



## Application of BIM Technologies in Object Planning and Design

---

Ljubo Marković and Ljiljana Milic Markovic

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

July 6, 2021



## PRIMENA BIM TEHNOLOGIJA U PROCESU PLANIRANJA I PROJEKTOVANJA OBJEKATA

### APPLICATION OF BIM TECHNOLOGIES IN OBJECT PLANNING AND DESIGN

LJUBO MARKOVIĆ<sup>1</sup>, LJILJANA MILIĆ MARKOVIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univerzitet u Prištini u Kosovskoj Mitrovici- Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, ljubo.markovic@pr.ac.rs

<sup>2</sup> Univerzitet u Banjoj Luci-ArHITEKTONSKO GRAĐEVINSKO GEODETSKI FAKULTET, Banja Luka,  
ljiljana.milic-markovic@aggf.unibl.org

**Rezime:** BIM (Building Information Modelling) podrazumeva izradu višedimenzionalnog informacionog modela objekta, koji se zasniva na osnovnom 3D modelu. U radu je ukazano na značaj primene BIM tehnologije u građevinarstvu i njenu ulogu u procesu planiranja i projektovanja objekata. Nabrojane su mogućnosti upotrebe BIM-a u svakom od ovih procesa (planiranja i projektovanja), kao i koristi koju primena BIM tehnologija donosi u tim procesima. Istaknuta je uloga i značaj primene BIM tehnologije u komunikaciji i deljenju informacija između učesnika u projektu - investitora, projektanta, projektnih timova.

**Ključne reči:** BIM, informacioni model, građevinarstvo, planiranje, projektovanje, objekat, komunikacija.

**Abstract:** Building Information Modelling (BIM) means developing of multi-dimensional information model of a building, which is established on a basic 3D model. The paper presents the significance of BIM (Building Information Modelling) technology in civil engineering and its role in the process of planning, and designing of a building. The possibilities of using BIM in each of these processes (planning and design) are listed, as well as the benefits that the application of BIM technologies brings in these processes. The role and importance of the application of BIM technology in communication and information sharing between project participants - investors, designers, project teams were emphasized.

**Keywords:** BIM, information model, civil engineering, planning, designing, building, communication

## 1. UVOD

Kompleksnost procesa projektovanja i realizacije projekata u građevinarstvu neprestano se povećava pod uticajem ubrzanih ekonomskih, političkih i socijalnih promena, tehnološkog napretka, kao i zahteva za poboljšanje energetske efikasnosti. Povećanjem obima i veličine građevinskog projekta povećava se i broj učesnika u procesu projektovanja i građenja. Zato je u timu za realizaciju građevinskog projekta veoma važno istaći potrebu za multidisciplinarnom saradnjom i efikasnim donošenjem odluka, kako bi se ispunili svi funkcionalni, tehnički, ekonomski i ekološki ciljevi projekta. Ovako postavljeni ciljevi zahtevaju nove metode planiranja i primenu IT alata kako bi se svladala složenost projekata i upravljanje znanjima u timu. Vodeća metodologija koja objedinjuje takve procese je BIM (eng. Building Information Modeling). BIM je revolucionarna tehnologija i proces koji ima ulogu da brzo transformiše način na koji su objekti zamišljeni, dizajnirani, konstruisani i izvedeni (Hardin 2009).

## 2. BIM (Building Information Modeling)

BIM kao savremena metoda modelovanja u građevinarstvu predstavlja alat za poboljšanje i povećanje mogućnosti isporuke projekata i smanjenje fragmentacije u građevinskoj industriji. BIM predstavlja zajedničku bazu znanja za sve učesnike na projektu (arhitekte, inženjere građevinarstva, geodezije, mašinstva i elektrotehnike) (Latiffi *et al.* 2014). Svi podaci o projektu tokom njegovog životnog ciklusa (od ideje o izgradnji do korišćenja i rušenja), obuhvaćeni su tim parametarskim modelom. BIM obuhvata upravljanje informacijama o planiranju, projektovanju i građenju u obliku digitalnih prezentacija prostornih i funkcionalnih karakteristika, uključujući interdisciplinarnu razmenu podataka između različitih aktera (projektnih timova) zaduženih za različite faze realizacije projekta. Zahvaljujući tehnološkim prednostima BIM alata, razvile su se brojne mogućnosti za primenu različitih alata za projektovanje i simulaciju, koje su

najpovoljnije za izvođenje projekta od njegove najranije faze pa sve do kraja životnog ciklusa izgrađenog objekta (NBIMS 2010).

BIM pristup primjenjuje se u svim životnim fazama građevinskih projekata i omogućava:

- bolje i jasnije razumevanje postavljenih ciljeva projekta,
- podršku u procesima donošenja odluka,
- vizualizaciju projektnih rešenja,
- poboljšanja u procesu projektovanja i koordinacije projekata,
- rano uočavanje potencijalnih grešaka na projektu,
- detaljne analize,
- brze izmene i lakše upravljanje promenama,
- povećanje i osiguravanje kvaliteta građevinskih procesa i konačnog proizvoda,
- efikasnost procesa u fazi građenja,
- povećanje sigurnosti u fazi građenja,
- podršku u analizi životnog ciklusa i troškova projekta (Belgian Guide 2015).

Karakteristično za BIM pristup je sigurna, nesmetana i stalna komunikacija i saradnja između saradnika i faza projekta. Za tu svrhu je organizacija Building Smart razvila IF (eng. Industry Foundation classes) – nezavisni format za razmenu podataka među saradnicima koji se koriste različitim softverima, softverskim platformama i verzijama (Strategy paper 2011). Reč je o formatu datoteke koji je otvoren, neutralan i objektno usmeren, koji doprinosi interoperabilnosti građevinskog projekta. Zbog toga je IFC najčešće korišćen format koji teži da postane svetski standard za razmenu BIM podataka - registrovan je kao standard ISO/PAS 16739 (Strategy paper 2011).

### 3. PRIMENA BIM TEHNOLOGIJA

Dosadašnji način projektovanja podrazumevao je kreiranje objekta u 2d ravni (osnove, karakteristični preseki, izgledi). Proces počinje izradom idejnog projekta, glavnog projekta i građevinske dokumentacije. Svaki korak je završen pre nego što počne sledeći. s tehnološkim napretkom, CAD se razvio i stvoren je 3D CAD (AutoCad-a i ArhiCad-a softveri koji omogućavaju 3D projektovanje). Dalji napredak tehnologije zamenio je CAD tehnologiju BIM tehnologijom, čija je baza 3D model na koji se vežu i razvijaju dodatne dimenzije - vreme (4D), troškovi (5D), održivosti i potrošnja energije (6D), upravljanje i održavanje objekta (7D).

#### 3.1. Primena bim tehnologija u procesu planiranja

U procesu planiranja BIM tehnologije se mogu upotrebiti za: (Hichri *et al.* 2013)

- Prostornu analizu potencijalnih lokacija objekta (eng. Site Analysis) - proces u kome se BIM/GIS alati koriste za ocenu podobnosti određene lokacije radi određivanja optimalne lokacije za budući objekat. Prvo se prikupljaju podaci za izbor lokacije, a zatim se na izabranu lokaciju postavlja objekat u skladu sa ostalim zahtevima definisanim u projektnom zadatku. Primena BIM tehnologija omogućava lakše donošenje odluke o tome zadovoljava li potencijalna lokacija kriterijume u skladu sa projektnim zahtevima, tehničkim i finansijskim ograničenjima.
- Analizu prostorne interpolacije objekta (eng. Programming) - proces u kome se BIM model primenjuje kako bi se analiziralo i procenilo projektno rešenje u odnosu prema prostornim ograničenjima i zahtevima. Razvijeni BIM model omogućava projektnom timu analizu prostora i bolje razumevanje složenosti prostornih odnosa i zahteva. U ovoj fazi se donose ključne odluke, koje daju najveći doprinos projektu, jer se potrebe i varijante tek dogovaraju s naručiocem- Investitorom (analiza najboljeg pristupa).
- Snimanje postojećeg stanja (eng. Existing Conditions Modeling) - proces u kome projektni tim razvija BIM model postojećeg stanja lokacije, postojećih objekata na lokaciji ili određenog dela postojećeg objekta. Ovaj model može se razviti na nekoliko načina: primenjujući tehnologiju laserskog skeniranja (eng. Point Cloud) ili konvencionalnih tehnologija geodetskog snimanja, u zavisnosti od toga šta je potrebno, prikladno i najefikasnije. Nakon što je model izrađen, iz njega se mogu izvlačiti informacije za druge primene BIM tehnologije. Potencijalne koristi od primene BIM tehnologije u ovom procesu su: veća tačnost i preciznost u snimcima postojećeg stanja; pomoć u budućem modelovanju i 3D koordinaciji projekta; tačne informacije o trenutnom stanju izvedenih radova; procena količina izvedenih radova daje se u stvarnom vremenu; pruža detaljne informacije o stanju lokacije; prikladno je za potrebe vizualizacije.

### 3.2 Primena BIM tehnologija u procesu projektovanja

U procesu projektovanja BIM tehnologije igraju važnu ulogu prilikom:

- Analize predloženih projektnih rešenja (eng. Building System Analysis) - proces u kome se analizira i ocenjuje kako se ponaša objekat u zavisnosti od predloženog projektnog rešenja. To može da uključuje analizu mašinskih sistema i količine potrošnje energije. Drugi aspekti takve analize uključuju, ali nisu na njih ograničeni, analizu prirodnog i veštačkog osvetljenja, uređaje za grejanje i klimatizaciju (eng. CFD, Computational Fluid Dynamics). Potencijalne koristi od ove analize ogledaju se u proveru karakteristika predloženih rešenja tako da budući objekat što više zadovoljava postavljene projektne zahteve i zahteve održivosti, identifikaciji mogućnosti modifikacije sistema radi bolje efikasnosti, izrada „što ako“ scenarija primenom različitih materijala radi poboljšanja efikasnosti.
- Projektovanja i dizajna (eng. Design Authoring) - proces u kome se koristi BIM kao softver kako bi se razvio BIM model na osnovu postavljenih zahteva bitnih za dizajn objekta. Dva osnovna skupa softverskih rešenja čine jezgro BIM procesa projektovanja - softverska rešenja za projektovanje u BIM tehnologiji i softverska rešenja za kontrolu i analize. Softverskim rešenjima za projektovanje stvaraju se BIM modeli, a softverska rešenja za kontrolu i analize koriste se za proučavanje ili dodavanje dodatnih informacija u model. Softverska rešenja za projektovanje prvi su korak u BIM-u i ključni za povezivanje 3D modela sa bazom karakteristika i količina materijala, sredstava i metoda rada i troškova. Koristi od primene BIM tehnologija u ovom koraku su: jasnija prezentacija projekta svim učesnicima; bolja kontrola i kontrola kvaliteta projekta, troškova i vremenskog planiranja; detaljnija vizualizacija dizajna; saradnja između učesnika na projektu i BIM korisnika (Arayici *et al.* 2012)..
- Inženjerske analize (eng. Engineering Analysis) - proces u kome se softversko rešenje za inženjerske analize koristi BIM modelom kako bi se odredila najefikasnija inženjerska metoda u skladu sa specifičnim zahtevima projekta. Razvoj ovih informacija predstavlja osnovu za ono što će se prezentovati investitoru ili korisniku objekta (npr. energetska analiza, analiza konstrukcije, planiranje evakuacijskih puteva itd.). Rezultati dobijeni softverskim rešenjima za analize i simulacije pomažu u donošenju boljih odluka tokom projekta čime se znatno mogu poboljšati performanse objekta u fazi eksploatacije. Koristi od primene BIM modela su: preciznije analize; ušteda vremena i troškova; postizanje optimalnog, energetski efikasnog projektnog rešenja dobijenih analizom; povećanje kvaliteta i smanjenje ponavljajućeg rada; brži povrat investicije (Tomek *et al.* 2014).
- Višedimenzionalne 3D koordinacije (eng. 3D Coordination) - proces kome se, tokom koordinacije u fazi projektovanja, primenjuje softversko rešenje za određivanje mogućih kolizija pri građenju, poređenjem 3D modela različitih elemenata i/ili sistema građevine. Cilj određivanja kolizija je da se otklone glavne neusaglašenosti i potencijalni konflikti između građevinskih sistema pre samog građenja. Potencijalne koristi od primene BIM modela su: koordinacija građevinskog projekta uz pomoć modela; preciznija projektna dokumentacija; vizualizacija građenja; smanjenje i eliminacija kolizija na gradilištu, što znatno smanjuje neplanirane radove i troškove u poređenju s drugim metodama; povećanje produktivnosti na gradilištu; niža cena građenja ili potencijalno manje povećanje cene (npr. manje zahteva za izmenama).
- Procene usklađenosti s propisima (eng. Code Validation) - proces u kome se, primenom odgovarajućeg softverskog rešenja, proveravaju parametri modela u smislu usklađenosti sa primenjenim propisima. Procena usklađenosti sa propisima trenutno je još u ranim fazama razvoja u SAD-u i nije u široj upotrebi u svetu. Kako alati za procenu usklađenosti i s propisima svaki dan napreduju, očekuje se njihova sve veća primena u građevinskoj industriji. Potencijalne koristi od primene BIM modela u fazi procene usklađenosti s propisima su: ocenu da li projektno rešenje zadovoljava specifične propise i norme (npr. pravilnik o otpornosti na požar i drugi propisi koji se primenjuju na projektu); u ranim fazama projektovanja smanjuje se mogućnost grešaka u projektu i propusta koji mogu prouzrokovati veliki utrošak vremena ili biti vrlo skupi za korekciju u kasnijim fazama projektovanja ili u fazi građenja; daje kontinuirane povratne informacije o usklađenosti s propisima; smanjuje se utrošak vremena pri pregledu i odobravanju projektno dokumentacije (Tomek *et al.* 2014).
- Procene održive gradnje (eng. Sustainability Evaluation) - proces u kome se projekat izrađen BIM tehnologijom ocenjuje na osnovu zahteva za održivom gradnjom. Taj proces treba sprovoditi u svim fazama projekta, od pokretanja i planiranja, tokom faze projektovanja, faze građenja i tokom eksploatacije objekta. Primenom elemenata održive gradnje u projektu tokom faze planiranja i ranih

faza projektovanja može se najviše uticati na ishod projekta u kasnijim fazama. U sveobuhvatnom procesu mora saradivati više struka u ranim fazama kako bi različiti stručnjaci dali primedbe i smernice. Jednostavnija interakcija, saradnja i koordinacija članova tima u ranim fazama projektnih procesa smatraju se ključnim u projektima koji obuhvataju i održivu gradnju. Da bi se postigli sertifikati održive gradnje, sertifikacijski procesi zahtevaju proračune, dokumentaciju i provere. Energetske simulacije, proračuni i izrada dokumentacije može se sprovesti unutar integrisanog okruženja tek pošto što su jasno dodeljene dužnosti i odgovornosti. Primena BIM modela u ovoj fazi omogućava ranu i pouzdanu procenu alternativnih projektnih rešenja; dostupnost ključnih informacija pomaže u efikasnom rešavanju problema kada je reč o troškovima i planiranju vremena realizacije; skraćuje se proces projektovanja; utiče se na poboljšanje kvaliteta projekta, smanjuje se količina projektne dokumentacije čime se utiče na ubrzavanje procesa sertifikacije (pripremljeni proračuni mogu se koristiti za ocenjivanje u procesu sertifikacije izgrađenog objekta); optimizuju se performanse objekta boljim energetske upravljanjem, daje se prednost ekološkoj i energetski efikasnoj gradnji.

- Pregleda i ocenjivanja uspešnosti projektnog rešenja (eng. Design Reviews) - proces u kome učesnici na projektu mogu nakon pregleda BIM modela da daju svoje sugestije i primedbe na osnovu sagledavanja i vrednovanja različitih aspekata projektnog rešenja. Ti aspekti uključuju ocenjivanje rešenja projektnog zadatka, estetike prostora i rasporeda, osvetljenja, sigurnosti, ergonomije, akustike, teksture, boja itd. Primena BIM tehnologije može se sprovesti korišćenjem kompjuterskog softvera ili uz pomoć specijalnih tehnika - virtuelne stvarnosti (VR) (eng. Virtual Reality) ili dopunjene stvarnosti (AR) (eng. Augmented Reality). Virtuelni pregled projektnog rešenja moguće je izvesti sa različitim stepenima detaljnosti, sve u zavisnosti od potreba ili trenutne faze u kojoj se projekat nalazi (npr. izrada detaljnog modela čitavog objekta ili nekog njegovog dela, kako bi se brže analiziralo i ocenilo projektno rešenje i eventualno našla alternativa i rešili problemi koji mogu nastati primenom tog rešenja). Primena BIM modela u ovoj fazi omogućava izbegavanje nepotrebnih troškova izrade skupih tradicionalnih i vremenski zahtevnih maketa objekta - različita i alternativna projektna rešenja mogu se jednostavno modelovati i promeniti u realnom vremenu tokom pregleda modela na osnovu primedbi i sugestija dobijenih od krajnjih korisnika ili vlasnika objekta; kraći je i efikasniji proces pregleda i ocenjivanja projektnog rešenja (npr. BIM model može se koristiti kako bi se pregledali i analizirali elementi protivpožarnog sistema ili razmotrila alternativna rešenja puteva evakuacije); jednostavnija je komunikacija sa investitorom, izvođačem ili krajnjim korisnicima; poboljšana koordinacija i komunikacija između projektnih timova za rezultat ima bolju atmosferu u toku realizacije projekta.
- Količine i procene troškova (eng. Cost Estimation – 5D Modeling) - proces u kome se BIM model koristi za izračunavanje potrebnih količina materijala sa ciljem procene troškova u svim fazama projekta (5D model). Taj proces omogućava projektnom timu uvid u to kako njihove promene projektnog rešenja utiču na troškove svih faza projekta, a može pomoći u optimizaciji (smanjenju) troškova, odnosno u postizanju zadatih ciljeva projekta za istu ili nižu cenu. Na troškove se najviše može uticati izmenama u projektnom rešenju u ranijim fazama projekta. Primena BIM modela u ovoj fazi omogućava precizno izračunavanje potrebnih količina materijala i/ili elemenata i na osnovu toga detaljnu izradu predračuna; bolja vizualna prezentacija projekta i građevinskih elemenata za koje je potrebno izračunati količine (kao informacija investitoru, od ranih faza projekta kada su podloga za donošenje odluka, do faze građenja u kojima se vide promene količina tokom građenja); ušteda vremena pri izradi predračuna; povezivanje s vremenskim planom građenja, odnosno povezivanje sa 4D BIM modelom koji omogućava praćenje troškova tokom građenja; jednostavnije istraživanje koje pokazuje jesu li različita projektna rešenja unutar predviđenog budžeta; s obzirom da proces ima vizuelnu komponentu, omogućava jednostavniju kontrolu procenjenih količina i troškova.

#### 4. ZAKLJUČAK

Danas se u građevinarstvu sve veći naglasak stavlja na pitanje održivog planiranja i projektovanja objekata. Metoda BIM (eng. Building Information Modeling) omogućava postizanje održivosti u tim postupcima i to prikupljanjem relevantnih informacija i njihovo grupisanje u jednom koordiniranom modelu. BIM sa sobom donosi velike organizacione i tehnološke promene, a sve u cilju ostvarivanja koristi za sve učesnike na građevinskom projektu.

BIM predstavlja izgradnju digitalnog integrisanog modela (informacija) postojećeg ili budućeg izgrađenog objekta. Ako se efikasno koristi, BIM pristup pruža priliku za znatno poboljšanje tradicionalnih metoda planiranja i projektovanja, čime se smanjuje mogućnost skupih izmena na projektu, a investitoru se

otvaraju višestruke mogućnosti kontrole i učestvovanja u samom projektu. Osim toga, BIM pristup omogućava ponovnu upotrebu podataka u više svrha, uključujući građenje i održavanje objekta. Time BIM pristup definiše novi, moderniji i proaktivniji pristup upravljanju objektima u građevinarstvu.

BIM u globalnim okvirima već dugo postoji, konstantno se razvija i u poslednjih 20-ak godina je brzo evoluirao. Međutim, nivo primene BIM-a u građevinarstvu u Srbiji još uvijek je prilično nizak - trenutna percepcija je u okvirima trenda koji 'tek dolazi'.

S obzirom da je građevinarstvo u svakoj državi pokazatelj ali i pokretač ekonomije, jasno je da i državni organi treba da bude zainteresovani za što bržu implementaciju BIM tehnologije u građevinskim projektima.

## LITERATURA

- [1] Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagiogluo, M. (2012). BIM Adoption and Implementation for Architectural Practices. London: Prentice Hall.
- [2] BIM Overlay to the RIBA Outline Plan of Work (2012). Dale Sinclair.
- [3] Building Information Modeling – Belgian Guide for the construction Industry (2015). ADEB-VBA: Brussel.
- [4] COBie Data Drops - Structure, uses examples (2012). Cabinet office – BIS. Department for Business Innovation & Skills – BIM. Management for Cost & Carbon Improvement - Ministry of justice – ECS.
- [5] East, E.,W., Brodt, W. (2007). BIM for construction handover. Journal of Building Information Modeling (JBIM). National Institute of Building Sciences.
- [6] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to the Building Information Modeling for Owners, Managers, Desingers, Engineers and Contractors. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc.
- [7] Hardin, B. (2009). BIM and Construction Management. Indianapolis: Wiley Publishing, IN
- [8] Hichri, N., Stefani,C., De Luca, L., Veron, P., Hamon, G. (2013). From point cloud to BIM: a survey of existing approaches. XXIV International CIPA Symposium. Strasbourg. France.
- [9] Latiffi, A., A., Brahim, J., Fathi, M.,S. (2014). The Development of Building Information Modeling (BIM) Definition. Applied Mechanics and Materials, 567, 625-630.
- [10] Marković, Lj., Milic Markovic, Lj. (2020). BIM u građevinarstvu. XLVII International Symposium on Operational Research SYM-OP-IS 2020. Septembar 20–23, 327-333.
- [11] NBIMS (2010). National Building Information Modeling Standard. [http://www.wbdg.org/pdfs/NBIMsv1\\_p1.pdf](http://www.wbdg.org/pdfs/NBIMsv1_p1.pdf)
- [12] Strategy Paper for the Government Construction Client Group From the BIM Industry Working Group (2011). <https://www.cdbb.cam.ac.uk>.
- [13] Tomek, A., Matejka P. (2014). The impact of BIM on risk management as an argument for its implementation in a construction company. Creative Construction Conference: Procedia Engineering, 85, 501 – 509.
- [14] Wang, X., Love., P.E.D. (2012). BIM+ AR: Onsite information sharing and communication via advanced visualization. 16th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 850-855.