



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Sonata Baranauskaitė

**SPORTO IR LAISVALAIKIO CENTRO KAČERGINĖJE BASEINO
STOGO ĮRENGIMO SPRENDIMŲ ANALIZĖ**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Lekt. dr. Violeta Medelienė

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBOS TECHNOLOGIJŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas
Prof. dr. Mindaugas Daukšys

**SPORTO IR LAISVALAIKIO CENTRO KAČERGINĖJE BASEINO
STOGO ĮRENGIMO SPRENDIMŲ ANALIZĖ**

Baigiamasis magistro projektas
Statyba (kodas 621J80001)

Vadovas

Lekt. dr. Violeta Medelienė

Recenzentas

Projektą atliko

Sonata Baranauskaitė

KAUNAS, 2016



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO
UŽDUOTIS

Statybos technologijų katedra

TVIRTINU:

Katedros vedėjas prof. Mindaugas Daukšys

Data, parašas

SSM-4 grupės magistrantui(ei)

Sonatai Baranauskaitei

vardas, pavardė

Sporto ir laisvalaikio centro Kačerginėje baseino stogo įrengimo
sprendimų analizė

Patvirtinta 2014 m. lapkričio mėn. 28 d. dekanų įsakymu Nr. ST17-F-09-11

Pradiniai duomenys darbui:

Baigiamojo darbo turinys:

Aiškinamasis raštas

Atlikti

Statinio charakteristika, statybos vietos, statybos reglamentavimo ir teisės sąlygos

Architektūrinė dalis

Konstruktinė dalis

- konstrukcinės dalies analizė

Technologinė ir organizacinė dalis

- technologinės ir organizacinės dalies analizė

Statinio inžinerinių sistemų dalis

Statybos sąmata ir (arba) ekonominiai skaičiavimai

Mokslinio tiriamojo darbo klausimai

Darbo sauga

Aplinkosauga

Brėžiniai

**Brėžinių
skaičius**

Pastato planai, fasadas, pjūviai

Statinio konstrukcinė schema, konstrukcijos

Statinio inžinerinės sistemos

Statybos technologija ir organizavimas

Statybinių gaminių ir konstrukcijų gamybos technologija

Statybos sąmatos ir (arba) ekonominiai skaičiavimai

Kiti brėžiniai:

Vadovas:

parašas

pareigos, vardas, pavardė

Užduotį gavau:

parašas

vardas, pavardė, data

Projektą atliko SSM – 4 gr.
studentas:

vardas, pavardė

parašas, data

Darbo vadovas:

vardas, pavardė

parašas, data

Katedros vedėjas:

vardas, pavardė

parašas, data

Konsultantai:

Architektūrinė dalis

vardas, pavardė

parašas, data

Ekonominė dalis

vardas, pavardė

parašas, data

Grafinė dalis

vardas, pavardė

parašas, data

Konstrukcijų skaičiavimo dalis

vardas, pavardė

parašas, data

Technologijų ir organizavimo dalis

vardas, pavardė

parašas, data

Darbų sauga

vardas, pavardė

parašas, data

PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO PATVIRTINIMAS

Patvirtinu, kad parengtas magistro baigiamasis darbas
SPORTO IR LAISVALAIKIO CENTRO KAČERGINĖJE BASEINO STOGO ĮRENGIMO
SPRENDIMŲ ANALIZĖ
(įrašyti pavadinimą)

- atliktas savarankiškai ir nebuvo kaip visuma pateiktas jokiame dėstomajame dalyke atsiskaityti šiame ar ankstesniuose semestruose;
- nebuvo pateiktas atsiskaityti kitame KTU fakultete arba kitoje Lietuvos aukštojoje mokykloje;
- turi visas į baigiamojo darbo literatūros sąrašą įtrauktą informacijos šaltinių nuorodas.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Data

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
STATYBOS TECHNOLOGIJŲ KATEDRA

Magistro baigiamasis darbas

„Sporto ir laisvalaikio centro Kačerginėje baseino stogo įrengimo sprendimų analizė“

Sonata Baranauskaitė

Anotacija

Magistro baigiamajame darbe išanalizuoti sporto ir laisvalaikio centro Kačerginėje plaukimo baseino denginio laikančiųjų konstrukcijų ir stogo dangos variantai bei atliktas jų daugiakriterinis įvertinimas.

Teisinėje dalyje aprašyti: statinio teisinis reglamentavimas, esminiai statinio ir architektūros reikalavimai, pagrindiniai statinio statybai reikalingi dokumentai ir jų išdavimo tvarka, techninė priežiūra, statybos dalyviai ir jų veikla.

Architektūrinėje dalyje pateikti bendrieji duomenys apie statomą pastatą ir sklypą. Apibrėžiama pastato tūrinė, planinė ir konstrukcinė sandara. Apskaičiuojamas stogo konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientas.

Suprojektuota ir apskaičiuota klijuotos medienos sija.

Tiriamojame darbo dalyje išanalizuoti keturi baseino denginio laikančiųjų konstrukcijų ir stogo dangos variantai. Parinkti kriterijai, sudaryta vertinimo kriterijų sistema, pagal kurią atliktas daugiakriterinis sprendimų vertinimas ir nustatytas racionalus variantas.

Technologinėje dalyje suprojektuota racionalios denginio laikančios konstrukcijos ir stogo dangos įrengimo technologija. Parinkti reikalingi mechanizmai.

Organizacinėje dalyje sudarytas statybvietės planas, parinktas kranas. Atlikti laikinų išteklių statybvietai skaičiavimai bei jų išdėstymas statybvietaje.

Ekonominėje dalyje atlikti viso pastato statybos sąmatiniai skaičiavimai, apskaičiuota kaina.

Aprašyti darbų saugos ir aplinkosaugos reikalavimai.

Darbo pabaigoje pateikiamos išvados.

Darbo apimtis – 86 puslapiai, 19 paveikslų, 45 lentelės, 65 formulės ir 8 (A1 formato) brėžiniai.

Reikšminiai žodžiai : sporto ir laisvalaikio centras, plaukimo baseinas, kalendorinis grafikas, optimizavimas, daugiakriterinis vertinimas, medinė sija, statybvieta, sąmata.

KAUNAS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING TECHNOLOGIES

Master final work

“Analysis of pool roof installation solutions of sports and leisure center in Kačerginė”

Sonata Baranauskaitė

Annotation

In the Final Master thesis are analyzed pool roof installation solutions of sports and leisure center in Kačerginė.

The legal part described: the building's legal regulation, principal demands of the building and architecture, main documents required for the construction of the building and their issue order, technical maintenance, construction participants and their activities.

The architectural part presented collective data about the building under construction and its site. Defined: structure of the building's volume, plan and construction. Calculated: the heat transfer coefficient of roof construction.

Bonded wood beam is calculated and designed.

Four swimming pool shell roof bearing structures and coating selection versions are created in the research part. Criteria are selected for multi-criteria evaluation, which is done by using optimization methods and afterwards one optimal version.

Most rational roof constructions and roof combination is designed in the technologic part. All necessary mechanisms are selected. Technological card of this process is created.

Construction site plan created in the organizational part. Crane for lifting is selected. Location of local warehouses, buildings and engineering networks are described.

The economic part presented calculations of the whole building to carry out the construction and its estimated price.

Health and safety requirements are described.

At the end of the work, conclusions are given.

Scope of work - 86 pages, 19 illustrations, 45 tables, 65 formulas and 8 drawings (in A1 format).

Keywords: sports and leisure center, swimming pool, timetable, optimization, multi-criteria analysis, wood beam, construction site, estimate.

Turinys

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	10
LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	11
LENTELIŲ SĄRAŠAS (Tęsinys)	12
SANTRUMPOS	13
ĮVADAS.....	14
1. TEISINĖ DALIS	15
1.1. Pagrindiniai statybą reglamentuojantys dokumentai.....	15
1.2. Statinio teisinis reglamentavimas	15
1.3. Teritorijų planavimas	15
1.4. Esminiai statinio reikalavimai. Esminiai architektūriniai statinio reikalavimai	15
1.5. Statinio projektavimas	16
1.6. Statybą leidžiantys ir privalomieji dokumentai statybai pradėti	16
1.7. Statybos dalyviai	17
1.8. Statinio statybos techninės priežiūros ir statybos užbaigimo tvarka	17
2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS	17
2.1. Bendrieji duomenys apie statomą pastatą ir sklypą.....	17
2.2. Architektūriniai sprendimai.....	18
2.2.1. Pastato architektūrinė ir planinė sandara	18
2.2.2. Spalvų ir apšvietimo sprendimai	19
2.3. Konstrukciniai sprendimai	19
2.3.1. Pamatai ir atraminės sienos	19
2.3.2. Grindys ir kolonos	19
2.3.3. Išorinės ir vidinės pertvaros.....	20
2.3.4. Laiptai.....	20
2.3.5. Langai ir durys.....	20
2.3.6. Stogas. Šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas	20
2.4. Bendrieji statinio rodikliai.....	22
3. KONSTRUKCINĖ DALIS	23
3.1. Bendrieji duomenys apie skaičiuojamą konstrukciją	23
3.2. Apkrovos skaičiavimas.....	23
3.2.1. Nuolatinės apkrovos	23
3.2.2. Trumpalaikės apkrovos	24
3.3. Daugiasluoksnės klijuotinio skerspjuvio sijos skaičiavimas	25
4. TIRIAMOJI DALIS	29
4.1. Tiriamojo projekto tikslo ir uždavinių suformulavimas	29
4.2. Galimų denginio laikančiųjų konstrukcijų ir stogo dangos sprendimų analizė.....	30
4.2.1. Stogo konstrukcijos: sijos ir santvaros. Medžiagos ir įrengimo technologija	30

4.2.2. Stogo dangos: daugiasluoknės „Sandwich“ plokštės ir aliuminio – stiklo fasadai. Medžiagos ir įrengimo technologija.....	33
4.3. Vertinimo kriterijų sistemos sudarymas, jų reikšmių ir reikšmingumų skaičiavimas.....	35
4.3.1. Kriterijų parinkimas ir jų reikšmių skaičiavimas.....	35
4.3.2. Kriterijų prioritetų eilutės nustatymas naudojant ekspertinį rangavimo metodą.....	36
4.3.3. Kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant ekspertinį porinio palyginimo metodą	37
4.3.4. Kriterijų reikšmingumo nustatymas taikant teorinį entropijos metodą	39
4.3.5. Kompleksinio kriterijų reikšmingumo skaičiavimas	40
4.4. Denginio laikančiųjų konstrukcijų ir dangos variantų daugiakriterinis įvertinimas (TOPSIS metodu).....	41
5. TECHNOLOGINĖ DALIS	51
5.1. Bendroji informacija apie stogo virš baseino įrengimo technologiją.....	51
5.2. Statybos darbų apimtys	51
5.3. Kėlimo krano ir kabinimo priemonių parinkimas	52
5.4. Mašinų ir darbo sąnaudų, materialinių ir techninių išteklių poreikio skaičiavimas	52
5.5. Medinių sijų ir daugiasluoksnių „Sandwich“ tipo plokščių įrengimas.....	54
5.6. Atliekamų darbų kokybės reikalavimai ir jos kontrolė	54
6. ORGANIZACINĖ DALIS	55
6.1. Statybvietės plano sudarymo principai.....	56
6.2. Kėlimo krano statybos darbams apskaičiavimas ir parinkimas	56
6.3. Krano pavojingosios zonos apskaičiavimas	58
6.4. Laikinių privažiavimų ir kelių projektavimas	58
6.5. Laikinių sandėlių ir sandėliavimo aikštelių projektavimas ir plotų skaičiavimas	59
6.6. Laikinių administracinių ir buitinių patalpų projektavimas ir plotų skaičiavimas	63
6.7. Laikinojo vandentiekio ir nuotekų projektavimas ir vandens poreikio skaičiavimas.....	64
6.8. Laikino aprūpinimo elektros energija projektavimas ir poreikio skaičiavimas.....	67
6.9. Statybvietės plano techniniai ekonominiai rodikliai	69
7. EKONOMINĖ DALIS	69
7.1. Pagrindiniai statinio sąmatinės kainos skaičiavimo principai	69
7.2. Gautų rezultatų analizė ir statinio ekonominiai rodikliai	71
7.3. Statinio statybos sąmatos.....	72
7.4. Statybos projektinių sprendimų ekonominio efektyvumo įvertinimas.....	74
8. DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA	76
8.1. Darbų sauga statybvietėje.....	76
8.2. Aplinkos apsauga statybvietėje	80
IŠVADOS	82
LITERATŪRA.....	83
PRIEDAI	87
PRIEDŲ SĄRAŠAS	88

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

- 2.1 pav.** Pastato vizualizacija [19];
- 2.2 pav.** Stogo konstrukcijos detalė;
- 3.1 pav.** Skaičiuojamos medinės sijos schema;
- 3.2 pav.** Stogo konstrukcija;
- 3.3 pav.** Ilginio skerspjūvis iš dviejų suporintų lentų;
- 3.4 pav.** Skaičiuojamoji klijuotos medienos sijos schema;
- 3.5 pav.** Momentų ir skersinių jėgų diagramos;
- 3.6 pav.** Gautasis sijos skerspjūvis;
- 3.7 pav.** Sijos atraminis mazgas;
- 4.1 pav.** Subjektyvus kriterijų reikšmingumas;
- 4.2 pav.** Teorinis kriterijų reikšmingumas;
- 4.3 pav.** Kompleksinis kriterijų reikšmingumas;
- 4.4 pav.** Naudingumo laipsnių palyginimas esant subjektyviam reikšmingumui;
- 4.5 pav.** Naudingumo laipsnių palyginimas esant kompleksiniam reikšmingumui;
- 4.6 pav.** Naudingumo laipsnių palyginimas esant teoriniam reikšmingumui;
- 6.1 pav.** Laikino kelio pjūvis;
- 7.1 pav.** Sąmatinė dokumentacijos sudėtis [36];
- 7.2 pav.** Tiesioginių išlaidų struktūra;
- 7.3 pav.** Netiesioginių išlaidų struktūra.

LENTELIŲ SĄRAŠAS

- 2.1 lentelė.** Bendrieji statinio rodikliai;
- 3.1 lentelė.** Stogo konstrukcijų nuolatinės charakteristinės ir skaičiuotinės apkrovos;
- 4.1 lentelė.** Plieninės sijos;
- 4.2 lentelė.** Medinės sijos;
- 4.3 lentelė.** Plieninės santvaros;
- 4.4 lentelė.** Medinės santvaros;
- 4.5 lentelė** Stogo įrengimo darbų apimčių skaičiavimas;
- 4.6 lentelė.** Ekspertų apklausos rezultatai;
- 4.7 lentelė.** Pradiniai duomenys;
- 4.8 lentelė.** Normalizuota matrica \bar{P} ;
- 4.9 lentelė.** Papildoma matrica ($P_{ij} \cdot \ln P_{ij}$);
- 4.10 lentelė.** Entropijos lygiai;
- 4.11 lentelė.** Kriterijų kitimo lygiai;
- 4.13 lentelė.** Subjektyvus kriterijų reikšmingumas;
- 4.14 lentelė.** Kompleksinis kriterijų reikšmingumas;
- 4.15 lentelė.** Pradiniai duomenys;
- 4.16 lentelė.** Matrica \bar{P} ;
- 4.17 lentelė.** Svertinė normalizuota matrica \bar{P}^* ;
- 4.18 lentelė.** Svertinė normalizuota matrica \bar{P}^* ;
- 4.19 lentelė.** Svertinė normalizuota matrica \bar{P}^* ;
- 4.20 lentelė.** Rezultatų suvestinė;
- 5.1 lentelė.** Montuojamų elementų specifikacija;
- 5.2 lentelė.** Stogo įrengimo darbų apimčių skaičiavimas;
- 5.3 lentelė.** Darbo, mechanizmų ir medžiagų sąnaudos;
- 5.4 lentelė.** Žmonių ir mechanizmų darbo sąnaudų suvestinė;
- 5.5 lentelė.** Medžiagų sąnaudų suvestinė;
- 5.6 lentelė.** Techniniai – ekonominiai rodikliai;
- 5.7 lentelė.** Leistini montavimo nuokrypiai;
- 6.1 lentelė.** Kabinimo priemonės;
- 6.2 lentelė.** Keliamosios galios skaičiavimas;
- 6.3 lentelė.** Krano kablo pakėlimo aukščio skaičiavimas;
- 6.4 lentelė.** Sandėliuojamų medžiagų ir gaminių poreikis;
- 6.5 lentelė.** Laikinių sandėlių ir sandėliavimo aikštelių plotų skaičiavimas;
- 6.6 lentelė.** Pagalbinių patalpų ploto skaičiavimas;

LENTELIŲ SĄRAŠAS (Tęsinys)

- 6.7 lentelė.** Vandens vartotojai;
- 6.8 lentelė.** Vartotojų vandens poreikis;
- 6.9 lentelė.** Elektros energijos vartotojai;
- 6.10 lentelė.** Aprūpinimo elektros energija skaičiavimas;
- 6.11 lentelė.** Statybvietės techniniai – ekonominiai rodikliai;
- 7.1 lentelė.** Statinio statybos ekonominiai rodikliai;
- 7.2 lentelė.** Suvestinė statinio statybos sąmata;
- 7.3 lentelė.** Objektinė statinio statybos sąmata;
- 7.4 lentelė.** Lokalinė sąmata Nr. 2 „Vidaus inžineriniai tinklai“;
- 7.5 lentelė.** Lokalinė sąmata Nr. 3 „Lauko inžineriniai tinklai“;
- 7.6 lentelė.** Pradiniai statybos projektinių sprendimų ekonominio efektyvumo skaičiavimo duomenys.

SANTRUMPOS

STR – Statybos Techninis Reglamentas;

LR – Lietuvos Respublika;

% - procentai;

d. – dienos;

kg – kilogramas;

t – tona;

l – litras;

kt. – kita;

pan. – panašiai;

EUR – euras;

m – metras;

mm – milimetras;

m. – metai;

mėn. – mėnuo;

pam. – pamaina;

m² – kvadratinis metras;

m³ – kubinis metras;

ha – hektaras;

g/b – gelžbetonis;

tūkst. – tūkstantis;

mln. – milijonas;

pav. – paveikslas;

t.y. – tai yra;

vnt. – vienetas;

kN – kiloniutonas;

MPa – megapaskalis;

kW – kilovatai.

Kitos santrumpos paaiškinamos tekstinėje darbo dalyje.

IVADAS

Užsienio tyrimų duomenimis, Lietuva yra mažiausiai sportuojanti šalis Europos Sąjungoje. Vos vienas procentas gyventojų aktyviai sportuoja ir prižiūri savo sveikatą. Siekdamas padidinti susidomėjimą sportu, statybos įmonės stato daugiafunkcinius sporto ir laisvalaikio centrus. Magistro baigiamajame darbe pasirinkta nagrinėti dar neįgyvendinto tokio centro baseino korpuso stogo technologinius ir konstrukcinius sprendimus, siekiant išsiaiškinti, koks plaukimo baseino denginio ir jo konstrukcijų derinys yra racionalus.

Baigiamąjį darbą sudaro tokios pagrindinės dalys: teisinė, architektūrinė, konstrukcinė, tiriamoji, technologinė, organizacinė, ekonominė, darbo saugos ir aplinkosaugos.

Pagrindinis baigiamojo darbo tikslas – atlikti plaukimo baseino korpuso technologinių ir konstrukcinių sprendimų analizę, pasinaudojant daugiakriterinio vertinimo metodais bei nustatyti, koks minėto statinio denginio ir konstrukcijų derinys racionalus.

Pagrindiniai baigiamojo darbo uždaviniai:

- Aprašyti statomo objekto teisinį reglamentavimą;
- Aprašyti statinio architektūrinius ir konstrukcinius sprendimus bei apskaičiuoti stogo konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientą;
- Suprojektuoti baseino denginio konstrukcijos medinę siją;
- Sudaryti alternatyvius denginio ir jo konstrukcijų statybos variantus, parinkti vertinimo kriterijus ir atlikti jų optimizavimą racionaliam variantui parinkti;
- Aprašyti racionalaus varianto denginio ir jo konstrukcijų įrengimo technologijos procesus bei sudaryti technologinę kortelę;
- Sudaryti statybvietės planą;
- Atlikti viso statomo objekto ekonominių rodiklių analizę;
- Aprašyti pagrindinius darbo saugos ir aplinkosaugos reikalavimus.

Išvadose apibendrinami šiame baigiamajame darbe išnagrinėti ir priimti sprendimai.

1. TEISINĖ DALIS

1.1. Pagrindiniai statybą reglamentuojantys dokumentai

Baigiamajame darbe analizuojamo pastato teisinė dalis sudaroma pagal Lietuvos Respublikos „Statybos įstatyme“ [1] išdėstytas nuostatas. Atsižvelgiant į LR „Teritorijų planavimo“ [2] įstatymą, sprendžiami teritorijų planavimo uždaviniai. Pastatas projektuojamas ir statomas remiantis šiais norminiais dokumentais: STR 1.01.08:2002 „Statinio statybos rūšys“ [3], STR 1.01.06:2010 „Ypatingi statiniai“ [4], STR 1.01.09:2003 „Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį“ [5], STR 2.02.02:2004 „Visuomeninės paskirties statiniai“ [6], STR 1.05.06:2010 „Statinio projektavimas“ [7], STR 1.07.01:2010 „Statybą leidžiantys dokumentai“ [8], STR 1.08.02:2002 „Statybos darbai“ [9], esminius statinio reikalavimus reglamentuojančiais statybos techniniais reglamentais, STR 1.09.05:2002 „Statinio techninė priežiūra“ [10], STR 1.11.01:2010 „Statybos užbaigimas“ [11] ir kiti.

1.2. Statinio teisinis reglamentavimas

Pagal STR 1.01.09:2003 [5] 8.4 ir 8.14 punktus projektuojamo pastato paskirtis – paslaugų ir sporto. Pagal STR 1.01.06:2010 [4] 5.3 punkto 2-os lentelės 3-ąją eilutę, pastatas priskiriamas ypatingiems statiniams, kadangi jame numatomi dideli atstumai tarp atramų (12 m ir daugiau). Projektuojamo pastato statybos rūšis pagal STR 1.01.08:2002 [3] priskiriama naujos statybos kategorijai.

1.3. Teritorijų planavimas

Statinio statybos vieta – Kauno raj., Kačerginė, netoli Šakių plento ir Šaltinio gatvės sankirtos. Pastatas projektuojamas statyti privataus investuotojo įsigytame ir nuosavybės dokumentais patvirtintame sklype. Sklypo plotas - 50600 m². Likusias jo puses riboja Kačerginės miškas. Projektuojamo pastato sklypas suformuotas remiantis LR „Teritorijų planavimo“ įstatymu [2]. Vadovaujantis minėtame įstatyme pateiktomis nuostatomis, sklypui parengiamas detalusis planas.

1.4. Esminiai statinio reikalavimai. Esminiai architektūriniai statinio reikalavimai

Statinys turi būti suprojektuotas vadovaujantis LR „Statybos įstatymo“ [1] 4-ojo straipsnio, 1-ojo punkto nurodymais. Jame teigiama, kad statinys turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę, pagal jo naudojimo paskirtį atitiktų reglamentuose nustatytus esminius statinių reikalavimus.

Esminiai statinių reikalavimai:

- Mechaninis atsparumas ir pastovumas (STR 2.01.01(1):2005) [12];
- Gaisrinė sauga (STR 2.01.01(2):1999) [13];
- Higiena, sveikata ir aplinkos apsauga (STR 2.01.01(3):1999) [14];
- Naudojimo sauga (STR 2.01.01(4):2008) [15];
- Apsauga nuo triukšmo (STR 2.01.01(5):2008) [16];
- Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas (STR 2.01.01(6):2008) [17].

Statinys taip pat turi atitikti ir to paties įstatymo 5-ame straipsnyje pateiktus esminius statinio architektūros reikalavimus. Statinio architektūra turi būti tokia, kad:

- neprieštarautų esminiams statinių reikalavimams;
- statinys derėtų prie kraštovaizdžio;
- atitiktų savivaldybės administracijos direktoriaus (jo įgalioto savivaldybės administracijos valstybės tarnautojo) nustatytus reikalavimus;
- atitiktų statinio paskirtį;
- neprieštarautų statinio inžinerinių sistemų ir technologinių inžinerinių sistemų reikalavimams [1].

1.5. Statinio projektavimas

Naujos statybos ypatingajam statiniui privaloma parengti statybos projektą (pagal STR 1.05.06:2010) [7]. Įsigaliojus sutarčiai tarp statytojo ir projektavimo rangos darbus atliekančios įmonės, laikoma, kad tai yra statinio projektavimo pradžios data. Projektuojamam sporto ir laisvalaikio centrui privaloma parengti techninį ir darbo projektus. Projekto rengimo procesui parenkamas projekto vadovas, kuris paskiria vadovus rengti atskiras projekto dalis.

STR 1.05.06:2010 [7] 4-as, 5-as IR 6-as skyriai reglamentuoja projekto tvarką, sudėtį, įforminimą ir kitus su dokumentacija susijusius reikalavimus. Projektas patvirtinamas tik tuomet, kai atitinka visus minėto reglamento skyriuose keliamus reikalavimus ir gautos privalomosios projekto ekspertizės išvados leidžia tai padaryti. Statybos techninio reglamento 7-ajame skyriuje „Projekto tvirtinimo tvarka“ viskas išdėstyta pagal eiliškumą.

1.6. Statybą leidžiantys ir privalomieji dokumentai statybai pradėti

Remiantis LR „Statybos įstatymo“ [1] 23-ojo straipsnio 1-uoju punktu, naujo ypatingojo statinio statybos atveju yra reikalingas leidimas statyti naują statinį. Jį išduoda Kauno miesto savivaldybės administracijos direktorius arba jo įgaliotas savivaldybės administracijos valstybės tarnautojas [1].

Pagal STR 1.07.01:2010 [8], norint gauti statybos leidimą, privaloma pateikti šiuos dokumentus: prašymą, statybos projektą ir jo įrašą kompiuterinėje laikmenoje, statinio projekto

ekspertizės aktą, žemės sklypo ir statinio bendraturčių sutikimus, besiribojančių žemės sklypų savininkų sutikimus, projektuotojo civilinės atsakomybės privalomojo draudimo dokumento kopiją. Šiuo atveju bendraturčių sutikimai nėra reikalingi, nes sklypas ir projektuojamas pastatas priklauso vienam asmeniui. Pateikus visus privalomus dokumentus, statybos leidimas išduodamas ne vėliau kaip per 45 darbo dienas nuo pateikimo datos.

STR 1.07.01:2010 reglamente teigiama, kad statybos darbus leidžiama pradėti po to, kai statytojas nustatyta tvarka gavo ir perdavė rangovui šiuos dokumentus: statybą leidžiantį dokumentą, parengtą ir patvirtintą statinio projektą, statybvietės perdavimo ir priėmimo aktą, prisijungimo sąlygų kopijas, statybos darbų žurnalą [8].

1.7. Statybos dalyviai

Pagal LR „Statybos įstatymo“ [1] 4-ojo skirsnio, 11-ą straipsnį, statybos dalyviais laikomi: statytojas (užsakovas), statinio projektuotojas, tyrinėtojas, rangovas, statybos produktų tiekėjas ir statinio techninis prižiūrėtojas. Statybos dalyvių privalomos pareigos ir teisės išdėstytos minėtame įstatyme. Jų nesilaikant ir pažeidžiant numatytas teises, statybos dalyviai atsako pagal LR „Civilinį kodeksą“ ir „Administracinių teisės pažeidimų kodeksą“. Kilus tarpusavio nesutarimams tarp statybos dalyvių, ginčai sprendžiami LR įstatymų nustatyta tvarka.

1.8. Statinio statybos techninės priežiūros ir statybos užbaigimo tvarka

Visuomeninės paskirties sporto ir laisvalaikio centro statybos techninė priežiūra vykdoma pagal STR 1.09.05:2002 [10] reglamento nustatytą tvarką. Statinio statybos techninio prižiūrėtojo pareigos nustatytos „Statybos įstatymo“ 16-ame straipsnyje. Priežiūra vykdoma nuo pat sporto ir laisvalaikio centro statybos pradžios iki pripažinimo tinkamu naudoti.

Pastato statybos užbaigimo tvarka aprašoma „Statybos įstatymo“ 24-ajame straipsnyje ir detalizuojama STR 1.11.01:2010 [11]. Užbaigus pastato statybą, surašomas statybos užbaigimo aktas. Tam reikia pateikti prašymą ir reikalingus dokumentus, sudaroma komisija, kuri įvertina ar statinys atitinka valstybės norminių dokumentų ir techninio statinio projekto keliamus reikalavimus. Komisijai nustačius, jog visi statybos darbai yra atlikti deramai ir tenkinami visi reikalavimai, surašomas tai patvirtinantis statybos užbaigimo aktas.

2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

2.1. Bendrieji duomenys apie statomą pastatą ir sklypą

Projektuojamas pastatas pagal STR 1.01.09:2003 „Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį“ [5] yra negyvenamosios, visuomeninės paskirties, skirtas sporto ir laisvalaikio paslaugų

teikimui. Pastato statybos vieta: Kauno rajonas, Kačerginė, netoli Šakių plento ir Šaltinio gatvės sankirtos.

Pastatas yra daugiakampio formos, jį sudaro pramogų kompleksas, laisvalaikio kompleksas, vandens pramogos ir plaukimo baseinas. Pramogų kompleksas yra trijų aukštų, likę pastato korpusai – dviejų. Taip pat numatomi rūšiai po pramogų kompleksu ir plaukimo baseino korpuso administracinėmis patalpomis. Pastato pamatai – sekliji. Karkaso laikančiosios konstrukcijos – monolitinės g/b kolonos ir perdangos, plieninės ir medinės sijos. Kolonų tinklo išdėstymas yra nesimetriškas. Išorės sienos yra iš daugiasluoksnių fasado plokščių, vidinės – silikatinių plytų su apdaila. Stogas – daugiašlaitis, pasvirimo kampas yra nuo 9 iki 12 laipsnių. Pastato energinio naudingumo klasė – A.

Sklypo plotas - 5,06 ha. Įvažiavimas į jį projektuojamas iš pietinės sklypo pusės, įėjimai pėstiesiems – iš įvairių pusių. Iš pietinės pusės sklypą riboja Šakių plentas, kitas puses apsupa Kačerginės miškas. Būdingasis gruntas sklype – priemolis. Reljefas lygus, todėl iš esmės nekeičiamas. Sklype numatoma įrengti lauko baseinus, vasaros lauko estradą, kempingą, lauko barus ir automobilių stovėjimo aikštelę su 85 stovėjimo vietomis, iš kurių 4 skirtos žmonėms su negalia. Projektuojant sklypo aplinką laikomasi STR 2.03.01:2001 „Statiniai ir teritorijos. Reikalavimai žmonių su negalia reikmėms“ [18] nurodymų. Sklype patogesniai susisiekimui suprojektuoti trinkelėmis grįsti takai, apželdinama veja ir dekoratyviniais medžiais. Pastato vandens, nuotekų, elektros ir šilumos tinklai numatomi prijungti prie artimiausių esamų gyvenvietės inžinerinių tinklų.

2.2. Architektūriniai sprendimai

2.2.1. Pastato architektūrinė ir planinė sandara

Pastato aukštis nuo žemės paviršiaus iki aukščiausio taško – 12,80 m. Didžiausias aukštų skaičius: 3, papildomai nepriskaičiuotas rūšys. Bendras pastato patalpų plotas - 3440,24 m². Pastato tūris – 19283,7m³. Statinio užimamas plotas sklype yra 2318,21 m². Užstatymo intensyvumas - 7,2 %, o sklypo užstatymo tankumas - 5,0 %.

Pastato antžeminė dalis projektuojama sklypo viduryje. Pagrindinis fasadas orientuotas į pietinę pusę. Pastate suprojektuotos trys laiptinės ir vienas liftas. Statinio pramogų komplekse įrengta kavinė-klubas, laisvalaikio komplekse – galerijos, persirengimo kambariai ir biliardo salė antrame aukšte, vandens pramogų komplekse – pirtys, mažesni baseinai, poilsio kambarys, masažo kabinetai ir soliariumas, plaukimo baseino korpusą sudaro kavinė, techninės patalpos ir baseinas.

2.2.2. Spalvų ir apšvietimo sprendimai

Pastato spalvos parinktos taip, kad derėtų prie miškingo kraštovaizdžio. 2.1 paveiksle pavaizduota tokį pasirinkimą atspindinti vizualizacija. Fasadų spalvos parinktos pagal „RAL Classic“ katalogą. Sienos yra iš daugiasluoksnių fasado plokščių, naudojama ruda spalva - „RAL 8008“. Cokolis dažomas tamsiai pilka spalva – „RAL 7023“. Stogui taip pat parenkamos daugiasluoksnės „Sandwich“ tipo plokštės, kurios yra tamsiai žalios spalvos – „RAL 6025“. Pastate projektuojamas mišrus apšvietimas, t. y. natūralus kombinuotas su dirbtiniu.



2.1 pav. Pastato vizualizacija [19]

2.3. Konstrukciniai sprendimai

2.3.1. Pamatai ir atraminės sienos

Sklype vyraujantis gruntas – priemolis, todėl projektuojami seklieji g/b surenkami pamatai. Jie daromi iš kelių elementų: bloko (0,9x0,9x0,7 m) ir plokštės (1,7x1,7x0,5 m). Blokas ir plokštė jungiami sumonolitinant jungiamuosius armatūros strypus. Kolona yra įstatoma į pamato lizdą (bloką). Pamatams naudojamas betonas – C20/25 klasės, skersinė ir išilginė armatūra – S500 klasės.

Atraminės sienos – monolitinės gelžbetoninės. Jos įrenginėjamos aplink rūšio perimetrą. Atraminių sienų storis - 300 mm. Naudojamas betonas yra C20/25 klasės, skersinė ir išilginė armatūra – S500 klasės.

2.3.2. Grindys ir kolonos

Tarpaukštines grindis sudaro surenkama g/b 300 mm perdangos plokštė [20], 20 mm garso izoliacija, 60 mm armuoto C12/15 klasės betono sluoksnis ir ant viršaus klojamos plytelės. Perdangos dedamos ant metalinių, S355 plieno klasės IPE600 dvitėjo profilio sijų arba medinių GL24h klijuotos medienos klasės sijų. Pirmo aukšto grindys montuojamos ant sutankinto grunto, užpilant ir sutankinant smėlio pagrindą, klojant hidroizoliaciją ir armuotą betono sluoksnį bei

panaudojant plyteles estetiškesniam išoriniam vaizdui (tarpaukštinė grindų konstrukcija pateikta architektūriniuose brėžiniuose).

Gelžbetoninės kolonos montuojamos į pamatus. Jų skerspjūvio matmenys 400x400mm.

2.3.3. Išorinės ir vidinės pertvaros

Išorinėms sienoms naudojamos 200 mm daugiasluoksnės fasado plokštės [21]. Taip pat takams tarp pastato korpusų panaudotos grūdinto stiklo-aliuminio konstrukcijos, kurios stiklas skaidrus, su apsaugine plėvele.

Vidines pertvaras sudaro mūras arba silikatinės plytos su apdailos sluoksniu iš abiejų pusių (išorinės pertvaros konstrukcija pateikta architektūriniuose brėžiniuose).

2.3.4. Laiptai

Pagrindiniai vidaus laiptai projektuojami administracinių patalpų pastato dalyje ir šalia baseinų. Pirmieji sudaryti iš surenkamų g/b maršų ir pakopų. Numatomas šių laiptų plotis - 3,29 m, pakopos aukštis - 0,18 m, plotis - 0,27 m. Baseinų laiptai projektuojami plieninio karkaso su medinėmis pakopomis ir turėklų porankiais. Šių laiptų plotis - 1,2 m, pakopos aukštis - 0,17 m ir plotis - 0,27 m.

2.3.5. Langai ir durys

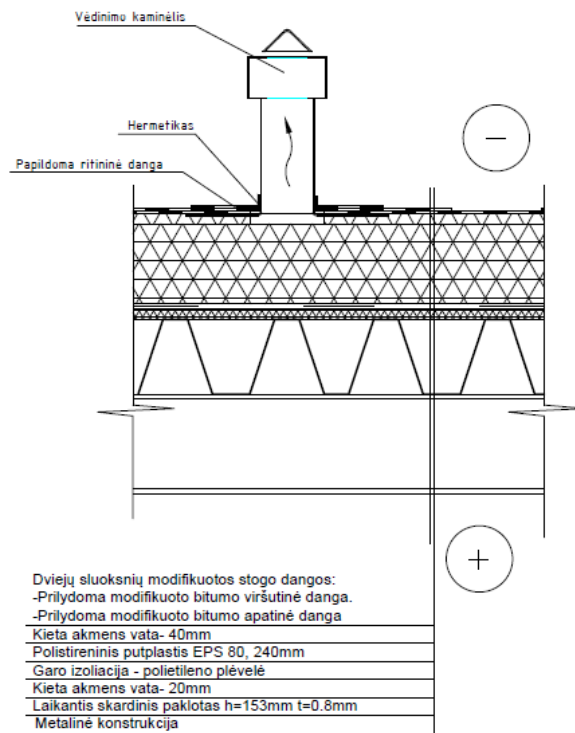
Labai didelę dalį vandens pramogų ir plaukimo baseino korpusų sudaro plastikiniai, nestandartinės formos ir dydžio langai. Perėjimai tarp korpusų padengti skaidriu grūdintu stiklu su apsaugine plėvele ir aliuminio konstrukcija. Pro minėtus langus pastato patalpos apšviečiamos natūraliu būdu.

Visuose fasaduose iš viso įrengtos septynerios vienvėrės ir dvejios dvivėrės durys. Dalis jų, priklausomai nuo fasado, yra stiklinės, kita dalis – plastikinės.

2.3.6. Stogas. Šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

Projektuojamo pastato stogas įrengiamas ant plieninių sijų, pramogų, laisvalaikio ir vandens pramogų kompleksuose. Ant sijų klojamas paklotas, kurio aukštis $h = 153$ mm. Apšiltinimui naudojama kieta akmens vata (20, 40 mm) ir polistireninis putplastis EPS 80 (240 mm). Stogas padengiamas dviejų sluoksnių prilydoma modifikuota bitumo danga.

Stogo konstrukcijos šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimai atliekami remiantis: STR 2.01.09:2005 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ [22] ir STR 2.01.03:2009 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių projektinės vertės“ [23]. Stogo detalės fragmentas pateikiamas 2.2 paveiksle.



2.2 pav. Stogo konstrukcijos detalė

Apskaičiuojama stogo šiluminė varža ir šilumos perdavimo koeficientas.

Vidiniopaviršiaus šiluminė varža $R_{si} = 0,10(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$, kadangi šilumos srauto kryptis eina aukštyn. Išorinio paviršiaus - $R_{se} = 0,04 (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$.

Apskaičiuojama atskirų sluoksnių šiluminės varžos ir visuminė šiluminė varža.

Pirmasis sluoksnis – bituminė danga, kuri priimama kaip plonas sluoksnis prispaustas prie atitvarinės konstrukcijos paviršiaus. Jos šiluminė varža $R_{q,1} = 0,02 \cdot 2 = 0,04 (\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$.

Antrasis ir penktasis sluoksnis – 20, 40 mm storio kietas akmenų vata, kurios $\lambda_D = 0,036 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

Antrojo ir penktojo sluoksnio kietos akmenų vatos šiluminė varža:

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_{ds}} = \frac{0,04}{0,036} = 1,11(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W} \quad (2.3.6.1)$$

$$R_5 = \frac{d_5}{\lambda_{ds}} = \frac{0,02}{0,036} = 0,56(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W} \quad (2.3.6.2)$$

Trečiasis sluoksnis – 240 mm storio polistireninis putplastis EPS, kurio $\lambda_D = 0,033 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje $\Delta\lambda_w = 0,002 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, pagal STR 2.01.03:2009 [23], 2 lent. nevėdinamai atitvarai. Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0,05$ pagal STR 2.01.03:2009 [23], 5 lent., kai termoizoliacinis sluoksnis nevėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $60 < l < 190 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$.

Pataisa dėl šilumos konvekcijos: $\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv} = 0,033 \cdot 0,05 = 0,0017 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

Projekcinė šilumos laidumo koeficiento vertė: $\lambda_{ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_w + \Delta\lambda_{cv} = 0,033 + 0,002 + 0,0017 = 0,037 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Trečiojo sluoksnio polistireninio putplasčio EPS šiluminė varža:

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_{ds}} = \frac{0,24}{0,037} = 6,49 \text{ (m}^2\cdot\text{K) /W} \quad (2.3.6.3)$$

Ketvirtasis sluoksnis – garo izoliacija, kuri priimama kaip plonas sluoksnis tarp atitvaros sluoksnių. Jos šiluminė varža $R_{q,4} = 0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{K) /W}$.

Stogo suminė šiluminė varža:

$$R_s = R_{q,1} + R_2 + R_3 + R_{q,4} + R_5 \quad (2.3.6.4)$$

$$R_s = 0,04 + 1,11 + 6,49 + 0,04 + 0,56 = 8,24 \text{ (m}^2\cdot\text{K) /W}$$

Stogo visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} \quad (2.3.6.5)$$

$$R_t = 0,10 + 8,24 + 0,04 = 8,38 \text{ (m}^2\cdot\text{K) /W}$$

čia:

R_{si} – vidinė šiluminė varža;

R_{se} – išorinė šiluminė varža.

Šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = 1/R_t \quad (2.3.6.6)$$

$$U = 1/8,38 = 0,119 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

Statybos techniniame reglamente (STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“ [22]) nurodoma, kad norminis stogų šilumos perdavimo koeficientas $U_N = 0,16 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Jį atitinkanti šiluminė varža R yra ne mažesnė kaip $6,25 \text{ (m}^2\cdot\text{K) /W}$.

2.4. Bendrieji statinio rodikliai

2.1 lentelė. Bendrieji statinio rodikliai

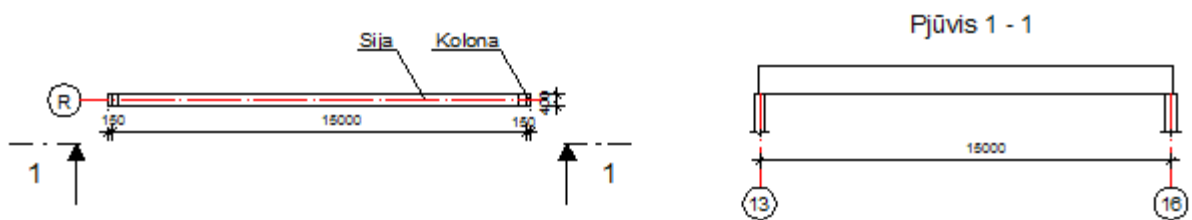
Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis
I Sklypas:		
1.1 Sklypo plotas	m ²	50600
1.2 Sklypo užstatymo plotas	m ²	2534,21
1.3 Sklypo užstatymo intensyvumas	%	7,2
1.4 Statinio užimamas plotas	m ²	2318,21
1.5 Apželdintas žemės plotas	m ²	14031,6
1.6 Parkavimo vietų skaičius	vnt.	85
1.7 Sklypo užstatymo tankumas	%	5,0
II Pastatas:		
2.1 Bendras plotas	m ²	3440,24
2.4 Pastato tūris	m ³	19283,7
2.5 Pastato aukštis	m	12,80
2.6 Aukštų skaičius	vnt.	3

3. KONSTRUKCINĖ DALIS

3.1. Bendrieji duomenys apie skaičiuojamą konstrukciją

Konstrukcinėje dalyje skaičiuojama medinė sija. Sijos vieta yra plaukimo baseino korpuso ašyje R. Ji remiasi ant dviejų g/b kvadratinio skerspjūvio (400x400 mm) kolonų. Tarpatramis yra 15 m. 3.1 paveiksle pateikiama sijos schema. Šioje darbo dalyje parenkami tinkami medinės sijos matmenys ir klijuotos medienos klasė bei patikrinamas jos stiprumas ir įlinkis.

Medinės sijos skaičiavimai atliekami naudojantis STR 2.05.07:2005 „Medinių konstrukcijų projektavimas“ [24] ir STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ [25].



3.1 pav. Skaičiuojamos medinės sijos schema

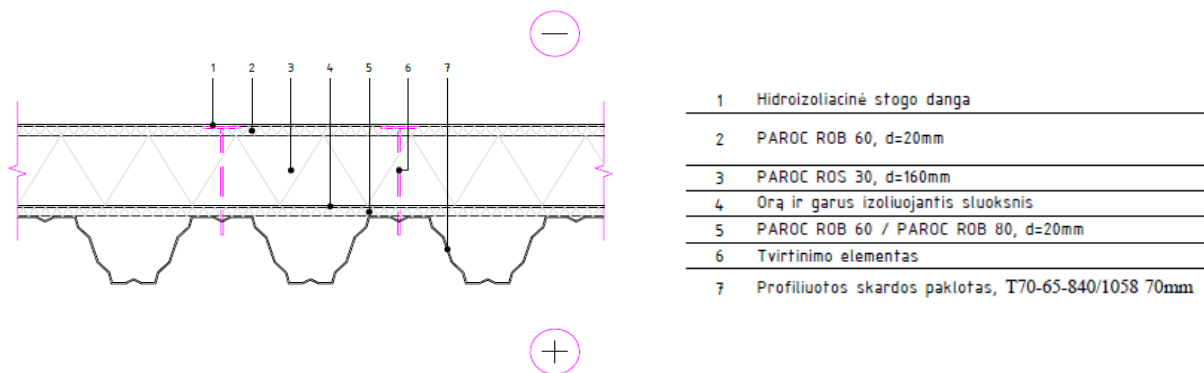
3.2. Apkrovos skaičiavimas

3.2.1. Nuolatinės apkrovos

Stogo konstrukcijų savasis svoris. Jis skaičiuojamas įvertinant stogo konstrukcijoje naudojamas medžiagas. 3.2 paveiksle pateiktos stogo konstrukcijos sandara. Svorio skaičiavimas, duotas 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Stogo konstrukcijų nuolatinės charakterinės ir skaičiuotinės apkrovos.

Stogo elementai ir jų storiai	Charakterinė apkrova kN/m ²	Patikimumo koeficientas, γ_G	Skaičiuotinė apkrova kN/m ²
Du sluoksniai rul. dangos	0,049	1,35	0,066
PAROC ROB 60 (20mm) 2x20mm; 0,04*200 = 8 kg/m ²	0,08	1,35	0,108
PAROC ROS 30 (160mm) 0,16*130= 20,8 kg/m ²	0,208	1,35	0,2808
Garo izoliacija	0,001	1,35	0,00135
Skardos lakštai T70-65-840/1058 0,7mm	0,078	1,35	0,1053
VISO:	0,416	1,35	0,562



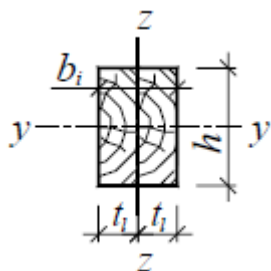
3.2 pav. Stogo konstrukcija

Ilginio savasis svoris. Ilginio iš dviejų suporintų lentų charakteristinis svoris ploto vienetui:

$$g_{i,k} = \frac{2 \cdot t_l \cdot h \cdot \gamma}{l_1} = \frac{2 \cdot 0,04 \cdot 0,12 \cdot 4,2}{3,0} = 0,0268 \text{ kPa} \quad (3.2.1.1)$$

Skaičiuotinis svoris:

$$g_{i,d} = g_{i,k} \cdot \gamma_G = 0,0268 \cdot 1,3 = 0,0349 \text{ kN/m}^2 \quad (3.2.1.2)$$



3.3 pav. Ilginio skerspjūvis iš dviejų suporintų lentų.

Čia: t_i , h – ilginio lentos storis ir aukštis (m);

γ – medienos tūrinis svoris (kN/m^3) [24]

l_1 – atstumas tarp ilginių (m);

γ_G – apkrovos dalinio patikimumo koeficientas.

Daugiasluoksnės sijos savasis svoris. Charakteristinis klijutinio skerspjūvio sijos savasis svoris denginio ploto vienetui:

$$g_{s,k} = \frac{A_d \cdot \gamma_g}{B} = \frac{0,252 \cdot 4,2}{6} = 0,176 \text{ kPa} \quad (3.2.1.3)$$

Skaičiuotinis svoris:

$$g_{s,d} = g_{s,k} \cdot \gamma_G = 0,176 \cdot 1,35 = 0,238 \text{ kN/m}^2 \quad (3.2.1.4)$$

3.2.2. Trumpalaikės apkrovos

Sniego apkrova. Sniego apkrovos rajonas – I [25]. Sniego apkrovos į stogo horizontaliąją projekciją charakteristinė reikšmė nustatoma pagal formulę:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

s_k – sniego dangos ant 1 m^2 horizontaliojo žemės paviršiaus svorio charakteristinė reikšmė.

$$s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

μ_i – stogo sniego apkrovos formos koeficientas.

C_e – atodangos koeficientas. $C_e = 1,0$

C_t – terminis koeficientas. $C_t = 1,0$

Kai sniegas išsidėsto tolygiai: $\mu_1 = 1,0$

$$s_1 = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,2 \text{ kN/m}^2 \quad (3.2.2.1)$$

$$S_1 = 1,2 \cdot 6 = 7,2 \text{ kN/m}, \text{ žingsnis tarp kolonų 6 metrai.} \quad (3.2.2.2)$$

3.3. Daugiasluoksnės klijutinio skerspjūvio sijos skaičiavimas

Charakteristinė ir skaičiuotinė tolyginė tiesinė apkrova (kN/m) tenkanti sijai apskaičiuojama:

Charakteristinė:

$$\begin{aligned} p_k &= (g_k + g_{i,k} + g_{s,k}) \cdot b + (q_{s,k} \cdot b) / \cos 2^\circ \\ &= (0,416 + 0,0268 + 0,176) \cdot 6 + (1,2 \cdot 6) / \cos 2^\circ \\ &= 10,92 \text{ kN/m} \end{aligned} \quad (3.3.1)$$

Skaičiuotinė:

$$\begin{aligned} p_d &= (g_d + g_{i,d} + g_{s,d}) \cdot b + (q_{s,d} \cdot b) / \cos 2^\circ \\ &= (0,562 + 0,0349 + 0,238) \cdot 6 + (1,56 \cdot 6) / \cos 2^\circ \\ &= 14,38 \text{ kN/m} \end{aligned} \quad (3.3.2)$$

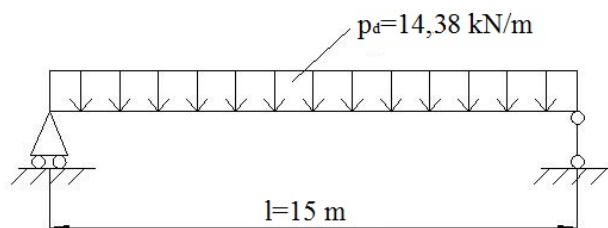
Čia: g_k ; g_d – charakteristinis ir skaičiuotinis stogo konstrukcijų svoris;

$g_{i,k}$; $g_{i,d}$ – charakteristinis ir skaičiuotinis ilginio svoris;

$g_{s,k}$; $g_{s,d}$ – charakteristinis ir skaičiuotinis sijos apytikslis savasis svoris paskaičiuojamas pasirinkus skerspjūvio matmenis;

$q_{s,k}$, $q_{s,d}$ – charakteristinė ir skaičiuotinė sniego apkrova;

b – atstumas tarp sijų.

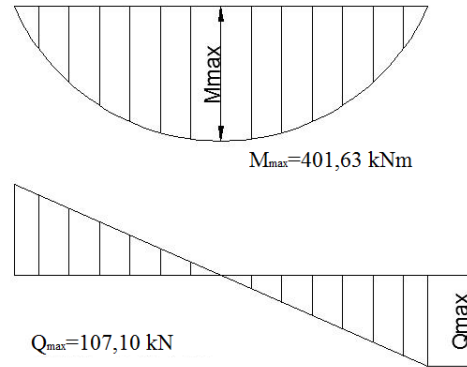


3.4 pav. Skaičiuojamoji klijotos medienos sijos schema.

Sijoje veikiančios įrašos:

$$M = \frac{p_d \cdot l^2}{8} = \frac{14,38 \cdot 15^2}{8} = 401,63 \text{ kNm} \quad (3.3.3)$$

$$Q = \frac{p_d \cdot l}{2} = \frac{14,38 \cdot 15}{2} = 107,10 \text{ kN} \quad (3.3.4)$$



3.5 pav. Momentų ir skersinių jėgų diagramos.

Klijuotos medienos sijai naudojama GL24h klasės mediena, kurios charakteristinis stipris lenkiant $f_{m,g,k} = 24 \text{ MPa}$.

Sijos skerspjūvis projektuojamas iš lentų, kurių skerspjūvio matmenys po nuobliavimo bus $180 \times 100 \text{ mm}$. Reikės $n=14$ -kos tokių lentų.

$$h = n \cdot h_1 = 14 \cdot 10,0 = 140 \text{ cm} = 1,4 \text{ m} \quad (3.3.5)$$

Priimto skerspjūvio atsparumo momentas:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{0,18 \cdot 1,4^2}{6} = 0,0588 \text{ m}^3 \quad (3.3.6)$$

Inercijos momentas:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,18 \cdot 1,4^3}{12} = 0,04116 \text{ m}^4 \quad (3.3.7)$$

Tikrinami normaliniai įtempiai:

$$Q = \frac{p_d \cdot l}{2} = \frac{14,38 \cdot 15}{2} = 107,10 \text{ kN} \quad (3.3.8)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{m,d} &= \frac{M_d}{W_d} = \frac{401,63 \cdot 10^3}{0,0588 \cdot 10^6} = 6,83 \text{ MPa} < f_{m,g,d} = \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = \frac{24}{1,25} \cdot 0,9 \\ &= 17,28 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (3.3.9)$$

Čia: $\sigma_{m,d}$ – skaičiuotinis lenkimo įtempis;

M_d – skaičiuotinis lenkiamasis momentas;

$f_{m,g,d}$ – skaičiuotinis lenkiamos klijuotosios medienos stipris;

W_d – skaičiuotinis skerspjūvio atsparumo momentas.

γ_M – medžiagos savybės rodiklio dalinis koeficientas;

k_{mod} – modifikacijos koeficientas, įvertinantis apkrovos veikimo pobūdį ir eksploatacines (drėgmės) sąlygas.

Staciakampio skerspjūvio lenkiamųjų elementų plokščiosios formos pastovumas tikrinamas taip:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{\varphi_M \cdot W_d} = \frac{401,63 \cdot 10^3}{0,65 \cdot 0,0588 \cdot 10^6} = 10,51 \text{ MPa} < f_{m,g,d} = \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} \quad (3.3.10)$$
$$= \frac{24}{1,25} \cdot 0,9 = 17,28 \text{ MPa}$$

Čia: φ_M – lenkiamojo elemento klupumo koeficientas.

Staciakampio skerspjūvio lenkiamiesiems elementams, koeficientas φ_M nustatomas taip:

$$\varphi_M = 140 \frac{b^2}{l_d h} k_M = 140 \frac{0,18^2}{5 \cdot 1,4} \cdot 1 = 0,65 \quad (3.3.11)$$

Čia: l_d – atstumas tarp elemento atraminių pjūvių, o gniuždomą briauną įtvirtinus nuo poslinkio iš lenkimo plokštumos tarpiniuose taškuose – atstumas tarp šių taškų;

b – skerspjūvio plotis;

h – maksimalus l_d ruože skerspjūvio aukštis;

k_M – koeficientas, priklausantis nuo elemento lenkiamųjų momentų diagramos formos l_d ruože.

Tikrinamas elemento kirpimo (šlyties) stiprumas:

$$\tau_d = \frac{V_d \cdot S}{I \cdot b} = \frac{107,10 \cdot 10^3 \cdot 0,0441}{0,04116 \cdot 0,18} = 0,64 \text{ MPa} \leq f_{v,g,d} = 2,7 \text{ MPa} \quad (3.3.12)$$

Čia: τ_d – skaičiuotinis kirpimo (šlyties) įtempis;

V_d – skaičiuotinė skersinė jėga;

I – elemento skerspjūvio inercijos momentas;

S – elemento skerspjūvio atskeliamos dalies statinis momentas apie neutraliąją ašį;

$$S = \frac{b \cdot h^2}{8} = \frac{0,18 \cdot 1,4^2}{8} = 0,0441 \text{ m} \quad (3.3.13)$$

b – elemento skerspjūvio plotis;

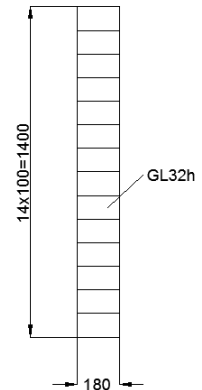
$f_{v,g,d}$ – skaičiuotinis kerpamos (skeliamos) išilgai pluošto klijuotosios medienos stipris.

Tikrinamas sijos įlinkis:

$$d_{lim} = \frac{l}{250} = \frac{15}{250} = 0,06 \text{ m} \quad (3.3.14)$$

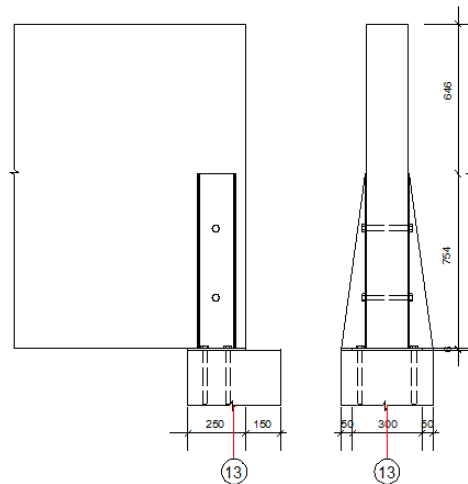
$$d = \frac{5 \cdot p_k \cdot l^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I} = \frac{5 \cdot 10,84 \cdot 10^3 \cdot 15^4}{384 \cdot 11,60 \cdot 10^9 \cdot 0,04116} = 0,015 \text{ m} \quad (3.3.15)$$

Įlinkis tenkinamas: $d = 0,015 \text{ m} < d_{lim} = 0,060 \text{ m}$.



3.6 pav. Gautasis sijos skerspjūvis.

Sijos atraminis mazgas



3.7 pav. Sijos atraminis mazgas.

Sijos medinių elementų galo glemžimo įtempiai [26]:

$$\sigma_c = \frac{N_c}{A_c} \leq f_{c,0,d} = \frac{107,10 \cdot 10^3}{450 \cdot 10^{-4}} = 2,38 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = \frac{18}{1,35} \cdot 0,8 = 10,7 \text{ MPa} \quad (3.3.16)$$

čia: N_c – atraminį mazgą veikianti įraža,

A_c – glemžimo plotas.

Apskaičiuojamas atraminės plokštelės storį (žr. 3.7 pav.)

Reaktyvinis slėgis į atraminį lakštą:

$$g_r = \frac{R_A}{A_{pl}} = \frac{107,10 \cdot 10^3}{0,25 \cdot 0,24} = 0,179 \text{ MN/m} \quad (3.3.17)$$

čia: R_A – maksimali sijos atraminė reakcija

Konsolės lenkimo momentas:

$$M'_K = \frac{g_r \cdot a^2}{2} = \frac{0,179 \cdot 10^3 \cdot 0,06^2}{2} = 0,32 \text{ kNm} \quad (3.3.18)$$

čia: a – konsolės ilgis.

Lenkimo momentas plokštelės dalyje, kai kraštai įtvirtinti:

$$M_z = \frac{g_r \cdot l^2}{12} = \frac{0,179 \cdot 10^3 \cdot 0,18^2}{12} = 0,48 \text{ kNm} \quad (3.3.19)$$

čia: l – atstumas tarp bazės vertikalių lakštų.

Reikiamas plokštės storis

$$t_{pl} = \sqrt{\frac{6M_{\max}}{l_1 \cdot f_{y,d} \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,48 \cdot 10^3}{0,25 \cdot 322,7 \cdot 10^{-6} \cdot 0,95}} = 0,006 \text{ m} \approx 8 \text{ mm} \quad (3.3.20)$$

čia:

l_1 – atraminės plokštelės ilgis (šiuo atveju $l_1 = 0,25$ m).

M_{\max} – didesnis iš momentų M'_K ir M_z

$f_{y,d}$ - skaičiuotinis tempiamasis, gniuždomasis, lenkiamasis plieno stipris pagal takumo ribą:

$$f_{y,d} = \frac{f_y}{1,1} = \frac{355}{1,1} = 322,7 \text{ MPa}$$

4. TIRIAMOJI DALIS

4.1. Tiriamojo projekto tikslo ir uždavinių suformulavimas

Statinio laikančiosios konstrukcijos ir statybinės medžiagos nagrinėtos 2011 metų laidos 14 – oje Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijoje pristatytame straipsnyje „Dangoraižių laikančiosios konstrukcijos ir statybinės medžiagos“ [45]. Jame aptariamos pagrindinės dangoraižių konstrukcinės schemos, vėjo ir žemės drebėjimo apkrovas mažinančios konstrukcijos bei pagrindinės dangoraižių statybinės medžiagos, naudojamos laikančiosioms konstrukcijoms. Trūksta straipsnių su šią temą atitinkančiais tokių konstrukcijų palyginamaisiais skaičiavimais. Šiame magistro baigiamajame darbe kompleksiskai išanalizuoti didelių angų pastatų denginio laikančių konstrukcijų ir atitinkamų stogo dangų deriniai.

Tiriamosios dalies tikslas - išanalizuoti keturis galimus plaukimo baseino korpuso denginio laikančiųjų konstrukcijų ir stogo dangos variantus, bei atlikti daugiakriterinį jų vertinimą.

Projektuojamam plaukimo baseino denginiui, kaip alternatyvūs sprendimai analizuojamos tokios laikančios konstrukcijos: 15 metrų ilgio plieninės arba medinės sijos ir 15 metrų ilgio plieninės arba medinės santvaros. Pirmuoju atveju sijos dedamos virš viso korpuso, o prie jų stogo dangai parinktos daugiasluoksnės „Sandwich“ plokštės. Antruoju – sijos dedamos virš techninių ir

pagalbinių patalpų, o santvaros naudojamos baseino denginio angai perdengti. Ant santvarų dedami mediniai arba metaliniai ilginiai ir prie jų tvirtinami ir montuojami aliuminio-stiklo fasadai.

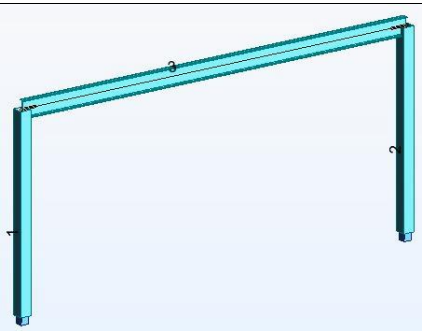
Atrinkus tinkamus denginio virš baseino variantus, parinkti atitinkami kriterijai racionaliausio varianto nustatymui (10 kriterijų). Taikant ekspertinius rangavimo, porinio palyginimo ir teorinį entropijos metodus, apskaičiuotas kriterijų reikšmingumas. Taikant daugiakriterinį TOPSIS metodą, nustatytas racionalus denginį laikančios konstrukcijos ir stogo dangos variantas. TOPSIS - tai variantų prioritetiškumo nustatymo metodas, pagrįstas koncepcija, kad optimali alternatyva turi mažiausią atstumą nuo idealaus sprendimo ir didžiausią atstumą nuo „neigiamai idealaus“ sprendimo. Gauti rezultatai parodė, kuri alternatyva yra racionaliausia.

4.2. Galimų denginio laikančiųjų konstrukcijų ir stogo dangos sprendimų analizė

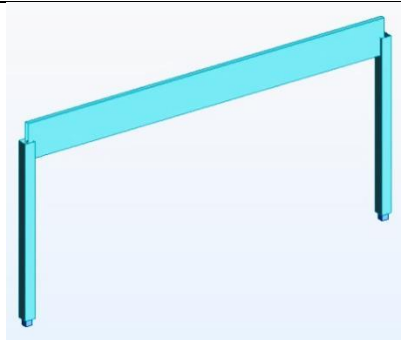
4.2.1. Stogo konstrukcijos: sijos ir santvaros. Medžiagos ir įrengimo technologija

Plaukimo baseino korpuso denginio variantų laikančiosioms konstrukcijoms parenkamos tokios konstrukcijos: plieninės sijos ir santvaros bei medinės sijos ir santvaros. Jų charakteristikos pateiktos 4.1 – 4.4 lentelėse.

4.1 lentelė. Plieninės sijos

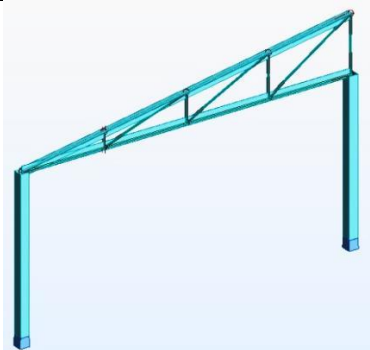
Konstrukcinė schema (žr. priedą Nr. 1)	
Tipas	IPE 600, S355
Ilgis (m)	15,0
Aukštis (m)	0,6
Plotis (m)	0,22
Masė (vnt./t)	1,83

4.2 lentelė. Medinės sijos

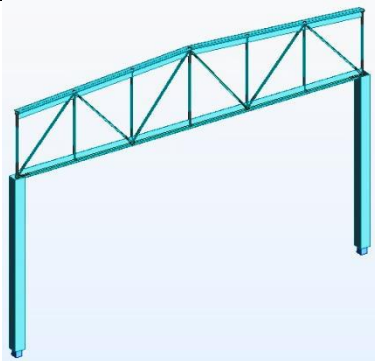
Konstrukcinė schema (žr. konstrukcinę darbo dalį)	
Tipas	GL24h
Ilgis (m)	15,0
Aukštis (m)	1,4

Plotis (m)	0,18
Tūris (vnt./m ³)	3,78

4.3 lentelė. Plieninės santvaros

Konstrukcinė schema	
Tipas	-
Ilgis (m)	15,0
Aukštis (m)	2,5
Plotis (m)	0,31
Masė (vnt./t)	1,14

4.4 lentelė. Medinės santvaros

Konstrukcinė schema	
Tipas	-
Ilgis (m)	15,0
Aukštis (m)	2,5
Plotis (m)	0,31
Tūris (vnt./m ³)	2,53

Plieninių ir medinių sijų ir santvarų įrengimas

Stogo laikančioji ir ryšių konstrukcija įrengiama pagal darbo projekto brėžinius.

Montuojant medines konstrukcijas būtina:

- apsaugoti nuo atmosferos poveikių;
- darbus vykdyti barais, kartu montuojant atitvaras ir stogus;
- maksimaliai sumažinti konstrukcijų perkrovimų, perkėlimų, pakrovimo-iškrovimo operacijų skaičių;
- visas konstrukcijas, o ypač antiseptikuotas bei įmirkytas antipirenais, apsaugoti nuo sudrėkimo.
- Laikyti visų saugaus darbo reikalavimų.

Santvarų ir sijų montavimo darbai pradedami sumontavus visas kolonas, ant kurių jos bus remiamos. Konstrukcijos į statybvietę atgabenamos krovininiu automobiliu. Transportuojant laikomasi tokių reikalavimų:

- Elementai turi būti transportuojami horizontalioje padėtyje, kad nebūtų sužalojami;
- Turi būti pervežami specialiu transportu, naudojant fiksatorius, kurie parenkami atsižvelgiant į gaminio konstrukciją ir naudojamą transporto priemonę;
- Transporto priemonės parenkamos reikiamų matmenų. Konstrukcijos viršus turi būti ne aukščiau kaip 4 m skaičiuojant nuo kelio dangos.

Kraunant konstrukcijas į laikymo vietas, atliekami šie darbai: konstrukcijų priėmimas, iškrovimas, tikrinimas, rūšiavimas, nedidelių defektų taisymas, sandūrų paviršių ruošimas, santvarų sujungimas, masės centro bei kabinimo vietų žymėjimas.

Elementų laikymo vieta turi būti lygaus pakloto, nuleisti paviršiniai vandenys. Santvaros dėl savo didelio ilgio laikomos šalia pastato, kad kranas galėtų lengvai jas pasiekti ir būtų patogiau jas prikabinti. Gaminiai kraunami ant medinių padėklų taip, kad nesideformuotų, juos būtų galima montuoti ir gerai būtų matomos markės.

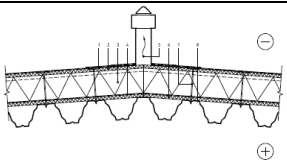
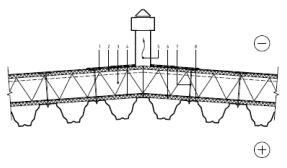

Santvaros kėlimui parenkama traversa. Prieš jas keliant du montuotojai netoli santvaros galų įrengia kontrolinius postus su aikštelėmis, apžiūri santvarą, patikrina įdėtinių detalių padėtį, ašis ir prie santvaros galų pritvirtina dvi atotampas. Traversa ir karabinais pritvirtinta santvara pakeliama kranu į 0,3 – 0,5 m aukštį ir patikrinus kėlimo įrangą keliami į projektinę padėtį, o tuo tarpu du montuotojai atotampomis reguliuoja jos padėtį erdvėje. Pakėlus santvarą iki 0,5 m virš atramos, montuotojai kontroliniuose postuose priima ją, centruoja lėtai leidžiamą konstrukciją pagal ašis ir nuleidžia ją ant kolonų. Patikslinus jos projektinę padėtį, santvara tvirtinama ant kolonos ir nuimama kėlimo įranga. Santvaros tarpusavyje jungiamos ryšiais, taip užtikrinant jų stabilią padėtį erdvėje.

Visa mediena, išskyrus naudojamą vidaus apdailos darbams, ir jau apsaugotą, turi būti apsaugoma ją įmirkant antiseptikais. Medienos drėgnumas, įmirkant antiseptikais, turi būti ne didesnis kaip 12% (orasausė).

Jeigu mediena į statybvietę tiekama apdorota antiseptikais, ji privalo turėti sertifikatą, kuriame turi būti nurodyta: atlikusi apdorojimą įmonė, antiseptiko rūšis, apdorojimo būdas, mirkalo sąnauda (sausos medžiagos kiekis viename medienos kubiniame metre) ir jo įsiskverbimo į medieną gylis. [27]

4.2.2. Stogo dangos: daugiasluoksnės „Sandwich“ plokštės ir aliuminio – stiklo fasadai. Medžiagos ir įrengimo technologija

4.5 lentelė Stogo įrengimo darbų apimčių skaičiavimas

Stogo konstrukcinė schema	Pavadinimas	Darbų apimtis	
		Mato vnt.	Kiekis
	Sutapdintas stogas su prilydoma bitumine danga, šiltinantis mineral. vatos pl.	m ²	690,00
	Profiliuotos skardos paklotas	m	135,0
	Sutapdintas stogas su prilydoma bitumine danga, šiltinantis mineral. vatos pl.	m ²	100,5
	Profiliuotos skardos paklotas	m	0,3
	Aliuminio detalės	m	1104,0
	Stiklas	m ²	589,5

Daugiasluoksnių „Sandwich“ tipo plokščių įrengimas

Daugiasluoksnių plokščių montavimo taisyklingumas didele dalimi priklauso nuo tokių oro sąlygų kaip: vėjo stiprumas, krituliai ir matomumas. Nedera montuoti plokščių, esant krituliams (lyjant ar sningant), o taip pat esant tirštam rūkui. Matomumo pablogėjimo atveju dėl sutemų ir dirbtinio apšvietimo nebuvimo, plokščių montavimas turi būti nutrauktas. Sandarinimo darbai turi būti atliekami, esant aplinkos temperatūrai, aukštesnei, nei 4° C.

Prieš pradėdant montuoti daugiasluoksnes plokštes būtina:

1. Patikrinti, ar konstrukcija surinkta tiksliai, ir ar ji atitinka techninį projektą (galimus neatitikimus pašalinti);
2. Patikrinti tarpatramių atstumus, atstumus tarp stulpų ir sijų, įsitikinti, ar jie atitinka techninį projektą ir nuolatinių apkrovų lentelės nurodymus;
3. Patikrinti, ar lygiai sujungti tarpatramiai;
4. Patikrinti linijinį stulpų ir sijų išdėstymą;
5. Parengti būtinus montavimui įrankius. Tinkamas konstrukcijos parengimas palengvins montavimo darbus, užtikrins taisyklingą plokščių sujungimą, o taip pat suteiks objektui estetišką vaizdą.

Šalia plokščių draudžiami suvirinimo darbai, todėl kad tai gali rimtai pažeisti plokščių paviršius. Daugiasluoksnių plokščių paviršius nuo teršalų ir pažeidimų apsaugotas specialia plėvele. Šia plėvele plokštės padengiamos gamybos metu. Plėvelę reikia nuimti montavimo metu, bet ne vėliau kaip po dviejų mėnesių nuo daugiasluoksnių plokščių įsigijimo dienos. Visa tai reikalinga,

kad per ilgą laiką, veikiant oro sąlygoms, plėvelė suskeldėja ir sunkiai nusiima nuo plokščių paviršių.

Plokščių montavimui naudojamas kranas. Vykdamas pakėlimą, plokščių stabilumui užtikrinti, kad neblaškėtų vėjas, naudojami diržai, juosiantys plokštę galuose. Plokštėms, montuojamoms stogui, jau gamykloje yra įrengiamos garo tarpinės. Būtina patikrinti jos tvarkingumą. Tarpinė įrengiama vidinėje pusėje, nukreiptoje į patalpos vidų. Išorinėje pusėje įrengiama tuo atveju, kai tai numatyta projekte dėl pastatų aukštingumo ar intensyvaus vėjo-lietaus poveikio pajūrinėje zonoje. Plokštės prispaudžiamos prie karkaso naudojant rankinius spaustuvus. Tarpinės susipaudimas turi siekti apie 30 %. [28]

Aliuminio – stiklo fasadų įrengimas

Montuojant aliuminio – stiklo konstrukciją iš fasadinių aliuminio profilių būtina atlikti konstrukcijų skaičiavimus veikiančioms vėjo, nuosavo svorio apkrovoms. Tikrinami tiek vertikalūs tiek horizontalūs konstrukcijų elementai, taip pat būtina patikrinti konstrukcijų tvirtinimo, pakabinimo mazgų laikomąją apkrovą.

Fasadinė aliuminio konstrukcija yra sumontuota statiškai teisingai, kai vienas konstrukcijos galas yra tvirtinamas nepaslankia jungtimi, o kitas konstrukcijos galas – paslankia jungtimi. Šis principas garantuoja laisvą terminį konstrukcijos judėjimą.

Aliuminio langų ar durų montavimo metu būtina vengti aliuminio profilio kontakto su plienu, nes esant drėgnai aplinkai elektrocheminės reakcijos metu, sukelia aliuminio koroziją. Aliuminis taip pat turi būti saugomas nuo kalkių ir cemento. Drėgnoje aplinkoje šios medžiagos sukelia anoduoto aliuminio koroziją.

Tvirtinimo detalės turi būti bent minimaliai apsaugotos nuo korozijos, o drėgnose patalpose būtinai naudojamos nerūdijančio plieno detalės. Parenkant tvirtinimo detalių dydžius atsižvelgiama į elementų nuosavą svorį ir papildomas apkrovas, tokias kaip vėjo, smūgių atidarant ir uždarant.

Pagrindinis gaminių tvirtinimo principas – tvirtinimas atliekamas mechaniškai, putas, klizai ir panašios medžiagos langų tvirtinimui netinka.

Reikalavimai tvirtinant gaminius:

- teisingai išgręžti skylės;
- montuojant rėmo diubeliais reikia naudoti prailgintą grąžtą, nes gręžimo patronu galima pažeisti lango paviršių;
- atsižvelgti į diubelių leistiną apkrovą ir ilgį;
- naudoti sistemai pritaikytus diubelius, varžtus, inkarus ir t.t.;
- prapūsti išgręžtas skylės;

- priklausomai nuo statybinių medžiagų turi būti išlaikyti diubelių gamintojų nurodyti atstumai tarp ašių ir briaunų;
- varžtus priveržti tolygiai ir be įtempimo į rėmą;
- naudoti atraminių kaladėlių ir tvirtinimo elementų kombinaciją;

Tvirtinimo detalės – kronšteinai gaminami iš plieno ir būtinai galvanizuojami arba dažomi. Aliuminio profilio tvirtinimo prie kronšteino varžtai naudojami tik iš nerūdijančio plieno. Reikia vengti aliuminio kronšteinų kontakto su plienu: montuojant reikia naudoti tarpinę. [29]

Plaukimo baseino denginio laikančiųjų konstrukcijų ir stogo alternatyvų sprendimų lentelė pateikta priede Nr. 3.

4.3. Vertinimo kriterijų sistemos sudarymas, jų reikšmių ir reikšmingumų skaičiavimas

4.3.1. Kriterijų parinkimas ir jų reikšmių skaičiavimas

Plaukimo baseino denginio laikančiųjų konstrukcijų ir dangos variantų vertinimui parenkami šie kriterijai:

1. **Įrengimo trukmė (dienos)** – laikas per kurį sumontuojama denginio konstrukcija ir danga. (žr. priedą Nr. 2);
2. **Darbininkų darbo kategorija** – priklausomai nuo kategorijos skiriamas tarifinis atlygis, kuris didėja atitinkamai didėjant darbo kategorijai (žr. priedą Nr. 6);
3. **Mechanizmų kaina (Eur)** – pinigų suma, skirta mechanizmams (žr. priedą Nr. 6);
4. **Medžiagų kaina (Eur)** – pinigų suma, skirta medžiagoms įsigyti (žr. priedą Nr. 6);
5. **Darbo sąnaudos (žm.d.)** – išlaidos, atsirandančios samdant darbuotojus. Skaičiavimuose pateikiama kaip darbininkų skaičius vienai darbo dienai, kai pamaina trunka 6,8 val. (žr. priedą Nr. 2);
6. **Ilgamžiškumas (balai)** – nusako, kiek metų konstrukcija išsilaikys nepakitus fizikinėms savybėms;
7. **Atsparumas ugniai (balai)** - nusako statinio konstrukcijų elementų gebėjimą gaisro metu tam tikrą laiką išlaikyti apkrovas;
8. **Estetika (balai)** – grožio kriterijus;
9. **Remonto sudėtingumas (balai);**
10. **Priežiūra (balai).**

6 – 10 kriterijai vertinami balais nuo 1 iki 10 pagal pasirinktų šios srities ekspertų nuomonę.

Baigiamajame darbe apskaičiuotos ir suprojektuotos tik dvi konstrukcijos iš keturių, t.y. plieninė (žr. priedą Nr. 1) ir medinė sijos (žr. konstrukcinę darbo dalį). Santvaros projektuotos konstrukcijų projektavimo kompiuterine programa Autodesk Robot Structural Analysis Professional.

4.3.2. Kriterijų prioritetų eilutės nustatymas naudojant ekspertinį rangavimo metodą

Taikant šį metodą, remiamasi ekspertų nuomonėmis bei sudaroma pateiktų rodiklių prioritetų eilutė, t.y. nustatoma, kurie iš jų svarbiausi apklaustiems ekspertams. Šiuo atveju, ekspertai yra atitinkamą kompetenciją statybos srityje turintys žmonės – statybos inžinieriai. Atlikta ekspertizė, kurioje dalyvavo 10 ekspertų. Jiems reikėjo surašyti į lentelę kriterijus pagal svarbumo eiliškumą nuo 1 iki 10 (1 - svarbiausias, 10 – mažiausiai svarbus). Gauti rezultatai pateikti 4.6 lentelėje.

Kriterijai:

1. Įrengimo trukmė - K_1 ;
2. Darbininkų (darbo) kategorija - K_2 ;
3. Mechanizmų kaina - K_3 ;
4. Medžiagų kaina - K_4 ;
5. Darbo sąnaudos - K_5 ;
6. Ilgaamžiškumas - K_6 ;
7. Atsparumas ugniai - K_7 ;
8. Estetika - K_8 ;
9. Remonto sudėtingumas - K_9 ;
10. Priežiūra - K_{10} .

4.6 lentelė. Ekspertų apklausos rezultatai

Ekspertai	Kriterijai									
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}
1	4	3	5	1	6	2	10	7	9	8
2	4	8	7	2	6	1	10	3	9	5
3	4	6	5	2	8	1	9	7	3	10
4	4	5	3	1	10	2	6	7	8	9
5	2	8	6	1	7	3	9	4	5	10
6	4	8	6	1	3	5	9	7	9	10
7	4	6	2	1	3	5	8	7	10	9
8	1	8	2	3	7	5	9	4	6	10
9	2	10	4	1	7	3	9	6	5	8
10	4	8	3	2	1	5	9	6	10	7
Rangų suma	33	70	43	15	58	32	88	58	74	86
Vieta	3	6	4	1	5	2	9	5	7	8
Nukrypimas nuo rangų sumos vidurkio ΔS_i	-23	14	-13	-41	2	-24	32	2	18	30
Nuokrypių kvadratai ΔS^2	529	196	169	1681	4	576	1024	4	324	900

I-tojo varianto rangų suma:

$$S_i = \sum_{j=1}^m K_{ji}$$

Čia: m – ekspertų skaičius;

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

Kuo S dydis yra mažesnis tuo variantas yra geresnis.

Pagal gautas rangų sumas nustatoma priešasčių prioritetų eilutė ir apskaičiuojamas nukrypimas nuo rangų sumos vidurkio:

$$\Delta S_i = \Sigma S_i - S^*$$

Čia: S^* - rangų sumos vidurkis;

Rangų sumos vidurkis:

$$S^* = \frac{\sum_i S_i}{n} = \frac{33 + 70 + 43 + 15 + 58 + 32 + 88 + 58 + 74 + 86}{10} = 56 \quad (4.3.2.1)$$

Čia: n – priešasčių skaičius.

Nukrypimas nuo rangų sumos vidurkio:

$$\Delta S_{i,1} = \Sigma S_i - S^* = 15 - 56 = -41 \quad (4.3.2.2)$$

Nuokrypių kvadratų suma:

$$S = \sum_{i=1}^n \Delta S_i^2 = 529 + 196 + 169 + 1681 + 4 + 576 + 1024 + 4 + 324 + 900 = 5407 \quad (4.3.2.3)$$

Ekspertų nuomonių vieningumas arba Kendalo konkordacijos koeficientas:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2(n^3 - n)} = \frac{12 \cdot 5407}{10^2(10^3 - 10)} = 0,655 \quad (4.3.2.4)$$

Kadangi Kendalo konkordacijos koeficientas yra didesnis už 0,6, tai ekspertizė yra laikoma patikima ir galima sakyti, kad ekspertų įvertinimas yra patikimas. Ekspertų duomenis galima naudoti tolimesniuose skaičiavimuose. Priešingu atveju reikėtų pakartoti ekspertų vertinimą.

4.3.3. Kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant ekspertinį porinio palyginimo metodą

Metodo esmė, kad visi kriterijai palyginami tarpusavyje poromis. Jei teigiama, kad variantas x_i yra geresnis už variantą x_j , tai suteikiamas „2“, o x_j – „0“, lyginiu atveju abiem variantams rašomas „1“.

Prioritetų eilutė: $K_4 > K_6 > K_1 > K_3 > K_8 > K_5 > K_2 > K_9 > K_7 > K_{10}$.

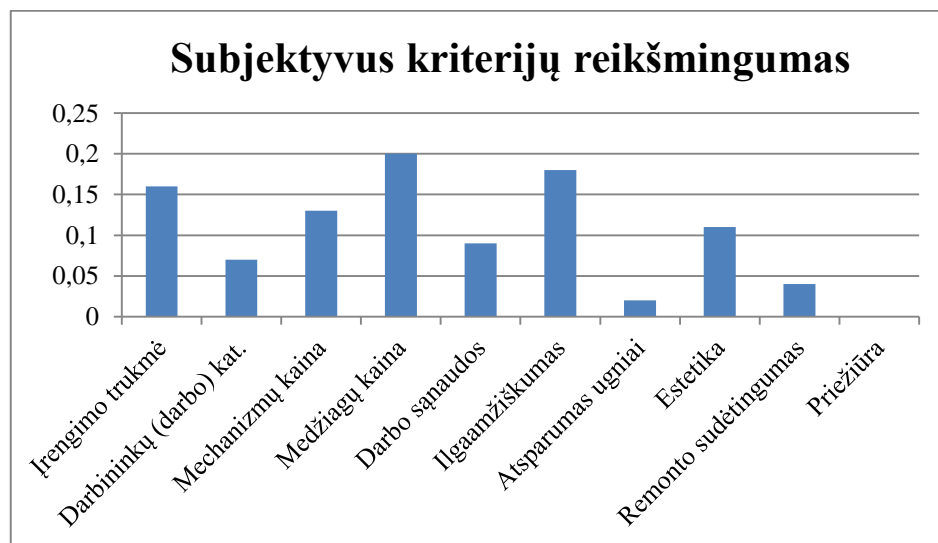
Palyginimo duomenys surašomi į lentelę:

Kriterijai	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀
K ₁		2	2	0	2	0	2	2	2	2
K ₂	0		0	0	0	0	2	0	2	2
K ₃	0	2		0	2	0	2	2	2	2
K ₄	2	2	2		2	2	2	2	2	2
K ₅	0	2	0	0		0	2	1	2	2
K ₆	2	2	2	0	2		2	2	2	2
K ₇	0	0	0	0	0	0		0	0	2
K ₈	0	2	0	0	1	0	2		2	2
K ₉	0	0	0	0	0	0	2	0		2
K ₁₀	0	0	0	0	0	0	2	0	0	

Sudaroma suminė porinio palyginimo matrica:

Kriterijai	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	S _i	q _i	%
K ₁		2	2	0	2	0	2	2	2	2	14	0,16	16
K ₂	0		0	0	0	0	2	0	2	2	6	0,07	7
K ₃	0	2		0	2	0	2	2	2	2	12	0,13	13
K ₄	2	2	2		2	2	2	2	2	2	18	0,20	20
K ₅	0	2	0	0		0	2	1	2	2	9	0,10	10
K ₆	2	2	2	0	2		2	2	2	2	16	0,18	18
K ₇	0	0	0	0	0	0		0	0	2	2	0,02	2
K ₈	0	2	0	0	1	0	2		2	2	9	0,10	10
K ₉	0	0	0	0	0	0	2	0		2	4	0,04	4
K ₁₀	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0,00	0
										Σ=	90	1,00	100

Kriterijų reikšmingumas nustatomas apskaičiavus kiekvieno i-tojo varianto eilutės sumą S_i. Kuo S_i reikšmė didesnė, tuo variantas efektyvesnis arba kriterijus reikšmingesnis. 4.1 paveiksle pateiktas subjektyvus kriterijų reikšmingumo grafinis vaizdavimas.



4.1 pav. Subjektyvus kriterijų reikšmingumas

4.3.4. Kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant teorinį entropijos metodą

4.7 lentelė. Pradiniai duomenys:

Alternatyvūs sprendimai	Kriterijai									
	Įrengimo trukmė, dienos	Darbininkų (darbo) kat.	Mechanizmų kaina, Eur	Medžiagų kaina, Eur	Darbo sąnaudos, žm.d.	Ilgamžiškumas, balai	Atsparumas ugniai, balai	Estetika, balai	Remonto sudėtingumas, balai	Priežiūra, balai
A1	19	4,5	848,34	53107,84	144,37	8	8	7	5	5
A2	17	3,67	604,2	48948,52	133,57	7	6	8	5	5
A3	35	4,42	6508,79	43990,56	277,32	8	8	9	7	6
A4	32	3,6	5626,15	32844,07	254,32	7	6	10	8	7
Suma	103	16,19	13587,48	178890,99	809,58	30	28	34	25	23
Optimalumas	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN	MIN

A1 – plieninė sija + daugiasluoksnės denginio plokštės („Sandwich“);

A2 – medinė sija + daugiasluoksnės denginio plokštės („Sandwich“);

A3 – plieninė santvara + stiklinis denginys (aliuminio-stiklo fasadai);

A4 – medinė santvara + stiklinis denginys (aliuminio-stiklo fasadai); - žr. priedą „Plaukimo baseino denginio laikančiųjų konstrukcijų ir stogo alternatyvų sprendimai“

Entropija – atsitiktinio dydžio neapibrėžtumo matas. Entropija taikoma nustatant vertinimo kriterijų teorinį ir kompleksinį reikšmingumus.

Atliekamas matricos normalizavimas pagal formulę:

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

Normalizavus pagal šią formulę gaunama normalizuota matrica \bar{P} , kur visi elementai yra nedimensiniai dydžiai (x_{ij}).

4.8 lentelė. Normalizuota matrica \bar{P}

Alternatyvūs sprendimai	Kriterijai									
	Įrengimo trukmė	Darbininkų (darbo) kat.	Mechanizmų kaina	Medžiagų kaina	Darbo sąnaudos	Ilgamžiškumas	Atsparumas ugniai	Estetika	Remonto sudėtingumas	Priežiūra
A1	0,184	0,278	0,062	0,297	0,178	0,057	0,533	0,206	0,417	0,417
A2	0,165	0,227	0,044	0,274	0,165	0,050	0,400	0,235	0,417	0,417
A3	0,340	0,273	0,479	0,246	0,343	0,057	0,533	0,265	0,583	0,500
A4	0,311	0,222	0,414	0,184	0,314	0,050	0,400	0,294	0,667	0,583

Nustatomas kiekvieno kriterijaus entropijos lygis E_j pagal formulę:

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

Čia: m – alternatyvūs sprendimai, 4.

Paprastesniam skaičiavimui sukuriama papildoma matrica esanti skliausteliuose (4.9 lentelė).

4.9 lentelė. Papildoma matrica ($P_{ij} \cdot \ln P_{ij}$)

Alternatyvūs sprendimai	Kriterijai									
	Įrengimo	Darbininkų (darbo) kat.	Mechanizmų kaina	Medžiagų kaina	Darbo sąnaudos	Ilgamžiškumas	Atsparumas ugniai	Estetika	Remonto sudėtingumas	Priežiūra
A1	-0,135	-0,155	-0,075	-0,157	-0,134	-0,071	-0,146	-0,141	-0,158	-0,158
A2	-0,129	-0,146	-0,060	-0,154	-0,129	-0,065	-0,159	-0,148	-0,158	-0,158
A3	-0,159	-0,154	-0,153	-0,150	-0,159	-0,071	-0,146	-0,153	-0,137	-0,151
A4	-0,158	-0,145	-0,159	-0,135	-0,158	-0,065	-0,159	-0,156	-0,117	-0,137
Suma	-0,582	-0,600	-0,447	-0,596	-0,580	-0,272	-0,610	-0,598	-0,571	-0,604

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

Entropijos lygiai:

4.10 lentelė. Entropijos lygiai

Entropija	Kriterijai									
	Įrengimo trukmė	Darbininkų (darbo) kat.	Mechanizmų kaina	Medžiagų kaina	Darbo sąnaudos	Ilgamžiškumas	Atsparumas ugniai	Estetika	Remonto sudėtingumas	Priežiūra
E _j	0,3501	0,3611	0,2691	0,3586	0,3492	0,1639	0,3670	0,3602	0,3436	0,3636

Toliau nustatomas kriterijų kitimo lygis d_j pagal formulę: $d_j = 1 - E_j$, kur $(j = \overline{1, n})$.

4.11 lentelė. Kriterijų kitimo lygiai

Kitimo lygis	Kriterijai									
	Įrengimo trukmė	Darbininkų (darbo) kat.	Mechanizmų kaina	Medžiagų kaina	Darbo sąnaudos	Ilgamžiškumas	Atsparumas ugniai	Estetika	Remonto sudėtingumas	Priežiūra
d_j	0,6499	0,6389	0,7309	0,6414	0,6508	0,8361	0,6330	0,6398	0,6564	0,6364

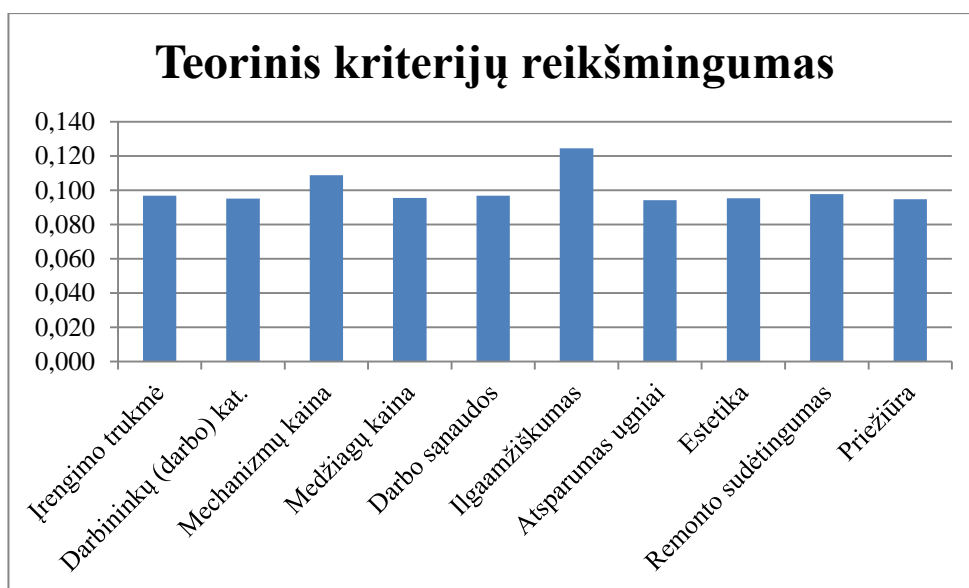
Kadangi visi kriterijai vienodai yra svarbūs, tai teorinis kriterijų reikšmingumas nustatomas pagal formulę:

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

Visi skaičiavimo rezultatai pateikti 6 lentelėje ir stulpelineje diagramoje.

4.12 lentelė. Teorinis kriterijų reikšmingumas

Reikšmingumas	Kriterijai									
	Įrengimo trukmė	Darbininkų (darbo) kat.	Mechanizmų kaina	Medžiagų kaina	Darbo sąnaudos	Ilgamžiškumas	Atsparumas ugniai	Estetika	Remonto sudėtingumas	Priežiūra
$q_j(t)$	0,0968	0,0952	0,1089	0,0955	0,0969	0,1245	0,0943	0,0953	0,0978	0,0948



4.2 pav. Teorinis kriterijų reikšmingumas

4.3.5. Kriterijų kompleksinio reikšmingumo skaičiavimas

Kadangi yra žinomas subjektyvus kriterijų reikšmingumas \bar{q}_j , kuris yra lygus (4.13 lentelė):

4.13 lentelė. Subjektyvus kriterijų reikšmingumas

Įrengimo trukmė	Darbininkų (darbo) kat.	Mechanizmų kaina	Medžiagų kaina	Darbo sąnaudos	Ilgamžiškumas	Atsparumas ugniai	Estetika	Remonto sudėtingumas	Priežiūra	Σ
0,16	0,07	0,13	0,20	0,10	0,18	0,02	0,10	0,04	0,00	1,0

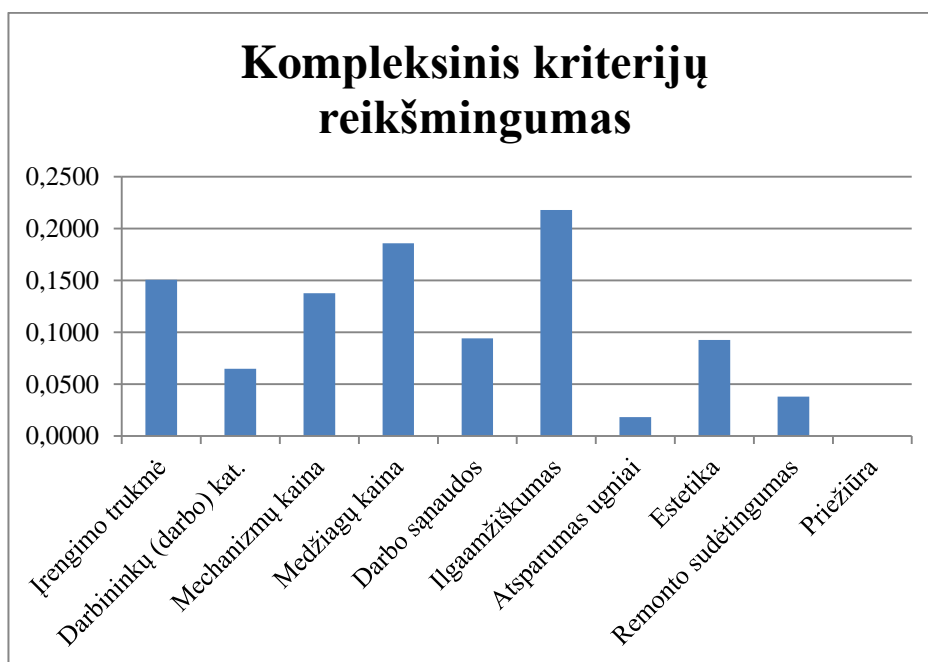
tuomet galima nustatyti kompleksinį kriterijų reikšmingumą pagal formulę:

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

Visi skaičiavimo rezultatai pateikti 4.14 lentelėje ir stulpelinėje diagramoje (4.3 pav.).

4.14 lentelė. Kompleksinis kriterijų reikšmingumas

Reikšmingumas	Kriterijai									
	Įrengimo trukmė	Darbininkų (darbo) kat.	Mechanizmų kaina	Medžiagų kaina	Darbo sąnaudos	Ilgamžiškumas	Atsparumas ugniai	Estetika	Remonto sudėtingumas	Priežiūra
q _{j(t)}	0,1506	0,0648	0,1376	0,1858	0,0943	0,2180	0,0183	0,0927	0,0380	0,0000



4.3 pav. Kompleksinis kriterijų reikšmingumas

4.4. Denginio laikančiųjų konstrukcijų ir dangos variantų daugiakriterinis įvertinimas (TOPSIS metodu)

TOPSIS – (angl. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) – artumo idealiajam taškui metodas. Šio metodo pagrindinis tikslas – apibendrinto kriterijaus suformavimas, remiantis lyginamų alternatyvių variantų nukrypimu nuo idealaus taško, kuris susideda iš geriausių nagrinėjamų variantų kriterijų. Šio metodo sprendimų efektyvumas nustatomas pasitelkus tokius reikšmingumus: teorinį, subjektyvų ir kompleksinį. Tariaama, kad visi kriterijai vienodai svarbūs. Naudojant šį metodą siekiama nustatyti, kuris denginio virš plaukimo baseino konstrukcijų ir stogo derinys racionalus. Optimizavimo metodas aprašomas pagal vadovėlius [30], [31] ir studijų modulio „Statybos sprendinių optimizavimo teorija“ medžiagą [32]. Toliau pateikiamas skaičiavimas pagal minėtą metodą.

4.15 lentelė. Pradiniai duomenys

Alternatyvūs sprendimai	Kriterijai									
	Įrengimo trukmė, dienos	Darbininkų (darbo) kat.	Mechanizmų kaina, Eur	Medžiagų kaina, Eur	Darbo sąnaudos, žm.d.	Ilgamžiškumas, balai	Atsparumas ugniai, balai	Estetika, balai	Remonto sudėtingumas, balai	Priežiūra, balai
A1	19	4,5	848,34	53107,84	144,37	8	8	7	5	5
A2	17	3,67	604,2	48948,52	133,57	7	6	8	5	5
A3	35	4,42	6508,79	43990,56	277,32	8	8	9	7	6
A4	32	3,6	5626,15	32844,07	254,32	7	6	10	8	7

$\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}$	53,84	8,14	8666,18	90721,02	424,58	15,03	14,14	17,15	12,77	11,62
Optimalumas	MIN	MIN	MIN	MIN	MIN	MAX	MAX	MAX	MIN	MIN
Subjektyvus reikšmingumas, %	16,0	7,0	13,0	20,0	10,0	18,0	2,0	10,0	4,0	0,0
Kompleksinis reikšmingumas, %	15,06	6,48	13,76	18,58	9,43	21,8	1,83	9,27	3,8	0
Teorinis reikšmingumas, %	9,68	9,52	10,89	9,55	9,69	12,45	9,43	9,53	9,78	9,48

Matricos P normalizavimas į matricą \bar{P} .

Kadangi matricoje P vertinimo kriterijai yra skirtingų matavimo vienetų, todėl negalime lyginti alternatyvių inžinerinių sprendimų. Dėl šios priežasties reikia matricą P normalizuoti, t.y. pertvarkyti į bedimensius dydžius. Matricos P normalizavimas atliekamas taikant vektorių normalizavimo metodą (2 lentelė):

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, \text{ kur } i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$$

Čia: m – alternatyvų skaičius;

n – kriterijų skaičius.

4.16 lentelė. Matrica \bar{P}

Alternatyvūs sprendimai	Kriterijai									
	Įrengimo trukmė	Darbininkų (darbo) kat.	Mechanizmų kaina	Medžiagų kaina	Darbo sąnaudos	Ilgamžiškumas	Atsparumas ugniai	Estetika	Remonto sudėtingumas	Priežiūra
A1	0,353	0,553	0,098	0,585	0,340	0,532	0,566	0,408	0,392	0,430
A2	0,316	0,451	0,070	0,540	0,315	0,466	0,424	0,466	0,392	0,430
A3	0,650	0,543	0,751	0,485	0,653	0,532	0,566	0,525	0,548	0,516
A4	0,594	0,442	0,649	0,362	0,599	0,466	0,424	0,583	0,626	0,602

Skaičiavimai atliekami esant subjektyviam reikšmingumui:

Svertinės normalizuotos matricos \bar{P}^* sudarymas (3 lentelė):

$$\bar{P}^* = [\bar{P}] \cdot [\bar{a}_j]$$

Čia: $[\bar{P}]$ – normalizuota matrica;

$[\bar{a}_j]$ – subjektyvus kriterijų reikšmingumas, kuris paskaičiuotas porinio palyginimo metodu.

4.17 lentelė. Svertinė normalizuota matrica \bar{P}^*

Alternatyvūs sprendimai	Kriterijai									
	Įrengimo trukmė	Darbininkų (darbo) kat.	Mechanizmų kaina	Medžiagų kaina	Darbo sąnaudos	Ilgamžiškumas	Atsparumas ugniai	Estetika	Remonto sudėtingumas	Priežiūra
A1	0,056	0,039	0,013	0,117	0,031	0,019	0,020	0,045	0,032	0,000
A2	0,051	0,032	0,009	0,108	0,028	0,017	0,015	0,051	0,032	0,000
A3	0,104	0,038	0,098	0,097	0,059	0,019	0,020	0,058	0,045	0,000
A4	0,095	0,031	0,084	0,072	0,054	0,017	0,015	0,064	0,052	0,000

Nustatomas idealus teigiamas variantas:

$$a^+ = \{[(\max x_{ij}/j \in I), (\min x_{ij}/j \in I')]/i = \overline{1, m}\} = \{x_1^+; x_2^+; x_3^+\}$$

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

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

Idealus teigiamas variantas:

$$\{17;3,6;604,2;32844,07;133,57;8;8;10;5;5\}=\{0,051;0,031;0,013;0,072;0,028;0,019;0,020;0,064;0,032;0,00\}$$

Nustatomas idealus neigiamas variantas:

$$a^- = \{[(\min x_{ij}/j \in I), (\max x_{ij}/j \in I')]/i = \overline{1, m}\} = \{x_1^+; x_2^+; x_3^+\}$$

Idealus neigiamas variantas:

$$\{32;4,5;6508,79;53107,84;277,32;7;6;7;8;7\}=\{0,104;0,039;0,098;0,117;0,059;0,017;0,015;0,045;0,052;0,00\}$$

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

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

Čia: x_{ij} – realus;

a^+ - idealiai teigiamas;

L_i^+ - atstumas.

$$\begin{aligned} L_1^+ &= |0,051 - 0,056| + |0,031 - 0,039| + |0,013 - 0,013| + |0,072 - 0,117| \\ &+ |0,028 - 0,031| + |0,019 - 0,019| + |0,020 - 0,020| + |0,064 - 0,045| \\ &+ |0,032 - 0,032| + |0,00 - 0,00| = 0,080 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_2^+ &= |0,051 - 0,051| + |0,031 - 0,032| + |0,013 - 0,009| + |0,072 - 0,108| \\ &+ |0,028 - 0,028| + |0,019 - 0,017| + |0,020 - 0,015| + |0,064 - 0,051| \\ &+ |0,032 - 0,032| + |0,00 - 0,00| = 0,061 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_3^+ &= |0,051 - 0,104| + |0,031 - 0,038| + |0,013 - 0,098| + |0,072 - 0,097| \\ &+ |0,028 - 0,059| + |0,019 - 0,019| + |0,020 - 0,020| + |0,064 - 0,058| \\ &+ |0,032 - 0,045| + |0,00 - 0,00| = 0,220 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_4^+ &= |0,051 - 0,095| + |0,031 - 0,031| + |0,013 - 0,084| + |0,072 - 0,072| \\ &+ |0,028 - 0,054| + |0,019 - 0,017| + |0,020 - 0,015| + |0,064 - 0,064| \\ &+ |0,032 - 0,052| + |0,00 - 0,00| = 0,168 \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} L_1^- &= |0,104 - 0,056| + |0,039 - 0,039| + |0,098 - 0,013| + |0,117 - 0,117| \\ &\quad + |0,059 - 0,031| + |0,017 - 0,019| + |0,015 - 0,020| + |0,045 - 0,045| \\ &\quad + |0,052 - 0,032| + |0,00 - 0,00| = 0,118 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_2^- &= |0,104 - 0,051| + |0,039 - 0,032| + |0,098 - 0,009| + |0,117 - 0,108| \\ &\quad + |0,059 - 0,028| + |0,017 - 0,017| + |0,015 - 0,015| + |0,045 - 0,051| \\ &\quad + |0,052 - 0,032| + |0,00 - 0,00| = 0,214 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_3^- &= |0,104 - 0,104| + |0,039 - 0,038| + |0,098 - 0,098| + |0,117 - 0,097| \\ &\quad + |0,059 - 0,059| + |0,017 - 0,019| + |0,015 - 0,020| + |0,045 - 0,058| \\ &\quad + |0,052 - 0,045| + |0,00 - 0,00| = 0,058 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_4^- &= |0,104 - 0,095| + |0,039 - 0,031| + |0,098 - 0,084| + |0,117 - 0,072| \\ &\quad + |0,059 - 0,054| + |0,017 - 0,017| + |0,015 - 0,015| + |0,045 - 0,064| \\ &\quad + |0,052 - 0,052| + |0,00 - 0,00| = 0,100 \end{aligned}$$

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

$$K_{bit,1} = \frac{L_1^-}{L_1^+ + L_1^-} = \frac{0,118}{0,080 + 0,118} = 0,596$$

$$K_{bit,2} = \frac{L_2^-}{L_2^+ + L_2^-} = \frac{0,214}{0,061 + 0,214} = 0,778$$

$$K_{bit,3} = \frac{L_3^-}{L_3^+ + L_3^-} = \frac{0,058}{0,220 + 0,058} = 0,209$$

$$K_{bit,4} = \frac{L_4^-}{L_4^+ + L_4^-} = \frac{0,100}{0,168 + 0,100} = 0,373$$

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

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

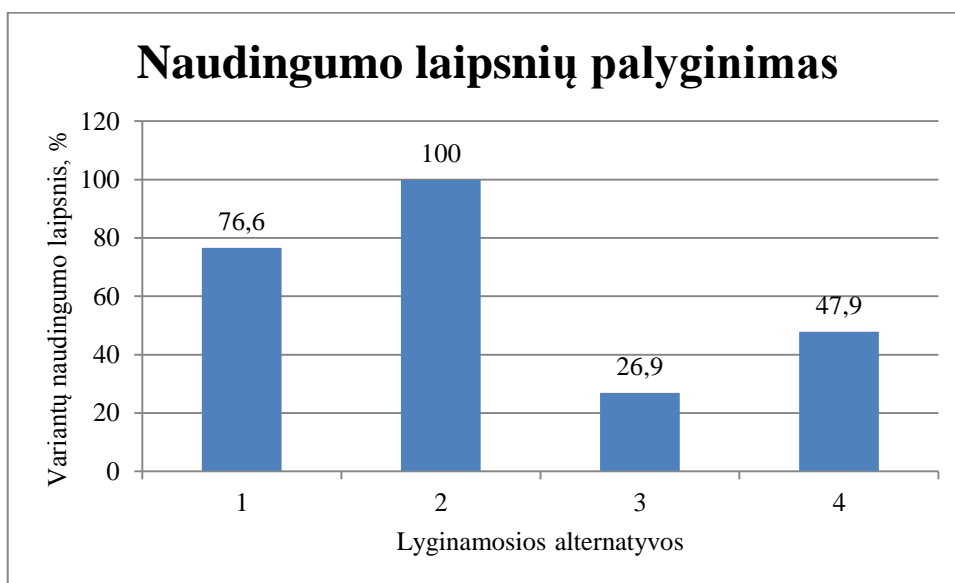
$$N_1 = \frac{K_{bit,1}}{K_{bit,max}} \cdot 100\% = \frac{0,596}{0,778} \cdot 100\% = 76,6\%$$

$$N_2 = \frac{K_{bit,2}}{K_{bit,max}} \cdot 100\% = \frac{0,778}{0,778} \cdot 100\% = 100\%$$

$$N_3 = \frac{K_{bit,3}}{K_{bit,max}} \cdot 100\% = \frac{0,209}{0,778} \cdot 100\% = 26,9\%$$

$$N_4 = \frac{K_{bit,4}}{K_{bit,max}} \cdot 100\% = \frac{0,373}{0,778} \cdot 100\% = 47,9\%$$

Pagal gautus duomenis atliekamas grafinis variantų palyginimas:



4.4 pav. Naudingumo laipsnių palyginimas esant subjektyviam reikšmingumui

Skaičiavimai atliekami esant teoriniui reikšmingumui:

4.19 lentelė. Svertinė normalizuota matrica \bar{P}^*

Alternatyvūs sprendimai	Kriterijai									
	Įrengimo trukmė	Darbininkų (darbo) kat.	Mechanizmų kaina	Medžiagų kaina	Darbo sąnaudos	Ilgamžiškumas	Atsparumas ugniai	Estetika	Remonto sudėtingumas	Priežiūra
A1	0,034	0,053	0,011	0,056	0,033	0,066	0,053	0,039	0,038	0,042
A2	0,031	0,043	0,008	0,052	0,030	0,058	0,040	0,044	0,038	0,042
A3	0,063	0,052	0,082	0,046	0,063	0,066	0,053	0,050	0,054	0,051
A4	0,058	0,042	0,071	0,035	0,058	0,058	0,040	0,056	0,061	0,059

Idealus teigiamas variantas:

$$\{17;3,6;604,2;32844,07;133,57;8;8;10;5;5\} = \{0,031;0,042;0,008;0,035;0,030;0,066;0,053;0,056;0,038;0,042\}$$

Idealus neigiamas variantas:

{32;4,5;6508,79;53107,84;277,32;7;6;7;8;7}={0,058;0,053;0,082;0,056;0,063;0,058;0,040;0,039;0,061;0,059}

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

$$L_1^+ = |0,031 - 0,034| + |0,042 - 0,053| + |0,008 - 0,011| + |0,035 - 0,056| \\ + |0,030 - 0,033| + |0,066 - 0,066| + |0,053 - 0,053| + |0,056 - 0,039| \\ + |0,038 - 0,038| + |0,42 - 0,42| = 0,058$$

$$L_2^+ = |0,031 - 0,031| + |0,042 - 0,043| + |0,008 - 0,008| + |0,035 - 0,052| \\ + |0,030 - 0,030| + |0,066 - 0,058| + |0,053 - 0,040| + |0,056 - 0,044| \\ + |0,038 - 0,038| + |0,42 - 0,42| = 0,051$$

$$L_3^+ = |0,031 - 0,063| + |0,042 - 0,052| + |0,008 - 0,082| + |0,035 - 0,046| \\ + |0,030 - 0,063| + |0,066 - 0,066| + |0,053 - 0,053| + |0,056 - 0,050| \\ + |0,038 - 0,054| + |0,42 - 0,51| = 0,191$$

$$L_4^+ = |0,031 - 0,058| + |0,042 - 0,042| + |0,008 - 0,071| + |0,035 - 0,035| \\ + |0,030 - 0,058| + |0,066 - 0,058| + |0,053 - 0,040| + |0,056 - 0,056| \\ + |0,038 - 0,061| + |0,42 - 0,59| = 0,179$$

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

$$L_1^- = |0,058 - 0,034| + |0,053 - 0,053| + |0,082 - 0,011| + |0,056 - 0,056| \\ + |0,063 - 0,033| + |0,058 - 0,066| + |0,040 - 0,053| + |0,039 - 0,039| \\ + |0,061 - 0,038| + |0,59 - 0,42| = 0,186$$

$$L_2^- = |0,058 - 0,031| + |0,053 - 0,043| + |0,082 - 0,008| + |0,056 - 0,052| \\ + |0,063 - 0,030| + |0,058 - 0,058| + |0,040 - 0,040| + |0,039 - 0,044| \\ + |0,061 - 0,038| + |0,59 - 0,42| = 0,190$$

$$L_3^- = |0,058 - 0,063| + |0,053 - 0,052| + |0,082 - 0,082| + |0,056 - 0,046| \\ + |0,063 - 0,063| + |0,058 - 0,066| + |0,040 - 0,053| + |0,039 - 0,050| \\ + |0,054 - 0,032| + |0,51 - 0,32| = 0,089$$

$$\begin{aligned}
L_4^- &= |0,058 - 0,058| + |0,053 - 0,042| + |0,082 - 0,071| + |0,056 - 0,035| \\
&+ |0,063 - 0,058| + |0,058 - 0,058| + |0,040 - 0,040| + |0,039 - 0,056| \\
&+ |0,061 - 0,061| + |0,59 - 0,59| = 0,065
\end{aligned}$$

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

$$K_{bit,1} = \frac{L_1^-}{L_1^+ + L_1^-} = \frac{0,186}{0,058 + 0,186} = 0,762$$

$$K_{bit,2} = \frac{L_2^-}{L_2^+ + L_2^-} = \frac{0,190}{0,051 + 0,190} = 0,788$$

$$K_{bit,3} = \frac{L_3^-}{L_3^+ + L_3^-} = \frac{0,089}{0,191 + 0,089} = 0,318$$

$$K_{bit,4} = \frac{L_4^-}{L_4^+ + L_4^-} = \frac{0,065}{0,169 + 0,065} = 0,278$$

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

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

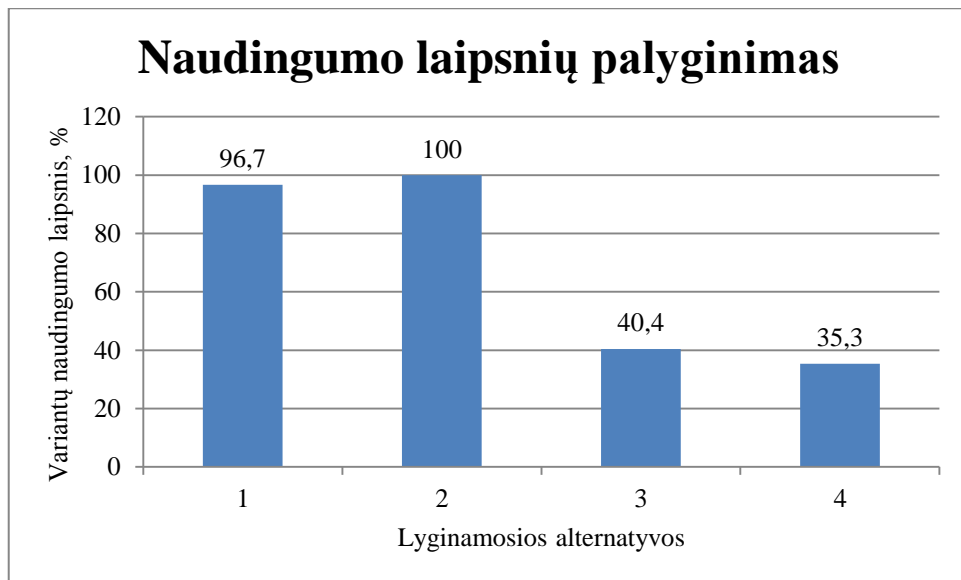
$$N_1 = \frac{K_{bit,1}}{K_{bit,max}} \cdot 100\% = \frac{0,762}{0,788} \cdot 100\% = 96,7\%$$

$$N_2 = \frac{K_{bit,2}}{K_{bit,max}} \cdot 100\% = \frac{0,788}{0,788} \cdot 100\% = 100\%$$

$$N_3 = \frac{K_{bit,3}}{K_{bit,max}} \cdot 100\% = \frac{0,318}{0,788} \cdot 100\% = 40,4\%$$

$$N_4 = \frac{K_{bit,4}}{K_{bit,max}} \cdot 100\% = \frac{0,278}{0,788} \cdot 100\% = 35,3\%$$

Pagal gautus duomenis atliekamas grafinis variantų palyginimas:



4.5 pav. Naudingumo laipsnių palyginimas esant teoriniam reikšmingumui

Skaičiavimai atliekami esant kompleksiniui reikšmingumui:

4.18 lentelė. Svertinė normalizuota matrica \bar{P}^*

Alternatyvūs sprendimai	Kriterijai									
	Įrengimo trukmė	Darbininkų (darbo) kat.	Mechanizmų kaina	Medžiagų kaina	Darbo sąnaudos	Ilgamžiškumas	Atsparumas ugniai	Estetika	Remonto sudėtingumas	Priežiūra
A1	0,053	0,036	0,013	0,109	0,032	0,116	0,010	0,038	0,015	0,000
A2	0,048	0,029	0,010	0,100	0,030	0,102	0,008	0,043	0,015	0,000
A3	0,098	0,035	0,103	0,090	0,062	0,116	0,010	0,049	0,021	0,000
A4	0,090	0,029	0,089	0,067	0,056	0,102	0,008	0,054	0,024	0,000

Idealus teigiamas variantas:

$$\{17;3,6;604,2;32844,07;133,57;8;8;10;5;5\} = \{0,048;0,029;0,010;0,067;0,030;0,116;0,010;0,054;0,015;0,00\}$$

Idealus neigiamas variantas:

$$\{32;4,5;6508,79;53107,84;277,32;7;6;7;8;7\} = \{0,090;0,036;0,103;0,109;0,062;0,102;0,008;0,038;0,024;0,00\}$$

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

$$L_1^+ = |0,048 - 0,053| + |0,029 - 0,036| + |0,010 - 0,013| + |0,067 - 0,109| + |0,030 - 0,032| + |0,116 - 0,116| + |0,010 - 0,010| + |0,054 - 0,038| + |0,015 - 0,015| + |0,00 - 0,00| = 0,075$$

$$L_2^+ = |0,048 - 0,048| + |0,029 - 0,029| + |0,010 - 0,010| + |0,067 - 0,100| + |0,030 - 0,030| + |0,116 - 0,102| + |0,010 - 0,008| + |0,054 - 0,043| + |0,015 - 0,015| + |0,00 - 0,00| = 0,060$$

$$L_3^+ = |0,048 - 0,098| + |0,029 - 0,035| + |0,010 - 0,103| + |0,067 - 0,090| \\ + |0,030 - 0,062| + |0,116 - 0,116| + |0,010 - 0,010| + |0,054 - 0,049| \\ + |0,015 - 0,021| + |0,00 - 0,00| = 0,215$$

$$L_4^+ = |0,048 - 0,090| + |0,029 - 0,029| + |0,010 - 0,089| + |0,067 - 0,067| \\ + |0,030 - 0,056| + |0,116 - 0,102| + |0,010 - 0,008| + |0,054 - 0,054| \\ + |0,015 - 0,024| + |0,00 - 0,00| = 0,172$$

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

$$L_1^- = |0,090 - 0,053| + |0,036 - 0,036| + |0,103 - 0,013| + |0,109 - 0,109| \\ + |0,062 - 0,032| + |0,102 - 0,116| + |0,008 - 0,010| + |0,038 - 0,038| \\ + |0,024 - 0,015| + |0,00 - 0,00| = 0,182$$

$$L_2^- = |0,090 - 0,048| + |0,036 - 0,029| + |0,103 - 0,010| + |0,109 - 0,100| \\ + |0,062 - 0,030| + |0,102 - 0,102| + |0,008 - 0,008| + |0,038 - 0,043| \\ + |0,024 - 0,015| + |0,00 - 0,00| = 0,195$$

$$L_3^- = |0,090 - 0,098| + |0,036 - 0,035| + |0,103 - 0,103| + |0,109 - 0,090| \\ + |0,062 - 0,062| + |0,102 - 0,116| + |0,008 - 0,010| + |0,038 - 0,049| \\ + |0,024 - 0,021| + |0,00 - 0,00| = 0,058$$

$$L_4^- = |0,090 - 0,090| + |0,036 - 0,029| + |0,103 - 0,089| + |0,109 - 0,067| \\ + |0,062 - 0,056| + |0,102 - 0,102| + |0,008 - 0,008| + |0,038 - 0,054| \\ + |0,024 - 0,024| + |0,00 - 0,00| = 0,085$$

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

$$K_{bit,1} = \frac{L_1^-}{L_1^+ + L_1^-} = \frac{0,182}{0,075 + 0,182} = 0,708$$

$$K_{bit,2} = \frac{L_2^-}{L_2^+ + L_2^-} = \frac{0,195}{0,060 + 0,195} = 0,765$$

$$K_{bit,3} = \frac{L_3^-}{L_3^+ + L_3^-} = \frac{0,058}{0,215 + 0,058} = 0,212$$

$$K_{bit,4} = \frac{L_4^-}{L_4^+ + L_4^-} = \frac{0,085}{0,172 + 0,085} = 0,331$$

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

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

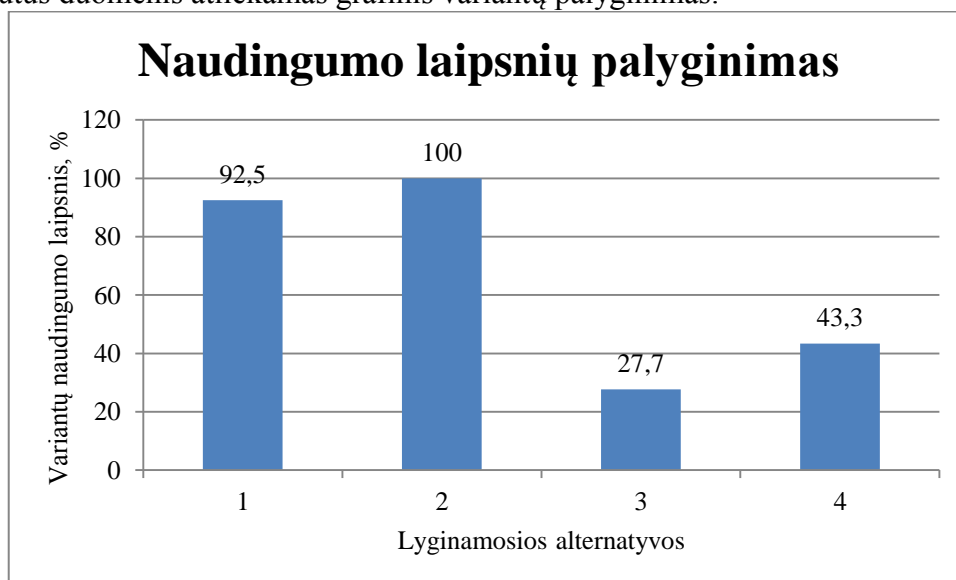
$$N_1 = \frac{K_{bit,1}}{K_{bit,max}} \cdot 100\% = \frac{0,708}{0,765} \cdot 100\% = 92,5\%$$

$$N_2 = \frac{K_{bit,2}}{K_{bit,max}} \cdot 100\% = \frac{0,765}{0,765} \cdot 100\% = 100\%$$

$$N_3 = \frac{K_{bit,3}}{K_{bit,max}} \cdot 100\% = \frac{0,212}{0,765} \cdot 100\% = 27,7\%$$

$$N_4 = \frac{K_{bit,4}}{K_{bit,max}} \cdot 100\% = \frac{0,331}{0,765} \cdot 100\% = 43,3\%$$

Pagal gautus duomenis atliekamas grafinis variantų palyginimas:



4.5 pav. Naudingumo laipsnių palyginimas esant kompleksiniam reikšmingumui

4.20 lentelė. Rezultatų suvestinė

	Reikšmingumai	Variantai			
		A1	A2	A3	A4
Variantų naudingumo laipsnis, %	Subjektyvus	76,6	100	26,9	47,9
	Teorinis	96,7	100	40,4	35,3
	Kompleksinis	92,5	100	27,7	43,3

Apibendrinimas.

Darbe atliktas denginio virš baseino laikančiųjų konstrukcijų ir dangos variantų daugiakriterinis įvertinimas. Skaičiavimai atlikti, taikant subjektyvų, teorinį ir kompleksinį reikšmingumus, nuo kurių priklauso gautas rezultatas. Pagal subjektyvų reikšmingumą, renkantis denginio konstrukcijų ir dangos variantą, didžiausią dėmesį reikia kreipti į kriterijus K_4 ir K_6 - medžiagų kainą, ilgaamžiškumą. Pagal teorinį kriterijų reikšmingumą - K_6 ir K_3 (ilgaamžiškumą, mechanizmų kainą). Pagal kompleksinį kriterijų reikšmingumą - K_4 , K_6 , K_1 (medžiagų kainą, ilgaamžiškumą ir įrengimo trukmę). Visais trim atvejais geriausias projektinis sprendimas yra tas, kuriam gauta maksimali (%) reikšmė, t.y. antrasis variantas – medinės sijos denginio konstrukcijai ir „Sandwich“ plokštės stogo dangai.

5. TECHNOLOGINĖ DALIS

5.1. Bendroji informacija apie stogo virš baseino įrengimo technologiją

Technologinėje magistro baigiamojo darbo dalyje analizuojama, laisvalaikio ir pramogų centro, plaukimo baseino korpuso racionaliausio denginio konstrukcijų ir stogo derinio įrengimo technologija. Parinktos tokios denginio konstrukcijos: 15 metrų ilgio klijuotos medienos sijos, kurių aukštis 1,4 metrai. Sijos naudojamos visai baseino korpuso denginio angai perdengti. Prie medinių sijų derinamos daugiasluoksnės „Sandwich“ tipo stogo plokštės. Apskaičiuojamos darbų apimtys, sąnaudos, medžiagų ir mechanizmų poreikis [27]. Taip pat apskaičiuojami techniniai darbų atlikimo rodikliai, aprašomi reikalavimai, kurie keliami naudojamoms medžiagoms ir atliekamiems darbams, aprašomos stogo įrengimo proceso darbų operacijos bei sudaromas kalendorinis darbų grafikas ir nubraižomas technologinės kortelės brėžinys Nr. 5, kuris pateikiamas grafinėje dalyje.

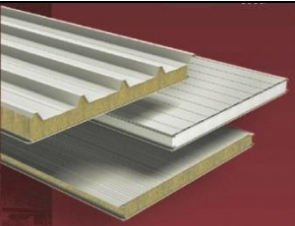
5.1. Statybos darbų apimtys

Plaukimo baseino surenkamųjų konstrukcijų pagrindinių montavimo darbų ir stogo įrengimo darbų apimčių skaičiavimas pateiktas 5.1 ir 5.2 lentelėse.

5.1 lentelė. Montuojamų elementų specifikacija

Elemento pav.	Tipas	Matmenys, m			Elem. sk.	Vieno vnt.		Bendras	
		L	B	H		Masė, t	V, m ³	Masė, t	V, m ³
Ilginiai	-	6	0,04	0,12	21	0,004	0,064	0,08	1,34
Medinė sija	GL24h	15	0,18	1,40	9	0,14	3,78	1,29	34,02

5.2 lentelė. Stogo įrengimo darbų apimčių skaičiavimas

Stogo konstrukcinė schema	Pavadinimas	Darbų apimtis	
		Mato vnt.	Kiekis
	Denginio daugiasluoksnės „Sandwich“ plokštės	m ²	690,0

5.2. Kėlimo kranas ir kabinimo priemonių parinkimas

Stogo įrengimo proceso metu naudojamas kėlimo kranas ir kabinimo priemonės, kurie taip pat naudojami ir kituose objekto statybos darbų procesuose. Kėlimo kranas apskaičiuojamas ir parenkamas organizacinėje magistro baigiamojo darbo dalyje. Taip pat, joje nurodoma kranas stovėjimo pozicija, pavojinga kranas stovėjimo zonos riba ir kiti svarbūs rodikliai.

5.3. Mašinų ir darbo sąnaudų, materialinių ir techninių išteklių poreikio skaičiavimas

Naudojantis techniniais normatyvais, apskaičiuojami darbo sąnaudų, mechanizmų ir medžiagų poreikiai baseino denginio racionaliausio konstrukcijų ir stogo derinio įrengimui. Rezultatai surašomi į 5.3 lentelę, kuri sudaryta pagal „Statybos technologinių procesų projektavimo“ [27] metodinę knygą. 5.4 lentelėje pateikta žmonių ir mechanizmų darbo sąnaudų suvestinė, 5.5 lentelėje – statybinių medžiagų, reikalingų baseino stogo įrengimui, suvestinė.

5.4 lentelė. Žmonių ir mechanizmų darbo sąnaudų suvestinė

Eil. Nr.	Darbo pavadinimas	Darbo apimtis		Darbo sąnaudos, žm. d.	Mechanizmai	
		Mato vnt.	Kiekis		Pavadinimas	Darbo sąnaudos, maš. pam.
1	2	3	4	5	6	7
1.	Medinių sijų montavimas	vnt	9,0	13,2	Kėlimo kranas	0,5
					Smulkūs mech. su el. varikliu	2,6
2.	Ilginių montavimas	100 m	1,26	1,8	Smulkūs mech. su el. varikliu	0,09
3.	Denginio daugiasluoksnių pl. montavimas	100 m ²	6,90	152,2	Kranas ant automob. važiuoklės keliam. galios iki 10t	5,3
					Smulkūs mech. su el. varikliu	24,0
Σ=				167,2	Σ=	32,5

5.3 lentelė. Darbo, mechanizmų ir medžiagų sąnaudos

Normatyvo šifras	Darbų aprašymas	Darbų apimtis		Darbo sąnaudos			Mechanizmai				Medžiagos			
		mat. vnt.	Kiekis	Vienetui, žm. val.	Visam darbui		Pavadinimas	Darbo sąnaudos			Pavadinimas	mat vnt.	Kiekis	
					žm. val.	žm. d.		Vie- netui maš. val.	Visam darbui				Viene- tui	Visam dar- bui
									maš. val.	maš. pam.				
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Bendrastatybiniai darbai</i>														
N10P-0303	Denginių medinių gamyklinių sijų montavimas, kai tarpatramis daugiau kaip 12 m iki 15 m	vnt	9,0	10,0	90,0	13,2	Kėlimo kranas	0,4	3,6	0,5	Tvirtinimo varžtai	kg	4,6	41,4
							Smulkūs mech. su el. varikliu	2,0	18,0	2,6	Tvirtinimo detalės	kg	10,0	90,0
											Medinės sijos	vnt	1,0	9,0
N10P-0602	Medinių tašelių tvirtinimas prie denginių medinių konstrukcijų iš viršaus, kai tašeliai 50x50 mm	100 m	1,26	9,6	12,1	1,8	Smulkūs mech. su el. varikliu	0,45	0,6	0,09	Statybinės viny	kg	4,0	5,04
											Apipjauti tašeliai ir tašai	m ³	0,263	0,33
N9-326	Lengvų pastatų horizontalių atitvarų daugiasluoksnių plokščių montavimas	100 m ²	6,90	103,0	710,7	152,2	Kranas ant automob. važiuoklės keliam. galios iki 10t	5,2	35,9	5,3	Savisriegiai sraigtai	vnt	20,0	138,0
							Smulkūs mech. su el. varikliu	23,7	163,5	24,0	Metaliniai plonasiainiai prof.	m		126,0
											Daugiasl. met. pl.	m ²	100,0	690,0
											Universalios miner. vatos pl.	m ³	0,05	0,35

5.5 lentelė. Medžiagų sąnaudų suvestinė

Eil. Nr.	Konstrukcijos, detalės, medžiagos, pusgaminio pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
1	2	3	4
1.	Tvirtinimo varžtai	kg	41,4
2.	Tvirtinimo detalės	kg	90,0
3.	Medinės sijos	vnt	9,0
4.	Statybinės vinys	kg	5,04
5.	Apipjauti tašeliai ir tašai	m ³	0,33
6.	Savisriegiai sraigčiai	vnt	138,0
7.	Metaliniai plonasieniai profiliai	m	126,0
8.	Daugiasluoksnės metalinės plokštės	m ²	690,0
9.	Universalios mineralinės vatos plokštės	m ³	0,35

Sudarius darbo, mechanizmų ir medžiagų sąnaudų lenteles bei kalendorinį darbų vykdymo grafiką (žr. technologinės kortelės brėžinį Nr. 5) sudaroma techninių – ekonominių rodiklių lentelė (5.6 lentelė).

5.6 lentelė. Techniniai – ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
1	2	3	4
1.	Stogo įrengimo darbų apimtys	vnt/100m/100m ²	9/1,26/6,9
2.	Darbų sąnaudos	žm.d.	167,2
3.	Mechanizmų sąnaudos	maš. pam.	32,5
4.	Darbų trukmė	d	17
5.	Normų įvykdymas	%	111
6.	Vidutinis darbininkų skaičius	darbininkai	8,1
7.	Darbų kaina	tūkst. Eur	82,63

5.4. Medinių sijų ir daugiasluoksnių „Sandwich“ tipo plokščių įrengimas

Klijuotos medienos sijų ir daugiasluoksnių „Sandwich“ tipo plokščių įrengimas aprašytas tiriamojoje magistro baigiamojo darbo dalyje, kurioje pateiktos ir visos plaukimo baseino korpuso denginio konstrukcijų ir stogo derinių alternatyvos. Palyginimui sudaryta papildoma 4-osios alternatyvos (Medinės santvaros + aliuminio-stiklo fasadas) technologinė kortelė (žr. technologinės kortelės brėžinį Nr. 6), o jos aprašymas pateiktas priede Nr. 4.

5.5. Atliekamų darbų kokybės reikalavimai ir jos kontrolė

Pagrindinius statybinių konstrukcijų montavimo kokybės reikalavimus nusako statybinės normos ir taisyklės, kurių pagrindu sudarytos statybos bei montavimo darbų vykdymo ir priėmimo

techninės sąlygos.[33]

Kokybę kontroliuoti pradedama priimant į statybvieta atvežtus surenkamuosius elementus ir baigiama, atiduodant pastatą eksploatuoti. Visi atvežti į statybvieta elementai turi atitikti valstybinio standarto reikalavimus, projekto matmenis, nuokrypos neturi viršyti norminių. Nagrinėjamų elementų ir konstrukcijų montavimo leistinos nuokrypos pateiktos 5.7 lentelėje. Statybos ir montavimo aikštelėje konstrukcijas kokybiškai įvertina konstrukcijų montavimo organizacija ir iš dalies užsakovas. Jeigu jos netinkamos naudoti, į gamyklas siunčiamos reklamacijos, o konstrukcijos brokuojamos.

Statybos ir montavimo darbų atlikimas taip pat turi didelę įtaką statinio kokybei. Darbai naudojamos tik numatytos geros medžiagos, gaminiai ir įrankiai. Būtina sąlyga kokybiškai atlikti visus darbus. Atliktų darbų kokybė vertinama lyginant darbo metu padarytus nuokrypius su leidžiamais ribiniais nuokrypiais, nurodytais norminiuose dokumentuose. Dėl šios priežasties nuolatinė darbų kontrolė yra būtina.

Statybos stadijoje tikrinant statybos ir montavimo darbų kokybę defektai ar normų pažeidimai nustatomi tokiais būdais ir metodais:

- vizualiai – matoma atliktų statybos procesų konstrukcijų, pastato dalių padėtis, tačiau neanalizuojamos jų techninės charakteristikos;
- tiesinių parametrų matavimas – sumontuotos konstrukcijos ir pastatų dalys yra tikrinamos geodeziniais prietaisais, matuojamos juosta, rulete ir pan.

5.7 lentelė. Leistini montavimo nuokrypiai

Sijos	Nuokrypos dydis
Atraminų mazgų altitudžių nuokrypiai nuo projektinių	10 mm
Pokraninių sijų ašių nesutapimai su projektinėmis	5 mm
Daugiasluoksnės plokštės	
Nelygumai tikrinant dviejų metrų linijoje	3 mm, ≤ 2 nelygumai
Profilio tvirtinimo prie laikančiosios konstrukcijos atstumo nuokrypa	5 mm
Tarpas tarp suduriamų plokščių	1 – 2 mm
Minimalus plokštės užleidimo ant profilio dydis	10 mm

6. ORGANIZACINĖ DALIS

Šioje magistro baigiamojo darbo dalyje, pagal tiriamojoje dalyje apskaičiuoto racionaliausio plaukimo baseino denginio konstrukcijų ir stogo derinio bei technologinėje dalyje šios alternatyvos sudarytą darbų planavimo grafiką, yra sudarinėjamas statybvieta planas, nurodomas laikinųjų sandėlių, administracinių ir buitinių patalpų išdėstymas sklype, apskaičiuojamas ir parenkamas kėlimo kranas bei aprašomas laikinųjų inžinerinių tinklų (vandentiekio ir elektros) įrengimas. Taip pat pateikiami statybvieta techniniai ir ekonominiai rodikliai.

6.1. Statybvietės plano sudarymo principai

Statybvietės planas sudaromas pagrindinių statinio konstrukcijų įrengimo etapui. Jis taip pat gali būti sudaromas ir atskiriems statybos procesams (inžinerinio statybvietės ruošimo, požeminės dalies įrengimo ir pan.). [34] Statybvietės plano sudarymui parenkamas optimaliausias variantas pagal tokius kriterijus:

- trumpiausias statybinių medžiagų ir konstrukcijų pervežimo statybvietėje maršrutas;
- mažiausias laikinųjų inžinerinių komunikacijų, kelių, elektros linijų ilgis bei jų susikirtimo skaičius;
- mažiausia laikinųjų darbų statybvietėje trukmė ir vertė;
- galimybė pritaikyti pažangius statybos metodus;
- darbo sąlygos turi atitikti darbų saugos bei priešgaisrinius reikalavimus. [34]

Statybvietės plane vaizduojami esami ir statomi pastatai, statybinių mašinų ir mechanizmų darbo vietos, laikini sandėliai, statybinių konstrukcijų sandėliavimo aikštelės, pavojingosios kranų zonos, laikinos administracinės ir buitinės patalpos, esami ir laikini privažiavimo keliai, inžineriniai tinklai, elektros linijos, gaisriniai hidrantai ir kt. Pavaizduojamas statybvietės pjūvis. Jis daromas per aukščiausią statinio vietą ir pastatytą kraną bei statybvietės teritoriją. [34]

6.2. Kėlimo kranų statybos darbams apskaičiavimas ir parinkimas

Pagal techninius rodiklius kranai parenkami remiantis montuojamųjų elementų specifikacija, kai žinomos elementų masės, jų montavimo aukštis ir atstumas nuo kranų.

Skaičiuojami reikiami kranų parametrai.

Keliamosios galios skaičiavimas:

Kranų kėlimo galia nustatoma taip:

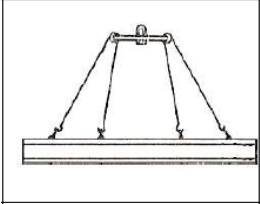
$$Q_r = Q_1 + Q_2 \quad (6.2.1)$$

Q_1 – keliamosios konstrukcijos masė, t ;

Q_2 – kabinimo prie strėlės priemonės masė, t .

6.1 lentelė. Kabinimo priemonės

Kabinimo priemonės pavadinimas	Eskizas	Kabinimo priemonės charakteristikos			Taikymo sritis
		Keliamoji galia, t	Masė, t	Skaičiuojama masė aukštis, m	

Traversa TS-6,0 Karabinas PK-5		6	0,219	5,0	Sijos, santvaroms
---	---	---	-------	-----	----------------------

6.2 lentelė. Keliamosios galios skaičiavimas

Elemento pav.	Tipas	Pakėlimo aukštis
Sijos	GL24h	0,14+0,219=0,359

Reikiama kranų galia: $Q_{reik} = Q_{max} = 0,359 \text{ t}$

Kranų kablų pakėlimo aukštis:

Kranų kablų pakėlimo aukštis apskaičiuojamas taip:

$$H_{reik} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (6.2.2)$$

h_1 – aukštis nuo kranų stovėjimo plokštumos iki atramos, ant kurios remiasi montuojamas elementas;

h_2 – laisvas tarpas virš atramos iki montuojamo elemento (0,5-1,0 m);

h_3 – montuojamo elemento aukštis;

h_4 – kabinimo priemonės aukštis;

6.3 lentelė. Kranų kablų pakėlimo aukščio skaičiavimas

Elemento pav.	Tipas	Pakėlimo aukštis
Sijos	GL24h	6,78+1,0+1,4+5,0=14,18

Reikiamas kranų kablų pakėlimo aukštis: $H_{reik} = H_{max} = 14,18 \text{ m}$

Strėlinio kranų strėlės siekis:

$$L_{reik} = \frac{(H_{reik} + h_5 - h) \cdot (b + a)}{h_2 + h_3 + h_4 + h_5} = \frac{(14,18 + 1 - 1,5) \cdot (6 + 1,5)}{1,0 + 2,5 + 5,0 + 1,0} = 10,8 \text{ m}; \quad (6.2.3)$$

h_5 – sutrauktų kranų skryščių aukštis ($h_5 = 1 \text{ m}$);

h – strėlės lanksto aukštis nuo kranų stovėjimo lygio ($h = 1,5 \text{ m}$);

a – mažiausias leidžiamas atstumas nuo kranų strėlės ašies iki sumontuotos konstrukcijos ($a = 1,5 \text{ m}$);

b – atstumas (m) nuo arčiausiai sumontuotos konstrukcijos artimiausio taško iki kranų kablų projekcijos į horizontaliąją plokštumą, montuojant labiausiai nuo kranų nutolusį elementą.

Pagal gautus duomenis:

- reikiama kranų keliamoji jėga $Q_{reik} = 0,359 \text{ t}$.

- reikiamas kranų kablų pakėlimo aukštis $H_{reik} = 14,2$ m;

- reikiamas kranų strėlės siekis $L_{reik} = 10,8$ m

Parengiamas strėlinis kranas **Liebherr Ltm 1030-21**, kurio:

- Didžiausia keliamoji galia 35 t;

- Didžiausias kablų pakėlimo aukštis 30 m;

- Didžiausias strėlės siekis 27 m. [35]

Eskizas su kranų dalių matmenimis ir keliamosios galios priklausomybės nuo strėlės siekio grafikas pateikiami priede Nr. 5.

6.3. Kranų pavojingosios zonos apskaičiavimas

Statybvietyje bus naudojamas automobilinis kranas „Liebherr Ltm 1030-21“, kurio kiekviename sustojimo taške yra įvertinama pavojinga zona, todėl kiti darbai joje negalimi.

Pavojingas kranų spindulio atstumas apskaičiuojamas taip:

$$R_{pav} = l_{max} + \frac{l}{2} + r_{ats} = 12 + \frac{15}{2} + 7 = 26,5m \quad (6.3.1)$$

čia:

l_{max} - yra tolimiausias atstumas, kurį reikia pasiekti kranui, m;

l – ilgiausios konstrukcijos, montuojamos tuo metu ilgis, m;

r_{ats} - kranų pavojingos zonos atsargos matmuo, m (kai pastato aukštis 10-20m tai $r_{ats} = 7$ m).

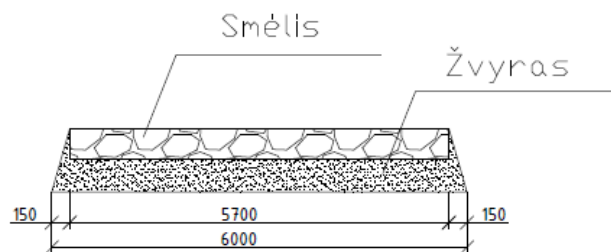
Pavojinga zona taip pat yra aplink kranų priesvorio sukimo spindulį, kuris yra ~5 m. Reikėtų įvertinti ir tai, kad tarp kranų ir kitų konstrukcijų turi būti paliktas 0,8 m tarpas, kad pro šalį einantys darbininkai nebūtų sužaloti. Pavojingoji kranų zona statybvietyje pažymima signaliniais ženklais, t.y. ryškiaspalvėmis vėliavomis, įspėjančiomis žmones apie toje zonoje esančius pavojus. Statybos ir montavimo darbai šioje zonoje leidžiami tik tuomet, kai garantuojamas darbininkų saugumas. Taip pat griežtai kontroliuojamas ir eismas kranų pavojingose zonoje. [34] Kranų pavojingoji zona pavaizduota statybvietyje plane (darbo grafinė dalis, 7 brėžinys).

6.4. Laikinių privažiavimų ir kelių projektavimas

Statybos aikštelėje projektuojami laikini keliai, kurie skirti transportui patogiai privažiuoti prie sandėliavimo vietų ir pačio pastato. Laikinis kelias jungsis su pagrindine gatve. Projektuojant privažiavimus ir kelius rekomenduojama:

- kuo geriau išnaudoti esamus ar projektuojamus kelius;

- laikinųjų kelių važiuojamosios juostos plotis, kai eismas vipusis – 3,5 m, ir turi būti išplatinamas iki 6 m ties medžiagų iškrovimo aikštelėmis, jei eismas dvipusis kelio plotis – 6 m;
- kelių posūkių spinduliai, kai vežamų konstrukcijų ar medžiagų ilgis < 12 m, turi būti ne mažesni 10 m, o kai ilgis > 12 m – ne mažiau 30 m;
- posūkyje keliai platinami iki 5 m;
- pagrindiniai keliai, jei įmanoma, projektuojami už pagrindinių mechanizmų pavojingos zonos, o krovinių iškrovimo aikštelės bei laikinieji keliai, nutiesti konstrukcijoms montuoti, kranų darbo zonoje;
- minimalus atstumai nuo kelio iki statybvietės tvoros – 1,5 m, o iki medžiagų laikymo aikštelės – 1 m;
- keliai negali būti įrengti tarp kranų ir medžiagų sandėliavimo aikštelės;
- jei keliai įrengiami šalia iškasų, mažiausias atstumas tarp jų priklauso nuo iškasos gylio ir natūralaus grunto šlaito byrėjimo kampo. [34]



6.1 pav. Laikino kelio pjūvis

Laikinajame kelyje eismas numatomas vienpusis. Kelio plotis su nuolydžiu yra 6,0 m. Kelio posūkio spinduliai yra 12m. Laikinas kelias pavaizduotas statybvietės plane (darbo grafinė dalis, 7 brėžinys).

6.5. Laikinių sandėlių ir sandėliavimo aikštelių projektavimas ir plotų skaičiavimas

Skaičiuojant laikinų sandėlių ir sandėliavimo aikštelių plotus pagrindinis tikslas - apskaičiuoti jų plotus ir suprojektuoti išdėstymo vietas statybvietės plane.

Statybos aikštelėje laikinam medžiagų ir gaminių sandėliavimui projektuojami 3 tipų sandėliai:

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

- uždari nešildomi sandėliai, kurių sandėliavimui nekeliama apibrėžti temperatūriniai reikalavimai (stiklas, izoliacinės medžiagos, elektros, santechnikos gaminiai). [34]

Laikinių sandėlių ir sandėliavimo aikštelių plotai skaičiuojami tokiu nuoseklumu:

1. Remiantis apskaičiuotų medžiagų ir gaminių poreikiu („Darbo sąnaudų, mechanizmų ir medžiagų poreikio žiniaraštis“, technologinė darbo dalis), parenkami reikalingi sandėliai ir sudaromas tuose sandėliuose numatomų sandėliuoti medžiagų sąrašas.

Didžiausias medžiagų ir gaminių poreikis per pamainą apskaičiuojamas, remiantis sudarytu kalendoriniu grafiku ir apskaičiuotu reikalingu medžiagos poreikiu („Darbo sąnaudų, mechanizmų ir medžiagų poreikio žiniaraštis“) pagal formulę (6.5.1):

$$Q_{\max} = \frac{Q}{T} \quad (6.5.1)$$

čia:

Q- medžiagos kiekis, naudojamas procese;

T- medžiagos naudojimo laikas (dienomis iš kalendorinio darbų grafiko).

Maksimalus vienu metu sandėliuojamų medžiagų ir gaminių sąrašas bei maksimalus jų poreikis per pamainą pateikiamas 6.4 lentelėje:

6.4 lentelė. Sandėliuojamų medžiagų ir gaminių poreikis

Eil. Nr.	Medžiagos pavadinimas	Matavimo vnt.	Bendras medžiagos poreikis statybiniam procesui	Proceso trukmė, paromis	Didžiausias paros išteklių poreikis (Q_{\max})
	Atviros sandėliavimo aikštelės:				
1.	Tvirtinimo varžtai ir detalės	kg	131,4	1	131,4
2.	Statybinės vinys	kg	5,04	1	5,04
3.	Savisriegiai sraigtai	vnt	138,0	16	8,6
	Uždari sandėliai:				
4.	Metaliniai plonasieniai profiliai	m	126,0	16	7,9
	Dengtos pastogės:				
5.	Apipjauti tašeliai ir tašai	m ³	0,33	1	0,33
6.	Medinės sijos	vnt	9,0	1	9,0
7.	Daugiasluoksnės metalinės plokštės	m ²	690,0	16	43,1
8.	Mineralinės vatos plokštės	m ³	0,35	16	0,022

2. Apskaičiuojamas reikalingas sandėlio ar sandėliavimo aikštelės plotas kiekvienai medžiagai sandėliuoti (6.5.2):

$$F_r = \frac{q}{N_s} \quad (6.5.2)$$

čia:

F_r – reikalingas sandėlio plotas, m^2 ,

N_s – medžiagų, konstrukcijų kiekis, telpantis $1m^2$;

q – mažiausia reikiama medžiagų, konstrukcijų atsarga, būtina, kad nesutriktų darbų eiga. Ji apskaičiuojama pagal tokią formulę (6.5.3):

$$q = Q_{\max} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot r_t \quad (6.5.3)$$

čia:

Q_{\max} – didžiausias paros išteklių poreikis;

k_1 – koeficientas, įvertinantis medžiagų gabenimo netolygumus (geležinkeliu - 1,1; automobiliais - 1,3);

k_2 – išteklių naudojimo netolygumas ($k_2 = 1,3$);

r_t = išteklių atsargų norma sandėlyje, dienomis, nustatoma įvertinant transporto rūšį bei atvežimo atstumą.

3. Apskaičiuojamas bendras sandėlio ar sandėliavimo aikštelės plotas kiekvienai medžiagai laikyti (6.5.4):

$$F_n = \frac{F_r}{k_3} \quad (6.5.4)$$

čia:

k_3 – koeficientas, įvertinantis praėjimų ir pravažiavimų plotį. Uždariems sandėliams $k_3 = 0,6-0,7$, pastogėms $k_3 = 0,5-0,6$, atvirosioms konstrukcijų laikymo aikštelėms - $k_3 = 0,4-0,5$.

Pagal apskaičiuotą bendrą sandėlio plotą F_n nustatomi sandėliavimo aikštelių matmenys, parenkami tipiniai uždari sandėliai ir dengtos pastogės. Skaičiavimo rezultatai surašomi į lentelę (6.5 lentelė)

6.5 lentelė. Laikinių sandėlių ir sandėliavimo aikštelių plotų skaičiavimas

Sandėlių tipai ir medžiagos	Mat. vnt.	Paros išteklių poreikis, Q_{max}	Atsarga, dienomis, r_t	k_1	k_2	Mažiausia reikiama medžiagų atsarga, q	Sandėliavimo norma $1m^2$, N_s	Reikalingas sandėlio plotas, F_r	Bendras sandėlio plotas, F_n	Priimtas sandėlio plotas, F	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Atvira sandėliavimo aikštelė								$\Sigma=$	402,5	804,9	60,0
Tvirtinimo varžtai ir detalės	kg	131,4	5-10	1,3	1,3	1110,3	2-3	370,1	740,2	420	
Statybinės vinys	kg	5,04	5-10	1,3	1,3	42,6	2-3	14,2	28,4	10	
Savisriegiai sraigtai	vnt	8,6	5-10	1,3	1,3	72,7	4	18,2	36,3	10	
Uždari sandėliai								$\Sigma=$	1,11	1,85	3,0
Metaliniai plonasieniai profiliai	m	7,9	5-10	1,3	1,3	66,8	50-80	1,11	1,85	1,5	
Dengtos pastogės								$\Sigma=$	58,7	117,4	80
Apipjauti tašeliai ir tašai	m^3	0,33	5-15	1,3	1,3	2,8	1,2-1,8	1,9	3,7	3	
Medinės sijos	vnt	9,0	5-15	1,3	1,3	76,1	1,2-1,8	50,7	101,4	80	
Daugiasluoksnės metalinės plokštės	m^2	43,1	5-15	1,3	1,3	364,2	50-80	6,1	12,1	10	
Mineralinės vatos plokštės	m^3	0,022	5-15	1,3	1,3	0,2	3	0,1	0,12	1	

6.6. Laikinių administracinių ir buitinių patalpų projektavimas ir plotų skaičiavimas

Projektuojant laikinas administracines ir buitines patalpas pagrindinis tikslas - apskaičiuoti šių patalpų ploto poreikį, parinkti tinkamus inventorinius pastatus ir suprojektuoti jų išdėstymą statybvietėje.

Skaičiavimas atliekamas tokiu nuoseklumu:

1. Apskaičiuojamas didžiausias vienoje pamainoje dirbančių žmonių skaičius, įvertinus inžinerinių techninių darbuotojų skaičių, kuris priimamas 12% nuo maksimalaus vienoje pamainoje dirbančių darbininkų skaičiaus (6.6.1):

$$D = 12\% D_{\max} + D_{\max} = 0,12 \cdot 10 + 10 = 11,2 \quad (6.6.1)$$

čia:

D – didžiausias vienoje pamainoje dirbančių žmonių skaičius;

D_{\max} – didžiausias vienoje pamainoje dirbančių darbininkų skaičius (nustatomas iš darbininkų poreikio grafiko).

Pagal didžiausią dirbančiųjų skaičių D statybos aikštelėje, sudaromas reikalingų laikinų pagalbinių patalpų sąrašas. Reikalingos projektuojamos pagalbinės patalpos surašomos į 6.6 lentelę.

Projektuojamos tokios pagalbinės patalpos:

- meistro kontora,
- persirengimo patalpa,
- džiovykla,
- prausykla,
- tualetas,
- dušai,
- valgykla.

Projektuojant buitines patalpas, leidžiama sujungti persirengimo kambarį su džiovinimo patalpa, valgyklą - su poilsio ir apšilimo patalpomis ir pan. Apjungtų patalpų plotas priimamas pagal paskaičiuotą didesnę patalpos plotą.

2. Apskaičiuojamas reikalingas pagalbinių patalpų plotas. Skaičiavimai atliekami pagal formulę:

$$F = D \times N_p \quad (6.6.2)$$

čia:

D - didžiausias vienoje pamainoje dirbančiųjų skaičius (6.6.1);

N_p – pagalbinių patalpų norma 1 dirbančiajam.

6.6 lentelė. Pagalbinių patalpų ploto skaičiavimas

Patalpų pavadinimas	Dirbančiųjų skaičius, D	Patalpų norma 1 dirbančiajam, N_p	Reikalingas patalpų plotas, F , (m ²)	Priimtas patalpų plotas F_p , (m ²)
meistro kontora	3	5	15	15
persirengimo patalpa	11	1,13	12,4	16
džiovykla	11	0,20	2,2	4
prausykla	11	0,26	2,9	4
tualetas	11	0,6	6,6	8
valgykla	11	1,0	11,0	15
dušai	11	0,20	2,2	4

3. Pagal apskaičiuotus plotus parenkami laikinųjų pastatų tipai (vagonėliai, konteineriai), kurių plotas gali būti mažesnis už apskaičiuotąjį <5%. Tam pasirenkami standartiniai konteineriai, pagaminti iš stabilaus suvirinto rėmo. Jų matmenys atitinka standartus: administracinėms patalpoms parenkami 2 konteineriai, kurių matmenys 2,4x6,1 m, aukštis 2,6 m, bendras plotas 29,28 m²; persirengimo ir džiovyklos patalpoms – 1 konteineris, kurio matmenys 2,8x7,3 m, aukštis 2,6 m, plotas 20,44 m²; prausyklos ir tualetų patalpoms – sanitarinis konteineris, kurio matmenys 2,4x7,3 m, aukštis 2,6 m, plotas 17,52 m².

4. Pagalbinių pastatų statymo vietos numatomos statybvietės plane.

Paprastai jie statomi prie įvažiavimų, už pavojingos zonos ribų atsižvelgiant į vyraujančių vėjų kryptį. Priėjimui prie jų projektuojami priėjimo (privažiavimo) takai. Atstumas nuo statomų objektų iki valgyklų, persirengimo patalpų, tualetų, dušų ir prausyklų yra ne didesnis kaip 150 m ir ne mažesnis kaip 25 m.

6.7. Laikinojo vandentiekio ir nuotekų projektavimas ir vandens poreikio skaičiavimas

Projektuojant laikinus vandentiekio ir nuotekų tinklus, pagrindinis tikslas - apskaičiuoti maksimalų reikalingą vandens poreikį statybai, laikino vandentiekio vamzdžio skersmenį ir suprojektuoti laikino vandentiekio ir nuotekų trasas statybvietėje.

Skaičiavimas atliekamas tokia seka:

1. Sudaromas gamybos, ūkinių-buitinių vartotojų sąrašas.

Statybos aikštelėje vanduo reikalingas gamybos, ūkiniams ir buitiniams tikslams. Vandens vartotojų gamybos tikslams sudėtis nustatoma pagal kalendorinį darbų vykdymo grafiką. Tokiais vartotojais laikomi statybos montavimo procesai ir statybinės mašinos bei mechanizmai.

Skaičiuojant vandentiekį ūkiniams-buitiniams tikslams, priimamas didžiausias vienoje pamainoje dirbančių dirbančiųjų skaičius D (formulė 6.6.1).

6.7 lentelė. Vandens vartotojai

Eil. Nr.	Vandens vartotojai	Atliekamų darbų apimtis per pamainą	
		Matavimo vnt.	Kiekis
<i>Ūkiniams ir buitiniams reikalams:</i>			
1.	Su nuotakynu	žmogui	11
2.	Dušinės	žmogui	11

2. Apskaičiuojamas vandens poreikis l/s ūkiniams-buitiniams tikslams ir dušams.

Vandens poreikis l/s ūkiniams-buitiniams tikslams skaičiuojamas pagal formulę:

$$Z_{\bar{u}} = \frac{D \cdot Z_{n\bar{u}} \cdot k_v}{3600 \cdot t} \quad (6.7.1)$$

čia:

D - didžiausias dirbančiųjų skaičius per pamainą (apskaičiuotas pagal formulę (6.6.1)),

$Z_{n\bar{u}}$ - vieno žmogaus vandens suvartojimo ūkiniams reikalams norma litrais per pamainą;

k_v - netolygaus vandens suvartojimo koeficientas (kai yra nuotakynas $k_v=3$)

Vandens poreikis l/s dušams skaičiuojamas pagal formulę:

$$Z_d = \frac{D \cdot Z_{nd} \cdot k_d}{3600} \quad (6.7.2)$$

čia:

Z_{nd} - vieno žmogaus vandens suvartojimo maudymuisi duše norma litrais per pamainą;

k_d - koeficientas, įvertinantis suvartoto vandens kiekį vienu metu naudojantis dušais ($k_d = 0,3-0,4$).

Mažiausias vandens poreikis apsaugai nuo gaisro Z_{pg} nustatomas toks, kad vienu metu galėtų būti prijungti du gaisriniai hidrantai ir kiekvieno debitas būtų 5 l/s. Priešgaisriniam reikalams projektuojama atskira vandentiekio šaka.

Tuomet suminis vandens poreikis, reikalingas ūkiniams-buitiniams reikalams ir dušams apskaičiuojamas pagal formulę:

$$Z_b = Z_g + Z_{\bar{u}} + Z_d + Z_{pg} \quad (6.7.3)$$

6.8 lentelė. Vartotojų vandens poreikis

Vandens vartotojas	Vartotojų skaičius (darbų apimtis per pamainą)	Vandens poreikio norma, l	Netolygaus vandens suvartojimo koeficientas	Laikas, skirtas debitui apskaičiuoti (t·3600)	Vandens poreikis, l/s
Gamybiniai poreikiai					
Mašinų ratų apiplovimas, vnt.	8	20	1,5	28800	0,008
					$\sum Z_g = 0,008$
Ūkiniai- buitiniai poreikiai					
Su nuotakynu	11	9	3	28800	0,0103
					$\sum Z_{\bar{u}} = 0,0103$
Dušai					
Dušinės	11	14	1	28800	0,0428
					$\sum Z_d = 0,0428$
Priešgaisrinė sauga					
Priešgaisrinis hidrantas	2	5	-	-	10
					$\sum Z_{pg} = 10$
					Iš viso: $\sum Z_b = 10,061$

3. Pagal didžiausią vandens poreikį įvairiems tikslams per valandą skaičiuojamas laikino vandentiekio tinklų skersmuo:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Z_b \cdot 1000}{\pi \cdot V}}; \quad (6.7.4)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0531 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,0}} = 8,2 \text{ mm}$$

čia:

Z_b - suminis didžiausias vandens poreikis l/s;

V- vandens tekėjimo greitis (m/s) vamzdyje (didelio skersmens vamzdyje $V = 1,5-2$ m/s, mažo skersmens - $V = 0,7-1,2$ m/s).

Žinant suminį vandens poreikį Z_b , ir laikino vandentiekio tinklų skersmenį parenkamas artimiausias standartiniui laikino vandentiekio vamzdis. Laikinam vandentiekiiui naudojami vamzdžiai „PE“ – Ø20 mm.

Statybvietės plane suprojektuojamos laikino vandentiekio ir buitinių nuotekų trasos, numatant vandens tiekimo šaltinį, bei priešgaisrinių hidrantų vietas. Paprastai laikinas vandentiekis ir nuotekos prijungiami prie esamų pastovių vandentiekio ir nuotekų tinklų, dažniausiai ten, kur sklype yra pastovaus vandentiekio ir nuotekų šuliniai, ir išvedžiojami visiems vartotojams (į buitines patalpas, medžiagų ruošimo vietas, mechanizmų plovimo vietas ir pan.). Laikinieji vandentiekio ir nuotekų tinklai pavaizduoti statybvietės plane (darbo grafinė dalis, 7 brėžinys).

6.8. Laikino aprūpinimo elektros energija projektavimas ir poreikio skaičiavimas

Projektuojant laikinus elektros tinklus, pagrindinis tikslas - apskaičiuoti maksimalų reikalingą elektros energijos poreikį statybai, parinkti tinkamą laikino aprūpinimo elektra šaltinį ir suprojektuoti laikinas elektros linijų trasas statybvietyje.

Skaičiavimas atliekamas tokia seka:

1. Sudaromas laikinos elektros energijos vartotojų statybos aikštelėje sąrašas ir apskaičiuojamos jų darbo apimtys per pamainą. Statybos aikštelėje elektra naudojama gamybos reikalams (mašinų, mechanizmų varikliams), technologiniams tikslams (betonui šildyti, sušalusiam gruntui atšildyti, tinkui džiovinti, taip pat apšvietimui, kuris gali būti išorės (aikštelės, kelių, darbo aikštelių apšvietimas), vidaus (sandėlių, administracinių, buitinių patalpų apšvietimas). Pagal tai laikinos elektros energijos vartotojai skirstomi į:

- vidaus apšvietimo vartotojus,
- išorės apšvietimo vartotojus.

6.9 lentelė. Elektros energijos vartotojai

Eil. Nr.	Elektros energijos vartotojai	Darbo apimtis per pamainą (vartotojų skaičius)	
		Matavimo vnt.	Kiekis
<i>Vidaus apšvietimo vartotojai:</i>			
1.	meistro kontora	10m ²	1,5
2.	persirengimo patalpa	10m ²	1,6
3.	džiovykla	10m ²	0,4
4.	prausykla	10m ²	0,4
5.	tualetas	10m ²	0,8
6.	valgykla	10m ²	1,5
7.	dušai	10m ²	0,4
8.	Transformatorinė pastotė	10m ²	0,4
10.	Uždari sandėliai	10m ²	0,15
<i>Išorės apšvietimo vartotojai:</i>			
11.	Statybos teritorijos apšvietimas	100m ²	144,85
12.	Vidaus kelių apšvietimas	1km	0,65

2. Apskaičiuojamas elektros energijos poreikis kiekvienai vartotojų grupei: gamybiniais, technologiniams reikalams, vidaus ir išorės apšvietimui.

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

$$E_{\text{vidaus}} = \alpha \sum k_{va} \cdot E_{va} \quad (6.8.1)$$

čia:

α - koeficientas, įvertinantis tinklo galios nuostolius (imama $\alpha = 1,05-1,1$);

E_{va} , - suminė elektros energijos galia (kilovatais), kurios reikia vidaus apšvietimui ;

k_{va} , - apkrovos koeficientas, įvertinantis vienu metu dirbančių vidaus apšvietimo vartotojų skaičių.

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

$$E_{išorės} = \alpha \sum k_{ia} \cdot E_{ia} \quad (6.8.2)$$

čia:

E_{ia} , - suminė elektros energijos galia (kilovatais), kurios reikia išorės apšvietimui;

k_{ia} , - apkrovos koeficientas, įvertinantis vienu metu dirbančių išorės apšvietimo vartotojų skaičių.

Bendras elektros energijos poreikis statybos aikštelėje apskaičiuojamas pagal formulę:

$$E = E_{vidaus} + E_{išorės} \quad (6.8.3)$$

Čia:

E_{vidaus} , $E_{išorės}$, - suminis elektros energijos poreikis kiekvienai vartotojų grupei.

Skaičiavimai surašomi į 6.10 lentelę:

6.10 lentelė. Aprūpinimo elektros energija skaičiavimas

Elektros energijos vartotojų grupės	Vartotojų sąrašas	Darbų apimtis per pamainą (vartotojų skaičius)		Nominalus galingumas (kW)		Koeficientai			Skaičiuojamas galing., E (kW)	
				Vieneto	Bendras	α	k	cos ϕ		
		Matav. vnt.	Skaičius							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Vidaus apšvietimas	meistro kontora	10m ²	1,5	0,50	0,75	1,05	0,8	-	0,630	
	persirengimo patalpa	10m ²	1,6	0,25	0,40	1,05	0,8	-	0,336	
	džiovykla	10m ²	0,4	0,25	0,10	1,05	0,8	-	0,084	
	prausykla	10m ²	0,4	0,25	0,10	1,05	0,8	-	0,084	
	tualetas	10m ²	0,8	0,25	0,20	1,05	0,8	-	0,168	
	valgykla	10m ²	1,5	0,50	0,75	1,05	0,8	-	0,630	
	dušai	10m ²	0,4	0,25	0,10	1,05	0,8	-	0,084	
	Transformatorinė pastotė	10m ²	0,4	0,12	0,05	0,05	1,05	0,8	-	0,042
	Uždari sandėliai	10m ²	0,15	0,14	0,02	0,02	1,05	0,35	-	0,007
$\sum E_{vidaus}$									2,065	
Išorės apšvietimo tūmas	Statybos teritorijos apšvietimas	100m ²	104,8	0,015	1,57	1,05	0,9	-	1,484	
	Vidaus kelių	km	0,28	4	1,12	1,05	0,9	-	1,058	

	apšvietimas								
								$\sum E_{išorės}$	2,542
Iš viso:								$\sum E$	4,61

Parenkamas laikinas transformatorius TM-20/6, kurio galingumas 20kW, o masė 385kg.

6.9. Statybvietės plano techniniai rodikliai

6.11 lentelėje pateikiami statybvietės plano techniniai – ekonominiai rodikliai.

6.11 lentelė. Statybvietės techniniai – ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis
1.	Bendras statybos aikštelės plotas	m ²	15670,4
2.	Laikinių kelių ilgis	m	278,9
3.	Laikinos apšvietimo linijos ilgis	m	307,5
4.	Laikinos elektros jėgos linijos ilgis	m	140,8
5.	Laikinių nuotekų linijų ilgis	m	137,7
6.	Laikinojo vandentiekio tinklo ilgis	m	136,0
7.	Laikinių sandėlių pastatų plotas	m ²	143
8.	Sklypo užstatymo tankumas	%	14,8
9.	Aikštelės užstatymo tankumas	%	0,9

Lentelėje statybos aikštelės plotas apskaičiuojamas pagal statybvietės plano brėžinyje nurodytus matmenis. Kelių ir įvairių linijų ilgiai nustatomi iš statybvietės plano brėžinio.

Rodikliai K_1 ir K_2 apskaičiuojami pagal formules:

$$K_1 = \frac{F}{S} * 100(\%); K_1 = \frac{2318,21}{15670,4} * 100 = 14,8\%; \quad (6.9.1)$$

$$K_2 = \frac{Q}{S} * 100(\%); K_2 = \frac{143,0}{15670,4} * 100 = 0,9\% \quad (6.9.2)$$

Čia:

F – statomo pastato plotas, m²;

S – bendras statybos aikštelės plotas, m²;

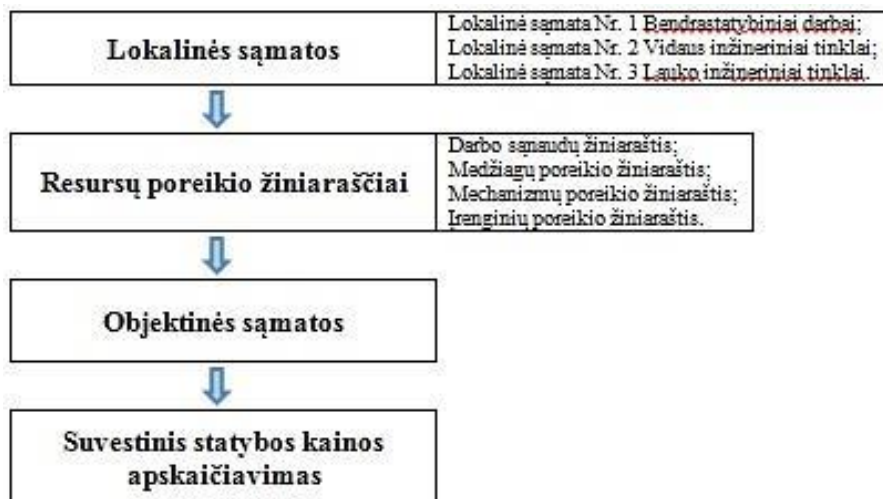
Q – laikinių patalpų plotas, m².

7. EKONOMINĖ DALIS

7.1. Pagrindiniai statinio sąmatinės kainos skaičiavimo principai

Magistro baigiamojo darbo ekonominėje dalyje apskaičiuojama suvestinė projektuojamo statinio statybos kaina. Pastato sąmatinę dokumentaciją sudaro suvestinės, objektinės ir lokaliųjų sąmatų duomenys. Suvestinis statybos kainos apskaičiavimas - skaičiuojamasis investicijų poreikis, apimantis visas numatomas išlaidas sklypo įsigijimui, statinio projekto paruošimui ir

įgyvendinimui. Tam sudaromos lokalinės ir objektinės sąmatos. Lokalinė sąmata – investicijų poreikis statinio statybai, detalizuotas pagal statybos darbus. Objektinė sąmata – investicijų poreikis statinio statybai, montavimui ir įrenginių įsigijimui, detalizuotas pagal statinio projekto sudėtinės dalis. [36] Statinio sąmatinės dokumentacijos sudėtis pateikta 7.1 paveiksle. Skaičiavimai atliekami atsižvelgiant į rinkos kainų lygį skaičiuojamuoju laikotarpiu, t. y. pagal 2014 m. spalio mėn. rinkos kainas.



7.1 pav. Sąmatinė dokumentacijos sudėtis [36]

Pastato bendrųjų statybos darbų ir lauko inžinerinių tinklų bei aplinkos tvarkymo darbų lokalinės sąmatos Nr. 1 sudaromos naudojantis sustambintų konstrukcijų ir darbų vidutiniais darbo techninių ir vertės rodiklių normatyvais. Šių normatyvų rūšys: darbo užmokestis, medžiagų vertė, mašinų eksploatacija. Normatyvai sudaryti dažniausiai pasitaikantiems darbams ir konstrukcijoms.

Tiesioginėms išlaidoms taikomos šios priemokos:

- a) papildomų medžiagų vertė – 3 % nuo bendros medžiagų vertės;
- b) papildomų mechanizmų vertė – 3 % nuo bendros statybos mašinų ir mechanizmų eksploatavimo išlaidų vertės;
- c) sezoniniai darbai – 15 % nuo žemės ir mūro darbų darbo užmokesčio vertės;
- d) specifiniai darbai – 17 % nuo darbo užmokesčio atliekant karkaso montavimo darbus šiame objekte vertės.
- e) Statybvietės darbuotojų užmokestis – 8 % nuo bendros darbo užmokesčio vertės.

Pridėtinės išlaidos apskaičiuojamos taikant 30 % normą, nuo bendros darbo užmokesčio sumos, neįskaitant statybvietės darbuotojų darbo užmokesčio. Socialinio draudimo išlaidos apskaičiuojamos taikant 31 % normą nuo bendros darbo užmokesčio sumos. Kitos išlaidos (darbininkų komandiruočių, pervežimo, darbo pamainomis ar pakaitiniu būdu, elektros energijos eksploatuojant mechanizmus, garo, kuro ir kitos išlaidos) apskaičiuojamos taikant 3 % norma nuo bendros tiesioginių išlaidų sumos.

Pelnas apskaičiuojamas taikant 5% normą nuo bendros, tiesioginių, pridėtinių, socialinio draudimo ir kitų išlaidų sumos. Pridėtinės vertės mokestis (PVM) apskaičiuojamas taikant 21% normą nuo bendros visų išlaidų sumos.

Pastato vidaus inžinerinių tinklų lokalinė sąmata Nr. 2 sudaroma naudojantis orientaciniais normatyvais, kuriuose specialiųjų darbų apimtys išreikštos procentais, lyginant su bendraisiais statybos darbais. Sudarinėjant lokalinę sąmatą Nr. 2 „Vidaus inžineriniai tinklai“ buvo naudojamos tokios procentinės normos nuo bendros statybvietės montavimo darbų kainos: šildymo sistemos įrengimui – 3 %, vandentiekio įrengimui – 3 %, nuotekų šalinimo sistemos įrengimui – 3 %, elektros tinklo įrengimui – 6 % ir vėdinimo ir kondicionavimo sistemai – 4 % [37].

Lauko inžinerinių tinklų lokalinė sąmata Nr. 3 sudaroma naudojantis orientaciniais normatyvais, kuriuose specialiųjų darbų apimtys išreikštos 1 m kaina. Sudarinėjant lokalinę sąmatą Nr. 3 „Lauko inžineriniai tinklai“ buvo naudojamos tokios kainos: vandentiekio tinklai – 287,88 Eur/m, nuotekų šalinimo tinklai – 147,71 Eur/m, šilumos tinklai – 689,59 Eur/m, elektros perdavimo kabelių linijos – 64,87 Eur/m, ryšio kabelių linijos – 17,67 Eur/m [38].

Į objekcinę sąmatą surašomos visų lokalinių sąmatų sąmatinės vertės su PVM, išskiriant statybos ir montavimo darbų, taip pat įrengimų vertes. Tuomet sudaroma suvestinė projektuojamo statinio statybos sąmata.

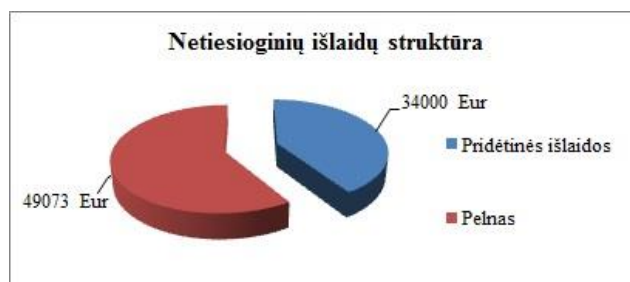
7.2. Gautų rezultatų analizė ir statinio ekonominiai rodikliai

Remiantis apskaičiuotais statybos darbų kiekiais (Priedas „Statinio statybos darbų apimtys“) ir sąmatų skaičiavimo programa „Sistela“ [39] pagal 2014 m. spalio mėn. kainas, apskaičiuota, kad bendrastatybiniai sporto ir laisvalaikio centro statybos darbai be pridėtinio vertės (PVM) mokesčio kainuoja 1030527,0 Eur, o su PVM (21 %) – 1246937,67 Eur. Bendrastatybinių darbų lokalinė sąmata, mechanizmų ir medžiagų žiniaraščiai pateikti prieduose.

Laisvalaikio ir pramogų komplekso statybos kainos išlaidas sudaro tiesioginės ir netiesioginės išlaidos. 7.2 ir 7.3 paveikslėliuose pavaizduota šių išlaidų struktūra.



7.2 pav. Tiesioginių išlaidų struktūra



7.3 pav. Netiesioginių išlaidų struktūra

Įvertinus bendrastatybinių darbų, lauko ir vidaus inžinerinių tinklų įrengimo, sklypo bei jo paruošimo, projektavimo ir inžinerinių paslaugų, kitų kainų išlaidas, suvestinė objekto statybos kaina gauta 2698907,99 Eur. 7.1 lentelėje pateikti statinio statybos ekonominiai rodikliai.

7.1 lentelė. Statinio statybos ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis	Pastabos
1.	Sklypo plotas	m ²	50600,0	
2.	Užstatymo plotas	m ²	2534,21	
3.	Bendras pastato plotas	m ²	3440,24	
4.	Statinio suvestinė statybos kaina	Eur.	3231169,0	
5.	Statybos ir montavimo darbai	Eur.	1549873,99	
6.	Kitos statybos išlaidos	Eur.	1681295,10	
7.	Statinio suvestinė statybos darbų kaina mato vienetui	Eur/m ² Eur/m ³	939,23 167,56	
8.	Statinio statybos ir montavimo darbų kaina	Eur/m ² Eur/m ³	450,51 80,37	
9.	Inžinerinių tinklų statybos montavimo darbų kaina: Vidaus inžinerinių tinklų Lauko inžinerinių tinklų	Eur Eur/m	236918,16 237,90	Vidaus tinklams Eur, lauko tinklams Eur/m

7.3. Statinio statybos sąmatos

7.2 lentelėje pateikiama sporto ir laisvalaikio centro statybos suvestinė sąmata.

7.2 lentelė. Suvestinė statinio statybos sąmata

Išlaidų pavadinimas	Kaina, Eur			
	Statybos ir montavimo darbai	Įren- giniai	Kitos išlaidos	Iš viso (su PVM)
I. Statybos sklypas (statybos sklypo įsigijimo išlaidos, sklypo įteisinimo, žemės matavimų mokesčiai ir kt.)			1265000	1265000
II. Statybos sklypo paruošimas (statinių ir konstrukcijų perkėlimo, griovimo, išsaugojimo išlaidos; kompensacijos už esamus statinius, inžinerinius tinklus, želdynus, vandentiekio, nuotekų, dujotiekio, šildymo, elektros telekomunikacijų prijungimo ir kt.)			30997,48	30997,48
III. Statinio statyba ir įrengimas (statinio statybos ir įrengimo išlaidos)	1549873,99			1549873,99
IV. Projektavimo ir inžinerinės paslaugos (projektavimo darbų įskaitant projektavimo sąlygų gavimo, projekto			79043,57	79043,57

derinimo, konsultacijų, ekspertizės, projekto vykdymo, statybos techninės priežiūros ir kt. išlaidos) 4.1. projektavimo darbai -72 % - 56911,37Eur 4.2. statybos techninė priežiūra - 14% - 11066,09Eur 4.3. projekto vykdymo priežiūra - 7% - 5533,05Eur 4.4. projekto ekspertizė - 7% - 5533,05Eur				
V. Kitos statinio išlaidos (statybos finansavimo, draudimo garantijų, bandomosios produkcijos gamybos, techninio personalo apmokymo eksploatuoti ir kitos numatomos išlaidos)			49797,44	49797,44
VI. Rezervas (statytojo (užsakovo) iš anksto nenumatytų išlaidų suma)			256456,87	256456,87
Iš viso: pagal I-VI Skyrius:	1549873,99	-	1681295,10	3231169,0

7.3 lentelėje pateikiama sporto ir laisvalaikio centro statybos objektinė sąmata.

7.3 lentelė. Objektinė statinio statybos sąmata

Lokalinės sąmatos	Išlaidų pavadinimas	Sąmatinė vertė, Eur.	
		Statybos ir montavimo darbai	Iš viso
1	Bendrieji statybos darbai	1246937,67	1246937,67
2	Vidaus inžineriniai tinklai	236918,1573	236918,16
3	Lauko inžineriniai tinklai	66018,16	66018,16
Iš viso pagal sąmatą:			1549873,99

Sporto ir laisvalaikio centro statybos lokalinė sąmata Nr. 1 apskaičiuota sąmatų skaičiavimo programa „Sistela“ [39], ir ji yra pateikta prieduose kartu su medžiagų ir mechanizmų žiniaraščiais.

7.4 ir 7.5 lentelėse pateiktos lokalinės sąmatos Nr. 2 ir Nr. 3.

7.4 lentelė. Lokalinė sąmata Nr. 2 „Vidaus inžineriniai tinklai“

Eil. Nr.	Išlaidų pavadinimas	Mato vienetas	Statybos montavimo darbai	Inžinerinių tinklų kaina
1.	Šildymas 3%	Eur.	1246937,67	37408,13
2.	Vandentiekis 3%	Eur.	1246937,67	37408,13
3.	Nuotekų šalinimas 3%	Eur.	1246937,67	37408,13
4.	Elektra 6%	Eur.	1246937,67	74816,26
5.	Vėdinimas ir kondicionavimas 4%	Eur.	1246937,67	49877,51
Viso:				236918,16

7.5 lentelė. Lokalinė sąmata Nr. 3 „Lauko inžineriniai tinklai“

Eil. Nr.	Išlaidų pavadinimas	Mato vnt.	Atstumas	1m kaina, Eur.	Sąmatinė kaina įskaitant PVM, Eur.
1.	Vandentiekio tinklai	Eur.	58,5	287,88	16841,11
2.	Nuotekų šalinimo tinklai	Eur.	57,0	147,71	8419,25
3.	Šilumos tiekimo tinklai	Eur.	52,5	689,59	36203,23
4.	Elektros perdavimo kabelių linijos	Eur.	55,5	64,87	3600,56
5.	Ryšių kabelių linijos	Eur.	54,0	17,67	954,01
Viso:					66018,16

7.4. Statybos projektinių sprendimų ekonominio efektyvumo įvertinimas

Pradiniai statybos projektinių sprendimų ekonominio efektyvumo skaičiavimo duomenys pateikti 7.6 lentelėje.

7.6 lentelė. Pradiniai statybos projektinių sprendimų ekonominio efektyvumo skaičiavimo duomenys

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Žymėjimas	Mato vnt.	Kiekis	Pastabos
1.	Statomo objekto bendroji sąmatinė vertė (investicijų suma)	K	Eur	1246937,67	
2.	Vidutinė palūkanų norma	k	vnt. dalimis	0,0418	
3.	Norminės darbo sąnaudos	Q_N	žm.d.	3068,6	
4.	Darbo užmokestis	$D_{už}$	Eur	98886,0	
5.	Bendros pridėtinės išlaidos	N_b	Eur	34000	
6.	Planuojamas normų įvykdymas	I_{pl}	%	122,2	
7.	Skaičiuojamasis vidutinis darbininkų sk.	$d_{vid,s}$	žm.	10,3	
8.	Planuojamas trukmės sumažinimas dėl darbų suderinamumo	t_s	%	0,0	Nuo planuojamos statybos darbų trukmės
9.	Sąlygiškai pastovių pridėtinių išlaidų dalis	N	%	50,0	Nuo bendros pridėtinių išlaidų sumos

Užsakovo gaunamas ekonominis efektas $E_{užs}$:

$$E_{užs} = K \cdot k \cdot (T_n - T_{pls}) = 1246937,67 \cdot 0,0418 \cdot (1,13 - 0,92) = 10945,62 \text{ Eur} \quad (7.4.1)$$

čia:

K – investicijų suma, statomo objekto bendroji sąmatinė vertė tūkst. Eur (7.6 lent.);

k – vidutinė palūkanų norma, vieneto dalimis (7.6 lent.);

T_n – norminė statybos trukmė metais, skaičiuojama pagal formulę:

$$T_n = \frac{\left(\frac{Q_N}{d_{met}}\right)}{d_{vid,s}} = \frac{\frac{3068,6}{264}}{10,3} = 1,13 \text{ metai} \quad (7.4.2)$$

Q_N – norminės darbo sąnaudos, žm.d. (7.6 lent.);

d_{met} – darbo dienos per metus (12 mėn. x 22 darbo dienos per mėn. = 264 darbo dienos per metus);

$d_{vid,s}$ – darbininkų skaičius (7.6 lent.);

T_{pls} – planuojama statybos trukmė, apskaičiuojama pagal formulę:

$$T_{pls} = \frac{T_n}{I_{pl}} \cdot 100 - \left(\frac{T_{pl} \cdot t_s}{100}\right) = \frac{1,13}{122,2} - \left(\frac{0,92 \cdot 0,0}{100}\right) = 0,92 \text{ metai} \quad (7.4.3)$$

T_{pl} – planuojama statybos trukmė, ją apskaičiuojame pagal formulę (įvertinant planuojamą normų įvykdymą žr. 7.6 lentelę):

$$T_{pl} = \frac{T_n}{I_{pl}} \cdot 100 = \frac{1,13}{122,2} \cdot 100 = 0,92 \text{ metai} \quad (7.4.4)$$

I_{pl} – planuojamas normų įvykdymas, %;

Rangovo gaunamas ekonominis efektas E_{rang} :

$$E_{rang} = N \cdot \left(1 - \frac{T_{pls}}{T_n}\right) = 24721,5 \cdot \left(1 - \frac{0,92}{1,13}\right) = 4594,26 \text{ Eur} \quad (7.4.5)$$

čia:

N – sąlygiškai pastovių pridėtinių išlaidų dalis (7.6 lent.), apskaičiuojama taip:

$$N = \frac{N_B \cdot N}{100} = \frac{49443,0 \cdot 50}{100} = 24721,5 \text{ Eur} \quad (7.4.6)$$

N_B - bendros pridėtinės išlaidos (7.6 lent.), apskaičiuojamos taip:

$$N_B = \frac{D_{U\check{Z}} \cdot N}{100} = \frac{98886,0 \cdot 50}{100} = 49443,0 \text{ Eur} \quad (7.4.7)$$

8. DARBŲ SAUGA IR APLINKOSAUGA

8.1. Darbų sauga statybvietėje

Remiantis LR „Darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymo“ [40] 15 straipsniu, statybvietės turi atitikti darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimus, nustatytus socialinės apsaugos ir darbo ministro ir aplinkos ministro patvirtintuose Darboviečių įrengimo statybvietėse nuostatuose. Darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimai sporto ir laisvalaikio centro statybvietei nustatomi statinio techniniame projekte, vadovaujantis Darboviečių įrengimo statybvietėse nuostatais ir statybos techniniais reglamentais. Statybos darbų technologijos projekte numatomos priemonės, užtikrinančios darbuotojų saugą ir sveikatą statinio statybos metu.

Statybvietėje naudojamos tik techniškai tvarkingos darbo priemonės, atitinkančios darbuotojų saugos ir sveikatos norminių teisės aktų reikalavimus. Darbo priemonės suprojektuotos, pagamintos ir įrengtos darbo vietoje taip, kad nebūtų sudaryta galimybė darbuotojui patekti į darbo priemonės pavojingas zonas, kur yra judančios dalys; aukštos ar žemos temperatūros darbo priemonių paviršiai izoliuoti; darbo priemonių valdymo įtaisai atitinka ergonominius reikalavimus; darbo priemonių keliamas triukšmas, vibracija ar kita darbo aplinkos tarša neviršija higienos normose nustatytų ribinių verčių (dydžių). [40]

Darbininkai aprūpinami asmeninėmis apsaugos priemonėmis (specialiais rūbais, avalyne, šalmais, pirštinėmis, akiniais, ausinėmis, respiratoriais ir t.t.). Kiekvienas darbininkas yra išklauses darbų saugos ir sveikatos, bei priešgaisrinės saugos instruktažus ir pasirašęs registracijos žurnaluose. Darbo vieta gerai organizuota ir sutvarkyta. Esant nepalankioms darbo sąlygoms daromos pertraukos. [41]

Statybvietėje karkaso montavimo metu yra naudojamas kranas, todėl pastatyti įspėjamieji riboženkliai, perspėjantys apie patekimą į pavojingąjį krano zoną. Eismas šios zonos laikinuosiuose keliuose kontroliuojamas. Vykdamas montavimo darbus kranu, kiti statybos darbai šioje zonoje yra draudžiami. [42] Montavimo darbams naudojamos tik techninius reikalavimus atitinkančios ir gamintojo sertifikatus turinčios kabinėjimo priemonės (stropai, traversos). Montavimo darbų metu pastebėjus galimą pavojų, duodamas sutartinis signalas „STOP“. Draudžiama dirbti po montuojamomis konstrukcijomis ir darbininkams būti ant keliamų ir transportuojamų konstrukcijų. Apsauginės zonos spindulys įvertinamas pagal elementų kėlimo aukštį. [43]

Esant pavojuui nukristi iš aukščiau nei 2 m, ant darbinių pastolių, platformų ar pakloto įrengti aptvarai ir turėklai. Vykdamas stogo darbus darbininkai prisitvirtina apsauginėmis virvėmis su karabinais prie specialių diržų. Kopėčios ir pastoliai statomi ant tvirto išlyginto pagrindo arba tvirtinami prie vertikalių konstrukcijų. Statybvietėje dėvimi šalmai, jei mechanizmai skleidžia didelį triukšmą, naudojamos garsą izoliuojančios ausinės, o atliekant suvirinimo darbus, naudojami

apsauginiai skydeliai. [41] Įvykus nelaimingam atsitikimui statybvietėje, darbininkai privalo suteikti pirmąją medicininę pagalbą nukentėjusiam asmeniui ir nedelsiant iškviesti greitąją medicinos pagalbą.

Priešgaisrinei apsaugai statybvietėje numatoma įrengti 2 gaisrinius hidrانتus, kurių kiekvieno vardinis debitas gaisro metu būtų ≥ 5 l/s. Jie išdėstomi abejose pastato pusėse prie laikinųjų kelių, taip užtikrinant, kad priešgaisrinės tarnybos atvykusios į statybvietę galėtų prisijungti prie hidranto per trumpiausią laiką. [42] Taip pat numatomi priešgaisriniai skydai: prie statomo pastato patalpų ir prie laikinųjų administracinių ir buitinių patalpų. Jie naudojami kaip pirminės gaisro gesinimo priemonės, laukiant specialiųjų priešgaisrinių tarnybų. Priešgaisrinių skydų vieno vieneto komplektaciją sudaro: 2 ABC tipo milteliniai 25 kg gesintuvai, nedegus audeklas, 2 laužtuvai, 2 kastuvai, 2 kirviai ir dėžė su smėliu. Draudžiama priešgaisrinius skydus laikyti užrakintus. [44]

Profesinės rizikos vertinimas darbo vietoje

Profesinės rizikos vertinimo tikslas - nustatyti ir įvertinti esamą ar galimą riziką darbe, ją pašalinti, o jei negalima to padaryti, įdiegti prevencijos priemones, kad darbuotojai būtų apsaugoti nuo rizikos arba ji būtų kiek įmanoma sumažinta. Žemiau pateiktose lentelėse pateikti plaukimo baseino korpuso stogo įrengimo darbų fizikiniai, fiziniai ir ergonominiai bei psichologiniai veiksniai, kurių keliamas pavojus gali pakenkti žmonių sveikatai.

8.1 lentelė. Fizikinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo vietos šiluminė aplinka	Metų laikas – šaltasis (vasario mėn.) Darbo kategorija - vidutinė 3.67 Darbai vykdomi lauke		×		×
Darbo vietos apšvietimas	Statybvietė apšviesta pagal jos aptvėrimą, akinimo nėra	×		×	
Triukšmas	Darbas su kranu ir mechanizmais elektriniu varikliu		×		×

8.2 lentelė. Fizinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Besisukančios ar judamos mašinų dalys	Naudojamas kranas ir mechanizmai su elektriniu varikliu		×		×

Pjovimo įrankiai (rankiniai ir mechaniniai)	Naudojami mechanizmai su elektriniu varikliu		×		×
Transportavimo įranga, kranai, liftai ir kt.	Pavojinga būti krano darbo zonoje		×		×
Transporto ir priėjimo keliai, pastoliai, kopėčios ir kt.	Naudojami montavimo bokšteliai, kurių pakyla $\geq 6,0$ metrų aukštyje		×		×
Elektros įtampa	Laikini elektros tinklai tinkamai izoliuoti ir įžeminti	×		×	
Darbo vietos priešgaisrinis parengimas	Darbai vykdomi lauke, numatyti du hidrantai statybvietyje gaisro atveju		×		×

8.3 lentelė. Ergonominių ir psichologinių veiksnių sukeltų pavojų, galinčių pakenkti sveikatai, identifikavimas

Veiksnių, galinčių kelti pavojų profesinei saugai ir sveikatai, sąrašas	Veiksnių pasireiškimo charakteristikos, atsižvelgiant į nustatytą poveikį ar pavojų	Ar buvo nustatytas poveikis ar pavojus		Ar būtinos prevencinės priemonės	
		Ne	Taip	Ne	Taip
Darbo sunkumas (Dinaminis darbas)	Daugiasluoksnių plokščių montavimas (masė vnt. – 5,7 kg)	×		×	
Darbo poza	Laisva darbo poza	×		×	
Judėjimo atstumas darbo aplinkoje	Vaikščiavimai 4712,3 m ² statybvietyje plote	×		×	
Darbo emocinė įtampa	Darbas pagal nustatytą grafiką, daugiau kaip 6 metrų aukštyje	×		×	
Darbas izoliuotoje vietoje (kai darbuotojas dirba vienas arba izoliuotoje patalpoje)	Darbas yra kolektyvinis	×		×	
Jaunų darbininkų, nėščių moterų, neįgalių asmenų darbas	Montavimo darbuose numatomi keli jauni apmokyti darbininkai		×		×

Rizikos nustatymo duomenų lapas

Veikla	Pavojai	Taikomos saugos priemonės	Pavojaus dydis (balais)	Traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė (balais)	Pasekmės (balais)	Rizikos dydis (balais)*
Darbas su kranu ir mechanizmais elektriniu varikliu	Fizikiniai, triukšmas	Naudojamos klausos apsaugos priemonės	2	1	2	4
Mechanizmų su elektriniu varikliu naudojimas	Fiziniai	Darbuotojams pravedamas privalomasis instruktavimas, prieš darbą patikrinami darbo įrankiai	2	1	1	2
Darbas kranų veikimo zonoje	Fiziniai	Pavojinga kranų darbo zona aptveržiama, draudžiami kiti darbai kranų darbo metu	2	2	1	4
Konstručių montavimo darbai ≥ 6 m aukštyje	Fiziniai	Naudojami apsauginiai diržai	2	2	1	4
Darbas šaltuoju metų laiku	Fizikiniai	Naudojami šiltesni rūbai, pirštinės	1	1	1	1
Jaunų darbininkų darbas	Ergonominiai	Darbininkams pravedamos išsamios instrukcijos, apmokymai	2	1	2	4

Balai skiriami nuo 1 iki 3.

* Rizikos dydis = pavojaus dydis x traumos ar kitokio sveikatos pakenkimo tikimybė x pasekmės

Apibendrinimas.

Remiantis rizikos nustatymo duomenų lapu, rizikos dydis svyruoja nuo 2 iki 4 balų. Tokiu atveju, rizikos priimtumas yra galimas ir toleruotinas. Darbai vykdomi šaltuoju metų laikotarpiu, todėl darbininkams patariama šilčiau rengtis, naudoti pirštines. Numatomi keli jauni darbininkai, tačiau jiems pravedamas išsamus instruktažas ir apmokymai.

8.2. Aplinkos apsauga statybvietėje

Žmonių sąveiką su aplinka tyrinėja ekologijos mokslas. Ekologija yra mokslinė bazė aplinkos apsaugos klausimams spręsti. Viena iš ekologijos mokslo taikymo sričių yra statybos ekologija, kurios svarbiausieji principai:

- gyvenamąsias zonas, gamybinius pastatus, energetinius bei transporto statinius išdėstyti taip, kad nepageidaujamas jų poveikis aplinkai būtų kuo mažesnis;
- tirti ir projektuoti ekologiškai švairius gyvosios gamtos nežalojančius statinius;
- sudarant statybos normatyvus atsižvelgti į ekologijos reikalavimus;
- kiek įmanoma išsaugoti reljefą, želdynus, neardyti grunto, nekeisti esamo hidrologinio režimo;
- mažinti pastatams naudojamų medžiagų kiekį, taupyti energinius išteklius, kiek įmanoma naudoti gamybos atliekas;
- statant ir naudojant pastatus neteršti aplinkos.

Sudarant statybos organizavimo projektus turi būti numatytos pagrindinės aplinkos apsaugos priemonės. Rengiant darbų technologijos projektus šios priemonės tikslinamos ir detalizuojamos. Ypač svarbu išsaugoti augaliją, nusistovėjusią hidrogeologinę struktūrą, apsaugoti vandenį ir atmosferą nuo užteršimo. Įrengiant projekto statybvietę medžiai, kurie trukdo darbams atlikti užstatomoje teritorijoje, buvo persodinti į kitą vietą. Statybvietėje palikti medžiai apsaugoti nuo atsitiktinio jų žalavimo patikimai juos aprišant lentelėmis iki 2 metrų aukščio. Taip pat kiek įmanoma sumažintas nuimamo augalinio sluoksnio plotas, o nuimtas rūpestingai saugomas būsimiems aplinkos tvarkymo darbams.

Atliekant žemės darbus suardoma nusistovėjusi grunto struktūra ir dėl to gali prasidėti jo erozija. Tuomet ypač yra pavojingos liūtys, kurių metu gali būti nuplauta nemaža grunto ir juo užpilti požeminių komunikacijų šuliniai, statinių ir naudojamų pastatų rūšiai ir kt. To išvengiant, buvo įrengiami paviršinio vandens nutekamieji grioviai, kuriais vanduo suteka į numatytus telkinius.

Miestuose būtina stengtis kiek galima mažiau kasti bei vežti gruntą ir taip sumažinti aplinkos taršą dulkėmis bei mechanizmų išmetalais. Todėl komunikacijos klojamos uždaruju būdu, pamatus įrengiant gręžiniuose. Statybos šiukšlės ir atliekos iš patalpų šalinamos brezentu dengtais loviais arba vamzdžiais. Visų mašinų ratai prieš išvažiuojant į gatvę nuplaunami, kadangi ant ratų susikaupęs purvas krisdamas nuo ratų teršia gatves ir viešai naudojamus kelius, gali sukelti avarines situacijas. Šiam tikslui laikinojo statybvietės kelio gale įrengiama mechanizmų ratų apiplovimo aikštelė.

Statybos darbų vykdymo metu, statybvietyje numatomi 5 specialūs šiukšlių konteineriai, statybinėms atliekoms išmesti. Baigus statyti statinį būtina surinkti ir išvežti į sąvartynus įvairias konstrukcijų ir medžiagų atliekas, sutvarkyti statybvietybę bei apželdinti aplinką [34].

IŠVADOS

1. Magistro baigiamajame darbe, išanalizavus teisinę dokumentaciją ir remiantis LR statybos įstatymu ir statybos techniniais reglamentais, nustatyta, kad projektuojamas pastatas priklauso ypatingų statinių grupei pagal tokius požymius: jame nustatomi dideli atstumai tarp atramų (12 m ir daugiau), statinys naudojamas visuomenės poreikiams ir jame vienu metu gali būti daugiau kaip 100 žmonių. Projektuojamo pastato statybos rūšis – nauja statyba.
2. Apskaičiavus stogo šilumos perdavimo koeficientą, kuris lygus $0,119 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, nustatyta, kad jis atitinka norminius reikalavimus, keliamus negyvenamiems viešosios paskirties statiniams ($U_N = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$).
3. Atlikus konstrukcinius skaičiavimus, suprojektuota klijuotos medienos 15 m ilgio sija, kuriai panaudota GL24h klasės mediena. Sijos skerspjūvio matmenys: $0,18 \times 1,40 \text{ m}$.
4. Atlikus denginio laikančių konstrukcijų ir stogo dangų variantų daugiakriterinį vertinimą gauta, kad racionaliausias denginio virš plaukimo baseino konstrukcijų ir stogo derinys yra medinės sijos denginio konstrukcijai ir daugiasluoksnės „Sandwich“ plokštės stogui.
5. Suprojektavus laisvalaikio ir pramogų centro, plaukimo baseino korpuso racionaliausio denginio laikančių konstrukcijų ir stogo dangos varianto technologiją, gauta, kad įrengimo trukmė yra 17 dienų, maksimalus darbininkų skaičius – 10, o įrengimo kaina - 82,63 tūkst. Eur.
6. Atlikus sąmatinius ekonominius skaičiavimus gauta, kad statomo objekto suvestinė kaina – 3231169,0 Eur. Vieno kvadrato įrengimo kaina – $939,23 \text{ Eur}/\text{m}^2$.

LITERATŪRA

1. Lietuvos Respublikos Statybos Įstatymas. Valstybės žinios. 1996m. kovo 19d. Nr. I-1240. Aktuali įstatymo redakcija nuo 2013-07-16. [Žiūrėta 2015-10-21]. Prieiga per internetą: < http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=454053 >.
2. Lietuvos Respublikos Teritorijų Planavimo Įstatymas. Valstybės žinios. 1995m. gruodžio 12d. Nr. I-1120. Aktuali įstatymo redakcija nuo 2014-07-23. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą: < http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=478619 >.
3. STR 1.01.08:2002. Statinio statybos rūšys. Valstybės žinios. 2002m. gruodžio 18d. Nr. 622. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą: < <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=197405&Condition2=> >.
4. STR 1.01.06:2010. Ypatingi statiniai. Valstybės žinios. 2010m. rugsėjo 30d. Nr. D1-813. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą: < http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=382032&p_query=&p_tr2=&p_hil=&sess=&p_no=1 >.
5. STR 1.01.09:2003. Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį. Valstybės žinios. 2003m. gegužės 18. Nr. 289. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą: < <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=213265&Condition2=> >.
6. STR 2.02.01:2004. Gyvenamieji pastatai. Valstybės žinios. 2004m. vasario 12. Nr. 705. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą: < <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=226882&Condition2=> >.
7. STR 1.05.06:2010. Statinio projektavimas. Valstybės žinios. 2010m. rugsėjo 30d. Nr. D1-808. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą: < http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=382031&p_query=&p_tr2= >.
8. STR 1.07.01:2010. Statybą leidžiantys dokumentai. Valstybės žinios. 2010m. rugsėjo 30d. Nr. D1-826. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą: < http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=382319&p_query=&p_tr2= >.
9. STR 1.08.02:2002. Statybos darbai. Valstybės žinios. 2002m. gegužė 31d. Nr. 211. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą: < <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=167645&Condition2=> >.
10. STR 1.09.05:2002. Statinio statybos techninė priežiūra. Valstybės žinios. 2002m. balandžio 26d. Nr. 179. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą: < http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=165062&p_query=&p_tr2= >.
11. STR 1.11.01:2010. Statybos užbaigimas. Valstybės žinios. 2010m. rugsėjo 30d. Nr. D1-828. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą: < http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=382324&p_query=&p_tr2= >.

12. STR 2.01.01(1):2005. Esminiai statinio reikalavimai. Mechaninis atsparumas ir pastovumas. 2005m. rugsėjo 27d. D1-455. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą:
< <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=262694&Condition2=>>.
13. STR 2.01.01(2):1999. Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga. Valstybės žinios. 2000m. vasario 25d. D1-422. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą:
< <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=96037&Condition2=> >.
14. STR 2.01.01(3):1999. Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga. Valstybės žinios. 2000m. sausio 27d. D1-420. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą:
< <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=94609&Condition2=> >.
15. STR 2.01.01(4):2008. Esminiai statinio reikalavimai. Naudojimo sauga. Valstybės žinios. 2008m. sausio 3d. D1-706. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą:
< http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=312183&p_query=&p_tr2= >.
16. STR 2.01.01(5):2008. Esminiai statinio reikalavimai. Apsauga nuo triukšmo. Valstybės žinios. 2008m. kovo 27d. D1-132. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą:
< http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=316520&p_query=&p_tr2= >.
17. STR 2.01.01(6):2008. Esminiai statinio reikalavimai. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas. 2008m. kovo 27d. D1-131. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą:
< http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=316519&p_query=&p_tr2= >.
18. STR 2.03.01:2001. Statiniai ir teritorijos. Reikalavimai žmonių su negalia reikmėms. Valstybės žinios. 2001m. birželio 22d. Nr. 317. [Žiūrėta 2015-10-12]. Prieiga per internetą:
<<http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=139277&Condition2=>>.
19. Andrius Šova, brėžinių planšai. Bakalauro baigiamasis darbas, laida 2009m.
20. Surenkamos g/b perdangos plokštės. Prieiga per internetą:
<http://www.kaunogelzbetonis.lt/lt/gyvenamuju_namu_elementai/317_kiaurymetos_perdangos_plokstes/>.
21. Daugiasluoksnės fasado plokštės. Prieiga per internetą:
<<http://www.ruukki.lt/Gaminiai-statybai/Daugiasluoksnės-plokstės>>.
22. STR 2.01.09:2005. Pastatų energetinis naudingumas. Energetinio naudingumo sertifikavimas. Valstybės žinios. 2005m. gruodžio 29d. Nr.D1-624. [Žiūrėta 2015-10-25]. Prieiga per internetą:
< <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=268553&Condition2=> >.
23. STR 2.01.03:2009. Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių projektinės vertės. Valstybės žinios. 2009m. rugpjūčio 8d. Nr.D1-451. [Žiūrėta 2015-10-25]. Prieiga per internetą:
<http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=350732&p_query=&p_tr2=>.
24. STR 2.05.07:2005. Medinių konstrukcijų projektavimas. Valstybės žinios. 2005m. vasario 10d. Nr. D1-79. [Žiūrėta 2015-11-01]. Prieiga per internetą:

- < <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=249853&Condition2=> >.
25. STR 2.05.04:2003. Poveikiai ir apkrovos. Valstybės žinios. 2003m. gegužės 20d. Nr. 233. [Žiūrėta 2015-11-01]. Prieiga per internetą:
<<http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=213447&Condition2=>>.
26. A. Baltrušaitis, N. Adamukaitis. Laikančiosios ir atitvarinės medinės konstrukcijos. Metodiniai nurodymai. – Kaunas, KTU, 2011;
27. M. Daunoravičius, R. Miniotaitė. Statybos technologinių procesų projektavimas;; Kaunas “Technologija” 2010;
28. Daugiasluoksnių plokščių montavimas. Prieiga per internetą:
<<http://www.paroc.lt/~media/Files/Brochures/Lithuania/Installation-Guide-Paroc-Panels-LT.ashx>,
<http://www.mvsystem.lt/files/MV%20System%20Montavimo%20instrukcija.pdf>>=>
29. Aliuminio-stiklo fasadai. Prieiga per internetą:
<<http://www.aulaukis.lt/lt/paslaugos/montavimo-darbai/gaminiu-is-aliuminio-profilu-montavimas/>>=>
30. Juodis A. Statybos procesų matematinis modeliavimas ir optimizavimas. Kaunas: Technologija 2005m. 181p.
31. Zavadskas E. K., Simanuskas L., Kaklauskas A. Sprendimų paramos sistemos statyboje: monografija. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius: „Technika“, 1999m. 236p.
32. Studijų modulio „Statybos sprendinių optimizavimo teorija“ paskaitų ir laboratorinių darbų mokomoji medžiaga. Modulio kodas: T230M101.
33. ST 121895674:2009/2010 Statybos taisyklės - Bendrieji statybos darbai. [žiūrėta 2015-09-15] . Prieiga per internetą:
<http://www.statybotaisykles.lt/katalogas/statybos_taisykles/visos.ltwww.betonika.lt>=>
34. Zavadskas E. K., Mikšta P., Sakalauskas R., Šimkus J. R., Ustinovičius L. Statybos organizavimas. Vilnius: Technika, 2009m. 270p.
35. Automobilinio kranų parinkimas. Prieiga per internetą:
<<http://www.skyliftcranes.com.au/chart/leibherr35t-at.pdf>>=>
36. Viliūnas G. Statybos kainos apskaičiavimo metodiniai nurodymai. Vilnius: Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, 2011m. 86p.
37. Nekilnojamojo turto atkūrimo kaštų kainynas. – Vilnius, „Sistela“, 2015;
38. Statinių statybos skaičiuojamųjų kainų palyginamieji ekonominiai rodikliai. – Vilnius, „Sistela“, 2014 m. spalio mėn.
39. Sąmatų skaičiavimo kompiuterinė programa „SISTELA“. Pagal 2014.10 mėn. kainas.
40. Lietuvos Respublikos Darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymas. Valstybės žinios. 2003m. liepos 16d. Nr. IX-1672. Aktuali įstatymo redakcija nuo 2014-07-15;

41. Darbuotojų saugos ir sveikatos taisyklės statyboje. DT 5-00 Valstybės žinios, 2011-06-28, Nr. 77-3785;
42. Zavadskas E. K., Mikšta P., Sakalauskas R., Šimkus J. R., Ustinovičius L. Statybos organizavimas. Vilnius: Technika, 2009m. 270p.
43. Kėlimo kranų naudojimo taisyklės. Valstybės žinios, 2010-09-23, Nr. 112-5717;
44. Bendrosios gaisrinės saugos taisyklės. Valstybės žinios, 2010, Nr. 99 -5167 (Aktuali redakcija: Valstybės žinios Nr. 118-5970).
45. Volvačiovas R., Ambrasas G. Dangoraižių laikančiosios konstrukcijos ir statybinės medžiagos (14 – osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ 2011 metų teminės konferencijos pranešimų medžiaga).

PRIEDAI

PRIEDŲ SĄRAŠAS

1. Priedas Nr. 1. Plieninės sijos projektavimas;
2. Priedas Nr. 2. Darbo sąnaudos kalendorinio statybos darbų grafiko sudarymui;
3. Priedas Nr. 3. Plaukimo baseino denginio laikančiųjų konstrukcijų ir stogo alternatyvų sprendimai;
4. Priedas Nr. 4. Medinių santvarų ir aliuminio-stiklo fasado įrengimas;
5. Priedas Nr. 5. Automobilinio kranų Liebherr Ltm 1030-21 specifikacija;
6. Priedas Nr. 6. Sąmatos.