



Kauno technologijos universitetas
Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

BIM efektyvumo statybinėje įmonėje vertinimas

Baigiamasis magistro projektas

Mantas Petrusevičius
Projekto autorius

lekt. dr. Marius Reizgevičius
Vadovas

Panevėžys, 2019



Kauno technologijos universitetas
Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

BIM efektyvumo statybinėje įmonėje vertinimas

Baigiamasis magistro projektas
Statybos valdymas (6211EX007)

Mantas Petrusevičius
Projekto autorius

lekt. dr. Marius Reizgevičius
Vadovas

Recenzentas



Kauno technologijos universitetas
Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas
Mantas Petrusevičius

BIM efektyvumo statybinėje įmonėje vertinimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Manto Petrusevičiaus, baigiamasis projektas tema „BIM efektyvumo statybinėje įmonėje vertinimas“ 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.



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

TVIRTINU
TVKC vadovė
Doc. dr. Nida Kvedaraitė

BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Diplomantui **Mantui Petrusevičiui**

Baigiamojo projekto tema (lietuvių kalba) **BIM EFEKTYVUMO STATYBINĖJE ĮMONĖJE VERTINIMAS**

Baigiamojo projekto tema (anglų kalba) **EVALUATION OF THE BIM EFFICIENCY IN THE BUILDING COMPANY**

Patvirtinta 2018 m. 10 mėn. 31 d. dekanı potvarkiu Nr. V25-13-26.

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 reikalavimų. Turi būti atskleistas temos aktualumas, pasiekti keliami darbo tikslai.

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

1. Teoriškai išnagrinėti BIM technologijų privalumus ir trūkumus, įvertinti jų poveikį darbo efektyvumui.

2. Įvertinti objekto statybos kokybę, naudojant BIM technologijas.

3. Nustatyti BIM technologijų poveikį statybinės įmonės efektyvumui.

4. Atlikti investicijų į BIM programas atsiperkamumo tyrimą.

Vadovas lekt. dr. Marius Reizgevičius
(parašas, pareigos, vardas, pavardė)

Užduotį gavau Mantas Petrusevičius
(studento parašas, vardas, pavardė)

2018 m. lapkričio 13 d.

Turinys

SANTRAUKA.....	6
SUMMARY.....	6
ĮVADAS.....	8
TEORINĖ ANALITINĖ DALIS	
1. Statybų sektoriaus daromas poveikis aplinkai.....	10
1.1 BIM (kas tai yra).....	11
1.2 Projektavimo samprata.....	11
1.3 BIM strategija užsienio šalyse.....	12
1.4 Jungtinės Karalystės 2011 m. statybos strategija ir BIM programa.....	14
1.5 BIM naudojimo privalumai ir trūkumai.....	16
1.6 BIM technologijų įtaka darbo efektyvumui.....	17
1.7 BIM technologijos principas.....	18
1.8 Pagrindinės klaidos BIM projektuose.....	22
2. TIRIAMOJI DALIS	
2.1 BIM diegimo projektavimo įmonėje vertinimas.....	27
2.2 BIM projektas – BIM taikymas statybose atsiperka.....	35
2.3 BIM technologijų diegimo projektavimo įmonėje poreikio nustatymas.....	39
2.4 Atsiperkamumo poreikio nustatymas.....	40
2.5 BIM sukuriame vertę kaip ją išmatuoti.....	43
2.6 BIM statybų sektoriaus ateitis.....	52
2.7 BIM diegimas Lietuvoje.....	55
2.8 BIM proveržis Lietuvos statybos sektoriuje.....	56
IŠVADOS	60
LITERATŪROS SĄRAŠAS	61

Technologijos mokslų srities baigiamųjų projektų rengimo ir gynimo metodinių reikalavimų 5 priedas

Petrusevičius, Mantas. BIM EFEKTYVUMO STATYBINĖJE ĮMONĖJE VERTINIMAS. *Magistro* baigiamasis projektas / vadovas lekt. dr. Marius Reizgevičius; Kauno technologijos universitetas, Panevėžio technologijų verslo fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Statyba

Reikšminiai žodžiai: *Bim, technologijos, statyba, atsiperkamumas, tyrimas, projektavimas*

Panevėžys, 2019. 63 p.

SANTRAUKA

Šiuolaikinėje statybos pramonėje būtinas informacijos prieinamumas prie informacinių technologijų. Kuris padidina darbo našumą, kokybę, medžiagų ir sąnaudų optimizavimą. Vykdamas statybos projektus, svarbu, kad informacija būtų prieinama kiekvienai organizacijai kuri yra susijusi su statyba, nes tik tada statyboje bus išvengta klaidų ir darbas vyks efektyviau. Kiekvienas projekto dalyvis pasitelkia skirtingus prioritetus. Tačiau pradėdami statybos darbus, jie yra priklausomi nuo kitų statybos dalyvių ir teikiamos informacijos. Todėl svarbu, kad nauja informacija būtų pateikta visiems vienodu metu. Ir tik tada bus išvengta klaidų.

Šiame darbe pateikiame informaciją apie BIM efektyvumo statybinėje įmonėje vertinimą. Tiriamojame dalyje atlikta statybinės įmonės BIM efektyvumo vertinimas. Atliktas investicijų į BIM programas tyrimas. Atliktas vertinimas statybinės įmonės ar BIM nauda pasiteisina statybinėje įmonėje.

Petrusevičius, Mantas. *Of the BIM efficiency in the building company (BIM, technology, construction): Master's thesis in Construction / supervisor dr.doc. Marius Reizgevičius. Panevezys Faculty of Technologies and business, Kaunas University of Technology.*

Research area and field: Construction

Key words: BIM, technology, construction.

Panevėžys, 2019. 63 p.

SUMMARY

In the modern construction industry the availability of information to information technologies is necessary. Which increases labor productivity, quality, material and cost optimization. When implementing construction projects, it is important that the information is accessible to every organization that is involved with we construction, since only then will the construction be avoided and work will be more efficient. Each participant in the project has different priorities. However, when starting construction, they are dependent on other construction actors and information provided. It is therefore important that the new information be presented at the same time. And then you will avoid mistakes.

In this work we present information on the application of BIM technology in construction. In the research part the influence of BIM technology of on construction was carried out. BIM technology return on investment return (ROI) has been tested.

IVADAS

Darbo aktualumas – BIM technologijos tyrimas.

Darbe aptariama BIM technologijos reikšmė statybos sektoriuje. Analizuojama užsienio autorių literatūra taip pat tyrimai. BIM (Building Information modeling)

Įgyvendinat statybos projektus, kiekvienas dalyvis dirba pats sau per daug negalvodamas apie kitus – architektai kuria projektus, konstruktoriai skaičiuoja apkrovas, rangovai stato ir įgyvendina užsakovo lūkesčius, o užsakovas eksploatuoja statinį. Tačiau projekto statymo laikotarpiu svarbu visų projekte dalyvaujančių dalyvių bendradarbiavimas, nes dirbant tik žiūrint savo darbo specifikos, gali kilti nesusikalbėjimų ir projekto įgyvendinimas gali tapti komplikuoatas. Dėl projekte atsirandančių klaidų, automatiškai kyla jo kaina, ilgėja pastatymo laikas ir kenčia statybos kokybė.

Pastato nesklandumams spręsti yra taikoma pastato informacinio modeliavimo technologija. Naudojantis informacinių technologijų suteikiamomis galimybėmis, sujungiamos atskirų projekto dalyvių naudojamos programinės programos į vieną darnią sistemą. Naudojantis BIM sukurta vieninga sistema, visi duomenys apie pastato informacija tampa prieinama kiekvienam projekto dalyviui. Tradicinės statybos objektų įgyvendinimo taisyklės, kai projektuotojas suprojektuoja projektą ir tik vėliau yra ieškomas rangovas projektui įgyvendinti yra keičiamas į integruotą modelį, kuri visi statybos dalyviai (architektai, konstruktoriai, rangovai ir užsakovai) dirba nuo statybos pradžios ir stebi kiekvieno statybos dalyvio darbą. Bendra vykdoma veikla leidžia įgyvendinti geriausią projekto kainą, atlikimo laiką ir kokybės santyki.

Statybos projektų valdymas apima labai daug sričių t.y. klientus, konsultantus, projektuotojus, inspektorius ir rangovus. Kadangi yra daug statybos dalyvių tarp jų kyla komunikacijų problemų. Tai ko gero yra pagrindinis faktorius, kodėl kyla nesklandumai statybos metu.

Statybos dalyvių nepasitenkinimas sukuria terpę statybų projektinėms komandoms, asmenys dalyvaujantis statyboje gali operatyviai prisijungti prie projektinės informacijos, naudojantis informacinėmis valdymo sistemomis (angl. *Information Management Systems* – IMS) (Craig, Sommerville, 2006).

Vykdamt projektus, sukuriamas didelis informacijos kiekis, tačiau kylančios problemos statybos metu įgyvendinat projektą rodo, kad projektinė informacija nepakankamai pasiekama visiems projekto dalyviams.

Tyrimo objektas – BIM technologijos taikymas statybinėje įmonėje ir analizė.

Darbo tikslas – atlikti BIM efektyvumo statybinėje įmonėje vertinimą.

Darbo uždaviniai:

1. Teoriškai išnagrinėti BIM technologijų privalumus ir trūkumus, įvertinti jų poveikį darbo efektyvumui.
2. Įvertinti objekto statybos kokybę, naudojant BIM technologijas.
3. Nustatyti BIM technologijų poveikį statybinės įmonės efektyvumui.
4. Atlikti investicijų į BIM programas atsiperkamumo tyrimą.

Pateikiamas autoriaus publikuotų straipsnių ar konferencijose skaitytų pranešimų bibliografinis sąrašas:

- Bim diegimo projektavimo įmonėje vertinimo tema konferencijoje buvo skaitytas pranešimas ir pateiktas straipsnis.

TEORINĖ-ANALITINĖ DALIS

1. Statybos sektoriaus daromas poveikis aplinkai

Didžiuosiuose miestuose didėjant gyventojų skaičiui, didėjant jų poreikiams, plečiantis gyvenvietėmis, didėja statyboms reikalingų medžiagų kiekis, žvyro, skaldos, medienos poreikis (Gurskis 2008). Statinių statyba pasaulyje yra viena didžiausių neatsinaujinančių veiklų (Ibrahim 2016). Statybinių medžiagų gamybai Europos Sąjungoje sunaudojama 5–10 % bendrai sunaudojamos energijos (Condeixa et al. 2014). Gaminant statybines medžiagas sunaudojama energija, gamtos išteklių, naudojamas transportas, ir į aplinką yra išmetama daug kenksmingų medžiagų (dujos – anglies dioksidas).

Siekiant išlaikyti didėjančią paklausą, statybų apimtis didėja (Ibrahim 2016). Statybos sektorius yra vienas iš reikšmingiausių sektorių, turinčių įtakos šalies ekonominiam augimui. Todėl tikslinga ieškoti būdų statybų sektoriaus efektyvumui didinti. Pasaulyje sparčiai vystantis statybų sektoriaus veiksmų galima įvardyti BIM taikymą, kuris aktyviai skatinamas JAV, Danijoje, Australijoje ir kt., taip pat Europos Sąjungoje. Šalyse, kuriose statybos plėtra nėra gerai sukurta, yra tikslinga reaguoti į informacinių sistemų pokyčius bei formuoti ir taikyti BIM. Vieninga BIM sistema pasaulyje dar nėra iki galo sukurta. Sunku įvertinti efektyvumą skirtingų statybos dalyvių atžvilgiu. BIM taikymo efektyvumas ir investicijos pasireiškia skirtinguose pastato gyvavimo cikluose. Taip pat BIM efektyvumas priklauso nuo pastato paskirties, sudėtingumo ir kitų parametrų. Aiškumas ir detalumas BIM statybos sektoriuje visiems dalyviams turėtų reikšmingos įtakos vieningos BIM sistemos diegimui.

1.1 BIM (kas tai yra)

BIM (*Building Information Modeling*) – statinio informacinis modeliavimas yra procesas, kurio metu kuriamas informacinis statinio modelis, sujungiantis visas projektines statinio dalis ir jo gyvavimo ciklus nuo projekto iki pat nugriovimo.

Building (statinys arba pastatas) – trimačiu modeliu sukurtas projektas, kuriame atsižvelgiama į visą pastato gyvavimo ciklą (projektavimas, statyba, eksploatacija, rekonstrukcija).

Information (informacija) – modelyje sukaupta visa informacija apie pastatą per visą jo gyvavimo ciklą.

Modeling (modeliavimas) – pastato ir su jo realizavimu bei eksploatavimu susijusių veiksmų modeliavimas naudojant integruotus sprendimus.

Skyriuje aptariama BIM technologijų reikšmė statyboje. Analizuojama užsienio autorių literatūra bei tyrimai. BIM projektuojama braižant ne linijomis, o jau sukurtais elementais kurie turi tam tikrus parametrus.

BIM pasaulyje atsirado 1970 m. 1987 m. kompanija „*Graphisoft*“ pirmą kartą pradėjo vykdyti virtualią statybą su *ArchiCAD* programa.

Lietuvoje BIM sąvoka atsirado 2002 m. BIM susieja pastato statybos procesus, tai yra apšvietimą, konstrukcijas, statybos medžiagas, taip pat kiekius.

1.2. Projektavimo samprata

Pastato informacinis modeliavimas išplečia įprastą 2D sąvoką. Jis apima 3D brėžinius, laiką apima 4D, o sąnaudas 5D. BIM sieja įvairius pastato statybos procesus. Pastato informacinis modeliavimas susitelkia skaitmeninės statybos projekto informacijos plėtojimui, kad patobulintų dizainą, konstrukcijas ir valdymo procesus (Reizgevičius 2016).

BIM koncepcija – pastatyti pastatą virtualioje erdvėje prieš pastatant ant žemės.

Tokiu būdu išvengiama papildomų problemų, galima analizuoti būsimos statybos procesus (Smith 2007). Visa informacija kaupiama duomenų bazėje. Kuriant pastato informacinį modelį, visos projekto dalys turi būti aiškios ir lengvai prieinamos su statyba susijusiems dalyviams. Messner et al (2011) nuomone, prieš pradėdant statybą, pastato informacinis modelis turi būti baigtas visiškai. Visos statybinės konstrukcijos, parinktos modelyje, turi būti tiksliai nurodytos ir konstruktorių patikrintos. Kai visi klausimai informaciniame modelyje yra išspręsti, jisai yra užrakinamas. BIM padeda išspręsti sudėtingesnius konstrukcinius sprendinius, galima įvertinti, kiek laiko truks statybos, galima bendrauti statybos procese dalyvaujantiems architektams, inžinieriams, konstruktoriams. Taip pat užsakovas gali

matyti tiesiogiai, koks darbas padarytas objekte, kokios konstrukcijos yra ir bus sumontuotos, ar statybos vyksta pagal planą (Reizgevičius 2016).

1.3. BIM strategija užsienio šalyse

Statybos informacinis modeliavimas BIM suteikia neprilygstamą galimybę pagerinti darbo našumą ir sutaupyti daug sąnaudų per visus etapus. Galima apžvelgti, kaip BIM veikia užsienio šalyse.

Jungtinėse Amerikos valstijose 2003 m. JAV generalinių paslaugų administracija (GSA) suformavo nacionalinę 3D ir 4D BIM programą, suteikiančią teisę taikyti BIM programas visiems viešųjų pastatų projektams. Šią programą sukūrė politikai. GSA taip pat aktyviai bendradarbiauja su BIM pardavėjais, federalinėmis agentūromis, profesinėmis asociacijomis, atvirojo standarto organizacijomis ir akademinėmis mokslinių tyrimų institucijomis, siekiančiomis sukurti BIM lyderių bendruomenę. Manoma, kad šiuo metu 72 % JAV statybos bendrovių naudoja BIM technologijas, kad būtų galima sutaupyti didelių projektų sąnaudas (Ishveena Singh 2017).

JAV valstybės universitetuose ir privačiose organizacijose remiamasi aukštesnių BIM standartų priėmimu. 2009 m. Indianos universitetas išleido BIM standartus ir projektų pristatymų reikalavimus. 2010 m. Viskonsinas tapo pirmąja JAV valstybe, kurioje reikalaujama, kad visi viešieji pirkimai ir projektai, kurių biudžetas yra 5 milijonai JAV dolerių ar daugiau, ir visos naujos statybos, kurios bus vykdomos ir jų biudžetas yra 2,5 milijonų JAV dolerių ar daugiau, būtų įtrauktos BIM (Ishveena Singh 2017).

Jungtinėje Karalystėje BIM taikymas yra gana aukšto lygio. Vyriausybės statybos strategijos dalis yra sutaupyti 20 % viešųjų pirkimų sąnaudų naudojantis BIM programomis. Reikalaujama, kad visi Jungtinėje Karalystėje vykdomi statybos projektai atitiktų BIM 2 lygį. Šis reikalavimas ne tik paskatino visą pramonę dirbti geriau, bet ir atkreipė dėmesį, kad tai pagreitino BIM priėmimo procesą šalyje. Nes jeigu įmonė Jungtinėje Karalystėje nesinaudoja BIM 2 lygio programomis, automatiškai negali dalyvauti viešuosiuose pirkimuose, kuriuos organizuoja valstybė. 2016 m. buvo išleistas pranešimas, kad valstybėje BIM naudojami 54 % įmonių. Palyginimui 2015 m. BIM programomis naudojami 48 % įmonių. Šiuo metu 2018 m. BIM programomis naudojami 80 % įmonių. Atliktoje ataskaitoje Jungtinėje Karalystėje pažymėta, kad 2015–2016 m. vyriausybė sutaupė 855 mln. svarų (Kiviniemi A Singh 2007).

Skandinavijos šalys Norvegija, Danija, Suomija ir Švedija yra vienos iš ankstyviausių BIM technologijų pradininkių. Suomija jau 2002 m. pradėjo taikyti BIM technologijas, o jau 2007 m. Suomijos statybų pramonės konfederacija įgaliojo, kad visi projektavimo programinės įrangos paketai turi išlaikyti sertifikatą „*Industry Foundation class*“ (IFC). Reikėtų paminėti, kad IFC yra failo formatu

neutralus tiekėjas, kuris leidžia modelius dalytis ir dirbti neatsižvelgiant į konkrečią programinę įrangą (Khemlani, L. 2005).

Norvegijoje namų statytojų asociacija aktyviai skatino BIM naudojimą, o nuo 2010 m. visuose projektuose turėjo būti naudojamas IFC failų formatas per visą pastato gyvavimo ciklą (Khemlani L. 2005).

Švedijoje BIM naudojimas yra toks didelis, kad geriausios praktikos atsirado net ir tada, kai nebuvo aiškių vyriausybės išleistų įstatymų. Ši šalis atsilieka tik JAV publikuojant akademinis dokumentus, skirtus BIM. Dabar vyriausybė taip pat imasi iniciatyvų, kuriomis siekiama palengvinti visos šalies įgyvendinimą naudoti BIM (Wong, A. K. D., Wong, F. K. W. and Nadeem, A. 2009).

Vokietijoje pagal „*Mc Graw Hill*“ statybos ataskaitą 90 % projektų savininkų reikalauja BIM programų. Nustatyta, kad labiau reikalauja individualūs užsakovai, negu valstybiniai objektai. Tačiau tradiciškai konservatyvi Vokietijos pramonė neparodo didelio polinkio į BIM priėmimą. (Wong, A. K. D., Wong, F. K. W. and Nadeem, A. 2009).

Prancūzija nusprendė iki 2018 m. išplėsti statomų objektų sąrašą, kad būtų naudojamos BIM programos. Be to, 20 milijonų eurų biudžetas skirtas statybos pramonei skaitmeninti. Kadangi bus vertinama šio projekto teikiama nauda, yra didelė tikimybė, kad BIM bus privalomas vykdant viešuosius pirkimus šiais metais. Iniciatyva buvo Prancūzijos vyriausybės skaitmeninio statybos plano dalis, kuria siekiama tvarumo ir sumažinti išlaidas. Taip pat 2014 m. vyriausybė pradėjo mokslinių tyrimų ir plėtros projektą statybų srityje, vadinamą MIND, kurti BIM standartus infrastuktūros projektams (Det Digitale Byggeri, Bygherrekravene, Available 2007)

Kinijos statybos pramonės asociacijos 2012 m. tyrimas nustatė, kad mažiau nei 15 % iš 388 tiriamų bendrovių išvis naudojo BIM. Pasak pramonės atstovų, šis lėtas įvedimo greitis paprastai būna susijęs su atsparumu naujiems valdymo procesams. Populiariausia nuomonė dėl BIM Kinijoje yra tai, kad vyriausybė skatina naudotis technologijomis, tačiau trūksta vadovavimo. Nepaisant to, kad Urbanizacijos ir kaimo plėtros ministerija savo penkerių metų plane sumažino BIM procesų vaidmenį industrializacijos, urbanizacijos ir žemės ūkio modernizavimo srityse, BIM nėra privalomas Kinijoje. Mokslo ir technologijos ministerija taip pat patvirtino Kinijos BIM sąjungą, siekdama sukurti nacionalinį praktikos standartą. (Det Digitale Byggeri, Bygherrekravene, Available 2007)

Pietų Korėja viena iš pirmųjų BIM procesus taikanti valstybė. Pietų Korėjos vyriausybė sistemingai dirba, kad nuo 2010 m. BIM įgaliojami projektai būtų išplėsti. Pietų Korėjos Žemės, infrastruktūros ir transporto ministerija suteikė 5,8 mln. trejus metus statyti atvirus BIM pastatų projektavimo standartus ir informacines technologijas. Nuo 2016 m. Viešųjų pirkimų tarnyba padarė BIM privalomą visiems viešojo sektoriaus projektams daugiau kaip 50 milijonų JAV dolerių. BIM

McGraw Hill statybos ataskaitoje nustatyta, kad 78 % rangovų, kurie naudoja BIM Pietų Korėjoje, tai atlieka mažu arba vidutiniu lygiu. Šis mažas įsitraukimo lygis taip pat gali būti siejamas su tuo, kad nėra oficialaus BIM vertinimo standarto.

1.4. Jungtinės Karalystės 2011 m. statybos strategija ir BIM programa

Jungtinės Karalystės BIM strategija paskelbta kaip Jungtinės Karalystės vyriausybės 2011 m. statybos strategijos dalis. Šioje strategijoje nustatytas įpareigojimas iki 2016 m. pradėti taikyti „bendradarbiavimu grindžiamą BIM“ visam pastatytam turtui, centriniu lygmeniu perkamam visų valdžios padalinių.

Jungtinėje Karalystėje „bendradarbiavimu grindžiamas BIM“ apibrėžtas kaip BIM 2-asis lygis. Šie lygiai rodo, kad laipsniškai pasiekama skaitmeninė rinkos branda (*Digital in Engineering and Construction, 2016; McKinsey, Construction Productivity, 2017*).

Šiam įpareigojimui vėliau pritarta per kitą parlamento kadenciją, kai nustatyta statybos politika iki 2025 m. ir 2016–2020 m. statybos strategija.

BIM strategijoje nustatytas aiškus pažangos planas, kaip bus vykdoma veikla per penkerių metų laikotarpį. Šiame plane apibrėžtos strateginės darbo sritys:

- Ryšiai su pramone ir mokslo įstaigomis;
- Priemonių ir standartų kūrimas;
- Viešojo sektoriaus užsakovų gebėjimų didinimas ir vis didesnis BIM įtraukimas į viešuosius projektus.

Šiame plane nustatytas šiai strategijai įgyvendinti reikalingas biudžetas ir ištekliai. Pramonei buvo skirta 5 mln. GBP; šios lėšos perduotos statybos pramonei (CIC), kad būtų sudaryta Jungtinės Karalystės BIM darbo grupė. Numatyta, kad ši grupė, bendradarbiaudama su pramone, nustatys naujus darbo būdus ir standartus ir padės vyriausybės departamentui diegti naujus darbo būdus ir skleisti žinias pramonei (*Digital in Engineering and Construction, 2016; McKinsey, Construction Productivity, 2017*).

Didėjant valdžios investicijų poreikiams tokiu laikotarpiu, kuriuo surenkama mažiau mokesčių pajamų, pagal Jungtinės Karalystės vyriausybės BIM-ojo lygio programą padedama pasiekti šiuos nustatytus statybos politikos iki 2025 m. tikslinius rodiklius (Dr David Hancock 2015).

- 33 proc. sumažinti sąnaudas – pradines statybos sąnaudas ir viso pastatyto turto gyvavimo ciklo sąnaudas;
- 50 proc. sutrumpinti visą trukmę nuo naujos statybos ir turto atnaujinimo pradžios iki pabaigos;

- 50 proc. sumažinti užstatytoje aplinkoje išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį;
- 50 proc. sumažinti atotrūkį tarp prekybos statybos produktais ir statybinėmis medžiagomis.

Nekilnojamo turto ir statybos pramonės, kurioje dirba apie 3 milijonai žmonių, skaitmeninė statyba yra gan didelių pokyčių programa, kuriai įgyvendinti reikalingi dideli išteklių, aiškaus plano ir paskirtos vykdytojų grupės.

Šioje BIM strategijoje nurodyta aiški jo vertė Jungtinei Karalystei, susijusi su viešųjų išlaidų statybai mažinimu, ir aiški nauda šiam pramonės sektoriui – didesnis jo našumas ir konkurencingumas. Pateikus šia potencialia verte pagrįstą pasiūlymą buvo gauta nedidelė finansavimo suma programos grupės veiklai remti.

Pagal Jungtinės Karalystės vyriausybės įpareigojimą dėl BIM diegimo valstybėje reikėjo laipsniškai stiprinti tiekimo grandinės BIM gebėjimus. Nustačius ilgalaikį (penkerių metų) tikslą, taip suteikta pakankamai laiko pramonei pritaikyti savo procesus, didinti mokymą ir įgūdžius.

Jungtinės Karalystės BIM darbo grupė taip pat pateikė laisvai prieinamus standartus („British Standards“) ir specifikacijas („Publicly Available“) kartu su teisiniu sutarties priedu (vadinamuoju BIM protokolu.).

Sunkiausias uždavinys yra 2-osios pakopos, 3-iosios pakopos ir kt. tiekėjų įgūdžių tobulinimas, tačiau neseniai įdėtomis pastangomis šioje srityje padaryta pažanga, pavyzdžiui, statybos produktų asociacija ir „Lexicon“ padeda gamintojams pasinaudoti BIM galimybe.

Jungtinės Karalystės BIM programoje nustatyta grupė kriterijų, taikomų vykdant jos 2016 m. reikalavimą, kad 2-asis BIM lygis būtų pasiektas pagal visus centrinės valdžios finansuojamus statybos projektus. Viena iš šių kriterijų nustatyta, kad BIM darbo praktika turėtų būti taikoma dabartinėje statybos sutarčių sistemoje ir kad be kokie papildymai arba pakeitimai turėtų būti minimalūs.

1.5 BIM naudojimo privalumai ir trūkumai

BIM informacinių technologijų galimybė yra labai plačios. Jų dėka galima informacini modelį sukurti virtualioje erdvėje. Technologijų pritaikymas statybos procese atskleidžia technologijų privalumus ir trūkumus.

Vienas iš pagrindinių BIM programos privalumu yra lengvas klaidų ar neatitikimų taisymas. Taip yra todėl, kad pastatas yra suprojektuotas virtualioje erdvėje. Kadangi visa informacija yra kaupiama viename modelyje, atsiradus klaidoms, jas ištaisyti nėra sunku, jie yra greitai pastebimi ir lengvai koreguojami (Reizgevičius 2016).

Remiantis informacija (Messner et al 2011) BIM panaudojimas rodo, kad tinklas yra efektyvus mažinantis sukuriamų klaidų kiekį.

(Reizgevičius 2016) išskiria tokius BIM taikymo privalumus: 3D yra statinio modeliavimas, tai leidžia gauti planus, pjūvius, fasadus, lengvesnis objekto koregavimas ir priežiūra.

Tinkamai įgyvendinus BIM technologija, ji gali suteikti daug naudos projektui. Suprojektuotas pastatas BIM erdvėje jam suteikia didesnę kokybę. Vyksta tikslesnis pasiruošimas statybai yra įvertinama daugelis variantu kaip vyks statyba ir ar teisingas sprendimas pasirinktas.

(Reizgevičius 2016) nagrinėja BIM privalumus ir trūkumus. Jos nuomone pastato informacinį modeliavimą galima išskirti į šiuos bruožus: greitesnis ir efektyvesnis darbas, informacija galima lengviau dalintis.

BIM suteikia efektyvesni būdą, pagerinti projektavimo ir dokumentacijos rengimo kokybę (CRC for Construction Innovation, 2007). Inžinerinės materialinės bazės centras statybos projektais naudojusiais BIM technologijas. Išskyrė tokius naudojimo privalumus: sąnaudų skaičiavimo tikslumas < 3%; panaikinta į biudžetą neįtraukta pinigų 40%; sutrumpintas sąmatos kūrimo laikas 80%; sumažintas projektavimo laikas 7%. (CRC for Construction Innovation, 2007).

BIM programos vienas iš trūkumų yra atsiradus nenumatytai didelei klaidai, taisyti projektą BIM erdvėje gali užtrukti daugiau laiko, negu pradėti projektą iš naujo. Taip gali įvykti dėl pastato informacinio modelio informacijos gausos viename faile.

(Reizgevičius 2016) vertindamas BIM informacinį modelį, įvardija šiuos trūkumus: vieningo klasifikatoriaus ir standarto nebuvimas (turėtų būti sukurta vieninga sistema, kokybiškam statybos dalyvių darbui), turi būti užtikrinta teisinė bazė, kad visi projekto įgyvendinimo dalyviai turėtų turėti lygiavertes sąlygas projekto kūrimo ir įgyvendinimo metu.

Užsienio autoriai vieningai teigia, kad viena didžiausių problemų yra BIM duomenų nuosavybės teisės, autorinių teisių apsauga ir kiti įstatymai. Batcheler (2005) jos nuomonę – užsakovas mokėdamas už projektą, jaučia jog jisai turi teisę gauti visus projekto duomenis, tačiau inžinierių ir projektuotojų teisės turi būti apgintos. Ir todėl nėra atsakymo, kam priklauso duomenys. Taip pat yra didelė problema modelio duomenų valdymas ir atsakomybės prisiėmimas prieš netikslumus. Prisiimti atsakomybę už BIM duomenys ir užtikrinti jų tikslumą reiškia didelę riziką (Thompson, Miner, 2007).

(Reizgevičius 2016) įvertina pastato BIM modelio taikymą ir panaudojimo potencialą. Autorius įvardija nemažai panaudojimo minusų: BIM sukurto failo dydis užima labai daug vietos ir yra sudėtingas. Informacijos naudotojai nevykdo išsipareigojimų, kad būtų atnaujinta informacija. Informaciją norint dalintis su centriniu failu yra per daug sudėtingas duomenų valdymas. Todėl pradėtas kurti naujas serveris, siekiant padėti spręsti klausimus, kad dideli informacijos srautai būtų atnaujinami realiu laiku,

failas galėtų naudotis daug vartotojų vienu metu. Nėra tikimybės, kad visi projekto dalyviai (atskiros įmonės) naudosis viena BIM sistema ir vienoda programinė įranga.

1.6 BIM technologijų įtaka darbo efektyvumui

Thompson, Miner, (2007) nuomone, architektai ir inžinieriai jau kelis dešimtmečius pradėjo naudotis 3D modelio erdve, o ne braižymu. Bet visiškai atsisakyti 2 D projektavimo nėra galimybės, nes galimybės dėl statybos leidimų išėmimo ir bendravimo su kitais statybų procesų dalyviais. Grupei žmonių kurie nemoka skaityti informacijos iš brėžinių darbas yra palengvinamas sukuriant virtualų modelį. Bet norint įgyvendinti sėkmingai projektą turi būti sudaryti detalūs planai. Puikiai paruoštas BIM projektas kuris užtikrins, kad visi statybos dalyviai suprastu savo atsakomybes susijusias su projektu (Messner et al. 2011)

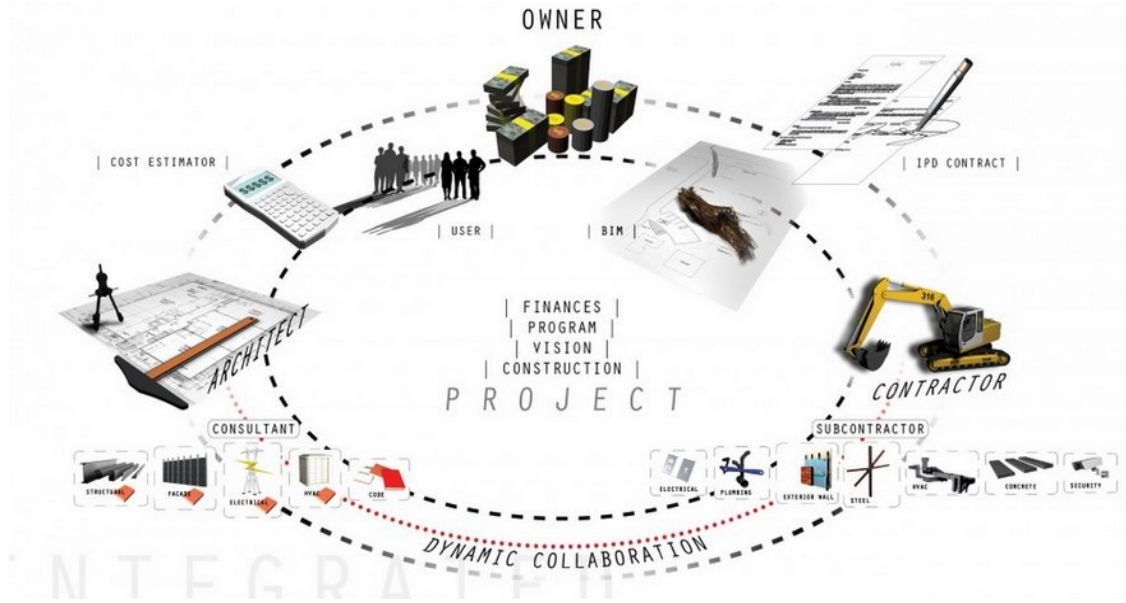
Thompson, Miner, (2007) nagrinėja statybos valdymą (angl.- facility management). Tyrimai parodė, kad darbuotojai turi sugaišti daug laiko norint gauti informacija, todėl mažesnė tikimybė, kad jie informacija įsisavins ir paklus nurodymams. Ir todėl padaugėja sužeidimų ir mirčių skaičius.

BIM virtualus modelis yra tinkamas visiems statybos objektams, tačiau programos panaudojimas priklauso nuo statinių sudėtingumo. Jai statinys nėra sudėtingas, programos neapsimoka naudoti, nes bus sugaišta labai daug laiko. BIM modelis yra populiarus tarp sudėtingų statinių – tiltai, viadukai, magistralės, daugiaaukščiai pastatai ir kt.

Pasak Batcheler (2005) BIM panaudojimas infrastuktūros projektuose, požeminių statinių statybai ir rekonstrukcijai yra didžiulė reikšmė. Autorius pasikartoja anksčiau minėtus darbe privalumus tokius: lengvesnis bendravimas tarp statybos dalyvių. Projektuojant 4D aplinkoje yra lengvesnis statybos aikštelės planavimas, logistikos paskirstymas; darbų grafiko sutikrinimas prieš prasidedant statyboms.

Remiantis Poirier et al. (2015) investavimas į naujos įrangos įdiegimą įmonėje gali paspartinti organizacijos našumą, bet gali ir produktyvumas sumažėti, jai įrangos kaina yra didesnė už santaupas. BIM diegimas įmonėje iššūkį, kuris atsiperka tik kai įmonė dirba pelningai, o pelnas gali nusverti programos diegimo išlaidas.

1.7 BIM technologijos principas



1.1 pav. BIM projektavimo etapai (skaitmeninė statyba 2017)

BIM technologijos įdiegimo poreikis gali atsirasti tada, kai yra įvertinami visi privalumai ir trūkumai. Taip pat įmonės dydį, darbų ir projektų apimtį kuriems reikalingas BIM modelis, bei atsiperkamumo rodiklį. BIM projekto vystymo etapai pateikiami 1.1 paveiksle. BIM projektas suskirstomas į etapus, kuris sudaro viso pastato gyvavimo ciklą: surašoma užduotis, atliekami projektiniai pasiūlymai – būsimas vaizdas, suderinus su užsakovu pradedamas projektavimas, jo metu gaunama projekto vizualizacija. Atliekamas statybos planavimas, analizės, darbų grafikų sudarymas (Reizgevičius 2016).



1.2 pav. BIM veiklos taikymo sritys (skaitmeninė statyba 2017)

Statybos projekte kiekvienam atlikti darbui yra numatyti dalyviai ir jų veikla. BIM technologijai priklauso atskira sritis dalyvių kurie specializuojasi ties šią programinę įrangą, jos efektyvumui didinti.

BIM panaudojimas statybų srityje yra specializuotas, sritis savo rezultatais turi didelę įtaką statybos dalyviams dalyvaujantiems statyboje. Įmonės neskuba naudoti BIM, nes laukia išsamesnių rezultatų dėl atsiperkamumo įrodymų (Reizgevičius 2016).

BIM technologijos įdiegimas įmonėje yra nevienodas. Nauda ir atsiperkamumas (ROI) jaučiamas tada, kai BIM modelis naudojamas nuo statybos pradžios iki pastato nugriovimo. Nauda bus tai įmonei, kuri užsiima statybomis ir projektavimu, tada jaučiama konkreti pinigine nauda. Tačiau labai svarbu įvertinti atsiperkamumą šios programos, nes technologijos yra vis labiau integruotos į projektus, gerina komunikacija ir bendradarbiavimą. Vienas iš trukdžių yra įvertinti informacijos prieinamumą. Todėl buvo sukurti įrankiai kurie gali vartotojui pranešti apie veiklos sąnaudas ir naudą (Poirier et al. 2015).

„Green“ BIM tai yra mintis siekianti išsaugoti aplinką, vykdyti švarią ir tvarią statybą naudojant integruotą BIM modelį (KS Wong 2010). Literatūros leidinių apžvalga rodo, kad „green“ BIM yra populiarus energinio naudingumo įrankis. Ši idėja pasak (KS Wong 2010) turi būti vystoma taip: 1) pakartotiniai panaudoti medžiagas ar perdirbti jas; 2) efektyvesnis BIM įrankių panaudojimas; 3) „green“ BIM įrankių pritaikymas vartotojų aplinkai; 4) griežtesni reikalavimai, siekiant pagerinti „green“ BIM technologiją, siekiant sumažinti anglies dioksido ir dujų išskyrimą, kad būtų sumažintas šiltnamio efektas pastato eksploataavimo laikotarpiu.

Jai įmonė apsisprendė diegti BIM technologijas, tada turi būti sukurtas planas. Kuriant planą yra apsvairstoma, dėl kokių priežasčių diegiama programa įmonėje (platesnės konkurencijos galimybės, didesnis darbo našumas, kokybiškesnis projektų valdymas, patenkinami užsakovo poreikiai). Sukurtas aiškus kelias BIM diegimo įmonėje yra sklandaus darbo rezultatas sprendžiant organizacinius klausimus (KS Wong 2010).

BIM naudingas projektams kurių vertė yra labai didelė, tikimybė yra, kad investicijos atsiperks pastačius vieną projektą. Jei projekto biudžetas nėra didelis, tada projektuotojas priverstas padidinti projekto kainą arba visai nediegti BIM įmonėje. Šiuo metu nėra privaloma naudoti BIM Lietuvoje, tačiau greitu metu tikėtina, kad bus prieita prie užsienio diktuojamos politikos. Amerikoje 60% architektų firmų naudoja BIM projektuose kažkokia forma, o Suomijoje 93% yra naudojama BIM modelis (Howard, Bork 2008). Tačiau daugelyje viešos paskirties projektų užsienyje yra reikalaujama pradėti panaudoti BIM modelį (KS Wong 2010).

Nagrinėjant BIM technologijas vartotojui kyla klausimas, kas tai yra BIM ir kuo tai skiriasi nuo paprasto projektavimo. Įtaka turi du veiksniai:

1. Šiandieninėje statybos rinkoje yra daug projektavimo įmonių kurios siūlo savo paslaugą, bet už skirtingą atlygį. Ar apsimoka įmonėje naudoti BIM modelį yra labai daug veiksnių turintis klausimas. Tai priklauso nuo įmonės dydžio, kiek laiko įmonė vykdo veiklą statyboje, kiek turi patirties, kokios kvalifikacijos dirba darbuotojai. Todėl statytojui yra labai sunku pasirinkti projektuotoją, kadangi yra labai didelė projektuotojų ir projektų pasiūla. Tik pradėjus statybą, bus pamatyta ar projektas buvo pasirinktas geras ar jį atliko profesionalus architektai.
2. Projektuotojai gali būti priversti naudotis BIM technologijomis, nes šalyje gali sumažėti kvalifikuotų darbuotojų projektavimo srityje. Projektų paklausa vis auga, o naujų darbuotojų surasti vis sunkiau. Todėl bus ieškoma būdų, kaip vykdyti projektavimą greičiau.

Pastato informacinis modeliavimas yra dažnai pristatomas kaip privaloma statybos kryptis. Nagrinėjant BIM technologiją reikia suprasti, kad informacinis modelis yra labai plati sąvoka (KS Wong 2010). Naudojanti BIM technologiją patartina naudoti nuo projektavimo pradžios. Tada įmonėje BIM priimamas kaip įprasta darbo veikla. Bet BIM galima pradėti naudoti, bet kuriame projekto stadijos vystymo etape. Svarbu suprasti kam projekte yra naudojamas BIM. Jai naudojimą nulėmė užsakovo interesas, reikia žinoti kam jam reikalingas BIM projektas. Ar reikalingas darbo našumui padidinti ar užsakovui bus reikalingi brėžiniai, dokumentacija ar simuliacija (Reizgevičius 2016).

Siekiant veiksmingiau integruoti BIM į statybos procesą, svarbu naudoti detalų BIM planą. Jisai apibūdina projekto įgyvendinimo viziją kurių statytojas siekia įgyvendinat projektą. Projektas turėtų būti naudojamas pradiniam projektavimo etape ir nuolat papildomas, nes nauji dalyviai bus įtraukti į projektą. Projektas turi būti nuolatos kontroliuojamas, stebimas ir tikslinamas. Turėtų būti apibrėžtas projekto įgyvendinimo laikas. Viena iš svarbiausių funkcijų planuojant statybą yra nustatyti BIM vertę projektui ir bendrus tikslus BIM įgyvendinimui. Tikslai turėtų būti grindžiami statybos trukmės sumažėjimu, darbo našumo padidėjimu, kokybės pagerėjimu, išlaidų sumažėjimu (Messner et al. 2011).

Statybos pramonė yra viena iš svarbiausių šakų visame pasaulyje. Pagal paskutinius darytus tyrimus statybos pramonėje dirba 2 milijonai žmonių (McKinsey Global Institute MGI). Pagrindinis tikslas yra suprasti priežastis, kokia įtaka yra daroma BIM technologijų vykdant statybas. Yra kalbama, kad statybose yra mažas produktyvumas. Pagrindinė priežastis yra – suskaldyta statybos pramonė dėl projektavimo ir statybos sistemos. Užsakovas dažniausiai pasirašo atskiras sutartis su architektais, inžinieriais ir rangovu, kurios ne visada dirba efektyviai, nes konkuruoja šių atstovų interesai. Statybai reikalingas sklandesnis darbas tarp šių atstovų, nes yra sugaištama daug laiko sprendžiant ginčus

(Messner et al.2011). Jo teigimu statyboje reikalingi pokyčiai darbo kultūroje ir statybos darbo metoduose.

Sklandesnis bendradarbiavimas yra tarp statybos dalyvių tada, kai yra parengiamas BIM technologijos įdiegimas projektavimo etape. BIM projekto komandą sudaro šie dalyviai: Užsakovas, statytojas, projektuotojas, rangovas. Svarbu yra projektavimo pradžioje nustatyti pradinius tikslus, kur yra apibrėžiami tolesni veiksmų planai (Reizgevičius 2016).

Pagrindinis statybos pramonėje minusas yra projektavimo atskyrimas nuo statybos projekto vystymo. Ir todėl yra įžvelgiama daug trūkumų: įžvelgiamos prastos eksploatacinės savybės, prastai yra išnaudojamos pastato erdvės, prastos tvarumo savybės. Dėl šių problemų, projektuotojai turėtų dirbti bendrai kartu su kitais projekto dalyviais (Gilder 2014). BIM įdiegimas įmonėje suteikia galimybę šias problemas sumažinti (Messner et al.2011).

Anglijoje buvo atliekamas tyrimas, kurio metu buvo apklausti statybos specialistai. Tyrimo metu buvo nustatyta, kad BIM technologijos keičia požiūrį į pastatų projektavimą ir statybą. Dažnai yra kalbama ir vyksta daug ginčų, kad statybos vyksta per ilgai ir kainuoja per daug, prasta atliktų darbų kokybė. Tyrimuose dalyvavo 143 respondentai iš įvairių pasaulio šalių ir tyrimai parodė, kad 44% apklaustų respondentų mano, kad už projekto valdymą yra atsakingas projekto vadovas. Daugelis respondentų teigė, kad yra sudėtinga atsakyti kas atsako už projekto valdymą BIM erdvėje, nes tai priklauso nuo projekto dydžio ir organizacijos. BIM projekto vadovas yra atsakingas už projektavimo valdymą ir koordinavimą iki projekto užbaigimo (Reizgevičius 2016).

Literatūros duomenimis, naudojant BIM technologiją turi būti paskirtas vadovaujantis BIM koordinatorius. Statybos pramonė diegdama BIM technologiją įmonėje susiduria su įvairiais iššūkiais. Tai yra darbuotojų apmokymai naujiems procesams, darbo eigos įdiegimas (Reizgevičius 2016).

1.8 Pagrindinės klaidos BIM projektuose



1.3 pav. Pagrindinės klaidos BIM projektuose (Ernestas Beržanskis 2018)

Lietuvoje inicijuojama pakankamai daug BIM projektų, tačiau didelė dalis šių projektų nesuteikia lauktos naudos, o procesai stringa. BIM naudojimas baigiasi projektavimo etape ir nebenaudojamas statybos etape. Todėl susidaro nuomonė, kad BIM metodika nėra išbaigta, todėl grįžtama prie senų darbo organizavimo metodų. Natūralu, kad tiek užsakovams, tiek projekto vykdytojams trūksta patirties, o nusistovėjusių standartų dar nėra. Patyrę projekto vadovai pastebi nuolat atsirandančias klaidas, kurios kenkia BIM projektuose. (Beržanskis 2018).

1. Pirmoji problema yra ta, kad BIM projekto vadovo funkcijos bei atsakomybės dažnai suvokiamos neteisingai bei ribotai. BIM vadovas – projekto informacijos kūrimo, apsikeitimo, bendravimo proceso organizatorius. Jis taip pat atsakingas už informaciją ne tik projektavimo, bet ir statybos etape. BIM vadovas pagal PAS 1192-2 standartą skiriamas jau projekto inicijavimo etape ir vykdo savo funkcijas iki statinio pridavimo. Todėl projekto vadovas turėtų būti samdomas užsakovo ir atstovauti užsakovą. Kai BIM vadovas priklauso projektuotojų komandai, jis gali jausti pareigą ar spaudimą „dangstyti“ komandos klaidas, koreguoti ar atnaujinti informaciją serveryje. (Jatkauskaitė 2018).

Užsakovas pats ne visada turi laiko ar kompetencijų kontroliuoti BIM projekto vykdymą, todėl projekto vadovas dirba pagal reikalavimu, suderintus su užsakovu. Labai svarbu, kad už BIM atsakingas

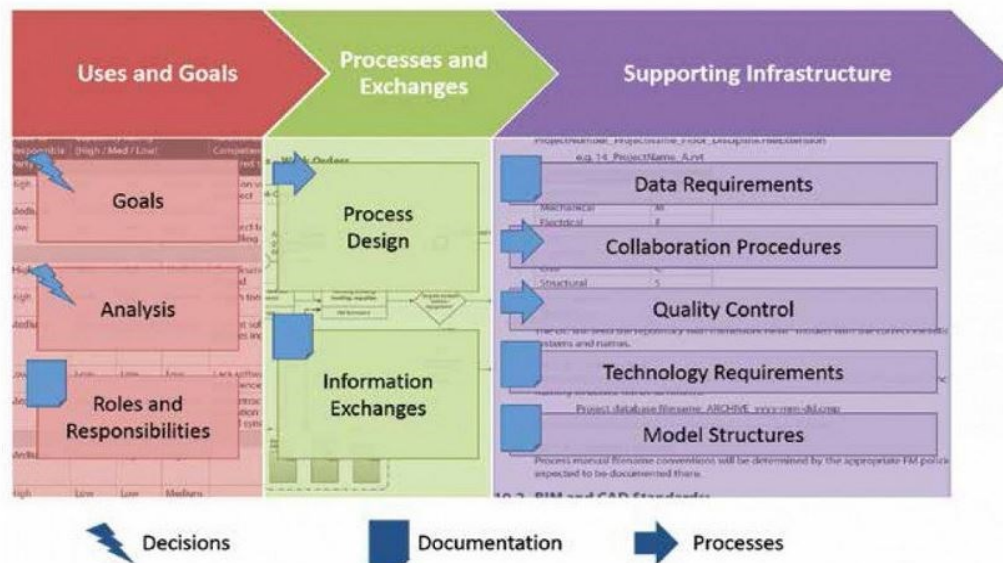
asmuo turėtų užsakovo įgaliojimus, galėtų motyvuoti komandą ar taikyti nuobaudas ir taip valdyti visą darbo procesą. (Beržanskis 2018).

2. BIM tikslų neapibrėžtumas.

Pradėjus dirbti viename projekte buvo duota užduotis konstruktoriams sužiūrėti reikalingas angas ir bendruosius susikirtimus. Tačiau išibėgėjus projektui ir greičiausiai supratus modelio vertę, atsirado vis daugiau prašymų nurodyti modelyje vienokius ar kitokius sprendinius. Tokie dalykai turi būti nustatyti pačioje projektavimo pradžioje. Jei užsakovas nežino, kodėl užsako BIM projektą, tampa neaišku, koks turi būti detalumas, kiek ir kokios informacijos turi būti modelyje, ar naudosime ir kaip naudosime informaciją statybos procese ir t.t. Todėl labai svarbu apibrėžti BIM tikslus, į kurias atsižvelgiant formuluojami aiškūs ir pagrįsti BIM reikalavimai. Taip išsprendžiama ir perteklinių BIM reikalavimų problema, nesudėtinga paaiškinti projekto dalyviams, kodėl yra vienas ar kitas reikalavimas. Jei tikslai neaptariami iš pat pradžių, užsakovas gali pats pradėti keisti reikalavimus projekto eigoje – tai sukelia papildomų rūpesčių ir daugiau darbo visiems projekto dalyviams. (Beržanskis 2018).

3. Pasiruošimas BIM projektui.

Dažnai problema yra ta, kad užsakovai pirma pasirenka projektuotojus ar statybininkus, o tik vėliau kelia BIM reikalavimus. Atsiranda rizika, jog projekto komanda gali neturėti reikiamų kompetencijų iškeltiems reikalavimams. Arba sutartyse paminimas žodis BIM, be detalių reikalavimų ir taisyklių. Rezultatas – tiekėjai nepasiruošę, o ir pagrindo ko nors iš jų reikalauti nėra. (Beržanskis 2018).



1.4 pav. BIM prioritetų dėliojimo tvarka. (Beržanskis 2018)

Visgi BIM projektas turi prasidėti nuo tikslų ir reikalavimų projektui bei komandai. Tik tada pagal iškeltus BIM reikalavimus turėtų būti vertinama paslaugų tiekėjų kvalifikacija ir formuojama komanda.

Svarbus dalykas yra, kad nebūtų peršoktas pasiruošimas projektui etapas. Jis turi būti atidžiai ir smulkiai išnagrinėtas, komanda turi būti supažindinta su taisyklėmis, reikalavimais, komunikacijos ir dokumentų saugojimo sistema. Būtina iš anksto išbandyti informacijos keitimąsi, IFC importą/eksportą suderintose koordinatėse, komunikacijos platformas. (Jatkauskaitė 2018).

4. BIM projekto ruošimas 2D aplinkoje, o tada perkėlimas į 3D.

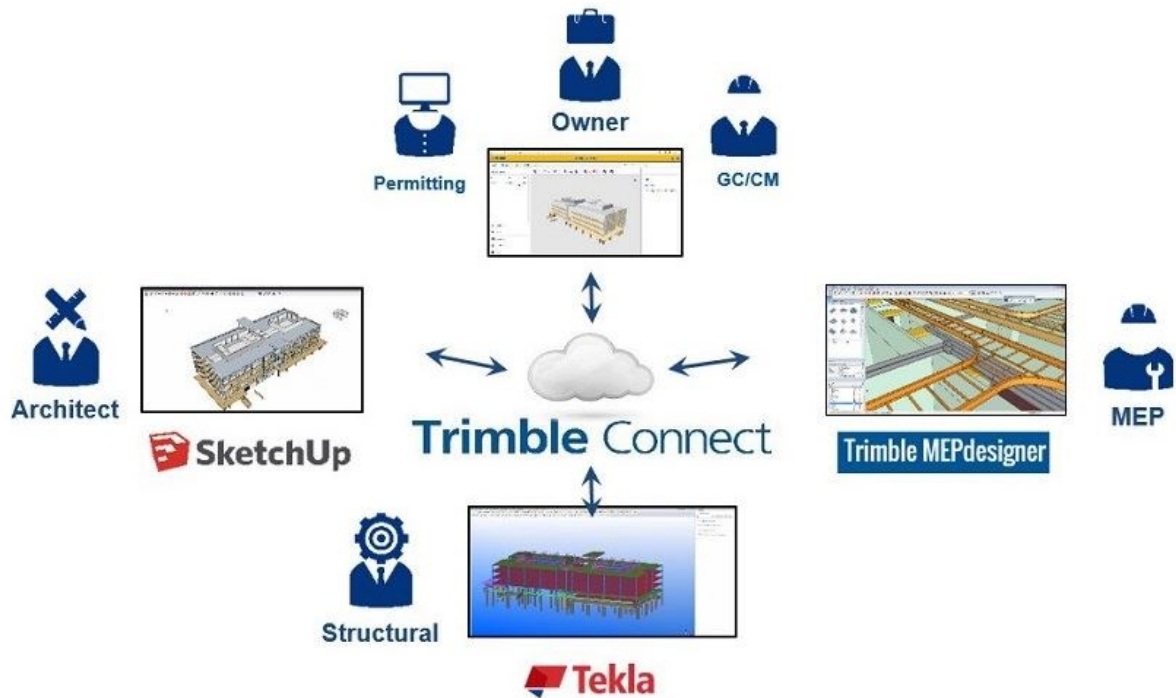
BIM vadovai nuolat susiduria su vis dar nusistovėjusią nuostatą, kad greičiau paruošti projektą 2D aplinkoje, o tada perkelti projektą į 3D, norint įvertinti suprojektuotą situaciją. Galbūt brėžinių reikalauja užsakovas ar kiti projekto dalyviai. Galiausiai statybvietėje atsidūrusiais brėžiniais remiasi tiek statybininkai, tiek montuotojai, o 3D modeliai – nenaudojami. Dėl šių priežasčių atsiranda neatitikimų tarp 2D ir 3D modelių. Paruošti 3D modelius iš 2D brėžinių užtrunka laiko ir papildomai kainuoja, taip pat yra didelė rizika, kad brėžiniai bus pakoreguoti, o 3D modelis – ne. Statybos metu nei papildomo laiko, nei pinigų nėra. Todėl būtų protingiausia iš karto projektuoti 3D aplinkoje, taip greičiau sprendžiant problemas. Be to 3D modelį geriau supranta darbininkai, kyla mažiau nesusipratimų. (Beržanskis Intelligent BIM vadovas).

5. Elementų klasifikavimas

Dar viena problema – tai statinio elementų informacijos klasifikavimas. Problema kyla tuomet, kai tą patį objektą, pvz. koloną, vieni vadina vienaip, kiti – kitaip. Tuomet projekte turime klaidingą informaciją apie tai, kiek ir kokių kolonų yra. Arba skirtingiems elementams priskiriamas tas pat pavadinimas. Jei kiekviename naujame projekte kuriami nauji pavadinimai ir projekto dalyviai naudoja skirtingas kvalifikavimo sistemas, gauname tikrą informacinį chaosą. Visa tai daro įtaką kiekių skaičiavimui, sąmatų sudarymui bei pirkimų ir gamybos procesams. Dažnai BIM suprantamas kaip gražus 3D vaizdinys, tačiau visa BIM esmė yra susisteminta informacija. (Beržanskis Intelligent BIM vadovas).

6. Vieningos informacijos platformos trūkumas

Viena iš dažnų problemų, su kuria tenka susidurti – tai keletas skirtingų informacijos talpyklų ar pasidalinimo būdų. Informacija gaunama elektroniniu paštu, laikinomis nuorodomis, sukelia į projektuotojų serverį ar į užsakovo nurodyta vietą. Tada tampa labai sudėtinga rasti aktualią bei teisingą informaciją. Tai lengvai išspręstu viena projekto dokumentacijos laikymo vieta. (Beržanskis 2018).



1.5 pav. Informacijos talpykla, ir paskleidimas kitiems statybos dalyviams (Beržanskis 2018)

Kita kliūtis – skirtingos dokumentų, brėžinių ar modelių versijos. Visi turėtų naudoti ir dirbti naudojant naujausią informaciją (vieno dokumento principas)

7. 3D Modelio prieinamumas statybvietėje

Šiuo metu vykstančiame projekte statybvietėje iš esmės vadovaujamosi 2D (spausdintais) brėžiniais. BIM vadovų nuomone, labai svarbu išvengiant interpretacijų skaitant brėžinius (ypač, kai darbo projekto brėžiniai sunkiai įskaitomi dėl informacijos kiekio). Dar geriau, jei statybininkai ir montuotojai galėtų naudotis planšetėmis – turint 3D vaizdą ir peržiūrėti elementų informaciją ar ją valdyti (matuoti, pjauti ir pan.) tampa daug paprasčiau ir greičiau. Atsispausdinti brėžinius ne tik užtrunka laiko, bet ir kainuoja. Tarptautinė įmonė Scanska nustatė, kad projekto vadovas sugaišta vidutiniškai net 2 dienas per mėnesį dėl brėžinių. Tuo tarpu, naudojant planšetes ir projekto informacijos valdymo programas tokios kaip - Trimble Connect, galima peržiūrėti bet kurios dokumentus, brėžinius ar modelius. Be to sprendžiama ir kita problema – galima įsijungti visų projekto dalių 3D modelius, o 3D vizuali informacija suvokiama greičiau ir tiksliau, tad darbininkui nebereikia inžinieriaus paaiškinimų. (Scanska Q2 publications 2018).

Kaip padidinti projekto efektyvumą?

Norint padidinti projekto efektyvumą, turime supranti BIM organizacijos ypatumus, tinkamai pasiruošti naujovių diegimui ir įtraukti į projekto komandą patirties turinčius BIM vadovus bei konsultantus. Reikalingas tiek užsakovo, tiek vykdytojų vadovybės supratimas bei dėmesys. Kompetentingų BIM vadovų nėra daug, todėl renkantis būtina įvertinti konkrečią BIM vadovo praktiką. Šiuo metu Lietuvoje vykdomo BIM mokymai yra paviršutiniški bei teoriniai, trūksta pritaikumo ir praktinių pavyzdžių. Be to, suprasti BIM metodiką bei organizaciją reikia ir užsakovui, nes nuo jo priklauso didelė dalis projekto sėkmės. Todėl Intelligent BIM solutions sukūrė atskiras BIM mokymų programas BIM projektų vadovams, projektų užsakovams ir tiesiog BIM informacijos naudotojams. Visgi žinome iš patirties, jog dažnai mokymų nepakanka, ir geriau įgauti patirties pirmąjį projektą vykdant kartu su profesionaliu konsultantu – taip išvengiama klaidų bei nesklandumų. (Ernestas Beržanskis Intelligent BIM Solutions vadovas).

2. TIRIAMOJI DALIS

2.1 BIM diegimo projektavimo įmonėje vertinimas

BIM (Building Information Modeling) – gana dažnai analizuojama sritis statybos inžinerijos studijose.

Šiandieniniame statybos sektoriuje pramonė yra ypač reikli, inžinierius turi žinoti visas statybos sritis. Taip pat dirbti su sudėtingomis programomis. BIM projektavimas turi daugiau privalumu negu tradicinis projektavimas.

Užsienio autoriai tikina, kad BIM projektavimas turėtų būti dėstomas kaip atskiras studijų dalykas universitetuose. Ši tema yra aktuali mūsų visuomenėje. Gilder (2014) siūlo į esamas studijų programas įtraukti BIM studijų turinį.

Lietuvoje 2002 metais buvo įkurta statybos asociacija kurioje buvo pradėtos taikyti BIM technologijos.

Tyrimui buvo pasirinkta įmonė „N“ statybinė įmonė kuri atlieka projektavimo ir statybos paslaugas. Akcinė bendrovė vykdanči savo veiklą nuo 1957 metų. Įmonėje kurioje buvo atliktas tyrimas „N“ galima būtų vadinti „makro“, nes joje dirba 1045 darbuotojai. Įmonės atliekamos paslaugos yra projektavimas ir statyba. BIM nauda „makro“ įmonėms yra įrodyta užsienio šalių autorių. Tyrimo dalyje bus bandoma išsiaiškinti koks yra atsiperkamumas didelėje įmonėje, įsidiegus BIM programas taip pat apžvelgiami trūkumai ir privalumai BIM programos.

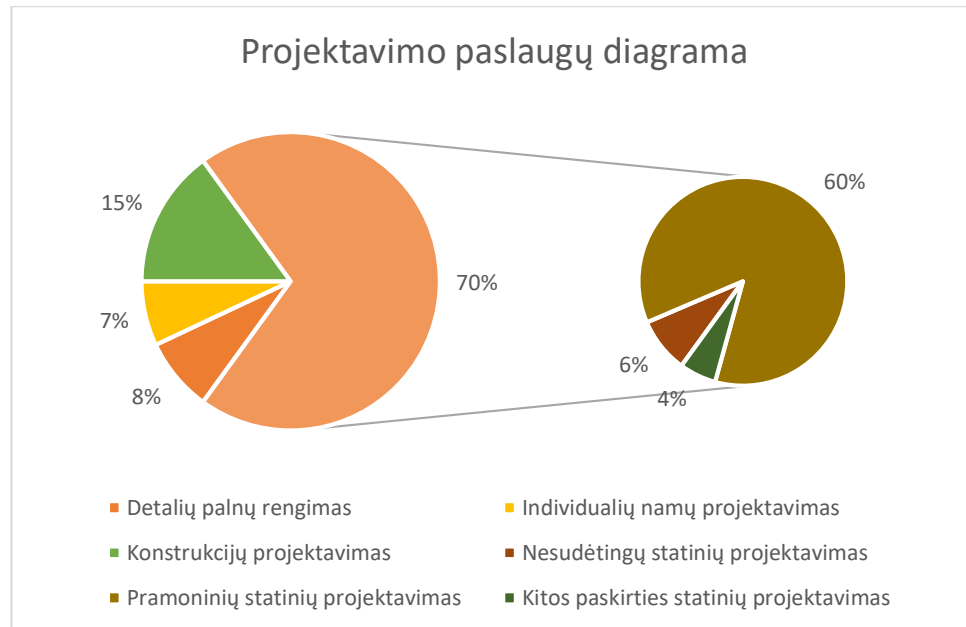
Lentelėje yra pateikiama visa informacija kokia veiklą atlieką įmonė kuri atlieka projektavimo ir statybos paslaugas.

Projektavimas		Statyba	
1.	Skaitmeninis pastato modelis (BIM)	1.	Bendrieji statybos darbai
2.	Projektiniai pasiūlymai	2.	Apdailos darbai
3.	Konstrucijų esamos būklės analizė	3.	Aplinkotvarkos darbai
4.	Pastatų energetinio naudingumo sertifikavimas	4.	Lauko inžineriniai tinklai
5.	Statinio techninis projektas	5.	Statybinių medžiagų tyrimai ir bandymai
6.	Statinio darbo projektas		
7.	Architektūrinės, konstrukcinės ir visų inžinerinių sistemų projekto dalys		
8.	Gamyklinių brėžinių parengimas		
9.	Statybos technologinis projektas		
10.	Statybos techninė priežiūra		

1 lentelė. Įmonės kurioje buvo atliktas tyrimas atliekamos paslaugos (sudaryta autoriaus)

Lentelėje pateikiama (N) įmonės veikla. Ši įmonė atlieka projektavimo ir statybos paslaugas. Projektavimo srityje atliekama skaitmeninio pastato modelio kūrimas (BIM), rengiami projektiniai

pasiūlymai, analizuojama esamų konstrukcijų būklė, atliekamas pastatų energinio naudingumo sertifikavimas, rengiamas statinio techninis projektas ir taip pat darbo projektas, atliekamos architektūrinės, konstrukcinės ir visų inžinerinių sistemų projektų dalys, rengiami detalūs gamykliniai brėžiniai, atliekamas statybos technologinis projektas, vykdoma techninė priežiūra. Statybos srityje atliekami bendrieji statybos darbai, apdailos darbai, aplinkotvarkos darbai, lauko inžineriniai tinklai, statybinių medžiagų tyrimai ir bandymai.



2.1 pav Pasirinktos įmonės projektų vykdymo diagrama (sudaryta autoriaus)

Didžiausią dalį vykdomų projektų įmonėje sudaro pramoniniai statiniai – 60%. Konstrukcijų projektavimas 15%, detaliųjų planų rengimas 8%. Individualių namų projektavimas 7%, nesudėtingų statinių projektavimas 6%. Kitos paskirties statinių projektavimas 4%. Įmonės gaunamų pajamų didžioji dalis yra gamybinių statinių projektavimas ir statyba. Todėl būtų galima daryti išvadą, kad „makro“ įmonėje kuri atlieka projektavimo visose srityse ir statybos paslaugas. Tikrai verta diegti BIM programą, nes naujos 3D projektavimo galimybės yra labai plačiai naudojamos, dar prieš pradėdant statybas yra naudojama patikrinti pastato projektinius sprendinius. O vėliau yra naudojama statybos ir eksploatacijos etapuose. Didžiausią naudą gauna užsakovas, nes BIM modelis nėra tik paprasta 3D animacija, tai duomenų bazė, kurioje yra visa tiksli informacija apie statinį, kurią užsakovas gali panaudoti tiek statybos metu, rangovo kontrolei, tiek eksploatacijos metu vykdant einamąjį pastato priežiūrą, remontą ar rekonstrukciją, taip pat ir vykdant pastato ar statinio griovimo darbus.

Taip pat (N) įmonėje buvo atliktas dar vienas tyrimas, buvo pasirinkta tiriamoji grupė. Pagal tyrimo rezultatus buvo įvertintos darbuotojų žinios BIM srityje ir daroma išvada ar reikalingas BIM modulių įvedimas į mokymo kursus, kad būtų efektyviau vykdomas statybų procesas.

Tyrimo apklausai atlikti, buvo pasirinktos popierinės anketos, kurios buvo išdalintos įmonės darbuotojams.

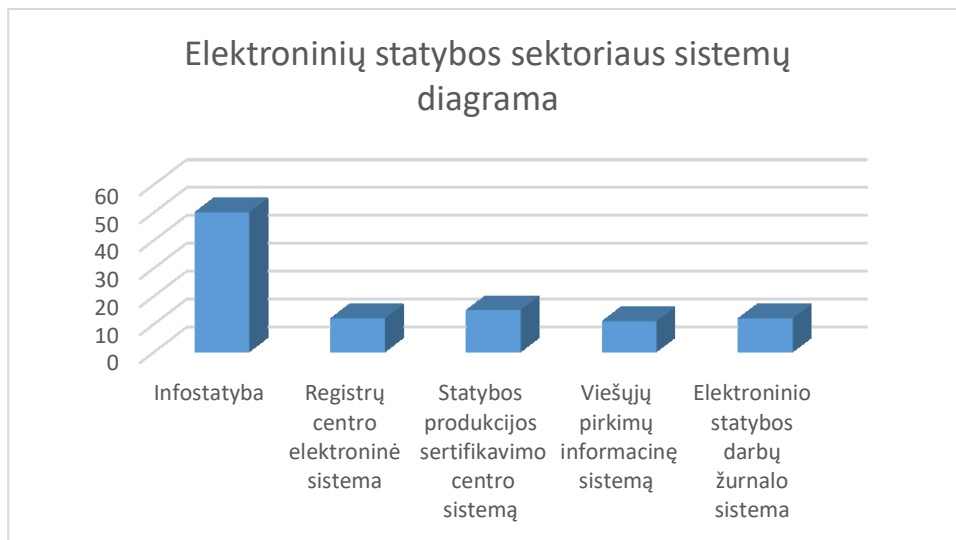
Respondentų apklausos rezultatai buvo tokie: anketą užpildė 30 respondentų. 60 procentų respondentų prieš parinkdami statybos darbų subrangovus rengia konkursus „Aivos“ programoje, 40 procentų respondentų pasirinkdami statybos darbų subrangovus konkursų neruošia ir informaciją siunčia elektroniniu paštu. Taip gali būti dėl to, kad darbai yra pateikiami atlikti jau įmonėms kurios šiuos darbus vykdo. Galime matyti įmonė kuri naudoja BIM programas informacijos apskaitinimui naudojami elektroninius paštu. Nors turėtų būti serveris kuriame būtų visa aktuali informacija, ir iš jo informacija gautų visi statybos dalyviai.

84 % respondentų nurodė šias statybos sektoriuje efektyvumą didinančias priemones. Įmonės darbuotojai mano jog šios priemonės leistu efektyviau valdyti statybų procesą, būtų išvengta daug klaidų, kurios atsiranda dėl nesusikalbėjimo tarp darbuotojų.

- Elektroninių statybos sektoriaus sistemų diegimas.
- BIM modelio taikymas.
- Inovatyvių statybos procesų valdymo technologijų taikymas.

Apklaustų respondentų 93 % atsakė, kad yra susipažinę arba susidūrę su elektroninėmis statybos sektoriaus sistemomis.

Buvo prašoma išvardinti kuriomis sistemomis teko naudotis dažniausiai. 50 % respondent atsakė, kad žinomiausia elektroninė statybos sektoriaus sistema yra infostatyba. 12 % apklaustųjų atsakė, kad žino registru centro elektroninę sistemą. 15 % apklaustųjų žino statybos produkcijos sertifikavimo centro sistemą. 11 % teigė žinantis viešųjų pirkimų informacinę sistemą. Ir tik 12 % respondentų pažymėjo, kad žino elektroninį statybos darbų žurnalą, kaip elektroninę statybos sektoriaus programą. Toks respondentų pasirinkimas man buvo gan įdomus, dėl to, kad tik 12 % respondentų žino apie elektroninį statybos darbų žurnalą.



2.2 pav. Tarp respondentų žinomiausių sistemų diagrama (sudaryta autoriaus)

Šioje įmonėje kurioje buvo atlikta apklausa statybos darbų žurnalas elektroninėje versijoje nėra pildomas. Tačiau kartu su statinio informacinio modeliavimo sistema (BIM) programomis ši naujovė turėtų būti aktyviau naudojama. Lietuvoje dar viena naujovė atsiranda, tai elektroninis darbų žurnalas.

85 % apklaustųjų mano, kad elektroninis statybos sektoriaus sistemos veiksmingumas ir efektyvumas yra vertinamas 3 balais iš 4 galimų. 15 procentų apklaustųjų vertino sistemą 2 balais iš galimų 4.

Respondentams buvo užduotas klausimas ar jaustumėte darbų kokybės ir efektyvumo pokytį statybos sektoriuje įdiegus vieningą sistemą visam statybos valdymui ir organizavimui. Į šį klausimą iš 30 apklaustųjų respondentų net 96 procentai atsakė, jog darbų atlikimo efektyvumas ženkliai padidėtų, taip būtų atliktų darbų didesnė kokybė. Ir tik 4 procentai atsakė, jog darbų atlikimo kokybė ir efektyvumas nepakistų.

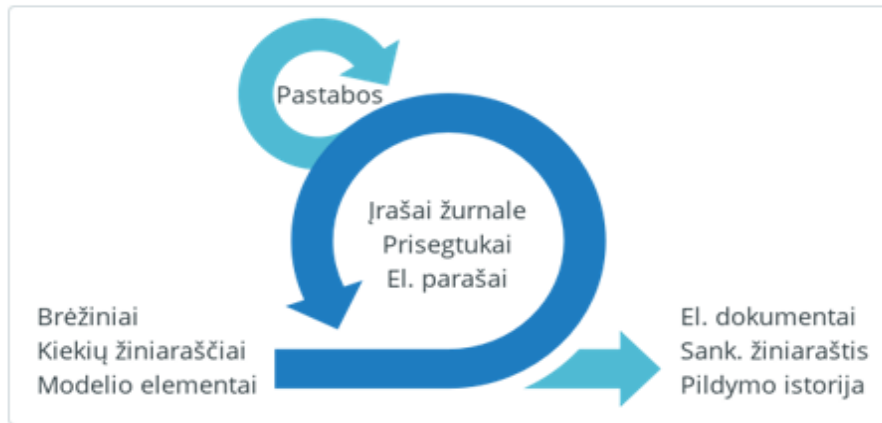
Buvo prašoma išvardinti teigiamus aspektus diegiant elektronines statybos sektoriaus sistemas. Daugelis vieningai pritaria, kad pagerėtų šie aspektai.

- Pagerėtų komunikavimas tarp statybos dalyvių.
- Efektyviau būtų valdomas statybos procesas.
- Mažėtų klaidų ir nesusikalbėjimo rizika.

Norint efektyviai statybos procesą valdyti su BIM programomis, dideliame objekte būtinas yra elektroninis statybos darbų žurnalas. Ši sistema leidžia operatyviai greitai ir kokybiškai kaupti įrašus apie statyboje vykstančius procesus. Tada visi statybos dokumentai būna vienoje vietoje.

- Brėžinius aktualius galima peržiūrėti tiesiai iš elektroninio žurnalo.

- Paslėptų darbų aktuose galimos fotografijų prisegimas.
- Sąmatas galima įkelti į el. žurnalą.
- Galimas sumavimas atliktų darbų kiekių už atliktą darbą.



2.3 pav. Statybos darbų žurnalo schema (statybų žurnalas 2018)

Buvo norima sužinoti iš apklaustųjų 12 % procentų kurie žinojo apie elektroninio statybos darbų žurnalo sistemą, išvardinti aspektus kas pagerėtų naudojantis šią naujovę. Respondentai atsakė į šį klausimą taip.

75 % atsakiusių nurodė, kad pagerėtų ir taptų labiau skaidresnis statybos sektorius. Kiti likę respondentai atsakė, kad mažėtų klaidų ir nesusikalbėjimo rizika, taip pat palengvėtų statybos proceso valdymas.

Mano manymu norint žengti žingsni į BIM skaitmeninę statybą, šalia šių naujovių turi atsirasti ir elektroninis statybos darbų žurnalas. Kuris didelę paslaugą daro užsakovui, kuris gali reikalauti iš rangovo, kad žurnalas būtų laiku pildomas būtų reikiamu metu įvesti įrašai ir priduoti darbai. Viešas dokumentas prieinamas visiems tampa labiau svarbesnis, negu popierinis žurnalas. Elektroninių statybos darbų žurnalų suklastoti nėra galimybių ir yra lengviau įskaitomi. Dokumentas informacinėse sistemose yra saugomas daugiau nei 10 metų. O pasikeitus statinio savininkui, arba atliekant statinio rekonstrukcijas žurnalas nėra prarandamas.

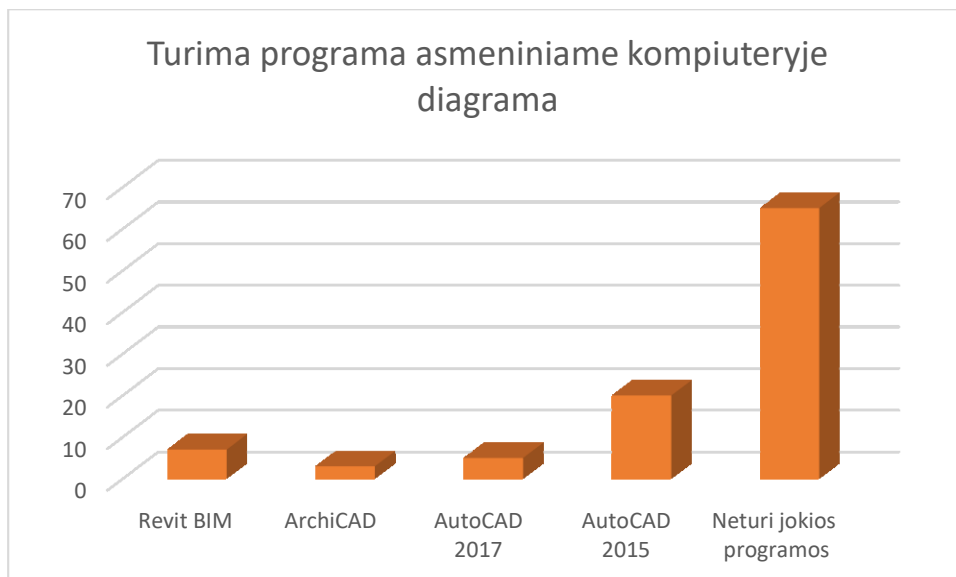
Statybos dalyviams leidžia operatyviai ir saugiai kaupti informaciją apie atliktus darbus, naudojamas medžiagas. Pildyti vienu metu gali keli statybos dalyviai, nereikia perdavinėti iš rankų į rankas. Kokybiškesnis informacijos įvedimas į elektroninį darbų žurnalą, galimas prisegimas nuotraukų

bei brėžinių. Techninės priežiūros vadovas operatyviai ir laiku gauna įrašus padarytus žurnale, paslėptų darbų aktus ir kita. Turėdamas daugiau laiko prižiūrėtojas gali atidžiau peržiūrėti ir priimti darbus.

85 procentai respondentų teigė, žinantis ar yra girdėję apie BIM programas. Buvo prašoma jų įvertinti savo kompiuterines žinias, kokiomis programomis yra tekę naudotis. Visi respondentai teigė, jog geba braižyti 2D brėžinius naudojantis skirtingomis komandomis, skirtinguose sluoksniuose ir naudotis „layout“ komanda. Tačiau tik 15 % procentų apklaustųjų teigė gebantis braižyti 3 D brėžinius ir jais naudotis.

Respondentai atsakė kokią projektavimo programą turi savo asmeniniuose darbo kompiuteriuose, buvo prašoma nurodyti oficialų pavadinimą ir metus. Tik 35 % apklaustųjų nurodė, jog turi projektavimo programą.

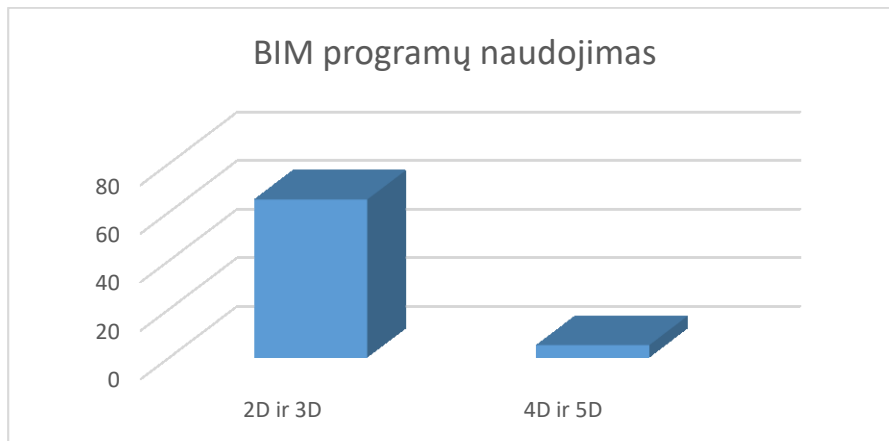
- Revit BIM.
- ArchiCAD.
- AutoCAD 2017.
- AutoCAD 2015.



2.4 pav. Programos asmeniniame kompiuteryje (sudaryta autoriaus)

Galime matyti, kiek procentų darbuotojų turi asmeniniuose kompiuteriuose programas skirtas projektavimui. Iš šios diagramos galima spręsti, jog darbuotojai laisvu metu nesidomi BIM technologijomis.

Atliktoje apklausoje buvo bandoma išsiaiškinti ar įmonės darbuotojai yra susidūrę su 4D, 3D, 5D programomis. 3D programomis teigė yra susidūrę 85 % darbuotojų, o tik 5 % darbuotojų nėra susidūrę su 4D ir 5D programomis.

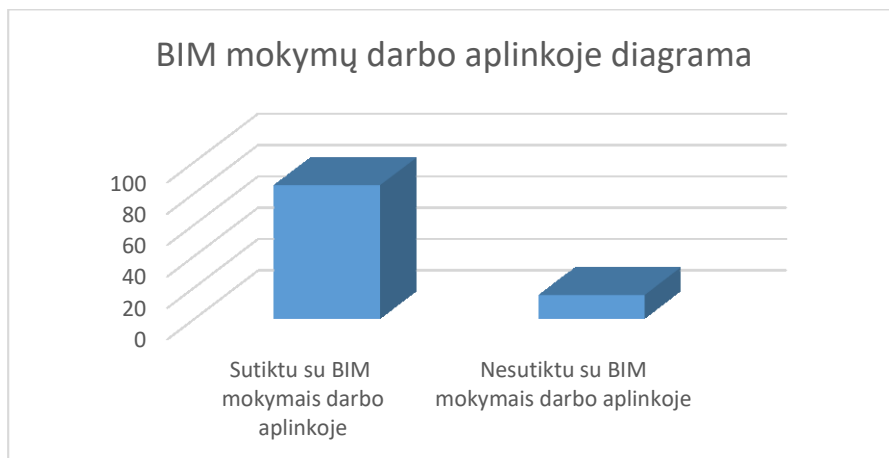


2.5 pav. Respondentų BIM programų naudojimas (sudaryta autoriaus)

Buvo bandoma išsiaiškinti ar darbuotojai turi motyvacijos ir noro mokytis darbo aplinkoje mokymuose, jeigu darbdavys suteiktų tam galimybes.

85 % darbuotojų sutiktu su galimybe mokytis ir tobulėti BIM programų valdyme. Mano jog būtų didesnės galimybės įsitvirtinti statybos darbo rinkoje. Bei pateiktų kokybiškesnius sprendimus savo įmonės objektų valdymo sistemoje.

15 % darbuotojų nesutiktu su papildomai mokymais, nes yra per daug apkrauti šiuo metu darbu. Ir nespėtų dar papildomai rasti laiko žinių tobulinimui. Reikėtų mažinti darbo krūvį ir tada galbūt atsirastu noras papildomai išmokti žinių apie BIM programų valdymą.



2.6 pav. BIM mokymų darbo aplinkoje respondentų pasiskirstymas (sudaryta autoriaus)

Taip pat buvo užduotas dar vienas klausimas įmonėms darbuotojams, kokios BIM projektavimo savybės jus skatintu dirbti su BIM programomis. 35 % darbuotojų atsakė, kad.

- Galimybė automatiškai atlikti įvairias analizes (pastato apšvietimas, padėties pasaulio šalių atžvilgiu ir kt.)
- Daugkartinis modelio panaudojimas.
- Projektų aiškumas ir lengvas suvokimas dėl tikslių vizualizacijų.
- Galimybė panaudoti operatyvinę informaciją įrenginių valdyme.

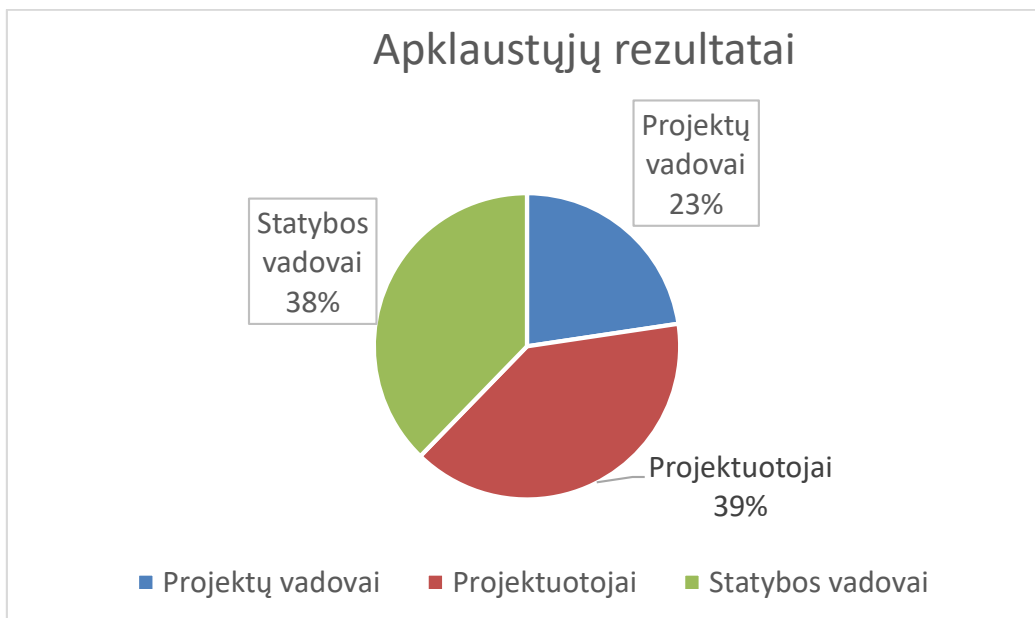
40 % darbuotojų atsakė į šį klausimą šitaip:

- Naudojimo paprastumas, lengvas informacijos dalijimasis esant centriniam failui.
- Tikslesnis darbų kiekių apskaičiavimas.

Ir 21 % apklaustųjų respondentų teigė, kad:

- Esamų statybos standartų, kodeksų įdiegimas BIM programose.
- Simuliacijų sukūrimas.
- Automatinis duomenų apdorojimas (skaitmeninė informacija gali būti panaudota tolesniems procesams vykdyti, konstrukcinių sistemų gamybai, montavimui).

Daroma išvada, jog BIM mokymų įvedimas į mokymo kursus, pagerintų darbo kokybę dirbamoje aplinkoje. Kursų metu darbuotojui būtų sukurtos realios statybos pramonės vaizdas. Baigę kursus darbuotojai dar geriau suprastų darbo rinką kurioje jie yra.



2. 7 pav. Apklaustų darbuotojų diagrama (sudaryta autoriaus)

BIM mokslas plačiai nagrinėjamas užsienyje, bet Lietuvoje tai yra pakankamai nauja sritis. Lietuvoje pirmą kartą BIM pradėtas naudoti 2002 m. Pasaulyje pirmieji taikyti virtualią statybą pradėjo „Graphi softs“ kompanija.

BIM modelis išsiskiria tuo, kad tai yra greitesnis ir efektyvesnis procesas, kuriuo projektavimą galima pagreitinoti 8%; padidėja sąmatų skaičiavimo tikslumas (<4 %), trumpesnis sąmatos kūrimo laikas net 82 %. Yra optimizuojamas nenumatytų išlaidų statybos procesas apie 42 % (Collier A.; Fischer M. 2007). Gilder (2014) išskiria šiuos BIM privalumus: 3D pastato modelis leidžia automatiškai gauti pjūvius, mazgus, fasadus lengviau yra prižiūrima objekto statyba. Yra sumažinamas klaidų skaičius, informacija yra lengviau generuojama. Atsiradus konfliktui tarp statybos dalyvių yra lengviau surandamas problemos sprendimas, pateikiant tikslią informaciją.

2.2 BIM projektas – BIM taikymas statybose atsiperka

Viena didžiausių statybos bendrovių Lietuvoje mano, kad BIM aplinka, padeda organizuoti, tiksliau matyti ir valdyti statybos procesus.



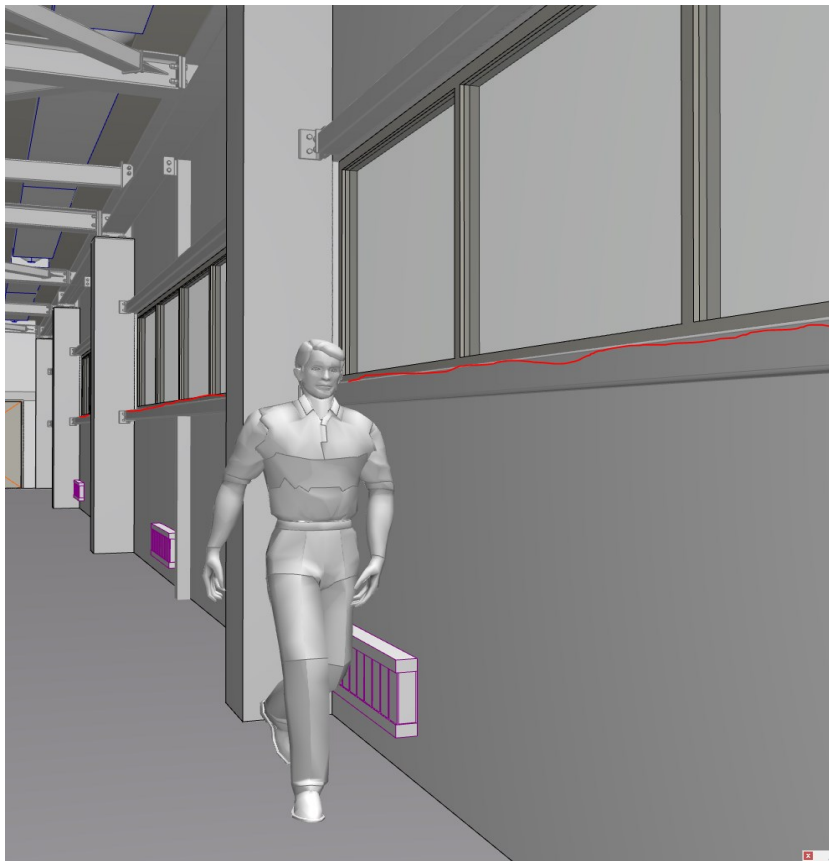
2.8 pav. BIM projektas (sudaryta autoriaus)

BIM projektas buvo taikomas dviejų aukštų, apie 7000 kv. m pastato gamybinės paskirties su administracinėmis patalpomis Panevėžyje. Rengiant techninį projektą buvo nuspręsta visus projektinius sprendinius sumodeliuoti BIM aplinkoje.

Taikant BIM modelį buvo pareikalauta daug įdirbio: teko išmokti naudotis statinio informacinio modeliavimo programine įranga, bet ir tobulinti darbo procesą.

Daugelyje projektų problemos kyla dėl to, kad statybas norima pradėti kuo greičiau, tik pasirašius statybos rangos sutartį. Statybos pradedamos neįsigilinus į projektinius sprendinius arba sudėtingus inžinerinius sprendimus, užsakovo poreikius pastatui, nėra gerai suplanuojami resursai, gamybos ir teikimo grafikai, biudžetas, planavimas. Pasirengimas statyboms, šiuolaikinėje statyboje norint pastatyti pastatą kuo greičiau, turi būti labai tiksliai išbaigti visi projekto sprendimai, sąmatos, darbų vykdymo grafikai ir darbų laiko trukmė suplanuota savaičių tikslumu.

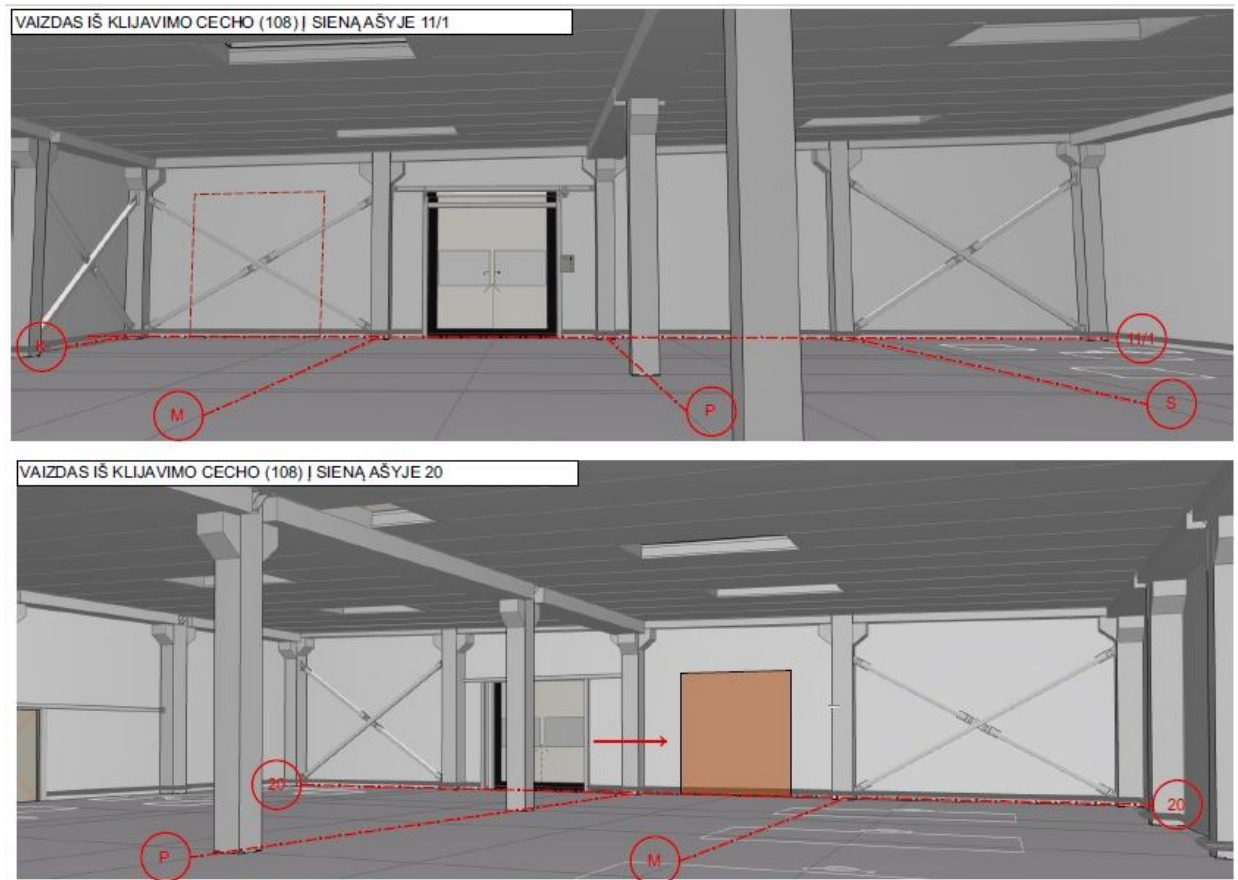
Detalus pasirengimas užtikrina efektyvų statybos procesą, tačiau dažnai tarp statybos bendrovių dalyvaujančių viešajame konkurse lemia tai, kad statybos projektų darbų vykdymo grafikai būna labai sutrumpinami būtent pasirengimo statybai sąskaita. Nes užsakovas nori, kad statybų pradžia būtų kuo greitesnė ir tai gali sukelti nesklandumus ir vėlavimus.



2.9 pav. Detalusis pasirengimas (sudaryta autoriaus)

Šiame objekte su BIM pagalba buvo skirta daugiau laiko pasiruošimui, viskas buvo suplanuota ir pasirengta statyboms. Pasiruošimo etapas vyko ilgiau ir tuo metu darbai statybos objekte nebuvo vykdomi, tačiau projektą pavyko įgyvendinti anksčiau nei buvo planuota. Tai leidžia suprasti, kad nuoseklus pasiruošimas statyboms, leidžia sutrumpinti ir neprailgina statybos trukmės.

Paprastai visos projektavimo klaidos pasimato tik vykstant statybos procesui, todėl jų taisymas pradėjus statybos darbus gali kainuoti labai brangiai. Kai yra ieškomi teisingi sprendiniai, yra stabdomi darbai, atsiranda prastovos, didėja rizika vėluoti įvykdyti darbus, didėja sąnaudos. Jei projektas nėra iki galo išbaigtas ir jame nenumatytos visos smulkios detalės, kyla rizika, kad nesklandumai vyks statybų aikštelėje.



2.10 pav. Detalusis planas (sudaryta autoriaus)

Projekte buvo naudojamos šios BIM programos:

- „Tekla Bim sight“;
- ArchiCAD;
- DDS-CAD;

Šių BIM programų pagalba pavyko tiksliau kontroliuoti statybas, susidurti su problemomis statybų metu, bei išvengti vėlavimų ar nenumatytu trikdžių.

Dar vienas privalumas BIM programų yra kurį būtų galima išskirti, tai sklandesnis bendradarbiavimas su kitais projekto dalyviais. Ši technologija leido lengviau keisti informaciją, vyko greitesnis projektinių sprendinių tikslinimas dar pasiruošimo statybos etape.



2.11 pav. Informacijos dalinimosi schema (Lukaitis 2018)

Projekto įgyvendinimo metu buvo sudarytas kalendorinis darbų grafikas, todėl statybos dalyviai galėjo matyti vizualiai projektą, sekti darbų vykdymo grafiką, buvo įvertinti galimi vėlavimai bei jų išvengimo galimybės.

Skaitmeninei statybai mano manymu įmonė turėtų skirti daugiau laiko ir dėmesio, su BIM programomis turėtų dirbti geriausi specialistai savo srityje.

2.3. BIM technologijų diegimo projektavimo įmonėje poreikio nustatymas

Reizgevičius (2016) nuo 2008 metų vadovaujantis atliktais tyrimais rodo, kad per penkerius metus BIM programų naudojimas gana smarkiai išaugo. Jo duomenimis Amerikoje BIM naudojimas išaugo tarp įmonių statybinių apie 29 %. Pasaulyje pagal BIM naudojimą Amerika yra pirmoje vietoje. BIM yra gana plačiai naudojamas srityje kur yra statyba vykdoma iš surenkamų elementų. Nes BIM technologija yra puikiai pritaikyta statyboms kur gana smarkiai vyrauja surenkamos konstrukcijos. Reizgevičius (2016) pagal atliktus tyrimus, rezultatai rodo, kad Kinijoje BIM naudojimas yra gana mažai naudojamas, nes iš 245 apklaustų įmonių BIM naudojasi tik 16 %. Šalyje yra nustatyti projektavimo įstatymai. Viena iš įstatymų yra, kad projektavimas ir statybą būtų atskirti ir rangovai negalėtų dalyvauti projektavime. Todėl BIM pagrindinio pluso negalimą išnaudoti tarp statybos dalyvių apsikeitime informacijos.

Tarp didelių projektavimo įmonių BIM programos yra dažnai naudojamos. Kadangi didelės įmonės investuodamos į BIM programų paketą, atsiperkamumo rodiklį gana greitai pajunta. Įmonėje įsidiegus BIM programinį paketą, atsiranda poreikis ieškoti naujų darbuotojų, taip pat kelti visų darbuotojų kvalifikaciją BIM programų valdyme. BIM vienas iš pagrindinių plusų yra padėti valdyti statybą ir tokiu būdu yra išvengiama daug klaidų. BIM technologijas galima naudoti daugeliui statybos objektų, bet programa yra populiari tarp sudėtingų statinių valdymo.

Tyrimė pasirinkta analizuoti statybos objekto kainą. Buvo lyginama statybos kaina statant objektą naudojantis BIM technologijomis ir nesinaudojant jomis. Buvo pasirinkti du objektai iš kurių vienas buvo statomas naudojantis BIM, o kitas nesinaudojant. Atlikus tyrimą buvo nustatyta, kad tame objekte kuriame nebuvo naudojamas BIM modelis, buvo padaroma projektavimo stadijoje gana daug klaidų, kurios buvo pastebėtos tik kai jau buvo atliekami darbai. Todėl projektuotojai buvo priversti keisti architektūrinius sprendinius. Kurių keitimo stadijoje buvo išleista + 10% pinigų nuo objekto kainos papildomų lėšų, taip pat rangovai buvo priversti perdaryti darbus dėl projektuotojų kaltės. Kurių išlaidos siekė dar 10%. Kitas objektas buvo statomas naudojantis BIM įskaitant techninio ir darbo projekto parengimą. Buvo projektuotojų pateikti tikslesni projekto duomenys, taip pat specifikacijos. Todėl statyboje buvo nepadaroma klaidų ir buvo sutaupoma apie 20% lėšų nuo objekto kainos.

Building smart (2014) alijanso atliktais tyrimais, galime daryti išvadą, kad nesinaudojant skaitmeninės statybos teikiamomis galimybėmis apie 20-30 proc. lėšų yra prarandama dėl blogo projekto įgyvendinimo koordinavimo ir komunikavimo ir laikas gaištamasi dėl to, kad skaičiuojant nuo idėjos iki projekto įgyvendinimo ta pati informacija į skirtingas sistemas įvedama vidutiniškai 7 kartus, o jose – kelis kartus iš naujo generuojama.

BIM atsiradimą projektavimo įmonėje skatina šie veiksniai:

1. Darbuotojai mato, kad daug laiko yra sugaištama dėl projekto neatitikimų, yra nevykdomas darbas, o sprendžiamos problemos (taip pat daugelis darbuotojų gauna atlyginimą už atliktą darbą).
2. Skaičiuojant objekto kainą ir kiekius būna kad rangovas neįsivertina daug darbų (10-20%).
3. Yra nekontroliuojami darbai kiek darbuotojai atliko darbo per dieną ar mėnesį.
4. Yra sunku suplanuoti darbų eiliškumą keliems mėnesiams į priekį.
5. Statant pastatus miestų centruose vienas iš pagrindinių veiksnių yra medžiagų ir mechanizmų sandėliavimo vietos parinkimas. Kad būtų efektyviai išnaudota statybos aikštelė. Jai nebūna ši problema efektyviai išspręsta atsiranda prastovos kurios didina išlaidas.

Į klausimą kas skatina didelėje įmonėje diegti BIM technologiją galima atsakyti taip: tai yra didesnis skaidrumas ir greitesnis bei racionalesnis projektavimas, ir patikimesnis investicijų planavimas, tikslesnės sąmatos bei mažesnė savikaina, lemianti didesnę konkurencingumą ir pelningumą, taip pat mažesnė klaidų tikimybė, padedanti pasiekti geresnes kokybes.

BIM modelis pateikia visų projekto dalių projektinius sprendinius vaizdu, todėl ir užsakovas geriau suvokia rezultatus. Šis modelis taip pat leidžia laiku pašalinti klaidas ir neatitikimus tarp atskirų projekto dalių, todėl visas statybos procesas tampa ekonomiškesnis. Be to, kadangi skaitmeniniame modelyje gaunami labai tikslūs reikiamų medžiagų kiekiai, nelieka perteklinių medžiagų, kurios padidindavo viso statinio kainą (Building smart 2014).

2.4 Atsiperkamumo poreikio nustatymas

Daugelio mokslinių tyrimų yra teigiama, jog BIM atsiperkamumas yra akivaizdus (Building smart). Tačiau yra mažai tikslių ir konkrečių duomenų tai įrodančių, kiek yra investicijų ir sąnaudų sutaupoma naudojant BIM programas. Ši informacija yra slapta, nes tokius faktus viešinti nėra linkusi jokia organizacija.

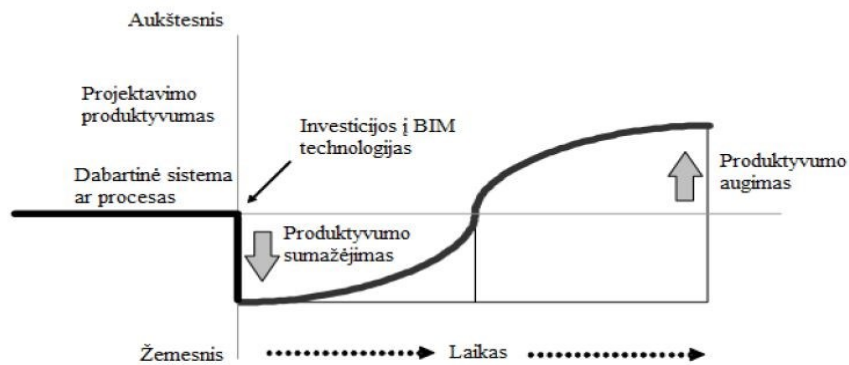
Remiantis naujausios literatūros apžvalga vienas iš metodų yra kuris yra dažniausiai naudojamas (Return of Investment – ROI). Taip pat pirmųjų metų atsiperkamumo ROI rodiklis yra skaičiuojamas „Atodesk Revit“ kompanijos.

Remiantis mokslinių tyrimų informacija David Mitchell (2015). Anglijoje buvo statomas „Cookham Wood Young“ naujas statinys, kurio vertė siekė 20 mln svarų. Nuo šios sumos buvo sutaupyta 20 % išlaidų. Tai yra geras ir konkretus projekto pavyzdys kurio atsiperkamumas buvo apskaičiuotas naudojantis (Return of Investment – ROI).

Įvertinus BIM investicijų atsiperkamumą Jungtinėje Karalystėje David Mitchell (2015). 67 % Jungtinės Karalystės „makro“ įmonių gauna teigiamą investicijų atsipirkimą. 33 % įmonių kurios nesinaudoja BIM programomis išskiria viena iš veiksnių, jog nėra poreikio iš užsakovo pusės. Kitas veiksnys yra, jog per didelės investicijos į BIM programą, ir taip pat prarandamas laikas norint apmokyti darbuotojus dirbti su programa.

Dėl šių priežasčių mažesnės įmonės Europoje atsisako galimybės diegti BIM programą savo įmonėje.

„Autodesk“ siūlomas skaičiavimo metodas įvertina sistemos ir produktyvumo pokyčius. Kai įsigyjama programa matomas produktyvumo mažėjimas, nes vartotojai turi išmokti dirbti su nauja programa. Tačiau praėjus tam tikram laikui po apmokymų pastebimas akivaizdus kreivės šuolis (1 paveikslas).



2.12 pav. Projektavimo paslaugų efektyvumo kreivė (Autodesk Revit Products 2016)

Įmonės kurios teikia projektavimo paslaugas dažniausiai dirba pagal šia formulę 1.1

$$ROI = \frac{Uždarbis}{Kaina}$$

Pirmiems metams ROI apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$ROI = \frac{(B - \frac{B}{1+E}) \times (12-C)}{A + (B \times C \times D)} \quad (1.1)$$

Formulės kintamieji:

A- Programinės įrangos kaina.

B- Mėnesinis darbo užmokestis darbuotojui.

C- Apmokymų trukmė.

D- Darbo našumo sumažėjimas dėl mokymų.

E- Darbo našumo padidėjimas po mokymų.

Kintamojo simbolis	Roi „Autodesk Revit“	Skaitinė vertė
A	Programinės įrangos kaina	16,895 €
B	Mėnesinis darbo užmokestis darbuotojui	1,700 €
C	Apmokymų trukmė mėnesiai	3 mėnesiai
D	Produktyvumo sumažėjimas dėl mokymų %	50%
E	Produktyvumo padidėjimas po mokymų %	30%
	Atsiperkamumas pirmiems metams ROI, %	18%

2 lentelė. ROI „Autodesk Revit“ (sudaryta autoriaus)

¹ Įrašyta programinės įrangos kaina įmonės kurioje buvo atliktas tyrimas.

² Vidutinis darbo užmokestis koks yra mokamas projektuotojams kuria dirba su šiomis programomis.

³ Apmokymų trukmė priimta 2 mėnesiai, kadangi pagal atliktus Autodesk tyrimus tai yra minimali trukmė.

⁴ Reikšmė gauta apklausus projektuotojus kurie dirba su šiomis BIM programomis.

⁵ Reikšmė gauta apklausus projektuotojus kurie dirba su šiomis BIM programomis.

⁶ Reikalingas laikas spausdinimui, domėjimuisi statybine baze, dokumentacijos rengimui.

⁷ „Makro“ įmonės BIM programų panaudojimo galimybės vykdomiems projektams. Įmonėje 89% procentai projektuojamiems objektams yra reikalingas BIM projektavimas, nes įmonės kurioje buvo atliktas tyrimas, specializuojasi ties komerciniai objektais: gamyklomis, sandėliais. Ši įmonė turi savo veiklos strategija ir žino, kad dauguma projektuojamiems objektams yra reikalingas BIM. Ši technologija įmonėje patogi tuo, kad projektavo metu užsakovas gali stebėti kokios medžiagos bus ar yra naudojamos, sekti statybos eiga, o prireikus pataisyti projekte atsiradusias klaidas.

2.5 BIM sukuriame vertę kaip ją išmatuoti?

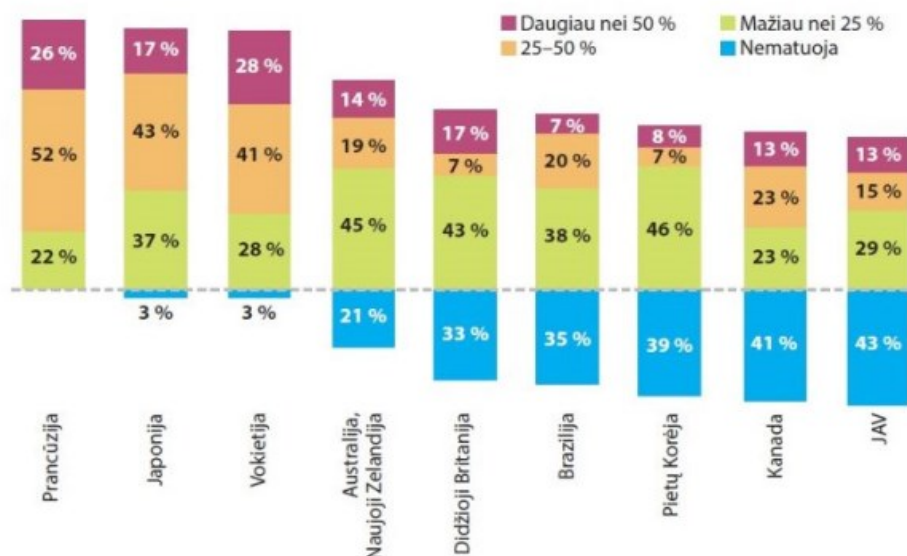
Įmonės, kurios priima sparčiai besikeičiančio pasaulio iššūkius ir bando diegti statinio informacinio modeliavimo (BIM) technologijas, šių naujovių diegimo kaštus turi vertinti atsižvelgdamos į daugelį kiekybinių ir kokybinių veiksnių. Todėl BIM technologijų diegimo įmonėse ekonominį naudingumą būtina vertinti naudojant investicijų grąžos rodiklius (angl. Return on investment, ROI).

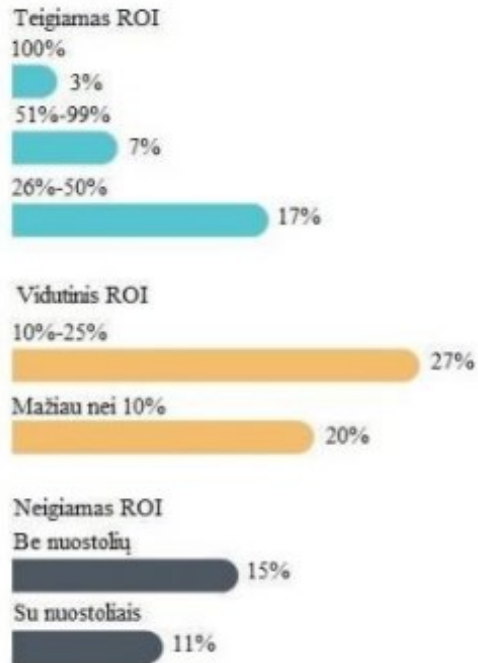
Šių rodiklių matavimai pasaulyje vyksta atliekant statybos rinkos dalyvių apklausas, o tyrimų ataskaitose pateikiami išsamūs finansinės naudos rodikliai. Tokie tyrimai apima nuo statybos pradžios iki statinio nugriovimo, nagrinėja įvairių tipų pastatus, atsižvelgiant į skirtingą projekto vykdytojų BIM patirtį ir įvairias vertinimo metodikas.

Nuo 2009 m. kompanija „McGraw-Hill Construction“ vykdo BIM diegimo efektyvumo stebėseną visame pasaulyje. Aktyviausiai BIM technologijų diegimo efektyvumą matuoja Prancūzija, Japonija, Vokietija, Australija ir Naujoji Zelandija. Kiek mažiau Šiaurės Amerika, Kanada, Pietų Korėja. Šių regionų statybos sektoriaus dalyviai nuolat vertina BIM technologijų efektyvumą pagal tris kriterijus: teigiamas ROI (25-100 %), vidutinis ROI (iki 25 %) ir neigiamas ROI.

Naujausių apklausų duomenimis, teigiamai investicijų grąžą vertina 28 respondentų, vidutiniškai – 47 % ir neigiamai 27 %.

Šių tyrimų metu pastebėtos kelios tendencijos. Pradinėje BIM technologijų diegimo stadijoje, ypač mažose ir vidutinėse įmonėse, pastebima neigiama investicijų grąža, ir tai susiję su didelėmis pradinėmis investicijomis į techninę ir programinę įrangą, darbuotojų apmokymus ir t.t. Rangovai greičiau nei projektuotojai pasiekia teigiamą ROI. Patyrę BIM technologijų naudotojai deklaruoja teigiamą investicijų grąžą.





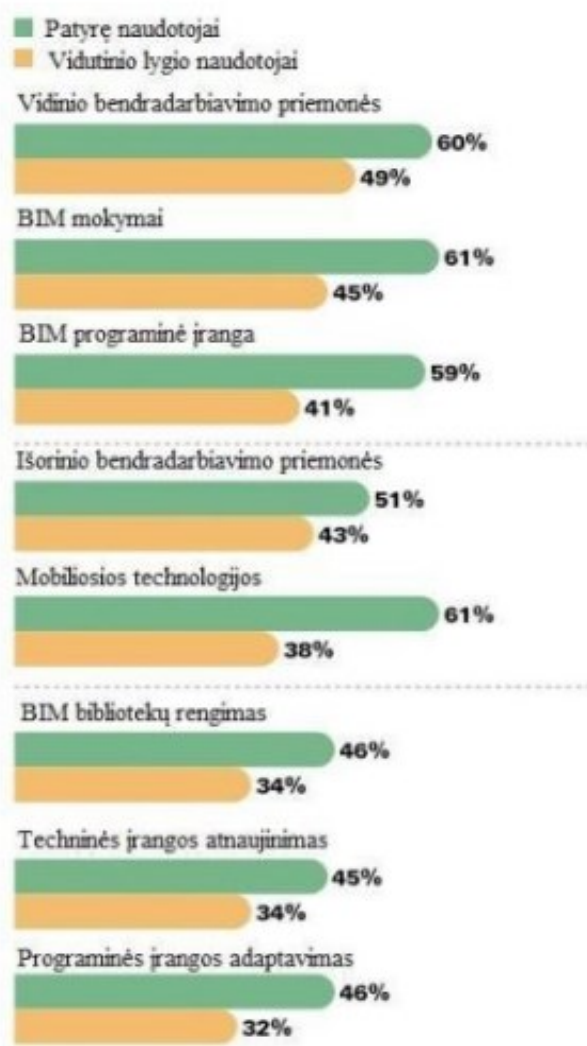
BIM technologijų efektyvumas

2.13 pav. („McGraw-Hill Construction, SmartMarket Report“, 2014)

Atliekant BIM technologijų naudotojų stebėseną, nustatytos BIM sritys, į kurias planuojama investuoti daugiausia. Visų pirma tai – vidinio išorinio bendradarbiavimo statybos projekte priemonių diegimas ir jų palaikymas. („McGraw-Hill Construction, SmartMarket Report“, 2014)

Antroje vietoje yra programinės įrangos ir darbuotojų apmokymų kaštai.

Trečioje ir ketvirtoje vietoje – mobiliųjų įrenginių ir stacionarios techninės įrangos įsigijimas ir atnaujinimas. Taip pat planuojama investuoti į BIM elementų bibliotekų kūrimą bei programinės įrangos adaptavimą.



2.14 pav. BIM sritys, į kurias planuojama investuoti („McGraw-Hill Construction, SmartMarket Report“, 2017)

Įmonės, nusprendusios diegti BIM technologijas, susiduria su trijų tipų investicijomis į BIM technologijas, tai – BIM diegimo išlaidos, BIM adaptavimo išlaidos bei ilgalaikės sąnaudos.

BIM įdiegimo išlaidos. Pradiniame etape investicijos į BIM technologijas yra didelės, bet laikomos pagrįstomis siekiant išlaikyti konkurencingumą rinkoje. Šiame etape investicijos orientuojamos į techninės ir programinės įrangos įsigijimą bei darbuotojų mokymus. („McGraw-Hill Construction, SmartMarket Report“, 2014)

BIM adaptavimo išlaidos. Šiame etape investicijos reikalingos siekiant pritaikyti įmonėje vykstančius procesus prie naujų BIM technologijų, pvz., BIM vadovo ar BIM koordinatoriaus etapo


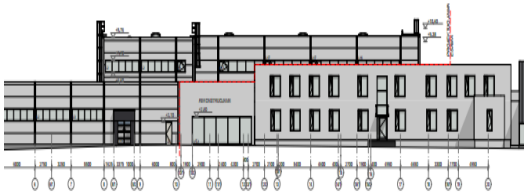
steigimas, IT ūkio išplėtimas ir adaptavimas ir pan. („McGraw-Hill Construction, SmartMarket Report“, 2014)

Ilgalaikės sąnaudos. Prie ilgalaikių sąnaudų priskiriamas nuolatinis įmonėje vykstančių BIM procesų monitoringas ir vertinimas. Šio etapo išlaidas sunku išreikšti kiekybiškai, pvz., sudėtinga nustatyti, kiek kainuos darbo eigos sutrikimai ir neefektyvumas dėl BIM technologijų diegimo. Taip pat turi būti vertinama ir vykstančių procesų pokyčiai, pvz., poreikis labiau praturtinti modelį informacija, pasirengti duomenų perdavimui ir t. t. Visi šie veiksniai turi būti įvertinti atliekant BIM technologijų diegimo investicinius skaičiavimus. („McGraw-Hill Construction, SmartMarket Report“, 2014)

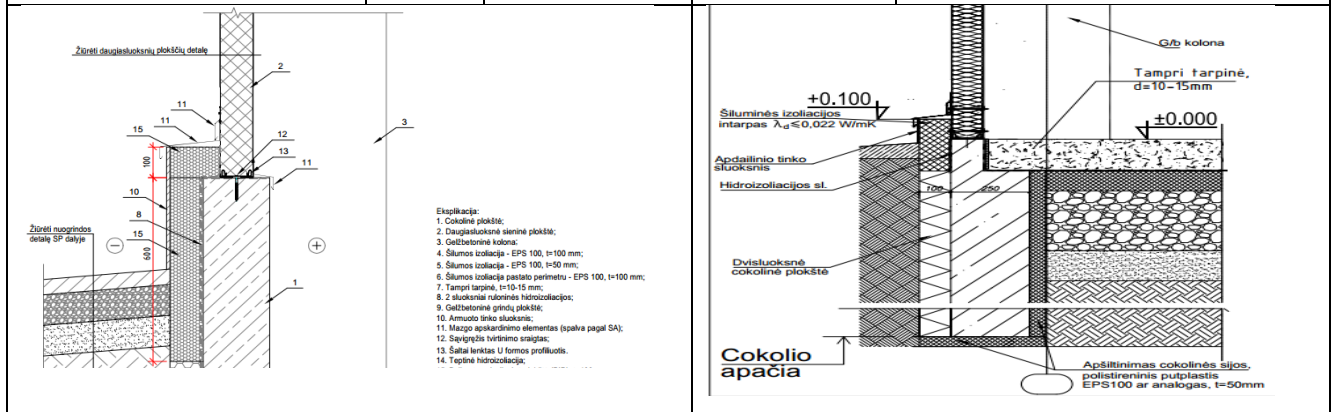
Atsargumo formulė. Lietuvoje absoliuti dauguma įmonių, diegiančių BIM technologijas, yra pradiniam etape, BIM diegimo stadijoje pagrindinės investicijos orientuotos į techninės ir programinės įrangos įsigijimą bei darbuotojų mokymus. Norint diegti BIM technologijas, svarbu žinoti, kokia bus investicijų į BIM technologijas grąža, t.y. kiek BIM technologijos padės sutaupyti, ar padidės įmonės pelningumas, kiek užtruks darbuotojų mokymai ir t.t.

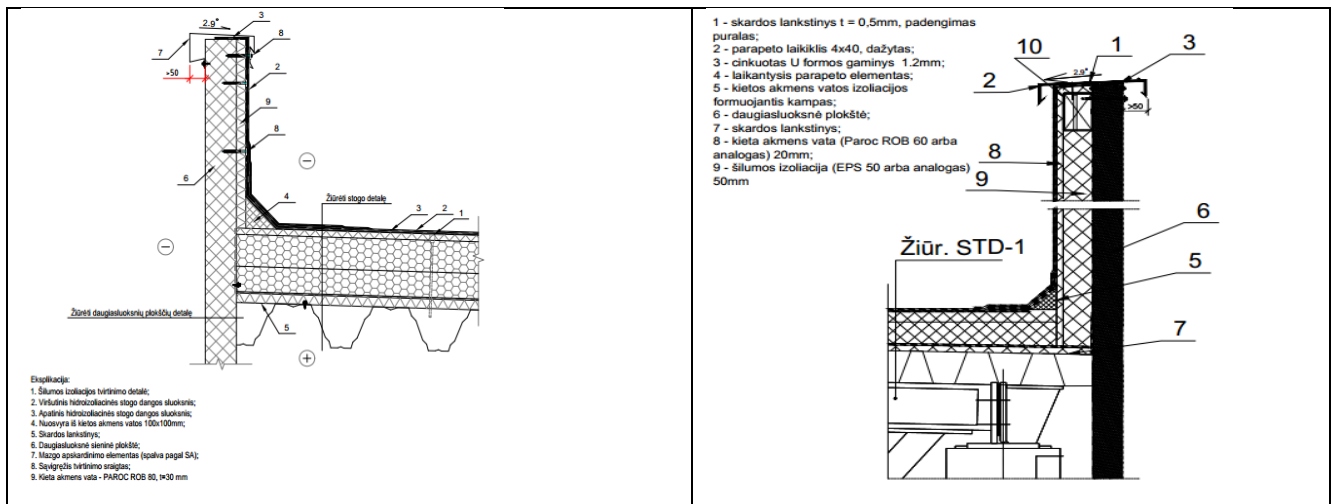
Tyrimui buvo pasirinkta ta pati įmonė kurioje buvo atliktas atsiperkamumo tyrimas ir apklausa. Tyrimo dalyje bus bandoma išsiaiškinti kokia yra iš tikrųjų BIM nauda. Tyrimui atlikti buvo pasirinkti du panašūs objektai, viename objekte BIM programos buvo taikomos nuo statybos pradžios iki statybos užbaigimo, kitame objekte BIM buvo netaikoma, projektas buvo suprojektuotas 2D brėžiniais ir atlikta vizualizacija kaip turi atrodyti pastatas.

Lentelėje yra pateikiama objektų charakteristika, kokie objektai buvo lyginami norint įvertinti BIM atsiperkamumą ir naudą.

				
Pastato paskirtis		Gamybos ir sandėliavimo paskirties	Gamybos ir sandėliavimo paskirties	
BIM ar buvo naudojamas		TAIP	NE	
Pastato bendrasis plotas po rekonstrukcijos	m ²	7122	7203	

Pastato naudingas plotas	m ²	7122	7203
Pastato tūris	m ³	40251	41721
Aukštų skaičius	vnt	2	2
Pastato aukštis	m	11,1 m	11,36 m
Energinio naudingumo klasė		A	A
Statybos trukmė	metai	11 mėn	1,3 m
Statybos objekto kaina	mln. e	3,5 mln. e	3,7 mln. e
1 m ² kaina	e	491 e.	513 e.
Pelnas baigus projektą	tūkst.	90000 e	35000 e
Elektroninis darbų žurnalas		NE	NE
Pelnas baigus pilnai projektą %	%	2,57 %	0,95 %
Vidutinis darbuotojų skaičius	vnt	28	33





3 lentelė. Objektų charakteristika. Objektai lyginami tyrime (sukurta autoriaus)

Tiriamojame dalyje buvo lyginami du objektai, kurie buvo statomi skirtinguose miestuose, tačiau panašiu metu laiku pradėta statyba. Objektų charakteristika yra labai panaši, skiriasi pastato naudingas plotas 81 m^2 . Aukštų skaičius yra vienodas abiejuose objektuose. Laikančios konstrukcijos yra identiškai tokios pat, gelžbetoninės kolonos, perdangos ir sijos. Pastato aukštis yra abiejų objektų apie 11 m . Energinio naudingumo klasė A, tačiau statybos trukmė skiriasi 4 mėnesiais. Objekte kuriame BIM programos nebuvo taikomos statybos trukmė užsitęsė ilgiau 4 mėnesiais. Paskirtis abiejų objektų yra gamybos ir sandėliavimo paskirties.

Objekte kuriame buvo taikoma BIM technologija statybos pradžia buvo labai gerai pasiruošta, pasirengimas statybai etapas buvo pasiruoštas 92% , visi grafikai, medžiagų tiekimo, pagaminimo ir sandėliavimo klausimai buvo išspręsti dar statyboms neprasidėjus. BIM tuo ir išsiskiria, kad yra funkcionali programa. Koordinuojanti darbus labai tiksliai tarp skirtingų projekto dalyvių. Kurios visos gali naudotis tais pačiais brėžiniais ir informacija. Ir tai leidžia užtikrinti statybos proceso skaidrumą, mažinti statybos darbų sąnaudas, darbus atlikti laiku. Objekte kuriame nebuvo naudojamos BIM programos statybos pradžia prasidėjo laiku, tačiau iškarto pradėjo strigti ir atsirado labai daug papildomų klausimų dėl medžiagų tiekimo grafikų. Gelžbetonio gaminių gamykla su kuria rangovas pasirašė sutartį, nespėjo gaminti gelžbetonio gaminių, dėl šios problemos pradėjo vėluoti statybų procesas. Dėl vėlavimo atsirado prastovos kituose pastato konstrukcijose. Pradėjo vėluoti sienų, stogo, vartų durų montavimas. Šios problemos atsirado, nes nebuvo pasiruošti grafikai medžiagų tiekimo, gamykla gavo brėžinius per vėlai, taip pat jie dar buvo tikslinami. Nebuvo susikalbėjimo tarp projektuotojų ir gamyklos atstovų, nes nebuvo naudojama BIM sistema, kurioje brėžiniai yra atnaujinami iškart po atliktų projekto korektūrų. Ir visi statybos dalyviai mato kokie buvo atlikti pakeitimai. Galima visus šiuos darbus susidėlioti ir atlikti

laiku nesinaudojant BIM programomis, tačiau tada turi dirbti kompetentingi visų sričių specialistai, kurie jaustų atsakomybę.

Vykdamas projektą kuriame BIM nebuvo taikoma buvo matomi projekto netikslumai kurie įvyko dėl projektuotojų kaltės. Statybos darbai buvo pradėti vykdyti iš brėžinių pateiktų popierinių versijų ir atsiųstu į elektroninius paštus. Statybą organizuojantis vadovai automatiškai vadovaujasi šiais pateiktais brėžiniais ir darbai buvo jau atlikti, kai buvo sužinota iš projektuotojų pusės, kad šie derindami su užsakovu pakeitimus neinformavo statybą organizuojančių vadovų. Dėl šios priežasties atsirado papildomų darbų ir medžiagų sąnaudos, kurios nebuvo įvertintos kai rangovas su užsakovu pasirašinėjo sutartį. Galima teigti, jog BIM išsiskiria bendradarbiavimu tarp statybos dalyvių, visą informaciją visi gauna vienodą ir tuo pačiu metu. Visi statybos dalyviai gali naudotis informaciją ir brėžiniais tie kurie yra sukurti patys naujausi. BIM leidžia užtikrinti statybinių darbų skaidrumą, sumažinti darbų ir medžiagų sąnaudas. Naudojantis vieninga BIM sistema darbai yra vykdomi daug greičiau, nes visi naudojami vienodai brėžiniais ir 3D modeliais. Kartais yra galvojama, kad BIM yra tik 3D gražus vaizdas arba dar kitaip vadinamas virtualus vaizdas. 3D vizualinė platforma projekte yra labai svarbi, tačiau tikroji BIM nauda yra, jog modeliai yra apjungti su kitais esminiais projekto rodikliais ir duomenimis. Manoma, kad 83 % BIM panaudojamos informacijos yra ne 3D.

Taip pat pasirašinėjant sutartį rangovui su užsakovu nebuvo naudojamosi BIM programomis. Statybos eigoje buvo pamatytos tokios klaidos, jog rangovas daugelyje konstruktyvų neįsivertino daugelio darbų kainos ir kiekių kuriuos turi atlikti pagal sutartį. Šie darbai kurie buvo neįvertinti sąmatose rangovas turėjo atlikti iš savo lėšų. Jeigu būtų naudojamosi BIM programomis būtų sutaupyta daug laiko ir lėšų sudarant sąmatas, rangovas jau tada būtų matęs kokias vietas šio projekto yra probleminės ir kaip išsprendžti šias problemas reikės statybos eigoje. Būtų įvertinta atitinkamai ir pinigų atžvilgių didesnė darbų atlikimo kaina.

Tačiau atliktos sąmatos kokybė priklauso, nuo to kaip buvo modelyje sukurti visi duomenys. Visų statybos dalyvių turi būti atsakingas požiūris į informaciją kuri yra sukurta BIM modelyje. Turi būti dalinamasi su visos komandos nariais, kurie dalyvauja statybos procese. Tai viena iš prielaidų, kad sąmatos atlikti skaičiavimai bus teisingi ir tikslūs ir sąmata atspindės sukurto modelio tikslumą. Kitu atveju jei nebus laikomasi šių pastebėjimų, visos projekte atsiradusios klaidos bus pastebėtos jau statybos procese, kai bus matomi resursų ir sąnaudų akivaizdūs padidėjimai.

Dažnai dėl šių priežasčių projektuose, kyla problemos jog statybas norima padėti kuo greičiau, neįsigilinus į projektą, ar pasirašant sutartį nesukūrus BIM pilnai išvystyto projekto, kad būtų galima naudoti juo statybos eigoje. Nėra gerai suplanuoti resursai, gamybos gaminių ir tiekimo grafikai, taip pat biudžetas. Šio metu norint pastatyti pastatą kuo greičiau turi būti pasiruošimo etapas išvystytas bent 90

procentu. Darbų atlikimo trukmė suplanuota savaitių ar net dienų tikslumu. Detalusis pasirengimas leidžia geriau jaustis prasidėjus statybos procesui, užtikrina efektyvų statybos proceso vykdymą.

Statinio informacinio modelio (BIM) panaudojimas aikštelėje:

1 etapas: Darbų planavimas

Pirminis planas: sumontuoti iki savaitės galo.

(Spalvų reikšmės)

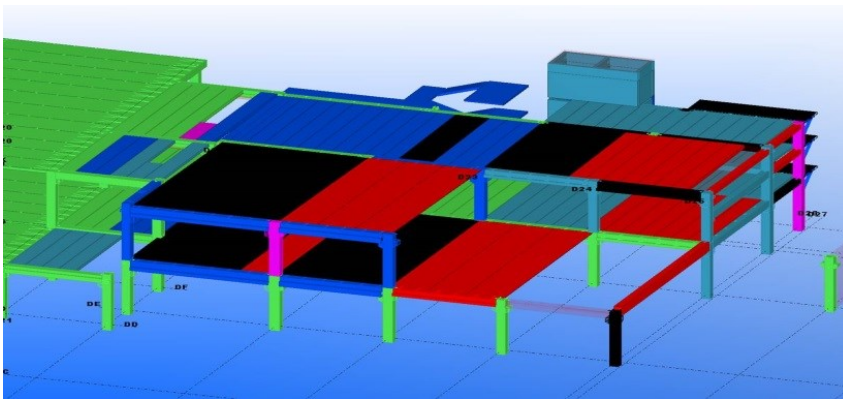
Žalia – sumontuota

Mėlyna – gaminiai objekte

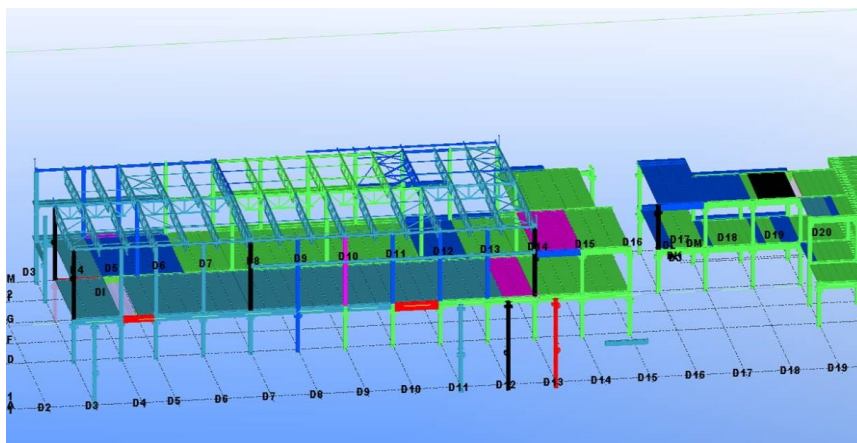
Pilka – pagaminta

Juoda – bus pagaminta šią savaitę

Raudona – nepagamins šią savaitę



2.15 pav. Darbų planavimo modelis (sudaryta autoriaus)

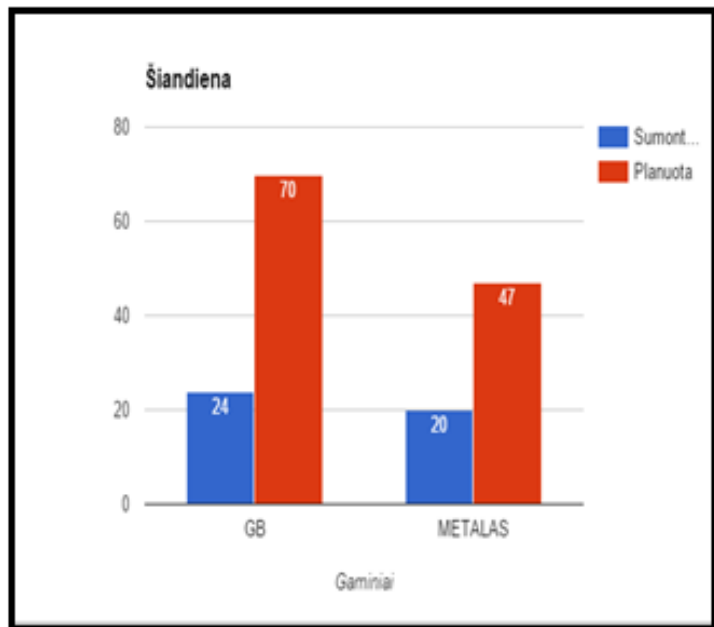


2.16 pav. Darbų planavimo modelis (sudaryta autoriaus)

2 etapas: Darbų atlikimo kontrolė



2.17 pav. Darbų atlikimo kontrolė (sudaryta autoriaus)



2.18 pav. Darbų atlikimo kontrolė (sudaryta autoriaus)

3 etapas: Darbo dienos ataskaita

Šiandien	Vakar	Šia savaitę	Viso	Sandėliuojami objekte
----------	-------	-------------	------	-----------------------

Zona		Sumontuota	Planuota
A-1	Betonika	6	20
	Markučiai	0	0
	Statida	0	0
	Kaminta	0	0
	Montuotojas	12	47
A-2	Betonika	0	0
	Markučiai	0	0
	Statida	0	0
	Kaminta	0	0
	Montuotojas	0	0
A-3	Betonika	0	19
	Markučiai	8	10
	Statida	8	0
	Kaminta	0	0
	Montuotojas	0	0
B-1	Aksa	0	0
	Markučiai	0	0
	Metalo meistrai	0	0
	Statida	0	0
B-1.1	Aksa	0	0
	Markučiai	0	0
	Statida	0	0
B-2	Aksa	8	11
	Markučiai	2	10
	Metalo meistrai	0	0
	Statida	0	0
Iš viso		44	117

2.19 pav. Darbų atlikimo kontrolė, sumontuotų gaminių kiekis (sudaryta autoriaus)

2.6 BIM statybų sektoriaus ateitis

Lietuvoje galima pasidžiaugti senamiesčiais ir kitomis lankytinomis vietomis, kuriose iki šiol nuo senų laikų yra aktyviai eksploatuojami ne vieną dešimtį skaičiuojantis pastatai. O ar šiuo metu itin aktyviai statomi biurų centrai ir šiuolaikinė architektūra džiugins gyventojus ir po keleto šimtų metų?

Labai sparčiai keičiasi ir tobulėja pačios konstrukcinės medžiagos.

Vis dėlto, pasak KTU docento, statyti šimtus metų stovėsiančius pastatus šiais laikais tiesiog nėra poreikio. Šių laikų projektuotojai dažniausiai projektuoja galvodami ne apie pastato tarnavimo laiką, o apie funkcionalumą ir patogumą užsakovui.

Statinio paskirtis neabejotinai yra esminis aspektas vertinant jo ilgaamžiškumą, be to statiniui yra keliami net septyni skirtingi reikalavimai: mechaninis stiprumas, gaisrinė sauga, higienos, aplinkos ir sveikatos sauga, naudojimo sauga, apsauga nuo triukšmo, energijos taupymo bei darnumo reikalavimai.

Statinio ilgaamžiškumas iš esmės priklauso nuo dviejų dalykų: jį sudarančių medžiagų (gelžbetonio, metalo, medžio, keramikos, plastiko ir jų derinių, t.y kompozitinių). Šiuolaikinių statinių ilgaamžiškumas paprastai skaičiuojamas iki 100 metų ir tai paprastai lemia statinį sudarančios medžiagos. Ilgalaikių pastatų (nuo 50 iki 100 metų) konstrukcijose dominuoja tokios mineralinės kilmės medžiagos kaip gelžbetonis, keramika, natūralus akmuo. Būtent iš jų buvo statomi ir dabar aptinkami antikiniai ar kiti senoviniai pastatai. Organinės kilmės medžiagoms, tokioms kaip mediena, paprastai

priskiriamas trumpesnis gyvavimo laikotarpis, iki 30-50 metų. Bet gerai prižiūrimas pastatas gali gyvuoti ir gerokai ilgiau. Pastato ilgalaikiškumą galima pratęsti jį rekonstruojant, remontuojant ar atnaujinant. Paminėtos statybos rūšys paprastai susijusios su pastato konstrukcijų ir sistemų atnaujinimu, nepriklausomai nuo to, ar pastatą numatyta išplėsti ar pertvarkyti. (statybų naujienos 2018).

Kaip ir daugelis pramonės šakų, statybos produktų pramonė vystosi taip pat sparčiai ir kasmet į rinką pateikiamos vis naujesnės statybinės medžiagos bei įrenginiai. Vandens garui laidus kvėpuojantis, tačiau vandeniui nelaidus tinklas, termoizoliaciniai dažai, vakuumuoti ir šilumą atspindis paneliai ar stiklo paketai, šilumos gražos įrenginiai rekuperatoriai. (statybų naujienos 2018).

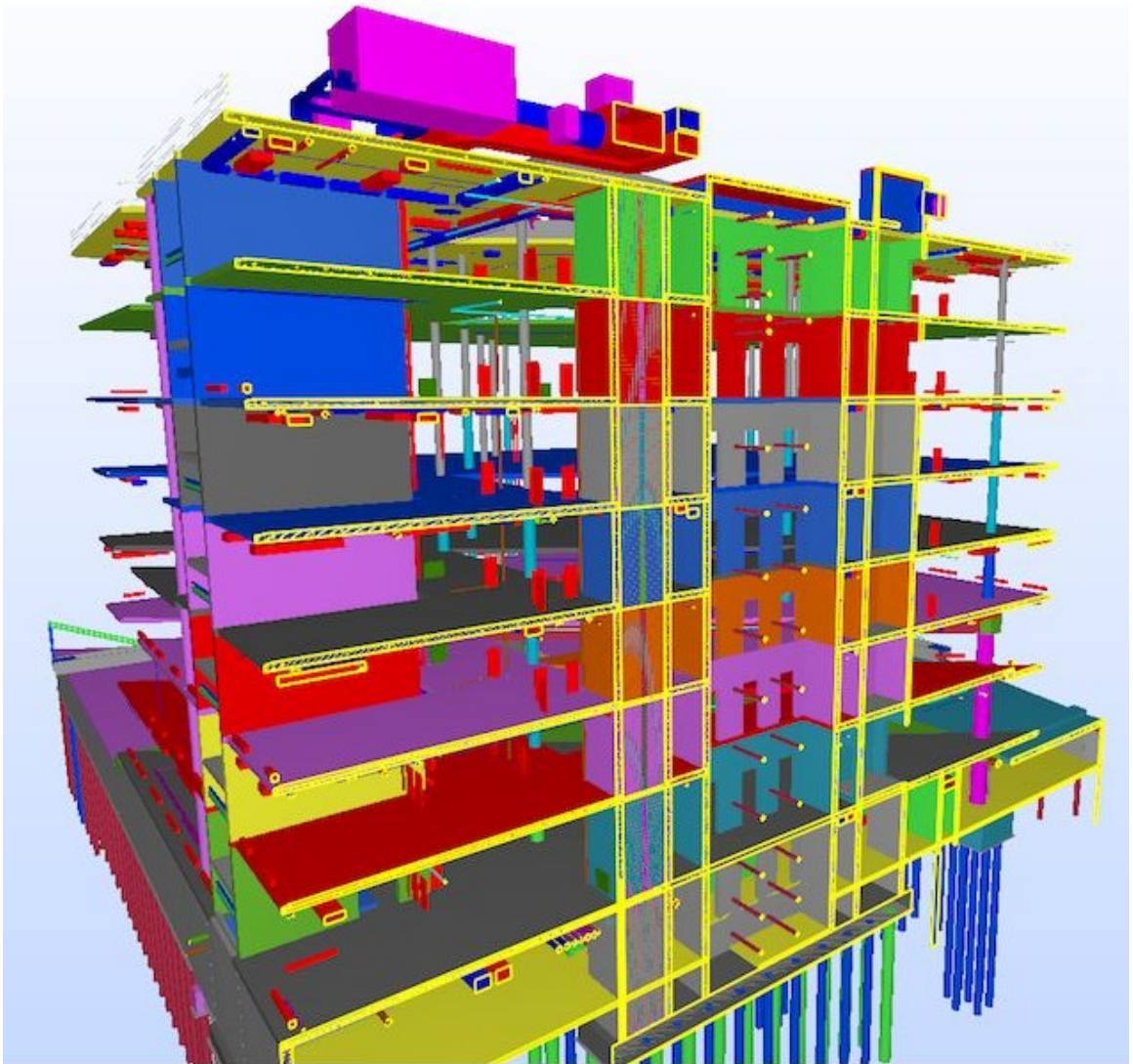
Norint pratęsti pastato ilgaamžiškumą ir kartu jį modernizuoti, taip užtikrinami ne tik tai, kad pastatas gyvuos nustatyta laikotarpį, bet ir sukurdami aukštesnę pastato vertę.

Nors BIM paprastai naudojama nuo pirmųjų idėjų iki pastatymo, norint kuo ilgiau išlaikyti pastatą, vertingiausia dalis yra informacijos sukaupimas vienoje vietoje, kol pastatas yra naudojamas. Tinkamas statinio ir jo turto naudojimas, savalaikė priežiūra ir efektyvus energijos vartojimas neabejotinai prailgina statinio gyvavimo laikotarpį ir šitaip sukuria aukštesnę pridėtinę vertę. (statybų naujienos 2018).

Tačiau Lietuvos rinkoje vis dar trūksta aiškaus reglamentavimo ar strateginio skaidrumo valstybiniu mastu, statybų ir darnios nekilnojamojo turto plėtros bendrovės, pastebi, kad klaidinga manyti esą BIM yra tiesiog dar vienas skambus terminas ar moda. (statybų naujienos 2018).

BIM nėra nauja idėja. Šio darbo metodo ištakos siekia dar praėjusio amžiaus šeštąjį dešimtmetį, o vystantis skaitmeninėms technologijoms BIM pradėtas aktyviai taikyti pažangiausiose statybų bendrovėse Vakarų valstybėse, kuriose BIM naudojimas jau yra standartizuotas ir skatinamas valstybiniu lygiu. (statybų naujienos 2018).

BIM įsitvirtinimą vakarų valstybių statybų sektoriuje lemia konkurencinė aplinka, nuolatinis spaudimas įmonėms didinti veiklos efektyvumą ir augantys užsakovų lūkesčiai dėl statybų kokybės ir skaidrumo. (statybų naujienos 2018).



2.20 pav. („statybų naujienos“ 2018)

BIM privalumus Lietuvos statybų sektorius išnaudoja tikrai nepakankamai. Naudojant BIM visų pirmą galima išvengti klaidų ankstyvojoje projektavimo stadijoje, o tai palengvina ir pagreitina visą statybų eigą. Kitas svarbus aspektas – BIM leidžia vykdyti efektyvią statybų kokybės kontrolę ir lengviau planuoti darbus. (statybų naujienos 2018).

Taip yra dėl to, kad patys rinkos dalyviai ne visuomet noriai priima naujoves, kurios reikalauja naujų žinių ir kompetencijų.

BIM išsiskiria savo funkcionalumu koordinuojant darbus tarp skirtingų projekto pusių – jos visos gali matyti bei naudotis tais pačiais brėžiniais ir informacija. Tai leidžia užtikrinti statybų darbų skaidrumą ir sumažinti jų sąnaudas. Kai visos projekto pusės naudojasi BIM, reikiami duomenys yra

pateikiami standartizuotai vienoje su grafiniais brėžiniais ir 3D modeliais susietoje platformoje. Tokiu būdu išvengiama neatitikimų, skirtingų paskaičiavimų ir nesusipratimų. („statybų naujienos“2018).

Aktyvesniam BIM naudojimui Lietuvoje neretai trukdo paprasčiausiai menkas visų šios sistemos suteikiamų galimybių suvokimas. Manoma, kad BIM – tai paprasčiausiai grafinio modeliavimo platforma. Ir nors vizualinė informacija naudojant BIM yra labai svarbi, tačiau grafinis 3D modeliavimas yra tik viena ir, galima teigti, ne pati svarbiausia šios sistemos dimensija. Tikroji sistemos nauda atsiskleidžia grafinius modelius apjungus su kitais esminiais projekto duomenimis kiekviename iš jo plėtojimo etapų. Skaičiuojama, kad 90 proc. visos taikant BIM panaudojimas informacija yra ne vizualinė. („statybų naujienos“2018).

Nors 3D modeliavimą BIM rėmuose naudoja jau daugelis projektuotojų, tačiau informacine sistemos dalimi su laiko ir sąnaudų planavimo moduliais remiasi dar retas NT projektų plėtotojas šalyje.

Viena iš svarbiausių priežasčių, kodėl pažangiausios projektavimo, statybų ir nekilnojamo turto plėtros įmonės renkasi dirbti su BIM, yra šios sistemos universalumas. Ją taikyti galima vystant bet kokio tipo statinius, dirbant tiek su viešojo, tiek su privataus sektoriaus užsakovai bei bet kuriame projekto plėtojimo etape. Be to, BIM naudą jaučia ne tik pagrindinis darbų rangovas, bet ir visos projekte dalyvaujančios pusės. Tiesa, tam reikia, kad jos savo organizacijos lygmenyje taip pat skatintų darbo su BIM kultūra. („statybų naujienos“2018).

BIM potencialas yra labai didelis, o sistemos suteikiamos galimybės nuolat auga, nes tai nėra uždaras, nekintantis modelis. Pavyzdžiui, sistema gali būti naudojama ne tik projektuojant ar statant pastatą, bet ir jį eksploatuojant. BIM funkcijas galima pritaikyti kiekvieno plėtotėjo ar užsakovo poreikiams. („Statybų naujienos“2018).

2.7 BIM diegimas Lietuvoje

Lietuvoje siekiant, kad statybos sektorius Lietuvoje būtų skaidresnis planuojama daug naujovių. O informacija bus visiems statybos dalyviams prieinama skaitmeniniame modelyje.

Viena iš priemonių, kuri gali padėti įgyvendinti yra skaitmeninio modelio kūrimas virtualioje erdvėje. Planuojama nuo 2020 metų, kad Lietuvoje bus privaloma taikyti BIM (Building information Modeling) – statinio informacinio modeliavimo metodus ir technologijas projektuojant ir statant visus naujai statomus ypatingus statinius ir didelės vertės, taip pat viešojo sektoriaus statinius. (Marius Normantas 2018).

BIM technologiją projektuotojai jau taiko statyboje, rengdami statinio projektą. Projektuojant BIM

Statinys projektuojamas 3D formatu. Tada atsiranda galimybė patikrinti, kiekvieną pastato konstrukciją, rasti greitai klaidas, suprasti pastato struktūrą. Taip pat, su BIM technologiją yra galimybė skaičiuoti esamus ir būsimu pastato eksploatacijos kaštus.

Statybos technologijos tampa daug sudėtingesnės, pastatai yra statomi visai kitaip. Yra vėdinimo, vėsinimo technologijos, atsinaujinantis išteklių. Todėl sužinoti žmogui, kaip atrodo visas vamzdynas, inžinerija yra labai sudėtinga.

Naudojantis BIM technologijomis, galima išvengti labai daug klaidų, kurios statybų metu brangiai kainuoja. Visas procesas vyksta virtualioje erdvėje, su tuo pačiu modeliu dirba visos statybose dalyvaujančios pusės – ir koreguoja projektą realiu laiku. (Marius Normantas).

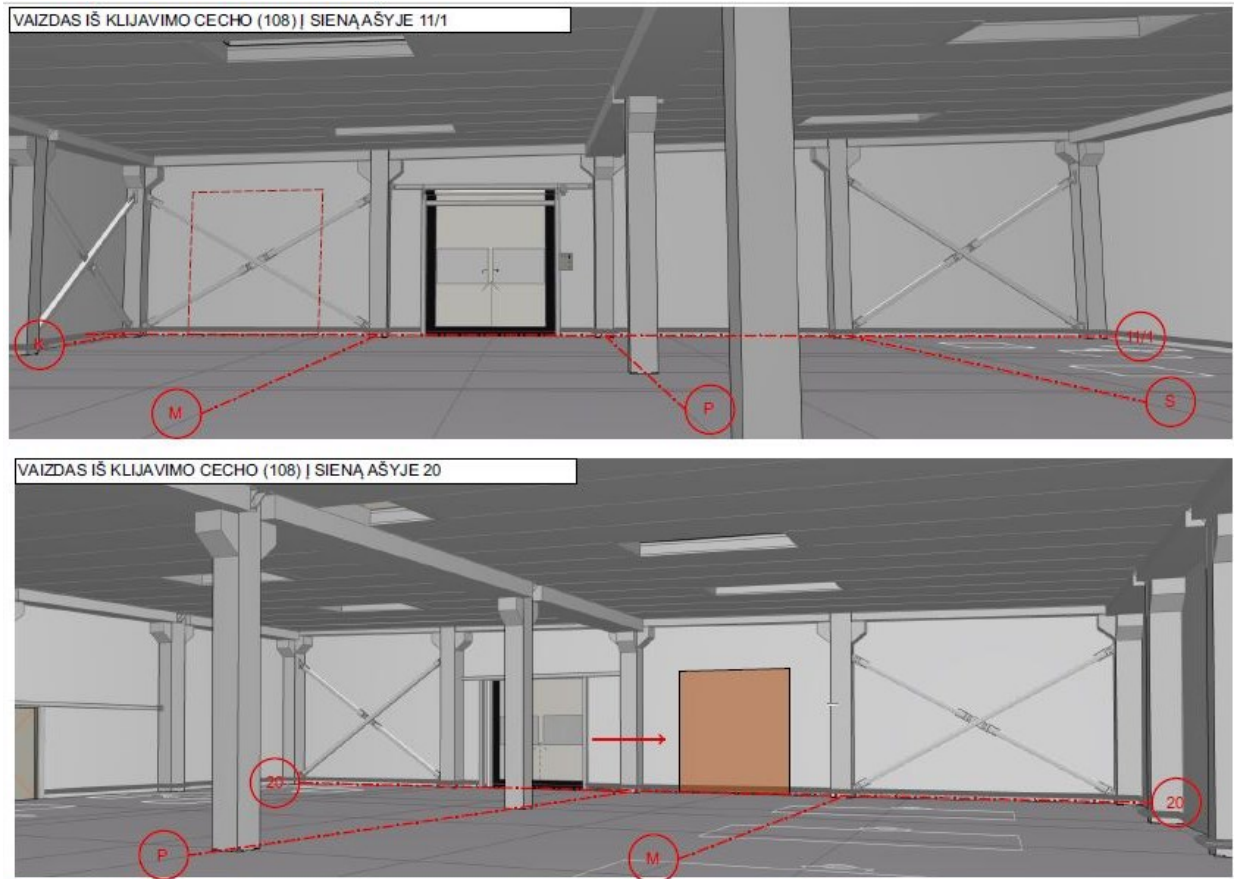
BIM technologijos naudojimas Lietuvoje nėra naujovė. Daugelis projektuotojų jau šiuo metu daro 3D projektus. Tačiau nėra bendro standarto pagal kurį būtų galima naudoti BIM. Bet numatyta, kad nuo 2020 metų BIM metodai ir technologija turės būti taikoma visuotiniu mastu projektuojant viešojo sektoriaus statinius ir kai projekto bendroji sąmata nebus mažesnė, nei 1,5 mln eurų. (Dalius Gedvilas 2018).

2.8 BIM proveržis Lietuvos statybos sektoriuje

Skelbiama leidiniuose, kad Lietuva užima 12 – ą vietą pagal statybų leidimo suteikimo tvarką. Tikėtina, kad po dviejų metų šiame reitinge Lietuva šoktelės į dar aukštesnę vietą. Aišku, statybų sektoriuje svarbiausia kokybė. Todėl Lietuvoje nemažas dėmesys skiriamas skaitmeninei statybai, kuri leis sutaupyti daug pinigų, išvengti statyboje atsirandančių nenumatytų klaidų ir didins statybų efektyvumą. Nuo 2020 m. liepos mėnesio statyba bus vykdoma taikant BIM modelius ir technologijas.

Nuo 2016 metų įsigaliojo Europos sąjungoje įstatymai, kurie teigia, kad visos ES šalys galės reikalauti viešai finansuojamiems statybos objektams finansavimo, tik tuomet jai įmonė naudos statinio informacinio modeliavimo (BIM) programas. Lietuva, kaip ir kitos ES šalys turi skubiau skaitmeninti statybas. Nes BIM technologijų privalumai yra akivaizdžiai matomi – niekada nebuvo sukurta tokia programa kur taip būtų išvystyti statybiniai brėžiniai, būtų kokybiški ir detalūs. Visų statybos dalyvių darnus darbas, klaidų greitas ištaisymas ir objekto finansų tikslus panaudojimas.

BIM (Building Information Modeling) – tai skaitmeninė pastato technologija, kai statinys yra suprojektuojamas virtualioje erdvėje – ne popieriuje ar plokštumoje. BIM modelis leidžia tiksliai ir greitai valdyti visą statinio informaciją virtualioje erdvėje, nuo pirminio projekto iki jo eksploatavimo pabaigos. Kai yra sukuriamas pastato BIM modelis yra matomos visos smulkios detalės ir virtualaus modelio kūrimas vyksta realiu laiku.



2.21 pav. Matomas vaizdas į kurią vietą turi būti perkelti vartai BIM modelyje (sudaryta autoriaus)

Su BIM programomis dirba visi statybų dalyviai, kurie yra apmokyti su jomis dirbti, taip pat visas iškilusias visas problemas mato realiu laiku. Kada buvo atlikti kažkokie projekto pakeitimai. Jei projektuotojas projekte turi atlikti projekto korekciją, inžinierius ar statybos vadovas prisijungęs prie BIM sistemos mato šiuos pakeitimus. BIM technologijomis jau gan senai naudojasi šios pasaulio šalys – Didžioji Britanija iki Skandinavijos šalys.

Ši BIM technologija turi gan daug privalumų kuri padeda išvengti statybos eigoje ir projektavimo klaidų, nes darbas vyksta BIM modelyje, erdvėje ir tai padidina statybų efektyvumą ir gerina kokybę. Kita svarbi priežastis, kad užsakovas pasistato statinius ir visiškai pamirštame apie jų eksploataciją bei priežiūrą, o BIM programos leidžia paskaičiuoti pastato eksploatacijos išlaidas per visą pastato naudojimo laikotarpį (Marius Normantas 2018).

BIM technologijos padeda į statybas žiūrėti iš kitos pusės, bei suvokti plačiau, ne taip tradiciškai. „Be jau minėtų privalumų – klaidų mažinimo ir pastebėjimo daug anksčiau, lėšų sutaupymo, tai yra labai geras statybų procesų statybos dalyvių atsakomybių paskirstymas. Taip pat BIM yra ir puikus įrankis, leidžiantis jau užbaigus statybos darbus, naudojant pastatą tinkamai pastebėti gedimus ar

neatitikimus. BIM yra paketas programų, kurios leidžia pastatą matyti ir suprasti kaip visumą. (Rėda Brandišauskienė 2018)

Šiems pokyčiams įgyvendinti reikia ruošti ilgą laiką, reikia ruošti keletą metų – nuo įrangos nusipirkimo iki specialistų suradimo ir apmokymo. Šiems darbams planuojama ruošti kelerius metus, o BIM planuojama naudoti viešajame sektoriuje nuo 2020 m liepos mėnesio. Komercinis sektorius Lietuvoje jau taip pat žengia pirmus žingsnius skaitmeninėje statyboje.

Manoma, kad tokią paskatą turėtų suteikti viešasis sektorius, atvėrę duris BIM technologijai.

Projektuotojai neneigia BIM įrankio privalumu ir nesiekia stabdyti informacinių technologijų pažangos, tačiau taip pat reikėtų atkreipti dėmesį, kad nereikėtų per didelės skubos. „Visos suinteresuotos šalys sutaria, kad BIM privalumai – operatyvumas, informacijos valdymas, tinkamas jos naudojimas ir talpinimas viename modelyje, pažangūs bendravimo metodai yra svarbūs visiems statybos dalyviams ir visam sektoriui. BIM įvedimas į praktiką, pagrįstas natūraliais poreikiais ir jų tenkinimu, yra naudingas ne tik projektuotojams, bet ir investuotojams kurie nori Lietuvoje investuoti didelius pinigus, tačiau ir visai visuomenei. (Daiva Bakšienė 2018).

D. Gedvilo nuomone pasirengimo lygis Lietuvoje nėra labai prastas. Apie BIM įdiegimą Lietuvoje buvo pradėta kalbėti prieš 6 metus. Buvo priimta ES viešųjų pirkimų direktyva, skatinanti naudoti BIM technologijas, o nuo 2014 m veiklą pradėjo BIM plėtra besirūpinanti „Skaitmeninė statyba“. Lietuvos vyriausybė statybos sektoriaus skaitmeninei statybai pritarė 2015 metais. Vši „Skaitmeninė statyba“ jau siūlo ir kuria BIM taikymui, viešųjų pirkimų organizavimui reikalingus dokumentus.

Priimtas sprendimas naudoti BIM programas visuotiniu mastu paskatins greičiau padaryti reikiamus pokyčius teisinėje bazėje.

Sparčiai daugėja įmonių kurios siūlo projektavimo ir statybos paslaugas, jas pripažįstame kaip galinčias taikyti BIM.

Lietuvoje norint įdiegti BIM technologijas pirmiausia reikėtų atkreipti dėmesį į aplinkos ir architektūros kokybės užtikrinimą. Šiuo metu neužtenka teisinių įstatymų, kurie Lietuvoje užtikrintų visuomenės interesus, o įvedus dar vieną apribojimą, susijusį su privalomu tam tikru techniniu priemonių naudojimu, yra rizika dar labiau nutolti nuo siekiamos aplinkos kokybės.

Svarbu suprasti, kad kuriant ir statant statinius turi būti sprendžiami ne tik ekonominiai ir techniniai uždaviniai, tačiau ir statinių santykis su aplinka, gamtos ir kultūros vertybių apsauga, statinių pritaikymas jų naudotojų reikmėms. Šių uždavinių sprendimas reikalauja didelio jautrumo ir individualaus požiūrio, o BIM daugiausia skatina techninį požiūrį ir kartotinių elementų naudojimą. (Daiva Bakšienė 2018).

Šiam žingsniui turi būti pasiruošę – rangovai ir perkančios organizacijos taip pat jų darbuotojai. BIM technologijos teikiama nauda yra atskleidžiama ne vien projektavimo, bet ir statybos darbų ir

statinio eksploatavimo stadijoje. Pirmiausia turėtų būti atlikta šio pasirengimo lygio BIM naudojimui analizė, kuri parodytu kiek dar turi būti nuveikta paruošiamųjų darbų ir kokie jų kaštai. Taip pat labai svarbu yra projektavimo rinkos dalyvių aprūpinimas brangiomis priemonėmis. Šie veiksniai iškels projektavimo kaštus ir statytojo sąnaudas. Taip pat svarbu, kad didelėse ir finansiškai stipriose įmonėse tiek Lietuvoje, tiek visoje Europos Sąjungoje dirba tik maža dalis architektų. (Daiva Bakšienė 2018).

Europos architektų tarybos duomenimis, 2016 m. net 72 proc. architektų Europos sąjungoje dirbo vieni arba mažose įmonėse, tačiau jie lygiai taip pat yra pajėgūs užtikrinti aukštą architektūros kokybę. Žvelgiama į šiuos skaičius matyti, kad privalomas BIM naudojimas susiaurins konkurenciją iki minimumo, kas tik dar labiau atsilies statytojo sąnaudomis ir didins dalies specialistų atskirtį. (Daiva Bakšienė 2018).

Išvados

Apibendrinus šio darbo rezultatus galima teigti:

1. Nustatyta BIM įtaka statybinėje įmonėje. Tos įmonės kurios pasirenka savo projektus įgyvendinti naudojant statinio informacinį modeliavimą BIM, dažniausiai siekia efektyvinti savo įmonės veiklą. Taupyti išteklius, užkirsti kelią klaidoms viso statinio gyvavimo metu.
2. Atlikus apklausą tiriamojoje įmonėje, buvo pastebėta, kad įmonėje dirbantis darbuotojai norėtų mokytis BIM programų technologijų, taip pat mano jog mokant naudotis šiomis programomis būtų galima lengviau susirasti darbą statybinėje įmonėje. Būtų darbuotojai labiau reikalingi darbdaviams.

Kitas svarbus aspektas, jog įmonėje dirbantis darbuotojai mano, jog BIM technologijos yra reikalingos, kad statybos procesas ir valdymas būtų efektyvesnis ir skaidresnis. Būtų sutaupyta daug finansų ir visi statybos dalyviai atliktu savo pareigas tiksliau ir efektyviau.

3. Atlikus tyrimą, kuriame buvo lyginami du objektai, objekte kuriame buvo naudojamos BIM programos galima teigti, jog statybos kokybė priklauso nuo informacinių technologijų ar programų, kokios yra naudojamos statyboje.
4. Išnagrinėti literatūroje paskelbti BIM technologijų privalumai ir trūkumai, taip pat įtaka darbo efektyvumui. Nustatyta, kad BIM virtualus modelis yra tinkamas visiems statybos objektams, tačiau programos panaudojimas priklauso nuo statinių sudėtingumo. Jai statinys nėra sudėtingas, programos neapsimoka naudoti, nes bus sugaišta labai daug laiko. BIM modelis yra populiarus tarp sudėtingų statinių – tiltai, viadukai, magistralės, daugiaaukščiai pastatai ir kt.

Pagrindinis statybos pramonėje minusas yra projektavimo atskyrimas nuo statybos projekto vystymo. Ir todėl yra išvelgiama daug trūkumų: išvelgiamos prastos eksploatacinės savybės, prastai yra išnaudojamos pastato erdvės, prastos tvarumo savybės. Dėl šių problemų, projektuotojai turėtų dirbti bendrai kartu su kitais projekto dalyviais (Gilder 2014). BIM įdiegimas įmonėje suteikia galimybę šias problemas sumažinti (Messner et al.2011).

5. Buvo atliktas atsiperkamumo tyrimas pagal siūlomą Roi „Autodesk Revit“ medžiagą ir matome jog pirmiems metams atsiperkamumas yra 18% vienai darbo vietai. Galime matyti, kad viena darbo vieta įmonėje kurioje buvo atliktas tyrimas atsiperks per penkis metus.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. „Skaitmeninės statybos Lietuvoje gairės 2014-2020“, [interaktyvus] [žiūrėta 2018 m. gruodžio 15 d.].
2. IBRAHIM, M.IM.. Estimating the Sustainability Returns of Recycling Construction Waste from Building Projects. *Sustainable Cities and Society* [interaktyvus]. 2016,5, vol. 28, pp. [žiūrėta 2018-01-10] ISSN 2210-6707.
3. CONDEIXA, K., HADDAD,A. and BOER, D. Life Cycle Impact Assessment of Masonry System as Inner Walls: A Case Study in Brazil. *Construction and Building Materials* [interaktyvus]. 2014, 11/15, vol. 70, pp. 118-125. [žiūrėta 2018-12-10]. ISSN 0950-0618.
4. Messner J.; Anumba C.; Dubler C.; Goodman S.; Kasprzak C.; Kreider R.; Leicht R.; Saluja C.; Zikic N. 2011. Computer Integrated Construction Research Program. BIM Project Execution Planing Guide [interaktyvus] [žiūrėta 2018-12-08].
5. Smith D.K. 2007. An Introduction to Building Information Modeling (BIM), *Journal of Building Information Modeling* [interaktyvus] [žiūrėta 2018-12-06.].
6. Howell, I.; Batcheler, B. 2005. *Building information modeling two years later – Huge Potential, Some Success and Several Limitations*. [interaktyvus] [žiūrėta 2018-12-06.].
7. CRC for Construction Innovation 2007. Adopting BIM for Facilities Management: Solutions for Managing the Sydney House [interaktyvus] [žiūrėta 2018-12-08].
8. Thompson, D. B. 2001. 2001. E-Construction: Dont Get Soaked by the Next Wave, The Construction Law Briefing Paper [interaktyvus] [žiūrėta 2018-12-08].
9. Wong, J.;Zhou, J.2015. Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review, *Automation in Construction*,: 125-160.
10. Elmualim, A.; Gilder, J. 2014. BIM: innovation in design management, influence and challenges of implementation. *Architectural Engineering and Design Management*.
11. Reizgevičius, M. 2016. *BIM technologijų efektyvumo daugiapakopis vertinimas* [interaktyvus] [žiūrėta 2018-10-30].
12. Kiviniemi, M. (2009) “Building Information Model (BIM) promoting safety in the construction site process”, *SafetyBIM – research project 10/2007 – 2/2009 (TurvaBIM in Finnish)*, Available at http://www.vtt.fi/files/projects/turvabim/turvabim_english.pdf
13. Le, M.A.T., Mohus, F., Kvarsvik, O.K. and Lie, M. (2006) “The HITOS project — a full scale IFC test, e-work and ebusiness in architecture”, *Engineering and Construction*:

Proceedings of the 6th European Conference on Product and Process Modelling, September 13–15, Taylor & Francis Group, Valencia, Spain.

14. Leicht, R., Fox, S., Mäkeläinen, T. & Messner, J. (2007) “Building information models, display media and team performance: An exploratory study”, VTT Working Paper No. 88, Available at <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2007/W88.pdf>
15. Mäkeläinen, T., Kiviniemi, A., Kojima, J. Rekola, M. (2008) “Engineering and Construction Project Information Platform”, *In Scientific Activities in Building and Construction 2008*, pp. 74-75. VTT Annual Report 2008.
16. Permala, A., Kiviniemi, A., Sirkiä, A., Hiljanen, H., Granqvist, J., Lehtinen, H. (2008) “Integrated Supply Chain Information Systems”, *In Scientific Activities in Building and Construction 2008*, pp. 66-67. VTT Annual Report 2008.
17. Wong, A.K.D., Wong, F.K.W. and Nadeem, A. (2009) “Attributes of Building Information Modelling and its Development in Hong Kong”, *The HKIE Transactions*, Vol. 16, No. 2, pp. 38-45.
18. Huovila, P. (2008). “Building Information Models and Innovative Sustainable Housing”, *In proceedings of SB08 Conference*, Melbourne, Australia, 21–25 September 2008.
19. IAI Forum Norway (2007), *Information Delivery Manual*, Available at <http://www.iai.no/idm/index.html>
20. Khemlani L. (2005) “CORENET e-PlanCheck: Singapore's Automated Code Checking System”, *AECBytes*, Available at <http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2005/CORENETePlanCheck.html>
21. Kiviniemi, A., Tarandi, V., Karlshøj, J. Bell, H. and Karud, O. J. (2008) *Review of the Development and Implementation of IFC compatible BIM*, Available at <http://www.deaca.dk/file/9498/Review%20of%20the%20Development%20and%20Implementation%20of%20IFC%20compatible%20BIM.pdf>
22. McGraw Hill SmartMarket Report – The Business Value of BIM - 2010.
23. Israel Kaner, Rafael Sacks, Wayne Kassian, Tomas Quitt “Case studies of BIM adoption for precast concrete design by mid-sized structural engineering firms” *ITcon* Vol. 13 (2008), pg. 303
24. Atul Khanzode, Martin Fischer, Dean Reed “Benefits and lessons learned of implementing building virtual design and construction technologies for coordination of mechanical, electrical, and plumbing (MEP) systems on a large healthcare project”, *ITcon* Vol. 13 (2008), pg. 324

25. Burcin Becerik-Gerber, Samara Rice, “The Perceived Value of Building Information Modeling in the US Building Industry”, *ITcon* Vol. 15 (2010), pg. 185.
26. Kristen Barlish, “How To Measure the Benefits of BIM”, Master of Science Thesis, Arizona State University, August 2011.
27. Patrick C. Suermann and Raja R.A. Issa, “Evaluating the Impact of Building Information Modeling (BIM) On Construction”, 7th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality: October 22-23, 2007.
28. Stefan Dehlin and Thomas Olofsson, “ An Evaluation Model For ICT Investments In Construction Projects”, *ITcon* Vol.13 (2008), pg. 343.
29. P. Coates, Y. Arayici, L. Koskela, M. Kagioglou and C. Usher & K. O’Reilly, “The key performance indicators of the BIM implementation process”, *Proc. Of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*, 2010.
30. DRUNGILIENĖ, Genė. Statybų naujienos 2018 [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-12-15]. Prieiga per: <http://www.statybunaujienos.lt/zyme/statybos-darbu-zurnalas>
31. Beržanskis, Ernestas. 2018 [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-12-19]. Prieiga per: <https://ibimsolutions.lt/bim-projektu-vadyba/klaidos-bim-projektuose/>
32. Bakšienė, Daiva. [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-12-19]. Prieiga per: <https://www.15min.lt/naujiena/aktualu/zalias/lietuva-rengiasi-rimtiems-statybu-pokyciams-nuo-2020-m-laukiama-bim-metodu-taikymo-proverzio-1007-984100>
33. Gedvilas, Darius [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-12-19]. Prieiga per: <https://www.delfi.lt/grynas/gyvenimas/i-statybu-sektoriu-ateina-nauja-era-planuojamos-dideles-permainos.d?id=78236519>
34. McGraw-Hill-Construction 2009. *The Business Value of BIM – Getting Building Information Modeling to the Bottom Line*, Bedford MA, United States [interaktyvus] [žiūrėta 2015 m. rugsėjo 15 d.]. Prieiga per internetą: http://fiatech.org/images/stories/research/2009_BIM_SmartMarket_Report.pdf.