 % jos masės. JAV kasmet pagaminama apie 5 milijonus tonų aliuminio. Aliuminis dažniausiai gaunamas iš boksito – aliuminio rūdos, susidedančios iš Al hidroksidų HALO_2 , $\text{AlO}(\text{OH})$, $\text{Al}(\text{OH})_3$ su kitų mineralų priedais, rečiau iš korundo ir kriolito Na_3AlF_6 . Net 16 % pagaminamo aliuminio naudojama pastatų konstrukcijose. Naudojami aliuminio lydiniai yra patvarūs, lengvi (2750 kg/m^3), lengvai apdirbami, pasižymi neaukšta lydymosi temperatūra ($660\text{--}750 \text{ }^\circ\text{C}$ [2]).

Aliuminio profilių gamybos metodus bei jų apsaugą nuo korozijos pateikia „Sapa Group“ – vienas didžiausių aliuminio profilių gamintojų. Aliumininių profilių gamybos metodas – ekstruzija (presavimu išspaudžiant). Paprasčiau tariant, profilių gamybą galima palyginti, pavyzdžiui, su kremo arba dantų pastos išspaudimu iš tūbelės. Žaliava visuomet yra cilindrinę luitų formos. Aliuminio luitai yra įkaitinami indukcinėje krosnyse iki 450–500°C. Įkaitinęs matalo luitas didele jėga yra spaudžiamas per formą-matricą, tokiu būdu gaunamas reikiamos formos profilis. Išimtas iš formos profilis ataušinamas ore arba vandenyje. Norint sumažinti įtampą ir gauti tiesų gaminį, profiliai, prieš pamatuoiant visus svarbius matmenis ir patikrinant paviršiaus kokybę, yra išstempiami. Vėliau profiliai supjaustomi reikiamo ilgio atraižomis. Galutinis atsparumas pasiekiamas per grūdinimą karštu arba šaltu būdu. Šiais metodais naudojasi didžioji dalis aliuminio profilius gaminančių pasaulio gamintojų [3].

Profilio paviršius apsaugojamas jį anoduojant, anodavimas tai vienas populiariausių aliuminio paviršiaus apsaugojimo būdų. Anoduoto paviršiaus privalumai:

- didesnis atsparumas korozijai;
- išgaunamas purvą atstumiantis paviršius leidžia tenkinti spec. higienos reikalavimus;
- anoduotas paviršius yra glotnus, neblunkanti spalva, blizgumas;
- profilio paviršius atsparesnis įbrėžimams;
- anoduotas paviršius turi izoliacinę elektrai sluoksnį;
- anoduotas paviršius gali būti pagrindu klijujams arba spaustuviniams dažams.

Profilių anodavimo proceso eiliškumas [4]:

1. **nuriebalinimas** – riebalų ir teršalų šalinimas prieš ėsdinimą;
2. **ėsdinimas** – ėsdinant profilį kaustinėje sodoje, jam suteikiamas tolygus, matinis paviršius;
3. **plovimas;**
4. **šlamo pašalinimas** – pašalinama legiruojančiųjų priedų plėvelė;
5. **anodavimas** – vonioje su rūgštimi profilis prijungiamas prie elektros šaltinio, profilio paviršiuje susidaro oksido sluoksnis;
6. **plovimas;**
7. **spalvos suteikimas**, pagal poreikį;
8. **plovimas;**
9. **sandarinimas** – oksido sluoksnio poros uždaromos, pasiekiant pageidaujamą kietumą ir atsparumą korozijai.

Aliuminio profiliai paprastai dažomi milteliniu būdu, nes:

- nėra nubėgimų ar pūslelių rizikos;
- aukštas spalvų atkartojamumas;
- miltelinis dažymas yra atsparesnis smūgiams ir įbrėžimas nei šlapias dažymas;

- daugeliu atvejų dažytą profilį galima lenkti;
- tinkamas naudoti lauko sąlygomis – geras atsparumas UV spinduliams bei korozijai.

Sukibimui, ilgaamžiškumui ir atsparumui korozijai užtikrinti ypač svarbus paruošimo etapas. Paruošimą paprastai sudaro nuriebalinimas, ėsdinimas, po kurių eina cheminis apdorojimas [5].

Spalvų pasirinkimas yra neribotas. Šalia blizgių ir matinių spalvų sistemų, galima rinktis pastelines, metalo ar anoduotas spalvas, taip pat atsparias įbrėžimams, mažiau priežiūros reikalaujančias, ar medžio struktūros spalvas. Yra specialus antibakterinis miltelinis dažymas, naudojamas steriliose aplinkose.

Stiklas apibrėžiamas kaip vientisa kieta medžiaga, paprastai gaminama labai greitai užšaldant tasią išlydytą medžiagą, kad nesusidarytų įprasta kristalinė forma [6]. Grynas stiklas yra permatoma, iš dalies tvirta, mažai susidėvinti, neveikli ir biologiškai neaktyvi medžiaga, iš kurios galima formuoti labai lygius, nelaidžius paviršius. Stiklas yra labai trapus, bet tiek trapumas, tiek ir kitos savybės gali būti visai pakeistos naudojant priemaišas ar specifiskai apdorojant karščiu.

Pagal statybos techninį reglamentą STR 2.05.20:2006, Langai ir išorinės įėjimo durys, –stiklai skirstomi į 3 klases, pagal stiklo dūžimo būdus [7]:

A - Stiklas subyra sudarydamas daug įvairaus dydžio šukių su aštriais kraštais. Šis stiklo suirimo požymis būdingas paprastajam, pagrūdintam ir cheminiu būdu stiprintam stiklui.

B - Stiklas įtrūksta, įlūžta. Stiklo šukės išlieka prilipusios prie plėvelės. Šis stiklo suirimo požymis būdingas laminuotajam, padengtam plėvelėmis ir vielos tinklu armuotajam stiklui.

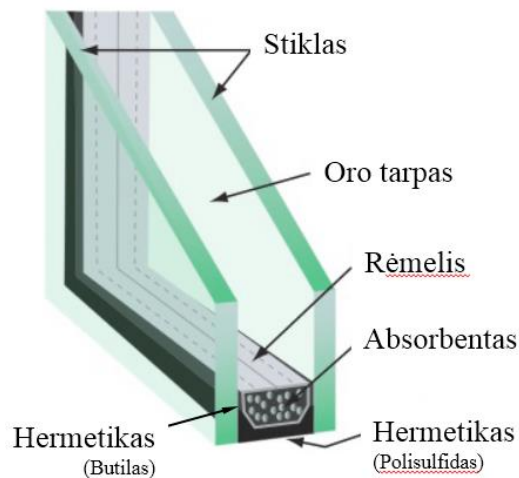
C - Stiklas subyra sudarydamas daug mažų šukių, kurios santykinai yra nekenksmingos. Šis stiklo suirimo požymis būdingas termiškai grūdintam stiklui.

Grūdintas stiklas priklauso C klasei, šis stiklas yra 5-6 kartus atsparesnis dūžiui nei paprastas A klasei priklausantis stiklas. Toks stiklas papuliarus naudoti patalpose, kur gali būti pažeistas dėl ten esančių žmonių veiklos. Laminuotas stiklas priklauso B klasei – tai du ar keli stiklo lakštai, sujungti plėvele naudojant tam tikrą temperatūrą ir spaudimą. Šis suklijuotas stiklas atrodo kaip ir paprastas stiklas, bet net ir sudaužytas jis lieka vientisas todėl stipriai sumažiname riziką susižeisti stiklo šukėmis. Tai pat šiai klasei priklauso Armuotas stiklas - tokio stiklo atsparumas didinamas panaudojant vielinį tinklą. Vielinis tinklas sulaiko stiklo šukes savo vietoje. Šis stiklas naudojamas ten, kur reikalinga gera priešgaisrinė apsauga.

Stiklo paketams gaminti naudojamas grūdintas, laminuotas, skaidrus, raštuotas, atspindintis, selektyvinis stiklas [8]. Į paketo vidų gali būti įmontuotos įvairiausio pločio dekoratyvinės grotelės. Paketo vidus papildomas šilumos ir garso izoliacinių savybių turinčių inertinių dujų. Inertinių dujų šilumos laidumo koeficientai – argono 0,017; kriptono 0,009; ksenono 0,005 W/m

Darant tokius paketus, aplink visą gaminio kontūrą naudojamas rėmelis, gaminamas iš aliuminio arba kompozitinės medžiagos (specialaus stiklaplasčio, sustiprinto smulkiais metalo siūleliais, kad

atlaikytų didesnius mechaninius įtempimus ir turėtų didesnę šiluminę atsparumą, aplinkos temperatūrai kylant iki 100 °C). Rėmelis gali būti 6–10 mm storio, jo viduje yra absorbuojanti medžiaga, kuri, paketą hermetizavus, iš jo vidaus ištraukia drėgmės likučius (1 pav.).



Pav. Nr. 1 Stiklo paketo struktūra

Analizuojant didžiausius stiklų gamintojus, tokius kaip „Saint Gobain“, „Guardian“, „Pilkington“, pagal kuriuos stiklo paketų gamintojai gali pagaminti įvairaus tipo stiklo paketus, kurie gali būti:

- > šilumą kontroliuojantys paketai;
- > saulę kontroliuojantys paketai;
- > garsą izoliuojantys paketai;
- > saugūs ir apsauginiai paketai;
- > lenkti stiklo paketai;
- > ugniai atsparūs stiklo paketai;
- > dekoratyviniai stiklo paketai:
 - stiklo paketai su raštuotu stiklu, emaliuoti stiklo paketai,
 - stiklo paketai su vitražu,
 - stiklo paketai su dekoratyviniu sudaliniu;
- > specialūs stiklo paketai:
 - Stiklo paketai su žaliuzėmis,
 - Elektra šildomi stiklo paketai.

Analizuojant stiklo paketų gamintojus Lietuvoje svarbiausi faktoriai renkantis stiklo paketus: šviesa (LT, %), šiluma (U_g , W/m²K), saulės kontrolė (g, %), saugumas / apsauga, garso kontrolė ($R_w(c; c_{tr})$). Vienas svarbiausių faktorių, kuriam keliami vis didesni reikalavimai yra energetinis efektyvumas, nuo to neatsilieka ir stiklo paketų gamintojai, kurie gali pasiūlyti keturių stiklų paketą

užpildyta kriptono dujomis, iš jų trys stiklai padengti selektyvine danga ($U_g=0.298 \text{ W/m}^2\text{K}$). Vienas stiklo paketų gamintojas „Guardian“ pasaulinėje stiklo gaminių parodoje „Glasstec“ pristatė neutralios spalvos „SunGuard“ SN 70/35 fasadinį stiklą, kuris į patalpas praleičia 70 proc. saulės šviesos, bet sulaiko 65 proc. saulės energijos.

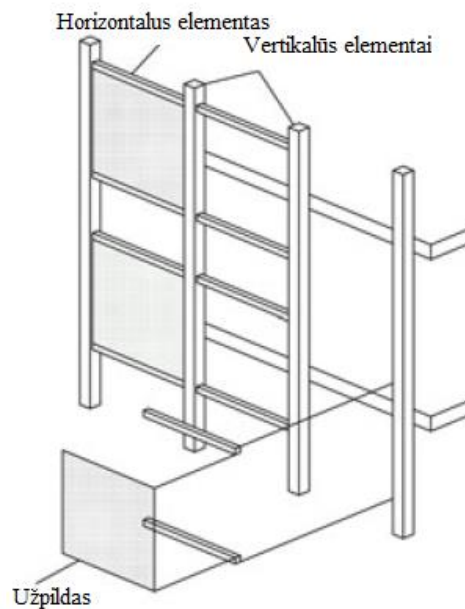
2.3. Aliuminio – stiklo fasadų sistemų gamybos ypatumai

Aliuminio profilių sistemų tiekėjų vaidmuo yra dvejopas. Gamintojai didelį dėmesį skiria architektų poreikiams, tačiau atsižvelgia ir į statytojų galimybes. Jų kuriami produktai turi būti lengvai pritaikomi įvairioms architektūrinėms idėjoms, bet tuo pačiu lengvai suprantami ir įgyvendinami. Aliuminio konstrukcijų sistemų tiekėjai turi nuolat komunikuoti su statytojais ir architektais, teikti informaciją apie naujausias konstrukcijų tendencijas ar pakeitimus. Gamintojas turi sandėliuoti didžiulį kiekį medžiagų, kad bet kuriuo metu prireikus galėtų aprūpinti klientus per kuo trumpesnį laiką. Jie taip pat teikia ir atnaujina sistemų katalogus, kuriuose aprašomi įvairių sistemų detalių konstrukcijų charakteristikos ir sprendimai. Tiekėjams tenka sunki užduotis – nuolat atnaujinti ir tobulinti savo produkciją, kad atitiktų galiojančius teisinius reikalavimus [10].

Aliuminio konstrukcijų fasadinės sistemos yra išbandomos tikrinant vėjo ir vandens sandarumą, garso izoliaciją, sproginimą, atsparumą įsilaužimui ir struktūrinį vientisumą. Esant poreikiui, sistemos gali būti pritaikytos pagal konkretaus projekto poreikius, tačiau tokių inovacijų kūrimas yra brangus ir užima daug laiko. Gamintojas turi nuolat analizuoti rinką, numatyti strategiškai palankias investicijas ir naujus pokyčius, tokiu būdu gamintojas plečia ir tobulina savo produkciją.

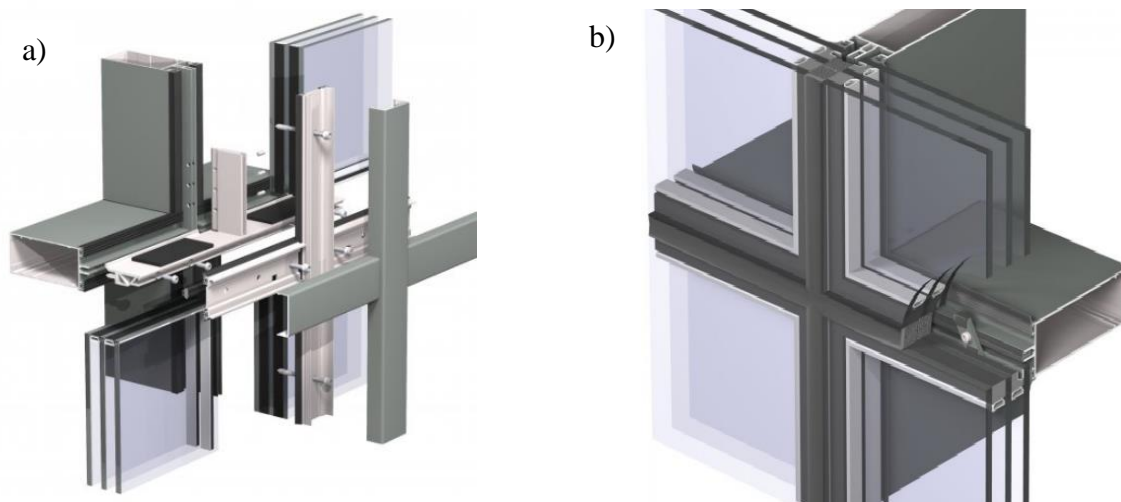
2.4. Stiklo fasado įrengimo technologijų apibūdinimas

Pastato stiklinimui naudojami įvairūs aliuminio - stiklo konstrukcijų tvirtinimo metodai. Skiriami du pagrindiniai stiklinimo sprendimai pagal tai, iš kurios pastato pusės bus tvirtinamas stiklas. Vienas tokių sprendimų yra surenkami fasadai, kuriuos sudaro horizontalūs ir vertikalūs elementai. Tokie elementai yra ilgi, dažniausiai gaminami iš aliuminio, bet dėl estetikos kartais pasirenkamas variantas, kuomet aliuminis kombinuojamas su medžiu. Elementai apdorojami ir pjaustomi gamykloje, o visiškai surenkami statybų aikštelėje (Pav. Nr. 2). Atliekant surinkimo procesą, pirmiausiai prie perdangų montuojami vertikalūs elementai, prie jų jungiami horizontalūs elementai, tarp šių aliuminio rėmų dedamas užpildas. Dažniausiai užpildą sudaro stiklo paketai, tačiau naudojami ir daugiasluoksnės plokštės su įvairiais padengimais.



Pav. Nr. 2 Surenkamo fasado schema [11]

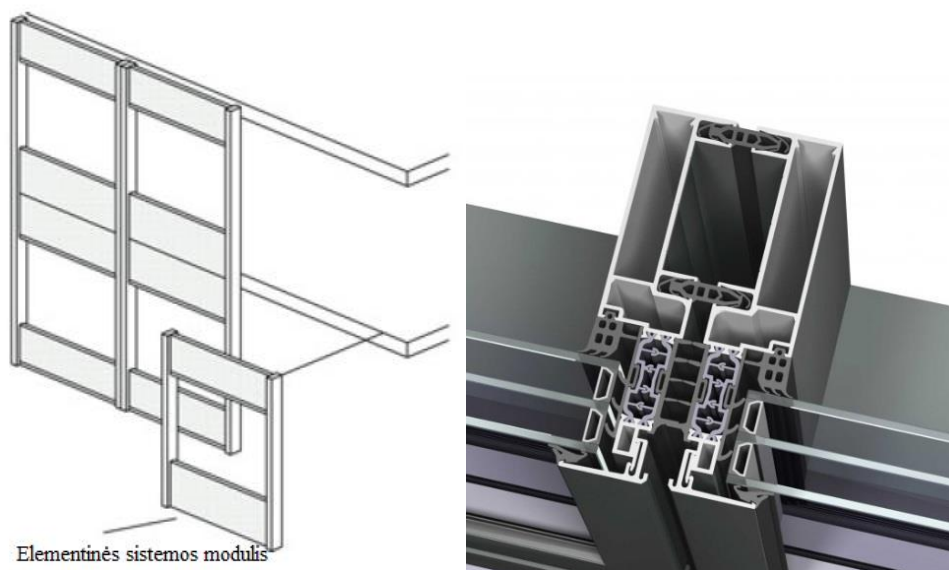
Toks užpildas turi būti tinkamai izoliuotas, tam užtikrinti naudojami elastiniai tarpikliai, kurie prispaudžiami naudojant prispaudimo juostas ant kurių galima montuoti įvairaus dizaino ir formos dangtelius (Pav. Nr.3-a).



Pav. Nr. 3 Surenkamo fasado detalės: a) su išoriniais dangteliais; b) struktūrinis fasadas

Kita surenkamo fasado rūšis - struktūrinis fasadas (Pav. Nr.3-b). Vertikalūs ir horizontalūs elementai išlieka tie patys, tačiau stiklo paketas tvirtinamas su paslėptomis detalėmis, todėl tam reikalingi specialios konstrukcijos paketai. Tarpas tarp paketų yra užsandarinamas naudojant silikoniinį tarpiklį. Siūlės storis 20 mm, todėl tokio fasado paviršius atrodo vientisas.

Elementinės fasado sistemos, kurių pagrindinis skirtumas yra tai, kad gamykloje pagaminami elementai su visais užpildais, kuriems tai pat naudojami įvairios medžiagos. Statybų aikštelėje tokie elementai pritvirtinami prie pastato konstruktyvo (Pav. Nr.4-a) įdėtinėmis detalėmis. Sandūra tarp elementų užsandarinama tarpinėmis.



Pav. Nr. 4 Elementinio fasado schema ir detalėb [11]

Elementų gabaritus riboja transportavimo galimybės. Tokie fasado elementai reikalauja didesnių darbo sąnaudų gamykloje, tačiau taip galima kontroliuoti ir užtikrinti aukštesnę gaminių surinkimo kokybę. Didžiausias šios konstrukcijos privalumas yra tai, kad statybų aikštelėje darbo sąnaudos minimalios [11].

2.1. Skaidrių atitvarų energetinis naudingumas. Atsinaujinančios energijos sprendimai

Siekiant mažinti energijos vartojimą pastatuose ir didinti atsinaujinančių išteklių energijos naudojimą pastatų sektoriuje, kad būtų sumažinta energinė priklausomybė ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija, didelis dėmesys skiriamas pastatų energetiniam naudingumui. Didelę reikšmę pastatų energetiniam naudingumui turi langai, stoglangiai ir kitos skaidrios atitvaros per kurias pastatas gali prarasti didelę dalį šilumos, todėl planuojant energiškai efektyvius statinius šioms konstrukcijoms turi būti skiriamas didelis dėmesys. Vienas svarbiausių rodiklių yra šilumos laidumas, kuris turi didelę reikšmę patiriams šilumos nuostoliams per skaidrias atitvaras. Kitas rodiklis, kuriuo pasižymi stiklas yra saulės spindulių laidumas. Saulės spinduliai patekdami per didesnius stiklo plotus, šildo patalpą ir taip gražina šilumą, kuri prarandama per šalčiausią lango dalį – jo rėmą.

2.2. Šilumos nuostoliai per pastato skaidrias atitvaras

Šilumos nuostoliai per skaidrias atitvaras patiriami kiekvienais metais, o tai labiausiai pasijaučia šaltuoju metų laikotarpiu. Šilumos nuostolių nustatymo metodus nurodo Statybos techninis reglamentas. Teoriniams šilumos nuostoliams nustatyti priimama, kad pastato šildomas plotas yra 100m², skaidrių atitvarų plotas sudarytas iš 100m² aliuminio konstrukcijos. Skaičiuojamieji šilumos nuostoliai $Q_{H.wda,m}$ (kWh/(m²·mėn.)) per skaidrias atitvaras, pagal kuriuos skaičiuojami energijos poreikiai pastatui šildyti (Priedas Nr.2), apskaičiuojami pagal formulę [27]:

$$Q_{H.wda,m} = \frac{0,001 \cdot t_m \cdot 24}{A_p} \cdot (\theta_{iH} - \theta_{e,m}) \cdot \left[\sum_{x=1}^n (A_{wd,x} \cdot U_{wd,x} \cdot k_{wd,m,x}) + \sum_{x=1}^n (A_{gw,x} \cdot U_{gw,x} \cdot k_{gw,m,x}) + \sum_{x=1}^n (A_{bw,x} \cdot U_{bw,x} \cdot k_{bw,m,x}) + \sum_{x=1}^n (A_{og,x} \cdot U_{og,x} \cdot k_{og,m,x}) \right]; \quad (1)$$

čia: A_p – pastato šildomas plotas, m²

t_m – atitinkamo metų mėnesio trukmė (paros).

θ_{iH} – pastato vidaus temperatūra šildymo sezono metu (°C).

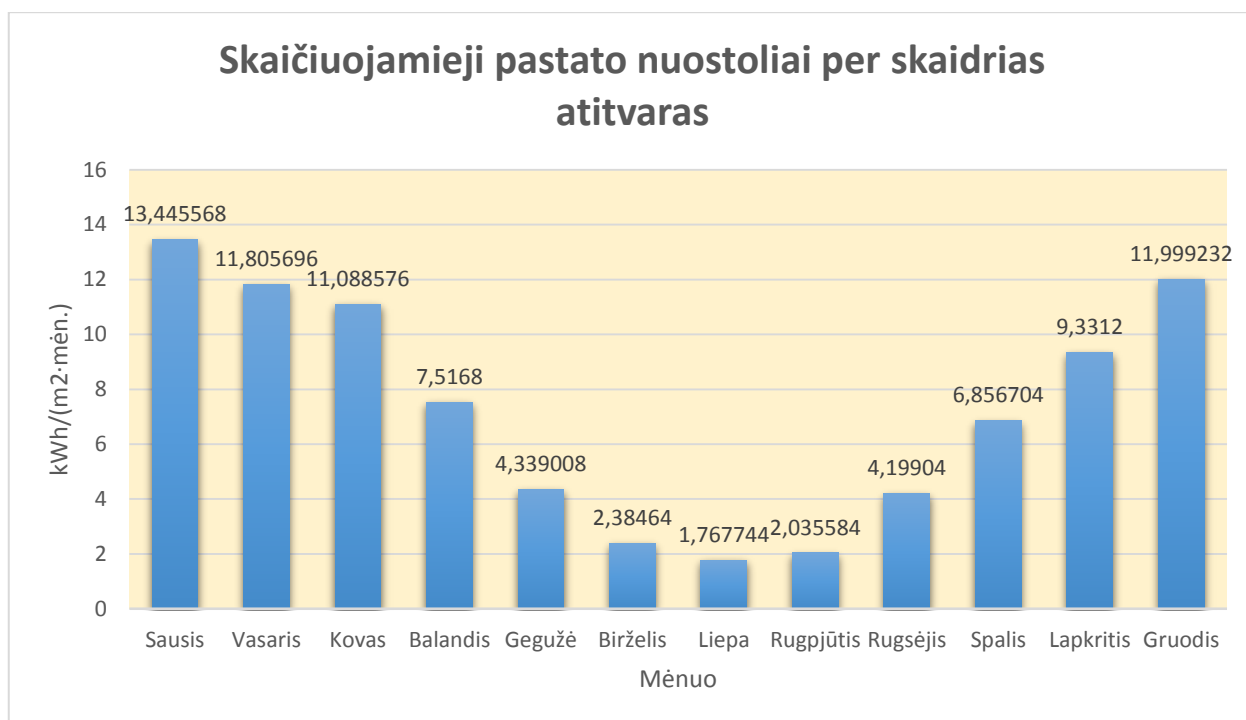
$\theta_{e,m}$ – atitinkamo mėnesio „ m “ vidutinė išorės oro temperatūra (°C).

$A_{wd.sum}$, $A_{gw.sum}$, $A_{bw.sum}$, $A_{og.sum}$ – langų, stoglangių, švieslangių ir kitų skaidrių atitvarų suminiai plotai (m^2). Skaidrių atitvarų matmenys imami pagal mažiausius statybinių angų išorinius matmenis.

$A_{wd,x}$, $A_{gw,x}$, $A_{bw,x}$, $A_{og,x}$ – atitinkamo „x“ lango, stoglangio, švieslangio ir kitos skaidrios atitvaros plotas (m^2). Skaidrių atitvarų įstiklintos dalies matmenys imami pagal mažiausius šių atitvarų angų įstiklinimui matmenis.

$U_{wd,x}$, $U_{gw,x}$, $U_{bw,x}$, $U_{og,x}$ – atitinkamo „x“ lango, stoglangio, švieslangio ar kitos skaidrios atitvaros skaičiuojamasis šilumos perdavimo koeficientas ($W/(m^2 \cdot K)$). Imamas iš gamintojo deklaracijos.

$k_{wd,m,x}$, $k_{gw,m,x}$, $k_{bw,m,x}$, $k_{og,m,x}$ – kiekvieno mėnesio „m“ pataisos koeficientas atitinkamam „x“ langui, stoglangiui, švieslangiui ir kitai skaidriai atitvarai.



Pav. Nr. 5 Šilumos nuostoliai per pastato skaidrias atitvaras.

Atliekant aliuminio – stiklo fasadinių konstrukcijų šilumos nuostolių skaičiavimus galima daryti išvadą, kad didžiausias šilumos kiekis prarandamas šaltuoju metų laikotarpiu. Didžiausias nuostolis yra sausio mėnesį 13,44 $kWh/(m^2 \cdot mėn)$, mažiausias nuostolis gautas liepos mėnesį 1,77 $kWh/(m^2 \cdot mėn)$.

2.3. Šilumos pritekėjimas iš išorės per pastato skaidrias atitvaras

Vertinant šilumos nuostolius taip pat būtina įvertinti šilumos pritekėjimą per skaidrias atitvaras. Stiklas kaip statybinė medžiaga pasižymi geromis šviesos ir saulės energijos laidumo savybėmis. Norint išnaudoti saulės teikiamą energiją ir pašildyti patalpas, reikia atkreipti dėmesį į skaidrios atitvaros orientaciją, plotą ir stiklo paketo saulės energijos laidumo charakteristikas. Stiklo paketas orientuotas į pietų pusę ir gerai praleidžiantis saulės energiją efektyviai pašildo patalpas, tačiau esant dideliems stiklo plotams šiltomis dienomis temperatūra gali viršyti komforto ribas. Saulėtomis vasaros dienomis per

skaidrias atitvaras įkaitintas patalpas dažnai tenka vėsinti, o tai reikalauja papildomų išlaidų. Skaičiuojant šilumos pritekėjimus iš išorės, per skaidrias atitvaras (Priedas Nr.3). Svarbu įvertinti $Q_{e.wda,m}$ – mėnesiniai šilumos pritekėjimai į patalpas per skaidrias atitvaras (kWh/(m²·mėn.)). Apskaičiuojami pagal formulę [27]:

$$\begin{aligned}
 Q_{e.wda,m} = & \frac{0,001 \cdot 24 \cdot F_{sh,e} \cdot t_m}{A_p} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (F_{sh.wd,m,x} \cdot F_{e.g,x} \cdot A_{wd-g,x} \cdot I_{sol.wd,m,x} \cdot g_{wd,x}) + \right. \\
 & + \sum_{x=1}^n (F_{sh.gw,m,x} \cdot F_{e.g,x} \cdot A_{gw-g,i} \cdot I_{sol.gw,m,x} \cdot g_{gw,x}) + \\
 & + \sum_{x=1}^n (F_{sh.bw,m,x} \cdot F_{e.g,x} \cdot A_{bw-g,i} \cdot I_{sol.bw,m,x} \cdot g_{bw,x}) + \\
 & + \left. \sum_{x=1}^n (F_{sh.og,m,x} \cdot F_{e.g,x} \cdot A_{og-g,i} \cdot I_{sol.og,m,x} \cdot g_{og,x}) \right] - \\
 & - \frac{0,001 \cdot 24 \cdot t_m \cdot R_{se} \cdot h_{se,r} \cdot \Delta\theta_{er}}{A_p} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (F_{r.wd,x} \cdot A_{wd,x} \cdot U_{wd,x}) + \right. \\
 & + \sum_{x=1}^n (F_{r.gw,x} \cdot A_{gw,x} \cdot U_{gw,x}) + \sum_{x=1}^n (F_{r.bw,x} \cdot A_{bw,x} \cdot U_{bw,x}) + \\
 & + \left. \sum_{x=1}^n (F_{r.og,x} \cdot A_{og,x} \cdot U_{og,x}) \right]; \tag{2}
 \end{aligned}$$

čia: $F_{sh,e}$ – koeficientas, įvertinantis pastato išorėje esančias kliūtis Saulės spinduliuotės patekimui į pastatą (šalia esantys pastatai, medžiai, atitvarų angokraščiai ir pan.). Imama $F_{sh,e} = 0,9$;

$F_{sh.wd,m,x}$, $F_{sh.gw,m,x}$, $F_{sh.bw,m,x}$, $F_{sh.og,m,x}$ – koeficientai, įvertinantys kiekvieną metų mėnesį „ m “ Saulės spinduliuotės sumažėjimą per atitinkamą „ x “ langą, stoglangį, švieslangį ar kitą skaidrią atitvarą dėl šešėlių nuo pastato elementų arba specialiai šios spinduliuotės sumažinimui pastate įrengtų priemonių. Nustatomi pagal 46 punkto reikalavimus;

$F_{e.g,x}$ – koeficientas, įvertinantis Saulės spinduliuotės sumažėjimą per atitinkamą „ x “ langą, stoglangį, švieslangį ar kitą skaidrią atitvarą dėl tarp šios atitvaros ir išorės esančių kitų pastato elementų.

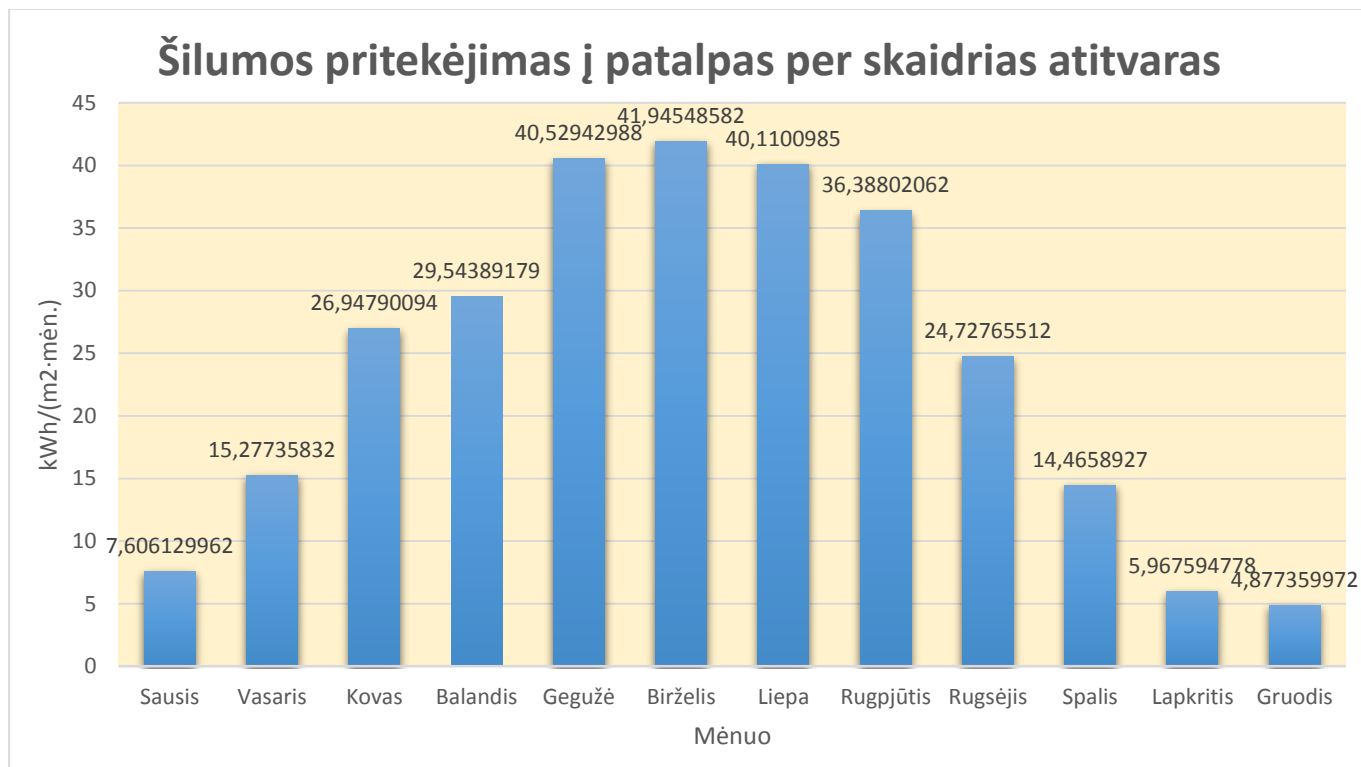
$I_{sol.wd,m,x}$, $I_{sol.gw,m,x}$, $I_{sol.bw,m,x}$, $I_{sol.og,m,x}$ – vidutinis kiekvieno metų mėnesio „ m “ Saulės bendrosios spinduliuotės srauto tankis į atitinkamo „ x “ lango, stoglangio, švieslangio ar kitos skaidrios atitvaros paviršių (W/m²).

$g_{wd,x}$, $g_{gw,x}$, $g_{bw,x}$, $g_{og,x}$ – atitinkamo „ x “ lango, stoglangio, švieslangio ar kitos skaidrios atitvaros įstiklinimo visuminės Saulės energijos praleisties koeficientas. Kai balkonas įstiklintas, imama lango, stoglangio ar švieslangio tarp balkono ir patalpų g_{wd} vertė iš gamintojo deklaracijos, nesant duomenų, imama iš Reglamento 4 priedo;

$h_{se,r}$ – išorinio paviršiaus spindulinis šilumos perdavimo koeficientas (W/m²·K). Imama $h_{se,r} = 5 \cdot \varepsilon$, atitvaros išorinio paviršiaus emisija $\varepsilon = 0,9$;

$\Delta\theta_{er}$ – vidutinis temperatūrų skirtumas tarp išorės oro ir dangaus skliauto. Imama $\Delta\theta_{er} = 11$ °C;

$F_{r.wd,x}$, $F_{r.gw,x}$, $F_{r.bw,x}$, $F_{r.og,x}$ – koeficientai, įvertinantys kliūtis spinduliniams mainams tarp dangaus skliauto ir atitinkamo „x“ lango, stoglangio, švieslangio ar kitos skaidrios atitvaros paviršiaus.



Pav. Nr. 6 Šilumos pritekėjimas į patalpas per pastato skaidrias atitvaras.

Atliekant aliuminio – stiklo fasadinių konstrukcijų šilumos pritekėjimo į patalpas per pastato skaidrias atitvaras gauti rezultatai rodo, kad daugiausiai šilumos priteka šiltuoju metų laikotarpiu. Daugiausiai šilumos priteka į patalpas birželio mėnesį 44,1 kWh/(m²·mėn), mažiausias šilumos pritekėjimas yra gruodžio mėnesį 5,5 kWh/(m²·mėn).

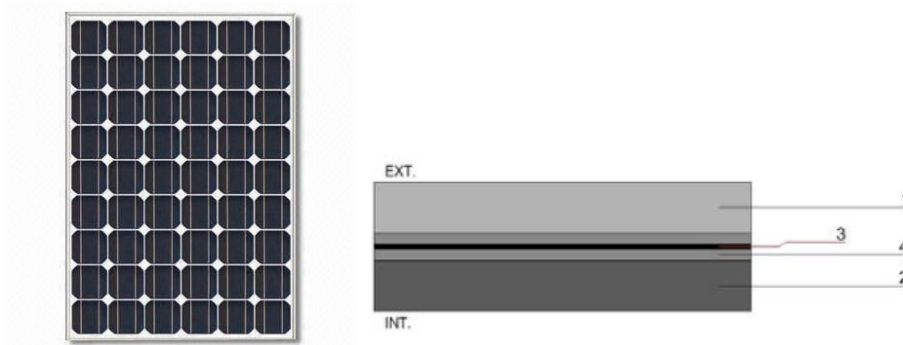
2.4. Atsinaujinančios energijos sprendimai

Pastaraisiais metais energijos krizę skatina šalis visame pasaulyje ieškoti atsinaujinančios energijos šaltinių, kurie pakeistų tradiciškai išgaunamą energiją. Iš visų atsinaujinančios energijos šaltinių viena švaresnių ir labiausiai prieinamų yra saulės energija. Pagrindinės stiklo paketus charakterizuojančios savybės yra šilumos perdavimo koeficientas, šviesos laidumas ir saulės energijos sulaikymas. Tačiau didelė dalis šilumos prarandama per skaidrias atitvaras, o per daug saulės įkaitintos patalpos reikalauja vėsinimo, kas lemia didesnes energijos sąnaudas.

Saulės energijos generavimui naudojamos saulės jėgainės. Kaip alternatyva įprastiniam stiklui naudojamas fotovoltinis stiklas (PV) - anglišką pavadinimą (Photovoltaic). Fotovoltinis stiklas gali pakeisti tradicinį stiklą – jis pasižymi panašiomis savybėmis kaip įprastinis stiklas tik papildomai generuoja saulės energiją. PV stiklą galima integruoti į stiklo paketą, kuris gali būti dedamas į

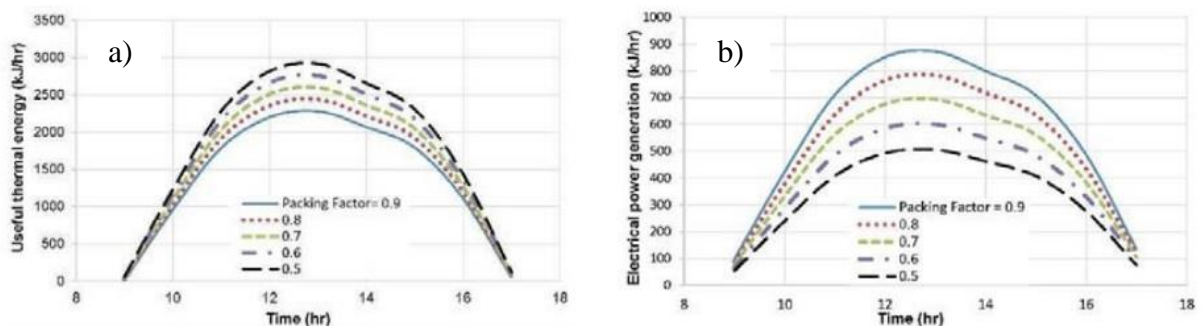
atitinkamus lango rėmus ar aliuminio fasadą. PV stiklas gali būti kombinuojamas su kitais stiklais ir pasiekti panašias įprastiems stiklo paketams būdingas charakteristikas [23],[28].

Pagrindiniai naudojami kristalinio silicio arba amorfinio silicio PV moduliai. Kristalinio silicio moduliai yra vieni labiausiai rinkoje paplitę saulės moduliai. Kristalinio silicio stiklą sudaro laminuotas PV elementas (monokristalinis arba polikristalinis), kuris iš abiejų pusių padengiamas grūdintu stiklu. Toks stiklas paprastai gali būti 9,8-17,8mm storio, priklausomai nuo stiklo gabaritų, kurie gali siekti iki 8,4m². Monokristalinį stiklą paprastai sudaro aštuonkampio formos elementai, tarp kurių gali būti skaidrūs tarpai. Tačiau toks stiklo dizainas nėra visiems priimtinas.



Pav. Nr. 7 Kristalinio silicio stiklas. 1) išorinis grūdintas stiklas; 2) vidinis grūdintas stiklas; 3) PV elementas (monokristalinis arba polikristalinis); 4) laminavimo plėvelė Polivinilbutiralis arba Etileno vinilacetatas)[33].

Nuo elementų išsidėstymo ir tarpų tarp jų priklauso šviesos kiekis patenkantis į patalpas, ir generuojamos energijos kiekis. Tai puikiai parodo grafikas (17 pav.), kur skaidraus stiklo ploto faktorius padidėja nuo 0,9 iki 0,5 - atitinkamai pro stiklą patenka daugiau saulės šiluminės energijos, tačiau PV elemento plotas mažėja dėl to pagaminamas elektros energijos kiekis mažesnis. PV stiklo šviesos pralaidumas gali svyruoti nuo 0% iki 50%, o išgaunamas energijos efektyvumas iki 18%, naujaisi prototipai gali pasiekti didesnę nei 25% efektyvumą [29], [34].



Pav. Nr. 8 PV stiklo generuojamos energijos efektyvumo diagrama pagal (Kamel, R.S., Fung, A.S) a) saulės šiluminė energija; b) generuojama PV stiklo elektros energija [30].

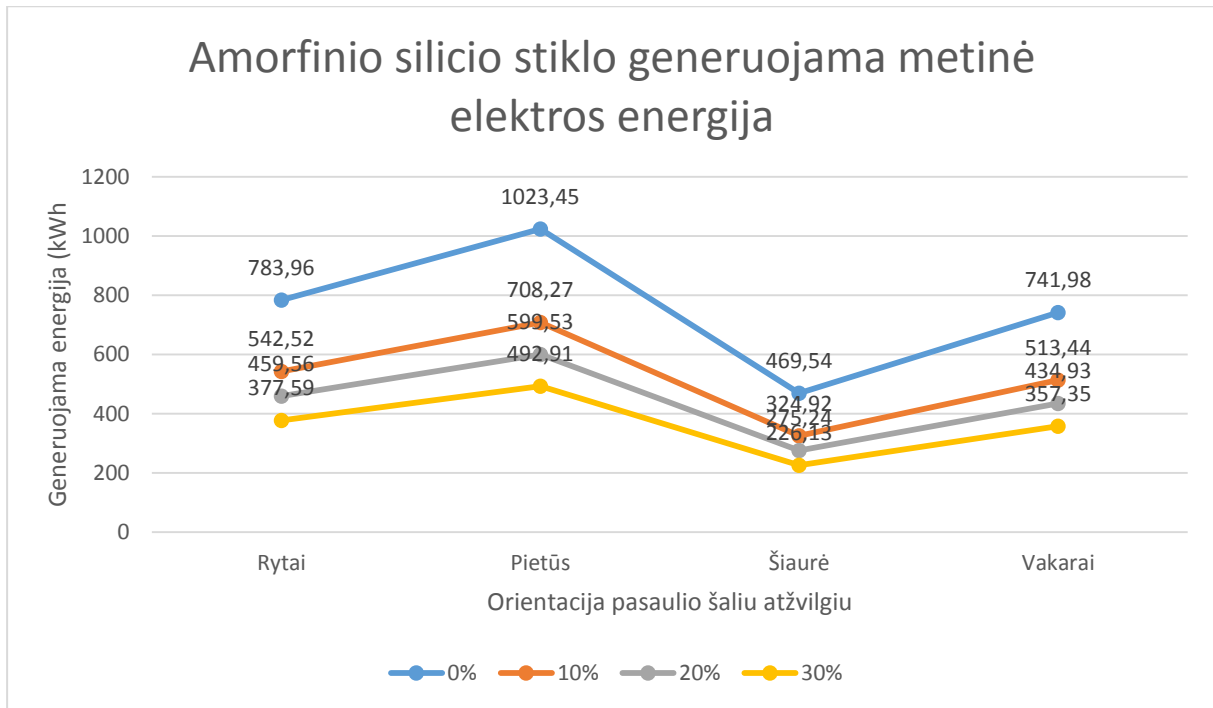
Amorfinio silicio stiklas, priešingai nei kristalinio silicio gali būti vientisos tekstūros, bei įvairių atspalvių. Toks PV stiklas gali praleisti saulės šviesą ir tuo pačiu metu generuoti saulės energiją. Dėl šių savybių amorfinio silicio PV stiklas yra panašus į tonuotą, specialia danga ar plėvele tamsintą stiklą. Amorfinio silicio stiklo struktūra sudaryta iš viršutinio grūdinto stiklo, amorfinio silicio plėvelės, laiminavimo plėvelės (polivinilbutiralis arba etileno vinilacetatas) ir apatinio grūdinto stiklo. Didelių gabaritų stiklai gaminami su papildomu stiklu. Amorfinio silicio stiklas paprastai gali būti 8-16,7 mm storio, priklausomai nuo stiklo gabaritų, kurie gali siekti iki 8,4m².



Pav. Nr. 9 Amorfinio silicio stiklas. 1) išorinis grūdintas stiklas; 2) vidinis grūdintas stiklas; 3) PV elementas (amorfinio silicio plėvelė); 4) laiminavimo plėvelė (Polivinilbutiralis arba Etileno vinilacetatas)[33], [32].

Amorfinio silicio stiklo technologija leidžia pasiekti atitinkamą saulės šviesos laidumo lygį, kuris gali svyruoti nuo 0% iki 30%. Priklausomai nuo stiklo skaidrumo ir pasirinktos spalvos, amorfinio silicio stiklas gali pasiekti 3% iki 7% energetinį efektyvumą. Tokio tipo stiklas gamina elektros energiją iš skleidžiamos šviesos, todėl šios technologijos stiklas pasiteisina debesuotomis dienomis ir puikiai tinka vertikalių konstrukcijų stiklinimui. Gaminamos energijos kiekis priklauso nuo stiklo atitvaros orientacijos pasaulio šalių atžvilgiu ir bendro stiklo saulės energijos laidumo.

Išgaunama elektros energija skaičiuojama internetinės programos pagalba (gamintojas - *OnyxSolar*). Apskaičiuojamas kiekvienos skaidrios atitvaros plotas (27,3m²), priimame kad PV stiklas statomas stačiu 90° kampu. Apskaičiuojama nominali PV elementų galia pagal saulės energijos laidumą.



Pav. Nr. 10 Amorfinio silicio stiklo generuojama metinė elektros energija

Atliekant amorfinio silicio stiklo pagaminamos metinės elektros energijos skaičiavimus gamintojo „Onyx Solar“ programa [31] išaiškėjo, kad didžiausias energijos kiekis išgaunamas nukreipus elementus į pietų pusę. Daugiausiai energijos pagamina 0% saulės energijos laidumą turintis PV elementas, atitinkamai didžiausią 30% saulės energijos laidumą turintis PV elementai pagamina mažiausiai energijos.

3. TIRIAMASIS PROJEKTAS

Šioje dalyje analizuojami ir aprašomi visuomeninės paskirties pastato galimi aliuminio-stiklo inžinerinių sprendimų variantai (alternatyvūs sprendimai). Pasirinkti keli alternatyvūs aliuminio-stiklo konstrukcijų variantai ir konstrukciniai variantai derinami su kitomis medžiagomis, tačiau tarpusavyje turintys skirtingas charakteristikas.

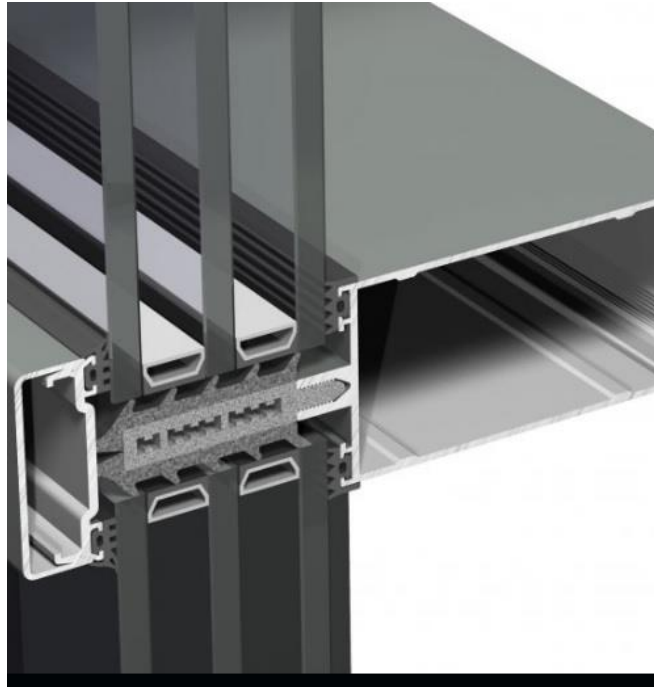
Norint maksimaliai išnaudoti skirtingų variantų šiluminės savybes, šiam tikslui naudojamas geriausias šiluminės savybes turintis stiklo paketas. Toks paketas sudarytas iš 4 stiklų, kiekvieno stiklo storis yra 4mm, 3 stiklai iš 4 padengti selektyvine danga, 14mm tarpai tarp stiklų užpildyti kriptono dujomis. Norint sumažinti šilumos nuostolius stiklo paketo perimetru dedamas (Swisspacer Ultimate) rėmelis, kuris turi aukščiausias šiluminės savybes rinkoje bei padeda atskleisti geriausias stiklo paketo šiluminės charakteristikas. Stiklo paketo savybės:

Lentelė Nr. 1 Stiklo paketo charakteristikos

Savybė	Reikšmė, mato vnt.
Šilumos perdavimo koeficientas (U_g).	0.298 W/m ² K
Stiklo storis	58mm
Stiklo svoris	43,2kg/m ²
Garso izoliacija (R_w).	37dB

Siekiant palyginti panašios kokybės konstrukcijas vertinamos vieno gamintojo skirtingų sistemų aliuminio konstrukcijos. Dydžioji dalis charakteristikų pateikiamos iš kataloguose gamintojo deklaruojamų savybių. Kainos, konstrukcijos svorio ir šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimai (5 Priedas) atliekami specializuota „Reynapro“ programa. Skaičiavimai atliekami 1500 mm pločio ir 2000 mm aukščio vitrinai. Norint gauti aukščiausias šiluminės savybes skaičiavimams atlikti visose vitrinose naudojamas rinkoje geriausias šiluminės savybes turintis stiklo paketas.

Surenkamas fasadas (CW 50-HI) sudarytas iš vertikalių ir horizontalių elementų statybvietėje surenkamas iš atskirų detalių. Priešasas „HI“ reiškia, kad tai šiltesnė standartinės sistemos versija. Sandarinimo tarpinė tarp stiklo paketų turi aukštas termoizoliacines savybes, todėl pilnai išnaudojamos sistemos šiluminės charakteristikos. Šią sistemą galima suderinti su įvairiomis gamintojo siūlomomis langų ir durų sistemomis [12].



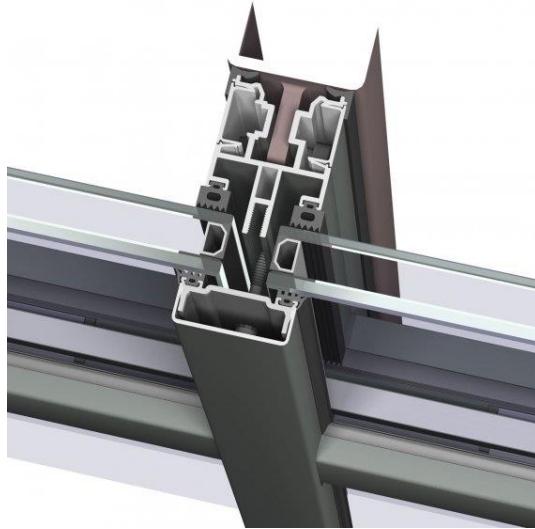
Pav. Nr. 11 Surenkamo fasado (CW 50-HI) detalė [12].

Lentelė Nr. 2 Surenkamo fasado (CW 50-HI) vertinimo kriterijų duomenys

Eil.Nr.	Technologinio varianto vertinimo kriterijus	Mato vnt.	Skaitinė reikšmė
1	Masė	kg/m ²	45,6
2	Šilumos perdavimo koeficientas	W/m ² ·K	0,452
3	Maksimalus leistinas stiklo paketo storis	mm	62
4	Maksimalus leistinas stiklo paketo svoris	kg	450
5	Atsparumas vėjo apkrovai	Pa	2000
6	Garso izoliacija	dB	38
7	Darbo sąnaudos	žm.val./m ²	3,84
8	Kaina	Eur/m ²	287,6
9	Suderinamumas su kitomis sistemomis	%	100
10	Estetika	balai	8

Surenkamas fasadas (CW 50 Alu on steel) sudarytas iš vertikalių ir horizontalių elementų statybvietėje surenkamas iš atskirų detalių. Ši aliuminio konstrukcija kombinuojama su plienu, kuris veikia kaip laikančioji konstrukcija. Naudojant plieną galima projektuoti aukštas, be tarpinių tvirtinimo konstrukcijas – taip sumažinamas aliuminio kiekis, dėl kurio krenta bendra konstrukcijos kaina. Tačiau neapsaugotas plienas rūdija ir gadina aliuminį. Norint išvengti aliuminio korozijos tarp abiejų metalų būtina dėti izoliacinį barjerą, o plienas turi būti cinkuotas mažiausiai 35 mikronų storio. Dėl

konstrukcijos sudėtingumo reikalingos didesnės darbų sąnaudos. Kombinuojant aliuminį ir plieną, vertikalių elementų gylis nėra didelis, todėl horizontalių rygelių gylis gali būti ne didesnis nei 50 mm, todėl stiklo svoris yra gana ribotas [15].

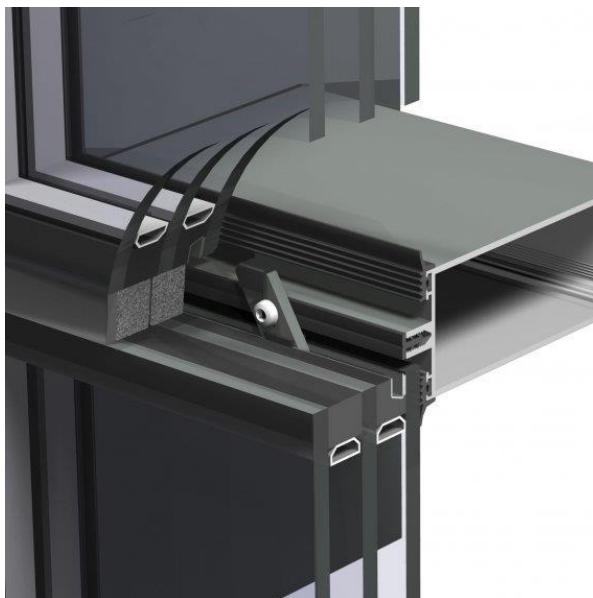


Pav. Nr. 12 Surenkamo fasado (CW 50 Alu on steel) detalė [15]

Lentelė Nr. 3 Surenkamo fasado (CW 50 Alu on steel) vertinimo kriterijų duomenys

Eil.Nr.	Technologinio varianto vertinimo kriterijus	Mato vnt.	Skaitinė reikšmė
1	Masė	kg/m ²	49,6
2	Šilumos perdavimo koeficientas	W/m ² ·K	0,452
3	Maksimalus leistinas stiklo paketo storis	mm	62
4	Maksimalus leistinas stiklo paketo svoris	kg	150
5	Atsparumas vėjo apkrovai	Pa	>2000
6	Garso izoliacija	dB	37
7	Darbo sąnaudos	žm.val./m ²	4,96
8	Kaina	Eur/m ²	263
9	Suderinamumas su kitomis sistemomis	%	80
10	Estetika	balai	7

Surenkamas struktūrinis fasadas (CW 50-SC) sudarytas iš vertikalių ir horizontalių elementų statybvietėje surenkamas iš atskirų detalių. Struktūrinis fasadas neturi išorinio stiklo prispaudėjo bei apdailinio gaubtelio, todėl iš išorės fasadas atrodo vientisas. Toks fasadas dažnai mėgstamas architektų. Tokio tipo aliuminio stiklo konstrukcijai reikalingi specialūs stiklo paketai, dėl kurių išauga bendra konstrukcijos kaina. Norint išlaikyti struktūrinio fasado vientisumą, jį galima derinti tik su nedidele dalimi sistemų [14].

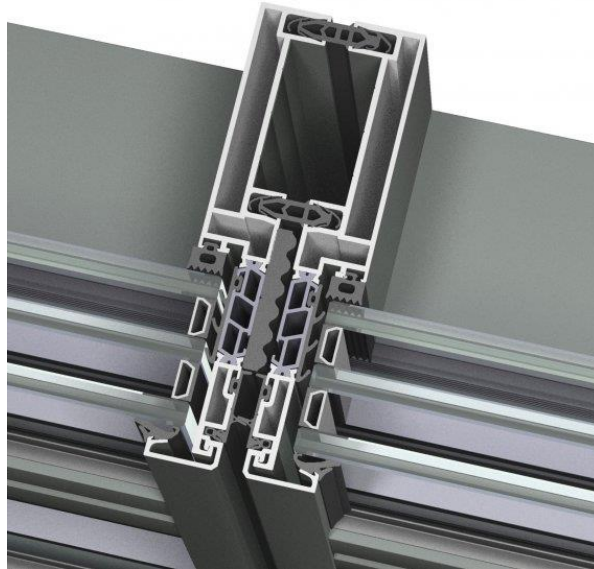


Pav. Nr. 13 Surenkamo fasado (CW 50-SC) detalė [14]

Lentelė Nr. 4 Surenkamo fasado (CW 50-SC) vertinimo kriterijų duomenys

Eil.Nr.	Technologinio varianto vertinimo kriterijus	Mato vnt.	Skaitinė reikšmė
1	Masė	kg/m ²	45,2
2	Šilumos perdavimo koeficientas	W/m ² ·K	0,522
3	Maksimalus leistinas stiklo paketo storis	mm	63
4	Maksimalus leistinas stiklo paketo svoris	kg	450
5	Atsparumas vėjo apkrovai	Pa	2000
6	Garso izoliacija	dB	38
7	Darbo sąnaudos	žm.val./m ²	3,98
8	Kaina	Eur/m ²	315,6
9	Suderinamumas su kitomis sistemomis	%	60
10	Estetika	balai	10

Elementinis fasadas (CW 65-EF/HI) sudarytas iš atskirų blokų, kurie statybvietėje montuojami tiesiai ant įrengtų atramų, tarpusavyje sujungiant sandarinimo tarpinėmis. Priedašas „HI“ reiškia, kad tai šiltesnė standartinės sistemos versija. Sandarinimo tarpinė tarp stiklo paketų turi aukštas termoizoliacines savybes, todėl pilnai išnaudojamos sistemos šiluminės charakteristikos. Montuojant šią sistemą reikalinga papildoma kėlimo įranga, tačiau konstrukcijas statant į projektinę padėtį dirbama esant pastato viduje. Šią sistemą galima suderinti ne su visomis gamintojo siūlomomis sistemomis [16].



Pav. Nr. 14 Surenkamo fasado (CW 65-EF/HI) detalė [16]

Lentelė Nr. 5 Surenkamo fasado (CW 65-EF/HI) vertinimo kriterijų duomenys

Eil.Nr.	Technologinio varianto vertinimo kriterijus	Mato vnt.	Skaitinė reikšmė
1	Masė	kg/m ²	47,6
2	Šilumos perdavimo koeficientas	W/m ² ·K	0,471
3	Maksimalus leistinas stiklo paketo storis	mm	63
4	Maksimalus leistinas stiklo paketo svoris	kg	300
5	Atsparumas vėjo apkrovai	Pa	1800
6	Garso izoliacija	dB	36
7	Darbo sąnaudos	žm.val./m ²	1,55
8	Kaina	Eur/m ²	306,1
9	Suderinamumas su kitomis sistemomis	%	60
10	Estetika	balai	7

3.1. Tyrimo metodikos parinkimas

Statybinės konstrukcijos lyginamos tarpusavyje, kad būtų nustatytas efektyviausias sprendimas - šiam procesui atlikti pasitelkiami įvairūs metodai. Norint pasirinkti tinkamą sprendimą, reikia įvertinti ir pasirinkti didžiausią reikšmę turinčius kriterijus.

Kai kriterijų skaičius yra palyginti nemažas, jų rangavimas, tiesioginis vertinimas, nuoseklus visų kriterijų palyginimas yra sudėtingas. Sunkumus galima sumažinti, kai lyginame kriterijus poromis po du, nustatant, kuris kriterijus kiekvienoje poroje yra svarbesnis.

Įvertinant kriterijų reikšmingumą baigiamajame darbe vertinama subjektyvi nuomonė. Ji nustatoma pateikiant apklausą atitinkamas kompetencijas turinčių žmonių grupei, kurioje kiekvienas specialistas sudėlioja kriterijus pagal reikšmingumą. Tokiu būdu gaunami tiksliausi ir realiausi rezultatai, kurių pagalba galima rasti optimalų sprendimą ir jį efektyviai pritaikyti konkrečiam objektui. Baigiamajame darbe buvo pasirinktos aktualios statybos dalyvių grupės, kurioms priklausantys atstovai buvo apklausti ir išsakė savo nuomonę apie optimalaus visuomeninės paskirties pastato aliuminio-stiklo fasado kriterijų svarbą.

Pasirinkti pagrindiniai kriterijai, kurie apibūdina svarbiausias aliuminio-stiklo konstrukcijų savybes. Analizuojant galiojančias statybines normas bei literatūros šaltinius priimti esminiai kriterijai, kurie nusako pagrindinius charakteristikas. Vertinimo kriterijai skirstomi į techninius-ekonominius rodiklius ir kokybines charakteristikas. Atrinkti pagrindiniai techniniai ekonominiai rodikliai:

Masė (K1), kg/m^2 – kriterijus, fizikinis dydis, intuityviai suvokiamas kaip medžiagos kiekio matas. Nuo perdangos masės priklauso apkrova, kurią turės nešti pastato sienos, bei pamatas.

Šilumos perdavimo koeficientas (K2), $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ - geriau žinomas kaip U vertė, yra šilumos srautas (vatais), perduodamas per atitvaros vieną kvadratinį metrą, padalintas iš temperatūrų skirtumo abiejose atitvaros pusėse.

Maksimalus leistinas stiklo paketo storis (K3), mm - tai kriterijus kuris nusako maksimalų leistiną stiklo paketo stori, nuo kurio priklauso šiluminės charakteristikos, paketo gabaritai ir savybės.

Maksimalus leistinas stiklo paketo svoris (K4), kg - tai kriterijus kuris nusako rygelio laikomąją galia ar kiek jis svorio gali atlaikyti. Šis kriterijus parodo rygelio laikomąją galią, kai jo ilgis yra optimalus.

Atsparumas vėjo apkrovai (K5), Pa – standartizuotu bandymu įvertinta gaminio savybė atlaikyti tam tikro stiprumo vėjo apkrovas.

Garso izoliacija (K6), dB – tai kriterijus kuris nusako kiek garsas yra sumažinamas, kai sklinda per konstrukcijas. Garso izoliacija pateikiama visoms konstrukcijoms naudojant vienodus stiklo paketus.

Darbo sąnaudos (K7), žm.val./m^2 - tai kriterijus, parodantis darbo sąnaudas, reikalingas 1m^2 dangos įrengimui. Kriterijaus skaitinės reikšmės nustatytos, remiantis gamybiniais normatyvais.

Kaina (K8), Eur/m^2 - tai kriterijus, parodantis 1m^2 konstrukcijos kainą įvertinant montavimo darbus ir reikalingus mechanizmus 4 aukštų pastatui. Kriterijaus skaitinės reikšmės paimtos, remiantis gamintojų informacija.

Suderinamumas su kitomis sistemomis (K9), % – kriterijus kuris parodo kiek langų, durų ir kitų konstrukcijų tipų galima integruoti į konkrečia aliuminio-stiklo fasadine konstrukcija.

Vertinimo kriterijai, kurių negalime pamatuoti tam tikrais fiziniais dydžiais arba jų santykiu, vadiname kokybinėmis charakteristikomis. Atrinktos pagrindinės kokybinės charakteristikos:

Estetika (K10), balai – grožio kriterijus kuris pabrėžia konstrukcijos vietisumą, išskirtinumą.

Kriterijų reikšmingumas buvo įvertintas naudojant tris kriterijų palyginimo metodus:

Vertinimo kriterijų subjektyvaus reikšmingumo nustatymas taikant ekspertinį porinio palyginimo metodą. Ekspertinis porinio palyginimo metodas leidžia nustatyti kriterijų reikšmingumą atsižvelgiant į subjektyvią suinteresuotų grupių nuomonę.

Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant teorinį entropijos metodą. Šis metodas leidžia nustatyti vertinimo kriterijų reikšmingumą teoriškai, remiantis matematiniais skaičiavimais ir naudojant kriterijų reikšmingumo skaitines reikšmes.

Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas kompleksinis metodą. Šis metodas yra išvestinis kriterijų reikšmingumo dydis, į kurį įeina ir teorinis, ir subjektyvus būdas.

Artumo idealiam taškui metodas (TOPSIS)

Yoon ir Hwang 1981 sukūrė variantų prioritetiškumo nustatymo metodiką, pagrįstą koncepcija, kad optimali alternatyva turi mažiausią atstumą nuo idealaus sprendimo ir didžiausią atstumą nuo „neigiamai idealaus“ sprendimo. Šis metodas vadinamas variantų racionalumo nustatymu artumo idealiam taškui metodu (TOPSIS –Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution). Šio inžinerinių sprendimų daugiakriterinio įvertinimo metodo esmė – apibendrinto kompleksinio kriterijaus formavimas, remiantis lyginamų variantų nukrypimu nuo vadinamojo idealaus, susidedančio iš geriausių nagrinėjamų variantų kriterijų [13].

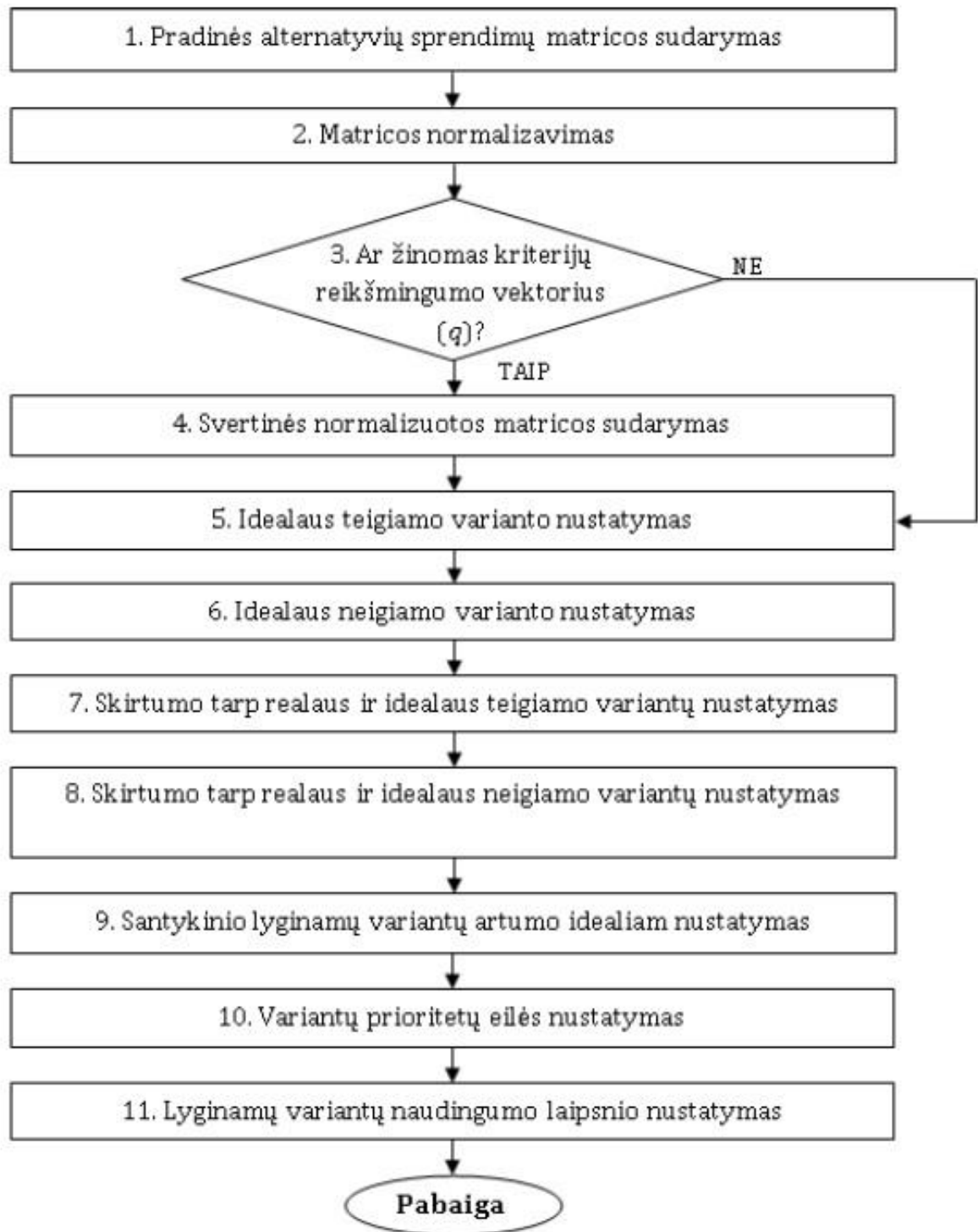
Taikant šį metodą bei *Kbit* kriterijų reikia atsižvelgti į tai, kad kiekvieno sprendimų varianto kriterijaus naudingumo funkcija monotoniškai didėja arba monotoniškai mažėja, t.y. didesnė bet kurio rodiklio reikšmė visada geresnė arba blogesnė už mažesnę to paties rodiklio reikšmę. Tai priklauso nuo to, ar naudingumo funkcija didėja ar mažėja.

Rodikliai turi būti kardinalūs arba ordinalūs. Jei turime ordinalius (kokybinius) rodiklius, jie turi būti kvantifikuoti. Be to, turi būti nustatyti kriterijų reikšmingumo dydžiai arba jie priimami kaip lygiaverčiai (vienodai svarbūs).

Taikant šį metodą išrinkti racionaliausią inžinerinį sprendimą galima šiais būdais:

- **neįvertinant kriterijų reikšmingumo;**
- **taikant tik teorinį kriterijų reikšmingumą (entropijos metodas);**
- **taikant tik subjektyvų kriterijų reikšmingumą (porinio palyginimo ir ekspertinis metodas);**
- **taikant kompleksinį kriterijų reikšmingumą.**

Artumo idealiam taškui metodo taikymo, įvertinant kompleksinį kriterijų reikšmingumą, algoritmas pateikiamas 9 paveiksle.



Pav. Nr. 15 Artumo idealiam taškui algoritmas

3.2. Tyrimo rezultatai

Vertinimo kriterijų subjektyvaus reikšmingumo nustatymas taikant ekspertinį porinio palyginimo metodą.

Ekspertinis porinio palyginimo metodas leidžia nustatyti kriterijų reikšmingumą atsižvelgiant į subjektyvią suinteresuotų grupių nuomonę. Pagal pasirinktus kriterijus buvo sudaryta anketa, kuri pateikiama kiekvienam iš ekspertų (PRIEDAS Nr.1). Kiekvienas ekspertas palygino variantus poromis svarbiausiam kriterijui skiriant 10 balų, nesvarbiausiam - 1 balą. Jeigu kriterijai atrodo vienodai svarbūs, jiems skiriama po vienodą balų skaičių [18].

Vertinant kriterijų reikšmingumus, naudojamas ekspertinis vertinimas. Svarbu parinkti kompetentingus ekspertus, kurie būtų kompetentingi pastatų ar aliuminio konstrukcijų projektavimo ar įgyvendinimo srityje.

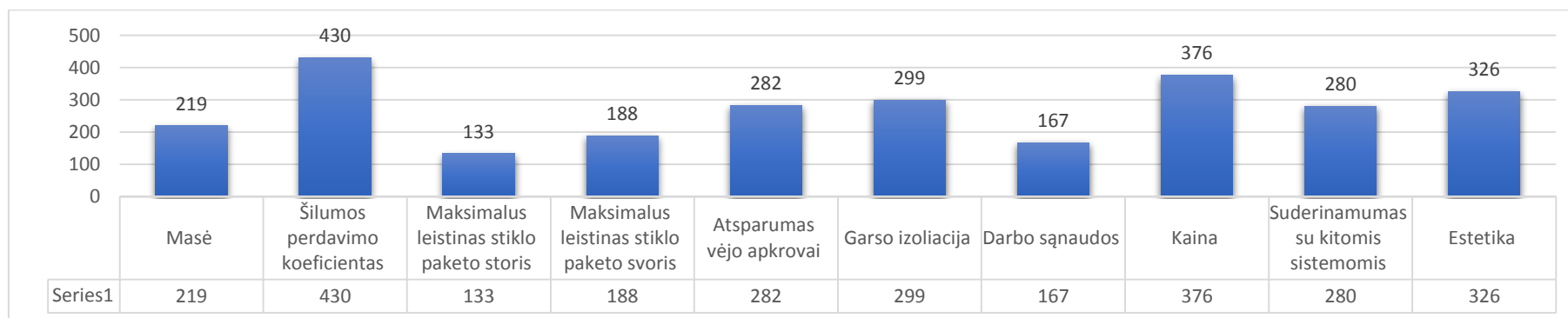
Apklausoje dalyvavo 30 statybos srities ekspertų. Kiekvienas ekspertas palygino visus dešimt kriterijų [K_1, K_2, \dots, K_{10}]. Kiekvienos anketos gauti rezultatai lyginami tarpusavyje svarbesniam kriterijui skiriant 2 balus, atitinkamai mažiau svarbiam - 0 balų. Jeigu kriterijai atrodo vienodai svarbūs, jiems skiriama po 1 balą. Susumavus bendrą balų sumą sudaroma porinio palyginimo matrica (6 lentelę).

Sudaryta suminė kriterijų porinio palyginimo matrica į kurią įtraukiami 30 ekspertų porinio palyginimo rezultatai:

$$x_{ik}^* = \sum_{j=1}^m (x_{ij})_j \quad (3)$$

Lentelė Nr. 6 Suminė kriterijų porinio palyginimo matrica

		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Si	qi	Prioritetų eilutė
K1	Masė		7	40	41	30	32	30	16	15	8	219	0,081111	7
K2	Šilumos perdavimo koeficientas	53		55	56	42	47	52	31	50	44	430	0,159259	1
K3	Maksimalus leistinas stiklo paketo storis	20	5		30	4	20	18	0	15	21	133	0,049259	10
K4	Maksimalus leistinas stiklo paketo svoris	19	4	30		25	27	32	9	21	21	188	0,06963	8
K5	Atsparumas vėjo apkrovai	30	18	56	35		28	39	22	26	28	282	0,104444	5
K6	Garso izoliacija	28	13	40	33	32		45	32	49	27	299	0,110741	4
K7	Darbo sąnaudos	30	8	42	28	21	15		6	12	5	167	0,061852	9
K8	Kaina	44	29	60	51	38	28	54		42	30	376	0,139259	2
K9	Suderinamumas su kitomis sistemomis	45	10	45	39	34	11	48	18		30	280	0,103704	6
K10	Estetika	52	16	39	39	32	33	55	30	30		326	0,120741	3
												Suma	2700	1



Pav. Nr. 16 Suminis subjektyvios ekspertų nuomonės balų skaičius.

Kriterijų prioritetų eilutė: **K2>K8>K10>K6>K5>K9>K1>K4>K7>K3**

Norint apskaičiuoti Kendalo konkordacijos koeficientą – ar ekspertų nuomonės sutampa, atliekamas matricos pertvarkymas:

Lentelė Nr. 7 Suminė pertvarkyta porinio palyginimo matrica

		K2	K8	K10	K6	K5	K9	K1	K4	K7	K3
K2	Šilumos perdavimo koeficientas		31	44	47	42	50	53	56	52	55
K8	Kaina	29		30	28	38	42	44	51	54	60
K10	Estetika	16	30		33	32	30	52	39	55	39
K6	Garso izoliacija	13	32	27		32	49	28	33	45	40
K5	Atsparumas vėjo apkrovai	18	22	28	28		26	30	35	39	56
K9	Suderinamumas su kitomis sistemomis	10	18	30	11	34		45	39	48	45
K1	Masė	7	16	8	32	30	15		41	30	40
K4	Maksimalus leistinas stiklo paketo svoris	4	9	21	27	25	21	19		32	30
K7	Darbo sąnaudos	8	6	5	15	21	12	30	28		42
K3	Maksimalus leistinas stiklo paketo storis	5	0	21	20	4	15	20	30	18	

Atliekami skaičiavimai:

$$\sum_{i,k} x_{ik}^* = 419$$

$$\sum_{i,k} x_{ik}^{*2} = 175561 \quad (4) \text{ ir } (5)$$

Deriniai pagal ekspertus:

$$C_m^2 = \frac{30!}{2!(30-2)!} = 435 \quad (6)$$

Deriniai pagal vertinimo kriterijus:

$$C_n^2 = \frac{10!}{2!(10-2)!} = 45 \quad (7)$$

Skaičiuojamas Kendalo konkordacijos koeficientas:

$$W = \frac{4(\sum_{i,k} x_{ik}^{*2} - m \sum_{i,k} x_{ik}^* + C_m^2 \cdot C_n^2)}{m(m-1) \cdot n(n-1)} = \frac{4(175561 - 30 \cdot 419 + 435 \cdot 45)}{30(30-1) \cdot 10(10-1)} = 9,32 \quad (8)$$

Kendalo konkordacijos koeficientas gautas didesnis $W > 0,6$. Ekspertų nuomonės sutampa, todėl gautus duomenis galima naudoti tolesniuose skaičiavimuose.

Skaičiavimo rezultatai parodė, kad didžiausią ekspertinį reikšmingumą turi šilumos perdavimo koeficientas (K2), kuris surinko bendrai 430 balus, antras pagal kainą (K8), kurio reikšmingumas 376 balai, pakankamai svarbi estetika (K10), kurios reikšmingumas 326 balai, bei garso izoliacija (K6), kurios reikšmingumas 299 balai. Toliai rikiuojasi atsparumas vėjo apkrovai (K5) – 282 balai, suderinamumas su kitomis sistemomis (K9) – 280 balų, masė (K1) – 219 balų, maksimalus leistinas stiklo paketo svoris (K4) – 188 balai, maksimalus leistinas stiklo paketo šilumos perdavimo koeficientas (K2), darbų sąnaudos (K7) – 167 balai, maksimalus leistinas stiklo paketo storis (K3) – 133 balai.

3.3. Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant teorinį entropijos metodą

Šis metodas leidžia nustatyti vertinimo kriterijų reikšmingumą teoriškai, remiantis matematiniais skaičiavimais ir naudojant kriterijų reikšmingumo skaitines reikšmes.

Lentelė Nr. 8 Pradiniai duomenys skaičiavimui

Matrica P										
Kriterijai	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
A₁	45,6	0,452	62	450	2000	38	3,84	287,6	100	8
A₂	49,6	0,452	62	150	3000	37	4,96	263	80	7
A₃	45,2	0,522	63	450	2000	38	3,98	315,6	60	10
A₄	47,6	0,471	63	300	1800	36	1,55	306,1	60	7
ΣX_{ij}	188	1,897	250	1350	8800	149	14,33	1172,3	300	32

1. Atliekamas pradinių duomenų matricos normalizavimas į bedimensinių dydžių matricą \bar{P}

Normalizavimas atliekamas pagal formulę (1.1):

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\Sigma X_{ij}}; \quad (9)$$

čia X_{ij} – normalizuojamas matricos P narys; ΣX_{ij} - stulpelio, kuriame yra normalizuojamas narys, suma

Lentelė Nr. 9 Normalizuotos kriterijų reikšmės

Matrica P										
Kriterijai	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
A₁	0,2425	0,2383	0,248	0,3333	0,2272	0,2550	0,2679	0,2453	0,3333	0,25
A₂	0,2638	0,2382	0,248	0,1111	0,3409	0,2483	0,3461	0,2243	0,2666	0,2187
A₃	0,2404	0,2752	0,252	0,3333	0,2272	0,2550	0,2777	0,2692	0,2	0,2187
A₄	0,2532	0,2482	0,252	0,2222	0,2045	0,2416	0,1082	0,2611	0,2	0,3125

2. Nustatomas kiekvieno kriterijaus entropijos lygis E_j (1.2), (1.3).

$$E_j = -k \sum p_{ij} \cdot \ln p_{ij}; \quad (10)$$

čia p_{ij} – normalizuotos matricos narys; m - nagrinėjamų alternatyvių sprendimų skaičius.

$$k = \frac{1}{\ln m}; \quad (11)$$

$$k = \frac{1}{\ln 4} = 0.721;$$

$$E_1 = -0.721 (0,2425 \ln 0,2425 + 0,2638 \ln 0,2638 + 0,2404 \ln 0,2404 + 0,2532 \ln 0,2532) = 0.9989;$$

$$E_2 = -0.721 (0,2383 \ln 0,2383 + 0,2382 \ln 0,2382 + 0,2752 \ln 0,2752 + 0,2482 \ln 0,2482) = 0.9982;$$

$$E_3 = -0.721 (0,248 \ln 0,248 + 0,248 \ln 0,248 + 0,252 \ln 0,252 + 0,252 \ln 0,252) = 0.9995;$$

$$E_4 = -0.721 (0,3333 \ln 0,3333 + 0,1111 \ln 0,1111 + 0,3333 \ln 0,3333 + 0,2222 \ln 0,2222) = 0.9451;$$

$$E_5 = -0.721 (0,2272 \ln 0,2272 + 0,3409 \ln 0,3409 + 0,2272 \ln 0,2272 + 0,2045 \ln 0,2045) = 0.984;$$

$$E_6 = -0.721 (0,255 \ln 0,255 + 0,2483 \ln 0,2483 + 0,255 \ln 0,255 + 0,2416 \ln 0,2416) = 0.9993;$$

$$E_7 = -0.721 (0,2679 \ln 0,2679 + 0,3461 \ln 0,3461 + 0,2777 \ln 0,2777 + 0,1082 \ln 0,1082) = 0.9492;$$

$$E_8 = -0.721 (0,2453 \ln 0,2453 + 0,2243 \ln 0,2243 + 0,2692 \ln 0,2692 + 0,2611 \ln 0,2611) = 0.9978;$$

$$E_9 = -0.721 (0,3333 \ln 0,3333 + 0,2666 \ln 0,2666 + 0,2 \ln 0,2 + 0,2 \ln 0,2) = 0.9823;$$

$$E_{10} = -0.721 (0,25 \ln 0,25 + 0,2187 \ln 0,2187 + 0,2187 \ln 0,2187 + 0,3125 \ln 0,3125) = 0.9913;$$

3. Nustatomas kiekvieno kriterijaus rodiklio kitimo lygis \bar{d} (1.4).

$$\bar{d}_j = 1 - E_j; \quad (12)$$

čia E_j - kiekvieno kriterijaus entropijos lygis;

$$d_1 = 1 - 0.9989 = 0.0012;$$

$$d_2 = 1 - 0.9982 = 0.0018;$$

$$d_3 = 1 - 0.9995 = 0.0005;$$

$$d_4 = 1 - 0.9451 = 0.0549;$$

$$d_5 = 1 - 0.984 = 0.016;$$

$$d_6 = 1 - 0.9993 = 0.0007;$$

$$d_7 = 1 - 0.9492 = 0.0508;$$

$$d_8 = 1 - 0.9978 = 0.0022;$$

$$d_9 = 1 - 0.9823 = 0.0177$$

$$d_{10} = 1 - 0.9913 = 0.0087$$

$$\sum d = 0.1545$$

4. Nustatomas teorinis kriterijų reikšmingumas $\bar{q}_{j(t)}$ (1.5).

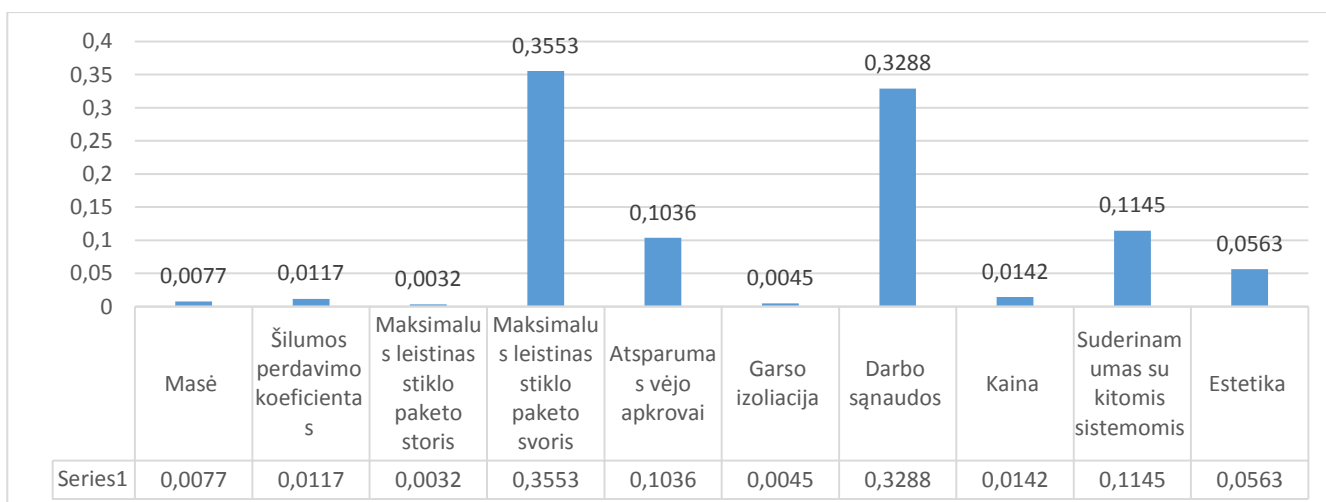
$$\bar{q}_{j(t)} = \frac{\bar{d}_j}{\sum \bar{d}_j}; \quad (13)$$

čia $\sum d_{ij}$ – visų rodiklių kitimo lygių suma;

Lentelė Nr. 10 Kriterijų reikšmingumas

q ₁	q ₂	q ₃	q ₄	q ₅	q ₆	q ₇	q ₈	q ₉	q ₁₀
0,0077	0,117	0,0032	0,3553	0,1036	0,0045	0,3288	0,0142	0,1145	0,0563
0,77%	1,17%	0,32%	35,53%	10,36%	0,45%	32,88%	1,42%	11,45%	5,63%

Kriterijų prioritetų eilutė: **K4>K7>K9>K5>K10>K2>K8>K1>K6>K3**



Pav. Nr. 17 Kriterijų reikšmingumo diagrama

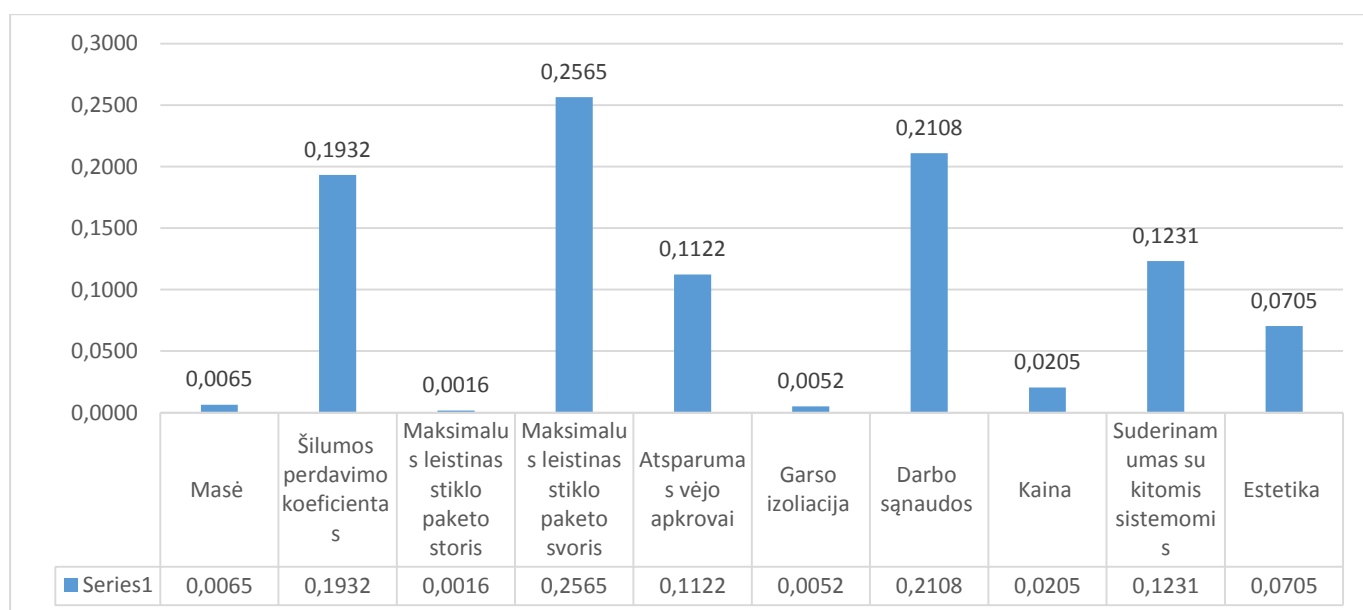
Skaičiavimo rezultatai parodė, kad didžiausią teorinį reikšmingumą turi maksimalus leistinas stiklo paketo svoris (K4), kurio teorinis reikšmingumas 35.5%, antras pagal svarbą darbo sąnaudos (K7), kurio reikšmingumas 32,8%, pakankamai svarbus suderinamumas su kitomis sistemomis (K9), kurio reikšmingumas 11,4%, bei atsparumas vėjo apkrovai (K5), kurio reikšmingumas 10,3%. Masė (K1), kaina (K8), estetika (K10), šilumos perdavimo koeficientas (K2), maksimalus leistinas stiklo paketo svoris (K3), garso izoliacija (K6) šiuo atveju yra mažai reikšmingi.

Kompleksinis kriterijų reikšmingumas nustatomas panaudojus jau turimus porinio palyginimo metodo rezultatus, kuriuos gavome iš ekspertams pateiktos apklausos, ir gautas subjektyvias kriterijų reikšmingumo vertes, dar kartą taikant Entropijos metodą tik jau panaudojant ir teorines ir subjektyvias kriterijų svarbumo reikšmes, galime apskaičiuoti kompleksinį kriterijų reikšmingumą \bar{q}_{j0} . Tam naudojame formulę:

$$\bar{q}_{j0} = \frac{\bar{q}_j \cdot q_{j(t)}}{\sum_{j=1}^n (\bar{q}_j \cdot q_{j(t)})}; (j = \overline{1, n}) \quad (14)$$

Lentelė Nr. 11 Kompleksinis kriterijų reikšmingumas

Kriterijai	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
\bar{q}_{j0}	0.006	0.193	0.002	0.256	0.112	0.005	0.211	0.021	0.123	0.071
%	0.6	19.3	0.2	25.6	11.2	0.5	21.1	2.1	12.3	7.1



Pav. Nr. 18 Kompleksinis kriterijų reikšmingumas

3.4. Sprendimų įvertinimas artumo idealiam taškui (TOPSIS) metodu

Pradžioje sudaroma pradinė matrica P su fasado įrengimo variantais ir atitinkamų kriterijų reikšmėmis:

Lentelė Nr. 12 Pradinė matrica P su fasado įrengimo variantais ir atitinkamais kriterijais

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
A₁	45,6	0,452	62	450	2000	38	3,84	287,6	100	8
A₂	49,6	0,452	62	150	3000	37	4,96	263	80	7
A₃	45,2	0,522	63	450	2000	38	3,98	315,6	60	10
A₄	47,6	0,471	63	300	1800	36	1,55	306,1	60	7
Optimalus	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MIN	MAX	MAX
$\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}$	94,06	0,95	125,00	719,37	4498,89	74,51	7,58	587,52	$\frac{153,6}{2}$	16,18
Giariausia reikšmė	45,2	0,452	63	450	3000	38	1,55	263	100	10
Kompleksinis reikšmingumas	0.006	0.193	0.002	0.256	0.112	0.005	0.211	0.021	0.123	0.071

Normalizuojama matrica taikant vektorių normalizavimo metodą. Matricos elementai skaičiuojami pagal formulę:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{q_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (15)$$

Pradinė matrica P normalizuojama į bedimensinių dydžių matricą \bar{P} :

Lentelė Nr. 13 Normalizuota variantų duomenų ir kriterijų matrica

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
A₁	0,484	0,475	0,495	0,625	0,444	0,509	0,506	0,489	0,650	0,494
A₂	0,527	0,475	0,495	0,208	0,666	0,496	0,653	0,447	0,520	0,432
A₃	0,480	0,549	0,503	0,625	0,444	0,509	0,524	0,537	0,390	0,617
A₄	0,506	0,495	0,503	0,417	0,400	0,483	0,204	0,521	0,390	0,432

Čia: x_{ij} – matricos vidaus elementas; i – matricos eilutė, ($i = \overline{1, n}$); j – matricos stulpelis, ($j = \overline{1, n}$).

Žinant teorinį, subjektyvų ir kompleksinį kriterijų reikšmingumą, apskaičiuojama svertinė normalizuota matrica \bar{P}^* pagal:

$$\bar{P}^* = [\bar{P}] \cdot [\bar{q}_j]; (j = \overline{1, n}) \quad (16)$$

\bar{q}_j – paskaičiuotas kompleksinis kriterijų reikšmingumas.

$[\bar{P}]$ – normalizuota matrica.

Lentelė Nr. 14 Svertinė normalizuota variantų duomenų ir kriterijų matrica

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
A ₁	0,002	0,091	0,0009	0,1601	0,049	0,0025	0,1067	0,0102	0,0800	0,0350
A ₂	0,003	0,091	0,0009	0,0533	0,074	0,0024	0,1379	0,0094	0,0640	0,0307
A ₃	0,002	0,106	0,0010	0,1601	0,049	0,0025	0,1106	0,0112	0,0480	0,0438
A ₄	0,003	0,095	0,0010	0,1067	0,044	0,0024	0,0431	0,0109	0,0480	0,0307

Nustatomas idealus teigiamas variantas:

$$a^+ = \left\{ \left[\left(\max_i x_{ij} / j \in I \right), \left(\min_j x_{ij} / j \in I' \right) \right] / i = \overline{1, m} \right\} = \{x_1^+; x_2^+; x_3^+\} \quad (17)$$

Čia: I – aibė rodiklių (maksimizuojamų), kurių geriausios reikšmės yra didžiausios.

I' – aibė rodiklių (minimizuojamų), kurių geriausios reikšmės yra mažiausios.

Lentelė Nr. 15 Svertinės normalizuotos matricos geriausi kriterijai

Optimalumas	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MIN	MAX	MAX
Reikšmė	45,2	0,452	63	450	3000	38	1,55	263	100	10
a ⁺	0,0028	0,0918	0,0010	0,1601	0,0746	0,0025	0,0430	0,0094	0,0806	0,0438

Nustatomas idealus neigiamas variantas:

$$a^- = \left\{ \left[\left(\min_i x_{ij} / j \in I \right), \left(\max_j x_{ij} / j \in I' \right) \right] / i = \overline{1, m} \right\} = \{x_1^-; x_2^-; x_3^-\} \quad (18)$$

Lentelė Nr. 16 Svertinės normalizuotos matricos blogiausi kriterijai

Optimalumas	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN	MIN	MAX	MAX
Reikšmė	49,6	0,522	62	150	1800	36	4,96	315,6	60	7
a ⁻	0,0031	0,106	0,0009	0,05338	0,0448	0,0024	0,1379	0,0112	0,048	0,0307

Idealus teigiamo varianto skirtumo (atstumo) L_i^+ tarp realaus a_i ir a^+ nustatymas:

$$L_i^+ = \sum_{j=1}^n |x_{ij} - x_{ij}^+|; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \quad (19)$$

Čia: x_{ij} – realus;
 a^+ - idealiai teigiamas;
 L_i^+ - atstumas.

Idealaus neigiamo varianto skirtumo (atstumo) L_i^- tarp realaus a_i ir a^- nustatymas:

$$L_i^- = \sum_{j=1}^n |x_{ij} - x_{ij}^-|; i=\overline{1, m}; j=\overline{1, n}$$

Lentelė Nr. 17 Idealaus teigiamo ir neigiamo variantų skirtumai

L_i^+		L_i^-	
L_1^+	0,098	L_1^-	0,195
L_2^+	0,231	L_2^-	0,062
L_3^+	0,141	L_3^-	0,153
L_4^+	0,134	L_4^-	0,159

Santykinio lyginamų variantų artumo idealiam $K_{bit,i}$ nustatymas.

$$K_{bit,i} = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-} \quad (20)$$

Lentelė Nr. 18 Santykinio lyginamų variantų artumo idealiam $K_{bit,i}$ reikšmės.

K_{bit}	K_{bit1}	K_{bit2}	K_{bit3}	K_{bit4}
Reikšmė	0,6648243	0,211666682	0,520455167	0,542480318
Max K_{bit} reikšmė	0,6648243			

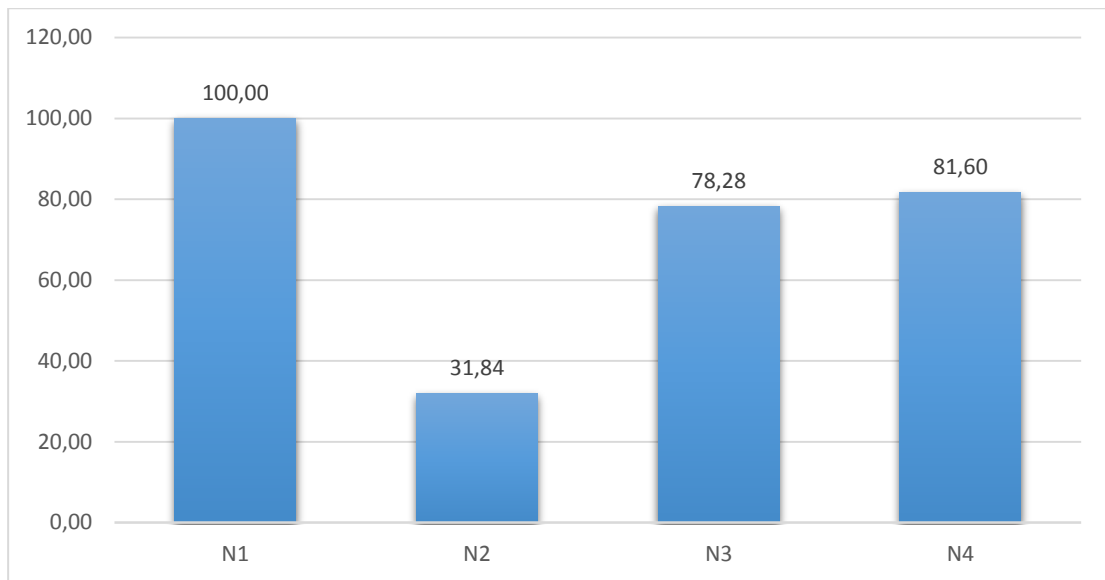
Racionaliausias inžinerinis sprendimas yra tas, kurio K_{bit} reikšmė yra didžiausia.

Naudingumo laipsnio nustatymas. Lyginame mūsų nagrinėjamo varianto reikšmę su idealaus varianto reikšme:

$$N_i = \frac{K_{bit,i}}{K_{bit,max}} \cdot 100\% \quad (21)$$

Lentelė Nr. 19 Naudingumo laipsnių reikšmės

N_i	N_{i1}	N_{i2}	N_{i3}	N_{i4}
Reikšmė %	100	31,83798814	78,28461863	81,5975467



Pav. Nr. 19 Naudingiausi variantai

Atliekant aliuminio – stiklo fasadinių konstrukcijų sprendimų įvertinimą, skaičiavimai atlikti pagal kompleksinį reikšmingumą, nuo kurio priklauso gautas rezultatas. Skaičiavimams atlikti naudojamas artumo idealiam taškui metodas. Geriausias projektinis sprendimas yra tas, kuriam gauta maksimali (%) reikšmė. Variantų naudingumo pasiskirstymas:

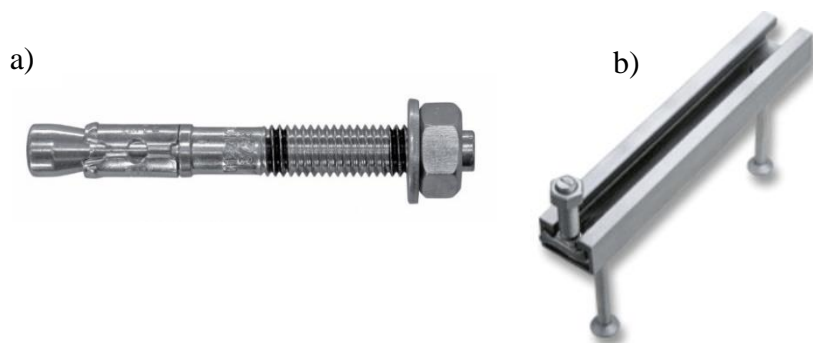
$A1 > A4 > A3 > A2$

4. FASADŲ ĮRENGIMO TECHNOLOGIJOS

4.1. Elementinio fasado konstrukcijos įrengimo technologija

Elementinės fasado sistemos pagrindinis ypatumas yra tas, kad gamykloje pagaminami elementai su visais užpildais, o statybų aikštelėje elementas tik pritvirtinamas prie pastato konstruktyvo. Elementinis fasadas reikalauja didesnių darbo sąnaudų gamykloje, bet lengviau kontroliuoti jo gamybos kokybę, o montuoti yra paprasta, mažiau apkraunama statybų aikštelė. Elementų gabaritai yra ribojami, nes atsiranda transportavimo problemos.

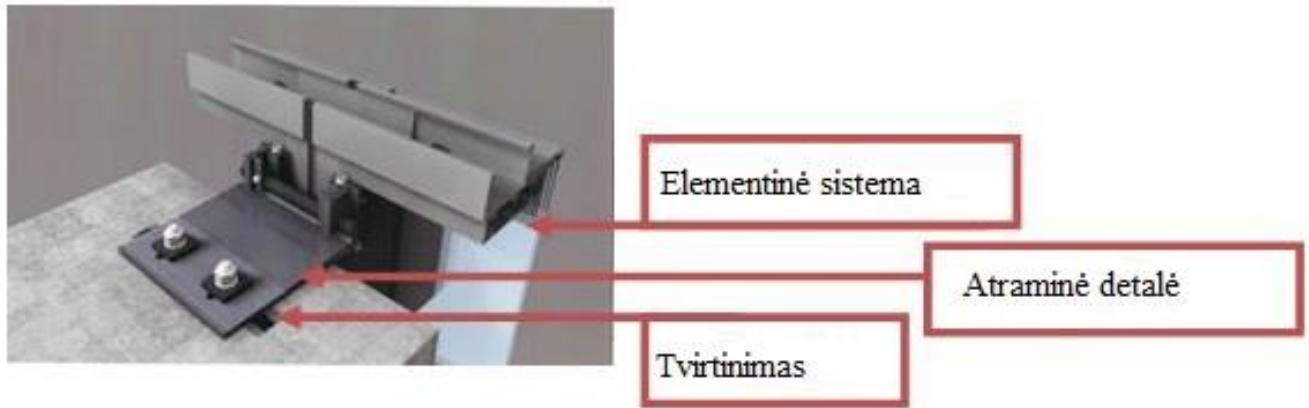
Atraminių detalių montavimas. Vienas svarbiausių konstrukcijos montavimo etapų yra montavimo vietos paruošimas. Šis darbas gali skirtis priklausomai nuo projekto sudėtingumo. Šiame etape yra montuojamos elementinio fasado atraminės detalės, prie kurių yra pritvirtinami fasado elementai ir jungiami tarpusavyje. Atraminės detalės yra parenkamos projektavimo etape. Priklausomai nuo atraminio mazgo, atramos gali būti sudarytos iš kelių dalių. Dažnai atraminės detalės tvirtinamos prie gelžbetoninės perdangos. Paprastai atraminės detalės tvirtinamos prie perdangos plokštės viršutinės dalies arba prie perdangos plokštės priekinės dalies. Atraminių detalių tvirtinimui naudojami inkariniai varžtai arba įbetonuojami tvirtinimo bėgeliai. Inkariniai varžtai montuojami išgręžus skylę, į kurią įstatomas inkaras ir užtvirtinamas veržiant išorėje esančią veržlę. Taip įtvirtinus varžtą, vėliau jo beveik neįmanoma išmontuoti. Norint atraminių detalių tvirtinimui naudoti įbetonuojamus bėgelius, reikia dar projektavimo metu išbaigti konstrukcinius mazgus ir nustatyti šių elementų padėtį. Tokie bėgeliai į perdanga įbetonuojami perdangos liejimo metu, todėl montuojant tereikia išlyginti atraminės detalės padėtį ir fiksuoti ją atitinkamo dydžio veržlėmis. Įbetonuojami bėgeliai pasižymi reguliavimo galimybėmis, pagreitina ir palengvina atraminių detalių montavimo procesą.



Pav. Nr. 20 a) inkarinis varžtas; b) įbetonuojamas tvirtinimo bėgelis

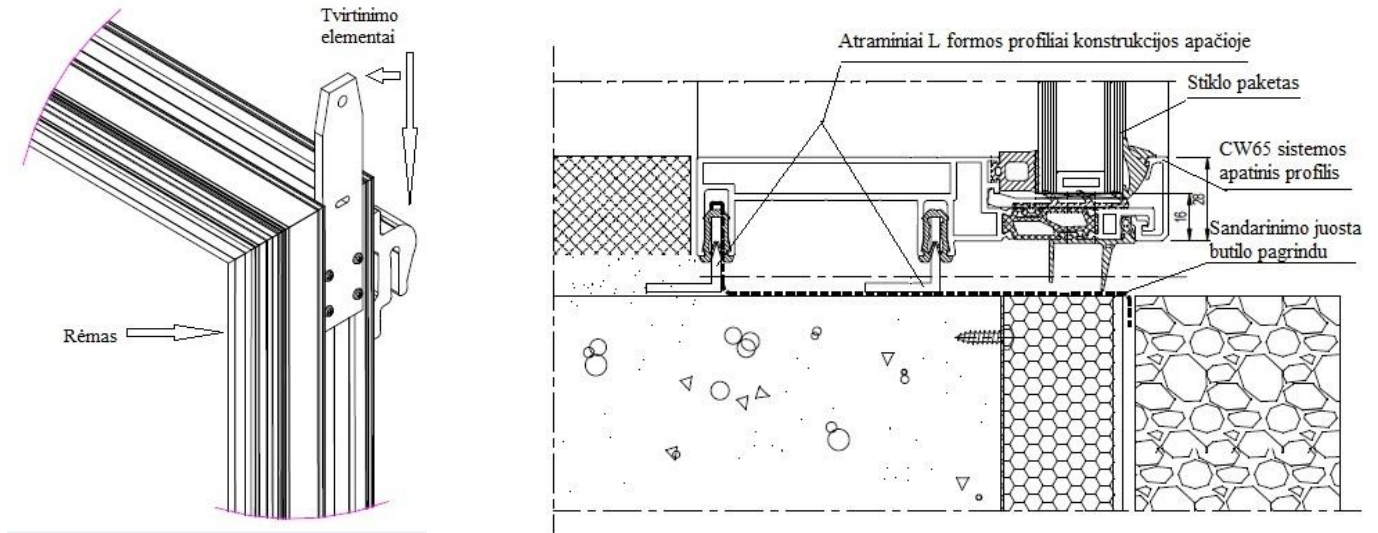
Prieš tvirtinant atraminę detalę nustatoma ir pažymima jos padėtis. Atraminių detalių išdėstymo ir pririšimo prie ašių brėžiniai turi būti pateikiami projektinėje dokumentacijoje ir perduodami į statybos aikštelę. Statybvietyje turi būti atžymėtos projektinės ašys, nuo kurių ant perdangos ar kitos laikančios konstrukcijos pažymimos atraminių detalių montavimo vietos. Atraminės detalės gali būti naudojamos sistemos tiekėjo arba suprojektuotos individualiai. Projektuojamoms atraminėms detalėms turi būti

atliekami statiniai skaičiavimai, parinkus sistemos tiekėjo detales laikomąją galią nurodo gamintojas. Atraminės detalės plotis neturi būti mažesnis nei dviejų elementinės sistemos bloků rėmai su tvirtinimo elementais pločiui. Šiuo atveju Reynaers CW-65 sistemai atraminių detalių plotis neturėtų būti mažesnis nei 17cm.



Pav. Nr. 21 Elementinės sistemos atraminės detalės mazgas [21].

Pilnai susrinkti elementai turi būti įstiklinti. Stiklai neturi būti įtrūkę, turėti oro burbuliukų ar kitų pažeidimų. Stiklo paketas privalo remtis į gumines tarpines, kurios turi būti įspraustos tarp stiklo paketo ir aliuminio profilio. Kiekvienas elementas turi būti komplektuojamas su išorinėmis tarpinėmis, kuriomis elementai sandarinami tarpusavyje. Prie kiekvieno elemento viršutinių kampų turi būti prisuktos dvi tvirtinimo detalės. Viena detalė yra kablio formos - ji užkabinama ant atraminės detalės briaunos, jos viršuje paprastai būna varžtas kuris fiksuoja elemento aukštį. Ši detalė pritvirtinama elemento gamybos proceso metu, atstumas nuo elemento viršaus iki detalės neturėtų būti mažesnis nei 12 cm. Kita plokščios formos detalė prisukama prie elemento profilio šono ir yra jungiama su virš jos montuojamu elementu. Tuo pačiu ši detalė pasitarnauja kaip kilpa už kurios kabinama kėlimo įranga ir keliama į montavimo vietą. Apatinių elementų tvirtinimui ant pamato naudojamas L formos profilis, kuris fiksuojamas tarpinėmis. Mazgo sandarinimui naudojama butilo pagrindo sandarinimo juosta, kuri klijuojama ant L formos atraminio profilio [38].



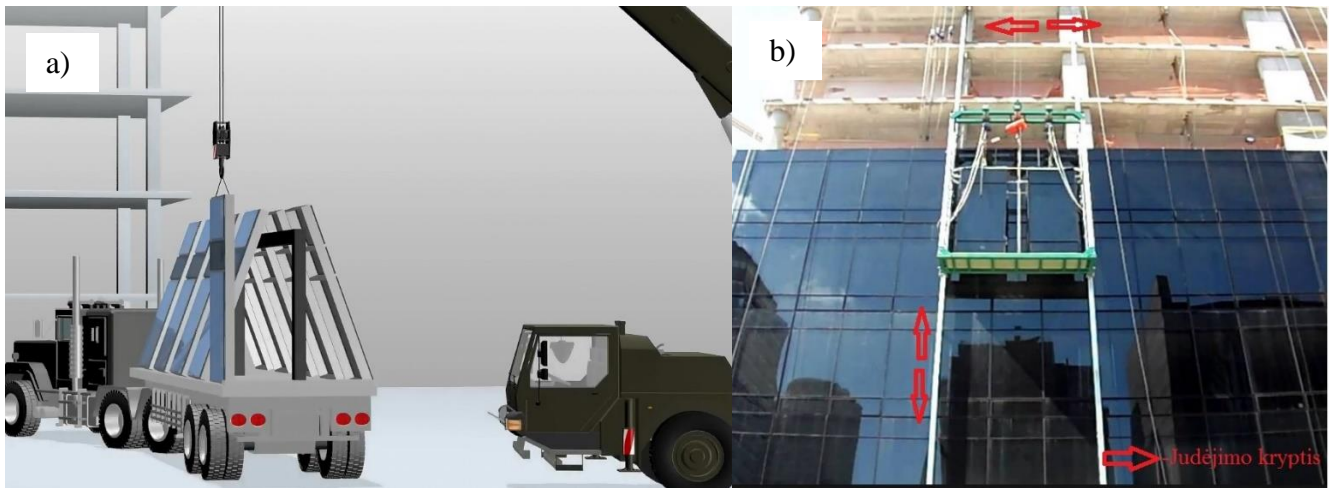
Pav. Nr. 22 Pamato ir elementinės sistemos mazgas

Montuojant atramines detales ant laikančios konstrukcijos turi būti užtikrintas detalių išdėstymas pagal projekte numatytą vietą. Šiems darbams atlikti dažniausiai naudojamas gulsčiukas, matavimo ruletė, nivelyras, kaproninė virvutė. Lygiai su ištemta virve turi būti glaudžiamas atraminės detalės išorinės viršutinės briaunos kraštas, jos pasvirimas ant atraminės konstrukcijos plokštumos tikrinamas gulsčiu. Atraminė detalė išlyginama po ja pakišant atitinkamo storio skardinius pleištus. Išlyginus atraminės detalės padėtį, ji fiksuojamas numatytu tvirtinimo būdu.

Elementinio fasado montavimo darbai pradedami montuojant elementus nuo apatinės eilės. Sumontavus apatinę fasado eilę, toliau montuojama sekanti eilė, tokiu principu darbai vykdomi kol sumontuojamas visas arba dalis fasado. Paprastai vieno elemento aukštis yra kiek didesnis nei pastato aukšto aukštis, todėl sumontavus vieną elementų eilę, uždengiamas vienas aukštas. Sumontavus vieną pastato fasadą ar jo pusę, montuojama sekanti - šiuo principu darbai vykdomi tol, kol elementais uždengiamas reikiamas pastato fasadų plotas.

Elementinės fasadinės sistemos elementai gali būti montuojami keliant elementus iš pastato vidaus arba išorės. Kėlimo būdas ir mechanizmai parenkami įvertinus statybvietės planą, pastato aukštį, formą, bei montuojamų konstrukcijų svorį. Keliant elementus iš išorės dažniausiai naudojamas kranas, prie kurio kablo dvišakėmis stropomis arba traversa prikabinamas elementas keliamas nuo transporto priemonės arba sandėliavimo vietos. Šiam darbui atlikti papildomai reikalingas žmogus, kuris prikabina keliamą konstrukciją. Kėlimui naudojant strėlinį kraną reikalingas atitinkamas sklypo plotas, kuriame būtų numatyta krano darbo zona. Kėlimo galimybės gana ribotos, todėl montuojant daugiaaukščius pastatus, kai konstrukciją reikia pakelti į didelį aukštį, reikalingi kiti kėlimo mechanizmai. Kaip alternatyva prie pastato gali būti montuojamas surenkamas liftas. Lifto bėgiai, kuriais liftas važinėja vertikalia kryptimi laikinai tvirtinami prie pastato laikančiųjų konstrukcijų. Sumontavus eilę fasadinės sistemos elementų, lifto bėgiai montuojami viena eile aukščiau. Pakrauto lifto svoris negali būti didesnis, nei lifto keliamoji galia, todėl pakraunant elementus reikia įvertinti bendrą jų svorį. Lifte pakrauti

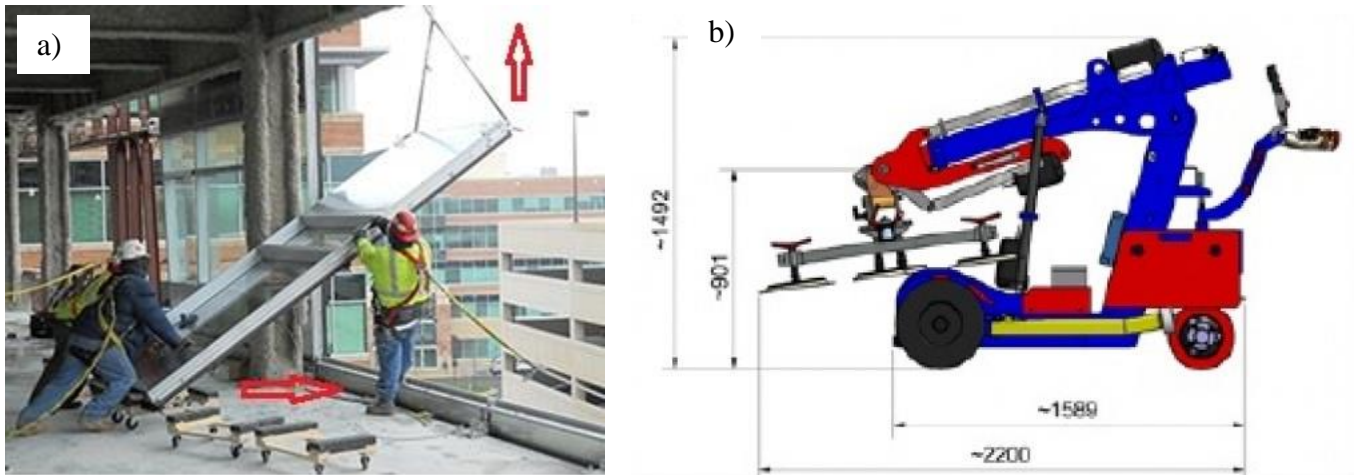
elementai privalo būti pritvirtinti diržais. Pakėlus krovinį į reikiamą aukštį, prie elemento kilpų pribabinami kabliai ir elemento diržai yra atlaisvinami. Elementas atkeliamas nuo lifto ir transportuojamas horizontalia kryptimi į montavimo vietą. Horizontaliam konstrukcijos judėjimui naudojama gervė su bėgelių sistema, kuri yra laikinai pritvirtinama prie aukštesnių pastato aukštų konstrukcijų. Šiuo principu gali būti montuojamas visas pastato fasadas, kai nėra įrengtas atitinkamo dydžio liftas pastato viduje.



Pav. Nr. 23 Kėlimo būdai: a) kėlimas kranu; b) kėlimas išoriniu liftu

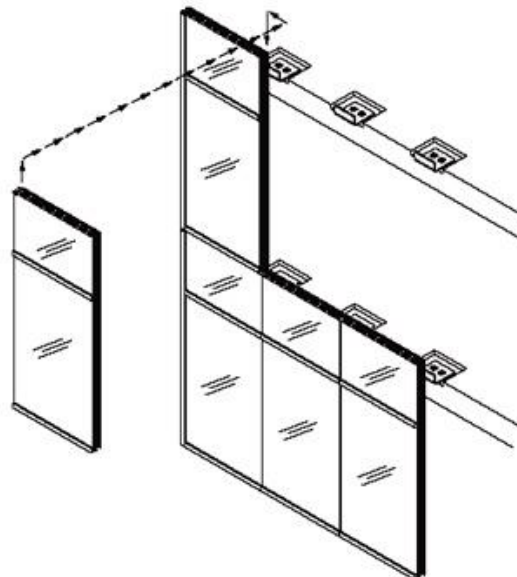
Fasadinės sistemos elementai keliami iš vidaus, kai pastate yra įrengtas liftas skirtas statybinėms medžiagoms kelti. Lifto pagalba elementai užkeliami į reikiamą aukštą. Elementai keliami supakuoti, specialaus dydžio mediniuose stovuose. Pakuotės į liftą ir iš jo išstumiamos ant nedidelių transportavimo vežimėlių. Pakėlus pakuotę į reikiamą aukštį ji yra išardoma. Nuo padėklo elementas išorine puse guldomas ant transportavimo vežimėlio su minkšu paviršiumi ir stumiamas prie montavimo vietos. Konstrukcijos kėlimui gali būti naudojamas nedidelės keliamosios galios strėlinis kranas, kuris užkeliamas į aukštesnį pastato aukštą. Prie kranų kablo stropomis prikabinama konstrukcija pakeliama nuo transportavimo vežimėlio. Elemento apačia turi remtis į vieną iš vežimėlių, kurio pagalba konstrukcija stumiama pastato išorės link. Elementas į lauko pusę turi būti išstumtas palengva, stumiant reikia laikytis atstumo, kad nebūtų kontakto su pastato konstrukcijomis ir fasadinės sistemos elementas nebūtų pažeistas.

Fasadinės sistemos elementų kėlimui gali būti naudojamas savaeigis keltuvas, kurį valdo operatorius. Toks keltuvas yra kompaktiškas, jam nereikia papildomos kėlimo įrangos. Elementas nuo padėklo pakeliamas pritvirtinus vakuuminis čiuptuvus prie stiklo paketo. Keltuvas galima pasukti įvairiomis kryptimis, tai pat vakuuminė kėlimo įranga yra sukiojama. Pasirinkus tokį montavimo būdą užtrunkama daugiau laiko, nei keliant konstrukcijas kitais metodais. Keliamo krovinio svoris ir aukštis yra ribotas.



Pav. Nr. 24 Kėlimo būdai: a) kėlimas kranu; b) kėlimas savaeigiu keltuvu [36].

Pakėlus konstrukciją į reikiamą aukštį, montuotojai nukreipia ir atitaiko ją prie šalia sumontuoto elemento. Surenkamos fasadinės sistemos elemento pastatymui į reikiamą padėtį reikalingi 4 montuotojai, pasiskirstę po du – montuojamo objekto esančiame aukšte ir virš jo. Pakeltas elementas virš apačioje jau sumontuotų elementų, glaudžiamas prie šalia esančio elemento ir nuleidžiamas ant jau sumontuoto apatinio elemento. Priglaudžiant reikia žiūrėti, kad šalia vienas kito esančių elementų tarpinės būtų pilnai įleistos į griovelius ir tarpas tarp profilių būtų vienodas. Nuleidžiant elementą, viršutiniuose elemento kampuose esanti kablo formos tvirtinimo detalė turi pilnai susikabinti su atramine detalė. Elemento padėtis reguliuojama tvirtinimo detalėje esančiu varžtu ir užfiksuojama.

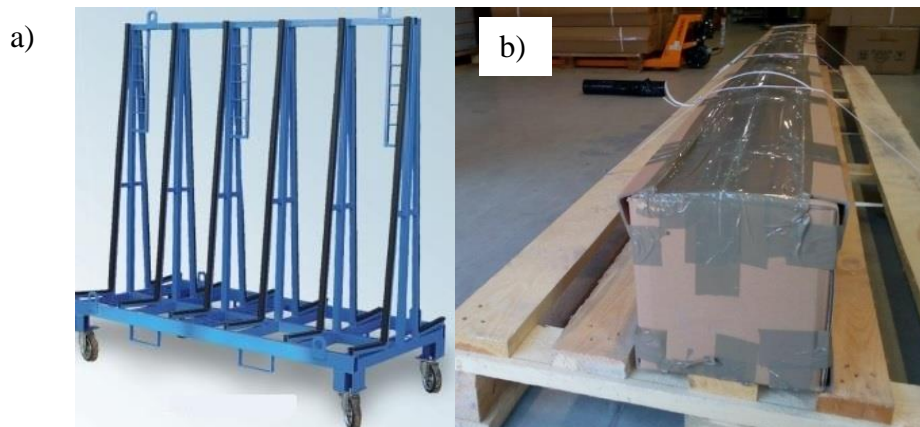


Pav. Nr. 25 Elementinės fasadinės sistemos elemento montavimo schema

4.2.Surenkamo fasado konstrukcijos įrengimo technologija

Pastato stiklinimui naudojami įvairūs aliuminio - stiklo konstrukcijų tvirtinimo metodai. Skiriami du pagrindiniai stiklinimo sprendimai pagal tai, iš kurios pastato pusės bus tvirtinamas stiklas. Vienas tokių sprendimų yra surenkami fasadai, kuriuos sudaro horizontalūs ir vertikalūs elementai. Tokie elementai yra ilgi, dažniausiai gaminami iš aliuminio, tačiau yra variantai, kada aliuminis kombinuojamas su medžio ar plieno konstrukcijomis. Elementai apdorojami ir pjaustomi gamykloje, o visiškai surenkami statybų aikštelėje. Atliekant surinkimo procesą, pirmiausiai prie perdangų montuojami vertikalūs elementai, prie jų jungiami horizontalūs elementai, tarp šių aliuminio rėmų dedamas užpildas. Užpildą sudaro stiklo paketai, daugiasluoksnės plokštės, varstomi langai ir durys. Toks užpildas turi būti tinkamai izoliuotas, tam užtikrinti naudojami elastiniai tarpikliai, kurie prispaudžiami naudojant prispaudimo juostas ant kurių galima montuoti įvairaus dizaino ir formos dangtelius. Stukrūrinio fasado variante vietoje prispaudimo juostų, 2 cm tarpas tarp stiklų sandarinamas specialiu silikonu.

Medžiagų sandėliavimas. Medžiagos sandėliuojamos pagal nustatytas vietas, kurios nurodytos arba atskiru susitarimu su gen. rangovu arba statybos valdytoju. Aliuminio profiliai, guminės tarpinės sandėliuojamos uždaroje patalpose, kurie įrengiami pastato teritorijoje. Norint stiklo paketus išlaikyti nepažeistus, juos reikia sandėliuoti saugiu atstumu nuo darbo vietos. Stiklo paketai saugomi ir pervežami specialiuose stovuose. Fiksuojami vertikalčiai su nedideliu pasvirimu. Atskiriami kamštinio medžio tarpikliais ir kraunami nuo didesnio iki mažesnio į stovo pakraštį. Visi sandėliuojami aliuminio profiliai turi būti užklijuoti apsaugine plėvele, įpakuoti ant medinių padėklų. Sandarinimo tarpinės ir kitos tvirtinimo detalės turi būti supakuotos atskirose kartoninėse dėžėse. Visi stiklo paketai ir profiliai turi būti pažymėti, kad žymėjimas sutaptų su surinkimo brėžiniuose esančiu žymėjimu.

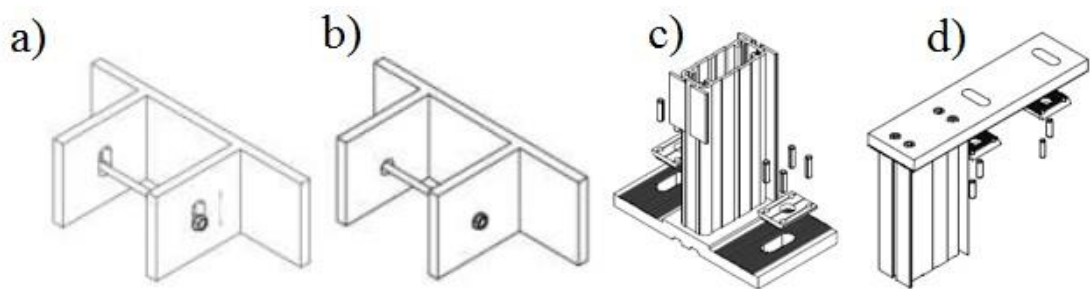


Pav. Nr. 26 a) Stiklų sandėliavimo stovas; b) sandėliuojamų profilių padėklas [37].

Ašių ir tvirtinimo taškų atžymėjimas bei tvirtinimo kronšteinų montavimas. Tvirtinimo taškų (kronšteinų) išdėstymo ir pririšimo prie ašių brėžiniai turi būti pateikiami projektinėje dokumentacijoje

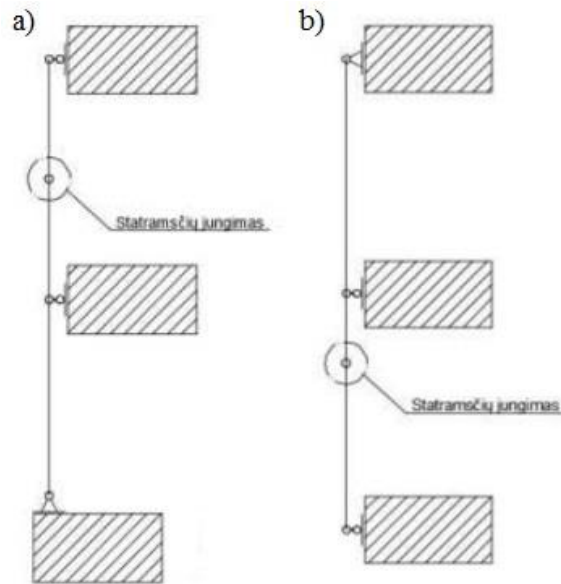
ir perduodami į statybos aikštelę. Statybvietėje turi būti atžymėtos projektinės ašys, nuo kurių yra nurodyti pririšimai kiekvieno tvirtinimo taško ir pagal tai objekte ant perdangos ar kitos laikančios konstrukcijos atžymimos vietos [19], [22].

Kronšteinų montavimas. Kronšteinai tvirtinami ankeriais, skylės gręžiamos grąžtu. Ankerių montavimo vietos atžymimos pridėjus kronšteiną į projektinę padėtį. Tvirtinant kronšteinus prie perdangos naudojami pastoliai arba keltuvas. Fasado elementų tvirtinime reikia atkreipti dėmesį, kad kiekvienas elementas turi būti tvirtinamas statiškai. Elementas yra statiškai teisingas, kai vienas galas yra pastovus, o kitas paslankus. Projektinėje dokumentacijoje, fasadų darbo brėžiniuose turi būti pateikta paslankių ir nepaslankių kronšteinų išdėstymo montavimo schema.



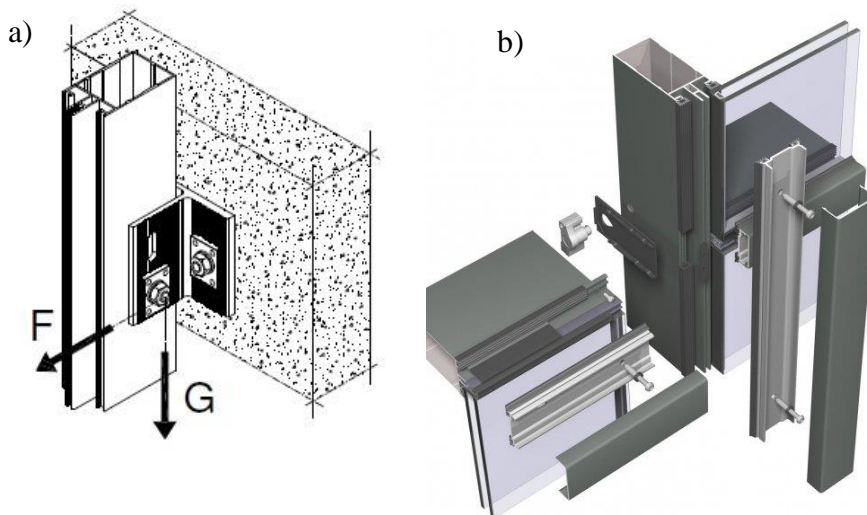
Pav. Nr. 27 a) Paslanki tvirtinimo jungtis; b) nepaslanki tvirtinimo jungtis; c) apatinė tvirtinimo jungtis; d) viršutinė tvirtinimo jungtis

Karkaso (statramsčių ir rygelių) surinkimas. Karkaso montavimas pradamas nuo vertikalųjų elementų – statramsčių montavimo. Tvirtinant fasado elementus reikia atkreipti dėmesį, kad kiekvienas elementas turi būti statiškai pritvirtintas. Kiekvienas statramsčio elementas yra statiškai teisingas, kai vienas galas yra pastovus (fiksotas), o kitas paslankus. Konstrukciją galima įrengti stovinčią, kai apatinis profilio galas yra pastovus, arba kabančią, kai viršutinis profilio galas yra pastovus. Toks principas garantuoja laisvą terminį pailgėjimą ir patrupėjimą fasado elementuose. Montuojant statramsčius svarbu atkreipti dėmesį į visą karkaso surinkimo schemą. Statramsčiai prie kronšteinų tvirtinami gamintojo numatytu tvirtinimo būdu, tvirtinimui naudojami specialūs varžtai.



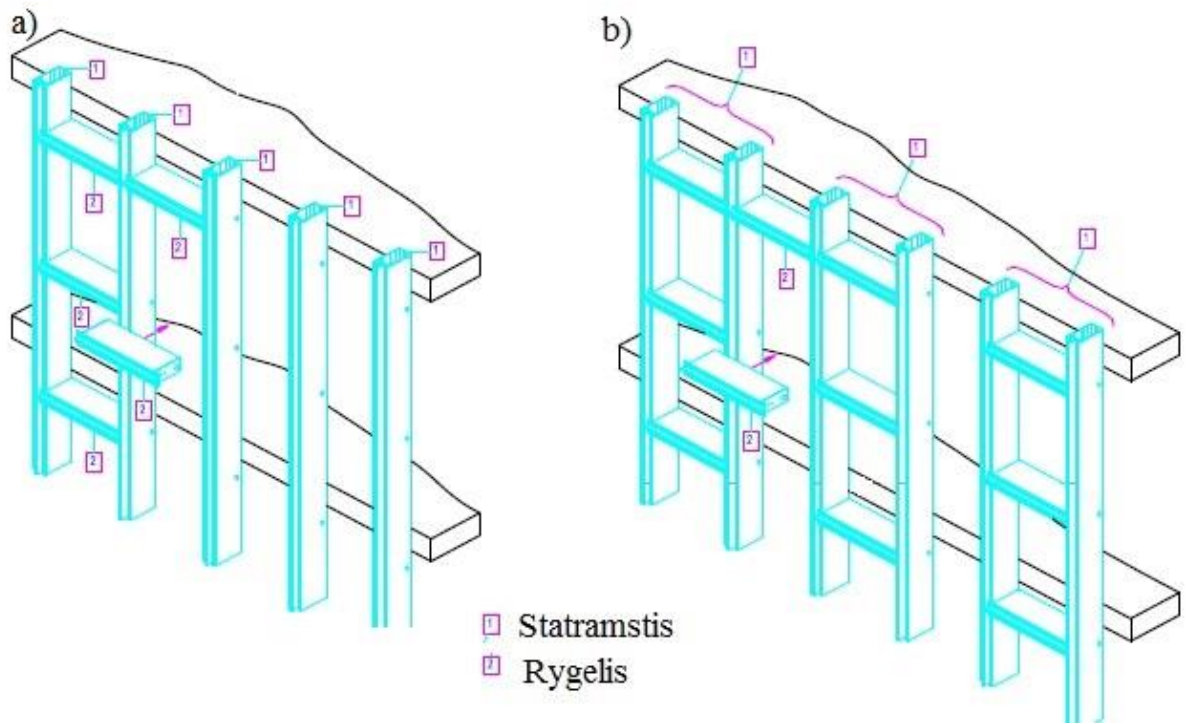
Pav. Nr. 28 Fasado tvirtinimo schema: a) stovinti konstrukcija; b) kabanti konstrukcija [22].

Prieš montuojant rygelį turi būti patikrinta ar rygelio tvirtinimo ant statramsčio vietoje yra sandarinimo guma, padarytos reikiamos skylės ar išpjovos. Rygelis įstatomas į specialią vietą statramsčiuose ir pritvirtinamas savisriegiais. Tarpai tarp statramsčių plokštumos ir rygelių negalimi, jei yra tarpai, karkasas turi būti suveržtas arba permontuotas.



Pav. Nr. 29 a) Statramsčio ir kronšteino jungtis; b) statramsčio ir rygelio jungtis

Surenkamo fasado sistemos profilių montavimas gali būti vykdomas keliais būdais. Dažnai pasitaiko surinkimo būdas, kai nuosekliai pritvirtinami vertikalūs staramsčiai, prie jų vėliau tvirtinami horizontalūs rygeliai. Kitas surinkimo variantas, kai montuojami du atskiri fasado blokai, tarp jų paliekant numatytą tarpą. Vėlesnėse stadijose į tarpus įstatomi rygeliai su specialiais tvirtinimo elementais.



Pav. Nr. 30 Montavimo principai: a) nuoseklus montavimas; b) pakopinis montavimas

Karkaso gumų sandarinimai. Surenkamoje aliuminio stiklo sistemoje gumos dedamos perimetru rygelyje ir statramstyje. Stiklo paketas išorėje ir viduje visu perimetru turi remtis į gumas. Būtina laikytis gumų kombinacijų statramsčiuose ir rygeliuose, tam kad būtų suformuota vientisa stiklinimo plokštuma. Surinkus karkasą būti patikrinta [22]:

- ar sumontuoti insoliatoriai;
- ar sumontuotos sumontuotos reikiamo aukščio gumos (gumų plokštuma turi būti vientisa vieno bloko apimtyje);
- ar yra tinkamai įrengtos drenavimo detalės (pypkės).

Stiklinimas. Skirtingų storių stiklo paketai ir užpildai reikalauja naudoti įvairaus aukščio izoliatorius, sujungimuose – įvairaus aukščio gumas. Sandarumo padidinimui ir montavimo supaprastinimui galima naudoti gumos kampus arba vulkanizuotus gumos rėmus. Stiklo užlaida aliuminio – stiklo fasadinėse konstrukcijose turi būti išpildyta pagal gamintojo rekomendacijas, kataloguose. Aukščio ir pločio nukrypimai gali būti kompensuojami papildomais plastikais kompensatoriais. Atvežti stiklo paketai turi būti pažymėti. Pagal montavimo schema ir peketo žymėjimą nustatoma kiekvieno paketo vieta. Galinčios atsirasti klaidos, kurias būtina įvertinti montavimo metu:

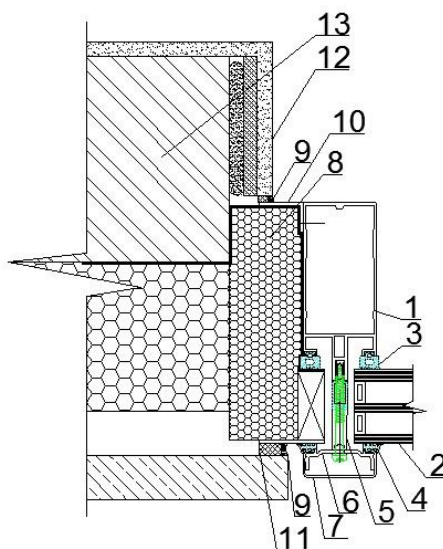
- gali būti per trumpa guma kuri eina po stiklu. Būtina jos užlaida su atsarga;
- rekomenduojama stiklo gaminį apžiūrėti, kad jame nebūtų pažeidimų, kriauklių ir pan;
- kėlimo atveju, naudojant keltuvus, negniuždyti stiklo kampo, o užtikrinti atrėmimą plokštumoje;
- padedant stiklą ant briaunos, vengti bet kokių kietų paviršių;
- stiklas, stiklo paketas ar užpildas turi būti pastatomas ant stiklo laikiklių ir išcentruojamas (stiklo, stiklo paketo ar užpildo kraštas visu perimetru turi būti vienodo storio).

Sudėjus insoliatorius dedami stiklo prispaudėjai, su vienodo aukščio guminėmis tarpinėmis. Stiklo prispaudėjai prisukami tvirtinimo varžtais prie vertikalių ir horizontalių profilių. Sumontavus prispaudimo juostas ant jų užspaudžiami apdailos dangteliai [22].

4.3. Efektyviausių stiklo fasadų įrengimo technologijų praktinis realizavimas

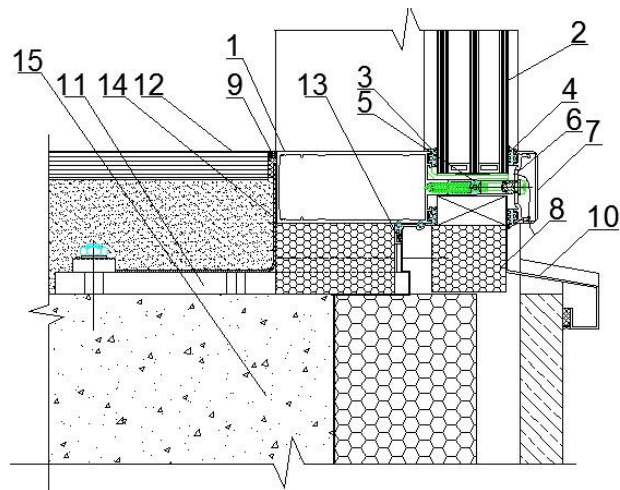
4.3.1. Konstrukciniai sprendimų parinkimai

Surenkami aliuminio-stiklo konstrukcijų fasadai turi užtikrinti statinio esminius reikalavimus: vėjo apkrovos, sniego (stogo įrengimo atveju), drenavimo sprendimai, oro pralaidumo, energinio efektyvumo, akustikos, žmonių saugai, gaisrinės saugos (atskirais atvejais). Šie reikalavimai turi būti aiškiai suformuoti Techninio projekto sprendiniuose ir detalizuoti darbo projekto sprendiniuose.



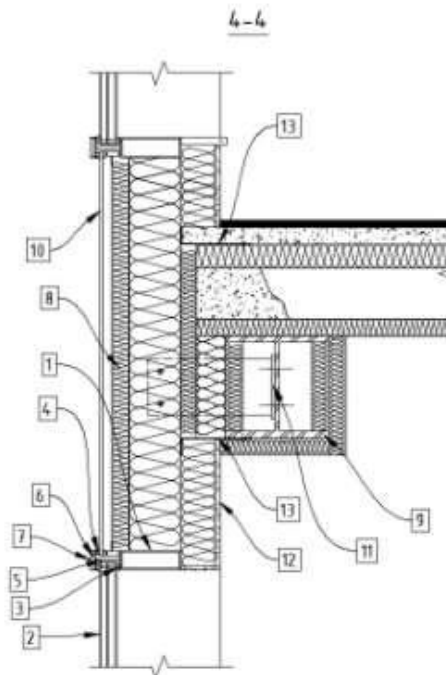
Pav. Nr. 31 Mazgas tarp sienos ir aliuminio stiklo fasadinės sistemos

1 – statramstis; 2 – stiklo paketas; 3 – vidinė guma; 4 – išorinė guma; 5 – izoliatorius; 6 – prispaudėjas; 7 – dangtelis; 8 – mineralinė vata; 9 – silikonas; 10 – skardos lankstinys; 11 – besiplečianti sandarinimo juosta; 12 – gipsas; 13 – sienos konstrukcija [20].



Pav. Nr. 32 Mazgas tarp pamato, sienos ir aliuminio stiklo fasadinės sistemos

1 – Rygelis; 2 – stiklo paketas; 3 – vidinė guma; 4 – išorinė guma; 5 – izoliatorius; 6 – prispaudėjas; 7 – dangtelis; 8 – mineralinė vata; 9 – silikonas; 10 – išorinė palangė; 11 – apatinė tvirtinimo detalė; 12 – grindų danga; 13 – sandarinimo juosta butilo pagrindu; 14 – hidroizoliacinė sandarinimo juosta; 15 – laikančioji pamato konstrukcija [20].



Pav. Nr. 33 Mazgas perdangos ir aliuminio stiklo fasadinės sistemos

1 – Rygelis; 2 – stiklo paketas; 3 – vidinė guma; 4 – išorinė guma; 5 – izoliatorius; 6 – prispaudėjas; 7 – dangtelis; 8 – mineralinė vata; 9 – laikančioji konstrukcija; 10 – skardos lankstinys; 11 – tvirtinimo kronšteinas prie perdangos; 12 – gipsas; 13 – skardos lankstinys.

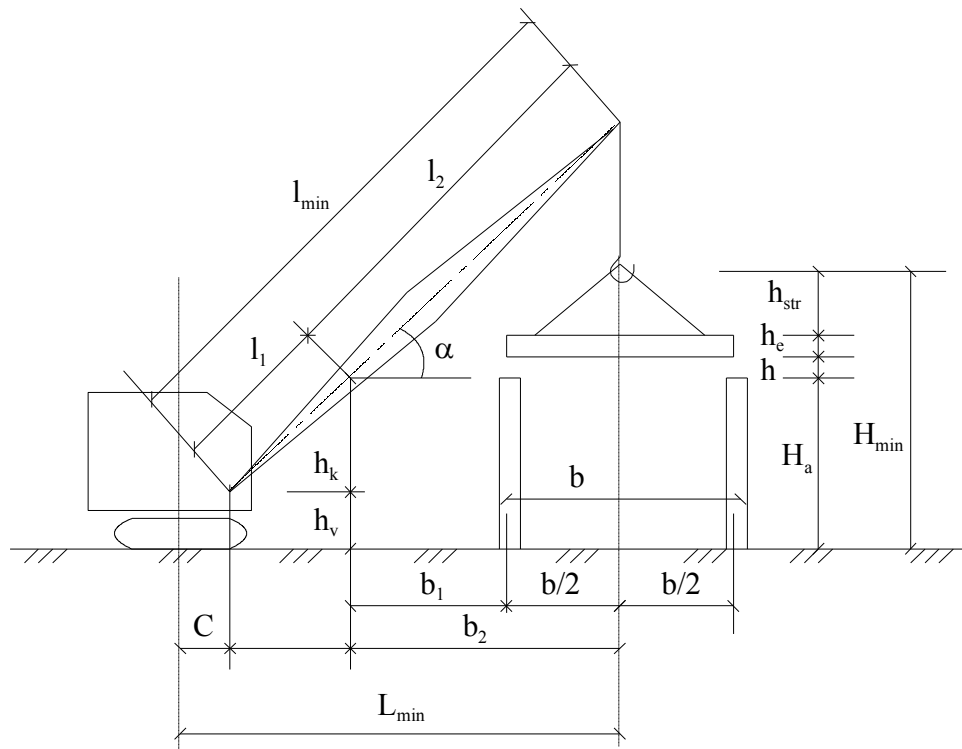
Vertikalūs ir horizontalūs pofiliai parenkama atsižvelgiant į konstrukciją veikiančias apkrovas ir tvirtinimo būdą. Norint kad pastatas atitiktų šiluminius reikalavimus, reikia atsižvelgti į stiklo paketo šiluminius charakteristikas. Šiuo atveju parinkti dviejų kamerų ir trijų stiklų paketai. Perdangos zonoje dedamas dažytas stiklas, prie kurio iš vidaus glaudžiama termoizoliacinė 40mm plokštė. Vėliau dedama ugniai atspari akmens vatos plokštė, kuri paslėpiama įrengiant gipso kartono apdailą. Fasadinės sistemos

apatinė dalis tvirtinama prie pamato, viršutinis ir tarpiniai tvirtinimai įrengiami kronšteinus montuojant prie perdangų. Fasadinės konstrukcijos tvirtinimui naudojami paslankūs ir nepaslankūs kronšteiniai.

4.3.2. Naudojama įranga ir mechanizmai

SKAIČIAVIMAS IR PARINKIMAS

Strėlinio savaeigio kranų skaičiavimas ir parinkimas



Pav. Nr. 34 Strėlinio kranų skaičiuojamoji schema

Lentelė Nr. 20 Duomenys skaičiavimui

Pastato plotis, m b	Aukščiausias montavimo taškas, m. H_a	Sunkiausia stiklo paketo masė, P	Plokštės storis. h_e	Plokštės ilgis, m l	Kranų pastatymas
-	8,28	0,22	-	-	-

Skaičiavimo eiga:

1. Pirmiausiai skaičiuojamas min strėlės ilgis:

$$l_{\min} = \frac{h_k}{\sin \alpha_{\text{opt}}} + \frac{b_2}{\cos \alpha_{\text{opt}}} = \frac{6.78}{0.466} + \frac{1}{0.884} = 14.55 + 1.13 = 15.68 \text{ m}$$

čia α_{opt} – optimalus strėlės polinkio kampas, kuriam esant strėlės ilgis mažiausias

$$\text{tg } \alpha_{\text{opt}} = \sqrt[3]{\frac{h_k}{b_1}} = \sqrt[3]{\frac{6.78}{1}} = 1,893 \quad (22)$$

$$\alpha_{\text{opt}} = 62.2^\circ$$

$$h_k = H_a - h_v = 8,28 - 1,5 = 6,78 \text{ m}$$

$$\text{čia } h_v = 1,5 \dots 2,0 \text{ m}; b_1 = 1,0 \text{ m}$$

$$b_2 = b + b_1 = 0 + 1 = 1 \text{ m}$$

2. Reikalingas strėlės siekis apskaičiuojamas sekančiai:

$$L_{\min} = l_{\min} \cdot \cos \alpha_{\text{opt}} + C = 14,55 \cdot 0,466 + 1,5 = 8,2 \text{ m}$$

čia C – atstumas nuo kranu važiuoklės vidurio iki strėlės įtvirtinimo vietos (m). Priimamas $C=1,5$

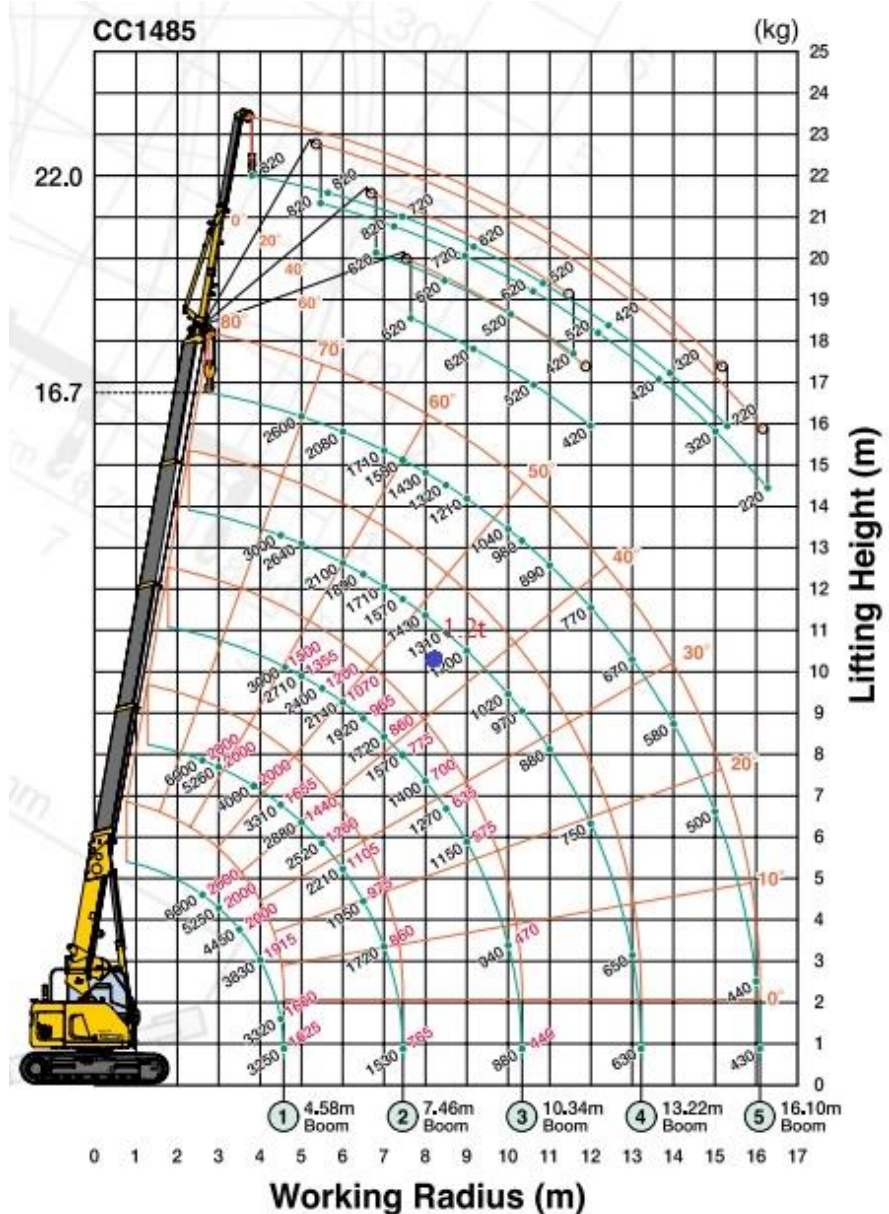
3. Apskaičiuojama krovinio masė (Q), kuri bus keliama kranu, esant apskaičiuotam strėlės siekiui (L_{\min}):

$$Q = P + P_1 \quad (\text{t}) \quad (23)$$

$$Q = 0,22 + 0,05 = 0,27 \text{ t}$$

čia P – sunkiausios plokštės masė t (žr.2.6 lent.); P_1 – kėlimo įrangos masė 50kg.

Turint šiuos duomenis, parenkamas tinkamas kranas.

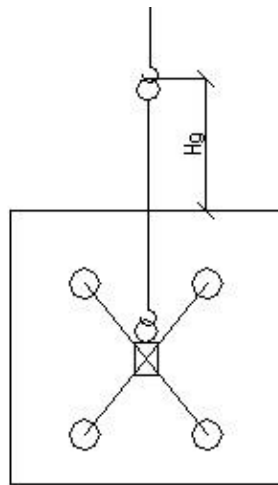


Tikrinama, ar parinktas kranas pakels sunkiausią montuojamą elementą ir ar sugebės sumontuoti aukščiausiai statomą konstrukciją. Tam apskaičiuojamas reikalingas didžiausias kranų kablo pakėlimo aukštis:

$$H_{\min} = H_a + h + h_g \quad (\text{m}) \quad (24)$$

$$H_{\min} = 8,28 + 1 + 1 = 10,28\text{m}$$

čia H_a = aukščiausias montavimo taškas, m (žr.2.6 lent.); h – tarpas tarp atramos ir montuojamo elemento apačios (priimamas); h_g – kėlimo mechanizmo aukštis nuo paketo vidurio iki kablo (2m);



Pav. Nr. 36 Lyno ilgio projekcijos schema

Išvada: Apskaičiavome reikalingą kranų strėlės siekį, kranų keliamąją galią ir didžiausią kranų kablo pakėlimo aukštį. Pagal gautus duomenis parinkome kraną „Maeda CC 1485“, kurio maksimali keliamoji galia 6t, maksimalus strėlės ilgis 16.7+5.3m.

Kėlimo įranga. ADK V 500 - lenkiamas ir sukiojamas vakuuminis kėliklis su akumulatoriumi dėl lanksčių modifikavimo galimybių tinka įvairių plokščių lygiu paviršiumi kėlimui.

Techninė informacija: Kėlimo galia 500 kg. 0-90° hidraulinis lenkimas dirbant, rankinis vakuuminio gaubto pasukimas 90° kampu. Akumulatorius 12 V/7,2Ah, įkraunamas 230 V srove (akumulatorius sumontuotas pačiame rėme). Vakuuminio gaubto skersmuo 300 mm. Pačios įrangos svoris 50 kg. Minimalus stačiakampis 800 x 800 mm, maksimalus dydis su pratęsimo strypais 1650 x 1650 mm, maksimalus dydis su pakėlimo sija ir pratęsimo strypais 2200 x 300 mm.



Pav. Nr. 37 Vakuuminis kėliklis Armatec ADK V 500 [39].

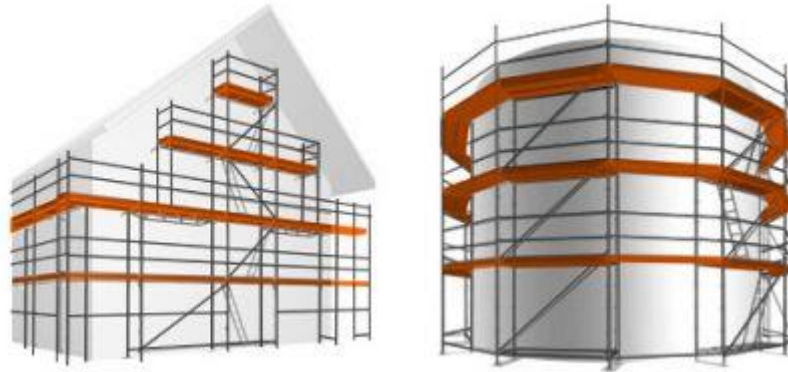
Aliuminio stiklo fasado įrengimo darbams aukštyje naudojamas žirklinis keltuvas GENIE GS 53910RT. Keltuvo charakteristikos:

Bendras svoris,kg:	7960
Degalai:	Dyzelinas
Kėlimo galia, kg:	680
Platformos aukštis, m:	16,15
Darbinis aukštis, m:	18,15
Platformos matmenys, m:	(4,0 + 2,6) x 1,8
Ilgis, m:	4,88
Plotis, m:	2,29
Aukštis, m:	3,15
Aukštis nuleidus turėklus, m:	2,47
Ratų pavara:	4 x 4



Pav. Nr. 38 Žirklinis keltuvas GENIE GS 53910RT [40].

Pastoliai. Tiesioms pastato sienoms naudojami fasadiniai pastoliai ALTRAD PLUS. Šie pastoliai labai greitai montuojami, yra lengvi ir patikimi. Konstrukcija susideda iš vertikalių rėmų, plieninių perforuotų paklotų ir apsauginių detalių. Montuojant pastoliai yra tvirtinami prie fasado įsukamais ankeriais kas 2-3m, tvirtinimo ilgis 36cm. Dėl saugumo naudojamos borto lentos, apsauginiai tinklai. Fasadinių pastolių aukščio žingsnis yra 2 m. Pastolių plotis 0,73 m. Lenktoms pastato atitvaroms naudojami moduliniai pleištiniai pastoliai ALTRAD ROTAX. Jų aukščio žingsnis 0,5 m. Šiems pastoliams montuoti reikalingas tik plaktukas, kuriuo užkalami tvirtinimo pleištai. Konstrukcija gali būti pastatyta tiek su paklotais, tiek be jų. Bendras reikalingas pastolių kiekis 2954,4m².



Pav. Nr. 39 Fasadiniai ir moduliniai pastoliai [42].

Lentelė Nr. 21 Bendros įrangos ir įrankių sąnaudos

Eil. Nr.	Pavadinimas	Svoris, t	Rodiklio dydis
Įrankiai ir priemonės			
1	Plaktukas	vnt	10
2	Elektrinis gražtas	vnt	2
3	Stiklinimo mentelė	vnt	12
4	Ruletė	vnt	10
5	Elektrinis šlifuoklis	vnt	2
6	Elektrinis suktuvas	vnt	4
7	Guminis plaktukas	vnt	10
8	Gulsčiukas	vnt	8
9	Vakuuminis ketuvas	vnt	12
10	Prikabinamas ketuvas	vnt	1
11	Žirklinis keltuvas	vnt	1
12	Fasadiniai pastoliai	m ²	2954
13	Tarpinės spaudiklis	vnt	6

4.3.3. Montavimo principas

Technologinė kortelė parengta aliuminio stiklo konstrukcijų montavimui, kurias nuomatoma įrengti Lietuvos sveikatos mokslų universiteto slaugos fakulteto pastatui. Aliuminio konstrukcijos pradedamos montuoti po to, kai yra įrengiamos perdangos, išorinės mūro sienos. Visos laikančios (gelžbetonio, mūro) konstrukcijos, prie kurių montuojami aliuminio stiklo fasadai turi būti pasiekę projektinį stiprį.

Prieš pradėdant montavimą paruošiamos angos. Angokraščių išorinėse ir vidinėse briaunose bei paviršiuje negali būti daugiau kaip 5 mm gylio išmušimų, tuštumų, skiedinio sąnašų ir kitokių pažeidimų. Defektinės vietos užglaištomos vandeniui atspariais mišiniais. Nuo angokraščių nuvalomos dulkės ir purvas. Nustatomos kronšteinų projektinės padėtis ant laikančių konstrukcijų. Šiam darbui atlikti naudojami matavimo ruletė ir gulsčiukas. Tvirtinimo padėtyms ant pamato ir perdangos nustatomos atžymėjus atstumą nuo laikančių konstrukcijų pastato ašies. Išdėstymo ir pririšimo prie ašies brėžiniai turi būti pateikiami projektinėje dokumentacijoje ir perduodami į statybos aikštelę.

Sistemos įrengimo darbų etapai [22]:

1. ašies ir tvirtinimo taškų atžymėjimas;
2. kronšteinų montavimas;
3. karkaso surinkimas (vertikalių ir horizontalių dalių surinkimas, lygiavimas);
4. gumų įrengimas;
5. stiklinimas ir užtvirtinimas;
6. vidinių sienelių įrengimas;
7. sandarinimas;
8. užbaigimo elementų montavimas (parapetai, palangės ir kita).

Aliuminio profilių karkasas montuojamas nuosekliai, įrengiamos dvi vertikalių profilių eilės montuojami rygeliai, toliau įrengiama sekanti eilė prie kurios tvirtinami rygeliai. Tokiu principu montuojamas visas aliuminio karkasas. Vienu metu dirba 12 montuotojų, pasiskirstę į 3 grupes po 4 montuotojus. Karkasas įrengiamas dirbant ant pastolių, kurie buvo naudojami mūro darbams atlikti. Technologinėje kortelėje vaizduojamo fasado montavimo darbai atliekami naudojant žirklinį bokštelį.

Stiklinimas vykdomas pilnai įrengus aliuminio karkasą. Į vertikalius ir horizontalius profilius suveriamos guminės tarpinės, patikrinama ar nėra tarpų tarp profilių. Apatinėje rygelio dalyje dedamas stiklo laikiklis, ant kurio remiama stiklo apatinė briauna. Iki 100 kg sveriančius stiklus keliant rankomis naudojami vakuuminiai rankiniai stiklo kėlikliai. Sunkiasniems stiklams kelti naudojamas akumulatorinis vakuuminis stiklo kėliklis, kuris tvirtinamas prie krano kalbio. Tarp krano kalbio ir keltuvo kabinimo kilpos naudojamas trosas su minkšta apsauga, apsaugantis stiklą nuo dužimo. Montuojant stiklus krano pagalba 3 montuotojai stato stiklo paketą į projektinę padėtį, vienas žmogus prikabina stiklus prie kabinimo įrenginio. Likusieji darbininkai stiklinimo darbus atlieka grupėmis po 4

montuotojus. Stiklai pradami montuoti nuo viršutinio fasado krašto montuojami klodais nuosekliai. Statomi stiklai ar langų ir durų blokai angoje centruojami stiklinimo plastikinėmis kaladėlėmis, kad nuo kraštų būtų vienodas atstumas.

4.3.4. Saugos reikalavimai

Pastolių saugos reikalavimai. Naudojami pastoliai turi būti apžiūrėti ne rečiau kaip kartą per 10 dienų, taip pat po smarkaus lietaus ar vėjo, polaidžio ar mechaninio poveikio. Pastebėjus pastolių deformacijas, jie turi būti tikrinami ir taisomi. Atlikus apžiūras ar taisymo darbus, pildomi patikros lapai, kurie saugomi statybvietėje. Pastolių naudojimo laikotarpiu neturi būti viršijamos pastolių projekte nurodytos apkrovos. Priėjimo prie darbo vietų ir pačios darbo vietos turi būti prižiūrimos, valomos nuo šiukšlių, neužkraunamos sandėliuojamomis medžiagomis, darbo įrankiais (neapkrauti pastolių nereikalingomis bei nuardomomis medžiagomis, detalėmis ir darbo priemonėmis). Pastolius gali išardyti tik nustatyta tvarka apmokyti darbuotojai. Pastoliai išardomi Pastolių projekte numatyta tvarka, pradedant nuo viršaus. Ardant pastolius būtina naudoti asmeninių apsaugos priemonių skyriuje įvardintas priemonės [22].

Asmeninės apsaugos priemonės. Konkrečios asmeninės apsaugos priemonės darbuotojams parenkamos įvertinus profesinę riziką darbo vietose. Visi statybvietėje esantys asmenys privalo dėvėti apsauginius šalmus. Darbuotojai, atliekantys pastolių statymo, ardymo, remonto ar perstatymo darbus turi [22]:

- dėvėti asmenines apsaugos priemones;
- asmenines apsaugos priemones apsaugančias nuo kritimo iš aukščio (apraišus, saugos diržus);
- apsauginius šalmus;
- apsauginius batus su sutvirtinta nosele;
- darbo drabužius;
- mechaniniam poveikiui atsparias pirštines.

Atliekant fasado paviršiaus paruošimo darbus, naudoti pirštines, bent minimaliai apsaugančias nuo mechaninio poveikio, apsauginius akinius, darbo drabužius. Pjaustant, gręžiant išorines fasado apdailos plokštes ir atliekant kitus, dulkes sukeliančius procesus, turi būti naudojamos kvėpavimo takus apsaugančios asmeninės apsaugos priemonė, respiratoriai arba įrengiamos patalpos su ištraukiamąja ventiliacija. Dirbant su elektriniais įrankiais būtina naudoti asmenines apsaugos priemones pagal gamintojų naudojimo instrukcijose nurodytą paskirtį.

Saugos reikalavimai naudojant kopėčias. Darbai gali būti vykdomi nuo kopėčių tik tada, kai dėl darbų apimties, ar statybvietės ypatumų netikslinga naudoti kitų, saugesnių įrenginių (pvz.: surenkamų paaukštinimo priemonių ir t.t.). Kopėčių atramos turi būti statomos ant nejudančio, tvirto, neslidaus paviršiaus, arba pritvirtintos taip, kad nejudėtų. Jos turi būti tokio ilgio, kad kyšotų ne mažiau

kaip 1 m virš paviršiaus ant kurio lipama ir ant kurio nėra už ko darbuotojui laikytis. Lipant kopėčiomis ir nešant krovinį jis turi būti nešamas viena ranka ir jis neturi trukdyti darbuotojui kita ranka laikytis kopėčių. Lipti iki pat viršaus ir stovėti ant skečiamų kopėčių, jeigu nėra atramos, negalima. Tokiu atveju turi būti stovima ne aukščiau kaip ant trečio skersinio nuo viršaus. Naudojimo metu kopėčias privaloma periodiškai vizualiai tikrinti ar nėra mechaninių ar kitokių pažeidimų galinčių turėti įtaką jų atsparumui. Nustačius pažeidimus jie turi būti nedelsiant pašalinami [22].

Saugos reikalavimai naudojant darbo priemones. Darbuotojams išduodamos darbo priemonės turi būti techniškai tvarkingos. Darbo priemonės turi būti prižiūrimos, tikrinamos ir taisomos gamintojo instrukcijoje nustatyta tvarka. Naudoti kilnojamus elektrinius įrankius ir prietaisus tik su nepažeista kabelio, rankenų izoliacija, tvarkingais kištukais ir tvarkingais įjungimo ir išjungimo mechanizmais. Kvalifikuotas specialistas pagal įžeminimo schemą turi įrengti įžeminimą, kuris apsaugotų nuo elektros išlydžio, kai yra naudojami elektriniai įrankiai. Neleisti, kad ant elektrinių įrankių ir prietaisų paviršiaus patektų vandens ar jie sudrėktų [22].

Saugos reikalavimai tvarkant atliekas. Atliekas leisti iš didesnio nei 3 m aukščio, galima tik uždalais latakais, vamzdžiais, dėžėse – konteineriuose. Mesti statybinės atliekas be latakų ar kitų priemonių leidžiama iš ne didesnio kaip 3 m aukščio. Vieta, į kurią metamos statybinės atliekos, turi būti aptverta. Atliekoms naudojamas atskiras konteineris, skirtas statybinių medžiagų atliekoms. Visos medžiagos privalo būti rūšiuojamos [22].

4.3.5. Kokybės kontrolė

Visos statybos metu tikrinama įvairių darbų kokybės kontrolė [22]. Aliuminio stiklo fasadinės sistemos įrengimo kontrolė pateikiama 22 lentelėje.

Lentelė Nr. 22 Kokybės kontrolė

Kontrolės objektas	Kontrolės etapai	Kontrolės būdai	Pastabos	Atsakingi dalyviai
Kronšteinų įtvirtinimas	- tikrinama kronšteinų įrengimo nuokrypiai;	Ruletė, gulsčiukas, nivelyras, teodolitas, vizualiai, atliekant fizinius bandymus (pagal poreikį)	Kronšteinų montavimo galimi nuokrypiai turi būti nurodyti fasado montavimo brėžiniuose pateikiamuose į aikštelę, bet negali viršyti: horizontaliai nuo ašies +-2mm; vertikalios kryptimi +-10 -20 mm. arba kaip nurodyta darbo projekte.	A: SSTP; SSV
	Turi būti patikrinta ar kiekvienam statramsčiui yra tik vienas fiksuotas ar universalus (kuris gali virsti tik fiksuotu) tvirtinimo kronšteinas, visi kiti turi būti	vizualiai	klaidos negalimos	A: SSTP; SSV

	paslankūs. Išskyrus jei bus nurodyta kitaip projektinėje dokumentacijoje.			
	Jeigu yra ruošiami nesisteminiai tvirtinimo taškai (kronšteinai), tai prie darbo projekto turi būti pateikti tvirtinimo taškų statiniai skaičiavimai.	Tikrinama dokumentacija Įrašas į darbų žurnalą		A: SSTP; SSV
Statramsčių tvirtinimas			Statramsčių montavimo galimi nuokrypiai negali viršyti: Jeigu elemento ilgis daugiau nei 2m. tai +/- 2 mm, jei mažiau +/- 1 mm. Viso vieno aukšto fasado iki +/- 10 mm; Surankant eilę statramsčių horizontalia kryptimi, nuokrypis negali viršyti +/- 2 mm tarp ašių arba 4 metrų atstume;	A: SSTP; SSV
Uždarų zonų išorės apdailos elementų tvirtinimas			Nuokrypiai nuo plokštumos ± 2mm 1 metrui, tačiau ne daugiau kaip ± 10mm per visą pastato aukštį; kreiviniams paviršiams iki 30mm nuo nustatytos plokštumos	A: SSTP; SSV
Šilumos izoliacijos įrengimas	- tikrinama, kaip šilumos izoliacija priglundusi prie izoliuojamos sienos paviršiaus; - jei Projekte numatyta tvirtinti smeigėmis tikrinamas jų skaičius ir prispaudimas - tikrinamas termoizoliacinių plokščių suglaudimas, siūlių užpildymas atraižomis;	Vizualiai; smeigių skaičius į vieną m ² ;	Perspaudimas ne daugiau kaip 5mm.	A: SSTP; SSV
	- Nuokrypiai nuo horizontalės arba vertikalės per visą fasado plokštumą	Ruletė, liniuotė, nivelyras, teodolitas	2 mm/m tačiau ne daugiau kaip ±10 mm per visą pastato aukštį, bet ši paklaida gali didėti priklausomai nuo visuotinai priimtų medžiagų paklaidų (pvz., akmens pjovimo paklaida storiui yra ±1,5 mm, o skalūno – iki ±5 mm). Kreiviniams paviršiams – iki 30 mm nuo nustatytos plokštumos įvertinant medžiagų toleranciją	A: SSTP; SSV
	Vietiniai nuokrypiai matuojant 2 m ilgio liniuote	Ruletė, liniuotė, nivelyras, teodolitas	≥4 mm, tačiau ši paklaida gali didėti priklausomai nuo visuotinai priimtų medžiagų paklaidų (pvz., akmens pjovimo paklaida storiui yra ±1,5 mm, o skalūno – iki ± 5 mm).	A: SSTP; SSV
	Atskiros angos angokraščių nuokrypiai nuo horizontalės arba vertikalės	1 m ilgio liniuotė, gulsčiukas, ruletė	3 mm/m turint galvoje, kad angos matmenys neribojami, paklaida turėtų būti ±10 mm,	A: SSTP; SSV

Trumpiniai: SPVP - statinio projekto vykdymo priežiūra; SSTP - statinio statybos techninė priežiūra; SSV – statinio statybos vadovas; RJA – rangovo įgaliotas asmuo, atsakingas už darbų saugą statybvietėje; SK – statinio statybos saugos ir sveikatos darbe koordinatorius; A – atsakingas; D – dalyvis; I – informuojamas.

4.3.6. Kalendorinis grafikas

Vienas iš objektų statybos technologinių modelių yra kalendorinis grafikas, kuris pasirinktas projektuojamo pastato darbų organizavimo problemoms spęsti. Šis grafikas plačiai naudojamas objektų statybos aliuminio stiklo konstrukcijų įrengimo proceso valdymui. Labai svarbu, kad sudarytas kalendorinis grafikas būtų optimalus ir kuo realesnis. Akcentuojamas sudaryto kalendorinio grafiko kokybės įvertinimas, statybos trukmės optimizavimo galimybės. Kalendorinis grafikas vaizduoja statybos darbus, atliekamus per tam tikrą laikotarpį. Kalendoriniame grafike įtraukti normatyvai iš konkrečios įmonės praktinių rezultatų. Darbininkų skaičius parinktas atsižvelgiant į fasadinės sistemos įrengimo plotą. Darbai atliekami pasiskirsčius į 3 grupes po 4 montuotojus.

Lentelė Nr. 23 Aliuminio - stiklo fasado įrengimo kalendorinis grafikas

Eil. Nr.	Darbo pavadinimas	Darbo apimtis		Darbo sąnaudos			Normų vykdymas %	Mechanizmo pavadinimas	Pamainų skaičius	Darbininkų skaičius	Planuojama darbo trukmė	Brigados sudėtis	2017 metai																														
				Norminės		Planuojamos							Birželis															Liepa															
		Mato vnt.	Kiekis	Žm.d.	Mech. pam.								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
													1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14																														
1	Aliuminio surenkamo fasado atramų, bei vertikalų ir horizontalių elementų montavimas.	100m	28.86	354	14.3	276	128	Smulkūs el. Prietaisai.	1	12	23	12 montuotojų																															
2	Aliuminio fasado stiklinimas. stiklo paketus keliant kranu.	m ²	55	6	1	5	120	Kranas CC 1485, žirklinis keltuvas. Smulkūs el. Prietaisai.	1	4	1	1 kranu operatorius, 1 stropuotojas, 3 montuotojai.																															
3	Aliuminio fasado stiklinimas rankiniu būdu.	m ²	1245	243	6.5	200	121.5	Smulkūs el. Prietaisai.	1	10	20	10 montuotojai																															
4	Prispaudimo juostų ir apdailinių dangtelių montavimas	100m	28.86	52	3.2	42	123.8	Smulkūs el. Prietaisai.	1	2	22	2 montuotojų																															

IŠVADOS

1. Stiklo fasadai yra ne tik gražūs ir šiuolaikiški, gerai dera nūdienos miestų architektūroje, bet ir yra ekologiški bei ilgaamžiai – atsparūs temperatūros pokyčiams, oro drėgmei. Panaudojant spalvotą ar raštuotą stiklą, tokius fasadus galima šiuolaikiškai dekoruoti, suteikti jiems individualumo. Bet to, eksploatacinės pastatų su stiklo fasadais sąnaudos yra mažesnės.
2. Siekiant užtikrinti maksimalias aliuminio-stiklo konstrukcijos šilumines savybes, parinktas stiklo paketas (4 XN – 14Kr – 4 – 14Kr – 4 XNII – 14Kr - 4 XN) su termo rėmeliu (Swisspacer Ultimate), kurio šilumos perdavimo koeficientas ($U_g = 0.298 \text{ W/m}^2 \text{ K}$). Aliuminio konstrukcijoms naudojamos sistemos (HI) su atitinkamais insoliatoriais. Bendras konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientas, esant optimaliam stiklo paketo dydžiui, ($U_w = 0.452 \text{ W/m}^2 \text{ K}$). Tokia konstrukcija teoriškai atitinka standarto (STR 2.01.02:2016) „Langai, stoglangiai, švieslangiai ir kitos skaidrios atitvaros“ A++ energetinio naudingumo klasę, tiek gyvenamosios, tiek visuomeninės paskirties pastatams.
3. Išsiaiškinta, jog naujausi pasiekimai stiklo fasadų srityje yra fotovoltiniai moduliai – kristalinio arba amorfinio silicio stiklas, kurie savo savybėmis prilygsta įprastiniam stiklui ir generuoja saulės energiją.
4. Atlikta porinio palyginimo apklausa, anketas pateikiant trisdešimčiai specialistų - statybos srityje ir projektavime dirbantiems žmonėms, tiekiantiems, projektuojantiems aliuminio-stiklo konstrukcijas. Gauti rezultatai parodė, kad reikšmingiausi kriterijai yra tokie: šilumos perdavimo koeficientas, kaina, estetika.
5. Siekiant įvertinti aliuminio – stiklo fasadų konstrukcinius sprendimus, skaičiavimai atlikti pagal kompleksinį kriterijų reikšmingumą, nuo kurio priklauso gautas rezultatas. Nustatyta, kad reikšmingiausi kriterijai yra: stiklo paketo svoris, darbo sąnaudos, šilumos perdavimo koeficientas.
6. Atlikus skaičiavimus artumo idealiam taškui metodu, gauta, jog geriausias projektinis sprendimas yra A1 - surenkamas fasadas CW 50-HI.
7. Išanalizuotos elementinio ir surenkamojo stiklo fasadų įrengimo technologijos ir šiu pagrindu parengta surenkamo fasado CW 50-HI įrengimo technologinė dokumentacija, pritaikyta realiam objektui – Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Slaugos fakulteto pastatui.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. VAITKIENĖ, Aneta. *Stiko bokštų veidai. Statyk PRO*. 2016, nr. 4, pp 37-42.
2. BOČKUS, Stasys. *Medžiagų inžinerija 1 dalis: Vadovėlis* [interaktyvus]. Kaunas, 2013 [žiūrėta 2017-02-02]. Prieiga per: <https://www.ebooks.ktu.lt/eb/1129/medziagu-inzinerija-i-d/> ;
3. SAPA: *Unikali ekstruzijos technologija-neribotos galimybės* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-02 d.]. Prieiga per: <http://www.sapagroup.com/lt/sapa-profiliai-uab/profiliai/tampavimas/> ;
4. SAPA: *Anodavimas yra vienas labiausiai paplitusių paviršiaus padengimo būdų* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-02 d.]. Prieiga per: <http://www.sapagroup.com/lt/sapa-profiliai-uab/profiliai/anodavimasprivalumai/> ;
5. SAPA: *Dažymas- puiki galimybė profilių paviršiui suteikti reikiamą spalvą, blizgumą.* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-02 d.]. Prieiga per: <http://www.sapagroup.com/lt/sapa-profiliai-uab/profiliai/daymas/> ;
6. KANDROTAITĖ – JANŪNIENĖ, Rasa. *Inžinerinių medžiagų žymėjimo sistemos: Vadovėlis* [interaktyvus]. Kaunas, 2013 [žiūrėta 2017-02-26]. Prieiga per: <https://www.ebooks.ktu.lt/eb/1258/inzineriniu-medziagu-zymejimo-sistemos/> ;
7. *Statybos techninis reglamentas STR 2.05.20:2006 „Langai ir išorinės įėjimo durys“* Galioja nuo 2013-07-14. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-02-26]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.270735/wcMIZBNIXT>;
8. ŽURAUSKIENĖ, Ramunė ir kt. *Apdailos medžiagų ir dirbinių technologija: Mokomoji knyga* [interaktyvus]. Vilnius, 2012 [žiūrėta 2017-02-26]. Prieiga per: <http://openbooks.vgtu.lt/index.php/technika/catalog/view/17/11/33-1>;
9. JUOZAITIS, M. *Fasadinių aliuminio – stiklo konstrukcijų ypatybės*. Vilniaus gedimino technikos universitetas. 2011. ISSN 2029-7149. [žiūrėta 2017-03-25]. Prieiga per: http://dspace.vgtu.lt/bitstream/1/792/1/22_Juozaitis_S4.pdf;
10. KLEIN, Tillmann. *Integral Facade Construction*. Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Architectural Engineering + Technology department. [interaktyvus], Vokietija, 2013. ISSN 2212-3202. [žiūrėta 2017-03-25]. Prieiga per: <https://books.bk.tudelft.nl/index.php/press/catalog/book/44>;
11. AFGHANI KHORASKANI, R. *Architectural Glazing. Stick System Curtain Walling. Unitized Curtain Walling*. [interaktyvus] 2015. ISBN: 978-3-319-12996-9. [žiūrėta 2017-03-29]. Prieiga per: <file:///C:/Users/User/Downloads/9783319129969-c2.pdf>;

12. REYNAERS: *Reynaers aluminium CW-50 HI*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-03-02]. Prieiga per: http://www2.reynaers.com/SharePointApps/Arch_cat/EN/layer/sys_3011.html;
13. SIMONAVIČIŪTĖ, Rūta. *Kiekybinių daugiatakslių sprendimo priėmimo metodu jautrumo analizė*, Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Informatikos inžinerija. Vilnius 2011. ISBN 978-609-457-055-1.
14. REYNAERS: *Reynaers aluminium CW-50 SC*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-04-22]. Prieiga per: http://www2.reynaers.com/SharePointApps/Arch_cat/EN/layer/sys_3015.html;
15. REYNAERS: *Reynaers aluminium CW-50 Alu on Steel*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-04-24d.]. Prieiga per: http://www2.reynaers.com/SharePointApps/Arch_cat/EN/layer/sys_3010A.html;
16. REYNAERS: *Reynaers aluminium CW-65 EF/HI*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-04-24]. Prieiga per: http://www2.reynaers.com/SharePointApps/Arch_cat/EN/layer/sys_528B.html;
17. QUIROUETTE, Rick. B. Arch. *Glass and aluminum curntain wall systems*. [interaktyvus]. Canada. 2016. [žiūrėta 2017-04-22]. Prieiga per: <file:///C:/Users/User/Downloads/Glass+and+Aluminum+Curtain+Wall+Systems.pdf>;
18. PODVEZKO, Valentinas. *Kriterijų reikšmingumo nustatymo metodai* [interaktyvus]. Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Fundamentinių mokslų fakultetas, Vilnius, 2014. ISSN 0132-2818. [žiūrėta 2017-04-24]. Prieiga per: <https://www.mii.lt/LMR/B/2014/55B21.pdf> ;
19. *Statybos tasyklės ST 2491109.01:2015 „Langu, durų ir jų konstrukcijų montavimas“* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-04-28]. Prieiga per: http://www.alseka.lt/uploads/01_ENERGOTRAIN_TA7_Langu_duru%20ir%20ju%20konstrukciju%20montavimas_v0_01_160328_0.pdf ;
20. REYNAERS: *Reynaers aluminium CW-50 Building connections*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-12-22 d.]. Prieiga per: <https://www.reynaers.com/sites/default/files/public/products/cad/CW%2050%20Building%20Connections%20Architect%20Catalogue%20EN.pdf> ;
21. BEDON, Chiara, and Claudio Amadio. 2017. *Passive Control Systems for the Blast Enhancement of Glazing Curtain Walls Under Explosive Loads*. The Open Civil Engineering Journal, [interaktyvus] 2017, 396-398p. [žiūrėta 2017-12-22 d.]. Prieiga per: doi:10.2174/1874149501711010396 ;

22. *Statybos taisyklės* ST 121895674.205.20.03.01:2015. „Fasadų įrengimo darbai Stiklo aliuminio fasadų įrengimas (A ir aukštesnės energinio naudingumo klasės pastatams)“ [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-12-20]. Prieiga per internetą: http://energinisefektyvumas.lt/wp-content/uploads/2016/02/TA_160211_STATAI_aliuminio-fasadai_v0_07_Projektas.pdf ;
23. KILAIRE, A. *Design of an Integrated Passive and Active Double Facade System for UK Offices*. University of Nottingham, Nottingham. [interaktyvus]. 2012, 120-122p. Prieiga per: <http://eprints.nottingham.ac.uk/30860/1/Final%20Thesis.pdf> ;
24. ZAVADSKAS E.,K., Kaklauskas A., Banaitienė N. *Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinė analizė*. V.: Technika, 2001. p. 139-142;
25. ZAVADSKAS E.,K., Kaklauskas A., Banaitienė N. *Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinė analizė*. V.: Technika, 2001. p.142-143;
26. LIAUDANSKIENĖ, Rita ir kt. *Evaluation of Construction Process Safety Solutions Using the TOPSIS Method*. [interaktyvus]. Vilnius, 2009. ISSN 1392-2785. [žiūrėta 2017-05-24]. Prieiga per: <http://internet.ktu.lt/lt/mokslas/zurnalai/inzeko/64/1392-2758-2009-4-64-32.pdf>;
27. *Statybos techninis reglamentas* STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“. [interaktyvus] Galioja nuo 2016-12-01. [žiūrėta 2017-12-22]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/2c182f10b6bf11e6aae49c0b9525cbbb> ;
28. YOUNG, Chin-Huai, Yi-Lin Chen, and Po-Chun Chen. *Heat insulation solar glass and application on energy efficiency buildings*. *Energy and Buildings*. [interaktyvus]. 2014, 2-3p. ISBN:0378-7788, [žiūrėta 2017-05-24]. Prieiga per: DOI:10.1016/j.enbuild.2014.04.012;
29. BATTAGLIA, Corsin, Andres Cuevas, and Stefaan De Wol. *High-efficiency Crystalline Silicon Solar Cells: Status and Perspectives*. [interaktyvus]. 2016, 1552p. [žiūrėta 2017-09-24]. Prieiga per: DOI:10.1039/C5EE03380B
30. KAMEL, Raghad S., and Alan S. Fung, *Modelling and characterization of transparent building integrated PV/T collector*, in: *Energy Procedia*. [interaktyvus]. 2015, 1874-1875p. [žiūrėta 2017-09-24]. Prieiga per: doi:10.1016/j.egypro.2015.11.349
31. ONYX: *Fotovoltinių elementų gaminamos energijos kiekio skaičiuoklė*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-10-30]. Prieiga per: <https://www.onyx-solar.com/smarttools/indexen.php>.
32. ONYX SOLAR: *Photovoltaic Glass for Buildings*, [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-11-30]. Prieiga per: <http://www.onyx-solar-downloads.com/docs/OnyxSolar-Corporate-Brochure-BIPV-Bureau-EN.pdf> ;

33. ONYX SOLAR: *Technical Guide*, [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-11-30]. Prieiga per: http://onyxsolardownloads.com/docs/ALL-YOU-NEED/Technical_Guide.pdf;
34. ONYX SOLAR: *Low-E Photovoltaic Glass*, [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-12-01]. Prieiga per: http://onyxsolardownloads.com/docs/ALL-YOU-NEED/Technical_Guide.pdf
35. RAMANAUSKAS, Juozas, R. Bliūdžius. *Langai. Pastatų konstruktoriams ir statybininko žinybas*. Vilnius 2009. 1431p.
36. REIMPEX: *Savaeigiai keltuvai*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-12-20] Prieiga per: <http://www.reimpex.lt/lt/katalogas/stakles-ir-irenginiai/langu-stiklo-paketu-ploksciu-kelimo-iranga.htm> ;
37. REIMPEX: *Transportavimo įranga, vežimėliai*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-12-20] Prieiga per: <http://www.reimpex.lt/lt/katalogas/stakles-ir-irenginiai/transportavimo-iranga.htm>.
38. ENCLOS: *Modular prefab: The installation of unitized curtain wall system*. [interaktyvus]. 2012.02. Prieiga per: <http://www.enclos.com/site-info/news/modular-prefab-the-installation-of-unitized-curtainwall-systems>;
39. VAKUUMINIS KĖLIKLIS: *ADK V 500* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-11-10]. Prieiga per: <http://www.glastech.lt/iranga-ir-irengimai> ;
40. ŽIRKLINIS KELTUVAS: *GENIE GS-5390RT* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-11-10]. Prieiga per: <https://www.genielift.com/en/product/rough-terrain-scissor-lifts/gs-5390-rt> ;
41. STRĖLINIS KRANAS: *Maeda CC 1485* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-11-10]. Prieiga per: <http://www.maedaminicranes.co.uk/application/pdf/cc1485.pdf> ;
42. PASTOLIAI: *Acad plus* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017-11-10]. Prieiga per: http://www.transrifus.lt/lt/produktai/pastoliai?gclid=EA1aIQobChMI8cm0r7vG2AIVWIwZCh3PBgXKEAAYASAAEgLtm_D_BwE.

PRIEDAI

Priedas Nr. 1 Anketa

Aliuminio-stiklo konstrukcijoms svarbiausi kriterijai

Suskirstykite kriterijus pagal svarbą prie jų parašydami balus nuo 1 iki 10. Svarbiausias jūsų nuomone kriterijus – 10 balų, mažiausiai svarbus - 1 balas. Jeigu kriterijai atrodo vienodai svarbūs, galima rašyti vienodą balų skaičių.

Masė (K1), kg/m² –

Šilumos perdavimo koeficientas (K2), W/m²·K -

Maksimalus leistinas stiklo paketo storis (K3), mm -

Maksimalus leistinas stiklo paketo svoris (K4), kg -

Atsparumas vėjo apkrovai (K5), Pa –

Garso izoliacija (K6), dB –

Darbo sąnaudos (K7), žm.val./m²-

Kaina (K8), Eur/m² -

Suderinamumas su kitomis sistemomis (K9), % –

Estetika (K10), balai –

Prašau užpildytą anketą atsiųskite atgal.

Ačiū!

Priedas Nr. 2 Mėnesinių šilumos nuostolių per pastato langus, stoglangius, švieslangius ir kitas skaidrias atitvaras skaičiavimas

Skaičiuojamieji šilumos nuostoliai per pastato langus, stoglangius, švieslangius ir kitas skaidrias atitvaras, pagal kuriuos skaičiuojami energijos poreikiai pastatui šildyti:

$$Q_{H.wda,m} = \frac{0,001 \cdot t_m \cdot 24}{A_p} \cdot (\theta_{iH} - \theta_{e,m}) \cdot \left[\sum_{x=1}^n (A_{wd,x} \cdot U_{wd,x} \cdot k_{wd,m,x}) + \sum_{x=1}^n (A_{gw,x} \cdot U_{gw,x} \cdot k_{gw,m,x}) + \sum_{x=1}^n (A_{bw,x} \cdot U_{bw,x} \cdot k_{bw,m,x}) + \sum_{x=1}^n (A_{og,x} \cdot U_{og,x} \cdot k_{og,m,x}) \right]; \quad (1)$$

Sausis:

$$Q_{H.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 31 \cdot 24}{100} \cdot (20 - (-5.1)) \cdot \left[\sum_{x=i}^n (120 \cdot 0.6 \cdot 1) = 13.446 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{mėn.))}; \right];$$

Vasaris:

$$Q_{H.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 28 \cdot 24}{100} \cdot (20 - (-4.4)) \cdot \left[\sum_{x=i}^n (120 \cdot 0.6 \cdot 1) = 11.806 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{mėn.))}; \right];$$

Kovas:

$$Q_{H.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 31 \cdot 24}{100} \cdot (20 - (-0.7)) \cdot \left[\sum_{x=i}^n (120 \cdot 0.6 \cdot 1) = 11.089 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{mėn.))}; \right];$$

Balandis:

$$Q_{H.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 30 \cdot 24}{100} \cdot (20 - 5.5) \cdot \left[\sum_{x=i}^n (120 \cdot 0.6 \cdot 1) = 7.517 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{mėn.))}; \right];$$

Gegužė:

$$Q_{H.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 31 \cdot 24}{100} \cdot (20 - 11.9) \cdot \left[\sum_{x=i}^n (120 \cdot 0.6 \cdot 1) = 4.339 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{mėn.))}; \right];$$

Birželis:

$$Q_{H.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 30 \cdot 24}{100} \cdot (20 - 15.4) \cdot \left[\sum_{x=i}^n (120 \cdot 0.6 \cdot 1) = 2.385 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{mėn.))}; \right];$$

Liepa:

$$Q_{H.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 31 \cdot 24}{100} \cdot (20 - 16.7) \cdot \left[\sum_{x=i}^n (120 \cdot 0.6 \cdot 1) = 1.768 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{mėn.))}; \right];$$

Rugpjūtis:

$$Q_{H.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 31 \cdot 24}{100} \cdot (20 - 16.2) \cdot \left[\sum_{x=i}^n (120 \cdot 0.6 \cdot 1) = 2.036 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{mėn.))}; \right];$$

Rugsėjis:

$$Q_{H.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 30 \cdot 24}{100} \cdot (20 - 11.9) \cdot \left[\sum_{x=i}^n (120 \cdot 0.6 \cdot 1) \right] = 4.199 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{mėn.))};$$

Spalis:

$$Q_{H.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 31 \cdot 24}{100} \cdot (20 - 7.2) \cdot \left[\sum_{x=i}^n (120 \cdot 0.6 \cdot 1) \right] = 6.857 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{mėn.))};$$

Lapkritis:

$$Q_{H.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 30 \cdot 24}{100} \cdot (20 - 2) \cdot \left[\sum_{x=i}^n (120 \cdot 0.6 \cdot 1) \right] = 9.331 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{mėn.))};$$

Gruodis:

$$Q_{H.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 31 \cdot 24}{100} \cdot (20 - (-2.4)) \cdot \left[\sum_{x=i}^n (120 \cdot 0.6 \cdot 1) \right] = 11.999 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{mėn.))};$$

čia:

$Q_{H.wda,m}$ (kWh/(m²·mėn.)) skaičiuojamieji šilumos nuostoliai per pastato langus, stoglangius, švieslangius ir kitas skaidrias atitvaras, pagal kuriuos skaičiuojami energijos poreikiai pastatui šildyti.

t_m – dienų skaičius atitinkamame metų mėnesyje (vnt.). Imama iš 1 lentelės;

Dienų kiekis atitinkamą metų mėnesį t_m (vnt.) ir vidutinės mėnesio išorės oro temperatūros $\theta_{e,m}$ (°C)

1 lentelė

	Metų mėnesio numeris											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
t_m , vnt	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$\theta_{e,m}$, °C	-5,1	-4,4	-0,7	5,5	11,9	15,4	16,7	16,2	11,9	7,2	2	-2,4

A_p – Pastato plotas;

$A_{wd,x}$, $A_{gw,x}$, $A_{bw,x}$, $A_{og,x}$ – atitinkamo „x“ lango, stoglangio, švieslangio ir kitos skaidrios atitvaros plotas (m²). Nustatomas pagal Reglamento 7 priedo reikalavimus;

$\theta_{e,m}$ – atitinkamo mėnesio „m“ vidutinė išorės oro temperatūra (°C), imama iš 1 lentelės;

θ_{iH} - Vidaus temperatūra šildymo sezono metu, (°C), imama iš 2 lentelės;

2 lentelė

Eil. Nr.	Pastato paskirtis	Vidaus temperatūra šildymo sezono metu, θ_{iH} , °C
1	Gyvenamosios paskirties vieno ir dviejų butų pastatai (namai)	20
2	Kiti gyvenamieji pastatai (namai)	20
3	Administracinės paskirties pastatai	20
4	Mokslo paskirties pastatai	20
5	Gydymo paskirties pastatai	22
6	Maitinimo paskirties pastatai	20

7	Prekybos paskirties pastatai	20
8	Sporto paskirties pastatai, išskyrus baseinus	18
9	Baseinai	28
10	Kultūros paskirties pastatai	20
11	Garažų, gamybos ir pramonės paskirties pastatai	18**
12	Sandėliavimo paskirties pastatai	18**
13	Viešbučių paskirties pastatai	20
14	Paslaugų paskirties pastatai	20
15	Transporto paskirties pastatai	20
16	Poilsio paskirties pastatai	18
17	Specialiosios paskirties pastatai	20

$U_{wd,x}$, $U_{gw,x}$, $U_{bw,x}$, $U_{og,x}$ – atitinkamo „x“ lango, stoglangio, švieslangio ar kitos skaidrios atitvaros skaičiuojamasis šilumos perdavimo koeficientas ($W/(m^2 \cdot K)$). Imamas iš gamintojo deklaracijos.

$k_{wd,m,x}$, $k_{gw,m,x}$, $k_{bw,m,x}$, $k_{og,m,x}$ – kiekvieno mėnesio „m“ pataisos koeficientas atitinkamam „x“ langui, stoglangiui, švieslangiui ir kitai skaidriai atitvarai. Imamas iš 2.9 lentelės.

Pataisos koeficientų langams $k_{wd,m}$, stoglangiams $k_{gw,m}$, švieslangiams $k_{bw,m}$ ir kitoms skaidrioms atitvaroms $k_{og,m}$ vertės

3 lentelė

Langų, stoglangių, švieslangių ir kitų skaidrių atitvarų apibūdinimas	$k_{wd,m}$, $k_{gw,m}$, $k_{bw,m}$, $k_{og,m}$
Langai, stoglangiai, švieslangiai ir kitos skaidrios atitvaros tarp patalpų ir išorės	1
Langai stoglangiai, švieslangiai ir kitos skaidrios atitvaros tarp patalpų ir šiltnamio	0,8
Langai, stoglangiai, švieslangiai ir kitos skaidrios atitvaros tarp patalpų ir įstiklinto balkono arba įstiklintų galerijų	0,85
Langai, stoglangiai, švieslangiai ir kitos skaidrios atitvaros tarp šildomų ir nešildomų pastato patalpų	0,8
Langai, stoglangiai, švieslangiai ir kitos skaidrios atitvaros tarp šildomų ir nešildomų apšiltintų patalpų	Apskaičiuojama pagal Reglamento 14 priedo reikalavimus

Priedas Nr. 3 Mėnesinių šilumos pritekėjimų iš išorės skaičiavimas

Kiekvieno mėnesinio „m“ šilumos pritekėjimai į patalpas per skaidrias atitvaras $Q_{e.wda,m}$ (kWh/(m²·mėn.)) apskaičiuojami taip:

$$\begin{aligned}
 Q_{e.wda,m} = & \frac{0,001 \cdot 24 \cdot F_{sh,e} \cdot t_m}{A_p} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (F_{sh.wd,m,x} \cdot F_{e,g,x} \cdot A_{wd-g,x} \cdot I_{sol.wd,m,x} \cdot g_{wd,x}) + \right. \\
 & + \sum_{x=1}^n (F_{sh.gw,m,x} \cdot F_{e,g,x} \cdot A_{gw-g,i} \cdot I_{sol.gw,m,x} \cdot g_{gw,x}) + \\
 & + \sum_{x=1}^n (F_{sh.bw,m,x} \cdot F_{e,g,x} \cdot A_{bw-g,i} \cdot I_{sol.bw,m,x} \cdot g_{bw,x}) + \\
 & + \left. \sum_{x=1}^n (F_{sh.og,m,x} \cdot F_{e,g,x} \cdot A_{og-g,i} \cdot I_{sol.og,m,x} \cdot g_{og,x}) \right] - \\
 & - \frac{0,001 \cdot 24 \cdot t_m \cdot R_{se} \cdot h_{se,r} \cdot \Delta\theta_{er}}{A_p} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (F_{r.wd,x} \cdot A_{wd,x} \cdot U_{wd,x}) + \right. \\
 & + \sum_{x=1}^n (F_{r.gw,x} \cdot A_{gw,x} \cdot U_{gw,x}) + \sum_{x=1}^n (F_{r.bw,x} \cdot A_{bw,x} \cdot U_{bw,x}) + \\
 & + \left. \sum_{x=1}^n (F_{r.og,x} \cdot A_{og,x} \cdot U_{og,x}) \right]; \tag{2}
 \end{aligned}$$

Sausis:

$$\begin{aligned}
 Q_{e.wda,m} = & \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 31}{100} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 37,07 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 15,73 \cdot 0,48) + \right. \\
 & + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 20,33 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 18,26 \cdot 0,48) \left. \right] - \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 31 \cdot 0,04 \cdot 4,5 \cdot 11}{100} \cdot \\
 & \cdot \left[\sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) \right] = 7,606 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{men.))}
 \end{aligned}$$

Bendrosios Saulės spinduliuotės duomenys sausio mėnesį:

Šiaurė. $0,001 \cdot \gamma^2 - 0,163 \cdot \gamma + 22,3 = 0,001 \cdot 90^2 - 0,163 \cdot 90 + 22,3 = 15,73$ (W/m²);

Rytai. $-0,0004 \cdot \gamma^2 + 0,013 \cdot \gamma + 22,4 = -0,0004 \cdot 90^2 + 0,013 \cdot 90 + 22,4 = 20,33$ (W/m²);

Pietus. $-0,0027 \cdot \gamma^2 + 0,406 \cdot \gamma + 22,4 = -0,0027 \cdot 90^2 + 0,406 \cdot 90 + 22,4 = 37,07$ (W/m²);

Vakarai. $-0,0002 \cdot \gamma^2 - 0,028 \cdot \gamma + 22,4 = -0,0002 \cdot 90^2 - 0,028 \cdot 90 + 22,4 = 18,26$ (W/m²);

Vasaris:

$$\begin{aligned}
 Q_{e.wda,m} = & \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 28}{100} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 73,11 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 33,4 \cdot 0,48) + \right. \\
 & + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 42,33 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 47,1 \cdot 0,48) \left. \right] - \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 28 \cdot 0,04 \cdot 4,5 \cdot 11}{100} \cdot \\
 & \cdot \left[\sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) \right] = 15,277 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{men.))}
 \end{aligned}$$

Bendrosios Saulės spinduliuotės duomenys vasario mėnesį:

$$\text{Šiaurė. } 0,0037 \cdot \gamma^2 - 0,533 \cdot \gamma + 51,4 = 0,0037 \cdot 90^2 - 0,533 \cdot 90 + 51,4 = 33,4 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Rytai. } -0,0003 \cdot \gamma^2 - 0,076 \cdot \gamma + 51,6 = -0,0003 \cdot 90^2 - 0,076 \cdot 90 + 51,6 = 42,33 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Pietus. } -0,0053 \cdot \gamma^2 + 0,716 \cdot \gamma + 51,6 = -0,0053 \cdot 90^2 + 0,716 \cdot 90 + 51,6 = 73,11 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Vakarai. } -0,0005 \cdot \gamma^2 - 0,005 \cdot \gamma + 51,6 = -0,0005 \cdot 90^2 - 0,005 \cdot 90 + 51,6 = 47,1 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

Kovas:

$$Q_{e.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 31}{100} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 110,68 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 51,84 \cdot 0,48) + \right. \\ \left. + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 73,69 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 72,43 \cdot 0,48) \right] - \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 31 \cdot 0,04 \cdot 4,5 \cdot 11}{100} \cdot \\ \cdot \left[\sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) \right] = 26,948 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{men.))}$$

Bendrosios Saulės spinduliuotės duomenys kovo mėnesį:

$$\text{Šiaurė. } 0,0094 \cdot \gamma^2 - 1,36 \cdot \gamma + 98,1 = 0,0094 \cdot 90^2 - 1,36 \cdot 90 + 98,1 = 51,84 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Rytai. } -0,0013 \cdot \gamma^2 - 0,162 \cdot \gamma + 98,8 = -0,0013 \cdot 90^2 - 0,162 \cdot 90 + 98,8 = 73,69 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Pietus. } -0,0096 \cdot \gamma^2 + 0,996 \cdot \gamma + 98,8 = -0,0096 \cdot 90^2 + 0,996 \cdot 90 + 98,8 = 110,68 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Vakarai. } -0,0012 \cdot \gamma^2 - 0,185 \cdot \gamma + 98,8 = -0,0012 \cdot 90^2 - 0,185 \cdot 90 + 98,8 = 72,43 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

Balandis:

$$Q_{e.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 30}{100} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 113,18 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 55,31 \cdot 0,48) + \right. \\ \left. + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 92,21 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 88,16 \cdot 0,48) \right] - \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 30 \cdot 0,04 \cdot 4,5 \cdot 11}{100} \cdot \\ \cdot \left[\sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) \right] = 29,544 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{men.))}$$

Bendrosios Saulės spinduliuotės duomenys balandžio mėnesį:

$$\text{Šiaurė. } 0,0101 \cdot \gamma^2 - 1,95 \cdot \gamma + 149 = 0,0101 \cdot 90^2 - 1,95 \cdot 90 + 149 = 55,31 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Rytai. } -0,0052 \cdot \gamma^2 - 0,163 \cdot \gamma + 149 = -0,0052 \cdot 90^2 - 0,163 \cdot 90 + 149 = 92,21 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Pietus. } -0,0096 \cdot \gamma^2 + 0,996 \cdot \gamma + 98,8 = -0,0096 \cdot 90^2 + 0,996 \cdot 90 + 98,8 = 113,18 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Vakarai. } 0,0039 \cdot \gamma^2 - 0,325 \cdot \gamma + 149 = 0,0039 \cdot 90^2 - 0,325 \cdot 90 + 149 = 88,16 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

Gegužė:

$$Q_{e.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 31}{100} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 130,19 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 78,45 \cdot 0,48) + \right. \\ \left. + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 129,83 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 122,72 \cdot 0,48) \right] - \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 31 \cdot 0,04 \cdot 4,5 \cdot 11}{100} \cdot \\ \cdot \left[\sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) \right] = 40,529 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{men.))}$$

Bendrosios Saulės spinduliuotės duomenys gegužės mėnesį:

$$\text{Šiaurė. } 0,0085 \cdot \gamma^2 - 2,26 \cdot \gamma + 213 = 0,0085 \cdot 90^2 - 2,26 \cdot 90 + 213 = 78,45 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Rytai. } -0,0068 \cdot \gamma^2 - 0,301 \cdot \gamma + 212 = -0,0068 \cdot 90^2 - 0,301 \cdot 90 + 212 = 129,72 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Pietus. } -0,0027 \cdot \gamma^2 + 0,406 \cdot \gamma + 22,4 = -0,0027 \cdot 90^2 + 0,406 \cdot 90 + 22,4 = 130,19 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Vakarai. } -0,0048 \cdot \gamma^2 - 0,56 \cdot \gamma + 212 = -0,0048 \cdot 90^2 - 0,56 \cdot 90 + 212 = 122,72 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

Birželis:

$$Q_{e.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 30}{100} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 127,2 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 90,5 \cdot 0,48) + \right. \\ \left. + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 140,61 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 134,49 \cdot 0,48) \right] - \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 30 \cdot 0,04 \cdot 4,5 \cdot 11}{100} \cdot \\ \cdot \left[\sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) \right] = 41,549 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{men.))}$$

Bendrosios Saulės spinduliuotės duomenys birželio mėnesį:

$$\text{Šiaurė. } 0,003 \cdot \gamma^2 - 1,82 \cdot \gamma + 230 = 0,003 \cdot 90^2 - 1,82 \cdot 90 + 230 = 90,5 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Rytai. } -0,008 \cdot \gamma^2 - 0,251 \cdot \gamma + 228 = -0,008 \cdot 90^2 - 0,251 \cdot 90 + 228 = 140,61 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Pietus. } -0,0164 \cdot \gamma^2 + 0,356 \cdot \gamma + 228 = -0,0164 \cdot 90^2 + 0,356 \cdot 90 + 228 = 127,2 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Vakarai. } -0,0062 \cdot \gamma^2 - 0,481 \cdot \gamma + 228 = -0,0062 \cdot \gamma^2 - 0,481 \cdot \gamma + 228 = 134,49 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

Liepa:

$$Q_{e.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 31}{100} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 121,09 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 82,77 \cdot 0,48) + \right. \\ \left. + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 130,72 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 121,9 \cdot 0,48) \right] - \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 31 \cdot 0,04 \cdot 4,5 \cdot 11}{100} \cdot \\ \cdot \left[\sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) \right] = 40,11 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{men.))}$$

Bendrosios Saulės spinduliuotės duomenys liepos mėnesį:

$$\text{Šiaurė. } 0,0047 \cdot \gamma^2 - 1,87 \cdot \gamma + 213 = 0,0047 \cdot 90^2 - 1,87 \cdot 90 + 213 = 82,77 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Rytai. } -0,0069 \cdot \gamma^2 - 0,271 \cdot \gamma + 211 = -0,0069 \cdot \gamma^2 - 0,271 \cdot \gamma + 211 = 130,72 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Pietus. } -0,0145 \cdot \gamma^2 + 0,306 \cdot \gamma + 211 = -0,0145 \cdot \gamma^2 + 0,306 \cdot \gamma + 211 = 121,09 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Vakarai. } -0,0043 \cdot \gamma^2 - 0,603 \cdot \gamma + 211 = -0,0043 \cdot \gamma^2 - 0,603 \cdot \gamma + 211 = 121,9 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

Rugpjūtis:

$$Q_{e.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 31}{100} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 123,36 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 74,563 \cdot 0,48) + \right. \\ \left. + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 114 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 102,75 \cdot 0,48) \right] - \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 31 \cdot 0,04 \cdot 4,5 \cdot 11}{100} \cdot \\ \cdot \left[\sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) \right] = 36,388 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{men.))}$$

Bendrosios Saulės spinduliuotės duomenys rugpjūčio mėnesį:

$$\text{Šiaurė. } 0,0107 \cdot \gamma^2 - 2,23 \cdot \gamma + 178 = 0,0107 \cdot 90^2 - 2,23 \cdot 90 + 178 = 74,563 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Rytai. } -0,0067 \cdot \gamma^2 - 0,097 \cdot \gamma + 177 = -0,0067 \cdot 90^2 - 0,097 \cdot 90 + 177 = 114 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Pietus. } -0,0165 \cdot \gamma^2 + 0,889 \cdot \gamma + 177 = -0,0165 \cdot 90^2 + 0,889 \cdot 90 + 177 = 123,36 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Vakarai. } -0,0038 \cdot \gamma^2 - 0,483 \cdot \gamma + 177 = -0,0038 \cdot 90^2 - 0,483 \cdot 90 + 177 = 102,75 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

Rugsėjis:

$$Q_{e.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 30}{100} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 104,9 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 44,86 \cdot 0,48) + \right. \\ \left. + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 72,5 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 70,7 \cdot 0,48) \right] - \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 30 \cdot 0,04 \cdot 4,5 \cdot 11}{100} \cdot \\ \cdot \left[\sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) \right] = 24,728 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{men.))}$$

Bendrosios Saulės spinduliuotės duomenys rugsėjo mėnesį:

$$\text{Šiaurė. } 0,0106 \cdot \gamma^2 - 1,7 \cdot \gamma + 112 = 0,0106 \cdot 90^2 - 1,7 \cdot 90 + 112 = 44,86 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Rytai. } -0,0036 \cdot \gamma^2 - 0,126 \cdot \gamma + 113 = -0,0036 \cdot 90^2 - 0,126 \cdot 90 + 113 = 72,5 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Pietus. } -0,013 \cdot \gamma^2 + 1,08 \cdot \gamma + 113 = -0,013 \cdot 90^2 + 1,08 \cdot 90 + 113 = 104,9 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Vakarai. } -0,0033 \cdot \gamma^2 - 0,173 \cdot \gamma + 113 = -0,0033 \cdot 90^2 - 0,173 \cdot 90 + 113 = 70,7 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

Spalis:

$$Q_{e.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 31}{100} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 68,94 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 24,44 \cdot 0,48) + \right. \\ \left. + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 35,82 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 39,24 \cdot 0,48) \right] - \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 31 \cdot 0,04 \cdot 4,5 \cdot 11}{100} \cdot \\ \cdot \left[\sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) \right] = 14,466 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{men.))}$$

Bendrosios Saulės spinduliuotės duomenys spalio mėnesį:

$$\text{Šiaurė. } 0,0044 \cdot \gamma^2 - 0,75 \cdot \gamma + 56,3 = 0,0044 \cdot 90^2 - 0,75 \cdot 90 + 56,3 = 24,44 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Rytai. } -0,0013 \cdot \gamma^2 - 0,115 \cdot \gamma + 56,7 = -0,0013 \cdot 90^2 - 0,115 \cdot 90 + 56,7 = 35,82 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Pietus. } -0,0075 \cdot \gamma^2 + 0,811 \cdot \gamma + 56,7 = -0,0075 \cdot 90^2 + 0,811 \cdot 90 + 56,7 = 68,94 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

$$\text{Vakarai. } -0,002 \cdot \gamma^2 - 0,014 \cdot \gamma + 56,7 = -0,002 \cdot 90^2 - 0,014 \cdot 90 + 56,7 = 39,24 \text{ (W/m}^2\text{)};$$

Lapkritis:

$$Q_{e.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 30}{100} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 32,24 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 11,89 \cdot 0,48) + \right. \\ \left. + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 15,5 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 15,59 \cdot 0,48) \right] - \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 30 \cdot 0,04 \cdot 4,5 \cdot 11}{100} \cdot \\ \cdot \left[\sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) \right] = 5,968 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{men.))}$$

Bendrosios Saulės spinduliuotės duomenys lapkričio mėnesį:

Šiaurė. $0,0011 \cdot \gamma^2 - 0,218 \cdot \gamma + 22,6 = 0,0011 \cdot 90^2 - 0,218 \cdot 90 + 22,6 = 11,89$ (W/m²);

Rytai. $-0,0005 \cdot \gamma^2 - 0,035 \cdot \gamma + 22,7 = -0,0005 \cdot 90^2 - 0,035 \cdot 90 + 22,7 = 15,5$ (W/m²);

Pietus. $-0,0028 \cdot \gamma^2 + 0,358 \cdot \gamma + 22,7 = -0,0028 \cdot 90^2 + 0,358 \cdot 90 + 22,7 = 32,24$ (W/m²);

Vakarai. $-0,0005 \cdot \gamma^2 - 0,034 \cdot \gamma + 22,77 = -0,0005 \cdot 90^2 - 0,034 \cdot 90 + 22,77 = 15,59$ (W/m²);

Gruodis:

$$Q_{e.wda,m} = \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 31}{100} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 26,79 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 9,06 \cdot 0,48) + \right. \\ \left. + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 12,49 \cdot 0,48) + \sum_{x=1}^n (1 \cdot 1 \cdot 27,7 \cdot 12,4 \cdot 0,48) \right] - \frac{0,001 \cdot 24 \cdot 31 \cdot 0,04 \cdot 4,5 \cdot 11}{100} \cdot \\ \cdot \left[\sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) + \sum_{x=1}^n (0,5 \cdot 30 \cdot 0,6) \right] = 4,877 \text{ (kWh/(m}^2 \cdot \text{men.))}$$

Bendrosios Saulės spinduliuotės duomenys gruodžio mėnesį:

Šiaurė. $0,0107 \cdot \gamma^2 - 2,23 \cdot \gamma + 178 = 0,0107 \cdot 90^2 - 2,23 \cdot 90 + 178 = 9,06$ (W/m²);

Rytai. $-0,0004 \cdot \gamma^2 + 0,017 \cdot \gamma + 14,2 = -0,0004 \cdot 90^2 + 0,017 \cdot 90 + 14,2 = 12,49$ (W/m²);

Pietus. $-0,0022 \cdot \gamma^2 + 0,339 \cdot \gamma + 14,1 = -0,0022 \cdot 90^2 + 0,339 \cdot 90 + 14,1 = 26,79$ (W/m²);

Vakarai. $-0,0003 \cdot \gamma^2 + 0,007 \cdot \gamma + 14,2 = -0,0003 \cdot 90^2 + 0,007 \cdot 90 + 14,2 = 12,4$ (W/m²);

čia:

$F_{sh,e}$ – koeficientas, įvertinantis pastato išorėje esančias kliūtis Saulės spinduliuotės patekimui į pastatą (šalia esantys pastatai, medžiai, atitvarų angokraščiai ir pan.). Imama $F_{sh,e} = 0,9$;

$F_{sh.wd,m,x}$, $F_{sh.gw,m,x}$, $F_{sh.bw,m,x}$, $F_{sh.og,m,x}$ – koeficientai, įvertinantys kiekvieną metų mėnesį „ m “ Saulės spinduliuotės sumažėjimą per atitinkamą „ x “ langą, stoglangį, švieslangį ar kitą skaidrią atitvarą dėl šešėlių nuo pastato elementų arba specialiai šios spinduliuotės sumažinimui pastate įrengtų priemonių.

Kiekvienai skaidriai atitvarai kiekvienam metų mėnesiui „ m “, atsižvelgiant į šios atitvaros išorėje įrengtas apsaugos priemones nuo Saulės spinduliuotės, koeficientų $F_{sh,m}$ (t. y. koeficientų langams $F_{sh.wd,m,x}$, stoglangiams $F_{sh.gw,m,x}$ ir švieslangiams bei kitoms skaidrioms atitvaroms $F_{sh.bw,m,x}$) vertės apskaičiuojamos taip:

$$F_{sh,m} = F_{ov,m} \cdot F_{fin,m} \cdot F_{jal,m}; \quad (3)$$

$$F_{sh,m} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

čia: $F_{ov,m}$ – koeficientas, įvertinantis virš skaidrių atitvarų įrengtų stogelių nuo Saulės spinduliuotės efektyvumą kiekvieną metų mėnesį „ m “. Jei stogelių nėra, $F_{ov,m} = 1$.

$F_{fin,m}$ – koeficientas, įvertinantis skaidrių atitvarų šonuose įrengtų apsaugos priemonių nuo Saulės spinduliuotės efektyvumą kiekvieną metų mėnesį „ m “. Jei skaidrių atitvarų šonuose apsaugos priemonių nėra, $F_{fin,m} = 1$.

$F_{jal,m}$ – koeficientas, įvertinantis skaidrių išorėje įrengtų žaliuzių efektyvumą kiekvieną metų mėnesį „ m “. Jei žaliuzių nėra, $F_{jal,m} = 1$.

$F_{e.g,x}$ – koeficientas, įvertinantis Saulės spinduliuotės sumažėjimą per atitinkamą „ x “ langą, stoglangį, švieslangį ar kitą skaidrią atitvarą dėl tarp šios atitvaros ir išorės esančių kitų pastato elementų.

$F_{e.g}$, $F_{r.wd}$, $F_{r.gw}$, $F_{r.bw}$ ir $F_{r.og}$ koeficientų vertės

3 lentelė

Skaidrių atitvarų apibūdinimas, kai tarp šių atitvarų ir išorės įrengti/neįrengti skaidrūs elementai	$F_{e.g}$	$F_{r.wd}$, $F_{r.gw}$, $F_{r.bw}$, $F_{r.og}$
Skaidrios atitvaros tarp patalpų ir išorės	1	$(\cos(0,5 \cdot \gamma_{wda}))^2$ *
Skaidrios atitvaros tarp patalpų ir šiltnamio	0,9	0
Skaidrios atitvaros tarp patalpų ir skaidraus vėdinamo ekrano ar įstiklinto balkono su vienstikliais langais	0,9	0
Skaidrios atitvaros tarp patalpų ir įstiklinto balkono, kai balkono langai dvistikliai	0,8	0
Skaidrios atitvaros tarp patalpų ir įstiklinto balkono, kai balkono langai tristikliai	0,7	0
Skaidrios atitvaros tarp patalpų ir įstiklintų galerijų ir pan.	0,6	0
Skaidrios atitvaros tarp šildomų ir nešildomų pastato patalpų	0	0

* γ_{wda} – skaidrios atitvaros išorinio paviršiaus pasvirimo kampas nuo horizontalios plokštumos. Šį kampą turi nustatyti pastatų energinio naudingumo sertifikavimo ekspertas ne mažesniu kaip 5° tikslumu.

$I_{sol.wd,m,x}$, $I_{sol.gw,m,x}$, $I_{sol.bw,m,x}$, $I_{sol.og,m,x}$ – vidutinis kiekvieno metų mėnesio „ m “ Saulės bendrosios spinduliuotės srauto tankis į atitinkamo „ x “ lango, stoglangio, švieslangio ar kitos skaidrios atitvaros paviršių (W/m^2). Imama iš 4-6 lentelių;

Bendrosios Saulės spinduliuotės duomenys sausio–balandžio mėnesiais

4 lentelė

Atitvarų apibūdinimas	Vidutiniai per parą bendrosios Saulės spinduliuotės srauto tankiai $I_{sol.wd}$, $I_{sol.gw}$, $I_{sol.bw}$, $I_{sol.og}$, $I_{sol.w}$, $I_{sol.r}$ ir $I_{sol.d}$ (W/m^2) į įvairios orientacijos atitvaras sausio–balandžio atsižvelgiant į atitvaros pasvirimo kampą nuo horizontaliosios plokštumos γ ($^\circ$)			
	sausis	vasaris	kovas	balandis
Į Š orientuotos ativaros	$0,001 \cdot \gamma^2 - 0,163 \cdot \gamma + 22,3$	$0,0037 \cdot \gamma^2 - 0,533 \cdot \gamma + 51,4$	$0,0094 \cdot \gamma^2 - 1,36 \cdot \gamma + 98,1$	$0,0101 \cdot \gamma^2 - 1,95 \cdot \gamma + 149$
Į ŠR orientuotos ativaros	$0,001 \cdot \gamma^2 - 0,162 \cdot \gamma + 22,3$	$0,0032 \cdot \gamma^2 - 0,487 \cdot \gamma + 51,4$	$0,0057 \cdot \gamma^2 - 0,994 \cdot \gamma + 98,6$	$0,0032 \cdot \gamma^2 - 1,19 \cdot \gamma + 149$
Į R orientuotos ativaros	$-0,0004 \cdot \gamma^2 + 0,013 \cdot \gamma + 22,4$	$-0,0003 \cdot \gamma^2 - 0,076 \cdot \gamma + 51,6$	$-0,0013 \cdot \gamma^2 - 0,162 \cdot \gamma + 98,8$	$-0,0052 \cdot \gamma^2 - 0,163 \cdot \gamma + 149$
Į PR orientuotos ativaros	$-0,0022 \cdot \gamma^2 + 0,299 \cdot \gamma + 22,4$	$-0,0039 \cdot \gamma^2 + 0,461 \cdot \gamma + 51,6$	$-0,0075 \cdot \gamma^2 + 0,655 \cdot \gamma + 98,9$	$-0,0118 \cdot \gamma^2 + 0,627 \cdot \gamma + 149$
Į P orientuotos ativaros	$-0,0027 \cdot \gamma^2 + 0,406 \cdot \gamma + 22,4$	$-0,0053 \cdot \gamma^2 + 0,716 \cdot \gamma + 51,6$	$-0,0096 \cdot \gamma^2 + 0,996 \cdot \gamma + 98,8$	$-0,0145 \cdot \gamma^2 + 0,907 \cdot \gamma + 149$
Į PV orientuotos ativaros	$-0,002 \cdot \gamma^2 + 0,256 \cdot \gamma + 22,4$	$-0,0041 \cdot \gamma^2 + 0,488 \cdot \gamma + 51,6$	$-0,0073 \cdot \gamma^2 + 0,631 \cdot \gamma + 98,9$	$-0,011 \cdot \gamma^2 + 0,504 \cdot \gamma + 149$
Į V orientuotos ativaros	$-0,0002 \cdot \gamma^2 - 0,028 \cdot \gamma + 22,4$	$-0,0005 \cdot \gamma^2 - 0,005 \cdot \gamma + 51,6$	$-0,0012 \cdot \gamma^2 - 0,185 \cdot \gamma + 98,8$	$-0,0039 \cdot \gamma^2 - 0,325 \cdot \gamma + 149$

Į ŠV orientuotos ativaros	$0,001 \cdot \gamma^2 - 0,163 \cdot \gamma + 22,3$	$0,0031 \cdot \gamma^2 - 0,479 \cdot \gamma + 51,4$	$0,0058 \cdot \gamma^2 - 1,01 \cdot \gamma + 98,6$	$0,0042 \cdot \gamma^2 - 1,3 \cdot \gamma + 149$
Į horizontalų paviršių	22	52	99	149
Į Saulės spinduliams statmeną paviršių	31,6	75,4	122,5	184,8

Bendrosios Saulės spinduliuotės duomenys gegužės–rugpjūčio mėnesiais

5 lentelė

Vidutiniai per parą bendrosios Saulės spinduliuotės srauto tankiai $I_{sol.wd}$, $I_{sol.gw}$, $I_{sol.bw}$, $I_{sol.og}$, $I_{sol.w}$, $I_{sol.r}$ ir $I_{sol.d}$ (W/m ²) į įvairios orientacijos ativaras gegužės–rugpjūčio mėnesiais atsižvelgiant į ativaros pasvirimo kampą nuo horizontaliosios plokštumos γ (°)				
Atitvarų apibūdinimas	gegužė	birželis	liepa	rugpjūtis
Į Š orientuotos ativaros	$0,0085 \cdot \gamma^2 - 2,26 \cdot \gamma + 213$	$0,003 \cdot \gamma^2 - 1,82 \cdot \gamma + 230$	$0,0047 \cdot \gamma^2 - 1,87 \cdot \gamma + 213$	$0,0107 \cdot \gamma^2 - 2,23 \cdot \gamma + 178$
Į ŠR orientuotos ativaros	$0,0023 \cdot \gamma^2 - 1,43 \cdot \gamma + 212$	$-1,25 \cdot \gamma + 228$	$0,0006 \cdot \gamma^2 - 1,22 \cdot \gamma + 211$	$0,0029 \cdot \gamma^2 - 1,28 \cdot \gamma + 177$
Į R orientuotos ativaros	$-0,0068 \cdot \gamma^2 - 0,301 \cdot \gamma + 212$	$-0,008 \cdot \gamma^2 - 0,251 \cdot \gamma + 228$	$-0,0069 \cdot \gamma^2 - 0,271 \cdot \gamma + 211$	$-0,0067 \cdot \gamma^2 - 0,097 \cdot \gamma + 177$
Į PR orientuotos ativaros	$-0,0137 \cdot \gamma^2 + 0,407 \cdot \gamma + 212$	$-0,0139 \cdot \gamma^2 + 0,271 \cdot \gamma + 228$	$-0,0124 \cdot \gamma^2 + 0,241 \cdot \gamma + 211$	$-0,0138 \cdot \gamma^2 + 0,691 \cdot \gamma + 177$
Į P orientuotos ativaros	$-0,0167 \cdot \gamma^2 + 0,594 \cdot \gamma + 212$	$-0,0164 \cdot \gamma^2 + 0,356 \cdot \gamma + 228$	$-0,0145 \cdot \gamma^2 + 0,306 \cdot \gamma + 211$	$-0,0165 \cdot \gamma^2 + 0,889 \cdot \gamma + 177$
Į PV orientuotos ativaros	$-0,0123 \cdot \gamma^2 + 0,222 \cdot \gamma + 212$	$-0,0127 \cdot \gamma^2 + 0,12 \cdot \gamma + 228$	$-0,0107 \cdot \gamma^2 + 0,013 \cdot \gamma + 211$	$-0,0118 \cdot \gamma^2 + 0,407 \cdot \gamma + 177$
Į V orientuotos ativaros	$-0,0048 \cdot \gamma^2 - 0,56 \cdot \gamma + 212$	$-0,0062 \cdot \gamma^2 - 0,481 \cdot \gamma + 228$	$-0,0043 \cdot \gamma^2 - 0,603 \cdot \gamma + 211$	$-0,0038 \cdot \gamma^2 - 0,483 \cdot \gamma + 177$
Į ŠV orientuotos ativaros	$0,0041 \cdot \gamma^2 - 1,64 \cdot \gamma + 212$	$0,0016 \cdot \gamma^2 - 1,45 \cdot \gamma + 228$	$0,003 \cdot \gamma^2 - 1,49 \cdot \gamma + 211$	$0,0054 \cdot \gamma^2 - 1,58 \cdot \gamma + 177$
Į horizontalų paviršių	212	228	211	177
Į Saulės spinduliams statmeną paviršių	244,5	279,8	243	220,6

Bendrosios Saulės spinduliuotės duomenys rugsėjo–gruodžio mėnesiais

6 lentelė

Vidutiniai per parą bendrosios Saulės spinduliuotės srauto tankiai $I_{sol.wd}$, $I_{sol.gw}$, $I_{sol.bw}$, $I_{sol.og}$, $I_{sol.w}$, $I_{sol.r}$ ir $I_{sol.d}$ (W/m ²) į įvairios orientacijos ativaras rugsėjo–gruodžio mėnesiais atsižvelgiant į ativaros pasvirimo kampą nuo horizontaliosios plokštumos γ (°)				
Atitvarų apibūdinimas	rugsėjis	spalis	lapkritis	gruodis
Į Š orientuotos ativaros	$0,0106 \cdot \gamma^2 - 1,7 \cdot \gamma + 112$	$0,0044 \cdot \gamma^2 - 0,75 \cdot \gamma + 56,3$	$0,0011 \cdot \gamma^2 - 0,218 \cdot \gamma + 22,6$	$0,0005 \cdot \gamma^2 - 0,101 \cdot \gamma + 14,1$
Į ŠR orientuotos ativaros	$0,0042 \cdot \gamma^2 - 1,08 \cdot \gamma + 113$	$0,0032 \cdot \gamma^2 - 0,64 \cdot \gamma + 56,5$	$0,001 \cdot \gamma^2 - 0,211 \cdot \gamma + 22,7$	$0,0005 \cdot \gamma^2 - 0,101 \cdot \gamma + 14,1$
Į R orientuotos ativaros	$-0,0036 \cdot \gamma^2 - 0,126 \cdot \gamma + 113$	$-0,0013 \cdot \gamma^2 - 0,115 \cdot \gamma + 56,7$	$-0,0005 \cdot \gamma^2 - 0,035 \cdot \gamma + 22,7$	$-0,0004 \cdot \gamma^2 + 0,017 \cdot \gamma + 14,2$
Į PR orientuotos ativaros	$-0,0105 \cdot \gamma^2 + 0,736 \cdot \gamma + 113$	$-0,0057 \cdot \gamma^2 + 0,493 \cdot \gamma + 56,7$	$-0,0022 \cdot \gamma^2 + 0,235 \cdot \gamma + 22,7$	$-0,0017 \cdot \gamma^2 + 0,242 \cdot \gamma + 14,2$

Į P orientuotos ativaros	$-0,013 \cdot \gamma^2 + 1,08 \cdot \gamma + 113$	$-0,0075 \cdot \gamma^2 + 0,811 \cdot \gamma + 56,7$	$-0,0028 \cdot \gamma^2 + 0,358 \cdot \gamma + 22,7$	$-0,0022 \cdot \gamma^2 + 0,339 \cdot \gamma + 14,1$
Į PV orientuotos ativaros	$-0,0103 \cdot \gamma^2 + 0,698 \cdot \gamma + 113$	$-0,0062 \cdot \gamma^2 + 0,586 \cdot \gamma + 56,7$	$-0,0022 \cdot \gamma^2 + 0,235 \cdot \gamma + 22,7$	$-0,0017 \cdot \gamma^2 + 0,229 \cdot \gamma + 14,2$
Į V orientuotos ativaros	$-0,0033 \cdot \gamma^2 - 0,173 \cdot \gamma + 113$	$-0,002 \cdot \gamma^2 - 0,014 \cdot \gamma + 56,7$	$-0,0005 \cdot \gamma^2 - 0,034 \cdot \gamma + 22,7$	$-0,0003 \cdot \gamma^2 + 0,007 \cdot \gamma + 14,2$
Į ŠV orientuotos ativaros	$0,0045 \cdot \gamma^2 - 1,11 \cdot \gamma + 113$	$0,0028 \cdot \gamma^2 - 0,6 \cdot \gamma + 56,5$	$0,001 \cdot \gamma^2 - 0,212 \cdot \gamma + 22,7$	$0,0005 \cdot \gamma^2 - 0,101 \cdot \gamma + 14,1$
Į horizontalų paviršių	113	57	23	14
Į Saulės spinduliams statmeną paviršių	148,7	78,2	36,9	25,6

$g_{wd,x}$, $g_{gw,x}$, $g_{bw,x}$, $g_{og,x}$ – atitinkamo „x“ lango, stoglangio, švieslangio ar kitos skaidrios atitvaros įstiklinimo visuminės Saulės energijos praleisties koeficientas. Kai balkonas įstiklintas, imama lango, stoglangio ar švieslangio tarp balkono ir patalpų g_{wd} vertė iš gamintojo deklaracijos.

$h_{se,r}$ – išorinio paviršiaus spindulinis šilumos perdavimo koeficientas ($W/m^2 \cdot K$). Imama $h_{se,r} = 5 \cdot \varepsilon$, atitvaros išorinio paviršiaus emisija $\varepsilon = 0,9$;

$$h_{se,r} = 5 \cdot 0,9 = 4,5 \quad (4)$$

$\Delta\theta_{er}$ – vidutinis temperatūrų skirtumas tarp išorės oro ir dangaus skliauto. Imama $\Delta\theta_{er} = 11 \text{ } ^\circ\text{C}$;

$F_{r.wd,x}$, $F_{r.gw,x}$, $F_{r.bw,x}$, $F_{r.og,x}$ – koeficientai, įvertinantys kliūtis spinduliniams mainams tarp dangaus skliauto ir atitinkamo „x“ lango, stoglangio, švieslangio ar kitos skaidrios atitvaros paviršiaus. Imama iš 3 lentelės;

$$(\cos(0,5 \cdot \gamma_{wda}))^2 = (\cos(0,5 \cdot 90))^2 = 0,5 \quad (5)$$

Priedas Nr. 4 Amorfinio silicio stiklo generuojama metinė elektros energija

Saulės šviesos laidumas 0%.

Pietūs:



Rytai:

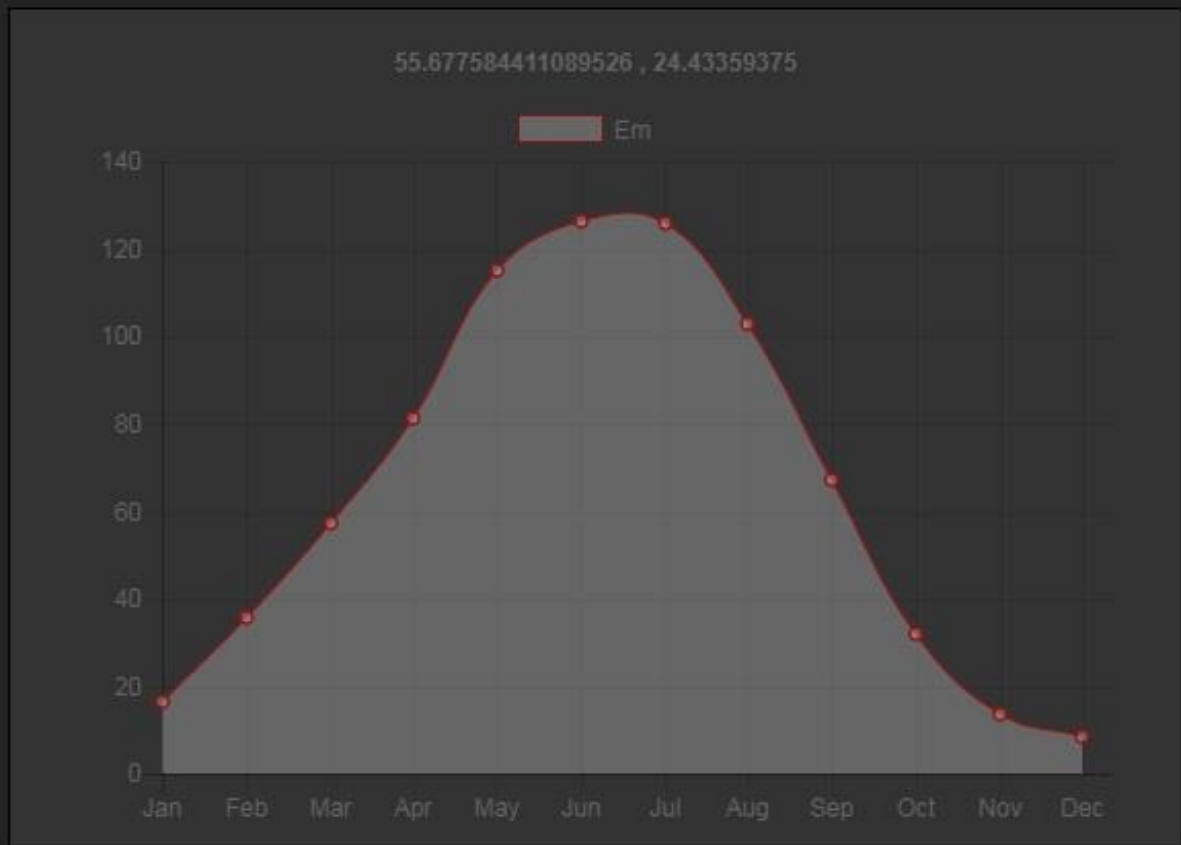
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
January	0.53	16.47	0.41	12.84
February	1.29	36.08	0.95	26.65
March	1.86	57.64	1.37	42.43
April	2.72	81.51	2.02	60.68
May	3.71	115.03	2.79	86.57
June	4.22	126.46	3.18	95.47
July	4.06	125.98	3.07	95.20
August	3.31	102.73	2.53	78.36
September	2.24	67.21	1.69	50.85
October	1.04	32.24	0.80	24.88
November	0.46	13.75	0.37	11.12
December	0.29	8.86	0.24	7.38
Yearly average	2.14	65.33	1.62	49.37
Total for year		783.96		592.41

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Šiaurė:

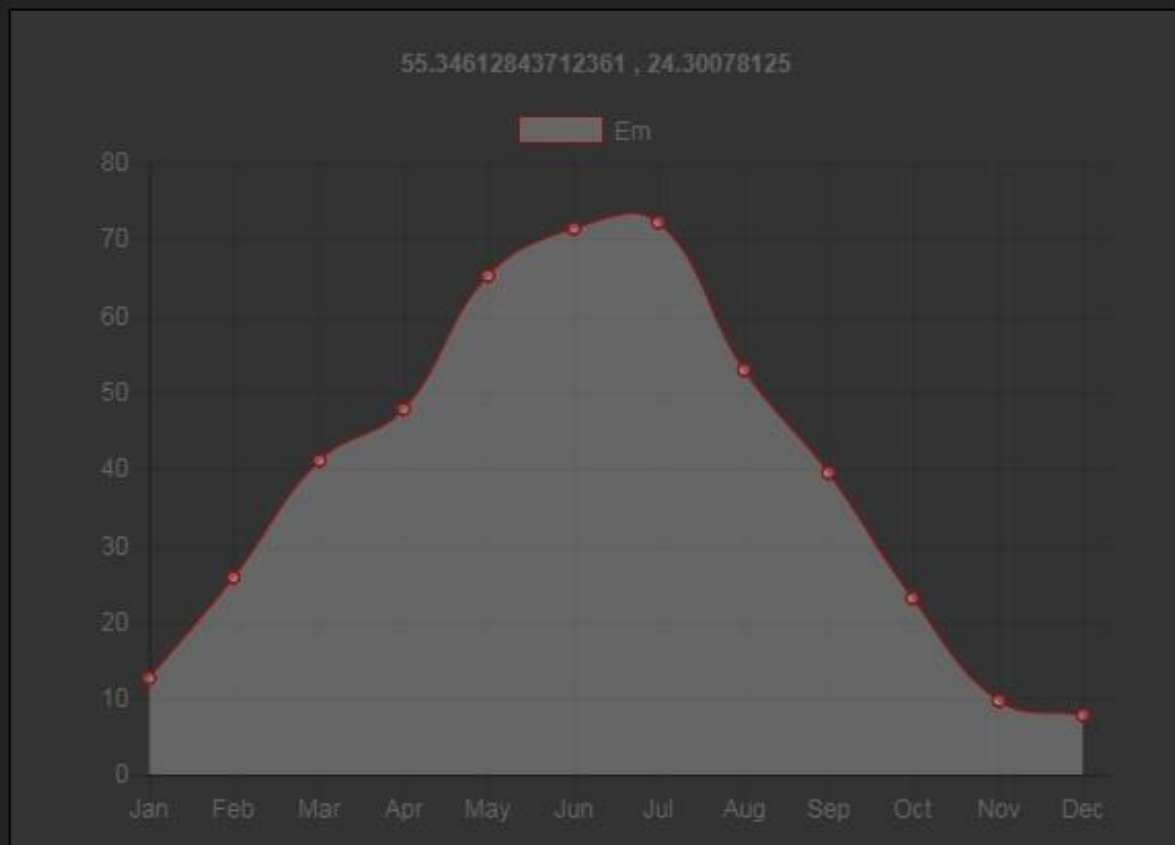
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
January	0.41	12.74	0.32	10.04
February	0.93	25.90	0.69	19.21
March	1.33	41.17	0.98	30.45
April	1.59	47.75	1.20	35.87
May	2.11	65.26	1.60	49.45
June	2.38	71.32	1.82	54.64
July	2.33	72.12	1.78	55.25
August	1.71	52.95	1.31	40.72
September	1.32	39.61	1.01	30.22
October	0.75	23.13	0.58	18.01
November	0.33	9.77	0.27	8.10
December	0.25	7.82	0.21	6.59
Yearly average	1.29	39.13	0.98	29.88
Total for year		469.54		358.55

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Vakarai:

Month	E_d	E_m	H_d	H_m
January	0.52	16.15	0.41	12.57
February	1.21	33.80	0.89	25.01
March	2.02	62.58	1.49	46.05
April	2.68	80.32	2.00	60.03
May	3.49	108.09	2.63	81.52
June	3.76	112.77	2.84	85.30
July	3.67	113.70	2.78	86.04
August	3.11	96.41	2.38	73.64
September	2.02	60.48	1.53	45.88
October	1.15	35.65	0.89	27.46
November	0.44	13.28	0.36	10.81
December	0.28	8.75	0.24	7.31
Yearly average	2.03	61.83	1.54	46.80
Total for year		741.98		561.63

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Saulės šviesos laidumas 10%.

Pietūs:

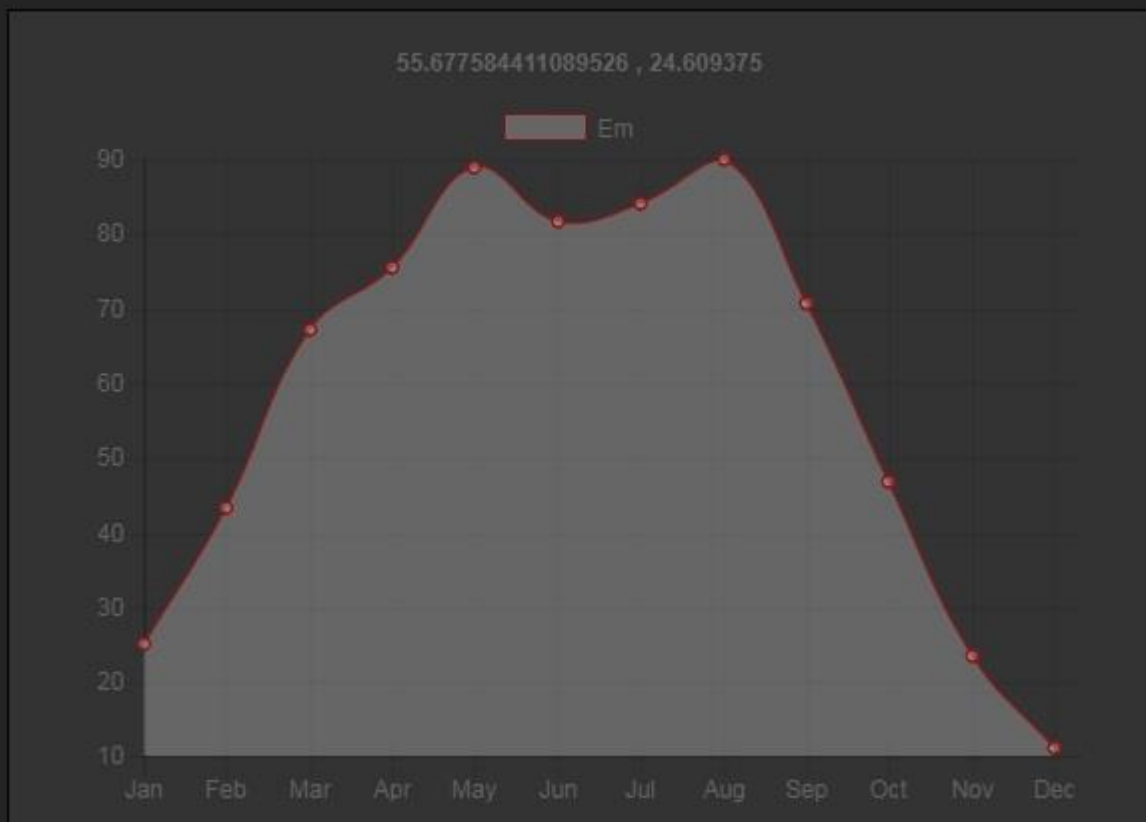
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
January	0.81	25.01	0.85	26.28
February	1.55	43.49	1.62	45.36
March	2.17	67.28	2.28	70.59
April	2.52	75.47	2.73	81.75
May	2.87	88.93	3.17	98.35
June	2.72	81.66	3.05	91.45
July	2.71	84.16	3.03	93.96
August	2.90	89.97	3.24	100.40
September	2.36	70.73	2.55	76.47
October	1.51	46.78	1.61	50.03
November	0.79	23.55	0.84	25.07
December	0.36	11.24	0.40	12.40
Yearly average	1.94	59.02	2.11	64.34
Total for year		708.27		772.11

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Rytai:

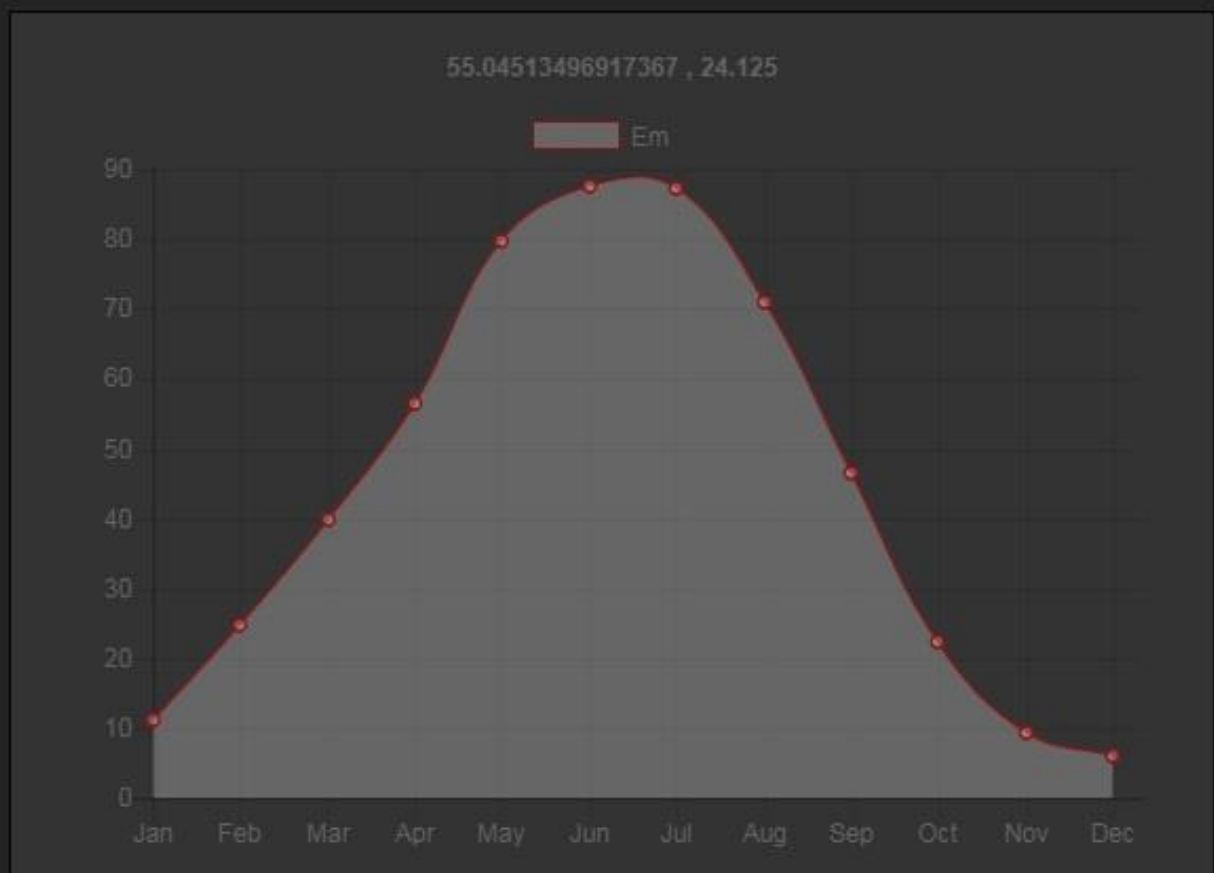
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
January	0.37	11.40	0.41	12.84
February	0.89	24.97	0.95	26.65
March	1.29	39.89	1.37	42.43
April	1.88	56.41	2.02	60.68
May	2.57	79.60	2.79	86.57
June	2.92	87.51	3.18	95.47
July	2.81	87.18	3.07	95.20
August	2.29	71.09	2.53	78.36
September	1.55	46.51	1.69	50.85
October	0.72	22.31	0.80	24.88
November	0.32	9.52	0.37	11.12
December	0.20	6.13	0.24	7.38
Yearly average	1.48	45.21	1.62	49.37
Total for year		542.52		592.41

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Šiaurė:

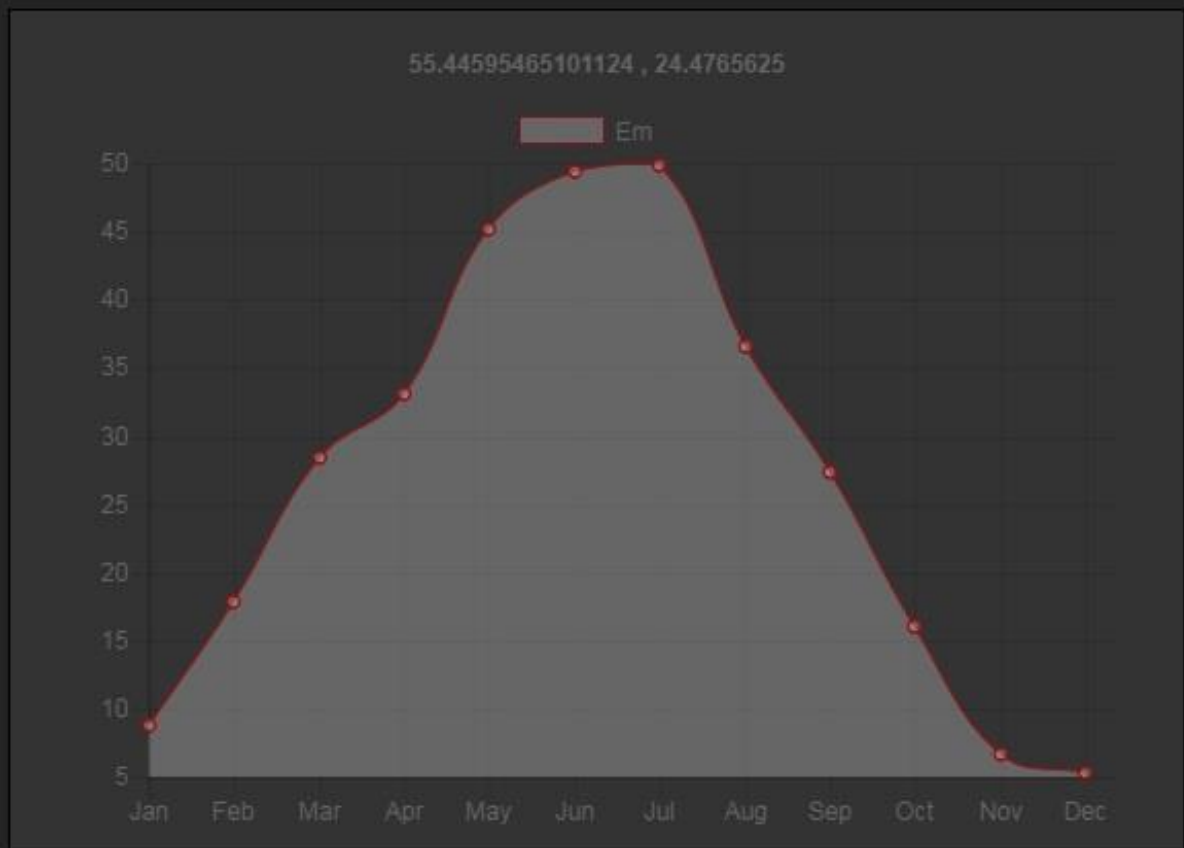
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
January	0.28	8.81	0.32	10.04
February	0.64	17.92	0.69	19.21
March	0.92	28.49	0.98	30.45
April	1.10	33.05	1.20	35.87
May	1.46	45.16	1.60	49.45
June	1.65	49.35	1.82	54.64
July	1.61	49.91	1.78	55.25
August	1.18	36.64	1.31	40.72
September	0.91	27.41	1.01	30.22
October	0.52	16.01	0.58	18.01
November	0.23	6.76	0.27	8.10
December	0.17	5.41	0.21	6.59
Yearly average	0.89	27.08	0.98	29.88
Total for year		324.92		358.55

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Vakarai:

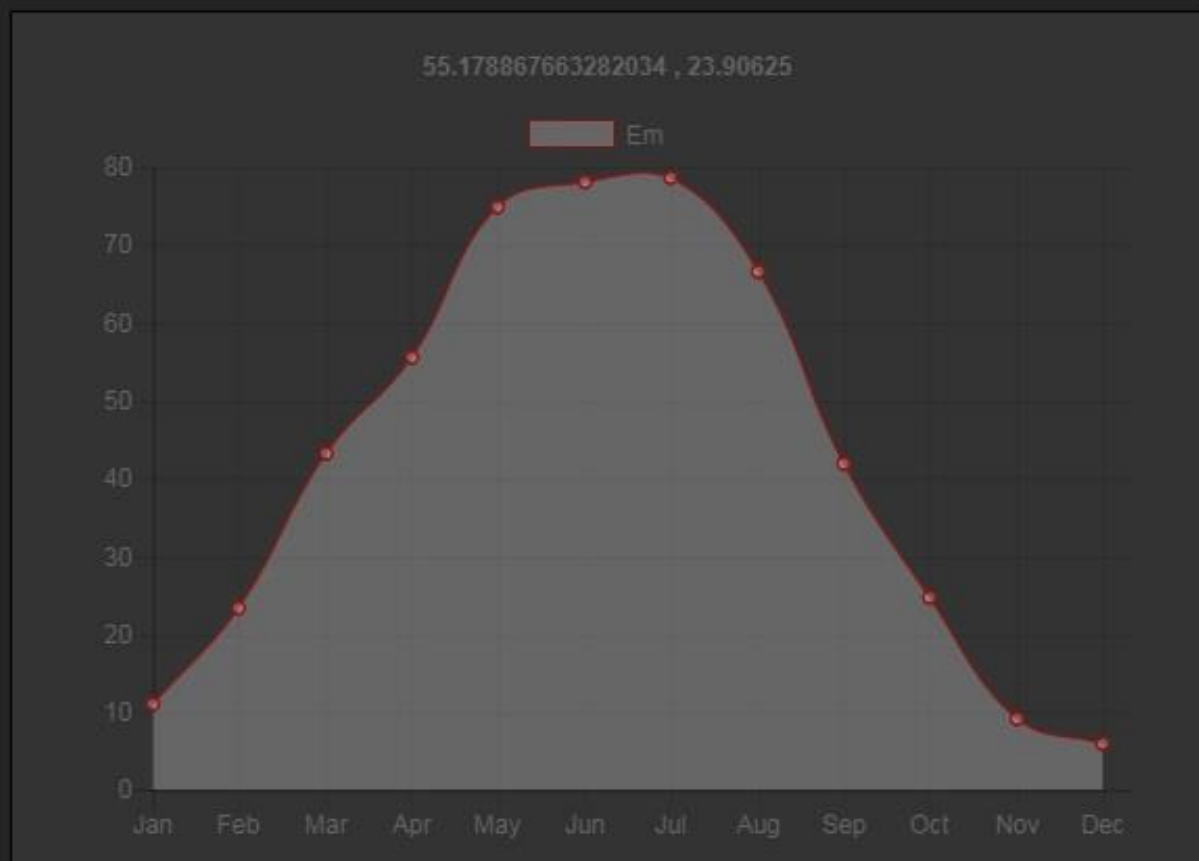
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
January	0.36	11.17	0.41	12.57
February	0.84	23.39	0.89	25.01
March	1.40	43.30	1.49	46.05
April	1.85	55.58	2.00	60.03
May	2.41	74.80	2.63	81.52
June	2.60	78.04	2.84	85.30
July	2.54	78.68	2.78	86.04
August	2.15	66.72	2.38	73.64
September	1.40	41.85	1.53	45.88
October	0.80	24.67	0.89	27.46
November	0.31	9.19	0.36	10.81
December	0.20	6.05	0.24	7.31
Yearly average	1.41	42.79	1.54	46.80
Total for year		513.44		561.63

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Saulės šviesos laidumas 20%.

Pietūs:

Month	E_d	E_m	H_d	H_m
January	0.68	21.18	0.85	26.28
February	1.32	36.84	1.62	45.36
March	1.84	56.99	2.28	70.59
April	2.13	63.92	2.73	81.75
May	2.43	75.33	3.17	98.35
June	2.31	69.17	3.05	91.45
July	2.30	71.29	3.03	93.96
August	2.46	76.21	3.24	100.40
September	2.00	59.91	2.55	76.47
October	1.28	39.62	1.61	50.03
November	0.67	19.95	0.84	25.07
December	0.31	9.52	0.40	12.40
Yearly average	1.64	49.99	2.11	64.34
Total for year		599.93		772.11

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Rytai:

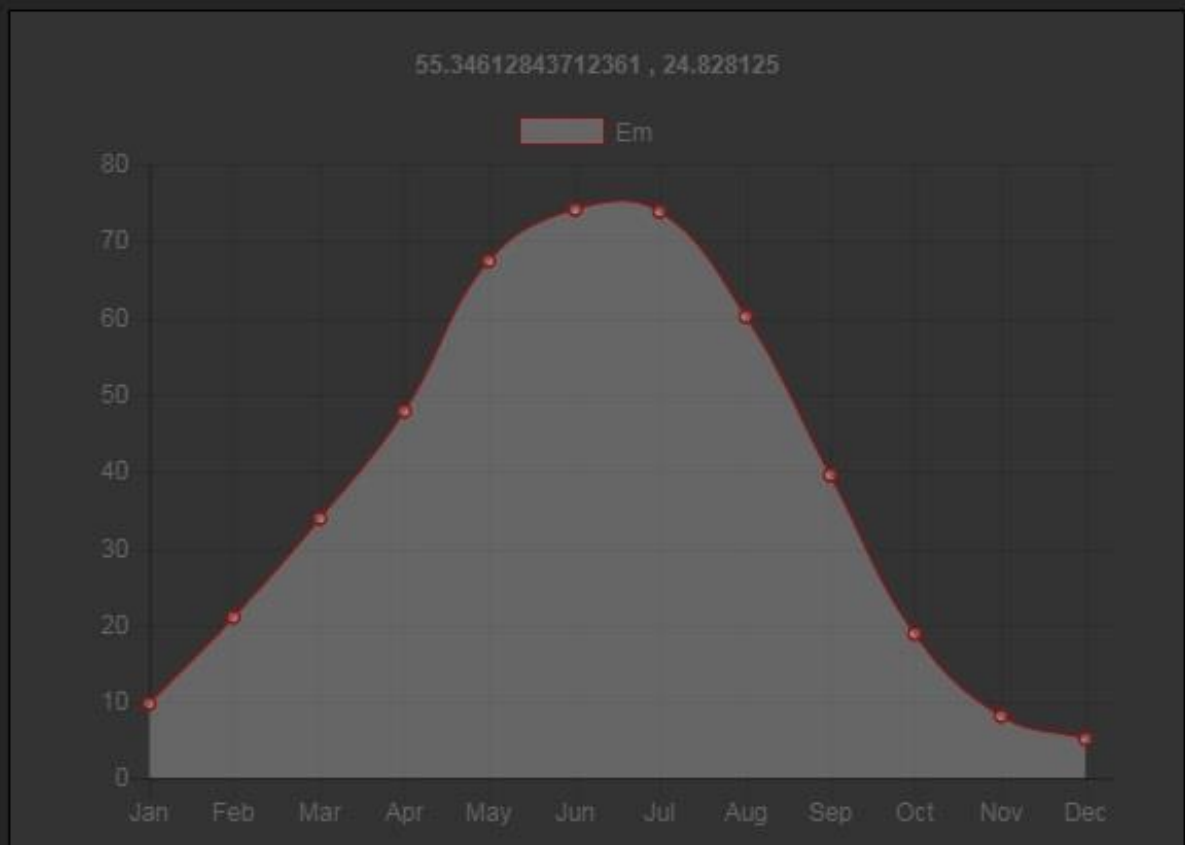
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
January	0.31	9.66	0.41	12.84
February	0.76	21.15	0.95	26.65
March	1.09	33.79	1.37	42.43
April	1.59	47.78	2.02	60.68
May	2.18	67.43	2.79	86.57
June	2.47	74.13	3.18	95.47
July	2.38	73.85	3.07	95.20
August	1.94	60.22	2.53	78.36
September	1.31	39.40	1.69	50.85
October	0.61	18.90	0.80	24.88
November	0.27	8.06	0.37	11.12
December	0.17	5.19	0.24	7.38
Yearly average	1.26	38.30	1.62	49.37
Total for year		459.56		592.41

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Šiaurė:

Month	E_d	E_m	H_d	H_m
January	0.24	7.47	0.32	10.04
February	0.54	15.18	0.69	19.21
March	0.78	24.13	0.98	30.45
April	0.93	27.99	1.20	35.87
May	1.23	38.25	1.60	49.45
June	1.39	41.81	1.82	54.64
July	1.36	42.28	1.78	55.25
August	1.00	31.04	1.31	40.72
September	0.77	23.22	1.01	30.22
October	0.44	13.56	0.58	18.01
November	0.19	5.73	0.27	8.10
December	0.15	4.58	0.21	6.59
Yearly average	0.75	22.94	0.98	29.88
Total for year		275.24		358.55

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Vakarai:

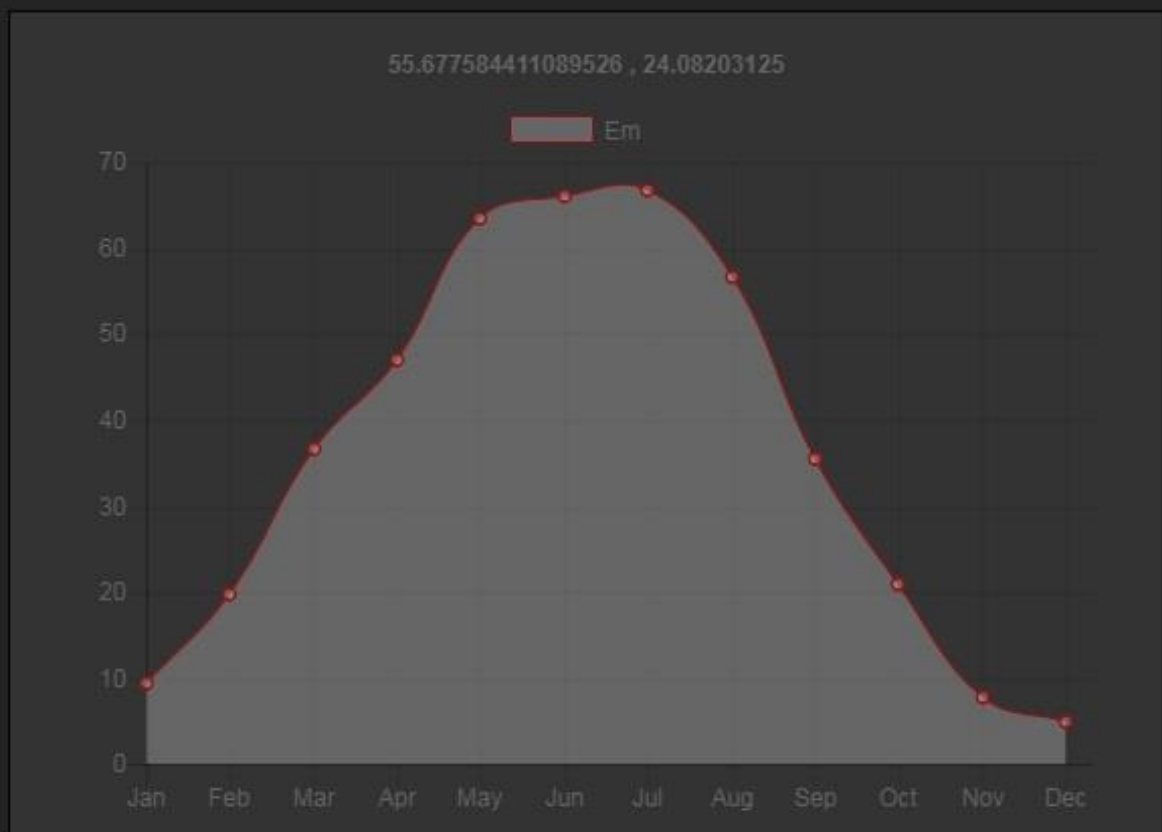
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
January	0.31	9.47	0.41	12.57
February	0.71	19.81	0.89	25.01
March	1.18	36.68	1.49	46.05
April	1.57	47.08	2.00	60.03
May	2.04	63.36	2.63	81.52
June	2.20	66.10	2.84	85.30
July	2.15	66.65	2.78	86.04
August	1.82	56.52	2.38	73.64
September	1.18	35.45	1.53	45.88
October	0.67	20.90	0.89	27.46
November	0.26	7.78	0.36	10.81
December	0.17	5.13	0.24	7.31
Yearly average	1.19	36.24	1.54	46.80
Total for year		434.93		561.63

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Saulės šviesos laidumas 30%.

Pietūs:

Month	E_d	E_m	H_d	H_m
January	0.56	17.41	0.85	26.28
February	1.08	30.27	1.62	45.36
March	1.51	46.83	2.28	70.59
April	1.75	52.52	2.73	81.75
May	2.00	61.89	3.17	98.35
June	1.89	56.83	3.05	91.45
July	1.89	58.57	3.03	93.96
August	2.02	62.61	3.24	100.40
September	1.64	49.22	2.55	76.47
October	1.05	32.55	1.61	50.03
November	0.55	16.39	0.84	25.07
December	0.25	7.82	0.40	12.40
Yearly average	1.35	41.08	2.11	64.34
Total for year		492.91		772.11

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Rytai:

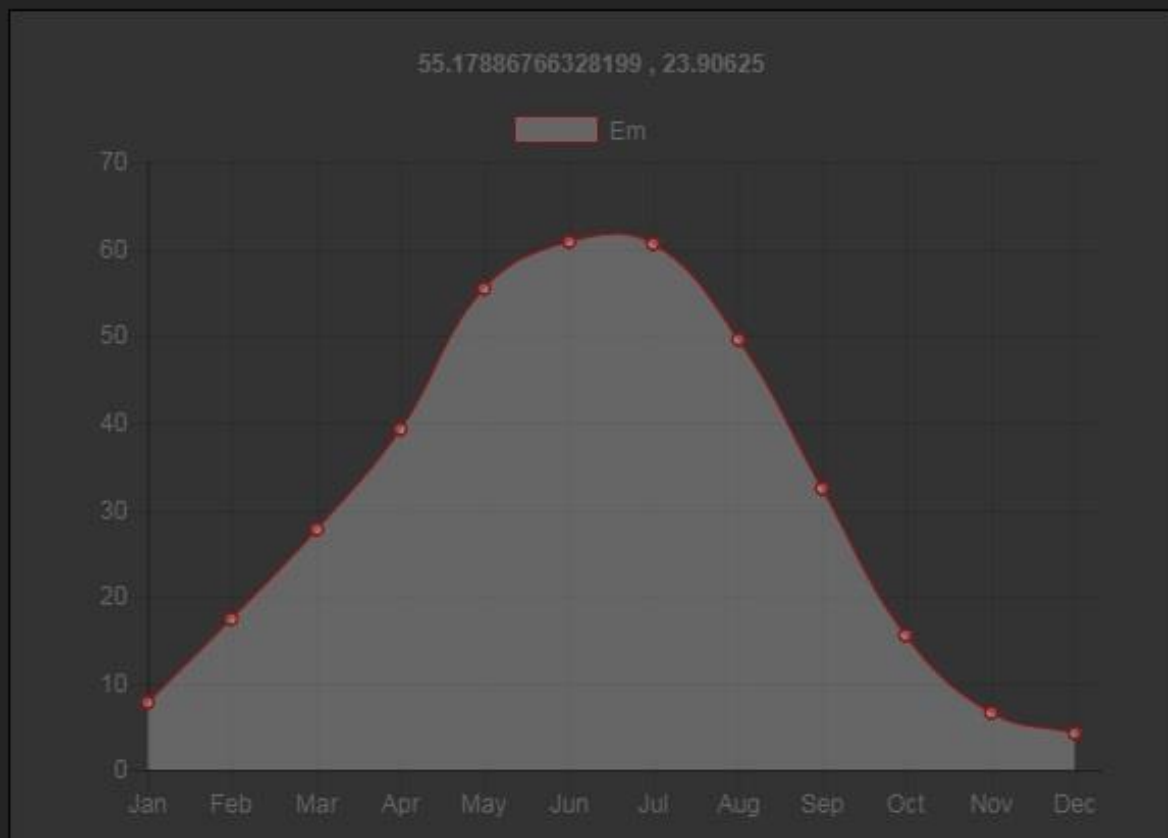
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
January	0.26	7.93	0.41	12.84
February	0.62	17.38	0.95	26.65
March	0.90	27.76	1.37	42.43
April	1.31	39.26	2.02	60.68
May	1.79	55.40	2.79	86.57
June	2.03	60.91	3.18	95.47
July	1.96	60.68	3.07	95.20
August	1.60	49.48	2.53	78.36
September	1.08	32.37	1.69	50.85
October	0.50	15.53	0.80	24.88
November	0.22	6.62	0.37	11.12
December	0.14	4.27	0.24	7.38
Yearly average	1.03	31.47	1.62	49.37
Total for year		377.59		592.41

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Šiaurė:

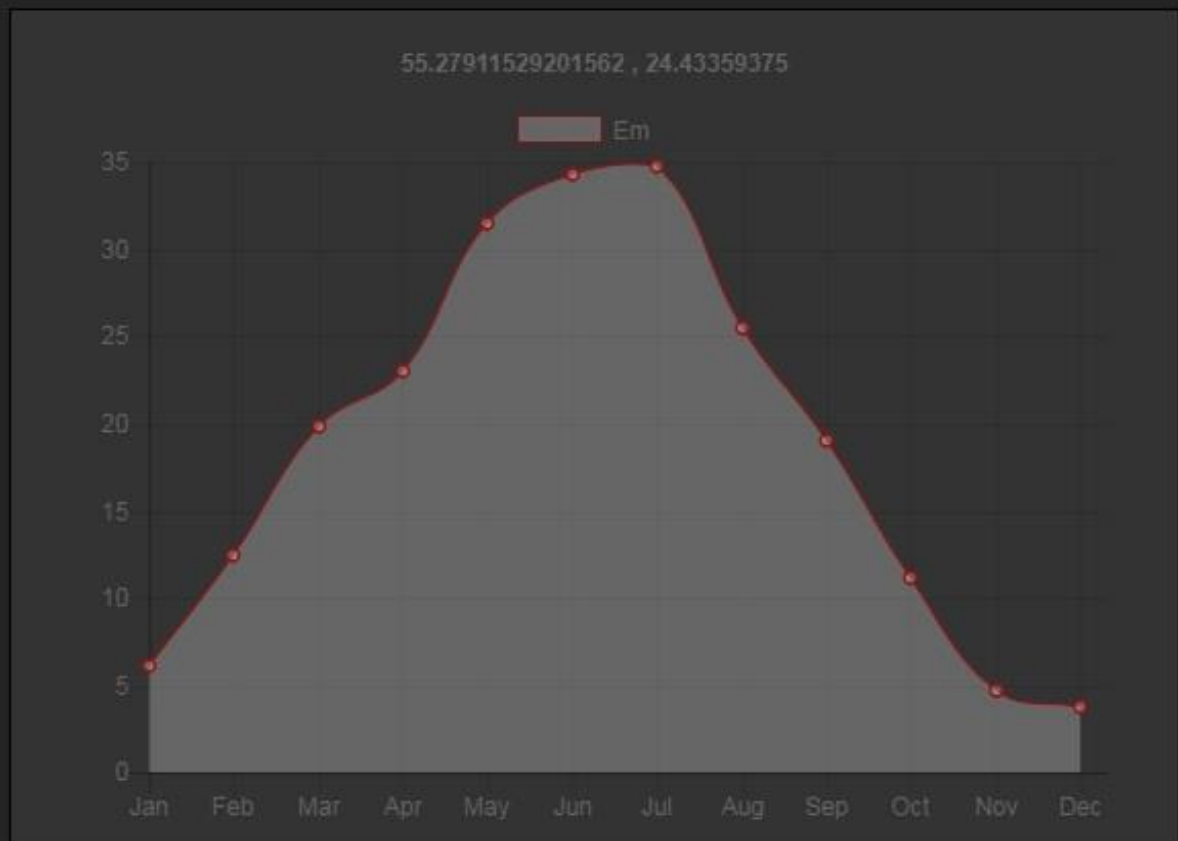
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
January	0.20	6.13	0.32	10.04
February	0.45	12.47	0.69	19.21
March	0.64	19.83	0.98	30.45
April	0.77	23.00	1.20	35.87
May	1.01	31.43	1.60	49.45
June	1.15	34.35	1.82	54.64
July	1.12	34.74	1.78	55.25
August	0.82	25.50	1.31	40.72
September	0.64	19.08	1.01	30.22
October	0.36	11.14	0.58	18.01
November	0.16	4.70	0.27	8.10
December	0.12	3.76	0.21	6.59
Yearly average	0.62	18.84	0.98	29.88
Total for year		226.13		358.55

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Vakarai:

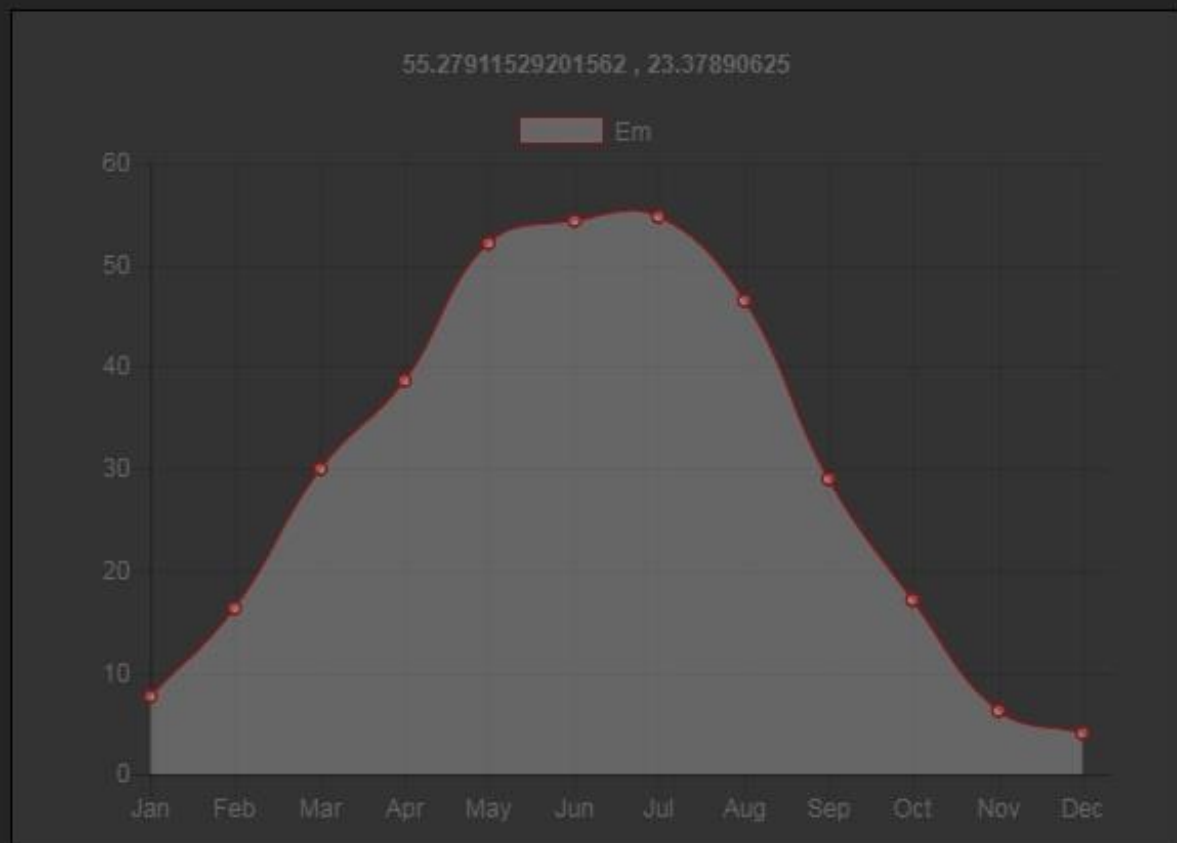
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
January	0.25	7.78	0.41	12.57
February	0.58	16.28	0.89	25.01
March	0.97	30.14	1.49	46.05
April	1.29	38.68	2.00	60.03
May	1.68	52.06	2.63	81.52
June	1.81	54.31	2.84	85.30
July	1.77	54.76	2.78	86.04
August	1.50	46.44	2.38	73.64
September	0.97	29.13	1.53	45.88
October	0.55	17.17	0.89	27.46
November	0.21	6.39	0.36	10.81
December	0.14	4.21	0.24	7.31
Yearly average	0.98	29.78	1.54	46.80
Total for year		357.35		561.63

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

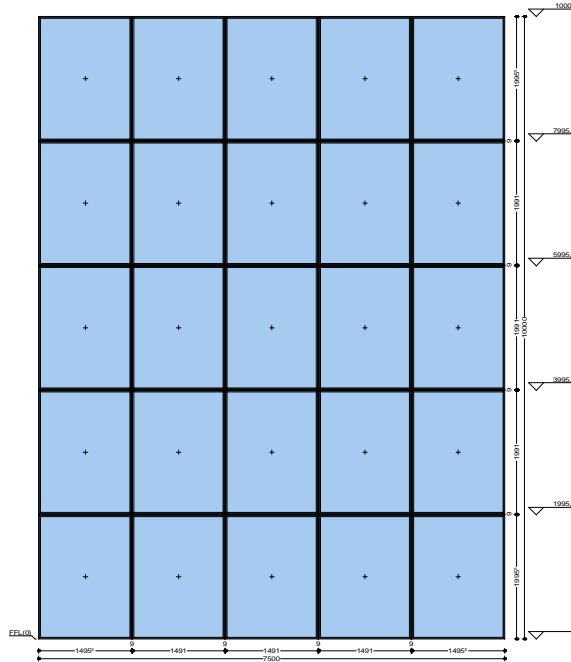
H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)



Priedas Nr. 5 CW-65EF HI sistemos šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimo rezultatai

Pos CW-65EF HI

1 Pcs. Curtain Wall Element 7500 mm x 10000 mm, Consisting of 25 Fixed Fields.



Scale 1:100

Exterior View

System: Reynaers CW 65-EF HI aluminium

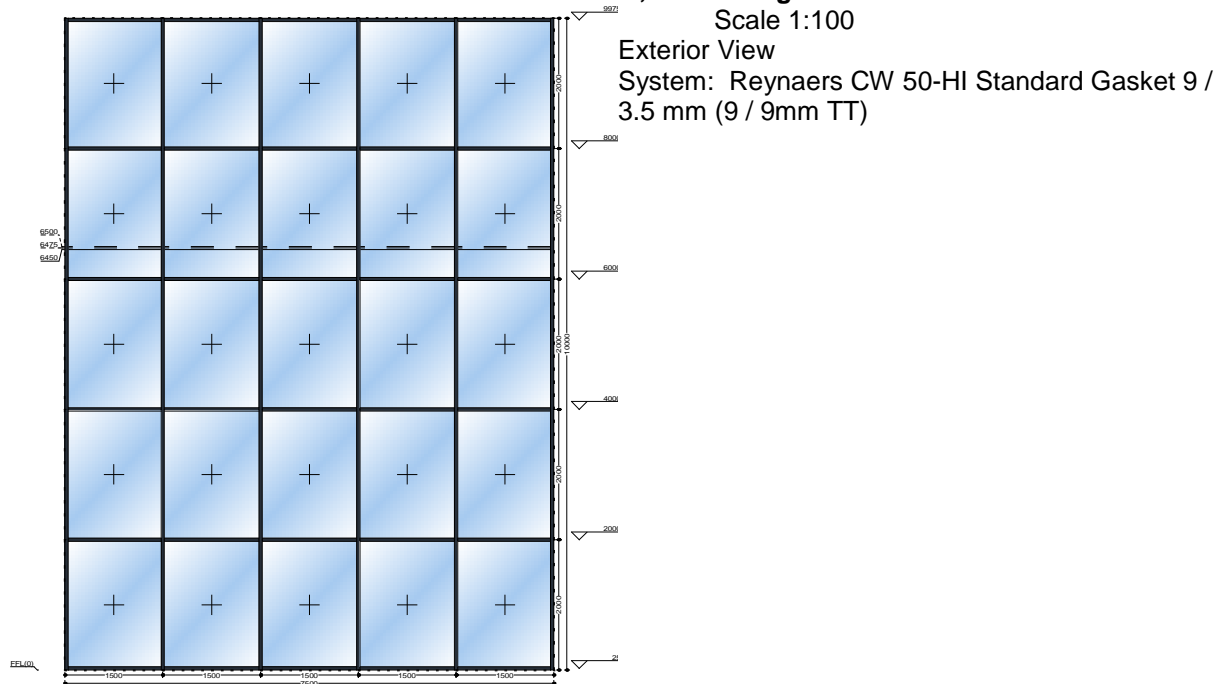
Area	Area/Length	U-Value
Profiles (U_i) (Declaration by Orgadata)	2.381 m ²	1,8 W/(m ² K)
Glass (U_g)	69.570 m ²	0,30 W/(m ² K)
Interconnection Glass (Psi)	168.680 m	0,045 W/(m K)
Total (U_{cw})	71.951 m²	0,471 W/(m²K)
Sum of all Positions (U_{cw})	71.951 m²	0,471 W/(m²K)

The thermal transmission coefficients were calculated for windows (U_w) according to EN ISO 10077-1:2006 + AC:2009 and for curtain walls (U_{cw}) in compliance with EN ISO 12631:2012. Notice: U_w Kernel V1.0

CW-50 HI sistemos šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimo rezultatai

Pos CW-50 HI

1 Pcs. Curtain Wall Element 7500 mm x 10000 mm, Consisting of 25 Fixed Fields.



Area	Area/Length	U-Value
Profiles (U_i) (Declaration by Orgadata)	4.287 m ²	0,72 W/(m ² K)
Glass (U_g)	69.840 m ²	0,30 W/(m ² K)
Interconnection Glass (Psi)	169.000 m	0,045 W/(m K)
Total (U_{cw})	74.127 m²	0,452W/(m²K)

The influence of the screws is taken into account by adding $U=0.3W/m^2K$, according to paragraph 6.3.4 of EN 12631:2012.

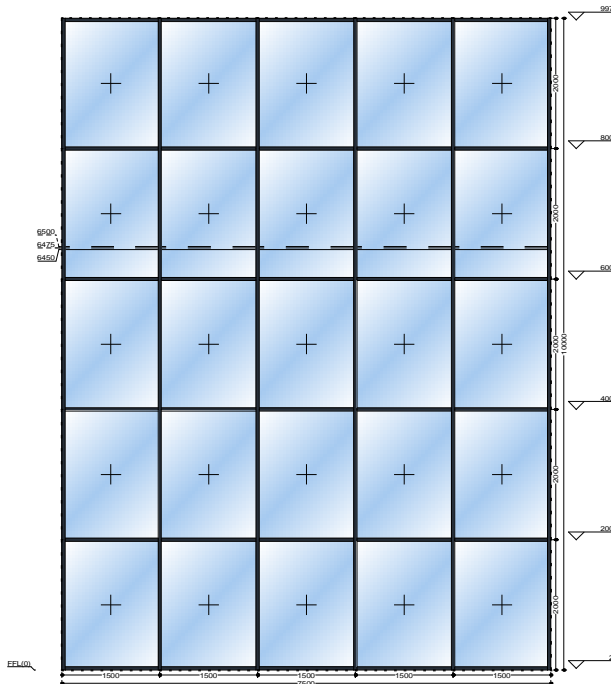
Sum of all Positions (U_{cw})	74.127 m²	0,45 W/(m²K)
---	-----------------------------	--------------------------------

The thermal transmission coefficients were calculated for windows (U_w) according to EN ISO 10077-1:2006 + AC:2009 and for curtain walls (U_{cw}) in compliance with EN ISO 12631:2012. Notice: U_w Kernel V1.0

CW-50 HI (Alu on steel) sistemos šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimo rezultatai

Pos CW-50 HI on steel

1 Pcs. Curtain Wall Element 7500 mm x 10000 mm, Consisting of 25 Fixed Fields.



Scale 1:100

Exterior View

System: Reynaers CW 50-HI Standard Gasket 9 / 3.5 mm (9 / 9mm TT)

Area	Area/Length	U-Value
Profiles (U_i) (Declaration by Orgadata)	4.287 m ²	0,72 W/(m ² K)
Glass (U_g)	69.840 m ²	0,30 W/(m ² K)
Interconnection Glass (Psi)	169.000 m	0,045 W/(m K)
Total (U_{cw})	74.127 m²	0,452W/(m²K)

The influence of the screws is taken into account by adding $U=0.3W/m^2K$, according to paragraph 6.3.4 of EN 12631:2012.

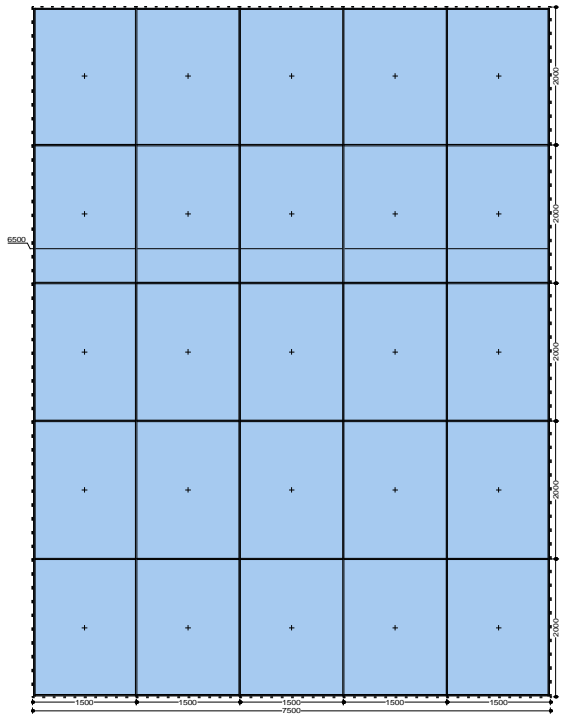
Sum of all Positions (U_{cw})	74.127 m²	0,45 W/(m²K)
---	-----------------------------	--------------------------------

The thermal transmission coefficients were calculated for windows (U_w) according to EN ISO 10077-1:2006 + AC:2009 and for curtain walls (U_{cw}) in compliance with EN ISO 12631:2012. Notice: U_w Kernel V1.0

CW-50 SC sistemos šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimo rezultatai

Pos CW-50 SC

1 Pcs. Curtain Wall Element 7500 mm x 10000 mm, Consisting of 25 Fixed Fields.



Scale 1:100

Exterior View

System: Reynaers CW 50-SC* Dow Corning
Standard Glasinside 6mm

Area	Area/Length	U-Value
Profiles (U_f) (Declaration by Orgadata)	4.287 m ²	0,72 W/(m ² K)
Glass (U_g)	69.840 m ²	0,30 W/(m ² K)
Interconnection Glass (Psi)	169.000 m	0,045 W/(mK)
Total (U_{cw})	74.127 m²	0,522W/(m²K)

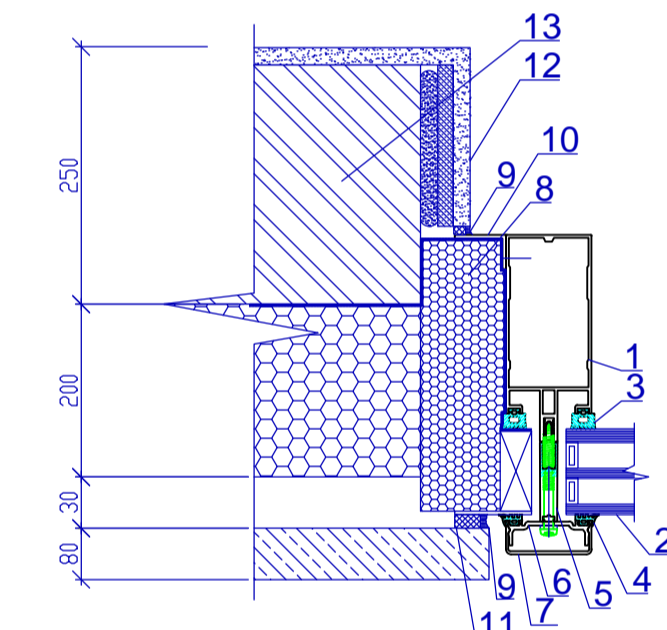
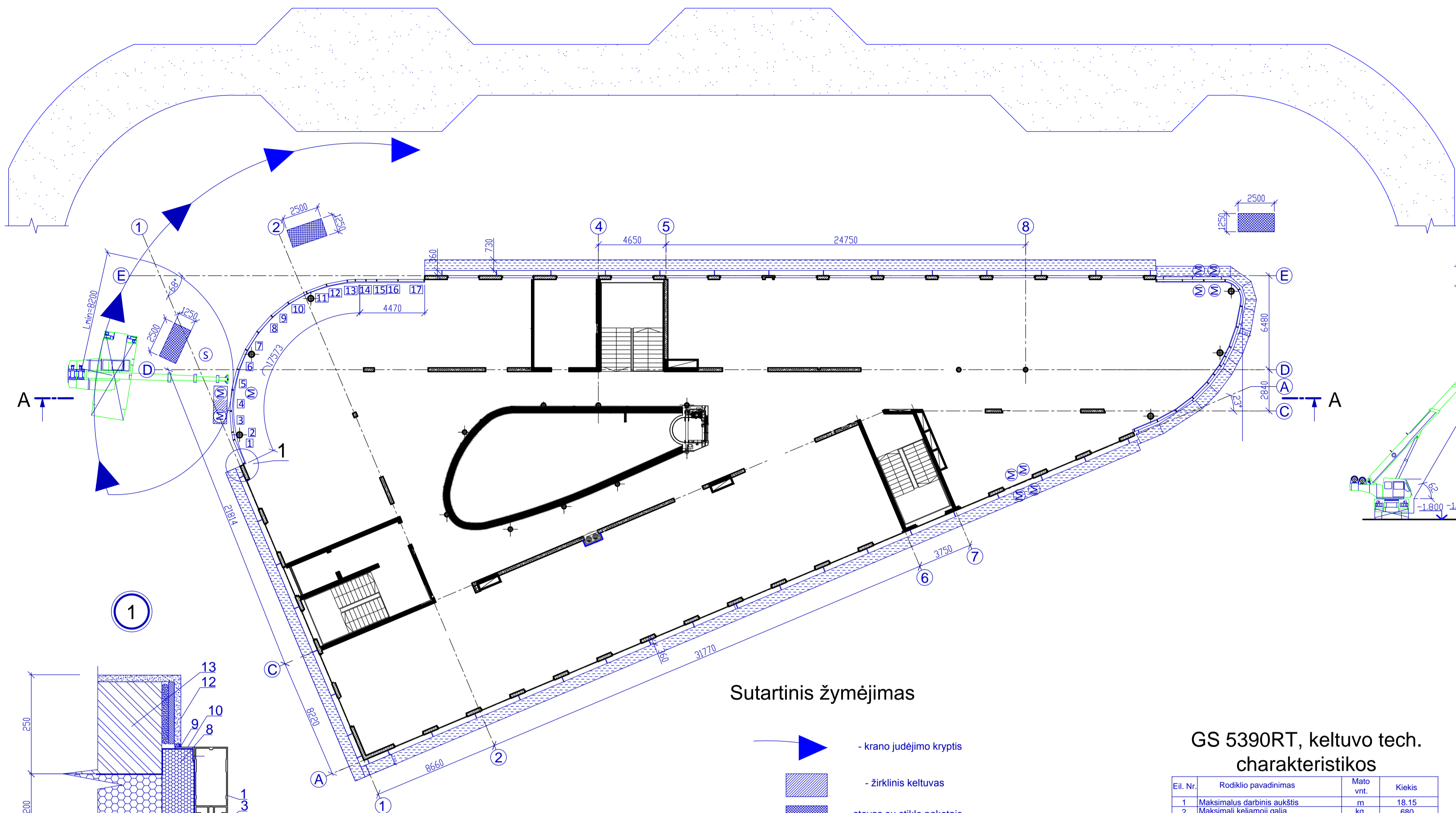
The influence of the screws is taken into account by adding $U=0.3W/m^2K$, according to paragraph 6.3.4 of EN 12631:2012.

Sum of all Positions (U_{cw})	74.127 m²	0,522W/(m²K)
---	-----------------------------	--------------------------------

The thermal transmission coefficients were calculated for windows (U_w) according to EN ISO 10077-1:2006 + AC:2009 and for curtain walls (U_{cw}) in compliance with EN ISO 12631:2012. Notice: U_w Kernel V1.0

Priedas Nr. 5

ALIUMINIO STIKLO KONSTRUKCIJŲ MONTAVIMO SCHEMA



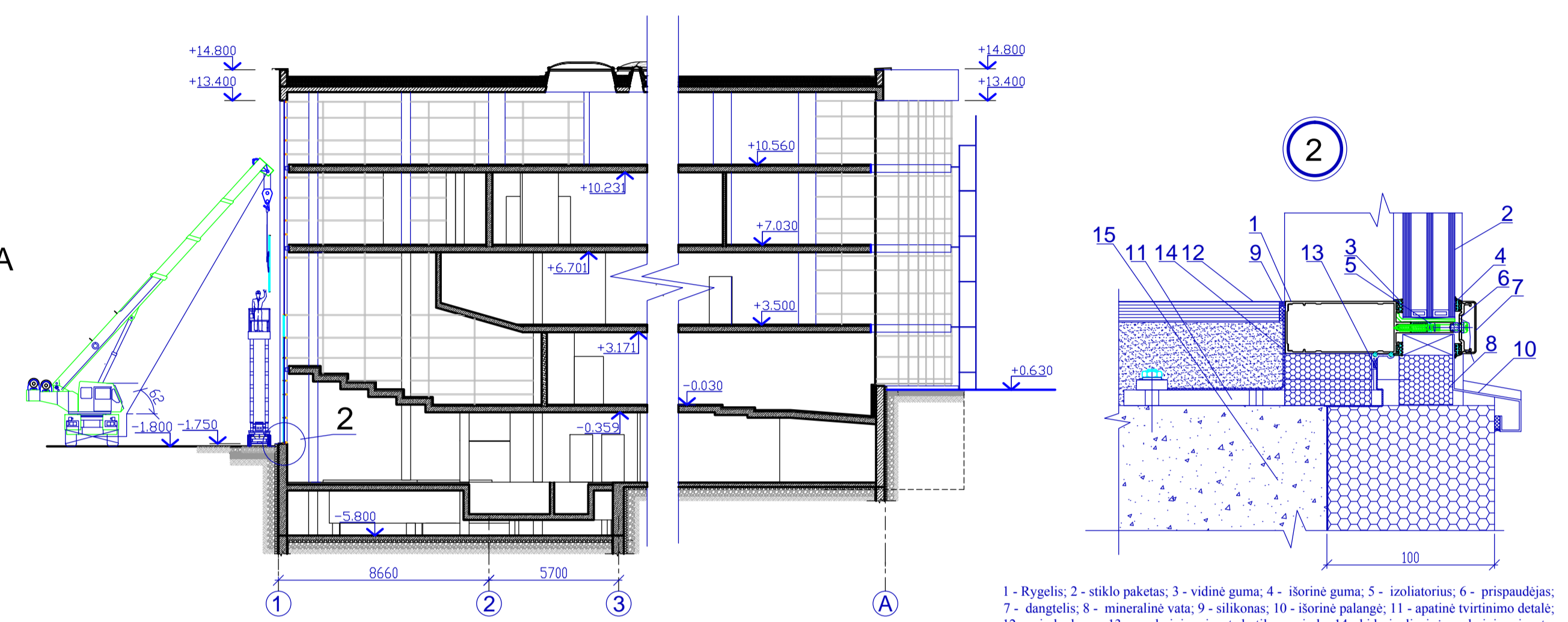
- 1 - statramstis; 2 - stiklo paketas; 3 - vidinė guma; 4 - išorinė guma; 5 - izoliatorius;
- 6 - prispaudėjas; 7 - dangtelis; 8 - mineralinė vata; 9 - silikonas; 10 - skardos lankstynys;
- 11 - besiplečiantis sandarinimo juosta; 12 - gipsas; 13 - sienos konstrukcija.

- #### Sutartinis žymėjimas
- krano judėjimo kryptis
 - žirklinis keltuvas
 - stovas su stiklo paketais
 - pastoliai
 - stropuotojas
 - montuotojas
 - stiklo paketo montavimo seka (montuojant kranu)

TECHNOLOGINĖS SCHEMOS PRITAIKYMO SRITIS

Technologinė kortelė sudaryta keturių aukštų pastato aliuminio stiklo konstrukcijų montavimo darbams atlikti. Pastato plotis 72,4m, aukštis 14,8m. Kortelėje parodytas kranu montuojamų stiklo paketų elišukamas, darbininkų pasiskirstymas objekte. Sunkiausių stiklo paketų montavimo darbai atliekami Maeda CC1485 kranu pagalba. Montavimo darbus atlieka 12 montuotojų brigada, kai dirbama viena pamaina. Montuojant pasiskirstoma į 3 grupes po 4 darbininkus. Montavimo darbai vyksta vasaros metu. Šią technologinę kortelę analogiškai galima pritaikyti kitiems darbams atlikti.

PJŪVIS A-A MASTELIS 1:200



- 1 - Rygelis; 2 - stiklo paketas; 3 - vidinė guma; 4 - išorinė guma; 5 - izoliatorius; 6 - prispaudėjas;
- 7 - dangtelis; 8 - mineralinė vata; 9 - silikonas; 10 - išorinė palangė; 11 - apatinė tvirtinimo detalė;
- 12 - grūdų dangis; 13 - sandarinimo juosta butilo pagrindu; 14 - hidroizoliacinė sandarinimo juosta;
- 15 - laikantoji pamato konstrukcija.

Sunkiausio keliamo krovinio lentelė

Elemento pavadinimas	Masė, t
Stiklo paketai:	0.22

Techniniai, ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Mato vnt.	Rodiklio dydis	
			Norminis	Planuojamas
1	Aliuminio-stiklo fasado darbų apimtys	m ²	1300	1300
2	Montavimo darbų sąnaudos	žm.d.	655	523
3	Darbininkų išlaidos	m žm.d.	1.985	2.485
4	Laiko norma	žm.d./m ²	0.504	0.402
5	Mechanizmų darbo sąnaudos	mas.pam	24	24
6	Darbo trukmė	d	66	45
7	Normų vykdymas	%	100	125.2

GS 5390RT, keltuvo tech. charakteristikos

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis
1	Maksimalus darbinis aukštis	m	18.15
2	Maksimali keliamoji galia	kg	680
3	Maksimalus platformos išorinis ilgis	m	7.38
4	Maksimalus platformos aukštis	m	16.15
5	Keltuvo plotis	m	2.29
6	Keltuvo svoris	t	8.05

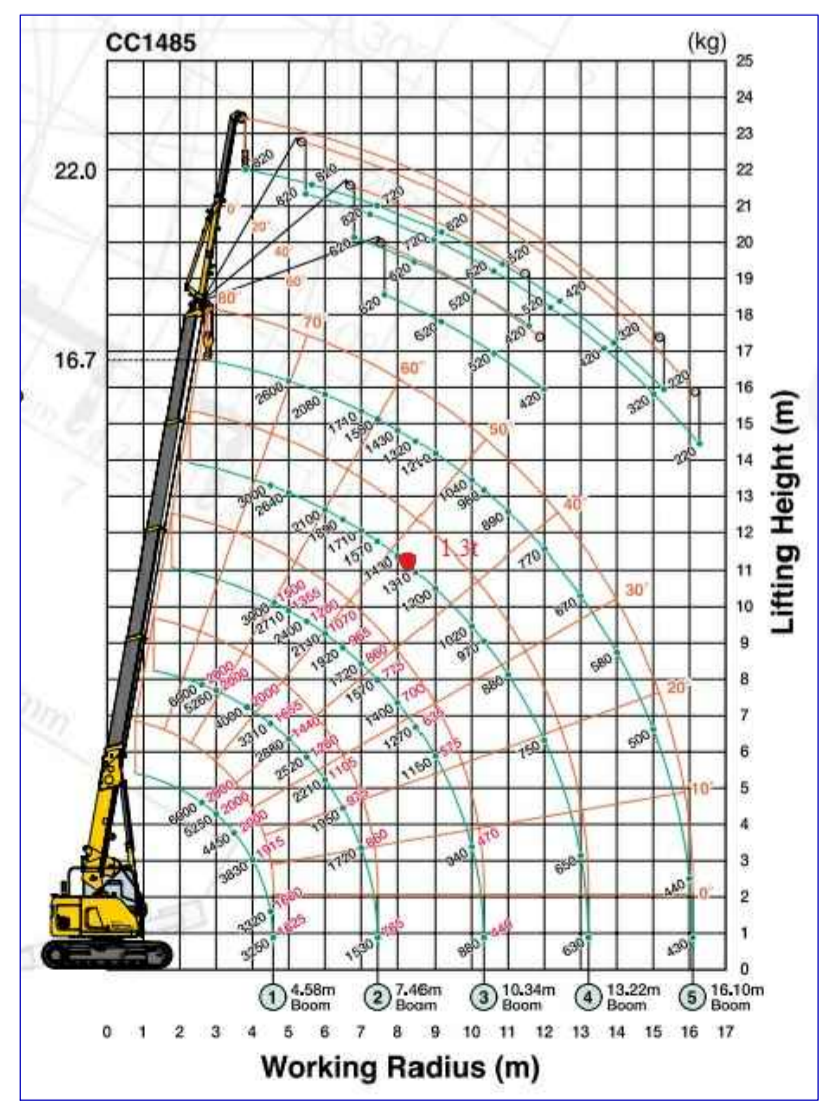
DARBŲ SAUGA

Aikštelėse kur atliekami montavimo darbai, neleidžiama dirbti kitų darbų, draudžiama būti pašaliniais asmenimis.
Darbo vietas ir priėjimus prie jų, kurios yra 1,3 m. nuo grunto ir aukščiau, būtina aptverti inventiniais aptvarais.
Po paketais montuojamų konstrukcijų elementais ar įrenginiais žmonėms būti draudžiama.
Neleidžiama naudotis technologine įranga, įrankiais, kraninių kabimo įtaisais, kurie turi defektų-įtrūkė, darbo metu gali iūžti.
Atkakini kėlimo priemonėmis pakeltas konstrukcijas ir įrenginius leidžiama tik juos patikimai įtvirtinti.
Kolektyvinės apsaugos priemonės: tvorėlės, signaliniai aptvarai, draudžiamieji ženklai
Asmeninės apsaugos priemonės: apsauginiai šalmai, profesinė avalynė bei drabužiai apsaugantys nuo mechaninių pažeidimų, pirštinės, saugos diržai ir apsauginiai akiniai.

Maeda CC1485, kranu tech. charakteristikos

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis
1	Keliamoji galia	t	6
2	Kabelio pakėlimo aukštis	m	16.7+5.3
3	Krano pasisukimo kampas	°	360
4	Krano gabaritai	mm	8560x2490x2865
5	Krano svoris	t	14.7
6	Maksimalus važiuojamasis greitis	m/min	164

Maeda CC1485 strėlės siekio grafikas



ALIUMINIO - STIKLO FASADO ĮREGIMO KALENDORINIS GRAFIKAS

Eil. Nr.	Darbo pavadinimas	Darbo apimtis		Darbo sąnaudos				Mechanizmo pavadinimas	Pamalinis skaičius	Darbininkų skaičius	Planuojama darbo trukmė	Brigados sudėtis	2017 metai		
		Mato vnt.	Kiekis	Žm.d.	Mech. pam.	Planuojamos	Normų vykdymas %						Birželis		Liepa
													1	2	
1	Aliuminio surenkamo fasado atramų, bei vertikaliųjų ir horizontaliųjų elementų montavimas.	100m	28.86	354	14.3	276	128	Smulkūs el. Prietaisai.	1	12	23	12 montuotojų	12	14	
2	Aliuminio fasado stiklinimas, stiklo paketus keliant kranu.	m ²	55	6	1	5	120	Kranas CC 1485, žirklinis keltuvas, Smulkūs el. Prietaisai.	1	4	1	1 kranu operatorius, 1 stropuotojas, 3 montuotojai.	4		
3	Aliuminio fasado stiklinimas rankiniu būdu.	m ²	1245	243	6.5	200	121.5	Smulkūs el. Prietaisai.	1	10	20	10 montuotojai	8	10	
4	Prispaudimo juostų ir apdailinių dangtelių montavimas	100m	28.86	52	3.2	42	123.8	Smulkūs el. Prietaisai.	1	2	22	2 montuotojų		2	

$$N_{max} = 12$$

$$\sum T_{post} = 66$$

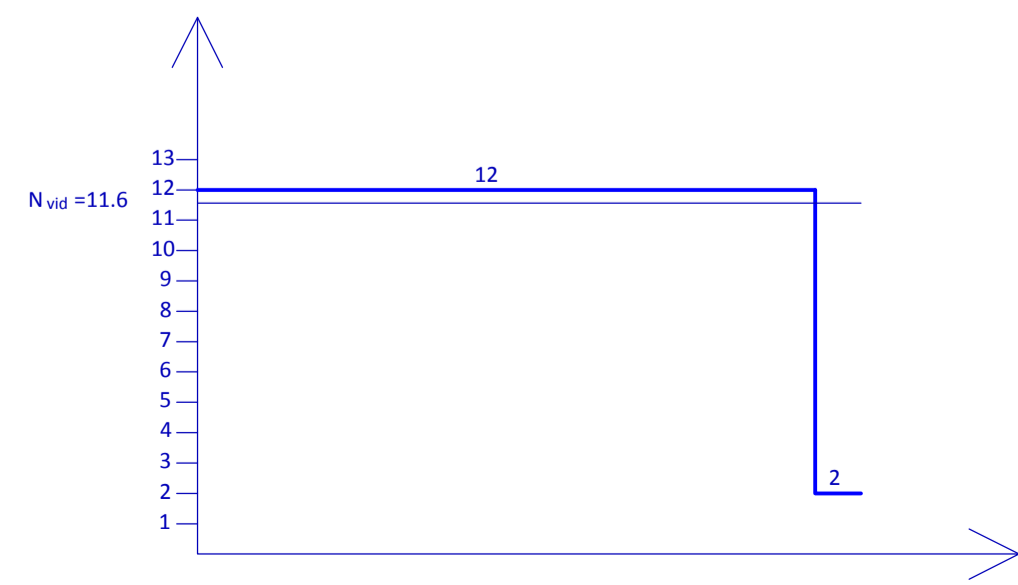
$$\sum D_{pr} = 2757$$

$$N_{vid} = \frac{\sum D_{pr}}{T} = \frac{2757}{245} = 11.6 = 12 \text{ darbininkai}$$

$$K_1 = \frac{N_{max}}{N_{vid}} = \frac{12}{11.6} = 1.03 < 1.5$$

$$K_2 = \frac{\sum T_{post}}{T} = \frac{66}{45} = 1.46$$

T - planuojama darbo trukmė (iš kalendorinio grafiko);
 N_{max} - didžiausias darbininkų skaičius;
 N_{vid} - vidutinis darbininkų skaičius;
 ∑D_{pr} - darbo sąnaudų suma darbo dienomis (7 grafa);
 ∑T_{post} - statybos trukmė, kai darbininkų skaičius pastovus (12 grafa);



DARBŲ KOKYBĖ

Eil.Nr	Nuokrypų pavadinimas	Leistosios nuokrypos, mm
1	Kronšteinų montavimo galimi nuokrypiai negali viršyti:	
	horizontaliai nuo ašies;	±2
	vertikaliai kryptimi.	±20
	Statramsčių montavimo galimi nuokrypiai negali viršyti:	
2	jeigu elemento ilgis daugiau nei 2m;	±2
	jeigu elemento ilgis mažiau nei 2m;	±1
	Viso vieno aukšto fasado iki ;	±10
	Surankant eilę statramsčių, horizontaliai kryptimi, nuokrypis negali viršyti tarp ašių arba 4 metrų atstume;	±2
3	Uždangų zonų išorės apdailos elementų tvirtinimo galimi nuokrypiai negali viršyti:	
	nuo plokštumos 1 metrui;	±2
	per visą pastato aukštį ne daugiau kaip;	±10
	kreiviniams paviršiams nuo nustatytos plokštumos	30

MATERIALINIAI TECHNINIAI IŠTEKLIAI

Eil. Nr.	Pavadinimas	Svoris, t	Rodiklio dydis
1	Plaktukas	vnt	10
2	Elektrinis gražtas	vnt	2
3	Stiklinimo mentele	vnt	12
4	Rūlete	vnt	10
5	Elektrinis šifrukis	vnt	2
6	Elektrinis suktukas	vnt	4
7	Guminis plaktukas	vnt	10
8	Gulsčiukas	vnt	8
9	Vakuuminis ketuvas	vnt	12
10	Prikabinamas ketuvas	vnt	1
11	Zirklinis keltuvas	vnt	1
12	Fasadiniai pastoliai	m ²	2954
13	Tarpinės spaudiklis	vnt	6
	Medžiagos		
3	Vertikalios profiliai	100m	15.873
4	Horizontalios profiliai	100m	12.987
5	Guminės tarpinės	100m	115.44
7	Prispaudimo profiliai	100m	28.86
8	Apdailinis profilis	100m	28.86
9	Detalės	vnt	2408
10	Tvirtinimo detalės	vnt	476
11	EPDM juosta	100m	24.64
11	Montavimo putos	vnt	93

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis projektas
SSM-6	Student. A. Pavolis	2018-01
	Vadovas M. Daunoravičius	2018-01
	Konsult. G. Šukaitytė	2018-01
	Konsult. N. Meslinas	2018-01
	Recenz. N. Adamukaitis	2018-01
Etapas	Statybos technologijų katedra Studentų g. 48, 51367 Kaunas	2018-TP-STK-ST
TP		Lapas 1 / Lapų 1