

PLANIRANJE I PRAĆENJE IZGRADNJE SAOBRAĆAJNICE KRALJEVO-MATARUŠKA BANJA PRIMENOM BIM SOFTVERA**PLANNING AND MONITORING OF THE KRALJEVO-MATARUŠKA BANJA ROAD CONSTRUCTION USING BIM SOFTWARE**Dragana Stanojević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Predmet rada jeste definisanje osnovnih problema prilikom upravljanja građevinskim projektima i njihovo rešavanje primenom BIM metodologije rada. Objasnjeni su osnovni pojmovi vezani za BIM pristup paraćeni primerima njegove primene u putogradnji. Takođe je praktičnim primerom opisano modeliranje saobraćajnice, a zatim planiranje i praćenje toka izgradnje predmetne deonice primenom BIM softvera.

Ključne reči: BIM, Putogradnja, 4D analiza, Planiranje i praćenje, BEXEL Manager, Plateia, IFC

Abstract – This paper presents the basic problems in the management of construction projects and solving them by applying the BIM work methodology. The basic terms related to the BIM approach are explained, followed by examples of its application in road construction. A practical example is also used to describe the modeling of the road, and then the planning and monitoring of the construction course. Planning and monitoring of the section in question has been done using BIM software.

Keywords: BIM, Road construction, 4D analysis, Planning and monitoring, BEXEL Manager, Plateia, IFC

1 UVOD

Građevinska industrija veoma kasni kad je u pitanju industrijska revolucija 4.0. Kašnjenje je prouzrokovano kompleksnošću i jedinstvenošću građevinskog projekta, koji zbog svojih karakteristika onemogućuje kreiranje prototipa. Proučavajući ograničenja u kojima se realizuje građevinski projekat, kao što su vreme, troškovi i obim, dolazi se do podatka da 70% projekata probija dinamiku, a 72% budžet [1]. Rad u različitim softverima i programima kao i njihovo kombinovanje uzrokuje rasipanje informacija. Rešenje navedenih problema se nalazi u BIM metodologiji koja redukuje broj nepotrebnih aktivnosti.

Tema rada je zasnovana na primeni BIM-a u putogradnji i njegovom načinu doprinosa posmatranoj oblasti. U prvom delu rada prikazane su teorijske osnove BIM-a kao pristupa, dok je drugi deo posvećen praktičnom primeru projekta pripremljenog za analizu u BIM softveru.

NAPOMENA:

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

2 BIM METODOLOGIJA

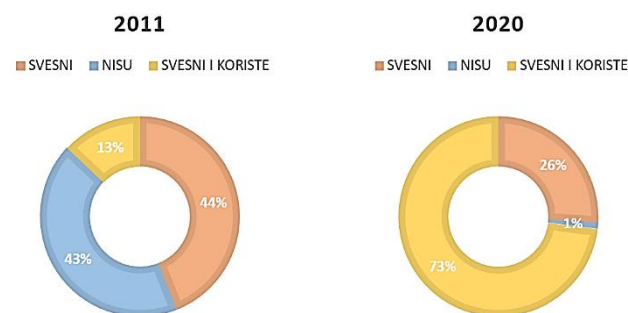
Postavlja se pitanje šta je BIM tačno, da li je to softver, model zgrade, proces ili organizacioni skup podataka. Odgovor je da BIM nije samo 3D model nego čitava filozofija upravljanja i realizacije projekta, tj. sve prethodno navedeno [2].

Skraćenica BIM ima nekoliko značenja:

- Building Information Model – upravljanje informacijskim modelom građevine,
- Building Information Modeling – modeliranje informacijama o građevini,
- Building Information Management – upravljanje informacijama građevine.

U suštini BIM predstavlja kreiranje digitalnog blizanca postojeće ili buduće izgrađene okoline. Digitalni prototip je potkrepljen brojnim informacijama što omogućava simulaciju objekta i razumevanje njegovog ponašanja pre početka same izgradnje.

Zbog mnogobrojnih prednosti koje pruža veliki broj arhitektonskih i građevinskih inženjera, kao i projekt menadžera, počinju da koriste nove BIM tehnologije.



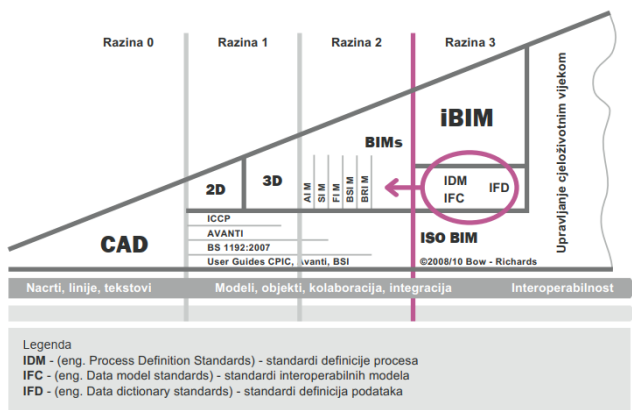
Slika 1 BIM „svesnost” i upotreba 2011. i 2020. god [3]

2.1 Istorijski razvoj BIM metodologije

Tehnološka ograničenja često su sprečavala vizionarske ideje da postanu stvarnost čim bi bile osmišljene, kao što je slučaj i sa BIM-om. Još 1960-ih, mislioci su zamišljali da koriste računare i softver za snimanje vizuelnog dizajna i tehničkih specifikacija zgrada na način koji bi se lako mogao prilagoditi po potrebi. Međutim, računari, baze podataka i druga neophodna IT infrastruktura nije bila toliko razvijena kao danas. Iako su ljudi imali ideju o BIM-u, bili su primorani da čekaju tehnološki razvoj [4].

Proces razvijanja BIM-a je opisan modelom sa četiri nivoa razvijenosti, sa ciljem definisanja standarda i

prepoznavanja potreba za postizanje određenog nivoa. Model je razvio Bew-Richards i prikazan je na slici ispod.



Slika 2 Bew-Richards model zrelosti BIM-a [5]

Na nivou 1 se trenutno nalazi većina korporacija. Ovaj nivo predstavlja kombinaciju 3D CAD-a za koncepciju rada i 2D za izradu projekta i tehničke dokumentacije.

2.2 BIM standardi

Ideja BIM-a je da više timova radi na istom projektu u što užoj saradnji. Zbog tog razloga neophodno je imati standarde kojih će se zainteresovane strane moći pridržavati i to po mogućnosti ne na samo jednom projektu nego i na svim ostalim, da bi se izbeglo neuspešno saradivanje zbog različitih viđenja stvari [6].

BIM standarda ima jako mnogo, a svi se temelje na buildingSMARTinternational standardima. Building smart international je međunarodna neprofitna organizacija koja je za cilj imala digitalizaciju građevinske industrije i omogućavanje laganog načina rada bez obzira na primenjeni softver. Zbog toga nastaje .ifc koji je ustvari otvoreni format datoteke [7].

Ono što je .pdf za word to je .ifc za BIM. Ako se osobi pošalje .pdf ona ga može otvoriti iako nema instaliran word i tad se javlja *open* komunikacija. Konkretno gledajući BIM ako osoba radi u revitu i pošalje .ifc fajl osoba koja radu u allplanu može ga takođe otvoriti iako je u pitanju drugi softver [7].

2.3 BIM dimenzije

Dinamika građenja je oblast na kojoj su BIM softveri mnogo napredovali poslednjih godina. Akcenat je da se u fazi planiranja razradi svaki detalj projekta, zbog čega su BIM alati prerasli trodimenzionalno i napredovali prema višedimenzionalnom projektovanju. Svaka dimenzija predstavlja jedan aspekt projekta, kao što na primjer 3D predstavlja prostorni model objekta. Dalji napredak tehnologije iskoristio je kao bazu 3D model, na koji se vežu i razvijaju dodatne dimenzije, poput vremena (4D), troškova (5D), održivosti i potrošnje energije (6D) te upravljanja i održavanja objekta (7D).

2.4 Planiranje i praćenje - 4D BIM

Dodavanjem vremenske dimenzije 3D modelu dobija se 4D model koji pre svega služe kao komunikacijski alati za poboljšanje saradnje i otkrivanje mogućih uskih grla

projekta, koji projektom i izvođačkom timu daje bolji uvid u glavne događaje projekta kao i u plan građenja.

4D model pruža mogućnost kreiranja 4D animacija. Kordinacija građevinskih procesa se može poboljšati korišćenjem BIM softvera uz pomoć kojih će se elementi u modelu povezati sa kreiranim aktivnostima u aplikaciji za upravljanje projektima. Ovo stvara vremensku animaciju rasporeda građenja u kojem elementi postaju vidljivi istim tokom kao i njihove aktivnosti koje su organizovane u planu građenja. [8] Time izvođači pregledaju 4D simulacije kako bi osigurali što je moguće više održivim i efikasnijim plan građenja.

3 BIM U PUTOGRADNJI

Iako postoji mnogo uspešnih priča o korišćenju BIM-a za vertikalno okruženje, ipak je mnogo manje slučajeva za njegovo korišćenje u onome koje je poznato kao horizontalno, tačnije za puteve i druge linijske objekte. Uzrok toga su razlike u geometriji objekata ili broju kolizija između elemenata koji je kod putnih objekata znatno manji.

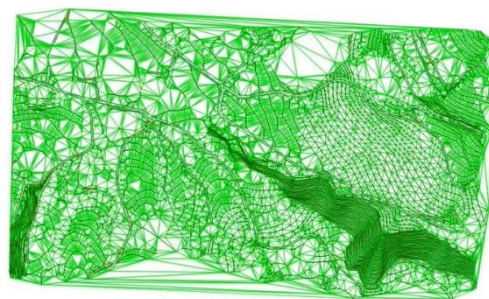
Ipak, BIM dobija zamah u svojoj primeni na razvoj infrastrukture zbog njegovih višestrukih prednosti koje utiču na smanjenje svakodnevnih problema kompatibilnosti, grešaka u dizajnu ili analizi, te smanjenju vremena i troškova [9].

BIM modeli koji se koriste za infrastrukturne projekte ne moraju biti samo povezani sa modelima različitih struktura koje su deo ili su u interakciji sa njima (stanice metroa duž tunela ili mostovi duž puta), već i sa geografskim informacionim sistemima (GIS) koji obuhvataju sisteme urbanih razmera [10].

3.1 Projektovanje

Tradicionalni način izrade autoputeva je počinjao izradom 2D crteža projektne tehničke dokumentacije. Svaki korak se završavao pre nego što je započet sledeći. Ovakav pristup funkcioniše dobro dok ne dođe do potrebe za izmenama na projektu.

Dok se primenom BIM-a za projektovanje saobraćajnica počinje izradom kvalitetnih 3D podloga terena, kao što su digitalni model terena (DTM). On predstavlja modeliranu mrežu sa vrednostima nadmorskih visina na svakom čvoru, što stvara digitalnu predstavu površine terena, koja je ujedno dinamički povezana sa osovina, uzdužnim i poprečnim profilima.



Slika 3 Primer izgleda digitalnog modela terena [11]

3.2 BIM u modeliranju postojećih objekata

BIM pomaže u prikazu trenutnog stanja terena namenjenog za građevinske radove, koristeći različite ulazne podatke kao što su GIS podaci ili korišćenjem različitih tehnologija kao što je lasersko skeniranje, za razvoj pouzdanog modela postojećeg građevinskog stanja itd. Ovaj model se zatim koristi za simulaciju uticaja predloženih dizajnerskih rešenja, angažovanje zainteresovanih strana u zajednici i vizuelizaciju. [12] Mobilno (MLS) i avionsko (ALS) lasersko skeniranje je vrlo pogodno za snimanje koridora i saobraćajnica svih vrsta.

Velika prilagodljivost ovih tehnika prikupljanja prostornih informacija omogućava kreiranje oblaka tačaka veoma visoke prostorne rezolucije (nekoliko desetina hiljada tačaka po kvadratnom metru). Ovako velika gustina prikupljenih podataka pruža detaljan uvid u stanje kolovoza i sve eventualne anomalije koje je potrebno sanirati.

3.3 Softveri

Kvalitetna primena BIM-a ne bi bila moguća bez primene BIM sertifikovanih softvera, neki od njih su namenjeni za projektovanje objekata, drugi za analizu, a postoje i oni koji služe za samo pregledanje objekata bez ikakvih mogućnosti menjanja informacija. BIM softver mora imati mogućnost prezentovanja fizičkih i funkcionalnih svojstava građevine kao modela na koji se veže baza podataka.

Organizacija bulidingSmart sprovodi sertifikaciju BIM softvera i na svojoj stranici se nalazi njihov popis [5] među kojima se nalaze Autodesk Infraworks, Autodesk Civil 3D, Bentley OpenRoads, and Bentley OpenRail kao i CGS Labs Plateia i BEXEL Manager koji su bili korišćeni za potrebe ovog rada.

3.4 Primene BIM-a u svetu

Jedana od velikih prednosti BIM-a je njegova mogućnost upotrebe u razvoju i implementaciji obimne dokumentacije i šablona što omogućuje njegovu primenu u izazovnim projektima kao što je na primer projekat Rail Baltica. Rail Baltica je ambiciozan pokušaj da se baltičke države integrišu u široku evropsku železničku mrežu. Ujedno je najveći infrastrukturni projekat u tom regionu u prošlom veku. Njegova veličina nije jedini ambiciozni deo. Tehnološki je napredan i opremljen za progresivan svet, sa ekološki prihvatljivim dizajnom.

Sa oko 870 km koloseka i više od 400 novih mostovskih konstrukcija, ovaj infrastrukturni projekat je veoma obiman. Preduzetni i progresivni atributi ovog projekta čine ga savršenim poduhvatom za implementaciju BIM pristupa dizajnu usredsređenog na podatke koji pomaže da AEC industrija bude efikasnija i naprednija [13].

4 IDEJNO REŠENJE PUTA KRALJEVO-MATARUŠKA BANJA

U master radu je izvršeno planiranje i praćenje izgradnje saobraćajnice II-B reda, broj 410 Kraljevo-Mataruška Banja ukupne dužine L~4km, tj. 4D analiza putne deonice.

Tehničko rešenje je izrađeno u skladu sa važećim Standardom. Saobraćajnica je prikazana kroz:

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

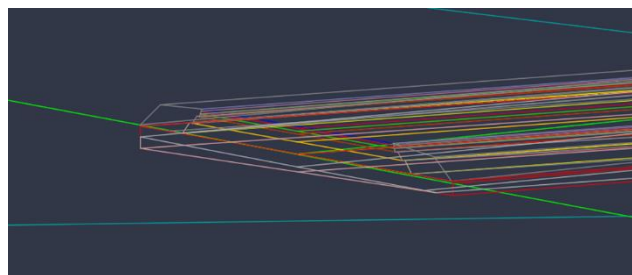
Kao podloga za analizu izrađen je 3D model predmetne saobraćajnice pomoću CGS Labs Plateia paketa. Dalje analize i vizuelizacije izvršene su pomoću programa BEXEL Manager. Kombinacija modela izrađenih korišćenjem različitih softvera zasnovana je upravo na principu interoperabilnosti koji korisnicima omogućava razmenu informacija.



Slika 4 Predmetna deonica, Plateia

4.1 Modeliranje saobraćajnice u programu Plateia

Zarad dobijanja tačne analize pre svega je neophodno posedovanje kvalitetnog modela koji sadrži relevantne informacije. S tim u vezi prilikom izrade rada velika pažnja je posvećena kreiranju detaljnog modela saobraćajnice, što prvenstveno podrazumeva kreiranje digitalnog modela terena, a zatim projektovanje geometrije puta. Zarad izradu 3D modela saobraćajnice neophodno je planimetrisanje količina što korisnicima daje mogućnost povezivanja definisanih materijala u projektima sa bazom podataka o materijalima u softverima za procenu i analizu troškova.



Slika 5 3D solid model, Plateia

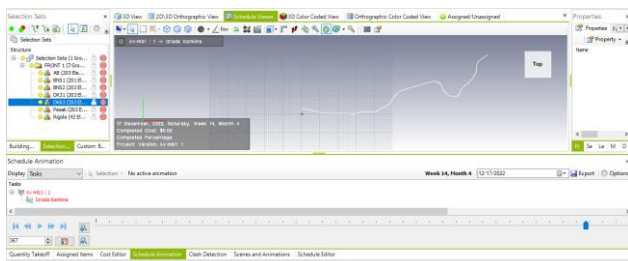
Završni korak je izvoz .ifc formata pri čemu će se obezbediti kompatibilnost između softvera za modeliranje i softvera za upravljanje projektima.

4.2 4D analiza u programu BEXEL

Uz pomoć mnogih alata kojima program raspolaže izvršena je vizuelna obrada 3D modela, izrada pogleda i animacija kao i suštinska animacija dinamičkog plana, samim tim 4D model.

U programu BEXEL moguće je kreiranje novog, uređenje postojećeg, uvoz ili izvoz dinamičkog plana. Za potrebe ovog rada na osnovu potrebnih aktivnosti kreiran je dinamički plan u programu MS Project-u koji je importovan u BEXEL u formatu XML. Povezivanjem grupa elemenata sa pozicijama dinamičkog plana dobija se gantogram sa svim neophodnim parametrima.

4D model i animacija dinamičkog plana predstavljaju konačni proizvod povezivanja elemenata 3D modela sa dinamičkim planom. Da bi se animacija postigla programu se zadaje naredba za izvršenje simulacije toka izgradnje objekta, čija je simulacija vidljiva u posebnom pogledu *Schedule Viewer*. Na taj način je moguće ispratiti napredak radova kroz vreme i u svakom momentu videti u kojoj fazi je neka od aktivnosti.



Slika 6 Animacija dinamičkog plana, BEXEL Manager

5 ZAKLJUČAK

Kroz master rad je pored teorijskog upoznavanja sa BIM metodologijom i njegovom primenom u putogradnji prikazan praktičan primer 4D analize projekta saobraćajnice. Master radom je kreirana simulacija dinamičkog plana izgradnje puta IIB reda Kraljevo-Mataruška Banja, primenom savremenih BIM sertifikovanih softvera.

Primena BIM-a kao i bilo koje savremene tehnologije nosi sa sobom određene prednosti i nedostatke. Prilikom istraživanja uočeni su određene barijere koje umanjuju primenu BIM pristupa a među njima se izdvajaju:

- Novčani gubici. Novac uloženi u BIM pristup je najveći na početku ali se adekvatnom upotrebom BIM metodologije on može kompenzovati. Neki od većih novčanih gubitaka koji se mogu izdvojiti su na primer obuka radnika ili kupovina softvera.
- Ljudska priroda. Čovek u strahu stvara averziju prema novitetima i sumnja u njihovu efikasnost, te izbegava njihovo korišćenje.
- Manjak znanja i inženjerskog iskustva od strane inženjera, kao i nedostatak veština upravljanja softverima.

Ipak nasuprot navedenim barijerama sve je veći broj ljudi koji je upoznat sa BIM-om što indukuje rast njegove primene.

Prednosti 4D simulacije se ne ogledaju samo u mogućnosti bolje vizuelizacije nego i u pružanju tačnijih interpretacija projekta, koje bi umanjile mogućnost nastanka zastoja, promene redosleda u gradnji ili probijanje rokova. Kako je praćenje izvedenih radova dosta pojednostavljeno primenom 4D simulacija, izvođaču radova se ujedno povećava svest o neophodnoj efikasnosti u radu. Zbog toga jedna od BIM-ovih najvećih prednosti je pouzdan prenos informacija između projektnih timova i pouzdanost informacija za one koji održavaju objekat.

6 LITERATURA

- [1] <https://www.youtube.com/watch?v=gU62ez3eWIU>
- [2] <https://www.youtube.com/watch?v=wsXnjZnZ48c>
- [3] NBS' 10th National BIM Report
- [4] <https://www.digitalschool.ca/building-information-modeling-a-history/>
- [5] M.Jurčević, M.Pavlović, H.Šolman; Opće smjernice za BIM pristup u graditeljstvu; Zagreb, 2017
- [6] <https://bim4me.com/bim-standard/>
- [7] <https://www.digitalschool.ca/building-information-modeling-a-history/>
- [8] <https://bim4me.com/bim-standard-ogranicenje-ili-sloboda/>
- [9] <https://www.digitalschool.ca/a-look-at-calgarys-green-line-for-students-in-bim-courses/>
- [10] Dana K. Smith, FAIA Michael Tardif, Assoc. AIA, CSI, Hon. SDA; Building Information Modeling A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers; 2012
- [11] <https://www.youtube.com/watch?v=TANrMyTWC&t=291s>
- [12] <https://revitbimservices.blogspot.com/2016/05/bim-for-roads-and-highways-transforming.html>
- [13] <https://www.digitalschool.ca/rail-baltica-and-bim-what-students-should-know/>

Kratka biografija:



Dragana Stanojević rođena je u Muhadžer Takinovcu 18.05.1998. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo "Planiranje i praćenje izgradnje saobraćajnice Kraljevo-Mataruška Banja primenom BIM softvera" odbranila je 2022.god.

Kontakt: dragana.stanojevic@uns.ac.rs