

PASTATO INFORMACINIO MODELIO (BIM) PANAUDOJIMAS STATYBOS INŽINERIJOS STUDIJOSE

Marius Reizgevičius, Laura Reizgevičiūtė, Mykolas Pelikša

Šiaulių universitetas, Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Kauno Technologijos universitetas

Įvadas

Pastato informacinio modelio (*Building Information Modeling* (BIM)) projektavimas labai dažnai analizuojamas statybos inžinerijos ir vadybos moksliniuose leidiniuose. BIM – tai naujos kartos projektavimo būdas. BIM projektavimas turi daug privalumų, dėl kurių tradicinis projektavimo modelis pamažu praranda savo vertę (projektuojama braižant ne linijomis, o jau elementais, kurie turi savo parametrus, susiejami įvairūs pastato statybos proceso vykdymui, statiniui turintys įtakos veiksniai: laikas, sąnaudos, apšvietimas, geografinė padėtis, statybos medžiagos, jų kiekiai). Vienas didžiausių BIM privalumų – tai lengvas klaidų šalinimas. Visa informacija kaupiama viename modelyje, paprasta ištaisyti atsiradusią klaidą, pakanka tai padaryti vienoje vietoje. BIM išplečia įprastą 2D sąvoką. Jis apima 3D brėžinius, laiką (4D), sąnaudas (5D). BIM yra reikalingas projektavime, kai kuriamas pilnas kompleksinis projektas. Naudojant BIM tik atskiroms dalims, nenaudojant centrinio failo, gaišamas laikas keičiant programų formatus, dažnai net perbraižant brėžinius.

M. Reizgevičius ir kt. (2012) teigia, kad informacijos pasidalijimas tarp įvairių sričių specialistų padeda geriau išspręsti kilusias problemas ir tobulinti skirtingus įgūdžius. 4D projektavimas gali padėti padidinti komunikacijos efektyvumą ir sumažinti interpretavimo galimybę visiems suinteresuotiems statybos projekto dalyviams. Statybos pramonė reikalauja labai daug informacijos, dažnai ji apibūdinama kaip sunkiai prisitaikanti prie naujųsių informacinių technologijų.

Užsienio autoriai pabrėžia, jog BIM mokymas turėtų atsirasti kaip atskiras studijų dalykas universitetuose. Ši tema aktuali ir analizuota daugelio autorių. J. H. Woo (2006) siūlo pergaltuoti esamus studijų modulius ir BIM įtraukti į studijų turinį. Tačiau svarbi ne tik studentų, bet ir statybos kompanijų nuomonė sprendžiant šį klausimą. R. Dean (2007) tiria statybos įmonių specialistų, kurie išmąnytų BIM projektavimą, poreikį. H. L. Camps (2008) nagrinėja studentų išsilavinimo problematiką, studijų modulių pakeitimą, kurie pagerintų visapusiškas profesines studentų žinias. M. B. Barison, E. T. Santos (2010) apžvelgia BIM mokymo ypatumus viso pasaulio aukštosiose mokyklose. M. Joannides ir kt. (2012) analizavo BIM įtraukimo galimybes į akredituotas architektūros ir statybos inžinerijos studijas JAV.

Lietuvoje 2002 m. privačiomis lėšomis buvo suburti statybos profesionalų iš mokslo ir verslo komanda ir pradėtos taikyti BIM technologijos. D. Migilinskas (2012) nagrinėja BIM technologijų taikymą virtualiam statybos projekto vystymui, aptaria dėstomus BIM taikymo modulius VGTU.

Būtų labai įdomu, kokia situacija Lietuvos aukštosiose mokyklose, kokie studentų BIM projektavimo

įgūdžiai. Tyrimui pasirinkta Šiaulių universiteto Technologijos fakulteto statybos inžinerijos studentų tiriamoji grupė. Pagal tyrimo rezultatus įvertintos studentų žinios ir įgūdžiai BIM srityje ir daromos išvados, ar reikalingas naujų BIM projektavimo modulių įtraukimas į statybos inžinerijos studijas. Daroma prielaida, jog BIM disciplinų išmanymas pagerintų studijų aukštosiose mokyklose kokybę. Studijos būtų visapusiškos, susietos atskiros disciplinos sukurtų realų statybos pramonės vaizdą. Baigę universitetą studentai geriau išliktų į reiklį šiandieninę darbo rinką.

Tyrimo tikslas – įvertinti studentų žinias ir įgūdžius BIM srityje, naujų modulių įtraukimo į statybos inžinerijos studijas poreikį.

Tyrimo uždaviniai: supažindinti su užsienio autorių nuomone apie BIM projektavimo įtraukimą į studijų programas; išanalizuoti studentų nuomonę apie prioritetinius studijų dalykus; išanalizuoti studentų BIM projektavimo įgūdžius; įvertinti studentų naujų studijų modulių įtraukimo poreikius.

Tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė, anketinė apklausa, duomenų sisteminimas.

BIM technologijų įtaka darbo efektyvumui

BIM technologijos plačiai nagrinėjamos užsienyje, tačiau Lietuvoje tai gana nauja sritis. Lietuvoje BIM pradėtas naudoti tik 2002 m., o pasaulyje – jau nuo 1987 m. Pirmoji taikyti virtualią statybą pradėjo „Graphisoft“ kompanija. BIM metodą ši kompanija įdiegė „ArchiCAD“ grafinėje programoje.

BIM išsiskiria privalumais: greitesnis ir veiksmingesnis procesas – projektavimo procesą galima pagreitinti net 7 %; padidėja sąnaudų skaičiavimo tikslumas (< 3 %); vienas didžiausių ekonominės dalies privalumų – trumpesnis sąmatos kūrimo laikas net 80 %; net 40 % sumažėja nenumatytų išlaidų statybos procesui (SUCIFE, 2007). I. Howell, B. Batcheler (2005) išskiria tokius BIM privalumus: 3D pastato modelio sukūrimas leidžia automatiškai gauti planų, pjūvių, fasadų vaizdus, lengvesnė statybos objekto priežiūra, dirbant su vienu modeliu, nebekyla nesutapimų tarp projektuojamų elementų, dirbant viename modelyje, informacija programoje atnaujinama automatiškai, ją lengva generuoti. Be to, modelis pasižymi lengvu klaidų šalinimu – visa informacija kaupiama viename modelyje, paprasta ištaisyti atsiradusią klaidą, pakanka tai padaryti vienoje vietoje. Esant konfliktinei situacijai lengviau surandamas kompromisas pateikiant argumentuotus sprendimus.

L. Reizgevičiūtė ir kt. (2013) nagrinėja BIM technologijų įtaką darbo veiksmingumui. Vertinimui pasirinkti 100 daugiaaukščių pastatų (dangoraižių). Senesnių pastatų, kurie pastatyti iki 1987 m. (kai pasaulyje buvo pradėtos

naudoti BIM technologijos), vidutinė statybų trukmė 2,7 metai, kai tuo tarpu pastatams naudojant BIM technologijas statybos trukmė siekia vidutiniškai 4,5 metų. Gauti netikėti rezultatai, kad pastatų, kurių statybos pasibaigė iki 1990 m. ir prasidėjo ne vėliau nei 1987 m., per metus vidutiniškai pastatyta 82 760 m², kai tuo tarpu naujosios statybos, kuriems naudojamos BIM technologijos statybos atsilieka vidutiniškai 30 000 m² per metus ir siekia tik 52 300 m². Statybų greitis per pastaruosius metus sumažėjo daugiau nei 36 %. Atlikta regresinė analizė, kuri padėjo išaiškinti, kad visais nagrinėtais atvejais determinacijos koeficientas mažas ir rodo silpną priklausomybę (maksimalus determinacijos koeficientas – 0,2244, mažiausias – 0,0352, kurie rodo patikimą, tačiau silpną ryšį).

BIM projektavimo modulių įtraukimas į studijų programas

Statybos pramonė reikalauja, kad šiandien statybos inžinieriai sugebėtų ne tik projektuoti, braižyti brėžinius, atlikti įvairių konstrukcijų skaičiavimus kompiuterinėmis programomis, bet ir gebėtų susikurti tam tikrą imitavimą ar vizualizaciją. BIM integravimas į šiuolaikinės statybos inžinerijos studijas būtų ypač svarbus. Sudėtingų programų valdymas tampa ne tik privalumu, bet ir būtinybe. BIM disciplinų išmanymas smarkiai pagerintų studijų kokybę aukštosiose mokyklose. Studijos būtų visapusiškos, susietos atskiros disciplinos sukurtų realų statybos pramonės vaizdą (pvz., architektūra ir statybos ekonomika: pastato projektavimas integruojamas kartu su sąmatos skaičiavimu). Baigę universitetą studentai geriau įsilietų į ypač reiklį šiandieninę darbo rinką.

Užsienio autorių nuomone, BIM turėtų būti mokomi architektūros, statybos inžinerijos, statybos vadybos studentai. Pirmiausia tai susiję su skirtingais žinių priėmimo mokymosi metodais. Dauguma žmonių mokosi klausydamis, regėdami ir atlikdami tam tikrą pasikartojantį veiksmą, funkciją. BIM studijų metu pateikiama vaizdinė medžiaga įsisavinama lengviau. Nors daugelis studentų geriausiai mokosi ir įsimena vaizdinę medžiagą, labai mažai vaizdinės medžiagos pateikiama paskaitų metu. Dažniausiai būsimieji inžinieriai klausosi paskaitų ir skaito pateiktą medžiagą (Sampaio ir kt., 2010). Autorių nuomone, mokymo metodai turėtų būti keičiami, studijoms naudojami nauji grafiniai įrankiai. 3D modelio naudojimas paskaitintų studentus suvokti teoriją, kurios mokoma auditorijose.

BIM išmanymas pagreitina visus statybos procesų etapus. Greitesnis ir veiksmingesnis projektinių pasiūlymų pateikimas (dėl aiškių vizualizacijų, pastato imitavimų, pateikiamų užsakovui); projektavimo procesas (kuriamas vienas BIM, gaunami brėžiniai iš centrinio failo, sutrumpėja taisymo procesas, klaidos taisomos automatiškai visose centrinio failo dalyse), spartesnė pastato statyba (naudojant BIM, įvedant laiko parametrus, optimizuojamas statybos laikas, sudaromi efektyviausi kalendoriniai grafikai). Architektūros ir statybos inžinerijos mokymas turi būti veiksmingesnis, nes iš studentų tikimasi, kad bus įvykdomi didesni darbų kiekiai per trumpesnę laiką (Camps, 2008). Projektavimo procesas, mokomas studijų metu, autoriaus teigimu, atima daug laiko, pastangų, o studentai dažnai „įstringa“ kasdieniškuose

braižymo procesuose užuot nagrinėję skirtingus projekto sprendinius ir mokęsi realaus darbo pagrindų. BIM padėtų studentams išsamiau nagrinėti projektus, nes turint vieną modelį galima jį panaudoti apdorojant konstrukcijų dokumentus, nagrinėti konstrukcijas, skaičiuoti sąmatas, imituoti pastato elgseną įvairių poveikių metu. H. L. Camps (2008) pabrėžia, kad BIM – tai integruotas procesas, todėl jis ypač pagerintų visapusiškas studento žinias.

Įtraukus BIM projektavimo disciplinas į studijų programas, būtų anksčiau įsisavinama reikalinga informacija, įgyjama praktika, sutaupoma laiko ir lėšų specialistams mokyti darbo vietoje, nereikėtų organizuoti papildomų mokymo kursų. J. H. Woo (2006) nurodo, kad tinkamai sudaryti BIM kursai aprūpintų studentus žiniomis, kurios reikalingos dabartinei industrijai, paruoštų sėkmingai karjerai architektūros ir statybos inžinerijos srityse. Vietoj atskirų kursų autorius siūlo apmąstyti esamus studijų modulius ir BIM įtraukti į studijų turinį. R. Dean (2007) atliko tyrimą, ar BIM turėtų būti mokomas kaip modulis universitetuose statybos vadybos studentams. Išvadose autorius teigia, jog BIM privalo būti dėstomas, nes 70 % apklaustųjų kompanijų pabrėžė, kad jau naudojasi BIM arba ketina tai daryti greitai laiku. 75 % apklausos dalyvių teigė, jog priimdami į darbą laiko privalumu BIM išmanymą.

Anot J. Irizarry ir kt. (2013), 2D brėžiniai daugiausia naudojami kaip pedagoginis įrankis mokyti statybos vadybos studentus projekto valdymo įgūdžių. Autoriai išskiria tokius įgūdžius: įvairūs skaičiavimai, konstrukcijų veikimo, saugaus darbo analizės statybvietyje, darbų grafikai. 2D brėžinių supratimas priklauso nuo studentų pasiruošimo lygio ir patirties. Autorių teigimu, brėžiniai tampa daug sudėtingesni, net patyrę profesionalai dažnai nebesupranta 2D brėžinių, o tai prailgina statybos projektą, padidina jo kainą.

JAV aukštosiose mokyklose siekiama BIM studijų mokomuosius modulius įtraukti į architektūros ir statybos studijas ir akredituoti naujas studijų programas. Šalyje vyksta daug BIM srities tyrimų, siekiama išsiaiškinti pramonės ir akademinio mokslo bendradarbiavimo lygį. M. Joannides ir kt. (2012) išskiria, jog aukštosios mokyklos, kuriose yra mokoma architektūros specialybių, labiau linkusios į studijų programas įtraukti BIM projektavimo disciplinas, o inžinerinės aukštosios mokyklos labiau naudoja 4D ir 5D projektavimo programas. R. Sacks, R. Barak (2010) teigimu, CAD programų valdymo gebėjimas praranda svarbą, nes norint išmokyti naudotis BIM programomis nereikia mokėti naudotis CAD, o kai išmokstama valdyti BIM, CAD programos tampa nebenaudingos.

Užsienio autorių tyrimai rodo, kad BIM integravimas vyksta labai lėtai. Dažniausiai studijų programoje atsiranda tik vienas BIM modulis. M. B. Barison, E. T. Santos (2010) tyrimas parodo, kad 90 % universitetų BIM studijas įtraukia tik kaip vieną disciplinos dalyką, 7 % universitetų integruoja BIM kaip tarpdisciplininį dalyką ir 3 % naudoja nuotolinį bendradarbiavimą. Jų tyrimas parodė, kad sudėtingiausia norint BIM įtraukti į mokymo procesą yra integruoti BIM discipliną į įvairias nusištevėjusias sritis (studijų programas). Be to, BIM įtraukimas į studijų programas yra didelis iššūkis, nes būtina koordinuoti 3 keičiamus sektorius: dėstytojų pasiruošimą,

mokymo programos ir universiteto pasikeitimą. M. B. Barison, E. T. Santos (2010) apžvelgia skirtingų aštuonių JAV ir Airijos aukštųjų mokyklų BIM modulių integravimą. Autoriai išskiria, jog norint BIM įtraukti į studijų programas labiausiai trukdo instituciniai apribojimai. Lietuvos aukštųjų mokyklų architektūros ir statybos inžinerijos studijų programų laukia dideli pasikeitimai. Vienas iš jų – BIM modulių įvedimas į dėstomų dalykų sąrašą.

2005–2006 mokslo metais Vakarų Ilinojaus universiteto Inžinerijos technologijų fakultetas savo baigiamųjų kursų studentams pasiūlė projektavimo kursus (su „Autodesk Revit Building“ programa). Kursai buvo skirti jau turintiems projektavimo srities žinių ir mokantiems naudoti „AutoCAD“ programa. Studentų buvo reikalaujama dalyvauti visose paskaitose, laboratorinių darbų užsiėmimuose. Kursai buvo sudaryti iš įvadinių paskaitų, kuriose buvo mokomi „Autodesk Revi Building“ 8.0 versijos pagrindai ir individualios projekto dalies kūrimo. J. H. Woo (2006) išskiria šiuos studentų pastebėjimus pasibaigus semestru: „AutoCAD“ projektavimui atima daug daugiau laiko nei „Revit“; pasikartojančių braižymo funkcijų smarkiai sumažėja, kai galima braižyti iš karto statinio komponentais; pakeitus bet kurį komponentą ar pridėjus naują automatiškai atnaujinami visi brėžiniai; naudingas programos klaidų žinutės išmetimas esant komponentų netinkamam susikirtimui; galimybė kurti 3D brėžinius, juos vizualizuoti; sukurta gera įvairių standartinių konstrukcijų biblioteka (laiptai, langai, kt.), kurios parametrus galima lengvai keisti.

Nepaisant BIM projektavimo privalumų, atsiranda ir įvairių nesklandumų dėl programų sudėtingumo.

J. H. Woo (2006) išskiria, jog yra sunku įsisavinti skirtingus įrankius, o mažai patirties turintys asmenys neturi pakankamai žinių apie kai kuriuos konstrukcinius sprendimus (pamatus, sienas). Autoriaus nuomone, susiduriama su problema, kai pati programa turi daug techninės informacijos, kuri gali būti įsisavinta tik turint atitinkamos statybų patirties. Besimokantiems studentams kyla neaiškumų dėl atitinkamų konstrukcijų, sujungimų, nes programa kai kurias funkcijas atlieka pati, todėl pradingsta galimybė pačiam mokytis ir įgyti patirties, susidūrus su sudėtingu sprendimu (sienos ir karnizo mazgas). Studentų reikalaujama kurti 3D brėžinius, vizualizuoti skirtingus pastato konstrukcinius elementus. Dažnai mažiau patirties turintys studentai gaišta daugiau laiko plėtodami 3D brėžinius. 3D modelio naudojimas padeda išspręsti tokius sunkumus. BIM įrankių naudojimas ir gausus duomenų 3D modelis pagerina studentų konstrukcijų proceso suvokimą (Azhar ir kt. 2010).

Galbūt situacija Lietuvoje keičiasi gerąja linkme sparčiau, tačiau duomenų apie tai labai mažai. D. Miglinskas (2012), vertindamas BIM, įvardija, jog BIM neveikia automatiškai. BIM technologija automatizuoja informacijos surinkimo, apdorojimo, sisteminimo, saugojimo ir naudojimo procesą – tokiu būdu automatizuodama visą objekto projektavimo, vykdymo ir valdymo procesą. Atsiradus „Skaitmeninės statybos“ ir BIM taikymo moduliams VGTU, autoriaus nuomone, auginama nauja profesionalų karta. Per metus „Skaitmeninės statybos“ ir „Kompiuterinio projektavimo“ pagal BIM išmoksta daugiau nei 150 studentų.

BIM panaudojimo statybos inžinerijos studijose vertinimo tyrimas

Siekiant išsiaiškinti studentų žinias ir įgūdžius BIM panaudojimo srityje ir BIM naudojimo poreikį aukštajame moksle studentų požiūriu, buvo apklausti 38 Šiaulių universiteto Technologijos fakulteto Statybos inžinerijos studentai. Tyrime dalyvavo dieninių studijų studentai, kurių daugumą (84 proc.) sudarė vyrai. Tyrime dalyvavo 16 proc. moterų. Apklaustųjų amžius 20–26 metai. Didžiausia dalis (45 proc.) apklaustųjų studijuoja trečiame kurse, šiek tiek daugiau nei penktadalis (21 proc.) – antrakursiai ir šiek tiek daugiau nei trečdalis apklaustųjų (34 proc.) – ketvirtakursiai. Anketinė studentų apklausa buvo atliekama rugsėjo mėnesį, todėl pirmakursiai, tik pradėję studijuoti statybos inžineriją, nebuvo apklausti.

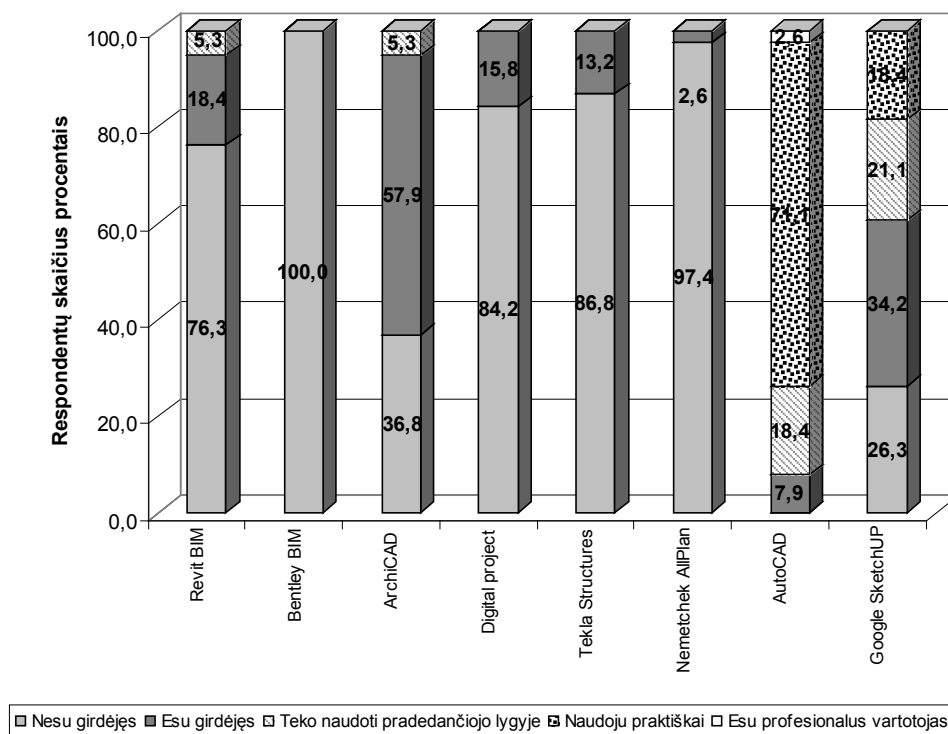
Respondentų paprašius įvertinti savo kompiuterinio projektavimo įgūdžius, daugiau nei du trečdaliai (77 proc.) nurodė, kad „geba braižyti 2D brėžinius naudodami skirtingus linijų storių, braižyti skirtinguose sluoksniuose, naudoti „layout“ komanda“. Mažiau nei penktadalis (18 proc.) nurodė, kad „geba braižyti 3D brėžinius“. 5 proc. apklaustųjų nurodė turintys minimalius kompiuterinio projektavimo įgūdžius, t.y. „gebantys braižyti 2D brėžinius“. Gauti studentų atsakymai leidžia daryti išvadą, kad 2–4 kurso studentai jau turi kompiuterinio projektavimo gebėjimų bei žinių ir yra tinkami atliekamo tyrimo respondentai.

Tyrimo metu respondentų buvo prašoma nurodyti, kokią kompiuterinio projektavimo programą jie naudoja savo asmeniniame kompiuteryje. Respondentų atsakymai pateikiami 1 lentelėje:

1 lentelė. Respondentų naudojamos kompiuterinio projektavimo programos

| Projektavimo programinė įranga | Naudojančių respondentų skaičius | Iš viso | Iš viso |
|--------------------------------|----------------------------------|---------|---------|
| „Autocad 2003“ | 1 | 32 | 35 |
| „Autocad 2006“ | 5 | | |
| „Autocad 2007“ | 4 | | |
| „Autocad 2008“ | 2 | | |
| „Autocad 2009“ | 1 | | |
| „Autocad 2010“ | 4 | | |
| „Autocad 2011“ | 5 | | |
| „Autocad 2012“ | 4 | | |
| „Autocad 2013“ | 5 | | |
| „Autocad 2014“ | 1 | | |
| „Autocad architecture 2010“ | 1 | 3 | |
| „Autocad architecture 2011“ | 1 | | |
| „Autocad architecture 2013“ | 1 | | |
| „Sketch up“ | 4 | 4 | 4 |
| „Revit 2011“ | 1 | 1 | 1 |
| Iš viso: | | | 40 |

Respondentai nurodė 15 skirtingų kompiuterinio projektavimo programų, tarp kurių populiariausios – „AutoCAD“ programos. Jas savo asmeniniuose kompiuteriuose



1 pav. Respondentų BIM srities žinios ir gebėjimai

naudoja 35 respondentai, t. y. net 92 proc. Iš „AutoCAD“ programų daugiausia apklaustųjų naudoja „AutoCAD 2006“, „AutoCAD 2011“, „AutoCAD 2013“ programas. 11 proc. apklaustųjų nurodė asmeniniuose kompiuteriuose naudojamą BIM kategorijai priskiriamą programą „Sketch up“ („Google SketchUP“ autorių pastaba).

Tyrimo metu respondentų buvo klausiama, ar yra tekę susidurti su BIM programomis. Beveik du trečdaliai (58 proc.) apklaustųjų nurodė, jog yra tekę. Respondentų buvo prašoma nurodyti įvairių BIM programų žinojimo, gebėjimo jomis naudotis lygį. 1 pav. pateikiama informacija apie respondentų žinias ir įgūdžius, susijusius su BIM programomis:

„Bentley“ BIM respondentų buvo nurodyta kaip visiškai jiems negirdėta programa. Menkai žinomomis programomis įvardintos „Nemetchek AllPlan“ (negirdėta 97,4 proc. apklaustųjų), „Tekla Structures“ (negirdėta 86,8 proc. apklaustųjų), „Digital Project“ (negirdėta 84,2 proc. apklaustųjų) ir „Revit BIM“ (negirdėta 76,3 proc. apklaustųjų). Respondentai nurodė penkias BIM programas, kurių pavadinimai jiems yra žinomi. Daugiausia respondentams yra tekę girdėti apie „ArchiCAD“ (57,9 proc.), „Google SketchUP“ (34,2 proc.). Tyrimo metu respondentai nurodė keturias BIM programas, kuriomis gebama naudotis pradedančiojo lygmeniu. Tai „AutoCAD“, „Google SketchUP“, „Revit BIM“, „ArchiCAD“. Apklaustųjų buvo prašoma nurodyti, kuriomis BIM programomis jie geba naudotis praktiškai, t. y. daugiau nei pradedančiojo vartotojo lygmeniu. Daugiau nei du trečdaliai (71,1 proc.) respondentų nurodė, kad praktiškai geba naudotis programa „AutoCAD“. Beveik penktadalis (18,4 proc.) apklaustųjų teigė gebantys naudotis „Google SketchUP“ programa.

Tik viena BIM programa buvo nurodyta kaip naudojama profesionaliu lygmeniu. 2,6 proc. respondentų nurodė gebantys profesionaliai dirbti programa „AutoCAD“.

Apibendrinant apklausoje dalyvavusių studentų žinias ir gebėjimus BIM programų srityje, galima daryti išvadą, kad esant gana daug įvairių BIM programų populiariausios tarp studentų yra „AutoCAD“ ir „Google SketchUP“. Kitos programos yra menkai žinomos arba iš viso negirdėtos didžiąjai daliai tyrime dalyvavusiųjų studentų.

Prieš tai aptartuose studentų atsakymuose nustatytos gana siauros BIM programų srities žinios ir gebėjimai leido formuluoti išvadą (pasiūlymą), kad studijose reikalinga platesnė BIM programų analizė ir panaudojimas neapsiribojant tik „AutoCAD“ programos panaudojimu. Tokį požiūrį patvirtino ir respondentų nuomonė apie norą pasirinkti BIM projektavimo modulį (dalyką) studijų metu, jei būtų tokia galimybė. Net 89 proc. apklaustųjų teigė, kad rinktųsi BIM projektavimo modelį, jei toks būtų dėstomas aukštojoje mokykloje.

Siekiant išsiaiškinti BIM programų naudojimo studijų procese poreikį, buvo prašoma išsakyti savo nuomonę, ar gebėjimas naudotis įvairiomis BIM programomis, padidintų įsidarbinimo statybų sektoriuje galimybes. 86 proc. apklaustųjų mano, kad minėti įgūdžiai padidintų įsidarbinimo galimybes. 11 proc. apklaustųjų neturi tvirtos nuomonės šiuo klausimu. Neigiamą požiūrį išsakė 3 proc. apklaustųjų.

Tyrimo metu buvo siekiama išsiaiškinti studentų požiūrį į ateities perspektyvas, susijusias su šiuo metu plačiai naudojamu 2D projektavimu ir BIM technologijomis. 8 proc. respondentų mano, kad gebėjimas braižyti 2D brėžinius ateityje nebus reikalingas, nes jie statybos sektoriuje ateityje nebus naudojami, t. y. bus

2 lentelė. **BIM projektavimo savybės, skatinančios rinktis BIM programas**

| BIM projektavimo savybės | Respondentų skaičius, proc. |
|---|-----------------------------|
| Naudojimo paprastumas, lengvas informacijos dalijimasis esant centriniam failui | 65,8 |
| Galimybė automatiškai atlikti įvairias analizes (pastato apšvietimo, padėties pasaulio šalių atžvilgiu ir kt.) | 57,9 |
| Projektų aiškumas ir lengvas suvokimas dėl tikslų vizualizacijų | 57,9 |
| Geresnis surenkamų elementų suprojektavimas (dėl nuspėjamų sąlygų turint virtualų pastato modelį) | 39,5 |
| Tikslesnis darbų kiekio apskaičiavimas | 39,5 |
| Platesnis inovacijų panaudojimas | 31,6 |
| Daugkartinis modelio panaudojimas | 31,6 |
| Esamų statybos standartų, kodeksų įdiegimas į BIM programas | 28,9 |
| Imitacijų sukūrimas | 28,9 |
| Automatinis duomenų apdorojimas (skaitmeninė informacija gali būti panaudota tolesniems procesams vykdyti, konstrukcinių sistemų gamybai, montavimui) | 26,3 |
| Nesudėtingas atnaujinimas | 15,8 |
| Galimybė panaudoti operatyvinę informaciją valdant įrenginius | 5,3 |

pakeisti informatyvesniais BIM modelio brėžiniais. 53 proc. apklaustųjų mano, kad 2D brėžiniai išliks populiariūs ir ateityje, nes kai kurių statybos procesų dalyvių darbas neįmanomas naudojantis apkrautu BIM modeliu ar erdvinio tipo brėžiniais. 39 proc. apklaustųjų pritaria nuomonei, kad 2D brėžiniai ateityje bus reikalingi, tačiau nekuriami atskirai, gaunami iš centrinio BIM modelio failo.

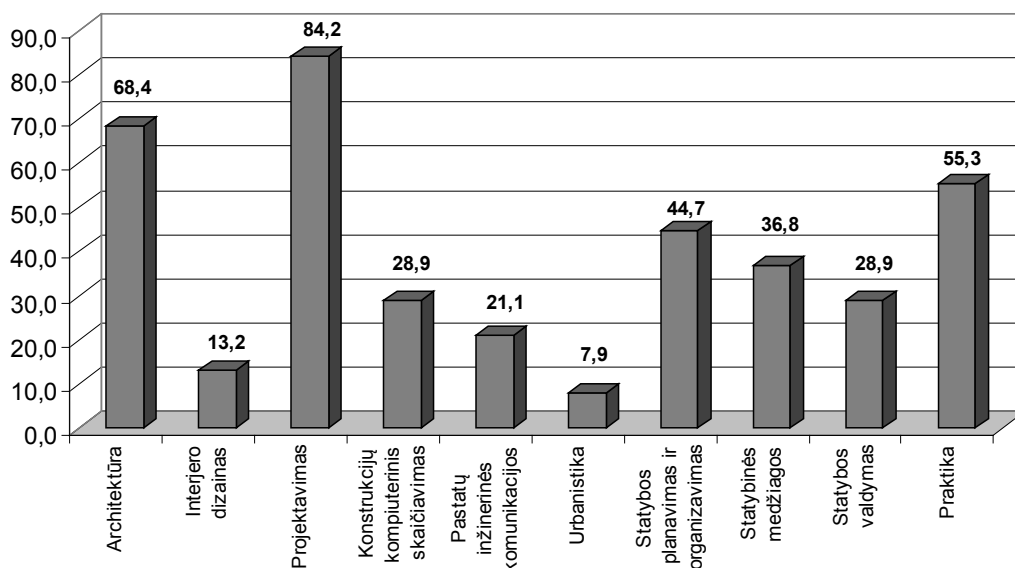
Respondentų buvo prašoma įvardinti, kokios BIM projektavimo savybės juos skatintų naudotis šiomis programomis. Apklaustųjų atsakymai pateikti 2 lentelėje:

Respondentai pagrindinėmis savybėmis, skatinančiomis naudotis BIM, nurodė naudojimo paprastumą, lengvą informacijos dalijimąsi esant centriniam failui, galimybę automatiškai atlikti įvairias analizes (pastato apšvietimo, padėties pasaulio šalių atžvilgiu ir kt.), projektų aiškumą ir lengvą suvokimą dėl tikslų vizualizacijų.

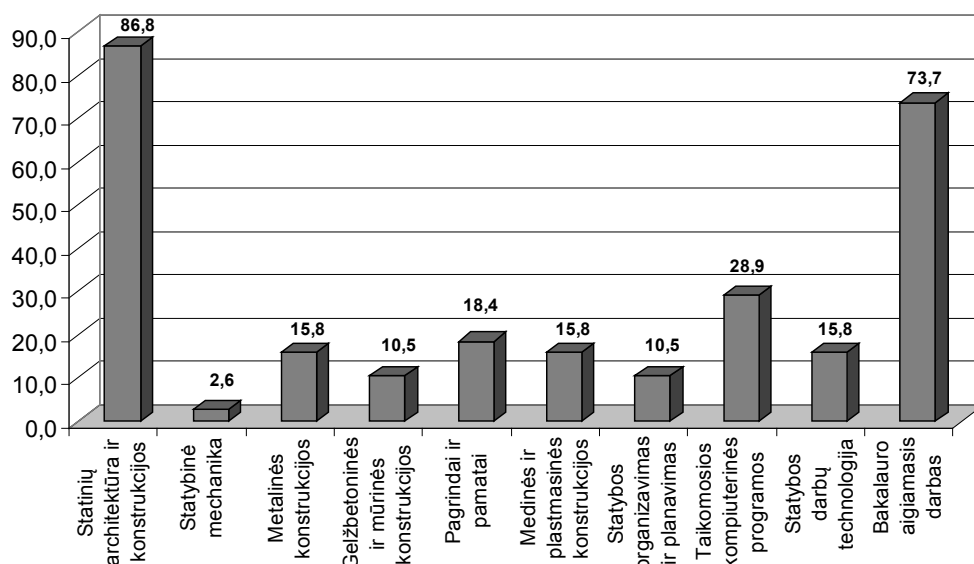
Apibendrinant tiek studentų žinias ir įgūdžius BIM srityje, tiek jų pačių išreiškiamą BIM programų poreikį, galima teigti, kad įvairesnių BIM programų žinių ir įgūdžių įgijimui poreikis aukštajame statybos inžinerijos srities moksle yra. Tai patvirtina studentų minimalios žinios apie skirtingas BIM programas ir gebėjimas jomis naudotis skirtingais lygmenimis bei pačių studentų išsakomas poreikis, vertinant ateities perspektyvas ir darbo rinkos poreikius.

Siekiant išsiaiškinti, kokios priežastys skatina studentus domėtis įvairesnėmis BIM programomis, jei jiems būtų suteikiama tokia galimybė studijuojant aukštojoje mokykloje, buvo prašoma išvardinti, kokius studijų dalykus jie laiko statybos inžinerijos studijoms reikalingiausiai ir kokiems studijų dalykams, šiuo metu dėstomiems jų aukštojoje mokykloje, jų nuomone, labiausiai galėtų būti pritaikomos BIM programos.

Daugiausia studentų nurodė, kad turėdami galimybę rinktis studijų dalykus prioritetą teiktų projektavimui (84,2 proc.), architektūrai (68,4 proc.). Toks respondentų pasirinkimas dar kartą pagrindžia jų rodomą poreikį ir motyvaciją gilinti žinias BIM programų panaudojimo srityje, nes nurodyti studijų dalykai yra tinkami šių programų praktiniam naudojimui. Daugiau nei pusė apklaustųjų nurodė, kad prioritetiniu studijų dalyku būtų profesinės veiklos praktika (55,3 proc.). Praktikos metu studentai turi galimybę susipažinti ar bent jau pradedančiojo lygmeniu išbandyti įvairesnes projektavimo ir kitas statybos sektoriuje naudojamas programas.



2 pav. Studijų dalykai, kuriems respondentai teiktų pirmenybę studijų procese, proc.



3 pav. Studijų dalykai, kurie tinka pritaikyti BIM, proc.

Tyrimo metu studentų prašant įvertinti, kurių studijų dalykų (modulių) paskaitose geriausiai būtų galima pritaikyti BIM programų naudojimą, 86,8 proc. apklaustųjų nurodė, kad BIM kompiuterinis programavimas labiausiai pritaikomas statinių architektūros ir konstrukcijų dalyko studijose bei rengiant bakalauro baigiamąjį darbą (73,7 proc.). Beveik trečdalis (28,9 proc.) apklaustųjų nuomone, susipažinimui (darbui) su įvairiomis BIM programomis yra tinkamas taikomųjų kompiuterinių programų studijų dalykas.

Išvados

1. Studijų metu pateikiama vaizdinė medžiaga mokant BIM projektavimo geriau įsisavinama. BIM išmanymas pagreitina visus statybos procesų etapus. BIM įrankių naudojimas ir gausus duomenų 3D modelis pagerina studentų konstrukcijų proceso suvokimą. BIM disciplinų išmanymas smarkiai pagerintų studijų kokybę aukštosiose mokyklose. Studijos būtų visapusiškos, susietos atskiros disciplinos sukurtų realų statybos pramonės vaizdą. BIM projektavimo išmanymas leistų greičiau įsilieti į ypač reiklį šiandieninę darbo rinką.
2. Studentai prioritetinais studijų dalykais laiko studijų dalykus, kurie leidžia kurti, imituoti statybos procesus, sujungiant tiek praktinius įgūdžius, tiek įgytas teorines žinias – projektavimą, architektūrą, profesinės veiklos praktiką.
3. Apibendrinant apklausoje dalyvavusių studentų žinias ir gebėjimus BIM programų srityje, galima daryti išvadą, kad esant gana daug įvairių BIM programų populiariausiomis tarp studentų yra „AutoCAD“ ir „Google SketchUP“. Kitos programos yra menkai žinomos arba iš viso negirdėtos didžiąjai daliai tyrime dalyvavusiųjų studentų.
4. Atskiro studijų dalyko, skirto tik BIM programų analizei ir darbo įgūdžių formavimui, poreikis yra. Tyrimo rezultatai parodė, kad neformalioju būdu studentai neįgyja BIM projektavimo žinių ir įgūdžių, geba dirbti programomis, kurias naudoja mokymo procese aukštoji mokykla. Studentų požiūrio tyrimas parodė,

kad studijų metų yra žinių ir įgūdžių, susijusių su BIM programų naudojimu trūkumas, kurį lemia pačių studentų minimalios žinios apie labai siaurą spektrą BIM programų, statybų sektoriaus darbo rinkos poreikiai, pačių studentų noras ir motyvacija. Taip pat BIM programų studijos gali būti sėkmingai suderintos su tokių studijų dalykų, kaip statinių architektūra ir konstrukcijos, taikomosios kompiuterinės programos procesu, o įgytos žinios ir gebėjimai gali būti sėkmingai patikrinti bakalauro baigiamojo darbo rengimo ir gynimo metu.

Literatūra

1. Azhar S., Sattineni A., Hein M., 2010, *BIM Undergraduate capstone thesis: Student perceptions and lessons learned*. Prieiga per internetą: <http://ascpro.ascweb.org/chair/paper/CEUE200002010.pdf> [žiūrėta 2013-05-14].
2. Barison M. B., Santos E. T., 2010, BIM teaching strategies: An overview of the current approaches. *Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE 2010)*. June 30–July 2, 2010, Nottingham, United Kingdom.
3. Camps H. L., 2008, BIM, Education and the Global Economy. *Journal of Building Information Modeling*. Nr. 2. P. 33–37.
4. Dean R., 2007, *Building Information Modeling (BIM): Should Auburn University Teach BIM to Building Science Students?* Graduate Capstone, Department of Building Science, Auburn University.
5. Howell I., Batcheler B., 2005, *Building Information Modeling Two Years Later – Huge Potential, Some Success and Several Limitations*. Prieiga per internetą: http://www.laiserin.com/features/bim/newforma_bim.pdf [žiūrėta 2013-05-14].
6. Irizarry J., Gheisari M., Zolfagharian S., Meadati P., 2013, Human Computer Interaction Modes for Construction Education Applications: Experimenting with Small Format Interactive Displays. *International Journal of Construction Education and Research*. Nr. 9 (2). P. 83–101.
7. Joannides M., Olbina S., Issa R., J. D., P. E., Asce F., 2012, Implementation of Building Information Modeling into Accredited Programs in Architecture and Construction Education. *International Journal of Construction Education and Research*. T. 8. Nr. 2. P. 83–100.

8. Migilinskas D., 2012, *BIM technologijų taikymas virtualiam statybos projekto vystymui 5D projektavimo aplinkoje. Lietuvos statybų praktika ir problemos, taikant skaitmeninius modelius.*
9. Reizgevičius M., Ustinovičius L., Rasiulis R., 2013, Efficiency Evaluation of 4D CAD Model. *Procedia Engineering*. T. 57. P. 945–951.
10. Reizgevičiūtė L., Reizgevičius M., Ustinovičius L., Pelikša M., 2013, BIM technologijų įtaka darbo efektyvumui. *Vadyba*. Nr. 1 (22). P. 95–100.
11. Sacks R., Barak R., 2010, Teaching building information modeling as an integral part of freshman year civil engineering education. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*. T. 136. Nr. 1. P. 30–38.
12. Sampaio A. Z., Ferreira M. M., Rosa´rio D. P., Martins O. P., 2010, 3D and VR models in civil engineering education: Construction, rehabilitation and maintenance. *Automation in Construction*. Nr. 19 (7). P. 819–828.
13. SUCIFE, 2007, *GSA, BIM guide for spatial program validation*. Stanford University Centre for Integrated Facility Engineering.
14. Woo J. H., 2006, BIM (Building Information Modeling) and Pedagogical Challenges. *Proceedings of the 43rd ASC National Annual Conference*. Flagstaff, AZ. April. P. 12–14.

THE USE OF BIM IN CIVIL ENGINEERING STUDIES

Marius Reizgevičius, Laura Reizgevičiūtė, Mykolas Pelikša

Summary

BIM (Building Information Modeling) design is an often analyzed area of construction engineering and management in scientific journals. Nowadays the construction industry is very demanding, a specialist must be clever in all areas of construction as well as able to work with complex multi-functional computer programs. BIM has a lot of advantages that make the traditional design model lose its value. One of the biggest advantages of BIM is easy error elimination. All information is stored in one model. Understanding BIM disciplines would significantly improve the quality of higher education studies. Studies would be comprehensive and the linking of individual disciplines could create a real picture of the construction industry. Understanding BIM design would help specialists to join the extremely demanding job market of today faster. Research on students' attitude to BIM design integration into study programs was carried out. To summarize the need of the introduction of new subjects into the study process in the context of BIM design, it can be said that there is a need for a new separate subject of only BIM software analysis and skill development. Moreover, the studies of BIM software can be successfully combined with such study subjects as Building Architecture and Design or Applied Computer Programs Process, and the acquired knowledge and skills can be successfully used for undergraduate thesis preparation and defense.

Key words: BIM, 4D CAD, efficiency, 3D CAD, 2D CAD, BIM use

PASTATO INFORMACINIO MODELIO (BIM) PANAUDOJIMAS STATYBOS INŽINERIJOS STUDIJOSE

Marius Reizgevičius, Laura Reizgevičiūtė, Mykolas Pelikša

Santrauka

Pastato informacinio modelio (*Building Information Modeling* (BIM) projektavimas labai dažnai analizuojamas statybos inžinerijos ir vadybos moksliniuose leidiniuose. Šiandieninė statybos pramonė ypač reikli, specialistas privalo išmanyti visas statybos sritis, gebėti dirbti su sudėtingomis daugiafunkčėmis kompiuterinėmis programomis. BIM projektavimas turi daug privalumų, dėl kurių tradicinis projektavimo modelis pamažu praranda savo vertę. Vienas didžiausių BIM privalumų – tai lengvas klaidų šalinimas. Visa informacija kaupiama viename modelyje. BIM disciplinų išmanymas smarkiai pagerintų studijų kokybę aukštosiose mokyklose. Studijos būtų visapusiškos, susietos atskiros disciplinos sukurtų realų statybos pramonės vaizdą. BIM projektavimo išmanymas leistų greičiau įsiliesti į ypač reiklį šiandieninę darbo rinką. Atliktas studentų požiūrio apie BIM projektavimo įtraukimą į studijų programas tyrimas. Apibendrinant naujų studijų dalykų įtraukimo į studijų procesą poreikį BIM projektavimo kontekste, galima teigti, kad reikia atskiros studijų dalyko, skirto tik BIM programų analizei ir darbo įgūdžiams formuoti. Taip pat BIM programų studijos gali būti sėkmingai suderintos su tokių studijų dalykų kaip statinių architektūra ir konstrukcijos, taikomosios kompiuterinės programos procesu, o įgytos žinios ir gebėjimai gali būti sėkmingai patikrinti bakauro baigiamojo darbo rengimo ir gynimo metu.

Prasminiai žodžiai: BIM, 4D CAD, efektyvumas, 3D CAD, 2D CAD, BIM panaudojimas.

Įteikta 2013-09-15