

Tečaj: Uvod u BIM. Polje 3.: BIM aplikacije. Predavanje 3.1.

BIM za infrastrukturu i upravljanje objektima

Bilješke s predavanja

Autor(i)/Organizacija(e):

Roderic Molina (GISIG) r.molina@gisig.it

Dozvola



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Verzija

Verzija: 2.0

Datum: travanj 2025.

Ishodi učenja

Na kraju ovog predavanja, od polaznika se očekuje da će biti u mogućnosti

- Razumjeti temeljna načela i prednosti BIM-a u kontekstu infrastrukture i upravljanja objektima.
- Opisati primjenu BIM-a u različitim infrastrukturnim i građevinskim projektima.
- Razumjeti prednosti korištenja GIS podataka u BIM infrastrukturnim projektima.
- Identificirati i procijeniti različita tehnička rješenja koja će se koristiti u BIM infrastrukturnim projektima.
- Identificirati i procijeniti učinkovitost implementacije BIM-a u različitim zadacima i praksama upravljanja objektima.

Sažetak

Ovo predavanje uvodi primjenu BIM-a u infrastrukturi i upravljanju objektima. Objašnjavaju se temeljna načela primjene BIM-a u građevinskim projektima, kombinirana upotreba GIS podataka, primjeri aplikacija i dostupna tehnička rješenja. Drugi dio fokusira se na implementaciju BIM-a u upravljanju objektima, pokrivajući aplikacije kao što su upravljanje prostorom, upravljanje imovinom, planiranje održavanja, energetska učinkovitost, sigurnost i još mnogo toga.

Očekivane kompetencije prilikom ulaska u predavanje

Nisu potrebni posebni preduvjeti.

Očekivano radno opterećenje

28 slajdova sa sadržajem za učenje tečaja, 4 sata.

Izjava o odricanju od odgovornosti

Financirano sredstvima Europske unije. Izneseni stavovi i mišljenja su stavovi i mišljenja autora i ne moraju se podudarati sa stavovima i mišljenjima Europske unije ili Europske izvršne agencije za obrazovanje i kulturu (EACEA). Ni Europska unija ni EACEA ne mogu se smatrati odgovornima za njih.

Sadržaj predavanja:

Što je BIM za infrastrukturu?	4
Zašto koristiti BIM za infrastrukturu?	5
Primarne komponente BIM-a za infrastrukture	7
Planiranje i provedba BIM infrastrukturnog projekta	9
Uloga BIM-a u infrastrukturnim projektima	10
Područja primjene	11
Primjeri uporabe	12
Podaci i standardi: ISO 19650	14
Podaci i standardi: OpenBIM i IFC format	15
Politike i mandati	17
Korištenje GIS-a u BIM infrastrukturnim projektima	19
Alati i tehnologija	21
Što je BIM za upravljanje objektima?	27
BIM koristi za upravljanje objektima	29
BIM za upravljanje prostorom i optimizaciju	30
BIM za upravljanje imovinom i zalihe	31
BIM za planiranje i zakazivanje održavanja	32
BIM i građevinska održivost	33
BIM za učinkovito korištenje energije	34
BIM za sigurnost i zaštitu	35
BIM za procjenu troškova i izradu proračuna	36
COBie: BIM interoperabilnost za upravljanje objektima	37
Daljnje čitanje i reference	39

Što je BIM za infrastrukturu?

BIM za infrastrukturu



Co-funded by
the European Union

Što je BIM za infrastrukturu?

BIM za infrastrukturu uključuje razvoj 3D digitalnih modela koji sadržavaju sve bitne informacije potrebne za povećanje učinkovitosti infrastrukturnih projekata.

BIM je sada prepoznat kao neophodan alat za provođenje složenih infrastrukturnih projekata, uključujući one koji se odnose na takozvane „horizontalne resurse” (kao što su **mostovi, autoceste, tuneli, željezničke pruge, uslužne mreže** itd.).



5

Informacijsko modeliranje građevina (BIM) za infrastrukturu digitalni je prikaz fizičkih i funkcionalnih značajki infrastrukturne imovine tijekom njezina životnog ciklusa.

Za infrastrukturne projekte, snaga BIM-a leži u vizualizaciji složenih dizajna, koordinaciji različitih inženjerskih disciplina, poboljšanju konstrukibilnosti i podupiranju dugoročnog rada i održavanja imovine.

BIM za infrastrukturu je suradnički proces koji uključuje sve dionike u infrastrukturnom projektu, od projektiranja i izgradnje do rada i održavanja.

Uvođenje BIM-a za infrastrukturne projekte ubrzano raste. Mnoge javne uprave propisale su upotrebu BIM-a za projekte, što je dovelo do znatnog povećanja njegove upotrebe u različitim infrastrukturnim sektorima, uključujući ceste, autoceste, mostove, tunele, sustave za vodu i otpadne vode te energetska infrastrukturu.

Kako tehnologija sazrijeva i postaje pristupačnija, možemo očekivati još širu primjenu BIM-a za infrastrukturne projekte u budućnosti.

Zašto koristiti BIM za infrastrukture?

BIM za infrastrukture



Zašto koristiti BIM za infrastrukture?

I dalje mislite da je BIM metodologija namijenjena isključivo projektiranju zgrada?

Informacijsko modeliranje građevina također nudi ogroman potencijal u sektorima infrastrukture i građevinarstva.

BIM za infrastrukturu inteligentan je pristup projektiranju infrastrukture koji revolucionira građevinsku industriju.



Pomaže u boljoj koordinaciji, vizualizaciji i simulaciji infrastrukture, što dovodi do poboljšanog donošenja odluka, smanjenja pogrešaka i poboljšane suradnje među dionicima tijekom cijelog životnog ciklusa infrastrukture.

6

Vlasnici civilne infrastrukture, uključujući vladine agencije, sve više uvode obvezu korištenja BIM-a za pristup tim prednostima. Za to stručnjaci shvaćaju potrebu prihvatanja BIM-a kako bi ostali konkurentni i osigurali nove projekte.

Postoje mnoge opće prednosti korištenja BIM-a za infrastrukturne projekte, uključujući:



- **Poboljšani dizajn i planiranje:** BIM inženjerima omogućuje izradu točnijih i detaljnijih modela infrastrukturnih projekata, što može pomoći u prepoznavanju i rješavanju potencijalnih problema u ranoj fazi projektiranja.
- **Pojačana suradnja:** BIM se može upotrebljavati za razmjenu informacija među različitim dionicima u infrastrukturnom projektu, čime se može poboljšati suradnja i komunikacija. To može pomoći u bržem i učinkovitijem prepoznavanju i rješavanju problema.
- **Smanjeni troškovi:** BIM može pomoći u smanjenju troškova poboljšanjem učinkovitosti i uklanjanjem ponovne obrade. Također može pomoći u donošenju boljih odluka o materijalima i opremi, što može dodatno smanjiti troškove.
- **Veća sigurnost:** BIM se može koristiti za prepoznavanje i procjenu sigurnosnih rizika u ranoj fazi projekta, što može pomoći u sprječavanju nesreća.
- **Smanjeni utjecaj na okoliš:** BIM može pomoći u smanjenju utjecaja infrastrukturnih projekata na okoliš optimiziranjem korištenja materijala i energije.

Građevinski inženjeri mogu iskoristiti prednosti BIM-a u svim fazama životnog ciklusa infrastrukturnog projekta.

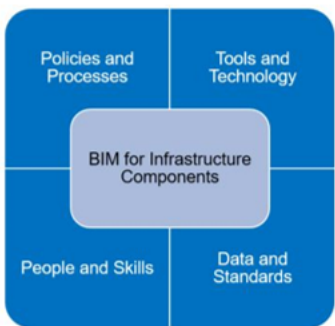
Iskorištavanjem potencijala BIM-a moguće je:

- **Snimanje postojećih uvjeta na lokaciji:** Korištenje BIM-a pomaže inženjerima građevinarstva stvoriti inteligentne, velike 3D modele koji opisuju karakteristike područja intervencije. Ovi modeli mogu agregirati veliku količinu podataka, uključujući podatke o snimanju stvarnosti (pomoću različitih tehnologija kao što su lasersko skeniranje, fotogrametrija ili obrada oblaka točaka), 2D CAD podaci, rasterski podaci i podaci Geografskog informacijskog sustava (GIS). Prikupljanjem tih podataka poboljšava se točnost modela i omogućuje učinkovitije pokretanje infrastrukturnog projekta.
- **Konceptualizirati projektnu ideju:** BIM modeliranje omogućuje brzu izradu različitih konceptualnih modela infrastrukture i procjenu različitih scenarija već u preliminarnoj fazi koji pomažu u odabiru najbolje dizajnerske alternative.
- **Razviti sljedeće faze projektiranja:** pristup temeljen na podacima tipičan za BIM podupire dizajnere građevinskih radova u razvoju najnaprednijih faza projektiranja. Omogućuje vam da držite pod kontrolom sve aspekte povezane sa sigurnošću, vremenom, troškovima, organizacijom lokacije, operacijama održavanja itd.
- **Izvršite analizu i simulacije:** BIM pruža napredna rješenja za izvođenje bilo koje vrste simulacije na infrastrukturnim modelima (kao što su dinamičke analize, simulacije poplava, simulacije prometa itd.). To omogućuje dizajnerskim timovima donošenje informiranijih odluka.
- **Otkrivanje sukoba:** BIM Clash Detection je proces koji identificira i rješava potencijalne sukobe između različitih elemenata modela kao što su zidovi, grede, stupovi i MEP (mehanički, električni i vodovodni) sustavi. BIM Clash Detection procesi pomažu ubrzati infrastrukturne projekte i eliminirati potencijalne pogreške identificirajući sukobe tijekom same faze projektiranja.
- **Opisati raspored:** BIM može kombinirati 3D infrastrukturne modele s podacima o rasporedu. To vam omogućuje da stvorite inteligentne vizualne vremenske linije gradnje koje pomažu inženjerima građevinarstva da poboljšaju planiranje.

Primarne sastavnice BIM-a za infrastrukture

BIM za infrastrukture Co-funded by
the European Union

Primarne sastavnice BIM-a za infrastrukture



Za uspješnu implementaciju BIM-a za infrastrukture, ovi elementi moraju biti funkcionalni unutar organizacije koja razvija projekt:

Politike i postupci: Pokretanje BIM-a za infrastrukturu zahtijeva svijest o zakonodavstvu, visoku razinu suradnje i dobro planirane procese.

Osobe i vještine: Projekt zahtijeva tim stručnjaka s odgovarajućim vještinama i iskustvom. Također je važno imati prave ljude na vodećim položajima.

Podaci i standardi: Veću važnost trebalo bi pridati standardiziranim formatima podataka i protokolima za razmjenu kako bi se poboljšala suradnja, kvaliteta dizajna i učinkovitost projekata.

Alati i tehnologija: Upotreba odgovarajućih alata i tehnoloških sustava za svaki pojedini projekt od ključne je važnosti.

7

U području BIM-a za infrastrukture provode se politike, procesi i vještine za učinkovito upravljanje podacima s pomoću različitih alata i sustava.

Politike i postupci

Zadatak pokretanja BIM-a za infrastrukturu značajan je poduhvat. Osobe uključene u BIM za infrastrukturne projekte trebale bi biti upoznate s postojećim zakonodavstvom, standardnim postupcima i aktivnostima. S obzirom na sve veći broj pravnih okvira koji uključuju upotrebu BIM-a, javne uprave i agencije imaju ključnu ulogu u određivanju što i kako bi podatke trebalo modelirati, kada bi podatke trebalo ažurirati ili poboljšati i tko bi trebao imati vlasništvo. Politike kojima se promiče suradnja s pomoću tehnologije pomažu u smanjenju gubitka podataka i nadzora nad njima. Dobro planirani procesi koji usmjeravaju BIM rezultate kroz razvoj, osiguranje kvalitete i odobrenje prije isporuke ključni su za uspjeh projekta.

Ljudi i vještine

Različiti profili kao što su BIM stručnjaci, modeleri, analitičari, BIM koordinatori i BIM menadžeri uključeni su u infrastrukturne projekte, svaki sa svojim specifičnim odgovornostima i zahtjevima. Za uspješnu provedbu BIM-a za infrastrukturu ključno je razviti sveobuhvatne inicijative za osposobljavanje kojima se osiguravaju relevantni resursi i poboljšavaju potrebne vještine. Fokus treninga ne bi trebao biti samo na korištenju vlasničkog softvera, već i na korištenju otvorenih standarda za modeliranje, organizaciju i razmjenu podataka. Osposobljavanje bi trebalo prilagoditi specifičnim vrstama projekata, njihovim povezanim slučajevima upotrebe te poslovnim potrebama i procesima. Razvoj snažnih vještina upravljanja

projektima također je ključan jer BIM za infrastrukturu zahtijeva učinkovitu komunikaciju i suradnju među različitim dionicima.

Podaci i standardi

Korištenje BIM-a za infrastrukturu proces je bogat podacima koji se oslanja na standardizirane formate podataka i protokole razmjene kako bi se osigurala interoperabilnost između sustava i organizacija. Korištenjem standardiziranih formata podataka i protokola za razmjenu, organizacije mogu poboljšati suradnju, kvalitetu dizajna i učinkovitost projekta. GIS i BIM često se kombiniraju u infrastrukturne projekte kako bi se stvorio sveobuhvatniji i točniji prikaz projekta. Stoga je ključno stvoriti svijest o upotrebi GIS podataka u BIM-u za infrastrukturne projekte.

Alati i tehnologija

Tehnički zahtjevi za uspješan BIM za infrastrukturni projekt razlikuju se ovisno o konkretnom projektu i njegovim ciljevima. Snažne platforme za modeliranje i suradnička okruženja pružit će napredne mogućnosti za upravljanje podacima, komunikaciju i koordinaciju projekata. Odabirom odgovarajućih alata i tehnologija, organizacije mogu poboljšati suradnju, kvalitetu dizajna, učinkovitost projekta i isplativost.

Planiranje i izvođenje BIM infrastrukturnog projekta

BIM za infrastrukture



Planiranje i izvođenje BIM infrastrukturnog projekta

Planiranje i isporuka BIM infrastrukturnog projekta uključuje sveobuhvatan pristup koji obuhvaća različite faze, od početnog planiranja i pripreme do izvedbe i završne primopredaje.

Ključni koraci koje treba poduzeti uključuju:

- Izraditi plan obuke i kompetencija te osigurati BIM obuku svim dionicima projekta,
- Odabrati odgovarajuću BIM metodologiju koja je usklađena s ciljevima projekta (infrastrukturni projekti obično koriste BIM razinu 3 ili 4)
- Razviti i implementirati standardizirane BIM procese i standarde kako bi se osigurala dosljednost i učinkovitost u cijelom projektnom timu.
- Identificirati i nabaviti BIM softver i hardver na temelju zahtjeva projekta i stručnosti tima. Razmotriti čimbenike kao što su kompatibilnost, skalabilnost i potrebe za obukom.
- Uspostaviti sigurnu i skalabilnu infrastrukturu za upravljanje podacima za pohranu, pristup i dijeljenje BIM modela i podataka.
- Dokumentirati i održavati BIM podatke tijekom cijelog životnog ciklusa projekta.

8

Za učinkovitu provedbu BIM-a ključno je izraditi **plan provedbe projekta**. Za manje projekte takav bi plan mogao biti jednostavan. Na velikom projektu s mnogim dionicima može biti potreban vrlo detaljan plan kako bi svi išli u istom smjeru.

Započnite uspostavljanjem standarda i tehnologije potrebnih za početak. Donošenje standarda i obveza u pogledu podataka o imovini može biti zastrašujuće za neiskusne i sposobnije dobavljače. Stoga, omogućite svom timu trening i dostižne ciljeve. Zatim razviti tijekove rada za koordinaciju i upravljanje. Na kraju, pobrinite se da zabilježite i podijelite znanje stečeno na projektu.

Odabrati odgovarajuću **metodologiju** BIM-a: Za velike i složene infrastrukturne projekte obično se primjenjuje BIM razina 3 ili 4. BIM razina 3 ide dalje uključivanjem 4D rasporeda (vremenske vizualizacije projekta) i 5D procjene troškova. BIM razina 4 je najnaprednija razina BIM-a i integrira BIM s drugim tehnologijama, kao što su proširena stvarnost (AR) i virtualna stvarnost (VR).

Račun za potrebe **softvera i hardvera**: razmotriti tehnologiju koja vam omogućuje da premjestite informacije o projektu od planiranja do idejnog projekta do detaljnog dizajna do izgradnje bez preinake.

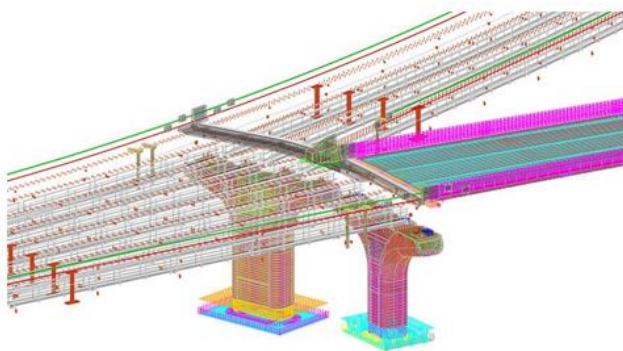
Preporučljivo je slijediti ISO 19650 obitelj **standarda** za upravljanje informacijama prilikom korištenja BIM-a, jer to pojednostavljuje procese i osigurava primjenu dogovorenih najboljih praksi.

Uloga BIM-a u infrastrukturnim projektima

BIM za infrastrukture



Uloga BIM-a u infrastrukturnim projektima



Digitalno modeliranje infrastruktura **vrlo je složeno i detaljno.**

BIM se upotrebljava za izradu integriranog digitalnog modela infrastrukture koji sadržava geometrijske informacije i relevantne podatke potrebne za potporu aktivnostima projektiranja.

Omogućuje i vizualizaciju onoga što treba izgraditi u simuliranom virtualnom okruženju i stvaranje „**digitalnog blizanca**” za praćenje i analizu u stvarnom vremenu.

Sve to pomaže stručnjacima u industriji da steknu potpuno i zajedničko razumijevanje projekta.

9

U usporedbi s projektiranjem građevina digitalno modeliranje infrastrukture mnogo je detaljnije i složenije jer uključuje niz povezanih problema:

- Veliko proširenje i značajke područja intervencije.
- Upravljanje podacima koji se odnose na područje.
- Infrastrukturna imovina vrlo je složena i međusobno povezana. Potrebno je procijeniti smetnje u postojećim strukturama i okolnom okruženju.
- Suradnja brojnih subjekata uključenih u dizajn.
- Provjera i validacija modela kako bi se osiguralo da su točni i pouzdani.
- Obuhvaćene su velike količine podataka i potrebno ih je dijeliti u različitim fazama rada.

U tom kontekstu BIM je jedini alat kojim se može učinkovito prevladati ta složenost. Štoviše, omogućuje vam stvaranje ne samo integriranog digitalnog modela infrastrukture koji sadržava fizičke i funkcionalne značajke imovine tijekom njezina životnog ciklusa, već i „**digitalnog blizanca**” koji se može kontinuirano ažurirati podacima iz senzora i drugih izvora u stvarnom vremenu.

Digitalni bliznac predstavlja točan i ažuran prikaz fizičke imovine, koji omogućuje praćenje stanja imovine, identificiranje potencijalnih problema i optimizaciju njegove izvedbe.

Sve to pomaže stručnjacima u industriji da steknu potpuno i zajedničko razumijevanje projekta, unaprijed identificiraju potencijalne probleme i riješe pogreške uz maksimalnu učinkovitost i produktivnost.

Područja primjene

BIM za infrastrukture



Područja primjene



BIM se koristi u infrastrukturi za planiranje, projektiranje, izgradnju, rad, održavanje, održivost i upravljanje troškovima.

BIM se koristi za poboljšanje komunikacije i suradnje među dionicima

Stvara detaljne modele, planira izgradnju i generira procjene troškova.

Također stvara digitalne blizance za upravljanje imovinom i procjenjuje aspekte održivosti.

Za postojeće infrastrukture za koje su dokumentirane informacije o zgradi zastarjele ili nisu dostupne idealan je način izrade točne dokumentacije o postojećem projektu.

10

BIM se može koristiti za širok raspon primjena u infrastrukturnom sektoru. Ovo su neka od ključnih područja u kojima se koristi BIM:

- **Dizajn i inženjering:** BIM se može koristiti za izradu vrlo detaljnih i točnih modela infrastrukturnih projekata, što može pomoći u poboljšanju procesa projektiranja i inženjeringa. BIM modeli mogu se koristiti za prepoznavanje i rješavanje potencijalnih problema u ranoj fazi projektiranja, što može uštedjeti vrijeme i novac na projektu.
- **Građevinarstvo:** BIM modeli mogu se koristiti za izradu 4D modela projekta, što može pomoći u vizualizaciji rasporeda projekta i identificiranju potencijalnih sukoba. BIM modeli također se mogu koristiti za generiranje detaljnih planova gradilišta i crteža izrađenih po narudžbi.
- **Suradnja:** BIM je ključan za poboljšanje komunikacije, osiguravanje usklađenosti s propisima i promicanje uključivanja javnosti u infrastrukturne projekte.
- **Rad i održavanje:** BIM se može upotrebljavati za praćenje imovine i upravljanje njome tijekom njezina životnog ciklusa. Digitalni blizanci mogu se koristiti za praćenje stanja imovine u stvarnom vremenu, prepoznavanje potencijalnih problema i planiranje aktivnosti održavanja.
- **Održivost:** BIM se može koristiti za procjenu održivosti infrastrukturnih projekata. Primjer je upotreba BIM-a za izračun potrošnje energije infrastrukturne imovine.
- **Upravljanje troškovima:** BIM modeli mogu se koristiti za izradu detaljnih procjena troškova, što može pomoći u utvrđivanju i izbjegavanju prekoračenja troškova. BIM se također može koristiti za praćenje troškova projekta tijekom izgradnje i za izradu izvješća o troškovima.
- **Skeniranje u BIM:** Za postojeće infrastrukture, kao što su tvorničke građevine, u kojima su dokumentirane informacije zastarjele ili nisu dostupne, BIM je idealan način za izradu točne dokumentacije postojećeg projekta.

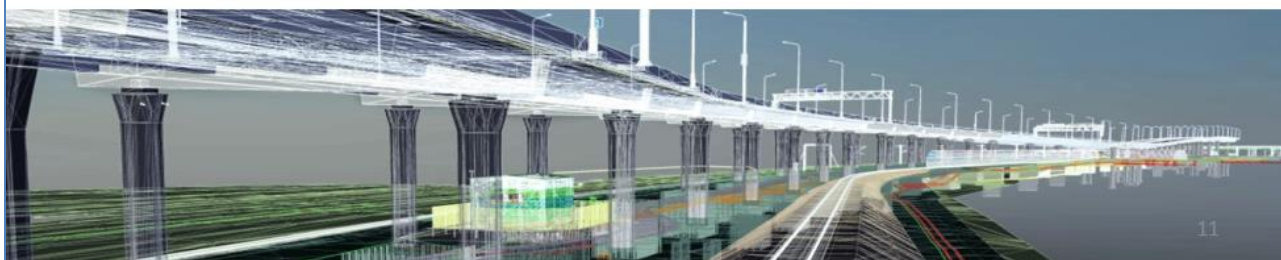
Primjeri uporabe

BIM za infrastrukture



Primjeri uporabe

- Prometni projekti kao što su ceste, željeznice, autoceste, stanice podzemne željeznice, pločnici, široki putovi, plovni putovi itd.
- Horizontalne strukture, kao što su mostovi, tuneli i brane.
- Potpora razvoju zemljišta i modeliranju informacija o krajobrazu (LIM).
- Građanske strukture kao što su trgovački centri, stadioni, parkovi, bazeni, trgovački centri itd.
- Složeni projekti kao što su odobalne strukture, postrojenja za pročišćavanje, uslužne mreže, zračne luke, bolnice, elektrane i postrojenja za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora.



Neki primjeri infrastrukturnih projekata u kojima se primjenjuje BIM uključuju:

Prijevoz: Ceste, autoceste, stanice podzemne željeznice, pločnici, široke ceste, plovni putovi i mnogi drugi prometni projekti. BIM pomaže u izbjegavanju bilo kakvih sukoba s postojećim objektima kao što su plinovodi, vodovi, električna energija itd. BIM pomaže u učinkovitom donošenju odluka o geometrijama, polijetanju količine, resursima, konfiguracijama traka, analizi rezanja i punjenja, ocjenjivanju i analizi lokacije i mnogim drugim aspektima. Također, BIM pruža zajedničku platformu za sve uključene strane da podijele svaku fazu projekta i riješe sve sukobe prije stvarne izgradnje radova.

Željeznice: BIM je široko prihvaćen u željezničkom sektoru. Željeznički inženjeri i projektanti koriste se za izradu detaljnog 3D modela cjelokupne željezničke infrastrukture, uključujući kolosijeke, kolodvore, mostove, tunele i druge komponente. BIM softver može prepoznati sukobe ili konflikte u dizajnu u ranoj fazi planiranja. Time se sprječavaju problemi koji bi mogli dovesti do skupih kašnjenja u izgradnji i revizija.

Razvoj zemljišta: Projekti razvoja zemljišta uključuju modeliranje topografskih površina, zgrada, potpornih zidova, cesta, parkirališta, krajobraznih elemenata i tako dalje. Svi ti elementi mogu se objediniti u jedan BIM model kako bi se nadležnim tijelima pomoglo da bolje razumiju projekt i time olakšalo izdavanje dozvola i odobrenja. U tom kontekstu, Landscape Information Modeling (**LIM**) je novi trend u prostornim projektima koji koristi BIM tehnologiju. Elementi uređenja zemljišta smatraju se jednako bitnima kao i građevinski objekti. Osim toga, GIS podaci mogu se koristiti za modeliranje većih područja kombiniranjem podataka iz GIS i BIM modela.

Građanske strukture: BIM je ključna potpora složenim geometrijama kao što su trgovački centri, stadioni, parkovi, bazeni, komercijalni centri i drugi objekti koji uključuju interne i intradisciplinarne discipline. BIM

može sinkronizirati arhitektonske, strukturne i MEP (mehaničke, električne i vodovodne) komponente za model bez sukoba za bilo koju građansku strukturu.

Obalne strukture: Plutajući objekti, naftne platforme, lučke luke, koferdami, ležišta cijevi i razni drugi plutajući i obalni projekti posebno su složeni objekti koje karakterizira znatna veličina. Usvajanje BIM tehnologije pomaže organizirati sve faze projektiranja, izgradnje, rada i rastavljanja tih radova. Također omogućuje rješavanje svih problema povezanih sa sigurnošću i pristupačnošću.

Tuneli: Proces projektiranja i izgradnje tunela i galerija uključuje znatne rizike zbog velike složenosti tih radova. Korištenje BIM-a pruža realističan 3D prikaz komponenata uključenih u izgradnju tih konstrukcija, što omogućuje otkrivanje i ublažavanje nedosljednosti čak i prije početka iskapanja. „As-is“ izgrađeni crteži i modeli pomažu operatorima i upraviteljima tunela da učinkovito rade, održavaju, popravljaju i obnavljaju.

Mostovi i brane: Projektiranje horizontalnih konstrukcija, kao što su mostovi i brane, uključuje brojne inženjerske discipline. BIM modeli mogu integrirati i koordinirati sve usluge i elemente koji se koriste u izgradnji tih radova, uključujući potporne konstrukcije, elektroenergetske i rasvjetne sustave, podzemne cijevi i usluge, gospodarenje otpadnim vodama, cestovne i željezničke prometne sustave itd.

Osim opisanih primjera, BIM pruža i bitan doprinos u projektiranju **postrojenja za pročišćavanje**, **postrojenja za pročišćavanje vode i otpadnih voda**, **uslužnih mreža** (nadzemnih i podzemnih), **zračnih luka**, **bolnica**, **elektrana** i **postrojenja za obnovljivu energiju** te složenih struktura svih vrsta.

Digitalni blizanci temeljeni na BIM-u mogu se koristiti za različite primjene u infrastrukturi, uključujući:

- **Mostovi i tuneli:** Digitalni blizanci mogu se koristiti za praćenje strukturne cjelovitosti mostova i tunela i identificirati potencijalne pukotine ili koroziju.
- **Sustavi za vodu i otpadne vode:** Digitalni blizanci mogu se koristiti za praćenje protoka vode i otpadnih voda u sustavima i prepoznavanje istjecanja ili blokada.
- **Energetska infrastruktura:** Digitalni blizanci mogu se upotrebljavati za praćenje učinkovitosti elektrana, prijenosnih vodova i postrojenja za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora.
- **Prijevozni sustavi:** Digitalni blizanci mogu se koristiti za praćenje protoka prometa i prepoznavanje područja zagušenja. Te se informacije mogu upotrijebiti za poboljšanje upravljanja prometom i smanjenje zagušenja.

Podaci i standardi: ISO 19650

BIM za infrastrukture



Podaci i standardi: ISO 19650

ISO 19650 je međunarodna norma koja pruža okvir za upravljanje informacijama u izgrađenom okruženju, uključujući BIM.

Definira uloge i odgovornosti različitih dionika u procesu izgradnje te daje smjernice za stvaranje, razmjenu i dijeljenje BIM podataka.

Kada se primjenjuje na **infrastrukturne projekte**, ISO 19650 osigurava da se BIM učinkovito koristi za upravljanje i održavanje infrastrukturne imovine, poboljšavajući učinkovitost i smanjujući troškove tijekom životnog ciklusa imovine.



12

ISO je skraćenica od International Organization for Standardization (Međunarodna organizacija za normizaciju) i organizacija je posvećena razvoju međunarodnih normi.



ISO 19650 je globalno priznat skup standarda osmišljenih kako bi se olakšala organizacija i upravljanje podacima nastalim tijekom građevinskih projekata. Norme serije ISO 19650 najopsežnije su BIM/informacijske norme dostupne u današnjem svijetu.

Usvajanjem ISO 19650 u više zemalja (na državnoj razini), ISO 19650 postaje globalni BIM standard.

ISO 19650 posebno je relevantan za BIM za infrastrukture jer pruža standardizirani pristup stvaranju, razmjeni i upotrebi BIM podataka u složenim projektima. Slijedeći ISO 19650 obitelj standarda za upravljanje informacijama pri korištenju BIM-a preporučuje se pojednostaviti stvari i primijeniti dogovorene dobre prakse.

Nacionalni prilog ISO 19650 dodatak je dokumentu u kojem svaka zemlja dodaje svoje lokalne/specifične zahtjeve za provedbu normi u svojoj regiji.


Podaci i standardi: OpenBIM i IFC format

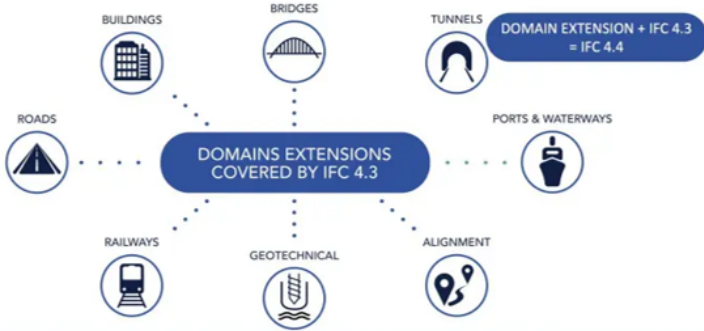
BIM za infrastrukture
  Co-funded by the European Union

Podaci i standardi: OpenBIM i IFC format

OpenBIM je suradnički pristup i pridruženi standardi koji olakšavaju stvaranje, razmjenu i dijeljenje podataka vezanih uz BIM.

IFC je najčešći openBIM standard i podatkovni model za izgrađeno okruženje kojim upravlja i održava **buildingSMART**.





IFC format pruža zajednički jezik za BIM softverske aplikacije za razmjenu podataka, osiguravajući interoperabilnost među različitim platformama i dobavljačima.

13

Ne postoji univerzalno rješenje za implementaciju BIM-a koje se može primijeniti na svaki projekt ili vrstu imovine, ali otvoreni standardi nude mogućnost određivanja neutralnih formata primopredaje kao i zahtjeva za format razmjene.

U tom smislu, **OpenBIM** je suradnički protokol i pridruženi standardi koji olakšavaju stvaranje, razmjenu i dijeljenje podataka vezanih uz BIM. Promiče interoperabilnost i standardizaciju različitih BIM softverskih aplikacija.

Sve veći vladini mandati za provedbu projekata zahtijevaju otvoreni BIM kako bi se poboljšala interoperabilnost infrastrukturnih projekata. OpenBIM je ključni pokretač infrastrukturnih projekata u kojima složeni i međusobno povezani sustavi zahtijevaju sveobuhvatan i interoperabilan pristup modeliranju i upravljanju podacima. Usvajanjem OpenBIM standarda, dionici infrastrukture mogu učinkovito surađivati, razmjenjivati podatke i donositi informirane odluke tijekom različitih faza projekta.

Zašto je openBIM važan?

- OpenBIM podržava transparentan, otvoren tijek rada, omogućujući članovima projekta da sudjeluju bez obzira na softverske alate koje koriste.
- OpenBIM stvara zajednički jezik za široko referencirane procese, omogućujući industriji i vladi da nabavljaju projekte s transparentnim komercijalnim angažmanom, usporedivom procjenom usluga i osiguranom kvalitetom podataka.
- OpenBIM pruža trajne projektne podatke za upotrebu tijekom životnog ciklusa imovine, izbjegavajući višestruki unos istih podataka i posljedične pogreške.

- Mali i veliki (platformski) dobavljači softvera mogu sudjelovati i natjecati se u rješenjima koja su neovisna o sustavu i najbolja od pasmine.

U OpenBIM-u se može koristiti kombinacija modela otvorenih podataka i standarda razmjene, uključujući, na primjer: IFC, LandXML, TransXML, InfraGML, CityGML, JSON i RDF. Primjenom takvih standarda osigurava se da podaci stvoreni tijekom tih faza pružaju interoperabilan i tehnološki neutralan sadržaj za informacijske modele.

IFC u infrastrukturnim projektima

Godine 1994. osnovan je konzorcij od 12 poduzeća (Međunarodni savez za interoperabilnost ili IAI) kako bi se razvio format za dijeljenje softvera. Dvije godine kasnije objavljena je prva verzija formata Industry Foundation Class (IFC). Novi format morao je biti otvoren i neutralan, a zajednička obveza bila je razviti softver koji je kompatibilan s IFC-om. Od 2005. godine IAI je osnovan kao neprofitna organizacija s imenom **buildingSMART**, aktivna u cijelom svijetu s različitim nacionalnim poglavljima.

Sam BuildingSMART dao je život OpenBIM pristupu. Cilj je promicanje metode rada koja se temelji na upotrebi neutralnih formata, prije svega IFC-a, ali i XML-a, BCF-a, COBie-a itd. BuildingSMART surađuje i s **OGC-om** (Open GeoSpatial Consortium) na definiranju kontaktnih točaka između BIM-a i GIS-a.

IFC je najčešći OpenBIM standard i podatkovni model za izgrađeni okoliš kojim upravlja i održava buildingSMART i njihova zajednica. IFC je također otvoreni međunarodni standard (ISO 16739-1:2018) i promiče funkcionalnost koja je neutralna ili agnostička i može se koristiti u širokom rasponu hardverskih uređaja, softverskih platformi i sučelja za mnoge različite slučajeve upotrebe.

Kako IFC pokušava opisati cijeli izgrađeni okoliš, postoje razumljiva ograničenja u pokrivenosti, posebno za infrastrukturu. U tom je smislu nedavno uveden novi standard **IFC 4.3**, posebno osmišljen kako bi se pojednostavnili razmjena infrastrukturnih modela i uvela konkretnija klasifikacija elemenata od kojih se sastoje ti projekti. IFC 4.3 predstavlja neosporan napredak u AEC industriji, donoseći niz ključnih izmjena i poboljšanja koja imaju značajan utjecaj na infrastrukturne projekte.

Usvajanjem IFC-a, postaje moguće proširiti sve prednosti OpenBIM-a na ono što se naziva "*horizontalnim resursima*". Korištenje IFC formata stoga je ključno u infrastrukturnim projektima, olakšavajući nesmetanu razmjenu podataka, suradnju i dobro informirano donošenje odluka tijekom cijelog životnog ciklusa projekta.

Politike i ovlaštenja

BIM za infrastrukture



Politike i ovlaštenja

EU je izdao nekoliko politika i smjernica za promicanje upotrebe BIM-a u infrastrukturnim projektima.

Najvažnija je **Direktiva 2014/24/EU** o javnoj nabavi:

Tom se direktivom države članice potiču da razmotre primjenu BIM-a pri ocjenjivanju ponuda za ugovore o javnoj nabavi za projektiranje, izgradnju ili obnovu infrastrukturnih projekata, kao što su ceste, željeznice i mostovi.

Nacionalne BIM politike i ovlaštenja

Osim direktive EU-a, mnoge države članice EU-a provele su vlastite politike i mandate u području BIM-a. Ti se mandati razlikuju po području primjene i strogosti, ali svi odražavaju sve veće priznavanje prednosti BIM-a.



14

Danas mnogi građevinski ugovori zahtijevaju upotrebu BIM-a, usvajanje standarda i obveze u pogledu podataka o imovini. Vlade i javni naručitelji diljem Europe i svijeta prepoznaju vrijednost BIM-a i poduzimaju proaktivne korake kako bi potaknuli upotrebu BIM-a u svojim građevinskim sektorima te isporuci i poslovanju s javnom imovinom.

Europska unija izdala je 2014. preporuku (Direktiva 2014/24/EU o javnoj nabavi) da bi države članice trebale upotrebljavati BIM za provedbu javnih projekata. Preporuka EU-a nije obvezna, ali se očekuje da će potaknuti države članice na usvajanje BIM-a primjenom zajedničkih standarda (kao što je ISO 19650) i operativnih metoda (kao što je OpenBIM).

Druge politike i smjernice za promicanje upotrebe BIM-a u infrastrukturnim projektima uključuju:

- Kontinuirani plan normizacije IKT-a za 2016.: U tom se planu navode trenutačni naponi EU-a za promicanje i standardizaciju upotrebe BIM-a u građevinskom sektoru.
- Izvješće radne skupine za BIM iz 2017.: U ovom se izvješću iznose preporuke o tome kako ubrzati uvođenje BIM-a u EU-u.

Mnoge države članice već su izdale vlastite mandate za BIM, a u nastavku su navedeni neki relevantni primjeri.

- U **Italiji** je BIM sada konsolidirana stvarnost zahvaljujući uvođenju i stalnom regulatornom i zakonodavnom ažuriranju. Godina 2019. bila je odlučujuća za potvrđivanje BIM-a ministarskom uredbom kojom se zahtijevala obvezna upotreba BIM-a u radovima u iznosu od 100 milijuna EUR ili

više. Međutim, od 1. siječnja 2022. primjena BIM metodologija postala je obvezna za javne radove čija je vrijednost jednaka ili veća od 15 milijuna EUR.

- **Francuska je vlada** 2017. propisala upotrebu BIM-a za sve velike infrastrukturne projekte. Mandat se primjenjuje na projekte s proračunom većim od 100 milijuna eura.
- Nizozemska **ima** dobrovoljno propisano korištenje BIM-a za javne projekte. Propisivanjem se potiče upotreba BIM-a za sve projekte vrijednosti veće od 15 milijuna EUR i pružaju smjernice o načinu provedbe BIM-a.
- **Norveška** je bila pionir u primjeni BIM-a za infrastrukturne projekte. Norveška uprava za javne ceste (NPRA) snažno se zalaže za BIM, a od 2014. razvila je nekoliko politika i aktova kako bi potaknula njegovu upotrebu.
- **Njemačka** nema nacionalni akt za BIM, ali nekoliko saveznih država provelo je vlastite akte. Na primjer, savezna država Baden-Württemberg zahtijeva upotrebu BIM-a za sve javne projekte vrijednosti veće od 10 milijuna EUR.
- U **Španjolskoj** je vlada poduzela nekoliko koraka za promicanje uvođenja BIM-a u infrastrukturne projekte. Ministarstvo javnih radova, prometa i mobilnosti (Mitma) objavilo je 2018. godine "Strategiju BIM-a za infrastrukturne projekte" u kojoj se iznosi vladina vizija za usvajanje BIM-a u sektoru. Nekoliko agencija javnog sektora u Španjolskoj propisalo je upotrebu BIM-a za infrastrukturne projekte. Na primjer, ADIF propisuje BIM za sve nove željezničke projekte s proračunom većim od 25 milijuna eura. DGT nalaže BIM za sve nove cestovne projekte s proračunom većim od 50 milijuna eura.
- **Hrvatska** je tijekom proteklog desetljeća postupno uvodila BIM za infrastrukturne projekte. Politike, smjernice i ulaganja u osposobljavanje i potporu Ministarstva graditeljstva i prostornoga uređenja Republike Hrvatske pridonose uvođenju BIM-a. Ministarstvo je 2019. godine naložilo korištenje BIM-a za sve nove cestovne projekte s proračunom većim od 50 milijuna kuna.

Osim BIM ovlaštenja, mnoge europske zemlje objavile su i BIM **smjernice** za javne projekte. Ove smjernice daju preporuke o tome kako koristiti BIM u javnim projektima.

- **Švedska:** Švedska vlada objavila je BIM smjernice za javne projekte. Smjernice obuhvaćaju širok raspon tema, uključujući upravljanje podacima, suradnju i osposobljavanje. BIM je sada postao dio švedske kulture, a Švedska uprava za promet to zahtijeva za određene infrastrukturne projekte.
- **Danska:** Danska vlada objavila je smjernice BIM-a za javne projekte. Smjernice se temelje na BIM Level 2 standardu i daju preporuke o tome kako koristiti BIM za različite vrste projekata.
- **Finska:** Finska vlada objavila je smjernice BIM-a za javne projekte. Smjernice se temelje na BIM priručniku koji je objavio BuildingSMART International.

Korištenje GIS-a u BIM infrastrukturnim projektima

BIM za infrastrukture



Korištenje GIS-a u BIM infrastrukturnim projektima

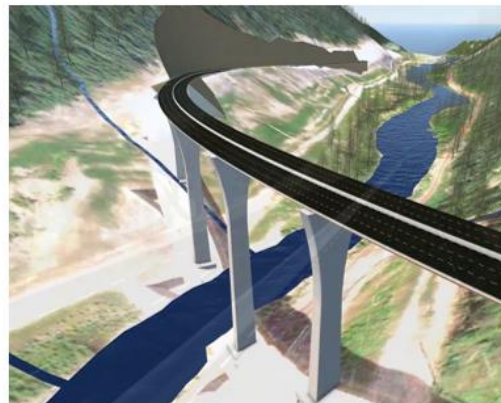
GIS može igrati ključnu ulogu u BIM infrastrukturnim projektima, pružajući sveobuhvatno razumijevanje fizičkog okruženja.

GIS integracija pruža brojne prednosti:

- ✓ Poboljšana vizualizacija lokacije projekta
- ✓ Poboljšano planiranje i projektiranje lokacije na temelju korištenja zemljišta i okolišnih aspekata.
- ✓ Spriječiti sukobe između infrastrukturnih elemenata i drugih struktura.
- ✓ Optimizacija troškova i učinkovitost projekta

Primjeri korištenja GIS podataka

- ✓ Dizajn cesta i mostova
- ✓ Projektiranje željeznice
- ✓ Projektiranje podzemnih mreža



15

Integracija između BIM-a i GIS-a ima za cilj podržati planiranje, projektiranje, izgradnju i upravljanje radovima, uzimajući u obzir teritorij, ekosustave i prirodne resurse koje treba poboljšati ili zaštititi.

GIS softver i podaci mogu igrati ključnu ulogu u BIM infrastrukturnim projektima, pružajući sveobuhvatno i ažurirano razumijevanje fizičkog okruženja i podržavajući informirano donošenje odluka tijekom životnog ciklusa projekta. Zahvaljujući GIS bazama podataka i korištenju odgovarajućih BIM aplikacija, moguće je rekonstruirati trodimenzionalne i realne modele teritorija, planiranje prekrivanja i podatke o okolišu, topografiju, komunalne vodove i druge geoprostorne podatke te povrh tih podataka projektirati BIM infrastrukture.

Kontinuirano širenje dostupnosti javno licenciranih internetskih geoprostornih podataka omogućuje rekonstrukciju realnih 3D modela gradova i teritorija, olakšava integraciju tih podataka u infrastrukturne projekte kao što su ceste i željeznice.

Integracijom GIS-a u BIM radne procese uvodimo koncept „GeodigitalTwin”, koji nadilazi samo stvaranje digitalnih blizanaca projekta kako bi obuhvatio cijeli teritorijalni kontekst. Geodigital Twin može se pokazati nevjerojatno korisnim za pristup zelene gradnje i zelene infrastrukture, integrirajući teritorijalnu, klimatsku, socijalnu i gospodarsku dimenziju održivosti s tradicionalnim BIM procesima dizajna.

Zelena gradnja i zelena infrastruktura dvije su strane iste medalje, s ciljem stvaranja održivijeg izgrađenog okoliša. I BIM i GIS igraju ključnu ulogu u promicanju ovih pristupa, na način koji minimizira utjecaj na okoliš, čuva resurse i promiče održiviju budućnost.

Geoprostorni digitalni blizanci mogu biti iznimno korisni u upravljanju infrastrukturnim sredstvima, kao što su ceste i mostovi. Još jedno područje u kojem dodavanje GIS podataka postaje temeljno je održivo

upravljanje gradilištem, gdje je BIM informacijski proces integriran s potencijalom GIS analize za praćenje stanja okoliša.



Integracija BIM-a i GIS-a stvara holistički prikaz lokacije infrastrukturnog projekta, olakšavajući niz koristi:

- **Poboljšana vizualizacija:** GIS i BIM integracija omogućuju izradu 3D vizualizacija koje kombiniraju fizički kontekst lokacije projekta s BIM modelom. Ova imerzivna vizualizacija omogućuje dionicima da bolje razumiju projekt, vizualiziraju potencijalne sukobe i identificiraju mogućnosti za optimizaciju.
- **Poboljšano planiranje i projektiranje lokacije:** Na temelju podataka iz GIS-a mogu se donositi odluke o planiranju i projektiranju lokacije, čime se osigurava usklađenost infrastrukturnih projekata s postojećom uporabom zemljišta, ekološkim ograničenjima i prometnim mrežama. Na primjer, podaci iz GIS-a mogu pomoći u utvrđivanju područja s visokim udjelom vlage u tlu, potencijalnih zona klizišta ili blizine zaštićenih područja, što može utjecati na projektiranje temelja i metode izgradnje.
- **Otkrivanje i koordinacija sukoba:** GIS podaci mogu se koristiti za otkrivanje i sprječavanje sukoba između infrastrukturnih elemenata i postojećih podzemnih komunalnih ili drugih struktura. Ta sposobnost otkrivanja sukoba može znatno smanjiti rizik od skupih prerada i kašnjenja tijekom izgradnje.
- **Optimizacija troškova i učinkovitost projekta:** Integracijom GIS podataka s BIM modelima, projektni timovi mogu identificirati potencijalne mogućnosti uštede troškova, kao što je ponovna upotreba postojećih komunalnih vodova ili izmjena parametara dizajna kako bi se izbjegli sukobi. To može pojednostaviti tijekove rada projekta i dovesti do učinkovitije isporuke projekta.

Evo nekoliko primjera kako se GIS podaci koriste u BIM infrastrukturnim projektima:

- **Projektiranje cesta i mostova:** GIS podaci, uključujući topografiju, korištenje zemljišta i postojeće cestovne mreže, mogu se koristiti za optimizaciju poravnanja cesta, minimiziranje utjecaja na okoliš i osiguravanje usklađenosti s propisima. Kad je riječ o projektiranju mostova, podaci iz GIS-a mogu pomoći u utvrđivanju prikladnih lokacija za temelje mostova, procjeni zračnosti mostova i razmatranju mogućih opasnosti od krčenja.
- **Projektiranje željeznice:** GIS podaci, uključujući značajke terena, postojeće željezničke pruge i ekološka ograničenja, mogu se koristiti za optimizaciju trasiranja željeznica, utvrđivanje prikladnih lokacija za tunele i mostove te osiguravanje pridržavanja željezničkih standarda.
- **Projektiranje podzemnih mreža:** GIS podaci, uključujući komunalne vodove, podzemne građevine i geotehničke informacije, mogu se koristiti za planiranje i projektiranje podzemnih mreža kao što su kanalizacijski sustavi, vodovodi i telekomunikacijski kabeli. Ta integracija pomaže u izbjegavanju sukoba između podzemne infrastrukture i drugih struktura.
- **Upravljanje imovinom:** GIS podaci mogu se koristiti za pohranu i upravljanje informacijama o postojećoj infrastrukturnoj imovini, uključujući njihovu lokaciju, stanje i povijest održavanja. Ti se podaci mogu upotrijebiti za izradu učinkovitih planova upravljanja imovinom, davanje prednosti aktivnostima održavanja i utvrđivanje potencijalnih rizika za integritet infrastrukture.

Alati i tehnologija

BIM za infrastrukture Co-funded by
the European Union

Alati i tehnologija

Vrste BIM softvera u infrastrukturnim projektima

- **Softver za modeliranje BIM-a:** Stvara detaljne 3D modele infrastrukturnih projekata kao što su ceste, željeznice, mostovi, tuneli, zgrade i komunalne usluge.
- **Softver za vizualizaciju BIM-a:** Stvarati realistične 3D prikaze infrastrukturnih projekata, omogućujući dionicima vizualizaciju projekta u njegovu kontekstu.
- **Softver za suradnju s BIM-om:** Omogućuje dionicima projekta razmjenu i suradnju na modelima, crtežima, dokumentima i drugim podacima. Zajedničko podatkovno okruženje (CDE) ključan je alat za uvođenje BIM-a u infrastrukturne projekte

Najpopularnija rješenja

- **Autodesk Civil 3D** jedan je od najpopularnijih BIM softvera koji podržava dizajnere infrastrukture
- **Autodesk InfraWorks** može se koristiti za vizualizaciju i analizu infrastrukturnih projekata u kontekstu njihove okoline. Može neprimjetno integrirati geoprostorne podatke.
- **Autodesk Revit** je najpopularniji građevinski BIM softver za modeliranje na svijetu.

16

Koji BIM softver koristiti u infrastrukturnim projektima?

BIM nije samo softver, to je proces, ali, naravno, trebat će vam softver za izradu modela koji pokreću BIM proces. Možemo koristiti mnoštvo alata; međutim, to stvara vlastiti skup komplikacija jer se tehnologija mijenja tako brzo da može biti teško držati korak i odlučiti što je najprikladnije za upotrebu.

U nastavku slijedi nekoliko od brojnih BIM alata dostupnih za infrastrukturne projekte. Vjerujemo da smo naveli one najbitnije, iako specifični alati koji se koriste mogu varirati ovisno o vrsti projekta, preferencijama projektnog tima i zahtjevima projekta.

BIM softver nudi širok raspon funkcionalnosti za potporu različitim fazama infrastrukturnog projekta. Stoga je popis softverskih alata podijeljen prema glavnim vrstama BIM softvera.

Softver za BIM modeliranje

Ova vrsta softvera usredotočuje se na stvaranje detaljnih 3D modela infrastrukturnih projekata kao što su ceste, željeznice, mostovi, tuneli, zgrade i komunalne usluge.

Autodesk je široko priznat kao softverski lider u BIM-u. Nude sveobuhvatan paket komercijalnih BIM rješenja za infrastrukturne projekte, obuhvaćajući cijeli životni ciklus projekta od planiranja i projektiranja do izgradnje i održavanja. Ključna Autodesk rješenja za BIM modeliranje u infrastrukturnim projektima uključuju:

Autodesk
<p>Revit je popularan BIM softver koji se koristi za modeliranje i projektiranje širokog spektra infrastrukturnih projekata, uključujući zgrade, mostove, ceste i tunele. Revit se uglavnom primjenjuje u infrastrukturnim projektima za modeliranje cestovnih konstrukcija kao što su mostovi, pješački mostovi, podvožnjaci, propusti, tuneli i potporni zidovi.</p>
<p>Civil 3D je moćan softver za građevinarstvo koji pruža alate za projektiranje, modeliranje i analizu infrastrukturnih projekata, uključujući ceste, mostove, cjevovode i komunalne usluge. Civil 3D je danas najkorišteniji i najučinkovitiji autorski BIM-orijentirani softver za modeliranje prometne infrastrukture.</p>
<p>InfraWorks se usredotočuje na modeliranje i vizualizaciju infrastrukture. 3D softver za modeliranje i simulaciju gradova koji se može koristiti za vizualizaciju i analizu infrastrukturnih projekata u kontekstu njihove okoline. Ovaj specifičan softver vrlo dobro funkcionira s GIS podacima jer može neprimjetno integrirati geoprostorne podatke u projekte i modelirati postojeće uvjete koji predstavljaju stvarno gradilište.</p>

Važno je napomenuti da je Autodesk surađivao s buildingSMART International i AEC stručnjacima kako bi podržao openBIM. Na primjer, sada možete koristiti IFC 4.3 za Civil 3D 2024 verziju kako biste poboljšali interoperabilnost multidisciplinarnih projektnih timova.

Trimble BIM softver (također poznat kao Tekla softverski proizvodi tvrtke Trimble) sveobuhvatan je paket alata koji pomaže arhitektima, inženjerima i izvođačima projektiranja, izgradnje i upravljanja zgradama i infrastrukturnim projektima.

Trimble
<p>Tekla Structures je moćan konstrukcijski BIM softver, specijaliziran za konstrukcijsko inženjerstvo, posebno za projektiranje i razradu složenih čeličnih i betonskih konstrukcija. Pruža alate za izradu detaljnih 3D modela, analizu strukturnih performansi i izradu dokumentacije o izradi i erekciji.</p>
<p>Trimble Novapoint je najpopularniji BIM softver u Skandinaviji za infrastrukturu. Omogućuje inženjerima građevinarstva izradu složenih 3D modela cesta, željeznica, kanalizacijskih mreža, tunela ili mostova.</p>

Graphisoft je još jedan važan softverski brand koji pruža sveobuhvatan paket BIM alata za suradnju, analizu i vizualizaciju. Graphisoft je član buildingSMART Alliancea i među tvrtkama koje su pokrenule OpenBIM.

Graphisoft
<p>ArchiCAD je kompletan dizajnerski paket s 2D i 3D izradom, vizualizacijom i drugim funkcijama informacijskog modeliranja zgrade za arhitekte, dizajnere i projektante. Vrijedno je spomenuti da je prvi BIM softver bio Archicad. ArchiCAD se prvenstveno koristi za arhitektonsko projektiranje. Iako nudi neke značajke za infrastrukturne projekte, nije posebno dizajniran za tu svrhu i postoje druge BIM softverske opcije koje su prikladnije za modeliranje i projektiranje infrastrukture.</p>

Bentley BIM softver uključuje razne alate za stvaranje, uređivanje i analizu BIM modela.

Bentley
<p>MicroStation je softver za računalno potpomognuti dizajn (CAD) (može se usporediti s Autodesk AutoCAD-om) za izradu preciznih 2D i 3D crteža za infrastrukturne projekte. Primjeren je za modeliranje infrastrukture. Ona generira 2D / 3D vektorske grafike objekata i elemenata i uključuje BIM značajke. Poznat je po svojim snažnim mogućnostima 3D modeliranja, integraciji geoprostornih podataka i alatima za analizu. MicroStation se često koristi za projekte koji zahtijevaju visoku razinu preciznosti i detalja.</p>
<p>OpenRoads ConceptStation je softver za konceptualno projektiranje cestovne mreže koji korisnicima omogućuje brzu i učinkovitu izradu 3D modela cesta, mostova i druge prometne infrastrukture.</p>
<p>OpenBuildings je BIM softver za inženjere građevinarstva koji se može koristiti za višestruke primjene – projektiranje arhitektonskih, mehaničkih, strukturnih i električnih sustava, građevinsku dokumentaciju i vizualizaciju.</p>

Ostali relevantni softverski proizvodi koji se koriste za BIM infrastrukturne projekte su:

- **Vektorski radovi:** Je BIM softver koji se može koristiti za infrastrukturne projekte. Nudi razne alate za stvaranje i upravljanje 3D modelima infrastrukturnih elemenata, uključujući ugrađeni građevinski kalkulator koji se može koristiti za izvođenje izračuna za infrastrukturne projekte.
- **nosorog:** Prvenstveno se koristi za 3D modeliranje i projektiranje, a može se koristiti za razne primjene, uključujući infrastrukturne projekte. Međutim, nije posebno dizajniran za infrastrukturu BIM-a i nije toliko široko korišten kao neke druge softverske opcije.
- **SierraSoft ceste:** Je BIM softver za projektiranje cesta i autocesta. BIM funkcije SierraSoft Roads omogućuju proizvodnju, modifikaciju, dijeljenje i analizu modela cestovnih informacija.
- **Allplan inženjerstvo:** Popularni BIM softver među inženjerima građevinarstva koji nudi sveobuhvatan raspon alata za projektiranje i upravljanje projektima i procjenu troškova.

Softver za vizualizaciju BIM-a

Ova vrsta softvera može generirati realne 3D prikaze infrastrukturnih projekata, omogućujući dionicima vizualizaciju projekta u njegovom kontekstu i donošenje informiranih odluka. Većina ovih alata je besplatna za korištenje, ali imaju ograničene značajke. BIM softver svijet je suštinski povezan s vlasničkim softverom. postoji veliki broj slobodnih gledatelja, od kojih su neki besplatni iako su razvijeni od strane komercijalnih tvrtki.

Izbor relevantnih softverskih proizvoda koji se koriste za vizualizaciju BIM infrastrukturnih projekata su:

- **Autodesk gledatelj:** Besplatni BIM softver preglednika za gledanje 3D modela.
- **Autodesk Navisworks:** Omogućuje prikaz modela iz različitih perspektiva.
- **Trimble Connect:** Nudi niz značajki za koordinaciju dizajna, upravljanje projektima, kao i BIM vizualizaciju.
- **ACCA usBIM:** Aplikacija za gledanje velikih BIM modela online. ACCA usBIM je cloud-based platforma sastavljena od niza alata koja nudi besplatnu verziju koja uključuje mogućnost kreiranja i upravljanja BIM modelima (uz neka ograničenja) te objavljivanja i dijeljenja BIM modela u IFC formatu.
- **Bentley gledatelj:** Besplatna aplikacija za stolna računala s nizom značajki za pregled geometrijskog modela.

Odabir BIM softvera za pregled informacija sadržanih u IFC datotekama (3D objekti i tablični prikaz informacija)

- **BIM vizija:** Freeware BIM model gledatelja koji podržava IFC format. To je lagan i jednostavan alat koji se može koristiti za pregled, analizu i mjerenje BIM modela.
- **Solibri Bilo gdje:** Besplatni desktop program tvrtke Nemetschek. Program podržava pregled IFC datoteka.
- **Areddo:** Besplatni BIM preglednik za IFC i oblake točaka. To je lagan i jednostavan alat koji se može koristiti za pregled, istraživanje i analizu BIM modela.
- **BIMCollab Zoom:** Slobodan softver tvrtke KUBUS.
- **Dalux gledatelj:** Besplatni program koji podržava gledanje IFC datoteka.

Što se tiče OpenSource BIM softvera, dostupno je nekoliko opcija. Međutim, upotreba tih alata u BIM-u za infrastrukturu ako je vrlo ograničena. Neke od najpopularnijih opcija uključuju:

- **FreeCAD:** Besplatni softver za parametarsko 3D modeliranje otvorenog koda koji se može koristiti u različite svrhe, uključujući BIM.
- **BlenderBIM:** Ekstenzija otvorenog koda za popularni Blender 3D softver za modeliranje koji dodaje BIM funkcionalnost.
- **IfcOpenShell:** Besplatna C++ biblioteka otvorenog koda za čitanje, pisanje i manipuliranje IFC datotekama.

Sve više inženjera traži načine da iskoriste nove tehnologije kako bi poboljšali svoje tijekove rada i poboljšali produktivnost. U tom smislu upotreba **virtualne i proširene stvarnosti sve je** češća za vizualizaciju željeznica, autocesta i mostova. Ta tehnologija ne samo da nam omogućuje premještanje projektiranog predmeta s ravnog zaslona u „uranjajuće“ okruženje, već i poboljšava postupak donošenja odluka o odabiru rješenja za projektiranje.

Softver za suradnju s BIM-om

Ovaj softver omogućuje dionicima projekta dijeljenje, pregled i izmjenu BIM modela u stvarnom vremenu. Ključni aspekt postizanja uspješnog BIM projekta je osiguravanje učinkovitog upravljanja informacijama. Upotreba takozvanog zajedničkog podatkovnog okruženja (CDE) postupak je kojim se osigurava priprema, provjera kvalitete, izdavanje i upotreba informacija u kontroliranom i dosljednom pristupu. U kontekstu BIM-a za infrastrukturne projekte, CDE (posebno rješenja koja se temelje na oblaku) ima ključnu ulogu u pojednostavljenju suradnje, poboljšanju koordinacije projekata i poboljšanju rezultata projekata.

Primjeri relevantnog softvera za CDE u BIM-u za infrastrukturne projekte uključuju:

- **Autodesk BIM 360:** Napredno zajedničko podatkovno okruženje temeljeno na oblaku tvrtke Autodesk. Pruža centraliziranu lokaciju za pohranu, upravljanje i dijeljenje informacija o projektima za infrastrukturne projekte.
- **Autodesk Navisworks:** Također nudi neke značajke suradnje, kao što su alati za označavanje i bilježenje. Međutim, ona nije u potpunosti predstavljena kao namjenske platforme za suradnju.
- **Autodesk BIM Suradnja:** BIM platforma za suradnju temeljena na oblaku koja pomaže timovima da učinkovitije surađuju tijekom cijelog životnog ciklusa projekta. Pruža centraliziranu platformu za pohranu, dijeljenje i upravljanje BIM podacima, kao i alate za suradnju, otkrivanje sukoba i upravljanje problemima. Autodesk BIM Collaborate i Autodesk Navisworks obično se koriste za različite faze procesa izgradnje.

- **Trimble Viewpoint:** Rješenje za upravljanje dokumentima i informacijama u oblaku za dijeljenje, kontrolu i suradnju na projektnim informacijama s raspršenim projektnim timovima.
- **Trimble Connect:** BIM platforma za suradnju temeljena na oblaku koja omogućuje dionicima projekta dijeljenje i pristup BIM modelima, crtežima i drugim projektnim podacima u stvarnom vremenu.
- **BIMcollab:** Platforma za suradnju temeljena na oblaku koja omogućuje dionicima projekta da dijele, pregledavaju i komentiraju BIM modele u stvarnom vremenu.
- **Bentley ProjectWise:** Softver za projektnu suradnju koji pomaže projektnim timovima da upravljaju, dijele i distribuiraju inženjerski sadržaj projekta i pregledavaju ga na jednoj platformi.
- **Asite:** CDE koji se temelji na oblaku i pomaže građevinskim projektnim timovima da surađuju, upravljaju i dijele informacije.
- **BIMServer:** Platforma otvorenog koda utemeljena na oblaku za upravljanje informacijskim modelima za zgrade (BIM) i njihovu razmjenu. Popularan je izbor za infrastrukturne projekte jer nudi nekoliko značajki koje su posebno dizajnirane za ovu vrstu rada.
- **usBIM:** Cjeloviti sustav upravljanja BIM-om za digitalizaciju konstrukcija i infrastruktura u jednostavnom, sigurnom i zajedničkom tijeku rada

Usvajanje BIM softvera: Globalne varijacije

Uvođenje i upotreba BIM softvera znatno se razlikuju među različitim zemljama. To se može pripisati nekoliko čimbenika, uključujući tržišne trendove, regulatorne zahtjeve, obrazovnu infrastrukturu i kulturne čimbenike.

Usvajanje BIM-a vrlo je visoko u Sjevernoj Americi, s više od 80% projekata koji koriste BIM u nekom kapacitetu. To je zbog nekoliko čimbenika, uključujući zrelost građevinske industrije, vladine politike i dostupnost BIM obuke i obrazovanja.

Usvajanje BIM-a također je visoko u Europi, s više od 60% projekata koji koriste BIM u nekom kapacitetu. Vladine politike u mnogim europskim zemljama potaknule su usvajanje BIM-a, a raste i mreža pružatelja obuke i obrazovanja o BIM-u.

Nema jedinstvenog dominantnog BIM softvera u svim regijama. Međutim, Autodesk Revit je najčešće korišten BIM softver u Sjevernoj Americi, Europi i Latinskoj Americi. Bentley softver je također popularan izbor u tim regijama, posebno za infrastrukturne projekte. Graphisoft Archicad je još jedan popularan BIM softver, osobito u Europi i Aziji. Tekla Structures je specijalizirani BIM softver za konstrukcijsko inženjerstvo, a obično se koristi u Europi i Aziji za visokogradnje i infrastrukturne projekte.

Integracija BIM-a i GIS-a

Suradnja između Autodesk, lidera u BIM sektoru, i Esrija, lidera u geoprostornim rješenjima, sve je više poboljšala interoperabilnost između različitih softvera uključenih u proces projektiranja.

Do danas glavni Esrijev GIS softver, **ArcGIS Pro**, omogućuje izravno čitanje Autodesk Revita, Civil 3D dwg, i formata razmjene IFC BIM. Nadalje, dodana je mogućnost povezivanja s BIM360 i Autodesk Construction Cloudom kako bi se modelima pohranjenima u Cloudu dodao zemljopisni kontekst. Tada je moguće objaviti Revit i IFC modele i unutar oblaka Esri ArcGIS Online. Alat **ArcGIS GeoBIM** app, dostupan na ArcGIS Online, predložen je kao "most" između GIS okruženja i BIM svijeta.

Više informacija o integraciji BIM-a i GIS-a možete pronaći u posebnom tečaju BIRGIT-a „BIM-GIS Integration”.



Što je BIM za upravljanje objektima?

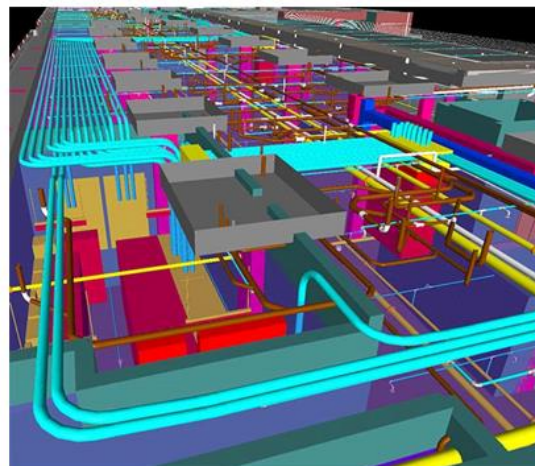
BIM za upravljanje objektima



Što je BIM za upravljanje objektima?

BIM za upravljanje objektima (ili FM) je proces koji koristi digitalni prikaz zgrade i njezinih sustava kako bi se **poboljšala učinkovitost i djelotvornost operacija upravljanja objektima**.

U kontekstu upravljanja objektima BIM se može upotrebljavati za upravljanje objektom i njegovo održavanje tijekom njegova životnog ciklusa, uključujući zadatke kao što su **planiranje prostora, upravljanje imovinom, planiranje održavanja i energetska analiza**. Pomaže poboljšati učinkovitost, suradnju i donošenje odluka u procesima upravljanja objektima.



17

Upravljanje objektima (FM) uključuje rad i održavanje infrastrukture i usluga zgrade.

BIM je transformirao arhitekturu, inženjerstvo i građevinarstvo. Drugi veliki potencijal BIM-a je pružanje točnih, pravovremenih i relevantnih informacija ne samo tijekom projektiranja i izgradnje jedne zgrade ili infrastrukture, već i tijekom životnog **ciklusa** objekata.

Dimenzija BIM-a odnosi se na različite razine integracije informacija ili podataka unutar BIM modela. Svaka dimenzija dodaje sloj složenosti i detalja procesu modeliranja. Ove dimenzije poboljšavaju BIM model i čine ga korisnijim tijekom životnog ciklusa konstrukcije.

Među "dimenzijama" BIM-a, **7D BIM** se bavi svim aspektima upravljanja objektima i bavi se upravljanjem i održavanjem postojeće imovine kroz akcije koje osiguravaju kvalitetu usluga i sigurnost korisnika i radnika.



BIM je transformativna tehnologija u području upravljanja objektima, koja nudi sveobuhvatan i detaljan digitalni prikaz fizičkih i funkcionalnih atributa objekta. Ovaj digitalni prikaz služi kao centralizirani repozitorij informacija, omogućujući upraviteljima objekata da učinkovito planiraju, prate i održavaju svoju imovinu tijekom svog životnog ciklusa. BIM za upravljanje objektima, koji se naziva i „**BIMživotnog ciklusa**”, može se upotrebljavati za učinkovito upravljanje objektima, planiranje održavanja i korištenje prostora.

Upravljanje objektima obuhvaća više disciplina s ciljem osiguravanja optimalne funkcionalnosti izgrađenog okoliša – integriranje ljudi, mjesta, procesa i tehnologije. Obuhvaća sve od održavanja i čišćenja, nekretnina i financijskog upravljanja. Raznolikost tih usluga naglašava složenost argumenta. Nadalje, postoji značajna gospodarska i ekološka potreba za poboljšanjem upravljanja novim i postojećim objektima na učinkovit način, a BIM može biti iznimno koristan u tom pogledu.

Prednosti BIM-a za upravljanje objektima

Suradnja je ključna komponenta BIM tijekom rada. Za upravitelje objekata to znači da mogu razmjenjivati informacije s ključnim osobama uključenima u faze projektiranja i izgradnje kako bi bolje razumjeli životni ciklus zgrade. Osim toga, upravitelji objekata mogu sudjelovati i tijekom faze projektiranja kako bi osigurali da je objekt troškovno učinkovit i da ispunjava svakodnevne ciljeve upravitelja objekata.

Kada se model objekta redovito ažurira, timovi za održavanje mogu pristupiti važnim podacima o učinkovitosti i stanju imovine zgrade. Na primjer, korisnik može pregledati 3D model HVAC jedinice kako bi dobio detalje o performansama, rasporedima održavanja, kao i informacije o proizvođaču. Pomoću tih podataka mogu se izraditi planovi preventivnog održavanja jedinice.

3D model objekta također omogućuje tehničarima da postanu potpuno svjesni točnih lokacija imovine, omogućujući im da lociraju problem i brzo ga riješe. Kad god dođe do promjene lokacije imovine, informacije se ažuriraju za svakog dionika, čime se osigurava jedinstven izvor istine za sve.

BIM model također olakšava učinkovito korištenje prostora jer upraviteljima objekata postaje lakše vizualizirati zgradu i raspoloživi prostor unutar ovojnice. Uz pristup točnim informacijama o rasporedu, upravitelji objekata mogu optimizirati raspodjelu imovine, optimizirati evakuacijske rute, identificirati slabe sigurnosne točke i osigurati jednostavan pristup, sigurnost i udobnost za putnike.

Ušteda energije jedan je od ključnih prioriteta većine poslovnih zgrada. To se posebno odnosi na zelene zgrade razvijene kako bi se smanjio utjecaj na okoliš. BIM nudi pristup podacima o potrošnji energije, pružajući upraviteljima objekata priliku da analiziraju i usporede različite energetske alternative kako bi ispunili energetske ciljeve.

BIM je jednako koristan za postojeće objekte izgrađene bez informativnog digitalnog modela. Moguće je generirati integrirani BIM model postojećeg objekta korištenjem tehnike laserskog skeniranja uz originalne projektne planove. Upravitelji objekata mogu koristiti ovaj 3D model kako bi predložili mogućnosti naknadnog opremanja kako bi optimizirali zgradu za poboljšanu operativnu učinkovitost i uštedu energije.

Korištenje BIM-a za upravljanje objektima

BIM za upravljanje objektima



Korištenje BIM-a za upravljanje objektima

Upravitelji objekata pronalaze vrijednost u brojnim područjima **građevinskih operacija** koje imaju koristi od poboljšanih BIM podataka.

BIM aplikacije u upravljanju objektima uključuju:

- Upravljanje prostorom
- Upravljanje imovinom
- Planiranje održavanja
- Gospodarenje energijom
- Sigurnost i zaštita
- Procjena troškova i izrada proračuna
- Održivost građevinarstva



18

BIM za upravljanje prostorom i optimizaciju

BIM za upravljanje objektima



BIM za upravljanje prostorom i optimizaciju

BIM modeli pružaju 3D vizualizacije prostora, omogućujući upraviteljima objekata da optimiziraju iskorištenost prostora, identificiraju nedovoljno iskorištena područja i planiraju buduće širenje.

Ovaj pristup osigurava da se dodjela prostora uskladi s organizacijskim potrebama i maksimizira učinkovitost korištenja.



Razumijevanjem detalja o tome kako se prostor koristi, stručnjaci za objekte mogu smanjiti slobodno radno mjesto i u konačnici postići velika smanjenja troškova nekretnina. Informacije o prostoru i prostoru u BIM modelima temelj su dobrog upravljanja prostorom.




19

BIM za upravljanje imovinom i inventarom

BIM za upravljanje objektima



Co-funded by
the European Union



BIM za upravljanje imovinom i inventarom

Upravljanje BIM imovinom je strateško upravljanje imovinom putem BIM-a.

BIM se može koristiti za izradu sveobuhvatnog digitalnog inventara imovine za objekt. Ovaj inventar može uključivati informacije o **lokaciji, stanju, specifikacijama i povijesti održavanja** svake imovine.

Te se informacije mogu upotrijebiti za praćenje životnog ciklusa imovine, utvrđivanje područja za održavanje i planiranje zamjene imovine.

BIM Asset Management je upravljanje i održavanje imovine koje se provodi na strateški i povoljan način kroz primjenu BIM-a. Ta je faza životnog ciklusa imovine ona u kojoj krajnji korisnik upotrebljava imovinu te se njome istodobno mora upravljati i održavati je. Upravljanje imovinom usmjerenom uz potporu BIM tehnologije predstavlja temeljnu uslugu za upravitelje objekata i ima nekoliko prednosti:

- Olakšava organizaciju i upravljanje različitim komponentama imovine - strukturalnim, arhitektonskim, inženjerskim postrojenjima itd.
- Omogućuje operatoru za upravljanje objektima pojednostavnjenje rutinskih operacija kao što su izmjere, prikupljanje informacija, izrada podataka iz dokumentacije o aktivnostima održavanja itd.
- Omogućuje pouzdanije i detaljnije poznavanje stvarne dosljednosti artefakta.

Ključni izazov u razvoju programa održavanja je unos informacija o proizvodu i imovini potrebnih za preventivno održavanje. Informacije o građevinskoj opremi pohranjenoj u BIM modelima mogu eliminirati višemjesečne napore da se točno popune sustavi održavanja. Pod podacima o BIM imovini podrazumijevamo sve informacije koje se odnose na fazu upravljanja i održavanja imovine, a koje obogaćuju informacijsku imovinu BIM modela. BIM model će stoga biti pretvoren u **AIM, Imovinski informacijski model**.

BIM **označavanje imovine** doslovno znači označavanje modela i sastoji se od ažuriranja informacija o modelu s podacima o upravljanju. Projektni tim može modelu dodati **COBie** (objašnjen na slajdu 26) ili druge podatke koji se odnose, na primjer, na imovinski identitet, serijske brojeve, informacije o proizvođaču, jamstva i procijenjeni vijek trajanja. Ove informacije omogućuju timovima za upravljanje objektima (FM) da koriste model za informacije o održavanju.

BIM za planiranje i planiranje održavanja

BIM za upravljanje objektima



BIM za planiranje i planiranje održavanja

BIM se može koristiti za automatizaciju izrade rasporeda preventivnog održavanja na temelju stanja i korištenja imovine.

To može pomoći u sprečavanju kvarova, produljenju vijeka trajanja imovine i smanjenju troškova održavanja.



21

BIM se može koristiti za automatizaciju izrade rasporeda **preventivnog održavanja** na temelju stanja i korištenja imovine. To može pomoći u sprečavanju kvarova, produljenju vijeka trajanja imovine i smanjenju troškova održavanja.

Ključni izazov u razvoju programa održavanja je unos informacija o proizvodu i imovini potrebnih za preventivno održavanje. Informacije o građevinskoj opremi pohranjenoj u BIM modelima mogu eliminirati višemjesečne napore da se točno popune sustavi održavanja.

BIM se može koristiti za analizu obrazaca podataka o imovini i prepoznavanje potencijalnih problema prije nego što dovedu do kvarova ili neuspjeha. To može pomoći upraviteljima objekata da proaktivno riješe probleme, smanje poremećaje i smanje neočekivane troškove popravka.

BIM i održivost građevinarstva

BIM za upravljanje objektima



BIM i održivost građevinarstva

6D BIM integrira podatke o okolišu u model. Nadovezuje se na sve ostale dimenzije kako bi se optimizirala ekološka učinkovitost zgrade. Uzima u obzir cijeli životni ciklus zgrade i uključuje podatke kao što su potrošnja energije i utjecaj na okoliš.

To je ključno tijekom faze projektiranja i planiranja jer pomaže timovima da procijene različite mogućnosti projektiranja i utvrde najodrživiji pristup.

Također dolazi u igru tijekom rada i održavanja pomagalačkih timova s upravljanjem energetskim sustavima.



22

6D BIM nadilazi konvencionalni pristup koji se usredotočuje samo na početne troškove projekta, ali pomaže u procjeni ukupnog troška upravljanja imovinom kako bi se ispunili određeni kriteriji održivosti i učinkovitosti.

Često je u građevinarstvu održivost povezana samo s energetskim zahtjevima zgrade: Intervencija u vezi sa zgradom definira se kao održiva samo ako dovodi do uštede energije. Međutim, održivost je višedimenzionalna i odnosi se na postizanje održive ravnoteže između gospodarskih, okolišnih i socijalnih zahtjeva.

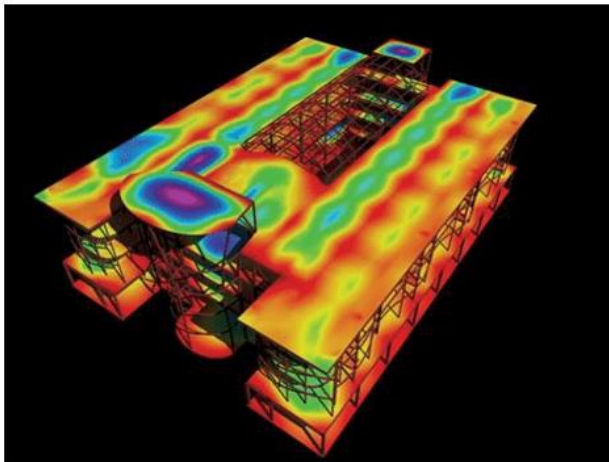
BIM može pružiti okvir za objedinjavanje svih ovih aspekata nudeći mogućnost upravljanja složenim informacijskim sustavom na integrirani način, pozivajući se na različite tehnološke sustave, komponente zgrade i različite faze njegovog životnog ciklusa.

Zapravo, 6D BIM također dolazi u obzir tijekom **rada i održavanja**; njime se pojednostavnjuje upravljanje imovinom uključivanjem detaljnih informacija o komponentama zgrade, kao što su očekivani životni vijek, rasporedi održavanja i troškovi zamjene. To zauzvrat pomaže timovima u upravljanju energetskim sustavima koji mogu utjecati na ekološki otisak zgrade.

Važno je naglasiti da postoji potreba za pružanjem sveobuhvatne obuke budućim stručnjacima kako bi ih se osnažilo da učinkovito koriste BIM za identifikaciju i implementaciju energetski učinkovitih rješenja tijekom životnog ciklusa zgrade.

BIM za učinkovito korištenje energije

BIM za upravljanje objektima



BIM za učinkovito korištenje energije

BIM se može upotrebljavati za simulaciju energetske učinkovitosti objekta, utvrđivanje područja za poboljšanje i potencijalne uštede energije.

Ova analiza može voditi optimizaciju HVAC sustava, kontrola rasvjete i druge opreme koja troši energiju, što dovodi do značajnih smanjenja troškova i koristi za okoliš.

23

Jedan od najvažnijih aspekata BIM 6D modeliranja je **energetski model zgrade**, pomoću kojeg je moguće proučiti moguće alternative za poboljšanje energetske učinkovitosti, udobnosti i dobrobiti korisnika te uključiti druge učinkovitije i održivije oblike energije.

Zapravo, BIM se može koristiti za analizu i usporedbu različitih energetske alternativ, pomažući upraviteljima objekata da značajno smanje utjecaj na okoliš i operativne troškove. Procjenom troškova i ušteda povezanih s raznim poboljšanjima zgrade i naknadnom ugradnjom sustava upravitelji objekata mogu optimizirati izvedbu zgrade tijekom njezina životnog vijeka.

Iako se BIM pokazao učinkovitim u optimizaciji građevinskih rješenja i postizanju ušteda energije, postoji potreba za većom interoperabilnošću između BIM-a i alata za energetske analize. Osim toga, većom integracijom s drugim tehnologijama, kao što je GIS, dodatno bi se povećale koristi BIM-a za energetske učinkovitost.

Za upravljanje 6D modeliranjem potreban je poseban softver za izradu trodimenzionalnog modela zgrade i umetanje parametarskih objekata s podacima i informacijama koje se odnose na energetska svojstva svakog elementa. Svi ti aspekti konvergiraju u jednom BIM modelu koji simulira stvarno ponašanje sve fizičke imovine. Ovaj model je također poznat po BEM (Building Energy Modeling).

Među alatima za energetske analize, **EnergyPlus** je najčešće korišten, a slijede ga EcoTect, Green Building Studio, IES-VE i TerMus PLUS. Autodesk Revit ističe se kao središnje čvorište u BIM mreži za analizu energije, neprimjetno se povezujući s četiri najzastupljenija alata za analizu energije, pa čak i prilagođenim alatima. ArchiCAD, s druge strane, trenutno integrira sa samo jednim alatom za analizu energije, EnergyPlus.

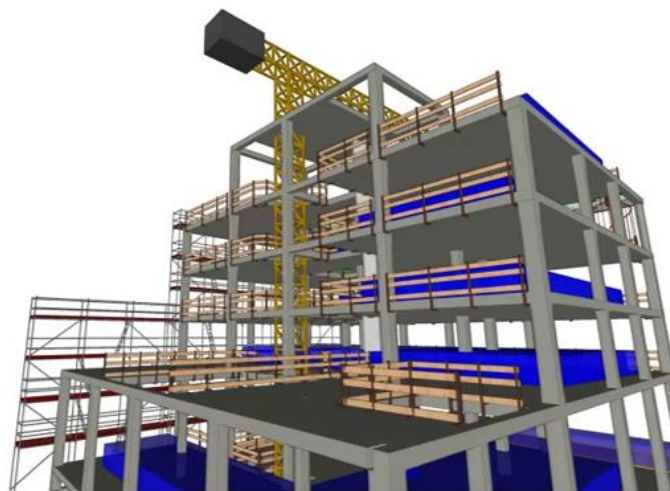
BIM za sigurnost i zaštitu

BIM za upravljanje objektima

BIM za sigurnost i zaštitu

BIM se može koristiti za prepoznavanje potencijalnih sigurnosnih opasnosti, kao što su zaklonjeni prolazi, neispravna oprema ili loše održavani sustavi za zaštitu od požara.

Ovaj proaktivni pristup pomaže u poboljšanju sigurnosti stanara zgrada i pridržavanju sigurnosnih propisa.



24

Korištenje BIM-a proširuje se na sigurnost i zaštitu, obuhvaćajući građevinsku sigurnost, planiranje u slučaju nužde, projektiranje zaštite, analize troškova i tekuće operacije. **8D BIM** je dimenzija BIM-a koja dodaje informacije koje se odnose na sigurnost tijekom faze projektiranja i izvođenja radova.

BIM podržava sigurnost i zaštitu nudeći sveobuhvatan digitalni prikaz infrastrukture zgrade, uključujući sustave zaštite od požara, izlaze u nuždi i sigurnosne značajke. Također pruža detaljne mogućnosti programiranja i projektiranja, omogućujući konceptualizaciju, planiranje, zakazivanje, procjenu, koordinaciju, provjeru i "što-ako" analize.

Time se upraviteljima objekata omogućuje pristup ključnim sigurnosnim informacijama, provođenje virtualnih sigurnosnih vježbi i učinkovitije planiranje odgovora na hitne situacije. Nadalje, BIM olakšava integraciju **senzorskih podataka u stvarnom vremenu** za praćenje sigurnosnih sustava i upravljanje njima, čime se doprinosi proaktivnom ublažavanju rizika i osigurava sigurnije okruženje za putnike.

U kontekstu zaštite od požara, BIM nudi jasne i detaljne vizualizacije, omogućujući precizne detalje dizajna i praktične prednosti za rasporede zaštite od požara. Također pomaže u otkrivanju i rješavanju sukoba s uslugama zastupnika u Europskom parlamentu, čime se u konačnici štedi vrijeme u integraciji službi za zaštitu od požara.

BIM za procjenu troškova i izradu proračuna

BIM za upravljanje objektima



BIM za procjenu troškova i izradu proračuna

BIM se može koristiti za izradu **točnih** procjena troškova i proračuna za održavanje, popravke i nadogradnje, pružajući pouzdanu osnovu za financijsko planiranje.

Ta transparentnost osigurava učinkovito upravljanje troškovima i njihovu usklađenost s organizacijskim ciljevima.

Evo nekoliko načina na koje se BIM može koristiti za procjenu troškova i izradu proračuna:

- ✓ Izradite točna količinska **polijetanja** za sve materijale i komponente zgrade. To može pomoći osigurati da se procjene temelje na stvarnim podacima, a ne na nagađanjima.
- ✓ Identificirati sukobe između različitih obrta ili prespecifičnih materijala.
- ✓ Identificiranje mogućnosti za smanjenje korištenja materijala ili pojednostavljenje metoda gradnje.
- ✓ Izraditi procjene troškova životnog ciklusa zgrade u kojima se uzimaju u obzir troškovi rada, održavanja i odlaganja.

25

Jedna od prednosti BIM metodologije je ušteda vremena i troškova, u svakoj fazi životnog ciklusa zgrade ili infrastrukture (planiranje, izgradnja, rad, održavanje i rušenje). **5D BIM** je dimenzija primjene BIM metodologije koja eksplicitno odgovara procjeni troškova.

Tijekom faze projektiranja i izgradnje, procjena troškova temeljena na BIM-u nudi mnoštvo prednosti, pojednostavljujući proces pripreme troškovnika (BOQ) kako bi se dobile točne procjene troškova za projekte. Tom se automatizacijom projektnim timovima omogućuje da u ranoj fazi proaktivno utvrde i ublaže rizike povezane s troškovima, čime se znatno smanjuje vjerojatnost prekoračenja troškova i štiti profitabilnost projekta. BIM model omogućuje izravno hvatanje količina iz 3D modela, što rezultira točnijim izračunima s manje pogrešaka i propusta.

No, faza upravljanja i održavanja djela možda je jedna od najzahtjevnijih u smislu vremena i troškova cijelog životnog ciklusa djela. BIM modeli mogu se koristiti za praćenje potreba za održavanjem, planiranje popravaka i optimizaciju raspodjele resursa. BIM može uključivati i podatke o očekivanom životnom vijeku i troškovima zamjene.

Projektni timovi zahtijevaju obuku za učinkovito korištenje BIM-a za izdvajanje podataka o troškovima. U nekim je slučajevima potrebna integracija BIM-a s drugim sustavima za upravljanje projektima, kao što je softver za procjenu i izradu proračuna. Sustavi procjene troškova temeljeni na BIM-u, **kao što su BIMestiMate i Navisworks Manage**, mogu automatizirati proces procjene u bilo kojoj fazi projekta. Osim toga, softverski alati kao što su CostX, QuickBid Estimating, Bluebeam Revu i On-Screen Takeoff Pro također su dizajnirani za stvaranje i upravljanje BOQ-ovima i generiranje količinskih polijetanja iz BIM modela.

COBie: Interoperabilnost BIM-a za upravljanje objektima

BIM za upravljanje objektima



COBie: Interoperabilnost BIM-a za upravljanje objektima

COBie omogućuje da se informacije potrebne za fazu upravljanja i održavanja zgrade ili infrastrukture integriraju u BIM proces.

Ključne značajke COBie:

- Standardizirani format za bilježenje operativnih informacija i informacija o održavanju te upravljanje njima
- Kompatibilan s IFC-om, industrijski standardnim formatom podataka informacijskog modela zgrade
- Lako uređivati u programu Microsoft Excel
- Olakšava razmjenu podataka između građevinskih i upravljačkih timova

COBie razvija i održava Building Smart Alliance i postaje sve popularniji zbog svojih prednosti i usklađivanja s industrijskim standardima.

26

COBie, akronim za razmjenu informacija o građevinarstvu, **standard je za razmjenu podataka** koji omogućuje integraciju informacija potrebnih za fazu upravljanja i održavanja zgrade ili infrastrukture u BIM proces.

COBie je u početku razvijen od strane američkog vojnog korpusa inženjera, a trenutno prolazi daljnji razvoj i održavanje od strane Building Smart Alliance, također odgovoran za razvoj IFC-a. Postao je popularan u Europi i već se nekoliko godina koristi u Sjedinjenim Američkim Državama, a široko je prihvaćen u Ujedinjenom Kraljevstvu, gdje je sada obavezan za sve javne projekte.

Podaci COBie obično se koriste za prikupljanje operativnih informacija i informacija o održavanju dijelova zgrade. Te se informacije zatim mogu upotrebljavati u različite svrhe, kao što su planiranje i planiranje aktivnosti održavanja, praćenje stanja imovine i izrada izvješća za upravitelje objekata.

Iako je IFC koristan za stvaranje i razmjenu modela informacija o izgradnji, COBie je najkorisniji za prikupljanje i upravljanje operativnim informacijama i informacijama o održavanju. Međutim, postoji određeno preklapanje između tih dvaju standarda, a neki COBie podaci mogu se izvoziti u IFC i obrnuto. COBie se također može definirati kao **IFC Model View Definition (MVD)** koji odabire samo informacije potrebne za upravljanje objektima.

U tradicionalnom procesu gradnje, sredstva komunikacije između faza gradnje i održavanja predstavljena su papirom. Korištenje COBie-a kao informacijskog vozila između izgradnje i upravljanja radom znači učiniti podatke Facility Managementa interoperabilnima. Ta norma zapravo objedinjuje u jedinstvenu standardiziranu digitalnu strukturu sve informacije korisne u fazi upravljanja i održavanja (tehnički listovi, jamstva, priručnici za upotrebu i održavanje itd.).

COBie datoteke proizvode se u XML formatu, jednostavnom tabličnom formatu koji se može uređivati putem programa Microsoft Excel, što znači da ih mogu čitati i strojevi i ljudi te da nije potreban poseban softver.

Važnost COBie-a povezana je s njegovom sposobnošću integriranja multidisciplinarnih i često heterogenih podataka i informacija o upravljanju objektima. Korištenje ovog formata znači jamčenje potpune razmjene svih informacija korisnih za upravljanje i održavanje rada te jamčenje korelacija zahvaljujući standardiziranom strukturiranju proračunske tablice.

Kako COBie djeluje:

- BIM podaci se izvoze u COBie format: Informacije o komponentama zgrade i njihovim atributima izdvajaju se iz BIM modela i pohranjuju u COBie datoteke.
- COBie podaci se koriste za upravljanje i održavanje: COBie podaci se koriste za planiranje i planiranje aktivnosti održavanja, praćenje stanja imovine i generiranje izvješća za upravitelje objekata.
- COBie podaci integrirani su s drugim sustavima: Podaci COBie mogu se integrirati s drugim sustavima upravljanja zgradama, kao što su sustavi grijanja, ventilacije i klimatizacije i sustavi upravljanja imovinom.
- COBie se pokazao posebno važnim u procjeni troškova jer omogućuje procjenu učinkovitosti ulaganja usmjerenih na upravljanje i održavanje imovine.

COBie postaje sve popularniji u Europi zahvaljujući nekoliko razloga:

- Mandati vlade: Europske vlade poput Velike Britanije, Nizozemske i Njemačke ovlastile su ili objavile smjernice za korištenje COBie-a za javne projekte. To je pridonijelo povećanju svijesti o standardu i potaknulo organizacije iz privatnog sektora da ga usvoje.
- Ušteda troškova: COBie može pomoći u smanjenju troškova poboljšanjem učinkovitosti i smanjenjem rizika od pogrešaka.
- Održivost: COBie može pomoći u poboljšanju održivosti zgrada olakšavajući praćenje i upravljanje potrošnjom energije i drugim utjecajima na okoliš.

Daljnje čitanje i upućivanja

Što je openBIM?

<https://www.buildingsmart.org/about/openbim/openbim-definition/>

Standard IFC-a

- <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>
- <https://www.iso.org/standard/70303.html>

ISO 19650

<https://www.iso.org/standard/68078.html>

Standard COBie

https://nationalbimstandard.org/files/COBie-v3-Standard_Executive-Summary_DRAFT061322.pdf

Priručnik radne skupine EU-a za BIM za 2017.

<https://eubim.eu/handbook/>