

Civil engineering Statybos inžinerija

BIM TAIKYMAS STATYBOS PROJEKTO VĖLAVIMO IR PABAIGIMO PRIEŽASČIŲ ANALIZEI

Darius KEBEDYS 

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva

- gauta 2026 m. birželio 24 d.
- priimta 2026 m. liepos 9 d.

Santrauka. Straipsnyje analizuojama statinio informacinio modeliavimo (BIM) technologijos reikšmė statybos projektų vėlavimų priežasčių identifikavimui ir prevencijai. Tyrimo problema siejama su statybos sektoriuje dažnai pasikartojančiais terminų nesilaikymo, projektavimo klaidų, komunikacijos trūkumo ir institucinio derinimo procesų vėlavimo reiškiniais. Tyrimo tikslas – įvertinti BIM technologijų įtaką statybos projekto vėlavimui ir jo užbaigimo procesui. Straipsnis parengtas remiantis mokslinės literatūros analize ir kokybiniu ekspertinio interviu tyrimu, kuriame dalyvavo 15 statybos sektoriaus specialistų: 8 rangovų arba statybos valdymo įmonių atstovai ir 7 projektavimo organizacijų specialistai. Tyrimo rezultatai parodė, kad BIM didžiausią naudą sukuria ankstyvo projektinių klaidų identifikavimo, 3D koordinavimo, bendros duomenų aplinkos ir 4D planavimo srityse. Kartu nustatyta, kad technologijos poveikį riboja specialistų kompetencijų trūkumas, dalinis BIM taikymas, 2D ir 3D darbo dubliavimas bei lėti institucijų derinimo procesai. Straipsnyje pateikiamas integruotas skaitmeninis projektavimo, planavimo ir statybos vykdymo modelis, grindžiamas CDE, BIM, ankstyvu institucijų įsitraukimu, kompetencijų ugdymu ir faktinės pažangos grįžtamuoju ryšiu.

Reikšminiai žodžiai: BIM, statybos projektai, projektų vėlavimas, CDE, 4D planavimas, SSGG analizė, ekspertinis interviu, projektų valdymas.

✉ Autorius susirašinėti. El. paštas dariuskebedys@gmail.com

1. Įvadas

Statyba yra sudėtinga ir daugiaetapė veikla, apimanti daugybę etapų ir procesų – nuo statinio vizijos ar idėjos sukūrimo bei projektavimo iki statybos užbaigimo, eksploataavimo ir galiausiai statinio nugriovimo. Nesuvaldžius šių procesų – statybos etapų, atsiranda didelės rizikos statybos darbus pabaigti vėluojant, tai lemia ne tik didelius laiko kaštus, bet ir didėjančias pinigines sąnaudas.

Trumpai apibūdinant įprastinę tvarką, minėtina, kad statytojas, pasitelkdamas architektus ir inžinierius, t. y. projektuotojus, savo viziją materializuoja brėžiniuose ir techninėje dokumentacijoje, įskaitant specifikacijas, preliuodamas, kad parengti projektiniai sprendiniai yra tiksūs ir be klaidų. Remdamasis šiuo matymu, statytojas inicijuoja statybos procesą: pasirenkamas statybos rangovas, renkami tolesni projekto etapai, pradedama komunikacija tarp visų statybos proceso dalyvių. Tačiau praktikoje dažnai kyla šalių nesusikalbėjimas, dėl kurio išryškėja projektavimo klaidos arba projektinių sprendinių netikslumai, darantys reikšmingą įtaką tolesnei viso projekto eigai.

Straipsnyje aptariama statinio informacinio modeliavimo (toliau – BIM) technologija ir jos nauda bei įtaka statybos sektoriuje. Analizuojama mokslinė literatūra, siekiant

nustatyti projektų vėlavimo priežastis ir įvertinti BIM taikymo įtaką šių priežasčių valdymui. Atlikta apklausa ir įvertintas projektuotojų ir rangovų požiūris ir išsakytos naudos, pritaikius BIM technologijas. Iš atliktos apklausos surinktų atsakymų parengta SSGG analizė. Parengtas projektų vėlavimų valdymo modelis, suformuluotos išvados ir pateiktos rekomendacijos, skirtos projektų vėlavimams suvaldyti.

Straipsnio aktualumas grindžiamas tuo, kad vienos didžiausių problemų statybų procese – tai terminų nesilaikymas, netinkama darbų kokybė ir nevisiškai efektyvus procesų planavimas (biudžeto siekimas). Problematika susideda iš to, kad nekokybiškai atliekami projektai, ne laiku sprendžiamos projektavimo problemos, ne laiku taisomos projektinės klaidos, pasitaiko daug kolizijų, dėl statybos dalyvių gausos kyla komunikacijos ir informacijos sklaidos problemų, viršijamas numatytas statybos biudžetas.

Tyrimo tikslas – atlikti analizę, siekiant įvertinti BIM technologijų įtaką statybos projekto vėlavimui ir jo užbaigimo procesui.

Tyrimo mokslinis naujumas pasireiškia tuo, kad BIM taikymas statybos projektų vėlavimams mažinti analizuojamas remiantis ne tik teorine analize, bet ir Lietuvos statybos sektoriaus ekspertų vertinimais. Tyrimo sujungiamos

rangovų bei statybos valdymo įmonių ir projektavimo organizacijų specialistų įžvalgos, kurių pagrindu sudaryta SSGG analizė ir pasiūlytas integruotas skaitmeninis projektavimo, planavimo ir statybos vykdymo modelis.

2. Statinio informacinio modeliavimo vaidmuo statybos projektų vėlavimo prevencijoje

Šiame skyriuje analizuojamas statinio informacinio modeliavimo vaidmuo statybos projektų vėlavimo prevencijoje. Pirmiausia nagrinėjama BIM samprata, atskleidžianti pagrindinius šios technologijos principus, taikymo esmę ir reikšmę šiuolaikiniame statybos sektoriuje. Toliau aptariamos BIM taikymo statyboje teorinės perspektyvos ir strateginė reikšmė, siekiant įvertinti, kaip ši metodologija gali prisidėti prie efektyvesnio projektų planavimo, dalyvių bendradarbiavimo ir sprendimų koordinavimo. Taip pat šiame skyriuje analizuojamos pagrindinės statybos projektų vėlavimo priežastys, siekiant nustatyti, kokiose projekto valdymo srityse BIM taikymas gali turėti didžiausią prevencinį poveikį.

2.1. Statinio informacinio modeliavimo samprata

Pastaruoju metu statybos sektorius susiduria su vis didėjančiais projektų valdymo iššūkiais, tokiais kaip terminų nesilaikymas, biudžeto viršijimas ir sudėtingas suinteresuotųjų šalių koordinavimas. Viena iš pažangiausių skaitmeninių technologijų, skirtų šiems iššūkiams spręsti, yra statinio informacinis modeliavimas (BIM).

Statinio informacinis modeliavimas apibrėžiamas kaip pastato informacinio modelio kūrimo ir valdymo procesas per visą jo gyvavimo laikotarpį. Dažniausiai vykdomas naudojant objektiškai orientuotą modeliavimo programinę įrangą, taip siekiant padidinti pastato projektavimo ir statybos efektyvumą. Procesu metu gaunamas pastato informacinis modelis su visa pastato geometrijos, erdvių ryšių ir mazgų atvaizdavimo, pastato elementų kiekių ir savybių informacija (Skaitmeninė statyba, 2017). Skirtingai nei tradiciniai dvimačiai projektavimo metodai, BIM suteikia galimybę integruoti laiko (4D), kaštų (5D) ir kitus projekto valdymui svarbius aspektus.

Remiantis Torres ir kt. (2025), BIM – tai skaitmeninė metodika, kurioje kuriamas informacinis statinio modelis, apimantis ne tik geometrinius 3D duomenis, bet ir laiko 4D, išteklių ir kainų 5D, tvarumo 6D bei kitus projekto aspektus. Modelis veikia kaip vieninga platforma, leidžianti realiuoju laiku sekti projekto eigą, koordinuoti suinteresuotas šalis, atlikti simuliacijas ir priimti pagrįstus sprendimus viso statybos ciklo metu (Torres et al., 2025). Torres su bendraautorais (2025) teigia, kad BIM neapsiriboja vien grafiniu vaizdu: jis integruoja duomenis iš įvairių šaltinių (dronų jutiklių, GIS ir kt.), todėl tampa pagrindu pažangiai stebėsenai, duomenų analizei ir automatizuotam grafiko generavimui. Autoriai teigia, kad BIM yra daugiadimensė skaitmeninė informacijos bazė,

skirta efektyvesniam projektų planavimui, projektavimui, statybai ir eksploatacijai.

Ismailas ir Abdulhadi (2025) išplečia BIM sampratą pabrėždami, kad BIM turėtų būti suvokiamas ne taip kaip programinė įranga, bet kaip projekto valdymo metodologija, grindžiama bendradarbiavimu, duomenų integracija ir sprendimų priėmimo skaitmenizavimu. Autoriai nurodo, kad BIM sujungia visus projekto dalyvius į bendrą skaitmeninę aplinką, užtikrina informacijos atnaujinimą realiuoju laiku, ankstyvojoje projekto stadijoje leidžia identifikuoti projekto, planavimo ir koordinavimo klaidas.

Toks požiūris leidžia BIM vertinti kaip organizacinį ir valdymo pokytį, o ne tik techninę inovaciją.

Pérezas ir kt. (2024) BIM apibūdina kaip integruotą skaitmeninę metodologiją, leidžiančią valdyti ir koordinuoti statybos projekto informaciją viso jo gyvavimo ciklo metu. Straipsnyje pabrėžiama, kad BIM taikymas padeda anksti identifikuoti projektavimo ir planavimo problemas, gerina komunikaciją tarp projekto dalyvių bei leidžia efektyviau valdyti laiką ir kaštus, taip pat mažinti statybos projektų vėlavimo riziką. Autoriai teigia, kad, BIM nėra vien tik programinė įranga – tai integruota metodologija, kuri apima skaitmeninių modelių kūrimą, informacijos valdymą viso projekto gyvavimo ciklo metu, bendradarbiavimą tarp projekto dalyvių.

Taigi apibendrinant autorių mintį, BIM apibūdinamas kaip bendras informacinis pagrindas, kuris ypač svarbus siekiant išvengti vėlavimų.

Almayyahi su bendraautorais (2025) BIM pirmiausia laiko skaitmenine sistema, leidžiančia kurti, valdyti ir dalintis statybos projekto informacija per visą projekto gyvavimo ciklą. Autoriai pabrėžia, kad BIM nėra tik 3D modelis, bet duomenimis grįstas procesas, apimantis geometrinius duomenis, technines specifikacijas, laiko (grafiko) informaciją, kaštų ir išteklių duomenis.

Almayyahi ir kt. (2025) teigia, kad informacinis modelis suvokiamas kaip centralizuotas informacijos šaltinis, kuris mažina informacijos fragmentaciją – vieną pagrindinių vėlavimų priežasčių. Straipsnyje BIM apibūdinamas kaip integruota skaitmeninė informacijos valdymo sistema, leidžianti centralizuotai valdyti statybos projekto duomenis, gerinti tarpdisciplininį koordinavimą ir anksti identifikuoti galimus vėlavimo veiksnius. Autoriai pabrėžia, kad BIM taikymas padeda efektyviau valdyti laiką ir kaštus, gerina komunikaciją tarp projekto dalyvių ir mažina projektavimo bei planavimo klaidas, kurios yra viena pagrindinių statybos projektų vėlavimo priežasčių.

Kiek kitokią sampratą apie statinio informacinį modeliavimą pateikia Abanda su bendraautorais (2025). Autoriai BIM apibrėžia kaip sudėtingą informacijos valdymo sistemą statybų projektų cikle, kurią sudaro konceptualūs elementai (sąvokos), standartai ir protokolai, procesai ir veiklos, žmonės ir jų atsakomybės, technologijos, kurios palaiko bendradarbiavimą ir mainus.

Taigi autoriai išplečia BIM sampratą nuo tradiciškai suvokiamo tik kaip skaitmeninio modelio ar 3D informacijos rinkinio iki funkcionalių žinių ir procesų valdymo pagrindų, kurie yra suderinami ir mašininio būdu apdorojami.

Straipsnyje teigiama, kad BIM negali būti tinkamai suprantamas vien per standartus ar specifikacijas, jeigu nėra aiškių sąvokų ir jų tarpusavio ryšių. Taip pat rašoma, kad BIM diegimą statybos sektoriuje stabdo ribotas supratimas apie jo koncepcijas, protokolus bei sudėtingą procesų, žmonių ir technologijų tarpusavio sąveiką (Abanda et al., 2025).

2.2. Statinio informacinio modeliavimo taikymo statyboje teorinės perspektyvos ir strateginė analizė

Skaitmeninės technologijos statybos sektoriuje taikomos vis plačiau, todėl skaitmeninės statybos sprendimai kasmet tampa aktualesni tiek viešuosiuose statybos projektuose, tiek konkrečiuose statybos objektuose.

Statybos procesų skaitmenizavimas padeda didinti veiklos efektyvumą, gerinti darbų kokybę ir užtikrinti tikslesnį informacijos perdavimą tarp projekto dalyvių. Vėl „Skaitmeninė statyba“ siekia, kad įmonės visuose statybos proceso etapuose vadovautųsi bendrais duomenų, brėžinių ir informacijos pateikimo principais. Naudojant bendrą standartizuotą skaitmeninės statybos kalbą, sudaromos palankesnės sąlygos išvengti klaidų, defektų ir projekto įgyvendinimo vėlavimų.

Statybos projektų vykdymas ir jų vėlavimo priežastys yra labai įvairios ir dažnai tarpusavyje susijusios. BIM gali padėti identifikuoti, analizuoti ir netgi išvengti kai kurių šių priežasčių. Tačiau BIM savaime nėra stebuklinga priemonė, kuri išspręstų visas problemas.

Pateikiama keletas pagrindinių statybos projektų vėlavimo priežasčių ir kaip BIM gali padėti jas valdyti ar mažinti:

- Netinkamas darbų ar projektų planavimas (Doukari et al., 2022; Rehman et al., 2025): netinkamas darbų sekos planavimas, nepakankamas išteklių numatymas, netikslus laiko vertinimas. BIM leidžia kurti detalius projektų modelius, išryškinti jų kolizijas, simuliuoti statybų procesą ir optimizuoti darbų seką, identifikuojant potencialius konfliktus ir vėlavimus ankstyvoje projekto stadijoje.
- Išteklių trūkumas (Pham et al., 2024; Rehman et al., 2025): trūksta kvalifikuotų darbuotojų, įrangos ar medžiagų. BIM padeda geriau prognozuoti išteklių poreikį, optimizuoti jų panaudojimą ir planuoti užsakyimus iš anksto.
- Neefektyvus bendravimas (Bhonde et al., 2026): prastas bendravimas tarp projekto dalyvių, dėl to kyla nesusipratimų ir klaidų. BIM veikia kaip bendra duomenų platforma visiems projekto dalyviams, leidžiant jiems dirbti su tuo pačiu modeliu ir realiuoju laiku matyti pakeitimus. Vėlavimų dažniausiai kyla dėl informacijos trūkumo, neefektyvios komunikacijos ir technologinių nesuderinamumų. BIM suteikia bendrą, nuolat atnaujinamą informacijos bazę, gerina duomenų perdavimą ir koordinaciją, taip sumažindamas projekto terminų pažeidimus.
- Netikėti įvykiai (Schuldt et al., 2021): oro sąlygos, netikėtos techninės problemos, avarijos. Nors BIM negali

visiškai išvengti netikėtų įvykių, jis gali padėti geriau pasiruošti ir greičiau reaguoti į juos, nes projekto informacija yra centralizuota ir lengvai prieinama.

- Blogas projekto valdymas (Wang & Chen, 2023): netinkamas projekto vadovavimas, nepakankamas kontrolės mechanizmų taikymas. BIM teikia įrankius projekto pažangos stebėjimui, rizikų vertinimui ir efektyvesniam valdymui.

Įsigilinus į BIM modelio sistemą, galima būtų išskirti tokias pagrindines naudas projektuotojui (Pavlovskis et al., 2015):

- Aiškesni projektavimo reikalavimai.
- Didesnis standartinių detalių panaudojimas.
- Vyksta sklandesnis bendradarbiavimas su klientais, rangovais, gamintojais.
- Mažiau projektavimo klaidų ir greičiau aptinkami susikirtimai.
- Tiksliu nustatomi konstrukcijų ir medžiagų kiekiai.
- Greitesnis ir tikslesnis idėjos realizavimas.

3. Statinio informacinio modeliavimo taikymo statybos projektų valdymo procese galimybės

Šiame skyriuje analizuojamos BIM technologijos taikymo galimybės statybos projektų valdymo procese, akcentuojant jų poveikį projektų efektyvumui, planavimo tikslumui ir vėlavimų mažinimui. Nagrinėjama, kaip BIM sprendiniai gali prisidėti prie geresnio darbų koordinavimo, realiojo laiko informacijos valdymo, projektavimo klaidų mažinimo, kolizijų nustatymo.

Remiantis mokslinės literatūros analize, skyriuje aptariami pagrindiniai BIM technologijos privalumai ir taikymo iššūkiai, vertinama BIM nauda statybos projektų planavimui, vykdymui atkreipiant dėmesį į technologijos diegimo apribojimus.

3.1. Statinio informacinio modeliavimo technologijos pritaikymas vėlavimo priežastims sumažinti

BIM yra transformuojantis įrankis, kuris pagerina statybos efektyvumą koordinuojant darbo eigą, sumažina statybos vėlavimus ir maksimaliai padidina išteklių panaudojimą. Įgyvendinant BIM įvairiuose statybos etapuose, pvz., projektavimo ir vykdymo (Pérez et al., 2024), buvo įrodyti matomi pagerėjimai sąnaudų kontrolės ir planavimo srityse, taip pat klaidų mažinimo srityje. Ismail ir kt. (2025), remdamiesi temine ir lyginamąja antrinių šaltinių analize, aprašo, kaip BIM padeda didinti efektyvumą.

Pérezas su bendraautorais (2024) teigia, kad pagrindinis BIM privalumas pasireiškia tada, kai jis sumažina projekto vėlavimus, naudodamas realiojo laiko stebėjimo galimybes ir automatizuotus grafikus, kurie pagerina suinteresuotųjų šalių koordinavimą. BIM įdiegimas sutrumpina projekto trukmę 14–25 procentais, priklausomai nuo skirtingų projekto savybių (Pérez et al., 2024).

Pagrindiniai veiksniai, skatinantys efektyvumą siekiant sumažinti vėlavimus, pateikti 1 lentelėje (Ismail et al., 2025).

1 lentelė. BIM poveikis, leidžiantis sumažinti projektų vėlavimus (Ismail et al., 2025)

Projekto veiksnys	Vėlavimų sumažėjimas (%)
Patobulintas planavimas su 4D BIM	30 %
Kliūčių aptikimas ir projektavimo optimizavimas	25 %
Administracinių užduočių automatizavimas	18 %

Ismailas ir kt. (2025) teigia, kad statybos darbai užtrunka visų pirma dėl to, kad įvairūs statybos elementai, tokie kaip pamatai, elektros ir santchnikos sistemos, sukelia tarpusavio kolizijas. Autorių teigimu, BIM sumažina vėlavimus ir pakartotinius darbus, nes turi integruotas kolizijų nustatymo priemones, kurios aptinka statybos konfliktus dar prieš pradėdant statybos darbus.

Ismailas ir kt. (2025) mano, kad BIM pagrįsti kolizijų aptikimo metodai kartu su tinkamomis sprendimo technika leidžia išvengti iki 30 % (žr. 2 lentelę) statybos darbų perdarymo, kuris paprastai sukelia nuolatinius vėlavimus dėl problemų statybvietėje ir vėlesnių remonto darbų.

2 lentelė. BIM pagalba mažinant planavimo klaidas (Ismail et al., 2025)

Planavimo veiksniai	Klaidų mažinimas (%)
Kolizijų nustatymas prieš statybos darbus	30 %
Realiojo laiko tvarkaraščių koregavimas	25 %
Patobulintas išteklių paskirstymas	20 %

3 lentelė. BIM technologijos privalumai ir trūkumai (sudaryta autoriaus remiantis mokslinės literatūros šaltiniais)

Pagrindiniai privalumai	Pagrindiniai trūkumai
Tvarkaraščių koregavimas realiuoju laiku, 34,4 % tikslumo padidėjimas ir 13 % kainų prognozės patikimumas (Armaki et al., 2025).	Reikalauja aukštos kokybės, dažnai atnaujinamų produktyvumo duomenų, mažesnė įmonė gali nesugebėti jų surinkti (Armaki et al., 2025).
Integruoti BIM, DES ir SD suteikia visapusišką projekto modeliavimą (Armaki et al., 2025).	Sudėtingų skaičiavimų poreikis ir BIM brandos lygis būtinas, todėl įgyvendinimas brangus mažoms ir vidutinėms įmonėms (Armaki et al., 2025).
Centralizuota 3D informacija supaprastina duomenų perdavimą, sumažina rankinį darbą ir klaidas (Vaičiulytė, 2021).	Reikalauja darbuotojų mokymų ir kultūrinio pokyčio, kitaip įgyvendinimas yra lėtas (Vaičiulytė, 2021).
1,5 metų atsipirkimo laikotarpis ir geresnis turto valdymas per visą gyvavimo ciklą (Vaičiulytė, 2021).	Mokymų ir kompetencijų trūkumas slopina praktinį įsisavinimą (Torres et al., 2025).
BIM technologijos padeda integruoti BIM su FM programomis, didinant priežiūros efektyvumą (Vaičiulytė, 2021).	Sistemų suderinamumo problemos ir bendrų politikos gairių trūkumas (Torres et al., 2025).
BIM gerina koordinaciją, ankstyvą susikirtimų aptikimą ir leidžia 4D ir 5D simuliacijas (Torres et al., 2025).	Duomenų suderinamumo problemos, didelės programinės įrangos licencijavimo išlaidos (Torres et al., 2025).
Integracija su DI ir duomenų valdymu didina planavimo tikslumą ir rizikos valdymą (Torres et al., 2025).	Mokymosi poreikis (Torres et al., 2025).
Skatina tvarų tiekimo grandinės valdymą ir produktyvumą (Torres et al., 2025).	Reikalauja nuoseklaus duomenų atnaujinimo ir standartizuotų darbo procesų (Torres et al., 2025).
4D BIM kartu su VR padidina planavimo tikslumą (89 %) ir greitį (30 %) (Torres et al., 2025).	Techninės integracijos sunkumai, specializuotų įrankių poreikis (Torres et al., 2025).

3.2. Statinio informacinio modeliavimo privalumai ir trūkumai

Statybos ir projektavimo sektorius pastaraisiais dešimtmečiais sparčiai keičiasi, diegiant skaitmenines technologijas, kurios leidžia efektyviau valdyti projektų procesus, išteklius ir informaciją. Tradiciniai projektavimo ir statybos metodai palaipsniui užleidžia vietą integruotiems, duomenimis grįstiems sprendimams, kurie užtikrina didesnę tikslumą, skaidrumą ir bendradarbiavimą tarp projekto dalyvių. Viena iš svarbiausių inovacijų šioje srityje – statinio informacinis modeliavimas (BIM).

Skaitmeniniame statinio modelyje kaupiami ir tarpusavyje susiejami architektūriniai, konstrukciniai, inžineriniai, ekonominiai bei eksploataciniai duomenys. Toks informacijos centralizavimas sudaro prielaidas efektyvesniam sprendimų priėmimui, klaidų ir neatitikimų mažinimui, geresniam darbų koordinavimui bei tikslesniam kaštų ir terminų planavimui.

Tačiau, nepaisant reikšmingų privalumų, BIM diegimas taip pat kelia tam tikrų iššūkių. Organizacijoms tenka investuoti į programinę įrangą, darbuotojų mokymą, procesų pertvarką bei naujų darbo metodų įsisavinimą. Be to, sėkmingas BIM taikymas reikalauja aukšto lygio bendradarbiavimo ir aiškiai apibrėžtų atsakomybių tarp visų projekto dalyvių.

Išanalizavus literatūros šaltinius, 3 lentelėje pateikiami apibendrinti pagrindiniai BIM technologijos privalumai ir trūkumai, siekiant objektyviai įvertinti jos taikymo galimybes, praktinę naudą bei galimus apribojimus statybos projektų valdymo ir įgyvendinimo procese.

Apibendrinant galima teigti, kad skaitmeninių technologijų integracija į statybos projektų valdymą reikšmingai prisideda prie planavimo tikslumo, statybos procesų

koordinavimo, projekto efektyvumo bei duomenų valdymo gerinimo. BIM ir dirbtinio intelekto integracija sudaro prielaidas efektyvesniam projektų rizikų vertinimui ir valdymui. BIM technologija suteikia galimybę realiuoju laiku atnaujinti ir valdyti projekto informaciją, mažinti klaidų tikimybę, optimizuoti sprendimų priėmimo procesus bei užtikrinti efektyvesnį projekto valdymą viso jo gyvavimo ciklo metu.

Kita vertus, BIM technologijos diegimą riboja didelės pradinės investicijos, sudėtingi techniniai reikalavimai, duomenų suderinamumo problemos bei kvalifikuotų specialistų trūkumas. Be to, organizacijoms būtina užtikrinti nuolatinį darbuotojų kompetencijų tobulinimą, standartizuotų darbo procesų taikymą ir reguliarių duomenų atnaujinimą. Nors integruotos skaitmeninės technologijos suteikia reikšmingą naudą statybos sektoriui, jų sėkmingam įgyvendinimui būtinas tinkamas organizacinis pasirengimas, pakankami finansiniai ištekliai bei aukštos kvalifikacijos specialistai.

4. Statybos projektų vėlavimo priežasčių ir statinio informacinio modeliavimo taikymo empirinė analizė

Šiame skyriuje yra atliktas empirinis tyrimas, kurio tikslas – išanalizuoti statybos projektų vėlavimo priežastis bei įvertinti statinio informacinio modeliavimo (BIM) technologijos taikymo galimybes identifikuojant ir analizuojant šias priežastis. Įgyvendinant statybos projektus dažnai susiduriama su įvairiais iššūkiais, kurie gali turėti įtakos projekto terminams, finansiniams ištekliams ir galutinei projekto kokybei. Viena iš dažniausiai pasitaikančių problemų statybos sektoriuje yra projektų vėlavimas, kuris gali atsirasti dėl projektavimo klaidų, nepakankamo skirtingų projekto dalių suderinamumo, komunikacijos trūkumų tarp projekto dalyvių ar sudėtingų projektų derinimo procesų.

Norint išsiaiškinti statybos projektų vėlavimo priežastis, buvo atliktas kokybinis tyrimas, leidžiantis išsamiau atskleisti nagrinėjamo reiškinio ypatumus bei įvertinti statinio informacinio modeliavimo (BIM) technologijos taikymo galimybes. Tyrimo metu duomenims rinkti pasirinkta ekspertinė apklausa (ekspertinio interviu metodas), orientuota į statybos sektoriaus dalyvius – savo srityse dirbančius specialistus, turinčius skirtingą profesinę patirtį ir užimančius įvairias pareigas.

Skyriuje pateikiami atlikto tyrimo rezultatai, atliekama jų analizė bei interpretacija, siekiant identifikuoti pagrindinius statybos projektų vėlavimą lemiančius veiksnius ir įvertinti BIM technologijos įtaką projektavimo bei statybos procesų efektyvumui.

4.1. Ekspertinio interviu metodas

Interviu yra vienas dažniausiai taikomų kokybinių duomenų rinkimo metodų, leidžiančių gauti išsamią informaciją apie ekspertų patirtį, nuomonę ir vertinimus (Gaižauskaitė ir Valavičienė, 2016). Kaip teigia autorės, bendriausia prasme interviu yra bendravimo tarp tyrėjo (duomenų rinkėjo) ir tyrimo dalyvio (duomenų teikėjo) forma, o pokalbis vyksta užduodant klausimus ir į juos atsakant.

Tyrimo duomenims surinkti buvo pasirinktas ekspertinis interviu. Tai yra vienas iš kokybinių duomenų rinkimo metodų, leidžiantis gauti išsamią informaciją iš tam tikros srities specialistų, turinčių praktinės patirties nagrinėjamoje srityje. Šis metodas dažnai taikomas siekiant įvertinti sudėtingus profesinės veiklos procesus bei identifikuoti praktikoje pasitaikančias problemas (Gaižauskaitė ir Valavičienė, 2016).

Kokybiniame ekspertiniame tyrime nėra nustatyto universalios minimalaus apklaustųjų skaičiaus, nes imties pakankumas vertinamas pagal ekspertų kompetenciją, tyrimo tikslą. Šiame tyrime 15 ekspertų imtis laikyta pakankama, nes buvo atstovaujamos dvi pagrindinės statybos proceso dalyvių grupės: 8 rangovinių arba statybos valdymo įmonių atstovai ir 7 projektavimo organizacijų specialistai.

Tyrimo dalyvavo statybos sektoriaus specialistai, dirbantys rangovinėse arba statybos valdymo (valdytojos) statybos įmonėse ir projektavimo organizacijose. Apklausa yra atlikta 2025 m. rugpjūčio – 2026 m. kovo laikotarpiu. Iš viso dalyvavo 15 ekspertų, kurie tiesiogiai dalyvauja statybos projektų planavimo, projektavimo ir įgyvendinimo procesuose, todėl jų profesinė patirtis leidžia įvertinti praktikoje pasitaikančias statybos projektų vėlavimo priežastis. Tyrimo dalyviai užima įvairias pareigas – projektų vadovo, statinio statybos vadovo, projektų inžinieriaus, architekto, konstruktoriaus ir kitų projektavimo bei statybos specialistų. Skirtingos ekspertų profesinės funkcijos sudaro prielaidas nagrinėjamą problematiką analizuoti iš skirtingų statybos projekto dalyvių perspektyvos.

Informacijai gauti iš skirtingų statybos projekto dalyvių grupių buvo parengti du atskiri interviu klausimynai: vienas skirtas rangovinių ar statybos valdymo – valdytojų, statybos įmonių atstovams, kitas – projektavimo organizacijų specialistams. Toks tyrimo struktūravimas sudarė galimybę palyginti skirtingų statybos dalyvių požiūrį į statybos projektų vėlavimo priežastis, projektavimo sprendinių kokybę bei statinio informacinio modeliavimo technologijos taikymą projektų valdymo procese.

Interviu klausimai buvo parengti remiantis mokslinės literatūros analize ir statybos projektų valdymo praktika. Ekspertams buvo pateikti klausimai apie jų profesinę patirtį, naudojamas projektavimo ir projektų valdymo priemones, įgyvendinant statybos projektus kylančius iššūkius bei statinio informacinio modeliavimo technologijos taikymo praktiką. Taip pat siekta išsiaiškinti ekspertų nuomonę apie dažniausiai pasitaikančias statybos projektų vėlavimo priežastis, tarp kurių minimos projektinių sprendinių klaidos, projekto pakeitimai statybos metu, projekto dalių tarpusavio nesuderinamumas, komunikacijos trūkumai tarp projekto dalyvių bei sudėtingi projektų derinimo su institucijomis procesai.

Tyrimo metu surinkti duomenys buvo susisteminti ir analizuojami siekiant identifikuoti pagrindines statybos projektų vėlavimo priežasčių grupes bei įvertinti statinio informacinio modeliavimo technologijos taikymo galimybes šių problemų identifikavimui ir prevencijai. Tyrimo rezultatai leidžia geriau atskleisti statybos projektų

įgyvendinimo metu kylančius iššūkius bei įvertinti skaitmeninių technologijų vaidmenį efektyvinant statybos projektų planavimo ir valdymo procesus.

Ekspertų atsakymai buvo analizuojami juos sisteminant pagal pasikartojančias temas ir problemas. Pirmiausia atsakymai buvo susisteminti pagal septynis klausimyno segmentus: ekspertų charakteristiką, taikomas darbo priemonės, kompetencijas, projektų įgyvendinimo problemas, BIM taikymo praktiką, BIM vertinimą ir BIM tobulinimo galimybes. Toliau atsakymuose buvo išskirti pasikartojantys prasmieniai vienetai, jie sugrupuoti į temas ir apibendrinti SSGG analizės forma. Tokia analizės eiga leido palyginti rangovų ar statybos valdymo įmonių ir projektuotojų požiūrius.

Klausimai buvo suskirstyti į septynis teminius segmentus (vadinamąsias kategorijas), kurie leido nuosekliai analizuoti ekspertų profesinę patirtį, naudojamas technologijas, projektų įgyvendinimo problemas, BIM technologijos taikymą ir vertinimą.

1 segmentas. Ekspertų charakteristika. Pirmasis klausimų segmentas buvo skirtas ekspertų profesinei charakteristikai nustatyti. Projektavimo organizacijų specialistams buvo pateikti klausimai apie jų darbovietę, užimamas pareigas bei darbo patirtį projektuotojo veikloje.

2 segmentas. Taikomos darbo priemonės ir procesų valdymas. Antrajame klausimų segmente buvo siekiama išsiaiškinti, kokias darbo priemones, technologijas ir projektų valdymo sistemas ekspertai naudoja savo veikloje.

3 segmentas. Kompetencijos ir kvalifikacijos tobulinimas. Trečiajame segmente buvo analizuojamas ekspertų kvalifikacijos kėlimas ir kompetencijų ugdymas. Tiek projektuotojams, tiek rangovams buvo pateikti klausimai apie dalyvavimą mokymuose.

Papildomai rangovinių įmonių atstovų buvo klausama apie organizacijos investiciją į darbuotojų ugdymą ir naujų technologijų, ypač BIM, įsisavinimą.

4 segmentas. Projektų įgyvendinimo problemos ir vėlavimo priežastys. Ketvirtasis klausimų segmentas buvo skirtas identifikuoti statybos projektų įgyvendinimo metu kylančias problemas ir vėlavimo priežastis.

5 segmentas. BIM technologijos taikymo praktika. Penktajame segmente buvo nagrinėjamas BIM technologijos taikymas praktikoje.

6 segmentas. BIM vertinimas ir reikšmė. Šeštajame segmente buvo analizuojamas ekspertų požiūris į BIM technologiją ir jos reikšmę statybos bei projektavimo procesams. Ekspertai vertino BIM technologijos naudą, svarbą bei dabartinį jos taikymo lygį rinkoje. Projektuotojai taip pat vertino bendrą technologijų svarbą projektų kokybei bei pateikė siūlymus dėl tobulinimo.

7 segmentas. BIM tobulinimo galimybės ir problema. Paskutiniame klausimų segmente buvo siekiama išsiaiškinti BIM technologijos tobulinimo galimybes bei praktinius jos taikymo iššūkius. Projektuotojai buvo klausiami apie galimybes plačiau pritaikyti BIM technologiją projektų kokybei gerinti, o rangovai – apie sunkumus, su kuriais susiduria ją taikydami.

4.2. Statinio informacinio modeliavimo taikymo projektavimo ir statybos procesuose SSGG analizė

Atlikus ekspertų interviu, kurio metu buvo apklausta 15 statybos sektoriaus ekspertų (8 rangovai arba valdytojai ir 7 projektuotojai), gauti duomenys susisteminti į SSGG matricą. SSGG matrica (žr. 4 lentelę) parengta pagal bendrus kriterijus remiantis tiek rangovų, tiek projektuotojų pateiktais atsakymais. Analizė leidžia identifikuoti vidinius ir išorinius veiksnius, darančius įtaką projektų vėlavimui bei BIM technologijos efektyvumui.

Kompleksiškai įvertinus abiejų grupių požiūrius (žr. 4 lentelę), formuojasi nuoseklus Lietuvos statybų sektoriaus paveikslas. Klaidų identifikavimas ir bendrų duomenų aplinkų nauda yra neginčijami stiprieji BIM faktoriai, sukuriantys skaidrumą tarp visų projekto dalyvių. Tai skatina pozityvų požiūrį į ateities technologijas, tačiau dabartinis taikymo lygis vis dar yra „hibridinis“. Pagrindinis stabdys vėlavimams mažinti yra specialistų trūkumas ir dubliuojantis darbas, kai dėl teisių reikalavimų privaloma lygiagrečiai rengti ir 2D, ir 3D dokumentaciją. Šis neefektyvumas neleidžia iki galo išnaudoti technologinio greičio.

4 lentelė. Sisteminė projektuotojų ir rangovų nuomonių sinergija mažinant projektų vėlavimus taikant BIM SSGG analizę (sudaryta autoriaus)

Stiprybės (S) Projektinių sprendinių klaidų identifikavimas. Bendrų duomenų aplinkų (CDE) nauda. Pozityvus požiūris į technologijų ateitį. Duomenų tikslumas ir skaidrumas. Erdvinė vizualizacija priimančias sprendimus. Informacijos kaupimas ateičiai.	Silpnybės (S) Kompetencijų ir specialistų trūkumas. Dubliuojantis darbas (2D ir 3D). Investicijų ir tiesioginės naudos balansas. Programinės įrangos fragmentacija. Formalus BIM reikalavimų vykdymas. Sisteminę mokymų trūkumas.
Galimybės (G) Skaitmenizacijos plėtra ir popieriaus atsisakymas. AI integracija automatizuotai kontrolei. Rinkos skaidrumo didinimas. Standartizuotų LOD įvedimas. Statybos kokybės ir tvarumo augimas. Nuotolinis progreso stebėjimas.	Grėsmės (G) Valstybės institucijų lėtumas. Teisinės bazės stagnacija. Išoriniai instituciniai vėlavimai. Finansinis ir ekonominis nestabilumas. Technologinis pasipriešinimas. Kibernetinis ir duomenų saugumas.

Gauti duomenys patvirtina, kad didžiausia vėlavimų rizika yra sisteminė. Valstybės institucijų lėtumas, teisinės bazės stagnacija ir bendras rinkos dalyvių supratimo trūkumas suformuoja aplinką, kurioje technologškai pažangūs sprendimai praranda savo laiko taupymo efektą dėl išorinių kliūčių. Galimybės, tokios kaip DI integracija ar standartizuotų LOD (detalumo lygių) įvedimas, yra matomos kaip kelias į skaidresnę rinką, tačiau tam būtinas proveržis ne tik privačiame sektoriuje, bet ir valstybinio reguliavimo srityje, užtikrinant duomenų saugumą ir procesų nuoseklumą.

Atlikus SSGG analizę ir įvertinus pagrindinius vidinius ir išorinius veiksnius tikslinga atlikti jų sąveikos analizę. Tolesniu analizės žingsniu numatomas atsakymas į keturis klausimus:

1. Ar stiprybės leis panaudoti palankias galimybes?

Tyrimo duomenys rodo, kad sukauptos vidinės stiprybės yra esminis prielaidų rinkinys tolimesnei skaitmenizacijai. Projektinių sprendinių klaidų identifikavimas ir erdvinė vizualizacija priimant sprendimus suformuoja kokybišką duomenų visumą, kuri yra būtina norint, kad realizuotųsi AI integracija automatizuotai kontrolei. Be to, įsisavinta bendrų duomenų aplinkų (CDE) nauda tiesiogiai įgalina skaitmenizacijos plėtrą ir perėjimą prie visiško popieriaus atsisakymo. Galima teigti, kad stiprybės veikia kaip technologinis pagrindas, leidžiantis įmonėms ne tik prisitaikyti prie rinkos tendencijų, bet ir aktyviai prisidėti prie didesnio rinkos skaidrumo kūrimo.

2. Ar stiprybės padės išvengti grėsmių?

Stiprybės efektyviausiai veikia prieš techninio pobūdžio grėsmes, tačiau jų stiprumas prieš sisteminius barjerus yra ribotas. Duomenų tikslumas ir skaidrumas, informacijos kaupimas ateičiai leidžia pagerinti kibernetinio saugumo rizikas, nes struktūrinti duomenys yra lengviau valdomi ir atsekami. Taip pat projektinių sprendinių klaidų identifikavimas padeda išvengti nplanuotų išlaidų, taip amortizuojant finansinį ir ekonominį nestabilumą. Vizualizacijos ir skaidrumo stiprybės kol kas nepajėgios visiškai panaikinti valstybinių institucijų lėtumo, nes institucinis mechanizmas vis dar teikia pirmenybę tradiciniams 2D, o ne skaitmeniniams derinimo metodams.

3. Ar silpnybės netrukdyt panaudoti palankias galimybes?

Identifikuotos silpnybės veikia kaip pagrindinis stabdys technologiniam proveržiui. Kritinė kompetencijų ir specialistų trūkumo silpnybė tiesiogiai trukdo AI integracijai automatizuotai kontrolei ir standartizuotų LOD įvedimui, nes net ir pažangiausi įrankiai negali būti efektyviai išnaudoti be kvalifikuotų specialistų. Taip pat dubliuojantis darbas (2D ir 3D) sulaiko statybos sektorių nuo skaitmenizacijos plėtos ir popieriaus atsisakymo, kurio resursai eikvojami pertekliniams procesams, užuot investavus į procesų automatizavimą. Kol nebus vienos bendros programinės įrangos, galimybė pasiekti aukštą rinkos suderinamumą išliks ribota.

4. Ar silpnybės netrukdyt išvengti grėsmių?

Silpnybės reikšmingai padidina organizacijų pažeidžiamumą išorinių grėsmių atžvilgiu. Sistemingų mokymų trūkumas tiesiogiai maitina technologinį pasipriešinimą, t. y. darbuotojai, neturėdami reikiamų žinių, tampa skeptiški naujovėms, procesų pasikeitimams. Formalus BIM reikala-

vimų vykdymas susilpnina sektoriaus pozicijas valstybinių institucijų atžvilgiu: kol BIM taikymas bus tik kaip formalumas, teisinės bazės stagnacija išliks, nes nebus pakankamo spaudimo iš rinkos dalyvių keisti esamą reglamentavimą.

Šiame straipsnyje atlikta SSGG analizė palyginama su Vaičiulytės (2021) pateikta BIM taikymo SSGG analize. Palyginimas leidžia išryškinti, kad BIM technologijos taikymo privalumai ir ribotumai priklauso nuo statinio gyvavimo ciklo etapo: E. Vaičiulytės tyrime akcentuojama BIM reikšmė eksploatacijos ir pastatų ūkio valdymo stadijoje, o šiame straipsnyje – BIM vaidmuo projektavimo bei statybos procesų valdymo srityje, siekiant mažinti projektų vėlavimus. Taip pagrindžiamas šio tyrimo indėlis, nes BIM taikymas nagrinėjamas ankstesnėje projekto stadijoje, kurioje formuojasi vėlesnių statybos ir eksploatacijos procesų efektyvumo prielaidos.

4.3. Statybos proceso gerinimas taikant statinio informacinio modeliavimo technologijas

Šiame skyriuje formuluojamas skaitmeninio valdymo modelis, kurio paskirtis yra sistemingai identifikuoti ir eliminuoti statybos projektų vėlavimo priežastis. Modelis grindžiamas prielaida, kad statybos procesų efektyvumas priklauso ne vien nuo technologinių sprendimų, tokių kaip BIM įrankių taikymas ir valdymas, bet ir nuo kokybiškai transformuotos institucinės komunikacijos bei nuosekliai užtikrinamo duomenų vientisumo visame projekto gyvavimo cikle.

Tradicionis statybos projektų valdymas dažniausiai pasižymi reaktyviu sprendimų priėmimu, kai problemos sprendžiamos jau joms atsitikus statybos aikštelėje. Toks požiūris lemia ne tik darbo procesų sutrikimus, bet ir reikšmingas prastovas bei finansinius nuostolius. Priešingai, siūlomas modelis remiasi proaktyviu principu, pagal kurį didžiausias dėmesys, resursai ir analitinės pastangos koncentruojami ankstyvosiose projekto vystymo stadijose.

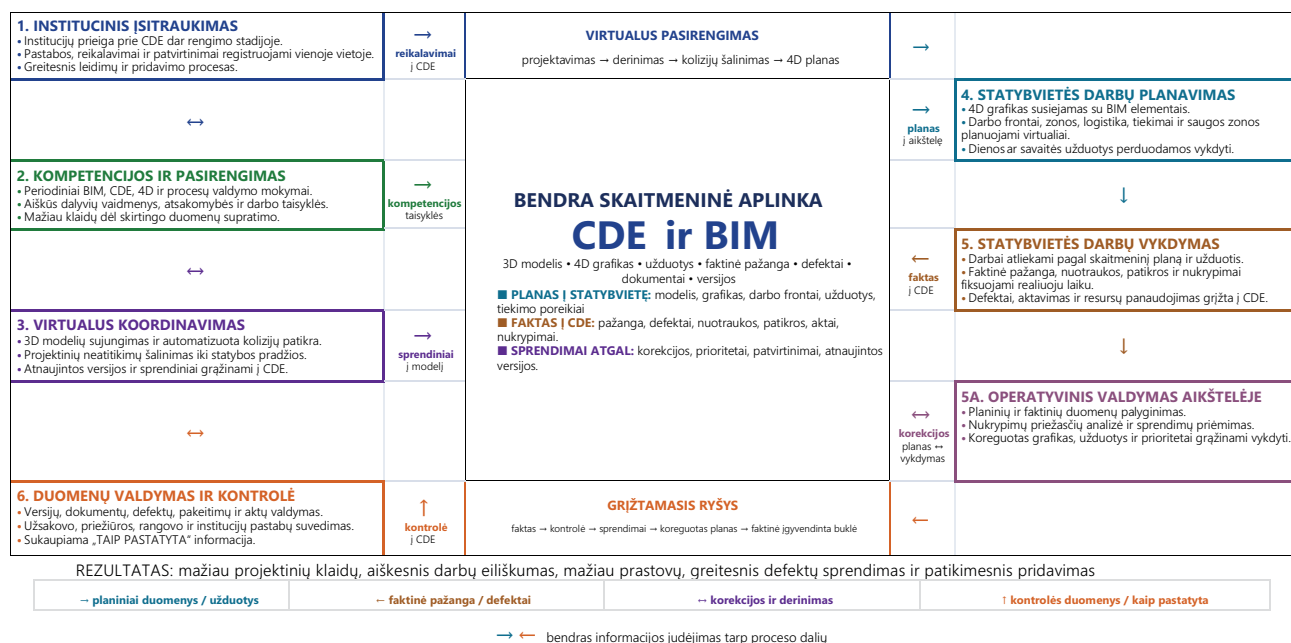
Nagrinėjamu atveju esminė reikšmė teikiama problemoms perkelti į virtualią aplinką, kurioje, pasitelkiant skaitmeninius modelius ir integruotas duomenų sistemas, sudaromos prielaidos ankstyvam rizikų identifikavimui, scenarijų analizei bei sprendimų optimizavimui. Tokiu būdu siekiama sumažinti neapibrėžtumą vėlesniuose projekto etapuose ir užtikrinti sklandesnę statybos procesų įgyvendinimą.

Pateikiamas skaitmeninis valdymo modelis (žr. 5 lentelę), skirtas nuosekliai projekto vystymui, efektyviam dalyvių bendradarbiavimui ir sklandžiai statybos proceso kontrolei užtikrinti:

1. Institucinis įsitraukimas į projekto vystymą. Tarpinstitucinis derinimas.

Valstybinės institucijos yra įtraukiamos į bendrą duomenų aplinką (CDE) dar pradinėje sprendinių rengiamojoje stadijoje. Valstybinėse institucijose yra priskiriami atsakingi asmenys, kuriems yra priskiriama tiesioginė prieiga prie projekto duomenų. Atsakingi asmenys, nelaukdami projekto rengimo pabaigos, gali teikti bendras pastabas ar pastabas projektiniams reikalavimams.

5 lentelė. Integruotas skaitmeninis projektavimo, planavimo ir statybos vykdymo modelis (sudaryta autoriaus)



Toks ankstyvas atsakingų asmenų grįžtamas ryšys leidžia operatyviai koreguoti projektą pagal institucijų pastabas, todėl statybos leidimo gavimo ar statybos pridavimo procesas tampa greitesnis ir labiau nuspėjamas.

2. Kompetencijų užtikrinimas ir nuolatinis tobulėjimas.

Projekto vykdymo sėkmė tiesiogiai priklauso nuo jį įgyvendinančių specialistų kompetencijų. BIM technologijos ir techninė įranga nuolat kinta ir tobulėja, todėl numatomas privalomas periodinis darbuotojų mokymas. Tai apima ne tik inžinerinius įgūdžius, bet ir skaitmeninius raštingumo bei procesų valdymo kompetencijas.

Kompetencijų užtikrinimas apima ne tik statybos aikštelės ir projektuotojų žinias, bet ir viešojo sektoriaus atsakingų asmenų kompetencijas.

3. Virtualus koordinavimas ir planavimas.

Procesas orientuotas į techninių klaidų eliminavimą ir darbų eigos planavimą virtualioje erdvėje. Prieš pradėdant statybos darbus, formuojamas bendras modelis ir atliekama automatizuota klaidų ir kolizijų patikra. Statybos darbų grafikas modeliuojamas taikant 4D ir yra susiejamas su 3D elementais.

Virtuali statybos simuliacija dar virtualioje aplinkoje leidžia išspręsti inžinerinius neatitikimus. Statybos aikštelėje darbai vykdomi be trikdžių, nes nėra poreikio tvarkyti projektines klaidas statybos metu.

4. Duomenų valdymas ir darbų vykdymo kontrolė.

Šiose dalyse yra užtikrinamas nenutrūkstamas informacijos mainų procesas viso statybos vykdymo metu. Visi projekto dalyviai, įskaitant ir valstybinių institucijų specialistus, dirba vienoje bendroje duomenų aplinkoje. Skaitmenizuota darbų ir dokumentacijos kontrolė tiesiogiai leidžia fiksuoti darbus ir defektus realiuoju laiku. Informacija nepasimeta tarp skirtingų statybos dalyvių ir sprendimai priimami greitai.

5. Išvados ir rekomendacijos

Išvados

Atlikus mokslinės literatūros, kitų šaltinių ir ekspertinio interviu analizę nustatyta, kad BIM technologijos taikymas statybos projekto vystymo procese daro teigiamą įtaką projektavimo kokybei ir statybos darbų valdymui, nes leidžia ankstyvose stadijose identifikuoti projektines klaidas ir neatitikimus.

BIM technologija gerina statybos proceso dalyvių tarpusavio komunikaciją, užtikrindama skaidresnį ir operatyvesnį informacijos apsikeitimą.

Ekspertinio interviu ir mokslinės analizės metu nustatyta, kad dažniausios statybos projektų vėlavimo priežastys yra neefektyvi komunikacija tarp dalyvių, projektinės klaidos bei institucijų įsitraukimo ypatumai.

Tyrimo metu nustatyta, kad apklausti vystytojai, rangovai ir projektuotojai BIM technologijos taikymą vertina teigiamai ir įžvelgia jos praktinę naudą statybos procese.

Taip pat nustatyta, kad dauguma ekspertų nepakankamai dėmesio skiria nuolatiniam žinių ir kompetencijų tobulinimui, tai daro tiesioginę įtaką BIM technologijos efektyviam taikymui.

Atlikta SSGG analizė parodė, kad BIM plėtrai įtaką daro tiek išoriniai veiksniai – valstybinių institucijų vaidmuo, technologinė pažanga, tiek vidiniai veiksniai – specialistų ir kompetencijų trūkumas, ribotos įmonių investicijos.

Nustatyta, kad BIM technologijos taikymas sudaro prielaidas mažinti pagrindines statybos projektų vėlavimo priežastis, tokias kaip projektavimo klaidos, netikslus darbų planavimas ir neefektyvi komunikacija.

Ekspertų vertinimu, erdvinis vizualizavimas, kaip viena iš BIM funkcijų, padeda aiškiau suvokti projektinius sprendinius ir prisideda prie efektyvesnio sprendimų priėmimo.

Pateiktas modelis parodo, kad efektyvus statybos valdymas turi būti grindžiamas viena bendra skaitmenine duomenų aplinka, kur sujungiami projektavimo, derinimo, planavimo, darbų vykdymo ir kontrolės procesai.

Rekomendacijos

Statybos įmonėms rekomenduojama nuosekliai diegti BIM technologijas visuose projekto etapuose, ypatingą dėmesį skiriant projektavimo ir planavimo stadijoms, kuriuose nustatytas didžiausias poveikis galutiniams projekto rezultatams.

Atsižvelgiant į SSGG analizėje identifikuotas silpnynes, tikslinga didinti investicijas į darbuotojų kvalifikacijos kėlimą ir BIM kompetencijų ugdymą.

Rekomenduojama organizacijoms rengti aiškias BIM diegimo strategijas, apimančias atsakomybių paskirstymą, informacijos valdymo principus bei procesų standartizavimą.

Atsižvelgiant į nustatytas grėsmes, įmonėms siūloma aktyviau investuoti į BIM technologijų duomenų saugumą, o valstybės institucijoms – labiau įsitraukti į projektų vystymą ankstyvosiose jų stadijose.

Literatūra

- Abanda, F. H., Akintola, A., Tuhaise, V. V., & Tah, J. H. M. (2025). BIM ontology for information management (BIM – OIM). *Journal of Building Engineering*, 107, Article 112762. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2025.112762>
- Almayyahi, S. J. K., Ameen, R. F. M., & Al-Busaltan, S. (2025). Building Information Modelling (BIM) as an efficient solution to Middle Eastern construction project delays. *Engineering, Technology and Applied Science Research*, 15(1), 19484–19491. <https://doi.org/10.48084/etasr.8679>
- Armaki, M. E. G., Shirzadi Javid, A. A., & Omrani, S. (2025). Dynamic BIM-driven framework for adaptive and optimized construction projects scheduling under uncertainty. *Buildings*, 15(17), Article 3004. <https://doi.org/10.3390/buildings15173004>
- Bhonde, D., Zadeh, P., & Staub-French, S. (2026). Characterizing the effects of cloud-based BIM collaboration tools on design coordination processes. *Buildings*, 16(7), Article 1316. <https://doi.org/10.3390/buildings16071316>
- Doukari, O., Seck, B., & Greenwood, D. (2022). The creation of construction schedules in 4D BIM: A comparison of conventional and automated approaches. *Buildings*, 12(8), Article 1145. <https://doi.org/10.3390/buildings12081145>
- Gaižauskaitė, I. ir Valavičienė, N. (2016). *Socialinių tyrimų metodai: kokybinis interviu* (vadovėlis). Registrų centras.
- Ismail, H. E. M., & Abdulhadi, M. A. M. (2025). Evaluating the role of Building Information Modeling (BIM) in minimizing delays and reducing costs in construction projects. *Journal of Engineering Research*, 9(2), Article 21.
- Pavlovskis, M., Antuchevičienė, J., & Migilinskas, D. (2015). Conversion of industrial buildings and areas in terms of sustainable development by using bim technology: Analysis and further developments. *Mokslas – Lietuvos ateitis / Science – Future of Lithuania*, 7(5), 505–513. <https://doi.org/10.3846/mla.2015.846>
- Pérez, Y., Ávila, J., & Sánchez, O. (2024). Influence of BIM and Lean on mitigating delay factors in building projects. *Results in Engineering*, 22, Article 102236. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102236>
- Pham, V. H., Chen, P. H., Nguyen, Q., & Duong, D. T. (2024). BIM-based automatic extraction of daily concrete and formwork requirements for site work planning. *Buildings*, 14(12), Article 4021. <https://doi.org/10.3390/buildings14124021>
- Rehman, I. U., Mazher, K. M., & Wuni, I. Y. (2025). Systematic review of 4D BIM benefits in construction projects. *Results in Engineering*, 28, Article 107091. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.107091>
- Schuldt, S. J., Nicholson, M. R., Adams, Y. A., & Delorit, J. D. (2021). Weather-related construction delays in a changing climate: A systematic state-of-the-art review. *Sustainability* 13(5), Article 2861. <https://doi.org/10.3390/su13052861>
- Torres, K., Sánchez, O., Castañeda, K., Noguera, M., Carrasco-Beltrán, D., Vidal-Méndez, S., & Lozano-Ramírez, N. E. (2025). Exploring the knowledge structure of building information modeling (BIM) adoption in construction scheduling: A bibliometric analysis from 2008 to 2024. *Ain Shams Engineering Journal*, 16(8), Article 103446. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2025.103446>
- Vaičiulytė, E. (2021). Building information model (BIM) use analysis in facilities management. *Mokslas – Lietuvos ateitis*, 13. <https://doi.org/10.3846/mla.2021.13719>
- Skaitmeninė statyba. (2017). *BIM terminų žodyno santrauka*. <https://www.skaitmeninestatyba.lt>
- Wang, T., & Chen, H. M. (2023). Integration of building information modeling and project management in construction project life cycle. *Automation in Construction*, 150, Article 104832. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104832>

APPLICATION OF BIM TO ANALYZE THE CAUSES OF CONSTRUCTION PROJECT DELAYS AND COMPLETIONS

Abstract. This article analyses the significance of Building Information Modeling (BIM) technology for identifying and preventing the causes of delays in construction projects. The research problem is associated with recurring issues in the construction sector, including missed deadlines, design errors, insufficient communication, and delays in institutional approval processes. The aim of the study is to assess the impact of BIM technologies on construction project delays and the project completion process. The article is based on a review of scientific literature and a qualitative expert interview study involving 15 construction sector professionals: 8 representatives of contractors or construction management companies and 7 specialists from design organisations. The results showed that BIM provides the greatest benefits in the areas of early identification of design errors, 3D coordination, common data environments, and 4D planning. At the same time, it was found that the impact of the technology is limited by a lack of specialist competencies, partial implementation of BIM, duplication of work in 2D and 3D environments, and slow institutional approval processes. The article presents an integrated digital model for design, planning, and construction execution based on CDE, BIM, early involvement of institutions, competency development, and feedback from actual project progress.

Keywords: BIM, construction projects, project delays, CDE, 4D planning, SWOT analysis, expert interviews, project management.