

PRIMENA BIM-a U PROCENI TROŠKOVA GRAĐENJA**APPLICATION OF BIM IN THE ESTIMATION OF CONSTRUCTION COSTS**Aleksandar Đorđević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA
GRAĐENJA**

Kratak sadržaj – BIM (eng. Building Information Modeling) koncept BIM-a je izgradnja pre izgradnje. On omogućuje svim učesnicima projekta da projektuju, analiziraju, razmenjuju, razlažu i istražuju projekat u digitalnom okruženju u kojem je svaka promena mnogo jeftinija nego kad izgradnja započne [1].

Ključne reči: BIM u građevinarstvu, procena troškova građenja, Revit

Abstract – BIM (eng. Building Information Modeling) The concept of BIM is to build before building. It enables all project participants to design, analyze, share and research the project in a digital environment where each change is much cheaper than when construction starts.

Keywords: BIM in construction, Construction cost estimation, Revit

1. UVOD

Izrada jednog građevinskog objekta započinje idejom investitora koju dalje razvija projektant, sve dok se ne dobije virtuelni objekat (digitalni bliznac) koji ispunjava sva očekivanja investitora i obuhvata sve potrebne specifikacije.

Procena troškova izgradnje građevinskog objekta je najbitnija faza u realizaciji projekta jer daje odgovor na pitanje investitora da li da uopšte investirati u zamišljeni projekat. Da bi doneo pravilnu odluku investitoru je potrebna tačna procena vrednosti planirane investicije. Najčešće se izrađuje unikatni projekat za objekat koji se gradi prema željama i potrebama investitora koje su ograničene prostornim i urbanističkim uslovima, lokacijom i karakteristikama zemljišta.

Savremeno građevinarstvo bazira se na BIM tehnologiji pomoću koje se dobijaju tačni podaci o količinama materijala kao i informacije o materijalima koje kasnije služe za izradu tendera i troškovnika, na osnovu kojih investitor donosi odluku o sudbinu svoje investicije-graditi ili ne.

1.1. BIM -Building Information Modeling

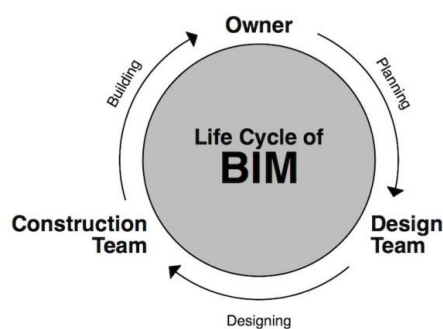
Building Information Modeling (u daljem tekstu BIM) je osnova svih digitalnih transformacija u industriji arhitekture, inženjeringa i građevinarstva (AEC industriji). BIM tehnologija je složen proces projektovanja i izgradnje u okviru AEC industrije i koristi se za stvaranje savremenih objekata.

NAPOMENA:

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

BIM omogućava kreiranje 3D modela u vidu digitalnog prikaza fizičkih i funkcionalnih karakteristika objekta, obuhvata veliki broj podataka kako bi se formirao model kojim može da se upravlja u otvorenoj cloud platformi i pruža mogućnost za saradnju svih učesnika u realnom vremenu [2]. Radi izrade tehničke dokumentacije, odobravanja i izgradnje objekta 3D informacije se mogu pretvoriti u 2D informacije štampanjem crteža.

Današnji objekti su složeniji izvedeni savremenim materijalima i postupcima izgradnje, pa su potrebne nove tehnologije i veći broj učesnika u svim fazama životnog ciklusa objekta.



Slika 1- Faze BIM procesa [6]

BIM proces prolazi kroz sledeće faze:

1. Planiranje- započinje prikupljanjem informacija o planiranom projektu, pri čemu se izrađuje realna slika sa realnim podacima i stvara model prikazan kao već izgrađen u realnom okruženju.

2. Projektovanje- pristupa se izradi idejnog projekta, vrši se analiza i izrada detalja i tehničke dokumentacije

3. Izgradnja- primenom BIM specifikacija projektna građevinska logistika se razmenjuje sa izvođačima radova i prodavcima kako bi se sinhronizovali radovi sa isporukom materijala.

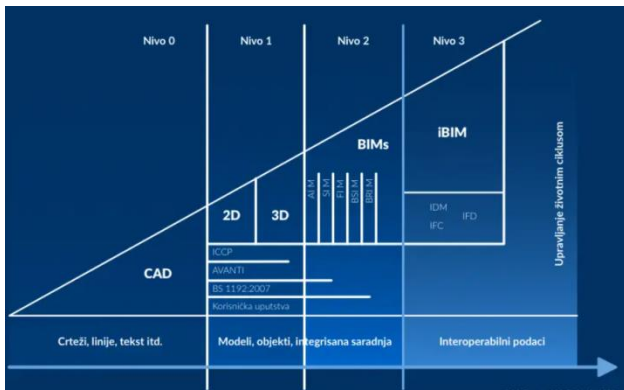
4. Korišćenje- BIM podaci se dalje koriste za upotrebu i održavanje završenih objekata radi njihovog ekonomičnog korišćenja, održavanja, renoviranja ili uklanjanja na kraju životnog ciklusa objekta.

1.2. Razvoj koncepta BIM-a

BIM razvojni proces može se prikazati modelom BIM zrelosti u četiri razvojna nivoa (levels 0,1,2,3).

NIVO 0 BIM:

Predstavlja tradicionalan način rada baziran na projektima u 2D obliku, uz pomoć kojih projektanti i druga tehnička lica saraduju, a komunikacija se ostvaruje informacijama na papiru ili elektronskim putem (CAD) ili kombinacijom ova dva načina.



Slika 2- Nivoi zrelosti BIM-a [7]

NIVO 1 BIM:

Predstavlja kombinaciju 2D i 3D CAD-a u izradi projekata i tehničke dokumentacije. Komunikacije i deljenje podataka obavlja se elektronskim putem. Na ovom nivou je veoma mala saradnja među učesnicima projekta, jer svako projektuje na osnovu svojih podataka, a tako posluje većina građevinskih preduzeća u Srbiji trenutno.

NIVO 2 BIM:

Nivo u kome se primenjuje BIM saradnja, gde svi projektanti ne rade na zajedničkom modelu, već rade na sopstvenom modelu, kojeg dele kao informaciju. Komunikacija se ostvaruje preko zajedničkog formata datoteke. Postoji mogućnost da softver izveze svoj proizvod u neki format datoteke koji je zajednički za sve učesnike u projektu: IFC format ili COBie (Construction Operations Building Information Exchange).

NIVO 3 BIM:

Trenutno je vizionarski, još uvek se ne primenjuje i predstavlja saradnju svih struka uz pomoć zajedničkog modela projekta, gde će sve strane moći pristupiti modelu, uređivati ga i što će doprineti uklanjanju rizika konflikata informacija. Ovaj nivo je poznat pod nazivom Open BIM [3].

1.3. BIM dimenzije

BIM dimenzije se označavaju sa 3D, 4D, 5D, 6D, 7D. Svaka dimenzija pruža sve više podataka o tome kako projekat izgleda u realnom okruženju, jer je svaki elemenat objekta dodatno opisan informacijama poput vrste materijala i zahteva prilikom izvođenja, daje vremenski okvir i plan redosleda aktivnosti tokom izvođenja objekta (vizuelizacija dinamike građenja), prikazuje preciznu procenu troškova projekta, analizu potrošnje energije i koliko bi objekat bio održiv u svim fazama njegovog životnog ciklusa.

1.4. Učesnici na projektu

BIM tehnologija zahteva postojanje i rad obučanih BIM stručnjaka koji su potrebni za oblikovanje, upravljanje i podršku tokom primene BIM tehnologije, a to su: BIM menadžer, BIM koordinator, BIM inženjer, BIM tehničar, BIM konsultant, FM menadžer (Facility management).

2. Razlika CAD-a i BIM-a

Jedan od najpopularnijih programskih paketa za izradu 2D crteža jeste AutoCad. CAD je glavni rezultat svakog projekta i sastoji se od dvodimenzionalnih crteža koji projekat prikazuju iz različitih uglova i nivoima detaljnosti i čine neophodnu tehničku dokumentaciju.

Posmatrač crteža mora protumačiti kako se crteži međusobno odnose kako bi zamislio objekat, što nekada nije ni malo lako.

Za razliku od CAD-a koji je alat, BIM predstavlja proces saradnje između svih faza projekta uz primenu najnovije tehnologije. BIM projekat je bogat informacijama, karakteristikama, specifikacijama koje su ugrađene u detaljni 3D model. Korisnik može rotirati model, gledati ga iz bilo kog ugla, videti enterijer i eksterijer, pa čak i virtuelno prošetati objektom pre nego što je izgrađen.

Drawing / CAD	BIM
2D	> 3D/4D/5D/xD
Status quo	► Change of thinking
Necessity of printing	► Electronic communication
Manual Work	► Automated
Analogous processing	► Digital processing
Slow work	► Fast work
Disconected part	► Fully integrated

Slika 3- Prednosti BIM-a u odnosu na CAD [8]

2.1. Prednosti BIM-a

BIM sadrži sve informacije o građevinskim elementima koje su lako dostupne, pored toga postoje i alati za otkrivanje grešaka (sudara/sukoba) i simulacije konstrukcije po fazama izgradnje, tako da je moguće izvršiti virtuelnu simulaciju objekta pre početka gradnje. Korišćenjem BIM-a povećava se protok informacija u građevinskim projektima i tako se izbegavaju greške i nesporednosti [4].

BIM model je centralizovan projekat, jer se svi podaci nalaze na jednom mestu dostupni su svim učesnicima projekta koji mogu videti najnoviji model i crteže, mogu ih menjati, komentarisati i biti u toku sa najnovijim odlukama i svakom promenom u projektu [4].

Upotrebom BIM modela omogućeno je trenutno prikazivanje potrebnih količina materijala, kao i izračunavanje troškova i potrebnog vremena za svaku fazu gradnje.

Zahvaljujući BIM modelu promene u projektovanju i konstrukciji mogu biti realno prikazane celom projektom timu i klijentu, dajući informacije o efektima promena i trenutnom napretku projekta.

BIM proces olakšava kreiranje inteligentnih podataka koji mogu da se koriste tokom čitavog životnog veka objekta ili infrastrukturnog projekta [5].

Kompanije koje koriste BIM su efikasnije i ostvaruju bolje profite i bolje su pripremljeni za buduće projekte, jer se BIM sve više koristi u AEC industriji [5].

Pravljenje 3D modela omogućuje prikazivanje finalnog proizvoda kao i strukturu objekta u realnom okruženju. Ti virtualni modeli se mogu menjati i analizirati i lakše razumeti odnos između prostora, materijala i sistema pre nego što se objekat izgradi.

Mogu se lako videti nedostaci modela i izvršiti lociranje mekih i tvrdih kolizija.

BIM takođe poboljšava tačnost energetske analize. BIM pomaže u optimalizaciji troškova, omogućava rad na daljinu, unapređuje bezbednost i zdravlje na radu i služi

kao važna biblioteka informacija o svim elementima ugrađenim u objekat. Uz BIM tehnologiju nema izgubljenih elemenata, jer se sve čuva na oblaku.

2.2. Nivoi razvijenosti elemenata BIM modela

Termin LOD se može tumačiti kao:

1. Nivo detaljnosti (LoD- eng. Level of Detail)- predstavlja precizan opis svih tipičnih elemenata u BIM-u u smislu grafičke detaljnosti, kao i količine podataka koje BIM element u sebi treba da sadrži u toku i na kraju svake faze. Ako se želi proceniti trošak, mora se planirati odgovarajući izbor elemenata modela (sa odgovarajućim nivoom detalja) koji će predstavljati projekat u proceni troškova.

2. Nivo razvijenosti (LOD- eng. Level of Development)- stepen koji prikazuje do kog nivoa su priložene informacije i geometrija elemenata prikazane

3. Pored toga postoji i nivo informacija (LOI- eng. Level of Information)- zahtevani nivo negrafičkih informacija kroz projekat.

Nivo detaljnosti i nivo informacija se smatraju ulazom za element, a nivo razvijenosti predstavlja pouzdani izlaz.

Opis svakog nivoa detaljnosti BIM elemenata- LOD Level:

• LOD 100:

Grafički prikazi putem najosnovnije 3D geometrije, bez informacija o primenjenim materijalima.

• LOD 200:

Grafički prikazi 3D geometrije, sa osnovnim informacijama o materijalima elemenata.

• LOD 300/350:

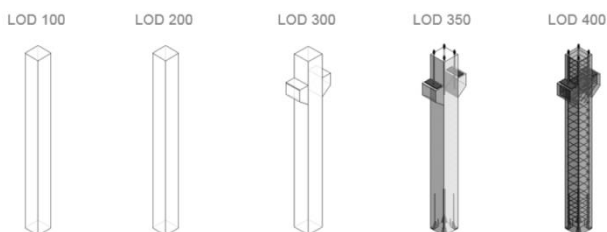
Grafički prikaz 3D geometrije koji u sebi sadrži detalje i materijale potrebne za izradu tenderske dokumentacije.

• LOD 400:

Detaljan grafički 3D prikaz sa podacima o materijalima dovoljnim za izradu Projekta za izvođenje.

• LOD 500:

Detaljna 3D geometrija sa svim detaljima i podacima o materijalima dovoljnim za izradu Projekta izvedenog objekta, FM modela i digitalnog blizanca.



Slika 4- LOD nivoi na primeru AB stuba [9]

3. BIM SOFTVER- REVIT

Najčešće korišćeni BIM softveri u AEC profesijama su: ArchiCad, Revit, Allplan, Vico, PlanRadar, Bixel Manager...

Revit je najpopularniji BIM softver, koji je predstavio Autodesk 2002. godine. Namenjen je stručnjacima iz oblasti arhitekture, građevinarstva, mašinskih i elektro

instalacija za izradu malih, srednjih i velikih projekata. Koristi se za projektovanje građevinskih objekata i izradu tehničke dokumentacije.

Model objekta napravljen u Revitu je bogat informacijama koje se mogu lako pregledati, analizirati i tako vrlo brzo dobiti procene troškova i slično.

On omogućava projektovanje građevinskih objekata u vidu "pametnih" 3D modela, koji dozvoljavaju da se svaka promena izvršena na jednom njihovom elementu automatski prenese na celokupan dizajn, što mu je velika prednost u odnosu na tradicionalne CAD alate.

4. TEHNIČKA DOKUMENTACIJA- OSNOVA ZA PROCENU TROŠKOVA

Polazna tačka procene troškova gradnje nekog objekta je pre svega precizno definisan projekat. Projektant uobličava zahteve investitora tokom izrade tehničke dokumentacije koja predstavlja formalizaciju ideja u vidu crteža i dokumenta radi dobijanja PGD-a, zatim se izrađuje PZI koji je detaljan spisak svih elemenata, slojeva i spojeva u kojem arhitekta ili projektant sastavlja predmer-popis svih građevinskih i zanatskih radova i usluga, kao i količine i vrste potrebnih materijala.

5D modelovanje omogućava projektnom timu uvid u to kako njihove promene projektnog rešenja utiču na troškove svih faza projekta, a može pomoći smanjenju troškova i njihovoj optimalizaciji. Na troškove se najviše može uticati izmenama u projektnom rešenju u ranijim fazama projekta.

Primena 5D BIM modela u ovoj fazi omogućava:

- precizno izračunavanje potrebnih količina materijala i/ili elemenata i na osnovu toga detaljnu izradu predračuna,
- bolju vizuelnu prezentaciju projekta i građevinskih elemenata za koje je potrebno izračunati količine,
- 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,
- da se podaci mogu iskazati u tabelarnim pregledima, što omogućava jednostavniju kontrolu procenjenih količina i troškova.

Vrste tehničke dokumentacije su:

- 1) generalni projekat (GNP);
- 2) idejno rešenje (IDR);
- 3) idejni projekat (IDP);
- 4) projekat za građevinsku dozvolu (PGD);
- 5) projekat za izvođenje (PZI);
- 6) projekat izvedenog objekta (PIO).

4.1. Izrada tehničke dokumentacije

Tehnička dokumentacija, odnosno njeni delovi se izrađuju u elektronskoj formi, na način da se onemogućuje promena

njihovog sadržaja, kao elektronski dokument, potpisan kvalifikovanim elektronskim potpisom, odnosno potpisima.

Za potrebe građenja i inspekcijuskog nadzora tokom građenja objekta, obezbeđuje se odštampani primerak tehničke dokumentacije u skladu sa kojom se izvode radovi, odnosno dela te dokumentacije na osnovu koga se gradi u toj fazi građenja koji mora biti identičan originalnom elektronskom dokumentu.

4.2. Podloge za izradu tehničke dokumentacije

Tehnička dokumentacija se izrađuje na osnovu, geotehničkog elaborata, geodetskih, seizmoloških i ostalih podloga, odnosno elaborata, zavisno od vrste i klase objekta, posebnosti lokacije na kojoj se planira građenje objekta i od vrste tehničke dokumentacije u skladu sa ovim pravilnikom.

4.3. Predmer i predračun radova

Predmer i predračun radova sastavlja arhitekta ili projektant i sastavni je deo PZI-a. Čini ga popis svih građevinsko zanatskih radova i usluga sa količinama materijala. On je sastavni deo projektne dokumentacije, prilaže se uz svaku vrstu projekta (AB projekat, projekat vodovoda i kanalizacije, jake i slabe struje, projekat spoljnog uređenja, projekat termotehničke instalacije).

Na osnovu predmera izračunavaju se i ukupni troškovi gradnje objekta. Predmer i predračun radova predstavlja detaljnu procenu radova sa greškom od $\pm 3\%$. To je detaljna procena pozicija rada, količina, resursa i troškova.

5. PROCENA TROŠKOVA GRAĐENJA

Projektanti u toku izrade projektne dokumentacije izrađuju procenu troškova (cene) građevinskih i instalaterskih radova, prema važećim standardima i cenama u trenutku obračuna. Ona je osnova za izračunavanje planirane cene građevinskih i instalaterskih radova i omogućava građevinskoj firmi da predvidi nivo svojih troškova, a kupcu da proceni granice u kojima može izvršiti pregovaranje sa Izvođačem.

Planirani trošak građevinskih i instalaterskih radova i materijala je prognoza svih troškova za izvođenje građevinsko zanatskih radova. Cilj je da se utvrdi visina troškova za izvršenje radova utvrđenih u ugovoru uz racionalno korišćenje raspoloživih proizvodnih resursa i materijala.

Inženjer građevinarstva (izvođač) računa specifikaciju potrebnog materijala i vrši proračun troškova građenja objekta.

Stvarni trošak izvođenja radova dobija se po završetku izgradnje građevinskog objekta i on je zbir svih troškova koji su nastali prilikom izvođenja radova na objektu.

5.1. Procena troškova kod tradicionalnog pristupa

Kod tradicionalnog pristupa količine se određuju na osnovu 2D crteža, pa građevinski inženjeri koji procenjuju količine moraju tumačiti crteže različitih projektantskih timova i izmeriti svaki građevinski element posebno, primenjujući tehničke propise. Isto tako zbog nepotpunih

detalja i neodgovarajućeg prikaza često dolazi do grešaka u proračunu količina. Da bi se dobili tačni podaci, svaki složeni elemenat poput zidova, podova i sl. mora biti prikazan u svim slojevima, nacrtan u skladu sa stvarnim izgledom i načinu na koji će se izvesti tokom izgradnje.

Često crteži nemaju dovoljno informacija naročito u razvojnoj fazi projekta, pa je potrebno veliko znanje i iskustvo da bi se utvrdili nepostojeći podaci. To zahteva puno vremena, greške su moguće, rezultati se razlikuju od stvarnog stanja i stvaraju se gubici.

Većina preduzeća svoje procene troškova baziraju na iskustvu iz prošlih projekata, pa koriste podatke iz svoje baze podataka. Svakako njih treba uporediti sa komercijano dostupnim podacima o troškovima.

5.2. Procena troškova u BIM okruženju

Trošak projekta može se predvideti i pratiti BIM tehnologijom u svim fazama projekta. 5D model u ranim fazama projektovanja pruža tabelarni prikaz količina, a dodavanjem cena, može se dobiti ciljana vrednost projekta. Većina analiza troškova zasniva se na vezi između elemenata modela i spoljne baze podataka, koja sadrži stvarne podatke o troškovima. Količine iz dokaznice mera o stvarno utrošenom radu i materijalu zajedno sa cenama čine troškovnik. Uz pomoć BIM-a, troškovnik se lako može prilagoditi željama investitora.

Korišćenjem BIM modela proračun potrebnog materijala, mere i količine mogu se direktno uzimati iz osnovnog modela, jer on uvek ima informacije u skladu sa projektom. Ukoliko dođe do promene u crtežima, promena se automatski ažurira na svu projektnu dokumentaciju i raspored, na sve prikaze materijala, brojeve i mere koje inženjer koristi.

Izmerene količine materijala i rada koriste se za: procenu troškova, upravljanje troškovima, nabavku, izradu dinamičkih planova građenja...

5.3. Troškovi izgradnje građevinskog objekta

Procena troškova izgradnje građevinskog objekta radi se u svim fazama realizacije projekta. Kada se procena troškova projekta i proračun izrađuje korišćenjem modela tokom faze projektovanja, dobija se ciljana vrednost projekta.

Većina analiza troškova zasniva se na vezi između komponenata modela i spoljne baze podataka koja sadrži stvarne podatke o cenama. Količine iz dokaznice mera izvedenih radova zajedno sa cenama čine troškovnik koji se može uređivati i prilagođavati potrebama korisnika.

Gradnja i opremanje objekta su po finansijskoj vrednosti najznačajnija komponenta strukture investicionog planiranja.

Troškove u izgradnji građevinskog objekta možemo grupisati u:

1. Troškove izvođenja grubih građevinskih radova
2. Troškovi izvođenja građevinsko-zanatskih radova
3. Troškovi instalaterskih radova

Navedene pozicije sadrže desetine pozicija, čija cena se izračunava posebnom analizom, a sve zbirno daje ukupnu cenu građenja i opremanja objekta.

5.4. Računanje troškova izgradnje objekta

Obračun cene građenja objekta izračunava se kao zbir cena svih pozicija iz predmera radova, dok se obračun cene pojedinih pozicija vrši analizom cena kalkulacijom pomoću građevinskih normi.

Na analizu cena pored normativa i količina radova bitno utiče i niz drugih faktora: tehnologija rada koja se može primeniti za objekat, usvojena organizacija rada, uslovi lokacije (skućeni prostor, bliski susedni objekti), rok izvođenja radova (kratki rokovi podrazumevaju usiljeni ritam rada što dovodi do pada produktivnosti), klimatski uslovi (mikroklima, kisa, vrućine, niske temperature), faktori okruženja, pravni sistem, poreski propisi i carine, politička i ekonomska stabilnost itd.

Ulazni podaci za analizu cena su:

1. Cena rada
2. Cena materijala
3. Cena građevinskih mašina
4. Kalkulativni faktor

5D Modeling (eng. Cost Estimation) je proces u kome se BIM model koristi za izračunavanje potrebnih količina materijala sa ciljem procene troškova u svim fazama projekta, pruža mogućnost predviđanja i praćenja stvarne potrošnje materijala tokom građenja kroz mesečne izveštaje troškova i proračuna. Za uspešnu primenu 5D BIM-a u proceni troškova potreban je iskusan kadar.

6. ZAKLJUČAK

Projekat i izgradnja građevinskog objekta je složen zadatak zbog njegove dužine trajanja, promenljivih cena na tržištu, jedinstvenosti projekta, brojnih rizika i učešća većeg broja saradnika. Cilj svih učesnika jeste da se radovi uspešno izvedu u skladu sa projektnom dokumentacijom i specifikacijom u okviru predviđenih budžeta i rokova. Projekat obično zahteva velike finansijske investicije i svaki propust ili greška za sobom povlače velike i nepredviđene troškove. Zato je pitanje cene i kvaliteta u izgradnji građevinskog objekta uvek na prvom mestu. Da bi se to postiglo neophodno je primeniti savremene metode i tehnike upravljanja projektom korišćenjem BIM softvera.

Preduzeća koja primenjuju BIM tehnologiju imaju veću konkurentnost na domaćem i stranom tržištu, imaju veći kvalitet projekata i izvođenja uz smanjene troškove izgradnje i održavanja građevine. Preporuka svim preduzećima u Srbiji koje pripadaju granama AEC industrije, a koja žele da rastu, razvijaju se i opstanu na tržištu je da što pre svoje poslovanje prilagode BIM tehnologiji.

7. LITERATURA

- [1] B. Hardin, D. McCool, BIM and Construction Management-Proven Tools, Methods and Workflows, 2015.
- [2] <http://dibs42.com/sr/2019/11/21/benefits-of-bim/>
- [3] Jurčević, M.; M. Pavlović; Šolman H.: Opće smjernice za BIM pristup u graditeljstvu, HKIG
- [4] <https://bim360resources.autodesk.com/connect-construct/top-10-benefits-of-bim-in-construction>
- [5] <https://www.adriabim.com/hr/bim-10-razloga-da-projektirate-u-bim-u/>
- [6] <https://www.pinterest.at/pin/37788084366181054/>
- [7] <https://cadcrewtechnologies.com/cad-bim-skills-that-you-must-possess-to-grab-the-recruiters-attention/>
- [8] <https://pdfs.semanticscholar.org/a54d/ebb8ea29fba2ebc5dce4418028128631534d.pdf>
- [9] <https://www.pinterest.at/pin/9007267989879811/>

Kratka biografija:



Aleksandar Dorđević rođen je u Novom Sadu 1996. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva– Primena BIM-a u proceni troškova građenja odbranio je 2022. godine.

Kontakt: sale.ns@hotmail.rs