



Kauno technologijos universitetas
Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

BIM technologijų daugiakriteris vertinimas viešųjų pirkimų sektoriuje

Baigiamasis magistro projektas

Tautvydas Užgrindis
Projekto autorius

Lekt. Dr. Marius Reizgevičius
Vadovas

Panevėžys, 2019



Kauno technologijos universitetas
Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

BIM technologijų daugiakriteris vertinimas viešųjų pirkimų sektoriuje

Baigiamasis magistro projektas
Statybos valdymas (6211EX007)

Tautvydas Užgrindis
Projekto autorius

Lekt. Dr. Marius Reizgevičius
Vadovas

Lekt.
Recenzentas / Recenzentė

Panevėžys, 2019



Kauno technologijos universitetas
Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas
Tautvydas Užgrindis

BIM technologijų daugiakriteris vertinimas viešųjų pirkimų sektoriuje

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Tautvydo Užgrindžio, baigiamasis projektas tema „BIM technologijų daugiakriteris vertinimas viešųjų pirkimų sektoriuje“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETO
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETO
TECHNOLOGIJŲ IR VERSLUMO KOMPETENCIJŲ CENTRAS

TVIRTINU
TVKC vadovė
Doc. dr. Nida Kvedaraitė

BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Diplomantui **Tautvydui Užgrindžiui**

Baigiamojo projekto tema
(lietuvių kalba) BIM technologijų daugiakriteris vertinimas viešųjų pirkimų sektoriuje

Baigiamojo projekto tema
(anglų kalba) Multi- Criteria Evaluation of BIM Technology in the Public Procurement Sector

Patvirtinta _____ m. _____ mėn. _____ d. dekanų potvarkiu Nr. _____.

Irišto baigiamojo projekto pateikimo į TVKC terminas iki 2019 m. sausio 3 d.

Duomenys, reikalavimai ir sąlygos baigiamajam projektui

Darbas turi būti atliktas laikantis metodinių nurodymų. Turi būti tskleistas temos aktualumas, rasti keliami darbo tikslai.

Baigiamojo projekto užduotys / uždaviniai / klausimai, kurie turi būti atskleisti projekte

1. Atlikti užsienio šalių ir Lietuvos literatūros apžvalgą naudojant BIM technologijas viešuosiuose pirkimuose.
2. Atlikti įprasto ir BIM technologijomis paremto projekto daugiakriterį vertinimą.
3. Nustatyti esminius BIM technologijomis paremto projekto privalumus ir trūkumus.
4. Pateikti išvadas apie BIM technologijų naudą viešųjų pirkimų sektoriuje

Vadovas

(parašas, pareigos, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

(studento parašas, vardas, pavardė)

2018 m.

d.

Užgrindis Tautvydas. BIM technologijų daugiakriteris vertinimas viešųjų pirkimų sektoriuje. Magistro baigiamasis projektas vadovas lekt. dr. Marius Reizgevičius; Kauno technologijos universitetas, Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas.
Studijų kryptis ir sritis: statybos inžinerija, inžinerijos mokslai.
Reikšminiai žodžiai: BIM, daugiakriteris, vertinimas, viešasis, sektorius.
Panevėžys, 2019. 63 p.

SANTRAUKA

Šio darbo tikslas, palyginti ir įvertinti BIM (Buildint Information Modeling) panaudojimą užsienio ir Lietuvos viešųjų pirkimų sektoriuje, atlikti BIM technologijų panaudojimo viešajame sektoriuje daugiakriterį vertinimą.

Privatus sektorius vis dažniau pradeda naudoti BIM projektų rengime, tačiau valstybinis sektorius tai daro vangiai. Šiuo baigiamuoju projektu siekiama įvertinti BIM technologijų pranašumus viešųjų pirkimų sektoriuje.

Užgrindis Tautvydas. Multi – Criteria Evaluation of BIM Technology in the Public Procurement Sector. Master's Final Degree Project / supervisor lec. Dr. Marius Reizgevičius; Panevėžys Faculty of Technologies and Business, Kaunas University of Technology.
Study field and area: Civil Engineering, Engineering Sciences.
Keywords: BIM, Multi – Criteria, Evaluation, Public Procurement, Sector.
Panevėžys, 2019. 63 pages.

SUMMARY

The aim of this work, compare and assess use of the BIM (Building Information Modeling) to foreign and Lithuanian public procurement sector, make Multi Criteria evaluation of the BIM technology use in the Public procurement sector.

The private sector is increasingly starting to use BIM for the preparation of project, but the public sector is doing so sluggish. This work aims to evaluate the advantages of BIM tchnology in the public procurement sector.

Turinys

| | |
|---|-----------|
| IVADAS | 11 |
| 1. LITERATŪROS APŽVALGA | 13 |
| 1.1. BIM taikymas statybos sektoriuje | 13 |
| 1.1.1. BIM taikymas susisiekimo ir kelių sektoriuje..... | 16 |
| 1.2. BIM taikymas Jungtinėje Karalystėje | 16 |
| 1.2.1. BIM taikymas JK susisiekimo sektoriuje | 17 |
| 1.3. BIM taikymas Airijoje | 18 |
| 1.4. BIM taikymas Danijoje | 19 |
| 1.5. Lietuvos statybos viešasis sektorius | 20 |
| 1.6. BIM technologijų taikymas Lietuvos statybos sektoriuje | 22 |
| 2. TYRIMO METODIKA | 26 |
| 2.1. Tinkamiausio daugiakriterio vertinimo metodo pasirinkimas..... | 26 |
| 2.1.1. TOPSIS metodas | 26 |
| 2.1.2. SAW metodas..... | 26 |
| 2.1.3. COPRAS metodas | 26 |
| 2.2. Projekto vertinimo kriterijų sistemos sudarymas | 27 |
| 2.3. Daugiakriterės analizės COPRAS metodu atlikimas..... | 28 |
| 2.4. Daugiakriterės analizės SAW metodu atlikimas | 30 |
| 3. PRAKTINIS TYRIMAS | 32 |
| 3.1. Tyrimo objektų paieška..... | 32 |
| 3.1.1. Rinkos tyrimas..... | 34 |
| 3.1.2. Kontaktinių duomenų paieška..... | 34 |
| 3.1.3. Kreipimasis dėl bendradarbiavimo | 35 |
| 3.1.4. Gautų atsakymų vertinimas..... | 35 |
| 3.1.5. Duomenų gavimas ir analizė..... | 35 |
| 3.1.6. Gautų duomenų apibendrinimas..... | 35 |
| 3.2. Tiriamųjų objektų aprašymas | 36 |
| 3.2.1. Alternatyva Nr. 1 | 36 |
| 3.2.2. Alternatyva Nr. 2..... | 37 |
| 3.2.3. Alternatyvų palyginimas..... | 39 |
| 3.3. Kriterijų pasirinkimas ir vertinimas | 40 |
| 3.3.1. Finansinio vertinimo kriterijai..... | 41 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3.2. Efektyvumo vertinimo kriterijai..... | 41 |
| 3.3.3. Techninio vertinimo kriterijai | 42 |
| 3.4. Kriterijų vertinimo sistemos sudarymas | 42 |
| 3.4.1. Kriterijų svarbos apžvalga | 44 |
| 3.5. Daugiakriterio vertinimo COPRAS metodu rezultatai | 46 |
| 3.6. Daugiakriterio vertinimo SAW metodu rezultatai..... | 51 |
| 3.7. Privataus sektoriaus ekspertų apklausa | 53 |
| Išvados | 55 |
| Literatūros sąrašas..... | 57 |
| Priedai | 60 |

Paveikslų sąrašas

| | |
|--|----|
| 1 pav. BIM proceso vizualizacija | 11 |
| 2 pav. BVP pasiskirstymas pagal sektorius JK | 17 |
| 3 pav. BIM naudojimas susisieikimo sektoriuje [20] | 18 |
| 4 pav. Airijos centrinis bankas statytas BIM technologijų pagalba [21]..... | 19 |
| 5 pav. Kopenhagos tarptautinė mokykla [28] | 20 |
| 6 pav. Projektavimo metodai naudoti statybos sektoriuje[19] | 21 |
| 7 pav. Statybos darbų kainos pokytis | 22 |
| 8 pav. Verslo centras „Arka“ [23] | 24 |
| 9 pav. Greitoji žiedinė sankryža „Via Baltica“ kelyje [25] | 24 |
| 10 pav. Komunikacija tarp projekto dalyvių..... | 25 |
| 11 pav. Tiriamųjų objektų paieškos algoritmas | 33 |
| 12 pav. BIM pastato interjeras | 36 |
| 13 pav. BIM pastato fasadai..... | 37 |
| 14 pav. Ne BIM pastato interjeras..... | 38 |
| 15 pav. Ne BIM pastato fasadai | 39 |
| 16 pav. Lietuvos statybos sektoriaus kainų pokytis | 40 |
| 17 pav. Kriterijų reikšmingumo diagrama | 46 |
| 18 pav. COPRAS metodo skaičiavimo algoritmas | 47 |
| 19 pav. Kriterijų procentinis skirtumas tarp alternatyvų | 50 |

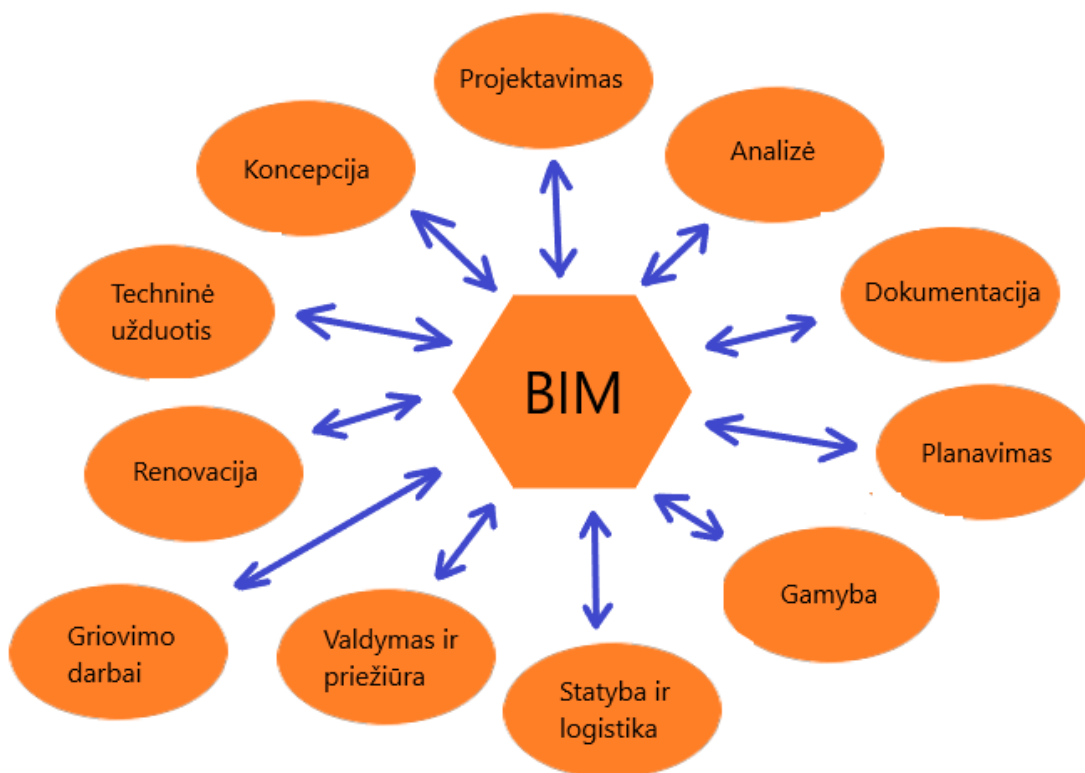
Lentelių sąrašas

| | |
|---|----|
| 1 lentelė BIM diegimas Europoje | 13 |
| 2 lentelė Brandos lygių apibūdinimas | 14 |
| 3 lentelė Bendra Europos požiūrio nauda | 15 |
| 4 lentelė VŠĮ „Skaitmeninė statyba“ dalininkų sąrašas | 23 |
| 5 lentelė Kriterijų vertinimas | 27 |
| 6 lentelė Kriterijų rango nustatymo rezultatai | 27 |
| 7 lentelė Pradiniai projektų duomenys | 29 |
| 8 lentelė Projekto atitikimo daugiakriterės analizės rezultatai | 30 |
| 9 lentelė Rinkos tyrimo duomenys | 34 |
| 10 lentelė Kontaktinių duomenų tipai | 34 |
| 11 lentelė Alternatyvų duomenų palyginimas | 40 |
| 11 lentelė Apibendrinti anketiniai duomenys | 43 |
| 12 lentelė Kriterijų svarbos eilės sudarymas | 44 |
| 14 lentelė Analizuojamų alternatyvų duomenys | 47 |
| 15 lentelė COPRAS metodo normalizuotų kriterijų reikšmės | 48 |
| 16 lentelė COPRAS metodo daugiakriterės analizės rezultatai | 50 |
| 17 lentelė Kriterijų geriausios reikšmės nustatymas | 51 |
| 18 lentelė SAW metodo normalizuota sprendimų matrica | 52 |
| 19 lentelė SAW metodo daugiakriterės analizės rezultatai | 53 |
| 20 lentelė Ekspertų apklausos duomenys | 53 |

IVADAS

Pastatų informacinis modeliavimas (Building Information Modeling – BIM) yra vienas iš perspektyviausių architektūros, inžinerijos ir statybos pramonės raidos tendencijų. Su BIM technologija, skaitmeninis pastatas yra tikslus virtualaus pastato modelis. Tai modelis, žinomas kaip BIM, jis gali būti naudojamas planuojant, projektuojant, statant, ir eksploatuojant pastatą (žr. 1 pav.). Tai padeda architektams, inžinieriams ir konstruktoriams (toliau – AIK) virtualioje aplinkoje vizualizuoti, tai kas turi būti pastatyta, siekiant nustatyti galimą dizainą, statybos ar eksploatavimo klausimus. BIM yra nauja paradigma AIK sektoriuose. [1]

BIM yra veiksmoždis arba būdvardis, apibūdinantis įrankius, procesus ir technologijas, kurios palengvina susisteminti ir tvarkyti duomenis apie pastatą, jo statybą, planavimą, konstrukcijas ir galiausiai jo valdymą.[2]



1 pav. BIM proceso vizualizacija

Atsižvelgiant į užsienio ir Lietuvos autorių teiginius, matome, kad BIM turėtų ženkliai palengvinti AIK sektorių vystymąsi ir plėtrą. Pasitelkę BIM technologijas, turėtume padidinti statybos sektoriaus augimą, išvengti statybos eigoje ir pastato eksploatacijoje atsirandančių klaidų. Tai turėtų padidinti darbo našumą ir sumažinti statybos ir eksploatavimo kainą. BIM technologijų

pagalba viešasis sektorius galėtų tiksliai nustatyti rangos darbų kainą, o tai leistų tinkamai ir taupiai naudoti valstybės biudžeto lėšas.

Lietuvoje 2016 m. daugiau nei pusė visų statybos darbų sudarė viešieji pirkimai, kurie siekė 1 932,8 mln. eurų. Kadangi valstybė yra didžiausias užsakovas statybos darbų sektoriuje, šiame darbe siekiama iširti galimą BIM technologijų naudą, pasitelkiant ją statybos procese. Atsižvelgiant į 10 kriterijų, lyginami du gamybos ir pramonės paskirties statinių kompleksai, kurių vienas statytas pasitelkiant BIM technologijas, o kitas nenaudojant BIM.

Šiame darbe nagrinėjama, kokius privalumus BIM suteikia vykdant statinių statybos darbus.

Šio baigiamojo magistro darbo tikslas: Atlikti daugiakriterį vertinimą ir nustatyti BIM naudą viešųjų pirkimų sektoriuje.

Pagrindiniai darbo uždaviniai:

- Atlikti užsienio šalių ir Lietuvos literatūros apžvalgą naudojant BIM viešuosiuose pirkimuose;
- Atlikti įprasto ir BIM technologijomis paremto projekto daugiakriterį vertinimą;
- Nustatyti esminius BIM technologijomis paremto projekto privalumus ir trūkumus;
- Pateikti išvadas apie BIM technologijų naudą viešųjų pirkimų sektoriuje.

Tyrimo metodai: Mokslinės literatūros analizė, tyrimas COPRAS ir SAW metodu, duomenų apibendrinimas.

Darbą sudaro įvadas, 3 skyriai, išvados, naudotos literatūros sąrašas, 2 priedai, 19 paveikslų, 20 lentelių. Darbo apimtis – 63 puslapiai. Literatūros sąrašą sudaro 28 šaltiniai.

Autoriaus publikuoti straipsniai:

1. Įtempių – deformacijų būvio parametrų apskaičiavimas lenkiamų gelžbetoninių elementų stačiakampiam skerspjūvyje, taikant EN-2 kreivinę betono įtempių diagramą.
2. BIM panaudojimo galimybės, Lietuvos statybos viešojo sektoriaus apžvalga.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. BIM taikymas statybos sektoriuje

Šiuo metu vis daugiau Europos šalių patvirtina reikalavimą, kad statybos darbai įsigijami viešųjų pirkimų metu, būtų projektuoti pasitelkiant BIM technologijas. Dar 2013 m. Europos parlamentas balsavo už bendrą Europos Sąjungos viešųjų pirkimų direktyvą. Direktyvos patvirtinimas reiškia, kad visos ES šalys narės gali reikalauti naudoti specialias elektronines priemones, pavyzdžiui, pastatų informacijos elektroninio modeliavimo priemones ar pan. [3] Jungtinės Karalystės (toliau – JK) vyriausybė apskaičiavo, kad šalyje pamažu diegiant BIM technologijas, nuo 2012 m. dideliuose viešuosiuose statybos projektuose ji jau sutaupė apie 2 mlrd. eurų. [4]

BIM taikymas statybos sektoriuje ne tik leidžia sumažinti projektavimo, statybos darbų bei eksploatacijos kainas, t. y. padeda taupyti mokesčių mokėtojų pinigus, bet ir didina šalies statybos pramonės konkurencingumą. Todėl statybos srityje reikia pereiti prie naujo viešųjų pirkimų konkurso sąlygų formavimo modelio – formuoti reikalavimus dėl BIM technologijų taikymo visuose projekto etapuose. BIM reikalaujama tiek pačiam projektui, tiek projekto dalims (architektūrinei, konstrukcinei, inžinerinei) bei simuliacijoms (energinio naudingumo, garso ir kitoms analizėms). Užsakovas, turėdamas skaitmeninį trimatį projekto modelį, gali jį analizuoti ir tinkamai įvertinti. Taip atsiranda galimybė patobulinti projektą dar prieš pradėdant jį įgyvendinti.[4]

JK, Danija, Norvegija ir Suomija yra vienos iš pirmųjų Europos sąjungos narių, kurios pradėjo naudoti BIM viešuosiuose pirkimuose, tačiau ir kitos Europos valstybės diegia šias technologijas savo šalies statybos sektoriuje (žr. 1 lent.).

1 lentelė

BIM diegimas Europoje

| Šalies pavadinimas | Metai | BIM diegimas |
|--------------------|-----------|---|
| Danija | 2011 | Danijos vyriausybė pratęsė reikalavimą BIM naudoti visiems regioniniams projektams, kurių vertė daugiau kaip 2,7 mln. Eur. |
| Suomija | Nuo 2007 | visi projektavimo įrangos paketai turi būti sertifikuoti ir atitikti BIM gairėse nustatytus reikalavimus |
| Prancūzija | Iki 2017 | užsibrėžtas tikslas pastatyti daugiau kaip 500 namų. Vyriausybė nustatė, kad didžiausia BIM nauda bus gaunama iš namų statybos sektoriaus |
| Vokietija | 2017-2020 | siekama didinti BIM integraciją į statybos sektorių |
| Olandija | 2012 | įkurta organizacija, kuri koordinuoja BIM diegimą. Olandija naudoja atvirą BIM (<i>open BIM</i>) standartą |
| Norvegija | 2016 | nustatyti nacionaliniai reikalavimai, kuriais siekiama mažinti klaidas, pagerinti koordinavimą, didinti pastatų energinį naudingumą |

1 lentelės tęsinys kitame puslapyje

| | | |
|----------|------|---|
| Ispanija | 2018 | planuojama įvesti BIM reikalavimus ir iki 2019 m. bus privaloma jų laikytis infrastruktūros objektų statyboje |
| Švedija | - | BIM nėra privalomas, tačiau 15 valstybinių įmonių bendradarbiauja, kad nustatytų BIM naudojimo reikalavimus ir standartus |

Siekiant išsiaiškinti naudotojų pasiruošimą BIM ir nustatyti jų kompetencijos lygį, sukurtas BIM brandos modelis. Šį brandos modelį sukūrė JK Verslo ir inovacijų departamentas. Pagal šį modelį BIM brandos lygiai grupuojami nuo 0 iki 4 lygio. Nuliniam lygyje projektas atliktas ir pateiktas popieriniu būdu be kompiuterinių programų, įskaitant 2D brėžinius. Trečiame lygyje duomenys yra valdomi jungtiniais BIM modeliais. Informacijos struktūra ir jos perdavimo būdai yra standartizuoti ir klasifikuoti. [9]

Vieną iš priimtinausių BIM brandos lygių klasifikavimą pateikė Kang ir Woo (žr. 2 lent.).

Brandos lygių apibūdinimas [11]

| Brandos lygis | Procesas | Modelio informacijos pakartotinio panaudojimo lygis |
|---------------|---|--|
| 1 lygis | be pastato informacinio modeliavimo proceso, darbas vyksta atsižvelgiant į projekto aplinkybes | 2D CAD arba kompiuterinės grafikos su ribota informacija elektroninių brėžinių keitimasis |
| 2 lygis | projektavimo procesas apibūdinamas ir naudojamas organizaciniu lygmeniu | įmonių ar organizacijų naudojamas BIM objektų modeliavimas, bet tik alternatyviai planų peržiūrai ar klaidoms aptikti užtikrinant konstrukciškumą |
| 3 lygis | virtualaus projektavimo ir statybos (angl. <i>Virtual Design and Construction – VDC</i>) procesas standartizuotas nacionaliniu lygmeniu, procesas yra sukurtas ir pritaikytas pagal kiekvienos organizacijos poreikius | 4D / 5D panaudojimas sprendimų priėmimo metu skirtingiems statybos etapams |
| 4 lygis | remiantis standartizuotu procesu, BIM integruoja ir valdo visą statybos informaciją | BIM informacinis modeliavimas yra naudojamas pastatų valdymui, techninei priežiūrai įskaitant energijos valdymą ir veiklos gerinimą; rezultatai saugomi VDC veikimo duomenų bazėje. |
| 5 lygis | sukaupta geriausia praktika, BIM procesai naudojami visam projektui visame statinio gyvavimo cikle nuo idėjos iki nugriovimo | VDC įdiegta nacionaliniu lygiu, investicijų atsiperkamumas ROI yra apskaičiuojamas pagal pagrindinius veiksmingumo rodiklius naudojant VDC duomenų bazę; vertinama informacija, reikalinga sprendimams priimti |

BIM diegimo vadove (toliau – Vadovas) galima išskirti tris esmines kryptis, kur galima išvelgti BIM naudą viešajame sektoriuje. Toliau bus aptariamos visos trys kryptys:

1. Ekonominė nauda – pasitelkiant BIM pasiekiamas efektyvesnis veikslių koordinavimas, greičiau rengiama tiksli informacija, geresnis sprendimų priėmimas ir produkcijos kokybė. O tai viešajame sektoriuje virsta ekonomine nauda.

2. Aplinkosauginė nauda – tiksliau užsakomos žaliavos, išvežama mažiau atliekų, optimaliai reguliuojant energiją sumažinami jos poreikiai.
3. Socialinė nauda – gaunama BIM technologijas naudojant planavimui ir konsultacijoms. Šios technologijos padeda įtraukti visuomenę į viešosios infrastruktūros planavimą, nes planuojami objektai gali būti vizualizuojami 3D modelyje. Toks modelis visuomenei be technologinio išsilavinimo daug labiau suprantamas, nei inžineriniai brėžiniai. [13]

Galima drąsiai teigti, kad BIM technologijų vystymas pasauliniu mastu gali atnešti apčiuopiamos naudos šio laikotarpio visuomenėje. Ne išimtis ir Lietuva. Vieni iš pagrindinių valstybės tikslų - kuo tikslingiau įsisavinti lėšas, mažiau teršti ir eikvoti aplinką bei prisitaikyti prie visuomenės poreikių.

Vadove išskirta nauda, kodėl viešosios organizacijos pereina prie bendro požiūrio į BIM (žr. 3 lent.).

3 lentelė

Bendra Europos požiūrio nauda [13]

| Bendro Europos požiūrio nauda | Naudos aprašymas |
|---|---|
| Nacionalinių veiksmų spartinimas | bendradarbiaudamos ir dalydamosi geriausia patirtimi valstybės gali paspartinti savo BIM iniciatyvas, mokydamosi iš kitų |
| Sąnaudų mažinimas | bevaisių pastangų ir nesėkmingų investicijų gali būti kur kas mažiau, kai pakartotinai naudojamosi jau pasiekta pažanga ir turimomis žiniomis |
| Veiksmingos ir patikimos programos | remdamosi įgytomis žiniomis ir praktine patirtimi, iš kurios žinoma, kokios programos yra sėkmingos, pavienės valstybės gali pagrįstai sukurti ir įgyvendinti veiksmingas iniciatyvas |
| Tarptautinė kritinė masė | panašus požiūris į BIM skatinimą perdavimas kaimyninėms valstybėms didins kiekvienos nacionalinės programos pagrįstumą ir veiksmingumą |
| Su prekyba susijusių kliūčių augimui mažinimas | suderinus Europos požiūrį, bus skatinama prekyba ir tarpvalstybinio augimo galimybės. Jei būtų nustatomi skirtingi nacionaliniai požiūriai, tai keltų painiavą statybos sektoriuje, atgrasytų nuo darbo užsienyje ir didintų pramonės sąnaudų našta, nes reikėtų laikytis skirtingų nacionalinių nuostatų |
| Skatinimas rengti tarptautinius standartus ir susieti programinę įrangą | Europa turi galimybę kolektyviai skatinti rengti standartus, skirtus naudoti tarptautinėse rinkose. Taip užtikrinama atvira konkurencija tiekimo grandinėje ir atviras dalijimasis informacija tarp įvairių programinės įrangos platformų |

Atsižvelgiant į bendrą Europos požiūrį galima išskirti vieną būtiną veiksmą, tai bendradarbiavimas tarp šalių ir besąlyginis gerosios ir blogosios praktikos dalijimasis. Informacijos srautai iš kaimyninių šalių gali padėti išvengti klaidų ir sunkumų projektuojant bei įgyvendinant statinių statybos, kelių statybos, rekonstrukcijos ar remonto darbus. Pasinaudojus JK, Švedijos, Suomijos ir kitų valstybių patirtimi, kurios jau ne pirmus metus naudoja BIM technologijas valstybiniame sektoriuje, galime ženkliai sumažinti laiko kaštus ir valstybines lėšas.

1.1.1. BIM taikymas susisiekimo ir kelių sektoriuje

Atsižvelgiant į tai, kad susisiekimo infrastruktūros remonto ir įrengimo darbų užsakovas yra valstybė, šiame poskyryje trumpai aptariamas BIM technologijų panaudojimas jame. Didėjant eismo srautams būtina įrenginėti naujus ar rekonstruoti esamus susisiekimo tinklus. Dėl šios priežasties sudėtingėja projektavimo ir jo įgyvendinimo procesai. Siekiant spartinti ir palengvinti šiuos procesus kuriamos naujos programos ir modeliai. Būtent vienas iš jų ir yra BIM.

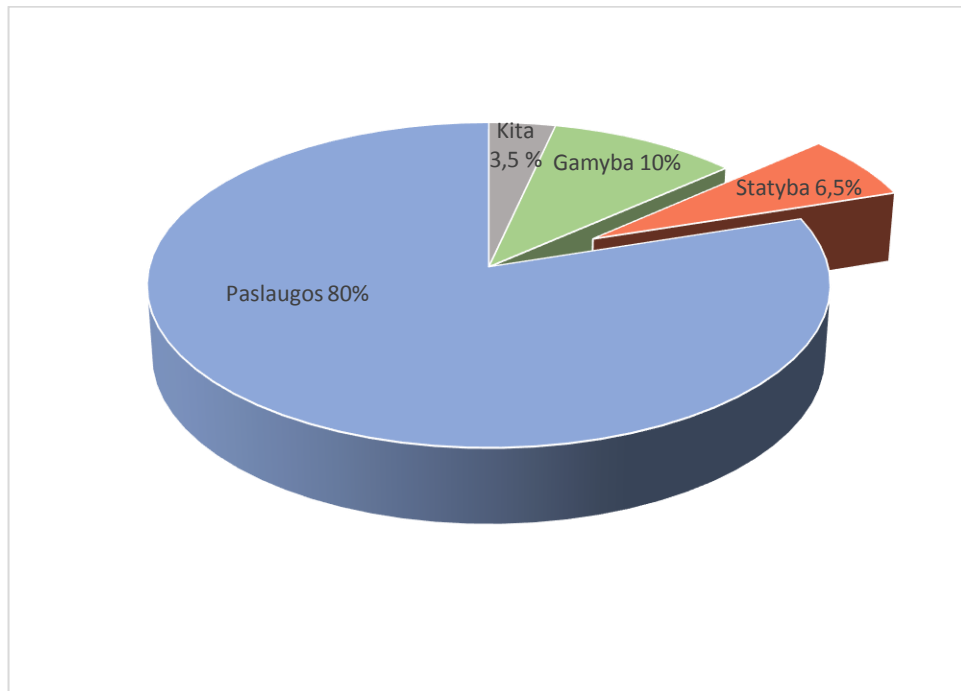
Vis labiau populiarėjant statinio informacinio modelio panaudojimui pastatų statyboje susidaro įspūdis, kad BIM skirtas pastatų ir jų sudedamųjų dalių projektavimui ir statybai. Tačiau tai tik dalis galimybių, kurias suteikia šis modelis. Šiuo metu po truputį populiarėja BIM pritaikymas kelių inžinerijoje. Pagrindinis šio modelio privalumas, kad galima nesudėtingai planuoti darbų apimtį, eismo srautų reguliavimą ir saugumo užtikrinimą remonto darbų metu. Taip pat išvengiamos projekto dalių „persidengimo“ klaidos. Ir toliau plėtojant šį modelį, galima lengviau eksploatuoti kelius, planuoti jų tolimesnį remontą ir plėtrą.

Labiausiai išryškėję BIM privalumai kelių ir greitkelių projektavime yra projekto kokybė, padidėjęs efektyvumas ir našumas. Kadangi architektūros ir konstrukcijų projektų dalys dinamiškai susijusios, laikas, kurio reikia norint įvertinti atskirų dalių atliktus pakeitimus ir teisingai parengti projektą ženkliai sutrumpėja. Tai ypač svarbu statybai ir galiausiai valdymui. Pavyzdžiui, vis dažniau įmonės, užsiimančios kelių statyba ir remontu, naudoja 3D modelių informaciją valdyti statybinę techniką ir kitą įrangą GPS pagalba. Pagrindinę naudą sudaro padidėjęs produktyvumas ir tikslumas, sumažintos tyrimų kainos, mažesnės technikos ir įrangos eksploatavimo sąnaudos bei didesnis darbo dienos našumas. [10]

1.2. BIM taikymas Jungtinėje Karalystėje

Statybos sektorius sudaro nemažą dalį JK ekonomikos. Daugiau nei ketvirtadalis visų statybos darbų užsakovas yra viešasis sektorius. Vyriausybė, tai pagrindinis statybos darbų klientas, turintis didžiulę įtaką visoje JK.

Per 2014 metus statybos sektoriaus indėlis buvo 103 mlrd. svarų, o tai yra 6,5 proc. BVP (žr. 2 pav.). Buvo sudaryta 2,1 mln. darbo vietų, tai yra 6,3 proc. visų JK darbo vietų. Nuo 2011 m. iki 2015 m. JK statybos sektoriuje sutaupė apie 3,0 mlrd. svarų. Vienas iš pagrindinių veiksnių, tai BIM 2 lygmens vystymas. [5]



2 pav. BVP pasiskirstymas pagal sektorius JK

JK sėkmingai pradėjo diegti ir toliau vysto BIM technologijas statybos sektoriuje. Tai padeda ženkliai sutaupyti valstybės biudžeto lėšas bei leidžia geriau ir efektyviau įsisavinti gaunamus asignavimus ir vykdyti infrastruktūros plėtrą.

1.2.1. BIM taikymas JK susisiekimo sektoriuje

JK vyriausybės tikslas, turėti modernų ir visiems prieinamą kelių tinklą. Planuojama, kad JK kelių tinklą sudarys 421648 kilometrai (262 000 mylios). Nuo 2017 metų visai infrastruktūrai gerinti planuojama investuoti apie 600 mlrd. svarų per ateinančius 10 metų. [12]

Atsižvelgiant į šalies planus galime matyti, kad šalis investuoja į saugesnį, patogesnį ir greitesnį susisiekimą, tai užtikrina ekonomikos augimą ir žmonių pasitenkinimą. Siekiant spartinti asignavimų įsisavinimą infrastruktūros gerinimui pasitelkiamos šiuolaikinės technologijos, tokios kaip BIM.

Norint įgyvendinti vyriausybės reikalavimus dėl BIM 2 lygmens naudojimo statybos sektoriuje naudojamos naujausios technologijos ir standartizuoti procesai. Tai leidžia pasiekti efektyvesnį, našesnį darbą bei lėšų sutaupymą.



3 pav. BIM naudojimas susisiekimo sektoriuje [20]

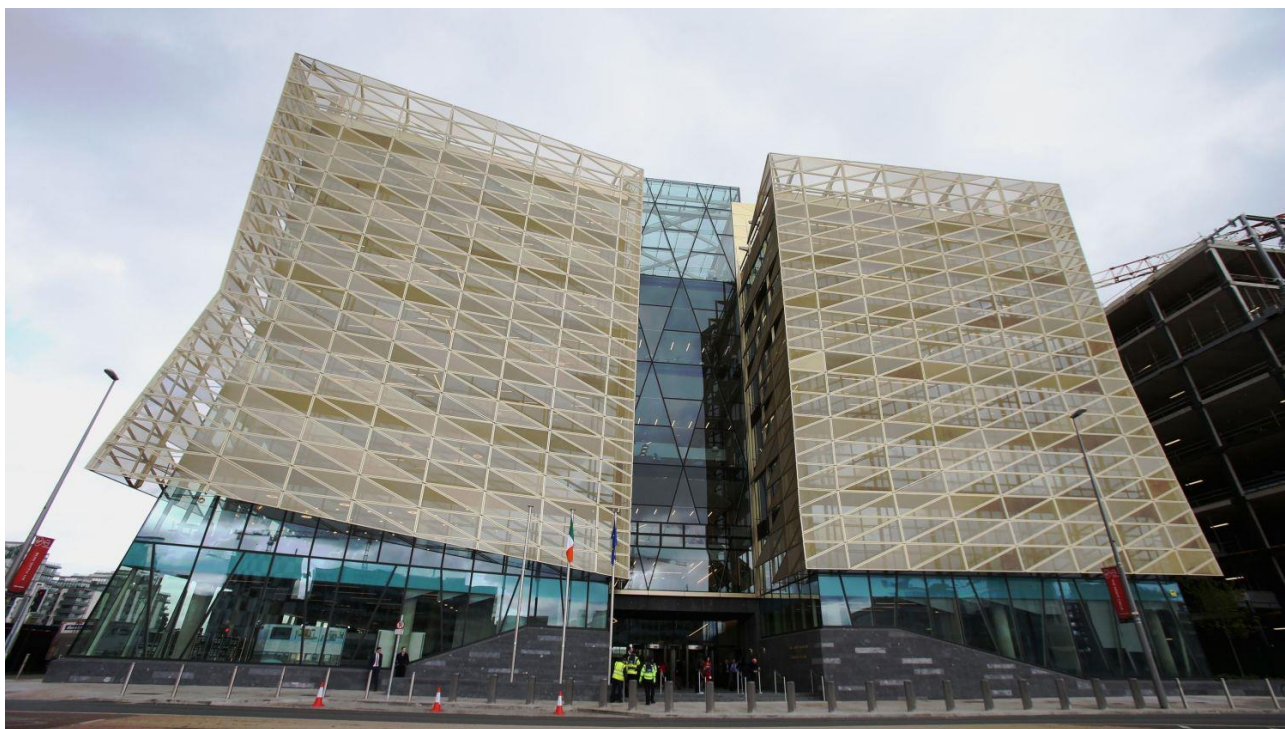
1.3. BIM taikymas Airijoje

Nuo 2011 metų Airijos statybos sektoriaus indėlis valstybės BVP, po 2009 m. pasaulinės krizės smuko nuo 10,995 mln. Eur (2008 m.) iki 1,830 mln. Eur (2010 m.). Šiuo metu sektorius pradėjo augti ir vystytis. 2014 m. statybos sektorius prie valstybės BVP prisidėjo 5,62 mln. Eur.

Pirmosios BIM užuominos Airijoje prasidėjo 2014 metais, kai vyriausybė sudarė strateginį planą iki 2015 metų, kurio tikslas buvo didinti statybos sektoriaus efektyvumą, augimą ir konkurencingumą, lyginant su užsienio rinkomis.

Ataskaitoje BIM konkrečiai paminėta kaip pažangi technologija, kuri užtikrina konkurencingumą ir inovacijas šiame sektoriuje. [6]

Airijos pašonėje esanti JK jau nuo 2016 m. valstybės finansuojamuose viešojo sektoriaus projektuose privalėjo pasitelkti BIM. Dauguma Airijos AIK įmonių, dėl statybos sektoriaus stagnacijos, pradėjo vykdyti projektus JK ir dabar ten yra įsitvirtinusios bei turi įdirbį BIM 2 lygio projektams atlikti. Vienas iš išpūdingiausių viešojo sektoriaus įgyvendintų statinių, tai Airijos centrinio banko pastatas Dubline (žr. 4 pav).



4 pav. Airijos centrinis bankas statytas BIM technologijų pagalba [21]

1.4. BIM taikymas Danijoje

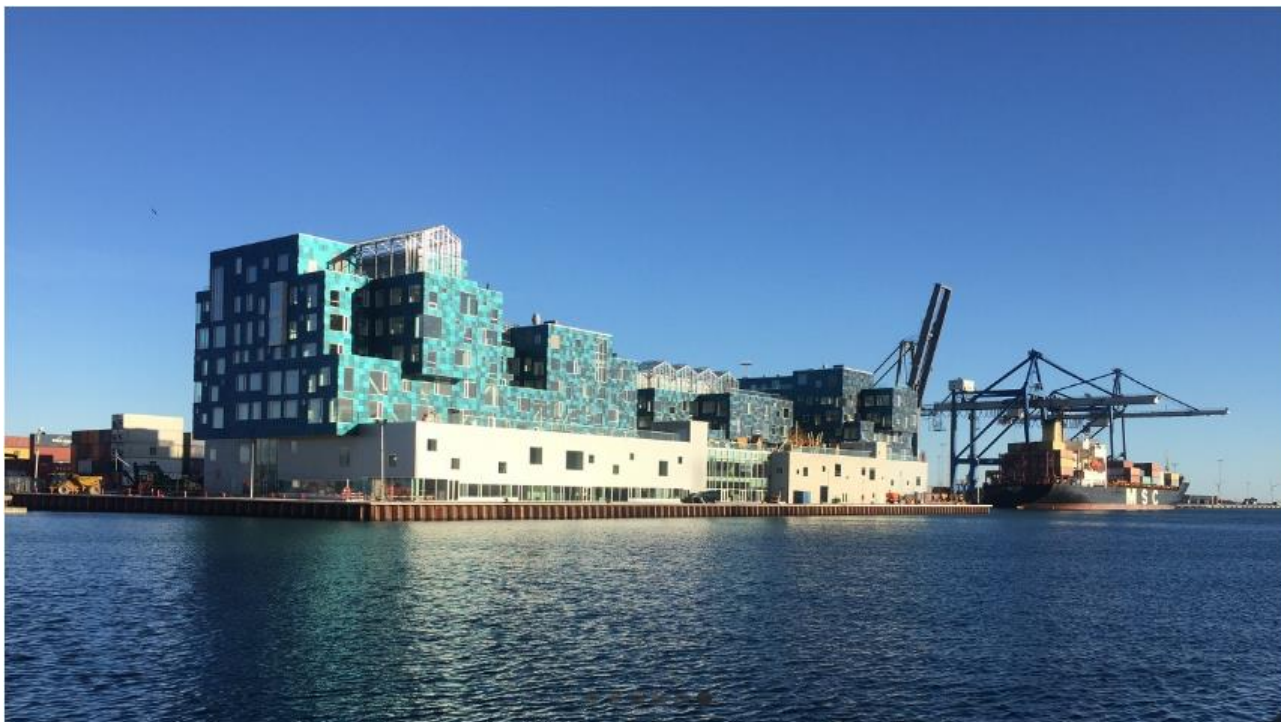
Danijoje vystomi projektai, kurių vertė virš 5,5 mln. eurų turi atitikti tam tikrus projektavimo reikalavimus. Šie reikalavimai susiję su projekto turiniu, informacijos apsikeitimo lygiu įvairiose projekto stadijose. Informaciją apie projektą rekomenduojama keistis IFC formatu. Keletas Danijos valstybinių įstaigų reikalauja BIM technologijų naudojimo projektuojant ir įgyvendinant projektus.

Šioje šalyje yra bent trys viešojo sektoriaus įstaigos, kurios įgyvendina BIM projektus. Šiuos projektus vysto Rūmų ir nuosavybės agentūra, Danijos universitetas, Krašto apsaugos statybos tarnyba. Rūmų ir nuosavybės agentūra valdo pastatus, kurių bendras plotas siekia apie 550 000 kv.m.[26]

Danijos vyriausybė reikalaujama BIM technologijų įgyvendinant projektus yra viena iš pagrindinių statybos sektoriaus dalyvių, siekiančių sutaupyti lėšas ir didinti darbų našumą. Dauguma didelės apimties ir kainos projektų vystomi pasitelkiant BIM. Kartais projektai vis dar yra pateikiami tradiciniu formatu (DWG) todėl, kad užsakovo programinė sistema yra sena. Tačiau visi statybos rangos darbai yra organizuojami skaitmeniniu formatu. Šalies savivaldybės visus savo duomenis, susijusius su pastatų valdymu, perkelia į skaitmenines platformas siekiant efektyviai eksploatuoti valdomą infrastruktūrą. [27]

Vienas iš Danijos vyriausybės įgyvendintų projektų – Kopenhagos tarptautinė mokykla (žr. 5 pav.). Šis objektas statytas sutelkiant dėmesį į BIM modelių naudojimą statybos vykdymo procese. Projektą vykdė keturi pagrindiniai rangovai. Įgyvendinant šį projektą buvo pasiektas skaidresnis

statybos procesas, geresnis visų procese dalyvavusių šalių bendradarbiavimas ir didesnis lankstumas keičiant sutarčių formas.[28]



5 pav. Kopenhagos tarptautinė mokykla [28]

Danija, palyginti su kitomis Skandinavijos šalimis yra viena iš lyderių diegiant ir taikant BIM technologijas statybos sektoriuje. Reikalavimas naudoti skaitmenines technologijas vykdant statybas yra apibrėžtas įstatymuose. Vykdamt infrastruktūros plėtrą, nuo 2007 metų Danijos valstybiniam sektoriui vienas iš privalomų reikalavimų yra išmaniųjų skaitmeninių technologijų naudojimas. Šis reikalavimas ženkliai paspartino BIM technologijų plėtrą Danijoje.

1.5. Lietuvos statybos viešasis sektorius

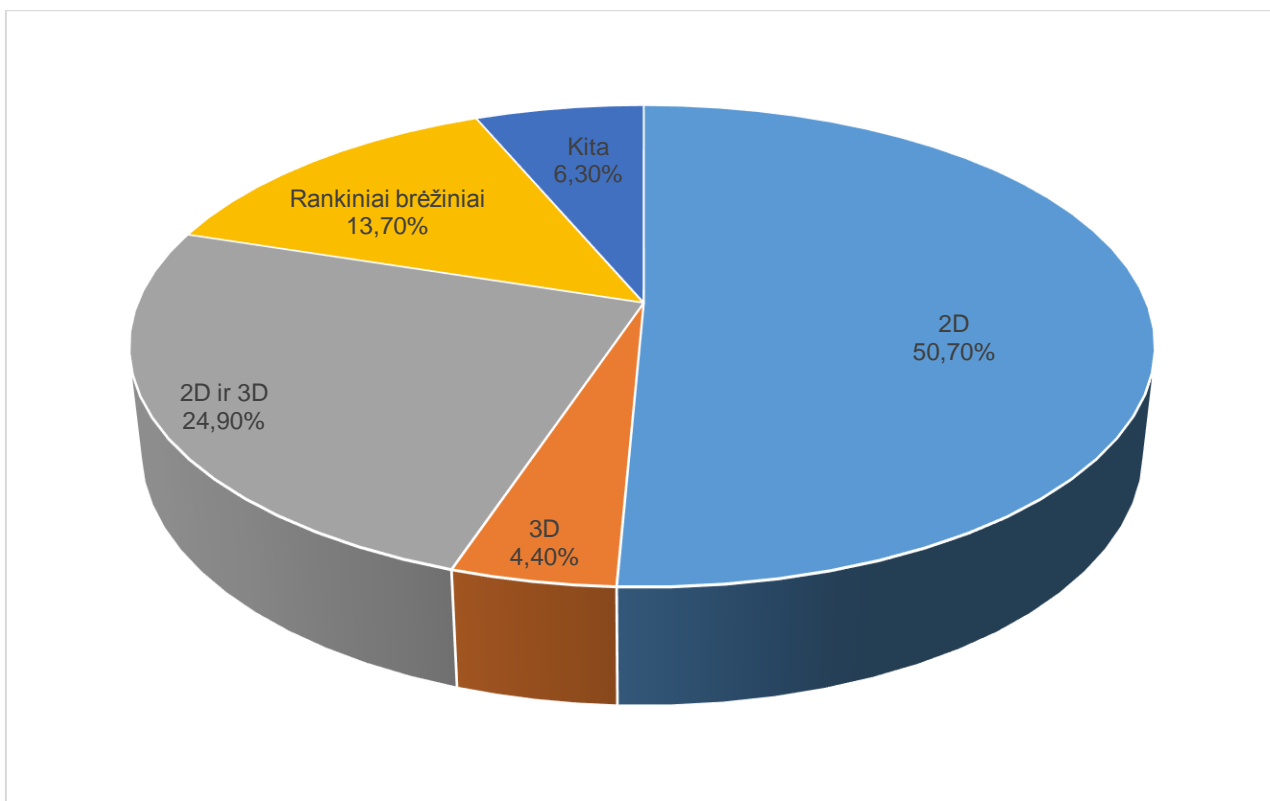
Lietuvoje kaip ir daugelyje Europos ir pasaulio valstybių statybos sektorius yra vienas iš pagrindinių, kuris prisideda prie šalies darbo vietų sukūrimo bei BVP augimo. Teigiama, kad vienas statybininkas gali sukurti dar 2-4 darbo vietas kitų sričių darbuotojams. Taigi vystant statybos pramonę paraleliai vystoma ir visos šalies ekonomika.

Lietuvos statybos sektorius lyginant su kitomis Europos šalimis yra ganėtinai mažas. Šiuo metu jis sudaro 10 proc. nacionalinio BVP ir apytiksliai 10 proc. visų šalies dirbančiųjų.^[14] Statybos sektorius sudaro apie 50 proc. visų Lietuvoje vykdomų viešųjų pirkimų, tačiau jo darbo našumas ganėtinai mažas. 2012 metų duomenimis skaičiuojama, kad jis siekia apytiksliai 62 proc. Europos sąjungos vidurkio. [15]

Šiuo metu Europos sąjungoje ženkliai auga inovatyvių ir modernių technologijų naudojimas statybos sektoriuje. Tačiau dar 2012 metais informacinių technologijų panaudojimas Lietuvoje buvo

žemesnis nei kitose Europos šalyse.[16] Remiantis Vilniaus Gedimino technikos universiteto atlikta analize, statybos specialistai buvo nepilnai aprūpinti kompiuterine įranga ir atitinkamomis programomis. Nors 68 proc. specialistų darbe turėjo kompiuterius, tačiau mažiau nei 30 proc. naudojami informacinėmis statybos programomis. [17]

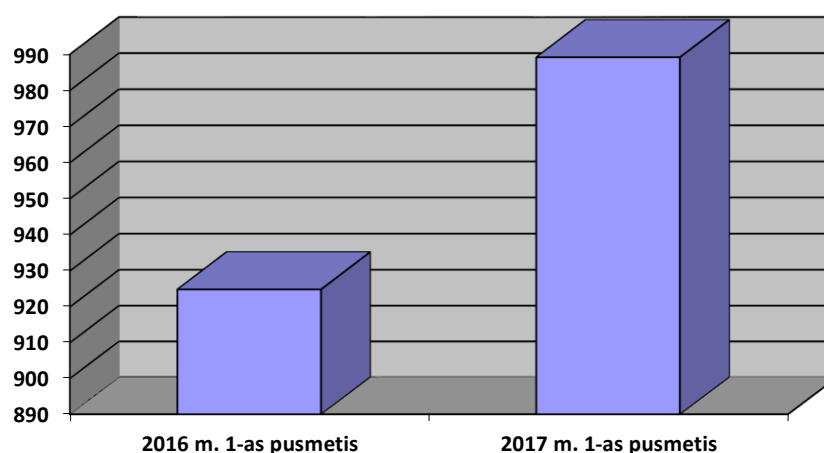
Lietuvos statybos asociacijos 2014 metais atliktais tyrimų duomenimis (žr. 6 pav.) matyti, kad tuo laikotarpiu pagrindiniai statybos sektoriaus projektavimo metodai buvo rankų darbo ir 2 D brėžiniai. 3D brėžiniai buvo naudojami tik prieš projektiniams pasiūlymams ir modeliams rengti. [16]



6 pav. Projektavimo metodai naudoti statybos sektoriuje[19]

Atsižvelgiant į Statistikos departamento pateiktus duomenis 2017 m. pirmą pusmetį statybos darbų atlikta už 989,2 mln. Eur., o tai yra 6,5 proc. daugiau, lyginant su 2016 m. pirmu pusmečiu (žr. 7 pav.). Tai parodo, kad statybos sektorius proporcingai auga. Daugiau nei 50 proc. viešojo statybos sektoriaus lėšų gauta iš ES fondų. Iki šiol daugiau nei pusė visų investicijų Lietuvoje sulaukia būsto, negyvenamųjų pastatų ir kitų statinių statyba (2016 metais sudarė 56,7 proc. bendrojo pagrindinio kapitalo formavimo išlaidų), o statybos veiklos rezultatai stipriai koreliuoja su ES fondų lėšų dydžiu. [7]

mln. Eur.



7 pav. Statybos darbų kainos pokytis

1.6. BIM technologijų taikymas Lietuvos statybos sektoriuje

Šiuo metu galiojantys teisės aktai nereglamentuoja BIM panaudojimo statybos viešajame sektoriuje, tai yra viena iš pagrindinių problemų, kuri lėtina skaitmeninės statybos vystymąsi Lietuvoje. Atliekant Lietuvos statybos sektoriaus apžvalgą išryškėjo kelios problemos su kuriomis susiduria šio sektoriaus dalyviai, tačiau jų būtų galima išvengti pasitelkus BIM. Vykdamat statinio projektavimą susiduriama su bendravimo problema tarp projektuotojų, kadangi nėra vieningos brėžinių sistemos, klasifikatoriaus. Kitas svarbus trūkumas sudėtingas informacijos, užduočių apsikeitimas, koregavimas, nėra tinkamos vykdymo kontrolės. Atskirų projekto dalių projektuotojai savaip supranta užduotį, kiekvienos dalies darbai atliekami skirtingose laikmenose, todėl projekto pabaigoje sunku sujungti atskiras dalis į vieną vieningą projektą. Šiame etape ir atsiranda didžioji dalis klaidų, kurių ištaisymas kainuoja daug laiko, pinigų ir žmogiškųjų išteklių. Atliekant darbus atskirai sunku kontroliuoti darbų eigą, jų trukmę, dažnu atveju vėluojama vykdyti užduotis. Taip pat BIM programinės įrangos kaina palyginti aukšta ir tik nedaugelis įmonių gali ją įsidiesti. Situacija galėtų pasikeisti, jei būtų sukurta vieninga sistema, kurioje galėtų dirbti visi statybos dalyviai. Taip pat jei iš esmės pasikeistų viešųjų pirkimų nuostata, laimėtoją skirti pagal mažiausios kainos kriterijų. Jei taip nutiktų, projektuotojai ir statytojai galėtų nustatyti teisingą darbų kainą ir tuomet nenukentėtų atliekamų darbų kokybė.

BIM pradininkai Lietuvos statybos sektoriuje yra VšĮ „Skaitmeninė statyba“ (toliau – Skaitmeninė statyba). Ši įstaiga įkurta 2014 metais, siekiant apjungti Lietuvos statybos sektoriuje esančias asociacijas ir taip gerinti skaitmeninio proceso koordinavimą (žr. 4 lent.).

VšĮ „Skaitmeninė statyba“ dalininkų sąrašas

| Eil. Nr. | Pavadinimas |
|----------|---|
| 1. | Lietuvos statybininkų asociacija |
| 2. | Lietuvos melioracijos įmonių asociacija |
| 3. | Lietuvos keliai, asociacija |
| 4. | Nacionalinė pasyvaus namo asociacija |
| 5. | Lietuvos projektavimo įmonių asociacija |
| 6. | Projektų ekspertizės ir gaisro saugos įmonių asociacija |
| 7. | Lietuvos architektų rūmai |
| 8. | Pastatų sertifikavimo ekspertų asociacija |
| 9. | Lietuvos statybos inžinierių sąjunga |
| 10. | Statybos produktų bandymų laboratorijų asociacija |
| 11. | Polistireninio putplasčio asociacija |
| 12. | Lietuvos elektros energetikos asociacija |
| 13. | Statinių konstruktorių klubas |

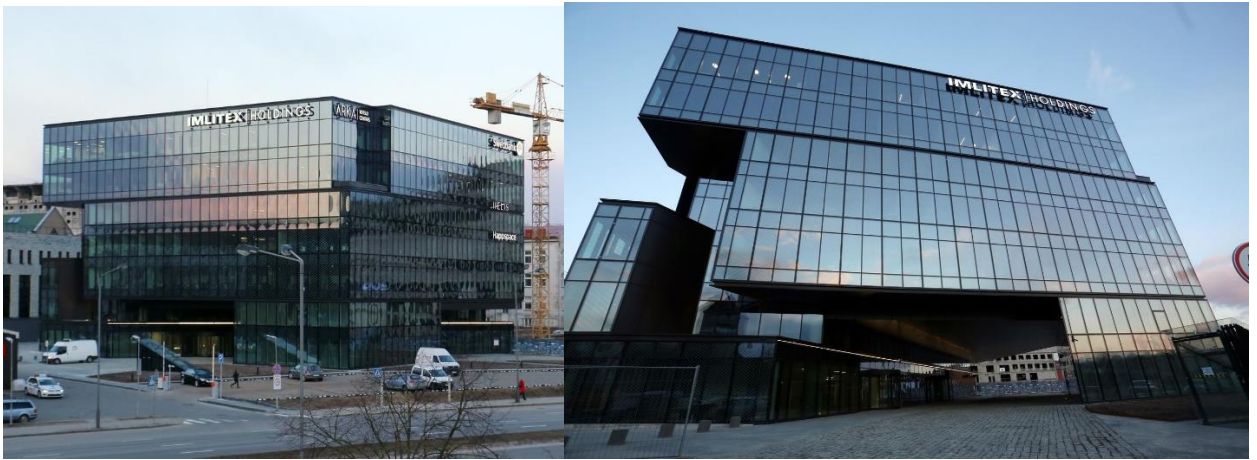
Pagrindiniai Skaitmeninės statybos tiksliai, gerinant BIM technologijų integraciją į šalies statybų sektorių yra šie[16]:

- sukurti vieningus BIM reikalavimus;
- sukurti vieningą statybos informacinio klasifikavimo sistemą;
- sukurti tarptautinių duomenų perdavimo vadovą;
- BIM standartų įgyvendinimas;
- parengti viešųjų pirkimų specifikacijas (atsižvelgiant į kitų šalių praktiką);
- skatinti įmones diegti skaitmenines sistemas, automatizuoti statybos procesus ir optimizuoti operacijas;
- Lietuvos statybos sektoriaus pagerinimas ir tarptautinė reklama.

Skaitmeninė statyba vystydama savo veiklą yra sudariusi darbo grupes, kuriose įvairių sferų specialistai dirba svarbiausiose BIM technologijų diegimo sferose. Darbo grupių pagrindinės užduotys skaitmeninės statybos integravimas ir BIM standartų įtraukimas į Lietuvos statybos teisinę bazę, šalies statybos sektoriaus plėtra, informacinių technologijų plėtra, viešoji komunikacija, bendradarbiavimas su kitomis valstybėmis, naujų specialistų rengimas, universitetinių programų kūrimas ir viešųjų pirkimų tobulinimas.

Skatindama BIM plėtrą Lietuvoje Skaitmeninė statyba organizuoja konkursą „Lietuvos BIM projektai“, šis konkursas organizuojamas nuo 2016 metų. Per šiuos tris metus parengta daug BIM projektų nuo individualių gyvenamųjų namų iki susisiekimo kelių ir inžinerinių sistemų. Dalis šių projektų jau yra įgyvendinti. Pagrindiniai BIM projektai skirti privačiam, gamybos ir pramonės sektoriui. Vienas iš 2017 metais įgyvendintų projektų, kuris žavi savo inovatyviais ir neeiliniais techniniais sprendimais yra verslo centras „Arka“. Po pastatu eina miesto gatvė, statinys

suprojektuotas panaudojant įtempiamo gelžbetonio konstrukcijas. Pastatas atitinkantis A+ energetinio naudingumo klasės reikalavimus. BIM technologijos naudotos ne tik projektuojant ar statant statinį, bet ir eksploatuojant (žr. 8 pav.).[21]



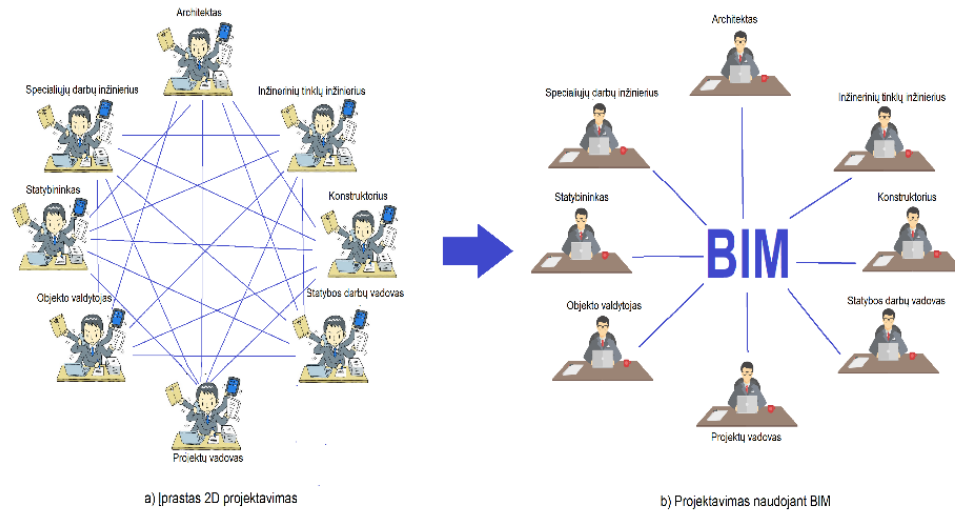
8 pav. Verslo centras „Arka“ [23]

Taip pat yra parengti ir įgyvendinti susisiekimo infrastruktūros projektai, kurių užsakovas yra valstybė. Greitoji žiedinė sankryža „Via Baltica“ kelyje yra vienas iš pirmųjų Lietuvos kelių sektoriaus įgyvendintų projektų, kuriame visa apimtimi panaudotos BIM technologijos. Pasitelkiant BIM technologijas buvo parengti prieš projektiniai pasiūlymai, parengtas projektas. Statinio informacinis modelis įdiegtas į automatines mechanizmų valdymo sistemas leido pagreitinti rangos darbus. BIM technologijos iki trijų mėnesių sutrumpino techninio projekto parengimo laiką (žr. 9 pav.).[24]



9 pav. Greitoji žiedinė sankryža „Via Baltica“ kelyje [25]

Atsižvelgiant į užsienio valstybes, kuriose jau įdiegta pirmojo ar antrojo lygio BIM, pastebimai išaugo lėšų sutaupymas. Lietuvoje įdiegus BIM būtų galima suvienodinti klasifikatorių, išaugtų viešųjų pirkimų skaidrumas, galima sumažinti iki 20 – 25 proc statybos kainos. Projektavimo procesą galima pagreitinti net 7 proc., padidėja sąnaudų skaičiavimo tikslumas (<3 proc.), vienas didžiausių ekonominės dalies privalumų - 80 proc. trumpesnis sąmatos kūrimo laikas.^[5] Išaugtų sveika konkurencija ir galimybė darbus atlikti užsienio valstybėse. BIM leistų užtikrinti sklandų bendradarbiavimą tarp skirtingų projekto dalyvių, būtų sukurta vieninga sistema (žr. 10 pav.).



10 pav. Komunikacija tarp projekto dalyvių

Siekiant paminėtos naudos, svarbų indėlį į šalies statybos sektoriaus vystymą turėtų pridėti vyriausybė. Pasak Aplinkos ministerijos, naujoji vyriausybė labai vertina skaitmeninės statybos idėją ir bando ją vystyti. Vyriausybė pažymi, kad sėkmingas skaitmeninės statybos vystymas įmanomas, tik aktyviai dalyvaujant ir bendradarbiaujant statybos sektoriaus įmonėms ir akademinėi bendruomenei. [16]

Privatus sektorius pasiruošęs žengti tolimesnį žingsnį skaitmeninės statybos link, tačiau susiduria su kvalifikuotų specialistų stygiu, todėl akademinės bendruomenės įsitraukimas į šį procesą labai svarbus. Jei universitetai paruoš stiprius ir kvalifikuotus specialistus, BIM technologijų įgyvendinimas Lietuvos statybos sektoriuje turėtų ženkliai pasistūmėti pirmyn.

2. TYRIMO METODKA

2.1. Tinkamiausio daugiakriterio vertinimo metodo pasirinkimas

Daugiakriteris metodas parinktas atsižvelgiant į jo tinkamumą šiam tyrimui. Vertinti trys, šiuo metu moksliniuose tyrimuose plačiai naudojami metodai, tai SAW, TOPSIS ir COPRAS.

2.1.1. TOPSIS metodas

Šio metodo kūrėjai yra Yoon ir Hwang, mokslininkai sudarė variantų prioritetiškumo nustatymo metodiką, pagrįstą koncepcija, kad optimali alternatva turi mažiausią atstumą nuo idealaus sprendimo ir didžiausią atstumą nuo neigiamai idealaus sprendimo. Toks metodas pavadintas variantų racionalumo nustatymo artumo idealiajam taškui metodu (angl. *TOPSIS – Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*).

Sakykime, kad visų rodiklių reikšmės nuolatos kinta, didėja arba mažėja. Tuomet nustatomas idealus sprendimas, kuris yra sudarytas iš geriausių rodiklių reikšmių bei neigiamai idealus sprendimas, sudarytas iš blogiausių rodiklių reikšmių. [18]

TOPSIS metodas šiam tyrimui atmetas, nes nuspręsta nenustatinėti idealiai blogiausio sprendimo, kadangi vertinamos tik dvi alternatyvos.

2.1.2. SAW metodas

SAW metodas dar kitaip vadinamas paprastasis adityvus svorių metodas (angl. *Simple Additive Weighting*). Šis metodas yra vienas ir paprasčiausių ir plačiausiai naudojamų metodų. Metodo nuostatas apibendrinio MacCrimmon.

Išskiriami du SAW metodo žingsniai:

- 1) Normalizuojama sprendimų matrica,
- 2) Normalizuotosios matricos to paties varianto kiekvienas narys dauginamas iš jo reikšmingumo ir sudedamas su kitais alternatyvos nariais. [18]

SAW metodas šiam tyrimui pasirinktas kaip antrasis sprendimo metodas.

2.1.3. COPRAS metodas

Daugiakriterio kompleksinio proporcingo vertinimo metodą (COPRAS), skirtą skirtingiems tikslams suderinti ir variantų prioritetų eilei sudaryti sukūrė Zavadskas ir Kazlauskas (1996a, 1996b). Šiuo metodu nagrinėjamas variantų prioritetiškumas ir reikšmingumas tiesiogiai ir proporcingai priklauso nuo alternatyvas apibūdinančių kriterijų sistemos, kriterijų reikšmių ir reikšmingumų dydžių. Nagrinėjamo uždavinio kriterijų reikšmės yra nustatomos, o kriterijų reikšmių reikšmingumai apskaičiuojami remiantis ekspertų įvertinimais. Visą šią informaciją gali pakoreguoti suinteresuotos

grupės (užsakovas, būsto pirkėjai ir pan.), atsižvelgdamos į savo siekiamus tikslus ir galimybes. Todėl alternatyvų įvertinimo rezultatai išsamiai nusako ekspertų ir suinteresuotų grupių bendrai pateiktus pradinis duomenis. [8]

Pasitelkus COPRAS metodą, galima nustatyti BIM projektų naudą ir trūkumus, atsižvelgiant į išskirtus kriterijus. Duomenys gaunami apklausus įmonės darbuotojus, kurie turi patirties vykdant įprastus ir BIM projektus.

2.2. Projekto vertinimo kriterijų sistemos sudarymas

Šiame baigiamajame darbe pateikta metodika galima tinkamiausiai įvertinti BIM technologijų teikiamus privalumus ir trūkumus atliekant statybinius rangos darbus. Vertinimas atliekamas pagal 10 kriterijų. Remiantis šiais kriterijais atliekamas finansinis, efektyvumo ir techninis vertinimas (žr. 5 lent.).

5 lentelė

Kriterijų vertinimas

| Eil. Nr. | Kriterijus | | Įvertinimas |
|----------|-----------------------|---------------------------------------|-------------|
| 1 | Finansinis vertinimas | Atliktų rangos darbų kaina | |
| 2 | | Nenumatytų darbų atsiradimas | |
| 3 | Efektyvumo vertinimas | Atliekamų darbų našumas | |
| 4 | | Efektyvus statybos darbų planavimas | |
| 5 | | Vidutinis darbuotojų skaičius objekte | |
| 6 | | Atliktų statybos darbų trukmė | |
| 7 | Techninis vertinimas | Atliktų darbų kokybė | |
| 8 | | Tikslus atliktų darbų aktavimas | |
| 9 | | Sudėtingų konstrukcijų mazgų aiškumas | |
| 10 | | Medžiagų žiniaraščio tikslumas | |

Visų pirma kriterijams sudaromas prioritetas pagal jų svarbą. Prioritetui nustatyti parengta anketa. Ši anketa pateikta valstybinei įstaigai, kuri vykdo viešuosius pirkimus ir yra įvairių statybos rangos darbų užsakovas. Kiekvienas kriterijus vertinamas nuo 1 iki 10 balų. Kuo kriterijus svarbesnis, tuo aukštesniu balu jis vertinamas (žr. 6 lent.).

6 lentelė

Kriterijų rango nustatymo rezultatai

| Nr. | Kriterijus | E_1 | E_2 | ... | ... | E_n | S_i | Vieta | ΔS_i | ΔS_i^2 | Svarba |
|-----|------------------------------|-------|-------|-----|-----|-------|-------|-------|--------------|----------------|--------|
| 1 | Atliktų rangos darbų kaina | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | Nenumatytų darbų atsiradimas | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | Atliekamų darbų našumas | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

6 lentelės tęsinys kitame puslapyje

| | | | | | | | | | | | |
|-----|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 8 | Tikslus atliktų darbų aktavimas | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 9 | Sudėtingų konstrukcijų mazgų aiškumas | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | Medžiagų žiniaraščio tikslumas | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Kriterijų vertinimas atliekamas pagal tokią metodiką:

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

čia b_{ij} – i kriterijaus j darbuotojo įvertinimas balais;

S_i – i kriterijaus visų j darbuotojų vertinimų balų suma;

ΔS_i - nuokrypis nuo rangų sumos vidurkio.

Rangų sumos vidurkis (S^*) gali būti apskaičiuojamas pagal tokią formulę:

$$S^* = \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{m}, \quad i = \overline{1, m} \quad (2)$$

čia S_i – kriterijų i įverčių suma;

m – kriterijų skaičius.

Tuomet nuokrypis nuo rangų sumos vidurkio apskaičiuojamas pagal formulę

$$\Delta S_i = S_i - S^* \quad (3)$$

Kriterijaus prioritetas nustatomas pagal formulę

$$q_j = \frac{S_j}{\sum_{i=1}^m S_i} \quad (4)$$

2.3. Daugiakriterės analizės COPRAS metodu atlikimas

Atliekant projektų atitikimo daugiakriterės analizės rezultatams vertinimą COPRAS metodu, jis skirstomas į 6 pagrindinius etapus.

1 etapas. Normalizuotas sprendimų priėmimo matricos sudarymas. Šio etapo uždavinys – gauti bedimensius dydžius iš lyginamų duomenų. Duomenys, kurie reikalingi projektų daugiakriteriui analizei atlikti įrašomi į 7 lentelėje. Lentelė užpildoma atsižvelgiant į tiriamų alternatyvų duomenis.

Pradiniai projektų duomenys

| Kriterijai | Kriterijų matavimo vienetas | * | Kriterijų svarba | Įvertintų kriterijų skaitinės vertės | | | | |
|------------|-----------------------------|-----------------|------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|------------------|
| | | | | P ₁ | ... | ... | ... | P _n |
| 1 | m ₁ | ž ₁ | q ₁ | x ₁₁ | ... | ... | ... | x _{1n} |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 5 | m ₅ | ž ₅ | q ₅ | x ₅₁ | ... | ... | ... | x _{5n} |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 10 | m ₁₀ | ž ₁₀ | q ₁₀ | x ₁₀₁ | ... | ... | ... | x _{10n} |

*Ženklas ž_i (+(-)) rodo, kad atitinkamai didesnė (mažesnė) kriterijaus reikšmė labiau atitinka užsakovo poreikius

2 etapas. Atliekamas skaičiavimas pagal pateiktas formules:

$$d_{ij} = \frac{x_{ij} \cdot q_i}{\sum_{j=1}^n x_{ij}}, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n} \quad (5)$$

čia x_{ij} – j sprendimo varianto i kriterijaus reikšmė;

m – kriterijų skaičius (konkrečiu atveju m = 10);

n – lyginamųjų variantų (projektų) skaičius;

q_i – i kriterijaus svarba.

3 etapas. Kiekvieno kriterijaus x_i gautų bedimensių reikšmių d_{ij} suma visada lygi šio kriterijaus svarbai q_i:

$$q_i = \sum_{j=1}^n d_{ij}, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n} \quad (6)$$

4 etapas. Apskaičiuojamos j varianto apibūdinančių minimizuojančių S_{-j} ir maksimizuojančių S_{+j} įvertintų normalizuotų rodiklių sumos. Jos apskaičiuojamos pagal formules:

$$S_{+j} = \sum_{i=1}^n d_{+ij}, \quad (7)$$

$$S_{-j} = \sum_{i=1}^m d_{-ij}, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}. \quad (8)$$

5 etapas. Lyginamųjų variantų santykinis reikšmingumas nustatomas remiantis juos apibūdinančiomis teigiamomis S_{+j} ir neigiamomis S_{-j} savybėmis. Kiekvienos alternatyvos santykinis reikšmingumas Q_i nustatomas pagal formulę:

$$Q_j = S_{+j} + \frac{S_{-min} \cdot \sum_{j=1}^n S_{-j}}{S_{-j} \cdot \sum_{j=1}^n \frac{S_{-min}}{S_{-j}}}, j = \overline{1, n}. \quad (9)$$

6 etapas. Nustatomas projektų prioritetas. Kuo Q_j didesnis, tuo labiau projektas atitinka užsakovo poreikius (žr. 8 lent.).

8 lentelė

Projekto atitikimo daugiakriterės analizės rezultatai

| Kriterijai | Kriterijų matavimo vienetas | * | Kriterijų svarba | Įvertintų kriterijų skaitinės vertės | | | | |
|---|-----------------------------|-----------------|------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|------------------|
| | | | | P ₁ | ... | ... | ... | P _n |
| 1 | m ₁ | ž ₁ | q ₁ | d ₁₁ | ... | ... | ... | d _{1n} |
| ... | | | | | | | | |
| 5 | m ₅ | ž ₅ | q ₅ | d ₅₁ | ... | ... | ... | d _{5n} |
| ... | | | | | | | | |
| 10 | m ₁₀ | ž ₁₀ | q ₁₀ | d ₁₀₁ | ... | ... | ... | d _{10n} |
| Maksimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma | | | | S ₊₁ | | | | S _{+n} |
| Minimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma | | | | S ₋₁ | | | | S _{-n} |
| Projekto alternatyvos reikšmingumas | | | | Q ₁ | | | | Q _n |
| Projekto alternatyvos prioritetiškumas | | | | Pr ₁ | | | | Pr _n |

*Ženklas ž_i (+(-)) rodo, kad atitinkamai didesnė (mažesnė) kriterijaus reikšmė labiau atitinka užsakovo poreikius

2.4. Daugiakriterės analizės SAW metodu atlikimas

Sprendimų matrica ir reikšmingumų dydžiai yra šio metodo pradžios duomenys. Šio metodo sprendimų matricoje visos reikšmės turi būti skaitinės. Visų pirma normalizuojama matrica tuomet kiekvienas tos pačios normalizuotosios matricos alternatyvos narys dauginamas iš šio nario, po to susumuojami visi nariai. Gauta visų narių suma dalinama iš reikšmingumų sumos.

Pradiniai duomenys - sprendimo matrica X ir kiekvieno efektyvumo rodiklio reikšmingumai $\bar{q}_j = \{\bar{q}_1, \dots, \bar{q}_n\}$, kurie gali tenkinti sąlygą:

$$\sum_{j=1}^n \bar{q}_j = 1. \quad (10)$$

Visi sprendimo matricos X nariai normalizuojami pagal formulę:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}}, \text{ jei optimizuojamas yra maksimumas;} \quad (11)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}}, \text{ jei optimizuojamas yra minimumas.} \quad (12)$$

Sudarant normalizuotą matricą, kiekvienas narys dauginamas iš jo reikšmingumo ir sudedamas su kitais alternatyvų nariais. Pasvertoji normalizuota duomenų matrica gaunama pagal formulę:

$$\hat{x}_{ij} = x_{ij}q_i \quad (13)$$

Toliau, susumuojami visos pasvertosios normalizuotos matricos eilutės nariai ir gaunamos alternatyvų reikšmės:

$$A_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij} \quad (14)$$

Apskaičiavus visas sumas, sudaroma prioritetų eilutė, kuri yra uždavinio galutinis atsakymas:

$$A_i > A_{i+1} > \dots > A_{i+n} \quad (15)$$

Geriausia alternatyva priimama ta, kurios sumos reikšmė yra didžiausia.

3. PRAKTINIS TYRIMAS

3.1. Tyrimo objektų paieška

Prieš pradėdant tiriamųjų objektų paiešką ir siekiant supaprastinti tyrimo eigą visa paieška suskirstoma 6 etapais.

1 etapas. Rinkos tyrimas – statybos rinkoje esančių įmonių, plėtojančių ir vykdančių BIM technologijomis parengtus projektus paieška. Paieška vykdyta analizuojant darbo praktikoje turimus duomenis, apklausiant draugus ir pažįstamus, nagrinėjant internete rastus duomenis.

2 etapas. Kontaktinių duomenų paieška – apibendrinus rinkos tyrimo rezultatus ir nustatčius potencialius respondentus, vykdoma kontaktinių duomenų paieška.

3 etapas. Kreipimasis dėl bendradarbiavimo – atsižvelgiant į rastus kontaktinius duomenis kreipiamasi dėl bendradarbiavimo ir tyrimui reikalingos informacijos pateikimo. Kreipiamasi telefonu ir elektroniniu paštu.

4 etapas. Gautų atsakymų vertinimas – gavus atsakymą iš potencialių respondentų duomenys apibendrinami. Negavus teigiamo atsakymo grįžtama į 1 etapą.

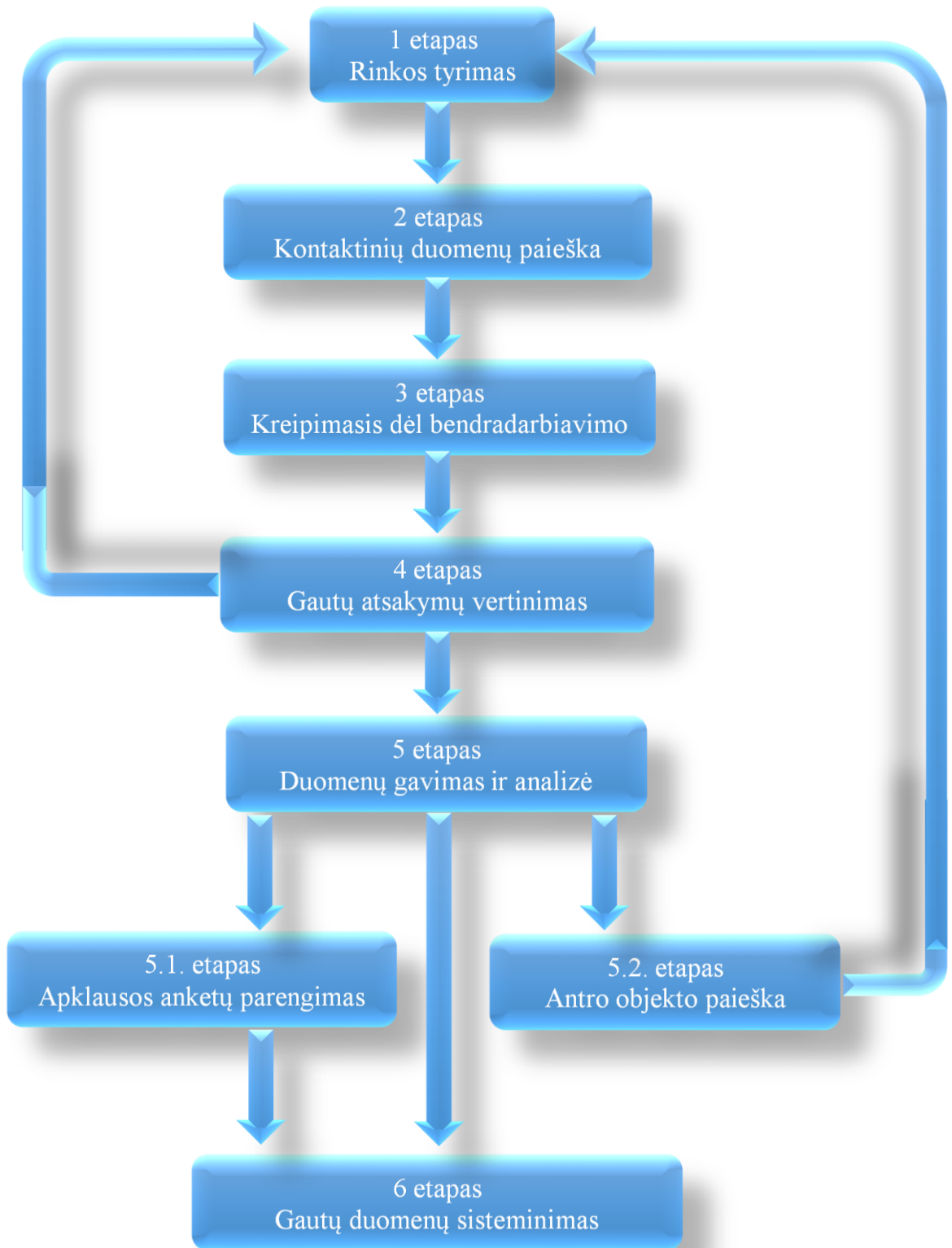
5 etapas. Duomenų gavimas ir analizė – kreipiamasi į teigiamai atsakiusias įmones, dėl tyrimui reikalingų duomenų gavimo. Sisteminiams gauti duomenys. Šis etapas išskiriamas į du poskyrius.

5.1. etapas. Apklauso anketų parengimas – sudaromos dvi apklauso anketos, skirtos gauti ekspertinius duomenis. Pirmoji anketa skirta apklausti įmonėje dirbančius ekspertus, kurie turi patirties įgyvendinat BIM technologijomis ir įprastai parengtus projektus. Atsižvelgiant į šios anketos duomenis gauta ekspertų nuomonė ir nustatomi kokybiniai tyrimo duomenys, kurių negalima nusakyti kiekybiniais matavimo vienetais. Duomenys pateikiami balais. Antroji anketa skirta apklausti viešajame sektoriuje dirbančius ekspertus. Atsižvelgiant į ekspertų nuomonę sudaroma kriterijų prioritetų eilutė.

5.2. etapas. Antro objekto paieška - apibendrinus gautus duomenis apie BIM objektą vykdoma įprasto objekto paieška, todėl grįžtama į 1 etapą, tačiau rinkos tyrimas atliekamas ieškant įmonių, kurios stato ar jau eksploatuoja be BIM technologijų pastatytus objektus. Ieškoma tokių objektų, kurie būtų kiek įmanoma panašesni savo paskirtimi, plotu ir kitais parametrais.

6 etapas. Gautų duomenų sisteminimas – gavus visus tyrimui reikalingus duomenis, jie apibendrinami ir paruošiami tyrimui atlikti.

Sudarius etapų eilę parengtas algoritmas, kuris pateikiamas 11 paveiksle.



11 pav. Tiriamųjų objektų paieškos algoritmas

Toliau šiame skyriuje trumpai apžvelgiamas kiekvienas etapas ir aprašoma jo eiga.

3.1.1. Rinkos tyrimas

Ieškant tiriamųjų objektų, buvo kreiptasi į septynias privačias ir viešąsias įstaigas, dėl informacijos apie BIM rengtus ir įgyvendintus projektus. Šios įmonės pasirinktos dėl savo veikloje plačiai naudojamų BIM technologijų. Keturios iš 9 lentelėje pateiktų įmonių yra nuolatinės Lietuvos statybininkų asociacijos kartu su VšĮ „Skaitmeninė statyba“ organizuojamų konkursų „Lietuvos BIM projektai“ dalyvės ir daugkartinės nugalėtojos. Šios įmonės vienos iš pirmųjų pradėjo ir plačiai naudoja bei įgyvendina BIM technologijomis paremtus projektus.

9 lentelė

Rinkos tyrimo duomenys

| Eil. Nr. | Įstaigos pavadinimas | Kreipimasis bendradarbiauti | Atsakymas |
|----------|---------------------------------|--------------------------------|-----------|
| 1 | AB „Panevėžio keliai“ | Elektroniniu paštu ir telefonu | Ne |
| 2 | UAB „Kelprojektas“ | Elektroniniu paštu | Neatsakė |
| 3 | UAB „Mepco“ | Elektroniniu paštu ir telefonu | Ne |
| 4 | UAB „Sweco Lietuva“ | Telefonu | Ne |
| 5 | AB „Panevėžio statybos trestas“ | Elektroniniu paštu ir telefonu | Taip |
| 6 | UAB „Skaitmeninis lapas“ | Telefonu | Ne |
| 7 | VšĮ „Skaitmeninė statyba“ | Elektroniniu paštu | Neatsakė |

3.1.2. Kontaktinių duomenų paieška

Atlikus rinkos analize ir išsirinkus tinkamas įmones, internete rasti šių įmonių kontaktai. Kontaktai grupuojami į tiesioginius ir bendruosius kontaktus. Bendrieji kontaktai – tai įmonių bendrasis elektroninis paštas ar telefono numeris, kuriuo paskambinus atsiliepia įmonės administratorė ir nukreipia pas atitinkamus įmonės darbuotojus. Tiesioginiai kontaktai – tai įmonių vadovų ar skyrių viršininkų kontaktai, kurie viešai nurodomi ir su jais galima susisiekti tiesiogiai. Duomenys apie tiesioginius ir netiesioginius kontaktus pateikti 10 lentelėje.

10 lentelė

Kontaktinių duomenų tipai

| Eil. Nr. | Įstaigos pavadinimas | Kontakto tipas |
|----------|---------------------------------|----------------|
| 1 | AB „Panevėžio keliai“ | Tiesioginis |
| 2 | UAB „Kelprojektas“ | Bendrasis |
| 3 | UAB „Mepco“ | Tiesioginis |
| 4 | UAB „Sweco Lietuva“ | Bendrasis |
| 5 | AB „Panevėžio statybos trestas“ | Bendrasis |
| 6 | UAB „Skaitmeninis lapas“ | Tiesioginis |
| 7 | VšĮ „Skaitmeninė statyba“ | Bendrasis |

3.1.3. Kreipimasis dėl bendradarbiavimo

Dėl duomenų suteikimo į įmones buvo kreiptasi trimis būdais: elektroniniu paštu, telefonu bei elektroniniu paštu ir telefonu. Bendradarbiauti ir pateikti duomenis tyrimui sutiko tik viena iš septynių apklaustų įmonių (žr. 9 lentelę). Pagrindiniai aspektai, dėl kurių kitos įmonės atsisakė bendradarbiauti – didelis darbo krūvis ir užimtumas, konfidencialumas ir teisiniai suvaržymai. Dvi įstaigos iš viso neatsakė į kreipimąsi.

BIM technologijomis parengti projektai plačiai naudojami susisiekimo ir kelių sektoriuje. Dėl šios priežasties kreiptasi į Lietuvos automobilių kelių direkciją prie Susisiekimo ministerijos, tačiau paaiškėjo, kad valstybinis sektorius nėra pasirengęs BIM projektams. Įstaiga neturi galimybės peržiūrėti ir įvertinti projektų, nes nėra tam skirtos programinės įrangos ir specialistų, kurie būtų kompetentingi įvertinti BIM projektus. Dėl projekto vertinimo tinkamumui yra perkamos ekspertizės iš privačių įmonių, jei pastabų negaunama projektas yra patvirtinamas.

3.1.4. Gautų atsakymų vertinimas

Teigiamas atsakymas dėl bendradarbiavimo gautas iš AB „Panevėžio statybos trestas“. Įmonei buvo pateiktas klausimynas, kuriame nurodyti visi tyrimui reikalingi duomenys, tokie kaip pastato adresas, paskirtis, plotas, rangos darbų kaina, statybos trukmė.

3.1.5. Duomenų gavimas ir analizė

Iš įmonės gauti duomenys apie BIM technologijomis suprojektuotą ir naujai statomą gamybos ir pramonės paskirties pastatų kompleksą. Gavus pagrindinius duomenis, jie įvertinti kaip tinkami tyrimui atlikti

Sekantis žingsnis, rasti tos pačios paskirties ir panašios apimties tiriamąjį objektą, kuris pastatytas be BIM technologijų. Paieškai palengvinti pasinaudota jau sudarytu algoritmu ir grįžtama į 1 etapą, tačiau ieškant įprastu projektu pastatyto pastatų komplekso.

Apibendrinus gautus duomenis, parengta ekspertinė apklausa, kurios tikslas įvertinti kokybinius abiejų tiriamųjų objektų kriterijus ir privataus sektoriaus nuomonę apie BIM technologijas, jų panaudojimą Lietuvoje, esminius privalumus ir trūkumus, kuriuos išvelgia ekspertai.

3.1.6. Gautų duomenų apibendrinimas

Gavus atliktos apklausos duomenis ir parinkus tinkamus tiriamuosius objektus visa informacija apibendrinama. Tyrimui atlikti ir nustatyti, ar BIM technologijos gali suteikti naudą statybos viešajam sektoriui, pasirinktos dvi alternatyvos. Alternatyva Nr. 1 – tai BIM technologijomis projektuotas ir

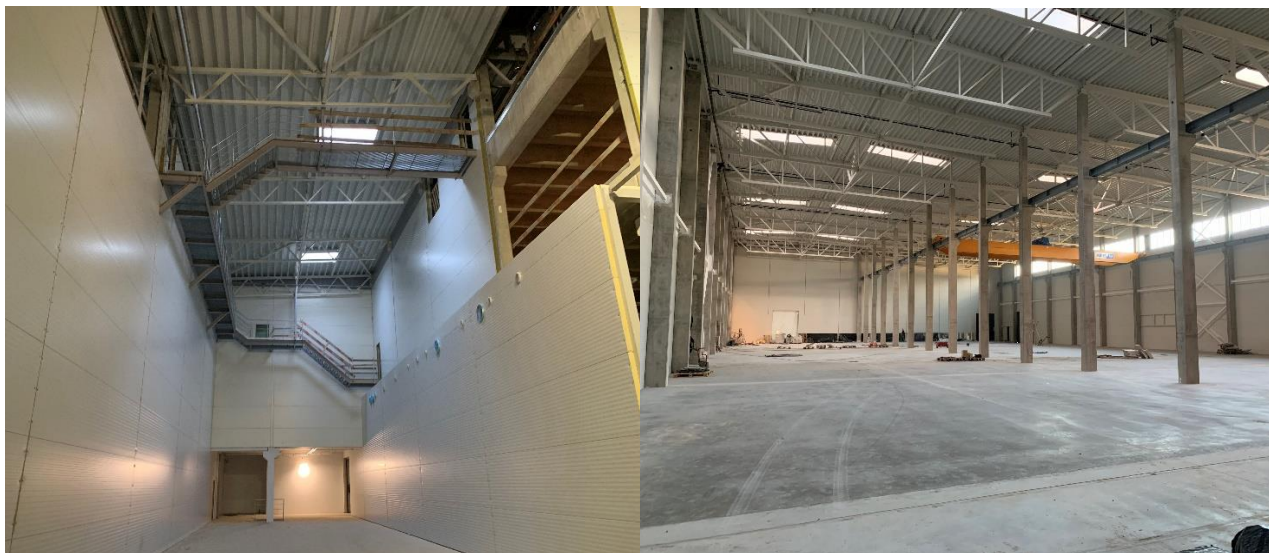
statomas statinių kompleksas. Komplexo paskirtis - Gamybos ir pramonės paskirties pastatai. Alternatyva Nr. 2 – tai įprastai projektuotas ir pastatytas statinių kompleksas. Komplexo paskirtis – Gamybos ir pramonės paskirties pastatai. Tyrimo eiga plačiau aprašoma 3.2 skyriuje.

3.2. Tiriamųjų objektų aprašymas

3.2.1. Alternatyva Nr. 1

Tyrimui pasirinktas BIM technologijomis projektuotas ir statomas pastatų kompleksas, Savanorių pr. 219, Vilniuje. Tiriamojo objekto pavadinimas – Gamybos ir pramonės paskirties pastatai (8.8) Savanorių pr. 219, Vilnius. Šio pastatų komplekso paskirtis - gamybos ir pramonės pastatai su administracinėmis patalpomis. BIM technologijomis projektuotos konstrukcinė, ŠVOK ir suspausto oro sistemos dalys. Bendras pastatų komplekso plotas – 25 760 m². Statybos pradžia 2017 m. rugsėjo 15 d., statybos pabaiga numatoma 2019 m. balandžio – gegužės mėn. Rangos darbų kaina 20,0 mln. Eur.

Statinių pamatai gręžtiniai – poliniai, sumontuotos cokolinės plokštės, konstrukcijos iš gelžbetonio kolonų, sumontuoti rygeliai ir perdangos plokštės, stogo konstrukcija iš profiliuoto pakloto, fasadas įrengtas iš termopanelių. Nutiesti nuotekų ir vandentiekio tinklai, įrengti asfalto ir betono trinkelinių privažiavimo keliai ir pėsčiųjų takai. Objekto vizualizacija pateikta 12 ir 13 paveikslėse.



12 pav. BIM pastato interjeras



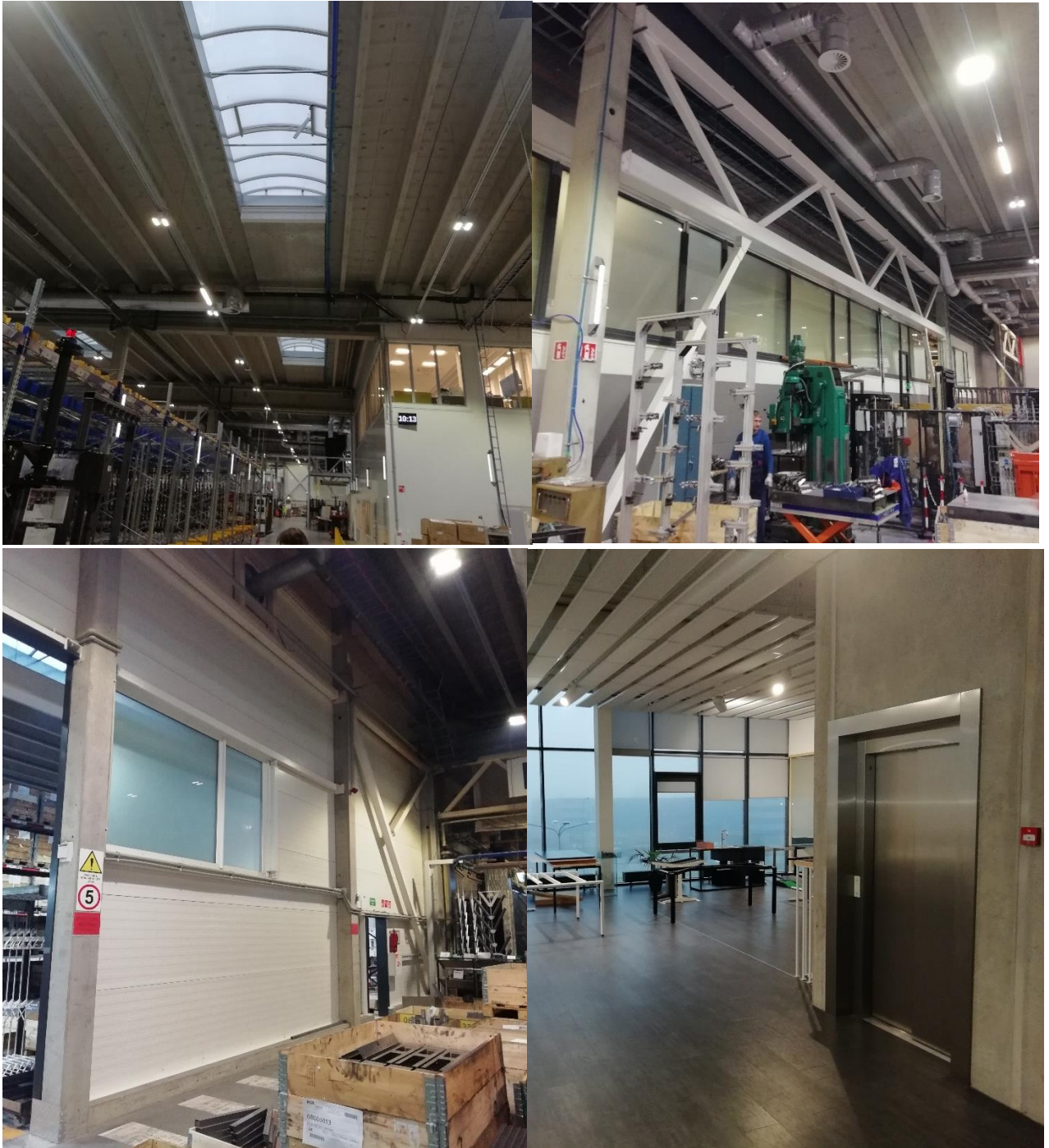
13 pav. BIM pastato fasadai

3.2.2. Alternatyva Nr. 2

Tyrimui pasirinktas be BIM technologijų projektuotas ir pastatytas pastatų kompleksas, esantis Pročiūnų g. 7, Šiauliuose. Tiriamojo objekto pavadinimas – Gamybos ir pramonės paskirties pastatai. Šio pastatų komplekso paskirtis - gamybos ir pramonės pastatai su administracinėmis patalpomis. Bendras pastatų komplekso plotas – 22 113,67 m². Statybos darbai buvo vykdomi dviem etapais. Pirmojo etapo pradžia 2013 m. rugpjūčio 27 d., pabaiga 2014 m. spalio 10 d. Antrojo etapo pradžia 2016 m. birželio 10 d., pabaiga 2017 m. liepos 14 d. Bendra rangos darbų kaina 10,4 mln.

Eur. Pirmojo etapo rangos darbų kaina – 19,64 mln. Lt., antrojo etapo rangos darbų kaina – 4,7 mln. Eur.

Statinių pamatai gręžtiniai – poliniai, sumontuotos cokolinės plokštės, konstrukcijos iš gelžbetonio kolonų ir perdangos plokštės, stogo konstrukcija iš profiliuotų lakštų šiltintų poliesterio ir akmens vatos izoliacija, dengta prilydoma danga fasadas įrengtas iš surenkamų termopanelių. Nutiesti nuotekų ir vandentiekio tinklai, įrengti asfalto ir betono trinkelėlių privažiavimo keliai ir pėsčiųjų takai. Objekto vizualizacija pateikta 14 ir 15 paveiksle.



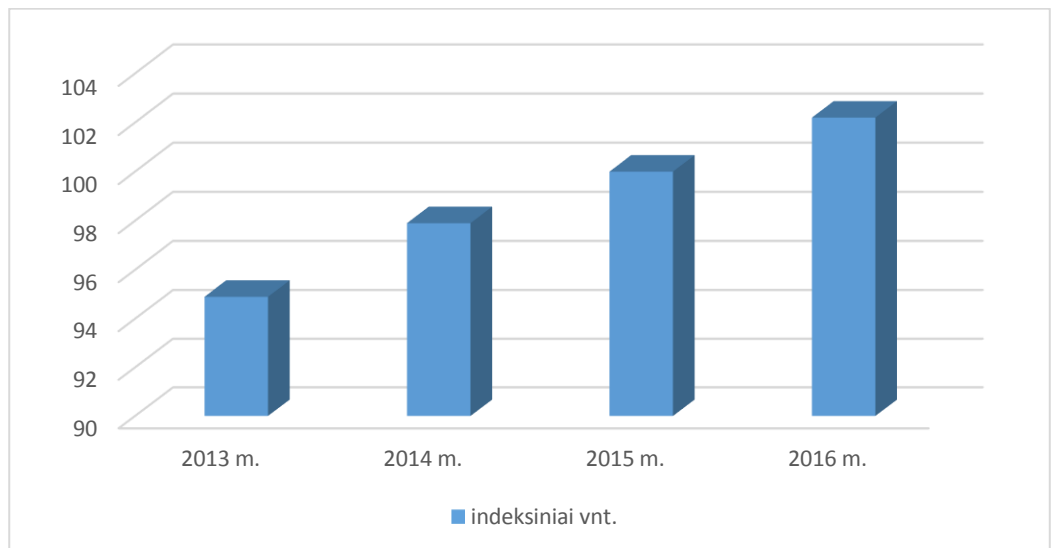
14 pav. Ne BIM pastato interjeras



15 pav. Ne BIM pastato fasadai

3.2.3. Alternatyvų palyginimas

Siekiant objektyviai atlikti tyrimą, būtina priartinti kai kuriuos kiekybinius duomenis. Kadangi pastatų plotai skiriasi, priimta tyrime naudoti ne pastatų statybos kainą, o 1 kv.m. kainą. Atsižvelgiant į 11 lentelėje pateiktus duomenis, matoma, kad statinių statybos laikotarpis skiriasi. Todėl finansiniai aspektai nuo 2013 m iki 2016 metų taip pat pasikeitė. Siekiant suvienodinti kainą, buvo apskaičiuotas statybos darbų kainų pasikeitimas 4 metų laikotarpyje. Vadovaujantis Eurostat pateiktais duomenimis (žr. 16 pav.) Lietuvos statybos sektoriaus darbų kaina nuo 2013 m. iki 2016 m. išaugo 7,69 indeksiniais vienetais [19].



16 pav. Lietuvos statybos sektoriaus kainų pokytis

Įvertinus šį kainų pokytį buvo apskaičiuota Alternatyvos Nr. 2 statybos darbų kaina, lyginant su Alternatyvos Nr. 1. Gauta antrosios alternatyvos kaina – 11 121 590,29 Eur.

11 lentelė

Be BIM technologijų pastatyto objekto duomenys

| Eil. Nr. | Duomenų pavadinimas | Alternatyva Nr. 1 | Alternatyva Nr. 2 |
|----------|------------------------------------|--|---|
| 1. | Objekto pavadinimas | Gamybos ir pramonės paskirties pastatai (8.8) Savanorių pr. 219, Vilnius | Gamybos ir pramonės paskirties pastatai |
| 2. | Objekto adresas | Savanorių pr. 219, Vilnius | Pročiūnų g. 7, Šiauliai |
| 3. | Objekto paskirtis | Gamybos ir pramonės paskirties pastatai su administracinėmis patalpomis | Gamybos ir pramonės paskirties pastatai su administracinėmis patalpomis |
| 4. | Objekto plotas, m ² | 25 760,00 | 22 113,67 |
| 5. | Statybos darbų pradžia/pabaiga | 2017-09-15 / 2019-05-30 | I etapas 2013-08-27 / 2014-10-10 II etapas 2016-06-10 / 2017-07-14 |
| 6. | Rangos darbų kaina, Eur. | 20 000 000,00 | 11 121 590,29 |
| 7. | Statybos kaina, Eur/m ² | 776,40 | 502,93 |

3.3. Kriterijų pasirinkimas ir vertinimas

Atliekant tyrimą išskirta dešimt kriterijų, kurie gali turėti didžiausią įtaką vykdant statybos darbus viešajame sektoriuje. Kriterijai suskirstyti į grupes, dveji kriterijai priskirti finansinio vertinimo grupei, po keturis kriterijus priskirta efektyvumo ir techninio vertinimo grupėms (žr. 5 lentelę). Kriterijai taip pat skirstomi į kiekybinius ir kokybinius. Kiekybiniai kriterijai gali būti nusakomi dimensiniais dydžiais, tokiais kaip kvadratiniai metrai, eurai, metrai ir kt. Visi pasirinkti

kriterijai yra skirtingi, tačiau tarpusavyje labai susiję. Jei vykdant darbus vienas iš kriterijų įvertinamas prasčiau, dažnu atveju nukenčia ir kitų kriterijų vertinimas.

3.3.1. Finansinio vertinimo kriterijai

Prie finansinio vertinimo kriterijų priskirti dveji iš dešimties kriterijų, tai atliktų darbų kaina ir nenumatytų darbų atsiradimo tikimybė. Vienas iš esminių užsakovo kriterijų statybos kaštai, todėl pasirinktas rangos darbų kainos kriterijus. Kiekvienas užsakovas siekia gauti didžiausią naudą ir atliktų darbų kokybę už mažiausią kainą. Todėl šis kriterijus priskiriamas prie minimizuojančių.

Vykdant statybos darbus dažnu atveju yra neišvengiami nenumatyti darbai. Jie atsiranda dėl projektavimo etape padarytų klaidų, netinkamai atliktos statinio ekspertizės, nesusikalbėjimo tarp projektuotojų ir užsakovo bei kitų veiksnių, kurių neįmanoma numatyti. Kuo mažesnė nenumatytų darbų tikimybė, tuo mažesnė galutinė statybos darbų kaina ir statybos trukmė. Ypač viešajame sektoriuje nenumatyti darbai turi įtakos statybos procesui. Dėl sudėtingo ir ilgo biurokratinio „aparato“ rasti finansavimą ir patvirtinti nenumatytus darbus sudėtinga ir užima daug laiko, dėl ko kenčia statybos proceso trukmė. Šis kriterijus taip pat priskiriamas prie minimizuojančių.

3.3.2. Efektyvumo vertinimo kriterijai

Siekiant įvertinti BIM projekto ir įprasto projekto statybos darbų efektyvumo skirtumus, sudaryti keturi efektyvumo vertinimo kriterijai: atliekamų darbų našumas, efektyvus statybos darbų planavimas, vidutinis darbuotojų skaičius objekte, atliktų statybos darbų trukmė.

Atliekamų darbų našumo kriterijus svarbus norint įvertinti atliekamų darbų trukmę teoriniu aspektu. Kriterijus parodo, kaip efektyviai statybos proceso dalyviai planuoja darbus, išsprendžia iškilusias problemas. Tai maksimizuojantis kriterijus.

Efektyvus statybos darbų planavimas nusako rangovo gebėjimą tinkamai ir laiku užsakyti medžiagas, mechanizmus bei planuoti darbus. Dėl netinkamo ir neefektyvaus darbo gali nukentėti ne tik rangovas, bet ir užsakovas. Jei medžiagos užsakomos neefektyviai atsiranda problema kur jas sandėliuoti, išauga sunkiojo transporto srautai. Tai maksimizuojantis kriterijus.

Kuo mažesnis statybos darbuotojų skaičius objekte, tuo paprasčiau planuoti darbus, užsakovui lengviau kontroliuoti pašalinių žmonių buvimą objekte, tai ypač svarbu vykdant statybos darbus Krašto apsaugos sistemos padalinuose. Šis kriterijus priskiriamas prie minimizuojančių.

Autoriaus nuomone vienas iš aktualiausių kriterijų turėtų būti – statybos darbų trukmė. Kuo efektyviau planuojami darbai, tuo statybos procesas trumpesnis. Tai leidžia užsakovui anksčiau pradėti naudotis pastatytais statiniais. Tai minimizuojantis kriterijus.

3.3.3. Techninio vertinimo kriterijai

Tinkamai įvertinti abiejų alternatyvų techninius aspektus sudaryti keturi techninio vertinimo kriterijai: atliktų darbų kokybė, tikslus atliktų darbų aktavimas, sudėtingų konstrukcijų mazgų aiškumas, medžiagų žiniaraščio tikslumas.

Kaip ankščiau minėta šiame darbe, kiekvienas užsakovas nori gauti kiek įmanoma kokybiškesnį produktą už žemiausią kainą. Statybos procese darbų kokybė priklauso nuo darbuotojų kvalifikacijos, medžiagų bei įrankių, kuriais naudojasi darbuotojai, taip pat nuo tinkamo darbų organizavimo ir paskirstymo. Šis kriterijus yra maksimizuojantis.

Viešojo sektoriaus užsakovui, kuris dažnu atveju vykdo ir statomo objekto priežiūrą svarbus atliktų darbų aktavimo tikslumas. Tai svarbu todėl, kad jis neša atsakomybę už visus finansinius įsipareigojimus. Kuo aktavimas tikslesnis, tuo lengviau sekti statybos proceso eigą ir tinkamą valstybės lėšų panaudojimą. Tai maksimizuojantis kriterijus.

Dėl neaiškių brėžinių gali nukentėti atliekamų darbų kokybė. Norint patikslinti brėžinius, kad jie būtų aiškesni gaištamas laikas, dėl to pailgėja visas statybos procesas. Sudėtingų konstrukcijų mazgų aiškumas turi daug įtakos proceso trukmei ir kokybei. Tai maksimizuojantis kriterijus.

Medžiagų žiniaraščio tikslumas svarbus dėl paprastesnio ir efektyvesnio numatomų darbų vykdymo. Kuo žiniaraščio tikslumas didesnis, tuo mažesnė nenumatytų darbų atsiradimo tikimybė. Taip pat lengviau įvertinti kiekvieno atliekamo darbo kainą ir būtinumą. Šis kriterijus priskiriamas prie maksimizuojančių.

3.4. Kriterijų vertinimo sistemos sudarymas

Siekiant įvertinti kriterijų svarbą atlikta valstybinio viešojo sektoriaus apklausa, kurios metu ekspertų buvo prašoma įvertinti ir pagal rangų sistemą sugrupuoti kriterijus. Kuo kriterijus svarbesnis, tuo balas didesnis. Pasirinkta balų sistema nuo 1 iki 10 balų. Apklausiai atlikti buvo išsiųstos anoniminės anketos (žr. 2 priedą) Krašto pasaugos sistemos padalinių darbuotojams, kurie perka, vykdo ir kontroliuoja statybos darbus. Anketos buvo išsiųstos dvidešimčiai šios sistemos darbuotojų. Atsakymai gauti iš dešimties darbuotojų, todėl tyrimui panaudota dešimties ekspertų nuomonė.

Apklaustos duomenys apibendrinti ir suvesti į lentelę, apskaičiuojama kriterijų vertinimo suma, taip pat kiekvieno iš kriterijų vertinimo vidurkis (žr. 12 lentelę). Skaičiuojamas nuokrypis nuo rangų sumos vidurkio, nustatoma kriterijaus svarba ir nurodoma kiekvieno kriterijaus vieta (žr. 13 lentelę).

Apibendrinti anketiniai duomenys

| Nr. | Kriterijus | E ₁ | E ₂ | E ₃ | E ₄ | E ₅ | E ₆ | E ₇ | E ₈ | E ₉ | E ₁₀ | Vidurkis S* |
|-----|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------|
| 1 | Atliktų rangos darbų kaina | 10 | 3 | 3 | 8 | 5 | 7 | 10 | 7 | 7 | 9 | 6,9 |
| 2 | Nenumatytų darbų atsiradimas | 8 | 5 | 4 | 6 | 2 | 6 | 8 | 3 | 3 | 7 | 5,2 |
| 3 | Atliekamų darbų našumas | 3 | 1 | 6 | 4 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2,7 |
| 4 | Efektyvus statybos darbų planavimas | 5 | 2 | 8 | 2 | 10 | 8 | 6 | 2 | 6 | 2 | 5,1 |
| 5 | Vidutinis darbuotojų skaičius objekte | 1 | 6 | 2 | 3 | 8 | 9 | 9 | 9 | 8 | 6 | 6,1 |
| 6 | Atliktų statybos darbų trukmė | 6 | 10 | 10 | 5 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5,4 |
| 7 | Atliktų statybos darbų kokybė | 7 | 4 | 9 | 7 | 9 | 5 | 5 | 10 | 10 | 8 | 7,4 |
| 8 | Tikslus atliktų darbų aktavimas | 9 | 9 | 5 | 9 | 3 | 10 | 7 | 6 | 9 | 10 | 7,7 |
| 9 | Sudėtingų konstrukcijų mazgų aiškumas | 2 | 8 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 8 | 2 | 1 | 3 |
| 10 | Medžiagų žiniaraščio tikslumas | 4 | 7 | 7 | 10 | 7 | 4 | 2 | 5 | 5 | 4 | 5,5 |

Visi skaičiavimai atlikti Microsoft Office Excel programa. Kadangi ekspertinių vertinimų yra 10, netikslinga darbe aprašyti visus skaičiavimus, todėl pateikiami keli skaičiavimo pavyzdžiai. Kiekvieno iš kriterijų vertinimų suma apskaičiuojama pagal (1) formulę:

$$S_1 = 10 + 3 + 3 + 8 + 5 + 7 + 10 + 7 + 7 + 9 = 69;$$

$$S_2 = 8 + 5 + 4 + 6 + 2 + 6 + 8 + 3 + 3 + 7 = 52;$$

...

$$S_{10} = 4 + 7 + 7 + 10 + 7 + 4 + 2 + 5 + 5 + 4 = 55.$$

Rangų sumos vidurkis apskaičiuojamas pagal (2) formulę:

$$S_1^* = \frac{10+3+3+8+5+7+10+7+7+9}{10} = 6,9;$$

$$S_2^* = \frac{8+5+4+6+2+6+8+3+3+7}{10} = 5,2;$$

...

$$S_{10}^* = \frac{4+7+7+10+7+4+2+5+5+4}{10} = 5,5.$$

Nuokrypis nuo rangų sumos vidurkio apskaičiuojamas pagal (3) formulę

$$\Delta S_1 = 69 - 6,9 = 62,1;$$

$$\Delta S_2 = 52 - 5,2 = 46,8;$$

...

$$\Delta S_{10} = 55 - 5,5 = 49,5.$$

Kriterijaus svarba nustatoma pagal (4) formulę:

$$q_1 = \frac{69}{550} = 0,125;$$

$$q_1 = \frac{52}{550} = 0,095;$$

...

$$q_1 = \frac{55}{550} = 0,100;$$

13 lentelė

Kriterijų svarbos eilės sudarymas

| Nr. | | Kriterijus | S_i | Vieta | ΔS_i | ΔS_i^2 | Svarba |
|-----|-----------------------|---------------------------------------|-------|-------|--------------|----------------|--------|
| 1 | Finansinis vertinimas | Atliktų rangos darbų kaina | 69 | 3 | 62,1 | 3856,41 | 0,125 |
| 2 | | Nenumatytų darbų atsiradimas | 52 | 7 | 46,8 | 2190,24 | 0,095 |
| 3 | Efektyvumo vertinimas | Atliekamų darbų našumas | 27 | 10 | 24,3 | 590,49 | 0,049 |
| 4 | | Efektyvus statybos darbų planavimas | 51 | 8 | 45,9 | 2106,81 | 0,093 |
| 5 | | Vidutinis darbuotojų skaičius objekte | 61 | 4 | 54,9 | 3014,01 | 0,111 |
| 6 | | Atliktų statybos darbų trukmė | 54 | 6 | 48,6 | 2361,96 | 0,098 |
| 7 | Techninis vertinimas | Atliktų statybos darbų kokybė | 74 | 2 | 66,6 | 4435,56 | 0,135 |
| 8 | | Tikslus atliktų darbų aktavimas | 77 | 1 | 69,3 | 4802,49 | 0,140 |
| 9 | | Sudėtingų konstrukcijų mazgų aiškumas | 30 | 9 | 27 | 729,00 | 0,055 |
| 10 | | Medžiagų žiniaraščio tikslumas | 55 | 5 | 49,5 | 2450,25 | 0,100 |

Pastaba. $\sum S_i = 550$; $\sum q_i = 1$.

3.4.1. Kriterijų svarbos apžvalga

Šiame skyriuje apžvelgiamas kiekvieno kriterijaus įvertinimas atsižvelgiant į 12 lentelėje pateiktus duomenis. Apžvelgiami pirmieji aukščiausi kriterijai suteikti balai.

1) Tikslus atliktų darbų aktavimas:

Viešojo sektoriaus ekspertų nuomone, pats svarbiausias kriterijus – tikslus atliktų darbų aktavimas. Šiam kriterijui du iš dešimties ekspertų suteikė 10 balų, o keturi iš dešimties ekspertų suteikė po 9 balus. Tikslus atliktų darbų aktavimas valstybinėms įstaigoms aktualus dėl galimybės sekti jau padarytus darbus, taip pat dėl tinkamo ir savalaikio valstybės lėšų įsisavinimo.

2) Atliktų darbų kokybė:

Antroje vietoje įvertintas atliktų darbų kokybės kriterijus. Du iš dešimties ekspertų šiam kriterijui suteikė 10 balų, taip pat du ekspertai įvertino 9 balais, vienas ekspertas įvertino 8 balais. Atsižvelgiant į tai, galima teigti, kad tiek viešajame, tiek privačiajame sektoriuje atliktų darbų kokybė yra vienas iš pagrindinių užsakovo prioritetų vykdant statybos darbus.

3) Atliktų rangos darbų kaina:

Trečioje vietoje išskirta atliktų darbų kaina. Šiam kriterijui du ekspertai suteikė po 10 balų, po vieną ekspertą suteikė atitinkamai 9 ir 8 balus ir 3 ekspertai skyrė po 7 balus. Atliekamų darbų kaina taip pat priskiriama prie vieno iš pagrindinių kriterijų. Atliekamų darbų kaina viešajame sektoriuje svarbi dėl lėšų taupymo, kuo mažiau kainuoja vieni darbai, tuo daugiau galima atlikti kitų statybos darbų.

4) Vidutinis darbuotojų skaičius:

Šį kriterijų trys ekspertai įvertino 9 balais, keturi ekspertai skyrė atitinkamai po 8 ir 6 balus. Kaip ir buvo aptarta anksčiau, šis kriterijus viešojo sektoriaus atstovams svarbus dėl pašalinių asmenų klaidžiojimo po objektą, dėl paprastesnio teritorijų saugumo užtikrinimo.

5) Medžiagų žiniaraščio tikslumas:

Šiam kriterijui vienas ekspertas skyrė 10 balų, trys ekspertai suteikė po 7 balus, du ekspertai skyrė 5 balus. Šis kriterijus įvertintas vidutiniškai, todėl galima teigti, kad žiniaraščių tikslumas nėra viešojo sektoriaus prioritetas.

6) Atliktų statybos darbų trukmė:

Šiam kriterijui du ekspertai suteikė 10 balų, vienas ekspertas skyrė 6 balus, o du ekspertai skyrė po 5 balus. Atliktų darbų trukmė nebuvo išskirta kaip svarbi viešajam sektoriui vykdant statybos darbus. Jei darbai atliekami nevėluojant ir sutartu laiku tai tenkina užsakovą.

7) Nenumatytų darbų atsiradimas:

Šiam kriterijui po du ekspertus atitinkamai skyrė 8 ir 6 balus, vienas ekspertas skyrė 7 balus. Nenumatytų darbų atsiradimas viešojo sektoriaus atstovams pasirodė ne toks svarbus. Tikėtina, kad tobulėjant statybos sektoriui, nenumatytų darbų atsiranda vis mažiau, todėl šis kriterijus nevertinamas kaip vienas iš svarbiausių.

8) Efektyvus statybos darbų planavimas:

Šiam kriterijui vienas ekspertas skyrė 10 balų, po du ekspertus efektyvų statybos darbų planavimą įvertino 8 ir 6 balais. Viešojo sektoriaus ekspertams šis kriterijus nėra svarbus. Efektyvus darbų planavimas aktualus rangovui ir statybų vystytojui, kurie turi planuoti ir efektyviai tausoti savo išteklius.

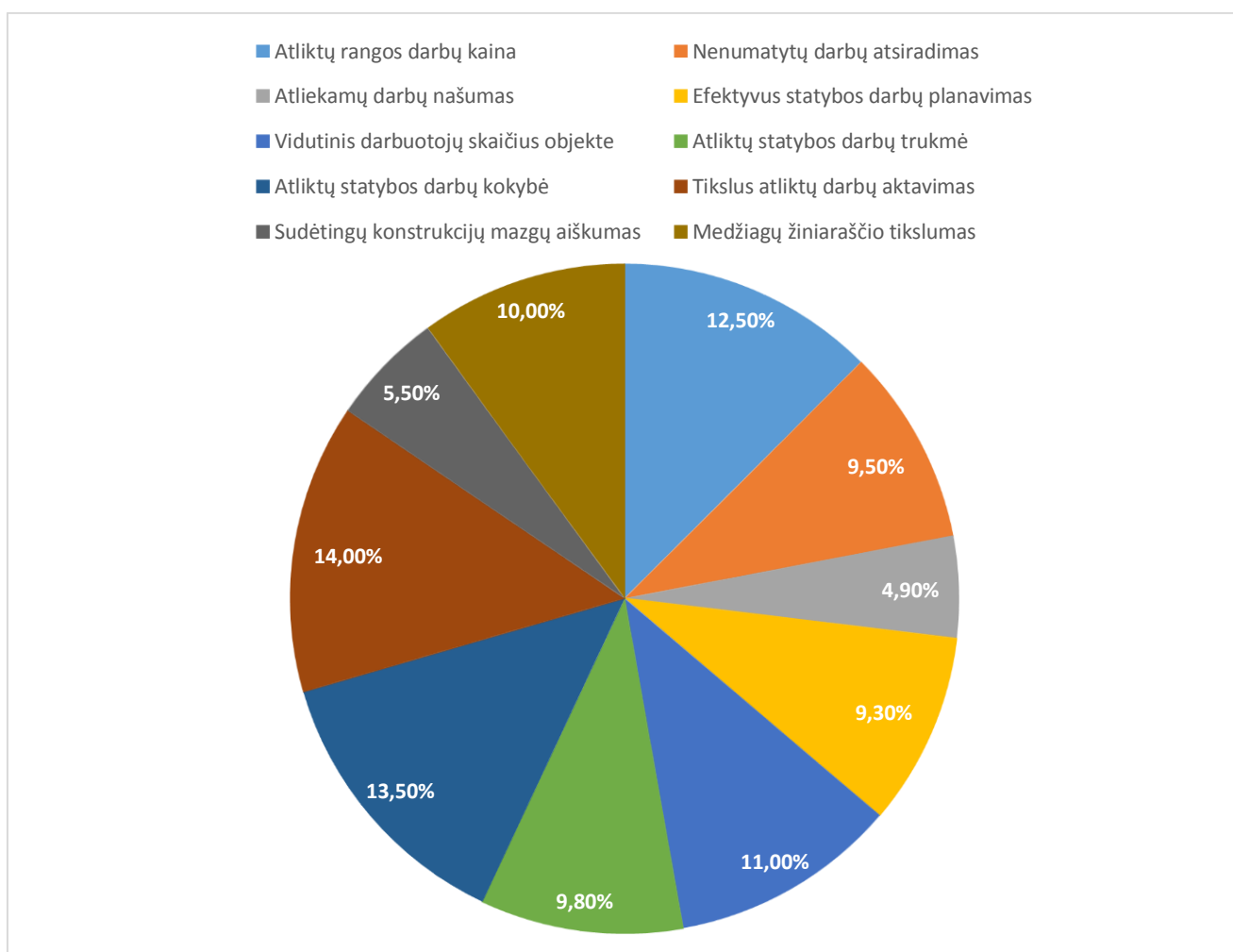
9) Sudėtingų konstrukcijų mazgų aiškumas:

Šiam kriterijui du ekspertai suteikė 8 balus, vienas ekspertas skyrė 4 balus, trys ekspertai skyrė 2 balus. Kaip ir efektyvus statybos darbų planavimas taip ir sudėtingų konstrukcijų mazgu aiškumas labiau svarbus rangovui. Užsakovui šis kriterijus neturi didelės įtakos.

10) Atliekamų darbų našumas:

Šiam kriterijui po du ekspertus skyrė 6 ir 3 balus, vienas ekspertas suteikė 4 balus, penki ekspertai skyrė žemiausią įvertinimą – 1 balą. Tai parodo, kad viešojo sektoriaus atstovams visiškai nesvarbus vykdomų darbų našumas. Galima teigti, kad užsakovui svarbu, kad viskas būtų padaryta kokybiškai, už atitinkamą kainą, tačiau kaip darbai planuojami ar vykdomi nėra svarbu.

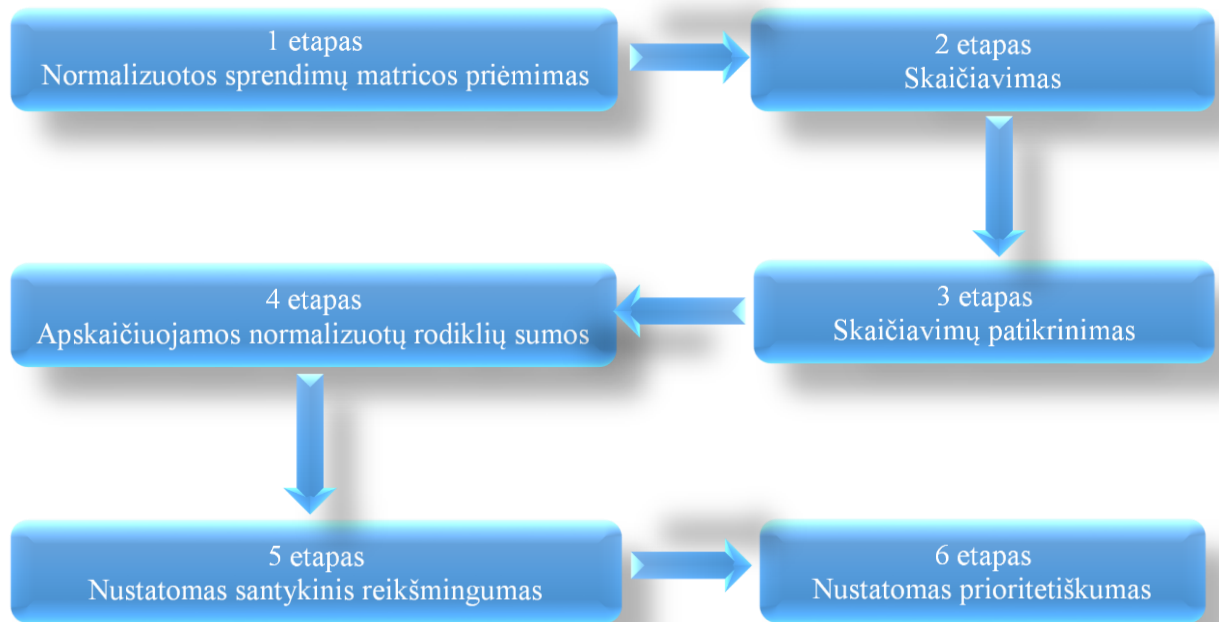
Įvertinus visų ekspertų apklausos duomenis ir nustatius kriterijų reikšmingumą sudaryta diagrama (žr. 17 pav.).



17 pav. Kriterijų reikšmingumo diagrama

3.5. Daugiakriterio vertinimo COPRAS metodu rezultatai

Prieš atliekant skaičiavimus daugiakriterio vertinimo rezultatams gauti, atsižvelgiant į šio darbo antrame skyriuje aprašytus sprendimo etapus, sudarytas COPRAS metodo skaičiavimo algoritmas (žr. 18 pav.). Šis algoritmas padeda lengviau suprasti metodo etapus.



18 pav. COPRAS metodo skaičiavimo algoritmas

1 etapas. Normalizuotas sprendimų priėmimo matricos sudarymas. Šio etapo sprendimams atlikti reikalingi abiejų alternatyvų duomenys. Kiekybiniais kriterijams nusakyti duomenys gaunami iš sutikusių bendradarbiauti įmonių pateiktos informacijos. Kokybiniai kriterijai nusakomi balais, nes jų dimensiniais dydžiais nusakyti nėra įmanoma. Šie duomenys yra gauti atlikus apklausą (žr. 1 priedą) ir apklausus statybos proceso dalyvius, kurie turi praktikos įgyvendinant tiek BIM technologijomis parengtus, tiek įprastai parengtus projektus. Visi apibendrinti duomenys nurodyti 14 lentelėje.

14 lentelė

Analizuojamų alternatyvų duomenys

| Kriterijai | Kriterijų matavimo vienetas | * | Kriterijų svarba | Alternatyvos | |
|---------------------------------------|-----------------------------|-----|------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| | | | | Alternatyva Nr. 1 (P ₁) | Alternatyva Nr.2 (P ₂) |
| Atliktų rangos darbų kaina | Eur/m ² | min | 0,125 | 776,40 | 502,93 |
| Nenumatytų darbų atsiradimas | Balai | min | 0,095 | 8 | 16 |
| Atliekamų darbų našumas | Balai | max | 0,049 | 22 | 14 |
| Efektyvus statybos darbų planavimas | Balai | max | 0,093 | 23 | 13,2 |
| Vidutinis darbuotojų skaičius objekte | Balai | min | 0,111 | 16 | 20 |
| Atliktų statybos darbų trukmė | Dienos | min | 0,098 | 623 | 810 |

14 lentelės tęsinys kitame puslapyje

| | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-----|-------|----|----|
| Atliktų statybos darbų kokybė | Balai | max | 0,135 | 23 | 20 |
| Tikslus atliktų darbų aktavimas | Balai | max | 0,140 | 25 | 13 |
| Sudėtingų konstrukcijų mazgų aiškumas | Balai | max | 0,055 | 25 | 11 |
| Medžiagų žiniaraščio tikslumas | Balai | max | 0,100 | 23 | 13 |

2 etapas. Atliekamas skaičiavimas siekiant normalizuoti kriterijų reikšmes. Skaičiavimas atliekamas pagal (5) formulę:

Alternatyva Nr.1:

$$d_{11} = \frac{776,40 \cdot 0,125}{1279,33} = 0,076;$$

$$d_{12} = \frac{8 \cdot 0,095}{24} = 0,032;$$

...

$$d_{110} = \frac{23 \cdot 0,100}{36} = 0,064.$$

Alternatyva Nr. 2:

$$d_{21} = \frac{502,93 \cdot 0,125}{1279,33} = 0,049;$$

$$d_{22} = \frac{16 \cdot 0,095}{24} = 0,063;$$

...

$$d_{210} = \frac{13 \cdot 0,100}{36} = 0,036.$$

Atliktų skaičiavimų duomenys suvesti į 15 lentelę.

15 lentelė

COPRAS metodo normalizuotų kriterijų reikšmės

| Kriterijai | * | Alternatyvos | |
|---------------------------------------|-----|--|---------------------------------------|
| | | Alternatyva Nr. 1 (P ₁) | Alternatyva Nr.2 (P ₂) |
| Atliktų rangos darbų kaina | min | 0,076 | 0,049 |
| Nenumatytų darbų atsiradimas | min | 0,032 | 0,063 |
| Atliekamų darbų našumas | max | 0,030 | 0,019 |
| Efektyvus statybos darbų planavimas | max | 0,059 | 0,034 |
| Vidutinis darbuotojų skaičius objekte | min | 0,049 | 0,062 |

15 lentelės tęsinys kitame puslapyje

| | | | |
|---------------------------------------|-----|-------|-------|
| Atliktų statybos darbų trukmė | min | 0,043 | 0,055 |
| Atliktų statybos darbų kokybė | max | 0,072 | 0,063 |
| Tikslus atliktų darbų aktavimas | max | 0,092 | 0,048 |
| Sudėtingų konstrukcijų mazgų aiškumas | max | 0,038 | 0,017 |
| Medžiagų žiniaraščio tikslumas | max | 0,064 | 0,036 |

3 etapas. Patikrinimas. Jis atliekamas susumuojant Alternatyvos Nr. 1 ir Alternatyvos Nr. 2 normalizuotų kriterijų reikšmes, kurios turi būti lygios 1. Skaiciavimas atliekamas pagal (6) formulę:

$$q_i = 0,076 + 0,032 + 0,030 + 0,059 + 0,049 + 0,043 + 0,072 + 0,092 + 0,038 + 0,064 + 0,049 + 0,063 + 0,019 + 0,034 + 0,062 + 0,055 + 0,063 + 0,048 + 0,017 + 0,036 = 1$$

4 etapas. Nustatomas normalizuotų rodiklių minimizuojančios ir maksimizuojančios sumos. Jos apskaičiuojamos pagal (7), (8) formules:

Alternatyva Nr. 1:

$$S_{+1} = 0,030 + 0,059 + 0,072 + 0,092 + 0,038 + 0,064 = 0,355;$$

$$S_{-1} = 0,076 + 0,032 + 0,049 + 0,043 = 0,199.$$

Alternatyva Nr. 2:

$$S_{+1} = 0,019 + 0,034 + 0,063 + 0,048 + 0,017 + 0,036 = 0,217;$$

$$S_{-1} = 0,049 + 0,063 + 0,062 + 0,055 = 0,230.$$

5 etapas. Nustatomas santykinis reikšmingumas Šis reikšmingumas nustatomas pagal (9) formulę:

$$Q_1 = 0,355 + \frac{\min \cdot (0,199 + 0,230)}{0,199 \cdot \frac{\min(0,199 + 0,230)}{0,199 + \min(0,199 + 0,230)/0,199}} = 0,585;$$

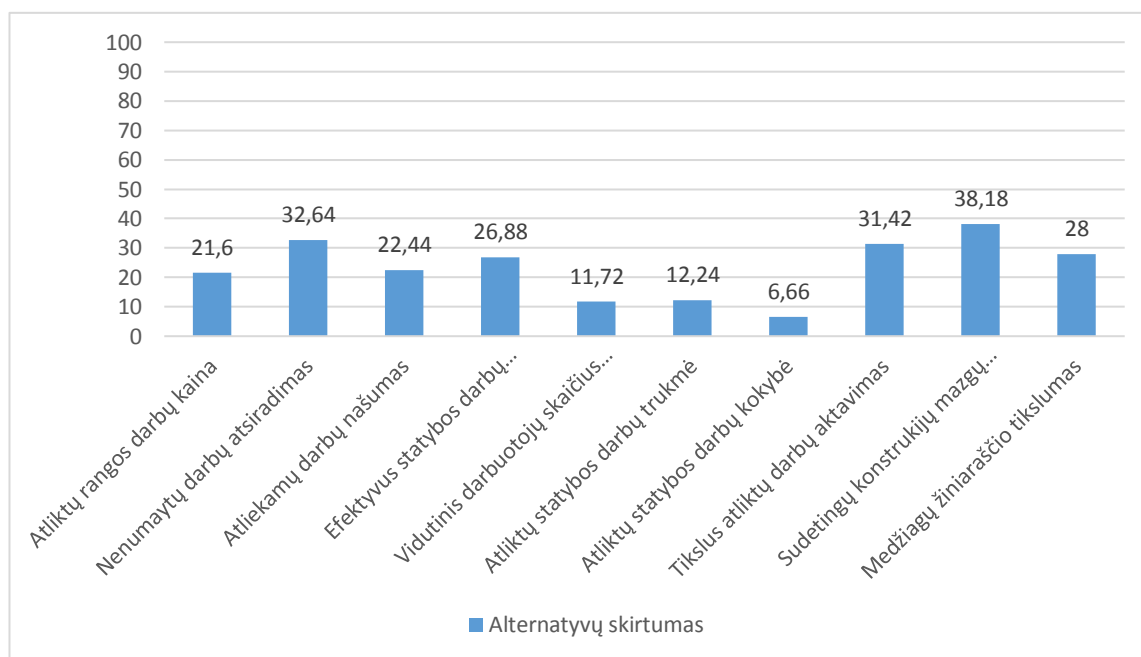
$$Q_2 = 0,217 + \frac{\min \cdot (0,199 + 0,230)}{0,199 \cdot \frac{\min(0,199 + 0,230)}{0,168 + (\min(0,199 + 0,230)/0,230)}} = 0,416.$$

6 etapas. Nustatomas prioritetiškumas. Kuo Q_i didesnis, tuo alternatyva yra artimesnė užsakovo poreikiams (žr. 16 lent.).

COPRAS metodo daugiakriterės analizės rezultatai

| Kriterijai | Kriterijų matavimo vienetas | * | Kriterijų svarba | Įvertintų kriterijų skaitinės vertės | |
|---|-----------------------------|-----|------------------|--------------------------------------|----------------|
| | | | | P ₁ | P ₂ |
| Atliktų rangos darbų kaina | Eur/m ² | min | 0,125 | 0,076 | 0,049 |
| Nenumatytų darbų atsiradimas | Balai | min | 0,095 | 0,032 | 0,063 |
| Atliekamų darbų našumas | Balai | max | 0,049 | 0,030 | 0,019 |
| Efektyvus statybos darbų planavimas | Balai | max | 0,093 | 0,059 | 0,034 |
| Vidutinis darbuotojų skaičius objekte | Balai | min | 0,111 | 0,049 | 0,062 |
| Atliktų statybos darbų trukmė | Dienos | min | 0,098 | 0,055 | 0,042 |
| Atliktų statybos darbų kokybė | Balai | max | 0,135 | 0,072 | 0,063 |
| Tikslus atliktų darbų aktavimas | Balai | max | 0,140 | 0,092 | 0,048 |
| Sudėtingų konstrukcijų mazgų aiškumas | Balai | max | 0,055 | 0,038 | 0,017 |
| Medžiagų žiniaraščio tikslumas | Balai | max | 0,100 | 0,064 | 0,036 |
| Maksimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma | | | | 0,355 | 0,217 |
| Minimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma | | | | 0,199 | 0,230 |
| Projekto alternatyvos reikšmingumas | | | | 0,585 | 0,415 |
| Projekto alternatyvos prioritetiškumas | | | | 1 | 2 |

Nustačius prioritetiškumą matome, kad atsižvelgiant į kriterijų visumą Alternatyva Nr. 1 yra priimtinesnė užsakovui. Kiekvieno kriterijaus procentinis skirtumas tarp alternatyvų pateikiamas 19 paveiksle.



19 pav. Kriterijų procentinis skirtumas tarp alternatyvų

3.6. Daugiakriterio vertinimo SAW metodu rezultatai

Prieš pradėdant spręsti uždavinį šiuo metodu, uždaviniu reikalingi duomenys suvedami į 17 lentelę. Taip pat nustatoma kiekvieno kriterijaus geriausia reikšmė.

17 lentelė

Kriterijų geriausios reikšmės nustatymas

| Kriterijai | * | Alternatyvos | | Kriterijaus geriausia reikšmė |
|---------------------------------------|-----|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| | | Alternatyva Nr. 1 (P ₁) | Alternatyva Nr.2 (P ₂) | |
| Atliktų rangos darbų kaina | min | 776,40 | 502,93 | 502,93 |
| Nenumatytų darbų atsiradimas | min | 8 | 16 | 8 |
| Atliekamų darbų našumas | max | 22 | 14 | 22 |
| Efektyvus statybos darbų planavimas | max | 23 | 13,2 | 23 |
| Vidutinis darbuotojų skaičius objekte | min | 16 | 20 | 16 |
| Atliktų statybos darbų trukmė | min | 623 | 810 | 623 |
| Atliktų statybos darbų kokybė | max | 23 | 20 | 23 |
| Tikslus atliktų darbų aktavimas | max | 25 | 13 | 25 |
| Sudėtingų konstrukcijų mazgų aiškumas | max | 25 | 11 | 25 |
| Medžiagų žiniaraščio tikslumas | max | 23 | 13 | 23 |

Visi sprendimo matricos nariai normalizuojami pagal (11), (12) formules:

Alternatyva Nr. 1:

$$\bar{x}_{11} = \frac{502,93}{776,40} = 0,648;$$

$$\bar{x}_{12} = \frac{22}{22} = 1,0;$$

...

$$\bar{x}_{110} = \frac{23}{23} = 1,0;$$

Alternatyva Nr. 2:

$$\bar{x}_{21} = \frac{502,93}{502,93} = 1,0;$$

$$\bar{x}_{22} = \frac{8}{16} = 0,5;$$

...

$$\bar{x}_{210} = \frac{13}{23} = 0,565;$$

Atliktų skaičiavimų duomenys suvesti į 18 lentelę.

18 lentelė

SAW metodo normalizuota sprendimų matrica

| Kriterijai | * | Kriterijų svarba | Alternatyvos | |
|---------------------------------------|-----|------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| | | | Alternatyva Nr. 1 (P ₁) | Alternatyva Nr.2 (P ₂) |
| Atliktų rangos darbų kaina | min | 0,125 | 0,648 | 1,0 |
| Nenumatytų darbų atsiradimas | min | 0,095 | 1,0 | 0,500 |
| Atliekamų darbų našumas | max | 0,049 | 1,0 | 0,636 |
| Efektyvus statybos darbų planavimas | max | 0,093 | 1,0 | 0,574 |
| Vidutinis darbuotojų skaičius objekte | min | 0,111 | 1,0 | 0,800 |
| Atliktų statybos darbų trukmė | min | 0,098 | 1,0 | 0,769 |
| Atliktų statybos darbų kokybė | max | 0,135 | 1,0 | 0,870 |
| Tikslus atliktų darbų aktavimas | max | 0,140 | 1,0 | 0,520 |
| Sudėtingų konstrukcijų mazgų aiškumas | max | 0,055 | 1,0 | 0,440 |
| Medžiagų žiniaraščio tikslumas | max | 0,100 | 1,0 | 0,565 |

Pasvertoji normalizuota duomenų matrica gaunama pagal (13) formulę:

Alternatyva Nr. 1:

$$\hat{x}_{11} = 0,648 \cdot 0,125 = 0,081;$$

$$\hat{x}_{12} = 1,0 \cdot 0,095 = 0,095;$$

...

$$\hat{x}_{110} = 1,0 \cdot 0,100 = 0,100.$$

Alternatyva Nr. 2:

$$\hat{x}_{21} = 1,0 \cdot 0,125 = 0,125;$$

$$\hat{x}_{22} = 0,50 \cdot 0,095 = 0,048;$$

...

$$\hat{x}_{210} = 0,565 \cdot 0,100 = 0,057.$$

Susumuojamo pasvertosios normalizuotos matricos eilutės nariai ir gaunamos alternatyvų reikšmės pagal (14) formulę:

$$A_1 = 0,081 + 0,095 + 0,049 + 0,093 + 0,111 + 0,098 + 0,135 + 0,140 + 0,055 + 0,100 = 0,957;$$

$$A_2 = 0,125 + 0,048 + 0,031 + 0,053 + 0,089 + 0,075 + 0,117 + 0,073 + 0,024 + 0,057 = 0,692;$$

Gauti skaičiavimų duomenys suvedami į 19 lentelę.

19 lentelė

SAW metodo daugiakriterės analizės rezultatai

| Kriterijai | * | Alternatyvos | |
|---------------------------------------|-----|-------------------------------------|------------------------------------|
| | | Alternatyva Nr. 1 (P ₁) | Alternatyva Nr.2 (P ₂) |
| Atliktų rangos darbų kaina | min | 0,081 | 0,125 |
| Nenumatytų darbų atsiradimas | min | 0,095 | 0,048 |
| Atliekamų darbų našumas | max | 0,049 | 0,031 |
| Efektyvus statybos darbų planavimas | max | 0,093 | 0,053 |
| Vidutinis darbuotojų skaičius objekte | min | 0,111 | 0,089 |
| Atliktų statybos darbų trukmė | min | 0,098 | 0,075 |
| Atliktų statybos darbų kokybė | max | 0,135 | 0,117 |
| Tikslus atliktų darbų aktavimas | max | 0,140 | 0,073 |
| Sudėtingų konstrukcijų mazgų aiškumas | max | 0,055 | 0,024 |
| Medžiagų žiniaraščio tikslumas | max | 0,100 | 0,057 |
| Rodiklių verčių suma | | 0,957 | 0,692 |
| Prioritetų eilutė | | 1 | 2 |

Kadangi Alternatyvos Nr.1 rodiklių verčių suma didesnė nei Alternatyvos Nr. 2, Alternatyva Nr. 1 laikoma priimtinesnė užsakovo poreikiams.

3.7. Privataus sektoriaus ekspertų apklausa

Siekiant išsiaiškinti ekspertų nuomone apie BIM technologijų tendencijas Lietuvos statybos rinkoje, buvo atlikta apklausa (žr. 1 priedą). Apklausos metu buvo prašoma atsakyti į penkis klausimus, pasirenkant vieną iš pateiktų atsakymų. Gauti atsakymai pateikti 20 lentelėje.

20 lentelė

Ekspertų apklausos duomenys

| Klausimai | Ekspertų atsakymai | | | | |
|--|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | E ₁ | E ₂ | E ₃ | E ₄ | E ₅ |
| Ar pritariate BIM plėtrai Lietuvoje? | Taip | Taip | Taip | Taip | Taip |
| Ar tikite, kad BIM naudojimas paspartins statybos procesą? | Taip | Taip | Ne | Taip | Taip |

18 lentelės tęsinys kitame puslapyje

18 lentelės tęsinys

| Koks tikėtinas rangos darbų pokytis naudojant BIM? | Kaina sumažės | Kaina sumažės | Kaina nesikeis | Kaina sumažės | Kaina sumažės |
|---|---------------|---------------|----------------|---|---------------|
| Kaip manote kada (po kiek laiko), valstybinis sektorius pradės plačiai vystyti BIM projektus? | 1-5 metai | 1-5 metai | 1-5 metai | Nuo 2020 m. | 1-5 metai |
| Kaip manote, ar valstybinis sektorius (kaip užsakovas) pasirengęs BIM naudojimui? | Ne | Ne | Nežinau | Juridiškai nepasirengęs, trūksta sutartinio specifikavimo | Ne |

Taip pat buvo paprašyta atsakyti į du atvirus klausimus:

- Kokį didžiausią BIM privalumą išskirtumėte įgyvendinant BIM projektus?

Ekspertų nuomone, pagrindiniai BIM privalumai: aiškesni brėžiniai, vizualizacija, paprastesnis ir lengvesnis medžiagų ir darbų planavimas, lengviau peržiūrėti projektą, defektų pastebėjimas ankstesnėje projekto stadijoje, skaidresnis statybos procesas, lengvesnis kliento įtraukimas.

- Kokį didžiausią BIM trūkumą išskirtumėte įgyvendinant BIM projektus?

Ekspertų nuomone, pagrindiniai BIM trūkumai: duomenų apsaugos problema, sudėtingas projekto detalumo lygio nustatymas, nepilnai parengti BIM projektai, neparuošta įstatyminė bazė.

Apibendrinant ekspertinės apklausos duomenis, galime teigti, kad visi ekspertai pritaria BIM plėtrai Lietuvoje, keturi iš penkių ekspertų mano, kad naudojant BIM technologijas statybos procesas bus spartesnis ir rangos darbų kaina sumažės. Taip pat keturi iš penkių ekspertų mano, kad valstybinis sektorius BIM technologijas plačiai vystyti pradės 1-5 metų laikotarpyje. Keturi iš penkių ekspertų mano, kad valstybinis sektorius nėra pasirengęs BIM technologijų naudojimui valstybiniuose projektuose.

Išvados

1. Atlikus literatūros analizę ir išnagrinėjus Užsienio ir Lietuvos statybos sektorių nustatyta, kad didžiausias jo užsakovas yra valstybė. Todėl siekiant tinkamai ir efektyviai naudoti valstybės biudžeto lėšas būtina jį nuosekliai vystyti ir tobulinti. Geras statybos sektoriaus efektyvaus vystymo pavyzdys – Jungtinė Karalystė. Šioje šalyje plačiai naudojamos BIM technologijos ne tik privačiame, bet ir valstybiniame sektoriuje. Vyriausybė stipriai prisideda prie šių technologijų vystymo ir tobulinimo. Nustatyta, kad pasitelkusi BIM technologijas nuo 2011 m. iki 2015 m. JK sutaupė apie 3,0 mlrd. svarų.

Lietuvoje BIM technologijos dar tik pradeda vystytis. Pagrindinis šių technologijų vystytojas yra privatus sektorius, kuris susibūręs į VŠĮ „Skaitmeninė statyba“. Valstybinis sektorius tai daro vangiai, pagrindiniai BIM vystytojai, tai Automobilių kelių direkcija prie susisiekimo ministerijos, VI „Turto bankas“. Atsižvelgiant į užsienio šalių praktiką, išvysčius BIM technologijas, būtų galima suvienodinti klasifikatorių, išaugtų viešųjų pirkimų skaidrumas, galima sumažinti iki 20 – 25 proc statybos kainos, 7 proc. paspartinti projektavimo darbus, apie 80 proc. sutrumpinti sąmatų ir žiniaraščių rengimą.

2. Atlikus įprasto ir BIM technologijomis paremto projekto daugiakriterį vertinimą COPRAS ir SAW metodais, abiem atvejais nustatyta, kad BIM projektas yra priimtinesnis viešojo statybos sektoriui. Atlikus tyrimą finansiniu, efektyvumo ir technologiniu požiūriu pastebėta, kad finansiniu aspektu BIM projekto rangos darbų kaina yra aukštesnė, lyginant su įprastu projektu. Vertinant efektyvumo ir technologiniu požiūriu, vienareikšmiškai BIM projektas yra pranašesnis.

3. Atlikus privataus sektoriaus ekspertų apklausą nustatyta, kad visi pritaria BIM technologijų plėtrai Lietuvoje, tikimasi, kad BIM technologijos paspartins statybos procesą. Taip pat ekspertų nuomone, ateityje tikėtinas statybos kainos sumažėjimas. Ekspertų nuomone, valstybinis sektorius nėra pasirengęs BIM technologijų naudojimui vystant valstybinius projektus, tačiau tikėtina, kad 1 – 5 metų laikotarpyje tai pasikeis ir BIM bus plačiai naudojamas statybos sektoriuje.

Ekspertų nuomone pagrindiniai trūkumai, dėl kurių BIM nėra sparčiai vystomas - nėra paruoštos įstatyminės bazės, dėl to BIM nenaudojamas visose projekto dalyse ir neparengiami pilni BIM projektai. Taip pat, sunku užtikrinti BIM projekto duomenų apsaugą.

Kaip pagrindinius BIM technologijų privalumus statybos sektoriuje ekspertai išskyrė paprastesnį ir lengvesnį projekto darbų planavimą, koordinavimą ir priežiūrą, aiškesnius brėžinius, mažiau klaidų projektuose.

4. Atlikus daugiakriterį vertinimą ištirta, kad pagrindiniai BIM technologijomis statomo objekto pranašumai – 31,42 proc. tikslesnis atliktų darbų aktavimas, 6,66 proc. kokybiškiau atliekami darbai, 11,72 proc. mažesnis vidutinis darbuotojų skaičius objekte, 28,00 proc. tikslesni

žiniaraščiai, 12,24 proc. trumpesnė statybos trukmė, 32,64 proc. mažesnė nenumatytų darbų tikimybė, 26,88 proc. efektyvesnis statybos procesas, 38,18 proc. aiškesni sudėtingi mazgai ir 22,44 proc. didesnis atliekamų darbų našumas. Nustatyti pagrindiniai BIM trūkumai, tai 21,6 proc. aukštesnė kaina, lyginant su įprastu projektu.

5. Apibendrinat ekspertų nuomonę ir atliktą literatūros apžvalgą bei daugiakriterį vertinimą, galima teigti, kad BIM technologijos viešajam statybos sektoriui gali suteikti daugiau aiškumo įgyvendinant projektus, skaidresnius viešuosius pirkimus, didesnę konkurenciją ir be abejo tikslingiau ir efektyviau įsisavinamas valstybės biudžeto lėšas.

Literatūros sąrašas

1. AZHAR, S. *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry*. Leadership and Management in Engineering, 2011, pp. 241-252.
2. EASTMAN, C. et al. *BIM Handbook A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Constructors*. John Wiley & Sons, Inc., 2008. ISBN 9780470185285.
3. EUROPOS SAJUNGOS DIREKTYVA. *Europos sąjungos oficialus leidinys L 174* [interaktyvus] [žiūrėta 2018-04-25]. Prieiga per: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=OJ%3AL%3A2013%3A174%3ATOC>
4. *Viešieji pirkimai su BIM – milžiniškos galimybės taupyti ir tobulinti statybų sektorių* [interaktyvus] [žiūrėta 2017 – 12 – 03]. Prieiga per internetą: <http://www.darnistatyba.lt/viesieji-pirkimai-su-bim-milziniskos-galimybes-taupyti-ir-tobulinti-statybu-sektoriu/>.
5. Government Construction Strategy 2016-20 March 2016 [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2018-04-25]. Prieiga per: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/510354/Government_Construction_Strategy_2016-20.pdf
6. MCAULEY, B. et al. *Building Information Modelling in Infrastructure* [interaktyvus]. Vol. 2012, no Mach p. 53. [žiūrėta 2018-04-10]. Prieiga per internetą: http://www.excitech.co.uk/resources/wp/bim_in_infrastructure.pdf.
7. FINANSŲ MINISTERIJA. *Lietuvos ūkio 2017-2020 metų perspektyvos*. Vilnius: Finansų ministerija, 2017. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-04-10]. Prieiga per internetą: https://finmin.lrv.lt/uploads/finmin/documents/files/ERS%202017-03-20_paskelbtas.pdf
8. URBANAVIČIENĖ, V. *Būsto kainos ir kokybės pusiausvyros derybų modelis bei sistema: daktaro disertacija*. Vilnius: Technika 2009, 93p. ISBN 978-9955-28-484-0.
9. REIZGEVIČIUS, M. *BIM technologijų efektyvumo daugiapakopis vertinimas: daktaro disertacija*. Vilnius: technika 2016, 46p.
10. *BIM for road and highway design*. [interaktyvus] [žiūrėta 2018-10-22]. Prieiga per: <http://www.ee.co.za/wp-content/uploads/legacy/PositionIT%202009/PositionIT%202010/BIM%20for%20road.pdf>
11. KANG, T.W., WOO, J. Y. *The development direction for a VDC support system based on BIM*, Journal of Civil engineering, 19(6): 1573 – 1584.
12. *Delivering the UK's Highway Infrastructure* [interaktyvus] [žiūrėta 2018-11-11]. Prieiga per: https://www.capitaproperty.co.uk/media/3951/delivering-the-uks-highway-infrastructure-brochure_final.pdf

13. *Europos viešajam sektoriui skirtas statinio informacinio modeliavimo (BIM) diegimo vadovas*. [interaktyvus] [žiūrėta 2018-11-12]. Prieiga per: <https://skaitmeninestatyba.lt/wp-content/uploads/2018/05/GROW-2017-01356-00-00-LT-TRA-00.pdf>
14. *Lietuvos statybininkų asociacijos (2015) metinė ataskaita*. [interaktyvus] [žiūrėta 2018-11-12]. Prieiga per: <http://online.fliphtml5.com/mcqh/ljpg/#p=4>
15. TANING, T., TANING, L. *An Analysis of Working Efficiency in Centrl and Eeast European Countries*. American Journal of Economics.
16. *Lithuania – Policy measure fact sheet – Digital Construction – thematic Objective 3*. [interaktyvus] [žiūrėta 2018-11-12]. Prieiga per: <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/30351/attachments/2/translations/>.
17. MIGLINSKAS, D. *BIM technologijų taikymas virtualiam statybos projekto vystymui 5D projektavimo aplinkoje. Lietuvos statybu praktika ir problemos, taikant skaitmeninius modelius*. PowerPoint prezentacija. [interaktyvus] [žiūrėta 2018-11-12]. Prieiga per: http://www.statybininkai.lt/Files/conf/8_BIM_taikymas_RESTA2012%20INRE_VGTU_Darius%20Migilinskas_v2.pdf
18. SIMANAVIČIENĖ, R. *Kiekybinių daugiataikslių sprendimo priėmimo metodų jautrumo analizė: daktaro disertacija*. Vilniaus: technika, 2011, p. 19-23.
19. *Construction cost (or producer prices), new residential buildings - annual data*. [interaktyvus] [žiūrėta 2018-12-05]. Prieiga per internetą: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=sts_copi_a&lang=en
20. *UK projects and BIM*. [interaktyvus] [žiūrėta 2018-12-10]. Prieiga per internetą: <http://www.infrastructure-reimagined.com/bim-level-2-for-uk-motorways/>
21. *Central Bank of Ireland, North Wall Quay* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-12-10]. Prieiga per intrnetą: <http://www.bicp.ie/irish-bim-case-studies/>
22. *Verslo centras „Arka“ (UAB „Descon“)*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-12-15]. Prieiga per internetą: <https://skaitmeninestatyba.lt/projektai/verslo-centras-arka-uab-descon/>
23. *Kaune atidarytas verslo centras „Arka“*. Verslo žinios. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-12-15]. Prieiga per internetą: <https://www.vz.lt/nekilnojamasis-turtas-statyba/2018/03/16/kaune-atidarytas-verslo-centras-arka>
24. *Greitoji žiedinė sankryža magistralėje „Via Baltica“ (UAB „Panevėžio keliai“)*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-12-15]. Prieiga per internetą: <https://skaitmeninestatyba.lt/projektai/sankryza-pk/>
25. *Kelininkams – aukso medaliai už darbus tarptautinėse magistralėse*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-12-15]. Prieiga per internetą: <http://www.paneveziokeliai.lt/naujienos/kelininkams-aukso-medaliai-uz-darbus-tarptautinese-magistralse/>

26. WONG, A. K. D., WONG, F. K. W., NADEEM, A. *Comparative Roles of Major Stakeholders for the Implementation of BIM in Various Countries*. Processing of Changing Roles 2009, the Netherlands Conference, 2009. ISBN 978-90-9024641-3.
27. *Irish Architect Dr. James Harty talks BIM in Denmark*. 2018. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-12-15]. Prieiga per internetą: <http://www.bimireland.ie/2018/06/21/irish-architect-dr-james-harty-talks-bim-in-denmark/>
28. *CIS – Copenhagen International School*. 2017. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-12-15]. Prieiga per internetą: <http://cn3.dk/en/projekt/cis-copenhagen-international-school/>

Priedai

1 priedas. BIM TECHNOLOGIJŲ NAUDINGUMO NUSTATYMAS BIM PROJEKTĄ ĮGYVENDINAČIOJE ĮMONĖJE

2 priedas. VALSTYBĖS, KAIP UŽSAKOVO, NAUDOS VERTINIMAS ĮGYVENDINANT STATYBOS RANGOS DARBUS

ANONIMINĖ ANKETA
**BIM TECHNOLOGIJŲ NAUDINGUMO NUSTATYMAS BIM PROJEKTŲ
ĮGYVENDINĄČIOJE ĮMONĖJE**

Kauno technologijos universiteto magistrantas Tautvydas Užgrindis savo baigiamajame darbe nagrinėja statinio informacinio modeliavimo (BIM) naudą, todėl labai svarbi Jūsų, kaip statybos profesionalų, patirtis teisingai įvertinti BIM naudą statybos procese.

Building Information modeling (BIM) – tai procesas, kuris apima visą pastato gyvavimo ciklą nuo jo idėjos iki eksploatavimo ir jo nugriovimo. Kiekvienas BIM elementas projekte atvaizduojamas 3D formatu ir savyje turi visą reikiamą informaciją, kuri vėliau panaudojama statyboje ir pastato eksploatacijoje

Teisingą variantą prašome pažymėti X ženklu.

Žymėjimo pavyzdys: ;

1. Ar pritariate BIM plėtrai Lietuvoje?
 Taip;
 Ne;
 Kita (įrašyti) ...
2. Ar tikite, kad BIM naudojimas paspartins statybos procesą?
 Taip;
 Ne;
 Kita (įrašyti) ...
3. Koks tikėtinas rangos darbų kainos pokytis naudojant BIM?
 Kaina padidės;
 Kaina sumažės;
 Kita (įrašyti) ...
4. Kaip manote kada (po kiek laiko), valstybinis sektorius pradės plačiai vystyti BIM projektus?
 Iki 1 metų;
 1-5 metai;
 5-10 metų;
 Kita (įrašyti) ...
5. Kaip manote, ar valstybinis sektorius (kaip užsakovas) pasirengęs BIM naudojimui?
 Taip;
 Ne;
 Kita (įrašyti) ...

6. Kokį didžiausią BIM privalumą išskirtumėte įgyvendinant BIM projektus?

.....

.....

.....

7. Kokį didžiausią BIM trūkumą išskirtumėte įgyvendinant BIM projektus?

.....

.....

.....

Siekiant išsiaiškinti esminius skirtumus tarp BIM projekto ir įprasto projekto parengta kriterijų vertinimo lentelė. Prašau Jūsų pateikti savo nuomonę ir įvertinti praktikoje turėtus BIM projektus ir įprastus projektus atsižvelgiant į lentelėje pateiktus kriterijus. Vertinimas nuo 1 iki 5 balų.

1 lentelė. Svarbiausi veiksniai įgyvendinant statybos darbus

| Kriterijai | Balų reikšmė | BIM projektas | Įprastas projektas |
|---------------------------------------|--|---------------|--------------------|
| Atliktų rangos darbų kaina | 5 balai – didelė kaina, 1 balas – maža kaina. | | |
| Atliekamų statybos darbų trukmė | 5 balai – trukmė ilga, 1 balas – trukmė trumpa. | | |
| Vidutinis darbuotojų skaičius objekte | 5 balai – daug darbuotojų, 1 balas – mažai darbuotojų. | | |
| Atliekamų darbų našumas | 5 balai – didelis našumas, 1 balas – mažas našumas. | | |
| Nenumatytų darbų atsiradimas | 5 balai – didelė tikimybė, 1 balas – maža tikimybė. | | |
| Medžiagų žiniaraščio tikslumas | 5 balai – didelis tikslumas, 1 balas – mažas tikslumas. | | |
| Statybos darbų planavimas | 5 balai – lengvas planavimas, 1 balas – sunkus planavimas. | | |
| Atliktų darbų kokybė | 5 balai – gera kokybė, 1 balas – prasta kokybė. | | |
| Atliktų darbų aktavimo tikslumas | 5 balai – didelis tikslumas, 1 balas – mažas tikslumas. | | |
| Sudėtingų konstrukcijų mazgų aiškumas | 5 balai – didelis tikslumas, 1 balas – mažas tikslumas. | | |

DĖKOJU UŽ ATSAKYMUS

ANONIMINĖ ANKETA

VALSTYBĖS, KAIP UŽSAKOVO, NAUDOS VERTINIMAS ĮGYVENDINAT STATYBOS RANGOS DARBUS

Kauno Technologijos universiteto Panevėžio technologijų ir verslo fakulteto magistrantas Tautvydas Užgrindis, savo baigiamajame darbe nagrinėja statinio informacinio modeliavimo (BIM) galimą naudą viešųjų pirkimų sektoriui, todėl labai svarbi Jūsų, kaip Valstybės įstaigos statybos darbų užsakovų - profesionalų, patirtis teisingai įvertinti Valstybės įstaigų poreikius statybos darbams.

Building Information modeling (BIM) – tai procesas, kuris apima visą pastato gyvavimo ciklą nuo jo idėjos iki eksploatavimo ir jo nugriovimo. Kiekvienas BIM elementas projekte atvaizduojamas 3D formatu ir savyje turi visą reikiamą informaciją, kuri vėliau panaudojama statyboje ir pastato eksploatacijoje

Jūsų manymu, kokie veiksniai suteikia didžiausią naudą Valstybiniam sektoriui, įgyvendinat statybos rangos darbus? Veiksnius įvertinkite balais (10 – turi didžiausią naudą; 1 – naudos turi mažiausiai).

1 lentelė. Svarbiausi veiksniai įgyvendinat statybos darbus

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Atliktų rangos darbų kaina | | | | | | | | | | |
| Atliekamų statybos darbų trukmė | | | | | | | | | | |
| Vidutinis darbuotojų skaičius objekte | | | | | | | | | | |
| Atliekamų darbų našumas | | | | | | | | | | |
| Nenumatytų darbų atsiradimas | | | | | | | | | | |
| Medžiagų žiniaraščio tikslumas | | | | | | | | | | |
| Efektyvus statybos darbų planavimas | | | | | | | | | | |
| Atliktų darbų kokybė | | | | | | | | | | |
| Tikslus atliktų darbų aktavimas | | | | | | | | | | |
| Sudėtingų konstrukcinių mazgų aiškumas | | | | | | | | | | |

DĖKOJU UŽ ATSAKYMUS