

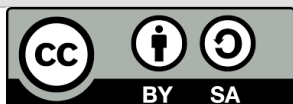
L1.3 Pretvorba podataka BIM-GIS-a

Bilješke s predavanja

Autor(i)/Organizacija(e):

Ariana Kubart, Ocellus Information Systems AB, Švedska

Dozvola



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

Verzija

Verzija 2.0

Datum: travanj, 2025.

Sažetak

Posljednje predavanje ovog bloka ide dublje u pretvorbu podataka. Kao prvo, pruža informacije o tome koji se podaci mogu dobiti iz kojeg modela, prije nego što nastavi s opisom pretvorbe u oba smjera. Prvo je opisan put BIM-a do GIS-a, uključujući izazovne dijelove. Nakon toga slijedi slično objašnjenje GIS-to-BIM postupka. Na kraju, predavanje daje kratak pregled softvera koji se bavi konverzijom.

Ishodi učenja

Na kraju ovog predavanja od polaznika se očekuje da bude sposoban:

Sažeti koje se informacije mogu pružiti iz BIM i GIS modela

Opisati glavne korake i izazove konverzije BIM-a u GIS

Opisati glavne korake i izazove konverzije GIS-a u BIM

Očekivane kompetencije prilikom ulaska u predavanje

Poznavanje BIM i 3D GIS odgovarajućih BIRGIT tečajeva Uvod u BIM i 3D GIS, Gradski modeli i digitalni blizanci, završeni L1.1 i L1.2

Očekivano radno opterećenje

13 slajdova s informacijama i popratnim tekstom, približno 1,5 sati

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.

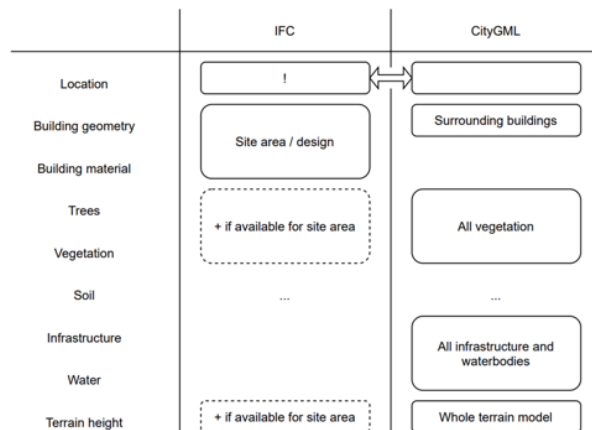
Sadržaj

Koje informacije iz kojeg modela?.....	4
Najnovije verzije CityGML i IFC standarda.....	5
Pretvorba IFC u CityGML I	6
Pretvorba IFC u CityGML II	7
Semantičko mapiranje.....	8
Pretvorba geometrije	10
Pojednostavnjenje	11
Pretvorba GIS-a u BIM I	12
Pretvorba GIS-a u BIM II	13
Semantičko mapiranje I i II	14
Pretvorba geometrije	15
Integracijski softver	16
Reference	17

BIM-GIS pretvorba podataka

Koje su informacije iz kojeg modela?

- Smjer pretvorbe ovisi o primjeni
- GIS osigurava prostorni kontekst, okolinu, okoliš
- BIM obično projektira nove objekte, ograničene na lokaciju projekta
- Potrebni su dobro definirani ciljevi integracije



Informacije koje pružaju različiti modeli I.

4

Koje informacije iz kojeg modela?

Bilo da se pretvara iz BIM-a u GIS ili obrnuto, to ovisi o konačnoj primjeni i o korisniku. Ako ste npr. arhitekt, vjerojatno trebate uvesti GIS podatke u BIM model. Ako ste urbanist, vjerojatno ćete novoplaniranu zgradu morati uvesti u postojeći model grada, tj. BIM-to-GIS.

Općenito, GIS pruža dodatni prostorni kontekst BIM modelima, koji su prvenstveno namijenjeni projektiranju novih zgrada ili objekata i ograničeni su na lokaciju projekta. Neke informacije o terenu i vegetaciji mogu se pronaći čak i u BIM modelu, ako je naveden u IFC datoteci. U svakom slučaju, zgrada i njezini materijali obično će se izdvojiti iz IFC datoteke.

Međutim, GIS može dodati mnogo dodatnih podataka i za veće područje. To mogu biti podaci o terenu, korištenju zemljišta ili infrastrukturnim mrežama i okolnim zgradama. Time se mogu poboljšati analize većih prostornih razmjera povezane, primjerice, s logistikom ili utjecajem na okoliš. Nadalje, CityGML omogućuje modeliranje generičkih objekata, što nije tako jednostavno u IFC-u (tj. značajke koje nisu izričito zastupljene u CityGML konceptualnom modelu i koje korisnik može definirati).

Treba napomenuti da BIM-u GIS znači pretvorbu iz detaljnijeg modela u manje detaljan, što nužno donosi određeno pojednostavljenje. GIS-to-BIM, tj. manje do detaljniji model, ograničen je nedostupnošću informacija koje se traže u IFC-u.

U ovom predavanju detaljnije ćemo proučiti kako funkcionira prijevod između IFC-a i CityGML-a.

BIM-GIS pretvorba podataka

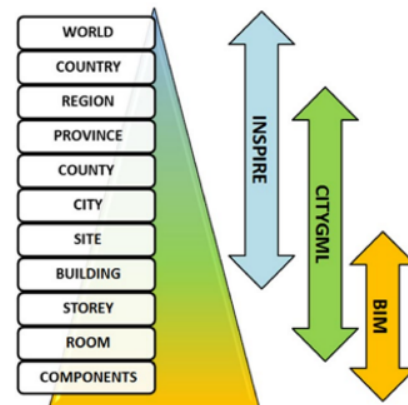
Najnovije verzije standarda

CityGML 3.0 verzija

- bolja integracija s BIM-om
- unutarnji prostori u različitim razinama detaljne podrške za dinamičke senzorske podatke
- modeliranje vremena
- Proširenja aplikacijske domene (ADE)

Verzija IFC 4.3

- poboljšana interoperabilnost s CityGML-om
- 4D i 5D modeliranje
- energetske i okolišne subjekte
- Infrastrukturni BIM



Informacije dobivene iz različitih modela II Od Bachert (2023.)
Mapiranje energetskog ADE-a do CityGML 3.0

5

Najnovije verzije CityGML i IFC standarda

CityGML 3.0 verzija pruža puno bolju integraciju s BIM-om u usporedbi sa starijim verzijama. To uključuje npr. mogućnost predstavljanja unutarnjih prostora u različitim razinama detalja (LOD), podršku za dinamičke senzorske podatke i za modeliranje vremena te mogućnost proširenja informacijskog modela na proširenja aplikacijske domene (ADE).

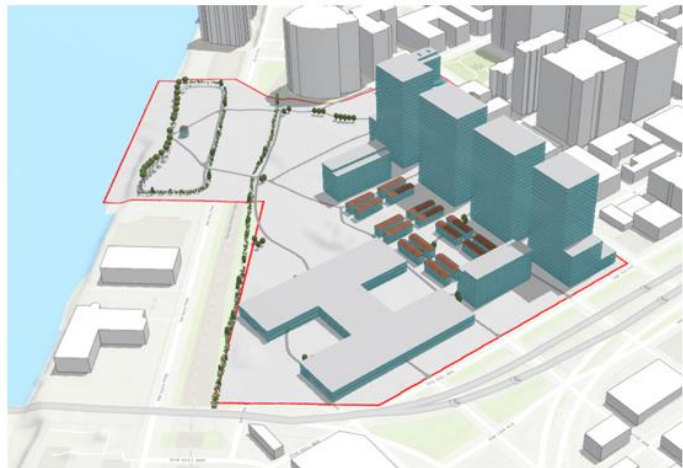
Slično tome, IFC4 je najnovija verzija IFC-a i ima nekoliko poboljšanja u pogledu interoperabilnosti s CityGML-om, opcija za 4D i 5D modeliranje te energetske i okolišne subjekata, u usporedbi s IFC2x3.

Međutim, mnogi podaci još uvijek mogu biti u starijim verzijama standarda. U tom slučaju, preporučljivo je razmotriti njihovu pretvorbu u najnovije verzije.

BIM-GIS pretvorba podataka

Pretvorba BIM-a u GIS I

- Vizualiziranje i analiza novoplaniranog razvoja zajedno s postojećim objektima
- CityGML model sastoji se od geometrijskog i semantičkog sloja
- Geometrijsko – semantička dosljednost potrebna za objekt koji postoji u oba sloja
- Semantička i geometrijska pretvorba



Novi razvoj vizualiziran u postojećem gradskom okruženju. Snimka zaslona s Esrijevim podacima za osposobljavanje.

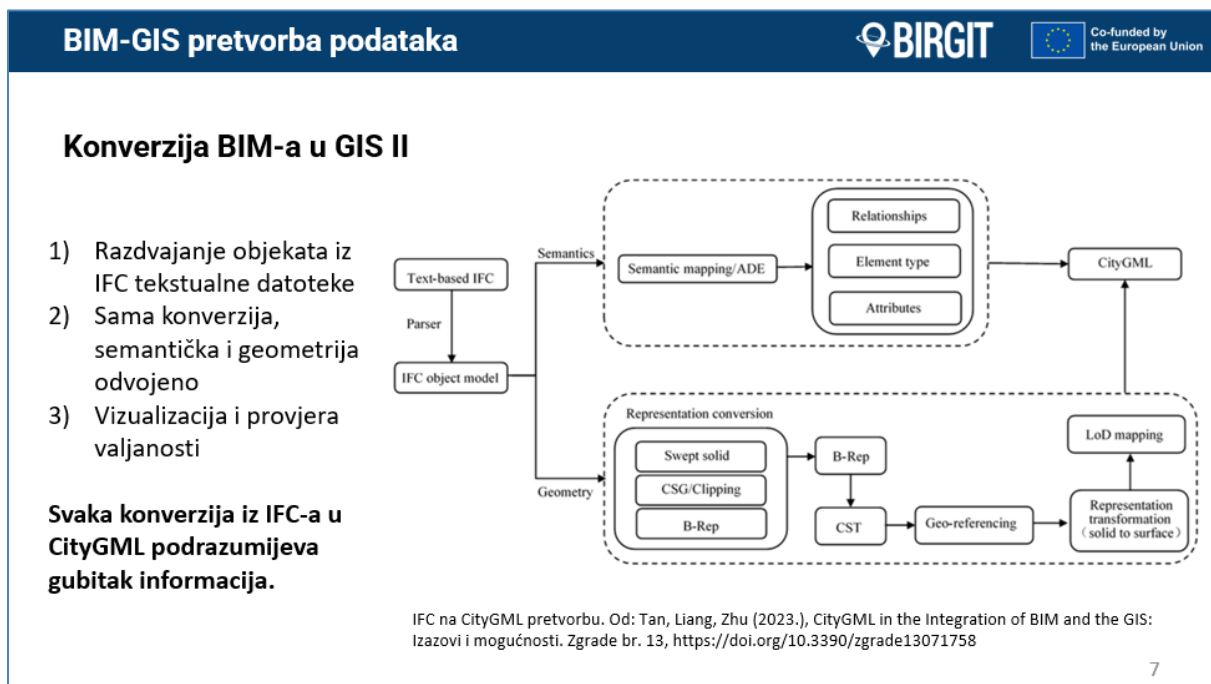
6

Pretvorba IFC u CityGML I

Pretvorba iz BIM-a u GIS omogućuje vizualizaciju i analizu novoplaniranog razvoja zajedno s postojećim objektima koji se nalaze u njegovoj okolini.

CityGML model sastoji se od geometrijskog sloja i semantičkog sloja. Ako određeni objekt postoji u obje hijerarhije, povezan je odnosom kako bi oblikovao geometrijsko-semantičku dosljednost. Na primjer, ako zid zgrade ima dva prozora i vrata na semantičkoj razini, geometrijski prikaz zida mora sadržavati i geometriju prozora i vrata.

Ovaj pristup omogućuje samostalnu navigaciju u obje hijerarhije, kao i između njih. Podržava integraciju podataka kao i prostorno semantičko pretraživanje i analizu. Stoga je glavni zadatak BIM-a u GIS geometrijska pretvorba i semantičko kartiranje (vidjeti u nastavku detaljniji opis).



Pretvorba IFC u CityGML II

Kao prvi korak pretvorbe, tekstualna IFC datoteka raščlanjuje se u objektni model.

Zatim se semantičke i geometrijske informacije u IFC objektom modelu obrađuju odvojeno i pretvaraju u CityGML model.

Naposljetku, posljednji korak uključuje doradu i vizualizaciju obrađenih informacija kako bi se osigurala valjanost rezultata.

Kao što već znamo, postoje razlike u opsegu i namjeri BIM-a i GIS-a, što rezultira kontrastnim IFC i CityGML formatima podataka. Budući da se BIM koristi za detaljno modeliranje na maloj razini, IFC koristi klase za upravljanje svim promišljenim elementima zgrade. U IFC-u se nalazi više od 800 razreda. Međutim, samo je 60–70 od tih 800 razreda povezano s geoprostornim informacijama. Od toga se na CityGML može mapirati samo 17 razreda.

U stvarnosti, najrelevantnije klase objekata za CityGML su samo podskup `IfcSpace`-a i svih podtipova/subjekata `IfcBuildingElement`-a. Sve ostale klase predstavljaju pokretne objekte ili su apstraktne klase bez geometrije.

Stoga je važno shvatiti da **svaka konverzija iz IFC-a u CityGML podrazumijeva gubitak informacija.**

Međutim, korisno je sačuvati određeni podskup informacija od IFC-a, čak i ako te informacije nisu izvorne u CityGML-u. Koji je to dio informacija IFC-a, ovisi o slučaju upotrebe. Praktično, to je moguće korištenjem Generic modula ili CityGML Application Domain Extension (ADE).

BIM-GIS pretvorba podataka



Semantičko mapiranje

Mapiranje vrsta elemenata, odnosa i atributa od IFC-a do CityGML-a

Nekoliko situacija:

- Neki objekti mapiraju izravno jedan na jedan
- Druga karta u nekoliko CityGML klasa
- Mnogi IFC objekti mapiraju u jednu CityGML klasu
- Neizravno mapiranje

Semantika je obično glavno ograničenje konverzije

Mapiranje IFC-CityGML-a. Od: Sahleb i dr. (2020.) Automatska konverzija iz CityGML-a u IFC, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIV-4-W1-2020-127-2020>

CityGML	IFC
AbstractBuilding	IfcBuilding
-GroundSurface -FloorSurface -CeilingSurface	IfcSlab -GroundSlab -FloorSlab -CeilingSlab
RoofSurface	IfcRoof
-WallSurface -InteriorWallSurface	IfcWall -Interior Wall -Exterior Wall
WallSurface	IfcCurtainWall
GenericCityObject	IfcBuildingElementProxy
SolitaryVegetationObject	IfcBuildingElementProxy
Opening Door Window	IfcOpeningElement IfcDoor IfcWindow
BuildingInstallation	IfcBeam, IfcColumn, IfcCovering, IfcStair, IfcRailing, IfcRamp

8

Semantičko mapiranje

Semantičko mapiranje je mapiranje vrsta elemenata, odnosa i atributa od IFC modela objekta do CityGML modela.

Semantičko mapiranje sastoji se od identificiranja semantike raščlanjenog IFC skupa podataka i njegove naknadne pretvorbe u CityGML semantički model. Praktično, niz .obj datoteka relevantnih za pretvorbu izvozi se iz IFC-a, a zatim se pojedinačne .obj datoteke pretvaraju u CityGML.

Određeni objekti mogu se mapirati jedan na jedan. Na primjer, IfcDoor se može izravno mapirati na Door u CityGML-u, a IfcWindow se može izravno mapirati na Window u CityGML-u.

Za razliku od toga, mapiranje od jednog do mnogih znači da se IFC klasa može mapirati na više CityGML klasa. Na primjer, IfcSlab se može mapirati na OuterFloorSurface kada je površina gore, na WallSurface kada je površina vodoravna i na OuterCeilingSurface kada je površina dolje.

Alternativno, više IFC klasa može se mapirati u jednu CityGML klasu pomoću mapiranja više na jedan. Ovdje možemo nazvati IfcColumn, IfcBeam i IfcStair, koji su svi mapirani na BuildingInstallation ili IntBuildingInstallation u CityGML-u.

Neizravno mapiranje odnosi se na situacije u kojima se klasa IFC-a ne može izravno mapirati na CityGML i koje zahtijevaju daljnje geometrijske operacije na temelju rezultata mapiranja jedan na jedan i jedan na više.

Zatim je potrebno ne samo mapirati IFC klase na CityGML entitete, već i mapirati svojstva i odnose klasa.

Na primjer, svojstva IfcWindowa (kao što su debljina, materijal itd.) potrebno je mapirati na odgovarajuća svojstva entiteta prozora u CityGML-u. To osigurava da pretvoreni CityGML model može zadržati i predstavljati relevantne attribute prozora.

Osim toga, važno je mapirati odnose između IfcWindow i drugih klasa, kao što su IfcWalls i IfcOpeningElement. To osigurava da pretvoreni CityGML model točno predstavlja asocijacije između prozora, zidova i otvaranja.

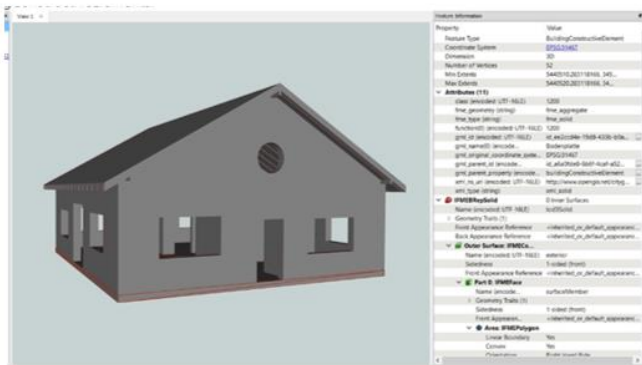
Sveukupno, svi navedeni dijelovi zgrada pripadat će razredu značajki AbstractConstructiveElement, podrazredu BuildingConstructiveElement, modul Building, u CityGML3.

Ako odgovarajuće semantičke informacije za model IFC-a nisu dostupne u CityGML-u, mogu se primijeniti modul Generics i mehanizam proširenja ADE-a (vidjeti i prethodno navedeno). Također se događa da neke semantičke informacije nedostaju u IFC datoteci, ali se očekuju ili zahtijevaju u CityJSON-u. U svakom slučaju, semantika je obično glavno ograničenje pretvorbe.

BIM-GIS pretvorba podataka



Konverzija geometrije



FZK Haus (poznat iz predavanja IFC-a) koji je FME pretvorio u CityGML; Građevinski elementi su vizualizirani. Izvor: [GitHub – tum-gis/ifc-to-citygml3](https://github.com/tum-gis/ifc-to-citygml3); FME radni prostor za pretvaranje IFC skupova podataka u CityGML 3.0 skupove podataka

Svaki IfcObject u IFC datoteci provjerava se:

- Ima geometriju
 - nalazi se izvan ili unutar zgrade
- Zatim se pohranjuje kao gml: Solid ili gml: MultiSurface.

Izazovi proizlaze iz različitih geometrijskih prikaza i različitih razina detalja

Georeferenciranje i transformacija koordinatnog sustava mogu se provesti u ovom koraku

9

Pretvorba geometrije

U geometrijskim transformacijama provjerava se svaki filtrirani IfcObject u IFC datoteci ima li geometriju i nalazi li se izvan ili unutar zgrade. Zatim se pohranjuje kao gml: Solid ili gml: MultiSurface.

Slično semantičkom mapiranju, neki objekti mogu se izravno transformirati, kao što je IfcRoof. U drugim slučajevima potrebno je više raspadanja. Ovo raspadanje je učinjeno dok se ne pronađe konačno mapiranje. Na primjer, IfcPlate sam po sebi može imati mnogo značenja, pa ga je potrebno dalje razgraditi do npr. IfcWindow, koji se zatim mapira u Window u CityGML-u.

Izazovi u geometrijskoj konverziji proizlaze iz različitih geometrijskih prikaza i različite razine detalja između IFC-a i CityGML-a.

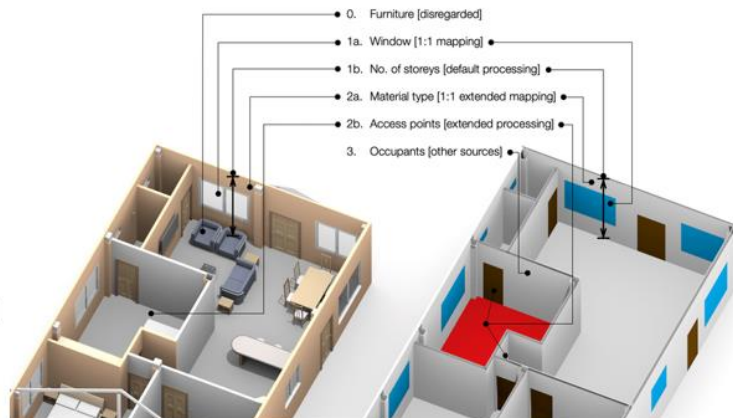
Kao što smo već razgovarali, IFC definira pet razina razvoja (LOD), ali one se ne podudaraju s četiri razine detalja (LoDs) definirane u CityGML-u. Stoga je mapiranje LoD-a potrebno za pretvaranje IFC modela u različite CityGML LoD-ove.

Georeferenciranje i transformacija koordinatnog sustava mogu se provesti u geometrijskoj transformaciji, ako to prethodno nije učinjeno na ulaznim podacima.

BIM-GIS pretvorba podataka

Pojednostavnjenje

- Konverzija BIM-a u GIS dovodi do pojednostavnjenja i uklanjanja pojedinosti
- Odabir optimalne razine ključan je
- Najbolje je prilagoditi IFC model već na razini BIM-a, a ne u konverziji
- Preporučena upotreba definicija prikaza modela (MVD)



[Ilustracija-odnos-između-IFC-i-GityGML-prikaz-primjeri-kategorija-u-ppm \(850x478\) \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/350478850-Illustracija-odnos-izmedu-IFC-i-GityGML-prikaz-primjeri-kategorija-u-ppm)

10

Pojednostavnjenje

Podsjećamo, konverzija IFC-a u CityGML podrazumijeva pojednostavljenje i uklanjanje detalja i nepotrebnih informacija u podacima. Od onih više od 800 razreda definiranih u shemi IFC-a većina nije relevantna u GIS-u.

Vrlo je važno odabrati optimalnu razinu detalja koje treba pretvoriti iz BIM modela. Objekti moraju biti modelirani s dovoljno detalja, u skladu s opsegom rada. Istodobno, previše detalja učinit će integrirani model vrlo velikim, umnožiti pogreške i uzrokovati zaostajanje softvera.

IFC model može se prilagoditi već na razini BIM-a, ne nužno tako kasno kao u konverziji IFC-CityJSON. Definicije prikaza modela (MVD, vidi također BIM Uvodni tečaj) mogu se koristiti za ograničavanje podatkovnog modela na određenu svrhu, kao što su dizajn ili energetske analize. Raspon unaprijed definiranih MVD-a može se naći u MVD bazi podataka buildingSMART International.

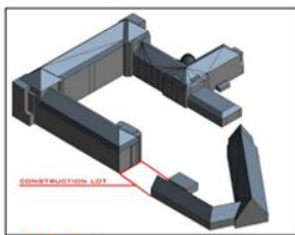
U svakom slučaju, provjera valjanosti izlazne CityGML datoteke u odnosu na shemu trebala bi biti standardni postupak zbog svih unesenih pogrešaka u različitim koracima.

BIM-GIS pretvorba podataka

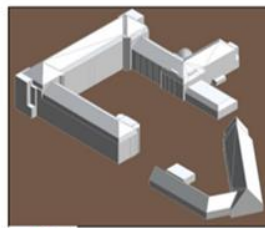


Konverzija GIS-a u BIM I

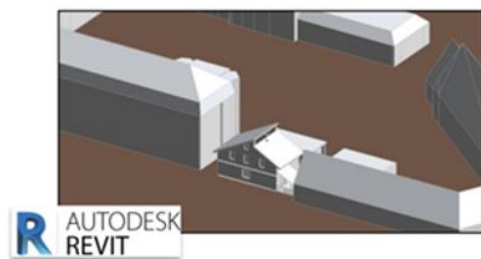
- GIS podaci korišteni u BIM-u – obično pretvorba CityGML-a u IFC
- Poboljšava informacije o okolini



CityGML



IFC



AUTODESK
REVIT

- 1) Definiranje okoline u gradskom modelu /CityGLM datafile
- 2) Izvoz iz CityGLM-a u IFC
- 3) Uvezite u BIM softver kako biste se pridružili planiranoj zgradi

Vizualizacija koraka konverzije
CityGLM-a u IFC. Od: Salheb
(2019) Automatska pretvorba
CityGML-a u IFC, magistrski
rad, TU Delft

11

Pretvorba GIS-a u BIM I

GIS-u-BIM znači da se geoprostorni podaci stvoreni GIS-om koriste u BIM-u, što obično znači pretvorbu CityGML-a u IFC. Ova vrsta pretvorbe nekada je bila rjeđa, jer se jednostavniji model pretvara u detaljniji.

Međutim, unošenje semantičkih 3D modela gradova i modela terena u BIM uvelike poboljšava informacije o okolini, kako za planirane projekte, tako i za renovacije. GIS podaci se pohranjuju prema IFC modelu i u ovom slučaju se njima upravlja iz BIM softvera.

Cilj je stoga stvoriti pojednostavljeni BIM model okolnih zgrada iz CityGML-a i kombinirati ga s cjelokupnim projektnim modelima pomoću BIM softvera.

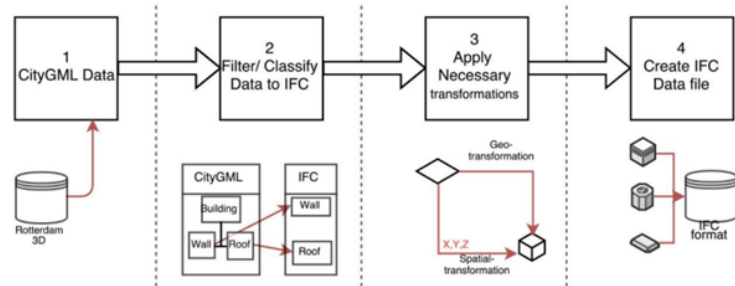
BIM-GIS pretvorba podataka

Konverzija GIS-a u BIM II

Korištenje:

- Analize za projektiranje i izgradnju
- Digitalni blizanac, upravljanje objektima
- I IFC i CityGML su semantički modeli sa strogim razdvajanjem geometrije i semantike.

- Jednostavniji model pretvara se u detaljniji



Schema radnog tijeka konverzije iz CityGML-a u IFC. Od: Salheb (2019) Automatska pretvorba CityGML-a u IFC, magistarski rad, TU Delft

12

Pretvorba GIS-a u BIM II

Nema sumnje o prednostima vizualizacije i analize bilo kojeg novog razvoja unutar svoje okoline. Postoje brojne primjene u svim fazama životnog ciklusa.

U fazi projektiranja mogu se testirati različita mjesta, izloženost zgradi ili čak sam arhitektonski dizajn. Tijekom izgradnje moguće je npr. optimizirati logistiku na gradilištu. Kasnije, detaljni BIM model unutar svog okruženja može optimalno postati digitalni blizanac sa svim svojim prednostima. Postoje predavanja specijalizirana za aplikacije kasnije u ovom tečaju (Blok 2 i 3).

Slično kao i CityGLM, čak je i IFC semantički model sa strogim razdvajanjem geometrije i semantike. Kao takvi, postoje semantičko mapiranje i geometrijska transformacija kao dva različita koraka čak i u smjeru GIS-a prema BIM-u.

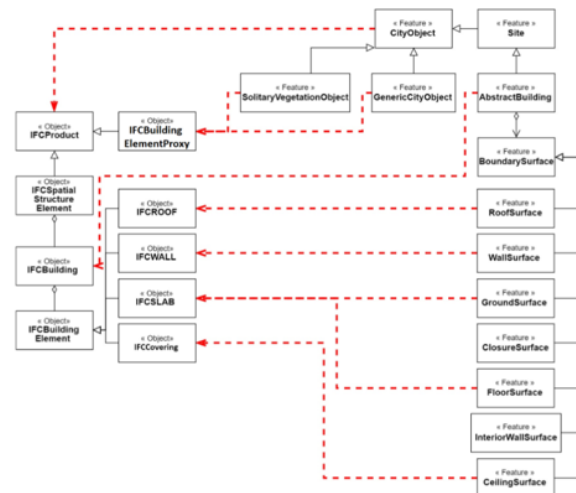
BIM-GIS pretvorba podataka



Semantičko mapiranje I

- IFC ima više razreda od CityGML-a
- Samo manji broj razreda relevantnih za konverziju
- Zajedničko s različitim semantičkim značenjem predmeta

Izazov - kako najbolje mapirati semantiku iz CityGML-a na njihove ekvivalente u IFC-u?



Semantičko mapiranje od CityGML-a do IFC-a. Od Sahleb et al (2020.) Automatska konverzija iz CityGML-a u IFC, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIV-4-W1-2020-127-2020>

13

BIM-GIS pretvorba podataka



Semantičko mapiranje II

Koraci:

- Usklađivanje IFC i CityGML shema
- Istraživanje međusobnog podudaranja predmeta i atributa
- Relevantni podaci filtrirani i klasificirani u IFC

Određeni gubitak semantičkih informacija je neizbježan jer mnogi dijelovi nisu primjenjivi za pretvorbu

IFC objects	CityGML 3.0 objects
IfcProject	CityModel
IfcSite	LandUse
IfcBuilding	Building
IfcBuildingStorey	Storey
IfcSpace	BuildingRoom
IfcWallStandardCase	BuildingConstructiveElement
IfcBeam	BuildingConstructiveElement
IfcSlab	BuildingConstructiveElement
IfcMember	BuildingConstructiveElement
IfcDoor	Door
IfcWindow	Window
IfcRailing	BuildingInstallation
IfcStair	BuildingInstallation

Mapiranje između IFC-a i CityGML objekata.

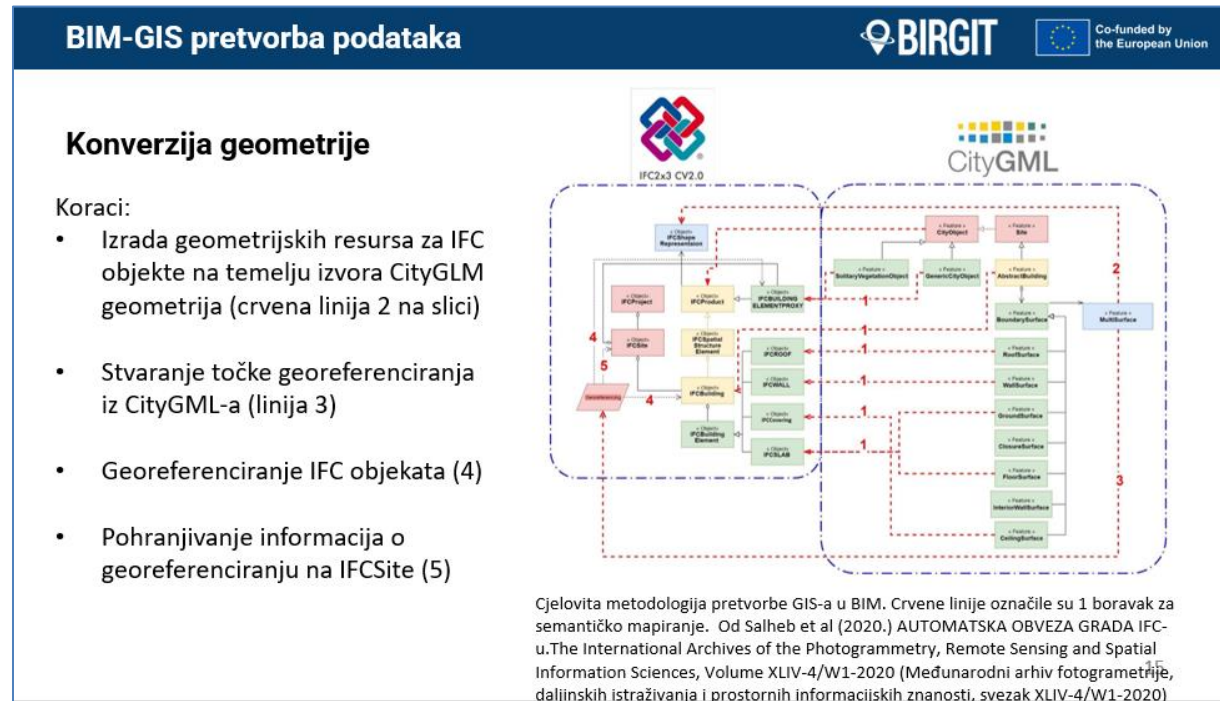
14

Semantičko mapiranje I i II

IFC ima veliki broj klasa, u usporedbi s CityGML-om. Kao što već znamo, samo je manjina klasa relevantna u pretvorbi i uobičajena je s različitim semantičkim značenjem objekata. Pitanje je kako najbolje mapirati semantiku od CityGML-a do njihovih ekvivalenata u IFC-u.

Prvi korak pretvorbe stoga je usklađivanje shema IFC-a i CityGML-a, što znači istraživanje koji atributi i subjekti odgovaraju jedni drugima. Relevantni podaci zatim se filtriraju i razvrstavaju u IFC.

Međutim, određeni gubitak semantičkih informacija neizbježan je zbog činjenice da mnogi entiteti nisu primjenjivi na pretvorbu.



Pretvorba geometrije

Postoji nekoliko koraka u prijevodu geometrije, kako je opisano na slajdu i na slici. To uključuje stvaranje geometrijskih resursa za relevantne objekte i georeferenciranje.

IFC ima nekoliko karakterističnih geometrijskih modela, kao što su Konstruktivna čvrsta geometrija (CSG), prikaz granice ili čišćenje. Oni često nemaju pandan u CityGML, što komplicira izravan prijevod.

IFC također ima mogućnosti za rješavanje topoloških modela. Međutim, potrebno je razmotriti koji je dio topoloških informacija potreban i treba ga zadržati u dobivenom IFC modelu.

Neki BIM softver (uključujući Autodesk Revit) ima metodologiju za georeferencirane modele i pruža načine za prijenos podataka o georeferenciranju na BIM modele. Uvijek je potrebno provjeriti ispravno georeferenciranje, jer izvorni BIM modeli obično imaju samo lokalni referentni sustav, kao što već znamo.

BIM-GIS pretvorba podataka



Integracijski softver

- Slobodan softver
Preglednik modela KIT-a
- Komercijalni softver
FME
Aplikacije Esri-Autodesk
- Vlastiti algoritmi

Svi se pretvaraju na različite načine,
što rezultira različitim izlazima



Aplikacije za suradnju Esri-Autodesk: Dodavanje gradskog namještaja iz ArcGIS-a u InfraWorks (gore), BIM model dodan gradskom modelu u ArcGIS GeoBIM (snimke zaslona)

Integracijski softver

Postoji i besplatan i komercijalni softver za BIM-GIS pretvorbu. Treći način je razviti prilagođene algoritme.

Kako se različiti BIM softver bavi IFC podacima na različite načine, tako se bavi i konverzijskim. Kao rezultat toga, konvertirani GIS ili BIM modeli međusobno će se razlikovati, ovisno o korištenom softveru.

Postojeći softverski paketi nude visoku učinkovitost i robusnost te pružaju modele lijepog izgleda. S druge strane, oni su skupi, mogu nedostajati sposobnost da se prilagodi prema specifičnim zahtjevima i ponašaju se kao crna kutija. Koraci obrade podataka skriveni su od korisnika i komplicirano je identificirati uzrok ako postoje pogreške.

Najnapredniju integraciju pružaju Esrijev ArcGIS i Autodeskov softver, koji su međusobno kompatibilni. Mogu se upotrebljavati za pretvorbu podataka, upravljanje i vizualizaciju u oba smjera te se, naravno, bave i prijenosom semantike i pretvorbom geometrije. S pomoću softvera Autodesk za integraciju BIM-GIS-a najrelevantniji su Revit, koji se bavi detaljnim projektiranjem, i InfraWorks, koji se bavi idejnim projektiranjem i infrastrukturuom.

Još jedna komercijalna opcija je FME, Feature Manipulation Engine. FME također podržava geometrijsku pretvorbu i semantičko mapiranje. Međutim, pretvara datoteku, ali ne postiže potpunu konverziju i vizualizaciju u praktičnim aplikacijama. To je ArcGIS koji se može koristiti kao platforma za integrirano upravljanje podacima i vizualizaciju.

Komercijalni softver (kao što je Revit) često očekuje da će se u njega uvesti samo potpuno točni IFC modeli. Ako IFC model nije potpun, još uvijek može raditi u slobodnom softveru kao što je KIT Model Viewer (sljedbenik FZK Viewera). Iako, slobodni softver je obično manje jednostavan za korištenje, u usporedbi s komercijalnim.

Prilagođeno skriptiranje nudi fleksibilnost i može premostiti praznine u izvornim podacima, ali se teško može široko koristiti u praksi.

Reference

Bachert (2024) Mapping the Energy ADE to CityGML 3.0 Using a Model-Driven Approach, [ISPRS International Journal of Geo-Information](#) 13(4):121, DOI: [10.3390/ijgi13040121](#)

Salheb (2019) Automatska pretvorba CityGML-a u IFC, magistarski rad, TU Delft

Salheb i dr. (2020.) AUTOMATSKO OBVEZE GRADA IFC-u. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLIV-4/W1-2020 (Međunarodni arhiv fotogrametrije, Daljinska istraživanja i prostorne informacijske znanosti, svezak XLIV-4/W1-2020).

Tan, Liang, Zhu (2023.), CityGML in the Integration of BIM and the GIS: Izazovi i mogućnosti. Zgrade br. 13, <https://doi.org/10.3390/zgrade13071758>