

Petar Dragić  
POWER PATH doo  
[petar.dragic@power-path.com](mailto:petar.dragic@power-path.com)

Siniša Vučinić  
HEP Elektroprimorje Rijeka  
[sinisa.vucinic@hep.hr](mailto:sinisa.vucinic@hep.hr)

## PRIMENA BIM METODOLOGIJE U PROJEKTOVANJU ELEKTRO VODOVA

### SAŽETAK

Kroz rad se opisuje primena BIM (Building Information Modeling) metodologije koja predstavlja novi pristup u projektovanju objekata a koji za razliku od tradicionalnog pruža mogućnosti lakšeg deljenja informacija i praćenja stanja projekta od faze projektovanja, preko izgradnje do održavanja i upravljanja. Određene države Evrope kao i druge države sveta su već uvele obavezu primene ove metodologije na projektima koji se finansiraju od strane države i to u cilju boljeg praćenja stanja, veće transparentnosti, lakše komunikacije između različitih inženjerskih disciplina i veće učinkovitosti.

U radu se objašnjavaju bazične stvari u vezi BIM-a kroz primer projekta nadzemnog elektro voda u cilju razumevanja i primene, te kako se može metodologija primeniti na projekte vodova nezavisno na naponski nivo.

**Ključne riječi:** BIM - Nadzemni vod - 3D BIM - IFC Zapis – Interoperabilnost

## APPLICATION OF BIM METHODOLOGY IN THE POWER LINE DESIGN

### SUMMARY

The paper describes the application of the BIM (Building Information Modeling) methodology, which represents a new approach in the design of buildings, which, unlike the traditional one, provides opportunities for easier sharing of information and monitoring the state of the project from the design phase, through construction to maintenance and management. Certain countries of Europe as well as other countries of the world have already introduced the obligation to apply this methodology on projects financed by the state, with the aim of better monitoring of the situation, greater transparency, easier communication between different engineering disciplines and greater efficiency.

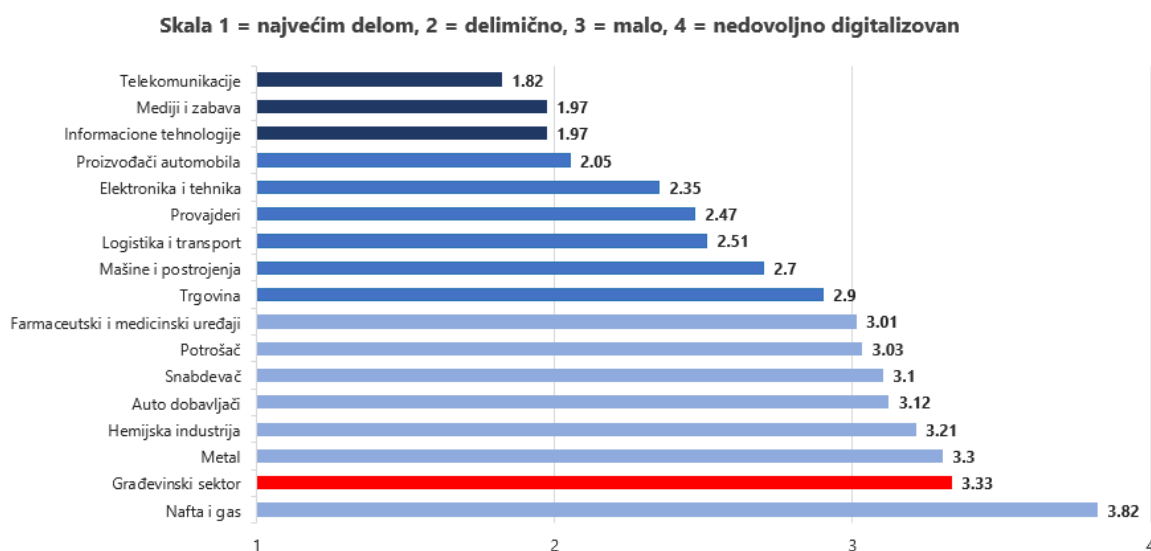
The paper explains the basics of BIM through an example of an overhead power line project for the purpose of understanding and application, and how the methodology can be applied to power line projects regardless of the voltage level.

**Key words:** BIM - Overhead power line - 3D BIM - IFC Record - Interoperability

## 1. UVOD

Stepen digitalizacije i povezanosti radnih procesa u različitim industrijama se razlikuje od industrije do industrije. Pre svega u zavisnosti od kompleksnosti procesa, dostupnosti inovacija u toj industriji kao i samih potreba i želja da se određeni procesi digitalizuju.

Određene industrije, kao što su automobilska, IT i telekomunikacije, mediji su odavno povećale učinkovitost svojih procesa kroz digitalizaciju. To je sa jedne strane i razumljivo jer u tim industrijama se kroz procese kreiraju serijski produkti ili su to industrije čiji osnovi se temelje na informaciono i telekomunikacionim sistemima a koji su digitalni. Dok kada pogledamo građevinsku industriju, ona se nalazi na jako niskom stepenu digitalizacije, što je donekle prouzrokovano kreiranjem unikatnih produkata (objekata) koji nisu serijski, ali povećanjem digitalizacije i promenom tradicionalnih (ustaljenih) procesa rada i u toj industriji je moguće doći do velikih ušteda i optimizacije rada.



Slika 1. Poređenje stepena digitalizacije različitih industrija (izvor: accenture.com)

## 2. ŠTA JE BIM?

Skraćenica BIM znači Building Information Modeling (digitalni informacioni model objekta). Radi se o metodologiji koja povezuje objekte (Building), informacije (Information) i modeliranje (Modeling). To je proces stvaranja i upravljanja informacijama o objektu tokom njegovog postojanja. BIM ne predstavlja jedan računarski program, koji omogućava izradu i upravljanje tehničkom dokumentacijom. BIM je proces koji povezuje sve učesnike u projektovanju, gradnji te upravljanju i održavanju, a koji uz pomoć odgovarajućih računarskih programa i znanja vrše izradu i upravljanje celokupne tehničke dokumentacije.

Podaci nastali BIM procesom sadrže detaljne informacije. Te kada poredimo BIM projekte sa trenutnom tehničkom dokumentacijom koja se izrađuje pri projektovanju objekta, ne radi se više o 2D crtežima ili 3D modelu iz kojih možemo dobiti geometrijske informacije ili u najboljem slučaju informacije o površinama i zapreminama. Dokumentacija nastala u BIM procesu sadrži detaljne informacije o dimenzijama, komponentama, materijalima i njihovim karakteristikama, cenama, terminskim komponentama, itd. Možemo reći, da u BIM procesu nastaje pametna tehnička dokumentacija. A to je zapravo virtualni model, na osnovu kojeg će objekat kasnije biti izgrađen i kojim će se upravljati.

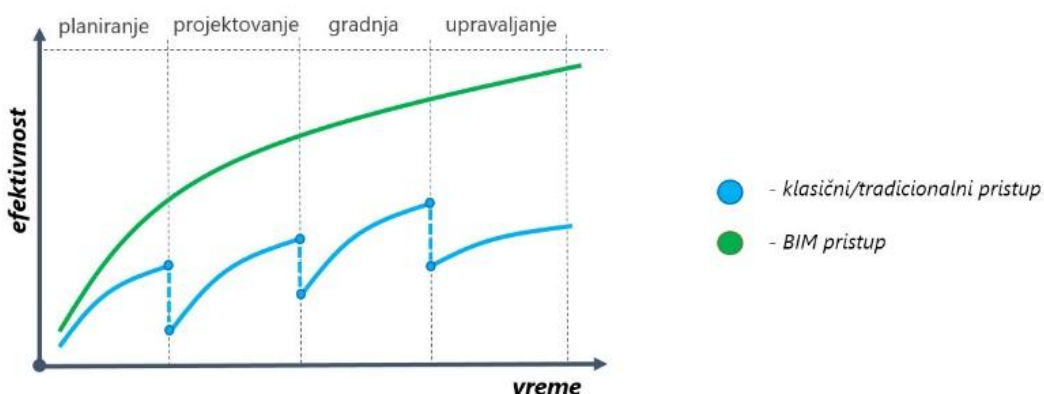
### 2.1. Koje promene i prednosti donosi BIM?

BIM predstavlja veliki korak u digitalizaciji radnih procesa u građevinarstvu, arhitekturi i inženjerstvu uopšteno, odnosno u procesima koji se odnose na projektovanja, izgradnja, održavanje i upravljanje objektima. A ako to uporedimo sa promenama koje su bile pri kraju osamdesetih i početkom devedesetih godina kada se prelazilo sa olovke, papira i „lenjira“ na CAD sisteme, BIM je zahtevniji i sveobuhvatniji. Jer uvođenje BIM metodologije ne znači samo investicija u opremu i znanje (tj. nabavka

računarskih programa i edukacija) već je potrebno menjati i radne procese tokom projektovanja, gradnje i održavanja, te ih međusobno povezati.

Prednosti korišćenja BIM-a su brojne. Naravno, prednosti za različite grupe učesnika i saradnika tokom postojanja objekta su svakako različite, ali najveću korist imaju investitori koji zbog dobrog planiranja i analize različitih varijanti u ranim fazama dobijaju bolji uvid u socijalne, ekološke i finansijske aspekte, a da ne govorimo o vizuelnoj prezentaciji i razumevanju projekta. Osim toga investitori u fazi izgradnje na osnovu (3D) BIM modela imaju uvid i kontrolu nad vremenskim (4D) i finansijskim (5D) aspektom projekta i na taj način učinkovito prate svoja ulaganja i imaju veću transparentnost. Korist se takođe ogleda za investitora i pri održavanju i upravljanju objekta (6D).

## 2.2. Kako izgleda životni ciklus objekta nastao kroz BIM?



Slika 2. Poređenje povezanosti faza kroz životni ciklus objekta nastao kroz tehničku dokumentaciju kreiranu na klasični/tradicionalni pristup i kroz BIM pristup

Pri korišćenju BIM metodologije prilikom izrade tehničke dokumentacije saradnici lakše i bolje razmenjuju informacije, dokumentacija je usklađena, podaci se nalaze na jednom mestu, smanjuje se mogućnost grešaka, proveravaju se kolizije raznih elemenata i time smanjuju nepotrebni dodatni troškovi i vremenski zastoji u fazi gradnje. Sastavni delovi tehničke dokumentacije su međusobno povezani pa se svaka promena ažurno odražava u izveštajima, analizama itd. što smanjuje greške i skraćuje vreme izrade projekta.

Izvođači imaju bolji uvid nad projektom, tačnije podatke i pristup do svih podataka koji su na gradilištu za njih važni. Istovremeno praćenje radova, materijala koji se koristi i vremena, omogućava kako izvođačima tako i ostalim koji su uključeni bolje praćenje projekta.

Upravljanje objektom za koji postoje svi potrebni podaci od projektovanja preko izgradnje i uslova održavanja, znatno je lakše nego kad su ovi podaci nepotpuni ili se dobijaju iz više izvora ili ih uopšte nema. Tako da oni koje se bave upravljanjem objekata, sve podatke prikupljene u procesu projektovanja i izgradnje objekta, mogu koristiti uz pomoć odgovarajućeg informacionog sistema i lako ih uređivati i dopunjavati.

Prednost BIM-a se ogleda i u tome, što to nije samo digitalizacija fizičkih objekata, jer ako se dodaju senzori i upare sa IoT tehnologijom to su zapravo digitalni »blizanci« koji sadrže sve trenutne podatke o objektu pa tako u slučaju određenih nepovoljnih razmera kao što su poplave, grad, klizišta koje mogu dovesti do rušenja i uništavanja objekata, omogućen je pristup do svih informacija i mogućnost pravovremenog reagovanja.

BIM pristup objedinjuje celokupni životni ciklus objekta kroz dve ključne stvari a to su kreiranje BIM modela objekta u početnoj fazi (pri planiranju i projektovanju) i kolaboraciji na osnovu tog modela kroz sve ostale životne faze objekta. Tradicionalni pristup, koji je u velikom broju zemalja zakonska obaveza i praksa pri nastajanju i upravljanju objekta, svodi se na to da faze nisu povezane ili delimično i jesu ali ne kroz digitalni format zapisa i deljenja podataka što iziskuje dodatne resurse (vreme, ljudstvo, dodatnu komunikaciju) pri svakoj narednoj fazi.

### 2.3. Zašto se BIM promoviše i uvodi, te kakvo je stanje u svetu?

Prema podacima svetske organizacije McKinsey, koji su objavljeni u Priručniku za uvođenje informacijskog modelovanja u evropskom javnom sektoru koji je 2017. godine izdala organizacija EU BIM Task Group, građevinski sektor predstavlja približno 9% evropskog BDP-a.

Građevinska industrija zapošljava 18 miliona ljudi, što uključuje 3 miliona preduzeća. Prosečna godišnja vrednost građevinskih projekata u Evropskoj uniji je 130 milijardi evra. Ukoliko bi uz pomoć digitalizacije uspeali realizovati 10% ušteda, to bi značilo 13 milijardi evra na godišnjem nivou. Ovo su već vrednosti koje ohrabruju Evropsku uniju da aktivno podrži uvođenje digitalizacije u građevinskoj industriji. Te je iz tog razloga i oformljena EU BIM Task Group organizacija na nivou država Evropske unije.

Koristi uvođenja digitalizacije nisu merljive samo u finansijskim učincima, već među pozitivne ishode se ubrajaju i:

- manji rizici prekoračenja vremenskih rokova,
- bolji kvalitet izgrađenih objekata,
- veća produktivnost sektora,
- prilagođavanje održivom izgrađenom okruženju (klimatske promene, cirkularna ekonomija),
- veća transparentnost i učinkovitosti gradnje,
- nove mogućnosti za rast sektora s izvozom i ponudom dodatnih usluga,
- snažniji sektor koji privlači talente i ulaganja.

Tako da je uvođenje BIM metodologije jedan od ključnih zadataka sa područja digitalizacije građevinskog sektora.

Velika Britanija, kao jedna od najnaprednijih evropskih država na području implementacije BIM-a, je među prvim „BIM država“ pošto je zvanično od 4. aprila 2016. uvela obavezu upotrebe BIM-a na nivou 2 (Level 2) za sve projekte koji se finansiraju od strane države.

Naravno pre uvođenja ove regulative definisani su i objavljeni svi neophodni pravilnici i smernice koji su neophodni za kreiranje BIM projekata na „Level 2“. A to je zapravo definisano kroz platformu koja je internet stranica [www.ukbimframework.org](http://www.ukbimframework.org) a koja služi kao referentna tačka, gde se nalaze sve smernice i dokumentacija.

Za popularizaciju i primenu BIM metodologije mnoge države su izdvojile finansijska sredstva kako bi to uveli u zakonske okvire. Pa tako npr. još 2016. godine je objavljeno da će Francuska izdvojiti 20 miliona evra za promene i unapređenja u oblasti industrijske digitalizacije, Finska je od 1997. godine uložila 40 miliona evra, a Nemačka do 2020. je izdvojila 2,7 milijarde evra kako bi osigurala izvođenje velikih pilot projekata na području BIM-a.

Naravno, uloga države nije samo da obezbedi finansijsku podršku za prelazak na novi način rada, već i da obezbedi i usaglasi odgovarajuće propise za primenu BIM-a. Pa tako kao što je i prethodno pomenuto, Velika Britanija je definisala tačne smernice za izradu BIM projekata. Pošto državni projekti u Velikoj Britaniji predstavljaju oko 40% celokupne investicije u građevinarstvu i zapravo to je razlog zašto tako snažno i posvećeno su uveli BIM metodologiju. Stav britanske vlade je da je BIM prva ozbiljna globalna tehnologija za digitalnu gradnju, koja će biti uskoro u upotrebi širom sveta. Oni su stava da je to „game changer“ tehnologija i moramo biti svesni da je već tu i da će ostati.

Po svetu je i drugih primera gde su države uvele obavezu upotrebe BIM, ali kada pogledamo u našem okruženju država Slovenija prednjači u odnosu na druge države jer je uvela obavezu upotrebe BIM metodologija za sve projekte finansirane od strane države. Tako da svi projekti od 01. januara 2025. godine su u obavezi da budu urađeni po BIM-u kako bi mogli da dobiju građevinsku dozvolu.

### 2.4. Kako krenuti u implementaciju BIM-a?

Implementacija BIM metodologije je proces, koji se odvija u više koraka. Govorimo o takozvanim nivoima uvođenja BIM tehnologije, pri čemu je početni ili nulti nivo onaj na kojem se danas nalazi većina preduzeća koja nisu počela sa implemantacijom.

Šta je Nivo 0 (Level 0)?

Tehnička dokumentacija se dobija CAD sistemima, ali je nepovezana. Projekti su izrađeni u 2D, prenos podataka se vrši razmenom crteža na papiru ili u elektronskom obliku.

Šta je Nivo 1 (Level 1)?

Podaci o projektu nastaju u CAD sistemu u 2D ili 3D obliku. Podaci su organizovani i standardizovani, koriste se alati za saradnju na daljinu. Terminski i finansijski podaci se obrađuju odvojeno od tehničke dokumentacije i nisu povezani sa tehničkim podacima.

Šta je Nivo 2 (Level 2)?

Svi podaci su prostorno određeni (3D) i obrađuju se u BIM aplikacijama. Finansijski podaci se obrađuju u posebnim aplikacijama, i povezani su sa digitalnim 3D BIM modelom.

Šta je Nivo 3 (Level 3)?

U celini integrisan sistem saradnje, podržan internet servisima i IFC standardom (Industry Foundation Classes). Ovaj nivo omogućava 4D, 5D kao i 6D analize (obuhvaćen celokupni životni vek objekta).

Uvođenje BIM-a dakle, može teći postepeno, u fazama i tokom celog životnog veka objekta. Istina je da su projektanti najsvesniji potrebe njegovog uvođenja, ali je logično i to da se interes za BIM pokaže od strane investitora i onih koji se bave upravljanjem objekata. Oni su ti koji na objektu rade najduže i na kraju snose i najveća finansijska ulaganja.

## **2.5. Novi standardi, radne pozicije i formati**

Što se tiče standarda iz oblasti ove metodologije, ključni standard je ISO 19650 koji predstavlja standard za upravljanje informacijama tokom životnog ciklusa izgrađenog objekta korišćenjem BIM-a. Te on predstavlja osnovu za definisanje zahteva o informacijama koji će biti u modelu.

A da bi ceo proces primene BIM-a bio moguć i primenljiv, definišu se i nove uloge (pozicije) na projektu a ključne su BIM menadžer koji je sa strane naručioca i BIM koordinator kao osoba ili osobe koje kod projekatanta, nadzora, izvođača i drugih učesnika brinu o pravilnosti rada i upravljanju radnih procesa. Tako da primenom ove metodologije imamo i nove radne pozicije.

BIM sa sobom donosi standarde za razmenu i koordinaciju od faze projektovanja do izgradnje i održavanja objekta a to je sa tehničke strane moguće na osnovu IFC standard.

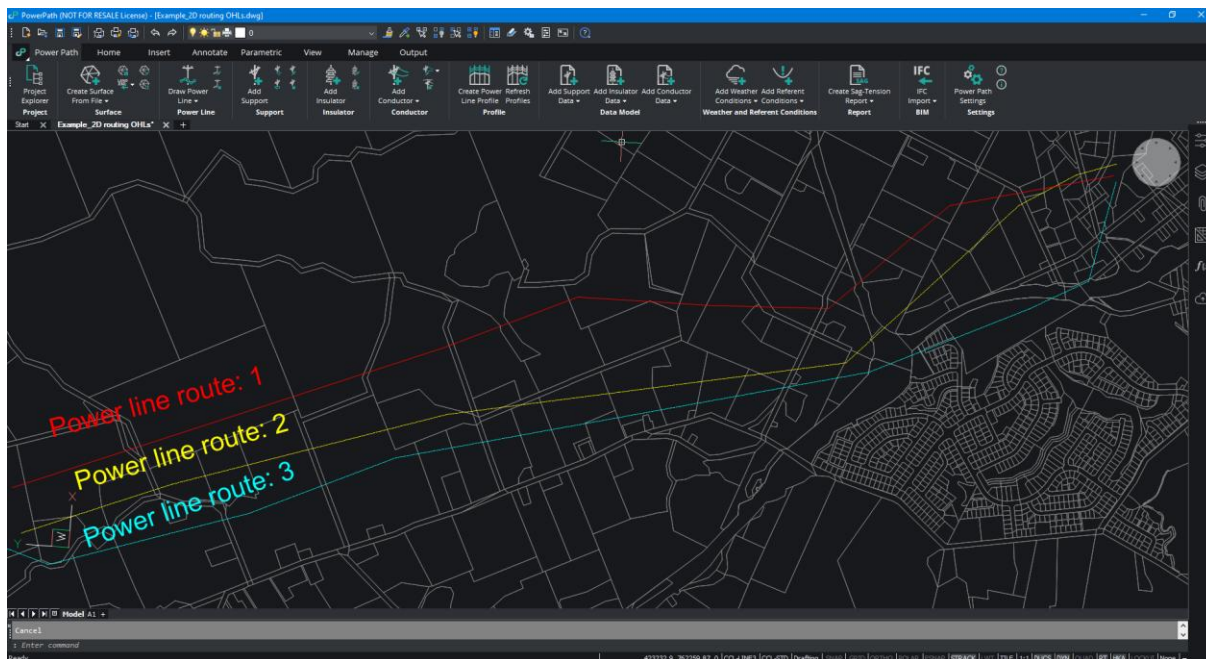
IFC je otvoreno-kodni digitalni zapis koji omogućava razmenu i protok informacija od faze projektovanja do konačne faze održavanja odnosno kraja eksploatacije i rušenja objekta. Što znači da kreiran model već u projektnoj fazi mora da sadrži informacije koje će biti neophodne u narednim fazama. Organizacija bSI (buildingSMART International) je zapravo krovna organizacija koja se bavi razvojem i usavršavanjem ovog otvoreno-kodnog digitalnog zapisa, izdavanjem smernica po kojima bi se trebali zasnivati BIM procesi i promocija BIM-a na globalnom nivou.

## **3. PRIMER PROJEKTOVANJA NADZEMNOG ELEKTRO VODA KROZ RAZVOJ BIM MODELA**

Kroz ovaj primer projekta nadzemnog elektro voda (srednjeg naponskog nivoa), koji je projektovan u softverskom rešenju Power Path, cilj je da se pokaže kako se kreirana trasa voda kao BIM model u digitalnom zapisu i koristi kroz sve životne faze elektro voda.

### **3.1. Faza planiranja**

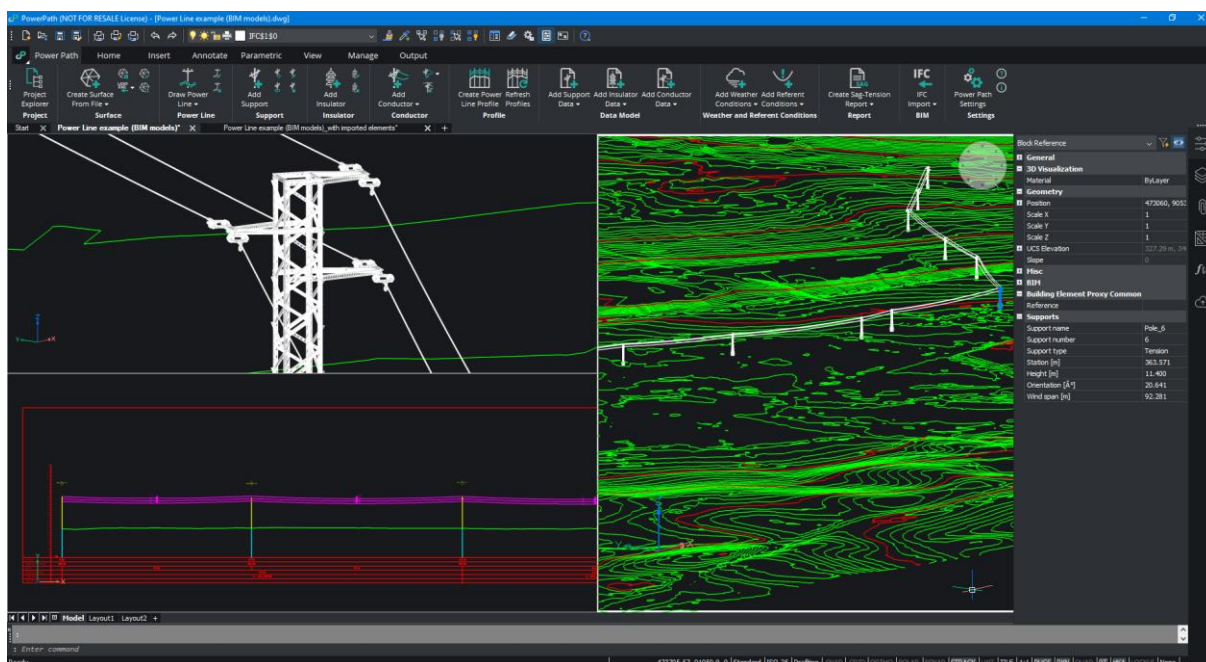
U fazi planiranja se definišu varijanta rešenja trase vodova, gde se pored samog 2D prikaza mogu pregledati i trase vodova u 3D prikazu. A kao osnova za samo trasiranje se koriste različiti ulazni geodetski (tačke, parcele, oblaci tačaka, granice eksproprijacije i sl.) i geoprostorni (postojeći vodovi infrastrukture, zaštićene oblasti i sl.) podaci. Samo trasiranje vodova može se zasnivati i na osnovu unosa postojećeg voda snimljenih tačaka mesta postojećih stubova, a što nije nužno, te na osnovu toga mogu se definisati druga varijantna rešenja trase. Ili trasiranje raditi nezavisno od postojećih trasa.



Slika 3. Primer varijantnih rešenja poteza trasa (prikazano u 2D) u softveru Power Path

### 3.2. Faza projektovanja

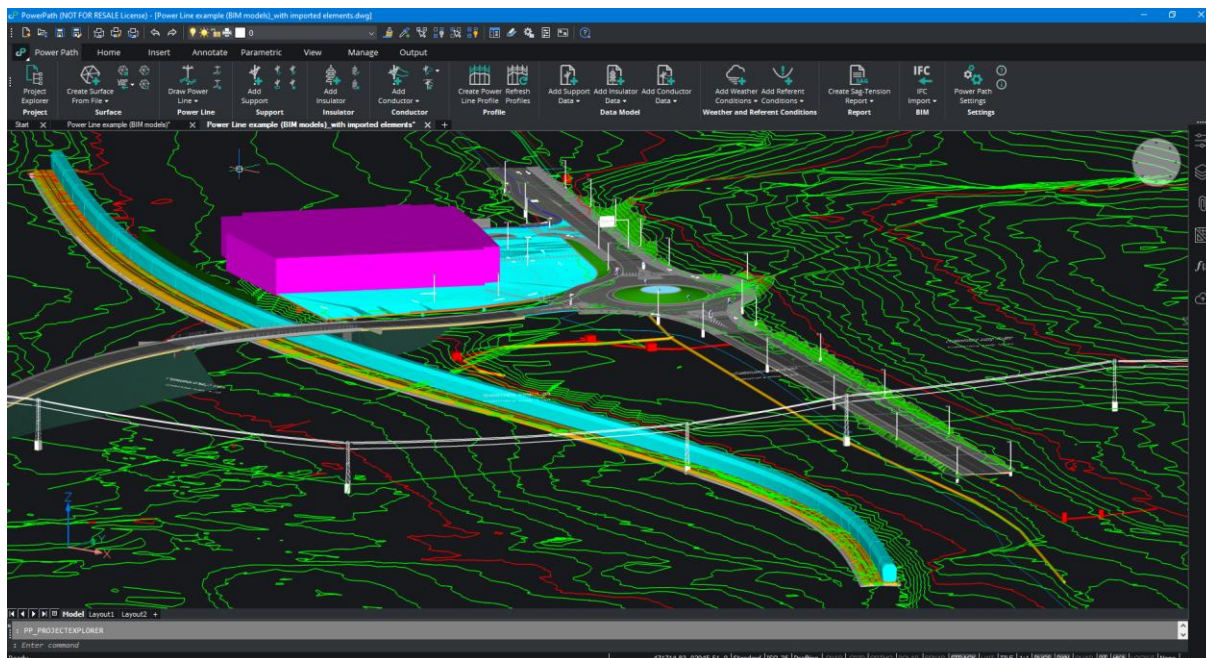
Nakon faze planiranja sledi faza projektovanja gde se detaljno razrađuje projekat na osnovu usvojene trase iz prethodne faze. Što podrazumeva da se dodaju svi elementi voda (stubovi, izolatori, provodnici) te na osnovu definisanih vremenskih uslova kreira se realan 3D model trase. Pored mogućnosti za dobijanje podužnog profila trase te mehaničkih proračuna (ugiba, naprazanja, opterećenja po stubovima) u ovoj fazi se kreira BIM model nadzemnog voda koji pored realne geometrije u sebi sadrži informacije koje su osnova za naredne životne faze.



Slika 4. Primer detaljno projektovane trase (prikazano u 3D) sa podužnim profilom i prikazom BIM atributa zateznog stuba u softveru Power Path



Prilikom razvoja BIM modela uz pomoć funkcionalnosti za IFC izvoz i uvoz, moguće je definisati konačni model (FM - Federated Model) projekta koji sadrži različite projektantske discipline. Te na narednoj slici možemo videti kako izgleda konačni model nadzemnog voda sa putnom infrastrukturom sa pratećom opremom, železničkom infrastrukturom sa pratećom opremom i podzemnim infrastrukturnim komunalnim vodovima (kanalizaciona, vodovodna i gasna mreža).

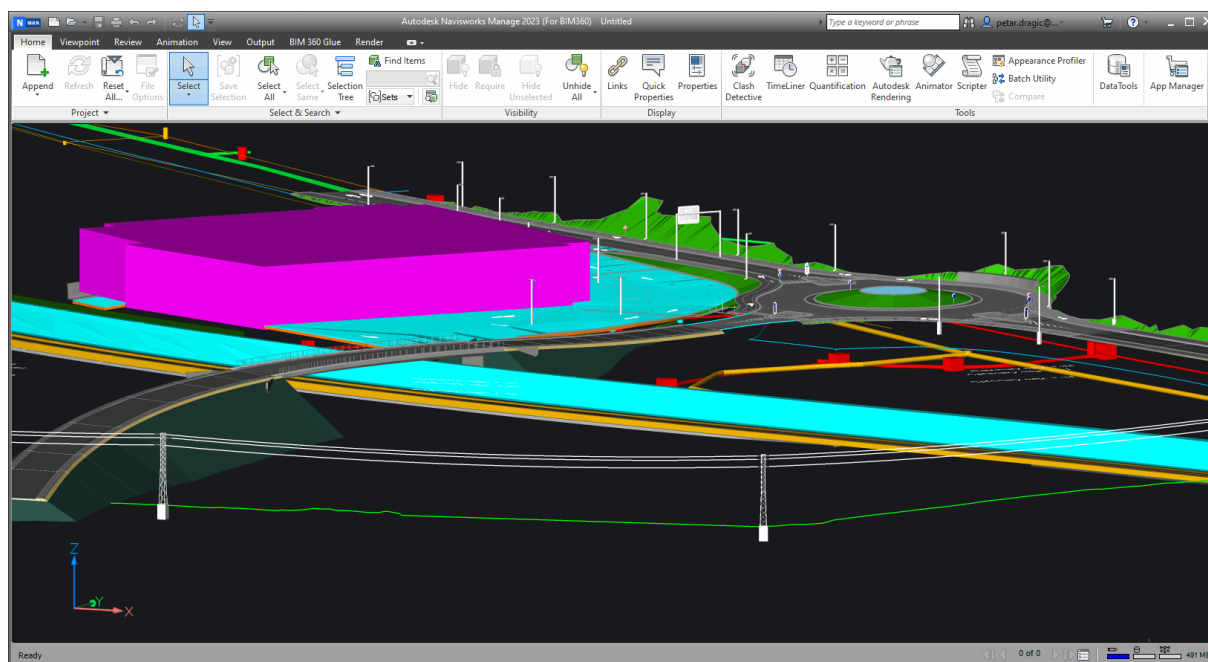


Slika 5. Primer konačnog BIM modela koji sadrži: nadzemni elektro vod, put, železnicu i podzemne infrastrukturne vodove u softveru Power Path

### 3.3. Faza gradnje

BIM model koji je nastao u fazi projektovanja se u narednim fazama koristi na taj način što se zapisuje u IFC zapis te iz samog zapisa čitaju sve potrebne informacije koje su neophodne u toj fazi. Pa tako u fazi gradnje, 4D dimenzija (analiza) BIM modela podrazumeva da se kreira terminski plan izgradnje objekta u ovom slučaju trase, što znači da četvrta dimenzija u BIM metodologiji znači da iz modela se automatski kreiraju vremenski planovi (tokovi) gradnje.

Takođe u ovoj fazi bitna je i 5D dimenzija (analiza) što podrazumeva da peta dimenzija u BIM metodologiji znači da se na osnovu modela i jediničnih postavki troškova mogu kreirati finansijski planovi (troškovi) gradnje.



Slika 6. Primer konačnog BIM modela prikazan u softveru Navisworks koji se može koristiti za 4D i 5D analize

U fazi gradnje BIM model pronalazi primenu i kroz proširenu realnost (AR – Augmented Reality), što podrazumeva da IFC zapis modela može poslužiti kao osnova za prikazivanje stanja trenutne ili planirane gradnje.

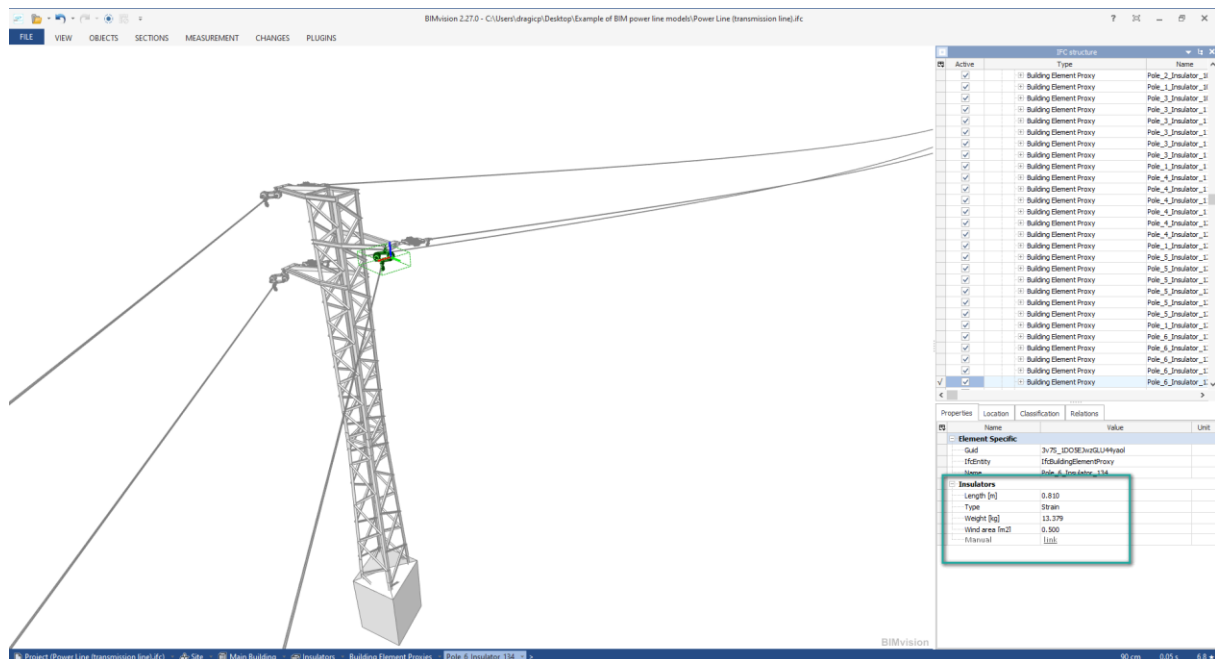


Slika 7. Primer BIM prikazan „na terenu“ uz pomoć telefona kroz proširenu realnost na mestu izgradnje voda

### 3.4. Faza upravljanja i održavanja

Kada se govori o fazi upravljanja i održavanja, kao i prethodna faza, ona se takođe temelji na osnovu BIM modela koji je kreiran u fazi projektovanja ili modela koji je izmenjen i dopunjen u fazi gradnje tj. modela konačnog izvedenog stanja. Kroz određene informacione sisteme koji samo čitaju ili i direktno prikazuju BIM modele potrebno je obezbediti dostup do verodostojnih informacija (atributa) svakog elementa sistema u kojem mogu biti samo za ovu životnu fazu dodati i određeni atributi a koji nisu neophodni za naredne faze. Pa tako npr. moguće je dodati za svaki element detaljno korisničko uputstvo za održavanje te opreme.





Slika 8. Primer BIM modela gde je prikazan izolatorski nosač u kojem se nalaze BIM atributi među kojima je i veza do korisničkog uputstva, prikazano u softveru BIM vision

#### 4. ZAKLJUČAK

BIM za cilj ima prvenstveno povećanje produktivnosti i učinkovitosti, što povlači za sobom smanjenje troškova celokupne investicije, povećanje kvaliteta i umanjene troškova održavanja. A sve to se može jedino dostići saradnjom svih koji su uključeni na projektu u celokupnom životnom ciklusu. Što i jeste jedan od velikih problema da različiti učesnici koji su u različitim faza (projektovanje, planiranje, gradnja i održavanja) često nedovoljno sarađuju a što prouzrokuje greške i nedostatke koji su vidljivi u toku gradnje ili nekada i nakon izgrađenog objekta.

Uzimajući u obzir i iskustva u zemljama koje su uvele BIM i ostvarile uštede u investicijama od 10 do 20%, kao i to da su formirane na određenim nivoima posebne radne grupa i tela koja se bave BIM pitanjima i benefitima digitalizacije u građevinskom sektoru, nije pitanje da li nam BIM treba ili ne, nego je pitanje da li će zakonski okviri primorati učesnike da počnu da koriste ovu metodologiju ili će sami učesnici koji su uključeni u životni ciklus objekta uvideti prednosti pa sami uvoditi ovu metodologiju.

## 5. LITERATURA

- [1] M. Šajn, P. Dragić, "BIM TECHNOLOGY AS AN ANSWER FOR EFFECTIVE DESIGN, CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF INFRASTRUCTURE", First Macedonian road congress, Skopje, Severna Makedonija, 2019.
- [2] M. Šajn, D. Gregor, L. Leban, M. Ivačić, "Sodobne GIS tehnologije v službi povezovanja procesov načrtovanja, gradnje in vzdrževanja cestne, železniške in letališke infrastrukture", 7. slovenski kongres o cestah in prometu, Portorož, Slovenija, mesec 2010. broj strane ili referata
- [3] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, K. Liston, " BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors", Wiley, USA, 2011.
- [4] U. Hüttner, T. Peter, A. Rucher, R. Raacke, A. Rieß, D. Röder " BIM – Klassen der Verkehrswege", Nemačka, 2020.
- [5] Standard ISO 19650-1:2018 (2018). Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part 1: Concepts and principles
- [6] Internet: buildingSMART International web pages: <https://www.buildingsmart.org/>