

## VIEŠŪJŲ PASTATŲ ĮGYVENDINIMO ANALIZĖ TAIKANT INTEGRUOTO PROJEKTO VYSTYMO METODĄ

Justas AUKŠTIKALNIS<sup>1</sup>, Darius MIGILINSKAS<sup>2</sup>

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva*

*El. paštas: <sup>1</sup>justas.aukstikalnis@stud.vgtu.lt; <sup>2</sup>darius.migilinskas@vgtu.lt*

**Santrauka.** Vis daugiau projektų vystymo įmonių Lietuvoje ir pasaulyje stengiasi sukurti kokybiškesnius projektus, atlikti tikslesnius skaičiavimus, taupyti darbo laiką ir neviršyti statybos projekto biudžeto. Kartu taikant integruoto projekto vystymo (angl. *Integrated Project Delivery*, IPD) ir statinio informacinio modeliavimo (angl. *Building Information Modeling*, BIM) metodologiją, projektų įgyvendinimo procesai tapo greitesni ir kokybiškesni. Visa tai leidžia efektyviai vykdyti projektą, taupyti laiką ir lėšas, nes statybos metu taisyti projektavimo ir priimtų sprendimų klaidas labai brangiai kainuoja ir tai turi tiesioginę įtaką projekto įgyvendinimo terminams. Šiame straipsnyje gilinamasi į projektų vykdymą tradiciniu būdu ir taikant IPD metodologiją, analizuojami realiai įgyvendinti projektai. Pateikiamas dvylikos projektų įgyvendinimo vertinimas tolimesniam investuotojo sprendimui priimti.

**Reikšminiai žodžiai:** *Integrated Project Delivery, Building Information Modeling, įgyvendinimo analizė.*

### Įvadas

Po paskutinės pasaulinės finansų krizės, kai bankrutavo daugybė statybos įmonių, iš esmės pasikeitė požiūris į statybas. Išliko tik tie projektų vystytojai (užsakovai), kurie laiku restruktūrizavo savo įmones ir diegė naujausias ir pažangiausias technologijas. Didžiausias iššūkis vystytojams – įgyvendinti viešosios paskirties projektus, kurie yra skirti visuomenės poreikiams tenkinti ir priklauso viešbučių, administracinės, prekybos, paslaugų, maitinimo, transporto, kultūros, mokslo, gydymo, poilsio, sporto ar religinės paskirties projektų pogrupiui. Patyrę užsakovai vis dažniau reikalauja taikyti IPD (angl. *Integrated Project Delivery*) metodologiją kaip procesą, paremtą labai efektyviu užsakovo, projektuotojo ir rangovo bendradarbiavimu visą projekto gyvavimo ciklą.

Pačioje projekto kūrimo pradžioje įtraukiama kuo daugiau visų projektavimo dalių informacijos, pateiktos bendroje statinio informacinio modelio erdvėje (angl. *Building Information Modeling*, BIM). Ją naudodama IPD komanda gali greičiau pasiekti galutinį rezultatą, kad pastato įgyvendinimo procesas būtų greitesnis ir kokybiškesnis (Kent, Becerik-Gerber 2010). Užsakovas gali siekti maksimaliai išsaugoti vertę tik suprasdamas informacijos svarbą. Technologijų tiekėjai parenka produktus, mažinančius prarandamą laiką ir medžiagų sąnaudas, išlaidas ir didinančius efektyvumą visose projektavimo, gamybos, statybų ir palaikymo fazėse (Pavlovskis *et al.* 2016).

Šiame straipsnyje nagrinėjamas visuomeninių pastatų įgyvendinimas pasaulyje ir Lietuvoje tradiciniu būdu, taikant IPD metodologiją, analizuojami ir vertinami realiai įgyvendinti projektai tolimesniam investuotojo sprendimui priimti.

### Tyrimo objektas ir aprašas

Užsienyje IPD standartiškai apima užsakovą, architektą, rangovą ir subrangovą (1 pav.) (Kraatz *et al.* 2014). Tokia schema funkcionuoja tinkamai, nes architektai yra labai patyrę ir plačių žinių turintys profesionalai. IPD yra naujas pastatų projektavimo ir statybos būdas, kurio darbo santykių pagrindas – bendradarbiauti, dalytis rizika ir atlygiu, atvirai keistis duomenimis. Visi šie principai turi didelę įtaką mažinant kainą, trumpinant projektavimo ir statybos trukmę, mažinant bendrą riziką bei didinant energijos vartojimo efektyvumą ir našumą (Azhar *et al.* 2014). Naujų technologijų, procesų tobulinimo ir kultūrinių pokyčių susiejimas padeda palengvinti tokią aplinką, kurioje užsakovai, architektai, inžinieriai ir rangovai gali efektyviau ankstyvesniame projektavimo ir statybos procese bendradarbiauti siekiant šių tikslų (McGraw Hill Construction 2014; Brioso 2015).

Visi projekto dalyviai turi kartu dažnai ir atsakingai dirbti, kad padėtų išsiaiškinti rūpimus klausimus, pasikonsultuoti ir susitarti. Projekto dalyviai turi dalytis informacija apie naują projektą ir stengtis suprasti užsakovo poreikius

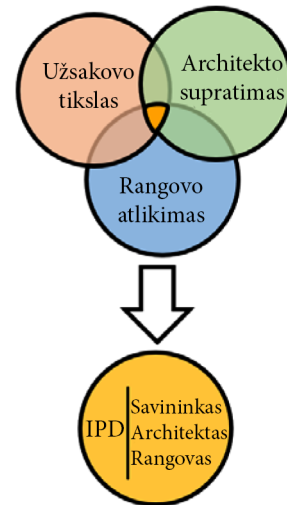
bei išdiskutuoti visas projekto sąlygas. Komandinio darbo principuose turi būti įtvirtinta abipusė pagarba ir pasitikėjimas, abipusė nauda ir atlygis, novatoriškumas bendradarbiaujant, kuo ankstyvesnis svarbiausių dalyvių įtraukimas, ankstyvas tikslų nusibrėžimas, intensyvus planavimas, atviras bendravimas, tinkama technologija, organizuotumas ir vadovavimas.

Lyginant tradicinį ir IPD modelį pagal laiko planavimą IPD modelyje jau nuo koncepcinio modelio kūrimo įtraukiama daugiau projekto dalyvių, kuriems skiriama laiko numatyti visas būsimas problemas ir galimas klaidas. Tai leidžia greičiau sukurti detalius projektus ir anksčiau pradėti statybas. Integruoto projekto dalyviams svarbu daugiau dirbti kartu prie projekto koncepcijos ir projekto vystymo (Jones 2014), svarbu išsiaiškinti projekto apimtį, biudžetą ir atlikimo laiką (Sommer *et al.* 2014).

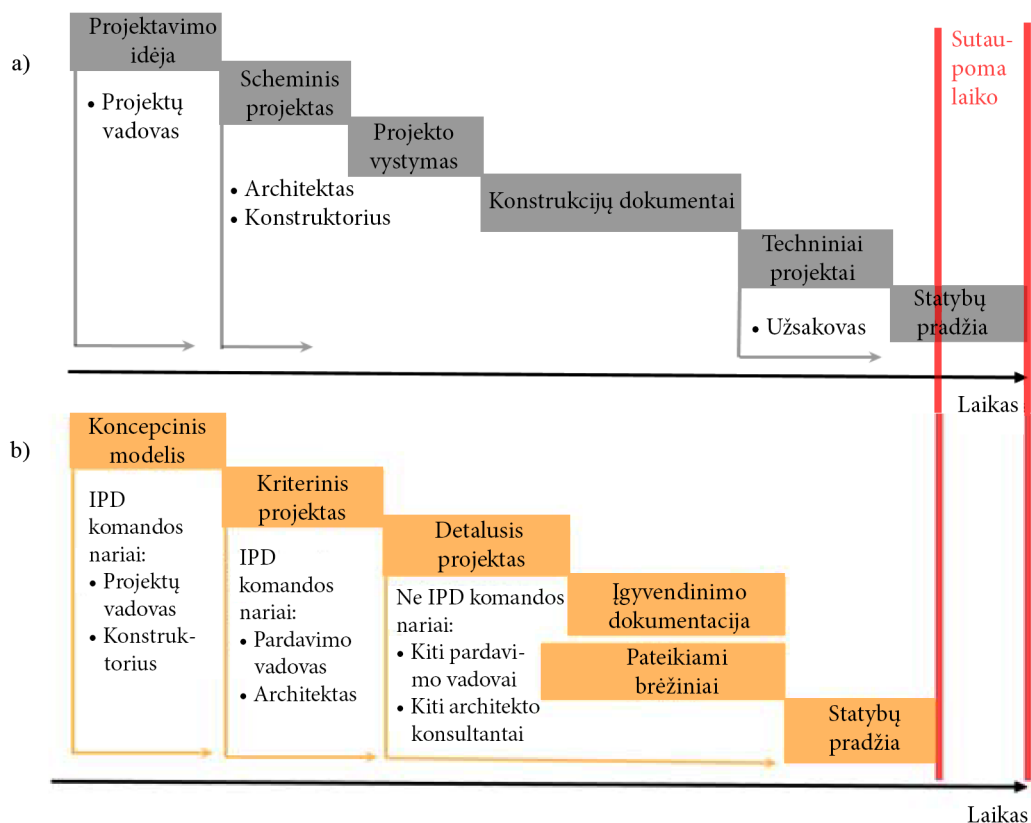
Taigi projekto įgyvendinimas pagal IPD metodologiją leidžia sukurti geresnius, tikslingesnius projektus, taip pat padeda išvengti besikartojančių operacijų, statybų metu įvykstančių klaidų, todėl taupomas darbo laikas ir statybų biudžetas (2 pav.) (Mihic *et al.* 2014).

Integruotas projektavimas apima kompleksinį projektavimą, t. y. statiniai projektuojami kompleksiskai. Nebenaudojami popieriniai brėžiniai ir visa kita 2D

informacija, o dirbama su 3D projekto modeliu. Tai reiškia, kad statinio koncepcijos kūrimo etape dalyvauja ne tik architektas, bet ir visų inžinerinių sistemų projektuotojai, statybos specialistai ir licencijuoti darnios plėtros konsultantai (Pavlovskis *et al.* 2016). Tai leidžia matyti pakeitimus, laiku atlikti būtinus skaičiavimus ir analizes, rasti finansiškai racionaliausius sprendimus, išvengti klaidų,



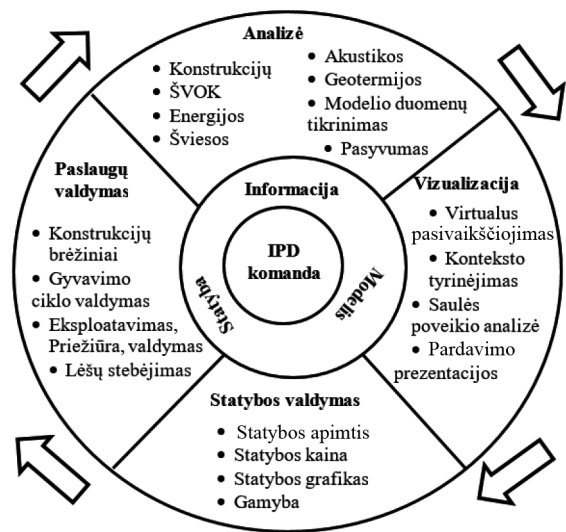
1 pav. Integruoto projekto vystymo dalyviai  
Fig. 1. Structure of participants in integrated project delivery



2 pav. Projekto laiko planavimas: a) tradiciniu būdu; b) taikant IPD metodologiją  
Fig. 2. Time planning of project: a) traditional way; b) using IPD methodology

išanalizuoti ir apskaičiuoti visų alternatyvių sistemų efektyvumą ir finansinį pagrįstumą. Be to, tai leidžia visiems dalyviams naudotis bendra informacija, kuri naudinga ne tik projektuojant, bet parduodant ar eksploatuojant pastatą. Taip visi projekto dalyviai gali ne tik stebėti projekto eigą, numatyti, kiek lėšų buvo skiriama, bet gali numatyti visas eksploatacijos metu patiriamas išlaidas (3 pav.).

Dirbant pagal IPD metodologiją dauguma dalyvių, net nebūdami šalia, yra įsigilinę į projektą. Turimos galimybės ir technologijos leidžia kartu virtualiai suprojektuoti, išbandyti sumanymus ir gauti vertingą informaciją realiuoju laiku. Projektavimo komanda gali virtualiai nuvykti į statybvietę prieš pradėdant realias statybas, numatyti darbų eigą, priimti teisingus sprendimus ir taip sumažinti projekto įgyvendinimo riziką (McGraw Hill Construction 2014).



3 pav. IPD statinio informacinis modelis

Fig. 3. IPD information modeling

### Tyrimo problematika, metodologija ir rezultatai

Pastatų projektai tampa vis sudėtingesni, todėl galima išskirti kelias pagrindines kasdienių problemų ir iššūkių grupes įgyvendinant statybos projektus (Azhar *et al.* 2014; Kraatz *et al.* 2014; Mihic *et al.* 2014):

- Įmantresnės architektūrinės formos, sudėtingesnė inžinerija, atsirandantys nauji statybos standartai, griežtesnė statybos kontrolė, bendradarbiavimas tarp didelių specialistų komandų ir išaugę užsakovų poreikiai. Tradiciniu būdu vykdyti projektus tampa labai sudėtingu iššūkiu.
- Nėra projekto komandos ir kiekvienas projekto dalyvis atlieka tik savo darbą. Jų darbas nėra koordinuojamas. Dirbant tradiciniu būdu nesidalijama rizika ir atlygiu.
- Kai projekto dalyviai patiria bendradarbiavimo stoką ir prastai dalijasi informacija, tada (dažniausiai vykdant projektą tradiciniu būdu) atsiranda problemų ir klaidų – atsiranda aplaidumas, neefektyvumas, prastas koordinavimas, viršijamos išlaidos, produktyvumas nepakankamas.

- Vystant projektus tradiciniu metodu, kiekviename etape keičiasi projekto dalyviai ir prarandama fiksuotai perduodama informacija. Sudėtinga užtikrinti patikimą informacijos valdymą ir išsaugojimą, tad, taikydami integruotą projekto vystymą, projekto dalyviai turi tirti tuo pačiu 3D modeliu.

Šio tyrimo esmė – išanalizuoti projektų įgyvendinimą tradiciniu būdu ir taikant IPD metodologiją, išanalizuoti realiai įgyvendintus projektus, t. y. įvertinti įgyvendintų viešųjų pastatų duomenis, kurie buvo skelbiami viešai. Toliau bus pateikiamas dvylikos projektų įgyvendinimo vertinimas tolimesniai investuotojo sprendimui priimti. Siekiant nustatyti geriausias alternatyvas, pirmiausia buvo atrinkti ekspertai ir analizuojami reikšmingumai (duomenys pateikti 1 lentelėje).

Ekspertų apklausoje reikšmingumai pagal svarbą buvo nustatyti tokia tvarka: santykinė statybų kaina – 28,57 %, statybos kokybė – 22,86 %, santykinis projektavimo kainų pokytis – 17,15 %, klaidų tikimybė rengiant projektą – 17,14 %, klaidų tikimybė statybose – 14,28 %.

1 lentelė. Ekspertų apklausa

Table 1. Experts survey

	Pastatai \ rodikliai	Santykinis projektavimo kainų pokytis	Santykinis statybų kainų pokytis	Statybos kokybė, balais, 1–10	Klaidų tikimybė rengiant projektą, balais, 1–10	Klaidų tikimybė statybose, balais, 1–10
1	Ekspertas 1	0,0667	0,2667	0,3333	0,1333	0,2000
2	Ekspertas 2	0,2000	0,3333	0,2667	0,0667	0,1333
3	Ekspertas 3	0,2667	0,3333	0,0667	0,2000	0,1333
4	Ekspertas 4	0,0667	0,1333	0,3333	0,2667	0,2000
5	Ekspertas 5	0,2667	0,3333	0,0667	0,2000	0,1333
6	Ekspertas 6	0,0667	0,2667	0,3333	0,2000	0,1333
7	Ekspertas 7	0,2667	0,3333	0,2000	0,1333	0,0667

Siekiant nustatyti geriausias projekto įgyvendinimo alternatyvas, buvo surinkti pastatų, statytų tradiciniu ir IPD metodais, duomenys (skelbiami viešai). Pastatai buvo įgyvendinami taikant tradicinį būdą (1–6 projektai) ir IPD metodu (7–12 projektai). Jų duomenys buvo apdoroti ir galutinėje reikšmių matricoje, kurioje buvo pritaikytas SAW metodas (Hwang, Yoon 1981). Nustatyta, kad alternatyvų prioritetų eilutėje pirmąsias vietas pasidalijo projektai, kuriuose buvo taikytas IPD metodas. Pirmą vietą užėmė projektas „Vaikų ligoninės išplėtimas“, kuriame svarbiausi rodikliai sutapo su svarbiausiais ekspertų apklausos reikšmingumais (2 lentelė).

Išanalizavus SAW metodu realius projektus, kuriuose buvo taikytas tradicinis ir integruoto projekto vystymo metodas, ir atsižvelgiant į ekspertų apklausą, kurioje dalyvavo projektų vystytojai, geriausias rezultatus buvo pasiekta taikant IPD metodą. Tam didžiausią įtaką turėjo statybos kokybė. Kiek mažesnė klaidų tikimybė yra rengiant projektus ir statybose. Nuo pat projekto vystymo pradžios suburiant projekto vystymo komandą, renkant ir dalijantis informacija, galima padidinti sprendimų tikslumą, o tai leistų laiku įvykdyti projektus turint numatytus išteklius. Tad užsakovai galėtų pasiekti geriausią kokybišką rezultatą.

## Išvados

Tyrimo metu nustatyta, kad dirbant IPD komandoje galima pasiekti, jog statybos procesas būtų kokybiškesnis ir tikslesnis. Pigesni statybų projektai, supaprastinta informacija ir

medžiagų tiekimo grandinės, efektyvesni procesai visame pastato projektavimo ir statybos procese pasiekiami su IPD geriau ir greičiau, negu projektą įgyvendinant tradiciniu būdu. Pagrindiniai IPD privalumai, įgyvendinant visuomeninius projektus, lyginant su tradiciniu metodu, yra šie:

- ankstyvas tikslų apibrėžimas;
- skaidrumas ir greitas sprendimų priėmimas;
- organizuotumas ir vadovavimas;
- intensyvus planavimas ir efektyvi kontrolė;
- projekto dalyviai atvirai dalijasi informacija apie naują projektą;
- supaprastinta informacija ir medžiagų tiekimo grandinės;
- didesnis sprendimų tikslumas ir mažiau projekto pakeitimų;
- maža klaidų tikimybė statybų metu;
- efektyvesni statybos ir projektavimo procesai;
- pagerinta kokybė ir sumažinta rizika;
- laiku įvykdyti projektai su numatytais ištekliais;
- abipusė nauda ir atlygis.

## Literatūra

Azhar, N.; Kang, Y.; Ahmad, I. U. 2014. Factors influencing integrated project delivery in publicly owned construction projects: an information modelling perspective, *Procedia Engineering* 77(2014): 213–221 [žiūrėta 2016 m. gegužės 28 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705814009965?via%3Dihub>

2 lentelė. Galutinių reikšmių matrica (SAW metodas)

Table 2. Final values of the matrix (SAW method)

Eil. Nr.	Pastatai \ rodikliai	Santykinis projektavimo kainų pokytis	Santykinis statybų kainų pokytis	Statybos kokybė, balais, 1–10	Klaidų tikimybė rengiant projektą, balais, 1–10	Klaidų tikimybė statybose, balais, 1–10	A	Vieta
1	Palangos vasaros estrada	0,0001	0,0002	0,2057	0,0571	0,0476	0,3107	9
2	Žalgirio arena	0,0028	0,0047	0,1829	0,0857	0,0714	0,3475	7
3	„Cido“ arena	0,0000	0,0001	0,1600	0,0686	0,0571	0,2858	10
4	Klaipėdos arena	0,0002	0,0004	0,2057	0,0686	0,0571	0,3321	8
5	Šiaulių arena	0,0001	0,0002	0,1600	0,0686	0,0571	0,2860	11
6	Alytaus arena	0,0003	0,0005	0,1600	0,0571	0,0571	0,2751	12
7	„Autodesk“ sprendimų skyriaus būstinė	0,0021	0,0033	0,2286	0,0857	0,0952	0,4149	4
8	Medicinos biurų pastatas	0,0030	0,0050	0,2057	0,0857	0,1429	0,4423	3
9	<u>Vaikų ligoninės išplėtimas</u>	0,1714	0,2857	0,2057	0,1714	0,0952	<u>0,9295</u>	1
10	St. Clare sveikatos centras	0,0016	0,2857	0,2286	0,0857	0,0714	0,6730	2
11	Sveikatos priežiūros centras	0,0002	0,0023	0,1829	0,0857	0,0714	0,3425	6
12	Žurnalistikos mokykla	0,0004	0,0003	0,1829	0,1143	0,0952	0,3931	5
Svarbumas, %		3,62 %	11,69 %	45,87 %	20,55 %	18,26 %	Σ = 100 %	

- Brioso, X. Integrating ISO 21500. 2015. Guidance on project management, lean construction and PMBOK, *Procedia Engineering* 123: 76–84 [žiūrėta 2017 m. sausio 3 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815031616?via%3Dihub>
- Hwang, C. L.; Yoon, K. 1981. *Multiple attribute decision making*. Springer-verlag, Berlin. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9>
- Jones, B. 2014. Integrated project delivery (IPD) for maximizing design and construction considerations regarding sustainability, *Procedia Engineering* 95: 528–538 [žiūrėta 2016 m. vasario 6 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814032731?via%3Dihub>
- Kent, C. K.; Becerik-Gerber, B. 2010. Understanding construction industry experience and attitudes toward integrated project delivery, *Journal of Construction Engineering and Management* 136(8): 815–825 [žiūrėta 2016 m. liepos 8 d.]. Prieiga per internetą: [https://www.researchgate.net/publication/245283941\\_Understanding\\_Construction\\_Industry\\_Experience\\_and\\_Attitudes\\_toward\\_Integrated\\_Project\\_Delivery](https://www.researchgate.net/publication/245283941_Understanding_Construction_Industry_Experience_and_Attitudes_toward_Integrated_Project_Delivery)
- Kraatz, J. A.; Sanchez, A. X.; Hampson, K. D. 2014. Digital modeling, integrated project delivery and industry transformation: an Australian case study, *Buildings* 4: 453–466 [žiūrėta 2016 m. kovo 14 d.]. Prieiga per internetą: <http://eprints.qut.edu.au/75902/1/75902.pdf>
- McGraw Hill Construction. 2014. The business value of BIM for construction in major global markets: how contractors around the world are driving innovation with building information modeling, in H. M. Bernstein (Ed.). *SmartMarket Report* [interaktyvus], [žiūrėta 2016 m. spalio 10 d.]. Bedford, MA. Prieiga per internetą: <http://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/building-information-modeling/construction/business-value-of-bim-for-construction-in-global-markets.pdf>
- Mihic, M.; Sertic, J.; Zavrski, I. 2014. Integrated project delivery as integration between solution development and solution implementation, *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 119, 19 March 2014: 557–565 [žiūrėta 2016 m. lapkričio 13 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814021533?via%3Dihub>
- Pavlovskis, M.; Antucheviciene, J.; Migilinskas, D. 2016. Application of MCDM and BIM for evaluation of asset redevelopment solutions, *Studies in Informatics and Control* 25(3): 293–302 [žiūrėta 2017 m. sausio 3 d.]. Prieiga per internetą: <https://sic.ici.ro/application-of-mcdm-and-bim-for-evaluation-of-asset-redevelopment-solutions/>
- Sommer, A. F.; Popovska, I. D.; Steger-Jensen, K. 2014. Barriers towards integrated product development – challenges from a holistic project management perspective, *International Journal of Project Management* 32(6): 970–982 [žiūrėta 2016 m. gegužės 10 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026378631300152X>

## AN ANALYSIS OF INTEGRATED PROJECT DELIVERY METHOD IN IMPLEMENTATION OF PUBLIC PROJECTS

J. Aukštikalnis, D. Migilinskas

Abstract

More and more project development companies in the world and Lithuania are trying to create higher quality projects, more accurate calculations, save time and do not exceed budget of the construction. Using IPD (Integrated Project Delivery) and BIM (Building Information Modeling) methods together projects delivery processes become faster and better quality. All of this allows efficient delivery of the projects and also to save time, project budget, because during construction period to correct mistakes and to make new decisions costs a lot and most importantly it has a direct impact on project deadlines. Therefore, this article will be about traditional projects and integrated project delivery methodology, where real projects will be analyzed in both methods. At the end the evaluation of twelve projects implementation for further investor decision.

**Keywords:** Integrated Project Delivery, Building Information Modeling, analysis of implementation.