

**INTEGRACIJA BIM I GIS TEHNOLOGIJE U HIDROTEHNICI****INTEGRATION BIM AND GIS TECHNOLOGY IN HYDRAULIC ENGINEERING***Ivana Nastić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U radu su prikazane osnove BIM i GIS tehnologije u građevinarstvu, kroz faze projektovanja, izgradnje i održavanja objekta. Prikazani su i projekti hidroelektrana gde je primenjen BIM pri samoj izgradnji.

**Ključne reči:** BIM, GIS, Integracija, Hidroelektrane

**Abstract** – In this paper principles of BIM and GIS technology in engineering are presented, through project, building and maintenance phases. Hydraulic engineering projects with BIM implementation are presented.

**Keywords:** BIM, GIS, Integration, Hydroelectric power plant

**1. Šta je BIM?**

BIM, odnosno modeliranje građevinskih informacija, je digitalni prikaz fizičkih i funkcionalnih karakteristika objekta. Predstavlja zajednički izvor znanja za informacije o objektu koji čine pouzdanu osnovu za odluke tokom njegovog životnog ciklusa.

**1.1 Primena BIM-a**

Tradicionalno projektovanje u velikoj meri, zasniva se na dvodimenzionalnim tehničkim crtežima. BIM to proširuje izvan 3D modela, dogradnjom tri osnovne prostorne dimenzije (širina, visina i dubina) sa vremenom, kao četvrtom dimenzijom, i troškovima, kao petom dimenzijom. Postoji 6D i 7D model koje uključuje analizu potrošnje energije odnosno, upravljanje objektima. Samim tim, može se reći da je BIM, mnogo više od geometrije, ali pokriva i prostorne odnose, geografske informacije, kao i količine i svojstva komponenti samog objekta.

**3D BIM**

Cilj korisnika i saradnika u 3D BIM-u je formiranje centralne baze podataka u vidu 3D modela iz koga će ostali saradnici (arhitekta, inženjeri građevine, itd) dobijati podatke za rad. Uz pomoć 3D modela, mnoga konstrukcijska pitanja i eventualne dileme se rešavaju veoma uspešno samim pregledom modela.

**4D BIM**

4D BIM unosi faktore izvođenja i opremanja kao dodatnu dimenziju Building Information Modeling-a. Velika stavka 4D BIM-a je kontrola nabavljanja i koordiniranja materijala i opreme koja se ugrađuje. Glavna prednost ovakvog modeliranja jeste optimizacija rada na gradilištu i kontrola eventualnih poklapanja elemenata pri izvođenju kroz 4D simulacije procesa u izvođenju.

Za potpuno korišćenje 4D simulacija, neophodno je postojanje prikladnih 3D modela planiranog objekta. Elementi 3D modela moraju biti povezani sa aktivnostima

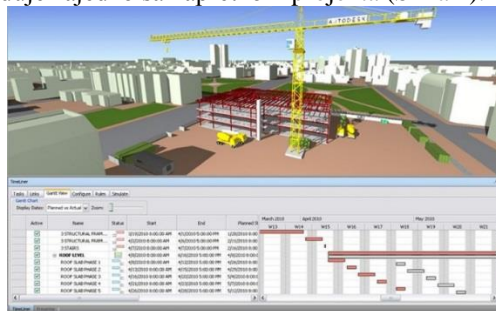
**NAPOMENA:**

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

koje imaju određen vremenski početak i kraj rada. Iskustvo i znanje o stepenima razvijenosti (LOD) potrebni su kako bi se postigle sve prednosti u radu 4D simulacija.

**5D Dimenzija analize troškova**

5D BIM-om postiže se veća tačnost u analizi kako će se promene ili nedostaci pojedinih stavki, poput nabavke materijala, trajanja izvođenja pojedinih elemenata ili promene slobodne radne snage, uticati na finansijski aspekt projekta. 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 (Slika 1).



Slika 1. Projekat sa analizom troškova

**6D Dimenzije analize potrošnje energije**

Ovim nivoom modeliranja, moguće je sagledati kolika će biti potrošnja energije u građevini, nakon izgradnje. Detaljnim planiranjem kroz analizu materijala, opreme kao i spoljašnjih uticaja, potrebno je u fazi planiranja, odnosno projektovanja, definisati učinkovitost celokupnog sistema. Građevinska industrija je tradicionalno fokusirana na definisanje troškava izgradnje objekta ranije nego što dođe do same realizacije projekta.

**7D BIM - dimenzija upravljanja objektom nakon izgradnje**

Ova dimenzija se, prikupljanjem i analizom podataka, poput specifikacije, garancije, koristi kako bi se u fazi održavanja i vođenja, tj upravljanja građevinom što kvalitetnije produžio životni vek građevine kao i kvaliteta primene same građevine [2].

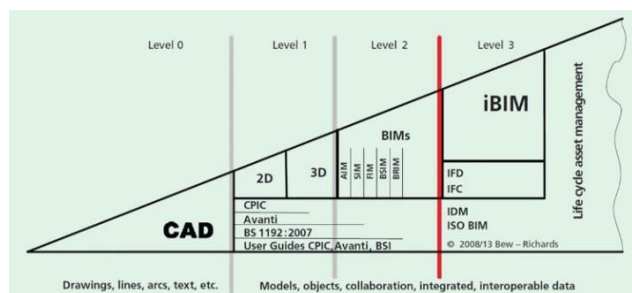
**2. Istorija i razvoj BIM pristupa**

Prvi koji je došao do današnjeg termina jeste arhitekta u kompaniji Autodesk, Phil Bernstein. Popularizacija i standardizacija termina zasluga je Jerry Laiserin-a. BIM već od sredine osamdesetih godina XX veka, postaje uobičajen naziv za koncept digitalnog prikaza procesa projektovanja koje su zatim ponudile kompanije za izradu softvera: Graphisoft (Virtual Buildings), Bentley Systems (Integrated Project Models) i Autodesk (BIM). Prva implementacija BIM-a u neki softver, bio je Building

koncept na kom se zasnivao ArchiCad kompanije Graphisoft koji je svoj debi imao 1987. godine.

## 2.1 BIM razvojni nivo-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 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].

## 2.2 Značaj BIM-a u građevinarstvu

Nakon virtuelne izgradnje objekta omogućava brzu izradu projektne dokumentacije. Ukoliko se tokom izgradnje ukaže potreba za izmenom projekta, sve izmene vrše se na jedinstvenom 3D modelu.

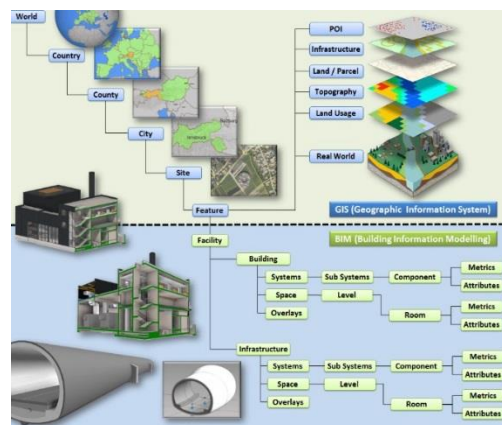
Sve mere potrebne za izgradnju se skidaju direktno sa digitalnog modela i time se sprečavaju greške izgradnje usled dvostruke dokumentacije. BIM pruža jedinstveno dobijanje svih potrebnih informacija o kvantitetu, kao npr prilikom izrade specifikacije potrebnih materijala, proračuna troškova itd. On objedinjuje geometriju, prostorne odnose, analizu osvetljenja, geografske

parametre, količine i tehnički opis elemenata-detalje proizvođača elemenata.

U projektima projektovanja vodovoda i odvodnje u visokim zgradama, BIM tehnologija je korišćena za simuliranje procesa ugradnje cevovoda. Sistem vodosnabdevanja i odvodnje je stvoren u modelu, uključujući vodovodni toalet, kupatilo i kupatilo, raspored vodovodnih cevi može se direktno generirati radom BIM platforme; zatim je uređen BIM sistem za dodavanje kupaonskih uređaja za generisanje veza i rasporeda; konačno, funkcija virtualne simulacije BIM tehnologije korišćena je za proveru performansi i efikasnosti vodosnabdevanja i odvodnjavanja [2].

## 3. Šta je GIS?

Geografski Informacioni Centar (GIS) je sistem za kreiranje i upravljanje prostornih podataka sa pripadajućim atributima. U užem smislu, to je kompjuterski sistem sposoban za integrisanje, skladištenje, uređivanje, analizu kao i prikaz informacija vezanih za prostornu lokaciju (slika 3). U širem smislu, GIS predstavlja „pametnu kartu“ koja ostavlja mogućnost korisnicima interaktivne upite (istraživanja koja stvara korisnik), analiziraju prostornih informacija i sprovođenje promena.



Slika 3. Kompjuterski sistem za prikaz informacija vezanih za prostornu lokaciju

## 3.1 Istorija GIS-a

Geografski informacioni sistemi počeli su sa razvojem ranih šezdesetih godina prošlog veka. Njihov razvoj možemo prikazati na vremenskoj liniji sa četiri ključna perioda:

- Pionirski, od ranih 1960-ih do 1975. godine
- Eksperimentalni, od 1973. do ranih 1980-ih
- Komercijalni, od 1982. do kasnih 1980-ih
- Savremeni, od 1990. do danas.

Kao najraniji primer u literaturi se često može naići na mapu engleskog lekara John Snow-a koju je napravio 1854. godine u Londonu za vreme širenja bolesti kolere. To je bio prvi slučaj da je neko na mapi koristio elemente koji danas mogu predstavljati neke od osnovnih delova jednog GIS-a. Na mapi su bile ucrtane ulice u Londonu i tačke od interesa (u ovom slučaju to su bile česme koje su stanovnici koristili za snabdevanje vodom kao i mesta na kojima su živele osobe zaražene ovom bolešću).



Slika 4. Mape i njihovo prikazivanje u slojevima

Velika prednost GIS-a leži u tome što je dostupan širokom dijapazonu korisnika, od programerskih eksperata, projektnih menadžera, pa do svakodnevnih korisnika računarskih sistema.

Geografski podaci potiču sa konkretnih lokacija i fizičkih karakteristika u neposrednoj blizini ili na samoj površini Zemlje.

Ovi sirovi, pozicioni podaci su polazna tačka svakog geografskog informacionog sistema i pružaju osnovne informacije neophodne za dodeljivanje opisa, modelovanje skupova podataka, kreiranje veza i analize (Slika 4.).

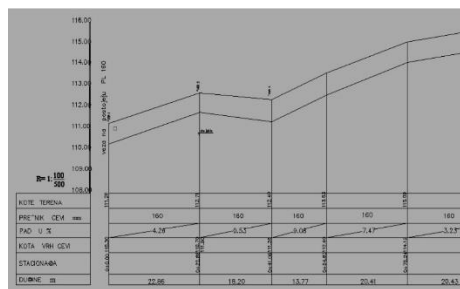
### 3.2 Mogućnosti GIS-a

Ogromne su prednosti GIS-a u odnosu na sve ostale sisteme povezivanja i integrisanja različitih podataka. Uz pomoć GIS-a se može uraditi sledeće:

- prostorna analiza i modeliranje podataka
- 3D vizualizaciju okruženja-analiza osunčanosti i količine sunčeve svetlosti
- integracija raznovrsnih podataka i formata u obliku brojnih vektorskih i rasterskih podloga (topografske karte, digitalni model reljefa, ortofoto snimci, satelitski snimci), integracije negeoreferenciranih grafički podataka (podaci, tekstualni, grafički i multimedijalni dokumenti, itd), sa postojećim geoprostranim podacima
- integracija GIS sa podacima iz drugih javnih baza podataka u cilju dobijanja kompleksni informacija-korporacijske baze podataka (Srbija putevi, Srbija vode, itd) i državne baze podataka (XMZS, ZZSS, itd)
- vrlo kvalitetan izvoz (export) podataka u druge aplikacije u grafičkom, negrafičkom, statičkom i dinamičkom obliku (formatu).

Za potrebe ViK-a vrši se prikaz određenih vrsta prostornih podataka kao što su :

- o Pozicioni prikaz cevi sa njihovim kotama (glavnog voda i kucnih priključaka)
- o Prikaz poduznih profila cevi (Slika 5.)
- o Prikaz profila vodovodnih okna
- o Prikaz vodovodne zone, vrste materijala kao i prečnik cevi
- o Prikaz dužina od šahta do šahta (radi računanja padova).



Slika 5. Podužni profil cevi

## 4. REVIT - BIM softver za projektovanje instalacija vodovoda i kanalizacije

Pomoću Autodesk-ovog Revit programa možemo pokrenuti ceo projekat u jednom softverskom okruženju. Arhitekte, građevinski, mašinski i elektro inženjeri i projektanti procesa učestvuju u celokupnom BIM procesu planiranja radeći u jednom softverskom okruženju. Rad različitih stručnjaka u jednom programu omogućen je različitim alatima koji su dostupni za arhitekturu, MEP instalacije, statiku i konstrukcije. Revit se prvi put na tržištu pojavio 2000. godine, gde ga je izdala korporacija Revit Technologie (poznata kao Charles River Software do 2000. godine). S tim u vezi, postavljen je uporedo sa softverskim alatima ArchiCAD i Reflek, koji su već radili u 3D okruženju i sa BIM konceptom. Dve godine kasnije, Revit je postao deo Autodesk softvera, prethodno poznatog kao AutoCAD. Do 2013. godine Revit se sastojao od pojedinačnih modula za arhitekturu i MEP instalacije. Od 2013. godine, svi programski moduli različitih disciplina kombinirani su u jednom programu Revit. Revit takođe dolazi u skraćenoj verziji Revit LT, gde se uklanjaju pojedinačni alati [5].

### 4.1.1 Autodesk Revit

Revit dolazi u samo jednom obliku sa svim modulima (Architecture, Mechanical Electrical Plumbing I Structure).

Architecture modul - bavi se procesom konceptualnih rešenja, projektovanjem, izradom 3D modela, upravljanjem prostorom i namenama, predmerima, predračunima i mnogim drugim procesima.

MEP (Mechanical Electrical Plumbing) - podržava izradu dokumentacije za faze projekta, kao što su mašinske, vodovodne i elektro instalacije.

### 4.1.2 AutoCAD MEP

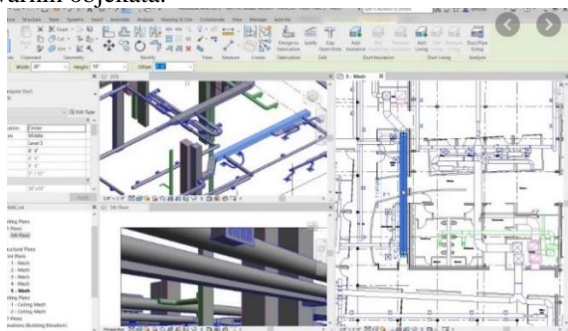
AutoCAD MEP (Slika 6.) omogućava:

- Automatizovano planiranje,
- Poznato radno okruženje,
- Automatski proračun dimenzija kanala i cevi,
- Optimizacija sistema za postizanje najboljih performansi,
- Biranje stavki po bibliotekama standardnih stavki,
- Smanjite greške već u vreme planiranja [6].

## 5. BIM u građevinarstvu

Uloga geodezije u stvaranju BIM-a jeste da obezbedi informacije o fizičkim i funkcionalnim karakteristikama mesta i prezentuje ih u digitalnom formatu. Bilo da se radi o terenu, projektu praćenja implementacije, planske dokumentacije ili o kreiranju BIM-a postojećeg objekta,

savremene tehnologije prikupljanja podataka omogućuju kreiranje detaljnih i kvalitetnih digitalnih reprezentativnih stvarnih objekata.

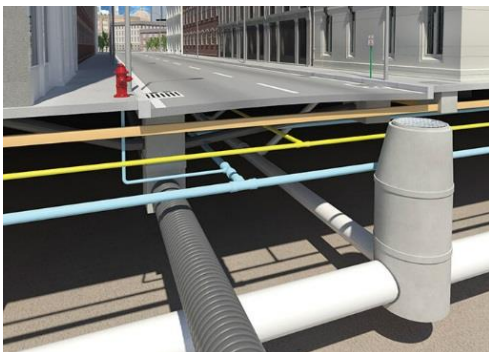


Slika 6. Prikaz projekta u AutoCad MEP program

## 5.1 Integracija BIM-GIS sistema

Da bi se poboljšao kvalitet urbanih prostora, potrebne su velike količine podataka, statičkih i dinamičkih, mikroskopski i makroskopskih, koji se koriste u BIM i GIS alatim. Zajednička integracija BIM i GIS (Slika 7.) alata koristi se u projektima koji objedinjuju prostorne podatke i podatke o građevinama. Oblici ove integracije obuvataju sledeće:

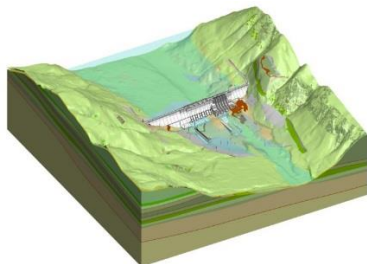
- planiranje, projektovanje, izgradnju i održavanje objekata
- prenos podataka - obuvata tri stanja prenosa: prenos iz BIM-a u GIS (najzastupljeniji prenos, 54%), prenos iz GIS-a u BIM
- prenos iz BIM-a i GIS-a u neki treći program platforme - softverski ili web platformu namenjenu zajedničkoj integraciji BIM-a i GIS-a.



Slika 7. Prikaz integracije BIM i GIS-a

## 5.2 Projekti integracije BIM i GIS tehnologije

Hidroelektrane su jeftin izvor obnovljene energije, koji je veoma fleksibilan jer se može povećati ili smanjiti kako bi se zadovoljila potražnja. Jedna od zemalja koja je podložna aktivnoj gradnji brana jeste Kina (Slika 8.).



Slika 8. Prikaz 3D Hidroelektrane

ina je vodeći proizvođač hidroelektrana u svetu do kraja devedesetih, pri čemu je oko 17% energije dolazilo iz

ovog izvora. Tempo rasta u Kini bio je fenomenalan sa samo 22 brane u zemlji 1949. godine, a sada je preko 50.000 brana veće od 15m. Građenje brane nastavlja sa ubrzanim rastom od 635 milijardi dolara ulaganja u vodenu infrastrukturu, planiranog do 2021 godine, a trećina će ići na brane i akumulacije.

## 6. ZAKLJUČAK

U cilju optimalnog korišćenja GIS-a, nije dovoljno da korisnik samo nabavi odgovarajući hardver, softver i ljude koji će raditi na sistemu, već i da sistem bude adekvatno organizaciono postavljen. To podrazumeva da, kao i u svakom drugom poslu, nabavka novog alata nije rešenje samo po sebi ako on nije pravilno inkorporiran u celinu posla kojim se korisnik bavi. Danas, posle nekoliko decenija razvoja, GIS je dokazao svoje prednosti u građevinarstvu gde se zahteva vizuelizacija prostornih podataka i manipulisanje velikim brojem podataka, koji su opisani vrlo složenim konceptima i imaju veliki broj korisnika raznih struka. GIS tehnologija omogućava veliki napredak u svim oblastima i procesima upravljanja, praćenja, organizacije i odlučivanja u odnosu na konvencionalne metode rada.

BIM pristupi i tehnologije donose velike finansijske i vremenske uštede pri gradnji veoma kompleksnih objekata. Najveća prednost BIM-a jeste pouzdaniji prenos informacija između različitih projektnih timova, ali i projekatnata i izvođača, odnosno, po završetku projekta, pristup pouzdanim informacijama za one koji održavaju objekat (KGH sisteme, vodovod i kanalizaciju, itd).

Pored brojnih prednosti koje ova tehnologija donosi u građevinskoj industriji, ostale struke ne bi smele zanemariti njen potencijal. Savremeno upravljanje prostorom i svime onim što ga čini i ispunjava, zahteva upotrebu savremenih tehnologija i alata što BIM svakako jeste, a pun potencijal ove tehnologije i sve njene mogućnosti će se tek istražiti u bliskoj budućnosti [4].

Do tada jedno je sigurno, BIM i GIS tehnologija su neophodan korak za razvoj građevinske industrije, kao i za urbanističko upravljanje prostorom [1].

## 7. 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 i Geodezija"
- [4] T. Ninkov, I. Sabadoš, Z. Sušić, M. Batilović, V. Bulatović, "BIM tehnologija i njena primena u građevinarstvu"
- [5] <https://www.revit4you.com/>
- [6] <https://www.intelika.hr/>
- [7] <https://www.theb1m.com/>

### Kratka biografija:



**Ivana Nastić** rođena je u Sremskoj Mitrovici 1990. god. Završila je srednju tehničku školu, „Jovan Vukanović“, smer Visokogradnja, 2009.godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka, na Departmanu za građevinarstvo i geodeziju odbranila je 2020.god. kontakt: [ivananastics@gmail.com](mailto:ivananastics@gmail.com)