



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Danius Jasiulionis

**SPORTO PASKIRTIES PASTATO FASADO ĮRENGIMO
TECHNOLOGIJŲ TYRIMAI**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Marijonas Daunoravičius

KAUNAS, 2017

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

**SPORTO PASKIRTIES PASTATO FASADO ĮRENGIMO
TECHNOLOGIJŲ TYRIMAI**

Baigiamasis magistro projektas
Statyba (kodas M6046N21)

Vadovas

Doc. dr. Marijonas Daunoravičius

Recenzentas

Dr. Arūnas Burlingis

Projektą atliko

Danius Jasiulionis

KAUNAS, 2017



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Statybos ir architektūros

(Fakultetas)

Danius Jasiulionis

(Studento vardas, pavardė)

Statyba, M6046N21

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Sporto paskirties pastato fasado įrengimo technologijų tyrimai“

AKADEMINIO SAŽINGUMO DEKLARACIJA

20 ____ m. _____ d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Daniaus Jasiulionio**, baigiamasis projektas tema „Sporto paskirties pastato fasado 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)

Jasiulionis, Danius. Sporto paskirties pastato fasado 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: *fasadas, universali sporto salė, fasadų technologijų raida, bruožai ir savybės, daugiakriterinis vertinimas, optimalus variantas.*

Kaunas, 2017. 99 p.

SANTRAUKA

Magistro baigiamajame darbe išnagrinėti šešios universalios sporto salės fasado įrengimo technologijos ir atliktas šių technologinių variantų daugiakriterinis įvertinimas.

Apžvelgta pastarojo dešimtmečio mokslinė literatūra ir kitos įvairios publikacijos fasadų istorinės raidos, technologijų tobulėjimo ir inovacinių fasadų konstrukcinių sprendimų tematika.

Aprašyta baigiamojo darbo objekto – universalios sporto salės statinio architektūra, bendrieji duomenys apie statomą pastatą ir sklypo sprendinius. Apžvelgti bendrieji konstrukciniai sprendiniai ir statinio planinė bei konstrukcinė sandara. Naudojantis techniniais reglamentais apskaičiuotos stogo denginį laikančios medinės klijuotos sijos.

Atliktas tiriamasis darbas kurio metu buvo suprojektuoti šeši fasadų technologiniai variantai. Sudaryta ekspertinė apklausa kurios metu išsiaiškinta statybos ekspertų nuomonė į literatūros apžvalgos metu išrinktų dešimties kriterijų svarbą.

Išsamiai išanalizuotos trys optimalios fasadų konstrukcijos, sudarytos jų technologinės kortelės ir aprašytas įrengimo procesas. Aprašyti pagrindiniai organizaciniai sprendimai ir sudarytas statybvietės planas. Įvertinus visus baigiamojo darbo rezultatus ir gautą informaciją, nustatytas optimalus universalios sporto salės fasado įrengimo variantas.

Darbas sudarytas iš įvado, 7 skyrių ir išvadų. Darbo apimtis – 99 puslapių be priedų, 45 paveikslai, 47 lentelės. Panaudoti 44 bibliografiniai šaltiniai. Atskirai pridedami 5 priedai ir 10 (A1 formato) brėžinių.

Jasiulionis, Danius. *Research of Facade Installation Technology of Sports Building*. 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: *facade, universal sports hall, technological development of facade construction, trait and attributes, multiple-criteria decision analysis, optimal option.*

Kaunas, 2017. 99 p.

SUMMARY

There was examined six types of the technology for facade for multi-purpose sports hall installation in this master's thesis, also there is a technological options for multiple criteria evaluation carried out.

Reviewed scientific literature of the last decade and miscellaneous publications, historical development, technology development and innovative construction solutions facades theme of the building facades.

Thesis on universal sports hall building architecture includes review on universal sports hall building architecture, general information about the projected building and plot solutions. Thesis also includes an overview of the general structural solutions and building planning and construction structure. Calculation of roof bearing wooden laminated beams were made using latest technical regulations.

There was carried out research during which six facades technological options was designed. Also there was done survey which included only field experts during which opinion on the importance of the ten criteria was ascertained.

A detailed analysis of three optimal facade construction was done consisting of method statements and description of the installation process. The main organizational solutions and drawn the site plan was carried out. After assessing all of the results of the thesis and the information received, the optimal universal sports hall facade installation option was determined.

The work consists of introduction, 7 chapters and conclusions. Volume of thesis - 99 pages without appendix, 45 nodes, 47 tables. Used 44 references. There are 5 separate appendixes and 10 (A1 format) drawings.

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	7
LENTELIŲ SĄRAŠAS	8
ĮVADAS.....	9
1. BAIGIAMOJO PROJEKTO OBJEKTAS	10
1.1. Bendrieji duomenys ir architektūriniai sprendiniai	10
1.2. Konstrukcinė dalis.....	14
1.3. Medinių sijų projektavimas	19
2. MOKSLINĖS LITERATŪROS APŽVALGA FASADŲ ISTORIJS IR TECHNOLOGIJŲ TEMATIKA.....	23
3. VARIANTŲ VERTINIMO METODIKOS PARINKIMAS	32
4. ANALIZUOJAMOS FASADO ĮRENGIMO TECHNOLOGIJOS	35
4.1. Vėdinamas fasadas su mediniu ažūro dekoru.....	36
4.2. Keraminių blokų siena su vėdinamu oro tarpu.....	38
4.3. Vėdinamas keramzitbetonio blokelių fasadas	40
4.4. Daugiasluoksnės poliizocianurato plokštės fasadas	42
4.5. Trisluoksnės gelžbetonio sienos fasadas	44
4.6. Fasado konstrukcija su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu.....	46
4.7. Perspektyvinių ateities fasadų konstrukcinių variantų pavyzdžiai	48
5. TECHNOLOGIJŲ VERTINIMO METODIKA	51
6. FASADŲ ĮRENGIMO TECHNOLOGIJOS.....	70
6.1. Fasado konstrukcija su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu įrengimo technologija	70
6.2. Daugiasluoksnės poliizocianurato plokštės fasado įrengimo technologija	78
6.3. Keraminių blokų siena su vėdinamu oro tarpu įrengimo technologija.....	82
7. STATYBVIETĖS IR STATYBOS DARBŲ ORGANIZAVIMAS	87
7.1. Statybvietės plano planavimas ir efektyvaus darbų vykdymo sprendiniai.....	87
7.2. Vandens ir laikinųjų elektros tinklų poreikis statybos darbams	91
IŠVADOS	94
LITERATŪRA.....	95
PRIEDAI.....	100

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

Pav. Nr. 1 Sniego apkrovos schema	16
Pav. Nr. 2 Vėjo apkrovos schema.....	17
Pav. Nr. 3 Stogo denginio detalė	18
Pav. Nr. 4 Fasadų kuriems naudojamos pagrindinės statybinės medžiagos (medis, molis ir akmuo) istorinės raidos žemėlapis [4].....	24
Pav. Nr. 5 Neapdirbtų statybinių medžiagų sienų konstrukcijos (kair. drėbto molio, natūralaus akmens, tašytų rąstų ir medžio karkaso su molio užpildu fasadas) [4]	25
Pav. Nr. 6 Apdirbtų statybinių medžiagų sienų konstrukcijos (kair. molio plytų, medžio karkaso su nedegtomis molio plytomis ir degtų plytų fasadas) [4].....	25
Pav. Nr. 7 kair. Akyto betono blokelių siena, vid. mūras su termoizoliacija ir tinkuojamu fasadu, deš. trisluoksnė mūro siena [4].....	26
Pav. Nr. 8 kair. Ventiliuojama mūro siena, trisluoksnė mūro siena su ventiliuojamu oro tarpu, medžio karkaso siena su ventiliuojamu oro tarpu ir trisluoksnė fasado konstrukcija su pakabinama apdaila [4]	26
Pav. Nr. 9 kair. Romėniškojo betono siena, mūro-betono kompozito siena, armuoto betono (gelžbetonio) siena ir daugiasluoksnė gelžbetonio siena [4]	27
Pav. Nr. 10 kair. Betono siena su aktyviaja termoizoliacija, vid. trisluoksnė mūro-betono kompozito siena su pašildymo sistema ir deš. liktinių polistireninio putplasčio klojinių su betoniniu užpildu fasado konstrukcija [4]	28
Pav. Nr. 11 Polivalentinės fasado apdailos plytelės [10].....	29
Pav. Nr. 12 Vėdinamo fasado su mediniu ažūro dekoru detalė	36
Pav. Nr. 13 Keraminių blokų sienos su vėdinamu oro tarpu detalė	38
Pav. Nr. 14 Vėdinamo keramzitbetonio blokelių fasado detalė.....	40
Pav. Nr. 15 Daugiasluoksnės poliizocianurano plokštės fasado detalė	42
Pav. Nr. 16 Trisluoksnės gelžbetonio sienos fasado detalė	44
Pav. Nr. 17 Fasado konstrukcijos su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu detalė	46
Pav. Nr. 18 Masyvios konstrukcijos siena su integruotomis inžinerinėmis sistemomis [4]	48
Pav. Nr. 19 kair. Mūrinė sienos konstrukcija iš blokų su integruotomis modulinėmis inžinerinėmis sistemomis, deš. Daugiasluoksnė konstrukcija su integruotomis inžinerinėmis sistemomis [4].....	48
Pav. Nr. 20 kair. Daugiasluoksnė masyvi siena su pakeičiamais inžinerinių sistemų komponentais, deš. Trisluoksnė sienos konstrukcija su vėdinamu oro tarpu ir integruojamomis inžinerinėmis sistemomis [4].....	49
Pav. Nr. 21 Ateities fasadai: kair. 3D spausdinimo įranga pagamintas fasado elementas, sienos konstrukcija iš biologinių žaliavų, prisitaikanti termoizoliacija ir prisitaikantis fasadas [4]	50
Pav. Nr. 22 Blokėlis ROCLITE „S“ [34]	71
Pav. Nr. 23 Būtiniausi darbo įrankiai: kair. rankinis pjūklas blokeliams, klijų indas/šukos, trintuvės blokeliams	71
Pav. Nr. 24 Montažinio profilio tvirtinimo elementai: kair. Vienguba – paslankaus tipo montavimo konsolė, vid. dviguba montavimo konsolė, kair. termoizoliacinė tarpinė	73
Pav. Nr. 25 Putų poliuretano purškimo įranga: kair. mobili putų purškimo stotelė, deš. Putų purškimo stotelės vaizdas iš vidaus	73
Pav. Nr. 26 Putų purškimo paruošimo aparatas „Polymac-PMC Classic“ [36].....	74
Pav. Nr. 27 Keraminių apdailos plytelių tvirtinimo sistemos vaizdas	75
Pav. Nr. 28 Papildomi metalinio tvirtinimo karkaso elementai: kair. kniedės montažiniam profiliui, vid. apdailos kabinimo apkaba, deš. termoizoliacinė juosta [38].....	76
Pav. Nr. 29 Apdailos montavimo prie sudėtingų vietų. kair. apdirbimas ties angomis, deš. apdaila statinio kampuose naudojant 3D kampus	76
Pav. Nr. 30 Plokštės kėlimo būdai: spec. kobiniu arba vakuumu	79
Pav. Nr. 31 Skardos apdaila su „FlatLock“ falcų kabinimo sistema [31].....	81
Pav. Nr. 32 „Kerapor“ keraminis blokas	83
Pav. Nr. 33 Fiksuotos jungtys: kair. paslankioji jungtis, deš. fiksuota jungtis	85
Pav. Nr. 34 Fasado konstrukcijos trimatis vaizdas	85

LENTELIŲ SĄRAŠAS

Lentelė Nr. 1 Vėjo apkrovos veikiančios skaičiuojamąją schemą.....	18
Lentelė Nr. 2 Nuolatinės denginį veikiančios apkrovos	18
Lentelė Nr. 3 Rėmą veikiančios apkrovos	19
Lentelė Nr. 4 Apkrovų deriniai.....	19
Lentelė Nr. 5 Sijų įrašų suvestinė lentelė	19
Lentelė Nr. 6 Sprendiniai ateinančių kartų fasado konstrukcijose, pagal publikacijų ir straipsnių autorius	31
Lentelė Nr. 7 Fasado variantų konstrukcijos storio ir šilumos perdavimo koeficiento palyginimas	35
Lentelė Nr. 8 Vėdinamo fasado su mediniu ažūro dekoru konstrukcijos sudėtis	36
Lentelė Nr. 9 Keraminių blokų sienos su vėdinamu oro tarpu konstrukcijos sudėtis	38
Lentelė Nr. 10 Vėdinamo keramzitbetonio blokelių fasado konstrukcijos sudėtis	40
Lentelė Nr. 11 Daugiasluoksnės poliizocianurano plokštės fasado konstrukcijos sudėtis	42
Lentelė Nr. 12 Trisluoksnės gelžbetonio sienos fasado konstrukcijos sudėtis	44
Lentelė Nr. 13 Konstrukcijos su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu fasado sudėtis.....	46
Lentelė Nr. 14 Suminė ekspertų apklausos rezultatų matrica.....	52
Lentelė Nr. 15 Pertvarkyta suminė ekspertų apklausos rezultatų matrica	53
Lentelė Nr. 16 Pradinė variantų duomenų ir kriterijų matrica	54
Lentelė Nr. 17 Normalizuota variantų duomenų ir kriterijų matrica	55
Lentelė Nr. 18 Papildoma variantų duomenų ir kriterijų matrica	55
Lentelė Nr. 19 Entropijos lygiai	55
Lentelė Nr. 20 Kriterijų kitimo lygiai.....	56
Lentelė Nr. 21 Teorinis kriterijų reikšmingumas	56
Lentelė Nr. 22 Kompleksinis kriterijų reikšmingumas.....	57
Lentelė Nr. 23 Pradinė variantų duomenų ir kriterijų matrica.....	59
Lentelė Nr. 24 Normalizuota variantų duomenų ir kriterijų matrica	59
Lentelė Nr. 25 Svertinė normalizuota variantų duomenų ir kriterijų matrica.....	60
Lentelė Nr. 26 Svertinės normalizuotos variantų duomenų ir kriterijų matricos geriausi ir blogiausi kriterijai....	60
Lentelė Nr. 27 Naudingumo vertės metodo lentelė	62
Lentelė Nr. 28 Ekspertų apklausos rezultatai	64
Lentelė Nr. 29 Ekspertų nuomonių išsiskyrimas priklausomai nuo amžiaus grupės.....	65
Lentelė Nr. 30 Ekspertų nuomonių išsiskyrimas priklausomai nuo darbų pobūdžio statybos srityje.....	66
Lentelė Nr. 31 Medžiagų ir gaminių, sandėliuojamų vienu metu ir jų poreikio per pamainą lentelė	89
Lentelė Nr. 32 Laikinių pagalbinių patalpų skaičiavimo lentelė	90
Lentelė Nr. 33 Laikinių vandentiekio ir nuotekų tinklų poreikio lentelė.....	91
Lentelė Nr. 34 Laikinių vandentiekio ir nuotekų tinklų skaičiavimo lentelė.....	91
Lentelė Nr. 35 Laikinių elektros energijos vartotojų ir atliekamų darbų apimčių lentelė.....	93

IVADAS

Statybos technologijų tobulėjimas yra nenutrūkstamas procesas. Kasmet atsiranda naujų medžiagų ir įdėjų kaip šias medžiagas panaudoti efektyviausiai. Naujų įdėjų ieškojimo ir panaudojimo reikalingumas matomas visose statinio egzistavimo stadijose – projektavime, statinio statybos metu ar statinio eksploatavimo etape. Tobulėjimas lemia technologinių savybių kitimą, ekonominę ir klimatinę naudą. Baigiamajame darbe didžiausias dėmesys skiriamas fasado konstrukcijos analizei ir jos technologinių procesų efektyvumo didinimui.

Temos aktualumas. Fasado konstrukcijos pagrindinės užduotys tiesiogiai susijusios su statinio bendru konstrukciniu pastovumu, pastato šilumos išsaugojimu ir estetinė išvaizda. Fasadas neretai yra vadinamas pastato „oda“ per kurią turi būti vykdoma valdoma šilumos kaita ir jos sulaikymas, apsauga nuo nepageidaujamų kritulių ar saulės poveikio.

Dėl įvairių papildomų veiksnių prie pagrindinių papildomai prisideda ir kitos, naujos ir ganėtinai svarbios statinio gyvavimo kokybei įtakos turinčios užduotys – bendroji sauga, žmonių psichologinis ir įprastasis komfortas, garso izoliacija ir kt. Energijos išsaugojimas jau yra priimamas kaip nepakeičiama fasado savybės. Šio darbo aktualumas siejamas su numatymu kaip ateityje gali kisti statinių fasadai ir kokie šio konstrukcijos bruožai taps prioritetiniais.

Darbo tikslai. Baigiamojo darbo tikslas – nuspėti kokie technologiniai sprendimai gali turėti didžiausią įtaką šios konstrukcijos vystymuisi netolimoje ateityje. Analizuojamos praeityje naudotos ar vis dar naudojamos ir geriausiai projektuotojų priimtos fasadų konstrukcijos bei jų variantai. Ieškomos tendencijos, kurios keitė fasadų išvaizdą ar lėmė jų kokybės didėjimą.

Darbo uždaviniai.

- Išanalizuoti mokslinę literatūrą ir publikacijas, kurių tema - statinių fasadų konstrukcijos, ir nustatyti pagrindinius vertinimo kriterijus. Pabandyti nuspėti kaip gali kisti statinių fasadai ir jų technologijos per ateinančius 50 metų;
- Išanalizuoti Lietuvos statybos rinkoje dirbančių ekspertų požiūrį į skirtingas fasado konstrukcijos savybes. Nustatyti prioritetinius vertinimo kriterijus;
- Naudojantis įvairiais vertinimo ir palyginimo metodais parinkti tris geriausias fasado konstrukcijų alternatyvas ir joms sudaryti technologines korteles. Išanalizuoti fasadų įrengimo procesą;
- Įvertinus geriausių variantų įrengimo sudėtingumą ir pagal apskaičiuotus techninius – ekonominius, bei kokybinius rodiklius nuspręsti ir parinkti optimalų universalios sporto salės fasado variantą.

1. BAIGIAMOJO PROJEKTO OBJEKTAS

1.1. Bendrieji duomenys ir architektūriniai sprendiniai

Baigiamojo darbo objektas: Universali sporto salė Sporto g. 3, Palangos m.;

Statybos rūšis: Nauja statyba;

Statinio kategorija: Ypatingas statinys.

Universalios sporto salės projektiniai pasiūlymai ir techninis projektas parengtas vadovaujantis Palangos miesto savivaldybės administracijos patvirtintu projektavimo sąlygų sąvadu, projektavimo užduotimi, inžineriniais topografiniais bei geologiniais tyrimais, statybos techniniais reglamentais, teisiniais aktais ir kitais normatyviniais dokumentais. Bendruoju miesto planu ir teritorijų planavimo dokumentais.

Lentelė Nr. 1 Bendrieji sklypo ir statinio rodikliai

Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
1.1. sklypo plotas	m ²	57580
1.2. sklypo užstatymo plotas	m ²	3415
1.3. sklypo užstatymo tankumas	%	5.6
1.4. apželdintas žemės plotas	m ²	3556.6
1.5. automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	254
2.1. bendrasis plotas:	m ²	4626
2.2. pagrindinis	m ²	2886.9
2.3. pagalbinis	m ²	1739.1
2.4. pastato tūris	m ³	31906
2.5. aukštų skaičius	vnt.	3
2.6. pastato aukštis	m	11.4
2.7. maksimalus sėdimų vietų skaičius	vnt.	1000
2.8. energetinio naudingumo klasė	-	B
2.9. pastato atsparumas ugniai (I, II ar III)	-	I
2.10. gaisro apkrovos kategorija	-	3
sienu	W/ m ² ·K	0.2
langų	W/ m ² ·K	1.0
denginio	W/ m ² ·K	0.3

Universalios sporto salės įrengimas – strategiškai svarbus žingsnis siekiant didinti miesto patrauklumą ir skatinti atvykstamąjį turizmą, sportininkus. Daugiafunkcinis sporto objektas, kuriame galėtų vykti įvairūs kultūriniai, pramoginiai, sporto ir kiti renginiai, pritrauktų turistų ar pratęstų jų viešnagę, praplėstų siūlomų turizmo produktų įvairovę. Ji sudarytų sąlygas plėtoti kultūrinę (pramoginę) ir sportinę aplinką, organizuojant aukšto lygio renginius, suteikiant galimybę plėtoti įvairių rūšių turizmą, padėti vystyti Lietuvos krepšinio kitų sporto šakų tradicijas.

Projektuojamas sporto paskirties pastatas skirtas krepšinio, tinklinio, rankinio, salės futbolo, badmintono žaidimams (galimi ir kiti renginiai) funkciškai aptarnautų ir stadioną. Sporto salės pastatas ir stadionas bei sklype esantys lauko aikštynai veiktų kaip vienas kompleksas.

Sklypo ir architektūriniai sprendiniai. Analizuojama universali sporto salė yra sklype, kuris rytuose besiriboja su Klaipėdos plentu, pietuose su S. Dariaus ir S. Girėno gatve ir vakaruose su Sporto gatve. Šiaurinėje sklypo dalyje išsidėsčiusios kelios gatvės – Ramybės ir Bartų gatvės. Bendras sklypo plotas – 57580 m². Sklypo forma yra netaisyklinga, iš visų pusių šią formą nustato gatvės arba gretimi sklypai. Sklypo reljefas visame sklype ganėtinai vienodas – lygus. Dominuojantis gruntas – žvyringas smėlis.

Teritorija yra aprūpinta visais inžineriniais tinklais kurie yra reikalingi sporto salės eksploatacijai užtikrinti. Esami tinklai: vandentiekis, buitinė kanalizacija, lietaus kanalizacija, elektros tinklai, ryšių kabeliai. Teritorijos inžineriniai tinklai prijungti prie atitinkamų centralizuotų miesto inžinerinių tinklų. Sklypo teritorijoje auga daug įvairių medžių, didžioji dauguma medžių yra saugotini, todėl į tai bus atsižvelgta. Sklype veikia sporto mokyklos stadionas. Pagrindiniai įvažiavimai į sklypą numatomi iš dviejų gatvių – Sporto ir S. Dariaus ir S. Girėno gatvių.

Nuo Sporto g. bei S. Dariaus ir S. Girėno gatvių sankryžos, esamoje pagrindinio patekimo į stadioną vietoje, formuojami pagrindiniai patekimai į projektuojamą universalios sporto salės pastatą. Pastato tūris numatomas žemiausias pagrindinių įėjimų vietose (nuo Sporto bei S. Dariaus ir S. Girėno gatvių sankryžos), privedant jį arčiau greta esančių individualių gyvenamųjų namų.

Pastatas plastiška linija aukštėja stadiono link formuodamas aiškų bei lakonišką tūrį. Plastiška pastato forma pasirinkta norint optiškai mažinti didelio tūrio sporto paskirties pastatą. Architektūrine išraiška pastatas primintų tarsi lūžtančios bangos plastiką, tarsi žuvies formą

Planiniai sprendiniai. Universalios sporto salės aukštis yra 11.4 m. Įėjimai į pastatą yra numatomi iš visų statinio pusių. Pagrindinis įėjimas į pastatą orientuojamas iš vakarinės statinio pusės tam, jog pastato pagrindinis fasadas būtų orientuotas į esantį futbolo stadioną su šalia esančiomis tribūnomis. Pastato forma – elipsė, bendras tūris 31906 m³. Visų sporto salės patalpų plotas 4626 m², gabaritai– 54.4x63.4 metrai. Pastatą sudaro 3 lygiai, visi aukštai yra antžeminiai, rūšio patalpų statinyje nėra.

Tarp skirtingų lygių bus susisiekama laiptinėmis ir projektuojamu liftu. Funkcinės zonos yra išskiriamos į renginių dalyvių erdvę ir žiūrovų erdvę. Rytiniame korpuse, kuris orientuotas į futbolo stadioną, numatoma renginių dalyvių zona su jiems skirtomis patalpomis, o vakarinėje

statinio dalyje ir antrame aukšte – žiūrovų zona. Trečiasis universalios sporto salės aukštas skirtas techniniams prietaisams eksploatuoti. Į visus aukštus patenkama laiptinėmis arba vienu statinio liftu.

Pagrindinės patalpos yra sporto ir renginiu salė, lankytojų vestibuliai su lankytojų rūbinėmis, sportininkų, trenerių, aktorių rūbinės, spaudos konferencijų salė, ofisai, kavinių ir barų patalpos ir zonos, apsaugos, techninio, aptarnaujančio personalo patalpos, VIP ložės, žiūrovų tribūnos, įrangos sandėliai.

Pastato pagrindinė erdvė - pagrindinė salė su galimybe ją atitverti į 2 arba 3 aikšteles tam skirtu tinklu ir pritaikyti skirtingiems žaidimams vienu metu. Tribūnos išstumiamos, taip sutaupoma vietos ir papildomos erdvės. Pagrindinė salė numatoma pritaikyti krepšinio, tinklinio, rankinio treniruotėms ir varžyboms. Statinys aprūpintas SPA procedūrų patalpomis, inventorius nuomos punktais, modernių treniruoklių sporto salėmis, persirengimo kambariais su sanitariniais mazgais, dušais ir sauna, kurie tenkins tiek sporto salės, tiek stadiono poreikius.

Stogas ir lietaus nuvedimas. Statiniui naudojama vieno tipo stogo konstrukcijos detalė. Stogas įrengiamas ant medinių klijuočių, trijų tipų sijų. Stogo pagrindas – profiliuotas laikantysis TP 128/930 skardos lakštas. Pirmasis termoizoliacijos sluoksnis daromas iš 50 mm „Paroc eXtra“ sluoksnio dedamo tarp 50x50 mm medinių tašų. Ant pirmojo termoizoliacijos sluoksnio klojama garo izoliacinė plėvelė. Toliau seka antrasis termoizoliacijos sluoksnis dedamas tarp 150x50 mm medinių tašų ir trečiojo termoizoliacijos sluoksnio su „Paroc WAS 35t“ tankia akmens vata tarp 50x50 mm medinių tašų. Konstrukcija užbaigiama formuojant 50 mm storio oro tarpą, jį uždengiant orientuotų skiedrų plokšte, difuziniu tarpfluksniu „Klober Permo Sec“ ir skardine stogo danga. Stogo danga numatoma iš valcuotų „Destataprofil Classic profilio“ skardos juostų.

Visos sudėtinės stogo dalys (parapetai, karnizai, langų aptaisymo detalės, lietvamzdžiai, lietaus surinkimo latakai) įrengiamos iš plieno lakštų, dengtų puralu. Lietaus vandens nuvedimas nuo stogo yra išorinis. Lietaus kanalizacijos įlajos ant stogo turi būti uždengtos apsauginėmis grotelėmis, apsaugančiomis nuo šiukšlių ir lapų. Antenų laikikliai ir ventiliacijos kaminai, alsuokliai numatyti iš plastiko. Parapetų apskardinimas vykdomas iš cinkuotos, dažytos 1.2 mm skardos pagal sienos apdailos spalvą.

Langai ir stoglangiai. Universalios sporto salės langai – mediniai, 78 mm storio „Euro 78 softline“ profilio. Dažymo spalva iš lauko - RAL 7011, iš vidaus - Sikkens F6.30.50T. Stoglangiai – kupoliniai. Angos dydis – 1.5x1.0 m. Trijų sluoksnių polimeriai kupolai, montuojami į rėmą (rėmo spalva pagal stogo dangą - RAL7011). Langų ir stoglangių šilumos

perdavimo koeficientas turi būti $U \geq 0.13 \frac{W}{m^2 \cdot K}$, konstrukcija – vieno rėmo su trijų stiklų (stiklas + stiklas + stiklas) paketu.

Vitrinos ir durys. Įrėmintų vitrinų rėmai iš aliuminio profilių. Įstiklinimas – viengubas. Stiklas – grūdintas, skaidrus, poliruotas. Neįrėmintos vitrinos įrengiamos iš 10 mm storio grūdinto, jei reikia – tonuoto, jei reikia - laminuoto stiklo lakštų, kurie atitvaroje įtvirtinami viršuje ir apačioje nerūdijančio plieno detalėmis. Vertikalūs 2-3 mm plyšiai užpildomi silikonu.

Durų blokai susideda iš staktos ir varčios, kartu su varstymo įrenginiais ir furnitūra, bei tvirtinimo detalėmis ir sandarinimo medžiagomis. Staktos iš spygliuočių medienos masyvo, ≥ 90 mm pločio. Varčios – skydinės konstrukcijos, aklinos arba įstiklintos (priklausomai nuo patalpų paskirties). Durų paviršiaus apdaila visiškai baigta arba paviršius paruoštas paskutiniam dengiamajam sluoksniui uždėti (lakavimui matiniu laku). Durų vyriai simetriški. Prie staktos pritvirtinti dviejose vietose.

Vidaus apdaila. Pastato vidinės sienos mūrijamos iš silikatinių plytų (storis 120 mm), blokelių (storis 200 mm) arba formuojamos iš gipso/kartono plokščių. Gipso – kartono plokščių pertvaros įrengiamos ant metalinio karkaso. Naudojamos vidaus sienų apdailai skirtos plokštės. Pertvaros, kurioms taikomi atsparumo ugniai reikalavimai, įrengiamos naudojant ugniai atsparaus gipso – kartono plokštes ir akmens vatos izoliaciją. Apdaila skiriasi nuo patalpų paskirties.

Pertvaros, kurios montuojamos drėgnose patalpose, įrengiamos naudojant drėgmei atsparaus gipso – kartono plokštes ir akmens vatos izoliaciją. Plokštės tvirtinamos prie metalinio karkaso iš lenktų cinkuotų 50 arba 100 mm pločio profilių, išdėstytų kas 600 mm, savisriegiais sraigtais – kas 150 mm plokštės perimetru, atitraukiant nuo krašto 20 mm, ir kas 300 mm – plokštės viduryje. Prieš sumontuojant gipso kartono plokštes ant karkaso turi būti atlikti visi inžinerinių tinklų instaliavimo darbai. Prieš dažant gipso kartono plokštes turi būti pilnai nuglaistytos tampriu gipso – akrilo glaistu.

Pastato pritaikymas žmonėms su negalia. Projektuojamas pastatas yra pritaikytas žmonių su negalia reikmėms. Pastate visos judėjimo trasos ir takai yra ne siauresni negu 1500 mm, durų plotis ne mažesnis negu 900 mm, o rankenos statomos ne aukščiau negu 1200 mm. Visos aikštelės ir įėjimai, praėjimai, patalpos bei įrengimai yra suprojektuoti taip, kad atitiktų minėtus pozicijos ar aukščio reikalavimus.

Projektuojamame pastate numatyti sanitariniai mazgai, pritaikyti žmonių su negalia reikmėms, t.y. būtini sanitariniai prietaisai turi būti statomi taip, kad liktų laisvas 1500 mm skersmens plotas vežimėliui apsisukti, o durys atsidarytų į išorės pusę. Unitazai statomi taip,

kad iš vieno šono būtų ne mažiau kaip 900 mm tarpas ŽN vežimėliui. Turėklų aukštis turi būti 800 mm – 900 mm nuo grindų paviršiaus ir papildomai įrengiami atlenkiami arba pasukami horizontalūs turėklai. Automobilių stovėjimo vietos, kurios yra aikštelėje prie pagrindinio pastato įėjimo, yra pritaikytos žmonėms su negalia.

Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas. Statinys projektuojamas taip, kad būtų pasiektas kaip įmanoma mažesnis energijos sąnaudų naudojimas. Tam projektuojamos visos normos atitinkančios atitvaros (sienos, stogas, grindys ir kt.) ir kiti elementai (langai, durys), dėl kurių kokybės ir savybių gali būti sumažintas energijos išsaugojimas.

Žmonių srauto judėjimas pastate. Judėjimas statinyje bus vykdomas esančiomis keturiomis laiptinėmis, kurios numatomos pastato kraštuose, ir vienu liftu esančiu VIP ir sportininkų zonoje. Visiems žmonių srauto judėjimo keliams taikomi reikalavimai, kokie yra taikomi ir evakavimosi keliams. Evakuacijos keliuose grindys turi būti lygios, slenksčiai galimi tik durų angose. Leidžiamas ribotas 45 cm grindų aukščių skirtumas. Kelio plotis negali būti sumažintas dėl atidaromų durų, šildymo prietaisų, elektros skydinių ar turėklų.

1.2. Konstrukcinė dalis

Konstrukciniai sprendiniai. Universalios sporto salės konstrukcinis stabilumas užtikrinamas naudojant laikančiąsias gelžbetonines kolonas su monolitinėmis arba surenkamomis perdangomis. Pastato stogo denginio laikančioji konstrukcija – medinės klijuotosios sijos. Pastato ilgis – 54.42 m, plotis – kintamas, nuo 54.33 m ties A ašimi ir 63.42 ties F ašimi. Vidurinės pastato navos plotis siekia 34 metrus.

Pamatai ir pamatinės sijos. Pastato pamatai - įspraustinių polių. Polių ilgis užtikrinant polio laikomąją galią ir taip pat priklausomai nuo geologinės grunto sandaros svyruoja nuo 6 iki 9.5 metrų gylio. Įspraustiniai poliai betonuojami iš C20/25 klasės betono, armuojami S400 ir S240 klasės armatūra. Virš įrengtų įspraustinių polių, po kolonomis, įrengiamas apjungiamasis monolitinis antpuolis.

Po vidaus sienomis naudojamos monolitinio gelžbetonio pamatų sijos sujungtos su įspraustiniais poliais. Po išorės sienomis įrengiamos trisluoksnės monolitinio gelžbetonio pamatinės sijos. Ant sijų po mūro sienomis įrengiama horizontali ruloninė hidroizoliacija, kur užtikrina pakankamą apsaugą nuo kapiliarinės drėgmės.

Perdangos. Perdangos plokštė – monolitinė, ji armuojama rištais strypais arba gamyklinio išpildymo armatūros tinklais. Monolitinė perdangos plokštė betonuojama kartu su perdangos sijom. Perdangų betonavimui naudojamas C20/25 klasės betonas bei S400 ir S240 klasės armatūra. Perdangų storis – 200 mm, ant jų įrengiamas 100 mm storio grindų sluoksnis

(įskaitant armuotą išlyginamąjį betono sluoksnį). Likusioji perdangos dalis užpildoma termoizoliacine medžiaga - putų polistirenu.

Surenkamos perdangos plokštės montuojamos ant mūro sienų. Plokštės inkaruojamos su mūro siena įrengiant monolitinį armuotą „diržą“.

Kolonos ir perdangų sijos. Pastato pagrindinės laikančiosios konstrukcijos monolitinio gelžbetonio kolonos. Medinės klijuotos medienos denginio sijos laiko 600x500 mm stačiakampio skerspjūvio kolonos. Monolitinės kolonos gaminamos iš C25/30 klasės betono. Kolonos armavimui naudojamas rištas armatūros karkasas, kur pagrindinei armatūrai naudojama S400, o sankaboms - S240 klasės armatūra. Pagrindinių kolonų žingsnis – 5 arba 6 metrai. Kolonose iš anksto numatomos visos reikalingos plieninės įdėtinės detalės sijų, santvarų ir kitų konstrukcijų pritvirtinimui.

Monolitinio gelžbetonio sijų matmenys priklauso nuo sijų vietos pastato laikančiajame karkase. Pločio matmuo nekintantis, jis – 600 mm. Visos sijos su kolonomis jungiamos standžiai. Sijų ir monolitinės perdangos betonuojamos vienu metu jas tarpusavyje armuojant rištais strypynais kurių armatūros klasė tokia pati kaip ir gelžbetonio kolonų. Kur numatyti nestandartiniai konstrukciniai sprendiniai, t.y. numatomos vietos įvairiems tirtinimams, prieš betonavimo darbus numatomos įdėtinių detalių vietos.

Vidaus sienos ir pertvaros. Vidaus sienos mūrinės, naudojamos silikatinės plytos ar blokeliai. Virš angų įrengiamos surenkamos, o vietose kur angos nestandartinės ar sudėtingų formų, monolitinės sąramos. Sąramos virš angų fasade – surenkamos arba monolitinės.

Medinių pastato sijų skaičiavimas. Stogo laikančiosios konstrukcijos klijuotos medienos sijos. Sijų stabilumas užtikrinamas ryšinėmis klijuotos medienos skersinėmis sijomis, bei cinkuoto plieno juostos ryšiais. Sijos tvirtinamos prie gelžbetonio konstrukcijų naudojant įleidžiamas cinkuoto plieno jungiamąsias dalis.

Pastate numatomos trys skirtingų išmatavimų medinės sijos: lenktosios medinės sijos tarp A-B ašių, pagrindinės 35 metrų ilgio sijos tarp B-C ašių ir tiesiosios medinės sijos tarp ašių C-F. Ant medžio sijų bus montuojamas profiliuotas skardos paklotas ant kurio bus formuojama stogo denginio konstrukcija.

Pagrindiniai duomenys medinių sijų skaičiavimui. Projektuojamos medinės klijuotos medienos sijos. Pagrindinis uždavinys projektuojamus elementus bus užtikrinti, jog apskaičiuotosios medinės sijos, per visą elemento ir pastato eksploatavimo laiką, net ir nepertraukiant veikiant pavojingiausioms įmanomoms sąlygoms. Sija turi gebėti atsilaikyti ir nepasiektų neleistinių įlinkių ar kitaip nebūtų paveikiama nuo siją veikiančių apkrovų, dėl kurių

sutrikų normalus pastato naudojimas, o svarbiausia neiškiltų neigiamo poveikio grėsmė statinyje esantiems žmonėms.

Projektuojamas medines sijas veikia ant jų dedamas stogo denginys, laikinoji sniego apkrova ir momentinė vėjo apkrova. Pastatas priskiriamas ypatingų statinių kategorijai. Statinio paskirtis – sporto paskirties (sporto salės), eksploataavimo klasė – I. Stogo denginį laikanti konstrukcija – trijų skirtingų profilių medinė sija, kurios matmenis apskaičiuosime tolimesnėse dalyse, medienos klasė priimama – GL28h, drėgnumas – 10%.

Sniego apkrovos nustatymas. Sniego apkrovos nustatymui ir skaičiavimui yra naudojamas Statybos techninis reglamentas STR 2.05.04:2005 „Poveikiai ir apkrovos“ [1]. Universali sporto salė statoma Palangos mieste, kuris priskiriamas pirmajam sniego apkrovos rajonui. Todėl, remiantis naudojamu statybos techninio reglamento, 1 priedo, 1 lentele – sniego antžeminės apkrovos charakteristinė reikšmė yra $s_k = 1.2 \frac{kN}{m^2}$.

Skaičiuojamosios dalies stogas – plokščias, todėl pagal sniego apkrovoms nustatyti naudojamą statybos techninio reglamento 2 priedo, 1 lentele parenkame sniego apkrovos schemą ir nustatome koeficiento μ reikšmę.



Pav. Nr. 1 Sniego apkrovos schema

Šiuo atveju, kuomet stogas $\alpha \leq 25^\circ$, koeficientas $\mu_i = 1$.

Sniego apkrovos į stogo horizontaliąją projekciją dydžio skaičiavimas:

$$s = \mu_i + C_e + C_t + s_k = 1 + 1 + 1 + 1.2 = 1.2 \text{ kN/m}^2 \quad (1)$$

Čia: μ_i – stogo sniego apkrovos formos koeficientas; C_e – sniego apkrovos atodangos koeficientas; C_t – terminis koeficientas, priklausantis nuo šilumos nuostolių per stogą ar kitos terminės įtakos, dažniausiai lygus 1 esant normaliems šiluminės izoliacijos standartams; s_k – sniego antžeminės apkrovos charakteristinė reikšmė.

Skaičiuotinės sniego apkrovos skaičiavimas:

$$s_a = s \cdot \gamma_Q = 1.2 \cdot 1.3 = 1.56 \text{ kN/m}^2 \quad (2)$$

Čia: γ_Q – kintamųjų poveikių dalinis koeficientas.

Vėjo apkrovų skaičiavimas. Palangos miestas, pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ [1], 3 priedą yra priskiriamas pirmajam greičio rajonui, kuriame vėjo greičio pagrindinė ataskaitinė reikšmė yra $v_{ref,0} = 32 \frac{m}{s}$.

Vėjo greičio ataskaitinės reikšmės skaičiavimas:

$$v_{ref} = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{ref,0} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 32 = 32 \text{ m/s} \quad (3)$$

Čia: c_{DIR} – krypties koeficientas, lygus 1 jeigu nenurodyta kitaip; c_{TEM} – laikotarpio (sezono) koeficientas, lygus 1 jeigu nenurodyta kitaip; c_{ALT} – aukščio virš jūros lygio koeficientas, lygus 1 visai šalies teritorijai; $v_{ref,0}$ – vėjo greičio pagrindinė ataskaitinė reikšmė.

Atskaitinio vėjo slėgio skaičiavimas:

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} v_{ref}^2 = \frac{1.25}{2} \cdot 32^2 = 640 \text{ N/m}^2 = 0.64 \text{ kN/m}^2 \quad (4)$$

Čia: ρ – oro tankis priklausantis nuo altitudės, temperatūros bei slėgio, imamas $\rho = 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; v_{ref} – vėjo greičio ataskaitinė reikšmė.

Nustatome papildomus rodiklius, priklausančius nuo pastato, į kurį veikia vėjas, aerodinaminių savybių. Tam reikės surasti koeficientus, įvertinančius vėjo slėgio pokytį dėl aukščio, išorinio slėgio aerodinaminius koeficientus. Apskaičiuosime slėgio į išorinį paviršių vidutines dedamąsias.

Pagal vėjo apkrovoms skaičiuoti naudojamo statybos techninio reglamento 4 priedo, 1 lentelę randame vėjo apkrovos schemą kuri labiausiai atitinka mūsų skaičiuojamąją schemą. Iš lentelės išsirenkame priešvėjinį ir pavėjinį aerodinaminį koeficientą.

$c_e = +0.8$ – priešvėjinis aerodinaminis koeficientas;

$c_{e1} = +0.1$ – priešvėjinis aerodinaminis koeficientas;

$c_{e2} = -0.8$ – pavėjinis aerodinaminis koeficientas;

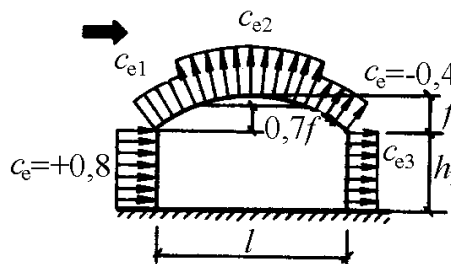
$c_{e3} = -0.4$ – pavėjinis aerodinaminis koeficientas.

Randame poveikio koeficientus, priklausančius nuo aukščio:

$c(z) = 0.5$ – poveikio koeficientas 5 metrų aukštyje;

$c(z) = 0.545$ – poveikio koeficientas 6.5 metrų aukštyje;

$c(z) = 0.65$ – poveikio koeficientas 10 metrų aukštyje.



Pav. Nr. 2 Vėjo apkrovos schema

Vidutinių vėjo slėgio, veikiančių išorines plokštumas, dedamųjų skaičiavimas:

$$\omega_{me5} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0.64 \cdot 0.5 \cdot 0.8 = 0.256 \text{ kN/m}^2 \quad (5)$$

$$\omega_{me6.5} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0.64 \cdot 0.545 \cdot 0.1 = 0.035 \text{ kN/m}^2 \quad (6)$$

$$\omega_{me10} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0.64 \cdot 0.65 \cdot (-0.8) = -0.333 \text{ kN/m}^2 \quad (7)$$

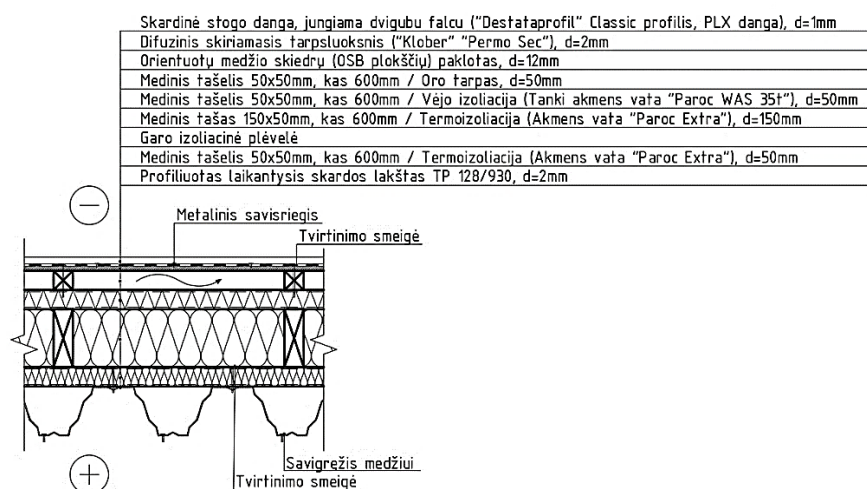
$$\omega_{me6.5} = q_{ref} \cdot c(z) \cdot c_e = 0.64 \cdot 0.545 \cdot (-0.4) = -0.140 \text{ kN/m}^2 \quad (8)$$

Turint visas dedamąsias, modeliuojame tikslią vėjo apkrovos schemą, kurioje naudosime vėjo sloginius veikiančius bangos formos stogo plokštumą.

Lentelė Nr. 2 Vėjo apkrovos veikiančios skaičiuojamąją schemą

Eil. Nr.	Altitudės (nuo – iki, m)	Vidutinė vėjo slėgio apkrova, kN/m ²	Vėjo apkrova tiesiniam metrui, kN/m
$Q_{vėj1}$	0.000 – 5.000	0.256	1.408
$Q_{vėj2}$	5.000 – 5.545	0.035	0.193
$Q_{vėj3}$	5.545 – 6.500	-0.333	-1.499
$Q_{vėj4}$	6.500 – 5.454	-0.140	-0.63

Nuolatinės stogo denginio apkrovos. Medinių sijų skaičiavimams reikalinga žinoti sijas veikiančias nuolatinės apkrovas. Nuolatinės apkrovas sukels tik esamas statinio stogo denginys. Lentelėje pateikiame visas apkrovas susidarantią nuo stogo denginio konstrukcinės detalės.



Pav. Nr. 3 Stogo denginio detalė

Lentelė Nr. 3 Nuolatinės denginį veikiančios apkrovos

Eil. Nr.	Elemento pavadinimas	Norminė apkrova, kN/m ²	Patikimumo koeficientas, γ_Q	Skaičiuojamoji apkrova, kN/m ²
1	Skardinė stogo danga	0.047	1.35	0.064
2	Difuzinis tarp sluoksnis Klöber Permo Sec	0.005	1.35	0.007
3	Orientuotų medžio skiedrų plokštė (OSB-3 SE)	0.074	1.35	0.1
4	Mediniai tašai (50x50 mm), kas 600 mm	0.029	1.35	0.04
5	Mineralinė vata PAROC WAS 35t tarp medinių tašų (50x50 mm), kas 600 mm	0.073	1.35	0.099
6	Mineralinė vata PAROC eXtra tarp medinių tašų (150x50 mm), kas 600 mm	0.088	1.35	0.119
7	Garo izoliacinė plėvelė	0.002	1.35	0.003
8	Mineralinė vata PAROC eXtra tarp medinių tašų (50x50 mm), kas 600 mm	0.047	1.35	0.064
9	Profiliuotas laikantysis skardos lakštas	0.129	1.35	0.174
	Σ	$G = 0.494$	-	$G_d = 0.667$

Stogo denginio konstrukcijos apkrova skaičiuojamojoje schemoje yra perskaičiuojama į išskirstytą apkrovą kuri veikia stogą laikančias sijas.

Rėmo derinių sudarymas ir įrašų skaičiavimas. Prieš modeliuojant konstrukciją naudojantis programine įranga yra sudaromi skaičiuojamosios schemos rėmą veikiantys deriniai.

Lentelė Nr. 4 Rėmą veikiančios apkrovos

Eil. Nr.	Apkrovos žymuo	Apkrovos pavadinimas
1	G	Nuolatinė apkrova (savasis stogo konstrukcijos svoris + denginio sluoksniai)
2	S	Tolygiai paskirstyta sniego apkrova
3	V	Vėjo apkrova

Lentelė Nr. 5 Apkrovų deriniai

Eil. Nr.	Derinio žymuo	Derinio sudėtis
1	10	$G \cdot 1,35 + S \cdot 1,3 + V \cdot 0,91$
2	11	$G \cdot 1,35 + V \cdot 1,3 + S \cdot 0,78$
3	20	$G \cdot 1 + S \cdot 1 + V \cdot 0,60$
4	21	$G \cdot 1 + V \cdot 1 + S \cdot 0,70$

1.3. Medinių sijų projektavimas

Pagal sudarytą skaičiuojamąją schemą ir naudojantis programa Autodesk „Robot Structural Analysis“ gavome įrašų ir momentų diagramas (Priedas Nr. 1), pagal kurias parinksime mūsų projektuojamų medinių klijotų sijų skerspjūvius.

Lentelė Nr. 6 Sijų įrašų suvestinė lentelė

Eil. Nr.	Elementas	Ašinė įraša, kN	Skersinė įraša, kN	Veikiantis momentas, kNm	Geometrinis ilgis, m
1	S1	47.04	21.31	17.73	8.86
2	S2	171.16	231.93	2040.73	34.77
3	S3	90.59	84.19	137.17	15.05

Skerspjūvio parinkimas. Sijų skerspjūvio parinkimui ir kitų parametru skaičiavimui yra naudojamas Statybos techninis reglamentas STR 2.05.07:2005 „Medinių konstrukcijų projektavimas“ [2].

Visi tolimesni skaičiavimai yra rekomenduojami patikrinti būtent šio statybos techninio reglamento. Visų naudojamų formulių eiliškumas lemia skerspjūvio tinkamumo apskaičiavimo ar patikrinimo algoritmą pagal kurį apskaičiuojami visi sporto salės medinių sijų segmentai.

Rodomi skaičiavimai priklauso viduriniai salės medinei sijai, kitų dviejų sijų skaičiavimai pateikiami prieduose.

Sijos S2 skerspjūvio skaičiavimas. *Skaičiuojamas homogeninės klijuotosios medienos skaičiuojamasis stipris gniuždant išilgai pluošto [2; 31]:*

$$f_{c,0,g,d} = \frac{f_{c,0,g,k}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = \frac{26.5}{1.25} \cdot 0.6 = 12.72 \text{ MPa} \quad (9)$$

Čia: $f_{c,0,g,d}$ – klijuotos medienos skaičiuojamasis stipris gniuždant; $f_{c,0,g,k}$ – klijuotos medienos charakteristinis stipris gniuždant; γ_M – medžiagos savybės rodiklio dalinis koeficientas; k_{mod} – modifikacijos koeficientas, įvertinantis apkrovos veikimo pobūdį ir eksploatacines (drėgmės) sąlygas.

Skerspjūvio matmenų užsidavimas. Inercijos momentas [2]:

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{240 \cdot 2100^3}{12} = 1.852 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4 \quad (10)$$

Čia: I_y – skerspjūvio inercijos momentas; b – skerspjūvio plotis; h – skerspjūvio aukštis.

Atsparumo momentas [2]:

$$W_y = \frac{240 \cdot 2100^2}{6} = 1.764 \cdot 10^8 \text{ mm}^3 \quad (11)$$

Čia: W_y – skerspjūvio atsparumo momentas; b – skerspjūvio plotis; h – skerspjūvio aukštis.

Skerspjūvio plotas [2]:

$$A = b \cdot h = 240 \cdot 2100 = 504000 \text{ mm}^2 \quad (12)$$

Čia: A – skerspjūvio plotas; b – skerspjūvio plotis; h – skerspjūvio aukštis.

Inercijos spindulys [2]:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{1.852 \cdot 10^{11}}{504000}} = 606.218 \text{ mm} \quad (13)$$

Čia: i_y – inercijos spindulys y ašyje.

Klijuoto skerspjūvio elemento liaunis [2; 41; 7.6]:

$$\lambda_y = \frac{l_{eff}}{i_y} = \frac{4200}{606.218} = 6.928 < \lambda_{lim} = 150 \quad (14)$$

Čia: l_{eff} – skaičiuojamasis elemento ilgis.

Klupumo koeficientas, kai $\lambda_y < 70$ [2; 40.1; 7.5]:

$$\varphi = 1 - 0.8 \left(\frac{\lambda_y}{100} \right)^2 = 1 - 0.8 \left(\frac{6.928}{100} \right)^2 = 0.996 \quad (15)$$

Papildomas lenk. momentas nuo ašinės jėgos poveikio dėl elemento išlinkio [2; 54.1; 7.34]:

$$k_{def} = 1 - \frac{N_{c,d}}{\varphi \cdot f_{c,0,g,d} \cdot A} = 1 - \frac{171.16 \cdot 10^3}{0.996 \cdot 12.72 \cdot 504000} = 0.973 \quad (16)$$

Čia: k_{def} – koeficientas, įvertinantis papildomą lenkiamąjį momentą nuo ašinės jėgos poveikio dėl elemento išlinkio; $N_{c,d}$ – skaičiuojamoji ašinė gniuždymo jėga; φ – klupumo koeficientas.

Skaičiuotinis atsparumo momento padidėjimas įvertinant arkos spindulį vidinėje pusėje [2; 137.1; 10.3]:

$$k_{in} = \frac{1 - 0,5 \cdot \frac{h}{r_{in}}}{1 - 0,17 \cdot \frac{h}{r_{in}}} = \frac{1 - 0,5 \cdot \frac{2,1}{132}}{1 - 0,17 \cdot \frac{2,1}{132}} = 0,995 \quad (17)$$

Čia: h – sijos skerspjūvio aukštis; r_{in} – sijos vidinės pusės spindulys.

Skaičiuotinis atsparumo momento padidėjimas įvertinant arkos spindulį išorinėje pusėje [2; 137.2; 10.4]:

$$k_{ex} = \frac{1 + 0,5 \cdot \frac{h}{r_{ex}}}{1 + 0,17 \cdot \frac{h}{r_{ex}}} = \frac{1 + 0,5 \cdot \frac{2,1}{133,5}}{1 + 0,17 \cdot \frac{2,1}{133,5}} = 1,005 \quad (18)$$

Čia: h – sijos skerspjūvio aukštis; r_{ex} – sijos išorinės pusės spindulys.

Atsparumo momentas vidinėje briaunoje [2]:

$$W_{d,in} = W_y \cdot k_{in} = 1,764 \cdot 10^8 \cdot 0,995 = 1,755 \cdot 10^8 \text{ mm}^3 \quad (19)$$

Atsparumo momentas išorinėje briaunoje:

$$W_{d,ex} = W_y \cdot k_{ex} = 1,764 \cdot 10^8 \cdot 1,005 = 1,773 \cdot 10^8 \text{ mm}^3 \quad (20)$$

Stiprumo tikrinimo sąlyga [2; 54; 7.32]:

$$\frac{N_{c,d}}{A_{net}} + \frac{M_{d,mod}}{W_d} = \frac{0,171}{0,504} + \frac{2,097}{0,176} = 12,227 \text{ MPa} < f_{c,0,g,d} = 12,72 \text{ MPa} \quad (21)$$

Čia: $M_{d,mod}$ – modifikuotas skersinių ir ašinių jėgų poveikio lenkiamasis momentas nustatomas skaičiavimu pagal deformuotą schemą. Pagal [2; 54.1; 7.33]:

$$M_{d,mod} = \frac{M_d}{k_{def}} = \frac{2040,73 \cdot 10^{-3}}{0,973} = 2,097 \text{ MNm} \quad (22)$$

Tikrinami įtempiai vidinėje briaunoje:

$$\frac{N_{c,d}}{A_{net}} + \frac{M_{d,mod}}{W_{d,in}} = \frac{0,171}{0,504} + \frac{2,097}{0,175} = 12,29 \text{ MPa} < f_{c,0,g,d} = 12,72 \text{ MPa} \quad (23)$$

Tikrinami įtempiai išorinėje briaunoje:

$$\frac{N_{c,d}}{A_{net}} + \frac{M_{d,mod}}{W_{d,ex}} = \frac{0,171}{0,504} + \frac{2,097}{0,177} = 12,166 \text{ MPa} < f_{c,0,g,d} = 12,72 \text{ MPa} \quad (24)$$

Koeficientas [2; 51.1; 7.28]:

$$\varphi_M = \left(140 \cdot \frac{b^2}{l_{eff} \cdot h} \cdot k_M \right) \cdot k_{M,mod} = \left(140 \cdot \frac{0,24^2}{4,2 \cdot 2,1} \cdot 1,13 \right) \cdot 1,514 = 1,564 \quad (25)$$

Čia: k_M – koeficientas priklausantis nuo lemento lenkiamųjų momentų diagramos; α_d – centrinis kampas radianais, nustatantis elemento lenktą ruožą.

Modifikacijos koeficientas $k_{M,mod}$ [2; 51.2; 7.29]:

$$k_{M,mod} = 1 + \left[0,142 \frac{l_{eff}}{h} + 1,76 \frac{h}{l_{eff}} + 1,4 \cdot \alpha_d - 1 \right] \quad (26)$$

$$= 1 + \left[0,142 \frac{4,2}{2,1} + 1,76 \frac{2,1}{4,2} + 1,4 \cdot 0,25 - 1 \right] = 1,514$$

Čia: α_d – centrinis kampas radianais, nustatantis elemento lenktą ruožą.

Ekscentriškai gniuždomųjų elementų pastovumo patikrinimas [2; 55; 7.38]:

$$\sigma = \frac{N_{c,d}}{\varphi \cdot A_{net} \cdot f_{c,0,g,d}} + \left(\frac{M_{d,mod}}{\varphi_M \cdot W_d \cdot f_{m,g,d}} \right)^n \quad (27)$$

$$= \frac{1,712 \cdot 10^5}{0,996 \cdot 5,04 \cdot 10^5 \cdot 12,72} + \left(\frac{2,097 \cdot 10^9}{1,564 \cdot 1,764 \cdot 10^8 \cdot 13,44} \right)^1$$

$$= 0,592 \leq 1$$

Čia: n – įtvirtinimų skaičius arba kitaip, jeigu nurodyta [2]; $f_{m,g,d}$ – skaičiuotinis lenkiamos klijuotinės medienos stipris:

$$f_{m,g,d} = \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_m} \cdot k_{mod} = \frac{28}{1,25} \cdot 0,6 = 13,44 \text{ MPa} \quad (28)$$

Ribinė įlinkio reikšmė apskaičiuojama:

$$d_{lim} = \frac{l}{300} = \frac{34,77}{300} = 0,116 \text{ m} < d = 0,107 \text{ m} \quad (29)$$

Čia: l – sijos ilgis.

Skaičiavimo rezultatų apžvalga. Pagal sudarytą medinių sijų skerspjūvio parinkimo ir kitų reikalingų parametru apskaičiavimo, pagal Statybos techninį reglamentą STR 2.05.07:2005 „Medinių konstrukcijų projektavimas“ [2], algoritmą buvo gauti šie rezultatai:

- Reikalingas sijos S1 skerspjūvis – 200x500 mm;
- Reikalingas sijos S2 skerspjūvis – 240x2100 mm;
- Reikalingas sijos S3 skerspjūvis – 240x600 mm.

Gavus rezultatus (Priedas Nr. 1) ir įvertinus statinio formas, buvo priimtas sprendimas keisti sijos S1 skerspjūvio matmenis. Matmenys keičiami dėl žymaus skerspjūvių skirtumo, lyginant siją S1 su sija S2, ir neracionalaus sijos S1 montavimo ant to pačio pagrindo (gelžbetoninės sijos).

Įvertinus šiuos duomenis, sijos S1 skerspjūvis priimamas 240x1600 mm, taip sudaromos palankesnės sąlygos įdėtinių detalių projektavimui gelžbetoninėse sijose. Taip pat montuojant sijas bus galima naudoti tokio pačio tipo paslankias atramas ir atramines detales, kurios yra naudojamos kartu su sija S2 ties B ašimi.

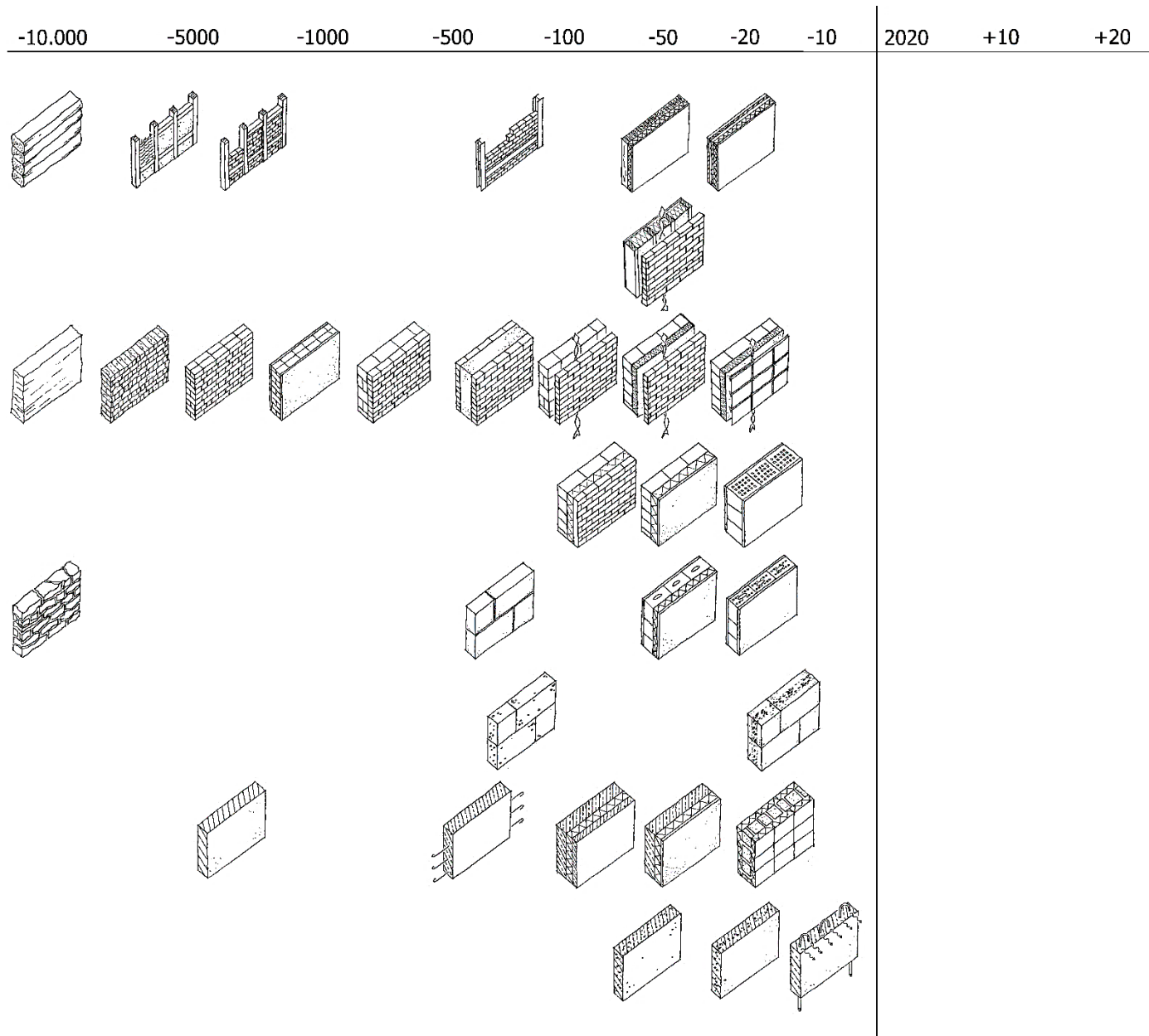
2. MOKSLINĖS LITERATŪROS APŽVALGA FASADŲ ISTORIJOS IR TECHNOLOGIJŲ TEMATIKA

Fasadų tūkstančių metų istorijos raidą, evoliuciją ir naujų technologijų perspektyvas nagrinėjo U. Knaack, T. Klein, M. Bower ir T. Auer (2007). Jis savo straipsnyje [3] išsamiai analizuoja pastatų fasadų ir sienų konstrukcijas. Apžvelgiamos skirtingiems amžiams būdingos sienų konstrukcijų bruožai, jų funkcionalumas ir technines savybės. Atkreipiamas dėmesys kaip keičiasi sienų struktūra ir jų veiksmingumas. Aiškinamasi kokiais būdais buvo siekiama efektyviau išnaudoti turimas ir labiausiai paplitusias to laikmečio medžiagas. Ką ir kaip reikėtų patobulinti, kad statinių sienų konstrukcijos taptų šiltesnės, plonesnės ir paprastesnės.

Remiantis [3], U. Knaack (2014) iniciatyva buvo sudarytas sienų istorijos raidos [4] žemėlapis (Pav. Nr. 4). Žemėlapyje esančioje laiko skalėje sužymėtos ir eskizais paveiksluojamos didelė dalis kertinių fasado konstrukcijų. Laiko skalė nurodo fasadų raidos kelią, kaip vystėsi ir keitėsi technologijos. Aiškinamos visos priežastys, kurios lėmė konstrukcijų savybių tobulėjimą. Tobulėjimo procesas, kuris vaizduojamas eskizais, gali padėti link kokių sprendimų ir savybių yra judama link. Paprastu eskiziniu vaizdavimu galima geriau suvokti ką reikia tobulinti šiandienos fasadų technologijose, kad jos taptų pigesnės, paprastesnės ir efektyvesnės.

Remiantis T. Klein (2013) publikuotu straipsniu [5] bandyta numatyti ateities scenarijus fasado technologijose ir kokiomis aplinkybėmis tai gali būti pasiekta. Kokios medžiagos ir sprendimai gali būti pakeisti dažniausiai naudojamose sprendiniuose. Kas gali lemti technologijų žingsnį į priekį projektavime, konkrečiau fasadinių sienų sprendiniuose. Straipsnyje [5] atkreipiamas dėmesys į darytas klaidas tiek konstrukciniu, tiek architektūriniu požiūriu. Įvardijamos pagrindinės sritys, kurios sukelia didžiausias problemas siekiant tobesnių ir funkcionalesnių konstrukcijų. Visos veikiančios jėgos, poveikiai (savasis svoris, matmenų pokyčiai nuo šilumos, klimato poveikiai, saulės spinduliai ir kt.) ir galimos *force majeure* turi būti įvertinamos projektuojant ateinančių kartų fasado technologijas.

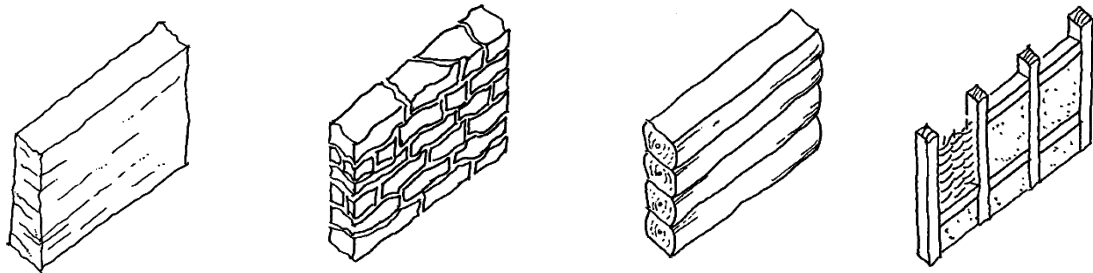
Naudojantis fasadų raidos žemėlapiu bandyta nuspėti kokie bruožai gali tapti naujų fasadų standartais, net ir žinant, jog galbūt kai kurių įdėjų realizuoti neįmanoma su šiandienos mokslo, medžiagų ar fizikos galimybėmis.



Pav. Nr. 4 Fasadų kuriems naudojamos pagrindinės statybinės medžiagos (medis, molis ir akmuo) istorinės raidos žemėlapis [4]

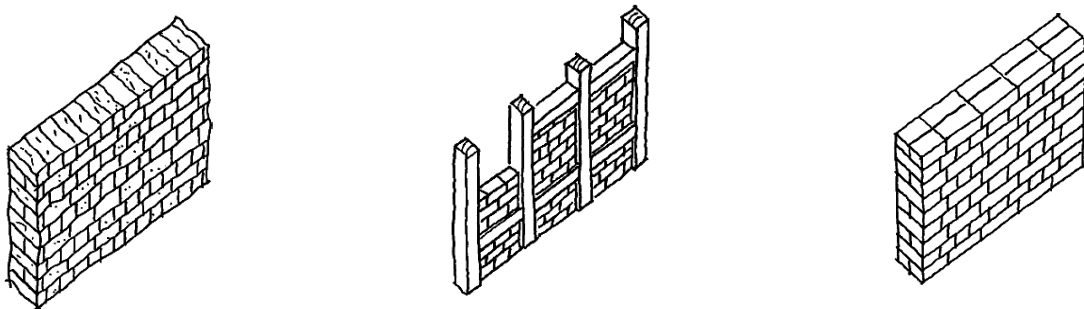
Medis ir akmuo. Pagal istorinius šaltinius, kuriuos apibendrinu U. Knaack ir T. Klein [6] (2008), pačios primityviausios konstrukcijos praeityje buvo naudojamos tik tam, kad būtų galima apsisaugoti nuo vėjo, lietaus, saulės ar sniego. Teigiama, kad tokio tipo apsaugai pakaktų ir tankesnis uždangalo, tačiau to laikmečio žmogus, prieš tūstančius metų, naudodavo tik pagrindinės medžiagos kurios būdavo po ranka. Žinoma, jog tai buvo primityviausias medžio rąstas, netašytas akmuo ir iškastas molis (Pav. Nr. 5). Šios medžiagos kaip pagrindinė statomoji medžiaga išliko dar daugelį tūkstantmečių.

Pagrindiniuose istorijos šaltiniuose aprašoma pirminio žmogaus evoliucija. Lygiai taip pat šimtmečių bėgyje žmogus suvokė, kad apsaugai nuo klimato poveikio ar būtiniausia komfortui nereikia tokių sunkių ir masyvių sienų. Statiniams pradėta naudoti medžiagas jas taupant ir nepernaudojant. Sienos palaipsniui tapo plonesnės, sunaudojama kur kas mažiau medienos ir kitų medžiagų. Taip medinės konstrukcijos iš masyvių rastų su palaipsniui virto karkasinėmis. Be abejo lygiagrečiai konstrukcijoms tobulėjo ir darbo įrankiai kurie prisidėjo prie pirmųjų statinio fasado evoliucijos žingsnių.



Pav. Nr. 5 Neapdirbtų statybinių medžiagų sienų konstrukcijos (kair. drėbto molio, natūralaus akmens, tašytų rąstų ir medžio karkaso su molio užpildu fasadas) [4]

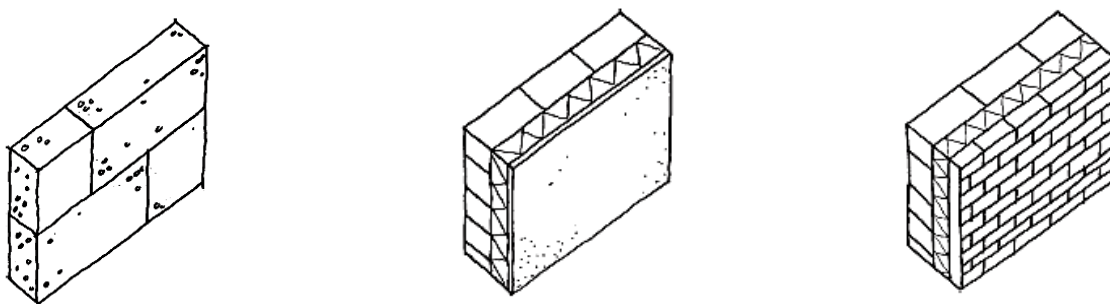
Ta pati tendencija, kad sienoms nebūtina būti plataus profilio ir kad norint apsisaugoti nuo klimato veiksnių pakanka plonesnių sienų, išliko ir akmenimis bei moliu grįstų sienų statyboje. Kuo toliau tuo dažniau pats akmuo buvo keičiamas ar kombinuojamas kartu su moliu (Pav. Nr. 6), o tiksliau saulėje džiovintomis plytomis (Pav. Nr. 6). Plytos pradžioje buvo gaminamos tik iš turimo molio, tačiau buvo suprasta, kad norint plytas naudoti ilgiau, jas reikia



Pav. Nr. 6 Apdirbtų statybinių medžiagų sienų konstrukcijos (kair. molio plytų, medžio karkaso su nedegtomis molio plytomis ir degtų plytų fasadas) [4]

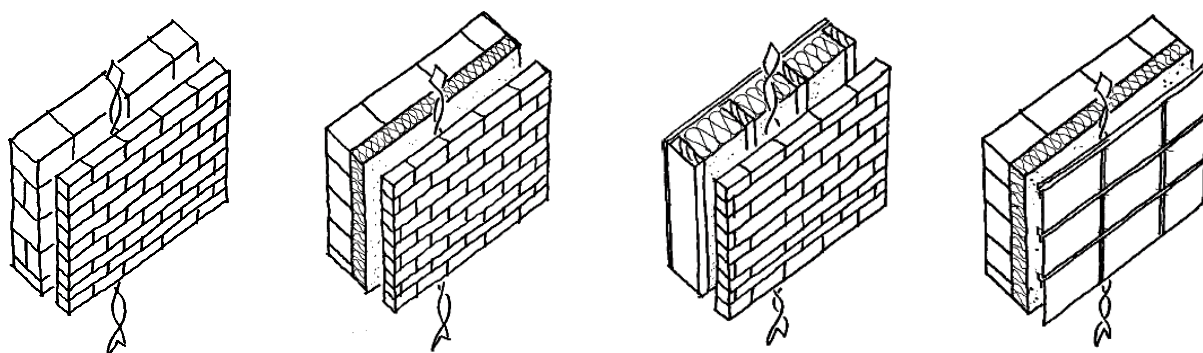
stiprinti. Šiais laikais plytos mūriui turi atskiras sudėtingas degimo technologijas, dėl kurių plytos ir blokai tampa itin patvarūs. Tuomet plytų stiprinimui buvo naudojami įvairūs gyvūnų plaukai ar šiaudai. [6]

Dar vienas technologijų šuolis po medžiagų ir konstrukcijų „kompaktiškėjimo“ buvo atliktas kuomet buvo suprasta, kad statinių sienos turi ne tik apsaugoti nuo klimato poveikio, bet ir tuo pačiu gebėti įsileisti klimato sukurtus oro ir išlaikyti kuo daugiau šilumos, gebėti ją kaupti savyje (tapti labiau inertiškomis). Taip palaipsniui pradėta atkreipti dėmesį ne tik į konstrukcijos minimalią medžiagų išėigą, bet ir į natūralią ventiliaciją (Pav. Nr. 8), šiluminės konstrukcijų savybes (Pav. Nr. 7).



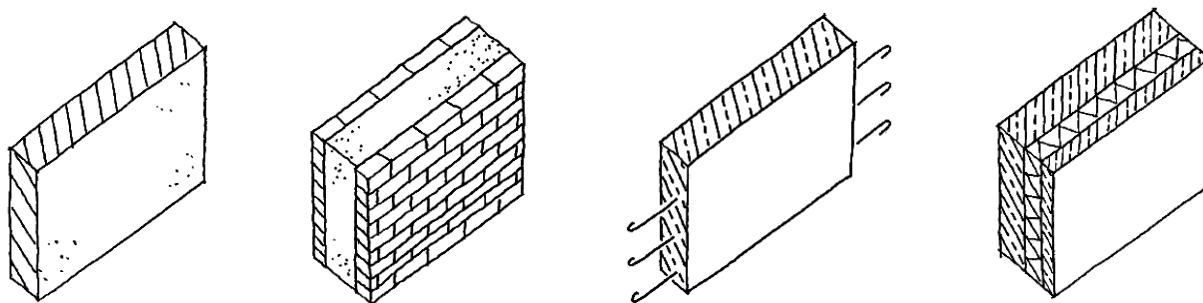
Pav. Nr. 7 kair. Akyto betono blokelių siena, vid. mūras su termoizoliacija ir tinkuojamu fasadu, deš. trisluoksnė mūro siena [4]

Balansuojant tarp masės, šiluminės varžos ir efektyvumo, pradėta medžiagas tarpusavyje kombinuoti. Medienos rastai su samanomis buvo pakeisti karkasinėmis sienomis su šiaudų sluoksniu, akmens sienos su moliu buvo pakeistos degtų plytų mūrinėmis sienomis su oro tarpu. Sienų efektyvumo vardan, buvo gautos įvairios šių dienų ventiliuojamų fasadų atmainos (Pav. Nr. 8) su mišrių sluoksnių mūro ar karkasinėmis sienomis (Pav. Nr. 8). Būtent šio tipo fasado konstrukcijos ir iki šių dienų lieka lyderėmis tiek individualiųjų namų, tiek pramoninių statinių statyboje.



Pav. Nr. 8 kair. Ventiliuojama mūro siena, trisluoksnė mūro siena su ventiliuojamu oro tarpu, medžio karkaso siena su ventiliuojamu oro tarpu ir trisluoksnė fasado konstrukcija su pakabinama apdaila [4]

Tobulėjant medžiagomis, ypač gerėjant termoizoliacinėmis medžiagų savybėms, sienos tampa plonesnės ir šiltesnės. Galima pamanyti, kad tas įtakos turi sienų stiprumui ir pastovumui, bet konstrukcinės laikančiosios medžiagos tobulėja lygiai taip pat kaip ir šiluminėmis savybėmis turtingosios medžiagos (Pav. Nr. 8). Taip buvo padarytas dar vienas fasado sienų evoliucijos šuolis – konstrukcijos taupo ne tik medžiagas, bet tampa šiltesnės ir lengvesnės (Pav. Nr. 8).

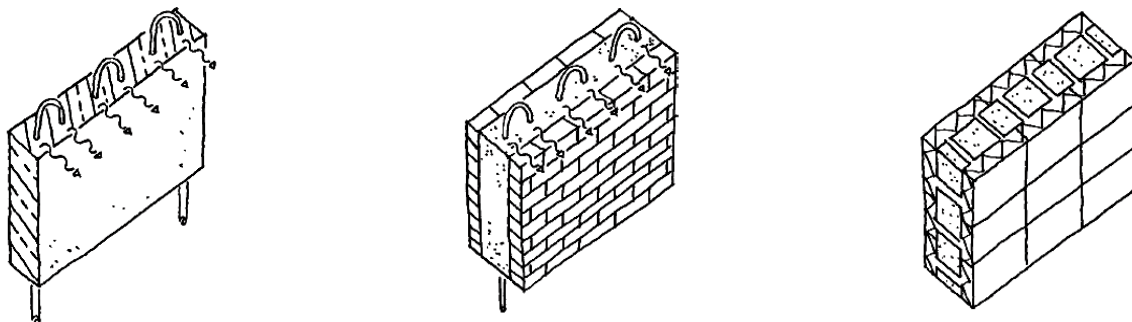


Pav. Nr. 9 kair. Romėniškojo betono siena, mūro-betono kompozito siena, armuoto betono (gelžbetonio) siena ir daugiassluoksnė gelžbetonio siena [4]

Betonas ir gelžbetonis. Be medžiagų, kurioms nebūdavo specialaus paruošimo prieš jas pradedant naudoti, dar buvo naudojamas ir betonas. Istorinius šaltinius susijusiu su betono atsiradimu ir panaudojimo progresu aiškinosi A. Beim (2012) publikuotoje architektūros istorinėje apžvalgoje [7]. Savo publikuotuose straipsniuose F. Kind-Barkauskas, B. Kauhsen, S. Polonyi ir J. Brandt (1995) [8] sudarinėjo betono panaudojimo atlasą. Šia publikacija rėmėsis U. Knaack (2008 ir 2011) publikavo apžvelgtą fasadų žemėlapi [4].

Pagal istorines žinias ir publikacijas [7 ir 8], betonas pradėtas masyviai naudoti dar palyginti neseniai, lyginant su medžiu, moliu ar akmenimis, maždaug prieš 300 metų. Nors yra žinoma, kad betono pradmenys buvo kuriami dar Romos Imperijos laikais. Armavimo įdiegimas (pradininkas Anglijoje – Willam Boutland Wilkinson, Prancūzijoje – Josef Louis Lambotas ir Joseph Monier) devynioliktame amžiuje lėmė dar didesnę šuolį technologinėse laikančiųjų konstrukcijų, tarp jų ir fasado, galimybose. Buvo pasiekta stadija, kuomet bet koks norimo plonumo ir elegantiškumo formų išgavimas tapo įmanomas.

Panašiai kaip ir technologiniuose šuoliuose medžio, molio ir akmens panaudojime, ir kuomet konstrukcijos dėl medžiagų kombinavimo tapo plonesnės, šiltesnės ir lengvesnės, taip ir pradėtam naudoti cementui, betono konstrukcijų kombinavimas lėmė ganėtinai panašias tobulėjimo tendencijas (Pav. Nr. 9). Betono konstrukcija tapo stipresnė ir plonesnė (betonas ir plienas), šiltesnė (daugiasluoksnės plokštės) ir lengvesnė (porėtasis betonas) (Pav. Nr. 9).



Pav. Nr. 10 kair. Betono siena su aktyviaja termoizoliacija, vid. trisluoksnė mūro-betono kompozito siena su pašildymo sistema ir deš. liktinių polistireninio putplasčio klojinių su betoniniu užpildu fasado konstrukcija [4]

Pakaitalų ieškojimas medžiagoms ir tolimesnis technologijų vystymasis lėmė kalkių ir smėlio mišinio, kaip konstrukcinių elementų medžiagų atsiradimą (Pav. Nr. 10). Tai lėmė naujų mišinių sukūrimą ir jų panaudojimą statyboje (Pav. Nr. 10). Netruko laukti kuomet sienų pasirinkimų sąrašas pasipildė naujomis daugiasluoksnėmis fasado konstrukcijomis.

Galimi ateities fasadų scenarijai ir jų projektavimas. Remiantis sienų ir fasadų žemėlapiu ir mokslininkų publikacijomis, iki šio tūkstantmečio pradžios pagrindinis statinio sienų tobulėjimo pagrindas buvo juntamas medžiagų apdirbimo ir jų panaudojimo efektyvumo prizmę. Keičiantis ir atsirandant naujoms medžiagoms atsirado galimybės daryti mišrias konstrukcijas kurioms būdingos savitos savybės – lengvumas, stiprumas ar šiluminės savybės. Neužtikrintai galime sakyti, jog XXI amžiuje, o gal ir anksčiau, medžiagų tobulėjimas aplenkė konstrukcijų tobulėjimo tempus.

Pastato komponentų, tarp jų ir žinoma pastato fasadų, funkcionalumas ir efektyvumas tampa iššūkiu, kuris dar niekada nebuvo toks svarbus. Dabar, kuomet pastato funkcionavimas nėra įmanomas be inžinerinių sistemų, o statinio tūris ir plotas turi tiesioginę kainą, kiekvienas pastato elementas turi būti ne tik laikantysis elementas, bet visuma statinio sistemos, kuri negali turėti tik vienos paskirties. Žmogaus poreikiai privedė prie to, jog kiekvienam statinio projektavimo scenarijui gali būti parenkami keletas ar net dešimtys skirtingų variantų. Visi sprendimo būdai koncentruojasi ties tuo, kaip geriau ir efektyviau išnaudoti turimą plotą, tūrį ir žinoma pinigų.

Vidinė ir išorinės sienos, kolonos ar denginio sijos nuo šiol turi būti ne laikančiosios konstrukcijos, o inžinerinių sistemų integravimo objektais. Tobulėjant prietaisams ar pastato

funkcionavimo sistemoms, jiems tampant mažesniems ar energiškaai efektyvesniems, nebėra reikalo jų slėpti už gipskartonio plokščių ar tinko sluoksnio.

Pasiekta stadija, kuomet reikia naujų idėjų nusistovėjusiose fasadų konstrukcijose. Nauji energijos suvartojimo reikalavimai priverčia pergaltvoti iki šiol buvusias projektavimo ir architektūros normas. „Viskas, kas gali ir yra panaudojama statinyje, turi prisidėti prie efektyvaus pastato funkcionavimo. Idealiausias būdas būtų, kuomet pats statinys gebėtų prisitaikyti prie jį veikiančių apkrovų, klimato poveikio ar nereikalingos šilumos pertekliaus. Gebėtu pats kurti energiją sau – pastate esančioms inžinerinėms sistemoms ir kitoms bendram žmogaus komfortui pasiekti“ (T. Klein, 2013) [5].

Publikuotame tyrime (B. Mahler ir R. Himmler, 2008) [9], dar kartą patvirtinama, kad statinio komponentai turi tapti kuo individualesni, decentralizuoti. Tai sumažintų energijos sąnaudas, didintų komfortą ir eksploatacijos kaštus. Integruoti energijos šaltiniai, kurie gebėtų kurti energiją tik tiems komponentams kuriems tuo metu šios energijos ir reikia (stiklo fasadas su foto elementų sluoksniu sugebėtų aprūpinti du trečdalius serverinės įrangos energijos poreikių).

Nenuostabu, jog tokių idėjų realizavimui fasadų inžinerijos šaka egzistuoja kelis dešimtmečius. Visų technologinių sprendimų projektavimas priverčia surinkti geriausius, skirtingų sričių savo sričių inžinierius į vieną komandą, kuri galėtų pasiekti šiuos tikslus. Projektuojant naujus ar būsimus fasadus, bus neapsieinama be elektros, atsinaujinančių išteklių, statybos, chemijos inžinerijos specialisto ir architekto.

Dvigubi fasadai – šilumos ir energijos išsaugojimui, berėmiai fasadai – architektūrinių idėjų realizavimui, polivalentinės sienos ar fasadinės apdailos plytelės (Pav. Nr. 11) (angl. Polyvalent Wall) – energijos kūrimui (S. Kayal, 2009) [10]. Tai tik nedaugelis idėjų ar koncepcijų kurios buvo ar yra realizuojamos. Šių fasadų projektavimas prasideda nuo idėjos, pereina į projektavimo stadiją, gamybą ir naudojimą.



Pav. Nr. 11 Polivalentinės fasado apdailos plytelės [10]

Kiekvieno etapo vedliu yra paskiriamas vis kitos inžinerinės specialybės ekspertas. Tam turi skirta ne tik laiko, bet ir finansinių išteklių. Visur kur yra investicija, turi būti ir dividendai, vienaip ar kitaip turi būti gaunama nauda. Energijos taupymas, gamtos saugojimas ar tiesiog daroma mažesnė žala bendruomenei ir yra pagrindinis tikslas kurio teks sieti su ateityje statomų pastatų elementais.

Remiantis atliktu tyrimu, kurį atliko M. K. Namazi, P. Eshrati, D. Eshrati, S. F. Nezhad (2015) [11], kuriame buvo surinkta informacija ir statybos ekspertų nuomonės, kokios savybės bus svarbiausios ateityje, kuomet kalba eina apie statinio elementus ir inžinerines sistemas (Lent. Nr. 6). Tai vėl leidžia suprasti kaip kinta žmonių, savo srities profesionalų, nuomonė į inovacijas.

Prieš šimtus metų buvo siekiama gauti kuo darnesnes medžiagų kombinacijas geriausiems rezultatams pasiekti. Medžiagų kombinavimas tapo šiandienos mokslo iššūkiu ir kuris kuriam laikui turi būti nustumtas į antraeilį vaidmenį. Vardan šios priežasties visi resursai turi būti skiriami darnai tarp konstrukcijų ir visų statinio eksploatavimą užtikrinančių sistemų sukurti. Tačiau reikia žinoti, kad joks žingsnis atgal nėra priimtinas. Tai reiškia, kad visų komponentų jungimas negali bloginti naudojamų medžiagų ar fizikinių konstrukcijos savybių. Suradus darną bus atliktas dar vienas tobulėjimo žingsnis į priekį. „Inovatyvumas, išteklių ir gamtos saugojimas, tai tikslas kurio reikia siekti.“ (S. Murray, 2009) [12].

Lentelė Nr. 7 Sprendiniai ateinančių kartų fasado konstrukcijose, pagal publikacijų ir straipsnių autorius

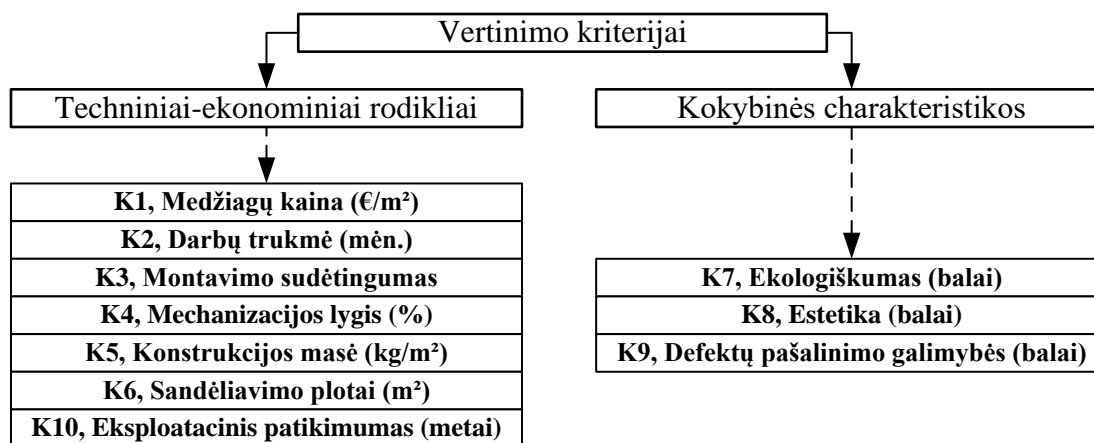
<i>Eil. Nr.</i>	<i>Autorius, Pavardė ar pavadinimas</i>	<i>Publikacijos išleidimo metai</i>	<i>Pagrindinės savybės kurios turi būti tobulinamos</i>
1	<i>A. Keiller, S. Ledbetter ir M. Wilkinson [13]</i>	2003	Vėjo apkrovos atsparumo didinimas, nuolatinių apkrovų atsparumo didinimas, ribinių poslinkių ir įlinkių didinimas, vandens pažeidžiamumo mažinimas, oro pokyčių pažeidžiamumo mažinimas, šilumos perdavimo mažinimas , konstrukcijos saugumo didinimas, akustinių savybių gerinimas, natūralios šviesos ir atsinaujinančių išteklių panaudojimas, ilgaamžiškumas ir montavimo sudėtingumo mažinimas
2	<i>S. Anshuman [14]</i>	2005	Estetinės išvaizdos gerinimas , priežiūros kaštų mažinimas, priežiūros paprastinimas, konstrukcijų ir jos elementų sudėtingumo mažinimas , automatizavimo diegimas ir bendrosios saugos gerinimas
3	<i>T. Knaack, T. Klein, M. Bilow ir T. Auer [3]</i>	2007	Natūralios šviesos kiekio didinimas, vandens atsparumo didinimas, ultravioletinių spindulių sulaikymas, atsinaujinančios energijos panaudojimas , vėjo stumiamosios ir traukiamosios apkrovų atsparumo didinimas, oro ventiliacija, triukšmo slopinimas, šilumos išsaugojimas, savojo svorio mažinimas ir estetikos gerinimas
4	<i>JAV energijos nepriklausomumo ir saugos aktas (EISA sec. 401-12, 13) [15]</i>	2007	Energijos tausojimas gaminant elementus, gamtos saugojimas , bendrasis saugumas, ilgaamžiškumo didinimas, montavimo paprastumas , kainos ir kokybės santykio didinimas, funkcionalumas
5	<i>T. Auer [16]</i>	2008	Sandarumo didinimas , natūralios šviesos panaudojimo ir sklaidos didinimas, natūralaus vėdinimo naudojimas, energijos gaminimas, inžinerinių sistemų ir konstrukcijų tarpusavio integravimas , saulės kontrolė ir energijos panaudojimas, komfortabilus vėdinimas ir šildymas
6	<i>U. Knaack ir T. Klein; T. Klein [17 ir 18]</i>	2008	Konstrukcijos storio mažinimas , atsparumas lietaus ir vandens poveikiui, terminių savybių gerinimas, ultravioletinių spindulių apsauga, visų statinio elementų jungimas į visumą, inžinerinių sistemų integravimas į konstrukcijas, energijos tausojimas , aktyvus šildymas, vėdinimas, prisitaikymas realiu laiku prie aplinkos veiksnių, pakeičiamumas
		2009	Prisitaikymas , oro kondicionavimas, gamtai daromos žalos mažinimas , komforto didinimas žmogui
7	<i>A. Timmeren [19]</i>	2009	Vandens surinkimas ir panaudojimas, saulės kontrolės įdiegimas, akustinių savybių gerinimas, termoizoliacinių savybių gerinimas , natūralios šviesos naudojimas, psichologinis saugumas, natūralių medžiagų naudojimas atsisakant cheminių pakaitalų, taršos mažinimas , atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimas, ilgaamžiškumo didinimas , apsauga nuo vandalizmo, estetinės išvaizdos tobulinimas , konstrukcijų individualizavimas ir jų valdymas rankiniu būdu
8	<i>M. Patterson ir J. Matusova [20]</i>	2013	Energinis efektyvumas, žalos aplinkai mažinimas , saugos didinimas, ilgaamžiškumas, ekonominės naudos gavimas, žmogaus komforto didinimas, minimalus energijos naudojimas dienos metu, permatomumo didinimas (iš vienos pusės), atspindžių mažinimas, saulės energijos panaudojimas, šilumos praradimo mažinimas , natūralios ventiliacijos naudojimas
9	<i>M. Perino ir V. Serra [21]</i>	2015	Saulės spinduliuotės patekimo apsaugos didinimas, rekuperacijos įdiegimas į fasado elementus , natūralios šviesos naudojimas

3. VARIANTŲ VERTINIMO METODIKOS PARINKIMAS

Statybos projektavimo stadijoje projektiniai sprendimai gali būti vertinami ir priimami pagal įvairiausias metodus. Tam, jog tie metodai būtų efektyvūs ir gauti rezultatai atitiktų realybėje gaunamus rezultatus, turi būti įvertinami patys aktualiausi ir didžiausią įtaką rezultatams turintys vertinimo kriterijai.

Didelę dalį sėkmės garantuoja išskirtų vertinimo kriterijų svarba ir svarumas lyginat vienus su kitais. Būtent dėl šios priežasties atliekami įvairūs tyrimai ar apklausos, kurios parodo tiksliausias ir realiausias rezultatus, kurie padeda rasti optimalias statybos procesų technologijas ir efektyviausias sprendimus. Dėl to baigiamajame darbe buvo atliktos kelios apklausos, kurių metu statybos srities profesionalai išsakė savo nuomonę apie optimalaus sporto salės fasado technologiją ir parinktų kriterijų svarbą.

Prieš teikiant apklausą profesionalams, buvo išskirti pagrindiniai kriterijai kurie turi didžiausią reikšmę fasado technologijos įrengimo efektyvumui. Analizuojant literatūros šaltinius ir literatūrą pastebėjome, kad autoriai dažnai kartoja ir išskiria fasadų technologijų bruožus. Atkreipdami dėmesį į jų nuomonę ir remiantis savo intuicija, buvo išskiriami dešimt fasado įrengimo technologijos kriterijai pagal kuriuos spręsimė ir bandysime rasti optimalų įrengimo variantą. Būtent į šiuos išskirtus kriterijus ir bus sutelktas didžiausias dėmesys. Išrinkti kriterijai pateko į šias dvi pagrindines grupes:



Schema Nr. 1 Vertinimo kriterijai ir jų grupės

- Techniniai-ekonominiai rodikliai (TER) – tai kriterijai, kuriems apskaičiuoti yra taikomos formulės ar skaičiavimai, ir kuriuos galima pamatuoti tam tikru santykiu ar skaitine reikšme. Dažniausiai naudojami trys reikšmingumo nustatymo metodai: normatyvinis, skaičiavimo ir analogijos. [22 ir 23]

- Kokybinės charakteristikos (KCH) – kriterijai, kuriems nėra pritaikomo tam tikros formulės ar skaičiavimai. Jų įvertinimui naudojami balai [0;10], kurie gali būti gauti skirtingais nustatymo metodais. Metodai gali būti: eksperimentinis, sociologinis, organoleptinis, skaičiavimo ar rekomendacijos. [22 ir 23]

Tiriamajame darbe išskyrėme 10 [K_1, K_2, \dots, K_{10}] vertinimo kriterijų, kuriais vadovausimės tolimesniuose duomenų analizės etapuose. Jie yra:

- **K_1 , Medžiagų kaina (€/m²)** – vieno kvadratinio metro fasado įrengimo medžiagų kaina, kurioje yra įvertinta medžiagų kaina su tiesioginėmis ir netiesioginėmis išlaidomis;
- **K_2 , Darbų trukmė (mėn.)** – teorinė fasado įrengimo darbų trukmė dirbant 22 darbo dienas per mėnesį vienam žmogui arba žmonių grupei, kurios skaičius vienodas visuose variantuose;
- **K_3 , Montavimo sudėtingumas** – kriterijus, pagal kurį įvertinama visų fasado įrengimo procesų vidutinė reikalinga darbo jėgos kategorija;
- **K_4 , Mechanizacijos lygis (%)** – darbų mechanizacijos lygmuo, išreikštas mechanizmų darbo sąnaudų (maš.h.) ir darbininkų darbo sąnaudų (žm.h.) santykiu ir skaičiuojamas pagal formulę:

$$ML = \frac{MDS \cdot kp}{DDS} \cdot 100 \quad (30)$$

Čia: ML – darbų mechanizacijos lygis, %; MDS – mechanizmų darbo sąnaudos, maš.h.; DDS – darbininkų darbo sąnaudos, žm.h.; kp – sąnaudų perskaičiavimo iš maš.h. į žm.h. koeficientas, lygus 1.

- **K_5 , Konstrukcijos masė (kg/m²)** – fasado konstrukcijos vieno kvadratinio metro masė;
- **K_6 , Sandėliavimo plotai (m²)** – konstrukcijos įrengimo metu naudojamų medžiagų numatomi sandėliavimo plotai. Skaičiuojama atsižvelgiant ir į darbus kuriems medžiagos gali būti pateikiamos tik tuomet, kai vykdomas medžiagų montavimas ar naudojimas;
- **K_7 , Ekologiškumas (balai)** – kokybinis kriterijus [0;10] pagal kurį vertinamos fasado konstrukcijos eksploatacinės ypatybės, konstrukciją sudarančių medžiagų gamybos ar jos komponentų įtaką gamtai ir žmogui;
- **K_8 , Estetika (balai)** – kokybinis kriterijus, pagal kurį vertinama bendra universalios sporto salės fasadų variantų estetinė išvaizda [0;10];

- **K₉, Defektų pašalinimo galimybės (balai)** – kriterijus, pagal kurį vertinama smulkių fasado konstrukcijos defektų pašalinimo galimybes, kaip greitai ir paprastai tai atliekama, ar nėra pažeidžiamos kitos konstrukcijos dalys ir sluoksniai [0;10];
- **K₁₀, Eksploatacinis patikimumas (metai)** – kriterijus nurodantis konstrukcijos garantinį laikotarpį metais, per kurį fasado konstrukcijai nebus reikalingas kapitalinis sutvarkymas arba konstrukcija nebus praradusi ją sudarančių medžiagų eksploatacinių savybių.

Kriterijų reikšmingumas bus įvertintas atsižvelgus į tris kriterijų palyginimo metodus:

- Ekspertinis porinio palyginimo metodas;
- Teorinio kriterijų reikšmingumo nustatymas;
- Kompleksinis kriterijų reikšmingumo nustatymas.

Pagal statinių technologijų įvertinimo metodiką ir skirtingų variantų daugiakriterinę analizę (E. K. Zavadskas, A. Kazlauskas, N. Banaitienė, 1996 ir 2001) [22 ir 23] yra teigiama, kad taikant šias kriterijų reikšmingumo ir optimizavimo palyginimo metodus, gaunami kriterijų reikšmių ir duomenų kompleksai (vektoriai).

Optimalūs variantai gaunami kuomet parinkti vertinimo kriterijai ir variantų kriterijus apsakantys duomenys yra verčiami matematine išraiška ar funkcija – vektoriumi. Vektorius rodo kaip harmoniškai derinasi vertinimo kriterijai ir skirtingiems variantams priskiriami duomenys. Geriausi variantai turi geriausius derinius, kurių reikšmės iššaukia ilgiausius ir tiksliausiai sėkmę nusakančius vektorius.

Tokiu principu iš parinktų šešių universalios sporto salės fasado įrengimo alternatyvų bus atrenkami treji, geriausiomis funkcijomis ir vektoriais aprašomi fasado įrengimo variantai. Tačiau tam, jog būtų nustatyta pati pranašiausia alternatyva, lyginant su kitomis, bus sudarytos technologinės kortelės ir aprašomos šių trijų fasado įrengimo variantų technologijos. Taip šiuos variantus bus galima įvertinti nesinaudojant matematinėmis formulėmis, o į juos pažvelgiant per statybos darbų vykdymo sudėtingumo ir efektyvumo prizmę.

4. ANALIZUOJAMOS FASADO ĮRENGIMO TECHNOLOGIJOS

Universalios sporto salės fasadui buvo parinkti šeši statybos rinkoje, šiuo metu esantys, populiariausi ir racionaliausi fasado įrengimo variantai. Visos konstrukcijos buvo modifikuojamos – keičiami laikančiųjų ar termoizoliacinių sluoksnių storiai. Svarbiausias technologinių fasado įrengimo variantų aspektas yra skirtingos montavimo, tvirtinimo ir darbų organizavimo metodikos.

Kaip ir minėjome, visi fasado įrengimo variantai buvo modifikuojami tam, jog jos taptų lygiavertės viena kitai. Variantų sulyginimo baze tapo konstrukcijų termoizoliacinės savybės. Konstrukcijos ir jų sudėtis buvo derinama taip, kad šilumos perdavimo koeficientas U būtų kuo artimesnis – $0,2 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ [24]. Tai buvo priimta dėl to, jog šilumos perdavimo koeficientas netiesiogiai nurodo konstrukcijoje naudojamų medžiagų kokybę ir technologinių sprendimų efektyvumą. Tokiu principu eliminavome vieną iš svarbiausių fasado ir išorinių statinio sienų kriterijų.

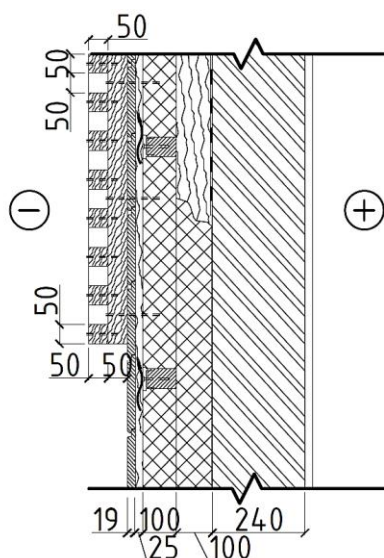
Lentelė Nr. 8 Fasado variantų konstrukcijos storio ir šilumos perdavimo koeficiento palyginimas

Var. Nr.	Fasado konstrukcija	Bendras konstrukcijos storis d, m	Šilumos perdavimo koeficientas $U, \frac{W}{m^2 \cdot K}$
A1	Vėdinamas fasadas su mediniu ažūro dekoru	0,484	0,203
A2	Keraminių blokų siena su vėdinamu oro tarpu	0,465	0,204
A3	Vėdinamas keramzitbetonio blokelių fasadas	0,465	0,200
A4	Daugiasluoksnės poliizocianurano plokštės fasadas	0,185	0,199
A5	Trisluoksnės gelžbetonio sienos fasadas	0,400	0,195
A6	Fasado konstrukcija su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu	0,495	0,204

Lentelėje Nr. 8 kartu su kiekvienos fasado konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientu U yra nurodomas ir bendras konstrukcijos storis. Bendras konstrukcijos storis buvo vienas iš daugelio svarstomų optimizavimo kriterijų, tačiau dėl reto konstrukcijos storio akcentavimo ir pasikartojimo tarp pagrindinių ir dažniausiai išskiriamų fasado konstrukcijos bruožų lentelėje Nr. 7, jis ekspertų ruošiamoje apklausoje buvo įvertintas kaip neaktualus.

Bendru konstrukcijos storiu galime netiesiogiai perteikti ir nusakyti konstrukcijose naudojamų medžiagų kokybę ir naudojamų medžiagų modernumą. Modernumas šiais laikais asocijuojasi su kompaktiškumu ir funkcionalumu. Lygiai taip pat šiluminės konstrukcijos šiluminę varžą (Priedas Nr. 3) buvo galima priimti kaip vieną iš daugelio kriterijų, pagal kuriuos būtų sprendžiama optimaliausia fasado konstrukcija, tačiau toks lyginimas būtų netikslus, kadangi turi būti lyginami vienodas savybes turintys variantai.

4.1. Vėdinamas fasadas su mediniu ažūro dekoru



Pav. Nr. 12 Vėdinamo fasado su mediniu ažūro dekoru detalė

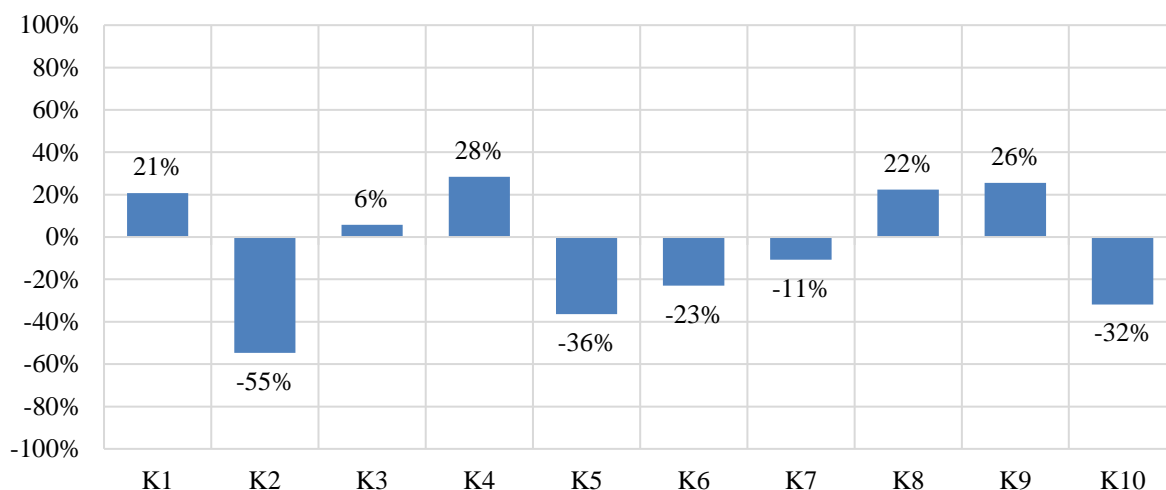
Lentelė Nr. 9 Vėdinamo fasado su mediniu ažūro dekoru konstrukcijos sudėtis

Eil. Nr.	Fasado konstrukcinis elementas	Sluoksnio storis d, mm
1	Vidaus apdaila	-
2	Silikatinis mūro blokelis „Arko M24“	240
3	Garų izoliacija	-
4	Mineralinė vata „Paroc Extra“ tarp medinių tašų, kas 600mm	100
5	Mineralinė vata „Paroc Extra“ tarp medinių tašų, kas 600mm	100
6	Priešvėjinė membrana „Tyvek Soft“	-
7	Vėdinamas oro tarpas	25
8	Medinių dailylenčių apdaila	19
9	Pirmasis medinio ažūro dekoru sluoksnis	50
10	Antrasis medinio ažūro dekoru sluoksnis	50

Technologinio varianto vertinimo kriterijų duomenys.

- **K₁, Medžiagų kaina** – 296.9 €/m²;
- **K₂, Darbų trukmė** – 32 mėn.;
- **K₃, Montavimo sudėtingumas** – 3.22 darb. vid. kategor.;
- **K₄, Mechanizacijos lygis** – 14.33 %;
- **K₅, Konstrukcijos masė** – 394 kg/m²;
- **K₆, Sandėliavimo plotai** – 499 m²;
- **K₇, Ekologiškumas (balai)** – 7 balai;
- **K₈, Estetika (balai)** – 10 balų;
- **K₉, Defektų pašalinimo galimybės (balai)** – 9 balai;
- **K₁₀, Eksploatacinis patikimumas (metai)** – 25 metai.

Diagrama Nr. 1 Varianto Nr. 1 kriterijų duomenų nuokrypiai nuo aritmetinio vidurkio



Trumpa technologinio varianto apžvalga. Apkrovas laikantis sluoksnis formuojamas naudojant silikatinis mūro blokelių „Arko M24“ [25]. Jų storis – 240 mm, svoris 23,2 kg. Blokelių pasižymi aukštu vidutiniu stipriu gniuždant kuris siekia 11,4-17,5 MPa. Kadangi „Arko M“ blokelių yra didelio tankio, medinio karkaso montavimas nereikalauja specialių mūrinių, tai sumažina tikimybę sugadinti blokelių karkaso montavimo metu.

Šilumos izoliacinis sluoksnis formuojamas iš dviejų 100 mm storio mineralinės vatos „Paroc Extra“ [26] sluoksnių, kurie montuojami tarp medinių tašų karkaso. Tašų žingsnis – 600 mm. Pirmojo termoizoliacinio sluoksnio medinis karkasas montuojamas vertikaliai, antrasis – horizontaliai. Medinio karkaso montavimo procese naudojami mūrviniai tašų tvirtinimui prie mūro konstrukcijos, o medstraigčiai – medžio jungimui tarpusavyje.

Fasado apdaila daroma iš medinių dailylenčių ir medinių tašų ažūrinės tekstūros fasado dekoru. Tam naudojama spygliuočių medienos neobliuoti tašai. Visos dekoru detalės dažomos fasadiniais medienos dažais, kurie pasižymi medžio impregnavimu, apsauga nuo drėgmės ir kitų aplinkos poveikių.

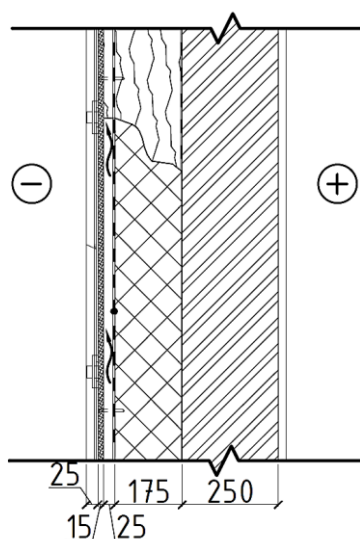
Pliusai

- Dėl silikatinų blokelių tankio medinis karkasas montuojamas be didesnio technologinio broko;
- Su visomis fasado konstrukcijoje esanomis medžiagomis yra lengva dirbti;
- Patraukli estetinė išvaizda.

Minusai

- Fasado apdaila reikalauja kruopštaus, daug laiko užimančio montavimo ir dažnos priežiūros;
- Silikatinų blokelių mūras turi būti gerai vėdinamas arba nesudaroma jokia galimybė patekti drėgmei;
- Brangi įrengimo kaina;
- Dideli medžiagų sandėliavimo plotai.

4.2. Keraminių blokų siena su vėdinamu oro tarpu



Pav. Nr. 13 Keraminių blokų sienos su vėdinamu oro tarpu detalė

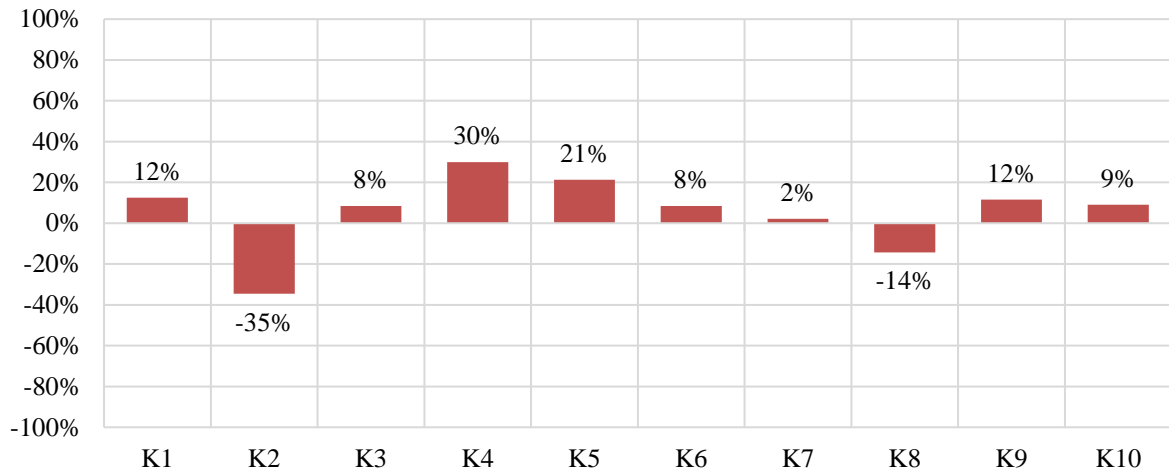
Lentelė Nr. 10 Keraminių blokų sienos su vėdinamu oro tarpu konstrukcijos sudėtis

Eil. Nr.	Fasado konstrukcinis elementas	Sluoksnio storis d, mm
1	Vidaus apdaila	-
2	Keraminis sienų blokas	250
3	Garų izoliacija	-
4	Mineralinė vata „Paroc Extra“ tarp medinių tašų, kas 600mm	175
5	Priešvėjinė membrana „Tyvek Soft“	-
6	Vėdinamas oro tarpas	25
7	Orientuotų skiedrų (OSB) plokštė	15
8	„RheinZink“ fasado skardos apdaila	-

Technologinio varianto vertinimo kriterijų duomenys.

- **K₁, Medžiagų kaina** – 289.3 €/m²;
- **K₂, Darbų trukmė** – 28 mėn.;
- **K₃, Montavimo sudėtingumas** – 3.13 darb. vid. kategor.;
- **K₄, Mechanizacijos lygis** – 14.01 %;
- **K₅, Konstrukcijos masė** – 227 kg/m²;
- **K₆, Sandėliavimo plotai** – 372 m²;
- **K₇, Ekologiškumas (balai)** – 8 balai;
- **K₈, Estetika (balai)** – 7 balai;
- **K₉, Defektų pašalinimo galimybės (balai)** – 8 balai;
- **K₁₀, Eksploatacinis patikimumas (metai)** – 40 metų.

Diagrama Nr. 2 Varianto Nr. 2 kriterijų duomenų nuokrypiai nuo aritmetinio vidurkio



Trumpa technologinio varianto apžvalga. Sienos konstrukcijai naudojamas keraminių sienų blokų mūras [27], kurio storis 250 mm. Dėl keraminių blokų vidinės konstrukcijos (korėtumo), neteisingo parinkto medinio karkaso montavimo būdo ir priemonių, korėti keraminiai blokai gali būti pažeidžiami nebepataisomai. Tai sąlygoja blogas šilumines savybes, konstrukcijos sandarumą, montavimo greitumą ir patogumą. Dėl to turi būti naudojami specialūs mūrviniai su pleištiniais ankeriais, parinktais taip, jog būtų kuo mažiau gadinama keraminių blokų vidinė struktūra.

Siena apšiltinama naudojant vieno sluoksnio 175 mm „Paroc Extra“ [26] mineralinę vatą, įspraustą į 200 mm bendro pločio medinį tašą ant kurio bus montuojama orientuotų skiedrų plokštė. Naudojama vėjo izoliacinės plėvelės sluoksnis konstrukcijos sandarumui užtikrinti. Taip suformuojamas konstrukcijos ventiliuojamas oro tarpas.

Apdailos montavimas šiame fasado variante vyksta panašiai kaip ir stogo skardos montavimas. Montavimui naudojamos specialios įkišamo falco skardos tvirtinimo prie orientuotų skiedros plokščių detalės, o dviejų „RheinZink“ skardos lakštų [28] jungimas užbaigiamas vertikaliu užmaunamo falco jungimu.

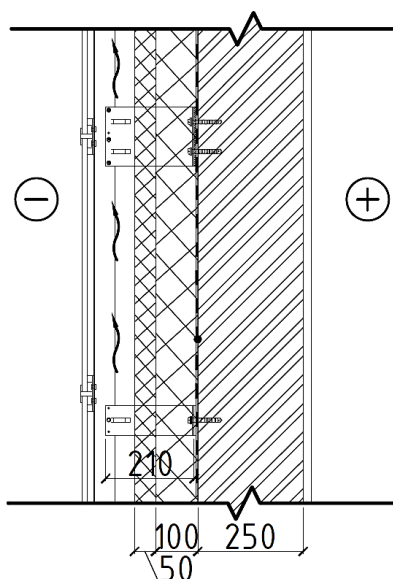
Pliusai

- Fasado apdailos montavimas yra greitas ir nesudėtingas;
- Žemas mechanizacijos lygis.

Minusai

- Įrengiant medinį karkasą yra pažeidžiama keraminių blokų struktūra;
- Medinio karkaso montavimui reikalingi papildomi kampuočiai, kadangi naudojamas nestandartinis medinio karkaso tašų plotis.

4.3. Vėdinamas keramzitbetonio blokelių fasadas



Pav. Nr. 14 Vėdinamo keramzitbetonio blokelių fasado detalė

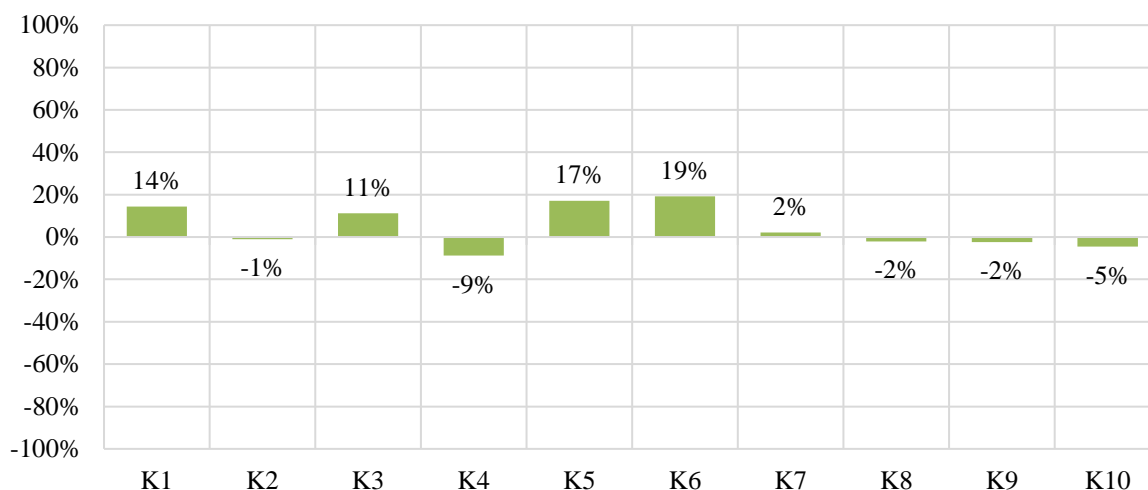
Lentelė Nr. 11 Vėdinamo keramzitbetonio blokelių fasado konstrukcijos sudėtis

Eil. Nr.	Fasado konstrukcinis elementas	Sluoksnio storis d, mm
1	Vidaus apdaila	-
2	Keramzitbetonio FIBO sienų blokas	250
3	Garų izoliacija	-
4	Mineralinė vata „Paroc Extra“ tarp plieninių fasado montavimo detalių	100
5	Priešvėjinė mineralinė vata „Paroc Was 35“ tarp plieninių montavimo detalių	50
6	Vėdinamas oro tarpas	50
7	Stiklo pluoštu armuotų betoninių plokščių fasado apdaila	13

Technologinio varianto vertinimo kriterijų duomenys.

- **K₁, Medžiagų kaina** – 347.3 €/m²;
- **K₂, Darbų trukmė** – 21 mėn.;
- **K₃, Montavimo sudėtingumas** – 3.03 darb. vid. kategor.;
- **K₄, Mechanizacijos lygis** – 21.76 %;
- **K₅, Konstrukcijos masė** – 240 kg/m²;
- **K₆, Sandėliavimo plotai** – 328 m²;
- **K₇, Ekologiškumas (balai)** – 8 balai;
- **K₈, Estetika (balai)** – 8 balai;
- **K₉, Defektų pašalinimo galimybės (balai)** – 7 balai;
- **K₁₀, Eksploatacinis patikimumas (metai)** – 35 metai.

Diagrama Nr. 3 Varianto Nr. 3 kriterijų duomenų nuokrypiai nuo aritmetinio vidurkio



Trumpa technologinio varianto apžvalga. Universalios sporto salės aukštis – 11,6 metrai, todėl šiame variante naudojami didesnę atsparumą turintys (5 MPa) keramzitbetonio „Fibo“ mūro blokai. Naudojami blokai yra su grioveliais ir įlaidomis, kad būtų sumažinti šilumos nuostoliai per šiluminius tiltelius ir padidinama pačio mūro įrengimo kokybė.

Termoizoliacinis konstrukcijos sluoksnis sudarytas iš mineralinės vatos „Paroc Extra“ 100 mm sluoksnio, kartu naudojant priešvėjinę mineralinę vatą „Paroc Was 35“. Tai užtikrina reikiamas šiluminio laidumo vertes, tuo pačiu apsaugą nuo vėdinamo oro tarpe susidariusio vėjo maišymosi. Mineralinės vatos sluoksniams naudojamos specialios plastikinės smeigės su plokštumomis.

Fasado apdailai naudojami stiklo pluoštu armuojamos betoninės plokštės, kurios tvirtinamos prie metalinio karkaso. Metalinis karkasas montuojamas naudojant laikiklius su fiksuotais arba paslankiais sujungimo elementais, kurių ilgiai parenkami atsižvelgiant į termoizoliacijos ir ventiliuojamo oro tarpo sluoksnį. Mūsų atveju šiame fasado įrengimo variante naudojami 210 mm ilgio laikikliai montuojami 625 mm atstumu vienas nuo kito.

Laikikliai montuojami naudojant specialius mūrvinius, kurie sumažina daroma žalą trapiems keramzitbetonio blokeliams. Tarp blokelių ir laikiklio yra montuojami specialūs izoliaciniai tarpikliai, kurie sumažina taškinius šilumos tiltelius einančius nuo metalinių montavimo profilių, per termoizoliacinį sluoksnį, iki pat laikančiojo mūro sluoksnio.

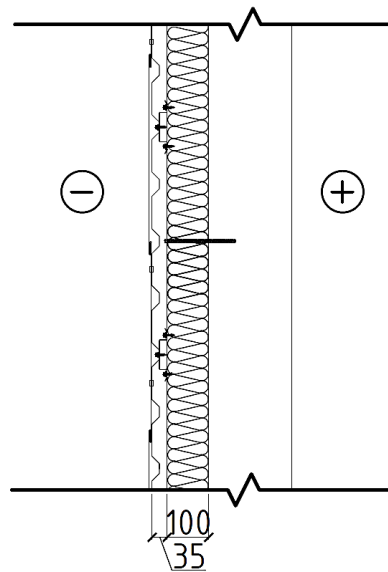
Pliusai

- Lengvai ir paprastai montuojamas laikantysis fasado sluoksnis;
- Fasado apdailos plokštės, laikantis visų montavimo taisyklių, gali būti greitai ir efektyviai įrengiamos.

Minusai

- Keramzitbetonio blokai yra trapūs, todėl padidėja konstrukcijos įrengimo broko tikimybė;
- Mūro blokų sandarumas yra ganėtinai blogas.

4.4. Daugiasluoksnės poliizocianurato plokštės fasadas



Pav. Nr. 15 Daugiasluoksnės poliizocianurato plokštės fasado detalė

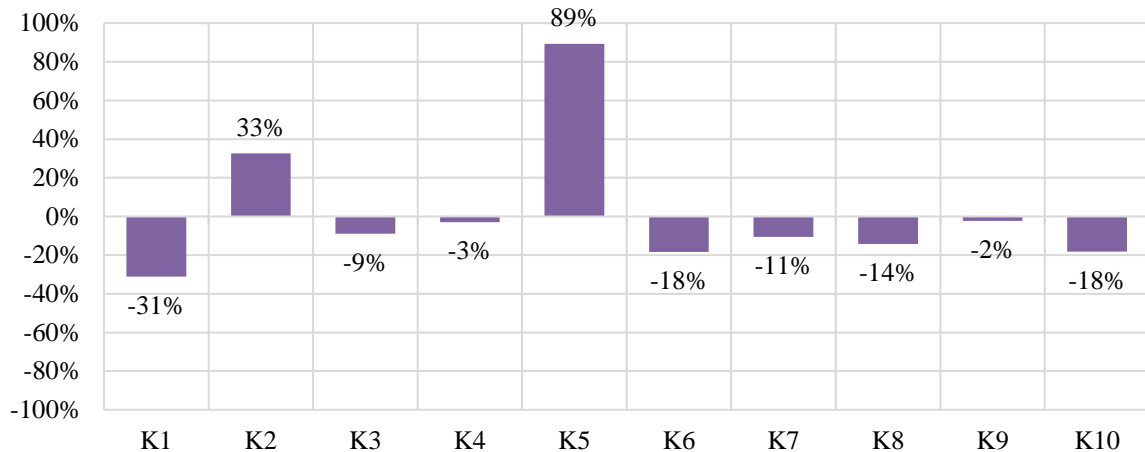
Lentelė Nr. 12 Daugiasluoksnės poliizocianurato plokštės fasado konstrukcijos sudėtis

Eil. Nr.	Fasado konstrukcinis elementas	Stuoksnio storis d, mm
1	Tvirtinimo konstrukcija	-
2	Daugiasluoksnė plokštė „PolTherm TS PIR“	100
3	Vėdinamas oro tarpas	35
4	Profiluota skarda „Ruukki T20-79-1100“ tvirtinama metaliniais grebėstais	-
5	Cinko skardos apdaila	-

Technologinio varianto vertinimo kriterijų duomenys.

- **K₁, Medžiagų kaina** – 188.9 €/m²;
- **K₂, Darbų trukmė** – 14 mėn.;
- **K₃, Montavimo sudėtingumas** – 3.73 darb. vid. kategor.;
- **K₄, Mechanizacijos lygis** – 20.61 %;
- **K₅, Konstrukcijos masė** – 31 kg/m²;
- **K₆, Sandėliavimo plotai** – 480 m²;
- **K₇, Ekologiškumas (balai)** – 7 balai;
- **K₈, Estetika (balai)** – 7 balai;
- **K₉, Defektų pašalinimo galimybės (balai)** – 7 balai;
- **K₁₀, Eksploatacinis patikimumas (metai)** – 30 metų.

Diagrama Nr. 4 Varianto Nr. 4 kriterijų duomenų nuokrypiai nuo aritmetinio vidurkio



Trumpa technologinio varianto apžvalga. Šiame fasado variante iškyla problemos dėl pastato laikančiųjų konstrukcijų ir bendro statinio konstruktyvo. Daugiasluoksnės plokštės negali būti naudojamos kaip laikančioji konstrukcija, todėl statinyje turi būti kitos laikančiosios fasado konstrukcijos, pavyzdžiui gelžbetoninės kolonos. Projektuojant ir analizuojant šį variantą, projektavimo stadijoje turi būti įvertinti papildomi kaštai, dėl šio fasado tvirtinimo ir pastato konstrukcinės dalies. Turi būti įvertinama ar mažesnė kaina fasado įrengimui nesukels kitų pastato elementų kainų.

Daugiasluoksnės plokštės [30] termoizoliacinis sluoksnis yra daromas iš poliizocianurano putų (PIR). PIR putas pasižymi geresnėmis ugnies atsparumo savybėmis, kurios leidžia pasiekti B-s1,d0 gaisrinės saugos klasę. Naudojant poliizocianurano daugiasluoksnę plokštę tai galima pasiekti ją derinant su sporto salės išorės apdaila.

Statiniui esant vietinės reikšmės, turi būti laikomasi griežtų architektūros reikalavimų. Dėl šios priežasties prie daugiasluoksnių plokščių, kurios dažniausiai naudojamos pramoniniuose objektuose ar žemės ūkio pastatuose, yra papildomai montuojama išorės apdaila. Apdailai horizontaliai tvirtinama falcinė cinko [31] apdaila. Apdaila montuojama per metalinius grebėstus, kurie yra jungiami prie daugiasluoksnės poliizocianurano putų plokštės. Verta paminėti, jog parenkamos tokios daugiasluoksnės plokštės, kurioms technologinis pergrėžimas skersai ar dalinai jų konstrukcijos, nėra žalingas.

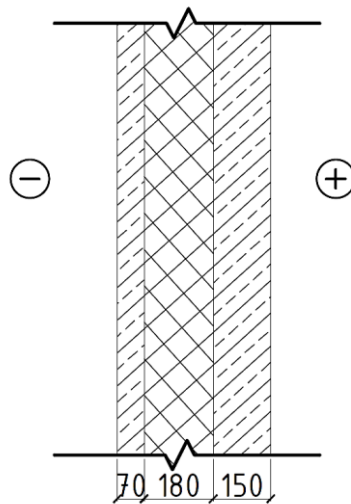
Pliusai

- Nedidelis fasado konstrukcijos storis ir svoris;
- Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas yra mažiausias iš visuose variantuose naudojamų medžiagų.

Minusai

- Fasado konstrukcija tampa nelaikančioji, todėl keičiasi pastato konstruktyvas;
- Dėl gaisrinės saugos reikalavimų, turi būti naudojama papildoma apdaila.

4.5. Trisluoksnės gelžbetonio sienos fasadas



Pav. Nr. 16 Trisluoksnės gelžbetonio sienos fasado detalė

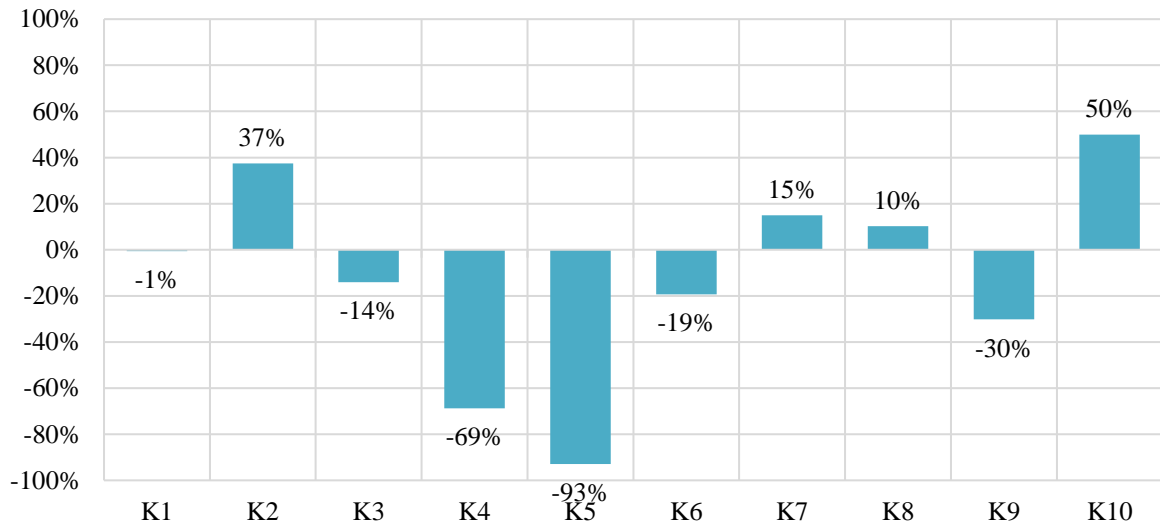
Lentelė Nr. 13 Trisluoksnės gelžbetonio sienos fasado konstrukcijos sudėtis

Eil. Nr.	Fasado konstrukcinis elementas	Sluoksnio storis d , mm
1	Vidaus apdaila	-
2	Vidinis gelžbetonio konstrukcijos sluoksnis	150
3	Trisluoksnės konstrukcijos termoizoliacinis sluoksnis	180
4	Išorinis tekstūrinis gelžbetonio konstrukcijos sluoksnis	70

Technologinio varianto vertinimo kriterijų duomenys.

- **K₁, Medžiagų kaina** – 285.1 €/m²;
- **K₂, Darbų trukmė** – 13 mėn.;
- **K₃, Montavimo sudėtingumas** – 3.90 darb. vid. kategor.;
- **K₄, Mechanizacijos lygis** – 33.78 %;
- **K₅, Konstrukcijos masė** – 557 kg/m²;
- **K₆, Sandėliavimo plotai** – 485 m²;
- **K₇, Ekologiškumas (balai)** – 9 balai;
- **K₈, Estetika (balai)** – 9 balai;
- **K₉, Defektų pašalinimo galimybės (balai)** – 5 balai;
- **K₁₀, Eksploatacinis patikimumas (metai)** – 55 metai.

Diagrama Nr. 5 Varianto Nr. 5 kriterijų duomenų nuokrypiai nuo aritmetinio vidurkio



Technologinio varianto apžvalga. Vidinis gelžbetonio sluoksnis yra apkrovas laikantis sienos konstrukcinis elementas. Laikančiojo sluoksnio storis priklauso nuo apkrovų dydžių, aplinkos sąlygų, statinio higienos normų ir gaisro reikalavimų. Didžiąją dalį projektuojamų trisluoksnių gelžbetoninių sienos konstrukcijų sudaro 150-200 mm vidinis laikantysis sienos elementas, o išorinis sluoksnis siekia 70-100 mm. [32]

Konstrukcijai naudojamas C30/37 klasės betonas. Laikantysis vidinis trisluoksnės konstrukcijos sluoksnis armuojamas dviem armatūros tinklais, kurių elementų diametrai priklauso nuo pačios konstrukcijos elementų storio ir veikiamų apkrovų. Vidinis ir išorinis sluoksnis tarpusavyje jungiami specialiais metaliniais, lanksčiais, nerūdijančio plieno ryšiais. Jie naudojami bendram konstrukcijos stabilumui išlaikyti ir išorinės konstrukcijos savojo svorio apkrovos perdavimui laikančiajam sluoksniui. Naudojamas standartinis S400 klasės armatūros plienas, kuriuo formuojamas armatūros tinklas su 150x150 tinklo akučių žingsniais.

Trisluoksnės sienos konstrukcijos apšiltinimo sluoksniui naudojamas 180 mm storio polistireninis putplastis. Naudojant skirtingo pločio ir tipo apšiltinamąjį sluoksnį, daromi pakitimai gelžbetoninių ryšių charakteristikose, keičiamas ryšių žingsnis, kiekis ir storis.

Trisluoksnės fasado sienos konstrukcijos išorės apdailai galimi įvairūs spalvos, faktūros ir medžiagų deriniai. Parenkama kuo natūralesnė betono tekstūra kuri primena medinių dailylenčių fasadą. Taip fasadui suteikiamas natūralumo įvaizdis.

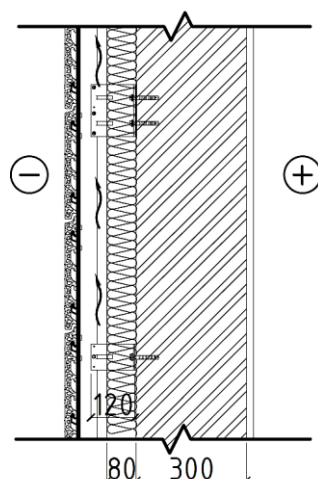
Pliusai

- Fasado konstrukcija į statybvietyje atvyksta pilnai paruošta montavimui;
- Inertiškomis šiluminėmis savybėmis išsiskirianti konstrukcija.

Minusai

- Sunki fasado konstrukcija;
- Dėl didelių surenkamos konstrukcijos gabaritų reikalinga sunkioji technika.

4.6. Fasado konstrukcija su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu



Pav. Nr. 17 Fasado konstrukcijos su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu detalė

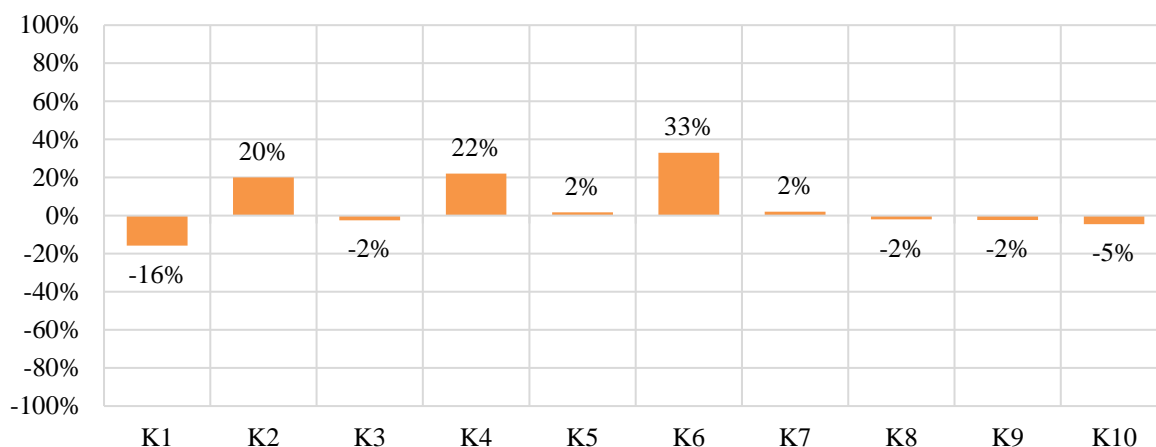
Lentelė Nr. 14 Konstrukcijos su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu fasado sudėtis

Eil. Nr.	Fasado konstrukcinis elementas	Sluoksnio storis d, mm
1	Vidaus apdaila	-
2	Akyto betono blokelis „Roclite“	300
3	Purškiamas putų poliuretanas tarp plieninių tvirtinimo detalių	80
4	Elastomerinė apsauginė danga poliuretano putoms	-
5	Vėdinamas oro tarpas	-
6	Keraminės fasado apdailos plytelės tvirtinamos ant montažinio profilio	20

Technologinio varianto vertinimo kriterijų duomenys.

- **K₁, Medžiagų kaina** – 193.7 €/m²;
- **K₂, Darbų trukmė** – 17 mėn.;
- **K₃, Montavimo sudėtingumas** – 3.50 darb. vid. kategor.;
- **K₄, Mechanizacijos lygis** – 15.58 %;
- **K₅, Konstrukcijos masė** – 284 kg/m²;
- **K₆, Sandėliavimo plotai** – 272 m²;
- **K₇, Ekologiškumas (balai)** – 8 balai;
- **K₈, Estetika (balai)** – 8 balai;
- **K₉, Defektų pašalinimo galimybės (balai)** – 7 balai;
- **K₁₀, Eksploatacinis patikimumas (metai)** – 35 metai.

Diagrama Nr. 6 Varianto Nr. 6 kriterijų duomenų nuokrypiai nuo aritmetinio vidurkio



Trumpas technologinio varianto apžvalga. Laikančioji mūro konstrukcija šeštajame fasado įrengimo variante yra gaunama naudojant akyto betono blokelių „Roclite“. Naudojami S tipo akyto betono blokeliai su profiliuotu šoniniu paviršiumi, kuris turi iškyšas ir įlaidas patogesniai montavimui. Mūro konstrukcijai naudojami 300 mm storio blokeliai. Šie blokeliai pasižymi jų lengvu apdorojimu, todėl darbas organizuojamas ir vykdomas greitai bei tiksliai.

Apšiltinimo sluoksnis formuojamas naudojant kietąsias putų poliuretano putas [33]. Uždarų porų poliuretano putos dėl to, kad akyto betono blokeliai geba itin gerai sutraukti drėgmę į savo poras, tuo žymiai sumažinant savo šilumines ir lakančiąsias savybes. Šios putos aklinai uždaro visas galimas drėgmės patekimo vietas iš išorinės konstrukcijos pusės, taip apsaugodamos konstrukciją nuo galimo įdrėkimo.

Termoizoliacinis sluoksnis turi būti apsaugotas specialia elastomero apsaugine danga, kuri apsaugotų putas nuo įdrėkimo, kuris galimas dėl vėdinamo oro tarpo ir kitų aplinkos veiksnių, kaip ultravioletinių saulės spindulių ar putų perkaitimo konstrukcijoje.

Fasado apdaila – keraminės fasado plytelės, tai racionalus sprendimas sporto salės fasado apdailai. Plytelės montuojamos jas kabinant ant metalinio fasado karkaso per atraminį metalinio karkaso profilį ir jau suformuotas auseles pačioje keraminės plytelės nugaroje.

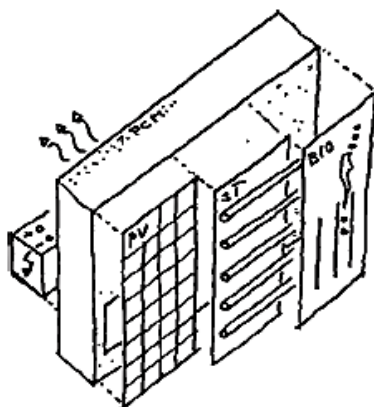
Pliusai

- Nesudėtingas mūro konstrukcijos įrengimas, pasižymintis greitu ir tikslu montavimu;
- Dėl mobilaus termoizoliacinio sluoksnio įrengimo sumažėja medžiagų sandėliavimo plotai;
- Akyto betono blokeliai tampa atsparesni drėgmės poveikiams dėl naudojamo putų poliuretano savybių.

Minusai

- Termoizoliacijos apsaugai turi būti naudojamas papildomai kainuojantis apsauginis sluoksnis;
- Reikalinga speciali įranga poliuretano putų įrengimo įvykdymui;
- Uždarųjų porų kietosios poliuretano putos pasižymi sandarumu, dėl to būtinas papildomas statinio vėdinimas.

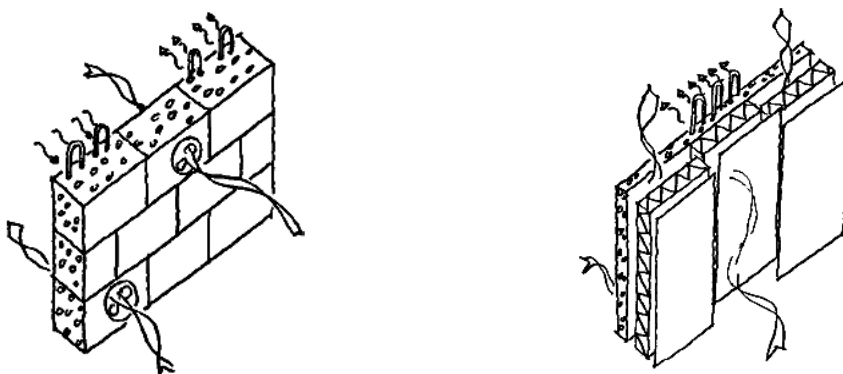
4.7. Perspektyvinių ateities fasadų konstrukcinių variantų pavyzdžiai



Pav. Nr. 18 Masyvios konstrukcijos siena su integruotomis inžinerinėmis sistemomis [4]

Pradėjus masiškai naudoti betoną ir suvokus jo mobilumo ir išnaudojimo galimybes, į pačią sienos konstrukciją pradėta integruoti pirmąsias inžinerines sistemas. Aktyvioji termoizoliacija, kuomet šildomieji vamzdžiai yra pravedami per gelžbetonį (panašiai kaip ir šildomos grindys), tapo pirmuoju žingsniu link konstrukcijų ir inžinerinių sistemų integravimo.

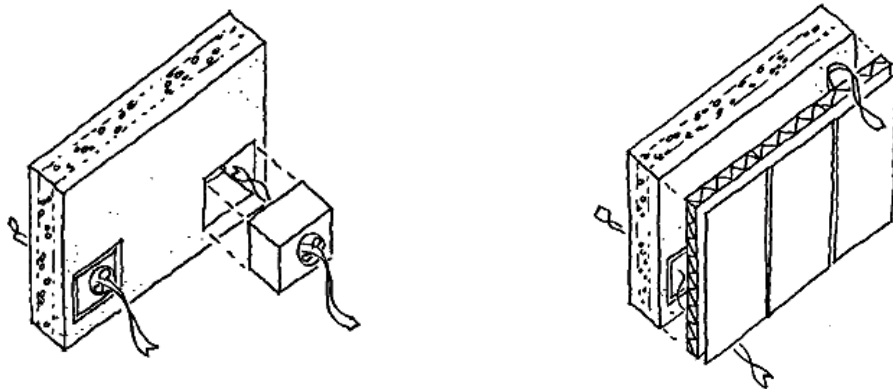
Betonas, konkrečiau gelžbetonis, toli gražu nėra pati optimaliausia statybinė medžiaga. Jo naudojimas visose situacijose nėra pats praktiškiausias sprendimas. „Ateitis turi būti paprastesnė“ (Knaack ir Klein, 2008) [17], taip yra numatoma pastato fasadų technologijų ateitis. Paprastumą galime suprasti ne kaip tam tikrų konstrukcinių ar fizikinių savybių bloginimą. Paprasti technologiniai sprendimai, ilgalaikėje perspektyvoje, statybos kaštų nesumažina, dažniau būna atvirkščiai.



Pav. Nr. 19 kair. Mūrinė sienos konstrukcija iš blokų su integruotomis modulinėmis inžinerinėmis sistemomis, deš. Daugiasluoksnė konstrukcija su integruotomis inžinerinėmis sistemomis [4]

Funkcionalumas turi išlikti vienu iš prioritetų. Buvo minėta, jog kiekviena konstrukcija turi tapti atskira ir nepriklausoma sistema. Posistemės, šiuo atveju integruotos inžinerinės sistemos, turi priklausyti nuo atskirų arba vieno energijos šaltinio. Jis galėtų būti fasado

modulio viename iš esančių langų integruotame saulės kolektoriuje. Taip tokiu principu veikiančios sistemos (moduliai) taptų lengviau tvarkomi ir eksploatuojami – paprastesni.



Pav. Nr. 20 kair. Daugiasluoksnė masyvi siena su pakeičiamais inžinerinių sistemų komponentais, deš. Trisluoksnė sienos konstrukcija su vėdinamu oro tarpu ir integruojamomis inžinerinėmis sistemomis [4]

Kuo daugiau integruotų sistemų konstrukcijoje, tuo ji tampa pažeidžiamesnė. Reikia suprasti, kad tvarkymas turi būti toks, jog nesukeltu ne tik pačio pastato, bet ir integruotų sistemų griūties. Kaip matome moduliai, juos galime prilyginti dabartinėms daugiasluoksnėms surenkamoms konstrukcijoms, gali būti efektyviai išnaudoti. Kaip yra žinoma, tokio tipo fasadai yra surenkami greitai ir jau projektavimo stadijoje numatant modulių vietas statiniuose. Dirbant tokiu principu gali būti iš anksto numatomos reikalingos inžinerinės sistemos, pasirinktose statinio konstrukcijose elementuose.

Jeigu reikėtų išskirti keturis pagrindinius bruožus ar faktorius nulemsiančius elementų tobulėjimą ir jų panaudojimo dažnumą suvokiant jų naudą, jie būtų:

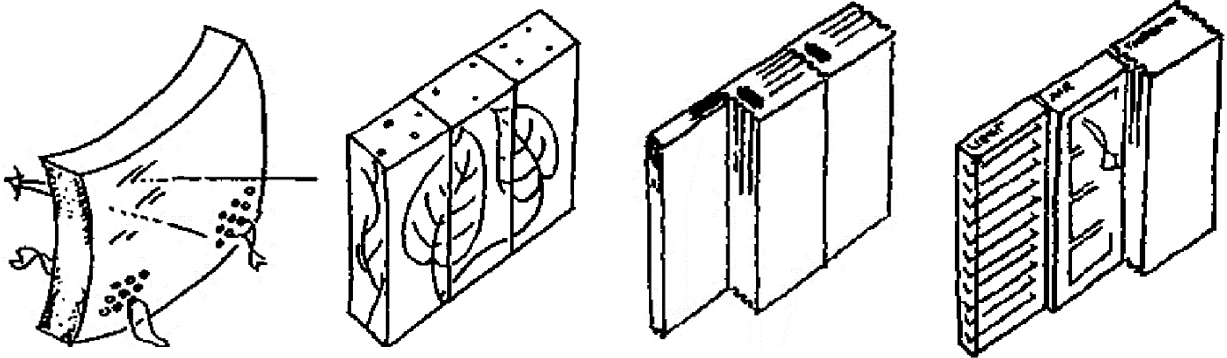
1. Fasadų funkcijų pokyčiai (Pav. Nr. 18)

Nagrinėtose publikacijose [5] ir straipsniuose [16] dažnai kartojama, kad visi elementai privalo turėti daugiau negu vieną funkciją. Kokios naujos funkcijos papildys esamas – atspėti sunku ir beprasmiška. Gerai žinoma kad didėjant energijos taupymo reikalavimams, atsinaujinančios energijos poreikis tik didės. Tas gali iššaukti pokyčius susijusius su elementų gebėjimu kurti ir kaupti sukurtą energiją. Tokius bruožus galima pasiekti naudojant integruojamus saulės kolektorius, kurie galėtų aprūpinti statinį šiluma, ar fotovoltinę saulės bateriją.

2. Fasadų montavimo pokyčiai (Pav. Nr. 20)

Galima tik įsivaizduoti kokio sudėtingumo turės būti elementai ar konstrukcijos, kurios privalės ne tik atlaikyti apkrovas, apsaugoti nuo kritulių ar kitų poveikių, bet ir dar kurti bei kaupti energiją. Banalu, bet yra sakoma, kad patys geniausiai sprendimai yra paprastume.

Konstrukcijos turėtų būti daug mobilesnes, kurias būtų galima lengvai montuoti ir demontuoti. Nesudėtingos, tam kad net ir siauro profilio darbininkas gebėtų be bėdų tai atlikti. Ekologiškos, kaip savo publikacijoje minėjo S. Murray [13], ekologija ir kuo mažesnė žala gamtai yra viena iš svarbiausių siekiamybių.



Pav. Nr. 21 Ateities fasadai: kair. 3D spausdinimo įranga pagamintas fasado elementas, sienos konstrukcija iš biologinių žaliavų, prisitaikanti termoizoliacija ir prisitaikantis fasadas [4]

3. Fasadų technologijos ir naudojamos medžiagos (Pav. Nr. 21)

Tikintis išvysti tobulesnes gamybos ar montavimo technologijas, medžiagas (pastarųjų tikėtis reikėtų atsargiai), funkcionalesnius sprendimus ir kt. reikėtų orientuotis į tai, kad pirmiausia efektyviau būtų patobulinti esamas fasadų konstrukcijas.

Atsiradus 3D spausdinimo galimybėms, pradedant matytis kanapinio pluošto panaudojimo statybose legalizavimui ir šias naujoves palaipsniui bandant ir diegiant į dabartinius elementus, būtų galima sulauki kainos ir kokybės santykio susitraukimo, kuris gali tecti nematyti išstisus dešimtmečius. Nereikėtų pamiršti ir nanotechnologijų. Pastarųjų pagalba galima pasvarstyti apie prisitaikančių termoizoliacinių ar prisitaikančių fasado sistemų proveržio rinkoje.

4. Pokyčiai statybos rinkoje

Jokie nauji išradimai investuotojams nebus patrauklūs jeigu jie nematys terpės didesniai pelnui ar mažesniems kaštams išgauti. Dėl to, statybos rinkoje turi atsirasti kuo daugiau investuotojų, kurių požiūris į naujoves, gamtos tausojimą ir tikėtina mažesnio, bet išliekančio pelno siekimą yra priimtinas ir norimas. Kaip ir dažniausiai būna, kai kurios projektavimo stadijoje siūlomos elementų ar išplanavimo funkcijos yra nustumiamos šalin dėl kaštų didėjimo.

Toks nepalankumas ir pigesnių ar paprastesnių sprendimų pasirinkimas yra pilnai suprantamas. Svarbu kad investuotojų ar užsakovų investicijos taptų saugesnės dėl su naujomis technologijomis atsirandančia kokybe, o ne kaštų mažinimu. Tokį požiūrį į kokybę turi skleisti projektuotojai, inžinieriai ir kiti statybos srities profesionalai. Tik taip statybos rinkoje atsiras paklausa inovacijoms, o ne nusisenėjusioms technologijoms.

5. TECHNOLOGIJŲ VERTINIMO METODIKA

Statybos inžinerinių sprendimų ekspertinis porinio palyginimo metodas. Porinio palyginimo apklausa buvo skiriama tik statybos srities profesionalams (ekspertams) ir nekilnojamojo turto savininkams – statytojams/užsakovams (Priedas Nr. 4). Porinio palyginimo metu kriterijai buvo vertinami skalėje: [0;2]. Taikant šį ekspertinį kriterijų palyginimo metodą visi kriterijus buvo lyginami vienas su kitu, taip nustatant pačius svarbiausius ir nereikšmingiausius kriterijus.

Paruoštose anketose/apklausoje kriterijai, kaip ir minėjome buvo lyginami tarpusavyje, vieną iš jų įvertinant 2 balais, t.y. duodant svarbesniam kriterijui 2 balus, taip mažiau svariam kriterijui yra skiriama 0 balų. Jeigu apklaustojo nuomone kriterijai yra lygūs, jiems duodama po 1 balą. Taip gauta informacija buvo apdorojama ir surašoma į kriterijų matricą.

Suminė kriterijų matrica sudaroma susumuojant visus ekspertų kriterijų įvertinimus ir sudaromas matricos elementas:

$$x_{ik}^* = \sum_{j=1}^m (x_{ij})_j \quad (31)$$

Optimalus variantas parenkamas arba reikšmingiausias kriterijus nustatomas apskaičiavus kiekvieno fasado įrengimo varianto matricos eilučių sumą:

$$S_i = \sum_{k=1}^n x_{ik}^* \quad (32)$$

Čia: k – vertinimo kriterijai arba lyginami variantai.

Sudarius reikiamas matricas, jas sutvarkius ir apskaičiavus visų kriterijų reikšmingumą fasadų variantų vertinimui, turime patikrinti Kendalo konkordacijos koeficientą, kuris turi būti $W > 0.6$, tik tuomet galėsime laikyti skaičiavimus ir duomenis patikimais, kadangi ekspertų nuomonė turės tendenciją sutapti. Jeigu konkordacijos koeficientas bus gautas $W < 0.6$, tuomet tolimesniuose skaičiavimuose duomenų naudoti negalėsime. Kendalo konkordacijos koeficientas gaunamas:

$$W = \frac{4(\sum_{i,k} x_{ik}^{*2} - m \sum_{i,k} x_{ik}^* + C_m^2 \cdot C_n^2)}{m(m-1) \cdot n(n-1)} \quad (33)$$

Čia: m – ekspertų skaičius; n – lyginamų fasado įrengimo vertinimo kriterijų skaičius; C_m^2 – galimi deriniai pagal ekspertus; C_n^2 – galimi deriniai pagal alternatyvas arba vertinimo kriterijus.

Galimi deriniai apskaičiuojami pagal:

$$C_a^b = \frac{a!}{b(a-b)!} = \frac{a!}{b!(a-b)!} \quad (34)$$

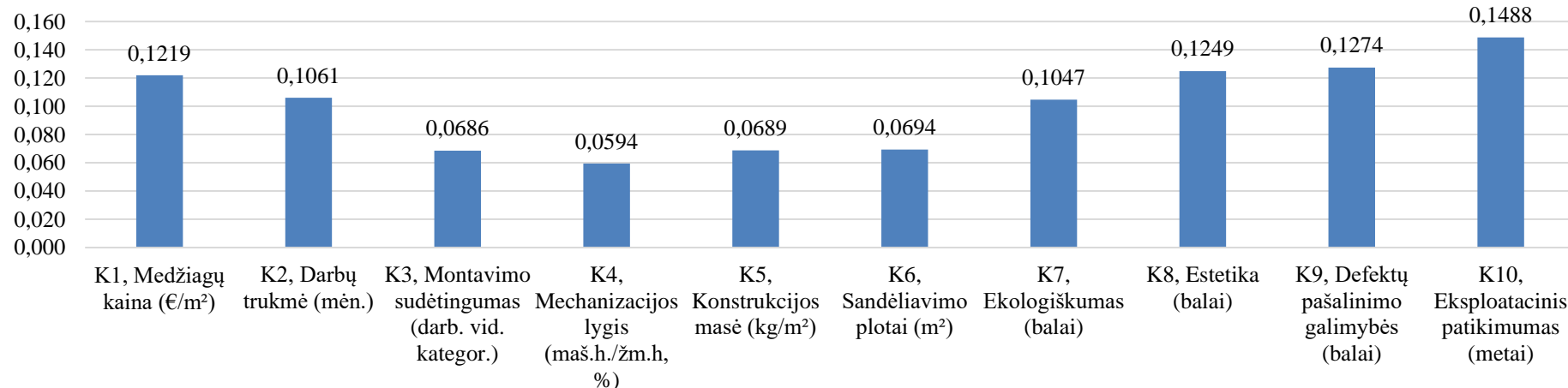
Apklausoje dalyvavo 30 statybos srities ekspertų ir 10 užsakovų/statytojų. Apklausoje kiekvienas ekspertas ar užsakovas/statytojas lygino visus dešimt kriterijų [K₁, K₂, ..., K₁₀] tarpusavyje. Porinio palyginimo vertinimo skalė: [0;1;2].

Sudaryta suminė matrica kurioje apskaičiuotos visų ekspertų atliktų apklausų rezultatai ir apskaičiuojama i-tojo kriterijaus eilutės suma:

Lentelė Nr. 15 Suminė ekspertų apklausos rezultatų matrica

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Si	qi	Prior.
K1, Medžiagų kaina (€/m²)		54	54	52	54	57	51	42	38	37	439	0,1219	4
K2, Darbų trukmė (mėn.)	26		50	56	49	50	48	35	35	33	382	0,1061	5
K3, Montavimo sudėtingumas (darb. vid. kategor.)	26	30		35	34	32	33	21	21	15	247	0,0686	9
K4, Mechanizacijos lygis (maš.h./žm.h, %)	28	24	45		25	23	19	15	20	15	214	0,0594	10
K5, Konstrukcijos masė (kg/m²)	26	31	46	55		23	15	21	16	15	248	0,0689	8
K6, Sandėliavimo plotai (m²)	23	30	48	57	57		14	8	8	5	250	0,0694	7
K7, Ekologiškumas (balai)	29	32	47	61	65	66		19	32	26	377	0,1047	6
K8, Estetika (balai)	38	45	59	65	59	72	61		29	22	450	0,1249	3
K9, Defektų pašalinimo galimybės (balai)	42	45	61	60	64	72	48	51		16	459	0,1274	2
K10, Eksploatacinis patikimumas (metai)	43	47	65	65	65	75	54	58	64		563	0,1488	1
											3602	1,000	

Diagrama Nr. 7 Subjektyvios ekspertų nuomonės kriterijų reikšmingumai



Kendalo konkordacijos koeficientui apskaičiuoti rezultatų matricą turime pertvarkyti pagal kriterijų reikšmingumo eiliškumą. Konkordacijos koeficientui apskaičiuoti naudojami po apatine įstrižaine esantys matricos elementai.

Lentelė Nr. 16 Pertvarkyta suminė ekspertų apklausos rezultatų matrica

	K10	K9	K8	K1	K2	K7	K6	K5	K3	K4
K10, Eksploatacinis patikimumas (metai)		64	58	43	47	54	75	65	65	65
K9, Defektų pašalinimo galimybės (balai)	16		51	42	45	48	72	64	61	60
K8, Estetika (balai)	22	29		38	45	61	72	59	59	65
K1, Medžiagų kaina (€/m²)	37	38	42		54	51	57	54	54	52
K2, Darbų trukmė (mėn.)	33	35	35	26		48	50	49	50	56
K7, Ekologiškumas (balai)	26	32	19	29	32		66	65	47	61
K6, Sandėliavimo plotai (m²)	5	8	8	23	30	14		57	48	57
K5, Konstrukcijos masė (kg/m²)	15	16	21	26	31	15	23		46	55
K3, Montavimo sudėtingumas (darb. vid. kategor.)	15	21	21	26	30	33	32	34		35
K4, Mechanizacijos lygis (maš.h./žm.h, %)	15	20	15	28	24	19	23	25	45	

Atliekami reikalingi skaičiavimai Kendalo konkordacijos koeficientui gauti:

$$\sum_{i,k} x_{ik}^* = 1112$$

$$\sum_{i,k} x_{ik}^{*2} = 31092 \quad (35) \text{ ir } (36)$$

Galimi deriniai pagal ekspertus:

$$C_m^2 = \frac{12!}{2!(12-2)!} = 780 \quad (37)$$

Galimi deriniai pagal vertinimo kriterijus:

$$C_n^2 = \frac{10!}{2!(10-2)!} = 45 \quad (38)$$

Kendalo konkordacijos koeficientas:

$$W = \frac{4(\sum_{i,k} x_{ik}^{*2} - m \sum_{i,k} x_{ik}^* + C_m^2 \cdot C_n^2)}{m(m-1) \cdot n(n-1)} = \frac{4(31092 - 40 \cdot 1112 + 780 \cdot 45)}{40(40-1) \cdot 10(10-1)} = 0.62 \quad (39)$$

Kendalo konkordacijos koeficiento reikšmė buvo gauta $W > 0.6$, tai reiškia, jog apklaustųjų ekspertų ir užsakovų/statytojų nuomonės sutampa leistinose ribose ($0.6 < W < 1$) ir apklausoje gauti rezultatai yra tinkami naudoti ieškant optimalius fasado įrengimo variantus.

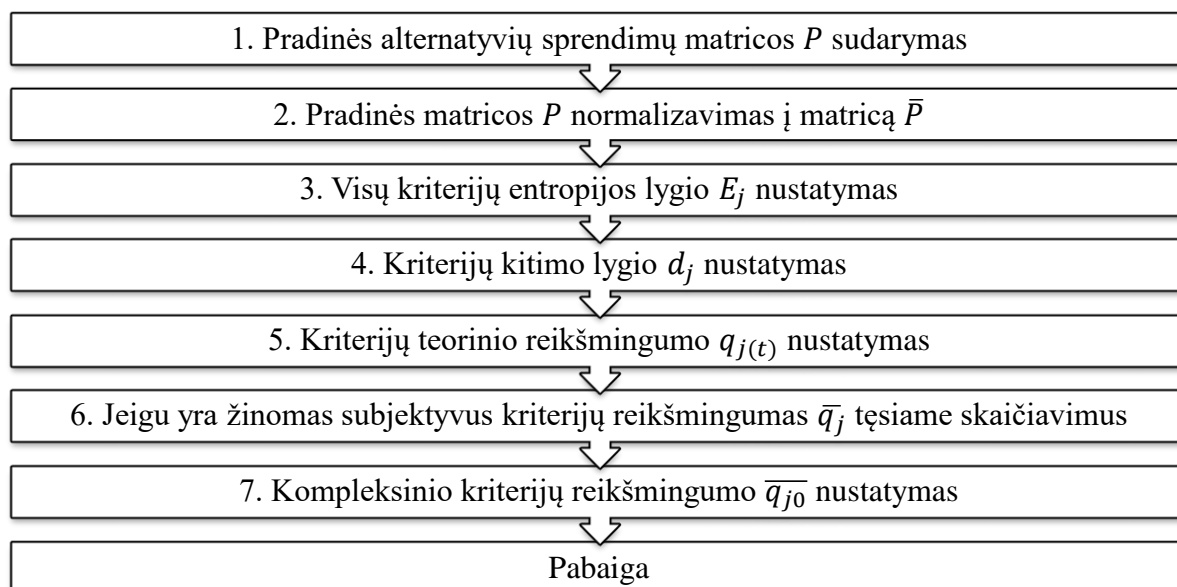
Teorinio ir kompleksinio kriterijų reikšmingumo nustatymai pagal Entropijos metodą. Vienas iš būdų gauti teorinius rezultatus, neatsižvelgiant į profesionalų nuomonę yra taikant Entropijos metodą teoriniam ir kompleksiniam reikšmingumui gauti.

Naudojant būtent šį duomenų analizės metodą didžiausias dėmesys skaičiavimuose yra kreipiamas tik į turimą informaciją apie fasado variantų kriterijų skaitines reikšmes. Duomenys surašomi į duomenų ir kriterijų matricas. Matricos yra normalizuojamos ir sudaromos naudos bedimensinių dydžių duomenų lentelės. Taip iš turimos informacijos apie fasadų variantų techninius rodiklius ir neatsižvelgiant į subjektyvią ekspertų nuomonės ar apklausų rezultatus, gaunamos teorinės kriterijų svarbumo reikšmės.

Į Entropijos metodą taip pat galime įtraukti ir apklausos metu gautas kriterijų reikšmingumo vertes, kurių pagalba yra nustatomas kompleksinių reikšmingumų vertės.

Entropijos metodas yra atliekamas pagal šį algoritmą:

Schema Nr. 2 Entropijos metodo algoritmas



Lentelė Nr. 17 Pradinė variantų duomenų ir kriterijų matrica

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
A1	297	32,4	3,2	14	394	499	7	10	9	25
A2	289	28,2	3,1	14	227	372	8	7	8	40
A3	347	21,2	3,0	22	240	328	8	8	7	35
A4	189	14,1	3,7	21	31	480	7	7	7	30
A5	285	13,1	3,9	34	557	485	9	9	5	55
A6	194	16,7	3,5	16	284	272	8	8	7	35
SUMA	1601	125,7	20,5	120	1733	2436	47	49	43	220
Optimalumas	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX

A1 – Vėdinamas fasadas su mediniu ažūro dekoru;

A2 – Keraminių blokų siena su vėdinamu oro tarpu;

- A3 – Vėdinamas keramzitbetonio blokelių fasadas;
 A4 – Daugiasluoksnės poliizocianurano plokštės fasadas;
 A5 – Trisluoksnės gelžbetonio sienos fasadas;
 A6 – Fasado konstrukcija su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu.

Pradiniai duomenys turi būti normalizuojami, tai atliekama pagal formulę:

$$\overline{P}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}; (V_{ij}, \text{kai } i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}) \quad (40)$$

Lentelė Nr. 18 Normalizuota variantų duomenų ir kriterijų matrica

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
A1	0,201	0,258	0,157	0,119	0,227	0,205	0,149	0,204	0,209	0,114
A2	0,187	0,224	0,153	0,117	0,131	0,153	0,170	0,143	0,186	0,182
A3	0,191	0,168	0,148	0,181	0,138	0,135	0,170	0,163	0,163	0,159
A4	0,115	0,112	0,182	0,172	0,018	0,197	0,149	0,143	0,163	0,136
A5	0,166	0,104	0,190	0,281	0,321	0,199	0,191	0,184	0,116	0,250
A6	0,140	0,133	0,171	0,130	0,164	0,112	0,170	0,163	0,163	0,159

Taip naujoje matricoje gauname nedimensinius dydžius (x_{ij}) kuriuos panaudosime nustatant kiekvieno kriterijaus Entropijos E_j lygį. Prieš tai, skaičiavimams palengvinti, sudarome papildomą matricą ($P_{ij} \cdot \ln P_{ij}$).

Lentelė Nr. 19 Papildoma variantų duomenų ir kriterijų matrica

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
A1	-0,323	-0,349	-0,291	-0,254	-0,337	-0,325	-0,284	-0,324	-0,327	-0,247
A2	-0,314	-0,335	-0,287	-0,251	-0,267	-0,287	-0,301	-0,278	-0,313	-0,310
A3	-0,316	-0,300	-0,283	-0,310	-0,274	-0,270	-0,301	-0,296	-0,296	-0,292
A4	-0,248	-0,245	-0,310	-0,303	-0,072	-0,320	-0,284	-0,278	-0,296	-0,272
A5	-0,298	-0,236	-0,316	-0,357	-0,365	-0,321	-0,317	-0,311	-0,250	-0,347
A6	-0,276	-0,269	-0,302	-0,265	-0,296	-0,245	-0,301	-0,296	-0,296	-0,292
SUMA	-1,774	-1,734	-1,787	-1,738	-1,610	-1,768	-1,788	-1,783	-1,777	-1,760

Tuomet nustatome kiekvieno kriterijaus Entropijos E_j lygį, kurie kinta intervale [0;1]. Tam naudojame formulę:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m (P_{ij} \cdot \ln P_{ij}), k = \frac{1}{\ln m} \quad (41)$$

Lentelė Nr. 20 Entropijos lygiai

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
E_j	0,990	0,968	0,998	0,970	0,899	0,987	0,998	0,995	0,992	0,982

Nustatome kriterijų kitimo lygį d_j , pagal formulę:

$$d_j = 1 - E_j, \text{ kur } (j = \overline{1, n}) \quad (42)$$

Lentelė Nr. 21 Kriterijų kitimo lygiai

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
d_j	0,010	0,032	0,002	0,030	0,101	0,013	0,002	0,005	0,008	0,018

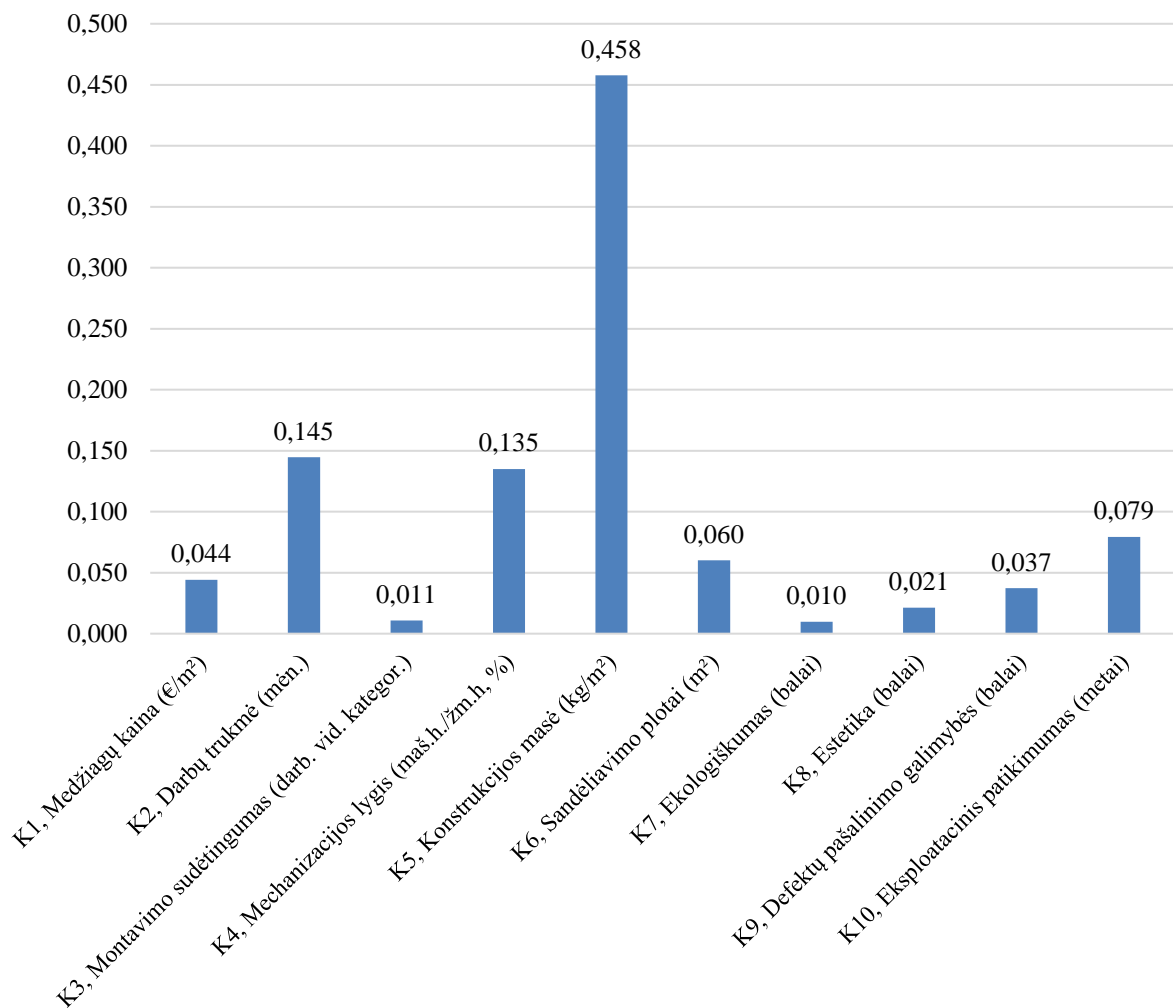
Nustatinėjant teorinį fasado įrengimo kriterijų reikšmingumą, priimame jog jie visi yra vienodai svarbūs arba lygiaverčiai. Gauname teorinį kriterijų reikšmingumą:

$$q_{j(t)} = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}; (j = \overline{1, n}) \quad (42)$$

Lentelė Nr. 22 Teorinis kriterijų reikšmingumas

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
$q_{j(t)}$	0,044	0,145	0,011	0,135	0,458	0,060	0,010	0,021	0,037	0,079

Diagrama Nr. 8 Teorinis kriterijų reikšmingumas



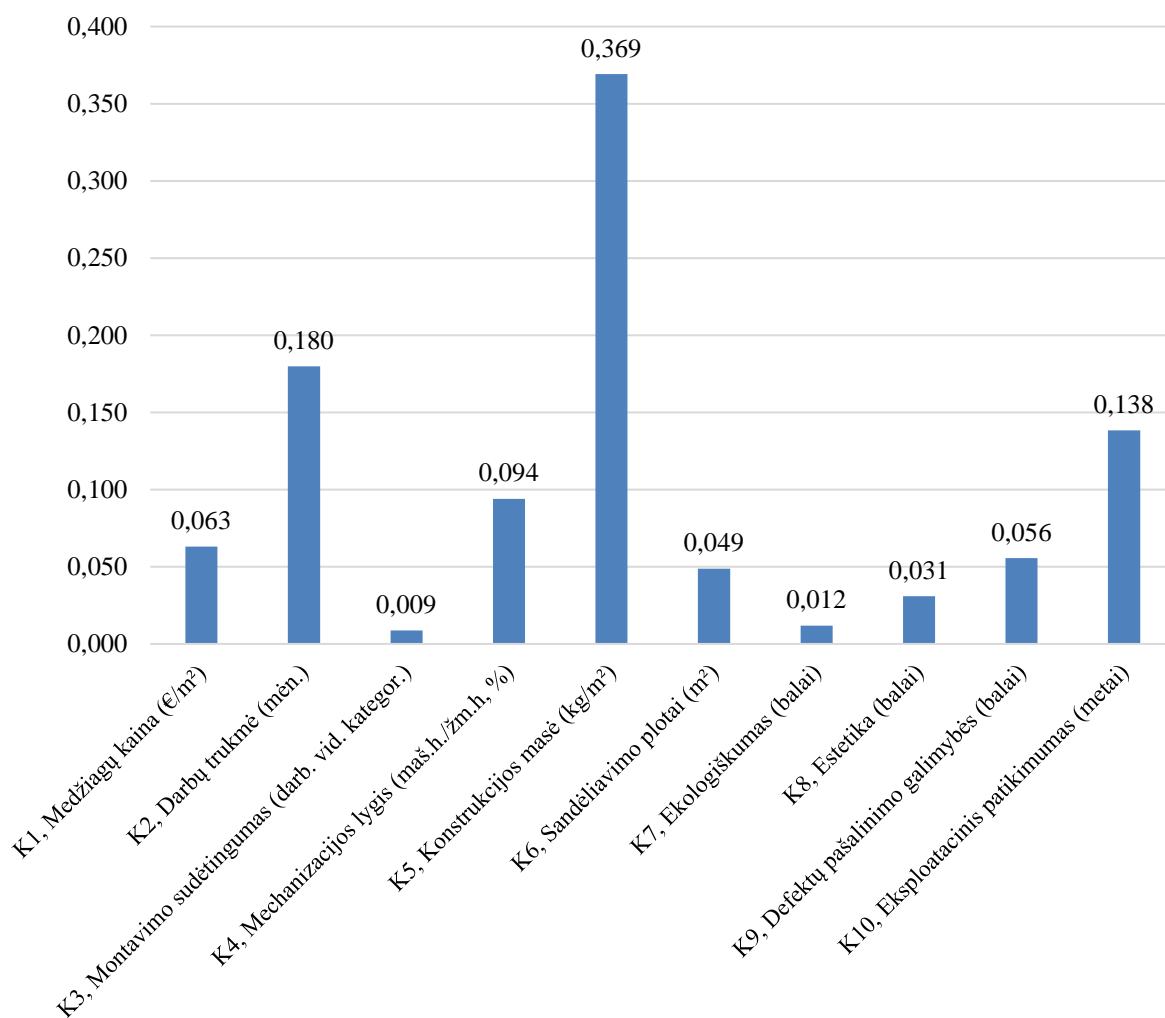
Panaudojus jau turimus porinio palyginimo metodo rezultatus, kuriuos gavome iš ekspertams pateiktos apklausos, ir gautas subjektyvias kriterijų reikšmingumo vertes, dar kartą taikant Entropijos metodą tik jau panaudojant ir teorines ir subjektyvias kriterijų svarbumo reikšmes, galime apskaičiuoti kompleksinį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

$$\bar{q}_{j0} = \frac{\bar{q}_j \cdot q_{j(t)}}{\sum_{j=1}^n (\bar{q}_j \cdot q_{j(t)})}; (j = \overline{1, n}) \quad (43)$$

Lentelė Nr. 23 Kompleksinis kriterijų reikšmingumas

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
\bar{q}_{j0}	0,063	0,180	0,009	0,094	0,369	0,049	0,012	0,031	0,056	0,138

Diagrama Nr. 9 Kompleksinis kriterijų reikšmingumas



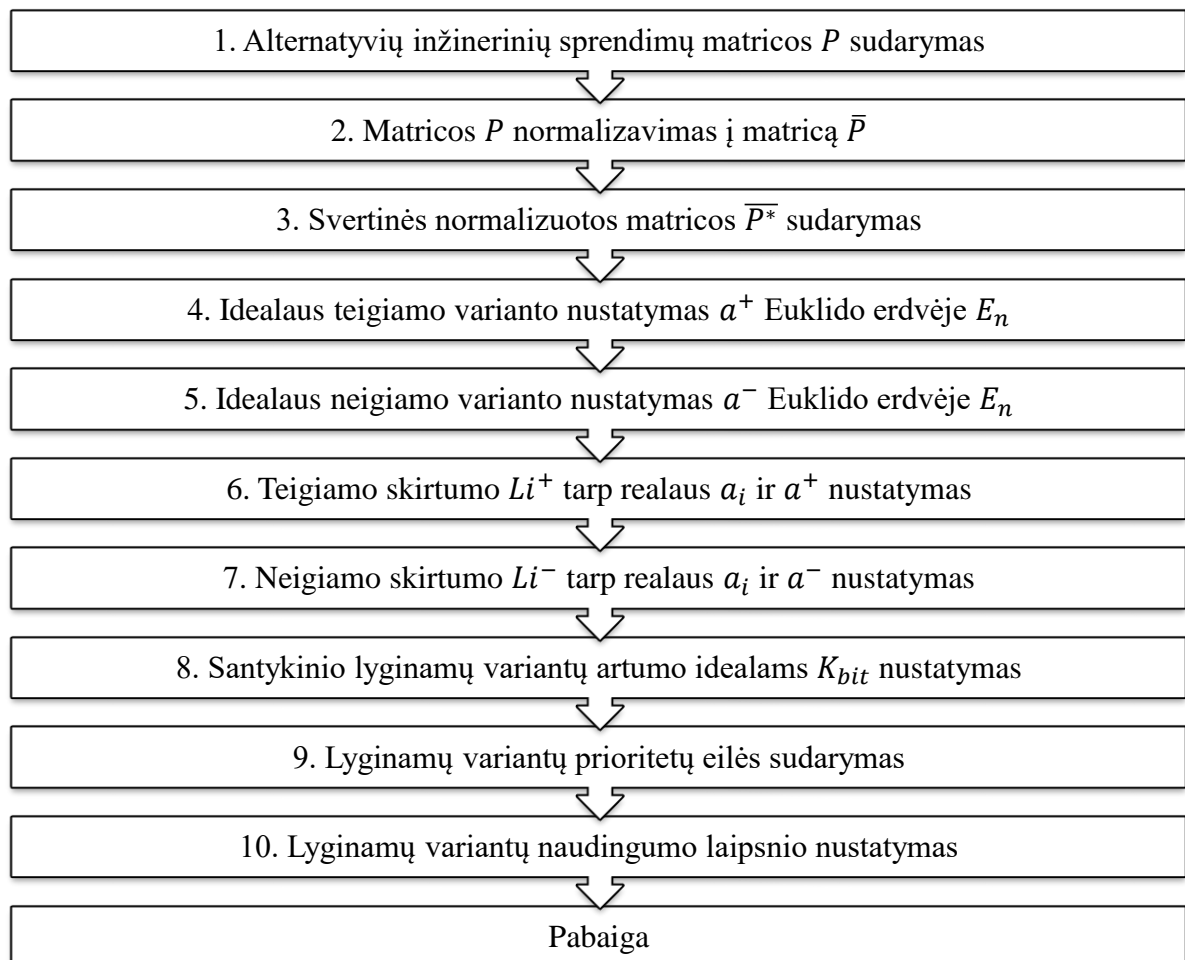
Artumo idealiam taškui – TOPSIS metodas. Vienas iš pagrindinių metodų magistro baigiamajame darbe yra šis artumo idealiam taškui – TOPSIS (angl. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) metodas. [23]

TOPSIS metodas dažnai naudojamas yra dėl keleto priežasčių. Metodo rezultatai jautriai reaguoja į variantų turimus (pradinius) duomenis, tai lemia išsamų kriterijų ir duomenų analizavimą tarpusavyje, kita svari priežastis yra ta, jog rezultatai gali būti gaunami ir optimalūs sprendimai randami kuomet:

- Yra įvertintas teorinis kriterijų reikšmingumas;
- Yra įvertintas subjektyvus kriterijų reikšmingumas;
- Yra įvertintas kompleksinis kriterijų reikšmingumas;
- Yra įvertinti visi kriterijų reikšmingumai.

Artumo idealiam taškui (daugiakriterinio) metodo algoritmas kuomet yra įvertinami visi kriterijų reikšmingumai:

Schema Nr. 3 Artumo idealiam taškui TOPSIS metodo algoritmas



Pradžioje sudarome pradinę matricą P su fasado įrengimo variantai ir atitinkamų kriterijų reikšmėmis:

Lentelė Nr. 24 Pradinė variantų duomenų ir kriterijų matrica

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
A1	297	32,4	3,2	14	394	499	7	10	9	25
A2	289	28,2	3,1	14	227	372	8	7	8	40
A3	347	21,2	3,0	22	240	328	8	8	7	35
A4	189	14,1	3,7	21	31	480	7	7	7	30
A5	285	13,1	3,9	34	557	485	9	9	5	55
A6	194	16,7	3,5	16	284	272	8	8	7	35
Optimalumas	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX
Geriausia reikšmė	189	13,1	3,0	14	31,1	272	9	10	9	55
Teor. Reikšmingumas	0,044	0,145	0,011	0,135	0,458	0,060	0,010	0,021	0,037	0,079
Kompl. reikšmingumas	0,063	0,180	0,009	0,094	0,369	0,049	0,012	0,031	0,056	0,138

Pradinę matricą P normalizuojame į bedimensinių dydžių matricą \bar{P} :

Lentelė Nr. 25 Normalizuota variantų duomenų ir kriterijų matrica

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
A1	0,485	0,597	0,383	0,277	0,486	0,491	0,363	0,496	0,505	0,270
A2	0,452	0,520	0,372	0,271	0,281	0,365	0,415	0,347	0,449	0,431
A3	0,459	0,390	0,361	0,420	0,296	0,323	0,415	0,397	0,393	0,377
A4	0,276	0,260	0,443	0,398	0,038	0,472	0,363	0,347	0,393	0,323
A5	0,399	0,242	0,464	0,652	0,688	0,476	0,467	0,446	0,281	0,593
A6	0,338	0,309	0,416	0,301	0,350	0,267	0,415	0,397	0,393	0,377

Ši matrica normalizuojama taikant vektorių normalizavimo metodą. Visi matricos elementai skaičiuojami pagal šia formulę:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{q_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (44)$$

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

Kadangi žinome kriterijų reikšmingumo vektorius, t.y. jau turime apskaičiuotus teorinį, subjektyvų ir kompleksinį kriterijų reikšmingumą, apskaičiuojame svertinę normalizuotą matricą \bar{P}^* pagal:

$$\bar{P}^* = [\bar{P}] \cdot [\bar{q}_j]; \quad (j = \overline{1, n}) \quad (45)$$

\bar{q}_j – teorinis, subjektyvus ar kompleksinis kriterijų reikšmingumo vektorius.

Lentelė Nr. 26 Svertinė normalizuota variantų duomenų ir kriterijų matrica

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
A1	0,031	0,107	0,003	0,026	0,180	0,024	0,004	0,015	0,028	0,037
A2	0,028	0,093	0,003	0,025	0,104	0,018	0,005	0,011	0,025	0,060
A3	0,029	0,070	0,003	0,039	0,109	0,016	0,005	0,012	0,022	0,052
A4	0,017	0,047	0,004	0,037	0,014	0,023	0,004	0,011	0,022	0,045
A5	0,025	0,043	0,004	0,061	0,254	0,023	0,006	0,014	0,016	0,082
A6	0,021	0,055	0,004	0,028	0,129	0,013	0,005	0,012	0,022	0,052

Skaičiavimams naudojame kompleksinį kriterijų reikšmingumą. Toliau nustatome idealų teigiamą (geriausią galima kriterijų reikšmių kombinaciją) ir idealų neigiamą (blogiausią galima kriterijų reikšmių kombinaciją).

Lentelė Nr. 27 Svertinės normalizuotos variantų duomenų ir kriterijų matricos geriausi ir blogiausi kriterijai

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Optimalumas	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MAX
a ⁺	0,017	0,043	0,003	0,025	0,014	0,013	0,006	0,015	0,028	0,082
a ⁻	0,031	0,107	0,004	0,061	0,254	0,024	0,004	0,011	0,016	0,037

Apskaičiuojame skirtumus tarp realių a_i ir idealaus a^+ pagal formulę:

$$L_i^+ = \sum_{j=1}^n |f_{ij} - f_{ij}^+| \quad (46)$$

Čia: f – normalizuota reikšmė arba normalizuota svertinė reikšmė, priklausomai ar yra vertinami teoriniai, subjektyvūs ar kompleksiniai reikšmingumai.

Lygiai taip pat randame skirtumus tarp realaus a_i ir idealaus a^- :

$$L_i^- = \sum_{j=1}^n |f_{ij} - f_{ij}^-| \quad (47)$$

L_i⁺		L_i⁻	
L ₁ ⁺	0,300	L ₁ ⁻	0,127
L ₂ ⁺	0,186	L ₂ ⁻	0,241
L ₃ ⁺	0,190	L ₃ ⁻	0,238
L ₄ ⁺	0,075	L ₄ ⁻	0,352
L ₅ ⁺	0,308	L ₅ ⁻	0,119
L ₆ ⁺	0,174	L ₆ ⁻	0,253

Naudingumo laipsniams N_i gauti turime pradžioje sužinoti kaip kiekvieno varianto ir kriterijų kombinacijos yra artimos idealiam variantui. Tam skaičiuojame kriterijų $K_{bit,i}$ kuris parodo variantų atstumą iki idealaus varianto. Kriterijus gaunamas:

$$K_{bit,i} = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-} \quad (48)$$

K_{bit}	
K_{bit1}	0,298
K_{bit2}	0,565
K_{bit3}	0,556
K_{bit4}	0,824
K_{bit5}	0,279
K_{bit6}	0,593

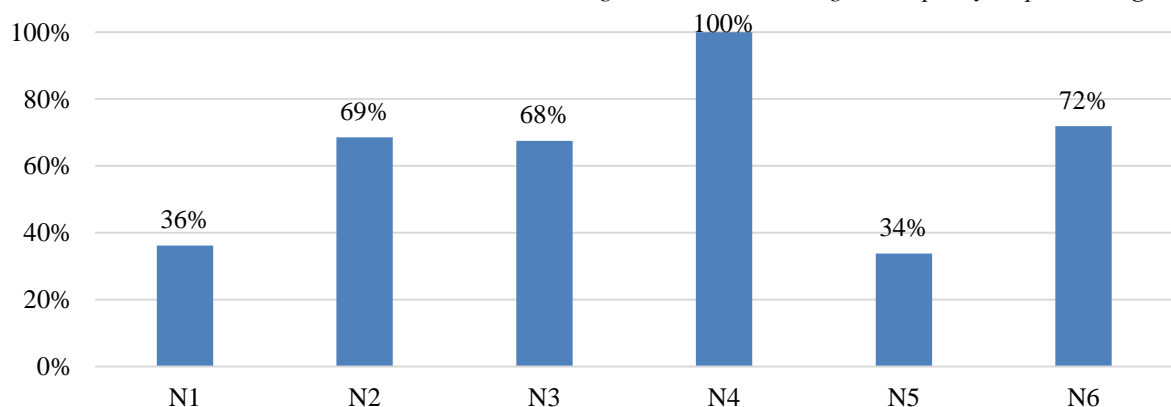
Kaip matome $K_{bit,i}$ reikšmė kinta nuo 0 iki 1, tai reiškia jog idealaus teigiamo varianto reikšmė siekia 1, o idealaus neigiamo varianto – 0. Tęsiant algoritmo žingsnius, paskutinis etapas prieš sužinant optimalų variantą yra apskaičiuoti naudingumo laipsnį N_i .

Lyginamų fasado įrengimo variantų naudingumo laipsnis N_i apskaičiuojamas:

$$N_i = \frac{K_{bit,i}}{K_{bit,max}} \cdot 100\% \quad (49)$$

N_i	
N₁	0,362
N₂	0,686
N₃	0,675
N₄	1,000
N₅	0,338
N₆	0,719

Diagrama Nr. 10 Naudingumo laipsnių stulpelinė diagrama



Variantų naudingumo laipsnių optimalumo eilė, pagal TOPSIS metodą, kuomet yra naudojamas kompleksinis reikšmingumas:

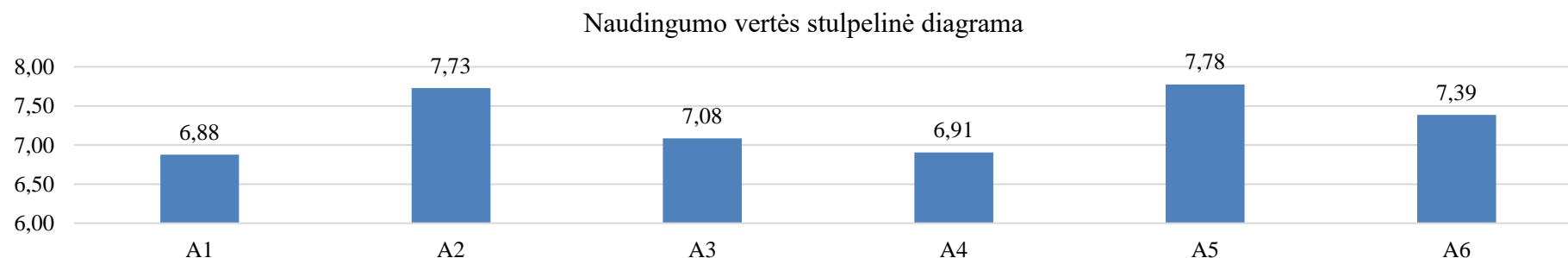
$$A_4 > A_6 > A_2 > A_3 > A_1 > A_5$$

Naudingumo vertės – SAW metodas. Naudingumo vertės metodu, dar žinomu kaip SAW (angl. Simple Additive Weighting), kiekvienas vertinimo kriterijus ir atitinkama jo reikšmė skirtinguose variantuose yra perskaičiuojama naujai formuojamoje alternatyvų vertinimo skalėje [0;10]. Naujai gautos variantų kriterijų naudingumo vertės perskaičiuojamos atsižvelgiant į subjektyvų pagal ekspertų nuomonę gautų kriterijų reikšmingumo vertes. [23]

Lentelė Nr. 28 Naudingumo vertės metodo lentelė

	Optimalumas	Subjektyvus reikšmingumas	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	MIN	0,105	297	289	347	189	285	194	5	7	6	10	8	9	0,5	0,7	0,6	1,1	0,8	0,9
K2	MIN	0,112	32	28	21	14	13	17	5	6	7	9	10	8	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	0,9
K3	MIN	0,070	3	3	3	4	4	4	8	9	10	6	5	7	0,6	0,6	0,7	0,4	0,4	0,5
K4	MIN	0,051	14	14	22	21	34	16	9	10	6	7	5	8	0,5	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4
K5	MIN	0,068	394	227	240	31	557	284	6	9	8	10	5	7	0,4	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5
K6	MIN	0,053	499	372	328	480	485	272	5	8	9	7	6	10	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,5
K7	MAX	0,092	7	8	8	7	9	8	5	7	7	5	10	7	0,5	0,6	0,6	0,5	0,9	0,6
K8	MAX	0,135	10	7	8	7	9	8	10	5	7	5	9	7	1,3	0,7	0,9	0,7	1,2	0,9
K9	MAX	0,144	9	8	7	7	5	7	10	9	6	6	5	6	1,4	1,3	0,9	0,9	0,7	0,9
K10	MAX	0,169	25	40	35	30	55	35	5	9	7	6	10	7	0,8	1,5	1,2	1,0	1,7	1,2
															6,88	7,73	7,08	6,91	7,78	7,39

Diagrama Nr. 11 Naudingumo vertės stulpelinė diagrama



Variantų naudingumo laipsnių optimalumo eilė, pagal SAW metodą, kuomet yra naudojamas subjektyvus reikšmingumas:

$$A_5 > A_2 > A_6 > A_3 > A_4 > A_1$$

Ekspertų apklausos rezultatų analizė. Tiriamojo darbo ekspertų apklausos metu buvo klausiama ir prašoma įvertinti bei nuspręsti kuris iš dviejų lyginamų kriterijų yra svaresnis kito kriterijaus atžvilgiu, arba jam lygus. Vertinimo skalė apklausoje buvo pasirinkta [0;1;2].

Atliekant apklausą laikytasi nuostatos, jog ekspertai gali būti ir yra laikomi asmenys, kurie statybos veikla užsiiminėja ne mažiau negu dvejus metus, o užsakovais/statytojais – asmenys su ne mažiau negu dvejais projektais, kurie buvo užsakomi jų noru ir/ar reikmėms.

Apklausoje taip pat buvo klausiama apie eksperto darbų pobūdį statybos srityje ir eksperto amžius. Šie papildomai apklausos klausimai (apie darbų pobūdį ir amžių) suteikia galimybę atkreipti dėmesį į kaip keičiasi nuomonės apie lyginamus kriterijus, priklausomai nuo ekspertų patirties.

Išskyrėme tris statybos srities darbų pobūdžius, kurie apibūdina eksperto veiklą statybos srityje ir jo įgytą patirtį susijusią su statyba kaip veikla. Jos yra:

- Statybos darbai – statybos srities veikla susijusi su darbais, kurie vyksta statybos aikštėje;
- Projektų valdymas – veikla susijusi su statybos projektu vystymu bei jų valdymu;
- Projektavimas – statybos srities veikla susijusi su statybos projekto dalių įgyvendinimu;
- Užsakovai – nekilojamo turto ekspertai ar asmenys dirbantys nekilojamo turto veikloje;

Apklausoje rinkome informaciją apie apklausoje dalyvaujančių ekspertų amžių. Šiuo klausimu tikėjomės geriau susipažinti, kaip skiriasi mažiau patirties sukaupusių statybos srities darbuotojų nuomonių išsiskyrimą su jau galimai pakankamai patirties įgijusiais specialistais.

Amžiaus grupes skyrėme į:

- Ekspertus kurių amžius yra ne vyresni negu 32-eji metai;
- Ekspertų kuriems yra 33 ir daugiau metų.

Lentelėje pateikiami duomenys kaip kiekvienas apklausoje dalyvavęs ekspertas ar statytojas/užsakovas, tarpusavyje belygindamas visus dešimt kriterijų gavo šių kriterijų reikšmingumą. Spalvų skalė parodo tai: kuo kriterijaus reikšmingumas didesnis, tuo spalva tampa žalia, kuo mažesnis – raudona:

Kriterijus mažiau svarbus → Kriterijus labiau svarbus

0,00	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,12	0,13	0,14	0,20
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Šiuo principu pateikiame visus 40 apklaustųjų. Pagal rekomendacijas, visi kriterijai kurie yra mažesni už 0,05 gali būti neįtraukiami į tyrimo rezultatus, tačiau kaip matysime rezultatų lentelėje, kriterijaus reikšmingumas ganėtinai dažnai nesiekia 0,05 ir gali būti nenaudojamas. Rezultatų nekeičiame, kadangi kaip anksčiau nustatėme Kendalo konkordacijos koeficientas yra gautas $W = 0.62$, ir net nežymūs pokyčiai duomenyse gali iškreipti apklausoje gautus duomenis ir apklausos rezultatus padaryti negaliojančiais dėl per didelio nuomonių išsiskyrimo.

Lentelė Nr. 29 Ekspertų apklausos rezultatai

Sritis	Eil. Nr.	Amžius	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
U	Eksp. Nr. 1	40	0,18	0,06	0,11	0,01	0,04	0,09	0,12	0,14	0,11	0,13
S	Eksp. Nr. 2	37	0,02	0,10	0,07	0,09	0,09	0,10	0,12	0,12	0,16	0,13
S	Eksp. Nr. 3	33	0,02	0,09	0,03	0,11	0,08	0,08	0,14	0,13	0,14	0,17
V	Eksp. Nr. 4	32	0,11	0,14	0,04	0,02	0,06	0,10	0,13	0,11	0,12	0,16
U	Eksp. Nr. 5	38	0,12	0,11	0,10	0,02	0,07	0,07	0,12	0,11	0,13	0,14
P	Eksp. Nr. 6	27	0,18	0,11	0,08	0,12	0,04	0,06	0,12	0,08	0,09	0,12
U	Eksp. Nr. 7	39	0,18	0,09	0,06	0,02	0,09	0,06	0,09	0,16	0,12	0,14
V	Eksp. Nr. 8	33	0,14	0,09	0,02	0,04	0,14	0,07	0,08	0,10	0,17	0,14
P	Eksp. Nr. 9	27	0,06	0,09	0,09	0,07	0,07	0,06	0,07	0,14	0,17	0,20
P	Eksp. Nr. 10	24	0,15	0,14	0,11	0,01	0,09	0,07	0,09	0,09	0,12	0,13
U	Eksp. Nr. 11	45	0,17	0,10	0,06	0,01	0,04	0,04	0,14	0,18	0,09	0,17
P	Eksp. Nr. 12	24	0,20	0,13	0,06	0,07	0,07	0,07	0,11	0,06	0,12	0,12
P	Eksp. Nr. 13	23	0,16	0,13	0,09	0,08	0,01	0,04	0,06	0,11	0,16	0,17
S	Eksp. Nr. 14	24	0,08	0,10	0,08	0,06	0,10	0,02	0,13	0,16	0,12	0,16
U	Eksp. Nr. 15	39	0,16	0,12	0,10	0,02	0,04	0,04	0,14	0,10	0,13	0,13
V	Eksp. Nr. 16	32	0,09	0,11	0,02	0,04	0,07	0,11	0,02	0,16	0,18	0,20
U	Eksp. Nr. 17	33	0,18	0,03	0,08	0,03	0,07	0,08	0,12	0,16	0,12	0,13
V	Eksp. Nr. 18	38	0,13	0,09	0,01	0,06	0,09	0,11	0,12	0,16	0,16	0,08
S	Eksp. Nr. 19	28	0,01	0,12	0,06	0,09	0,08	0,11	0,12	0,09	0,13	0,19
U	Eksp. Nr. 20	45	0,13	0,11	0,09	0,02	0,07	0,07	0,10	0,13	0,11	0,17
V	Eksp. Nr. 21	24	0,12	0,10	0,03	0,03	0,14	0,07	0,01	0,12	0,18	0,19
U	Eksp. Nr. 22	41	0,17	0,10	0,03	0,03	0,04	0,08	0,12	0,14	0,12	0,16
S	Eksp. Nr. 23	33	0,09	0,11	0,07	0,03	0,09	0,02	0,12	0,18	0,11	0,18
V	Eksp. Nr. 24	26	0,13	0,16	0,07	0,05	0,08	0,05	0,08	0,08	0,12	0,18
V	Eksp. Nr. 25	30	0,14	0,08	0,07	0,07	0,11	0,08	0,10	0,11	0,09	0,16
S	Eksp. Nr. 26	58	0,04	0,09	0,02	0,09	0,06	0,06	0,17	0,17	0,16	0,16
P	Eksp. Nr. 27	29	0,19	0,10	0,16	0,08	0,04	0,04	0,08	0,11	0,09	0,11
S	Eksp. Nr. 28	28	0,07	0,13	0,04	0,09	0,03	0,10	0,14	0,08	0,14	0,17
U	Eksp. Nr. 29	55	0,20	0,04	0,06	0,04	0,07	0,07	0,13	0,13	0,12	0,13
P	Eksp. Nr. 30	28	0,16	0,13	0,09	0,09	0,07	0,09	0,04	0,09	0,11	0,13
P	Eksp. Nr. 31	30	0,17	0,14	0,12	0,08	0,01	0,08	0,07	0,10	0,09	0,14
S	Eksp. Nr. 32	41	0,04	0,08	0,04	0,12	0,07	0,10	0,11	0,13	0,13	0,17
P	Eksp. Nr. 33	25	0,13	0,13	0,13	0,12	0,03	0,03	0,09	0,12	0,10	0,10
V	Eksp. Nr. 34	33	0,11	0,16	0,16	0,02	0,02	0,04	0,07	0,08	0,19	0,16
V	Eksp. Nr. 35	35	0,09	0,10	0,04	0,09	0,10	0,09	0,11	0,13	0,12	0,12
P	Eksp. Nr. 36	24	0,13	0,09	0,06	0,04	0,01	0,03	0,14	0,18	0,12	0,19
S	Eksp. Nr. 37	24	0,10	0,06	0,06	0,08	0,10	0,06	0,16	0,17	0,11	0,12
V	Eksp. Nr. 38	42	0,11	0,18	0,06	0,06	0,11	0,06	0,04	0,12	0,16	0,11
U	Eksp. Nr. 39	50	0,19	0,09	0,06	0,04	0,07	0,07	0,12	0,13	0,09	0,14
S	Eksp. Nr. 40	26	0,02	0,09	0,04	0,11	0,10	0,13	0,11	0,14	0,09	0,16

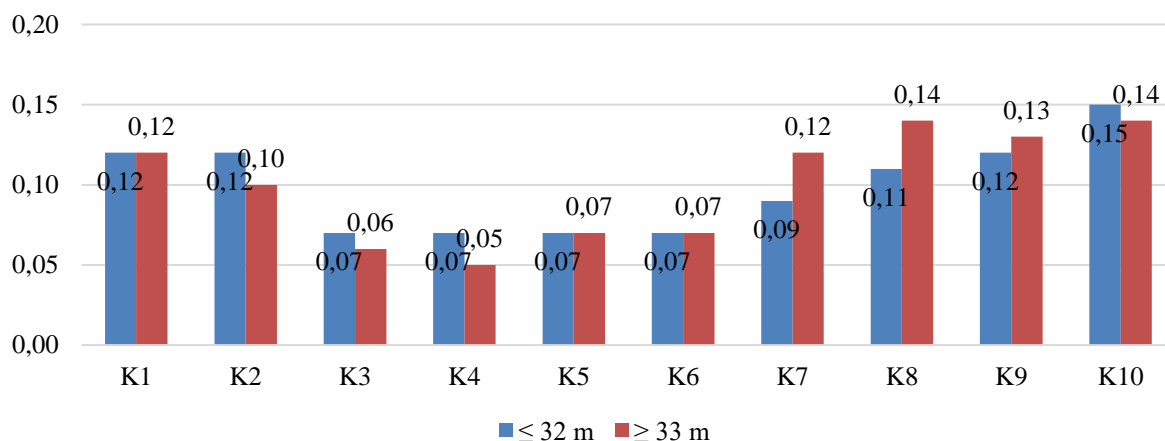
Apklaustųjų amžiaus vidurkis – 33,6 metai. Norėdami gauti kuo tikslesnius rezultatus, apklausoje dalyvavusieji yra išskiriami į dvi amžiaus grupes, po lygiai. Grupės gauname – ne vyresnius negu 32 metai (20 apklaustųjų); 33 ir vyresni (20 apklaustųjų). (Priedas Nr. 4)

Pasinaudojus papildomu apklausos klausimu kuriuo buvo klausama ekspertų amžiaus, rezultatai išsiskyrė taip:

Lentelė Nr. 30 Ekspertų nuomonių išsiskyrimas priklausomai nuo amžiaus grupės

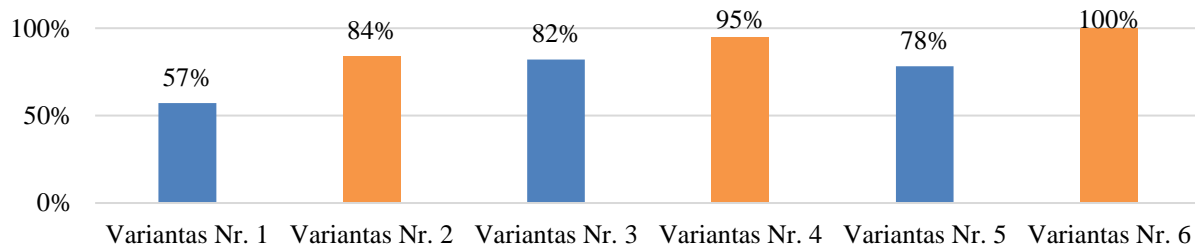
Amžiaus grupė	Kiekis (vnt.)	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
≤ 32 m	20	0,12	0,12	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09	0,11	0,12	0,15
≥ 33 m	20	0,12	0,10	0,06	0,05	0,07	0,07	0,12	0,14	0,13	0,14

Diagrama Nr. 12 Ekspertų amžiaus grupių nuomonių išsiskyrimas



Jeigu gautais kriterijų reikšmingumais nustatinėtume optimalaus fasado įrengimo variantą naudojantis artumo idealiam taškui – TOPSIS metodu, optimalaus fasado įrengimo varianto eiliškumą gautume:

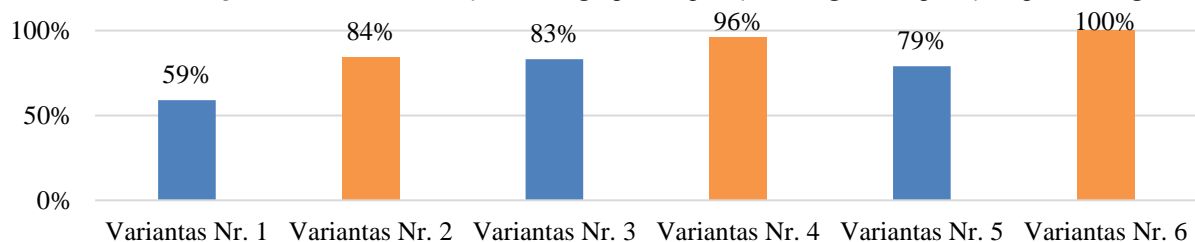
Diagrama Nr. 13 ≤ 32 metų amžiaus grupės ekspertų naudingumo laipsnių stulpelinė diagrama



Gauname šią variantų naudingumo laipsnių optimalumo eilę:

$$A_6 > A_4 > A_2 > A_3 > A_5 > A_1$$

Diagrama Nr. 14 ≥ 33 metų amžiaus grupės ekspertų naudingumo laipsnių stulpelinė diagrama



Variantų naudingumo laipsnių optimalumo eilė gaunama:

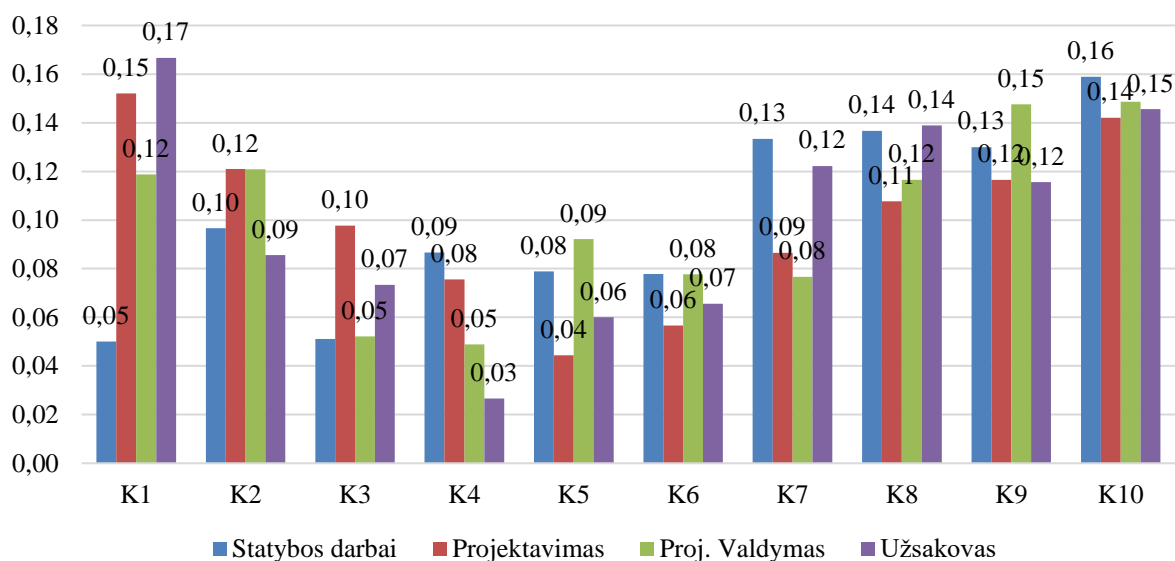
$$A_6 > A_4 > A_2 > A_3 > A_5 > A_1$$

Pasinaudojus papildomu apklausos klausimu kuriuo buvo klausama ekspertų darbo pobūdį statybos srityje ir išskiriant apklaustuosius į ketvirtąją grupę – statytojus/užsakovus. Stengtasi apklausti kuo tolygesnį atskirų sričių specialistus. Gauti duomenys susisteminti ir surašyti į papildomą lentelę, kurioje rezultatai išsiskyrė taip:

Lentelė Nr. 31 Ekspertų nuomonių išsiskyrimas priklausomai nuo darbų pobūdžio statybos srityje

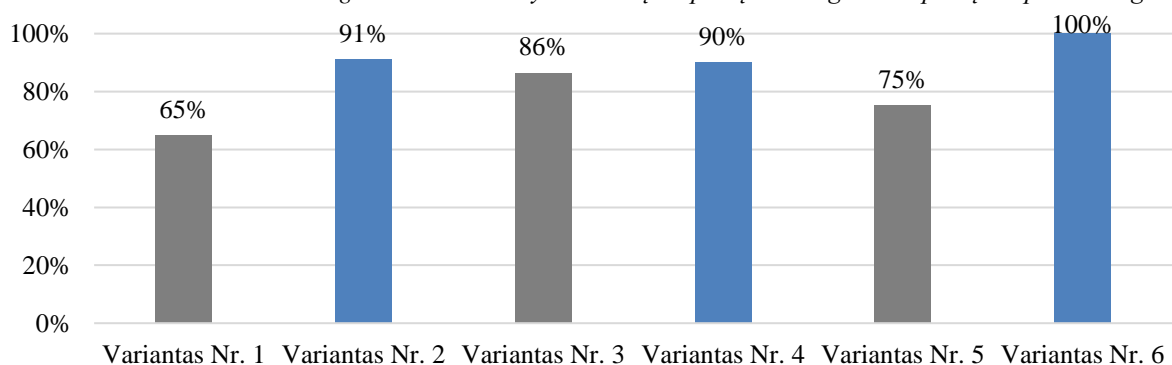
Statybos veiklos sritis	Kiekis (vnt.)	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Statybos darbai	10	0,05	0,10	0,05	0,09	0,08	0,08	0,13	0,14	0,13	0,16
Projektavimas	10	0,15	0,12	0,10	0,08	0,04	0,06	0,09	0,11	0,12	0,14
Projektų Valdymas	10	0,12	0,12	0,05	0,05	0,09	0,08	0,08	0,12	0,15	0,15
Užsakovas	10	0,17	0,09	0,07	0,03	0,06	0,07	0,12	0,14	0,12	0,15

Diagrama Nr. 15 Ekspertų nuomonių išsiskyrimo stulpelinė diagrama



Tuo pačiu principu kaip ir vertinant kriterijų reikšmingumą su skirtingomis amžiaus grupėmis, taip pat pasinaudojus turima informacija ir naudojantis artumo idealiam taškui – TOPSIS metodu, optimalaus fasado įrengimo varianto eiliškumą, pagal visas keturias išskirtąsias grupes, optimalius fasado variantus gauname:

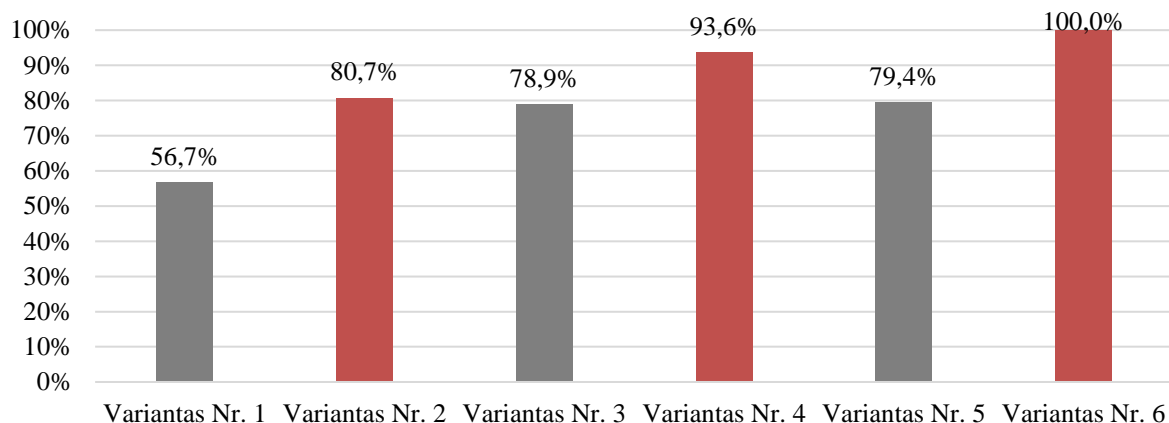
Diagrama Nr. 16 Statybos darbų ekspertų naudingumo laipsnių stulpelinė diagrama



Variantų naudingumo laipsnių optimalumo eilė, pagal statybos srities ekspertus:

$$A_6 > A_2 > A_4 > A_3 > A_5 > A_1$$

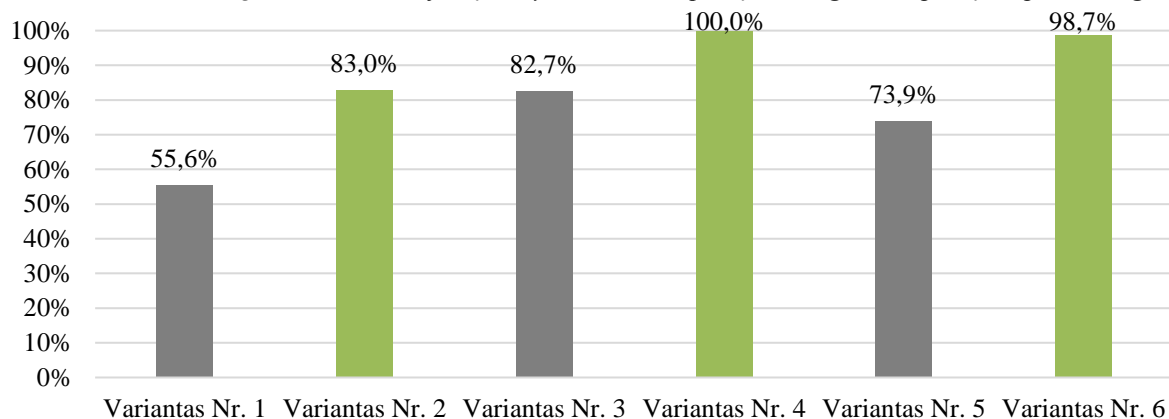
Diagrama Nr. 17 Projektavimo srities ekspertų naudingumo laipsnių stulpelinė diagrama



Variantų naudingumo laipsnių optimalumo eilė, pagal projektavimo srities ekspertus:

$$A_6 > A_4 > A_2 > A_5 > A_3 > A_1$$

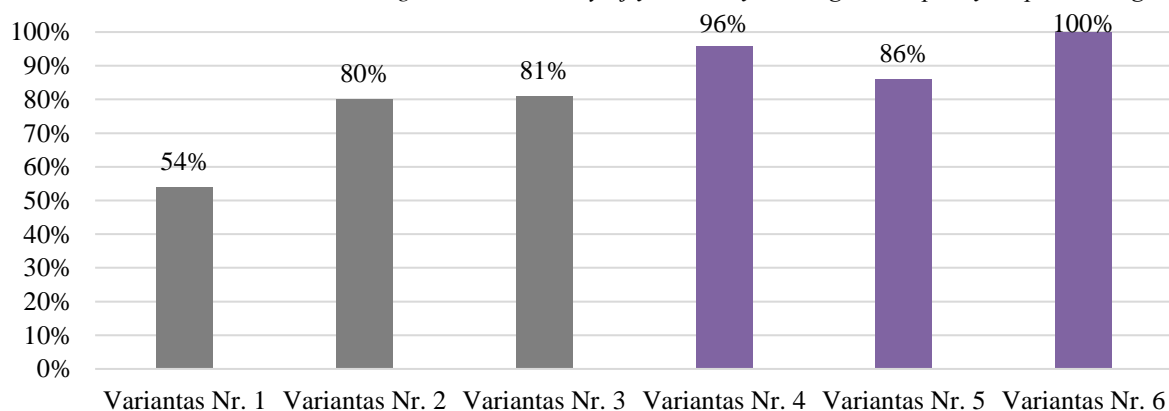
Diagrama Nr. 18 Projektų valdymo srities ekspertų naudingumo laipsnių stulpelinė diagrama



Variantų naudingumo laipsnių optimalumo eilė, pagal projektų valdymo ekspertus:

$$A_4 > A_6 > A_2 > A_3 > A_5 > A_1$$

Diagrama Nr. 19 Statytojų/užsakovų naudingumo laipsnių stulpelinė diagrama



Variantų naudingumo laipsnių optimalumo eilė, pagal statytojus/užsakovus:

$$A_6 > A_4 > A_5 > A_3 > A_2 > A_1$$

Tiriamojų rezultatų komentarai ir išvados. Baigiamojo darbo tiriamojų darbo dalyje buvo išrinktos šešios, savo šiluminėmis savybėmis (apie $U = 0.2 \frac{W}{m^2 \cdot K}$) viena kitai lygiavertės ir projektavimo darbuose teigiamus (statytojų vertinamos kaip kokybiškos ir ekonominiu požiūriu priimtinos) rezultatus parodžiusios, fasadų konstrukcijos.

Iš parinktų dešimties svarbiausių, optimaliai universalios sporto salės fasado įrengimo technologijai rasti techninių-ekonominių ir kokybinių charakteristikos rodiklių kriterijų, ekspertų pagalba buvo nustatyti svarbiausieji iš jų.

Taikant Entropijos metodą buvo gauti teoriniai ir kompleksiniai kriterijų reikšmingumas, o porinio palyginimo metodu (kur Kendalo konkordacijos koeficientas – $W = 0.62$) gautas *subjektyvus ekspertų ir statytojų/užsakovų* – porinio palyginimo. Kriterijų reikšmingumo reikšmes gavome:

- K₁, Medžiagų kainos (€/m²) kriterijaus reikšmė – 0,044; 0,1219; 0,063;
- K₂, Darbų trukmės (mėn.) kriterijaus reikšmė – 0,145; 0,1061; 0,180;
- K₃, Montavimo sudėtingumo kriterijaus reikšmė – 0,011; 0,0686; 0,009;
- K₄, Mechanizacijos lygio (%) kriterijaus reikšmė – 0,135; 0,0594; 0,094;
- K₅, Konstrukcijos masės (kg/m²) kriterijaus reikšmė – 0,458; 0,0689; 0,369;
- K₆, Sandėliavimo plotų (m²) kriterijaus reikšmė – 0,060; 0,0694; 0,049;
- K₇, Ekologiškumo (balai) kriterijaus reikšmė – 0,010; 0,1047; 0,012;
- K₈, Estetikos (balai) kriterijaus reikšmė – 0,021; 0,1249; 0,031;
- K₉, Defektų pašalinimo galimybių (balai) kriterijaus reikšmė – 0,037; 0,1274; 0,056;
- K₁₀, Eksploatacinis patikimumo (metai) kriterijaus reikšmė – 0,079; 0,1488; 0,138.

Apibendrinant išplėstinių apklausos klausimų, kurių dėka gavome daug išsamios ir įdomios informacijos apie skirtingų ekspertų grupių nuomonių išsiskyrimą, kai yra vertinami universalios sporto salės fasado įrengimo kriterijai.

Išskyrus rezultatus priklausomai nuo ekspertų amžiaus pamatėme, jog grupių nuomonės labiausiai išsiskyrė lyginant K₁ (Medžiagų kainos (€/m²)) kriterijų. Vyresniajai amžiaus grupei priklausantys ekspertai kainos (€/m²) nepervertino ir lyginant su kita amžiaus grupe nurodė jog ji nėra tokia svarbi ir reikalinga galutinio rezultato kokybei pasiekti. Šiokie tokie nuomonių skirtumai pasireiškė analizuojant K₂ (Darbų trukmės (mėn.)), K₅ (Konstrukcijos masės (kg/m²)) ir K₆ (Sandėliavimo plotų (m²)) kriterijus. Kiti šeši kriterijai, priklausomai nuo amžiaus grupių, pernelyg neišsiskyrė.

Skirstant apklausos rezultatus į ekspertų veiklos sritis pasirodė kur kas kontrastiškesni rezultatai. Nuomonių išsiskyrimo grafike matome, jog nuomonės kone visuomet nesutikdavo

tarp projektų valdymo srities ir statybos darbų srities ekspertų. Kalbant apie projektuotojus, jų nuomonė visuomet tapdavo tarpine tarp statybos darbu ir projektų valdymo ekspertų.

Pastarieji rezultatai ganėtinai dėsningai atitinka ir bendroje statybos srities erdvėje susidariusius stereotipus. Nors ir keletą kriterijų dėl jų nereikšmingumo (mažiau už 5%) buvo galima eliminuoti, tačiau bendrame apklausos kontekste jie tiko ir pernelyg nepaveikė galutinių apklausos rezultatų.

Naudojant apklausoje gautus kriterijų reikšmingumo rezultatus, juos skirstant į įvairias grupes ir naudojant artumo idealiam taškui metodą, optimalaus fasado įrengimo variantų reikšmingumas pasiskirsto taip:

$$A_6 > A_4 > A_2 > A_3 > A_5 > A_1$$

Optimalus variantas pagal apklausoje dalyvavusių ekspertų nuomones yra šeštoji alternatyva (A_6) – Fasado konstrukcija su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu.

Optimaliam fasado įrengimo technologiniam sprendimui gauti taikėme artumo idealiam taškui (TOPSIS) ir naudingumo vertės (SAW) metodą. Optimalūs fasado įrengimo variantai pagal skirtingus optimizavimo metodus:

Artumo idealiam taškui metodu – A_4 , Daugiasluoksnės poliizocianurano plokštės fasadas;

Naudingumo vertės metodu – A_5 , Trisluoksnės gelžbetonio sienos fasadas;

Pasinaudojant gautais kriterijų svarumo rezultatais ir eliminavus teorinį ir kompleksinį kriterijų reikšmingumą, naudojantis artumo idealiam taškui metodą su skirtingų amžiaus ar statybos srities grupių kriterijų reikšmėmis, optimalius fasado įrengimo variantus gauname, pagal:

≤ 32 m. grupės ekspertus – A_6 , Fasado konstr. su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu;

≥ 33 m. grupės ekspertus – A_6 , Fasado konstr. su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu;

Statybos darbų ekspertus – A_6 , Fasado konstr. su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu;

Projektavimo ekspertus – A_6 , Fasado konstr. su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu;

Proj. Valdymo ekspertus – A_4 , Daugiasluoksnės poliizocianurano plokštės fasadas;

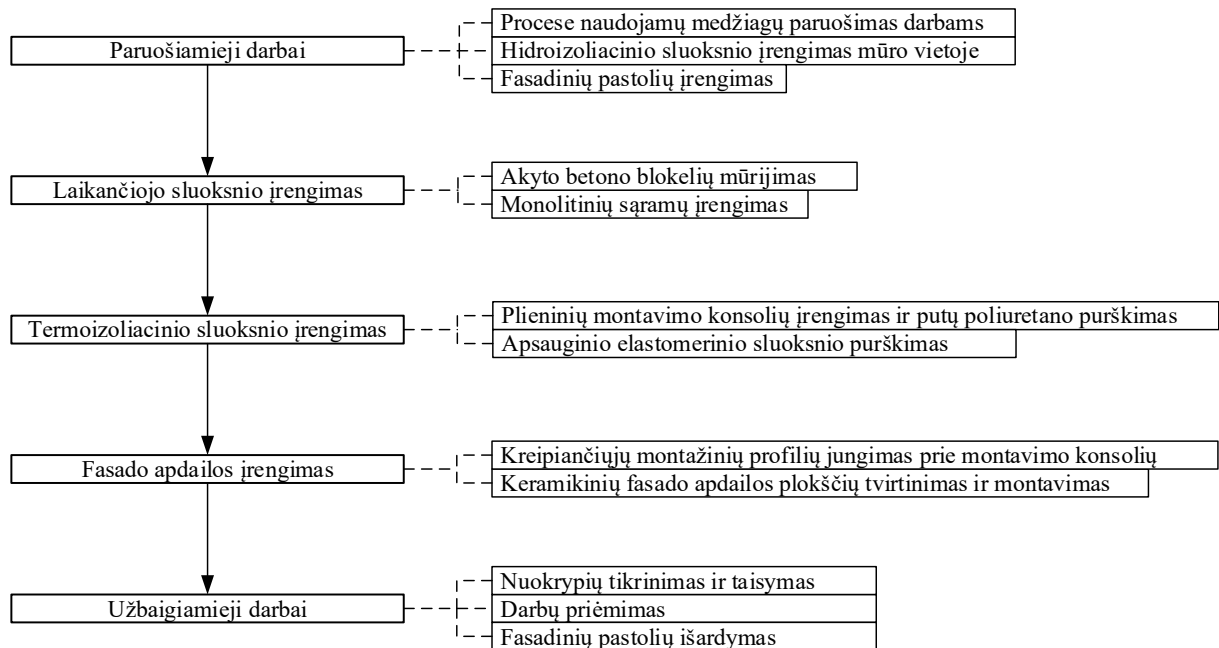
Statytojus/užsakovus – A_6 , Fasado konstr. su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu.

Baigiamajame darbe išsamiau analizuosime geriausius tris universalios sporto salės fasado variantus. Išanalizavus gautus tiriamojo darbo rezultatus buvo priimta, jog trys geriausi fasado technologiniai variantai yra šie:

- A_6 , Fasado konstrukcija su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu;
- A_4 , Daugiasluoksnės poliizocianurano plokštės fasadas;
- A_2 , Keraminių blokų siena su vėdinamu oro tarpu.

6. FASADŲ ĮRENGIMO TECHNOLOGIJOS

6.1. Fasado konstrukcija su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu įrengimo technologija



Schema Nr. 4 Fasado konstrukcijos su putu poliuretano izoliacija technologinė įrengimo schema

Paruošiamieji darbai. Pirmojo iš trijų optimaliausių fasado įrengimo variantų pagrindinės statybinė medžiaga: akyto betono blokeliai ROCLITE (300x250x600 mm) [34] ir mūrijimui skirtas blokelių klijavimo skiedinys, montavimo konsolės ir kreipiantieji montažiniai T-formos profiliai apdailos tvirtinimui, purškama putų poliuretano termoizoliacija ir apsauginė purškiamas elastomeras, keraminės fasado apdailos plytelės.

Paruošiamieji darbai pirmiausia prasideda medžiagų atgabenimu į statybietę. Išskirtinių sąlygų šio technologinio varianto medžiagoms nėra. Svarbiausia apsaugoti metalines ar plienines detales (konsolės ir kreipiančiuosius profilius) nuo nuolatinio būvimo atvirame ore. Prieš pradėdant vykdyti mūrijimo darbus, kai paruošiamasis darbas turi būti padarytas mūro vietos pabetonavimas. Tai atliekama visose vietose, kuriose numatomas silikatinių blokų mūrijimas. Pabetonavimo galima neatlikti tik tuomet, kada pamatas yra idealiai lygus ir esantys nelygumai neturės įtakos mūro kokybei.

Fasado įrengimui naudojami pastoliai yra rengiami išorėje ir jeigu yra reikmė darbams rengti iš vidaus, ir statinio viduje. Technika, kuri bus naudojama šiame technologiniame variante yra 2-3 žirkliniai keltuvai „GENIE GS-2646“ [35] ir dvi mobiliosios poliuretano putų ir elastomero dangos purškimo stotelės [33] su purškimo įranga – „Polymac-PMC Classic“ PH/PHX-40. [36]

Laikančiojo sluoksnio įrengimas. Fasado laikantysis sluoksnis – akyto betono blokeliai ROCLITE (laikomoji galia – 4 MPa). Blokelių matmenys yra 300x250x600 mm. Pagrindo paviršiai lygūs, o šoniniai paviršius su iškyšomis/įlaidomis. Tai „S“ tipo akyto betono blokeliai, kurių montavimas yra šiek tiek patogesnis ir mėgstamas darbuotojų, kadangi naudojant šiuos blokelių dirbti yra šiek tiek patogiau.



Pav. Nr. 22 Blokelių ROCLITE „S“ [34]

ROCLITE blokelių mūrijami naudojant specialius blokeliams skirtus klijus arba smulkiagrūdį skiedinį, kurio veikimo principas yra ganėtinai panašus į klijų medžiagos. Visos horizontalios briaunos turi būti užpildomos skiediniu arba klijais. Kokybiškas blokelių mūrijimas bus atliekamas tuomet, kada skiedinys ar klijai yra išspaudžiami pro tarpus, kurie susidaro tarp mūrijamų blokelių, juos dedant vieną ant kito. Skiedinio pertekliaus išspaudimas nėra laikomas montavimo broku, atvirkščiai, tai yra laikoma kokybišku ir mūro tvirtumą



Pav. Nr. 23 Būtiniausi darbo įrankiai: kair. rankinis pjūklas blokeliams, klijų indas/šukos, trintuvės blokeliams užtikrinančiu rodikliu. Išspaus tas skiedinio perteklius, po kurio laiko turi būti nubraukiamas mūrininko mente ar peiliu. Jeigu mūrijimo darbai yra atliekami žiemą (arba kuomet lauko temperatūra yra žemesnė negu 5°C), skiedinys turi turėti greitesnes kietėjimo savybes. Mūryti sienų nerekomenduojama kada darbo aplinko temperatūra yra žemesnė ar lygi -10°C. Sniegas ir vanduo yra pagrindiniai dalykai nuo kurių turi būti saugojami mūrijami blokeliai, peršalimas ir sudrėkimas šiuos blokelių gali sugadinti negrįžtamai arba nebe su gamyklinėmis blokelių savybėmis.

Blokeliai gali būti apdirbami – pjaunami su rankiniu ar elektriniu pjūklų. Jeigu fasado konstrukcijoje yra naudojamos sąramos ar U-tipo ROCLITE akyto betono blokeliai, toks apdirbimas pjaunant yra draudžiamas.

Pirmoji eilė turi būti mūrijama itin kruopščiai ir atsargiai. Prieš mūrijant turi būti paruoštas mūrijimo pagrindas – ant pamato ar pamatinės sijos įrengiamas hidroizoliacijos sluoksnis, virš jo išlyginamasis cementinio skiedinio sluoksnis lygiam pagrindui ir galutinei mūro kokybei užtikrinti. Pirmosios eilės įrengimo metu svarbu naudoti 2 metrų ilgio gulsčiuką, kaproninę virvutę, blokelių korekcijai - guminių plaktuką. Pirmajai eilei sutvirtėjus mūro darbai

gali būti tęsiami tik tuomet, kada paviršius yra paruošiamas naujai mūro eilei – nuvalomos dulkės ir nereikalingas skiedinio perteklius.

Rekomenduojamas mūrijimo metodas – blokeliai turi būti klijuojami ant suformuoto klijų ar skiedinio pagrindo. Klijus reikia paskleisti naudojant specialias šukas klijams. Šukos turi būti tokio pločio, kad darant klijų pagrindą nereikėtų tą pačią vietą braukti kelis kartus. Šiuo atveju geriausia naudoti 300 mm pločio šukas. Vertikalūs tarpai tarp blokelių taip pat turi būti užpildomi skiediniu ir lengvai patrankomi guminiu plaktuku, kad šiek skiedinio perteklius išsispautų ir būtų pašalinamas darbo įrankiais. Vertikalių tarpų pozicija neturi sutapti su žemesnėje eilėje esančia kita vertikalia siūle. Siūlės visuomet turi prasikeisti ir būti aukštesnės ar žemesnės eilės bloko viduryje. Mūrijant blokus tokiu principu konstrukcija tampa stabilesnė ir stipresnė.

Virš pirmosios akyto betono blokelių eilės turi būti įrengiamas armatūros tinklelis. Tinklelyje naudojamos armatūros diametras – Ø8 mm. Armatūros įspraudimui į blokelių rekomenduojama naudoti elektrines gręžimo stakles, kurių pagalba sudaromi grioveliai armatūros įdėjimui. Griovelių gylis nenormuojamas, geriausia toks, kad naudojama armatūra visu plokščiū įsileistų į blokelių ir naudojant standartinį klijų kiekį armatūros tinklas pasislėptų skiedinyje. Armatūra visuomet turi persidengti viena su kita ne mažiau negu 300 mm ilgiu, o vietose kuriose numatoma anga – 900 mm.

Skylių gręžimas blokeliuose, inžinerinių sistemų pravedimui, nėra draudžiamas. Rekomenduojama nedaryti skylių briaunose ir vietose, kuriose yra paklotas armatūros tinklas. Reikia stengtis skylės daryti blokelių viduryje, kadangi artėjant prie blokelių briaunos susidaro didesnės apkrovos ir dėl to blokelis gali skilti. Taip pat jeigu numatomas didesnis negu 500 mm diametro skylių gręžimas, turi būti numatyta papildoma apsauga skylės stiprumui užtikrinti. Visi reikalingi skaičiavimai turi būti paremti standartais ir statybos techniniais reglamentais (EN 1996-1-1: Eurocode 6: Design of masonry Structures) [37]. Gręžimui gali būti naudojamas sausasis būdas, naudojant deimantinius grąžtus.

Dėl blokelių diametrų keitimo kuriuos sukelia įvairūs jų gręžimai, taip pat nuo temperatūros svyravimų, yra rekomenduojama sienos konstrukcijoje įrengti deformacines siūles sudarytas iš mineralinės vatos ar tamprios sieninės tarpinės, kurios ilgis 10-15 mm. Jeigu šis sprendimas nėra priimtinas, galima naudoti tankiau išdėstomus armatūros tinklus.

Termoizoliacinio sluoksnio įrengimas. Įrengus išorinę laikančią universalios sporto salės sieną, kitas darbų etapas yra sumontuoti plienines montavimo konsolas ant kurių bus kabinamas montažinis profilis ir keramikinės fasado apdailos plytelės. Termoizoliacinis

sluoksnis – putų poliuretanas ir apsauginis elastomero sluoksnis bus pradėti purkšti po montavimo konsolių tvirtinimo darbų užbaigimo.

Nerūdijančio plieno montavimo konsolės yra tvirtinamos įvertinus vėjo apkrovas ir atsižvelgiant į montuojamos apdailos – keraminių apdailos plytelių plotį. Plytelių plotis siekia 445 mm, todėl konsolių vertikalios eilės yra montuojamos 450 mm atstumu viena nuo kitos. Kadangi ant konsolių bus montuojamas montažinis T-formos profilis, kurio plotis 60 mm, bus gaunamas 5 mm tarpas tarp keraminių plytelių. [38]



Pav. Nr. 24 Montažinio profilio tvirtinimo elementai: kair. Vienguba – paslankaus tipo montavimo konsolė, vid. dviguba montavimo konsolė, kair. termoizoliacinė tarpinė

Šiam fasado įrengimo variantui yra naudojamos dviejų tipų montavimo konsolės. Dviguba konsolė (KF120) yra 120 mm ilgio ir 140 mm pločio nešančioji fiksuoto jungimo konsolė. Konsolės storis parenkamas 2 mm. Dvigubos konsolės paskirtis yra perimti didelę dalį nuo montažinio profilio ateinančių apkrovų. Apkrovos gaunamos nuo pačio montažinio T-formos profilio ir ant jo kabinamų fasadinių keraminių plytelių svorio. Antroji naudojama montavimo konsolė – viengubo paslankaus tipo (KF120). Konsolė yra 120 mm ilgio, 70 mm pločio ir 2 mm storio. Ji naudojama kaip pagalbinis (atraminis) elementas, kurio paskirtis yra neleisti montažiniam profiliui, nuo jį veikiančių apkrovų, sukelti fasado pagrindo link. [33]

Tvirtinimo pagrindas – akyto betono mūras. Tarp konsolių ir tvirtinimo pagrindo naudojama guminė tarpinė, kuri padeda sumažinti šiluminius tiltelius gaunamus per metalinio karkaso sistemą. Tvirtinimui naudojamos mūrvinės kurių diametras Ø10 mm, ilgis – 60 mm.



Pav. Nr. 25 Putų poliuretano purškimo įranga: kair. mobili putų purškimo stotelė, deš. Putų purškimo stotelės vaizdas iš vidaus

Dvigubai montavimo konsolėi naudojami du mūrviniai, viengubam – vienas. Gręžiant skylės mūrvinėms, rekomenduojama jų diametrą daryti 1 mm didesnę t.y. 11 mm pločio.

Apšiltinimo darbai prasideda purškiamo sluoksnio nuvalymu. Tai turi įtakos putų poliuretano termoizoliacinio sluoksnio kokybei, dėl to atidžiai nuvalomos dulksės nuo akyto betono mūro sienos. Stengiamasi pagrindą nusausti – leisti apdžiūti jeigu per pastarąsias 48 val. buvo iškritę kritulių. Darbo aplinkos temperatūra turi būti 5-45°C. Nerekomenduojama purkšti putų poliuretano jeigu mūro paviršiaus temperatūra nesiekia 10°C. [33]

Taip pat dėl galimos rasos atsiradimo konstrukcijos paviršiuje, turi būti atkreipiamas dėmesys į santykinę oro drėgnį kuris negali būti aukštesnis negu 85%. Putų ir hidrofobinės membranos (elastomero) purškimo darbai negali būti atliekami kuomet vėjo greitis patalpoje ar aplinkoje viršija 8 m/s. Stiprus vėjas gali sudaryti aplinkybes blogai sudaryti termoizoliacinį sluoksnį. Tai yra dėl to, kad putų korekcija negalima – medžiagos reaguoja akimirksniu ir korekcijos nėra įmanomos.

Putų poliuretano termoizoliacijos sluoksnio aplikacijai reikalingos medžiagos ir įranga yra atgabenama su mobiliomis purškimo stotelėmis. Stotelės yra automobilinės priekabos tipo arba stacionarios, t.y. specialūs automobiliai. Purškimas atliekamas naudojant didelio galingumo purškimo mašinomis/aparatais – „Polymac-PMC Classic“ PH/PHX-40 [36]. Izoliacijos purškimo etapui naudojamos dvi pašildomos žarnos. Aparato galingumas gali siekti 21 kW medžiagų pašildymo ir puškimo metu.



Pav. Nr. 26 Putų purškimo paruošimo aparatas „Polymac-PMC Classic“ [36]

Uždarų porų putų poliuretanas purškiamas dvejomis komandomis/barais. Barai pasiskirsto taip, jog nesimaišytų vienas kitam ir būtų pakankamas žarnos ilgis. Žarna tvirtinama per skridinį, kuris pakabinamas patogioje pastolių vietoje. Taip judant pastato perimetru užpurškama termoizoliacinė medžiaga. Stengiamasi kuo labiau apsaugoti sumontuotas montavimo konsoles, kadangi uždarų porų putų poliuretanas yra labai tanki medžiaga ir konsolių tvirtinimo elementai gali tapti nebepanaudojami.

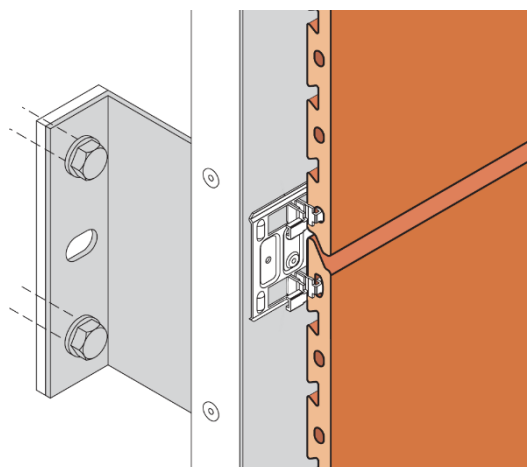
Purškimas atliekamas naudojant aplikatorių. Atstumas nuo jo iki purškiamo pagrindo negali būti artimesnis negu metras. Nesilaikant šios taisyklės putos, judėdamos dideliu greičiu, gali pernelyg stipriai susitankinti ir plėstis mažiau negu jos gema natūraliomis sąlygomis. Aplikatorius valdomas rankomis, jį judinant pasikartojančiais švytuoklės judesiais. Vienu judesio pasikartojimu padengiamas 1-1.5 metrų pločio ir 50-80 cm pločio ruožas.

Sluoksnio storis pradžioje yra kelių milimetrų storio. Putoms pučiantis yra pasiekiamas projektinis 2-4 cm storis per pirmąsias 10 sekundžių, o po 10 sekundžių galimas pakartotinis šių putų purškimas. Tai daroma jeigu yra reikalingas storesnis poliuretano sluoksnis. Šio varianto termoizoliacinis sluoksnis yra 80 mm storio, todėl numatomi 2 arba 3 pakartotini purškimai. [33]

Kadangi konstrukcijoje nebus naudojamas difuzinis garų ar apsauginis vėjo barjeras, turi būti naudojamas apsauginis elastomero sluoksnis. Dėl neigiamo ultravioletinių spindulių poveikio ir bendrų hidroizoliacinių savybių pagerinimo, termoizoliacinis putų poliuretano sluoksnis apdengiamas purškiamą elastomero danga. Drėgmė ir ultravioletiniai saulės spinduliai turi itin didelę neigiamą įtaką termoizoliacijos savybėms.

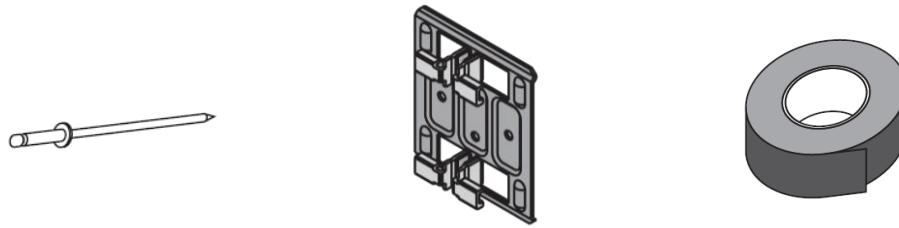
Be šios apsauginės dangos yra didelė tikimybė, jog putos gali pradėti trupėti jau po kelių metų arba permirkti nuo vandens garų per pirmuosius kelis eksploatacijos mėnesius. Polikarbamidinės dangos medžiagos ir montavimas yra panaši kaip ir termoizoliacijos sluoksnio, skiriasi tik procese naudojamų žarnų specifikacijos ir išpurškimo greičiai.

Fasado apdailos įrengimas. Fasado apdailos montavimas gali būti pradėtas 15-20 minučių po apsauginio elastomero užpurškimo ant putų poliuretano. Ilgesnė pertrauka tarp termoizoliacinio sluoksnio montavimo ir apdailos tvirtinimo gali padėti išvengti galimos montavimo kokybės pablogėjimo. Skiriantis putų poliuretano gamintojui gali skirtis ir laikas, kurio reikia naudojamoms medžiagoms galutinai sureaguoti ir pasiekti savo projektinį porėtumą. Rinkoje esančios medžiagos naudojamos apšiltinimui retai kada turi ilgesnį negu 30 minučių reagavimo periodą.



Pav. Nr. 27 Keraminių apdailos plytelių tvirtinimo sistemos vaizdas

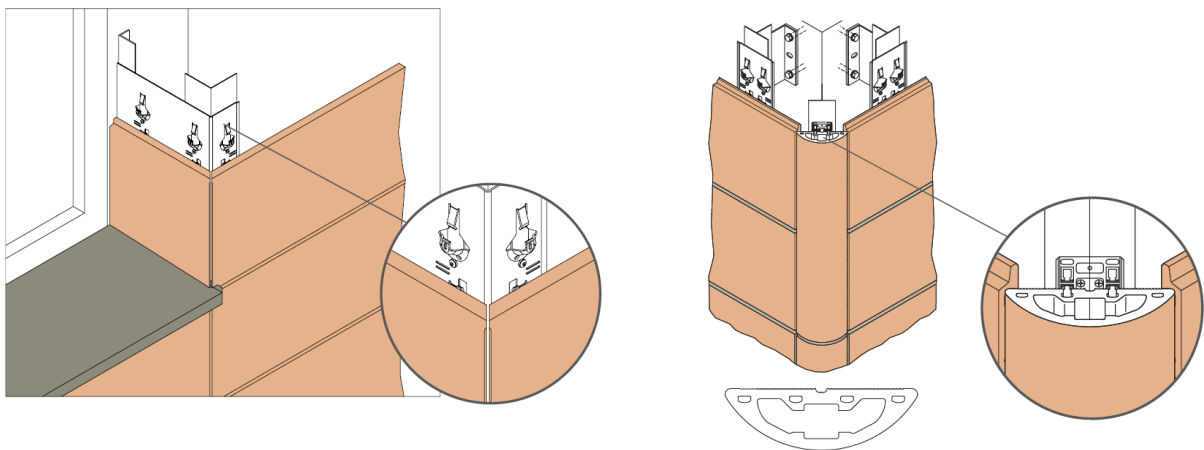
Fasado apdailos montavimo etapo darbai pradedami paruošiant montavimo konsoles. Tai padaroma jas kuo geriau nuvalant ir nušveičiant perteklinio putų poliuretano ar apsauginio elastomero kiekį. Tam galima naudoti minkštų šerių šepečius, o vietose kur priėjimas ir nuvalymas yra sunkiai pasiekiamas – vidutinio rūpumo švitrinį popierių.



Pav. Nr. 28 Papildomi metalinio tvirtinimo karkaso elementai: kair. kniedės montažiniam profiliui, vid. apdailos kabinimo apkaba, deš. termoizoliacinė juosta [38]

Šio varianto apdaila – keraminės apdailos plytelės kurios montuojamos naudojant metalinį pakabinamą karkasą. Pirmame fasado įrengimo etape buvo sumontuotos montavimo konsolės ant kurių yra tvirtinamas lipnia termoizoliacine juosta apsaugotas T-formos profilis. Montažinio profilio matmenys – 60x50x1.8 mm. Profilio ilgis gali būti kintamas kadangi montavimo konsolės, atsižvelgiant į mūro masės pokyčius, gali būti montuojamos patogiausiose ir racionaliausiose vietose. Profilio tvirtinimui prie konsolės, kartu su fiksuojamuoju jungimu, papildomai naudojami 4.8x16 mm savisriegiai metalui. Universalios sporto salės fasade dažniausiai bus naudojami 800 mm ilgio T-formos profiliai. Svarbu žinoti, kad kiekvienas T-formos montažinis profilis turi turėti dvigubą (nepaslankią) ir viengubą (paslankią) montavimo konsolę. Tokio tipo konsolių parinkimas buvo atliktas dėl to, kad tai garantuoja minimalių montažinių profilių ir apdailos plytelių poslinkius, kurie susidaro dėl temperatūrinių aplinkos svyravimų. Lygiai dėl tų pačių priežasčių turi būti formuojamas 5-8 mm pločio tarpas tarp tvirtinamų montažinių profilių.

Keraminės apdailos plytelės paprasčiausiai yra kabinamos ant sankabų, kurios tvirtinamos prie T-formos profilio papildomomis nerūdijančio plieno kniedėmis, naudojantis kniedžių replėmis. Sankabų vietos parenkamos pagal apdailos plytelių griovių, kurie bus kabinami ant šių sankabų, vietas. Sankabos išdėstomos taip, kad tarpas tarp keraminių plytelių būtų lygus 5 mm. [38]



Pav. Nr. 29 Apdailos montavimo prie sudėtingų vietų. kair. apdirbimas ties angomis, deš. apdaila statinio kampuose naudojant 3D kampus

Universalios sorto salės fasadas turi nemažai masės pokyčių – langų, durims ir vartų angoms. Nekokybiškas montavimas ar sprendimų nenumatymas gali turėti įtakos bendrai statinio fasado estetikos išvaizdai. Keraminių plytelių gamintojai dažnai pateikia rekomenduojamus apdailos tvirtinimo sprendimus problematiškose vietose, tačiau dažnai jie būna neracionalūs ir neefektyvūs. Šiame variante problematiškos langų vietos bus sprendžiamos naudojant specialias angų tvirtinimo sankabas ir papildomus keraminius 3D kampus, kurie bus naudojami statinio fasado kampams paslėpti.

Fasado apdailos apatinėje dalyje – cokolyje, ir viršutinėje dalyje ties bangos formos medine apdaila yra naudojamas perforuotas U-formos profilis laisvam oro patekimui ir pasišalinimui iš ventiliuojamo oro tarpo. Taip konvekcijos būdo veikiamas oras galės laisvai judėti konstrukcija ne tik pro keraminių apdailos plytelių plyšius, bet ir natūraliu oro judėjimo srautu. Šis oro srauto patekimo į fasadą sprendimas rekomenduojamas panaudoti ir ties angomis, konkrečiau – ties angų viršutine briauna.

Užbaigiamieji darbai. Baigus visus technologinius fasado su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu įrengimo ir montavimo etapus, turi būti patikrinama fasado įrengimo kokybė. Kokybė turi būti tikrinama pastoviai ir be pertraukos. Nuokrypiai, kurie gali būti nepastebėti po tam tikro įrengimo, dažnai būna nebeištaisomi arba nuokrypių sumažinimas tampa dideliais laiko ir pinigų ištekliais. Būtent dėl šios priežasties po kiekvieno technologinio etapo privalo būti tikrinami pagrindiniai montavimo nuokrypiai.

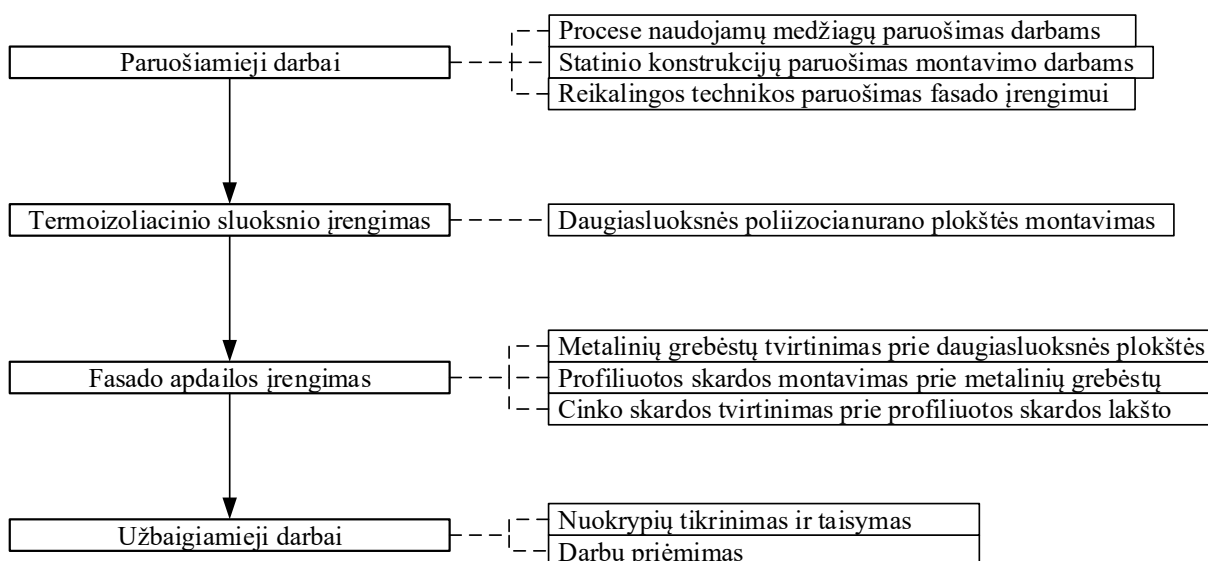
Mūro darbuose atkreipiamas dėmesys į leistinuosius nuokrypius nuo vertikalės: vieno aukšto mūrai – 10 mm, visam pastatui – ne daugiau negu 30 mm. Nuo horizontalės: 15 mm 10 metrų ilgio ruože. Angoms ir tarpangėms – 15 mm. Atraminių paviršių nuokrypiai – ne daugiau už 10 mm. Ašių leistinieji nuokrypiai – 10 mm. Mūro siūlėms nuo horizontalės: 3 mm, vertikalės: 5 mm. Mūro storis: ne daugiau kaip 15 mm į abi puses.

Montuojant konsoles turi būti išlaikytas konsolių vertikalumas ir lygiagretumas. Paklaidos čia itin mažos po 1 ar 0.5 mm nuo projektinių padėčių. Žinoma reikia pastebėti, kad konsolės ir montažiniai profiliai nuo temperatūros svyravimu gali minimaliai deformuotis, tačiau metalinio karkaso įrengimas turi būti itin preciziškas ir tikslus.

Kalbant apie fasadine apdailos plyteles, bendrieji fasado nuokrypiai nuo jų nepriklauso. Didžiausia įtaką daro metalinis karkasas, tačiau reikia pabrėžti, kad keraminės plytelės prieš jas pradedant montuoti turi būti patikrintos. Tikrinama ar nėra gamyklinio broko, ar plytelių kabinimo grioveliai nepažeisti, tinkama spalva.

Įsitikinus, jog darbai atlikti tinkamai ar jie tapo tinkami po papildomo tvarkymo, darbai priimami ir išardomi pastoliai, jeigu jų naudojimas nebenumatomas.

6.2. Daugiasluoksnės poliizocianurato plokštės fasado įrengimo technologija



Schema Nr. 5 Daugiasluoksnės poliizocianurato plokštės fasado technologinė įrengimo schema

Paruošiamieji darbai. Pagrindinės antrojo fasado įrengimo varianto medžiagos yra: daugiasluoksnė poliizocianurato putų plokštė „PolTherm TS PIR“ (2400x600x100 mm) ir jai reikalingi tvirtinimo elementai (savisriegiai) [30], metaliniai Ω -formos grebėstai profiliuotos skardos montavimui, profiliuota skarda „Ruukki T20-79-1100“ ir cinko skardos apdaila jungiama lygiu, horizontaliuoju falcu.

Prieš pradėdant vykdyti daugiasluoksnių plokščių montavimo darbus, visos konstrukcijos ant kurių numatomas šių plokščių tvirtinimas turi būti patikrintos individualiai. Visos numatytos įdėtinės detalės kolonose turi būti tokios, kokių reikalauja darbo projekto brėžiniai arba daugiasluoksnių plokščių gamintojas.

Pradiniame fasado įrengimo etape pastolių statymas nenumatomas, kadangi daugiasluoksnės plokštės bus montuojamos iš išorinės statinio pusės. Technika, kuri bus naudojama šiame technologiniame variante yra 2-3 žirkliniai keltuvai „GENIE GS-2632“ [39] ir teleskopiniu kėlėju „GENIE GTH-844“ [40]. Po pirmojo daugiasluoksnių plokščių montavimo proceso bus įrengiami arba perstatomi statybiniai pastoliai į statinio išorinę pusę.

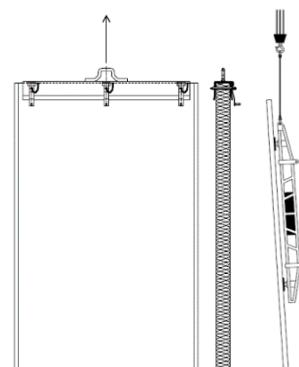
Termoizoliacinio sluoksnio įrengimas. Šio varianto apšiltinimo sluoksnis yra daugiasluoksnė plokštė, kurios šerdis sudaroma iš poliizocianurano putų (PIR). Tokio tipo plokštės pasižymi itin gera šilumine varža, dėl to konstrukcijai nereikia storo termoizoliacijos sluoksnio, ji tampa lengva ir lengvai montuojama.

Kadangi mūro kaip laikančiosios statinio konstrukcijos šiame variante nėra, daugiasluoksnė plokštė yra tvirtinama prie statinio išorinių kolonų. Prieš pradėdant montuoti plokštės pamatinės sijos turi būti paruoštos t.y. hidroizoliuojamos ir iš anksto apskardinamos cokoline skarda. Kėlimas vyksta pasinaudojus „GENIE GHT-844“

[40] teleskopinį keltuvą su specialiu vakuuminio ar perveriamu kobiniu ir montuojant vienu arba dviem žirkliniais keltuvais. Plokštėms esant nedidelių gabaritų, jas galima montuoti ir vienu žirkliniu keltuvu su dviem montuotojais ir pagalbinium. Tvirtinimo būdas parenkamas tiesioginis, t.y. „PolTherm TS PIR“ [30] plokštės yra pergręžiamos ir tvirtinamos prie kolonose sumontuotų įdėtinių detalių. Montavimo eiliškumas ir kryptis – į šoną ir į viršų. Montavimo kokybė gali priklausyti ir nuo oro sąlygų. Vėjas, krituliai ir rūkas dažnai trukdo šio etapo įvykdymui, todėl reikėtų atkreipti dėmesį, jog daugiasluoksnių plokščių nerekomenduojama montuoti kada vėjo greitis yra didesnis už 10 m/s. Šlapdriba, sniegas ir lietus gali apsunkinti sandarinimo darbus arba bloginti sandarinimo siūlių kokybę.

Visos daugiasluoksnės plokštės vietos, kurios remiasi į statinio kolonas ar kitus konstrukcinius elementus, turi būti užsandarinamos naudojant vandeniui atsparius sandariklius. Sandarikliai naudojami ir vietose, kuriose jungiamos daugiasluoksnės plokštės. Vidiniame plokštės ruože kuris dažniausiai yra orientuojamas apačioje turi būti naudojami sandarikliai. Jie turi užpildyti pusę ar tris ketvirtadalius jungiamojo vidinio ruožo. Žiemos sąlygomis, kuomet temperatūra yra žemiau 5°C, hermetikas turi būti naudojamas ir išoriniame plokštės griovyje/iškyloje.

Sudėjus ir pritvirtinus visas plokštės yra išpjaunamos reikalingos angos fasade arba jeigu projektavimo metu yra numatytos angų vietos, priklausomai nuo gamintojo jos jau gali būti suformuojamos montavimo metu. Angų vietos apskardinamos, pritvirtinamos ir hermetizuojamos. Angų pjovimas ar koregavimas galimas naudojant tik įrankiai, kurios panaudojus nebūtų pažeistas laminavimo sluoksnis. Sluoksnis dažniausiai būna pažeidžiamas naudojant įrankius, kurie generuoja auštą temperatūrą pjovimo metu. Smulkiai gabaritų korekcijai patartina naudoti kampinį šlifuoکلį su disku aliuminiui pjauti. Atlikus pjovimą būtina



Pav. Nr. 30 Plokštės kėlimo būdai: spec. kobiniu arba vakuumu

nuvalyti visus nešvarumus ir dulkes. Valymui geriausiai tinka neutralus (pH apie 7) ploviklis ir vanduo.

Pabaigus montuoti plokštės, nuo jų turi būti pašalinta (nulupama) apsauginė plėvelė. Patartina plėvelę pašalinti prieš pat montavimą. Jeigu numatomas sandėliavimas dėl kurio gali būti bloginamos „PolTherm TS PIR“ plokščių kokybė, apsauginė plėvelė turi būti paliekama.

Fasado apdailos įrengimas. Fasado apdaila – „NedZink“ cinko skarda jungiama „FlatLock“ [31] falcu. Skarda gali būti tvirtinama tiesiogiai prie daugiasluoksnės poliizocianurano plokštės, tačiau kokybiškumo, ilgaamžiškumo ir ventiliavimosi sumetimais parenkame technologija kuri nebus per daug žalinga plokštėms ir tuo pačiu bus sudaromas ventiliuojamas oro tarpas.

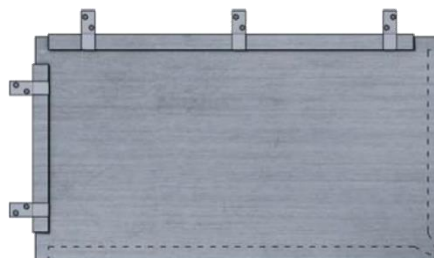
Pirmasis fasado apdailos įrengimo etapas – Ω -formos grebėstų tvirtinimas prie „PolTherm TS PIR“ plokštės. Grebėstai patenkami metaliniai CA1SS1 profiliai. Kadangi Ω -formos grebėstai montuojami horizontaliai, profiliai turi būti su papildomomis skylėmis kondensato išgaravimui. Tai apsaugo konstrukciją nuo kondensato pertekliaus ir jo žalingo poveikio tiek grebėstams ar profiliuotai skardai, tiek daugiasluoksnėms plokštėms.

Grebėstai montuojami 900 mm žingsniu. Toks žingsnis parenkamas dėl nedidelio konstrukcijos apdailos svorio (5-10 kg), lyginant su kituose variantuose naudojama apdaila. Grebėstai tvirtinami naudojant savigrežius metalui, kurių diametras $\varnothing 4.8$ mm, ilgis – priklauso nuo daugiasluoksnės plokštės metalinio-apsauginio skardos storio. „PolTherm TS PIR“ plokštėse naudojamas apsauginės skardos storis yra 1 mm, todėl pilnai pakankamas savigrežio ilgis – 10 mm. Savigrežiai naudojami kartu su jiems pritaikytomis tarpinėmis. Jos apsaugo kondensato patekimo į pragražtą skylę. Tarpai tarp savigrežių išlaikomi nuo 100 iki 300 mm. Tarpai daromi atsižvelgiant į konstrukcijos vietą. Grebėsto galuose tolimiausias atstumas nuo krašto iki savigrežio negali didesnis negu 100 mm.

Pagrindas ant kurio bus montuojama technologinio varianto apdaila yra žemo profilio profiliuota skarda „Ruukki T20-79-1100“ [41]. Šio konstrukcinio sluoksnio galėtų ir nebūti, tačiau jis montuojamas dėl kelių priežasčių: gaisrinės saugos reikalavimų, vėdinamo oro tarpo reikalavimų ir priešingu atveju sudėtingo skardos su „FlatLock“ [31] jungimo technologija montavimo. Lakštai tvirtinami naudojant savisriegius metaliniams grebėstams kurių diametras standartinis - $\varnothing 4.8$ mm, o ilgis 28 mm. Montavimo metu turi būti numatoma ar jungimas tarpusavyje yra reikalingas ar ne. Jeigu ne, tuomet viena lakšto banga perdengus kitą, jos yra tvirtinamos tais pačiais 28 mm ilgio savisriegiais. Kadangi metaliniai Ω -formos grebėstai yra tvirtinami kas 900 mm žingsniu, lakštų bangos tvirtinamos kiekvienoje grebėstų eilėje kas antra banga.

Užlaidos daromos ne trumpesnės negu 200 mm ir turi būti fiksuojamos ties kiekvienos bangos galais. Sukauptais duomenimis yra nustatyta, jog dažniausiai vieno kvadratinio metro savisriegių išėiga yra 5-6 vienetai. Venkite naudoti elektrinius pjovimo įrankius. Kaip ir montuojant stogą, šiame įrengimo etape geriausia naudoti skardininko žirkles ir elektrinį suktuką savisriegiams.

Apdaila – cinko skarda bus montuojama naudojant „FlatLock“ metodą. Metodo pavadinimas (liet. Plonasis sukabinimas) tiesiogiai nusako kokiū būdu bus jungiami cinko skardos lakštai. Falcai, kurie jungia skardas tarpusavyje, nėra falcuojami specialiomis replėmis. Jungimas vyksta naudojant jau paruoštus pusinius falcus ir skardos nugaroje esančiais



Pav. Nr. 31 Skardos apdaila su „FlatLock“ falcų kabinimo sistema [31]

specialiais tvirtinimo elementais kurie naudojami savigrežiams gręžti. Taip paslepiamas tikrasis tvirtinimo elementas, išorėje tampantis nematomu. Kombinuojant šią ir profiliuotą skardą kaip apdailos pagrindą, specialūs tvirtinimo elementai gali būti stumdomi pagal lakšto bangos matmenis.

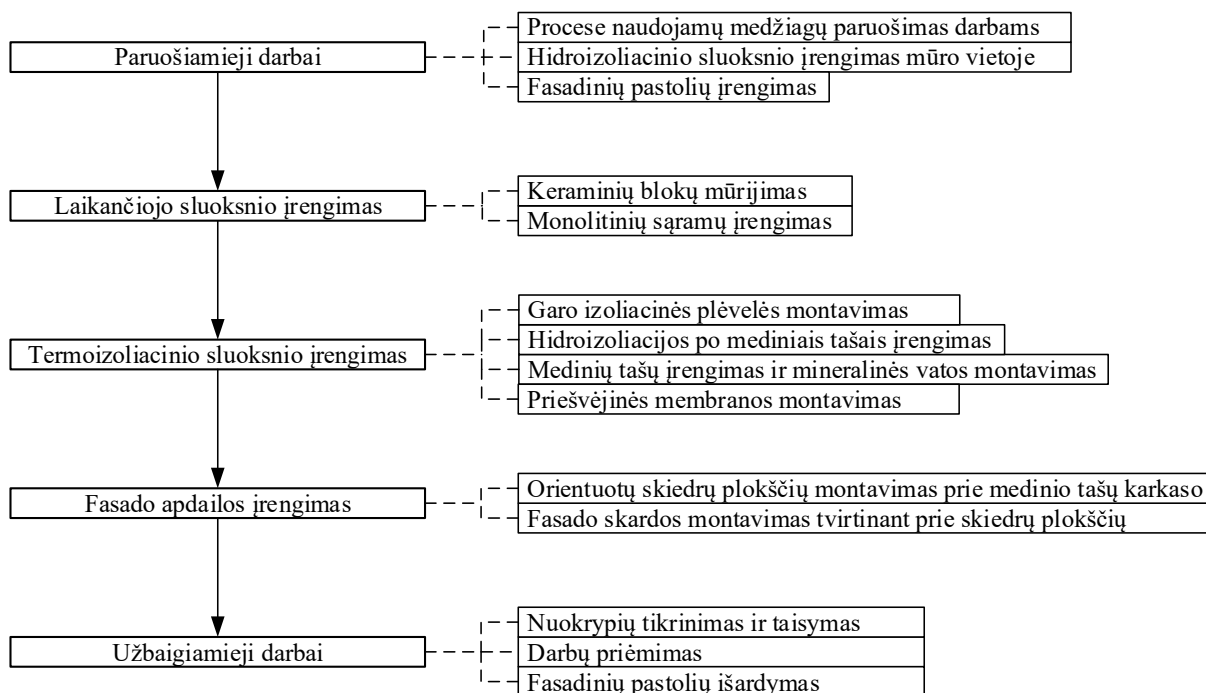
Šiuo principu skarda gali būti montuojama vertikaliai, horizontaliai ir skersai. Dirbant su šia technologija, galima pasiekti itin sudėtingas išdėstymo formas, juolab šių skardų matmenys yra įvairūs. Šiame variante parinkome skardas, kurių matmuo 3000x300 mm, storis – 1 mm. Tai storiausia galima skarda naudojant šį jungimo būdą. Dėl liaunų skardos metmenų, jų montavimui bus naudojami vakuuminiai griebtuvai kuriais du montuotojai gebės pakelti jos nesulankstant ar nepažeidžiant gamyklinių falcų.

Užbaigiamieji darbai. Antrasis fasado įrengimo variantas išsiskiria nedideliu skaičiumi montavimo stadijų. Dėl šios priežasties kokybės tikrinimas yra palyginti nesudėtingas. Didžioji dalis nuokrypių montuojant daugiasluoksnės plokštės atkeliauja nuo tvirtinimo pagrindo nelygumų (iki 5-10 mm) arba daugiasluoksnės plokštės gamyklinių nuokrypių (2-5 mm).

Metaliniai grebėstai, prie kurių bus tvirtinama apdaila, turi išlaikyti vertikalumą ir lygiagretumą (ne daugiau kaip 1 mm nuokrypis). Tvirtinimo kokybę lemia daugiasluoksnės plokštės ilgaamžiškumą ir savybių išlaikymą, todėl rekomenduojama vietas kurios buvo pažeidžiamos pergręžimu tikrinti pakartotinai.

Apdaila, prieš priimant darbus, turi būti tikrinama ar nėra pažeista, sulankstyta ar subraižyta. Galimas tikrinimas vizualiai ir dviejų metru gulsčiuuku. Kuomet visi darbai yra priimami kaip atlikti tinkamai, sutvarkoma darbo vieta. Jeigu nenumatomi kitų procesų darbai aukštyje, pastoliai gali būti išmontuoti.

6.3. Keraminių blokų siena su vėdinamu oro tarpu įrengimo technologija



Schema Nr. 6 Keraminių blokų sienos su vėdinamu oro tarpu technologinė įrengimo schema

Paruošiamieji darbai. Pagrindinės ir svarbiausios medžiagos, kurios turi būti statybvietyje visu trečiojo technologinio varianto įrengimo proceso metu yra: keraminiai blokai „Kerapor“ (387x250x238 mm) [27], garo izoliacinė plėvelė ir difuzinė membrana „Tyvek Soft“, mediniai tašai (175x50 ir 25x50 mm) ir jiems tvirtinti reikalingos priemonės, 15 mm storio orientuotų skiedrų (OSB) plokštės ir cinko skardos apdaila „RheinZink“ [28] su tvirtinimo priemonėmis.

Kaip ir pirmajame technologiniame fasado įrengimo variante paruošiamieji darbai prasideda betono pagrindo mūriui paruošimas. Prieš pradėdant formuoti mūro pagrindą turi būti hidroizoliuojama pabetonavimo vieta. Pabetonavimo storis turi būti ne mažesnis negu mūro siūlės plotis, t.y. 12 mm. Pakankamas tiek betono pagrindo, tiek hidroizoliavimo plotis – 50 mm platesnis negu būsimas mūro storis. Tai atliekama vietose kur bus mūrijami išorinių fasado sienų keraminiai blokai. Vėlgi, turi būti įvertinama pamato pagrindo kokybė ir lygumas, pabetonavimas nėra būtinas kuomet pamatas yra idealiai lygus ir nelygumai įtakos mūro įrengimo kokybei neturės.

Šio varianto medžiagų sandėliavimas yra labiausiai reiklus lyginant su pastaraisiais dviem technologiniais variantais. Mediniai tašai ir akmens vata privalo būti sandėliuojami uždaroje patalpoje/sandėlyje. Kitos procese naudojamos medžiagos nėra taip priklausomos nuo sandėliavimo sąlygų kaip pastarosios dvi. Orientuotų skiedrų plokštės ir plėvelės, membranas

rekomenduojama sandėliuoti ten, kur negalimas nuolatinis tiesioginis kontaktas su krituliais. Statybinė pastogė ar tentas yra optimalus sprendimas.

Fasado įrengimui naudojami pastoliai. Pastoliai statomi išorėje, esant reikalui ir statinio viduje. Technologiniame variante naudojami 2-3 žirkliniai keltuvai „GENIE GS-2646“ [35]. Didelė darbų dalis yra atliekama nenaudojant specialios technikos, tik darbui atlikti reikalingus įrankius.

Laikančiojo sluoksnio įrengimas. Trečiojo fasado technologinio varianto laikančiosios išorinės sienos mūrijamos iš keraminių „Kerapor“ blokų (387x250x238 mm). Keraminiai blokai, dėl mūrijimo patogumo, yra su specialiomis įlaidomis ir iškišomis.



*Pav. Nr. 32 „Kerapor“
keraminis blokas*

Mūro darbai pradedami tikrinant ar mūro vietoje yra pakankamai lygus pagrindas darbams pradėti. Bet koku atveju mūras turi būti pradėtas mūryti ant hidroizoliacinio sluoksnio, kuris turėtų būti apie 10 centimetrų platesnis už mūro storį, o jeigu pagrindas neatitinka reikiamo lygumo kriterijų ir ant papildomo cementinio pagrindo sluoksnio. Keraminiai blokai mūrijami naudojant cementinį skiedinį kurį dažniausiai rekomenduoja keraminių blokų gamintojas. Cementinio skiedinio sudėtis gali priklausyti ir nuo tuo metu esamų aplinkos sąlygų, todėl visuomet reikia įvertinti galimą papildomų priedų reikalingumą. Pagrindiniai keraminių blokų mūro įrengimo proceso įrankiai yra mentė skiediniui, guminis plaktukas tankinimui ir blokų koregavimui, matavimo ruletė, gulsčiukas ir blokų pjovimo įranga.

Pradedama mūryti nuo statinio kampų, eilėmis ir blokams persidengiant. Kas 0.5-0.7 m aukščio privalo būti tikrinamas mūro geometriniai duomenys ir jo vertikalumas. Tai gali būti atliekama nivelyru arba ne trumpesniu negu 2 metrų gulsčiuku. Darbų tikslumui didinti naudojamos kaproninės virvutės, kurios tvirtinamos prie prieš mūro darbus pastatytų mūro eilių žymeklių. Žymekliams gali būti naudojamos paprastos medinės vytelės ant kurių sužymimi numatomų mūro eilių aukščiais su įvertintais papildomais 10-12 mm skiedinio storiais.

Negali būti naudojamas per skystas skiedinys. Keraminiai blokai pasižymi korėta vidine struktūra, per didelis skiedinio slankumas gali užpildyti ir neigiamai paveikti tiek šilumines, tiek natūralias stiprumo savybes. Vertikalios mūro siūlės skiediniu neužpildomos dėl keraminių blokų savybių ir rekomendacijų. Tai daroma yra dėl to, kad blokų iškyšos sudaro mažesnius šiluminius tiltelius be skiedinio, negu jį naudojant.

Konstruciniai blokai mūrijami proporcingai juos perdengiant. Proporcingumas bus išlaikomas kada keraminiai blokai persidengs vertikaliomis siūlėmis 35-45% blokų ilgio, t.y.

šiuo variante optimalus persidengimas bus kuomet vertikali aukštesniosios mūro eilės siūlė bus nutolusi apie 15 cm nuo žemesniosios mūro eilės bloko krašto. Taip mūras jį veikiančias apkrovas stabilizuos geriausiai. Sąramos gali būti surenkamos gelžbetoninės, mūrijamos keraminių U-formos bloką ir gelžbetoninės monolitinės.

Keraminių bloką mūras turi būti armuojamas. Armavimui naudojama skersinė arba išilginė armatūra, priklausomai nuo mūro vietos. Įprasta armuoti kas tris keraminių bloką eilės, bet jeigu yra numatomi dažni masių pasikeitimai, ir dažniau. Naudojamos armatūros diametras – Ø3-8 mm. Armatūros persidengimas standartinis 200-300 mm. Svarbu numatyti galimą skiedinio storį su naudojama armatūra tarp bloką, jis neturėtų viršyti 12 mm.

Termoizoliacinio sluoksnio įrengimas. Prieš pradėdant tvirtinti medinius tašus prie keraminių bloką, siena apdengiama difuzine garų plėvele. Kadangi ji bus papildomai tvirtinama su pačiais medžių tašais, specialios tvirtinimui lipnios juostos pilnai užteks tvirtinimui prie mūro.

Mediniai tašai, kurių skerspjūvio matmuo 175x50 mm, vertikaliai tvirtinami prie keraminio bloką mūro. Naudojami dviejų tipų kampuočiai, vieni tvirtinami prie pamatinės sijos, kiti prie medinių tašų ir mūro. Žingsnis išlaikomas 600 mm nuo tašų briaunų arba 650 mm tarp jų geometrinio vidurio. Tašai tvirtinami paprastais 105x105x90x3 metaliniais kampuočiais tinkantiems tiek medžiui tiek mūru. Tašai tvirtinami iš abiejų pusių ir naudojant medsraigčius bei mūrinius tinkančius naudojamiems metaliniams kampuočiams. Kampuočių preliminarus žingsnis – 1 metras, skirtingose pusėse prasilenkiant. Kadangi tašų apačioje bus naudojamas perforuotas U-profilis orui cirkuliuoti, specialių kampuočių tašų tvirtinimui prie statinio pamatinės sijos nenaudojame.

Šio varianto termoizoliacinė medžiaga – akmens vatos plokštė „Paroc Ekstra“. Jos bendras storis 175 mm, kuomet naudojami du sluoksniai – 100 ir 75 mm. Ji dedama tarp medinio karkaso tašų, kur maksimalus vatos plotis yra 610 mm. Būtent toks tarpas ir yra daromas montuojant medinį karkasą. Pirmasis vatos sluoksnis (75 mm) yra naudojant smeiges. Vatos tvirtinimas smeigėmis pradėdama nuo apačios ir kylama į viršų, po truputį užpildant medinio karkaso tarpus.

Naudojamos 95 mm ilgio „EJOT H3“ smeigės skirtos vatos tvirtinimui prie mūro. Tvirtinimo vietos mūre pragrežiamos (Ø8 mm) statmenai, ne didesnio kaip 35 mm gylio. Būtent į šia vietą bus kalama smeigė su specialiu plastikiniu vinimi. Taip pritvirtinta smeigė ir jos lėkštinis diskas (Ø60 mm) turi priglusti prie vatos paviršiaus, neleisdamas jam judėti visomis kryptimis. Tvirtinimo vietos numatomos iš anksto, šachmatine schema, kurios smeigių išėiga 3-4 smeigės į kv. metrą.

Lygiai tokiu pačiu principu montuojamas antrasis akmens vatos sluoksnis, kurio storis 100 mm. Tvirtinimo metodika išlieka tokia pati, skiriasi tik naudojamų smeigių ilgis ir lėkštutės diametras (Ø140 mm). Smeigių išdėstymo schema taip pat šachmatinė, tik turi būti stengiamasi, kad smeigės prasilenktų. Prasilenkimas formuojamas kuomet dvi viršutinio sluoksnio smeigės tvirtinamos toje vietoje, kur apatiniame sluoksnyje numatyta viena smeigė. Prasilenkimas formuojamas ir su vata, t.y. vata dedama taip, kad briaunos nebūtų viename lygyje su apatinio vatos sluoksnio briaunomis. Išeiga taip pat 3-4 smeigės į kv. metrą.

Apšiltinimo įrengimo etapas baigiamas kabėmis tvirtinant difuzinę plėvelę sienoms „Tyvek Soft“ prie 175 mm storio medinių tašų. Kabės kalamos statybinių kabių segtuvu. Difuzinės membranos tvirtinimui naudojamos 10 mm pločio kabės, jas kalant kas 10-20 cm žingsniu.

Fasado apdailos įrengimas. Pirmoji fasado įrengimo stadija yra medinių 25 mm storio tašų tvirtinimas prie 175 mm storio tašų. Difuzinės plėvelės tvirtinimo metu turi būti nužymimos visos tašų vietos. Tai daroma dėl to, kad būtų greičiau ir efektyviau tvirtinti šiuos 25 mm storio tašelius. Tašelius galima tvirtinti naudojant įprastas vinis, kadangi jie dar bus tvirtinami medsraigčiais kuriais bus tvirtinama orientuotų skiedrų plokštė.



Pav. Nr. 34 Fasado konstrukcijos trimatis vaizdas

Orientuotų skiedrų plokštė, kurios storis 15 mm, yra tvirtinama ant 25 mm storio tašų. Sudaromas ventiliuojamas oro tarpas. Plokštės tvirtinamos medsraigčiais, kurių diametras ir ilgis – 4.2x75 mm. Tvirtinimo vietos numatomos plokštės kraštuose ir po 3-4 sriegius viename briaunos tiesiniame metre. Plokštės matmenys gali kisti dėl medinių tašų vietos statinio fasade. Montavimas pradedamas nuo žemiausios vietos statinyje, darbus tęsiant link medinės stogo formuojamos bangos kraigo.



Pav. Nr. 33 Fiksuotos jungtys: kair. paslankioji jungtis, deš. fiksuota jungtis

Fasado apdailai naudojama „RheinZink“ cinko skarda su vertikalaus užmaunamo falco sistema. Šiai sistemai būdingas užsifiksuojantis falcas. Falcų ruošiniai gali specialiai būti pritaikomi skirtiniems statiniams, tačiau šios universalios salės fasado montavimui bus naudojami standartiniai užsifiksuojantys gamykliniai „RheinZink“ falcai. Montuojamos skardos matmenys – 1500x300 mm. [28]

Kiekvienas skardos lakštas yra tvirtinamas prie orientuotų skiedrų plokščių naudojant specialias paslankias ir fiksuotas jungtis. Fiksuotos jungtys dedamos kiekvieno skardos lakšto galuose (2 vnt.), nedaugiau negu 100 mm nuo krašto ir per vidurį (3 vnt.), kas 150-200 mm. Fiksatoriai tvirtinami standartiniais savisriegiais medžiui. Diametras Ø2.5 mm, ilgis – 10 mm arba ne daugiau 30 mm, ilgesni medsraigčiai gali pažeisti difuzinę plėvelę.

Po kiekvieno falco sujungimo, naudojant standartines falcavimo reples jungtis reikia sustiprinti užspaudimu. Cinko skarda turi būti užleidžiama ne mažiau negu 60 mm, taip sustiprinamas sukibimas tarpusavyje su kitais skardos lakštais ir falcais. Tuo pačiu gali būti naudojamas sandariklis tose vietose, kuriose galimas vandens patekimas ar drėgmės kaupimasis.

Užbaigiamieji darbai. Pabaigus visus fasado įrengimo etapus, prieš išardant pastolius ir sutvarkant darbo vietą, turi būti patikrinama fasado apdailos kokybė. Kaip ir fasado įrengimo variante kuriame buvo naudotas putų poliuretano sluoksnis, taip iš šiame variante turi būti tikrinama visų paslėptų darbų kokybė dar montavimo stadijose. Didžiausias dėmesys turi būti sutelktas į mūro ir termoizoliacinio sluoksnio montavimo kokybę. Kadangi šis technologinis variantas pasižymi nestandartiniu termoizoliacinio sluoksnio montavimu, vatos įrengimas turi būti itin kontroliuojamas.

Mūro darbams taikomi standartinės mūro nuokrypių reikšmės: vieno aukšto mūriui – 10 mm, visam pastatui – ne daugiau negu 30 mm. Nuo horizontalės: 15 mm 10 metrų ilgio ruože. Angoms ir tarpangėms – 15 mm. Atraminių paviršių nuokrypiai – ne daugiau už 10 mm. Ašių leistinieji nuokrypiai – 10 mm. Mūro siūlėms nuo horizontalės: 3 mm, vertikalės: 5 mm. Mūro storis: ne daugiau kaip 15 mm į abi puses. Neturi būti viršytas ir siūlės storis mūre, kuris rekomenduojamas – 12 mm.

Šiame variante didelė dalis darbų įrengimo kokybės priklausys nuo darbus atliekančių darbininkų. Lyginant su praėjusiu variantu kuriame taip pat naudota mūrinė konstrukcija, technologinis fasado įrengimas reikalauja aukštesnės darbuotojų klasės. Tvirtinant tašus turi būti išlaikytas vertikalumas ir lygiagretumas. Paklaidos – 5 ar 10 mm nuo projektinių padėčių.

Prieš apdailos montavimą visi nuokrypiai gali būti tvarkomi kuomet įrengiamas orientuotų skiedrų plokščių sluoksnis. Fasadinės apdailos skarda neturi turėti jokio falcavimo broko, kadangi nuo apdailos įrengimo kokybės ir jos jungimo užbaigimo gali blogėti statinio estetika ir apdailos ilgaamžiškumas. Jeigu visų fasado įrengimo darbai yra priimami, išardomi pastoliai.

7. STATYBVIETĖS IR STATYBOS DARBŲ ORGANIZAVIMAS

7.1. Statybvietės plano planavimas ir efektyvaus darbų vykdymo sprendiniai

Statybvietės plano sudarymas. Prieš pradėdant sklypo paruošimą statybos darbams, būtina įsivertinti daugelį faktorių. Reikia atkreipti dėmesį, kad statybvietė negali sugadinti sklype esančio stadiono ar aplinkinių sklypų gerbūvio.

Sklypas dėkingas tuo, jog susisiekimas yra labai geras ir į sklypą galima patekti iš dviejų gatvių kurių plotis ir kiti parametrai puikiai tinka didelių gabaritų autotransportui. Daromi trys įvažiavimai į sklypą. Vienas S. Dariaus ir S. Girėno gatvės ir du iš Sporto g. Tai daroma dėl to, jog didelių gabaritų konstrukcijos galėtų būti pristatomos iš patogiausių gatvių, netrikdant kitų darbų statybvietėje.

Taipogi įrengiami laikini pravažiavimo keliai, sklype paklojami inžineriniai tinklai reikalingi darbams įvykdyti ar darbuotojams patogiai dirbti. Būtina atlikti įvairius paruošiamuosius darbus kaip: statybvietės laikinasis aptvėrimas, informacinio stendo su informacija apie statomą statinį pastatymas, pavojingų zonų nužymėjimas įvairiais įspėjamaisiais ženklais ar ribotuvais, statybinių laužo ir šiukšlių konteinerių pastatymas statybvietėje.

Mašinų ir mechanizmų išdėstymas statybvietėje. Organizaciniu požiūriu, didžiausi nesklaidumai organizuojant statybos darbams reikalingos technikos vietas gali iškilti antžeminės dalies įrengimo metu. Dėl šios priežasties kėlimo priemonės bus parenkamos atsižvelgiant į sudėtingiausios – klijuotos medienos denginio sijų montavimo reikalavimus.

Kaip ir minėjome, įvertinus visus galimus universalios sporto salės montavimo etapus, sudėtingiausia montavimo atžvilgiu konstrukcija yra medinės, ilgesnės negu 33 metrų, sijos. Jų montavimas sukels daugiausia problemų, todėl technikos išdėstymas statybvietės projektavimo metu bus priimamas pagal medinių sijų montavimą. Bus naudojami du mobilūs kranai, kurių charakteristiką nustatysime šiame skyriuje.

Kranai bus parenkami atsižvelgiant į medinės santvaros svorį bei atstumą nuo jų projektinės padėties kranų atžvilgiu. Medinės sijos patogiausiai keliamos bus iš sporto salės vidaus, dėl to laikinieji keliai numatomo ir statomo statinio viduje. Jie taip pat galės būti naudojami ir kitiems montavimo procesams ar jų palengvinimui.

Krano keliamosios galios nustatymas [42]:

$$Q_{reik} = Q_1 + Q_2 = 10.40 + 0.08 = 10.48 \text{ t} \quad (50)$$

Čia: Q_1 – montuojamo elemento (medinės sijos) masė, t; Q_2 – montavimo priemonės masė, t.

Šis skaičiavimas parodo kokių stropų ir kokios keliamosios galios mobiliųjų kranų reikės saugiam sijų montavimui. Šią specifikaciją atitinka sintetinio pluošto žiediniai stropai „PowerTex“-PR10 (tvirtinami kilpa) [43] ir „PowerTex“-PR5 (tvirtinami tiesiai) [43]. Stropai pagaminti iš sintetinių gijų pluošto su apsaugine rankove, kurių maksimalus darbinis ilgis 25 m. Kadangi bus keliami dviem kranais, vieno diržo keliamoji galia parenkama 10t.

Krano kablo pakėlimo aukščio nustatymas [42]:

$$H_{reik} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 10.70 + 1 + 1.9 + 5 = 18.6 \text{ m} \quad (51)$$

Čia: h_1 – aukštis nuo kranų stovėjimo plokštumos iki atramos, ant kurios remiasi montuojamas elementas, m; h_2 – laisvas tarpas virš atramos iki montuojamojo elemento (0.5-1.0 m); h_3 – montuojamo elemento aukštis, m; h_4 – kabinimo priemonės aukštis, m.

Krano strėlės siekio nustatymas [42]:

$$L_{reik} = \frac{(H_{reik} + h_5 - h) \cdot (b + a)}{h_2 + h_3 + h_4 + h_5} + c = \frac{(18.6 + 1 - 1.5) \cdot (5 + 1.5)}{1 + 1.9 + 5 + 1} + 3 = 16.22 \text{ m} \quad (52)$$

Čia: h_5 – sutrauktų kranų skryščių aukštis, ($h_5=1$ m); h – strėlės lanksto aukštis nuo kranų stovėjimo lygio, ($h=1.5$ m); a – mažiausias leidžiamas atstumas nuo kranų strėlės ašies iki sumontuotos konstrukcijos, ($a=1.5$ m); b – atstumas, m, nuo arčiausiai sumontuotos konstrukcijos artimiausio taško iki kranų kablo projekcijos į horizontaliąją plokštumą, matuojant labiausiai nuo kranų nutolusį elementą; c – atstumas, m, nuo kranų sukimosi ašies iki strėlės lanksto projekcijos.

Pagal gautus reikiamus parametrus Q_{reik} , H_{reik} , L_{reik} parenkamas montavimo procesui optimalus strėlinis mobilus savaeigis kranas LIEBHERR LTM1050-3.1 [44], kurio keliamoji galia 50 t, o maksimalus strėlės siekis 38 m. Kranų pavojingos zonos spindulį kuris yra lygus $R_{pav} = 32.5 \text{ m}$.

Laikinių ir privažiavimo kelių projektavimas. Visame sklype numatomi ne mažesni negu 6 dvipusiai laikinieji keliai. Kelių posūkiai, pagal statybvietės įrengimo taisyklės kuomet kelias yra 6 ar 6.5 m pločio, parenkami 12 m spindulio. Keblumų transportuojant didelio gabarito konstrukcijas nenusimato, kadangi statybvietėje nestinga atviro ploto.

Mūsų atveju, statybvietė turi tris įvažiavimus – išvažiavimus, todėl speciali apsisukimo aikštelė nėra formuojama, kadangi sklypo ploto yra pakankamai ir jis gali būti naudojamas autotransporto apsisukimui. Vertėtų vengti vietų kuriose bus sandėliuojamos medžiagos. Geriausia vieta apsisukimams – pietinė statybvietės dalis.

Įrengiant laikinus pravažiavimo kelius turi būti laikomasi minimalių atstumo reikalavimų iki sandėliavimo aikštelių ar statybvietės tvoros. Stengiamasi išlaikyti 1 metro atstumą tarp kelio ir sandėliavimo aikštelės ir 1.5 metro tarp kelio ir tvoros. Pavojingose zonose esantys

keliai pažymimi išpėjamaisiais ženklais, o eismas juose gali būti kontroliuojamas jeigu to reikalauja atsargumo prevencija. [42]

Laikinių sandėlių ir sandėliavimo aikštelių projektavimas ir plotų skaičiavimas.

Viena sėkmingo darbų vykdymo yra užtikrinti, kad darbuotojams medžiagos darbui atlikti būtų pateikiamos laiku. Dėl to dalis medžiagų turi būti sandėliuojamos laikinuose sandėliuose. Jų plotai apskaičiuojami pagal vieno iš trijų fasado įrengime prireikšiančių medžiagų kiekį.

Fasado įrengimo procese uždari šildomi nebus naudojami, visos procese naudojamos medžiagos gali būti sandėliuojamos ir neigiamoje temperatūroje. Medžiagos bus sandėliuojamos šiose sandėliavimo vietose:

- *Atviros sandėliavimo aikštelės* - sandėliuojamos medžiagos ir gaminiai, nebijantys atmosferinio poveikio, temperatūrinių svyravimų, drėgmės (gelžbetoniniai gaminiai, skalda ir pan.);
- *Dengtos pastogės (pašiūrės)*, jose sandėliuojamos medžiagos, kurioms keliami apsaugos nuo atmosferinių kritulių reikalavimai (stogo medžiagos, mediena).

Medžiagos ir gaminiai, sandėliuojami vienu metu ir jų poreikis per pamainą:

Lentelė Nr. 32 Medžiagų ir gaminių, sandėliuojamų vienu metu ir jų poreikio per pamainą lentelė

Eil. Nr.	Medžiagos pavadinimas	Matavimo vnt.	Bendras medžiagos poreikis statybiniam procesui	Proceso trukmė, pamainomis	Didžiausias paros išteklių poreikis, Q_{max}
I	<i>Atviros sandėliavimo aikštelės:</i>				
1.	Daugiasl. „PolTherma TS PIR“ plokštės	m ²	1025	8	129
2.	Lygi skarda – fasado apdaila	m ²	1179	6	197
II	<i>Pastogė:</i>				
1.	Metaliniai profiliuoti lakštai	m ²	1025	2	513
2.	Metaliniai „Omega“ montavimo profiliai	m	1556	2.25	692

Apskaičiavus ir tiksliai nustatčius reikiamą sandėliavimo aikštelių plotą F_n , parenkami tipiniai uždarieji sandėliai ir uždengiamosios pastogės medžiagų sandėliavimui.

Skaičiuojant buvo priimta, kad darbuose naudojamos medžiagos bus transportuojamos iš medžiagų prekybos vietos, kuri yra nutolusi iki 15 km atstumu nuo objekto. Dėl šio atstumo, rekomendacijose patariama užtikrinti 5 dienų atsargos normas, kad neatsirastų medžiagų trūkumo montavimo ir statybos metu. Parinkta viena atvira sandėliavimo aikštelė, kurios matmenys – 20x23 m ir viena uždengiama pastogė – 10x10 m. Atvirų sandėliavimo aikštelių ar uždengiamų pastogių vietos statybvietyje gali būti parenkamos ir krano pavojingose zonose. Priimant tokias šių aikštelių vietas, krano darbingumas gali šiek tiek tapti efektyvesnis, kadangi reikalingos medžiagos gali būti paimamos iš krano darbo pozicijos.

Išsamesni skaičiavimai ir medžiagų, bei gaminių kurie bus sandėliuojami vienu metu, poreikio per pamainą lentelė pateikta priede Nr. 2.

Laikinių administracinių ir buitinių patalpų skaičiavimas. Skaičiuojant administracines ir buitines patalpas darbuotojams, priimame, kad labiausiai darbuotojais pasižymintis procesas yra sporto salės antžeminės dalies montavimo procesas. Numatomas darbininkų skaičius – 100.

Didžiausias vienoje pamainoje dirbančių darbuotojų skaičius [42]:

$$D = 12\% \cdot D_{maks.} + D_{maks.} = 12\% \cdot 100 + 100 = 112 \quad (53)$$

Čia: $D_{maks.}$ – didžiausias vienoje pamainoje dirbančių darbininkų skaičius.

Pagal statybvietės organizavimo taisykles ir rekomendacijas jeigu vienu metu objekte dirba daugiau nei 25 žmonės turėtų būti įrengiamos tokios pagalbinės patalpos: darbų vadovo patalpa, persirengimo patalpa, džiovykla, prausykla, tualetai, poilsio patalpa bei valgykla. Mūsų atveju darbai vyksta sausio-vasario mėnesiais, todėl papildomai numatome dar vieną papildomą patalpą sušilti.

Apskaičiuojamas reikalingas pagalbinių patalpų plotas [42]:

$$F = D \cdot N_p \quad (54)$$

N_p – pagalbinės patalpos norma vienam darbuotojui.

Laikinių pagalbinių patalpų plotų skaičiavimas:

Lentelė Nr. 33 Laikinių pagalbinių patalpų skaičiavimo lentelė

Patalpos pavadinimas	Dirbančiųjų skaičius, D	Patalpų norma vienam dirbančiajam, N_p	Reikalingas patalpų plotas, F, m^2	Priimtas patalpų plotas, F_p , m^2
Darbų vadovo patalpa	2	5	10	14.8
Persirengimo patalpa	109	1.13	123.2	124
Tualetas	109	2	218	218
Džiovykla	109	0.2	21.8	22
Prausykla	109	0.7	76.3	77
Poilsio patalpa / patalpa sušilti	109	1	109	109
Valgykla	109	0.84	91.6	92
Sargo būdelė	1	4.5	4.5	5.8

Parenkami tokie laikinųjų administracinių ir buitinių patalpų plotai:

- Darbų vadovo patalpa – buitinis konteineris, 4000x2400x2400 mm;
- Persirengimo patalpa/džiovykla – dešimt buitinių konteinerių, 4000x2400x2400 mm;
- Tualetai ir prausyklos – aštuoni buitiniai konteineriai, 6055x2435x2591 mm;
- Poilsio patalpa sušilti/valgykla – dešimt buitinių konteinerių, 4000x2400x2400 mm;
- Sargo būdelė – buitinis konteineris, 4000x2400x2400 mm.

Statybvietėje bus naudojama 30 buitinių konteinerių, kurių bendra suma gaunama 222 m^2 .

Administracinių ir buitinių laikinųjų patalpų eksploatavimo vietos parenkamos šiaurinėje sklypo dalyje, atsižvelgiama į statybos procesuose naudojamus mechanizmus ir jų pavojingąsias zonas. Buitinės patalpos orientuotos šalia pagrindinio patekimo į sklypą, netoli įvažiavimo į statybvieta.

7.2. Vandens ir laikinųjų elektros tinklų poreikis statybos darbams

Vandens poreikio ir nuotekų tinklų skaičiavimas. Fasado technologinio įrengimo procese vandens poreikis yra nereikalingas arba minimalus. Vanduo kituose procesuose gali būti reikalingas, tačiau didžioji dalis sunaudoto vandens bus naudojama ūkiniams – buitiniams tikslams, bei technikos plovimui statybvietaje.

Lentelė Nr. 34 Laikinų vandentiekio ir nuotekų tinklų poreikio lentelė

Eil. Nr.	Vandens vartotojai	Atliekamų darbų apimtis per pamainą, A	
		Matavimo vnt.	Kiekis
1. Gamybos tikslams:			
1.	Automobilių plovimas	mašiniai	2
2. Ūkiniams ir buitiniams tikslams:			
1.	Gėrimo tikslams su nuotekomis	žmogui	112
2.	Dušinės	žmogui	112

Lentelėje Nr. 34 nurodyti duomenys, pagal kuriuos parinksime statybvietaje reikalingo vamzdžio diametrą, kuris turės užtikrinti visų automobilio plovimo taškų, geriamojo vandens ir lakiuosiuose statybvieta patalpose reikalingo vandens poreikį.

Vandens poreikis, statant universalią sporto salę, išsiskiria į dvi pagrindines grupes – gamybiniais poreikiais reikalingo vandens ir ūkinės/buitinėms reikmėms reikalingo vandens. Nereikia pamiršti, jog darbus atliekantys rangovai ar subrangovai gali, jeigu vanduo jiems yra reikalingas technologiniams tikslams, papildomo vandens debito, todėl reikia įvertinti ir galimas tokias nenumatytas aplinkybes.

Lentelė Nr. 35 Laikinų vandentiekio ir nuotekų tinklų skaičiavimo lentelė

Vandens vartotojas	Vartotojų skaičius	Vandens poreikio norma, l	Netolygaus vandens suvartojimo koeficientas	Laikas, skirtas debitui apskaičiuoti	Vandens poreikis, l/s
1. Gamybiniai poreikiai					
Automobilių plovimas	2	300	1.5	28800	0.0313
					$\sum Z_g=0.0313$
2. Ūkiniai – buitiniai poreikiai					
Gėrimo tikslams su nuotekomis	112	20	3.0	28800	0.2333
					$\sum Z_{\bar{u}}=0.2333$
Dušinės	112	30	1.0	28800	0.1166
					$\sum Z_d=0.1166$
Iš viso:					$\sum Z_b=0.3812$

Suminis vandens poreikis, reikalingas gamybiniam, ūkiniam ir buitiniams reikalams ir dušams:

$$Z_b = Z_g + Z_{\bar{u}} + Z_d = 0.0313 + 0.2333 + 0.1166 = 0.3812 \frac{l}{s} \quad (55)$$

Vamzdžių diametras, pagal didžiausią vandens poreikį:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Z_b \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.3812 \cdot 1000}{\pi \cdot 1.75}} = 13 \text{ mm} \quad (56)$$

Čia: d – vamzdžio diametras; Z_b – skaičiuojamasis suminis vandens poreikis; V – vandens greitis vamzdyje. Didelio skersmens vamzdyje $V = 1.5 - 2$ m/s.

Kaip ir galima buvo tikėtis, vandens poreikis buvo gautas tik 0.3812 l/s, tas iššaukė mažo vamzdžio diametrą. Pagal reikalavimus, minimalus leistinas vamzdžio diametras yra 16 mm. Laikydami taisyklių ir rekomendacijų parenkama 16 mm diametro daugiasluoksnį Pert/AL/Pert vamzdį vandens reikmės užtikrinimui. [42]

Statybvietės plane, atsižvelgiant į topografinę nuotrauką, suprojektuojamos laikinosios vandentiekio, buitinių nuotekų trasos ir priešgaisrinių hidrantų vietos. Laikinas vandentiekis ir nuotekos prijungiami prie Sporto gatvėje esančių nuotekų ir vandentiekio tinklų, arčiausių ir patogiausių šulinių. Stengiamasi parinkti vietas, kurios galėtų būti busimų pastovių vandentiekio ir nuotekų tinklų vietos.

Statybvietėje numatomas vandentiekio tinklas naudojamas priešgaisriniais tikslais. Įrengiami hidrantai, kurie išdėstomi ant atskirų vandentiekio linijų ne toliau kaip 50 m nuo statomos universalios sporto salės. Vandens poreikis apsaugai nuo gaisro yra užtikrinamas dvejais gaisriniais hidrantais. Vienas iš jų turi būti darbininkų miestelyje, kitas – prie statomo pastato. Hidrantų debitas turi būti ne mažesnis negu 5 litrai per sekundę.

Laikinių elektros tinklų projektavimas. Statybvietėje visuomet turi būti pakankamas elektros energijos kiekis. Tam turi būti apskaičiuotas maksimalus reikalingos elektros energijos poreikis.

Tiksliais rezultatais gauti skaičiuojama ne tik fasado įrengimo etape naudojamų mašinų ar mechanizmų poreikiams užtikrinti, bet ir papildomų ir netiesiogiai statybvietėje naudojamų elektros šaltinių. Šiems šaltiniams priskiriamas išorės apšvietimas ar buitinių patalpų vidaus apšvietimas.

Laikinos elektros energijos vartotojai ir atliekamų darbų apimtys per pamainą:

Lentelė Nr. 36 Laikinių elektros energijos vartotojų ir atliekamų darbų apimčių lentelė

Eil. Nr.	Elektros energijos vartotojai	Darbo apimtis per pamainą (vartotojų skaičius)	
		Mato vnt.	Kiekis
Gamybiniai vartotojai:			
-	-	-	-
Technologiniai vartotojai:			
1.	Putų poliuretano purškimo mašina „Polymac PMC“ PH40	21 kW	2
Vidaus apšvietimo vartotojai:			
2.	Buitinės patalpos	10 m ² ploto	169.2
3.	Administracinės patalpos	10 m ² ploto	1.48
4.	Perėjimo būdelės	10 m ² ploto	0.58
Išorės apšvietimo vartotojai:			
5.	Statybos teritorijos apšvietimas	100 m ² ploto	97.8
	Vidaus kelių apšvietimas	1 km	0.21

Bendras elektros energijos poreikis statybos aikštelėje apskaičiuojamas pagal formulę:

$$E = E_{gamyb} + E_{techn} + E_{vidaus} + E_{išorės} = 0 + 23.1 + 18.2 + 2.3 = 43.6 \text{ kW}$$

Čia: E_{gamyb} , E_{techn} , E_{vidaus} , $E_{išorės}$ – suminis elektros energijos poreikis kiekvienai vartotojų grupei.

Reikalingas statybos aikštelės elektros energijos poreikis yra 43.6 kW. Pasirenkame optimalią laikinąją transformatorinę TM-50/6, kurios galingumas – 50 kW, masė – 580 kg.

Dėl statybvietės apšvietimo, elektros užtikrinimo buitinėse patalpose ir kitų priežasčių statybvietėje numatomos mišrios - laikinos oro arba požeminės tiekimo linijos. Laikinosios oro elektros linijos bus tiesiamos ant 10 metrų aukščio medinių stulpų, ant kurių bus įrengti šviestuvai statybvietėje.

Dvi pagrindinės linijos sieks laikinų patalpų miestelį, antroji - statomos salės pastatą. Linijos bus vedamos link inventorines skirstomąsias dėžes, kurios paskirstys energiją vartotojams. Sprendiniai lemia, jog bus sudaroma šakotinė elektros tiekimo sistema. Sistemoje ties kiekvienu vartotoju įrengiami kirtikliai. Elektros energijos poreikio skaičiavimo lentelė pateikta priede Nr. 2.

IŠVADOS

1. Suprojektuotos trys universalios sporto salės medinės klijuotos sijos. Gauti sijų skerspjūviai ir ilgiai: Sija „S1“ – 240x1600 mm, ilgis – 8.86 m; sija „S2“ – 240x2100 mm, ilgis – 34.77 m; sija „S3“ – 240x600 mm, ilgis – 15.05 m. Konstrukciniams gaminiams naudojama GL28h klasės klijuota mediena, tvirtinimo mazgams ir jungtims - S275J2 klasės plienas;
2. Išanalizavus mokslinę literatūrą ir publikacijas fasadų tema, naudojantis fasadų evoliucijos žemėlapiu, priimamos išvados. Fasadais tampa ne tik statinio vidų dengianti ir dalines apkrovas atlaikanti konstrukcija, bet atskira statinio sistema, kurios funkcijos gali priklausyti nuo statinio paskirties, geografinės padėties ar statytojo norų;
3. Naudojantis skirtingais mokslinės literatūros šaltiniais ir praktiniais pavyzdžiais, išrinkti dešimt pagrindinių fasado konstrukcijos kriterijų pagal kuriuos lyginami baigiamojo darbo objekto – universalios sporto salės fasado įrengimo variantai;
4. Suprojektuoti šeši skirtingi, tačiau savo šiluminėmis savybėmis (šilumos perdavimo koeficientas $U - 0,2 \frac{W}{m^2 \cdot K}$) vienodi, fasado technologiniai variantai. Apskaičiuoti jų techniniai-ekonominiai rodikliai ir remiantis pavyzdžiais bei mokslinėmis publikacijomis nustatytos kokybinių rodiklių reikšmės;
5. Sudaryta porinio palyginimo apklausa, kuri buvo pateikta keturiasdešimčiai statybos srities ekspertų ir užsakovų. Pagal šios apklausos rezultatus nustatytas reikšmingiausių kriterijų eiliškumas ir jų svertinės vertės, kurios buvo nustatomos taikant ekspertinio porinio palyginimo metodą;
6. Naudojant daugiakriterinės analizės metodus buvo nustatytos suprojektuotų fasado variantų optimalumo eilės, jas išskiriant pagal ekspertų amžių ir sritį. Sudaryta pagrindinė optimalumo eilė, pagal kurią trys optimalios fasadų konstrukcijos (fasado konstrukcija su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu, daugiasluoksnės poliizocianurano plokštės fasadas ir keraminių blokų siena su vėdinamu oro tarpu) buvo išanalizuotos išsamiau;
7. Trejoms optimalioms fasadų konstrukcijoms sudarytos technologinės kortelės, aprašytas jų technologinis įrengimas ir darbų organizavimas. Įvertinus visus gautus rezultatus ir papildomą informaciją, buvo išrinktas optimalus baigiamojo darbo objekto, universalios sporto salės, fasado įrengimo variantas – daugiasluoksnės poliizocianurato plokštės fasadas.

LITERATŪRA

1. *Statybos techninis reglamentas STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-11-15]. Prieiga per internetą: <<http://www.vtpsi.lt/node/1492>>;
2. *Statybos techninis reglamentas STR 2.05.07:2005 „Medinių konstrukcijų projektavimas“* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-11-15]. Prieiga per internetą: <<http://www.vtpsi.lt/node/2679>>;
3. KNAACK, Ulrich, Tillmann KLEIN, Marcel BILOW ir Thomas AUER. *Facades. Principles of Construction*. Šveicarija, Bazelis: Birkhäuser Verlag AG, 2007. 135p. ISBN 9783764379629;
4. KNAACK, Ulrich. Potential for innovative massive building envelope systems – Scenario development towards integrated active systems. *Journal of Facade Design and Engineering 2* [interaktyvus], 2014, 255-268p. [žiūrėta 2016-09-04]. Prieiga per: DOI: 10.3233/fde-150024;
5. KLEIN, Tillmann. Integral Facade Construction. Towards a new product architecture for curtain walls. *Architecture and the Build enviroment #03* [interaktyvus], 2013, 298p. [žiūrėta 2016-09-11]. Prieiga per: DOI: 10.7480/abe.2013.3.737;
6. KNAACK, Ulrich, Tillmann KLEIN. *The Future Envelope I. A Multidisciplinary Approach*. Amsterdamas, Nyderlandai: IOS Press BV, 2008. 163p. ISBN 9781586038274;
7. BEIM, Anne. *Tectonic Thinking in Architecture*. Kopenhaga, Danija: KADK School of Design – Printcenter, 2012. 24p. ISBN 9788778303004;
8. KIND-BARKAUSKAS, Friedberg, Stefan POLONYI, Bruno KAUHSEN ir Jorg BRANDT. *Beton Atlas*. Vokietija: DETAIL, 2001. 296p. ISBN 9783955531645;
9. MAHLER, Boris, Robert HIMMLER. Results of the evaluation study DeAL Decentralized facade integrated ventilation systems. *Energy Systems Laboratory*. [interaktyvus], 2008, 2-9p. [žiūrėta 2016-10-06]. Prieiga per: URI: <<http://hdl.handle.net/1969.1/90808>>;
10. KAYAL, Sara. *Application of PV Panels in Large Multi-Story Buildings. Feasibility Study* [interaktyvus], Sent Luisas, JAV: California Polytechnic State University - San Luis Obispo, 2009, 124p. [žiūrėta 2016-09-25]. Prieiga per: DOI: 10.15368/theses.2009.86;
11. NAMAZI, Kazem, Mohammad, Parastoo ESHRATI, Dorna ESHRATI, Somey Fadei NEZHAD. *The Study of Effective Components in Facade Engineering Towards*

- Developing a Conceptual Framework*. Teheranas, Iranas: TextRoad Publication, 2015, 8p. ISSN 20904274;
12. MURRAY, Scott. *Contemporary Curtain Wall Architecture*. Niujorkas, JAV: Princeton Architectural Press, 2009, 264p. ISBN 9781568987972;
 13. KEILLER, Alan, Stephen LEDBETTER, Martin WILKINSON. Creating tomorrow's facade engineers. *Facade design and procurement* [interaktyvus], 2003, 57-64p. [žiūrėta 2016-11-02]. Prieiga per internetą: <http://www.bath.ac.uk/cwct/cladding_org/fdp/paper7.pdf>;
 14. ANSHUMAN, Sachin. Responsiveness and Social Expression; Seeking Human Embodiment in Intelligent Façades. *In the proceeding of the 2005 Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture*, Savannah, JAV, 2005, 12-23p. ISBN 0977283208;
 15. *Energy Independence And Security Act Of 2007* [interaktyvus]. Public Law 110-140, 110th Congress. [žiūrėta 2016-10-15]. Prieiga per internetą: <<https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-110publ140/pdf/PLAW-110publ140.pdf>>;
 16. AUER, Thomas. Performance as a Goal Integration as the Approach?. *Research in Architectural Engineering Series. Volume 8, The Future Envelope 1* [interaktyvus], 2008, 67-72p. [žiūrėta 2016-10-19]. Prieiga per: DOI: 10.3233/978-1-58603-827-4-66;
 17. KLEIN, Tillmann ir Ulrich KNAACK. Roadmap for The Future Envelope. *Research in Architectural Engineering Series. Volume 8, The Future Envelope 1* [interaktyvus], 2008, 139-142p. [žiūrėta 2016-10-20]. Prieiga per: DOI: 10.3233/978-1-60750-524-2-139;
 18. KLEIN, Tillmann. Architecture-Climate-Skin – A Summary. *Research in Architectural Engineering Series. Volume 9, The Future Envelope 2* [interaktyvus], 2009, 139-142p. [žiūrėta 2016-10-20]. Prieiga per: DOI: 10.3233/978-1-60750-524-2-139;
 19. TIMMEREN, Arjan. Climate integrated Design (Climate iD) of Building Skins. *Research in Architectural Engineering Series. Volume 9, The Future Envelope 2* [interaktyvus], 2009, 12-17p. [žiūrėta 2016-10-19]. Prieiga per: DOI: 10.3233/978-1-60750-524-2-32;
 20. PETERSON, Mic ir Jannie MATUSOVA. High Performance Facades. *Part Four: Getting there – Metrics and Best Practices* [interaktyvus], 2013, [žiūrėta 2016-11-08]. Prieiga per internetą: <<http://www.enclos.com/site-info/news/high-performance-facades-part-four-getting-there-metrics-best-practices>>;
 21. PERINO, Marco ir Serra VALENTINA. Switching from static to adaptable and dynamic building envelopes: A paradigm shift for the energy efficiency in buildings. *Journal of*

- Facade Design and Engineering, Volume 3, No. 2* [interaktyvus], 2015, 143-163p. [žiūrėta 2016-09-15]. Prieiga per: DOI: 10.3233/fde-150039;
22. ZAVADSKAS, Edmundas, Kazimieras, Artūras KAKLAUSKAS. *Pastatų sistemotechninis įvertinimas*. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius: Technika, 1996, 280p. ISBN 9986052823
 23. ZAVADSKAS, Edmundas, Kazimieras, Artūras KAKLAUSKAS, Nerija BANAITIENĖ. *Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinė analizė*. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius: Technika, 2001. 355p. ISBN 9986054419
 24. *Statybos techninis reglamentas STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“* [interaktyvus]. [žiūrėta 2017 m. sausio 1 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.vtpsi.lt/node/3172>>;
 25. *Mūro blokai ARKO M24* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-10-23]. Prieiga per internetą: <<http://www.arko.lt/lt/blokeliai/blokelis-arko-m24.htm>>;
 26. *Universali plokštė PAROC eXtra* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-10-23]. Prieiga per internetą: <<http://www.paroc.lt/gaminiai-ir-sprendimai/gaminiai/pages/universalios-plokstes/paroc-extra>>;
 27. *Keraminis blokas KERAPOR KS25-39+D2* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-10-23]. Prieiga per internetą: <<http://simpras.lt/preke/keraminis-sienu-blokas-ks-25-39d2-2>>;
 28. *Įkišamo falco plokštė RheinZink SF 25* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-10-25]. Prieiga per internetą: <<https://www.rheinzink.lt/produktai/fasadu-sistemas/ploksciui-sistemas/ikisamo-falco-plokste-sf-25>>;
 29. *Keramzītbetonio blokelis FIBO* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-10-30]. Prieiga per internetą: <<http://www.weber.lt/fibo-produkcija/produktai/fibo-blokeliai/fibo-blokelis.html>>;
 30. *Daugiasluoksnė plokštė PolTherma TS PIR* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-10-28]. Prieiga per internetą: <<http://www.europanel.pl/lt/produktai/daugiasluoksnes-plokstes/sienu/pur-pir/poltherma-ts-daugiasluoksne-sienu-plokste-pur-pir/>>;
 31. *RheinZink skarda su FlatLock sistema* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-10-28]. Prieiga per internetą: <<https://www.rheinzink.us/systems/zinc-wall-facade-cladding/zinc-seam-system/flat-lock-tiles/>>;
 32. *Trisluoksnės sienos BETONIKA* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-09-20]. Prieiga per internetą: <<https://www.betonika.lt/lt/gaminiai-ir-paslaugos/gaminiai/sienos/trisluoksnes-sienos>>;

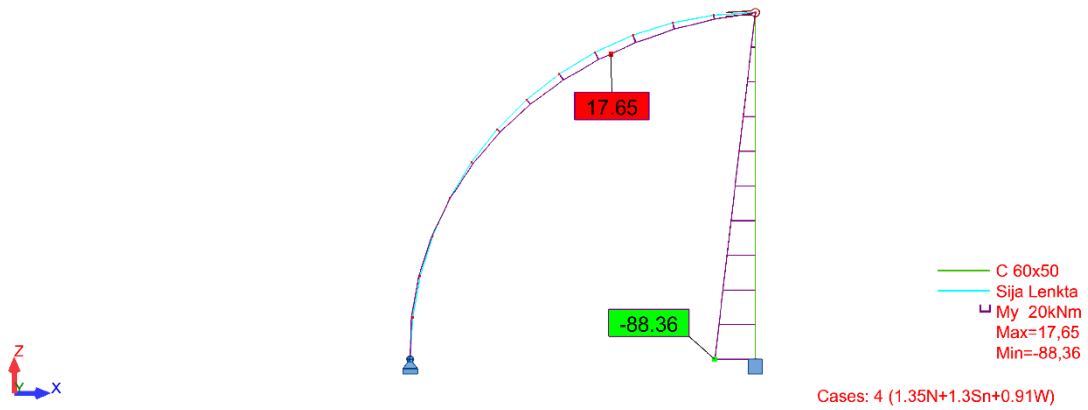
33. *Spray Foam Equipment, Spray Trailers, Foam Insulation, Home Insulation, Foam Insulation Spray* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-09-11]. Prieiga per internetą: <<http://www.sprayfoamequipment.com/>>;
34. *Akyto betono blokeliai ROCLITE* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-09-15]. Prieiga per internetą: <http://www.baltparma.lt/prekiu_katalogas/akytojo_betono_blokeliai_akyto_betono_blokai/roclite_300x250x600_mm_su_iskyla/?cat.241>;
35. *Žirklinis keltuvas GENIE GS-2646* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-11-17]. Prieiga per internetą: <<http://www.genielift.com/en/products/scissor-lifts/slab-scissor-lifts/gs2646/index.htm>>;
36. *Spray Polyurethane Foam and Coatings Equipment - Polyurethane Machinery Corp (PMC) USA* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-09-16]. Prieiga per internetą: <<http://www.polymac-usa.com/classic-ph-series.html>>;
37. *Eurocode 6: Design of masonry Structures* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-10-23]. Prieiga per internetą: <http://www.masonry.org.uk/masonry/codes_standards_and_design_guides/eurocode_6_design_of_masonry_structures>;
38. *KeraTwin facade cladding installation and maintenance* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-11-03]. Prieiga per internetą: <http://www.agrobuchtal.de/en/cd/produkte/produkte_seiten_5154.html?pe_id=89>;
39. *Žirklinis keltuvas GENIE GS-2632* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-11-10]. Prieiga per internetą: <<http://www.genielift.com/en/products/scissor-lifts/slab-scissor-lifts/gs2632/index.htm>>;
40. *Teleskopinis keltuvas GENIE GTH-844* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-11-30]. Prieiga per internetą: <<http://www.genielift.com/en/products/telehandlers/high-reach-telehandler/gth844/>>;
41. *Žemo profilio lakštas Ruukki T20-79-1100* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-11-01]. Prieiga per internetą: <<http://www.ruukki.com/ltu/b2b/produktai/fasado-apdaila/fasadu-apdailos-plokstes/detaliau-apie-fasadu-apdailos-plokstes/low-profile-t20-79-1100>>;
42. MEDELIENĖ, Violeta, Svajūnas JUOČIŪNAS ir Mindaugas DAUKŠYS. *Statybos organizacinių sprendimų projektavimas. Mokomoji knyga*. Kaunas: Technologija, 2013. 42p. ISBN 9786090210796;

43. *Sintetinio pluošto kėlimo stopai PowerTex* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-11-17]. Prieiga per internetą: <http://www.certex.lt/en/sintetinio-pluoto-iediniai-stropai_19082#parent=18565>;
44. *LTM 1050-3.1 / LIEBHERR* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-10-19]. Prieiga per internetą: <<http://www.alfis.lt/lt/new-technic/ltm-1050-31>>.

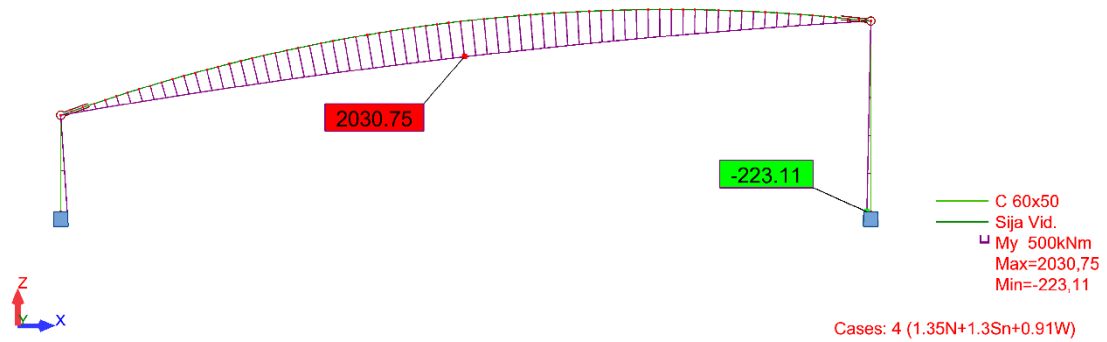
PRIEDAI

Priedas Nr. 1 Denginį laikančių medinių sijų jėgų diagramos pagal Autodesk „Robot Structural Analysis“

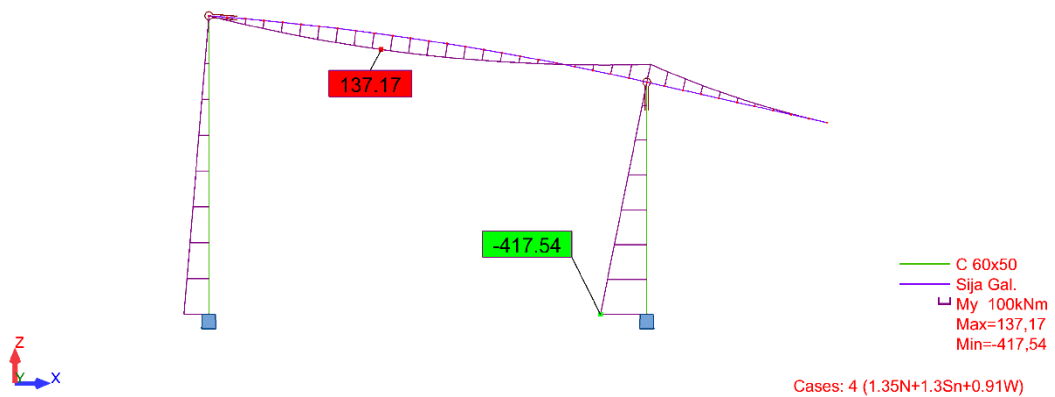
Momentų diagramos:



Pav. Nr. 36 Sijos „S1“ momentų diagrama

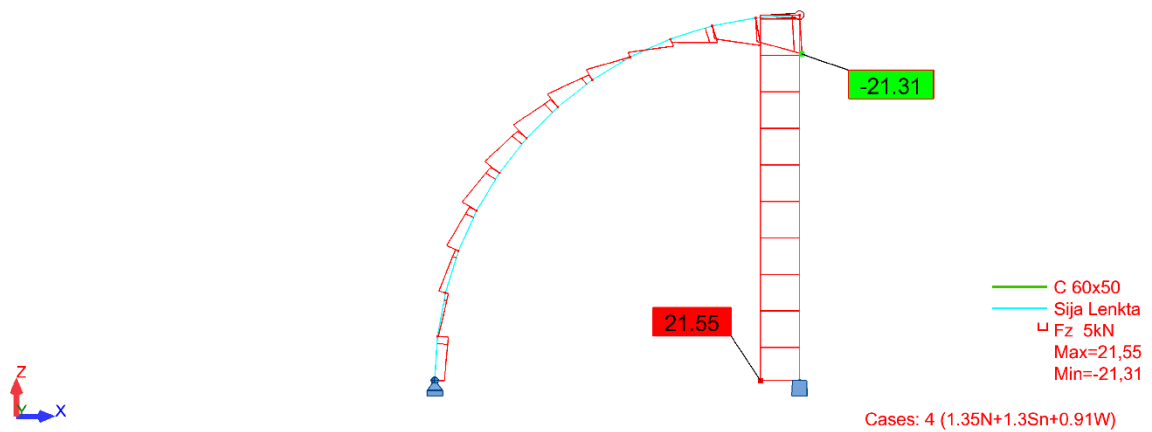


Pav. Nr. 35 Sijos „S2“ momentų diagrama

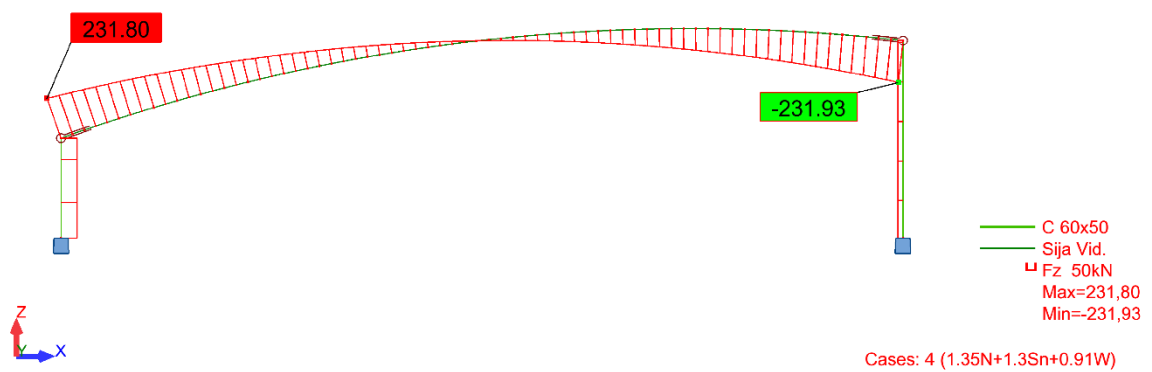


Pav. Nr. 37 Sijos „S3“ momentų diagrama

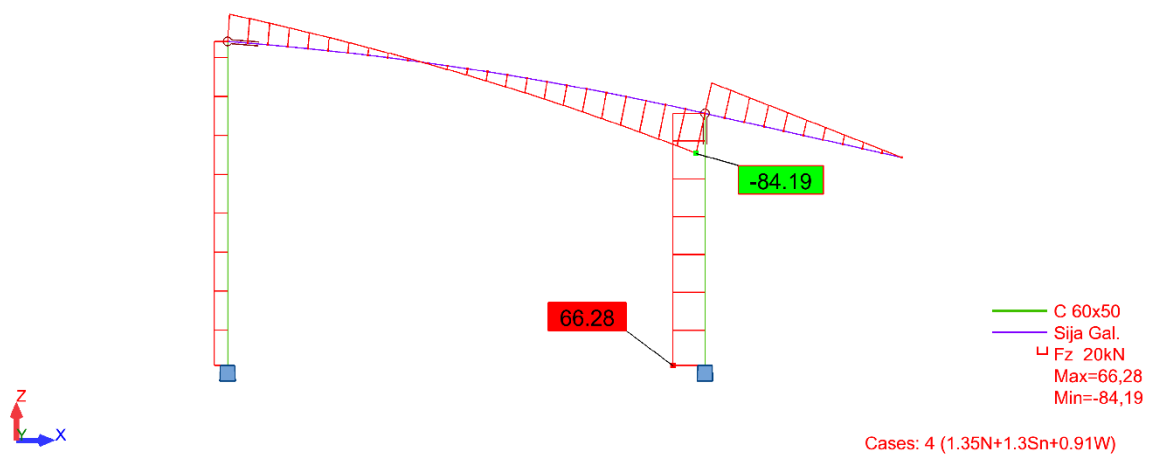
Skersinių jėgų diagramos:



Pav. Nr. 38 Sijos „S1“ skersinių jėgų diagrama

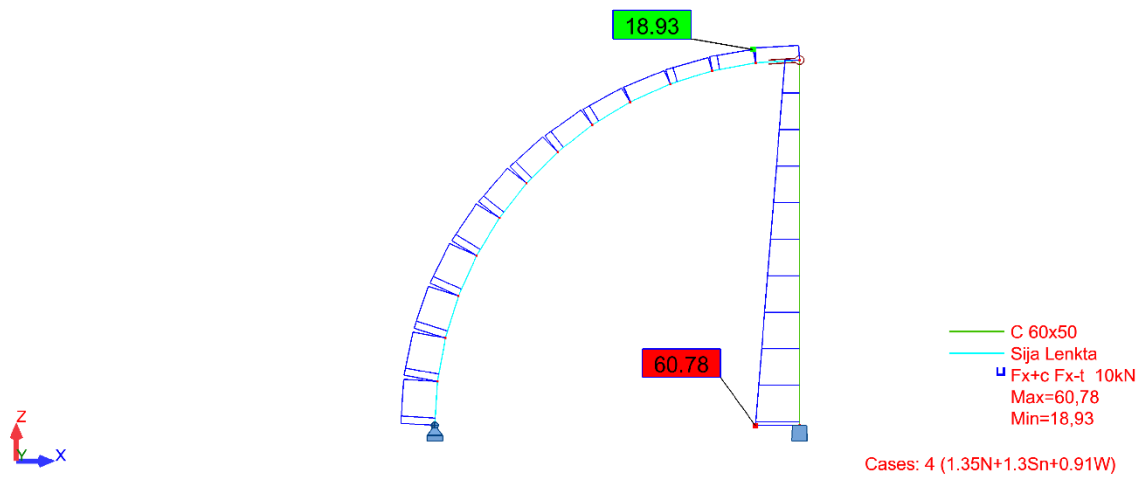


Pav. Nr. 39 Sijos „S2“ skersinių jėgų diagrama

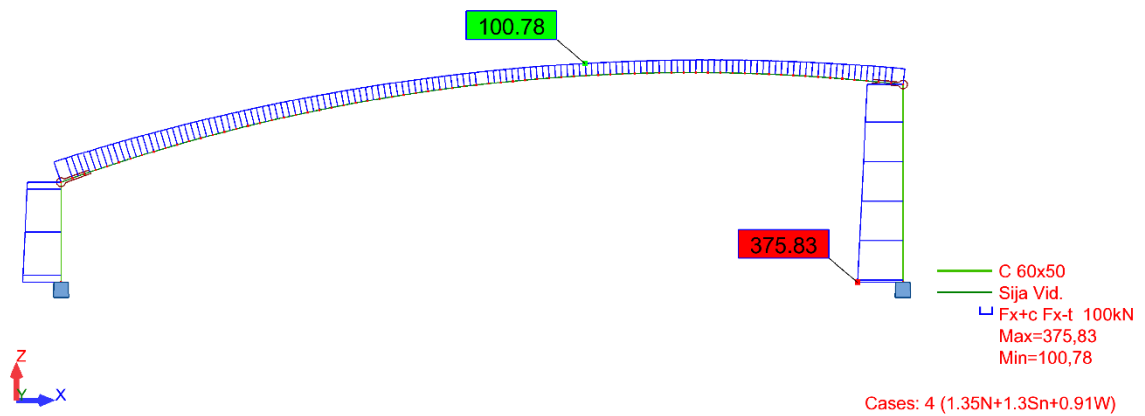


Pav. Nr. 40 Sijos „S3“ skersinių jėgų diagrama

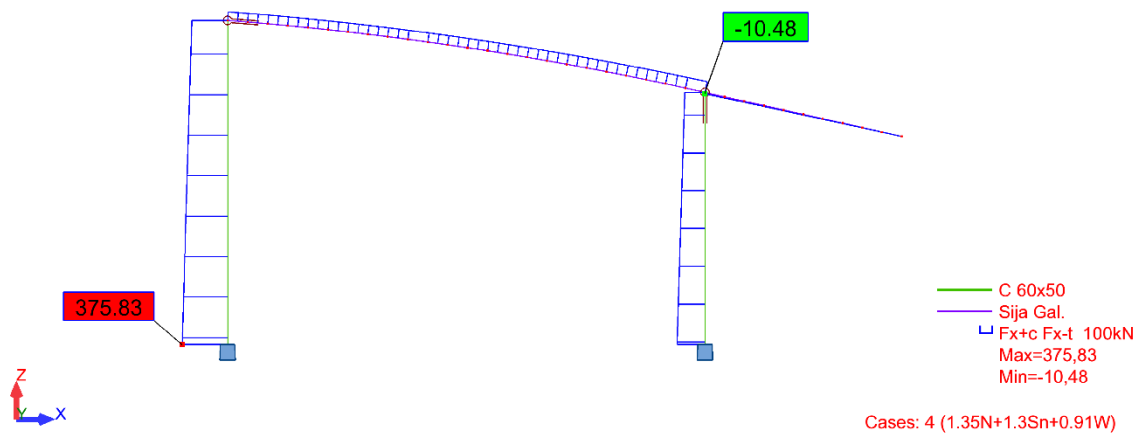
Ašinių jėgų diagramos:



Pav. Nr. 41 Sijos „S1“ ašinių jėgų diagrama

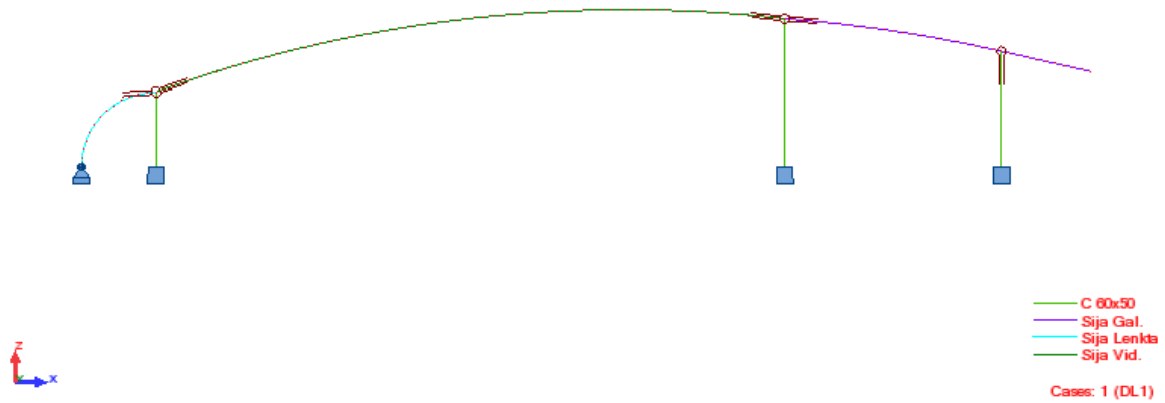


Pav. Nr. 42 Sijos „S2“ ašinių jėgų diagrama

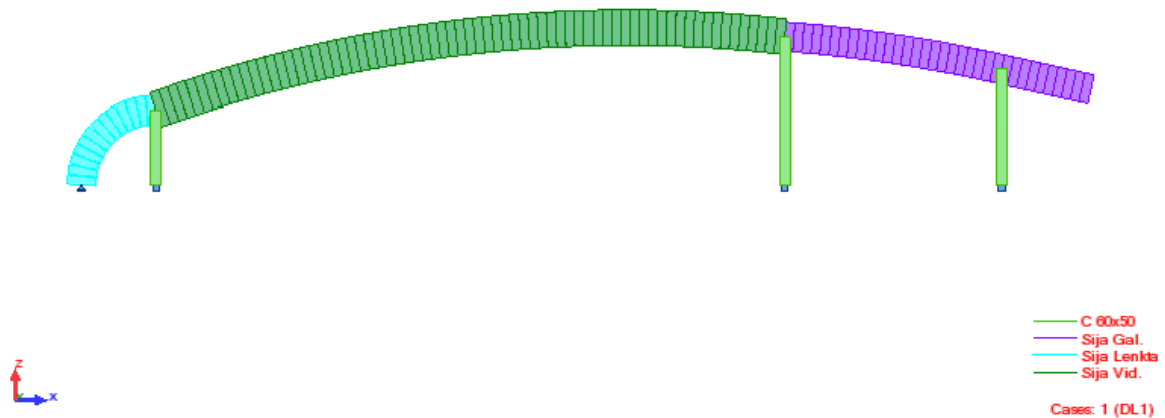


Pav. Nr. 43 Sijos „S3“ ašinių jėgų diagrama

Skaičiuojamoji schema:



Pav. Nr. 44 Bendra skaičiuojamoji schema dvimatėje erdvėje



Pav. Nr. 45 Bendra konstrukcinė schema dvimatėje erdvėje

Deginių laikančių medinių sijų projektavimo, pagal Statybos techninį reglamentą STR

2.05.07:2005 „Medinių konstrukcijų projektavimas“, rezultatų lentelės:

Lentelė Nr. 37 Skerspjūvio parinkimo rezultatai

Eil. Nr.	Charakteristika	Žymėjimas (Mato vnt.)	Sija Nr. 1 (S1)	Sija Nr. 2 (S2)	Sija Nr. 3 (S3)
1	Skerspjūvio plotis	b (mm)	200	240	240
2	Skerspjūvio aukštis	h (mm)	500	2100	600
3	Skaičiuotinis stipris gniuždant	$f_{c,0,g,d}$ (MPa)	12.72	12.72	12.72
4	Skerspjūvio pločio inercijos momentas	I_y (mm ⁴)	2.083×10^9	1.852×10^{11}	4.32×10^9
5	Skerspjūvio atsparumo momentas	W_y (mm ³)	8.333×10^6	1.764×10^8	1.44×10^7
6	Skerspjūvio plotas	A (mm ²)	100000	504000	144000
7	Skerspjūvio inercijos spindulys	i_y (mm)	144.34	606.2	173.21
8	Skaičiuojamasis ilgis	l_{eff} (mm)	4200	4200	4200
9	Elemento liaunis	λ_y (-)	29.1	6.9	24.3

Įtempių tikrinimas išorinėje ir vidinėje arkos briaunoje.

Lentelė Nr. 38 Skerspjūvio įtempių tikrinimo rezultatai

Eil. Nr.	Charakteristika	Žymėjimas (Mato vnt.)	Sija Nr. 1 (S1)	Sija Nr. 2 (S2)	Sija Nr. 3 (S3)
1	Papildomo lenkiamojo momento koeficientas	k_{def} (-)	0.96	0.973	0.948
2	Sijos spindulio vidinės pusės papildomo momento koef.	k_{in} (-)	0.968	0.995	0.978
3	Sijos spindulio išorinės pusės papildomo momento koef.	k_{ex} (-)	1.027	1.005	1.021
4	Atsparumo momentas vidinėje pusėje	$W_{d,in}$ (mm ³)	8.065 x 10 ⁶	1.755 x 10 ⁸	1.408 x 10 ⁷
5	Atsparumo momentas išorinėje pusėje	$W_{d,ex}$ (mm ³)	8.559 x 10 ⁶	1.773 x 10 ⁸	1.471 x 10 ⁷
6	Modifikuotas lenkimo momentas	$M_{d,mod}$ (MNm)	0.018	2.097	0.145
7	Įtempiai vidinėje briaunoje	- (MPa)	2.747	12.29	10.906
8	Įtempiai išorinėje briaunoje	- (MPa)	2.615	12.166	10.467

Pastovumo tikrinimas rėmo plokštumoje.

Lentelė Nr. 39 Pastovumo charakteristikų rezultatai

Eil. Nr.	Charakteristika	Žymėjimas (Mato vnt.)	Sija Nr. 1 (S1)	Sija Nr. 2 (S2)	Sija Nr. 3 (S3)
1	Klupumo koeficientas	φ_M (-)	15.241	1.564	6.382
2	Modifikacijos koeficientas	$k_{M,mod}$ (-)	3.81	1.514	1.595
3	Koeficientas priklausantis nuo momentų diagramos	k_M (-)	1.5	1.13	1.5
4	Įtempių koeficientas	σ (-)	0.05	0.592	0.15
5	Įtvirtinimų skaičius plokštumoje	n (-)	1	1	1
6	Klupumo koeficientas	φ (-)	0.932	0.996	0.953
7	Charakteristinis lenkiamos klijuotinės medienos stipris	$f_{m,g,k}$ (MPa)	28	28	28
8	Medžiagos savybių daliniai koeficientai	γ_m (-)	1.25	1.25	1.25
9	Koeficientas įvertinantis apkrovos veikimo pobūdį ir eksploatacines sąlygas	k_{mod} (-)	0.6	0.6	0.6
10	Skaičiuotinis lenkiamos klijuotinės medienos stipris	$f_{m,g,d}$ (MPa)	13.44	13.44	13.44

Įlinkio patikrinimas.

Lentelė Nr. 40 Sijos įlinkių rezultatai

Eil. Nr.	Charakteristika	Žymėjimas (Mato vnt.)	Sija Nr. 1 (S1)	Sija Nr. 2 (S2)	Sija Nr. 3 (S3)
1	Sijos ilgis	l (m)	8.86	34.77	15.05
2	Ribinis įlinkis	d_{lim} (m)	0.03	0.116	0.05
3	Įlinkis	d (m)	0.028	0.107	0.042

Priedas Nr. 2 Statybvietės plano sudarymo ir jos aprūpinimo ištekliais skaičiavimo formulės ir rezultatų lentelės

Lentelė Nr. 41 Medžiagų ir gaminių, sandėliuojamų vienu metu ir jų poreikio per pamainą lentelė

Sandėlių tipai ir medžiagos	Matavimo vnt.	Paros išteklių poreikis, Q_{max}	Atsarga, dienomis, r_t	k_1	k_2	Mažiausia reikiama medžiagų atsarga, q	Sandėliavimo norma 1 m ² , N_s	Reikalingas sandėlio plotas, F_r	Bendras sandėlio plotas, F_n	Priimtas sandėlio plotas, F
Atvira sandėliavimo aikštelė:										
Daugiasluoksnės „PolTherma TS PIR“ plokštės	m ²	129	5	1.3	1.3	1090 (1025)	5	205	410	420
Lygi skarda – fasado apdaila	m ²	197	5	1.3	1.3	1665 (1179)	80	15	30	35
Viso:Σ								220	440	455
Pastogė:										
Metaliniai profiliuoti lakštai	m ²	513	5	1.3	1.3	3335 (1025)	50	21	42	45
Metaliniai „Omega“ montavimo profiliai	m	692	5	1.3	1.3	5848 (1556)	80	20	40	40
Viso:Σ								42	82	95
Iš viso:Σ								262	522	550

Didžiausias medžiagų ir gaminių poreikis per pamainą apskaičiuojamas:

$$Q_{max} = Q/T \quad (57)$$

Čia: Q – medžiagos kiekis, naudojamas procese; T – medžiagos naudojimo laikas (dienomis iš kalendorinio grafiko).

Apskaičiuojamas reikalingas sandėlio ar sandėliavimo aikštelės plotas kiekvienai medžiagai sandėliuoti:

$$F_r = q/N_s \quad (58)$$

Čia: F_r – reikalingas sandėlio plotas, m²; N_s – medžiagų, konstrukcijų kiekis, telpantis 1 m² sandėlio; q – mažiausia reikiama medžiagų, konstrukcijų atsarga, būtina, kad nesutriktų darbų eiga. Ji apskaičiuojama:

$$q = Q_{max} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot r_t \quad (59)$$

Čia: Q_{max} – didžiausias paros išteklių poreikis; k_1 – koeficientas, įvertinantis medžiagų gabenimo netolygumus (automobiliais – 1,3); k_2 – išteklių naudojimo netolygumas (priimamas $k_2 = 1,3$); r_t – išteklių atsargų norma sandėlyje, dienomis.

Apskaičiuojamas bendras sandėlio ar sandėliavimo aikštelės plotas kiekvienai medžiagai:

$$F_n = F_r / k_3 \quad (60)$$

Čia: k_3 – koeficientas, įvertinantis praėjimų ir pravažiavimų plotį (uždariems sandėliams $k_3 = 0.6 - 0.7$, atviroms aikštelėms – $k_3 = 0.4 - 0.5$).

Vandens poreikis l/s gamybos tikslams:

$$Z_g = \sum \frac{k_v \cdot A \cdot Z_{ng}}{t \cdot 3600} \quad (61)$$

Čia: k_v – netolygaus vandens sunaudojimo per valandą koeficientas; A – didžiausia statybos montavimo darbų apimtis per pamainą arba didžiausias mašinų, mechanizmų, įrenginių skaičius per pamainą; Z_{ng} – vandens sunaudojimo norma atskirai darbų rūšiai ar mašinų, mechanizmų, įrenginių tipui; t – darbo valandų skaičius per pamainą (8h).

Vandens poreikis ūkiniams ir buitiniams tikslams:

$$Z_{\bar{u}} = \sum \frac{D \cdot Z_{n\bar{u}} \cdot k_v}{t \cdot 3600} \quad (62)$$

Čia: D – didžiausias darbuotojų skaičius per pamainą; $Z_{n\bar{u}}$ – vieno žmogaus vandens sunaudojimo ūkiniams reikalams norma litrais per pamainą.

Vandens poreikis dušams:

$$Z_d = \sum \frac{D \cdot Z_{nd} \cdot k_d}{3600} \quad (63)$$

Čia: k_d – koeficientas, įvertinantis sunaudoto vandens kiekį vienu metu naudojantis dušais; D – didžiausias darbuotojų skaičius per pamainą; Z_{nd} – vieno žmogaus vandens sunaudojimo maudytis duše norma litrais per pamainą.

Lentelė Nr. 42 Elektros energijos poreikio skaičiavimo lentelė

Vartotojų sąrašas	Darbų apimtis per pamainą (vartotojų skaičius)		Nominalus galingumas		Koeficientai			Skaičiuojamas galingumas, E (kW)
	Mato vnt.	Skaičius	Vieneto	Bendras	α	k	$\cos\varphi$	
1. Gamybiniai poreikiai:								
-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Technologiniai poreikiai								
Putų poliuretano purškimo mašina „Polymac PMC“ PH40	vnt.	2	21	42	1.1	0.4	0.8	23.1
$\Sigma E_{\text{techn.}} = 23.1 \text{ kW}$								
3. Vidaus apšvietimas								
Buitinės patalpos	10 m ² ploto	220	0.12	20.3	1.1	0.8	-	17.9
Administracinės patalpos	10 m ² ploto	1.48	0.15	0.22	1.1	0.8	-	0.18
Statybvietės priežiūros būdelės	10 m ² ploto	0.58	0.15	0.09	1.1	0.8	-	0.08
$\Sigma E_{\text{vidaus.}} = 18.2 \text{ kW}$								
4. Išorės apšvietimas								
Statybos teritorijos apšvietimas	100 m ² ploto	93.3	0.015	1.47	1.1	0.9	-	1.46
Vidaus kelių apšvietimas	1 km	0.21	4	0.84	1.1	0.9	-	0.83
$\Sigma E_{\text{išorės.}} = 2.29 \text{ kW}$								

Elektros energijos poreikis gamybos vartotojams (kW) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$E_{gamyb} = \alpha \cdot \sum \frac{k_g \cdot E_g}{\cos\varphi} \quad (64)$$

Čia: α – koeficientas, įvertinantis tinklo galios nuostolius (tariama, kad $\alpha = 1.05 - 1.1$); E_g – suminė elektros energijos galia (kW), kurios reikia gamybos procesams; k_g – apkrovos koeficientas, įvertinantis vienu metu dirbančių gamybos vartotojų skaičių; $\cos\varphi$ – galios koeficientas technologinių vartotojų grupei (priimame $\cos\varphi = 0.7$).

Elektros energijos poreikis technologiniams vartotojams (kW) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$E_{techn} = \alpha \cdot \sum \frac{k_t \cdot E_t}{\cos\varphi} \quad (65)$$

Čia: α – koeficientas, įvertinantis tinklo galios nuostolius (tariama, kad $\alpha = 1.05 - 1.1$); E_t – suminė elektros energijos galia (kW), kurios reikia technologiniams procesams; k_t – apkrovos koeficientas, įvertinantis vienu metu dirbančių technologinių vartotojų skaičių; $\cos\varphi$ – galios koeficientas technologinių vartotojų grupei (priimame $\cos\varphi = 0.8$).

Elektros energijos poreikis vidaus apšvietimui (kW) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$E_{\text{vidaus}} = \alpha \cdot \sum k_{va} \cdot E_{va} \quad (66)$$

Čia: α – koeficientas, įvertinantis tinklo galios nuostolius (tariama, kad $\alpha = 1.05 - 1.1$); E_{va} – suminė elektros energijos galia (kW), kurios reikia vidaus apšvietimui; k_{va} – apkrovos koeficientas, įvertinantis vienu metu dirbančių vidaus apšvietimo vartotojų skaičių.

Elektros energijos poreikis išorės apšvietimui (kW) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$E_{\text{išorės}} = \alpha \cdot \sum k_{ia} \cdot E_{ia} \quad (67)$$

Čia: α – koeficientas, įvertinantis tinklo galios nuostolius (tariama, kad $\alpha = 1.05 - 1.1$); E_{va} – suminė elektros energijos galia (kW), kurios reikia išorės apšvietimui; k_{va} – apkrovos koeficientas, įvertinantis vienu metu dirbančių išorės apšvietimo vartotojų skaičių.

Priedas Nr. 3 Fasado įrengimo variantų šiluminės varžos skaičiavimas

Vėdinamas fasadas su mediniu ažūro dekoru

Lentelė Nr. 43 Vėdinamo fasado su mediniu ažūro dekoru konstrukcijos sluoksnių šiluminės varžos

<i>Išorės sienų konstrukcinis elementas</i>	<i>Symbolis</i>	<i>Sluoksniu storis d, m</i>	<i>Šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{ds}, \frac{W}{m \cdot K}$</i>	<i>Šiluminė varža R, $\frac{m^2 \cdot K}{W}$</i>
Vidinio paviršiaus šiluminė varža	R_{si}	-	-	0,13
Silikatinis mūro blokelis „Arko M24“	R_1	0,24	0,7	0,34
Garų izoliacija	R_2	-	-	0,04
Mineralinė vata „Paroc Extra“ tarp medinių tašų, kas 600mm	R_3	0,1	0,037	2,13
Mineralinė vata „Paroc Extra“ tarp medinių tašų, kas 600mm	R_4	0,1	0,037	2,13
Priešvėjinė membrana „Tyvek Soft“	R_5	-	-	0,02
Vėdinamas oro tarpas	R_{si}	0,025	-	0,13
Medinių dailylenčių apdaila	-	-	-	-
Pirmasis medinio ažūro dekoru sluoksniu	-	-	-	-
Antrasis medinio ažūro dekoru sluoksniu	-	-	-	-
Fasado sienos konstrukcijos šiluminė varža	R_t	-	-	4,92

Kai kurioms medžiagoms buvo koreguojami šilumos laidumo koeficientai dėl medžiagų įdrėkimo vėdinamoje fasado konstrukcijoje, pagal STR 2.01.03:2009 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių projektinės vertės“, 2 lentelę.

Suminė visų išorės sienų konstrukcijos sluoksnių šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_{si} = 4.92 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (68)$$

R_3, R_4 – pagal STR 2.01.09:2012 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“, 3.4 lentelę, kai termoizoliacinis statybos produktas patalpintas tarp 50 mm storio medinių karkaso elementų, esant profilių žingsniui 600 mm $\lambda'_{ds} = 0.9262 \cdot \lambda_{ds} + 0.0127 = 0.9262 \cdot 0.037 + 0.0127 = 0.047 \frac{W}{m \cdot K}$;

Šilumos perdavimo koeficientą gauname:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{4.92} = 0.203 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (69)$$

Apskaičiavus išorės sienų konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientą U, kurio reikšmė $U = 0.203 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ ir kuris, pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“, 3 lentelę, atitinka C ir B naudingumo klasės pastatų atitvarų norminius savituosius nuostolius viešosios paskirties pastatuose sienoms $U_{(C,B)} \leq 0.25 \frac{W}{m^2 \cdot K}$.

Keraminių blokų siena su vėdinamu oro tarpu

Lentelė Nr. 44 Keraminių blokų sienos su vėdinamu oro tarpu konstrukcijos sluoksnių šiluminės varžos

<i>Išorės sienų konstrukcinis elementas</i>	<i>Symbolis</i>	<i>Sluoksniu storis d, m</i>	<i>Šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{ds}, \frac{W}{m \cdot K}$</i>	<i>Šiluminė varža R, $\frac{m^2 \cdot K}{W}$</i>
Vidinio paviršiaus šiluminė varža	R_{si}	-	-	0,13
Keraminis sienų blokas	R_1	0,25	0,291	0,86
Garų izoliacija	R_2	-	-	0,04
Mineralinė vata „Paroc Extra“ tarp medinių tašų, kas 600mm	R_3	0,175	0,037	3,73
Priešvėjinė membrana „Tyvek Soft“	R_4	-	-	0,02
Vėdinamas oro tarpas	R_{si}	0,025	-	0,13
Orientuotų skiedrų (OSB) plokštė	-	0,015	-	-
„RheinZink“ fasado skardos apdaila	-	-	-	-
Fasado sienos konstrukcijos šiluminė varža	R_t	-	-	4,91

Kai kurioms medžiagoms buvo koreguojami šilumos laidumo koeficientai dėl medžiagų įdrėkimo vėdinamoje fasado konstrukcijoje, pagal STR 2.01.03:2009 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių projektinės vertės“, 2 lentelę.

Suminė visų išorės sienų konstrukcijos sluoksnių šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{si} = 4.91 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (70)$$

R_3 – pagal STR 2.01.09:2012 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“, 3.4 lentelę, kai termoizoliacinis statybos produktas patalpintas tarp 50 mm storio medinių karkaso elementų, esant profilių žingsniui 600 mm $\lambda'_{ds} = 0.9262 \cdot \lambda_{ds} + 0.0127 = 0.9262 \cdot 0.037 + 0.0127 = 0.047 \frac{W}{m \cdot K}$;

Šilumos perdavimo koeficientą gauname:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{4.91} = 0.204 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (71)$$

Apskaičiavus išorės sienų konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientą U, kurio reikšmė $U = 0.204 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ ir kuris, pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“, 3 lentelę, atitinka C ir B naudingumo klasės pastatų atitvarų norminius savituosius nuostolius viešosios paskirties pastatuose sienoms $U_{(C,B)} \leq 0.25 \frac{W}{m^2 \cdot K}$.

Vėdinamas keramzitbartonio blokelių fasadas

Lentelė Nr. 45 Vėdinamo keramzitbartonio blokelių fasado konstrukcijos sluoksnių šiluminės varžos

Išorės sienų konstrukcinis elementas	Symbolis	Sluoksniu storis d, m	Šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{ds}, \frac{W}{m \cdot K}$	Šiluminė varža $R, \frac{m^2 \cdot K}{W}$
Vidinio paviršiaus šiluminė varža	R_{si}	-	-	0,13
Keramzitbartonio FIBO sienų blokas	R_1	0,25	0,3	0,89
Garų izoliacija	R_2	-	-	0,04
Mineralinė vata „Paroc Extra“ tarp plieninių fasado montavimo detalių	R_3	0,1	0,040	2,50
Priešvėjinė mineralinė vata „Paroc Was 35“ tarp plieninių montavimo detalių	R_4	0,05	0,038	1,32
Vėdinamas oro tarpas	R_{si}	0,05	-	0,13
Stiklo pluoštu armuotų betoninių plokščių fasado apdaila	-	-	-	-
Fasado sienos konstrukcijos šiluminė varža	R_t	-	-	4,99

Kai kurioms medžiagoms buvo koreguojami šilumos laidumo koeficientai dėl medžiagų įdrėkimo vėdinamoje fasado konstrukcijoje, pagal STR 2.01.03:2009 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių projektinės vertės“, 2 lentelę.

Suminė visų išorės sienų konstrukcijos sluoksnių šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{si} = 4,99 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (72)$$

R_3, R_4 – termoizoliacinis statybos produkto šilumos perdavimo koeficientas buvo padidintas dėl sluoksniu patalpinimo tarp plieninių fasado montavimo detalių.

Šilumos perdavimo koeficientą gauname:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{4,99} = 0,20 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (73)$$

Apskaičiavus išorės sienų konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientą U , kurio reikšmė $U = 0,20 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ ir kuris, pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“, 3 lentelę, atitinka C ir B naudingumo klasės pastatų atitvarų norminius savituosius nuostolius viešosios paskirties pastatuose sienoms $U_{(C,B)} \leq 0,25 \frac{W}{m^2 \cdot K}$.

Daugiasluoksnės poliizocianurano plokštės fasadas

Lentelė Nr. 46 Daugiasluoksnės poliizocianurano plokštės fasado konstrukcijos sluoksnių šiluminės varžos

<i>Išorės sienų konstrukcinis elementas</i>	<i>Simbolis</i>	<i>Sluoksnio storis d, m</i>	<i>Šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{ds}, \frac{W}{m \cdot K}$</i>	<i>Šiluminė varža R, $\frac{m^2 \cdot K}{W}$</i>
Vidinio paviršiaus šiluminė varža	R_{si}	-	-	0,13
Daugiasluoksnė plokštė „PolTherm TS PIR“	R_1	0,1	0,021	4,76
Vėdinamas oro tarpas	R_{si}	0,025	-	0,13
Profiliuota skarda „Ruukki T20-79-1100“ tvirtinama metaliniais grebėtais	-	-	-	-
Cinko skardos apdaila	-	-	-	-
Fasado sienos konstrukcijos šiluminė varža	R_t	-	-	5,02

Suminė visų išorės sienų konstrukcijos sluoksnių šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_{si} = 5.02 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (74)$$

Šilumos perdavimo koeficientą gauname:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{4.99} = 0.199 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (75)$$

Apskaičiavus išorės sienų konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientą U, kurio reikšmė $U = 0.199 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ ir kuris, pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“, 3 lentelę, atitinka C ir B naudingumo klasės pastatų atitvarų norminius savituosius nuostolius viešosios paskirties pastatuose sienoms $U_{(C,B)} \leq 0.25 \frac{W}{m^2 \cdot K}$.

Trisluoksnės gelžbetonio sienos fasadas

Lentelė Nr. 47 Trisluoksnės gelžbetonio sienos fasado konstrukcijos sluoksnių šiluminės varžos

<i>Išorės sienų konstrukcinis elementas</i>	<i>Symbolis</i>	<i>Sluoksnio storis d, m</i>	<i>Šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{ds}, \frac{W}{m \cdot K}$</i>	<i>Šiluminė varža R, $\frac{m^2 \cdot K}{W}$</i>
Vidinio paviršiaus šiluminė varža	R_{si}	-	-	0,13
Vidinis gelžbetonio konstrukcijos sluoksnis	R_1	0,15	2,500	0,06
Trisluoksnės konstrukcijos termoizoliacinis sluoksnis	R_2	0,18	0,037	4,86
Išorinis tekstūrinis gelžbetonio konstrukcijos sluoksnis	R_3	0,07	2,500	0,03
Išorinio paviršiaus šiluminė varža	R_{se}	-	-	0,04
Fasado sienos konstrukcijos šiluminė varža	R_t	-	-	5,12

Kai kurioms medžiagoms buvo koreguojami šilumos laidumo koeficientai dėl medžiagų įdrėkimo vėdinamoje fasado konstrukcijoje, pagal STR 2.01.03:2009 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių projektinės vertės“, 2 lentelę.

Suminė visų išorės sienų konstrukcijos sluoksnių šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{se} = 5.12 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (76)$$

Šilumos perdavimo koeficientą gauname:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{5.12} = 0.195 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (77)$$

Apskaičiavus išorės sienų konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientą U, kurio reikšmė $U = 0.195 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ ir kuris, pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“, 3 lentelę, atitinka C ir B naudingumo klasės pastatų atitvarų norminius savituosius nuostolius viešosios paskirties pastatuose sienoms $U_{(C,B)} \leq 0.25 \frac{W}{m^2 \cdot K}$.

Fasado konstrukcija su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu

Lentelė Nr. 48 Fasado konstrukcijos su putų poliuretano putomis konstrukcijos sluoksnių šiluminės varžos

<i>Išorės sienų konstrukcinis elementas</i>	<i>Symbolis</i>	<i>Sluoksnio storis d, m</i>	<i>Šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{ds}, \frac{W}{m \cdot K}$</i>	<i>Šiluminė varža R, $\frac{m^2 \cdot K}{W}$</i>
Vidinio paviršiaus šiluminė varža	R_{si}	-	-	0,13
Akyto betono blokelis „Rocklite“	R_1	0,30	0,195	1,54
Poliuretano putų sluoksnis tarp plieninių detalių	R_2	0,08	0,026	3,08
Elastomero apsauginės dangos sluoksnis	R_3	0,005	0,14	0,04
Vėdinamas oro tarpas	R_{si}	0,025	-	0,13
Keramikinės fasado apdailos plytelės „Tonality“ tvirtinamos ant montažinių profilių	-	-	-	-
Fasado sienos konstrukcijos šiluminė varža	R_t	-	-	4,91

Kai kurioms medžiagoms buvo koreguojami šilumos laidumo koeficientai dėl medžiagų įdrėkimo vėdinamoje fasado konstrukcijoje, pagal STR 2.01.03:2009 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių projektinės vertės“, 2 lentelę.

Suminė visų išorės sienų konstrukcijos sluoksnių šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{si} = 4.91 \frac{m^2 \cdot K}{W} \quad (78)$$

R_2, R_3 – termoizoliacinis statybos produkto šilumos perdavimo koeficientas buvo padidintas dėl sluoksnio patalpavimo tarp plieninių fasado montavimo detalių.

Šilumos perdavimo koeficientą gauname:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{4.91} = 0.204 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (79)$$

Apskaičiavus išorės sienų konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientą U, kurio reikšmė $U = 0.204 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ ir kuris, pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“, 3 lentelę, atitinka C ir B naudingumo klasės pastatų atitvarų norminius savituosius nuostolius viešosios paskirties pastatuose sienoms $U_{(C,B)} \leq 0.25 \frac{W}{m^2 \cdot K}$.

Priedas Nr. 4 Porinio palyginimo apklausa

Sveiki Gerb. Eksperte! Ši apklausa skirta magistrinio darbo tiriamosios dalies įgyvendinimui, kurioje bus analizuojamas optimalus **sporto arenos fasado** įrengimo technologinis variantas. Būtent tam ir yra skirta ši apklausa, kurioje bus sužinomas Jūsų – Eksperto požiūris į kriterijus, kurie Mano atžvilgiu yra svarbūs ir reikalingi norint sužinoti optimalų fasado įrengimo variantą.

Kiekvieną kartą bus lyginami du kriterijai, vieną iš jų pasirenkant kaip svarbesnį arba vienas kitam lygų.

Jūsų amžius?

(tiriamajame darbe išskirsime kaip skiriasi dviejų amžiaus grupių nuomonės)

Jūsų darbo pobūdis statybos srityje?

(atsakymą apibraukite)

Statybos darbai

Projektavimas

Proj. valdymas

Užsakovas

Kuris iš kriterijų Jums yra svarbesnis/svaresnis sporto arenos fasado įrengime?

(atsakymą apibraukite)

0	1	2
K1, Medžiagų kaina → MIN	Lygūs	K2, Darbų trukmė → MIN
K1, Medžiagų kaina → MIN	Lygūs	K3, Montavimo sudėtingumas → MIN
K1, Medžiagų kaina → MIN	Lygūs	K4, Mechanizacijos lygis → MIN
K1, Medžiagų kaina → MIN	Lygūs	K5, Konstrukcijos masė → MIN
K1, Medžiagų kaina → MIN	Lygūs	K6, Sandėliavimo plotai → MIN
K1, Medžiagų kaina → MIN	Lygūs	K7, Ekologiškumas → MAX
K1, Medžiagų kaina → MIN	Lygūs	K8, Estetika → MAX
K1, Medžiagų kaina → MIN	Lygūs	K9, Defektų pašalinimo galimybės → MAX
K1, Medžiagų kaina → MIN	Lygūs	K10, Eksploatacinis patikimumas → MAX
K2, Darbų trukmė → MIN	Lygūs	K3, Montavimo sudėtingumas → MIN
K2, Darbų trukmė → MIN	Lygūs	K4, Mechanizacijos lygis → MIN
K2, Darbų trukmė → MIN	Lygūs	K5, Konstrukcijos masė → MIN
K2, Darbų trukmė → MIN	Lygūs	K6, Sandėliavimo plotai → MIN
K2, Darbų trukmė → MIN	Lygūs	K7, Ekologiškumas → MAX
K2, Darbų trukmė → MIN	Lygūs	K8, Estetika → MAX
K2, Darbų trukmė → MIN	Lygūs	K9, Defektų pašalinimo galimybės → MAX
K2, Darbų trukmė → MIN	Lygūs	K10, Eksploatacinis patikimumas → MAX
K3, Montavimo sudėtingumas → MIN	Lygūs	K4, Mechanizacijos lygis → MIN
K3, Montavimo sudėtingumas → MIN	Lygūs	K5, Konstrukcijos masė → MIN
K3, Montavimo sudėtingumas → MIN	Lygūs	K6, Sandėliavimo plotai → MIN
K3, Montavimo sudėtingumas → MIN	Lygūs	K7, Ekologiškumas → MAX
K3, Montavimo sudėtingumas → MIN	Lygūs	K8, Estetika → MAX
K3, Montavimo sudėtingumas → MIN	Lygūs	K9, Defektų pašalinimo galimybės → MAX
K3, Montavimo sudėtingumas → MIN	Lygūs	K10, Eksploatacinis patikimumas → MAX
K4, Mechanizacijos lygis → MIN	Lygūs	K5, Konstrukcijos masė → MIN
K4, Mechanizacijos lygis → MIN	Lygūs	K6, Sandėliavimo plotai → MIN
K4, Mechanizacijos lygis → MIN	Lygūs	K7, Ekologiškumas → MAX
K4, Mechanizacijos lygis → MIN	Lygūs	K8, Estetika → MAX
K4, Mechanizacijos lygis → MIN	Lygūs	K9, Defektų pašalinimo galimybės → MAX
K4, Mechanizacijos lygis → MIN	Lygūs	K10, Eksploatacinis patikimumas → MAX
K5, Konstrukcijos masė → MIN	Lygūs	K6, Sandėliavimo plotai → MIN
K5, Konstrukcijos masė → MIN	Lygūs	K7, Ekologiškumas → MAX
K5, Konstrukcijos masė → MIN	Lygūs	K8, Estetika → MAX
K5, Konstrukcijos masė → MIN	Lygūs	K9, Defektų pašalinimo galimybės → MAX
K5, Konstrukcijos masė → MIN	Lygūs	K10, Eksploatacinis patikimumas → MAX
K6, Sandėliavimo plotai → MIN	Lygūs	K7, Ekologiškumas → MAX
K6, Sandėliavimo plotai → MIN	Lygūs	K8, Estetika → MAX
K6, Sandėliavimo plotai → MIN	Lygūs	K9, Defektų pašalinimo galimybės → MAX
K6, Sandėliavimo plotai → MIN	Lygūs	K10, Eksploatacinis patikimumas → MAX
K7, Ekologiškumas → MAX	Lygūs	K8, Estetika → MAX
K7, Ekologiškumas → MAX	Lygūs	K9, Defektų pašalinimo galimybės → MAX
K7, Ekologiškumas → MAX	Lygūs	K10, Eksploatacinis patikimumas → MAX
K8, Estetika → MAX	Lygūs	K9, Defektų pašalinimo galimybės → MAX
K8, Estetika → MAX	Lygūs	K10, Eksploatacinis patikimumas → MAX
K9, Defektų pašalinimo galimybės → MAX	Lygūs	K10, Eksploatacinis patikimumas → MAX

Ačiū už Jūsų sugaištą laiką!

Priedas Nr. 5 Šamataų skaičiavimas naudojant Dycode „ProSama 5G“

LOKALINĖ ŠAMATA NR. 1

Sudaryta 2016 m. 9 mėn. kainomis

K001 Vėdinamas fasadas su mediniu ažūro dekoru

O1 Objektas

S1 Šamata

Iš viso: 530 231,80 EUR

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžia- gos	Mecha- nizmai
1	Mūro hidroizoliacijos sluoksnis, klijuojant rulonines medžiagas bitumo-gumos mastika K8=1.14	N11-25	100m2		2 351,4898	1,5	3 527,23	805,75	2 721,48	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	10300	žm.val.	38,000	14,14	57,000	805,75	805,75		
	Hidroizoliacinis izolas	570277	m2	112,000	2,68	168,000	450,24		450,24	
	Dyzelinis kuras	20014	t	0,017	3 968,99	0,025	98,83		98,83	
	Gumos-bitumo mastika (stogo hidroizoliacijai)	570871	kg	250,000	5,39	375,000	2 021,25		2 021,25	
	Bitumo gruntas	230075	t	0,069	1 460,53	0,104	151,16		151,16	
2	Fasadinių pastolių įrengimas ir išardymas kai pastolių plotis 1,09 m, aukštis iki 15 m (100 m2 vertikalios projekcijos)	N15P-1501-3	100m2		275,2458	10,25	2 821,27	2 066,26	755,01	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	15,400	13,09	157,850	2 066,26	2 066,26		
	Fasadiniai pastoliai b=1.09m	520387	m2	0,670	109,94	6,868	755,01		755,01	
3	Silikatinių blokų sienų mūrijimas kai blokai 340x240x198mm K8=1.12, K9=1.15	N8P-0201-3	m3		326,1740	246	80 238,79	14 726,86	59 464,22	6 047,71
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.30	10330	žm.val.	3,700	16,18	910,200	14 726,85	14 726,85		
	Plonasluoksnis skiedinys (mūro darbams)	600187	kg	17,200	0,49	4 231,200	2 073,29		2 073,29	
	Apipjauta mediena (spygliuočių, 1-3 rūš.)	534013	m3	0,007	624,47	1,722	1 075,34		1 075,34	
	Silikatiniai blokai 340x240x198mm	572255	vnt.	62,000	3,69	15 252,000	56 279,88		56 279,88	
	Statybinės vinys	120030	kg	0,040	3,63	9,840	35,72		35,72	
	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliu	489246	maš.val	0,020	9,01	4,920	44,33			44,33
	Kranas	489131	maš.val	0,400	61,01	98,400	6 003,38			6 003,38
4	Monolitinės gelžbetoninės sąramos K8=1.04, K9=1.15	N6-55	m3		605,7880	12	7 269,46	2 800,20	4 161,77	307,49
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.11	10311	žm.val.	15,600	14,96	187,200	2 800,19	2 800,19		
	Betonas	260014	m3	1,015	202,92	12,180	2 471,57		2 471,57	
	Armatūra	260017	t	0,050	2 133,24	0,600	1 279,94		1 279,94	
	Apipjautos lentos 40mm st. (3 rūš.)	534003	m3	0,002	624,47	0,024	14,99		14,99	
	Klojinių skydai	534936	m2	0,043	26,23	0,516	13,53		13,53	
	Emulsolas	20077	kg	0,860	1,50	10,320	15,48		15,48	
	Plieninė viela	120002	t	0,000	2 668,57	0,001	3,20		3,20	
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	2,300	6,79	27,600	187,40		187,40	
	Mediniai, inventoriniai statramsčiai (apvalūs)	534052	vnt	0,110	12,13	1,320	16,01		16,01	
	Krosninis kuras	20091	t	0,001	3 968,99	0,011	42,87		42,87	
	Statybinės vinys	120030	kg	0,070	3,63	0,840	3,05		3,05	
	Skydų tvirtinimo elementai	521955	t	0,002	4 988,05	0,023	113,73		113,73	
	Kranas	489131	maš.val	0,420	61,01	5,040	307,49			307,49
5	Sienų garo izoliacijos įrengimas, naudojant garo izoliacinę plėvelę	N10P-0505-3	100m2		355,4215	10,25	3 643,07	929,06	2 714,01	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.50	10250	žm.val.	8,000	11,33	82,000	929,06	929,06		
	Izoliacinė plėvelė	220730	m2	105,000	2,52	1 076,250	2 712,15		2 712,15	
	Statybinės vinys	120030	kg	0,050	3,63	0,513	1,86		1,86	
6	Sienų vėjo izoliacijos įrengimas, naudojant izoliacinę plėvelę	N10P-0505-1	100m2		355,4215	10,25	3 643,07	929,06	2 714,01	

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžia- gos	Mecha- nizmai
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.50	10250	žm.val.	8,000	11,33	82,000	929,06	929,06		
	Izoliacinė plėvelė	220730	m2	105,000	2,52	1 076,250	2 712,15		2 712,15	
	Statybinės vinys	120030	kg	0,050	3,63	0,513	1,86		1,86	
7	Sienų medinio karkaso įrengimas, tvirtinant vinimis, naudojant pneumo įrankius	N10-227	100m		465,0198	25,45	11 834,75	7 995,37	2 308,28	1 531,10
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	24,000	13,09	610,800	7 995,37	7 995,37		
	Mediniai tašai, tašeliai, lentos	260346	m3	0,125	624,47	3,181	1 986,60		1 986,60	
	Spec. vinys (mechanizuotam kalimui)	120325	kg	2,000	6,32	50,900	321,69		321,69	
	Kranas	489131	maš.val	0,100	61,01	2,545	155,27			155,27
	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliu	489246	maš.val	6,000	9,01	152,700	1 375,83			1 375,83
8	Pirmo sluoksnio sienų šiltinimas 100 mm storio fasadinėmis mineralinės vatos plokštėmis, klijuojant ir tvirtinant laikikliais K9=1.15	N60-12	100m2		5 477,7100	10,25	56 146,53	16 078,15	39 658,79	409,59
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	10300	žm.val.	110,000	14,26	1 127,500	16 078,15	16 078,15		
	Fasadinės min. vatos plokštės	572187	m3	10,500	304,30	107,625	32 750,29		32 750,29	
	Sausi klijų mišiniai	230404	kg	400,000	1,07	4 100,000	4 387,00		4 387,00	
	Smeigės izoliacijos tvirtinimui	220706	vnt	600,000	0,41	6 150,000	2 521,50		2 521,50	
	Elektrinis gražtas	390049	maš.val	27,000	1,48	276,750	409,59			409,59
9	Antro sluoksnio sienų šiltinimas 100 mm storio fasadinėmis mineralinės vatos plokštėmis, klijuojant ir tvirtinant laikikliais K9=1.15	N60-12	100m2		5 477,7100	10,25	56 146,53	16 078,15	39 658,79	409,59
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	10300	žm.val.	110,000	14,26	1 127,500	16 078,15	16 078,15		
	Fasadinės min. vatos plokštės	572187	m3	10,500	304,30	107,625	32 750,29		32 750,29	
	Sausi klijų mišiniai	230404	kg	400,000	1,07	4 100,000	4 387,00		4 387,00	
	Smeigės izoliacijos tvirtinimui	220706	vnt	600,000	0,41	6 150,000	2 521,50		2 521,50	
	Elektrinis gražtas	390049	maš.val	27,000	1,48	276,750	409,59			409,59
10	Sienų didelių plotų apkalimas dailylente K1=1.2	N10-81-1	m2		33,6708	1 025	34 512,57	7 835,10	26 677,47	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.22	10322	žm.val.	0,600	12,74	615,000	7 835,10	7 835,10		
	Statybinės vinys	120030	kg	0,060	3,63	61,500	223,25		223,25	
	Dailylentės	534942	m2	1,050	24,58	1 076,250	26 454,23		26 454,23	
11	Pirmasis medinių sienų paviršių padengimas "Pinoteks" du kartus (100 m2 nudažyto paviršiaus) K8=1.17	N15-164-2	100m2		828,3740	10,25	8 490,83	5 044,05	3 446,78	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.00	10400	žm.val.	30,000	16,40	307,500	5 044,05	5 044,05		
	Antiseptikas "Pinoteks"	230402	l	20,000	16,61	205,000	3 405,05		3 405,05	
	Skudurai	810042	kg	0,200	0,20	2,050	0,41		0,41	
	Švitrinis popierius (įvairiu pagrindu)	390019	m2	0,400	10,08	4,100	41,33		41,33	
12	Ažūro deko dekoru apkalimas	N10-81-1	m2		32,3968	260	8 423,17	1 656,20	6 766,97	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.22	10322	žm.val.	0,500	12,74	130,000	1 656,20	1 656,20		
	Statybinės vinys	120030	kg	0,060	3,63	15,600	56,63		56,63	
	Dailylentės	534942	m2	1,050	24,58	273,000	6 710,34		6 710,34	
13	Antrojo medinių sienų paviršių padengimas "Pinoteks" du kartus (100 m2 nudažyto paviršiaus) K8=1.17	N15-164-2	100m2		828,3740	10,25	8 490,83	5 044,05	3 446,78	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.00	10400	žm.val.	30,000	16,40	307,500	5 044,05	5 044,05		
	Antiseptikas "Pinoteks"	230402	l	20,000	16,61	205,000	3 405,05		3 405,05	
	Skudurai	810042	kg	0,200	0,20	2,050	0,41		0,41	
	Švitrinis popierius (įvairiu pagrindu)	390019	m2	0,400	10,08	4,100	41,33		41,33	

Iš viso 285 188,10 81 988,26 194 494,36 8 705,48
Papildomų medžiagų vertė 5 834,83 3%
Papildomų mechanizmų vertė 261,16 3%
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai 6 559,06 8%

Iš viso 326 361,96 96 746,15 219 778,63 9 837,18
Soc. Draudimas 29 991,31 31%

Iš viso 356 353,27 126 737,46 219 778,63 9 837,18
Statybviētės išlaidos 32 071,79 9% 9% 9%

Iš viso (tiesioginės išlaidos) 388 425,06 138 143,83 239 558,71 10 722,52
Pridėtinės išlaidos 29 023,85 30%

Iš viso 417 448,91 167 167,68 239 558,71 10 722,52
Pelnas 20 872,45 5% 5% 5%

Iš viso (su netiesioginėmis išlaidomis) 438 321,36 175 526,06 251 536,65 11 258,65

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
	PVM						92 047,49	21%	21%	21%
Iš viso							530 231,80	212 386,54	304 359,35	13 622,96

Sudarė: Danius Jasiulionis

Tikrino: Marijonas Daunoravičius

LOKALINĖ ŠAMATA NR. 2
Sudaryta 2016 m. 9 mėn. kainomis

K001 Keraminių blokų siena su vėdinamu oro tarpu

O1 Objektas

S1 Šamata

Iš viso: **493 855,60** EUR

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
1	Mūro hidroizoliacijos sluoksnis, klijuojant rulonines medžiagas bitumo-gumos mastika K8=1.14	N11-25	100m2		2 351,4898	1,5	3 527,23	805,75	2 721,48	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	10300	žm.val.	38,000	14,14	57,000	805,75	805,75		
	Hidroizoliacinis izolas	570277	m2	112,000	2,68	168,000	450,24		450,24	
	Dyzelinis kuras	20014	t	0,017	3 968,99	0,025	98,83		98,83	
	Gumos-bitumo mastika (stogo hidroizoliacijai)	570871	kg	250,000	5,39	375,000	2 021,25		2 021,25	
	Bitumo gruntas	230075	t	0,069	1 460,53	0,104	151,16		151,16	
2	Fasadinių pastolių įrengimas ir išardymas kai pastolių plotis 1,09 m, aukštis iki 15 m (100 m2 vertikalios projekcijos)	N15P-1501-3	100m2		275,2458	10,25	2 821,27	2 066,26	755,01	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	15,400	13,09	157,850	2 066,26	2 066,26		
	Fasadiniai pastoliai b=1.09m	520387	m2	0,670	109,94	6,868	755,01		755,01	
3	Keraminių blokų (247x250x188mm) 250 mm storio sienų mūras K8=1.1, K9=1.15	N8-134-41	m2		77,5176	1 025	79 455,49	17 792,21	55 409,76	6 253,52
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.30	10330	žm.val.	1,090	15,93	1 117,250	17 792,21	17 792,21		
	Sienų keraminiai blokai 247x250x188mm	572311	vnt	20,400	2,47	20 910,000	51 647,70		51 647,70	
	Cemento kalkių skiedinys	600188	m3	0,017	215,90	17,425	3 762,06		3 762,06	
	Kranas	489131	maš.val	0,100	61,01	102,500	6 253,53			6 253,53
4	Monolitinės gelžbetoninės sąramos K8=1.04, K9=1.15	N6-55	m3		605,7880	12	7 269,46	2 800,20	4 161,77	307,49
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.11	10311	žm.val.	15,600	14,96	187,200	2 800,19	2 800,19		
	Betonas	260014	m3	1,015	202,92	12,180	2 471,57		2 471,57	
	Armatūra	260017	t	0,050	2 133,24	0,600	1 279,94		1 279,94	
	Apipjaautos lentos 40mm st. (3 rūš.)	534003	m3	0,002	624,47	0,024	14,99		14,99	
	Klojinių skydai	534936	m2	0,043	26,23	0,516	13,53		13,53	
	Emulsolas	20077	kg	0,860	1,50	10,320	15,48		15,48	
	Plieninė viela	120002	t	0,000	2 668,57	0,001	3,20		3,20	
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	2,300	6,79	27,600	187,40		187,40	
	Mediniai, inventoriniai statramsčiai (apvalūs)	534052	vnt	0,110	12,13	1,320	16,01		16,01	
	Krosninis kuras	20091	t	0,001	3 968,99	0,011	42,87		42,87	
	Statybinės viny	120030	kg	0,070	3,63	0,840	3,05		3,05	
	Skydų tvirtinimo elementai	521955	t	0,002	4 988,05	0,023	113,73		113,73	
	Kranas	489131	maš.val	0,420	61,01	5,040	307,49			307,49
5	Sienų garo izoliacijos įrengimas, naudojant garo izoliacinę plėvelę	N10P-0505-3	100m2		355,4215	10,25	3 643,07	929,06	2 714,01	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.50	10250	žm.val.	8,000	11,33	82,000	929,06	929,06		
	Izoliacinė plėvelė	220730	m2	105,000	2,52	1 076,250	2 712,15		2 712,15	
	Statybinės viny	120030	kg	0,050	3,63	0,513	1,86		1,86	
6	Sienų vėjo izoliacijos įrengimas, naudojant izoliacinę plėvelę	N10P-0505-1	100m2		355,4215	10,25	3 643,07	929,06	2 714,01	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.50	10250	žm.val.	8,000	11,33	82,000	929,06	929,06		
	Izoliacinė plėvelė	220730	m2	105,000	2,52	1 076,250	2 712,15		2 712,15	
	Statybinės viny	120030	kg	0,050	3,63	0,513	1,86		1,86	

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžia- gos	Mecha- nizmai
7	Sienų medinio karkaso įrengimas, tvirtinant spec. mūrviniais, naudojant pneumo įrankius	N10-227	100m		476,2663	14	6 667,73	4 398,25	1 427,23	842,25
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	24,000	13,09	336,000	4 398,24	4 398,24		
	Mediniai taškai, tašeliai, lentos	260346	m3	0,122	624,47	1,708	1 066,59		1 066,59	
	Spec. vinys (mechanizuotam kalimui)	120325	kg	2,000	12,88	28,000	360,64		360,64	
	Kranas	489131	maš.val	0,100	61,01	1,400	85,41			85,41
	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliu	489246	maš.val	6,000	9,01	84,000	756,84			756,84
8	Sienų šiltinimas 175 mm storio fasadinėmis mineralinės vatos plokštėmis, klijuojant ir tvirtinant laikikliais K9=1.15	N60-12	100m2		8 986,8005	10,25	92 114,71	25 578,88	66 035,22	500,61
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	10300	žm.val.	175,000	14,26	1 793,750	25 578,88	25 578,88		
	Fasadinės min. vatos plokštės	572187	m3	18,735	304,30	192,034	58 435,87		58 435,87	
	Sausi klijų mišiniai	230404	kg	440,000	1,07	4 510,000	4 825,70		4 825,70	
	Smeigės izoliacijos tvirtinimui	220706	vnt	660,000	0,41	6 765,000	2 773,65		2 773,65	
	Elektrinis gražtas	390049	maš.val	33,000	1,48	338,250	500,61			500,61
9	Orientuotų skiedrų plokščių montavimas ant medinio karkaso	N11P-1002-4	m2		18,6303	1 025	19 096,06	3 813,00	14 506,01	777,05
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	10300	žm.val.	0,300	12,40	307,500	3 813,00	3 813,00		
	Orientuotų skiedrų plokštės	572357	m2	1,050	13,29	1 076,250	14 303,36		14 303,36	
	Medsraigčiai (įvairūs)	120063	kg	0,030	6,59	30,750	202,64		202,64	
	Kranas	489131	maš.val	0,010	61,01	10,250	625,35			625,35
	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	489244	maš.val	0,100	1,48	102,500	151,70			151,70
10	RheinZink skardos apdaila, jungiant dvigubu falcu ir naudojant tvirtinimo detales	F12-4-10	100m2		4 987,5020	10,25	51 121,90	11 607,32	39 052,82	461,76
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.90	10390	žm.val.	82,000	13,81	840,500	11 607,31	11 607,31		
	Statybinės vinys	950-5	kg	6,400	3,63	65,600	238,13		238,13	
	Tvirtinimo detalės stogo dangai	120339	vnt	350,000	0,20	3 587,500	717,50		717,50	
	RheinZink skarda	8-8	m2	115,000	32,32	1 178,750	38 097,20		38 097,20	
	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais	48380	maš.val	5,000	9,01	51,250	461,76			461,76

Iš viso	269 359,99	70 719,99	189 497,32	9 142,68
Papildomų medžiagų vertė	5 684,92		3%	
Papildomų mechanizmų vertė	274,28			3%
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai	5 657,60	8%		

Iš viso	307 912,79	83 449,59	214 131,97	10 331,23
Soc. Draudimas	25 869,37	31%		

Iš viso	333 782,16	109 318,96	214 131,97	10 331,23
Statybvietės išlaidos	30 040,39	9%	9%	9%

Iš viso (tiesioginės išlaidos)	363 822,55	119 157,67	233 403,85	11 261,03
Pridėtinės išlaidos	25 034,88	30%		

Iš viso	388 857,43	144 192,55	233 403,85	11 261,03
Pelnas	19 442,87	5%	5%	5%

Iš viso (su netiesioginėmis išlaidomis)	408 300,30	151 402,18	245 074,04	11 824,08
PVM	85 743,06	21%	21%	21%

Iš viso	493 855,60	183 196,64	296 539,59	14 307,13
----------------	-------------------	-------------------	-------------------	------------------

Sudarė: Danius Jasiulionis

Tikrino: Marijonas Daunoravičius

LOKALINĖ ŠAMATA NR. 3

Sudaryta 2016 m. 9 mėn. kainomis

K001 Vėdinamas keramzitbetonio blokelių fasadas

O1 Objektas

S1 Šamata

Iš viso: 501 944,99 EUR

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
1	Mūro hidroizoliacijos sluoksnis, klijuojant rulonines medžiagas bitumo-gumos mastika K8=1.14	N11-25	100m2		2 351,4898	1,5	3 527,23	805,75	2 721,48	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	10300	žm.val.	38,000	14,14	57,000	805,75	805,75		
	Hidroizoliacinis izolas	570277	m2	112,000	2,68	168,000	450,24		450,24	
	Dyzelinis kuras	20014	t	0,017	3 968,99	0,025	98,83		98,83	
	Gumos-bitumo mastika (stogo hidroizoliacijai)	570871	kg	250,000	5,39	375,000	2 021,25		2 021,25	
	Bitumo gruntas	230075	t	0,069	1 460,53	0,104	151,16		151,16	
2	Fasadinių pastolių įrengimas ir išardymas kai pastolių plotis 1,09 m, aukštis iki 15 m (100 m2 vertikalios projekcijos)	N15P-1501-3	100m2		275,2458	10,25	2 821,27	2 066,26	755,01	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	15,400	13,09	157,850	2 066,26	2 066,26		
	Fasadiniai pastoliai b=1.09m	520387	m2	0,670	109,94	6,868	755,01		755,01	
3	Keramzitbetonio FIBO blokelių mūras K8=1.12, K9=1.15	F8-1-12	m3		283,6956	256,25	72 697,00	16 363,00	51 311,50	5 022,50
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.20	10320	žm.val.	4,000	15,96	1 025,000	16 363,00	16 363,00		
	Keramzitiniai sienų blokeliai, 490x250x185mm	313-15	vnt	45,000	3,97	11 531,250	45 779,06		45 779,06	
	Sudėtiniai skiediniai	361	m3	0,100	215,90	25,625	5 532,44		5 532,44	
	Bokštiniai kranai, kai strėlės siekis iki 30 m	48095	maš.val	0,400	49,00	102,500	5 022,50			5 022,50
4	Monolitinės gelžbetoninės sąramos K8=1.04, K9=1.15	N6-55	m3		602,2159	12	7 226,59	2 800,20	4 118,90	307,49
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.11	10311	žm.val.	15,600	14,96	187,200	2 800,19	2 800,19		
	Betonas	260014	m3	1,015	202,92	12,180	2 471,57		2 471,57	
	Armatūra	260017	t	0,050	2 133,24	0,600	1 279,94		1 279,94	
	Apipjautos lentos 40mm st. (3 rūš.)	534003	m3	0,002	624,47	0,024	14,99		14,99	
	Klojinių skydai	534936	m2	0,043	26,23	0,516	13,53		13,53	
	Emulsolas	20077	kg	0,860	1,50	10,320	15,48		15,48	
	Plieninė viela	120002	t	0,000	2 668,57	0,001	3,20		3,20	
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	2,300	6,79	27,600	187,40		187,40	
	Mediniai, inventoriniai statramsčiai (apvalūs)	534052	vnt	0,110	12,13	1,320	16,01		16,01	
	Krosninis kuras	20091	t	0,001	0,00	0,011				
	Statybinės viny	120030	kg	0,070	3,63	0,840	3,05		3,05	
	Skydų tvirtinimo elementai	521955	t	0,002	4 988,05	0,023	113,73		113,73	
	Kranas	489131	maš.val	0,420	61,01	5,040	307,49			307,49
5	Sienų garo izoliacijos įrengimas, naudojant garo izoliacinę plėvelę	N10P-0505-3	100m2		355,4215	10,25	3 643,07	929,06	2 714,01	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.50	10250	žm.val.	8,000	11,33	82,000	929,06	929,06		
	Izoliacinė plėvelė	220730	m2	105,000	2,52	1 076,250	2 712,15		2 712,15	
	Statybinės viny	120030	kg	0,050	3,63	0,513	1,86		1,86	
6	Sienų vėjo izoliacijos įrengimas, naudojant izoliacinę plėvelę	N10P-0505-1	100m2		355,4215	10,25	3 643,07	929,06	2 714,01	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 2.50	10250	žm.val.	8,000	11,33	82,000	929,06	929,06		
	Izoliacinė plėvelė	220730	m2	105,000	2,52	1 076,250	2 712,15		2 712,15	
	Statybinės viny	120030	kg	0,050	3,63	0,513	1,86		1,86	

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžia- gos	Mecha- nizmai
7	Sienų šiltinimas, klijuojant kai naudojamos fasadinės mineralinės vatos plokštės, izoliacijos sluoksnio storis 100 mm	N26P-1205-1	100m2		4 345,9020	10,25	44 545,50	7 371,80	37 137,29	36,41
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	10300	žm.val.	58,000	12,40	594,500	7 371,80	7 371,80		
	Fasadinės min. vatos plokštės	572187	m3	10,500	304,30	107,625	32 750,29		32 750,29	
	Sausi klijų mišiniai	230404	kg	400,000	1,07	4 100,000	4 387,00		4 387,00	
	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	489244	maš.val	2,400	1,48	24,600	36,41			36,41
8	Sienų šiltinimas, klijuojant ir tvirtinant mechaniškai kai naudojamos fasadinės mineralinės vatos plokštės, izoliacijos sluoksnio storis 100 mm	N26P-1206-1	100m2		3 121,0870	10,25	31 991,14	8 261,50	23 283,64	446,00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	10300	žm.val.	65,000	12,40	666,250	8 261,50	8 261,50		
	Fasadinės min. vatos plokštės	572187	m3	5,250	304,30	53,813	16 375,14		16 375,14	
	Smeigės izoliacijos tvirtinimui	220706	vnt	600,000	0,41	6 150,000	2 521,50		2 521,50	
	Sausi klijų mišiniai	230404	kg	400,000	1,07	4 100,000	4 387,00		4 387,00	
	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	489244	maš.val	29,400	1,48	301,350	446,00			446,00
9	Stiklo pluoštu armuotų betoninių, fasadinių plokščių tvirtinimas prie įrengto metalinio karkaso K2=1.05	N15-49-1	m2		113,5679	1 025	116 407,05	13 127,75	102 721,81	557,49
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	0,851	15,05	872,275	13 127,74	13 127,74		
	Kabinimo detalės	260428	vnt	4,000	0,50	4 100,000	2 050,00		2 050,00	
	Tvirtinimo detalės	260428	vnt	4,000	1,50	4 100,000	6 150,00		6 150,00	
	Sandarinio juosta	260872	m	0,450	0,52	461,250	239,85		239,85	
	Metaliniai T formos profiliai	261070	m	2,000	1,85	2 050,000	3 792,50		3 792,50	
	Savisriegiai sraigtai (metalui)	120323	vnt	7,000	0,24	7 175,000	1 722,00		1 722,00	
	MINERIT fasadinė plokštė	572307	m2	1,030	84,08	1 055,750	88 767,46		88 767,46	
	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	489244	maš.val	0,368	1,48	376,688	557,50			557,50

Iš viso							286 501,92	52 654,38	227 477,65	6 369,89
Papildomų medžiagų vertė							6 824,33		3%	
Papildomų mechanizmų vertė							191,10			3%
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai							4 212,35	8%		

Iš viso							326 379,89	62 132,17	257 049,75	7 197,97
Soc. Draudimas							19 260,97	31%		

Iš viso							345 640,86	81 393,14	257 049,75	7 197,97
Statybvietės išlaidos							31 107,68	9%	9%	9%

Iš viso (tiesioginės išlaidos)							376 748,54	88 718,52	280 184,23	7 845,79
Pridėtinės išlaidos							18 639,65	30%		

Iš viso							395 388,19	107 358,17	280 184,23	7 845,79
Pelnas							19 769,41	5%	5%	5%

Iš viso (su netiesioginėmis išlaidomis)							415 157,60	112 726,08	294 193,44	8 238,08
PVM							87 183,10	21%	21%	21%

Iš viso							501 944,99	136 398,56	355 974,07	9 968,07
----------------	--	--	--	--	--	--	-------------------	-------------------	-------------------	-----------------

Sudarė: Danius Jasiulionis

Tikrino: Marijonas Daunoravičius

LOKALINĖ ŠAMATA NR. 4
Sudaryta 2016 m. 9 mėn. kainomis

K001 Daugiasluoksnės poliizocianurano plokštės fasadas

O1 Objektas

S1 Šamata

Iš viso: **302 305,91** EUR

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
1	Lengvų pastatų išorės sienų daugiasluoksnių plokščių montavimas	N9-324	100m2		9 797,4070	10,25	100 423,42	15 089,03	75 204,36	10 130,03
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.00	10400	žm.val.	105,000	14,02	1 076,250	15 089,03	15 089,03		
	Sandaravimo juosta	260872	m	200,000	1,50	2 050,000	3 075,00		3 075,00	
	Daugiasluoksnės PolTherma TS PIR plokštės	260874	m2	100,000	69,00	1 025,000	70 725,00		70 725,00	
	Savisriegiai sraigčiai (metalui)	120323	vnt	130,000	0,55	1 332,500	732,88		732,88	
	Savisriegiai sraigčiai (plokštėms tvirtinti)	120324	vnt	25,000	1,20	256,250	307,50		307,50	
	Hermetikas	230432	l	1,900	18,69	19,475	363,99		363,99	
	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	489244	maš.val	8,200	1,48	84,050	124,39			124,39
	Kranas ant automob. važiuoklės keliam.galios iki 10 t	489034	maš.val	16,000	61,01	164,000	10 005,64			10 005,64
2	Montavimo metalinių omega profilių montavimas	N9P-0308-1	100m		523,3780	15,4	8 060,02	3 951,09	3 988,14	120,79
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	19,600	13,09	301,840	3 951,09	3 951,09		
	Savisriegiai sraigčiai (metalui)	120323	vnt	250,000	0,24	3 850,000	924,00		924,00	
	Omega montavimo profiliai	90284	m	101,000	1,97	1 555,400	3 064,14		3 064,14	
	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	489244	maš.val	5,300	1,48	81,620	120,80			120,80
3	Sienų metalinių profiliuotų lakštų montavimas	N9-340	100m2		1 965,4700	10,25	20 146,07	3 448,24	14 247,50	2 450,33
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	25,700	13,09	263,425	3 448,23	3 448,23		
	Metaliniai profiliuoti lakštai	260876	m2	100,000	11,10	1 025,000	11 377,50		11 377,50	
	Savisriegiai sraigčiai (metalui)	120323	vnt	500,000	0,56	5 125,000	2 870,00		2 870,00	
	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	489244	maš.val	9,000	1,48	92,250	136,53			136,53
	Kranas ant automob. važiuoklės keliam.galios iki 10 t	489034	maš.val	3,700	61,01	37,925	2 313,80			2 313,80
4	Lygios skardos danga jungiama falcu ir kniedėmis	F12-4-10	100m2		4 131,0600	10,25	42 343,37	11 607,31	30 274,30	461,76
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.90	10390	žm.val.	82,000	13,81	840,500	11 607,31	11 607,31		
	Kniedės metalui	950-5	kg	6,400	0,60	65,600	39,36		39,36	
	Lygi skarda (poliesteris) 0.45mm (Ruuki)	8-8	m2	115,000	25,65	1 178,750	30 234,94		30 234,94	
	Mažosios mechanizacijos priemonės su elektros varikliais	48380	maš.val	5,000	9,01	51,250	461,76			461,76

Iš viso	170 972,88	34 095,67	123 714,30	13 162,91
Papildomų medžiagų vertė	3 711,43		3%	
Papildomų mechanizmų vertė	394,89			3%
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai	2 727,65	8%		

Iš viso	194 904,14	40 232,89	139 797,16	14 874,09
Soc. Draudimas	12 472,20	31%		

Iš viso	207 376,34	52 705,09	139 797,16	14 874,09
Statyb vietės išlaidos	18 663,87	9%	9%	9%

Iš viso (tiesioginės išlaidos)	226 040,21	57 448,55	152 378,90	16 212,76
Pridėtinės išlaidos	12 069,87	30%		

Iš viso	238 110,08	69 518,42	152 378,90	16 212,76
Pelnas	11 905,50	5%	5%	5%

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

Iš viso (su netiesioginėmis išlaidomis)

250 015,58 72 994,34 159 997,85 17 023,39

PVM

52 503,27 21% 21% 21%

Iš viso

302 305,91 88 323,16 193 597,39 20 598,30

Sudarė: Danius Jasiulionis

Tikrino: Marijonas Daunoravičius

LOKALINĖ ŠAMATA NR. 5
Sudaryta 2016 m. 9 mėn. kainomis

K001 Trisluoksnės gelžbetonio sienos fasadas

O1 Objektas

S1 Šamata

Iš viso: **436 334,89** EUR

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
1	Trisluoksnio gelžbetonio 230mm storio siena, apšiltinta 180mm mineralinės vatos pl. su specialia išorės gelžbetonio sluoksnio tekstūra K8=1.09, K9=1.15	N9-324	m2		249,4547	1 025	255 691,11	35 746,88	186 723,98	33 220,25
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.90	10360	žm.val.	2,250	15,50	2 306,250	35 746,88	35 746,88		
	Armatūrinis karkasas	12	t	0,022	2 933,22	22,550	66 144,11		66 144,11	
	Klijai mineralinės vatos plokštėms	832-24	kg	8,000	1,28	8 200,000	10 496,00		10 496,00	
	Smeigės su metaline įkalama vinimi TID-T 08/60x175mm (akmens vatos tvirt.)	965-6	vnt	4,000	0,55	4 100,000	2 255,00		2 255,00	
	Betono mišiniai	320	m3	0,235	202,92	240,875	48 878,36		48 878,36	
	Izoliacinės mineralinės vatos plokštės	749	m3	0,189	304,30	193,725	58 950,52		58 950,52	
	Kranas ant automob. važiuoklės 16 t keliam. galios	489051	maš.val	0,400	79,00	410,000	32 390,00			32 390,00
	Kiti smulkūs mechanizmai	48382	maš.val	0,360	2,25	369,000	830,25			830,25

Iš viso	255 691,11	35 746,88	186 723,98	33 220,25
Papildomų medžiagų vertė	5 601,72		3%	
Papildomų mechanizmų vertė	996,61			3%
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai	2 859,75	8%		

Iš viso	290 718,30	42 181,32	210 998,10	37 538,88
Soc. Draudimas	13 076,21	31%		

Iš viso	303 794,51	55 257,53	210 998,10	37 538,88
Statybvietės išlaidos	27 341,51	9%	9%	9%

Iš viso (tiesioginės išlaidos)	331 136,02	60 230,71	229 987,93	40 917,38
Pridėtinės išlaidos	12 654,40	30%		

Iš viso	343 790,42	72 885,11	229 987,93	40 917,38
Pelnas	17 189,52	5%	5%	5%

Iš viso (su netiesioginėmis išlaidomis)	360 979,94	76 529,37	241 487,33	42 963,24
PVM	75 805,79	21%	21%	21%

Iš viso	436 334,89	92 600,54	292 199,67	51 985,52
----------------	-------------------	------------------	-------------------	------------------

Sudarė: Danius Jasiulionis

Tikrino: Marijonas Daunoravičius

LOKALINĖ ŠAMATA NR. 6

Sudaryta 2016 m. 9 mėn. kainomis

K001 Fasado su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu

O1 Objektas

S1 Šamata

Iš viso: 370 013,66 EUR

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
1	Mūro hidroizoliacijos sluoksnis, klijuojant rulonines medžiagas bitumo-gumos mastika K8=1.14	N11-25	100m2		2 351,4898	1,5	3 527,23	805,75	2 721,48	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.00	10300	žm.val.	38,000	14,14	57,000	805,75	805,75		
	Hidroizoliacinis izolas	570277	m2	112,000	2,68	168,000	450,24		450,24	
	Dyzelinis kuras	20014	t	0,017	3 968,99	0,025	98,83		98,83	
	Gumos-bitumo mastika (stogo hidroizoliacijai)	570871	kg	250,000	5,39	375,000	2 021,25		2 021,25	
	Bitumo gruntas	230075	t	0,069	1 460,53	0,104	151,16		151,16	
2	Fasadinių pastolių įrengimas ir išardymas kai pastolių plotis 1,09 m, aukštis iki 15 m (100 m2 vertikalios projekcijos)	N15P-1501-3	100m2		275,2458	10,25	2 821,27	2 066,26	755,01	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	15,400	13,09	157,850	2 066,26	2 066,26		
	Fasadiniai pastoliai b=1.09m	520387	m2	0,670	109,94	6,868	755,01		755,01	
3	Akyto betono 300mm storio blokų mūras, klijuojant ir paduodant medžiagas autokranu K8=1.12, K9=1.15	N8-350	m3		176,2926	307,5	54 209,98	24 378,91	26 829,38	3 001,69
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.30	10330	žm.val.	4,900	16,18	1 506,750	24 378,91	24 378,91		
	Sieniniai blokai iš akyto betono	572062	m3	1,000	75,00	307,500	23 062,50		23 062,50	
	Plonasluoksnis skiedinys (mūro darbams)	600187	kg	25,000	0,49	7 687,500	3 766,88		3 766,88	
	Kranas ant automob. važiuoklės keliam.galios iki 10 t	489034	maš.val	0,160	61,01	49,200	3 001,69			3 001,69
4	Sienų šiltinimas, užpurškiant poliuretano putų sluoksnį kai sluoksnio storis 80 mm K9=1.15	R62P-2305-1	100m2		1 761,0933	10,25	18 051,21	2 619,83	9 665,75	5 765,63
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.70	10370	žm.val.	16,500	15,49	169,125	2 619,83	2 619,83		
	Uždarų porų kietosios poliuretano putos	570849	m3	8,200	115,00	84,050	9 665,75		9 665,75	
	Poliuretano purškimo įranga	489368	maš.val	12,500	45,00	128,125	5 765,63			5 765,63
5	Putų poliuretano paviršiaus hidrofobizavimas elastomeru K9=1.15	R14-241	100m2		1 115,2140	10,25	11 430,94	2 974,70	1 537,49	6 918,75
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.00	10400	žm.val.	18,000	16,12	184,500	2 974,69	2 974,69		
	Hidrofobizuojantis skystis	220156	m3	1,000	150,00	10,250	1 537,50		1 537,50	
	Poliuretano purškimo įranga	489368	maš.val	15,000	45,00	153,750	6 918,75			6 918,75
6	Keraminių fasadinių apdailos plytelių tvirtinimas prie įrengto metalinio karkaso K2=1.05	N15-49-1	m2		73,8327	1 025	75 678,47	13 127,74	62 361,10	189,63
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	0,851	15,05	872,275	13 127,74	13 127,74		
	Kabinimo detalės	260428	vnt	4,000	1,25	4 100,000	5 125,00		5 125,00	
	Tvirtinimo detalės	260428	vnt	4,000	2,00	4 100,000	8 200,00		8 200,00	
	Sandaravimo juosta	260872	m	0,450	0,55	461,250	253,69		253,69	
	Metaliniai T formos profiliai	261070	m	2,000	1,95	2 050,000	3 997,50		3 997,50	
	Keraminė fasado apdailos plytelė	572307	m2	1,030	42,42	1 055,750	44 784,92		44 784,92	
	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	489244	maš.val	0,125	1,48	128,125	189,63			189,63

Iš viso

Papildomų medžiagų vertė

165 719,10

3 116,11

45 973,19

103 870,21

15 875,70

3%

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžia- gos	Mecha- nizmai
	Papildomų mechanizmų vertė						476,27			3%
	Kiti darbo užmokesčio priskaitymai						3 677,86	8%		
Iš viso							230 991,03	65 741,68	143 340,88	21 908,47
	Soc. Draudimas						20 379,92	31%		
Iš viso							251 370,95	86 121,60	143 340,88	21 908,47
	Statybvietės išlaidos						22 623,39	9%	9%	9%
Iš viso (tiesioginės išlaidos)							273 994,34	93 872,55	156 241,56	23 880,23
	Pridėtinės išlaidos						19 722,50	30%		
Iš viso							293 716,84	113 595,05	156 241,56	23 880,23
	Pelnas						14 685,84	5%	5%	5%
Iš viso (su netiesioginėmis išlaidomis)							308 402,68	119 274,80	164 053,64	25 074,24
	PVM						64 764,56	21%	21%	21%
Iš viso							370 013,66	144 322,51	198 504,90	30 339,83

Sudarė: Danius Jasiulionis

Tikrino: Marijonas Daunoravičius

Priedas Nr. 6 Sutikimas naudotis techninio projekto dokumentacija

**Kauno technologijos universiteto
Statybos ir architektūros fakulteto
Statybos technologijų katedros vedėjui**

DĖL LEIDIMO NAUDOTIS STATINIO PROJEKTU

2017 m. sausio 5 d.

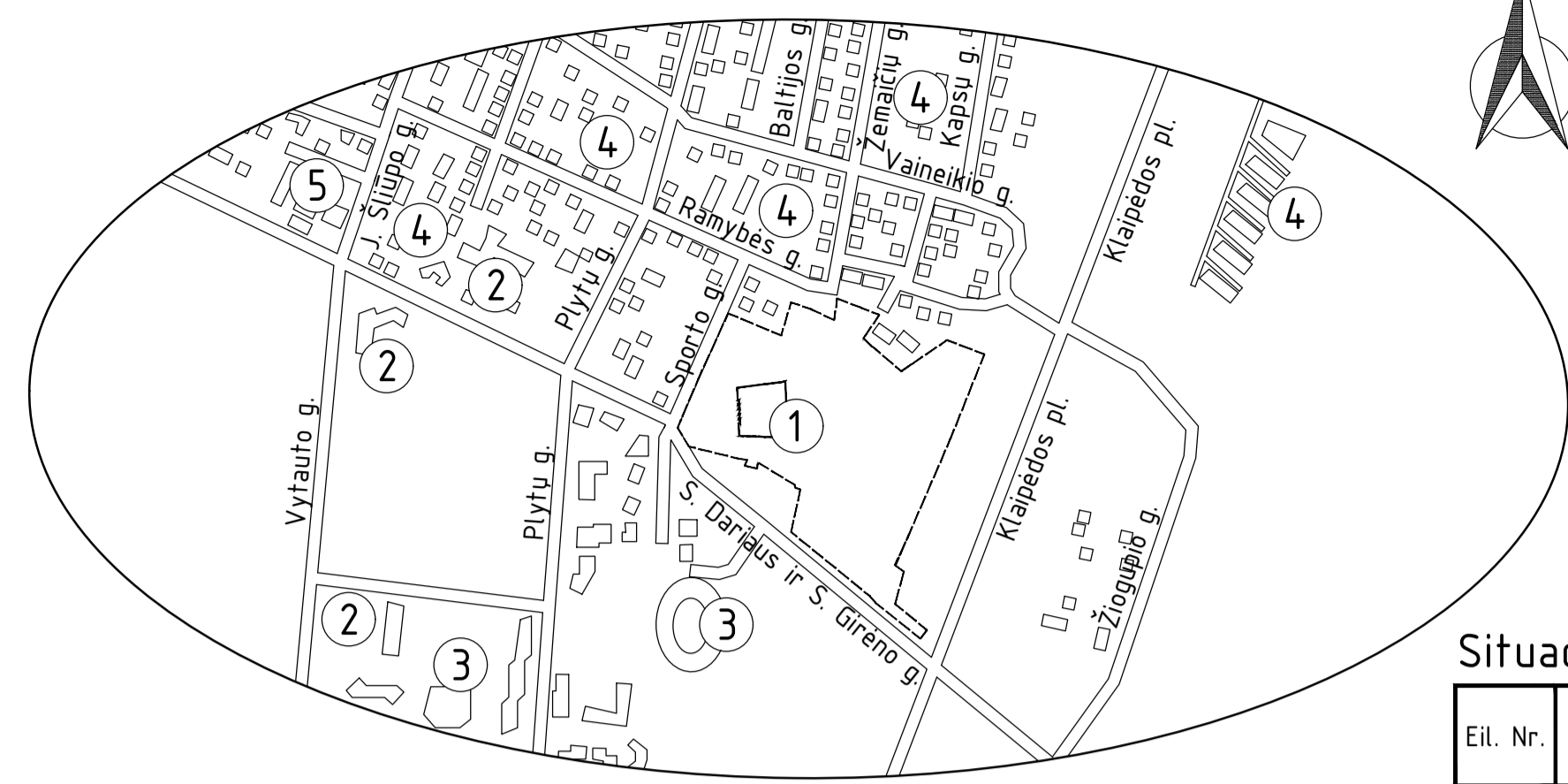
Leidžiame naudotis statinio „Universali sporto salė“, esančio Sporto g. 3, Palangos m., techninio projekto dokumentacija mokymo tikslais KTU Statybos ir architektūros fakulteto Statybos technologijų katedros studentui Daniui Jasiulioniui magistro baigiamajame projekte.

UAB „SIMPER“

Direktorius

Vilmantas Padaiga

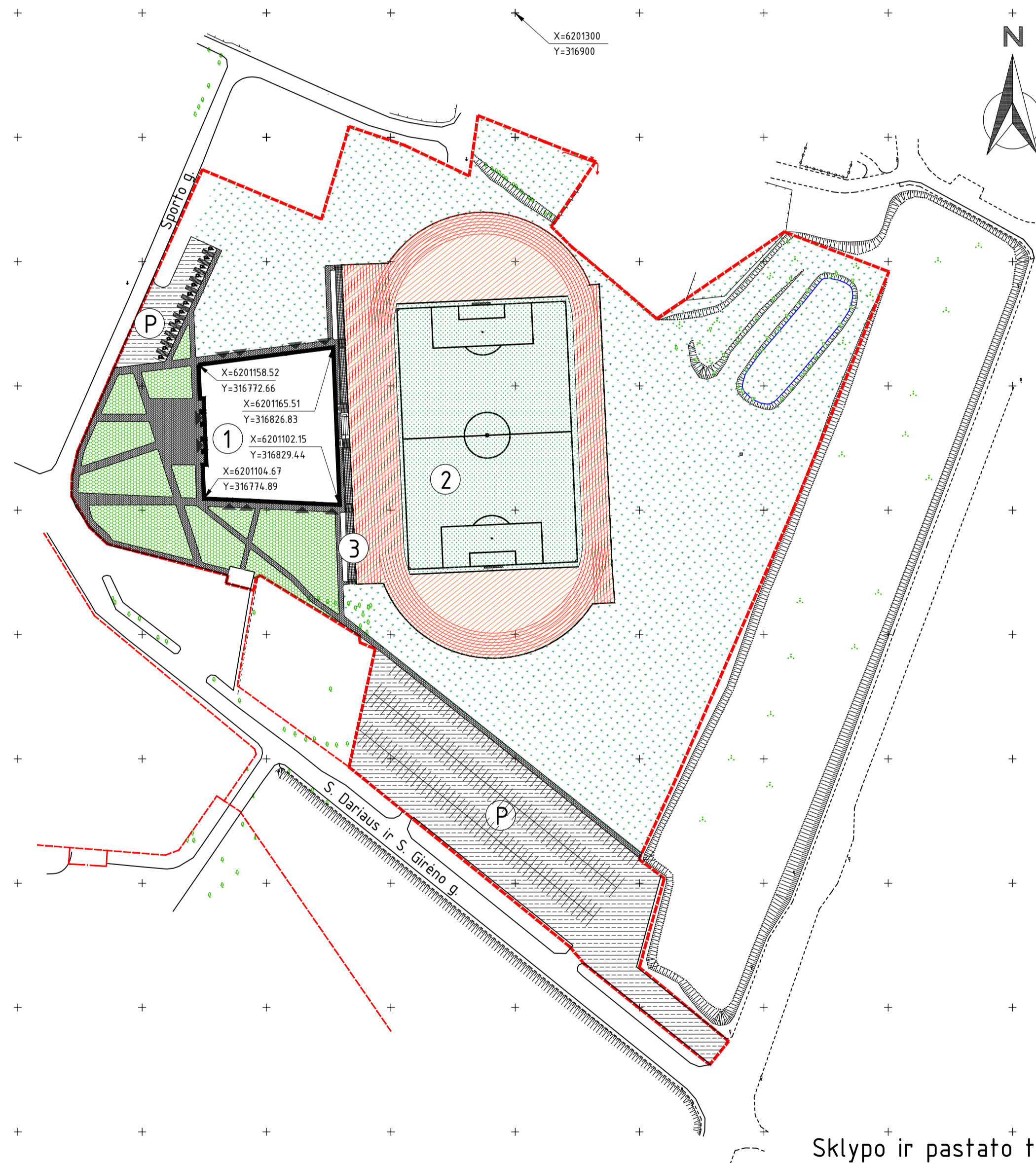
Situacijos planas Mastelis 1:7500



Situacijos plano eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas
1.	Projektuojamas pastatas
2.	Poilsio namai
3.	Viešbutis
4.	Gyvenamosios paskirties pastatai
5.	Miesto sporto mokykla

Sklypo planas Mastelis 1:1500



Sutartiniai sklypo plano žymėjimai

- Guminė stadiono danga
- Dirbtinė futbolo aikštės veja
- Natūrali veja
- Asfalto danga
- Gazonas
- Grindinio trinkelės
- Sklypu ribos
- ŽN autotransporto parkavimo vieta su išlipimo aikšte

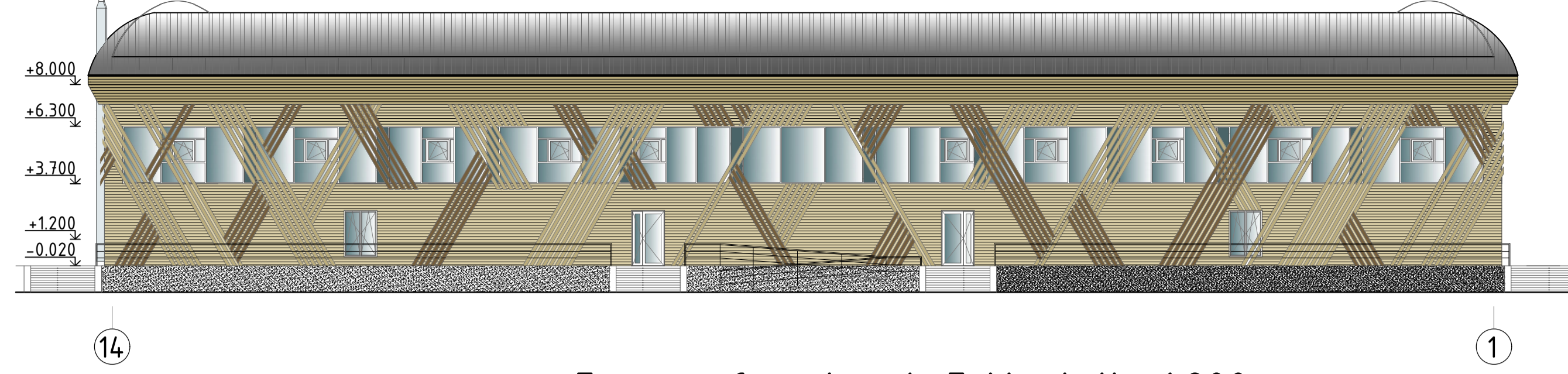
Sklypo plano eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas
1.	Universali sporto salė
2.	Futbolo stadiono aikštė
3.	Žiūrovų tribūnos
P.	Automobilių parkavimo aikštės

Sklypo ir pastato techniniai rodikliai

Eil. Nr.	Pavadinimas, rodiklis	Matavimo vien.	Kiekis
1.1	Sklypo plotas	m ²	57580.0
1.2	Sklypo užstatymo plotas	m ²	3415.0
1.3	Sklypo užstatymo tankumas	%	5.6
1.4	Apželdintas žemės plotas	m ²	3556.6
1.5	Automobilių stovėjimo vietos	vnt.	254
2.1	Maksimalus sėdimųjų vietų skaičius	vnt.	1000
2.2	Bendrasis plotas	m ²	4626.0
2.3	Pagrindinis plotas	m ²	2886.9
2.4	Pagalbinis plotas	m ²	1739.1
2.5	Pastato aukštų skaičius	vnt.	3
2.6	Pastato tūris	m ³	31906
2.7	Pastato aukštis	m	11.4

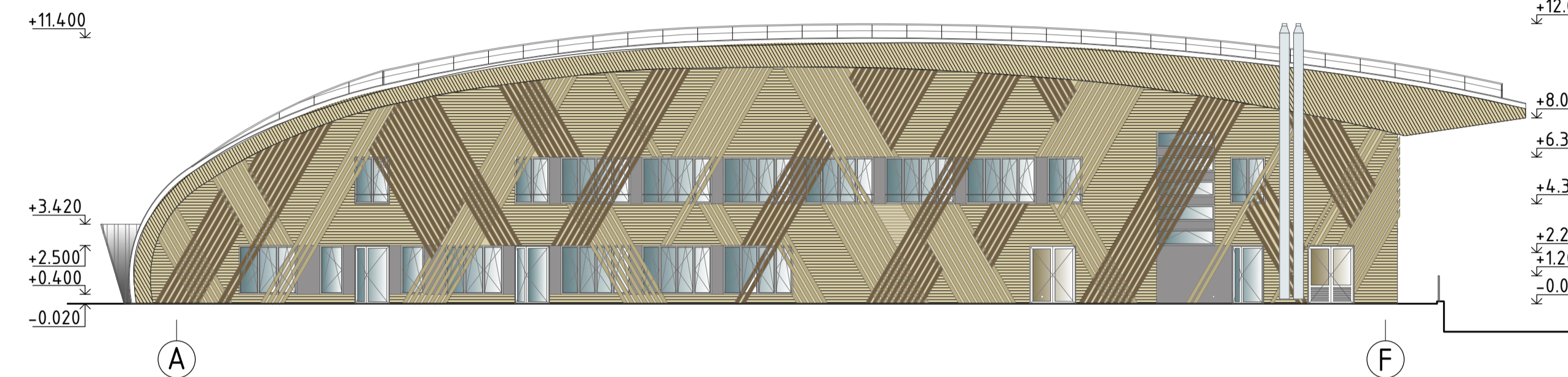
Esamas fasadas 14-1 Mastelis 1:200



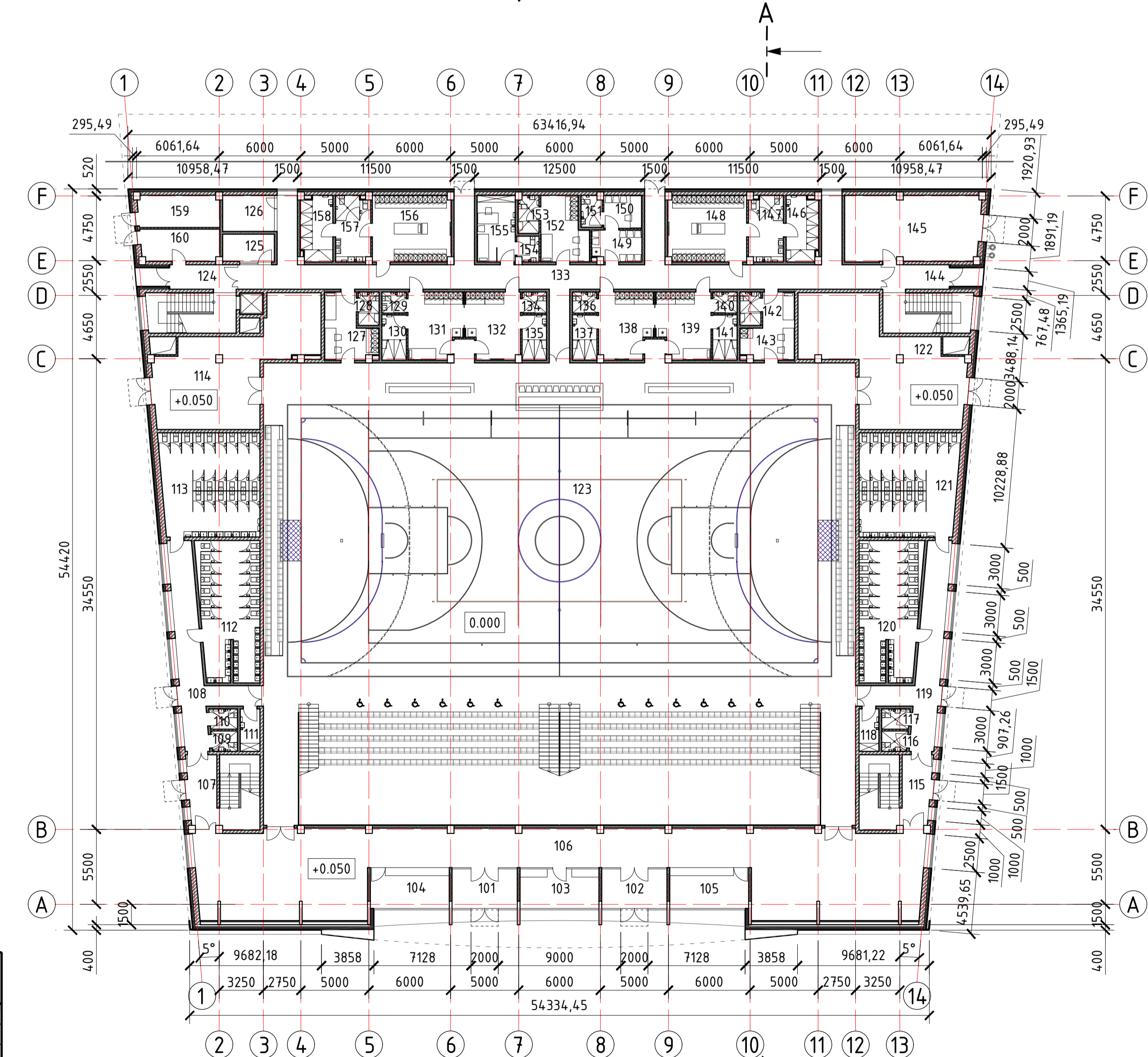
Sutartiniai fasadų žymėjimai

- Cinkuota stogo danga
- Medinės neobliuotos lentos
- Ažūrinis medinio fasado dekoras
- Stiklas
- Gelžbetonio konstrukcija (atraminė sienutė)

Esamas fasadas A-F Mastelis 1:200



Pirmo aukšto planas Mastelis 1:250



Pirmo aukšto patalpų eksplikacija

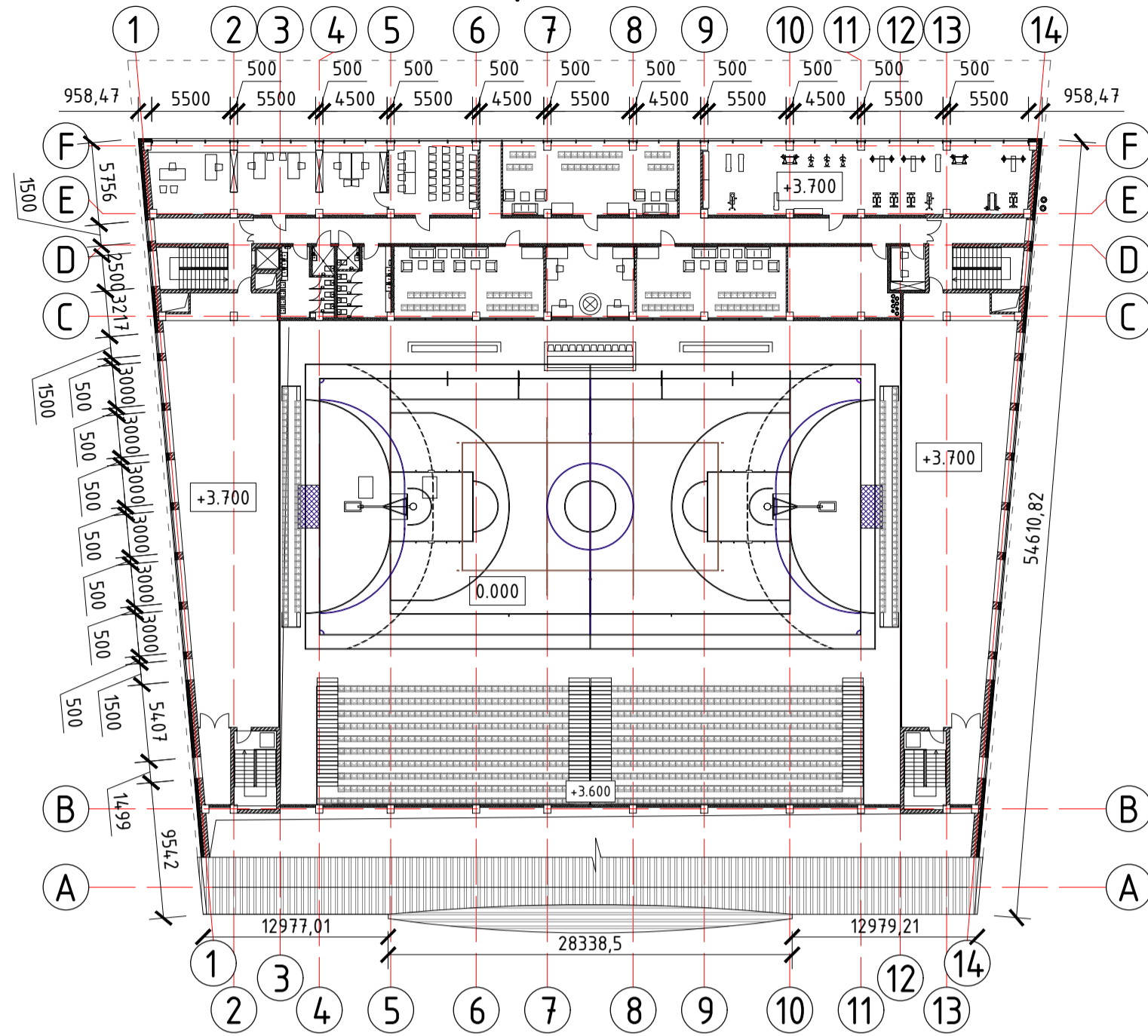
Eil. Nr.	Patalpos pavadinimas	Plotas, m ²
101	Tambūras	13.05
102	Tambūras	13.05
103	Kasa	17.51
104	Rūbinė	18.21
105	Rūbinė	18.21
106	Holas	251.71
107	Laiptinė	15.78
108	Koridorius	34.22
109	Sanitarinis mazgas (vyr.)	2.84
110	Sanitarinis mazgas (mot.)	3.05
111	Valytojos patalpa	4.56
112	Sanitariniai mazgai (vyr.)	45.21
113	Sanitariniai mazgai (mot.)	55.46
114	Nedegųjų medžiagų sandėlis	70.55
115	Laiptinė	15.78
116	Sanitarinis mazgas (vyr.)	2.84
117	Sanitarinis mazgas (mot.)	3.05
118	Valytojos patalpa	4.56
119	Koridorius	34.22
120	Sanitariniai mazgai (vyr.)	45.21
121	Sanitariniai mazgai (mot.)	55.46
122	Nedegųjų medžiagų sandėlis	76.79
123	Pagrindinė sporto salė	1482.07
124	Tambūras - laiptinė	24.56
125	Budintįjo patalpa	7.60
126	Rūbinė	10.07
127	Teisėjų persirengimo patalpa	15.27
128	Sanitarinis mazgas/dušas	3.80
129	Sanitarinis mazgas	2.79
130	Dušu patalpa	5.99
131	Žaidėjų persirengimo patalpa	18.73
132	Žaidėjų persirengimo patalpa	18.73
133	Koridorius	123.45
134	Sanitarinis mazgas	2.79
135	Dušu patalpa	5.99
136	Sanitarinis mazgas	2.79
137	Dušu patalpa	5.99
138	Žaidėjų persirengimo patalpa	18.73
139	Žaidėjų persirengimo patalpa	18.73
140	Sanitarinis mazgas	2.79
141	Dušu patalpa	5.99
142	Sanitarinis mazgas/dušas	3.80
143	Delegato persirengimo patalpa	15.27
144	Laiptinė	24.56
145	Inžinerinė patalpa (katilinė)	47.69
146	Dušu patalpa	11.18
147	Sanitariniai mazgai	12.20
148	Žaidėjų persirengimo patalpa	28.20
149	Dopingo patikros laukiamasis	8.34
150	Dopingo patikros patalpa	6.80
151	Sanitarinis mazgas	3.51
152	Taisėjų persirengimo patalpa	15.52
153	Sanitarinis mazgas/dušas	4.24
154	Sanitarinis mazgas	2.95
155	Medicinos patalpa	13.72
156	Žaidėjų persirengimo patalpa	28.20
157	Sanitariniai mazgai	12.20
158	Dušu patalpa	11.18
159	Inžinerinė patalpa (elektros skydinė)	14.03
160	Inžinerinė patalpa (vandens įvadas)	13.51
Iš viso alt. ±0.00		2855.98
Viso pastato bendras plotas		4625.96

Sutartiniai pirmo aukšto plano žymėjimai

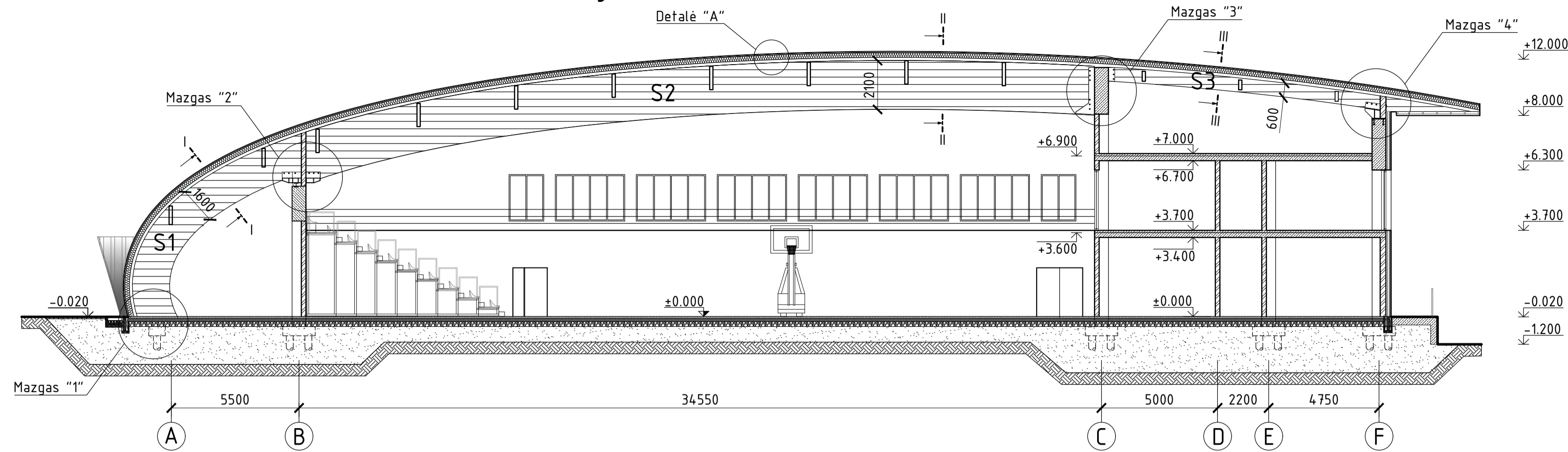
- Silikatinė blokelių mūras
- Silikatinė plytų mūras
- Patalpos numerio žymuo
- Termoizoliacija (akmens vata)

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis projektas
SSM-5	Studentas D. Jasiulionis	Sporto paskirties pastato fasado įrengimo technologijų tyrimai
	Vadovas M. Daunoravičius	
	Recenz. A. Burlingis	Situacijos planas, Sklypo planas, Fasadas 13-2, Fasadas A-F, Pirmo aukšto planas
AK	Konsult. G. Šukaitytė	
PES	Konsult. V. Paukštys	Laida 0
Pr. etapas	Statybos technologijų katedra LT - 51367 Studentų 48, Kaunas	Lapas Lapų 1 10
MBP		2017-MBP-ST-01

Antro aukšto planas Mastelis 1:400

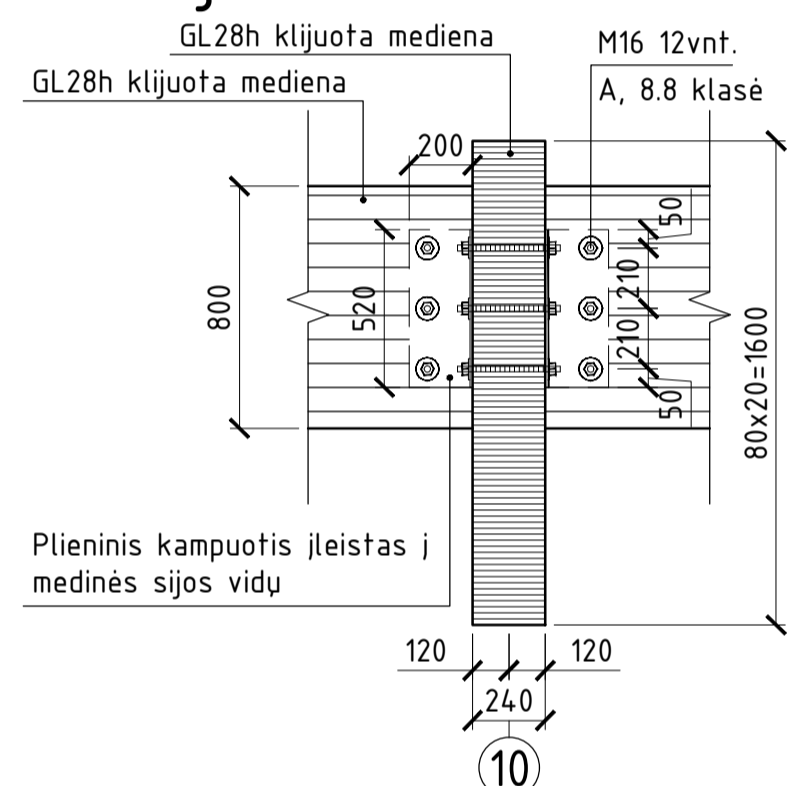


Pjūvis A-A Mastelis 1:150

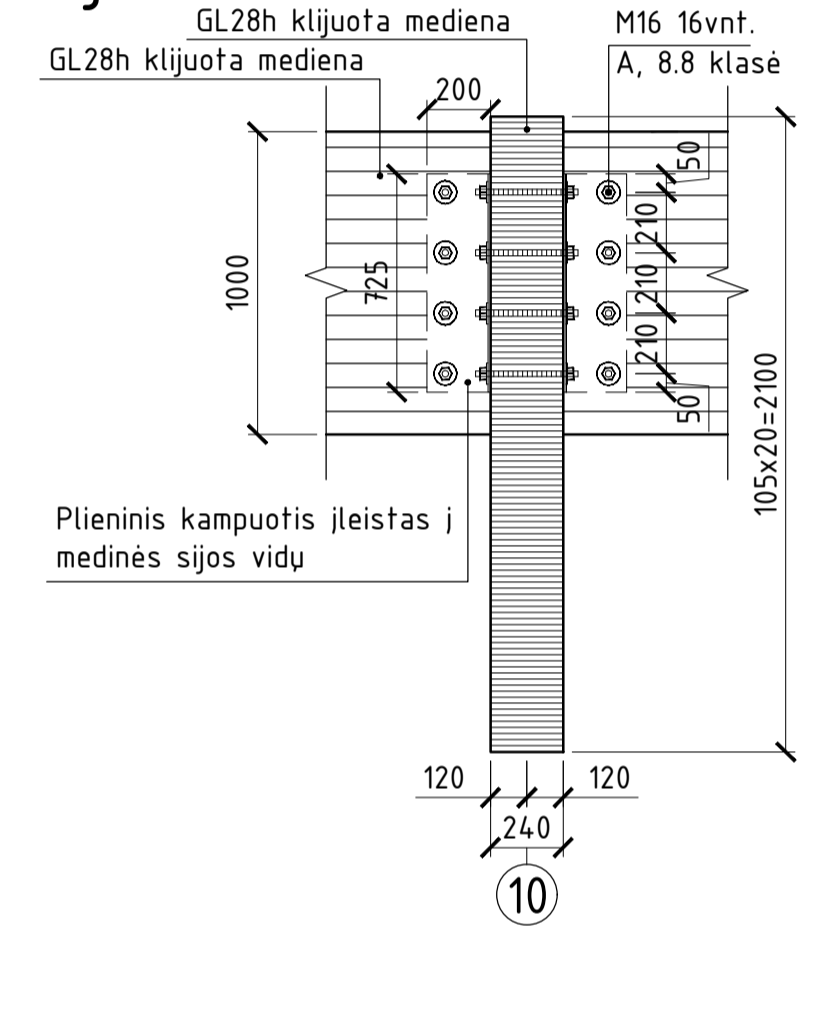


- #### Sutartiniai pjūvių ir detalių žymėjimai
- Monolitinė ar surenkama konstrukcija pjūvyje
 - Mūrinė konstrukcija pjūvyje
 - Termoizoliacinė medžiaga
 - Medinė konstrukcija
 - Natūralūs būsenos gruntas
 - Skalda
 - Išpurentas gruntas

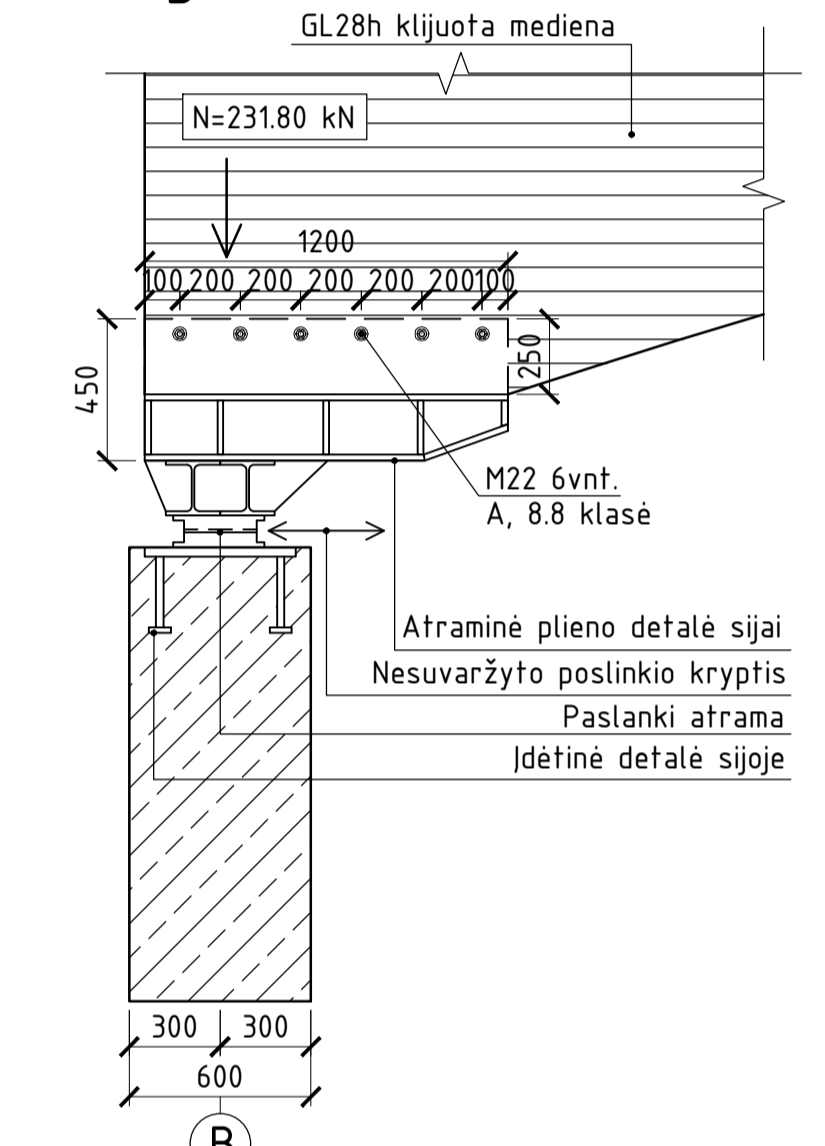
Pjūvis I-I Mastelis 1:25



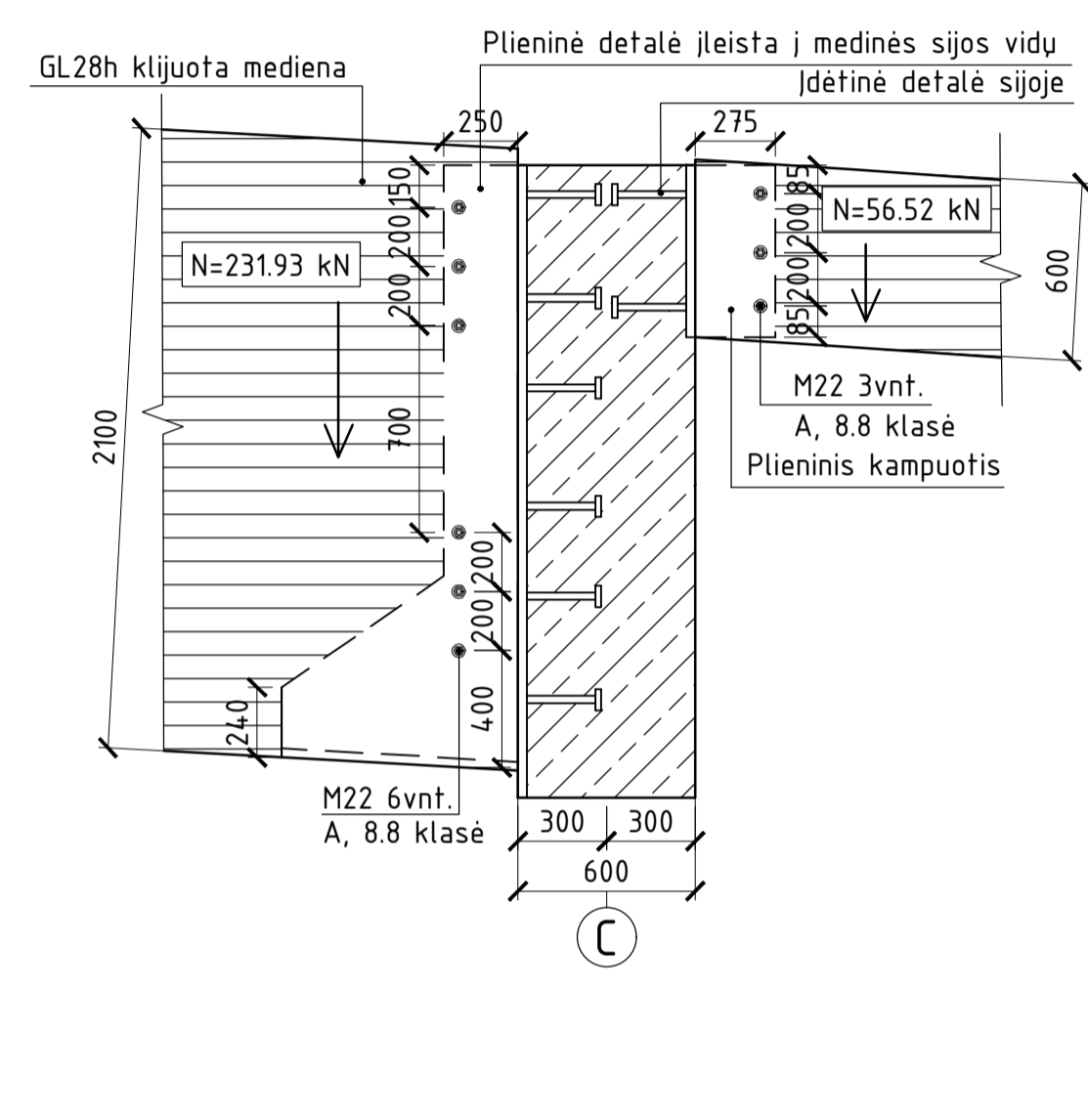
Pjūvis II-II Mastelis 1:25



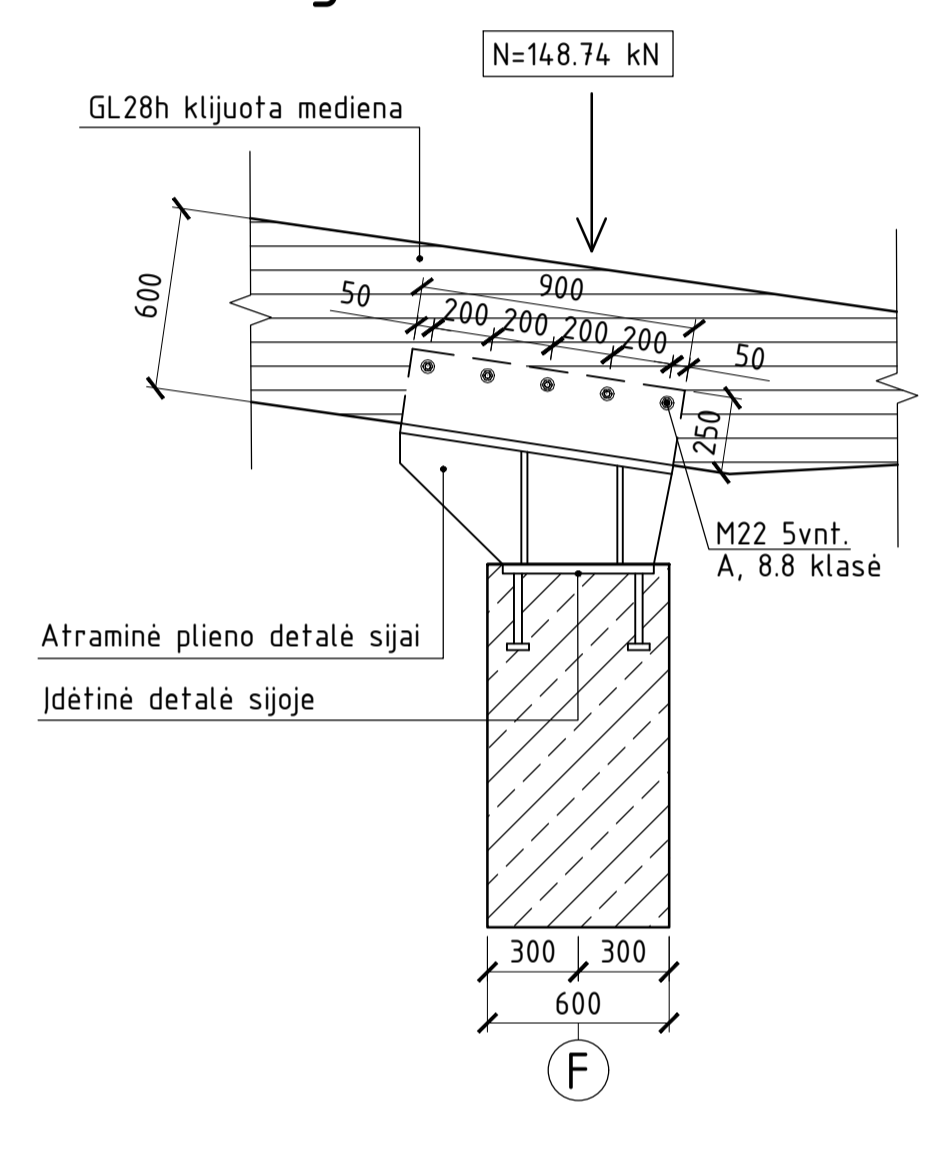
Mazgas "2" Mastelis 1:25



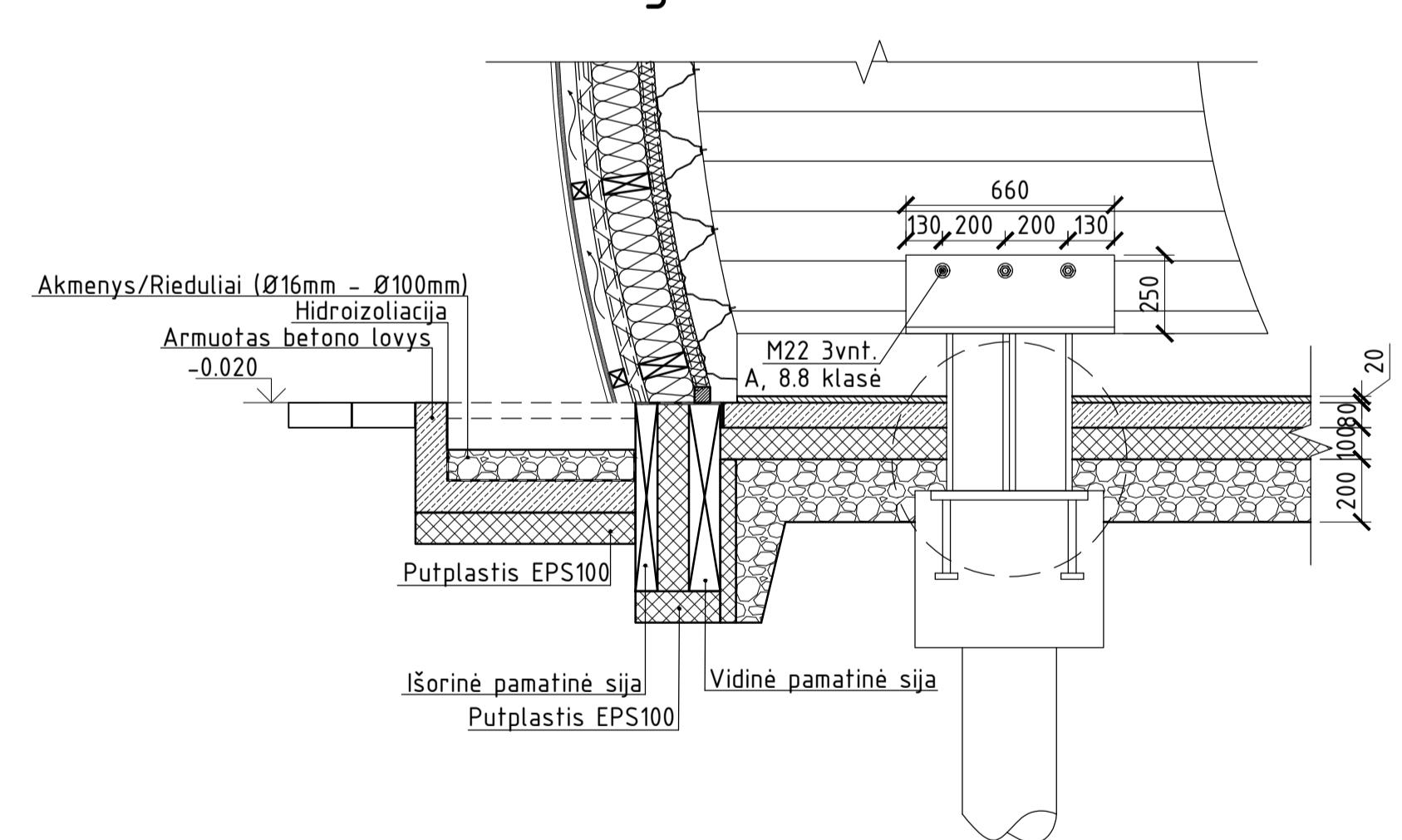
Mazgas "3" Mastelis 1:25



Mazgas "4" Mastelis 1:25

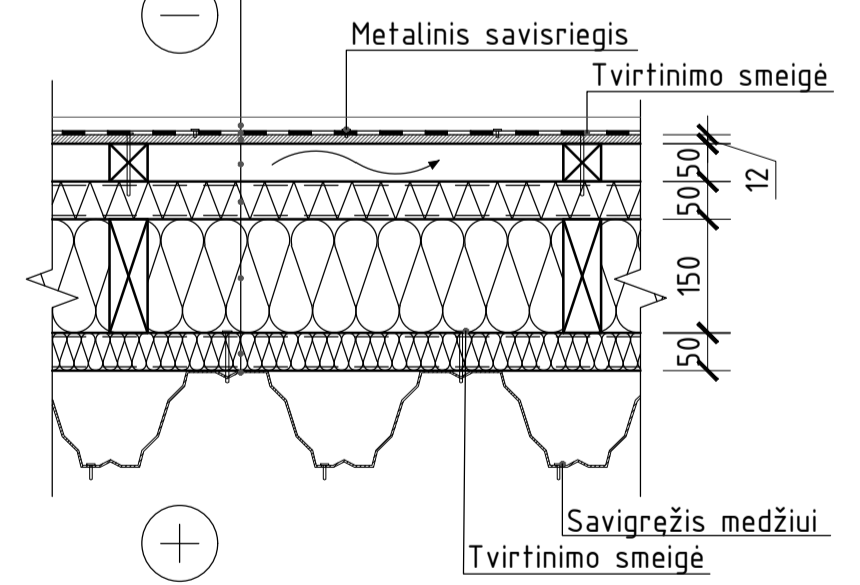


Mazgas "1" Mastelis 1:20

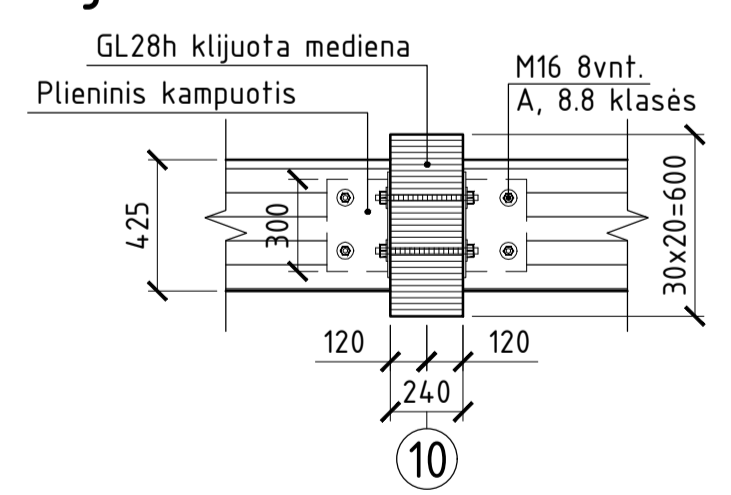


Detalė "A" Mastelis 1:10

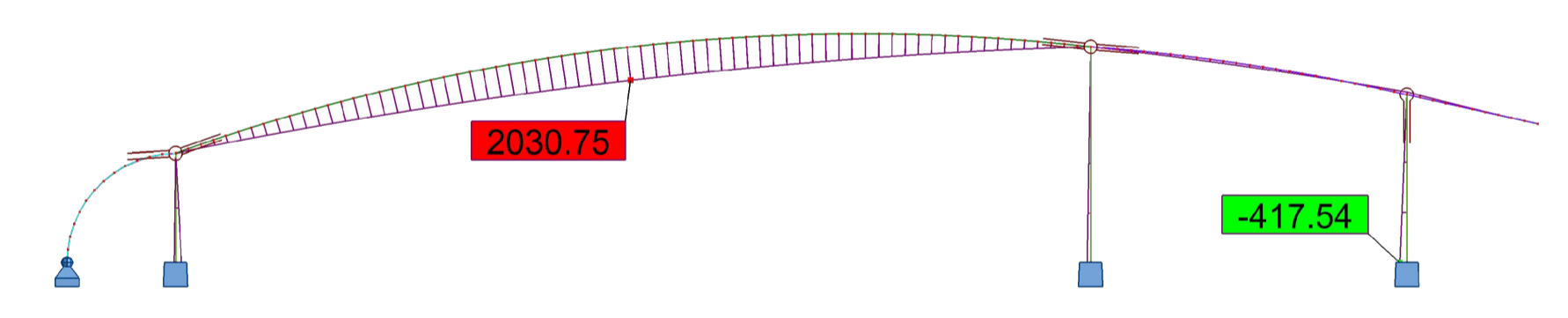
- Skardinė stogo dangą, jungiama dvigubu falcu ("Destafapofil" Classic profilis, PLX dangą), d=1mm
 Difuzinis skiriamasis tarp sluoksnis ("Klober" "Permo Sec"), d=2mm
 Orientuoti medžio skiedry (OSB plokščiai) paklofas, d=12mm
 Medinis tašelis 50x50mm, kas 600mm / Oro tarpas, d=50mm
 Medinis tašelis 50x50mm, kas 600mm / Vėjo izoliacija (Tanki akmens vata "Paroc WAS 35f"), d=50mm
 Medinis tašas 150x50mm, kas 600mm / Termoizoliacija (Akmens vata "Paroc Extra"), d=150mm
 Garo izoliacinė plėvelė
 Medinis tašelis 50x50mm, kas 600mm / Termoizoliacija (Akmens vata "Paroc Extra"), d=50mm
 Profiliuotas laikantysis skardos lakštas TP 128/930, d=2mm



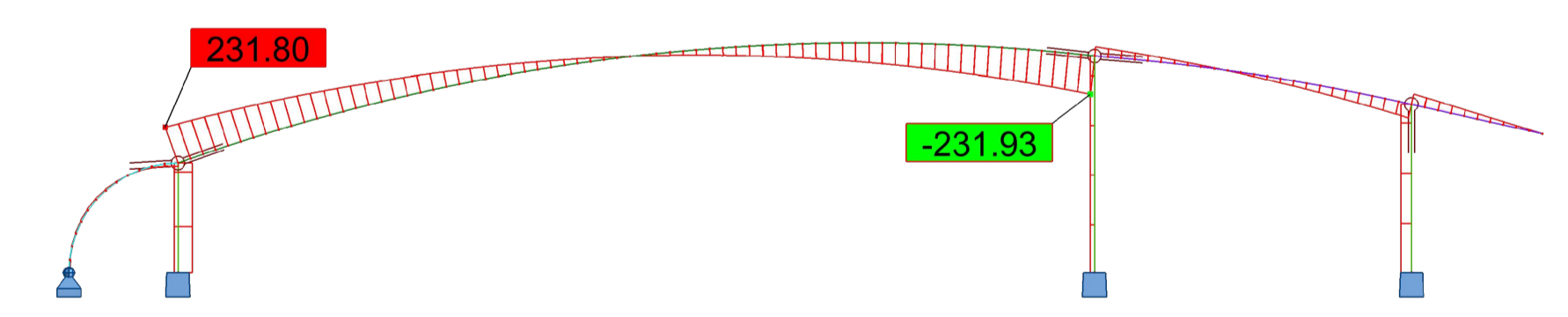
Pjūvis III-III Mastelis 1:25



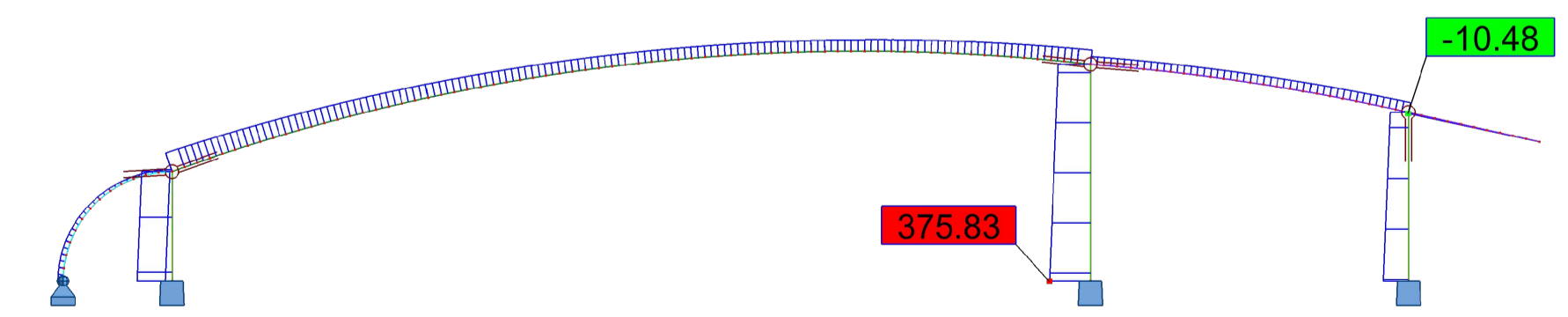
Momentų diagrama Autodesk Robot Structural Analysis aplinkoje



Skersinių jėgų diagrama Autodesk Robot Structural Analysis aplinkoje



Ašinių jėgų diagrama Autodesk Robot Structural Analysis aplinkoje

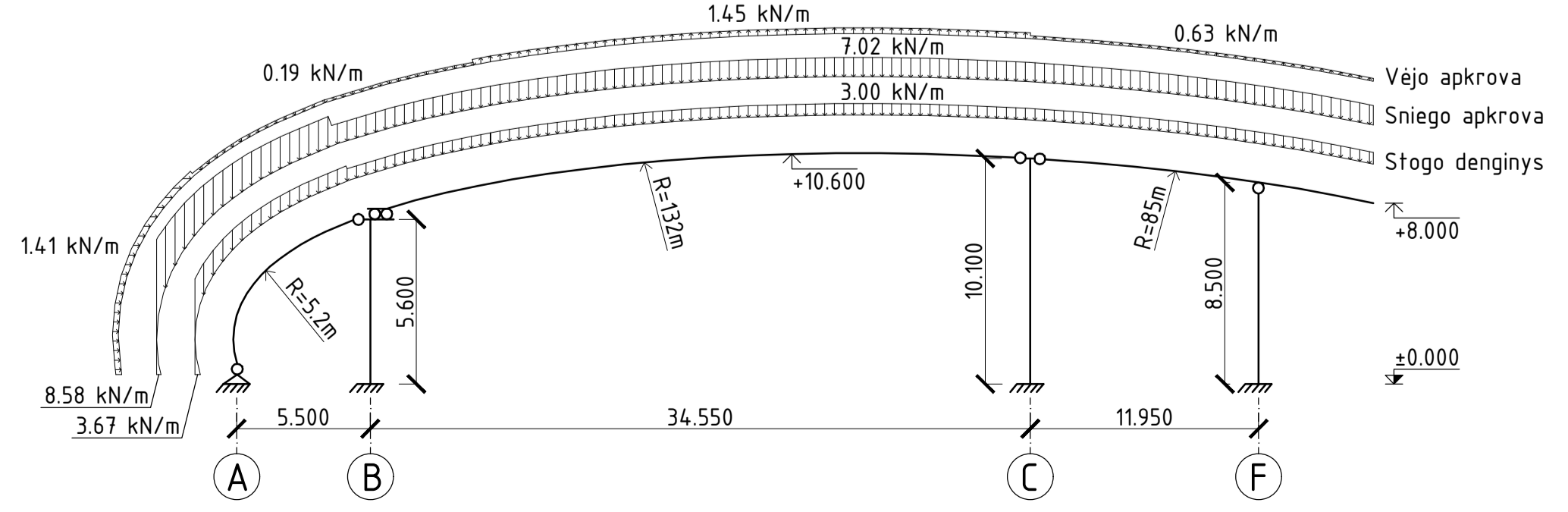


Sijų specifikacija

Eil. Nr.	Sijos Nr.	Skerspjūvis, mm	Ilgis, mm	Medienos klasė	Kiekis, vnt	Tūris, m³		
						Vnt.	Bendra	Klasė
1	S1	240x1600	8860	GL28h	10	3.40	34.02	284.51
2	S2	240x2100	34770	GL28h	13	17.52	222.14	
3	S3	240x600	15050	GL28h	15	2.17	28.35	

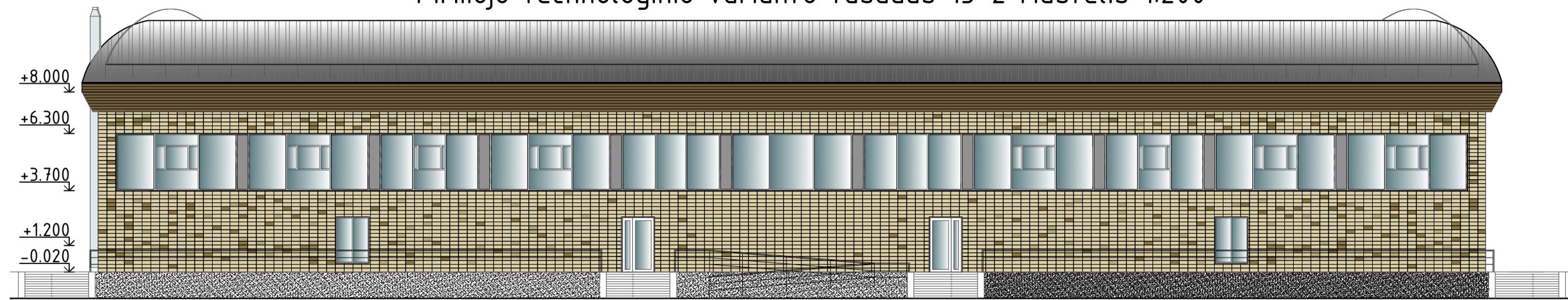
- Pastabos:
- Per visą sijų ilgį elementų skerspjūviai nekinta ir yra vienodi;
 - Sijos apsaugomos nuo pūvimo ir grybelio naudojant antiseptikus, o nuo ugnies - antipirenus;
 - Konstrukciniams gaminiams - sijoms, naudojama klijuotinė GL28h klasės mediena, pagal EN 1194 ir EN 14080;
 - Sijoms naudojamos dvigubo pjūvio lentos, prieš jų tarpusavio klijavimą jų paviršius yra obliuojamas;
 - Aframinių mazgų sijoms gaminami iš S275J2 klasės plieno, pagal LST EN 10025, smeigės - A klasės, 8,8 klasės M16 ir M22;
 - Plieno elementai tarpusavyje virinami panaudojant E35 glaistytuosius elektrodus, pagal LST EN 499:1997, siūlių aukštis - 8mm;
 - Medinės konstrukcijos eksploatacijoje - 1 eksploatacijoje klasė.

Skaičiuojamoji schema

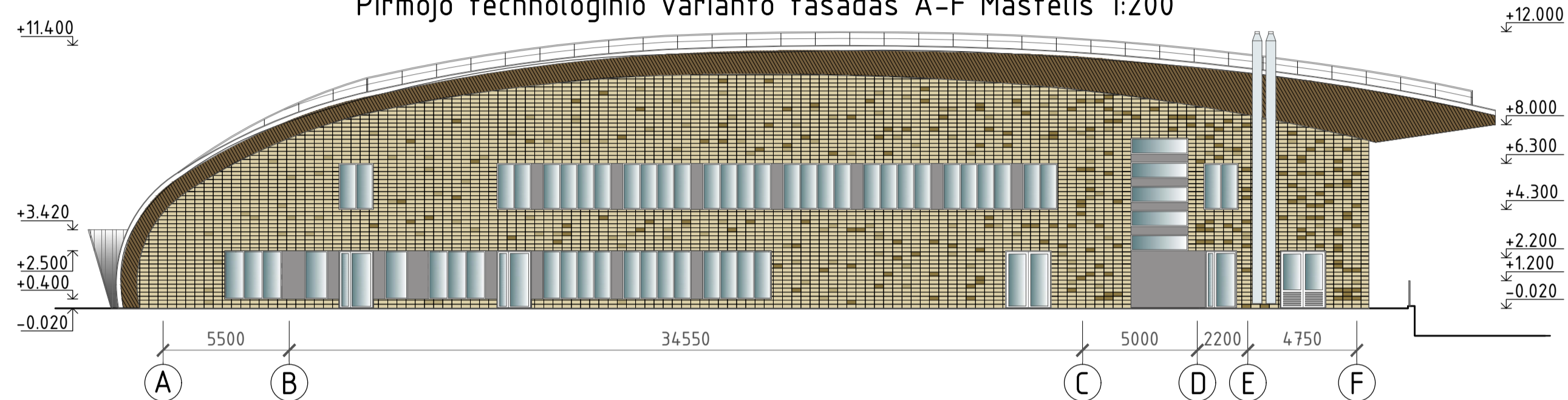


Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis projektas	
SSM-5	Studentas D. Jasiulionis	Sporto paskirties pastato fasado įrengimo technologijų tyrimai	
	Vadovas M. Daunoravičius		
	Recenz. A. Burlingis	Pjūvis "A-A", Mazgai "1,2,3,4", Detalė "A", Sijų specifikacija, Pjūvis "I-I,II-III,III", Antro aukšto planas	
SK	Konsult. M. Kasiulevičius		
AK	Konsult. G. Šukaitytė		
PES	Konsult. V. Paukštys		
Pretapas	Statybos technologijų katedra	2017-MBP-ST-02	
MBP	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		
		Lapas	Lapų
		2	10

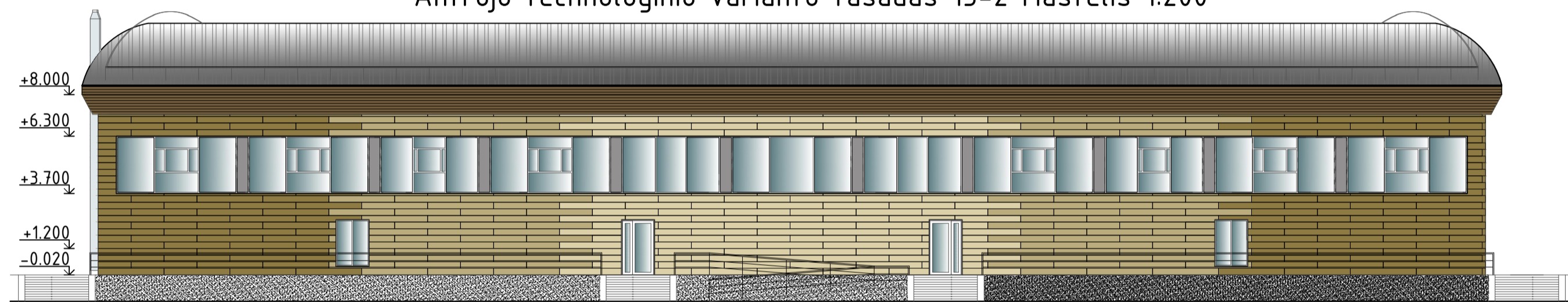
Pirmojo technologinio varianto fasadas 13-2 Mastelis 1:200



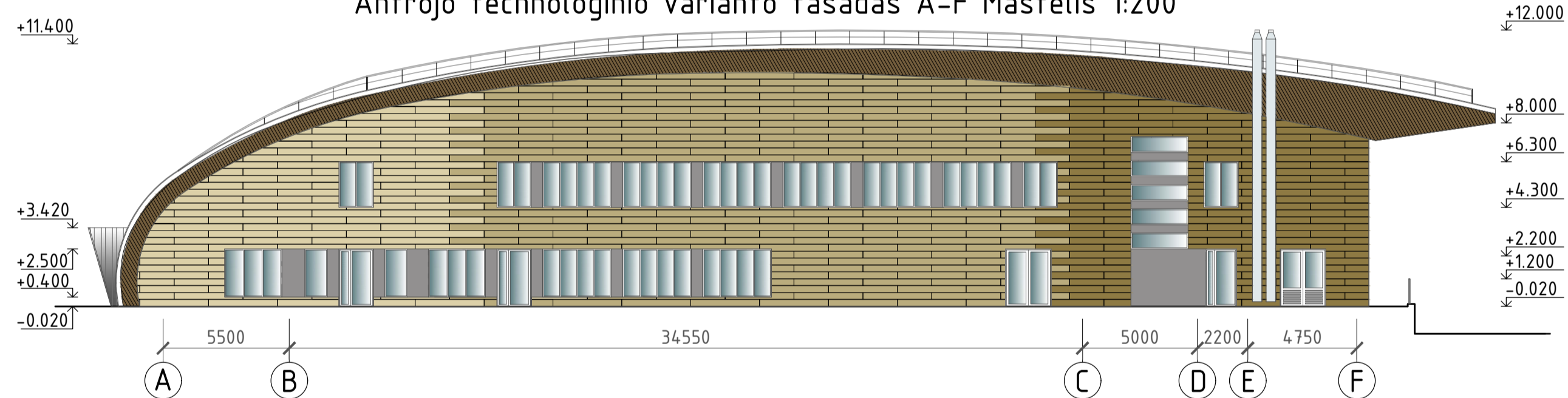
Pirmojo technologinio varianto fasadas A-F Mastelis 1:200



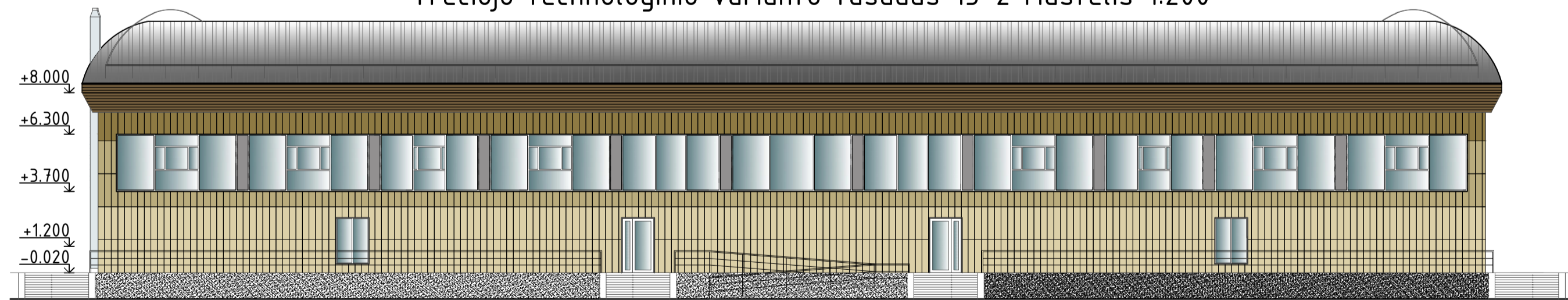
Antrojo technologinio varianto fasadas 13-2 Mastelis 1:200



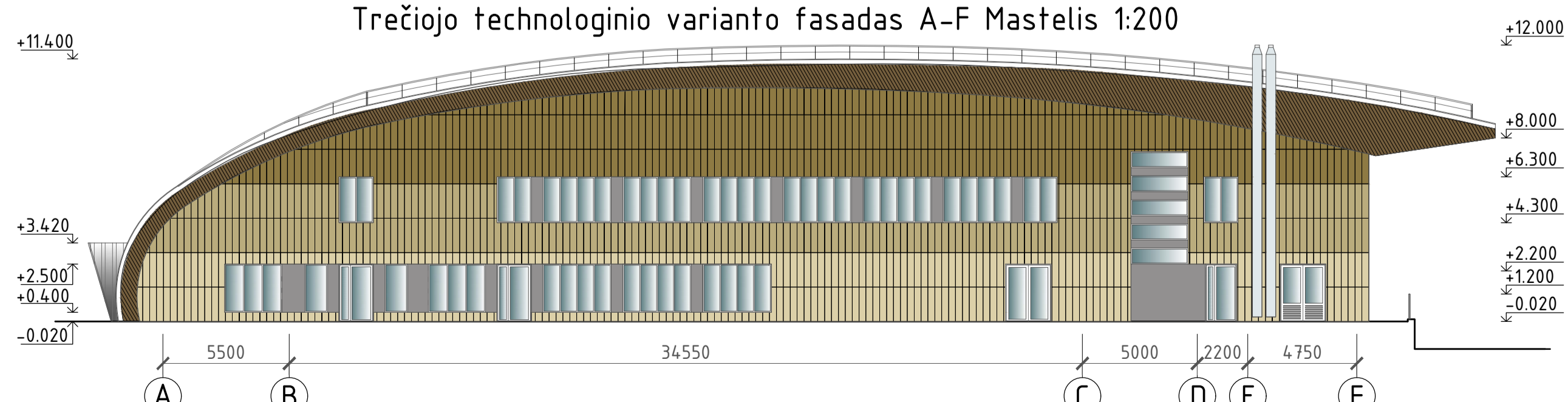
Antrojo technologinio varianto fasadas A-F Mastelis 1:200



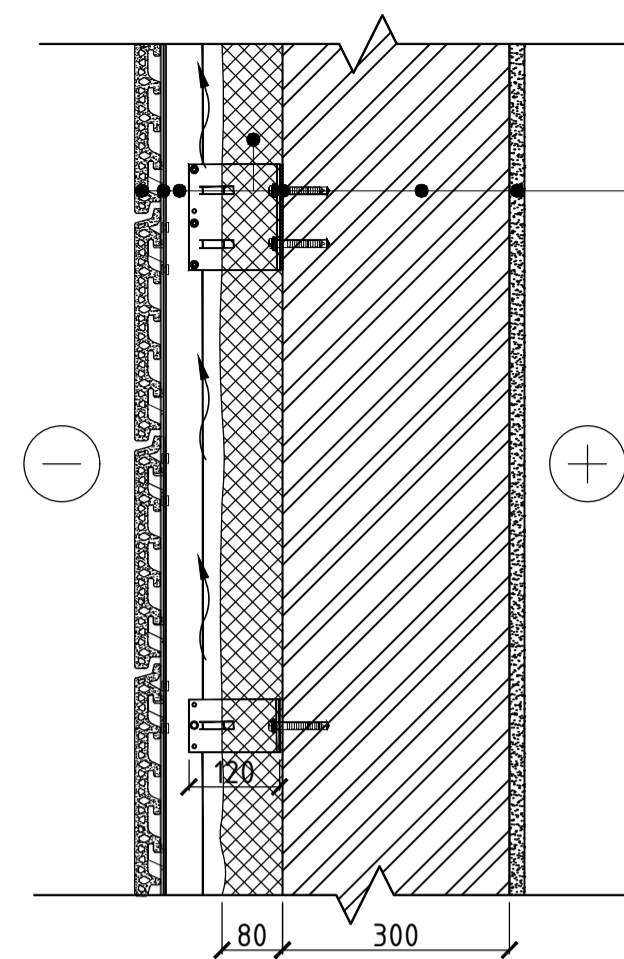
Trečiojo technologinio varianto fasadas 13-2 Mastelis 1:200



Trečiojo technologinio varianto fasadas A-F Mastelis 1:200



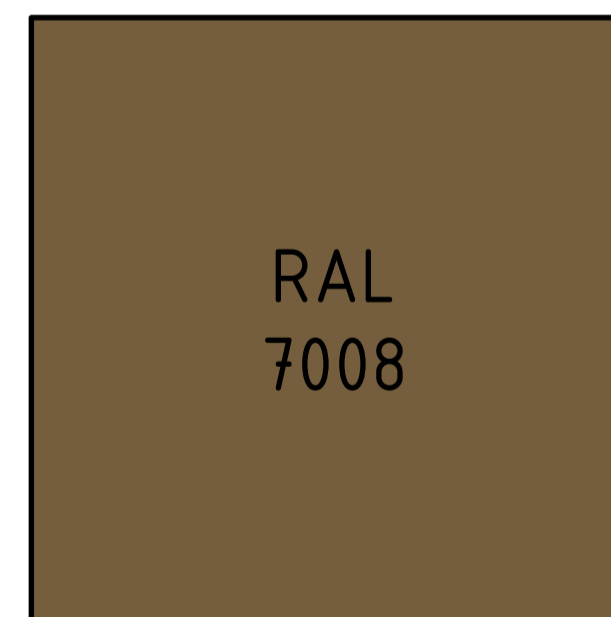
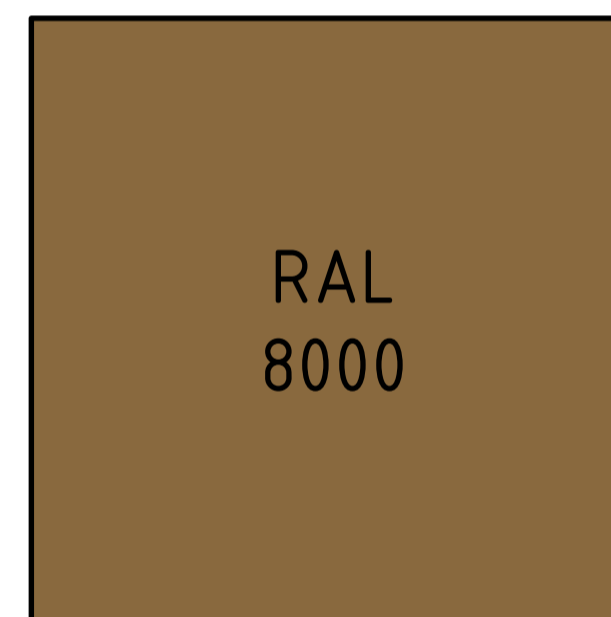
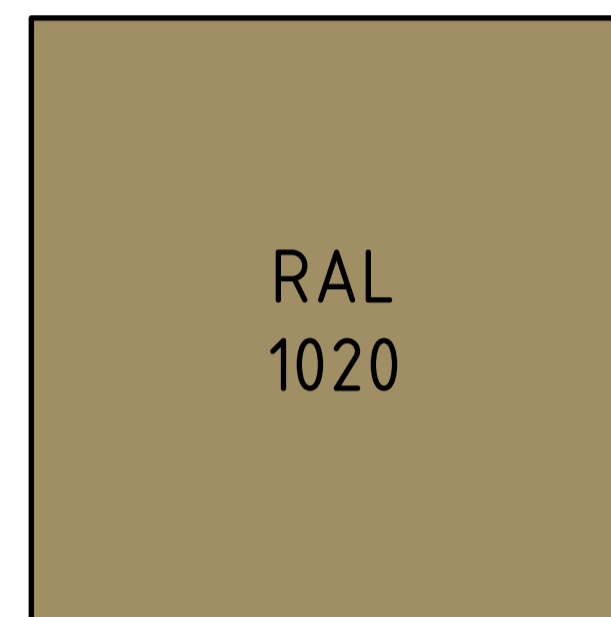
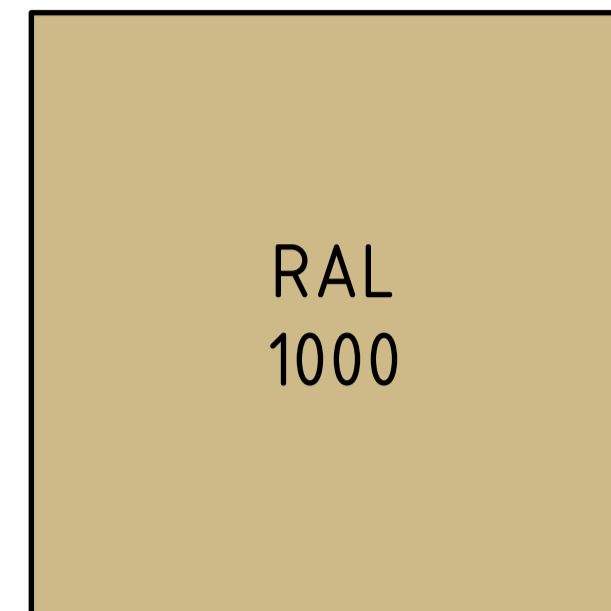
Analizuojamas fasado variantas Nr. 6 Fasado konstrukcija su putų poliuretano izoliaciniu sluoksniu



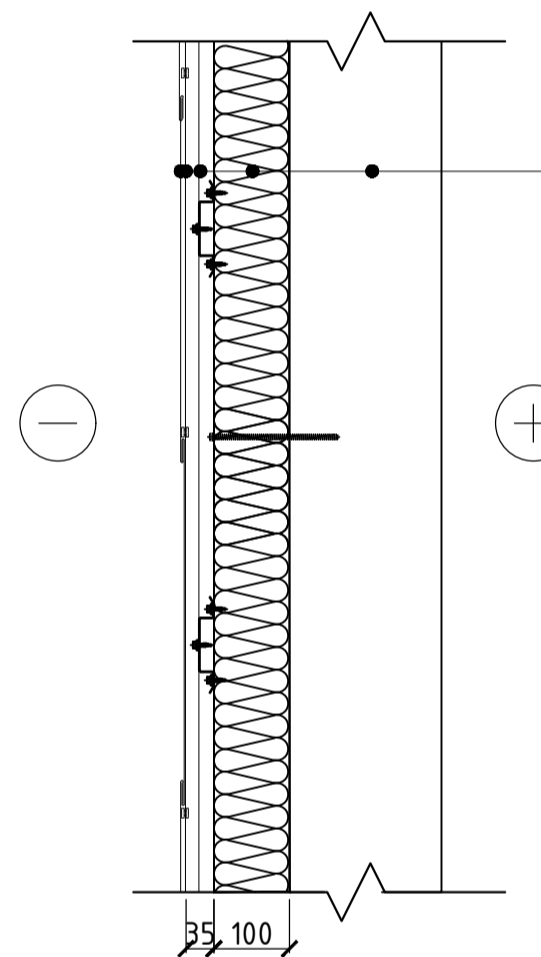
Keraminės fasado apdailos plytelės 44,5x175mm. Montuojama kabliukais, d=34mm
Kreipiantysis montажinis profilis
Vėdinamas oro tarpas, d=75mm
Purškiami elastomero apsauginė danga poliuretano putoms
Montavimo konsolė su tarpine, kas 450mm / Putų poliuretano sluoksnis, d=80mm
Aktyto betono blokelis "Rocliffe", d=300mm
Apdaila

- K1, Medžiagu kaina - 193.7 €/m²
- K2, Darbų trukmė - 17 mėnesių
- K3, Montavimo sudėtingumas - 3.50 vid. darb. kategor.
- K4, Mechanizacijos lygis - 15.58 %
- K5, Konstrukcijos masė - 284 kg/m²
- K6, Sandėliavimo plotai - 272 m²
- K7, Ekologiškumas - 8 balai
- K8, Estetika - 8 balai
- K9, Defektų pašalinimo galimybės - 7 balai
- K10, Eksploatacinis patikimumas - 35 metai

Dominuojančių spalvų paletė



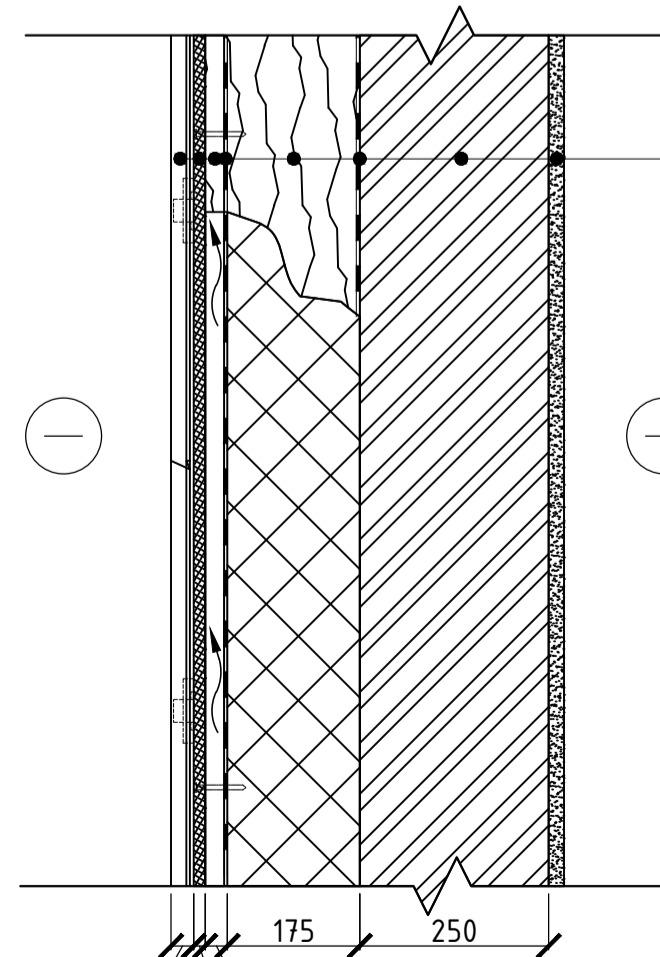
Analizuojamas fasado variantas Nr. 4 Daugiasluoksnės poliizocianurano plokštės fasadas



"NedZink" cinko skardos apdaila jungiama horizontaliu "Flat Lock" plokščiųjų falcu
Žemo profilio lakštas "Ruukki" T20-79-1100 jungiamas naudojant grebėstą CA1SS1 kas 900mm
Vėdinamas oro tarpas, d=35mm
Daugiasluoksnė plokštė "PotTherma TS PIR", d=100mm
Tvirtinimo pagrindas (kolona)

- K1, Medžiagu kaina - 188.9 €/m²
- K2, Darbų trukmė - 14 mėnesių
- K3, Montavimo sudėtingumas - 3.73 vid. darb. kategor.
- K4, Mechanizacijos lygis - 20.61 %
- K5, Konstrukcijos masė - 31 kg/m²
- K6, Sandėliavimo plotai - 480 m²
- K7, Ekologiškumas - 7 balai
- K8, Estetika - 7 balai
- K9, Defektų pašalinimo galimybės - 7 balai
- K10, Eksploatacinis patikimumas - 30 metų

Analizuojamas fasado variantas Nr. 2 Keraminių blokų siena su vėdinamu oro tarpu



"RheinZink" cinko skardos apdaila. Jungiama vertikaliu ikišamu falcu, h=25mm
Orientuotų skiedrų (OSB) plokštė, d=15mm
Vėdinamas oro tarpas. Suformuotas su fašais esančiais tarp termoizoliacijos, d=25mm
Vieno sluoksnio kvepuojanti difuzinė membrana sienoms. "Tyvek Soft"
Medinis tašas 175x50mm, kas 600mm / Termoizoliacija (PAROC EXTRA), d=175mm
Difuzinė garo plėvelė
Keraminių blokelių mūras, d=250mm
Apdaila

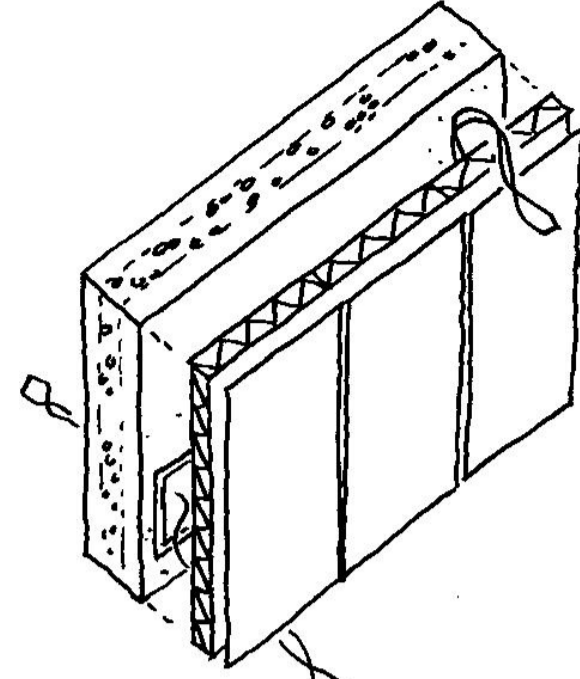
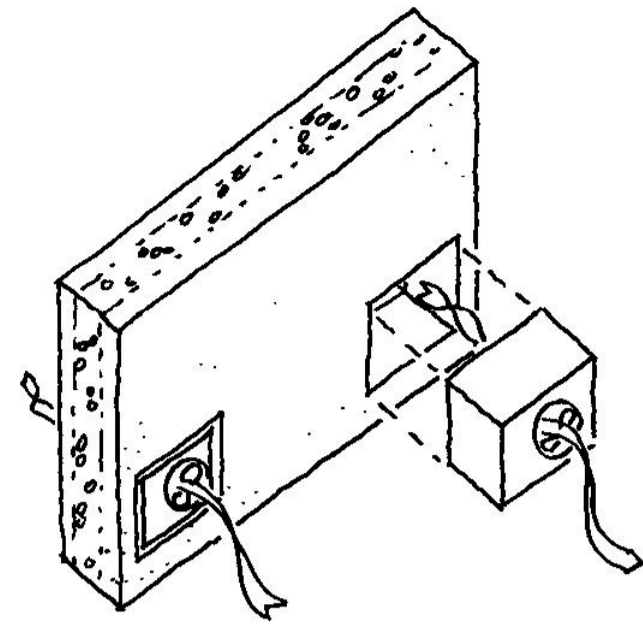
- K1, Medžiagu kaina - 289.3 €/m²
- K2, Darbų trukmė - 28 mėnesiai
- K3, Montavimo sudėtingumas - 3.13 vid. darb. kategor.
- K4, Mechanizacijos lygis - 14.01 %
- K5, Konstrukcijos masė - 227 kg/m²
- K6, Sandėliavimo plotai - 372 m²
- K7, Ekologiškumas - 8 balai
- K8, Estetika - 7 balai
- K9, Defektų pašalinimo galimybės - 8 balai
- K10, Eksploatacinis patikimumas - 40 metų

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis projektas	
SSM-5	Studentas	D. Jasiulionis	Sporto paskirties pastato fasado įrengimo technologijų tyrimai	
Vadovas	M. Daunoravičius			
ST	Recenz.	A. Burlingis	Analizuojamų fasadų apžvalga	
PES	Konsult.	M. Daunoravičius		
		V. Paukštys	Laida	0
Pr etapas	Statybos technologijų katedra		2017-MBP-ST-04	
MBP	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas			
			4	10

Ateities fasadų koncepcijų eskizai

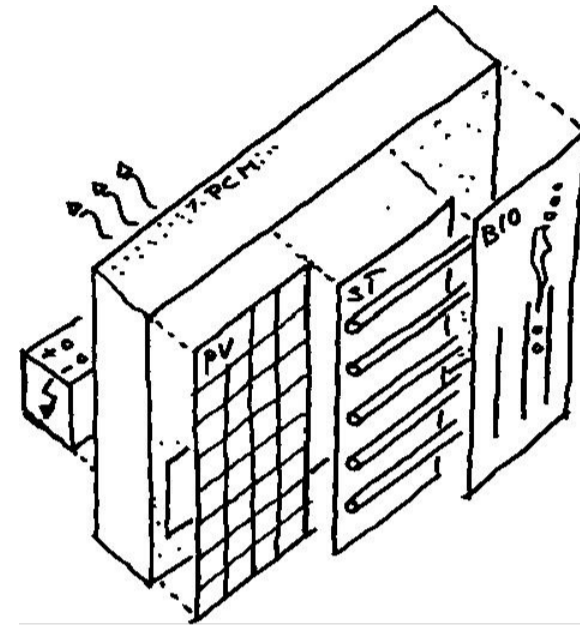
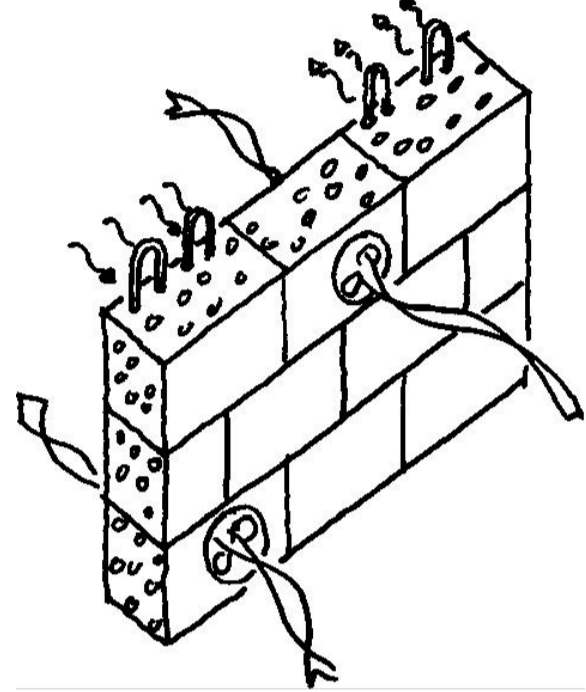
Masyvios konstrukcijos fasadas su integr. inž. sistemomis

Vėdinamas fasadas su integruotomis inž. sistemomis

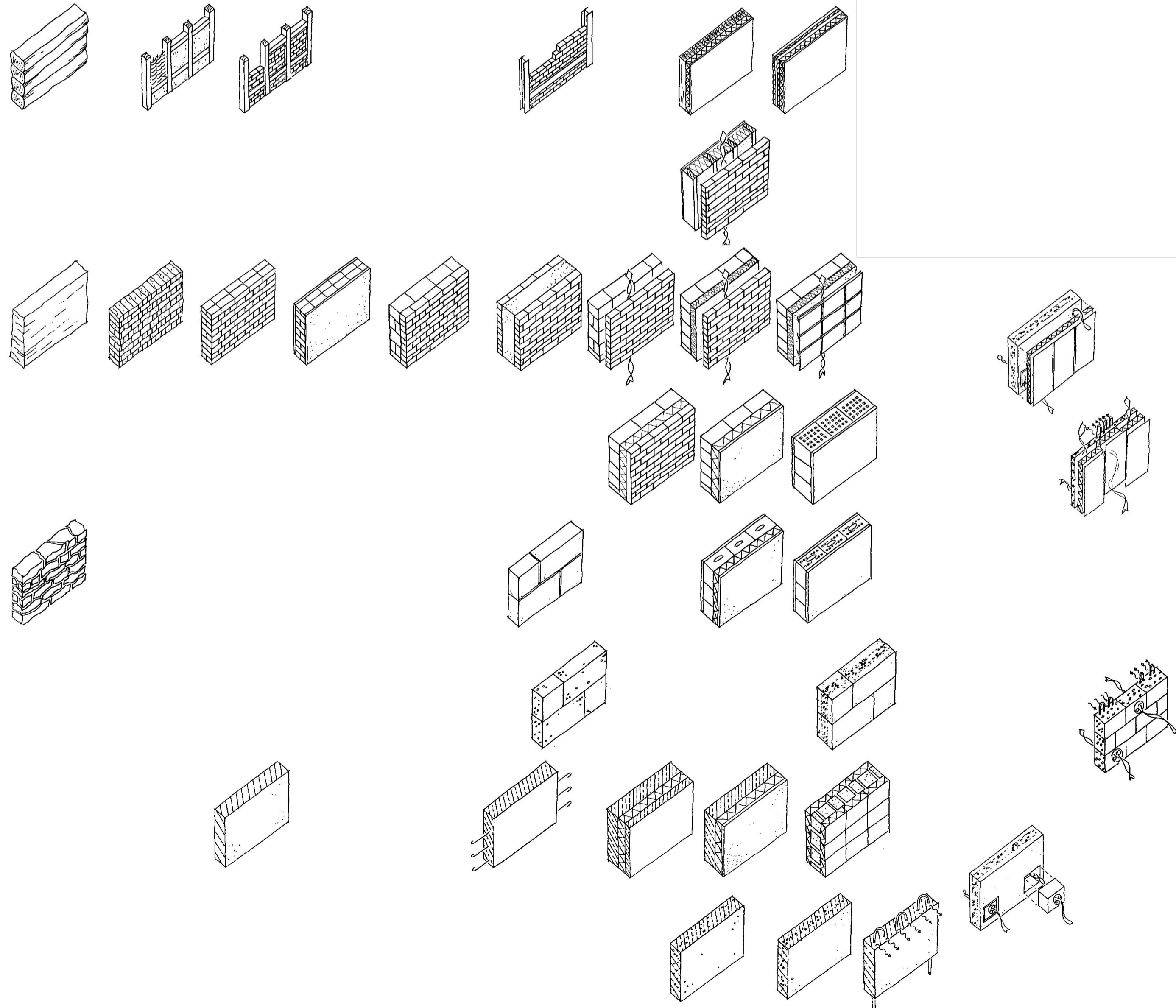


Mūro fasadas su integruojamomis inž. sistemomis

Energiją kurianti ir kaupianti masyvi fasado konstrukcija

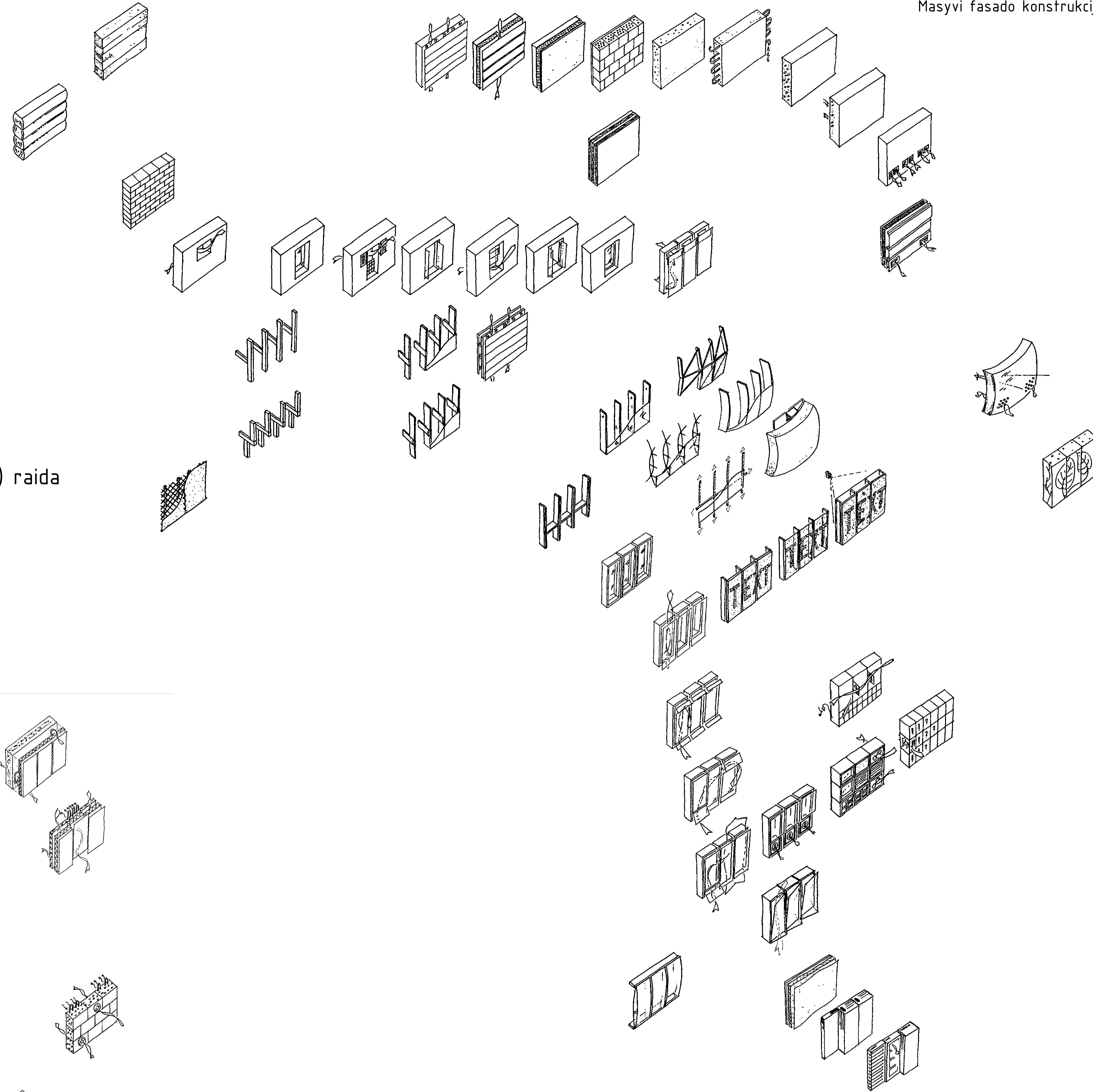


Fasadų iš pagrindinių statybinių medžiagų (medžio, molio ir akmens) raida



-10.000 -2000 1000 1600 1900 1960 1990 2000 2012 2020 2030 2060

Masyvi fasado konstrukcija

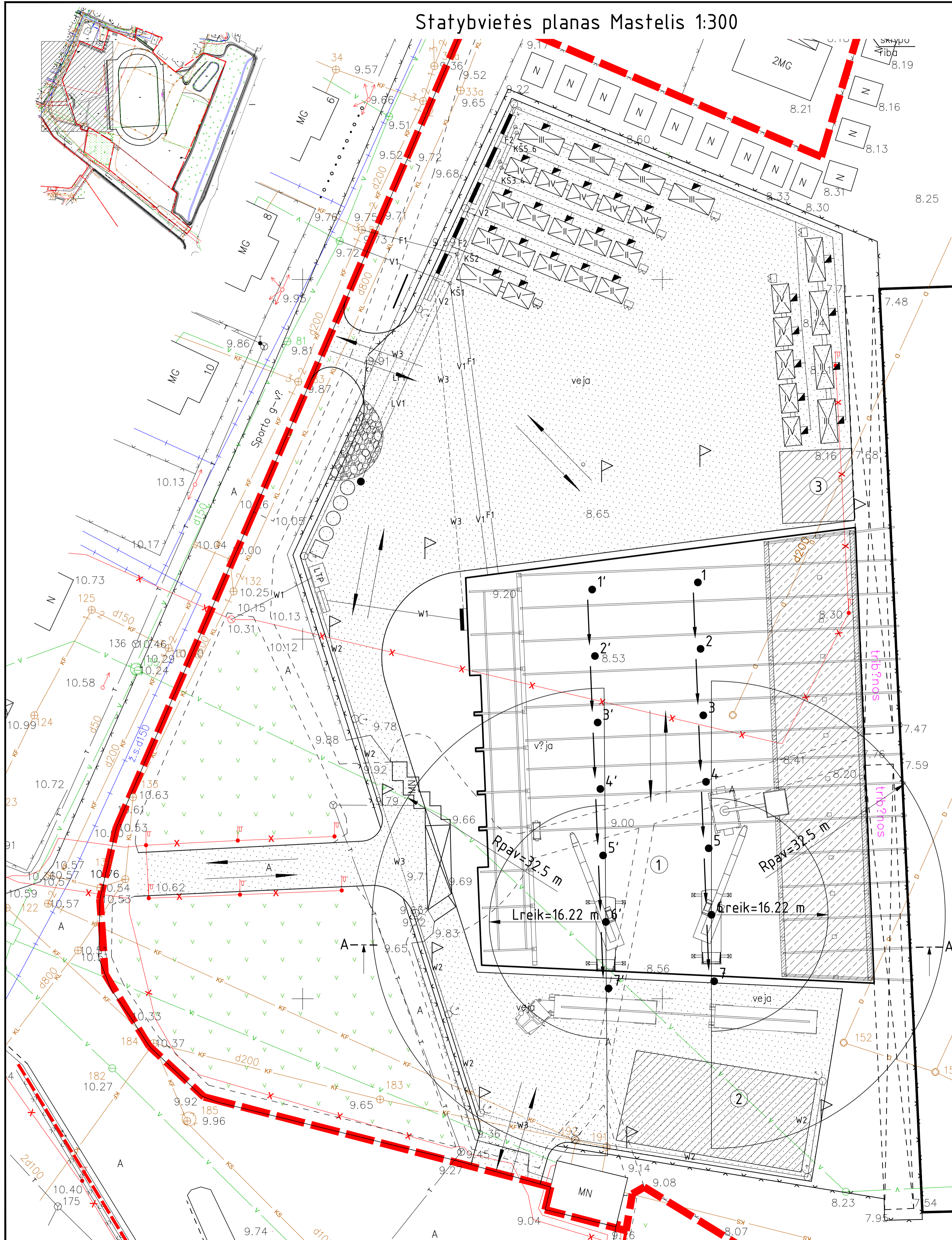


Karkasinė fasado konstrukcija

-10.000 -5000 -1000 -500 -100 -50 -20 -10 2020 +10 +20

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis projektas	
SSM-5	Studentas	D. Jasiulionis	Sporto paskirties pastato fasado įrengimo technologijų tyrimai	
	Vadovas	M. Daunoravičius		
	Recenz.	A. Burlingis		
			Perspektyvinių fasadų apžvalga	Laida 0
Pr etapas	Statybos technologijų katedra LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		2017-MBP-ST-08	Lapas Lapų 8 10

Statybvietės planas Mastelis 1:300



Mobilių kranų "Liebherr LTM1050-3.1" techninė charakteristika ir kėlimo grafikas

Eil. Nr.	Techninių duomenų rodiklis	Dydis
1	Maks. keltamoji galia	50t - 3m spind.
2	Teleskopinės strėlės ilgis	11.4m - 38m
3	Strėlės sekcijų skaičius	40
4	Strėlės išskleidimo greitis	80s
5	Važiukėlė	Visuregio tipo
6	Ašys	3
7	Atsvara	9 tonos
8	Maks. greitis	80km/h

Kelių elementų stropų specifikacijos

Eil. Nr.	Rodiklis	Stropas	Informacija
1	Medžiaga	PowerTex PR5	Poliesteris
2	Maks. darbinis ilgis	PowerTex PR5	25 metrai
3	Kabinimo būdas	PowerTex PR5	tiesus
4	Maks. darbinė apkrova	PowerTex PR5	5 tonos
5	Pailgėjimas su darb. apkrova	PowerTex PR5	2%
6	Spalva	PowerTex PR5	Raudona
		PowerTex PR10	Oranžinė



Objekto plano techniniai - ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Pavadinimas, rodiklis	Matavimo vnt.	Dydis
1	Pastato statybinis tūris	m ³	31906
2	Užstatomas plotas	m ²	3415
3	Planuojamas darbo sąnaudos	žm. d.	480.5
4	Planuojamas išdirbio vykdymas	%	118
5	Faktinė statybos trukmė	dienos	214
6	Didžiausias darbuotojų skaičius	vnt.	100
7	Lyginamosios darbo sąnaudos	žm. d.	12970.1
8	Mechanizmų darbo sąnaudos	maš. pam.	4345.96

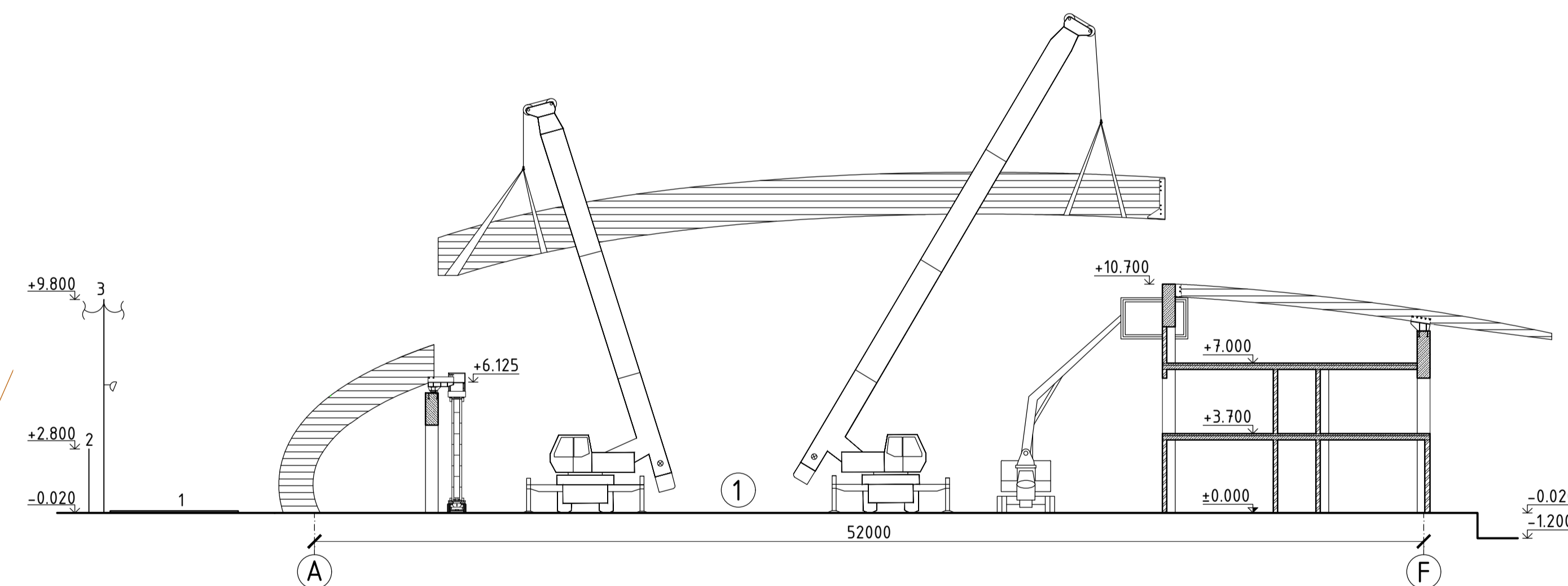
Statybvietės plano techniniai - ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Pavadinimas, rodiklis	Matavimo vnt.	Kiekis
1	Statybos aikštelės plotas	m ²	9780
2	Laikinos el. apšvietimo linijos ilgis	m	206
3	Laikinos el. jėgos linijos ilgis	m	152
4	Laikinių nuotekų ilgis	m	55
5	Laikinių vandentiekio linijų ilgis	m	52
6	Laikinių pastatų plotas	m ²	190
7	Atviru sandėliavimo aikštelių plotas	m ²	460
8	Pastogių plotas	m ²	100
9	Uždaru sandėlių plotas	m ²	-
10	Sklypo užstatymo koeficientas, K ₁	-	34.9
11	Aikštelės išnaudojimo koeficientas, K ₂	-	19

Laikinių administracinių ir buitinių patalpų rodikliai

Eil. Nr.	Patalpa (konteineris)	Konteinerio matmenys, m	Žymuo plane
1	Darbu vadovo patalpa	6.05x2.45x2.81	I
2	Persirengimo patalpa/džiovykla	4.00x2.40x2.40	II
3	Tualetai ir prausyklos	6.05x2.44x2.59	III
4	Poilsio, šūlimo pat. ir valgykla	4.00x2.40x2.40	IV
5	Sargo būdelė	4.00x2.40x2.40	V

Pjūvis A-A Mastelis 1:200



Sutartiniai žymėjimai

①	Statomas pastatas	○○○○○	Rūšiavimo konteineriai	●	Vandens kolonėlė
②	Atvira sandėliavimo aikštelė	—	Vartai transportui	●	Gaisrinis hidrantas
③	Pastogė	— W1	Nuolatinė požeminė elektros linija	⊠	Priešgaisrinis skydas
LTP	Laikina transformatorinė pastotė	— W2	Laikina oro elektros linija	⊠	Elektros stulpas su apšvietimo prožektoriumi (3)
SB	Plotas naudojamas statybu metu (1)	— W3	Laikina požeminė elektros linija	—	Informacinis skydas
Medžiaga laikymo aikštelės		— V1	Nuolatinis vandentiekio tinklas su šuliniu	—	Laikina tvora (2)
F1	Nuolatinis nuotekynas su šuliniu	⊠	Pavojingos kranų zonos ribojamasis ženklas	1..7	Pirmojo mobilaus kranų stovėjimo vietos
LV1	Laikinis vandentiekis	■	Elektros kirtikliai	1'..7'	Antrąjo mobilaus kranų stovėjimo vietos
LF1	Laikinis nuotekynas	⊠	Laikiniai pastatai		
KŠ1..5	Kontrolinis šuliny				
—	Elektros įvadinis skydas				
—	Elektros skirstymo skydas				
A	Asfalto danga				
—	Transporto priemonių plovimo vieta				

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis projektas	
SSM-5	Studentas D. Jasiulis	Sporto paskirties pastato fasado įrengimo technologijų tyrimai	
Vadovas	M. Daunoravičius		
Recenz.	A. Burlingis		
ST	Konsult. M. Daunoravičius	Statybvietės planas, Pjūvis A-A	
PES	Konsult. V. Paukštys		
Pr etapas	Statybos technologijų katedra	2017-MBP-ST-10	
MBP	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		
		Laida	Lapas
		0	10