



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva 2020.

Praktična primjena BIM pristupa i postupaka pri izradi idejnih i glavnih projekata državnih cesta

Denis Šimenić
Domagoj Butko

Denis Šimenić, dipl.ing.građ., Rencon d.o.o., Osijek

Domagoj Butko, Terabit d.o.o., Osijek

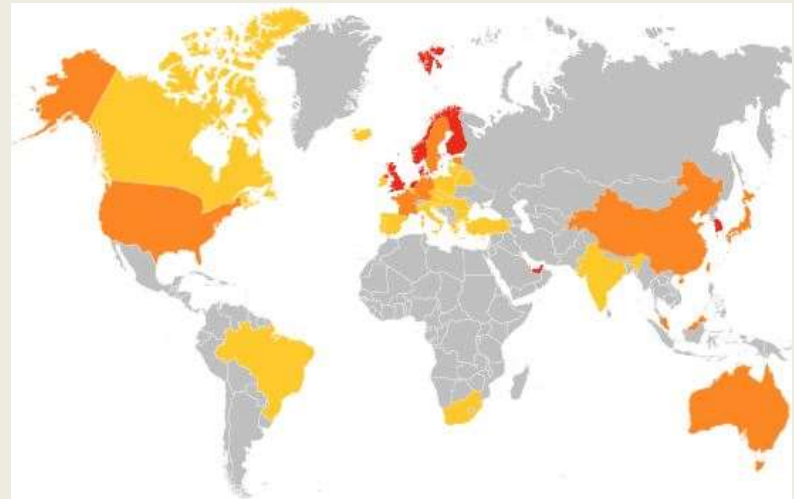
Uvod

- Infrastrukturni projekti (poput projekta neke dionice državne ceste) u odnosu na npr. projekte visokogradnje posjeduju specifičnosti koje otežavaju primjenu sveobuhvatne digitalizaciju procesa; pa time i primjenu BIM tehnologije.
- Svaki projekt neke ceste/pruge praktično je unikat, svako gradilište smješteno u drugačije terenske i prostorne uvjete, udio standardiziranih elemenata i ugrađene opreme je relativno nizak.



BIM u infrastrukturi danas

- Ipak, u posljednje vrijeme, primjena BIM tehnologije i na infrastrukturnim projektima značajno raste.
- U skladu sa navedenim, raste i broj primjera dobrih praksi, vodiča i standarda.
- Prednjače zemlje poput Velike Britanije, Finske, Danske, Švedske i Norveške.
- Primjenu BIM-a i na javnim projektima aktivno potiče i Europska Unija, putem radne grupe (EU BIM Taskgroup).



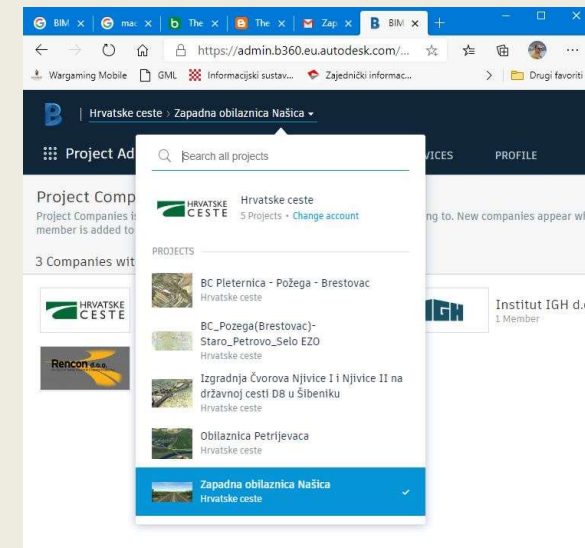
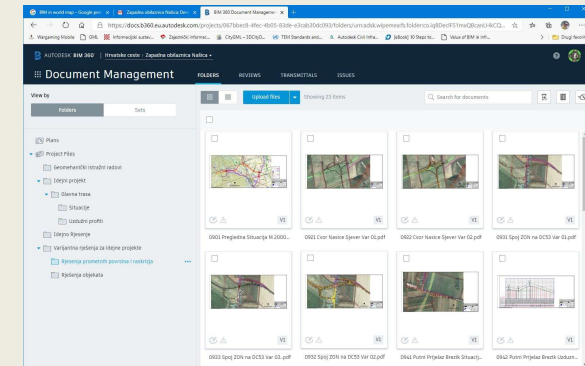
Trenutna situacija u RH

- U brojnim provedenim anketama širom svijeta po pitanju primjene BIM-a, kao najčešći razlog izostanka primjene navodi se nedostatak potražnje iste od strane Investitora.
- Slično stanje je bilo je donedavno i u RH; ali u posljednje vrijeme Hrvatske ceste za sve značajnije projekte zahtijevaju primjenu BIM pristupa.
- Time je BIM iz akademsko-istraživačke sfere prešao i u inženjersko-stručnu praksu. Očekuje se i propisivanje primjene BIM-a i od strane drugih javnih poduzeća.



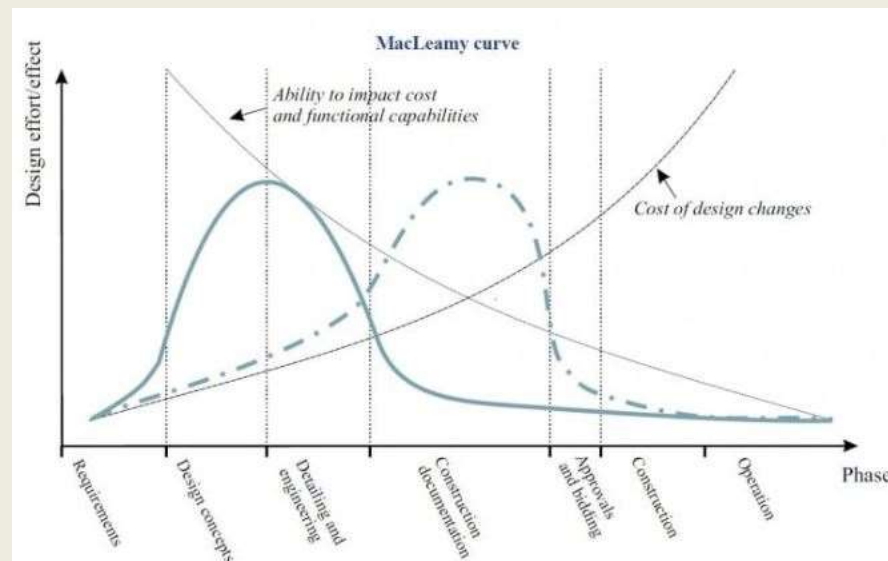
Trenutno stanje u Hrvatskim cestama

- Opis i opseg poslova vezanih za primjenu BIM-a na projektima HC dan je u odgovarajućem poglavlju projektnih zadataka;
- Obzirom na sadašnji nedostatak prakse i standarda, pojedini postupci dani su opisno. Tijekom narednog perioda očekuje se daljnja evolucija projektnog zadatka u cjeloviti EIR (eng. **Employer's Information Requirements**); odnosno BIM zahtjeve naručitelja.
- Komunikacija na projektima već neko vrijeme odvija se putem CDE platforme BIM 360 Docs.



BIM pristup i postupci – Idejna rješenja i idejni projekti

- Primjena BIM pristupa naročito je značajna u ranim fazama – kroz idejna rješenja i idejne projekte.
- Tijekom ovih faza najveći je utjecaj na kvalitetu primijenjenih rješenja, performanse i cijenu projekta (poznati Mac Leamy-jev dijagram)



BIM pristup i postupci – Idejna rješenja i idejni projekti

- Na tržištu su unazad nekoliko godina dostupni alati (programski paketi) razvijeni posebno za ovu svrhu.
- Dva najznačajnija proizvođača softwera za inženjerske primjene nude aplikacije poput Autodesk Infracworks i Bentley OpenRoads ConceptStation.



- Riječ je o vrlo sličnim alatima; koji omogućuju projektiranje infrastrukturnih građevina do razine idejnih projekata uz vršenje određenih BIM postupaka i analiza.

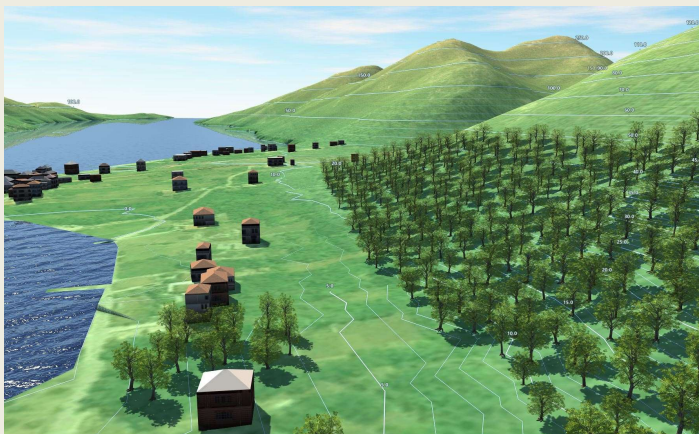
BIM postupci – Idejna rješenja i idejni projekti

- BIM postupak jedinstven je zadatak ili procedura koja omogućava konkretnu korist od integracije BIM-a u projektom procesu.
- Nekoliko tipičnih primjera upotrebe BIM postupaka kod idejnih projekata uključuju kreiranje realnog 3D okoliša, izradu konceptnih varijantnih rješenja i njihovu analizu, provjeru usklađenosti sa standardima, vizualizaciju i procjenu troškova.



BIM postupci – Kreiranje realnog 3D okoliša

- BIM-bazirane aplikacije tipično podržavaju unos vrlo raznorodnih podataka u sustav. Osim standardnih CAD elemenata kao što je 3D mreža trokuta (TIN), podržano je mnoštvo rasterskih formata, podaci dobiveni novim bespilotnim sustavima za zračnu izmjeru kao i podaci iz GIS sustava.
- Za razliku od CAD okruženja, manipulacija i analiza ovih podataka odvija se brzo čak i za vrlo velika područja obuhvata; tipična za značajne infrastrukturne projekte.



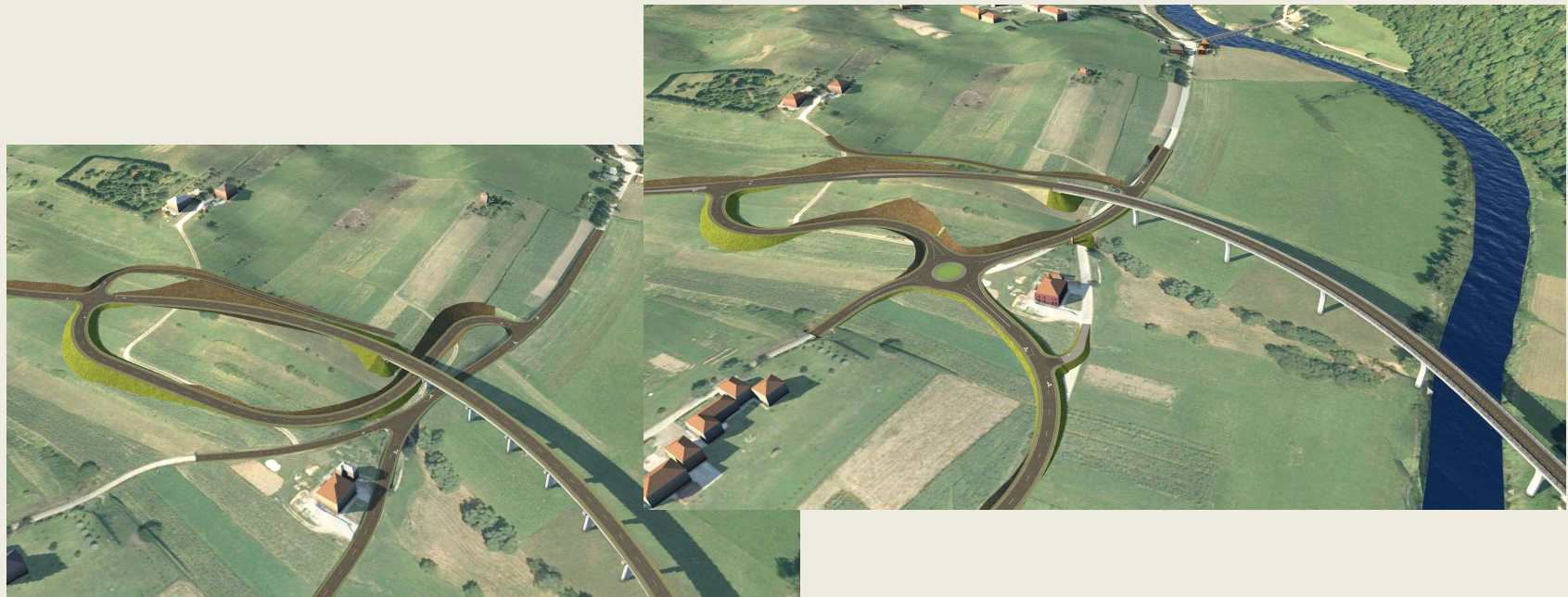
BIM postupci – Izrada konceptnih varijantnih rješenja i njihova analiza i usporedba

- Budući da softver sa BIM svojstvima podrazumjeva rad sa inteligentnim i interaktivnim objektima, a znatno manje „crtanja“ (CAD drafting); do izrade konceptualnih 3D modela dolazi se drastično brže u odnosu na standardne programe za projektiranje prometnica.



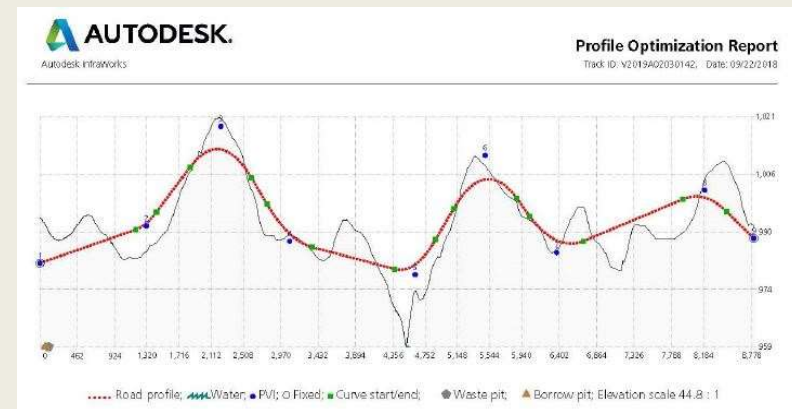
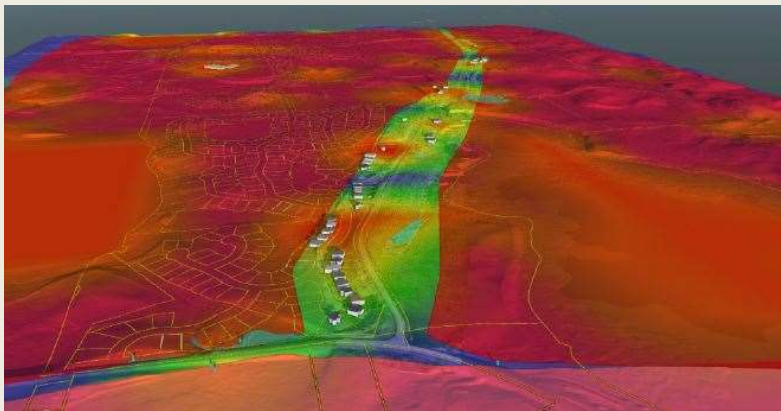
BIM postupci – Izrada konceptnih varijantnih rješenja i njihova analiza i usporedba

- To naročito dolazi do izražaja kada je potrebno izraditi, usporediti i prezentirati varijantna rješenja – što je vrlo čest slučaj.



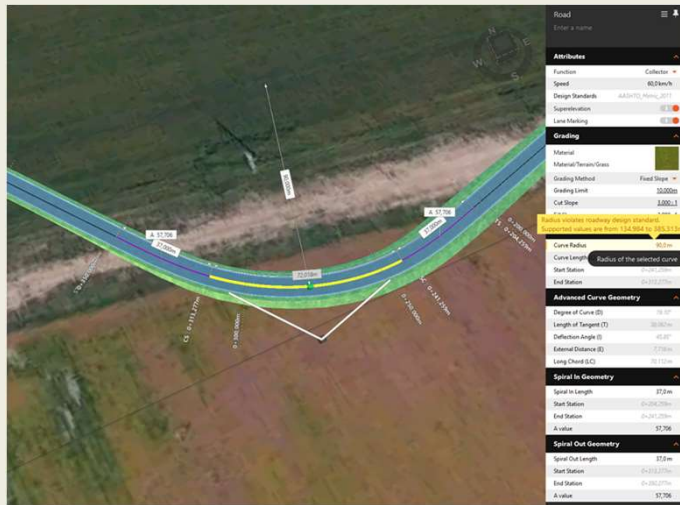
BIM postupci – Izrada konceptnih varijantnih rješenja i njihova analiza i usporedba

- Pojavljuje se i nova generacija alata za projektiranje koja iterativne postupke izvodi dijelom samostalno kao „knowledge-based system”, putem cloud usluge („software-as-a-service”). Primjer su alati „Corridor Optimization” i „Profile Optimization” u Infraworksu. Slične alate ima i OpenRoads Concept Station.



BIM postupci – provjera usklađenosti sa standardima

- Ova mogućnost pretpostavlja dinamičko praćenje odabranih elemenata u odnosu na odabrani standard.
- Najčešće provjere odnose se na elemente horizontalne osi, provjeru potrebne visine za slobodne profile, analize preglednosti i sl.
- Potrebno je obratiti pozornost na odabrani standard - naime pojedine provjere (zasad) moguće je izvršiti samo prema AASHTO standardima.



BIM postupci – izrada vizualizacija

- Prikaz projekta u kontekstu realnog okruženja. Omogućava kvalitetniji uvid u projekt u početnom stadiju i njegov utjecaj na okoliš.



BIM postupci – izrada vizualizacija

- Olakšava pregled projekta od strane različitih dionika ne-tehničkih struka kao i zainteresirane javnosti.



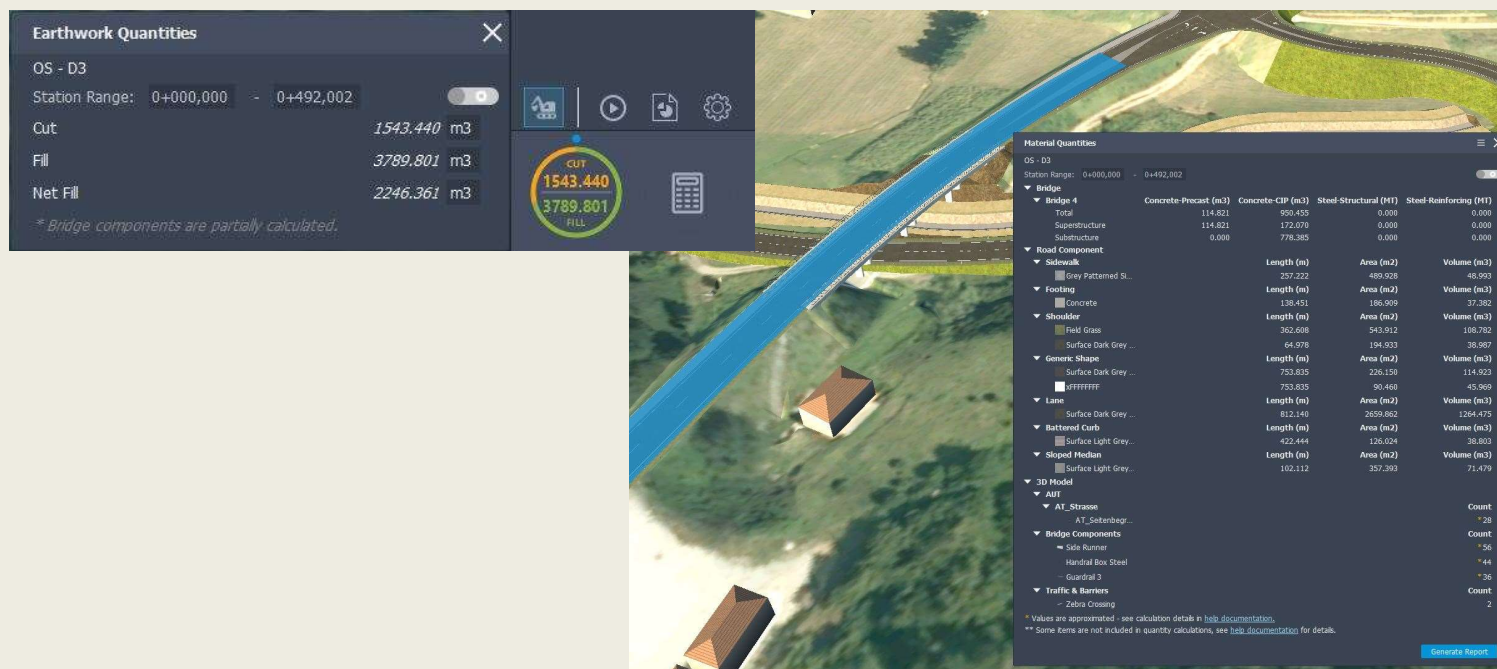
BIM postupci – izrada vizualizacija

- Izradom BIM modela projektant sam jednostavno dolazi do vrlo kvalitetnog prezentacijskog materijala (moguće ga je i dalje doraditi u specijaliziranim programima); bez potrebe za angažiranjem stručnjaka za animaciju/vizualizaciju.



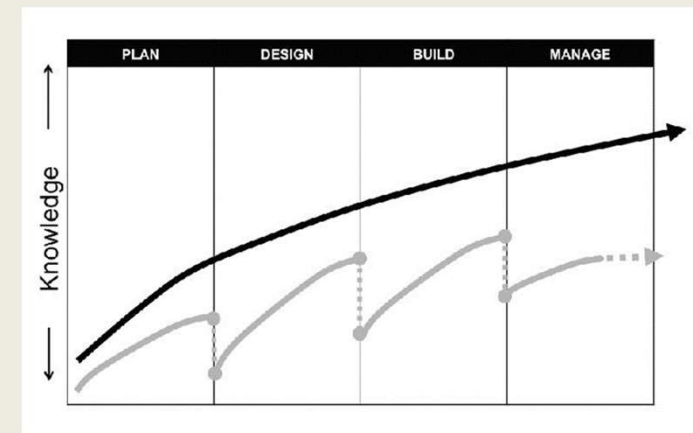
BIM postupci – procjena troškova

- BIM model na razini idejnog projekta omogućava jednostavan i brz dolazak do količina radova koji najviše utječu na cijenu projekta.
- Ova mogućnost pospješuje efikasnu usporedbu varijantnih rješenja i oslobađa projektanta od zamornih ponavljajućih radnji.



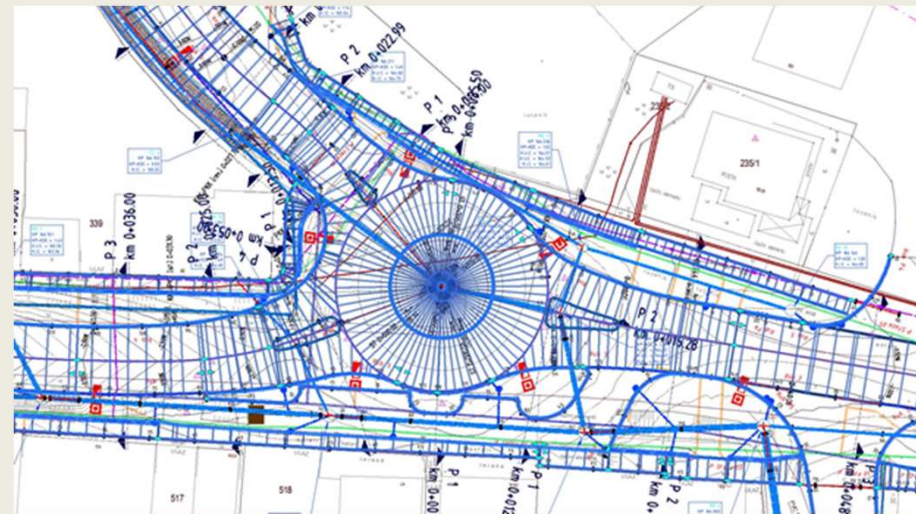
BIM pristup i postupci – Glavni projekti

- Bitna karakteristika BIM pristupa je neprekinut tijek podataka između svih faza na projektu.
- To znači da se podaci dobiveni izradom modela za idejni projekt digitalnim putem trebaju uvesti u software za izradu glavnog projekta.
- Radni postupci (i odgovarajući formati datoteka) koji omogućavaju navedeno postoje, a točan proces može se razlikovati u ovisnosti o kojima se konkretnim programima radi. Logično je da najbolje funkcioniraju veze između programa u istom „ekosustavu“; npr. Infracore i Civil 3D; te OpenRoads ConceptStation sa OpenRoads-om.



BIM pristup i postupci – Glavni projekti

- Kod izrade glavnih projekata treba voditi računa o potrebnoj razini razvijenosti prilikom izrade modela prometnice.
- To znači da kreirani modeli budu prikladni i za nastanak standardnih priloga projektne dokumentacije (situacije, uzdužni profili i poprečni presjeci); kao i za BIM model ceste (prometnice).
- Dobiveni model će biti jedna od više komponenti složenog modela temeljem kojeg se vrše uobičajeni BIM postupci tijekom faze glavnog projekta.



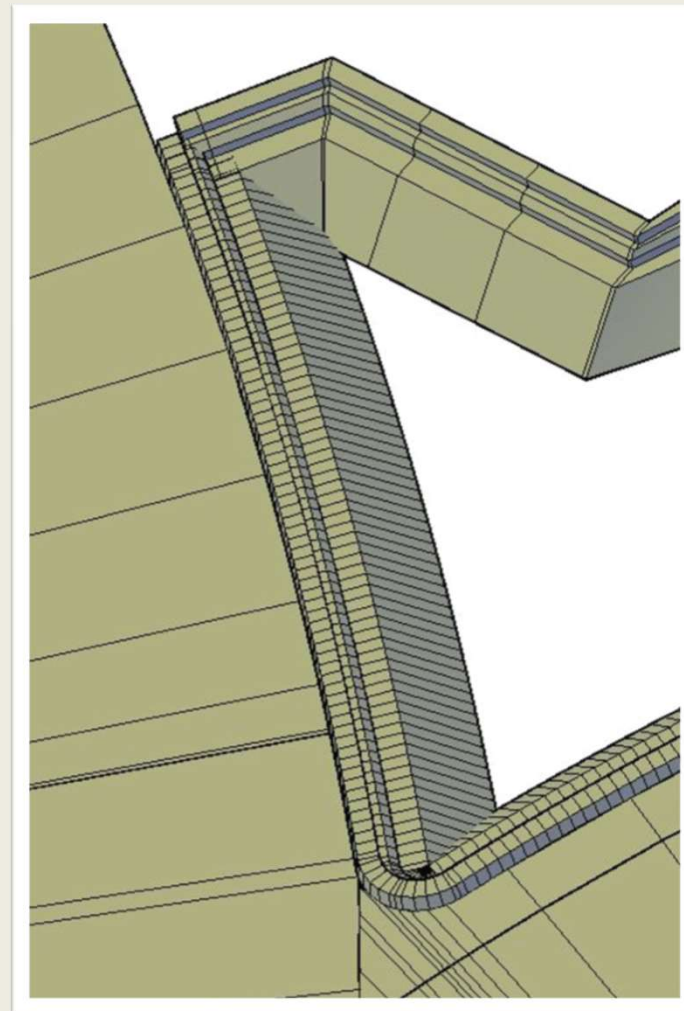
BIM pristup i postupci – Glavni projekti

- Obzirom da stupanj zrelosti primjene BIM-a još nije na visokoj razini; jasno je da zasad postoje određene dileme o zadovoljenju potrebnih razina razvijenosti, u BIM terminologiji poznate kao LOD-ovi.
- Ovo nije situacija samo u RH, nego je gotovo pravilo za infrastrukturne projekte u mnogim zemljama. Radi toga su u tijeku mnoge aktivnosti usmjerene na prevladavanje ovog problema putem definiranja potrebnih standarda.



BIM pristup i postupci – Glavni projekti

- Ipak, kao osnovnu smjernicu može se uzeti korak (razmak mjeren po stacionaži osi) od min. 10m za glavnu trasu (poželjno 5m); dok na raskrižjima, kružnim tokovima i sl. korak treba iznositi min. 1m.
- Manje vrijednosti od 1m preporučljive su samo kod obrade detalja, npr. za prometne otoke.
- Navedeno osigurava dovoljno dobar uvid u model, bez generiranja pretjeranog broja entiteta i nepotrebno velike količine podataka.



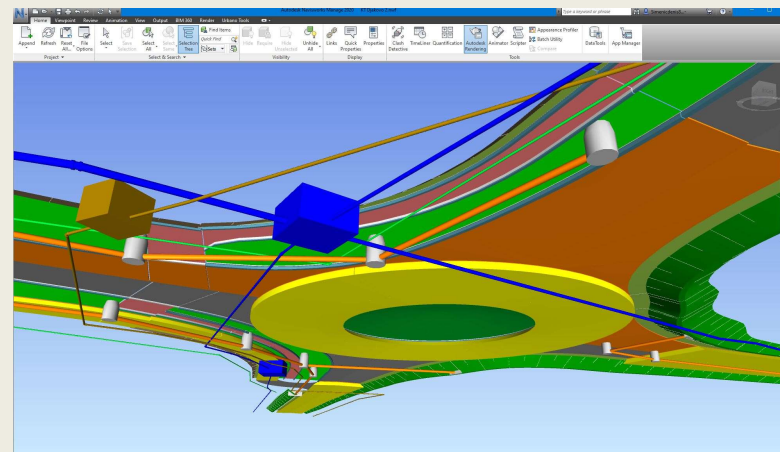
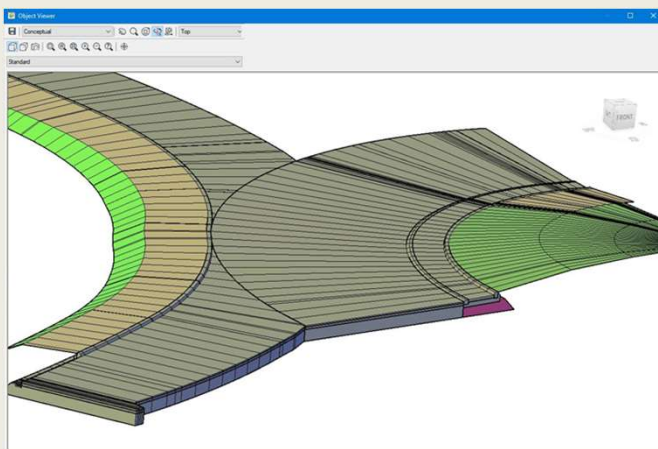
BIM pristup i postupci – Glavni projekti

- BIM postupci prisutni u fazi izrade glavnog projekta najčešće su različite inženjerske analize, provođenje 3D koordinacija te različiti načini dobivanja količina radova putem BIM modela.
- Za potrebe ove prezentacije detaljnije ćemo obraditi problematiku dobivanja modela prikladnog za obavljanje 3D koordinacije.



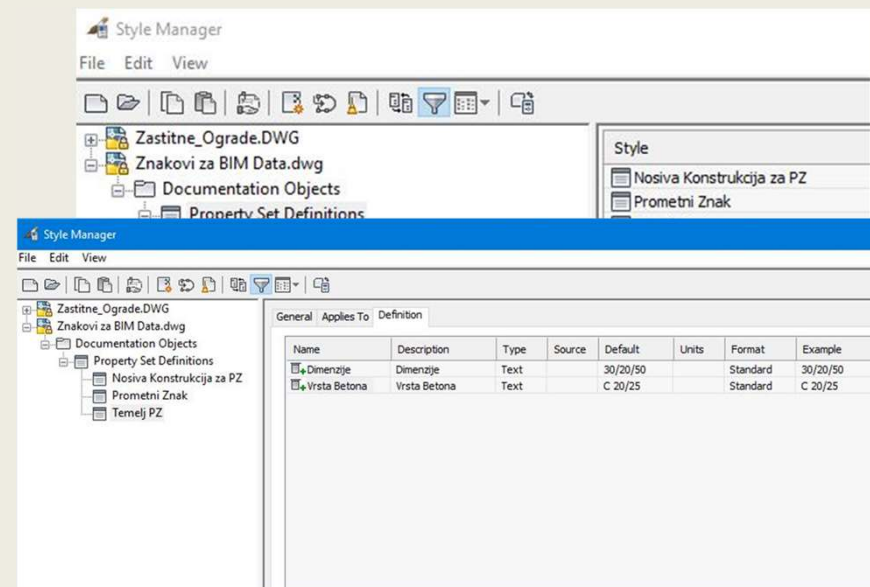
BIM pristup i postupci – Glavni projekti

- Budući da izvorne forme modela prometnica (npr. „Corridor” model u Civilu 3D) nisu prikladne za komunikaciju, pa tako ni obavljanje 3D koordinacija; nužno je izvršiti izvoz podataka (modela) u odgovarajući format.
- Podaci moraju biti prostorno georeferencirani, te pogodni za pregled u nekom od programa namijenjenih za postupke 3D koordinacije i analiza kolizija (npr. Autodesk Navisworks).



BIM pristup i postupci – Glavni projekti

- Nadalje, BIM pristup zahtijeva i prijenos određenih svojstava i karakteristika; tzv. atributnih podataka povrh same geometrije.
- Dio podataka generira se automatski (pripadnost osi, stacionaže i sl.); a ostala svojstva (materijal, zahtjevi kvalitete i sl.) potrebno je pridružiti putem zasebnih alata (npr. u Civilu 3D dijalog „Propertydata”).



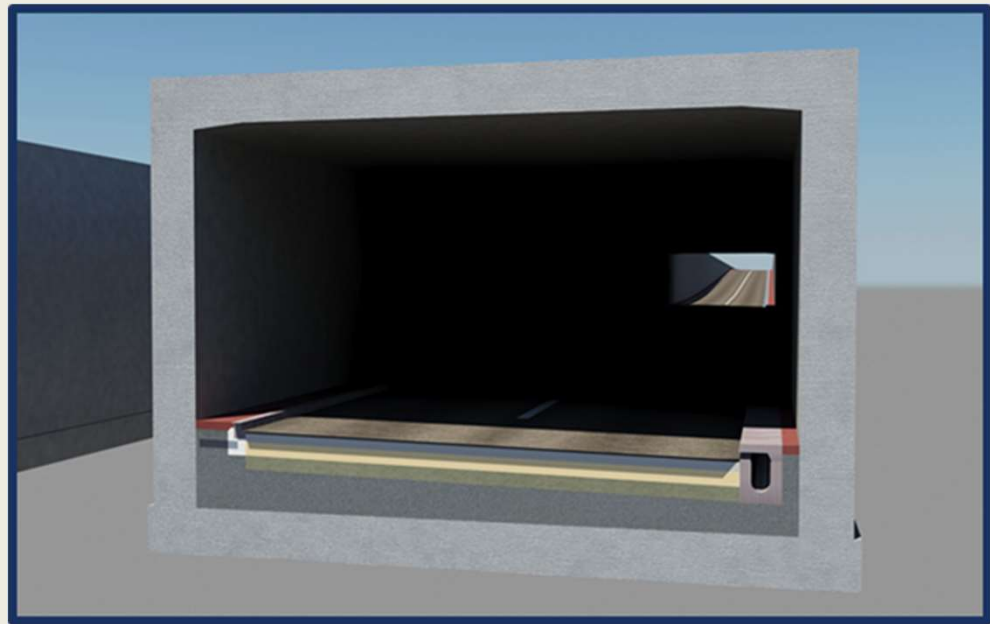
BIM pristup i postupci – Glavni projekti

- Za sektor infrastrukturnih projekata ne postoji općeprihvaćeni format za razmjenu podataka kao što je to IFC u projektima visokogradnje.
- Stoga se najčešće razmjenjuju podaci poput 3D tijela (solids) ili ravnina (surfaces, meshes, body i sl.). Obično se nalaze u dwg, dxf, dgn, xml i fbx formatima datoteka.
- Ravninski entiteti (surfaces) vrlo su bitni u cestogradnji (npr. na temelju njih se obično i izvode radovi na terenu); međutim za postupke 3D koordinacije poželjniji su 3D solidi.



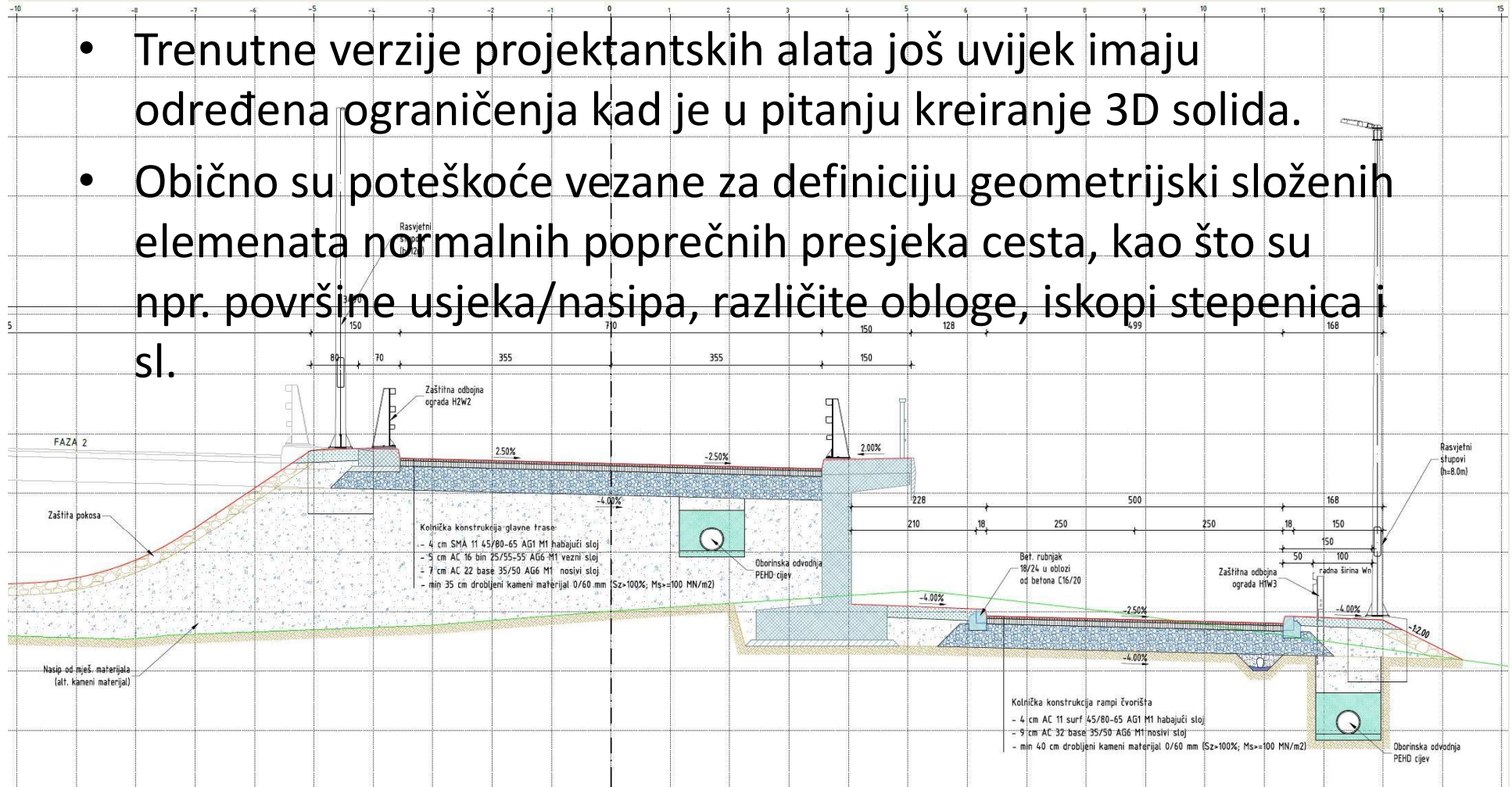
BIM pristup i postupci – Glavni projekti

- Stoga ih je potrebno koristiti kad god je to tehnički izvedivo
- Uobičajena je njihova upotreba za slojeve kolničke konstrukcije, betonske elemente poput rigola, kanalice i sl.; različite potporne konstrukcije itd.



BIM pristup i postupci – Glavni projekti

- Trenutne verzije projektantskih alata još uvijek imaju određena ograničenja kad je u pitanju kreiranje 3D solida.
- Obično su poteškoće vezane za definiciju geometrijski složenih elemenata normalnih poprečnih presjeka cesta, kao što su npr. površine usjeka/nasipa, različite obloge, iskopi stepenica i sl.



BIM pristup i postupci – Glavni projekti

- U ovisnosti o samoj prirodi projekta (značaj, duljina, kompleksnost); mogući su različiti pristupi kod izrade 3D modela.
- Tako se ovi „soft” elementi često i ne modeliraju, (tj. nije propisana obaveza njihovog modeliranja jer obično imaju nizak utjecaj na analizu kolizija).
- Ukoliko se želi u cijelosti modelirati trup ceste, pa dobiveni 3D model ujedno iskoristiti i za potpuno automatizirani iskaz količina, to često zahtijeva ulaganje dodatnog vremena za izradu tzv. korisnički definiranih poprečnih presjeka.
- Jedan takav primjer biti će dan u nastavku prezentacije.



Osnovni principi rada u Civil 3d

- Korištenjem aplikacije Civil 3d kreiramo 3d model objekata. Civil 3d je posebno pogodan za kreiranje modela linijskih objekata poput cesta, kanalizacije itd.
- 3D MODEL- dobiva se postavljanjem poprečnog presjeka na željenoj frekvenciji po prostornoj osi objekta, te spajanjem istih karakterističnih točaka (točaka sa istim kodom)



Poprečni presjek

- Poprečni presjek (assembly) najvažnija je komponenta za stvaranje BIM modela.
- Kreira se od skupa komponenti - subassemblya.
- Subassembly koje sadržava aplikacija nisu dostatni za precizno kreiranje BIM modela.
- Aplikacija Subassembly composer služi za stvaranje korisničkih poprečnih presjeka prilagođenih našim normativima i potrebama.

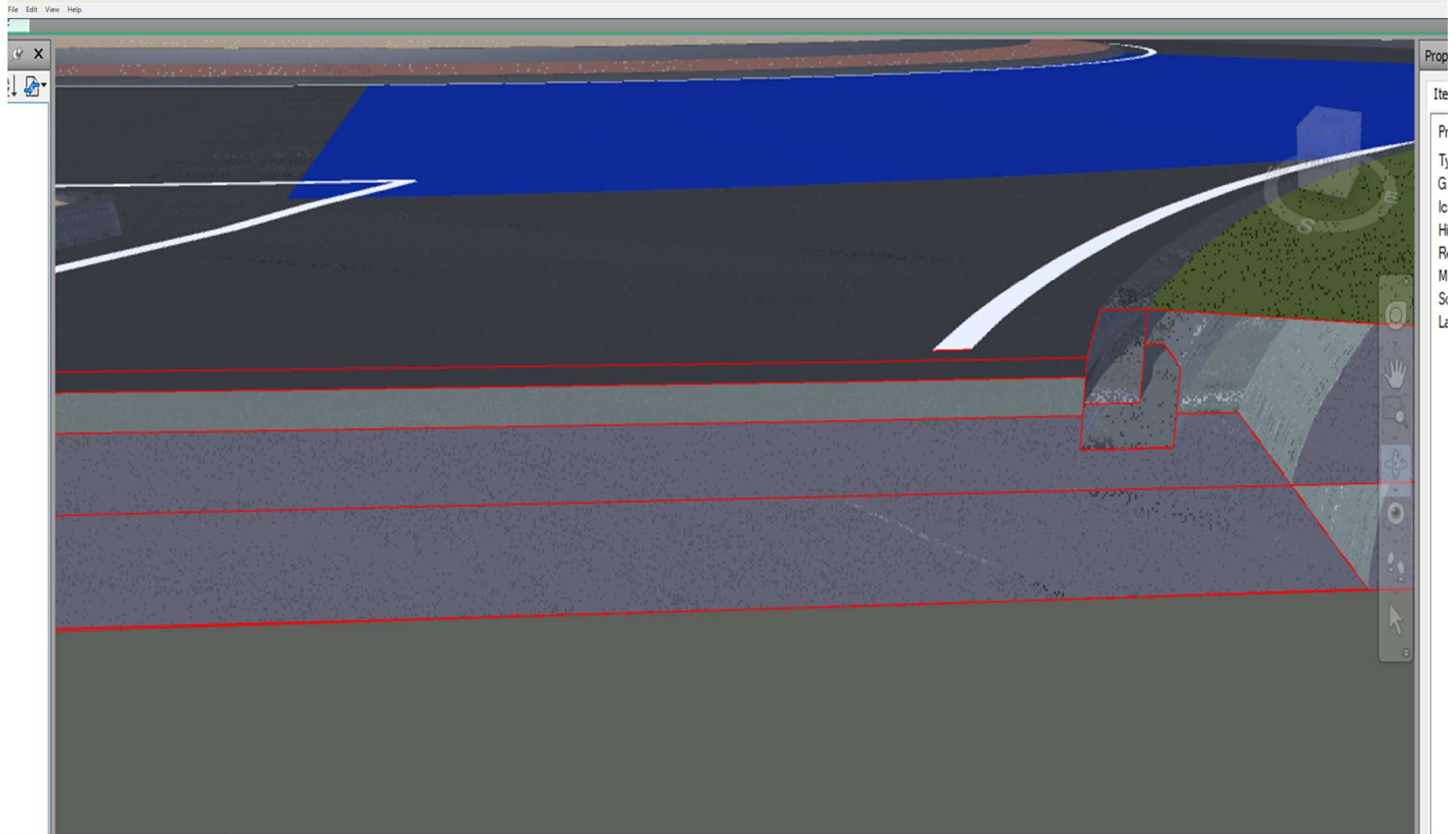


Subassembly Composer

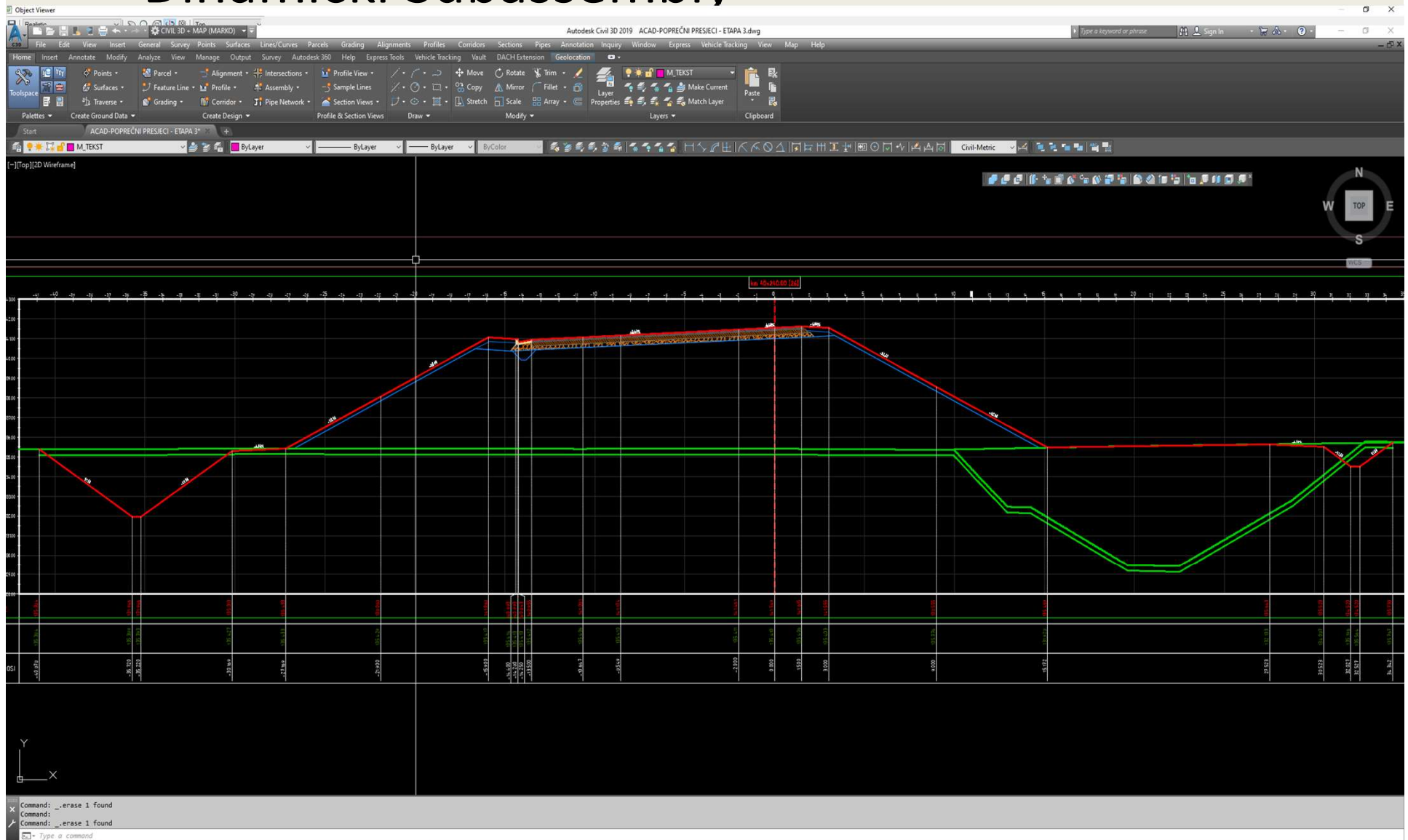
The screenshot displays the Autodesk Subassembly Composer interface. On the left, a 'Tool Box' lists various tools categorized into Geometry, Advanced Geometry, Auxiliary, Workflow, and Miscellaneous. The central 'Flowchart' window shows a sequence of steps: Start, TwoLinks (Lines), LinkPointSlope, snippedTwoPointsSlope, and TwoLinks (Curves). The 'Preview' window on the right shows a 3D view of the subassembly in 'Roadway mode', featuring a horizontal road segment with points P1 through P16 and a vertical road segment with points P7 through P9. A curved road segment is also visible, with points P10 through P16. The bottom of the interface includes a 'Properties' window and a 'Packet Settings' panel with tabs for Input/Output Parameters, Target Parameters, Super-elevation, Cant, and Event Viewer.



- Statički Subassembly



- Dinamički Subassembly



Zaključak (korisnički definirani poprečni presjeci)

- Autodesk Subassembly Composer za Autodesk Civil 3D pruža sučelje za kreiranje i modificiranje složenih subassembly-a, bez potrebe za klasičnim programiranjem.
- Korištenjem aplikacije uvelike se olakšava kreiranje odgovarajućeg BIM-modela, a ujedno i ubrzava kompletni proces projektiranja u C3D.

