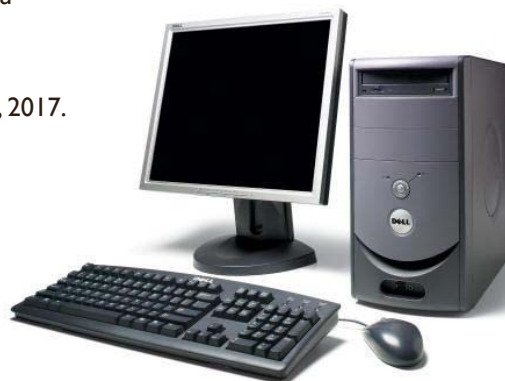


# CAD u građevinarstvu

v.prof.dr. Samir Lemeš

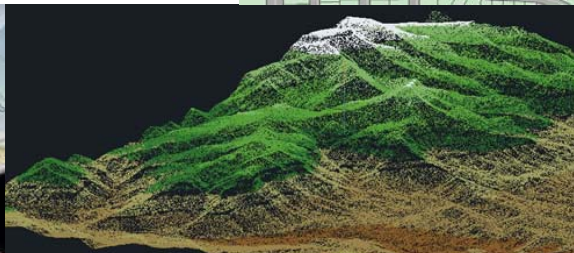
Predavanja za predmet  
CAD u građevinarstvu

Politehnički fakultet  
Univerziteta u Zenici, 2017.



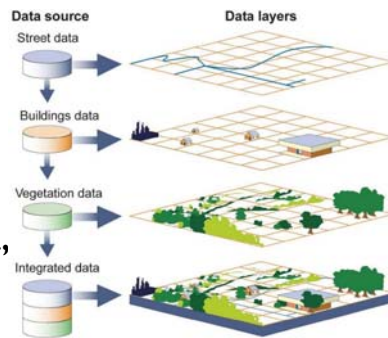
# GIS i CAD/GIS integracija

- Karakteristike CAD i GIS 3D objekata
- Metode integracije
- Konverzija geometrije
- Gubitak informacija
- Implementacija



## GIS

- Geografski informacijski sistem (GIS) služi za prihvatanje, pohranjivanje, manipulaciju, analizu, upravljanje i predstavljanje svih vrsta prostornih ili geografskih podataka.
- GIS omogućuje vizualizaciju, analizu, preispitivanje, i interpretaciju podataka s ciljem razumijevanja relacija, obrazaca i trendova.



## Karakteristike CAD/GIS objekata

- 3D CAD i 3D GIS sistemi opisuju iste objekte, ali pripadaju različitim domenama – zato se CAD i GIS podaci razlikuju.
- S razvojem IT i 3D prikaza geoprostornih informacija, sve su veći zahtjevi za njihovom zajedničkom upotrebom.
- Osnovna razlika je u skali objekata: CAD objekti su reda veličine mm/cm/m, dok su GIS podaci kilometarski ili globalni.

## Karakteristike CAD/GIS objekata

- Istovremeno egzistiranje objekata čije se dimenzije odnose u omjeru i do 1:1000 u istoj datoteci predstavlja problem u smislu reprezentacije tih objekata.
- CAD objekti su obično virtualni, dok su GIS objekti slike iz prirode i predstavljaju realne podatke.
- Osobine (atributi) CAD i GIS objekata se razlikuju.



## Karakteristike CAD/GIS objekata

- 3D CAD koristi vektorsku grafiku za precizno modeliranje geometrijskih objekata koji se mogu modifikovati bez gubitka informacija i preciznosti.
- GIS sistemi su prvenstveno namijenjeni za mapiranje i prostornu analizu objekata iz prirode, a ne za precizno konstruisanje građevinskih objekata.



## Karakteristike CAD objekata

- Informacije o matematičkom opisu objekta su detaljne i poznate.
- Proces modeliranja se zasniva većinom na primitivima (koji su definisani jednostavnim matematičkim formulacijama) koji se kombinuju u složene objekte.
- Konačni CAD objekat je jasno definisan, s visokom preciznošću.



## Karakteristike GIS objekata

- Koristi se statistički opis objekata s nedovoljno informacija o obliku.
- Moraju postojati relacije između prostornih i drugih podataka.
- Podaci sadrže određenu nepreciznost, tako da je GIS objekat uvijek samo približno definisan.
- Često se kombinuju podaci iz više izvora; potrebno je usklađivanje parametara.



## Metode integracije

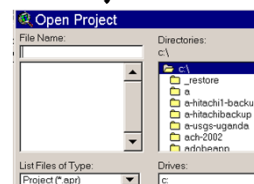
- Za integraciju heterogenih 3D podataka iz CAD i GIS sistema koriste se sljedeće metode integracije:

- Direktni uvoz podataka,
- Dijeljeni pristup bazi podataka,
- Integrisano upravljanje podacima,
- Prevođenje datoteka.



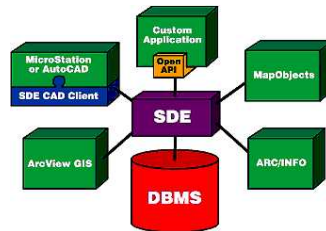
## Direktni uvoz podataka

- Direktni uvoz podataka podrazumijeva da se podaci čitaju i simultano konvertuju u memoriji.
- Ne zahtijeva se posredni format podataka, dovoljan je digitalni prikaz 3D GIS ili 3D CAD formata.
- Naprimjer, software ArcView može čitati MicroStation DGN datoteke direktno, tako da se 3D CAD podaci mogu vizualizirati, filtrirati i štampati u istoj mapi kao i drugi 3D GIS podaci.



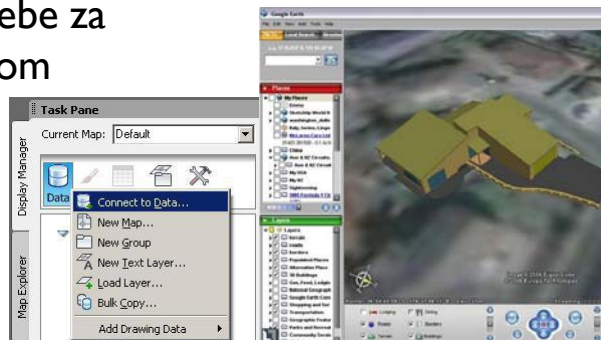
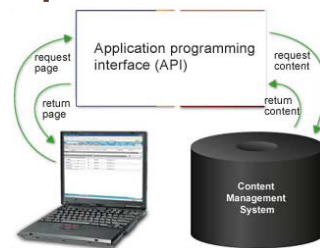
## Dijeljeni pristup bazi podataka

- Koristi se aplikativni programski interfejs (API - *application programming interface*) koji omogućava posredni pristup podacima.
- *Google Earth Extension for AutoCAD*
- ESRI je razvio ArcSDE API za CAD klijente pomoću kojih se 3D CAD i GIS objekti mogu pohranjivati u istu bazu podataka, a koji se koristi kao jedan od AutoCAD alata.



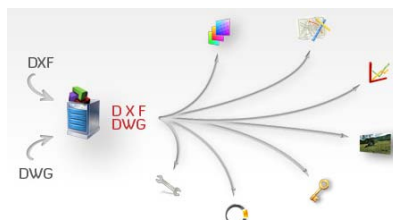
## Dijeljeni pristup bazi podataka

- API je software koji omogućava razmjenu podataka između odvojenih programa, bez potrebe za promjenom izvornog koda.



## Prevođenje datoteka

- Prevođenje podrazumijeva konverziju podataka iz jednog u drugi format.
- DXF format može biti posrednik.
- Zbog razlika između 3D CAD i GIS modela podataka i formata datoteka, potrebno je uspostaviti sintaksne i semantičke relacije.
- Tokom tog procesa dolazi do neizbježnog gubitka podataka, koji treba minimizirati.



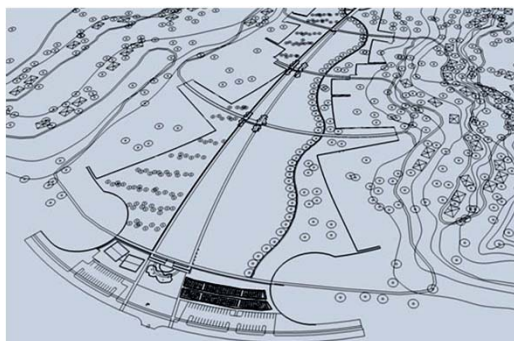
## Konverzija geometrije

- Geometrija je važan dio CAD i GIS sistema.
- CAD sistem sadrži i pokretne i nepokretne objekte, dok GIS sistem sadrži samo nepokretne objekte.
- Konverzija geometrije nepokretnih objekata je najvažnija komponenta integracije ova dva sistema.



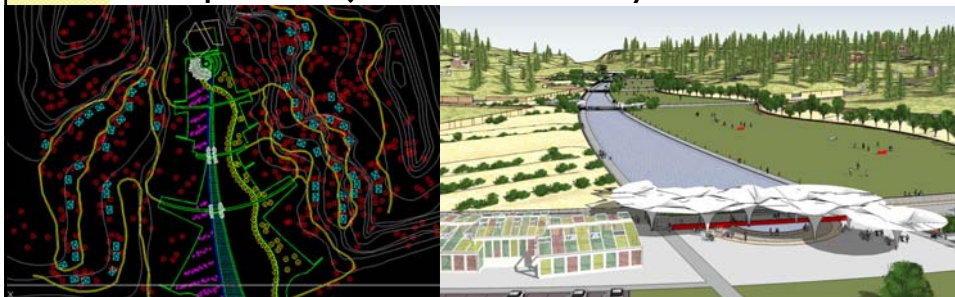
## Konverzija geometrije

- U AutoCAD-u se koristi nekoliko vrsta linija: *Line*, *Polyline*, *3D Polyline*, *Multiline*.
- GIS sistemi koriste samo jednu vrstu linija, koja se sastoji od čvornih tačaka (*vertex*) i segmenata.
- Konverzija obuhvaća i osobine linija (boja, tip, debljina,...).



## Konverzija geometrije

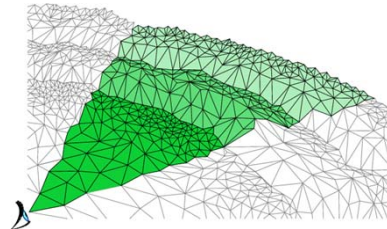
- Poseban problem predstavlja konverzija GIS linija u CAD linije, jer se jedna vrsta linije treba predstaviti pomoću više tipova.
- Iz tog razloga se najčešće sve GIS linije pretvaraju u CAD *3D Polyline*.





## Konverzija geometrije

- U AutoCAD-u, nepravilne površine (kojima se opisuje teren) se modeliraju kao mreža poligona (*faceted surface, polygonal mesh*).
- Poligoni su ravni, tako da ta mreža zakrivljene površine može prikazati samo približno.
- AutoCAD koristi nekoliko vrsta takvih površina: *3D face, Ruled surface, Tabulated surface, Revolved surface, Edge-defined surface,...*

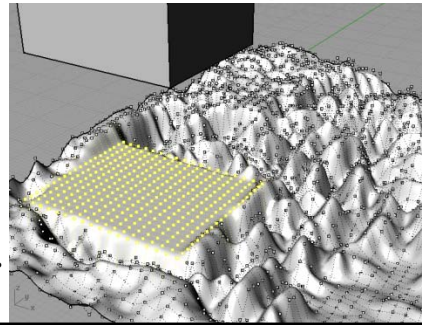


## Konverzija geometrije

- GIS koristi dvije vrste površina: generičke i vertikalne površine.
- Generičke se koriste za prikaz puteva, jezera, geoloških i drugih površina.
- Vertikalne površine se koriste za prikaz zidova i sličnih vještačkih objekata.
- Generičke površine mogu biti konkavne i konveksne, a sastoje se od trouglova.
- Vertikalne se površine sastoje od četverouglova.

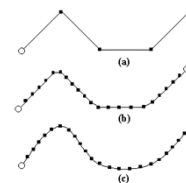
## Konverzija geometrije

- U novije vrijeme i GIS software podržava parametarske površine (B-spline, NURBS).
- Obzirom na način prikupljanja GIS podataka (laserska triangulacija, oblak prostornih tačaka), izvorno su GIS površine predstavljene mrežom trouglova, ali postoje tehnike za pretvaranje mreže trouglova u NURBS površine.



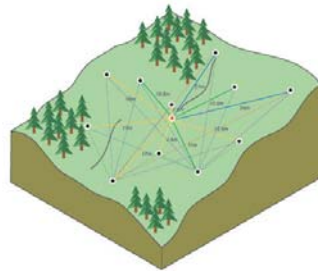
## Gubitak informacija

- Konverzija podataka između različitih formata datoteka ne može sve objekte prenijeti u identičnoj formi iz jednog domena u drugi.
- Naprimjer, AutoCAD može predstaviti matematički luk (dio kružnice), dok GIS software ne podržava taj tip objekta.
- Obično se CAD luk definisan s tri tačke u GIS-u predstavlja nizom povezanih duži.
- Da bi se smanjila greška, povećava se broj duži koje aproksimiraju luk.



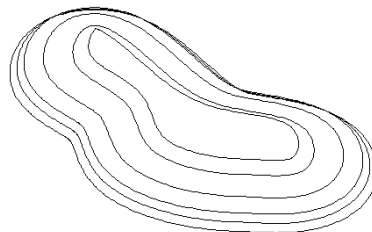
## Gubitak informacija

- GIS datoteka sadrži kontrolne tačke svih površina, koje se koriste za prostornu analizu i druge operacije.
- AutoCAD datoteka ne sadrži informacije o kontrolnim tačkama (*boundary points*), jer se CAD model koristi za dizajn i tehničko crtanje, a ne za analizu.
- Konverzijom površine iz GIS-a u CAD površinu gube se informacije o kontrolnim tačkama.



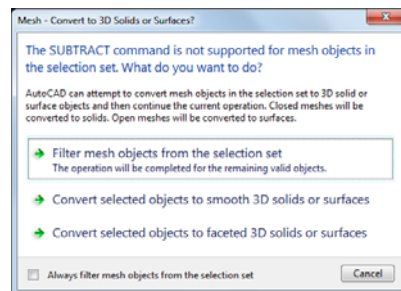
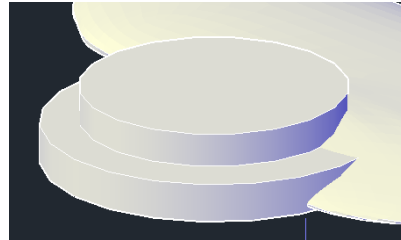
## Primjer implementacije

- Teren predstavljen izohipsama s 2D karte se vektorizira pomoću Spline krivulja.
- Izohipse se naredbom MOVE pomjeraju po z-osi.
- Naredba LOFT se koristi za generisanje 3D modela terena.
- Smooth MESH: mreža NURBS



## Primjer implementacije

- 3D operacija SUBTRACT se ne može izvršiti nad mrežom površina, nego samo nad punim objektima.
- Smooth – parametarske krive površine (NURBS)
- Faceted - trouglovi



## Primjer implementacije

- Konverzija objekata u mrežu trouglova (*faceted, tessellated surface*).
- Ponovnim pretvaranje u mrežu NURBS površina gube se oštri prelazi (mora postojati  $G_2$  kontinuitet).

