

DOI: <https://doi.org/10.31534/CO/ZT.2018.15>

## Primjena i integracija sustava BIM i ERP u građevinarstvu

Sonja Kolarić<sup>1</sup>, Mladen Vukomanović<sup>1</sup>

(1) Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Republika Hrvatska, {skolaric;  
mvukoman}@grad.hr

### Sažetak

Neprestani razvoj *Building Information Modeling* (BIM) sustava, koji omogućuju stvaranje baze podataka pojedinog projekta, te *Enterprise Resources Planning* (ERP) sustava, koji omogućuju upravljanje bazama podataka svih projekata u kojima poduzeće posluje, pridonose njihovoj širokoj primjeni. Kontrola izvedbe projekta često se obavlja na temelju procijenjenih podataka iz projektne dokumentacije koji nisu jednaki naručenim, ugrađenim te naplaćenim količinama. Dakle, podaci unutar projekta neće biti ažurni niti točni ako se ne povežu s računovodstvenim podacima unutar poduzeća. Problem je prepoznat i u praksi te se razvijaju modeli integracije sustava BIM i ERP koji su u ovom radu analizirani i uspoređeni. Rezultati pokazuju da su trenutni modeli integracije vezani za specifične sustave te da se BIM tehnologija ne primjenjuje u punom obliku. Buduće će istraživanje stoga obuhvatiti određivanje varijabli projekta i poduzeća koje utječu na modeliranje standardnog protoka informacija među sustavima.

*Ključne riječi: BIM, ERP, građevinarstvo, integracija sustava BIM i ERP*

## Application and integration of BIM and ERP systems in civil engineering

### Abstract

Continuous development of Building Information Modeling (BIM) systems, which enable the creation of a single project database, and Enterprise Resources Planning (ERP) systems, which enable database management of all company's projects, contribute to their wide application. Project execution control is often based on estimated project documentation data which are not the same as the ordered, built and charged quantities. Hence, the data in the project will not be accurate if they do not correlate with the company's accounting data. The problem has also been recognized in practice why integration models of BIM and ERP systems have been developed which are analysed and compared in this paper. The results show that current integration models have been related to specific systems and that BIM technology has not been fully applied. Future research will, therefore, include the determination of project and company variables that influence the standard flow information modelling between systems.

*Keywords: BIM, ERP, civil engineering, BIM and ERP systems integration*

## 1. Uvod

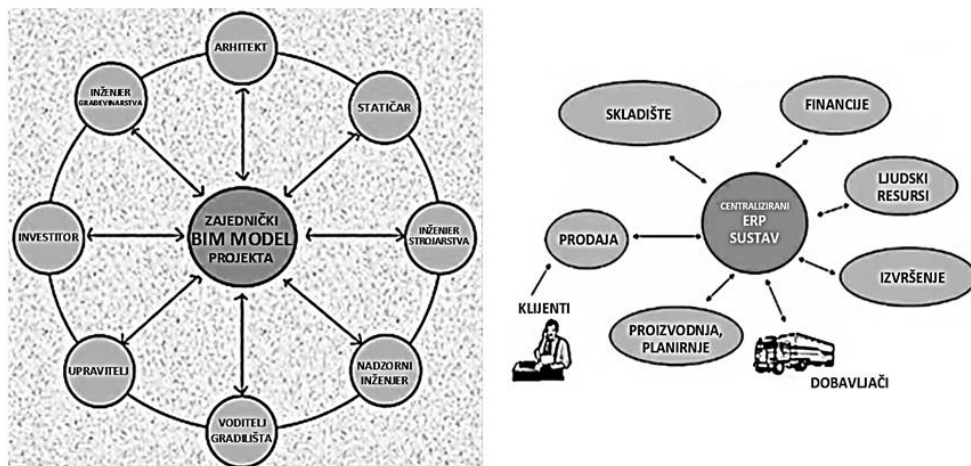
Građevinska poduzeća svoje poslovanje baziraju na troškovno, vremenski i lokacijski varijabilnim projektima koji za svoje izvršenje troše različite resurse dostupne unutar i izvan promatranog poduzeća [1, 2]. Svako građevinsko poduzeće nastoji ostvariti ravnotežu između unutarnjih kapaciteta i stvarnog rada, uz maksimalno iskorištenje vlastitih resursa [1, 2]. U cilju ostvarenja navedenog, informatizacija je zahvatila građevinsku industriju te se trenutno primjenjuje mnogo specijaliziranih računalnih aplikacija u svrhu planiranja, kalkulacije, statičke analize, proračuna fizike zgrade, itd. Razvojem *Building Information Modeling* (BIM) tehnologije, takav se razvoj usmjerava prema jednom konceptu koji objedinjuje rad svih sudionika projekta [3]. Budući da je jedan projekt samo manji segment čitavog poslovanja građevinskog poduzeća, uz BIM sustave, primjećuje se sve veća primjena *Enterprise Resource Planning* (ERP) sustava koji daju podršku pravilnom poslovanju poduzeća [3]. Dakle, primjena BIM sustava omogućuje stvaranje baze podataka pojedinog projekta, dok primjena ERP sustava omogućuje upravljanje bazama podataka svih projekata u kojima promatrano poduzeće posluje, a što će se ovim člankom detaljnije prikazati. U drugom će se poglavlju objasniti pojmovi koncepata i sustava BIM i ERP te njihova primjena u građevinarstvu. U trećem će se poglavlju objasniti potreba za povezivanjem razmatranih sustava te će se analizirati i usporediti dosadašnji modeli integracije sustava BIM i ERP. Na kraju će se iznijeti zaključak analize modela te smjer budućeg istraživanja.

## 2. Primjena sustava BIM i ERP u građevinarstvu

BIM koncept predstavlja općeprihvaćen koncept koji grupira i polako zamjenjuje dosadašnje alate i pristupe u projektiranju, statičkoj analizi, vremenskom planiranju, procjeni troškova, upravljanju projektima, itd. [3, 4]. Pritom se u centru svakog projekta nalazi BIM model (Slika 1, lijevo [5]), odnosno zajednička baza podataka koja povezuje sve sudionike u projektu. Svaki sudionik projekta korištenjem vlastitog BIM sustava (koji podržava BIM standard) nadopunjuje BIM model koji se napredovanjem projekta ažurira, prati i kontrolira [3]. BIM standardi [6] (npr. *Industry Foundation Classes* (IFC, ISO 16739), BS 1192:2007, PAS 1192-5:2015, itd.) omogućuju praktičnu primjenu BIM-a, a razvijaju ih brojne organizacije (npr. *International Organization for Standardization* (ISO), *buildingSMART*, *British Standards Institution* (BSI), itd.). Koristi implementacije BIM koncepta su brojne: smanjenje grešaka i propusta; povećanje suradnje između sudionika tijekom raznih faza projekta; smanjenje ponovnog rada, troškova i trajanja izvedbe itd. [3, 4, 7]. Važnost i koristi BIM tehnologije prepoznale su brojne svjetske države zbog čega je primjena BIM-a u mnogim zemljama postala zakonska obveza [3, 4].

ERP koncept podrazumijeva efektivno planiranje i kontrolu resursa unutar poduzeća povezivanjem i automatizacijom svih poslovnih procesa korištenjem ERP sustava (Slika 1, desno [8]) koji sve odjele poduzeća povezuje u jednu integralnu cjelinu [9]. ERP sustavi razvili su se za potrebe proizvodnje i praćenja lanca opskrbe, no danas se koriste u većini srednjih i velikih poduzeća [1, 2]. Zbog specifičnosti građevinske industrije (orijentiranost na

projekte), prilagođeni su njenim specifičnostima i to tako da su razvijeni specifični moduli [2] za potrebe građevinarstva kao npr. natječaji (ponude), kontrola projekta, upravljanje podizvođačima, projektiranje i inženjerstvo, vremensko planiranje, itd.



Slika 1. Okosnica BIM (lijevo) [prilagođeno prema 5] i ERP (desno) [prilagođeno prema 8] koncepta

### 3. Integracija sustava BIM i ERP u građevinarstvu

Kako je prethodno pojašnjeno, BIM model formira se za potrebe svakog pojedinog projekta i predstavlja kompleksnu okolinu koja povezuje sve ključne sudionike projekta. Iako je kompleksan, jedan je projekt samo mali segment čitavog poslovanja poduzeća te je podatak svakog projekta (pojednog BIM modela) potrebno povezati ERP sustavom [10, 11, 12]. Takva integracija omogućuje nesmetano odvijanje procesa u svakom od sustava, razmjenu informacija između sustava te praćenje poslovanja poduzeća (centra) [10, 11, 12]. Također, obradom podataka bi se moglo utjecati na poslovanje poduzeća u budućim projektima. Predstavljeno problem prepoznat je i u praksi [10, 11, 12] zbog čega se razvijaju modeli integracije sustava BIM i ERP. Neki su od njih predstavljeno u nastavku.

Prvi model je model CERP sustava unutar kojeg je povezanost poslovnih procesa te sudionika projekta ostvarena korištenjem jednog integriranog informacijskog sustava s centraliziranom bazom podataka [2]. Drugi model integrira CAD i ERP sustave s gradilištem tako da se BIM model definira pomoću CAD alata (informacije o prostoru) i aplikacije *Microsoft Project* (informacije o vremenu) te takav određuje procese u ERP sustavu [13, 14]. Treći razmatrani model je upravljanje lancem opskrbe automatiziranim sustavom praćenja izvršenja projekta temeljenim na 4D BIM modelu (nakon izvršenja dijela projekta, prikupljaju se i sintetiziraju podaci o stvarno izvedenom stanju, BIM model se revidira te se procesi u ERP sustavu mijenjaju u skladu s potrebama) [15]. Četvrti model integrira BIM, ERP i sustav za upravljanje životnim ciklusom proizvoda (engl. Product Lifecycle Management (PLM) sustav) [16]. U tom se modelu BIM sustav koristio za stvaranje baze podataka iz koje su se podaci prenosili u PLM sustav te je kasnije zamišljena integracija PLM i ERP sustava [16].

Peti [17], šesti [18] i sedmi [19] modeli integracije su modeli softverskih kompanija pri čemu INTELSYS povezuje BIM softvere *Revit* i *Navisworks* s ERP softverom *SAP* [17]; *Vico* kompanija nudi dvosmjernu komunikaciju između BIM softvera *Vico Software 5D* i ERP sustava [18]; *OliiO Technologies* predlaže model u kojem se ERP sustav (*Oracle*, *Epicor*, *Microsoft Dynamics*) puni odvijanjem poslovnih procesa te se prilagodbom mreže, informacije šalju u BIM model (*Revit*) i definiraju buduće projekte (projektiranje, planiranje, itd.) [19].

Opisani su modeli analizirani te uspoređeni prema kriterijima analize i usporedbe, a rezultati su prikazani u Tablici 1. Kriteriji su sljedeći: (1) validacija (verifikacija) modela; (2) korištenje BIM koncepta u punom obliku (interoperabilnost, kolaboracija, podržavanje IFC standarda...); (3) ostvarenje inicijalno postavljenog modela; (4) ograničenost modela na specifične BIM i/ili ERP sustave; (5) definiranje detaljnog protoka informacija putem sustava (vrsta informacije, trenutak prijenosa informacije...) modela. U tablici *da* znači da je postavljeni kriterij ostvaren, *ne* da postavljeni kriterij nije ostvaren, *+/-* da je postavljeni kriterij djelomično ostvaren, dok *-* znači da u izvoru nema podataka o postavljenom kriteriju. Za bolje shvaćanje rezultata vezanih za četvrti kriterij, napominjemo da u tablici *ne* znači da model nije ograničen, dok *da* znači da je razmatrani model ograničen na specifične BIM i/ili ERP sustave.

**Tablica 1.** Analiza i usporedba modela integracije sustava BIM i ERP

Autor (godina)	Model integracije	Kriteriji analize i usporedbe modela				
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Tatari i dr. (2008.)	CERP [2]	-	-	-	-	-
Čuš-Babić i dr. (2010., 2014.)	CAD, ERP, gradilište [13, 14]	da (jednostavni procesi u poduzeću)	Ne	da	-(CAD, ERP), da (gradilište)	da
Rebolj i dr. (2008.)	Upravljanje lancem opskrbe [15]	da (jednostavni procesi u poduzeću)	Ne	ne	-	da
Holzer (2016.)	BIM, ERP, PLM [16]	da (jednostavni procesi u poduzeću)	Ne	ne	da	+/-
INTELSYS (2017.)	BIM, ERP [17]	-	-	-	da	+/-
Vico Software (2017.)	BIM, ERP [18]	-	-	-	da	+/-
OliiO Technologies (2017.)	BIM, ERP [19]	-	-	-	da	+/-

Iz Tablice 1 je vidljivo kako je model CERP sustava teorijski postavljen model koji nije razrađen u detalje (ni jedan postavljeni kriterij nije razrađen). Također, jednim informatičkim sustavom teško se može ostvariti integracija poslovanja svih sudionika, praćenje izvršenja

projekta te sagledavanje utjecaja na svako pojedino poduzeće. Drugi model integracije CAD i ERP sustava s gradilištem verificiran je u poduzeću s jednostavnijim poslovnim procesima (jedno poduzeće projektira, proizvodi i montira predgotovljene elemente) što zahtijeva daljnju analizu modela kod primjene u kompleksnoj okolini. Također, u drugom razmatranom modelu integracije, BIM model ne predstavlja glavno mjesto pohrane podataka, inicijalni model nije ostvaren, no protok informacija je jasno definiran. Nadalje nema podataka o ograničenosti modela na specifične CAD ili ERP sustave, dok je za komunikaciju s gradilištem, model ograničen na *Microsoft Project* aplikaciju. Model upravljanja lancem opskrbe također je verificiran u poduzeću s jednostavnim poslovnim procesima, no nije mogao biti posve primijenjen u praksi jer zahtijeva visoki stupanj informatizacije poduzeća te primjenu BIM sustava u cijelosti. U opisu modela nema podataka je li model ograničen na specifične sustave, no protok informacija je jasno i detaljno definiran. Četvrti model je model integracije BIM, ERP i PLM sustava verificiran u poduzeću koje projektira, proizvodi i montira predgotovljene elemente (jednostavni poslovni procesi). U inicijalnom modelu nije zamišljena implementacija BIM-a u potpunosti zbog čega inicijalni model nije mogao biti ostvaren. Štoviše, nedostaci PLM sustava zahtijevali su zamjenu BIM sustava (*Revit*) CAD sustavom (*Inventor*) kako bi se projekt mogao dovršiti. Konačno, povezanost između BIM i ERP sustava nije ostvarena, model je ograničen na specifične sustave, dok je protok informacija definiran, no ne detaljno, što je također bio jedan od problema provedbe modela. Modeli softverskih kompanija (*INTELSYS*, *Vico Software 5D*, *OliIO Technologies*) su nepotpuni i ograničeni radom vlastitog softvera ili softvera kompanije s kojom surađuju te su predstavljeni i definirani više u svrhu marketinga, a ne njihove detaljne analize.

#### 4. Zaključak

Analizom i usporedbom postojećih modela integracije BIM i ERP sustava pokazano je kako se koncept BIM tehnologije u većini modela ne primjenjuje u svom punom obliku, već predstavlja samo centraliziranu bazu podataka i mjesto komunikacije sudionika projekta te da su trenutna rješenja integracije sustava BIM i ERP vezana za specifične sustave [11, 12]. Stoga zaključujemo kako standardni protok informacija kroz sustave još uvijek nije definiran. Drugim riječima, kontrola izvedbe projekta se obavlja na temelju prvotnih procijenjenih podataka iz projektne dokumentacije koji nisu jednaki uistinu naručenim, ugrađenim te naplaćenim količinama. Dakle, podaci unutar projekta odvajanjem navedenih sustava nikada nisu ažurni niti točni. Buduće istraživanje će u skladu s tim obuhvatiti razvoj i modeliranje standardnog protoka informacija među sustavima te modeliranje komunikacije između poduzeća i projekta. Pritom će se detaljnom analizom stvarnih projekata odrediti varijable projekta i poduzeća koje utječu na definiranje standardnog modela integracije (npr. tip projekta, model ugovaranja...) te varijable za praćenje utjecaja primjene modela integracije na projekt i poduzeće.

## Literatura

- [1] Shi, J.J., Halpin, D.W.: Enterprise resource planning for construction business management, *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(2), pp. 214-221, 2003, doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2003)129:2(214).
- [2] Tatari, O., Castro-Lacouture, D., Skibniewski, M.J.: Performance evaluation of construction enterprise resource planning systems, *Journal of Management in Engineering* 24(4), pp. 198-206, 2008, doi: 10.1061/(ASCE)0742-597X(2008)24:4(198).
- [3] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K.: *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. John Wiley & Sons, 2011.
- [4] Holness, G.: Future Direction of the Design and Construction Industry: Building Information Modelling, *ASHARAE Journal*, 48(8), pp. 38-46, 2006.
- [5] BIM model, <https://www.slideshare.net/berlotti/central-bim-model>, 15.06.2018.
- [6] BIM Levels, <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained>, 23.07.2017.
- [7] Hore, A.V., Scott, L., Wes, R., Tibaut, A.: Benefits of inter-institutional collaboration in the delivery of BIM education in Ireland: Reflections of an Irish masters program, *Proceedings of the Academic Interoperability Coalition: 10th BIM Academic Symposium*, Orlando, Florida, pp.152-164, 2016.
- [8] ERP model, <https://www.guru99.com/what-is-sap-definition-of-sap-erp-software.html>, 15.06.2018.
- [9] Vuković, A., Džambas, I., Blažević, D.: Development of ERP Concept and ERP System, *Engineering Review* 27(2), pp.37-45, 2007.
- [10] Santos, E.T.: BIM and ERP: finding similarities on two distinct concepts, 5th CIB W102 Conference: Deconstructing Babel: Sharing Global Construction Knowledge, Rio de Janeiro, 2009.
- [11] Kolarić, S., Vukomanović, M.: Pregled i analiza dosadašnjih modela integracije sustava BIM i ERP, 3. simpozij doktorskog studija građevinarstva, Zagreb, pp. 71-81, 2017, doi: <https://doi.org/10.5592/CO/PhDSym.2017.04>.
- [12] Kolarić, S., Vukomanović, M.: Potential of BIM and ERP Integration in Contractor Construction Companies, 13 th International Conference OTMC, Poreč, pp. 669-673, 2017.
- [13] Čuš-Babič, N., Rebolj, D., Nekrep-Perc, M., Podbreznik, P.: Supply-chain transparency within industrialized construction projects, *Computers in Industry*, 65 (2), pp. 345-353, 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.12.003>.
- [14] Čuš-Babič, N., Podbreznik, P., Rebolj, D.: Integrating resource production and construction using BIM, *Automation in Construction*, 19(5), pp. 539-543, 2010, doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.11.005>.
- [15] Rebolj, D., Čuš-Babič, N., Magdič, A., Podbreznik, P., Pšunder, M.: Automated construction activity monitoring system, *Advanced engineering informatics* 22(4), pp. 493-503., 2008, doi: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2008.06.002>.
- [16] Holzer, D.: Fostering the link from PLM to ERP via BIM, IFIP International Conference on Product Lifecycle Management, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 75-82, 2014.
- [17] INTEL SYS, <http://www.intelsys.eu/>, 23.07.2017.
- [18] Vico, [http://www.vicosoftware.com/blogs/vicos\\_flying\\_dutchman/topic/bim-outputs-feed-erp](http://www.vicosoftware.com/blogs/vicos_flying_dutchman/topic/bim-outputs-feed-erp), 23.07.2017.
- [19] Olilo, [http://www.olilo.ae/revit\\_erp\\_integration.html](http://www.olilo.ae/revit_erp_integration.html), 23.07.2017.