

**PRIMENA BIM PRISTUPA U GRAĐEVINARSTVU SA PRIMEROM 4D ANALIZE
PROJEKTA SAOBRAĆAJNICE****IMPLEMENTATION OF BIM IN CIVIL ENGINEERING WITH 4D SIMULATION OF
ROAD CONSTRUCTION**Jovana Vujaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su prikazane osnove BIM pristupa u građevinarstvu, kroz faze projektovanja, izgradnje i održavanja objekta. Prikazan je i projekat saobraćajnice spreman za dalju BIM analizu, sa primerom 4D analize.

Ključne reči: BIM, 4D analiza, BIM pri izgradnji saobraćajnica

Abstract – The paper contains the basics of BIM approach in civil engineering, through the stages of design, construction and maintenance of the building. Also, there is a road construction project prepared for further BIM analysis, with example of 4D analysis.

Keywords: BIM, 4D simulation, BIM road construction

1. UVOD

Komunikacija na projektu je identifikovana kao jedan od najvažnijih preduslova za uspeh, odnosno neuspeh. Bolju komunikaciju, bez sumnje omogućava BIM pristup. Najveća prednost BIM-a jeste pouzdaniji prenos informacija između različitih projektnih timova, ali i projektanata i izvođača, odnosno, po završetku projekta, pristup pouzdanim informacijama za one koji održavaju objekat [1].

Tema rada je upoznavanje sa BIM pristupom u građevinarstvu, posmatrano sa aspekta projektovanja, izgradnje i održavanja objekta. Takođe, na praktičnom primeru će biti prikazan kako izgleda projekat spreman za dalju analizu pomoću BIM softvera.

Rad je podeljen na dva dela- teorijski i praktični. U prvom delu rada prikazano je šta BIM kao pristup predstavlja, koji su osnovni pojmovi vezani za korišćenje BIM-a i njihove definicije. Analiziran je i BIM pristup kroz faze projektovanja, izgradnje i održavanja objekta. Drugi deo rada posvećen je praktičnom primeru projekta pripremljenog za dalju analizu u BIM softveru. Prikazana je trasa dvotračnog puta koji povezuje dva dela Kača, u ukupnoj dužini približno 1.3 km. Idejno rešenje izrađeno je upotrebom programskog paketa CGS Plateia, a dalja analiza u vidu izrade 4D modela pomoću Navisworks-a.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc.dr Igor Peško.

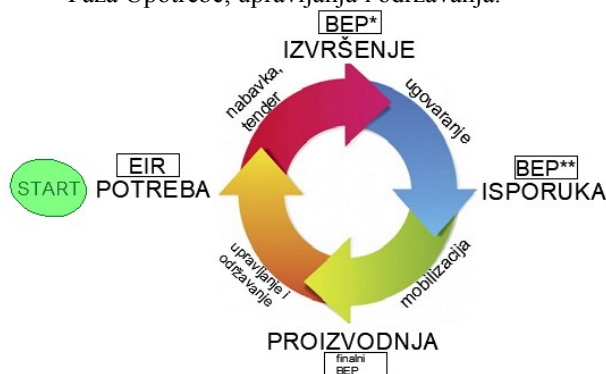
2. BIM- OSNOVE

BIM pristup se može prikazati u dva smera- kao tehnologija i kao metodologija. BIM kao tehnologija predstavlja digitalnu reprezentaciju fizičkih i funkcijskih karakteristika građevine, a kao metodologija omogućava saradnju različitih učesnika u različitim fazama životnog veka građevine. Suština je u tome da se BIM ne zasniva na običnom digitalnom crtežu već na kompletnom detaljnom modeliranju objekta koja omogućava da se svaka izmena automatski registruje u osnovama, preseccima, 3D modelu. Kada je reč o organizaciji učesnika, pre svega tu postoje razlike u odnosu na tradicionalan način realizacije projekta. Pojavljuju se nove “uloge”- BIM menadžer, BIM coordinator, BIM inženjer, BIM tehničar i BIM konsultant [2].

Informacija je ključan proizvod BIM pristupa. Informacija je podatak u formalnom obliku prikladnom za komunikaciju, interpretaciju ili obradu, koje sprovode čovek ili računarske aplikacije. BIM pristup temelji se na stalnoj razmeni tačnih i pravovremenih informacija kroz životni vek projekta. Tok informacija počinje onog trenutka kad se iskaže potreba za projektom.

Tok informacija u BIM projektu može se podeliti na 6 faza (Slika 1):

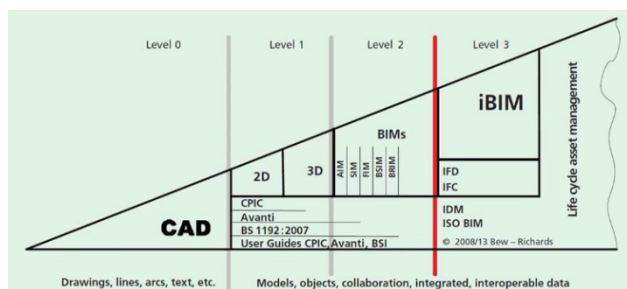
- Faza Potrebe,
- Faza Nabavke,
- Faza Isporuke,
- Faza Mobilizacije,
- Faza Proizvodnje i
- Faza Upotrebe, upravljanja i održavanja.



Slika 1: Tok Informacija

2.1. Razvojni nivoi: Bew-Richards dijagram

BIM može predstaviti celokupni životni vek objekta- od procesa gradnje do scenarija korišćenja i održavanja. BIM je proces koji pomera građevinsku industriju prema potpuno saradničkom radu, sa prepoznatljivim ključnim događajima koji se definišu u obliku BIM razvojnih nivoa (eng. *Levels*). Taj razvojni proces određen je modelom BIM zrelosti i opisan kroz četiri razvojna nivoa- 0, 1, 2, 3 (Slika 2).



Slika 2: Bew-Richards dijagram

Nivo 0 BIM: predstavlja tradicionalan način rada uz pomoć kojeg su se projekti i tehnička dokumentacija izvodili u dvodimenzionalnom obliku, a komunikacija se ostvaruje pomoću papira ili elektronskim putem, tj. kombinacijom ova dva načina.

Nivo 1 BIM: predstavlja kombinaciju 3D CAD-a za koncepciju rada i 2D za izradu projekta i tehničke dokumentacije tokom procesa izdavanja dozvola. Komunikacija i razmena podataka uglavnom se izvodi elektronskim putem. Na ovom nivou se nalazi većina organizacija.

Nivo 2 BIM: nivo na kom se realizuje BIM saradnja. Svaki učesnik u projektu koristi se sopstvenim 3D modelima i ne rade nužno na istom modelu. Komunikacija se ostvaruje pomoću zajedničkog formata datoteke- IFC ili COBie i ovo je najbitniji aspekt ovog nivoa.

Nivo 3 BIM: nivo koji se još uvek ne primenjuje i on je budućnost BIM pristupa. Ideja je da se prezentuje kompletna kolaboracija svih struka pomoću zajedničkog modela projekta. Ovaj nivo je poznat i pod nazivom *OpenBIM*.

2.2. 3D BIM

Većina modernih kompanija koristi BIM za upravljanje, vođenje i koordinaciju projekata u 3 dimenzije. Uz pomoć 3D modela mnoga konstrukcijska pitanja i eventualne dileme se rešavaju veoma uspešno samim pregledom modela.

2.3. 4D BIM

Iza ovog pojma krije se BIM vođenje i upravljanje projektima zajedno sa vremenom kao četvrtom dimenzijom. Osim što služi za projektovanje i vođenje projekta nudi mogućnost povezivanja 3D modela sa vremenskim planiranjem. I to sve je moguće dodatno obogatiti animacijom ukoliko je potrebno prezentovati projekat strankama ili investitoru. Modeli 4D pre svega služe kao komunikacijski alati u otkrivanju mogućih

„uskih grla“ projekta i kao metode za poboljšanje saradnje. Izvođači se upoznaju sa 4D simulacijama kako bi obezbedili što bolju održivost i učinkovitost plana građenja.

2.4. 5D BIM

Razvojem tehnologije i u građevinarstvu se prate trendovi na način da uz sve navedeno vezano za 3D i 4D projektovanje BIM rešenja nude i 5D (cena) i 6D (upravljanje objektima) kao dodatnu mogućnost. Ovom metodom se zaokružuje priča o BIM-u. Procena troškova i izrada troškovnika projekta počinje još u fazi planiranja i projektovanja kroz inicijalno procenjene vrednosti, a potom se dograđuje i razrađuje zajedno sa napretkom projekta. Građevinska industrija je tradicionalno fokusirana na definisanje troškava izgradnje objekta ranije nego što dođe do same realizacije projekta. Izmeštanje ovog fokusa da bi se bolje razumeli troškovi životnog ciklusa objekta, gde se većina novca proporcionalno troši, treba da dovede do unapređivanja odluka u smislu i troškova i održivosti. Tu na scenu dolazi 6D BIM.

2.5. IFC- Interoperabilni nezavisni format za razmenu informacija







Jedna od najvažnijih stavki BIM pristupa je obezbeđivanje nesmetane i stalne komunikacije i saradnje između saradnika i faza projekta. Za tu svrhu je razvijen IFC (eng. *Industry Foundation Classes*) kao nezavisni format za razmenu podataka među učesnicima koji se služe različitim softverima, platformama i verzijama. Format datoteke je otvoren i neutralan, što znači da nije pod kontrolom proizvođača softvera.

Osnovni industrijski razredi, prema originalnom nazivu IFC, predstavljaju model podataka, tj. neutralnu i otvorenu specifikaciju koja nije pod nadzorom jednog ili grupe proizvođača.

Korišćenjem IFC-a ne izbegava se potreba za jasnim definisanjem šta se i na koji način razmenjuje. Svaki BIM autor je odgovoran za svoj BIM model, pa tako i svrha IFC formata nije da neko drugi na njemu nastavi rad, tj. da sprovodi dalje izmene i dorade, već samo treba da mu se omogući čitanje informacija. Svrha IFC modela jeste „zamrzavanje“ stanja modela određene verzije u određenom momentu kako bi se moglo vršiti poređenje sa prethodnim i budućim verzijama modela.

2.6. LOD- Nivoi razvijenosti elemenata

Nivo razvijenosti elementa- **LOD** (eng. *Level of Development*) je mera koja se koristi radi opisivanja pouzdanosti informacija koje su deo elemenata modela u različitim fazama razvijenosti BIM modela. Nivo razvijenosti BIM projekta određuju se pomoću LOD tablica koje su deo Plana izvršenja BIM projekta (BEP). Oznake nivoa razvijenosti sastoje se od brojeva u intervalima po 100. Oznake omogućavaju korisnicima fleksibilnost u određivanju međukoraka- dogovorenog kompromisa. Primer LOD tablice za AB gredu prikazan je na slici (Slika 3).

					
LOD 100 Nema informacija, nije poznato da li je greda potrebna	LOD 200 Greda, verovatno armirano betonska, procenjeni dimenzija	LOD 300 Armirano-betonska greda tačno definisanih svojstava betona i armature, dimenzije precizno određene	LOD 350 primena LOD mehanizacija plan optate i armature, definisani uslovi za izradu grede u radionici	LOD 400 Projekat za izvođenje, plan armature i optate, detaljno razrađen način izvođenja radova	LOD 500 Snimak izvedenog stanja

Slika 3: Nivoi razvijenosti elementa

Specifikacija nivoa razvijenosti elemenata BIM modela je referenca koja korisnicima BIM-a u građevinskoj industriji omogućava da specifišu i kontrolišu pouzdanost BIM modela u različitim fazama procesa projektovanja i građenja.

Kontrola i koordinacija BIM modela jedan je od glavnih procesa građevinskih projekata, a pri tome je analiza kolizija elemenata ili sistema jedna od najvećih prednosti primene BIM pristupa. Analizom kolizija koordiniše se projektna dokumentacija svih struka u projektu te se identifikacijom kolizije otkrivaju i moguće greške u projektu pre izgradnje.

2.7. BIM kiosk

Upotreba BIM pristupa u fazi građenja omogućava jednostavnije i bolje planiranje procesa građenja, sa uštedom vremena i troškova, te smanjenje mogućih grešaka i konflikata na projektu. BIM kiosk (Slika 4) je računarski sistem namenjen građevinskom osoblju na gradilištu. Svrha kioska je omogućavanje radnicima/inženjerima na gradilištu pregled BIM modela.



Slika 4: Bim Kiosk

2.8. Međunarodna norma za razmenu informacija COBie (Construction Operations Buildnig information exchange)

COBie metoda omogućava prihvatanje i razmenu informacija među različitim BIM platformama u procesu građenja. COBie norma nije ni proizvod, ni softver, već standardizovana metoda za prikupljanje podataka tokom projekta građenja i životnog veka objekta. Podaci se mogu prikazati preko najmanjeg zajedničkog imenitelja, kao što je na primer tablični prikaz unutar Microsoft Excel ili Open Office formata, otvorene .XML datoteke ili IFC format. Tablični prikaz podataka prepoznat je kao optimalno rešenje jer svim učesnicima procesa omogućava da se uključe u rad. COBie može biti prikazan i kao IFC model te pruža bogatije geometrijske informacije za razliku od tabličnog prikaza, ali korišćenje tog formata zahteva određena znanja, koja su u svakom slučaju opširnija od zajedničkog imenitelja.

3. BIM PRISTUP ZA SAOBRAĆAJNICE

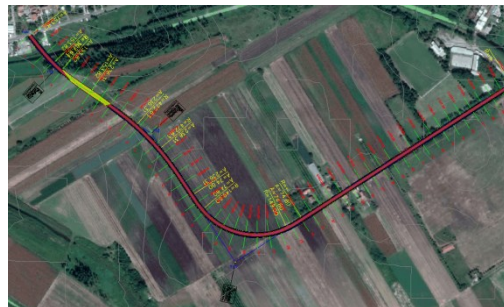
Primena BIM-a za projektovanje puteva počinje izradom kvalitetnih 3D podloga terena, kao što su digitalni modeli terena i digitalni modeli površi. Potom se nastavlja modeliranjem na bazi relevantnih informacija o projektu, dizajnu i prostornom položaju objekta. Najveća prednost primene BIM pristupa kod projektovanja puteva jeste kvalitetniji projekat i povećana efikasnost i produktivnost. Poseban značaj ogleda se u mogućnosti planiranja dopremanja materijala što skraćuje vreme realizacije projekta i gradnju po predviđenom rasporedu. Pored efikasnosti i produktivnosti informacioni model objekta omogućava optimizaciju na bazi vizuelizacije, simulacije i raznih analiza u sklopu projekta. Time se znatno redukuju potencijalni problemi gradnje pre nego što do njih dođe [3].

3.1. ANALIZA MODELA I 4D SIMULACIJA

Saobraćajnica koja je predmet praktičnog dela rada povezuje dva dela Kaća- naselje „Vinogradi“ i sportski centar „Siget“. Ukupna dužina trase je 1 274.15 m. Tehničko rešenje je izrađeno u skladu sa važećim Standardom. Saobraćajnica je prikazana kroz:

- Elemente projektne geometrije,
- Kolovoznu konstrukciju i
- Predmer radova uz tehnički opis.

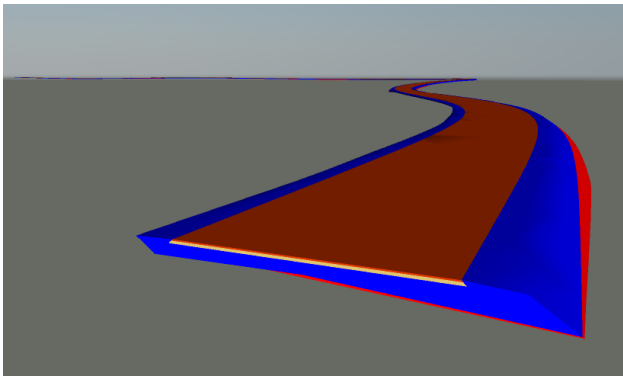
Trasa puta, kao i svake druge saobraćajnice predstavlja prostornu konstrukciju u kojoj su objedinjeni elementi triju osnovnih projekcija. Na slici (Slika 5) prikazan je položaj saobraćajnice kroz Situacioni plan.



Slika 5: Situacioni Plan

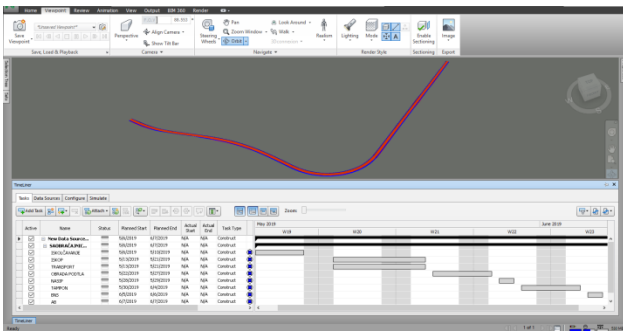
Kao podloga za analizu izrađen je 3D model saobraćajnice. Sam model izrađen je pomoću CGS Labs Plateia paketa, a dalja razrada i vizuelizacije vršene su korišćenjem Navisworks Simulate programa [4]. Za potrebe analize izrađen je i gantogram. Kombinacija modela izrađenih korišćenjem različitih softvera zasnovana je upravo na principu interoperabilnosti. Uvoz podataka o 3D modelu u Navisworks moguć je u originalnom- .dwg formatu, ali i u .ifc formatu. Model saobraćajnice prikazan je na slici 6.

Opcijom *TimeLiner* povezani su 3D model i gantogram i formiran je 4D model, tačnije uvedeno je vreme kao četvrta dimenzija. Nakon što se uvezu podaci iz gantograma, programu se zadaje naredba da se izvrši simulacija toka izgradnje objekta. Na taj način je moguće ispratiti napredak radova kroz vreme i u svakom momentu videti u kojoj fazi je neka od aktivnosti- procentualno na nivou celog objekta ili na nivou posmatrane aktivnosti.



Slika 6: 3d Model Saobraćajnice

Na narednoj slici (Slika 7) prikazan je Navisworks prozor sa definisanim podacima za simulaciju- model saobraćajnice povezuje se sa gantogramom.



Slika 7: 4d Simulacija

4. ZAKLJUČAK

Najveća prednost BIM-a jeste pouzdaniji prenos informacija između različitih projektnih timova, tu su takođe i bolja vizuelizacija, brže projektovanje i praćenje projekta. Barijere koje ometaju bolju implementaciju BIM pristupa su [5]:

- Cena: primena BIM pristupa dovodi do smanjenja sveobuhvatnih troškova, ali pre toga je neophodno uložiti određena sredstva za tehničko osposobljavanje, kao i na edukaciju stručnog kadra,
- Nedostatak potražnje: još uvek je izražen opšte prihvaćeni stav "klijent nam nije tražio BIM".
- Kultura: pored grupe ljudi koji su veoma entuzijastični po pitanju svega vezanog za BIM, postoje i one koje to sve smatraju gubljenjem vremena. Najveća je grupa onih koji su za BIM čuli, ali nisu u potpunosti sigurni o čemu se tu radi.

Cilj rada je, pored teorijskog upoznavanja sa osnovama BIM pristupa, priprema modela saobraćajnice za dalju BIM analizu. Kroz izradu 3D modela prikazano je na uglednom primeru kako treba da izgleda model spreman za analizu, a započeta je i sama analiza kroz 4D simulaciju. Prednosti 4D simulacija se svakako ogledaju u mogućnosti bolje vizuelizacije pri prezentovanju projekta. Sa druge strane, pogodne su i za praćenje toka izvođenja radova kroz upoređivanje planiranih i ostvarenih rezultata. Kako je praćenje izvedenih radova dosta pojednostavljeno primenom 4D simulacija, tako i kod samih izvođača radova povećava se svest o neophodnoj efikasnosti u radu.

Tokom izrade ovog rada, primećen je napredak u stepenu opšte informisanosti na temu BIM-a. Od stanja opšte neinformisanosti, stigli smo do faze sve većeg interesovanja za BIM i njegovu primenu. Kao osnovni "ulazni" parametar za efikasnu primenu BIM pristupa izdvojila bih inženjersko iskustvo pre svega, a potom i dovoljni nivo poznavanja softverskih paketa koji su BIM pogodni.

5. LITERATURA

- [1] <http://gradjevinarstvo.rs/>
- [2] M. Jurčević, M. Pavlović, H. Šolman, "Opće smjernice za BIM pristup u graditeljstvu", Hrvatska komora inženjera građevinarstva, Zagreb, 2017.
- [3] T. Ninkov, I. Sabadoš, Z. Sušić, M. Batilović, V. Bulatović, "BIM tehnologija i njena primena pri projektovanju i izgradnji puteva"
- [4] <https://knowledge.autodesk.com/support/navisworks-products>
- [5] <https://www.theb1m.com/>

Kratka biografija:



Jovana Vujaković rođena je u Novom Sadu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka, na Departmanu za građevinarstvo i geodeziju odbranila je 2019.god. kontakt: jovanapvujakovic@gmail.com