

ANALIZA UPORABE INFORMACIJSKEGA MODELIRANJA GRADENJ (BIM) V SLOVENIJI

Saša Kiraly

Akrapovič d.d., Malo Hudo 8a, 1295 Ivančna Gorica, Slovenija, e-pošta: sasa.kiraly@akrapovic.com

Aljaž Stare

Projekt 35, Bavdkova ulica 20, 4000 Kranj, Slovenija, e-pošta: aljaz@projekt35.si

Povzetek

Na področju gradbeništva se v svetu vse bolj uveljavlja BIM pristop, ki deluje na informacijskih rešitvah, razvitih z združitvijo programov za konstruiranje in programov za podporo managementu projektov. Poleg nakupa programa in učenja uporabnikov zahteva uvedba pristopa predvsem spremembo v kulturi sodelovanja vseh deležnikov gradbenih projektov. Z raziskavo, predstavljeno v tem članku, smo v prvi vrsti želeli ugotoviti stanje razvitosti pristopa v Sloveniji, pri čemer smo to primerjali z britanskim, kjer so pred nekaj leti z zakonom uveljavili obveznost uporabe BIM-a pri javnih infrastrukturnih projektih. Ugotovili smo, da je uveljavljenost in razvitost pristopa v Sloveniji enaka britanski, pri čemer obstajajo razlike med načinom dela uporabnikov, tako glede programov, virov informacij kot načina sodelovanja med deležniki projektov. Na slednjem področju vidimo še največ možnosti izboljšav, od države pa se pričakuje, da uveljavitev pristopa pospeši z aktivnim programom uvajanja BIM-a v javne gradbene projekte.

Ključne besede: BIM, informacijsko modeliranje gradenj, gradbeni projekti, interoperabilnost

1. Uvod

Produktivnost na področju gradbeništva je v zadnjih štiridesetih letih močno stagnirala v primerjavi z ostalimi panogami, in sicer predvsem zaradi pomanjkanja sodelovanja in pomanjkljive izmenjave projektnih informacij, kar naj bi samo v ameriškem gradbeništvu povzročalo 36 milijard dolarjev letnih izgub (McGraw-Hill, 2007). Učinkovitejšo izmenjavo informacij med različnimi deležniki gradbenih projektov naj bi omogočil BIM pristop (ang. *Building Information Modeling*) oziroma informacijsko modeliranje gradenj.

Leta 2006 je nastalo združenje *BuildingSMART* in zasnovalo odprt IFC standard (ang. *Industry Foundation Classes*), na katerem temelji interoperabilnost oziroma izmenjava podatkov med različnimi računalniškimi programi. To je omogočilo nov pristop h gradnji in vzdrževanju objektov. Že v fazi idejnega snovanja se vzpostavi integriran računalniški trodimenzionalen BIM model, ki omogoča integracijo terminskega plana in plana stroškov, tehničnih lastnosti uporabljenih objektov oz.

gradnikov, kot tudi druge podatke, ki so lahko pomembni za različne deležnike projekta. Dodatno omogoča pristop opremljanje BIM objektov tudi z informacijami, potrebnimi za upravljanje premoženja, tako prostora kot vgrajene opreme oziroma inventarja. Sodelovanje preko enovitega BIM modela zagotavlja, da si izvajalci med seboj delijo iste informacije, BIM pa omogoča tudi različne ocene pričakovanih ter dejanskih stroškov gradnje, kot tudi izbor najbolj primernega ponudnika tako s tehničnega kot tudi stroškovnega in časovnega stališča. S tem se lahko predvidijo možnosti in omejitve, na katere lahko naletimo pri izvedbi projekta, kot tudi pri kasnejšem vzdrževanju gradnje. BIM s povečanjem sodelovanja manjša število napak in sprememb, potencialen prihranek pa naj bi bil 20 % investicije (študija 408 projektov, vrednih 559 mio \$; Cannistraro, 2010).

Pri uvajanju BIM pristopa v vodilno vlogo v svetu je prevzela Velika Britanija (VB). Leta 2010 je vlada VB objavila Vladno strategijo v gradbeništvu, po objavi pa se je začel vzpostavljati celotni podporni program za uvajanje pristopa v podjetjih. Leta 2016 je postala uporaba pristopa

obvezna za izvedbo javnih infrastrukturnih projektov. Sočasno je od leta 2010 naprej združenje NBS (ang. *National Building Society*) vsako leto izvajalo anketo za britansko vlado, s katero so merili, kako dobro je zasebni sektor pripravljen na vpeljavo pristopa v javno financirane projekte. Oktobra 2010 je bila izvedena prva anketa, ki je pokazala, da 42 % anketirancev še ni uporabljalo CAD programov (ang. *Computer Aided Design*) in je načrte še risalo na roko, 43 % jih ni poznalo BIM pristopa, samo 13 % pa ga je tudi uporabljalo (NBS BIM Report March, 2011).

Slovenija naj bi že v letih 2010 in 2011 po številu akademskih strokovnih člankov na temo BIM-a zasedla deveto mesto na svetu, kljub temu pa naj bi bil BIM v splošni javnosti razmeroma nepoznan (Carneiro et. al. 2012). Z namenom organiziranega povezovanja in izobraževanja, strokovnega izpopolnjevanja, medsebojnega druženja ter izmenjave izkušenj je bilo leta 2015 ustanovljeno Slovensko združenje za informacijsko modeliranje gradenj (siBIM, b. l.).

Članek, ki predstavlja raziskavo uveljavljenosti BIM-a v Sloveniji, smo pripravili z namenom, da potencialne uporabnike seznanimo s pristopom, da spodbudimo uporabo BIM-a v Sloveniji, da pomagamo potencialnim uporabnikom pri odločitvi glede uvedbe BIM-a, ter da bi spodbudili razmislek in razpravo o zakonski obveznosti uporabe BIM-a pri javnih infrastrukturnih projektih po vzoru VB. Ključna raziskovalna vprašanja raziskave so bila a) Kakšna je stopnja razvitosti BIM-a v Sloveniji v primerjavi z Veliko Britanijo; b) Katere so podobnosti in razlike v delovanju slovenskih in britanskih podjetij, ter c) Katere ukrepe bi morali sprejeti za uspešno uvedbo BIM pristopa. Članek prikazuje še, kako dobro slovenska podjetja poznajo BIM ter kakšno je mnenje o koristih, ki jih prinaša BIM med uporabniki: ali velja, da pristop omogoča večjo kompatibilnost in krepí sodelovanje med različnimi deležniki projekta ter tako prispeva k dvigu produktivnosti, cenejši gradnji kot tudi konkurenčnosti deležnikov.

Po uvodu v prvem delu članka podrobneje predstavljamo BIM pristop – terminologijo, interoperabilnost, stopnje in razsežnosti pristopa, baze informacij ter ovire in pogoje za uspešno uporabo pristopa. V drugem poglavju prikažemo rezultate empirične raziskave in primerjava ugotovitev z raziskavami, ki jih je izvajal NBS med leti 2011 in 2016 ter odgovorimo na raziskovalna vprašanja. Sledi sklep s povzetki ugotovitev raziskave, priporočili za prakso in za nadaljnje raziskave.

2. Informacijsko modeliranje gradenj – BIM

Začetek BIM-a sega v leto 1974, ko je Eastman s sodelavci nastvil koncept v raziskovalnem poročilu Osnutek opisnega sistema gradenj (ang. *An Outline of the Building Description System*). V njem opiše pomanjkljivosti risb in izpostavi, da se spremembe na že zgrajeni zgradbi vedno naredijo po ločenih risbah, kar vodi do tega, da se risbe zgradbe začnejo kopičiti in po določenem času ne obstaja več enoten arhiv risb, ki bi opisovale trenutno stanje, zato se zavedeno stanje zgradbe s časom vedno bolj kviri. Rešitev tega problema naj bi bil računalniški model, ki iz enega vira informacij avtomatično generira potrebne risbe, kot tudi zapisuje stanje zgradbe v bazo podatkov, ki služi tudi za kvalitativne in kvantitativne analize. Če se je v strojništvu parametrično konstruiranje uveljavilo že konec 80-ih, pa se BIM v gradbeno panogo uveljavlja relativno pozno. Po mnenju Bernsteina in Pittmana (2004) je eden izmed razlogov za to v tem, da so bile, po podatkih iz leta 2000, naložbe v razvoj tehnologij v celotnem svetovnem gradbeništvu za skoraj šestkrat manjše od ostalih, podobno velikih panog, kar je povzročilo razkorak v produktivnosti med gradbeništvom in ostalimi panogami.

V slovenščini je zelo razširjen izraz »*informacijsko modeliranje zgradb*«, ki pa po mnenju Nemeč Pečjaka (2017) ni najbolj ustrezen, saj ima beseda »*building*« lahko dva različna pomena v angleščini, in sicer gradnja kot proces ali pa zgradbo kot objekt, zato bi bil ustrežnejši prevod »*informacijsko modeliranje gradenj*«, saj z gradnjo vključujemo tako visoke kot tudi nizke gradnje, prav tako pa posega BIM tudi na druga področja, kot je na primer strojogradnja (ladjedelnštvo itd.). Podobno ugotavlja tudi združenje *buildingSMART* (mednarodno združenje, ki skrbi za uveljavitev odprtih standardov za BIM), Phiri (2016) pa v slovarju opredeljuje kratico BIM na 3 različne pomene:

- *Building information model* kot produkt, ki je digitalna predstavitev fizičnih in funkcionalnih karakteristik objekta;
- *Building information modelling* kot proces in je zbirka definiranih uporab BIM modela, delovnih tokov in modelirnih metod, za doseganje specifičnih, ponovljivih in zanesljivih informacij, ki jih lahko dobimo iz BIM modela;
- *Building information management* kot ravnanje s podatki na način, da le-ti podpirajo podatkovne standarde in zahteve, ki so potrebni za uporabo v BIM-u. Neokrnjena kontinuiteta podatkov tako

omogoča zanesljivo izmenjavo informacij v kontekstu, da tako prejemnik kot pošiljatelj razumeta izmenjano informacijo na enovit način.

Britanska organizacija NBS in Ameriški Nacionalni odbor za standardizacijo BIM-a NBIS-US (ang. *National BIM Standard – United States*), oba člana združenja *buildingSMART* v podobnih opredelitvah navajata, da je BIM proces za izdelavo in management informacij o objektu skozi celoten življenjski cikel, od zasnove do rušenja. Produkt procesa je informacijski model gradnje – digitalni opis vseh vidikov objekta, fizičnih in funkcionalnih, ki temelji na temelji na odprtih standardih za interoperabilnost. Digitalni model je osnova za sprejemanje odločitev glede gradnje in vzdrževanja in omogoča doseganje večje vrednosti objekta (NBS, 2016; NBIS-US, 2014).

V tradicionalnem gradbeništvu so se do pojava BIM-a uporabljale dvo- in tridimenzionalne CAD risbe (2D, 3D), BIM pa je to nadgradil še z dvema »dimenzijama« - časom (4D) in stroški (5D). BIM omogoča tudi analizo prostorskih razmerij, svetlobne analize, geografsko umestitev gradnje na terenu kot tudi količine in lastnosti vgrajenih gradbenih materialov ter komponent. Kosovnice za potrebne količine in dobavni ter vgradni roki se generirajo avtomatično,

kar omogoča lažjo izvedbo stroškovnega in terminskega planiranja. Zaradi prikaza konstrukcije kot kombinacije objektov s svojimi atributi, geometrijo in relacijami je možno iz BIM modela pridobiti različne poglede za izdelavo risb, podrobnosti in specifikacij. Ker so bazirani na lastni definiciji vsakega posameznega objekta, so vsi generirani pogledi avtomatično konsistentni.

BIM programi omogočajo parametrične definiranje BIM objektov z definiranimi medsebojnimi razmerji, tako da se pri spremembi enega objekta skladno spremenijo tudi ostali odvisni objekti. Projektanti (arhitekti, statiki, projektanti vodovodnih, električnih, strojnih in drugih inštalacij, stroškovni analitiki ter vzdrževalci objektov) načrtani virtualni informacijski model predajo izvajalcem gradnje objekta, ti pa ob zaključitvi gradnje lastnikom ali upravljavcem objekta za učinkovito upravljanje in vzdrževanje. BIM pristop omogoča vsakemu strokovnjaku, da lahko doda razširjene podatke, ki so specifični za njegovo področje, na en sam skupen model. Na tak način se zmanjša izguba informacij, ki se običajno dogaja ob predaji del novim izvajalcem (Phiri, 2016). BIM je torej proces generiranja in managementa digitalnih in funkcionalnih karakteristik objekta in razvoja informacijskega modela objekta za podporo odločanju skozi celoten življenjski cikel objekta, od zasnove razgradnje (slika 1).



Slika 1: BIM pristop v življenjskih fazah gradnje
Vir: Arhitekturni biro CASA Solo Arquitecto, 2017

Vse to pa ne bi bilo mogoče, če se v začetku ne bi postavil enoten temelj, na katerem je zgrajen celoten pristop –

interoperabilnost.

2.1 Interoperabilnost

Bibliotekarski terminološki slovar definira interoperabilnost kot sposobnost sistema, da sodeluje z okoljem drugega sistema brez uporabnikovega poseganja, npr. omogočanje povezljivosti informacijskih virov na internetu (Kanič et al., 2009). Interoperabilnost torej pomeni zmožnost izmenjave datotek med različnimi programi in aplikacijami, ki so namenjeni različnim deležnikom.

Gallaher in sodelavci so leta 2004 za Ameriški inštitut za standarde in tehnologijo (ang. *National Institute of Standards and Technology, NIST*) v svojem poročilu konservativno ocenili, da so samo ameriška gradbena podjetja, ki izvajajo velike gradbene projekte (v raziskavi so bile obravnavane samo komercialne, institucionalne in industrijske gradnje), v letu 2002 zaradi pomanjkljive interoperabilnosti ustvarila 15,8 milijarde dolarjev izgub. Viri izgub so predvsem pomanjkljiva komunikacija in vzdrževanje podatkov že realiziranih gradenj, napake v komunikaciji med deležniki, nezadostna standardizacija in pomanjkljiv nadzor v vsaki fazi življenjskega cikla gradnje, kar so pomanjkljivosti, ki izhajajo predvsem iz tradicionalnih pristopov. Ugotovili so, da 2/3 delež teh izgub nastane v fazi uporabe in vzdrževanja gradnje, kar posledično pomeni, da se prenašajo od začetka verige na končnega uporabnika/lastnika, pri čemer pa ni bilo zajetih skritih stroškov, ki jih je težko kvantificirati, kot so npr. izguba prihodnjih priložnosti (Gallaher et al., NIST 2004). Poročilo ugotavlja, da arhitekti in inženirji nosijo najmanjši delež stroškov, ki nastanejo zaradi pomanjkanja interoperabilnosti, zato posledično nimajo zadostne spodbude, da bi jo tudi udejanjili, saj obstaja velika verjetnost, da delajo za naročnika samo enkrat. Kot drugi dejavnik pa navajajo pomanjkanje interne organizacije informacij, ki bi temeljila na skupnem podatkovnem okolju CDE (ang. *Common Data Environment*) in bi omogočalo hitro ter učinkovito poslovno odločanje.

Za doseg interoperabilnosti je bilo potrebno razviti odprte standarde, ki naj bi omogočali oblikovanje odprtega standardiziranega podatkovnega formata. Prvi korak v smeri večje interoperabilnosti je leta 1995 storilo podjetje Autodesk, ki je dalo pobudo za razvoj standardov. V letu dni so skupaj z 12 podjetji, ki tržijo računalniške programe za oblikovanje, konstrukcijo in gradnjo, potrdili nujnost interoperabilnosti in opredelili ključne smernice razvoja (*buildingSMART*):

- interoperabilnost je možna in ima velik komercialen potencial;

- standardi morajo biti odprti ter mednarodni in ne zasebni ali lastniški;
- združenje mora biti odprto za pristop vsem, ki želijo sodelovati.

Iz zasebnega zavezništva se je leta 1996 oblikovalo združenje IAI (ang. *International Alliance for Interoperability*), ki se je nato leta 2008 preimenovalo v *buildingSMART*, z namenom, da bi bolje odražalo bistvo in cilj združenja, to je dogovor o skupnem temelju odprtega standarda. *BuildingSMART* je od leta 2011 dalje član organizacije ISO (ang. *International Organization for Standardization*), kjer tudi vodi tehnični odbor, odgovoren za IFC standard ter od leta 2013 organizacije OGC (ang. *Open Geospatial Consortium*), ki je odgovorna za geografske in geoprostorske standarde.

OpenBIM je iniciativa združenja *buildingSMART*, da se podprejo trije tehnološke stebri, ki so potrebni za doseganje interoperabilnosti:

- IFC (ang. *Industry Foundation Classes*) je odprt, nevtralen podatkovni format za univerzalni pristop k sodelovalnemu, skupinskemu snovanju objektov, delovnim procesom, gradnji ter upravljanju. IFC model vključuje tako geometrične (2D ali 3D) kot tudi negeometrične informacije o modelu (cena, lastnosti materiala). Ker sloni na ISO standardiziranih predlogih, omogoča izmenjavo datotek med različnimi BIM orodji in aplikacijami;
- IFD (ang. *International Framework for Dictionaries Library*) je katalog konceptov in terminov, ki zajema različne jezike in vključuje tudi zaščitene programske dialekte (Benley speak, Revit speak), s katerim naj bi se izognili problemu babilonskega stolpa in tvorili knjižnice BIM objektov, ki lahko vsebujejo tudi fotografije, videoposnetke, podatke o meritvah, priključne sheme, statične analize, recepture, tehnološke liste itd. (Nemec Pečjak, 2017);
- IDM/MVD (ang. *information delivery manuals/model view definition*) je ISO standard, razvit zato, da bi imeli pri izdelavi BIM modela enovito metodologijo za zajem in opredelitev procesov in pretoka informacij skozi celoten življenjski cikel gradnje (Karlsjø, 2011). Priročnik opredeljuje vse, kar mora vsebovati končni BIM model, da ob predaji k naročniku projekta pravilno deluje v naročnikovi programski opremi.

Poleg nevtralnega odprtega podatkovnega formata IFC je za doseganje interoperabilnosti izjemno pomemben COBie (ang. *Construction Operations Building Information Exchange*). COBie je mednarodno priznan standard,

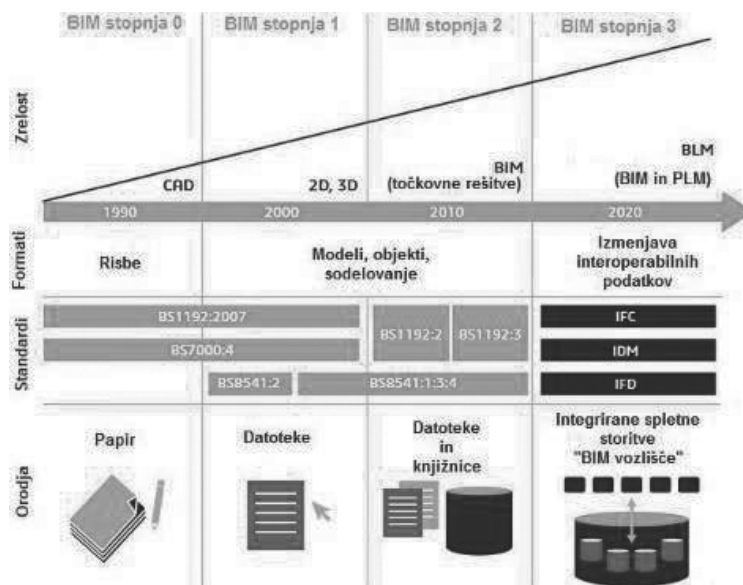
ki je namenjen generiranju digitalne, negeometrične podatkovne knjižnice za potrebe vzdrževanja in upravljanja objektov. Standard je leta 2007 po naročilu ameriške vojske oblikoval East, ki navaja, da je bil srž problema pomanjkanje volje s strani lastnikov, da bi identificirali svoje potrebe in zahteve na generičen način, ki bi omogočil nadaljnjo standardizacijo. Da bi omogočil interoperabilnost med programi ter neproblematično predajo BIM podatkovne baze po izgradnji objekta upravljavcem in lastnikom, je COBie oblikovan kot derivat IFC formata in določa strukturo ter format podatkovnega zapisa. Podatki so urejeni v Excel tabelah, v katerih se nahajajo informacije o gradnji in vgrajeni opremi, kot so na primer podatki o dobavitelju, serijska številka opreme, datum vgradnje, zahtevani intervali vzdrževanja, podatki o prostorih in podobno. Klasifikacija je odprtega tipa in prepuščena potrebam uporabnikov, kar omogoča, da se različne države odločajo za različne standardizirane klasifikacije. Tako ima na primer ZDA klasifikacijo Omniclass, medtem ko se je v VB oblikoval Uniclass.

Ker je COBie zapis preprost (XML tabele), zanj ni

potrebno uporabljati specifičnih BIM orodij in poznavati IFC podatkovnega zapisa, zato je dostopen za uporabo in urejanje širokemu spektru uporabnikov. Za COBie je predvsem pomembno, da se podatki v bazi kontinuirano posodablja skozi celotno življenjsko dobo gradnje, torej od osnutka do razgradnje gradnje. S tem se pridobi vpogled v celoten življenjski cikel gradnje in možnost naknadne analize podatkov, ki so lahko osnova za izboljšanje delovanja obstoječih ali prihodnjih gradenj.

2.2 BIM stopnje

BIM je skozi leta svojega razvoja, skupaj z razvojem IKT-ja in projektne managementa omogočil izvajanje vedno bolj kompleksnih gradbenih projektov, ki glede na kompleksnost zahtevajo različne stopnje tehničnega in medsebojnega sodelovanja. Za jedrnat, nedvoumen opis in razumevanje procesov, orodij in tehnik, ki se uporabljajo na posameznem projektu, se uporabljajo zrelostne stopnje BIM-a, ki kategorizirajo tipe tehničnega in sodelovalnega dela, kot je prikazano na sliki 2.



Slika 2: Zrelostne stopnje BIM pristopa

Vir: Dassault Systems, 2016

Stopnja 0 je neusklajena, računalniško podprta konstrukcija, običajno z 2D CAD programi. Najverjetnejši podatkovni formati, ki se med deležniki projekta običajno izmenjujejo, so papirnate ali digitalne risbe.

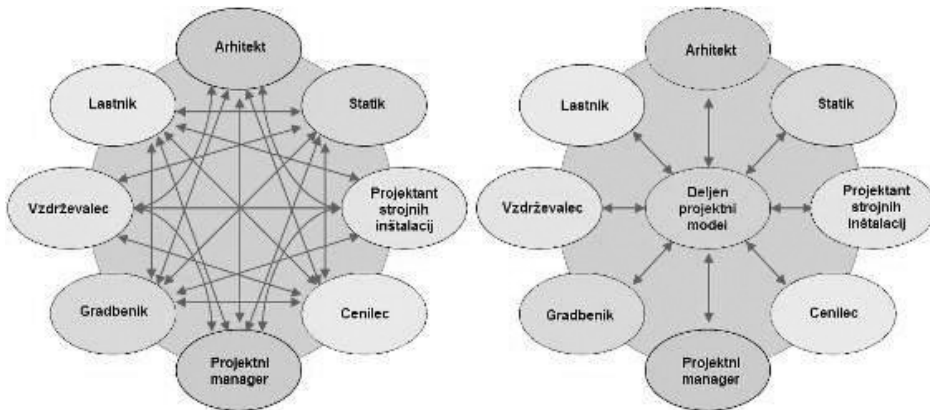
Stopnja 1 prinaša usklajeno, računalniško podprto konstruiranje, ki poteka z 2D ali 3D CAD programi s sodelovalnim orodjem, ki omogoča uporabo CDE. Možna je tudi uporaba standardnih podatkovnih struktur in formatov. Generirani 2D in 3D modeli se na tej stopnji

še vedno ne delijo med posameznimi deležniki projekta. Prav tako se vodijo komercialni podatki s samostojnimi programi za planiranje in kontrolo terminov in stroškov, brez možnosti integracije podatkov v CAD modele.

Stopnja 2 je začetek integriranega izvajanja projektov. Imamo usklajeno 3D okolje, kjer so 3D modeli obogateni z dodatnimi, negeometrijskimi podatki, kot so terminski in stroškovni podatki (4D in 5D), kar omogoča planiranje in kontrolo izvajanja projekta. Deležniki projekta lahko uporabljajo različne 3D CAD programe in generirajo lastne 3D modele, ki jih je zaradi uporabe enakega podatkovnega formata (IFC in/ali COBie) kasneje možno integrirati v skupen model. S tem omogočijo preliminarna preverjanja, ki so potrebna za kasnejšo nemoteno izvedbo projekta. Komercialni podatki se upravljajo s programi za načrtovanje virov podjetja (ang. *Enterprise Resource Planning, ERP*). Izdelava in integracija 3D modela je možna tudi z lastniškimi (*proprietary*) podatkovnimi formati neodprtega tipa (npr. dxf in rvt format) in CAD

programi, kar se imenuje »lastniški BIM« (ang. *proprietary BIM, pBIM*).

Stopnja 3 ima, kot prikazuje slika 3, za vse deležnike projekta popolnoma odprt dostop, ki tako lahko sočasno izvajajo konstrukcijske procese in jih nato preko spletnih storitev, ki so v skladu z IFC in IFD standardi, integrirajo v usklajen, sodelovalni BIM model na centralnem strežniku. Na tej stopnji se srečamo z izrazom »integriran BIM« kot združitev BIM-a in PLM-a (ang. *product life management*), kjer vnos BIM podatkov v PLM sistem podpira management življenjskega cikla gradnje (ang. *Building Lifecycle Management, BLM*; Dassault, 2016). Phiri (2016) meni, da bo stopnja 3 skozi konvergenco ciljev konstrukcije, energetike, trajnostnega razvoja in rasti tržišča pripeljala na novo stopnjo, kjer bo osrednji cilj učinkovito upravljanje in vzdrževanje grajenega okolja ter spremljanje in merjenje, kako okolje tudi dejansko deluje. Stopnja 3 naj bi po napovedih dosegli v letu 2020 (Nemec Pečjak, 2017).



Slika 2: Razlika poteka informacij med tradicionalno izvedbo in BIM pristopom

Vir: Ryan, 2013

2.3 BIM razsežnosti

Možnost plemenitenja BIM modelov z drugimi, negeometrijskimi podatki odpirajo nove dimenzije in s tem tudi možnosti, kako pristopiti k izvajanju in managementu gradbenih projektov kot tudi rezultatov teh projektov. Do sedaj smo omenjali 3D, 4D in 5D, a stroka in vizionarji BIM-a že razmišljajo tudi o 7D modelu.

3D BIM je začetna stopnja in se loči od 3D CAD modela z možnostjo vsebovanja negrafičnih podatkov, pri čemer lahko BIM model preko CDE delimo z drugimi udeleženci

projekta, ki model nagradijo s svojim delom, model pa se ob dokončanju projekta preda lastniku/naročniku. 4D BIM dobimo, ko 3D modelu dodamo komponento časa, torej čas trajanja posameznih aktivnosti. Z določitvijo zaporedja aktivnosti pri gradnji dobimo možnost virtualne simulacije poteka gradnje (ali razgradnje) objekta in možnost kontrole poteka gradnje, kjer primerjamo rezultate, dobljene s posnetki kamer, ki snemajo stanje na gradbišču s stanji simulacije. 4D BIM zaradi vizualizacije poteka del omogoča tudi boljše razumevanje, načrtovanje in upoštevanje varnostnih vidikov pri gradnji, boljše ocene razmer za delavce na gradbišču ter prepoznavanje

potencialnih nevarnosti (Phiri, 2016). Posredno se lahko uporablja tudi za finančni nadzor izgradnje, tako da primerjamo izstavljen vmesne obračune s planskimi situacijami iz 4D BIM modela (Nemec Pečjak, 2017), sicer pa planiranje in kontrole stroškom nadgradnja v 5D BIM. Osnova je ABC metoda analize stroškov, s katero je poleg dokaj natančne ocene končnih stroškov možno tudi terminsko planiranje poteka financiranja (Nemec Pečjak 2017).

Do 5D BIM je stroka poenotena, mnenja o viziji nadgradnje pa so še deljena. Del stroke vidi 6D BIM kot trajnostno gradnjo, srečamo pa se tudi z izrazom »zeleni BIM« (ang. *green BIM*). Z vnosom tehničnih karakteristik vgrajenih materialov in komponent dobimo model, s katerim lahko v programih za energetska analizo modelov (ang. *energy analysis models, EAM*) analiziramo in predvidimo, kakšna bo energetska poraba objekta kot tudi komunalne stroške (npr. poraba vode skozi celotno življenjsko dobo objekta). Tako lahko zmanjšamo stroške zaradi manjše porabe energije in virov, izboljšamo delovanje objekta ter naredimo gradnjo trajnejšo in okolju prijaznejšo. Stroški obratovanja objekta v dvajsetih letih so namreč lahko tudi 5-kratnik zneska investicije v gradnjo (Cerovšek, 2013; Singh, 2014).

7D BIM po mnenju dela stroke vključuje informacije o življenjski dobi projekta (ang. *project lifecycle information; BIM panzee; the BIM Hub; Košorok Gartner, 2015*), medtem ko te informacije NBS in Phiri vključujeta že v 6D BIM. Dodatno se 6D/7D BIM v Veliki Britaniji opuščata, nadomeščata ju zahtevane informacije o sredstvih (zgrajenih objektih) (ang. *Asset Information Requirement – AIR*) in model informacij o sredstvih (zgrajenih objektih; ang. *Asset Information Model – AIM*).

2.4 Stopnje obdelave, podrobnosti in informacije

Kot je Eastman že leta 1974 pravilno ugotovil, je potrebno predhodno oceniti število posameznih delov, da bi lahko v računalniškem programu opisali zgradbo na konstrukcijskem nivoju kot njihov skupni sestav. Število komponent, ki vsebujejo grafične in negrafične informacije, bistveno vpliva na velikost končnega BIM modela, kar je potrebno upoštevati pri izbiri IKT opreme, ki se bo uporabljala tako med izvajanjem gradbenega projekta kot tudi pri kasnejšem vzdrževanju. Tu lahko pride do težav z deležniki projekta, ki nimajo primerne

IKT opreme in zaradi prezahtevnosti BIM modelov ne morejo enakovredno participirati pri BIM pristopu, ki temelji ravno na medsebojnem sodelovanju.

V literaturi se srečamo z dvema terminoma, ki imata enake kratice, a različen pomen, in sicer stopnja obdelave LOD (ang. *level of development*), ki zajema razvitost tako geometrijske kot negeometrijske vsebine, in stopnja podrobnosti LoD (ang. *level of detail*), ki je namenjena samo opisu geometrijske vsebine. Tretji pojem je stopnja informacij LOI (ang. *level of information*), ki pa opisuje zgolj negeometrijsko vsebino modelov.

Stopnja LOD pokaže količino in natančnost informacij o objektu, pri čemer visoka grafična podrobnost še ne pomeni tudi visoko stopnjo zanesljivosti podane grafične informacije. LOD 100 objekti nimajo geometrične predstavitve, temveč jih lahko predstavlja zgolj simbol, ki samo ponazarja obstoj objekta, ne pa tudi njegove oblike, velikosti ali točne lokacije. LOD 200 je namenjen fazi konceptualnega načrtovanja z generičnimi BIM objekti, s približnimi količinami, oblikami, lokacijami in orientacijami. LOD 300 je uporaben v fazi podrobnega načrtovanja, saj ima BIM objekt že grafično predstavitev, ki je dovolj reprezentativna, da lahko direktno iz BIM objekta dobimo količino, velikost, obliko, lokacijo in orientacijo, ne da bi se zanašali na negrafično informacijo. LOD 350 je namenjena medstrokovnemu sodelovanju in nadgradi LOD 300 z dodatno zmodeliranimi deli, ki so potrebni za koordinacijo z drugimi BIM objekti, s katerimi imajo interakcijo (podpore ali povezave). LOD 400 je primerna za izdelavo tehnične dokumentacije, saj so objekti te stopnje dovolj podrobno in natančno zmodelirani, da so primerni za izdelavo ali gradnjo, LOD 500 pa je namenjen gradnji in predaji projekta naročniku, upravljavcem in vzdrževalcem zgradbe. BIM objekt je preverjeno enak kot izdelan objekt v resničnosti (BIM Forum, 2017).

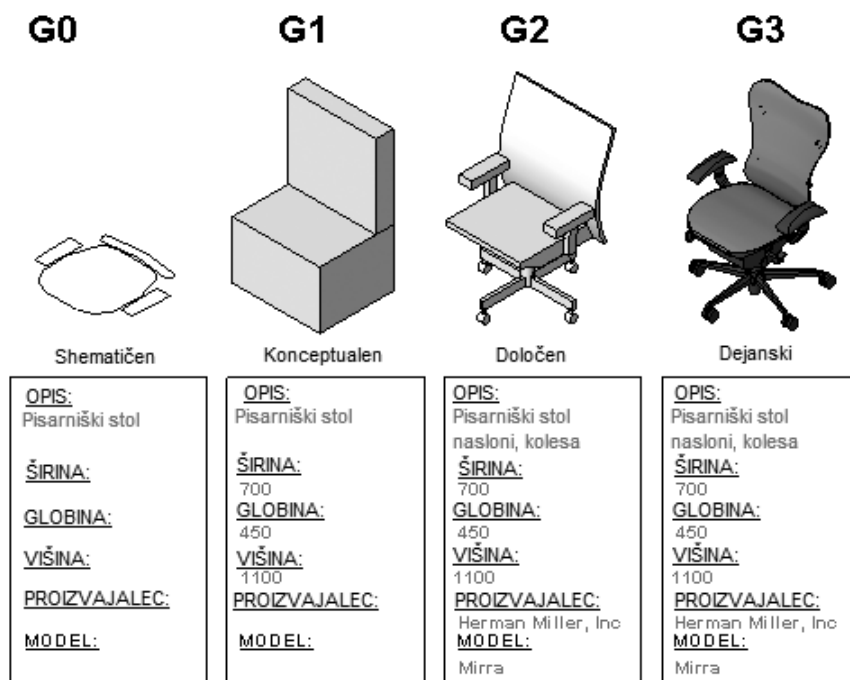
Stopnja podrobnosti LoD označuje stopnjo podrobnosti geometrije BIM objekta oziroma njegovo vizualno reprezentativnost. Na sliki 4 prikazujemo delitve po protokolu britanskega združenja AEC UK BIM (ang. *architecture, engineering and construction - AEC*).

Stopnja informacij LOI (ang. *Level of Information, LOI*) je opis stopnje negrafične vsebine, ki je dodana BIM objektu, npr. fizikalne lastnosti, kot so toplotna prevodnost, trdnost, požarna odpornost, standardi, katerim objekti ustrezajo, proizvajalec, garancijski pogoji, intervali vzdrževanja itn. Običajno se informacija skozi razvoj projekta vedno bolj dopolnjuje vse do predaje projekta naročniku, kjer

so podatki, ki so potrebni za obratovanje in vzdrževanje vgrajene opreme vnešeni v COBie format, kot tudi vsa potrebna dokumentacija, skupaj s povezavami do PDF priročnikov.

Definicija LOD, LoD in LOI so potrebne predvsem zaradi določanja minimalnih zahtev, ki jih naročnik postavi izvajalcu projekta, saj se stroški priprave in izvajanja projekta lahko bistveno spreminjajo s stopnjami, ki

jih mora izvajalec pripraviti naročniku. Pred pojavom BIM-a so izvajalci projekta razmejevali medsebojno odgovornost tako, da so odgovarjali neposredno samo naročniku projekta, k čemur se je prilagodil tudi razvoj prava in zakonov. Pri BIM pristopu pa so udeleženci bolj medsebojno povezani, zato bo potrebno postaviti nove jasne zakonske okvirje, ki bodo dorekli razmejitev odgovornosti udeležencev ter določili stopnjo zanesljivosti BIM modelov (Phiri, 2016).



*Slika 4: Stopnja podrobnosti LoD
Vir: McPhee, 2013*

2.5 Ovine in pogoji za uspešno uporabo BIM pristopa

Čeprav prinaša BIM veliko koristi, ki naj bi se s časom še nadgrajevale, pa je potrebno omeniti tudi pogoje za uspešno uporabo pristopa in ovire njegovega razvoja.

Najpomembnejši pogoj pri implementaciji BIM-a je sprejetje in uveljavljanje s strani lastnikov (East, 2007). Najboljši način za uveljavitev te vrste sprememb je brezpogojna zahteva po implementaciji s strani naročnika projekta, kar je bil tudi temelj strategije vlade VB, ki je sprejela obvezno uporabo BIM pristopa pri izvedbi javnih infrastrukturnih projektov. BIM ne deluje brez

transparentnega sodelovanja deležnikov, ki morajo biti v win-win odnosu, kar zahteva spremembo kulture. Težava je lahko v tem, da različni deležniki projektov redko sodelujejo več kot enkrat, zato ni dovolj časa, da bi se med njimi razvilo zaupanje, kar posledično lahko vodi do oblikovanja kulture dela v »silosih« (Gallaher et al., NIST 2004; Phiri, 2016).

Ponovno moramo omeniti težavo pomanjkanja pravnih okvirov za BIM projekte, ki zavirajo širitev BIM pristopa. Pravni okviri tradicionalnega pristopa so se desetletja razvijali skladno z organizacijsko strukturo in načinom izvajanja projektov, zato je danes zakonsko povsem jasno opredeljeno, kdo kaj poseduje, kdo je pristojen za katero

informacijo in odgovoren v primeru napak, ki se pojavijo. Po drugi strani je Carlin leta 2010 ugotovila, da se je med deležniki projektov ustvarilo mnenje, da naj bi integracija informacij prinašala velike koristi predvsem naročniku, tveganjem pa so izpostavljeni predvsem izvajalci. Tudi pet let kasneje je Mineer ugotavljal, da pravne posledice uporabe BIM-a še niso bile obširno testirane, kaj šele usklajene. Zaradi odprtih legalnih vprašanj deležniki dodajajo opombe konstrukcijskim rešitvam, kot npr., da je njihova rešitev »samo informativne narave«, zaradi česar se na del modela ne moremo popolnoma zanesti. To pomeni, da do pravega deljenja informacij, kar je bistvo BIM-a, ne prihaja (Phiri, 2016). Potrebno bo torej odgovoriti na pomembna pravna in praktična vprašanja, ki zadevajo uporabo terminologije, jurisdikcijo pristojnosti, potek delovnih tokov in managementa intelektualne lastnine.

Manjša ovira za deležnike so stroški investicij v novo tehnologijo, ki se sestavljajo iz stroškov nakupa programov, nakupa sodobne strojne opreme ter šolanja kadra. A raziskave kažejo, da se naložba običajno povrne v dohlednem času, seveda ob pogoju, da se programska oprema uporablja v njeni polni zmogljivosti (Mineer, 2015).

Pomemben pogoj, ki dirigira hitrost uveljavljanja BIM-a, pa je dorečenost standardov. Trenutni IFC4 format še ne podpira infrastrukturne gradnje v popolnosti (vključuje le osi linijskih gradnikov – cest, mostov, železnic, tunelov). Šele IFC5, ki je v razvoju, bo omogočal celovito podporo za infrastrukturno gradnjo, tako da bo dosežena interoperabilnost BIM modelov tudi v drugih panogah gradnje (Liebich et al., b.l.; Nemeč Pečjak, 2017).

Obstajajo tudi druga vprašanja in ovire, kot so npr. vprašanje varnosti in zlorab, ki jih predstavlja centraliziran BIM model, pomanjkanje izkušenega in izšolanega kadra za management ter izvedbo BIM projektov, vprašanja kakovosti BIM modelov, podatkov in informacij, ki jih deležniki projekta uporabljajo in sooblikujejo, aktivno vnašanje povratnih informacij, kjer beležimo odstopanja med dejanskim in modeliranim stanjem ipd. Vsa ta vprašanja so bila za raven naše raziskave preobsežna.

Glede na vse naštetu lahko zaključimo, da ja za uspešno implementacijo in izrabo BIM-a potrebno sodelovanje in sinergijsko delovanje treh gradnikov – ljudi, procesov in tehnologije (Lockley, 2015).

3 Stanje uporabe BIM pristopa v Sloveniji

3.1 Predstavitev raziskave

Vprašalnik za potrebe raziskave je bil narejen na osnovi vprašalnikov NBS (skozi leta so se le-ti nekoliko spreminjali). Pri tem smo izločili vsa vprašanja, ki so bila specifična za britansko poslovno in zakonodajno okolje, dodali pa nekaj svojih (poznavanje pristopa, uporaba sestavin BIM-a, nacionalne smernice). V anketi je skupaj 47 vprašanj in trditev, ki so združeni v 20 vprašanj. Nekatera vprašanja smo segmentirali v dve skupini, glede na to, ali anketiranci BIM uporabljajo ali ga samo poznajo.

Raziskava je bila izvedena spomladi 2018 s pomočjo spletne ankete, pri čemer smo k sodelovanju povabili vse, ki delujejo na področju gradbeništva, hkrati pa smo jih pozvali, da anketo posredujejo naprej kolegom iz drugih podjetij. Svoje člane je k sodelovanju povabilo združenje siBIM, dodatno pa je na družbenem omrežju povabilo objavilo podjetje Pilon, zastopnik za CAD program Graphisoft ArchiCAD. Anketo je izpolnjevalo 128 anketirancev, ustreznih odgovorov za končno obdelavo in analizo rezultatov pa je bilo 100.

Več kot polovica anketirancev je zaposlenih v majhnih podjetjih (do 15 zaposlenih, podobno kot pri raziskavah NBS). Pol anketirancev je bilo arhitektov, 38 % gradbenikov (po pol z visokih in pol z nizkih gradenj), 6 % strojnikov, ostali pa so bili iz industrije gradbenega materiala, geodeti in en vzdrževalec objektov.

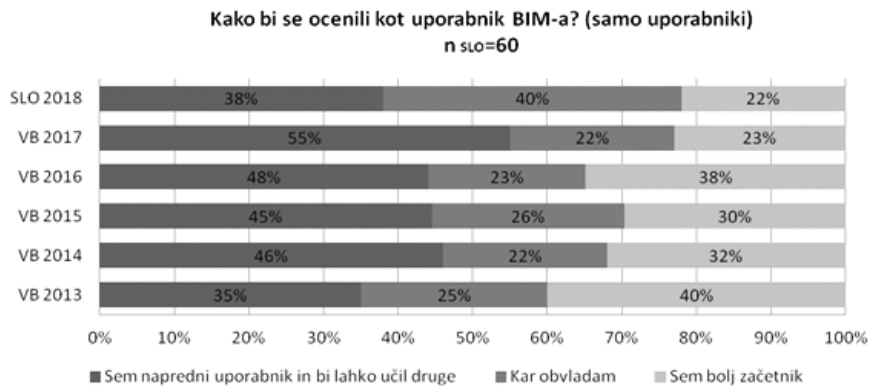
3.2 Ugotovitve raziskave

Uvodoma naj izpostavimo, da nas je presenetila ugotovitev, da kar 75 % anketirancev že uporablja BIM, kar je celo za 13 odstotnih točk več od zadnjega deleža anketirancev v VB, kjer je bila raziskava izvedena eno leto po uvedbi obvezne uporabe pri javnih naročilih. Četrtna slovenskih anketirancev BIM le pozna (od tega 11 % zelo dobro, 58 % dobro, 32 % pa slabo), nepoznavalcev pa ni bilo. V VB je bilo nazadnje 35 % takih, ki BIM le poznajo in 3 % takih, ki ga ne (medtem ko je bilo razmerje ob prvi anketi leta 2011: 13 % uporabnikov, 45 % poznavalcev in 43 % nepoznavalcev). Glede dokaj visokega odstotka uporabnikov v Sloveniji, bi morali povedati, da mogoče ni povsem realno stanje zaradi nabora sodelujočih (člani siBIM, uporabniki programa ArchiCAD). Pri tem skoraj štiri petine tistih, ki BIM uporabljajo, smatrajo, da ga obvladajo, v čemer naj bi bili celo boljši od Britancev (slika 5).

Večina anketirancev, ki ne uporabljajo BIM-a, je ocenilo,

da ga bodo začeli uporabljati v enem (80 %), v treh (82 %) oziroma v petih letih (86 %). Sicer pa je odstotek manjši kot v VB, kar je razumljivo, ker uporabo tam predpisuje zakonodaja (vsaj za javne projekte). Dodatno je 84 %

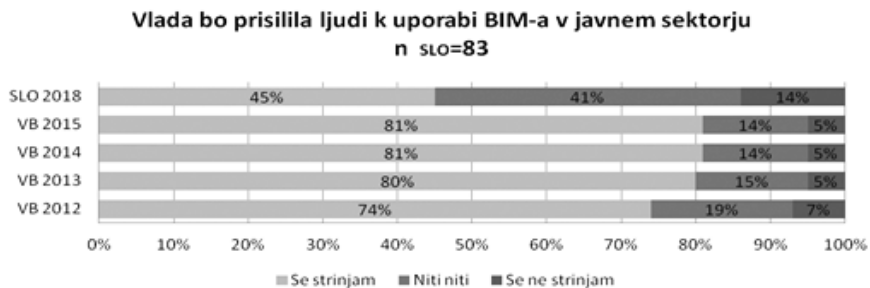
anketirancev prepričanih, da je BIM prihodnost izvajanja gradenj (le 7 % meni nasprotno). Podobno je bilo v VB v vseh šestih raziskavah v to prepričanih med 73 in 80 %.



Slika 5: Samoocena uporabnikov BIM pristopa

Anketirance smo tudi vprašali, če menijo, da bo vlada z zakonom prisilila investitorje in izvajalce javnih projektov v uporabo BIMa. Kot vidimo na sliki 6, 45 % anketirancev meni, da se bo to zgodilo, 14 % pa, da ne. Zanimivo je, da je bila v VB že od prve ankete večina prepričana, da

bo vlada sprejela ustrezen zakon. V nadaljevanju je 24 % anketirancev menilo, da je naša vlada na pravi poti glede uveljavitve uporabe BIM, 15 % pa, da ne. Žal jih nismo vprašali, na podlagi katerih informacij so podali odgovor.



Slika 6: Pričakovanja zakonodajne spodbude vpeljave BIM pristopa

Zanimalo nas je tudi, kateri so glavni viri informacij o BIM pristopu. Anketiranci so navedli naslednje vire (za VB navajamo podatek iz raziskave 2017):

- znanci/strokovnjaki iz drugih organizacij – SLO 61 %, VB 62 %
- kolegi iz podjetja – SLO 59 %, VB 75 %
- zastopniki za CAD program – SLO 49 %, VB 35 %
- nacionalno združenje (siBIM, VB NBS) – SLO 37 %, VB 68 %
- BIM svetovalci – SLO 35 %, VB 45 %
- proizvajalci CAD programov – SLO 28 %, VB 35 %
- buildingSMART – SLO 18 %, VB 39 %
- Zbornica za arhitekturo in prostor (ZAPS, VB RIBA) – SLO 7 %, VB 46 %
- Zavod za gradbeništvo – SLO 2 %, VB 35 %
- druge strokovne institucije – SLO 13 %, VB 24 %

Opazen je velik vpliv združenja siBIM, možno tudi zaradi

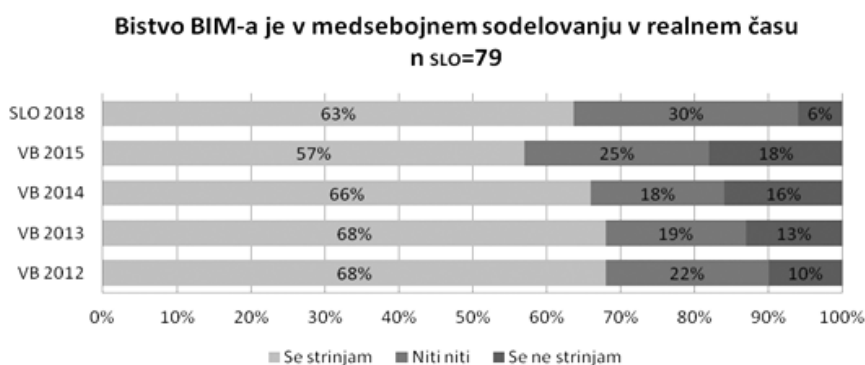
posredovanja ankete med člane, glede na visok delež v anketi sodelujočih arhitektov pa je presenetljiv majhen vpliv Zbornice za arhitekturo in prostor (7 %).

Sicer pa 40 % anketirancev trdi, da verjame vse, kar sliši o BIM-u, 8 % pa meni nasprotno. V VB je to prepričanje zraslo iz 27 % v letu 2013 na 33 % v letu 2017 (delež dvomljivcev pa se je zmanjšal iz 30 % na 24 %).

32 % anketirancev je mnenja, da je bistvo BIM-a programska oprema (le 3 % pa, da je BIM le sinonim za 3D CAD risbe). 26 % se ne strinja s prvo trditvijo (kar kaže na razumevanje pomembnosti sinergije tehnologije, procesov

in ljudi), z drugo pa ne 85 %. V VB je leta 2013 prvo mnenje delilo 36 %, leta 2017 pa le še 21 % (delež nasprotnikov pa je narasel iz 41 % na 62 %). Glede sinonima BIM-a za 3D CAD risbe razmerje v VB skozi leta ostaja skoraj enako – 13 % se strinja, 76 % ne.

Pomembno pa je prevladujoče mnenje, da je bistvo BIM-a medsebojno sodelovanje (slika 7), kar naj bi bilo eno od glavnih lastnosti in koristi pristopa in naj bi omogočalo integrirano izvedbo gradbenih projektov z ostalimi deležniki.



Slika 7: Mnenje o integrirani izvedbi projektov z BIM pristopom

Zanimivo je, da kar 59 % slovenskih in 65 % britanskih uporabnikov meni, da industrija še ni poenotena o tem, kaj BIM sploh je. To trditev v obeh okoljih zavrača 13 % anketirancev. BIM naj bi bil torej še vedno v fazi razvoja in še ni ustaljen in uveljavljen pristop.

Nadalje nas je zanimalo, kako anketiranci vidijo uporabnost BIM-a glede na vrsto objektov in vrsto del na objektu (obnova, vzdrževanje). Ugotovitve so naslednje: BIM je pomemben za gradnjo okolju prijaznih zgradb, kar pripisujemo predvsem boljšemu načrtovanju in optimiranju energetske porabe objektov – 46 % se strinja, 19 % se ne strinja (v VB je v raziskavah 2012, 2013 in 2014 v povprečju 37 % takih, ki se s tem strinjajo, in 36 % tistih, ki se ne)

BIM je primeren samo za novogradnjo in ne tudi za obnovo projektov – samo 8 % se strinja, 75 % pa meni, da je uporaben za oba namena (VB 2013–14: 24 % / 62 %)

BIM ne omogoča edinstvenega/unikatnega dizajna in gradbenih metod – 8 % se strinja, 80 % ne (VB 2012–14:

18 % / 61 %)

Uporaba BIMa vodi k dolgočasnim in pustim zgradbam – 3 % se strinja, 90 % ne (VB 2012–14: 11 % / 65 %)

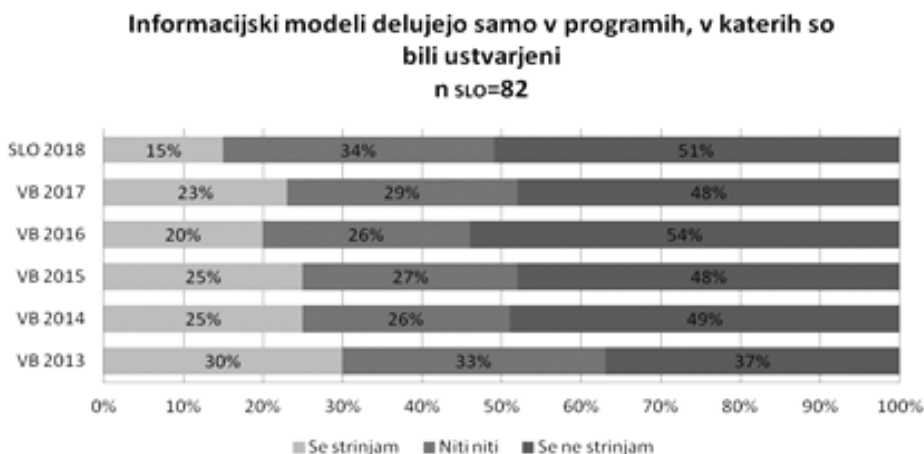
BIM orodja naj bi bila manj fleksibilna pri dizajniranju kot namenski 3D CAD programi, a odgovori nakazujejo, da to ni omejitev za izvedbo arhitekturno zahtevnih objektov. Zaradi odsotnosti vprašanja v novejših anketah NBS ne vemo, ali se je mnenje v VB kaj bistveno spremenilo v obdobju po uvedbi zakona.

Sledila so vprašanja bolj tehnične narave. Slovenski anketiranci so še v večjem deležu (83 %) od VB (71 %) mnenja, da so proizvajalci dolžni priskrbeti kakovostne BIM objekte, zato pa bi bila potrebna difuzija pristopa v celotno verigo dobaviteljev, s tem pa se nakazuje bodoča potreba po BIM modelarjih zunaj arhitekturnega in projektivnega okolja.

69 % anketirancev (40 % v VB) se strinja s trditvijo, da ne

moremo govoriti o BIM-u, kadar specifikacije in digitalni model niso povezani, torej tesno povezujejo 3D CAD modele z združitvijo ostalih informacij o izdelku. Obstajata tako želja kot potreba za kakovostnimi BIM modeli. Tako

naši kot uporabniki BIM-a iz VB delijo podobno izkušnjo z interoperabilnostjo (slika 8). V VB se delež pozitivnih izkušenj skozi leta ni bistveno povečeval, zato je pri interoperabilnosti še prostor za napredek.



Slika 8: Izkušnje z interoperabilnostjo

Primerjali smo tudi razvitost uporabe BIM-a glede na nivo uporabe (slika 9). Presenetljiv visok delež slovenskih uporabnikov je že dosegla BIM nivo 3, kar nakazuje, da obstaja dovolj močno poslovno okolje, ki tak pristop sploh omogoča. To potrjuje tudi zelo visok delež uporabe BIM nivoja 2. Poleg tega nas je zanimalo, kako imajo podjetja formalno opredeljene BIM postopke:

- 63 % ima pravila glede informacijskih zahtev (npr. stopnje razvoja modela v različnih fazah projekta, strukturiranost modelov itd.)
- 57 % ima pravila glede tehničnih zahtev BIM modelov (npr. format izmenjave, IT-infrastrukturo itd.)
- 45 % ima pravila za predajo BIM modelov (BIM izvedbeni načrt, načrt za izmenjavo podatkov itd.)
- 12 % ima organiziran BIM proces (npr. definirane vloge, kot so BIM manager, BIM koordinator itd.)

Vprašanje je oblikovano glede na britanske specifikacije, ki pri nas niso v veljavi in jih zato ni možno primerjati. Znotraj slovenskih organizacij že obstajajo procesne delitve, razmejene s pravilniki, vloge pa še niso povsod jasno definirane.

Med programi v Sloveniji prevladuje Graphisoft ArchiCAD, ki ga uporablja 48 % anketiranih uporabnikov (v VB ga uporablja 15 % uporabnikov), v VB pa se največ uporablja Autodesk Revit, katerega uporaba konstantno raste iz 4 % v letu 2011 do 41 % v 2017 (v SLO je 14 % uporabnikov). Sicer pa se največ uporabljajo še Autodesk AutoCAD (SLO – 11

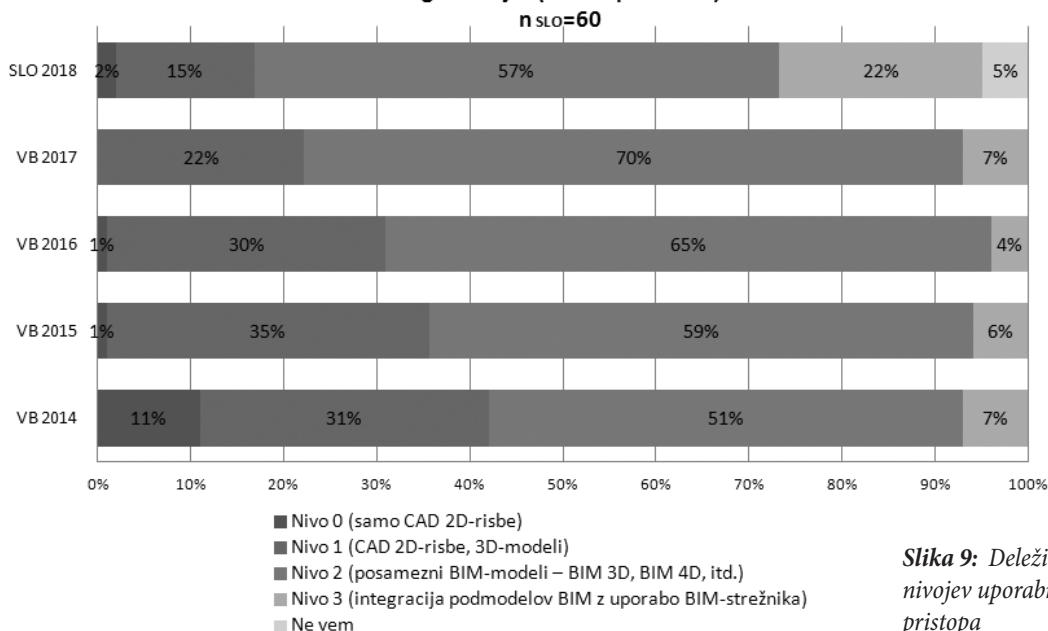
%, VB – 26 %, a občutno pada iz 55 % v 2011), Nemetschek Vectorworks – SLO 9 %, VB 15 % (v 2016 29 %), Trimble Sketchup (nekdanji Google Sketchup) – SLO 6 %, VB 2 %, ter v Sloveniji še Nemetschek Allplan (6 %).

Pri tem uporabniki koristijo različne vire BIM objektov. V Sloveniji največ uporabljajo generične BIM objekte – 53 % (VB 45 %), v VB pa jih vse več naredijo sami (66 %, SLO 44 %). Ostali odgovori:

- vključeni v naš CAD programski paket – SLO 49 %, VB 46 % (odstotek pada, leta 2014 je bil 65 %)
- uporabljamo angleško NBS BIM knjižnico – SLO 5 %, VB 45 %
- uporabljamo drugo BIM knjižnico – SLO 42 %, VB 27 %
- proizvajalci nam jih dobavijo za našo uporabo – SLO 33 %, VB 58 %
- kupimo jih od specialista za BIM zunaj naše organizacije – SLO 7 %, VB 9 %

Na koncu tega sklopa nas je zanimalo, koliko podjetij pozna in uporablja IFC format in COBie standard. Odprt IFC format, ki je temelj interoperabilnosti, uporablja velik delež slovenskih uporabnikov (73 %), celo več od britanskih (2013: 39 %, 2016: 63 %). Delež generiranja COBie formata je bistveno manjši (9 %) v primerjavi z britanskimi anketiranci (42 %). Po uvedbi obvezne uporabe BIM-a v VB, se je delež tistih, ki ustvarijo COBie format povečal za tretjino, nepoznavalcev pa bilo več.

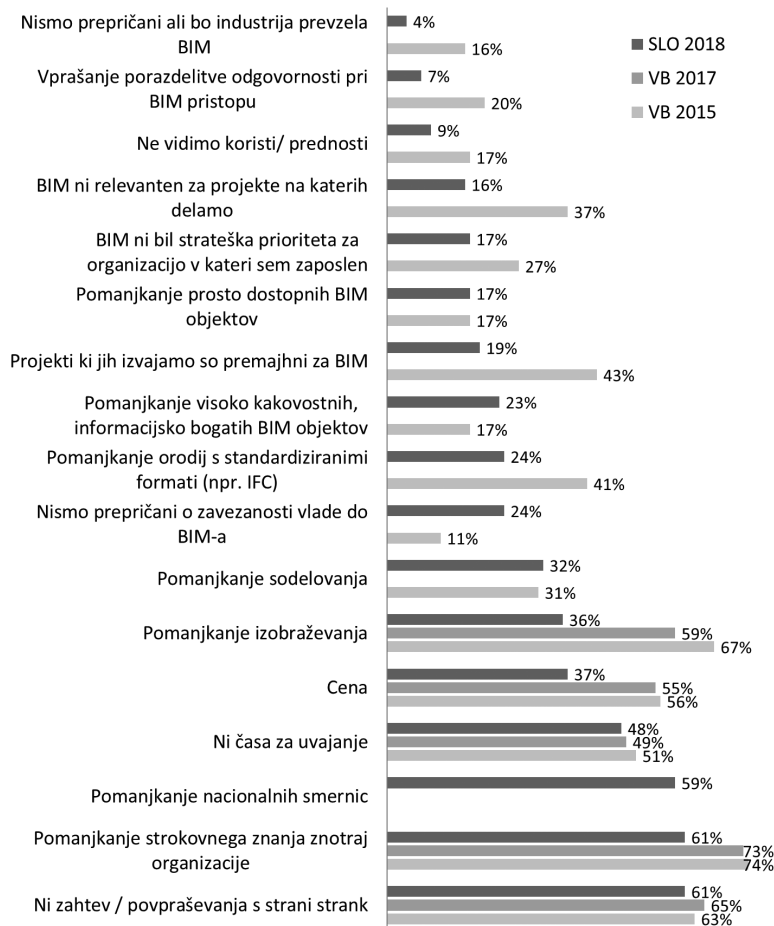
Kateri je najvišji nivo uporabe BIM-a, ki ga je po vaši oceni dosegla vaša organizacija? (samo uporabniki)



Slika 9: Deleži doseženih nivojev uporabnikov BIM pristopa

Kakšne so ovire pri prevzemu BIM-a?

n SLO=75



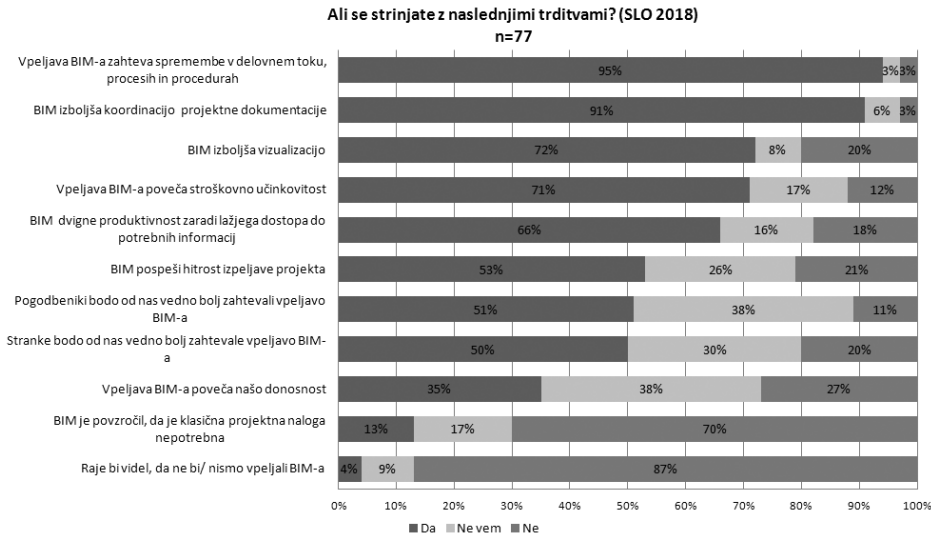
Anketirance smo na koncu še povprašali za mnenje glede ovir pri uvedbi BIM pristopa (slika 10). Ključni zunanji oviri sta povpraševanje strank in pomanjkanje nacionalnih smernic in standardov, notranja pa občutek pomanjkanja strokovnega znanja znotraj organizacij. Anketiranci, ki BIM poznajo, a ga ne uporabljajo, pa so se strinjali, da:

- če ne bodo vpeljali BIM-a, bodo izostali/ zaostali – SLO 74 %, VB 55 %
- BIM je trenutno predrag, da bi ga lahko obravnavali – SLO 39 %, VB 50 %
- najprej morajo priti skozi recesijo v gradnji, šele potem bodo obravnavali BIM – SLO 26 %, VB 37 % (v 2014)

Slika 10: Primerjava ovir pri prevzemu BIM pristopa med Slovenijo in VB

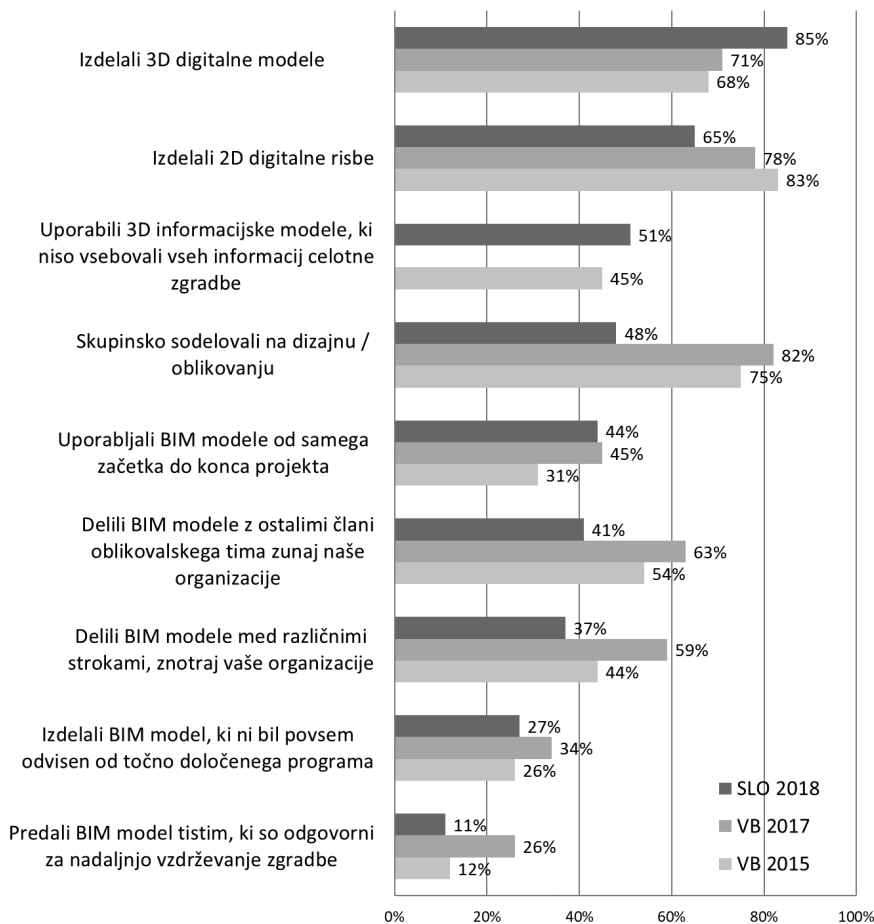
Zanimalo nas je tudi, kakšne izkušnje imajo z vpeljavo BIM pristopa v podjetje (slika 11). Da so ga uspešno vpeljali, meni 67 % uporabnikov (enako leta 2016 v VB), pri čemer jih 79 % (in le 64 % v VB) meni, da jim je vpeljava BIM-a dvignila konkurenčno prednost. Kot prednost veliko izpostavi izboljšano koordinacijo projektne

dokumentacije, vizualizacijo, povečanje stroškovne učinkovitosti, pospešitev izpeljave projekta, zelo malo pa jih meni, da raje ne bi vpeljalo BIM pristopa. Anketiranci v večini povedo, da BIM pristop zahteva spremembe v delovnih procesih, pri tem pa pričakujejo, da bodo BIM v prihodnje zahtevale tako stranke kot pogodbeniki.



Slika 11: Mnenja o vpeljavi BIM pristopa v slovenska podjetja

Ali ste v zadnjem letu na vaših projektih izdelali sledeče?
n SLO=75



Zadnje vprašanje je bilo usmerjeno v način izvedb projektov z vidika BIM pristopa v zadnjem letu (slika 12). Leta 2011 je v VB 34 % ročno risalo načrte, leta 2015 pa so se vsi digitilizirali. Deljenje BIM modelov tako znotraj kot zunaj organizacije je v primerjavi z VB manjše, prav tako je manj skupinskega sodelovanja na dizajnu/oblikovanju. Manjši je tudi slovenski delež pri predaji BIM modelov naročniku, a ta je v VB po obvezni uporabi BIM pristopa v javnih naročilih narasel.

Slika 12: Uporabljeni načini izvedb projektov

3.3 Odgovori na raziskovalna vprašanja

3.3.1 Stopnja razvitosti BIM-a v Sloveniji v primerjavi z Veliko Britanijo

Najbolj presenetljiva ugotovitev, ki obenem delno odgovarja na prvo raziskovalno vprašanje, je, da je med slovenskimi anketiranci že 75 % uporabnikov. Ta odstotek je celo višji, kot je bil v VB leta 2017, po uvedbi obvezne uporabe BIM pristopa v javnih gradbenih projektih. Poleg tega med anketiranci ni bilo nikogar, ki BIM-a ne bi poznal. Vendar, kot smo že omenili, bi bil delež lahko zavajajoč, ker je bilo veliko anketirancev k sodelovanju povabljenih s strani združenja siBIM in zastopnika razširjenega BIM programskega orodja.

Možno pa je tudi, da je delež višji od britanskega zaradi majhnosti slovenskega trga v primerjavi z britanskim. Majhnost trga namreč narekuje večkratno sodelovanje med deležniki gradbenih projektov, kar skozi skupne izkušnje omogoča vzpostavljanje rednih in ustaljenih odnosov, ki krepijo občutek zaupanja in s tem tudi bolj odprto komunikacijo ter posledično lažje izvajanje projektov.

Štiri petine slovenskih uporabnikov BIM-a smatra, da ga obvladajo, polovica od teh (38 % vseh uporabnikov) celo meni, da so napredni uporabniki in bi lahko učili druge. V VB je bilo naprednih uporabnikov v 2017 55 % (od vseh anketirancev), medtem ko jih je »le« obvladalo 22 % (skupaj 77 %). V tem pogledu smo (če verjamemo v korektno samokritičnost anketirancev) enakovredni Britancem.

Presenetljiv visok delež slovenskih uporabnikov je že dosegla BIM nivo 3, kar 22 %, v primerjavi z VB, kjer je takih le 7 %. Seštevka deležev uporabnikov BIM2 in BIM3 pa sta skoraj enaka v obeh državah. Odprt IFC format, ki je temelj interoperabilnosti, uporablja nekoliko večji delež slovenskih uporabnikov, delež generiranja COBie formata pa je bistveno manjši (9 %) v primerjavi z britanskimi anketiranci (razlika je 33 odstotnih točk). Slednji se je močneje uveljavil po uvedbi obvezne uporabe BIMa v VB.

Načeloma Slovenci in Britanci podobno razumejo bistvo BIM-a kot medsebojno sodelovanje, a po drugi strani 32 % slovenskih anketirancev tudi trdi, da je bistvo BIM-a programska oprema (v VB je bil leta 2017 ta odstotek 21 %), razlika pa je predvidoma v več praktičnih izkušnjah britanskih podjetij. Kljub temu je v Sloveniji veliko manj tistih, ki menijo, da je BIM le sinonim za 3D CAD risbe

(razlika je 10 odstotnih točk).

O uporabnosti BIM-a glede na vrsto objektov in vrsto del na objektu (obnova, vzdrževanje) so slovenski anketiranci nekoliko bolj naklonjeni BIM-u, a razlika ni velika – v povprečju je razlika 16 odstotnih točk, vendar moramo povedati, da so odgovori iz VB iz let 2012-14, ko je bil pristop še manj razvit ter poznan in uveljavljen v svetu.

Če povzamemo navedene ugotovitve, lahko na prvo raziskovalno vprašanje odgovorimo, da je stopnja razvitosti BIM-a v Sloveniji enaka britanski (ob zanemarjeni že omenjeni omejitvi, ki izhaja iz nabora anketirancev v naši raziskavi).

3.3.2 Podobnosti in razlike v delovanju slovenskih in britanskih podjetij

Največ informacij o pristopu dobijo Slovenci s strani strokovnih kolegov iz drugih organizacij (61 %), kar je podoben delež kot pri britanskih kolegih, pri vseh ostalih virih pa močno zaostajamo. Britanci največ informacij dobivajo od kolegov iz podjetja in s strani nacionalnega združenja (v prvem nas prehitevajo za 16 odstotnih točk, pri drugem za 31). Še največ razkoraka je pri sodelovanju z Zbornico za arhitekturo in prostor (ZAPS oz. VB RIBA) razlika je 39 odstotnih točk. Žal ne vemo, ali je za situacijo »kriv« ponudnik informacij ali podjetja premalo izkoriščajo znanje drugih, lahko pa ugotovimo, da imamo na tem področju še nekaj rezerv. Mogoče se tu lahko vprašamo, od kod potem visoka stopnja obvladovanja pristopa (o čemer smo pisali prej), a obstaja možnost, da so se uporabniki učili iz literature (te možnosti v anketi nismo ponudili).

V Sloveniji prevladuje uporaba programa Graphisoft ArchiCAD, v VB pa podoben delež uporablja Autodesk Revit. Pri tem slovenski uporabniki največ uporabljajo generične BIM objekte, v VB pa jih največ več naredijo sami. Izpostaviti velja dve večji razliki – Britanci veliko več koristijo BIM knjižnico nacionalnega združenja (razlika je 40 odstotnih točk) in koristijo modele proizvajalcev gradnikov (razlika 25 odstotnih točk).

V zadnjem letu pred raziskavo so slovenski uporabniki izdelali več 3D digitalnih modelov od britanskih (za 12 odstotnih točk). Glede uporabe BIM modela od začetka do konca projekta je bil delež pozitivnih odgovorov enak, v ostalih vidikih pa so v povprečju manj sledili BIM

postopku (delitev BIM modela med različnimi strokami znotraj organizacije in z deležniki tima zunaj organizacije, predaja modela vzdrževalcem), največje odstopanje pa je pri skupinskem sodelovanju pri dizajnu/oblikovanju, kjer je delež pri slovenskih uporabnikih za 34 odstotnih točk manjši.

Odgovor na raziskovalno vprašanje je, da se pristop v Sloveniji in VB dokaj razlikuje, tako glede programov, virov informacij kot sodelovanja. Žal anketirancev nismo spraševali glede uspešnosti projektov, zato težko ocenimo, kateri načini so boljši (če sploh so). To prepuščamo kasnejšim raziskovalcem.

3.3.3 Ukrepi za uspešno uvedbo BIM pristopa

Delno smo na to raziskovalno vprašanje odgovorili, ko smo ugotavljali, da bi se podjetja lahko še bolj razvijala z več sodelovanja z dobavitelji virov informacij in gradnikov BIM modelov, več bi moralo biti tudi sodelovanja med strokami znotraj podjetja in partnerskimi deležniki projekta.

Uporabniki, ki so BIM že uvedli, imajo dobre izkušnje glede koristi pristopa in poudarjajo nujnost uporabe v prihodnosti, pri čemer opozarjajo, da pristop zahteva spremembe v delovnem toku, procesih in procedurah. Potrebno je doreči pravila glede informacijskih in tehničnih zahtev BIM modelov, pravila za predajo BIM modelov, doreči in uveljaviti BIM proces ter definirati vloge, kot so BIM manager, BIM koordinator itd.

Država je glavni naročnik javnih projektov in tudi zakonodajno telo, ki ima dovolj vpliva, da odstrani glavne ovire pri implementaciji BIM pristopa z aktivnim programom uvajanja BIM-a v javne gradbene projekte. Rezultati ankete to potrjujejo, saj slovenski anketiranci kot drugo največjo oviro navajajo pomanjkanje javnih smernic za uporabo BIM pristopa in standardiziranih predpisov, takoj za pomanjkanjem zahtev s strani naročnika (tudi države). Anketiranci menijo, da bi Vlada RS z zakonom lahko prisilila investitorje in izvajalce javnih projektov v uporabo BIM-a. Skoraj polovica anketirancev je celo prepričanih, da se bo to zgodilo. Aktivnejšo vlogo pa pričakujemo tudi od Zbornice za arhitekturo in prostor (ZAPS), ki v primerjavi z britansko veliko slabše zagotavlja informacije uporabnikom.

4. Sklep

Z namenom spodbujanja uporabe informacijskega modeliranja (BIM-a) v Sloveniji, da bi pomagali potencialnim uporabnikom pri odločitvi glede uporabe pristopa ter da bi spodbudili razmislek o zakonski

obveznosti vpeljave BIM-a v javne projekte, smo s pomočjo raziskave izdelali primerjavo stanja BIM-a v Sloveniji in VB. Slednja se šteje za vodilno državo na tem področju zaradi dejstva, da je tam od leta 2016 z zakonom določeno, da se morajo javni gradbeni projekti izvajati s pomočjo BIM-a.

BIM pristop je združil programe za podporo managementu projekta in programe CAD konstruiranja s prvinami CDE pristopa. Temelj pristopa je interoperabilnost, ki omogoča izmenjavo datotek med različnimi programi in aplikacijami, ki so namenjeni različnim deležnikom. Interoperabilnost omogoča odprt podatkovni format IFC, za njegovo standardizacijo pa skrbi združenje buildingSMART.

Empirično raziskavo smo zasnovali po vzoru ankete britanskega Nacionalnega odbora za gradbeno specifikacijo NBS, ki je – z namenom ocene tamkajšnjega stanja razvitosti BIM-a v gradbeništvu – anketo izvajal vsakoletno od leta 2011 dalje. Zaradi dolgoletnega izvajanja je bilo možno primerjati stanje v Sloveniji z britanskim pred oziroma po vpeljavi BIM-a v javna naročila VB.

Rezultati raziskave so pokazali, da je v Sloveniji visoka stopnja ozaveščenosti obstoja in uporabe BIM pristopa, stopnja razvitosti pa je v veliki meri enaka britanski. Način dela se med državama razlikuje, tako glede BIM programske opreme, virov informacij kot sodelovanja. Uporabniki, ki so BIM že uvedli, imajo dobre izkušnje glede koristi pristopa in poudarjajo nujnost uporabe v prihodnosti, pri čemer opozarjajo, da pristop zahteva spremembe v delovnem toku, procesih in procedurah. Smo pa mnenja, da bi se pristop še bolj uveljavil, če bi deležniki še bolj sodelovali.

Anketiranci želijo in tudi pričakujejo aktivnejšo vlogo s strani države, saj ocenjujejo, da je pomembna ovira za razvoj pristopa pomanjkanje javnih smernic in standardiziranih predpisov. Kot zakonodajno telo in naročnik javnih projektov, ima država vse možnosti, da začne z aktivnim programom uvajanja BIM-a v javne gradbene projekte – po vzoru VB bi z zakonom lahko prisilila investitorje in izvajalce javnih projektov v uporabo BIM-a. Aktivnejšo vlogo pričakujemo tudi od Zbornice za arhitekturo in prostor (ZAPS), ki v primerjavi z britansko veliko slabše zagotavlja informacije uporabnikom.

Za hitrejšo uveljavitev BIM pristopa bi bilo smotrno tudi redno ponavljanje ankete, ki bi jo skozi leta delno prilagajali trenutnim trendom tako, kot so to storili v britanskih raziskavah. Vprašalnik bi bilo smotrno bolj

priređiti slovenskemu tržišču, pojasniti določene razlike med Slovenijo in VB, stališča in dileme, ki smo jih izpostavili. Poleg tega bi bilo uporabnike smotrno vprašati, kakšne koristi BIM pristop dejansko prinaša pri izvajanju projektov z vidika kakovosti gradenj, učinkovite izvedbe, kot so čas in stroški, in ali dejansko zmanjša število napak, težav ter tveganj pri izvedbi.

Literatura in viri

Bernstein, G., Pittman, H., J. (2004). *Barriers to the Adoption of Building Information Modeling in the Building Industry*. Autodesk building solutions white paper. Najdeno 10. februarja 2017 na spletnem naslovu <http://academics.triton.edu/faculty/fheitzman/Barriers%20to%20the%20Adoption%20of%20BIM%20in%20the%20Building%20Industry.pdf>

BIM Forum (2017). *Level of development specification 2016*. Najdeno 6. avgusta 2017 na spletnem naslovu <https://www.scribd.com/document/350125528/LOD-Spec-2016-Part-I-2016-10-19-pdf>

buildingSMART. *History*. Najdeno 14. februarja 2018 na spletnem naslovu <https://www.buildingsmart.org/about/about-buildingsmart/history/>

Cannistraro, M.P. (2010). *Savings through collaboration: A Case Study on the Value of BIM*. *Journal of Building Information Modeling*. Najdeno 14. februarja 2018 na spletnem naslovu https://www.brikbases.org/sites/default/files/Pages%20from%20jbm_fall10-6.cannistraro.pdf.

Carlin, E.M. (2010). *The Legal Risks of Building Information Modeling (BIM)*. Najdeno 14. februarja 2018 na spletnem naslovu <https://www.constructionlawnoblog.com/design-and-technology/the-legal-risks-of-building-information-modeling-bim/>

Carneiro, T. M., Lins, D. M. O., Barros Neto, J. P. (2012). *Spread of BIM: a comparative analysis of scientific production in brazil and abroad*. 20th Annual conference of the international group for lean construction. Najdeno 6. decembra 2016 na spletnem naslovu <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/5812>

CASA Solo Arquitectos (2017). *Implementación BIM en despachos de arquitectura*. Najdeno 13. septembra 2017 na spletnem naslovu <http://casasolo.es/BIM-en-despachos-de-arquitectura/>

Cerovšek, T. (2013). *BIM LIFECYCLE // BIM FM*. BIM International Conference. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Dassault systèmes (2016). *End-to-end collaboration enabled by BIM level 3 (interno gradivo)*. Najdeno 1. junija 2017 na spletnem naslovu <https://www.3ds.com/fileadmin/Industries/Architecture->

Engineering-Construction/Pdf/Whitepapers/end-to-end-collaboration-enabled-by-BIM-level-3-white-paper-aec.pdf.

East, E. W. (2007). *Construction Operations Building Information Exchange (COBIE)*. Champaign: U.S. Army Engineer Research and Development Center.

Eastman, C., Fischer, D., Lafue, G., Lividini, J., Stoker, D. & Yessios, C. (1974). *An Outline of the Building Description System*. Pittsburgh: Carnegie Mellon University.

Gallaher, M. P., O'Connor, A. C., Dettbarn, J. L., Gilday, L. T. (2004, avgust). *Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry*. Maryland: National Institute of Standards and Technology.

Kanič, I., Leder, Z., Ujčić, M., Vilar, P. & Vodeb, G. (2009). *Bibliotekarski terminološki slovar*. Najdeno 24. marca 2018 na spletnem naslovu <http://www.termania.net/slovarji/85/bibliotekarski-terminoloski-slovar>

Karlshøj, J. (2011). *Information Delivery Manuals*. buildingSMART. Najdeno 21. aprila 2017 na spletnem naslovu <http://iug.buildingsmart.org/idms>

Košorok Gartner (2015). *BIM v KošorokGartner*. Najdeno 10. maja 2017 na spletnem naslovu <https://www.kosorokgartner.com/objave/bim>

Liebich, T., Amann, J., Borrmann, A., Chipman, T., Lebegue, E., Marache, M. & Scarponcini, P. (b.l.). *IFC alignment*. buildingSMART. Najdeno 11. februarja 2017 na spletnem naslovu <http://www.buildingsmart-tech.org/downloads/ifc/ifc5-extension-projects/ifc-alignment/ifcalignment-projectpresentation-cs-1>

Lockley, S. (b.l.). *Level 2 BIM on trial*. Najdeno 30. novembra 2017 na spletnem naslovu <https://www.bre.co.uk/filelibrary/events/BRE%20Events/BIM%20Conference%20Season/Level%20%20BIM%20on%20Trial%20-%201%20May/3-stage-2-Trial-outcomes.pdf>

McGraw Hill construction (2007). *SmartMarket Report: Interoperability in the construction industry 2007*. Massachusetts: McGraw-Hill Construction.

McPhee, A. (2013, 1. marec). *What is this thing called LOD*. Najdeno 30. marca 2017 na spletnem naslovu <http://practicalbim.blogspot.si/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html>

Mineer, D. (2015, 3. december). *Pros & Cons of Using a BIM Model for your Next Project*. Najdeno 30. januarja 2018 na spletnem naslovu <https://www.constructionmonitor.com/blog/2015/12/03/pros-cons-of-using-a-BIM-model-for-your-next-project/>

NBS-US, *National BIM Standard-United States* (2014). *What is BIM?*. Najdeno 26. januarja 2017 na <https://web.archive.org/web/20141016190503/http://www.nationalbimstandard.org/faq.php#faq1>

NBS, *National Building Specification* (2011). *Building Information Modelling Report March 2011*. Najdeno 19. februarja 2017 na spletnem naslovu <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-national-BIM-report-2011>

NBS, *National Building Specification* (2012). *NBS National BIM Report 2012*. Najdeno 19. februarja 2017 na spletnem naslovu <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-national-BIM-report-2012>

NBS, *National Building Specification* (2013). *NBS National BIM Report 2013*. Najdeno 19. februarja 2017 na spletnem naslovu <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-national-BIM-report-2013>

NBS, *National Building Specification* (2014). *NBS International BIM Report 2013*. Najdeno 20. februarja 2017 na spletnem naslovu <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-international-BIM-report-2013>

NBS, *National Building Specification* (2014). *NBS National BIM Report 2014*. Najdeno 19. februarja 2017 na spletnem naslovu <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-national-BIM-report-2014>

NBS, *National Building Specification* (2015). *NBS National BIM Report 2015*. Najdeno 19. februarja 2017 na spletnem naslovu <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-national-BIM-report-2015>

NBS, *National Building Specification* (2016). *NBS International BIM Report 2016*. Najdeno 20. februarja 2017 na spletnem naslovu <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-international-BIM-report-2016>

NBS, *National Building Specification* (2017). *NBS National BIM Report 2017*. Najdeno 20. februarja 2018 na spletnem naslovu <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-national-BIM-report-2017>

Nemec Pečjak, M. (2017). *Osnove informacijskega modeliranja gradenj (BIM)*. (Prva izdaja.) Ljubljana: samozaložba.

Phiri, M. (2016). *BIM in Healthcare Infrastructure: Planning, design and construction*. London: ICE Publishing.

Revit (2018, 11. februar). *Revit Secrets*. Najdeno 14. februarja 2018 na spletnem naslovu https://twitter.com/revit_secrets

Ryan, T. (2013 17. april). *Big Benefits from BIM*. Najdeno 26. januarja 2017 na spletnem naslovu <https://futurebuild.wordpress.com/2013/04/17/big-benefits-from-bim/>

Singh, P. (2014). *Exploring The BIM Dimensions !!*. Najdeno 23. februarja 2018 na spletnem naslovu <https://thebimhub.com/2014/11/28/exploring-the-BIM-dimensions/#.WqZC3DRG3mE>

siBIM, Slovensko združenje za informacijsko modeliranje gradenj (b.l.). *Cilji združenja*. Najdeno 9. marca 2017 na spletnem naslovu <http://sibim.si/o-zdruzenju/>

the BIM Hub (2014, 24. november). *History of Building Information Modelling*. Najdeno 10. januarja 2017 na spletnem naslovu https://thebimhub.com/2014/11/24/history-of-building-information-modelling/?li_source=LI&li_medium=sidebar-widget#.WqBCRzRG3mE

UK BIM Alliance (2016). *BIM in the UK: Past, Present & Future*. Najdeno 26. februarja 2017 na spletnem naslovu http://www.ukbimalliance.org/media/1050/ukbima_bimreview_past_present_future_20161019-1.pdf

Podatki o avtorjih

Sašo Kiraly je leta 2008 diplomiral na Fakulteti za strojništvo. Med letoma 2008 in 2018 je služboval kot razvojni konstruktor hitrotekočih vrat v podjetju Efaflex d.o.o. Leta 2018 je magistriral na Fakulteti za ekonomijo. Od leta 2018 pa dela kot razvojni konstruktor v podjetju Akrapovič d.d.



Dr. Aljaž Stare je zaposlen v podjetju Projekt 35. Je profesor, trener in svetovalec na področju projektne, procesne in strateškega managementa z več kot 30-letnimi delovnimi izkušnjami. Svojo kariero je začel kot razvijalec elektro-mehanskih naprav, kasneje pa je vodil različne vrste projektov: razvoj izdelkov, inženiring, prenovno procesov, IT, organiziral je konference in druge dogodke. 20 let že svetuje slovenskim podjetjem in usposablja managerje – delavnice je izvedel v več kot 110 slovenskih podjetjih z več kot 4.000 udeleženci. Predaval je na Ekonomski fakulteti ter Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo (Univerza v Ljubljani), Gea College Ljubljana in na Evropski pravni fakulteti (Nova univerza Nova Gorica). Je dolgoletni član Slovenskega združenja za projektni management, ki mu je predsedoval med letoma 2006 in 2010. Je avtor knjige *Projektni management: teorija in praksa* (2011) in projektnega bloga www.projektni-management.si.