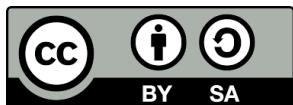


Semantički gradski modeli- izrada, uporaba i primjeri

Ariana.kubart@ocellus.se



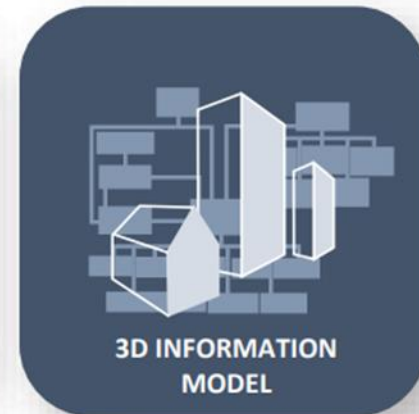
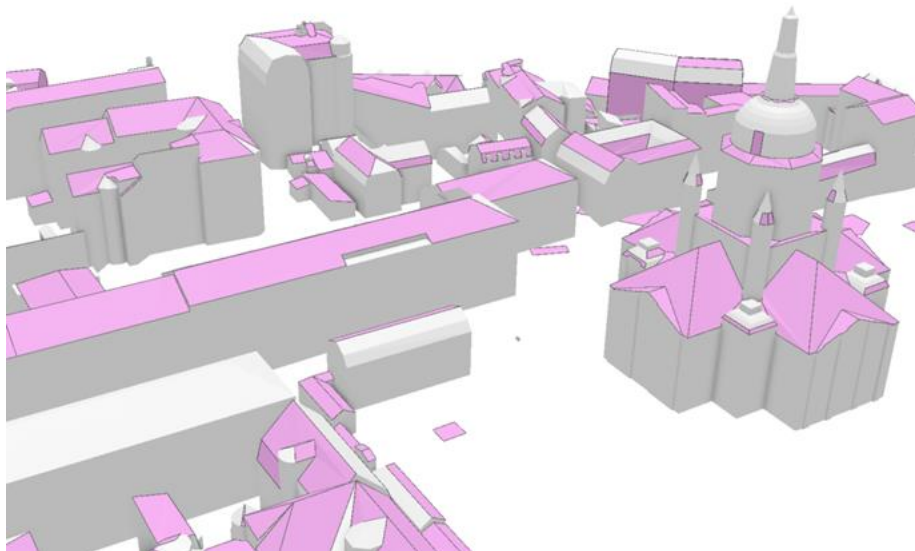
Ishodi učenja

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

- Objasniti semantički dio gradskih modela i razlike u odnosu na grafičke 3D modele
- Sažeti glavne korake stvaranja semantičkog modela
- Navesti primjere postojećih modela i njihove moguće primjene

Što je semantički gradski model?

Model s istaknutim objektima koji predstavljaju stvari iz stvarnog svijeta: kuće, ulice, drveće i ostalo

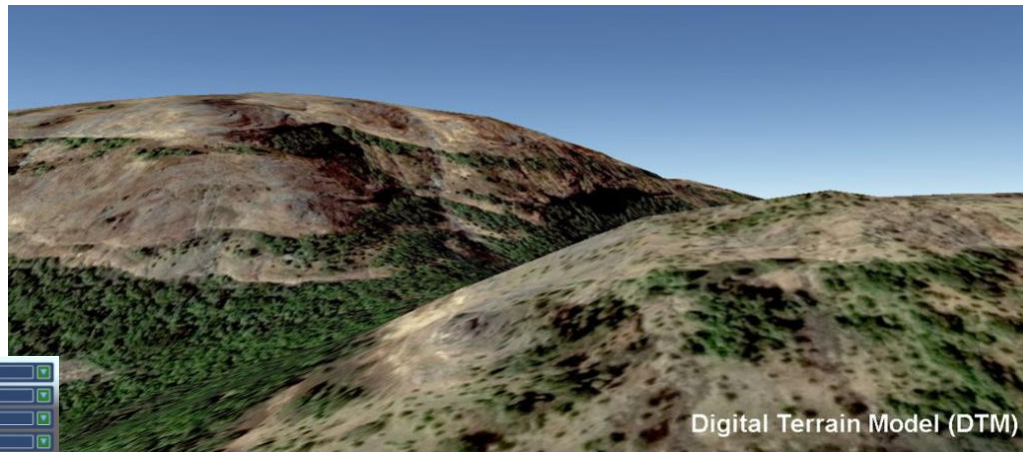


Gore: od Helsinki3D_Kalasadatama_Digital_Twins
<https://www.hel.fi/en/decision-making/information-on-helsinki/maps-and-geospatial-data/helsinki-3d>

Lijevo: semantički grad model Stockholma
Preuzeto sa: [Dataportalen \(stockholm.se\)](https://dataportalen.stockholm.se)

Objekti u semantičkim modelima

- Prirodni objekti – digitalni model terena, vegetacija, vodna tijela...



Digital Terrain Model (DTM)

Digital Terrain Model, DTM; izvor: [digitalni teren-model-dtm-1024x569.jpg](https://digitalni-teren-model-dtm-1024x569.jpg) (1024x569) (pigeonis.in)

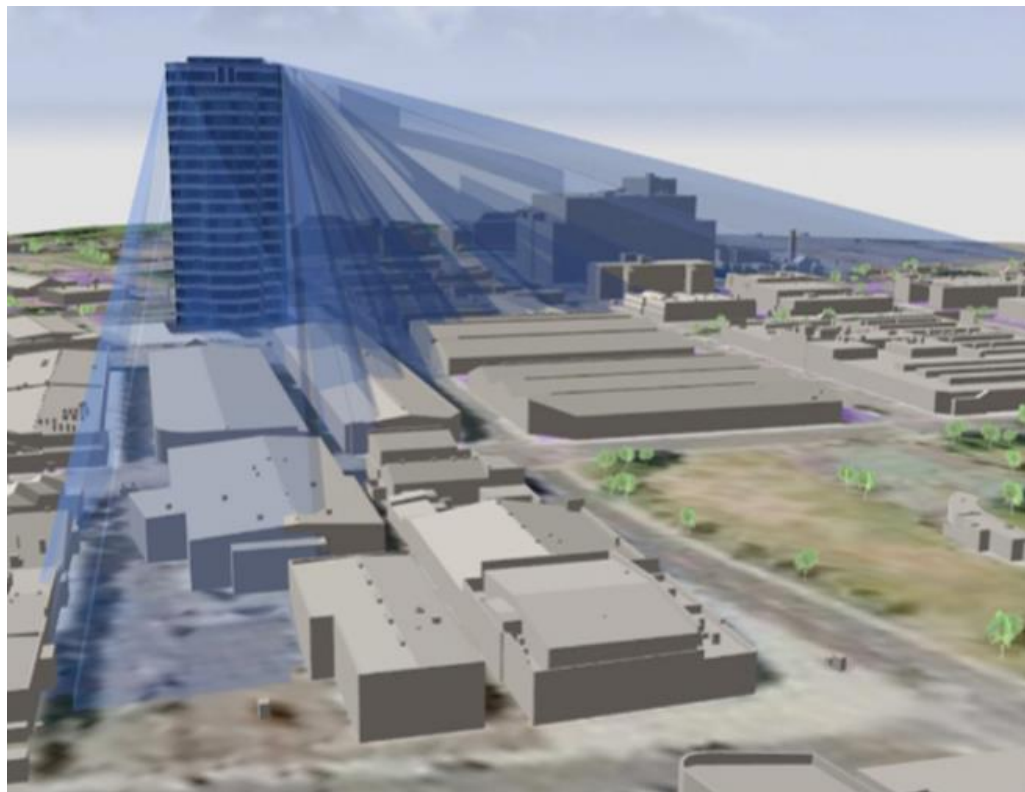
- Umjetni predmeti – kuće, mostovi, ulična oprema...
- Svi objekti mogu imati atribute



predmeti i vegetacija koje je izradio čovjek; izvor: Bilječki et al (2015) Primjena 3D modela gradova: Pregled stanja umjetnosti

Izrada gradskog modela I

- 3D modeli – nasljednik 2D karata
- Moguće povećanje računalnog kapaciteta
- Svijet je 3D – 3D modeli realniji od 2D modela
- Određene analize nisu moguće u 2D-u, npr. emitiranje iz sjene ili onečišćenje zraka



Analiza sjenovitog lijeva, 3D potrebna za to, iz: Primjena 3D modela gradova: Pregled stanja umjetnosti

Izrada gradskih modela II

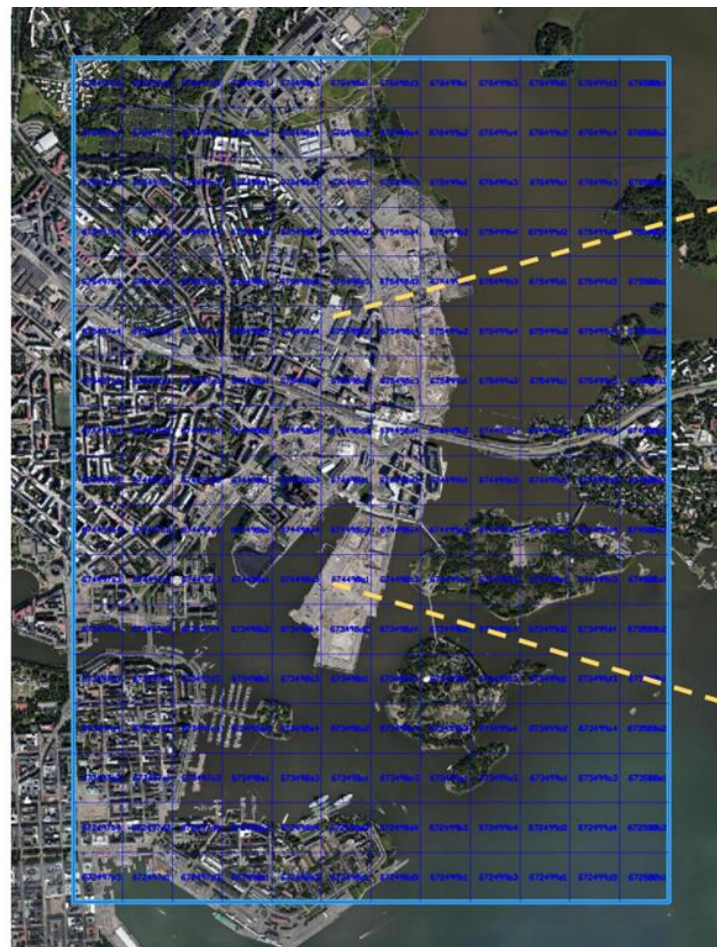
Kombinacija:

- zračne slike (fotogrametrija)
- oblaci s točkama (LiDAR)
- 2D podaci (katastari)

Podaci koje je prikupio specijalizirani softver

Nakon toga slijedi kontrola i ručno podešavanje

Tiling of aerial images in Helsinki city model (Klopiranje zračnih slika u modelu grada Helsinkija), od: Projekt digitalnih blizanaca Kalasatama



3D Grad iz zraka Fotografije I

- 2D slike s različitih gledišta
- Djelomično preklapanje
- Automatski povezati i triangulirati



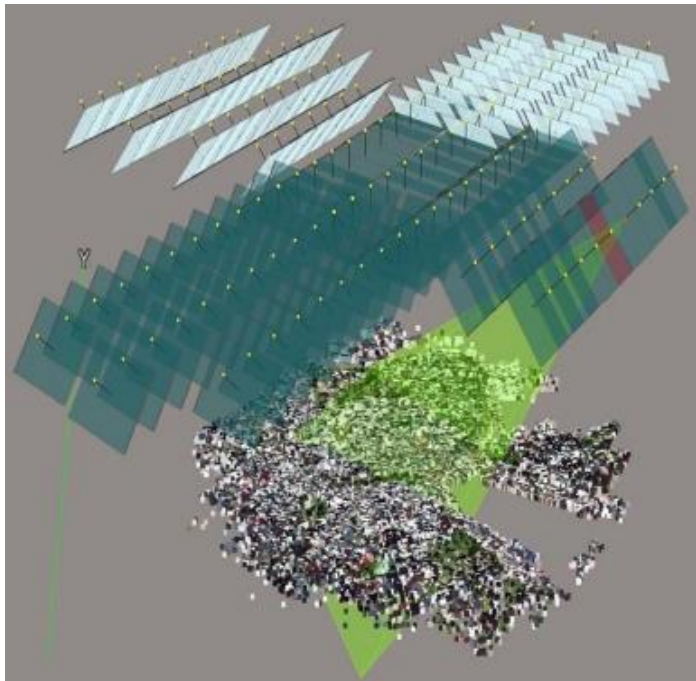
Vertikalna i kosa zračna fotografija (gore) i obrada u mreži 250x250 metara (desno)

Izvor: Projekt digitalnih blizanaca Kalasatama. Završno izvješće o pilot-projektu KIRA-digi, 2019.



3D Grad iz zraka Fotografije II

- Spajanje pronalaženjem zajedničkih značajki u slikama koje se preklapaju (dolje)



- Kontrolne točke na tlu (desno)

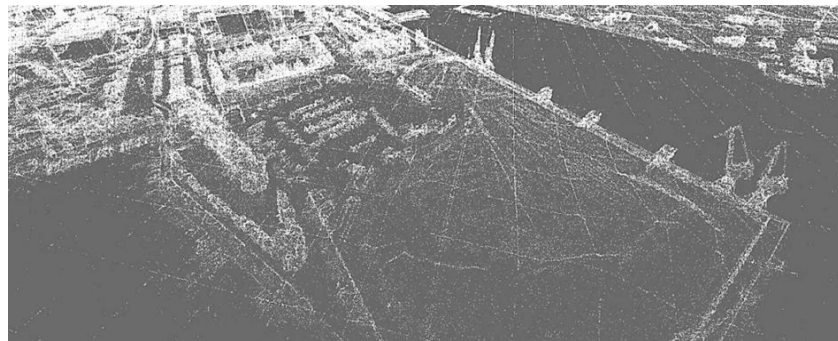
Izvor: Projekt digitalnih blizanaca Kalasatama. Završno izvješće o pilot-projektu KIRAdigi, 2019.



Primjer helsinškog modela

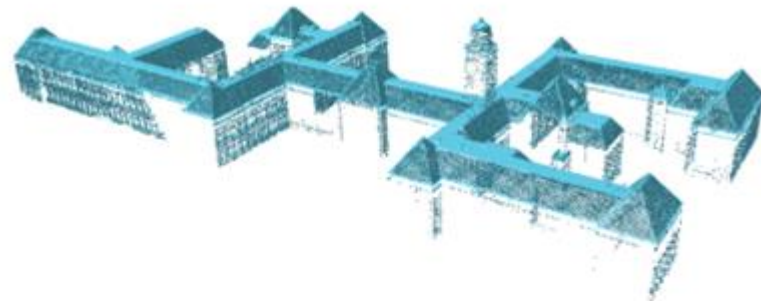
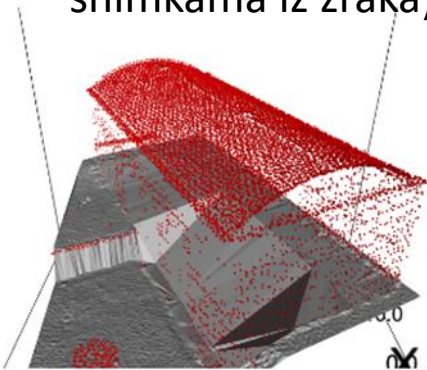
Tri koraka u stvaranju:

- 1) točkasti oblak iz zračnih slika (u uspravnom položaju)
- 2) mrežasti model bez vidljivih trokuta (desno)
- 3) konačni fotorealistični model (lijevo dolje)

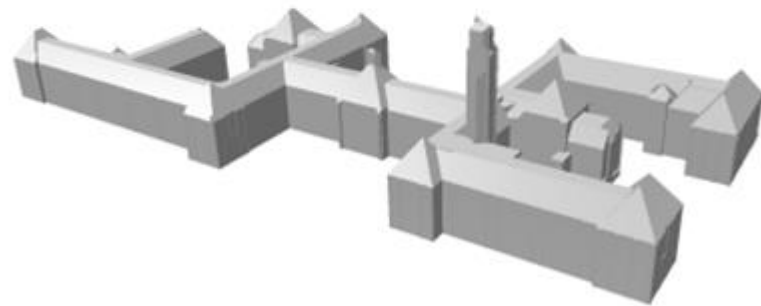


3D grad iz laserskog skeniranja I

- Mesh-modeli čak i iz točkastih oblaka (desno (a) točkasti oblak, (b) rekonstruirana zgrada)
- Može biti fotorealistično (dolje)
- Manja područja, više detalja (u usporedbi sa snimkama iz zraka)



(a)

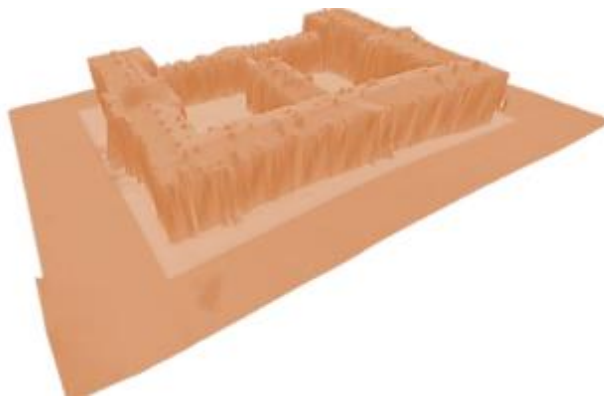
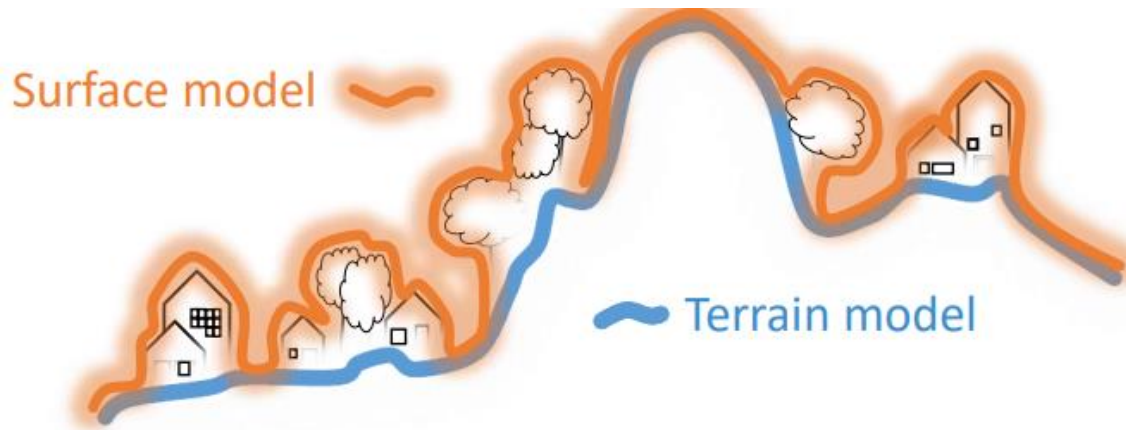


(b)

Izvor: 3D knjiga (lijevo),
<https://www.rock.estate/blog/a-tour-of-3d-point-cloud-processing> (desno)

3D grad iz laserskog skeniranja II

DTM – visina građevinskog otiska
DSM – visina zgrade i oblik krova
2D karta – otisak

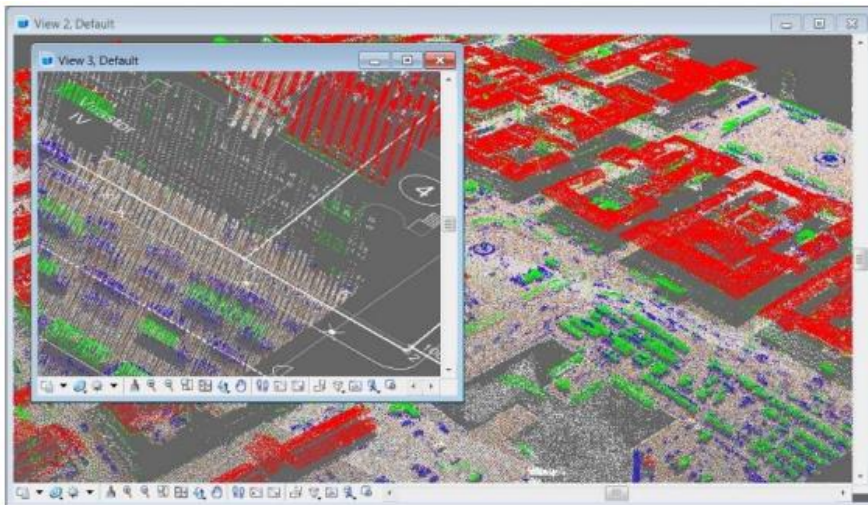
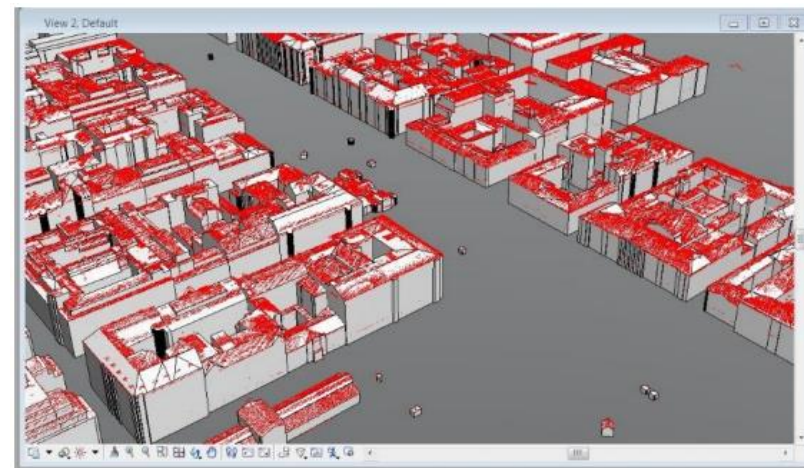


- DTM i DSM – digitalni model terena i površine (gore)
- Modeli terena i površina iz jednog građevinskog područja (lijevo)

3D grad iz laserskog skeniranja III

Osnovna karta i točkasti oblaci za područje (dolje)
Krovni oblici zgrada iz podataka (desno prema gore)

Geometrije stvorenih 3D građevina (desno)



Izvor: Kalasatama DT projekt

Završni 3D semantički model

- Dodavanje semantičkih informacija = atributi
- Dostupno npr. u katastru



Primjeri grafičkog semantičkog modela centra grada Stockholma i stambenog područja

<https://smartstad.stockholm/2020/03/09/over-100-000-byggnader-i-stockholm-som-3d-modeller-i-stadsbyggnadskontorets-nya-databas/>

Apstrakcija u 3D modelima

- Uklanjanje nepotrebnih dijelova, npr. interijera
- Semantički modeli – visoka razina apstrakcije, jedinstvene identifikacijske oznake
- Mesh modeli – niska razina apstrakcije, manje računalnog prostora, brže stvaranje i čitanje, jeftinije

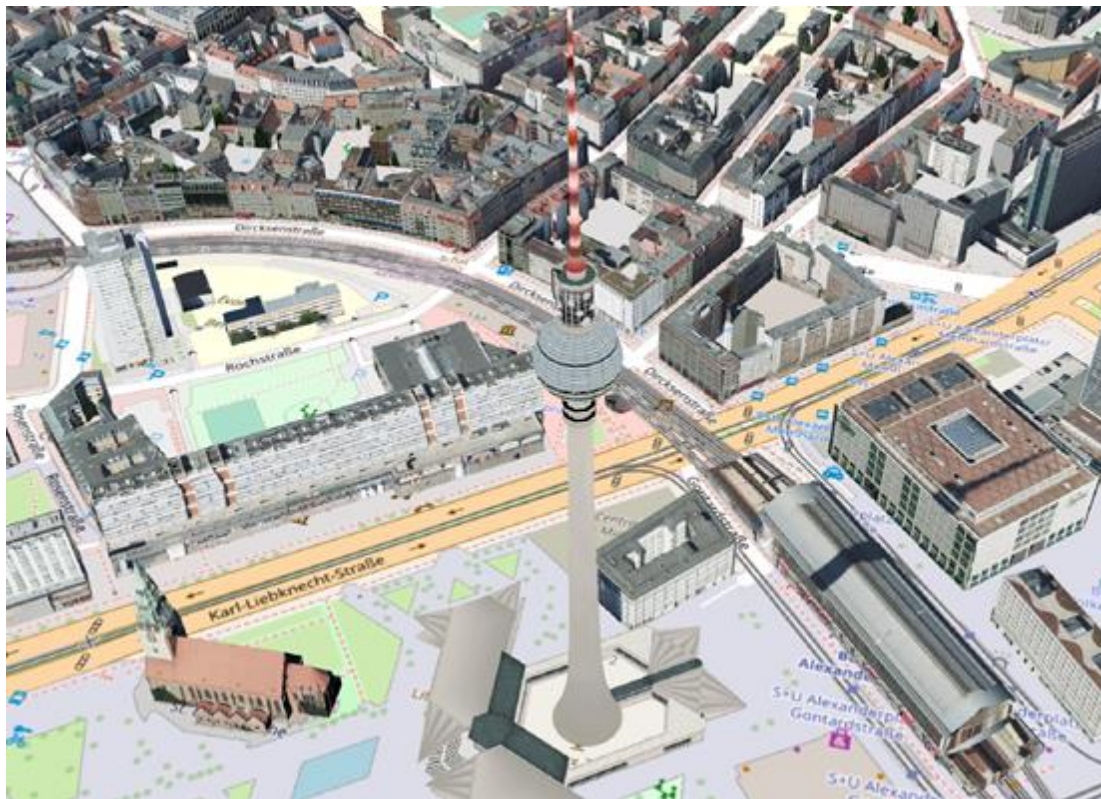


[Helsinki 3D ?? grad Helsinki](https://www.hel.fi/en/decision-making/information-on-helsinki/maps-and-geospatial-data/helsinki-3d)

<https://www.hel.fi/en/decision-making/information-on-helsinki/maps-and-geospatial-data/helsinki-3d>

Primjeri 3D gradskih modela I

- Semantički modeli - uglavnom javni sektor
- Visokografski modeli – često komercijalni, Open Street Map
- Slobodni model – Berlin 2015.



[VisualizationBerlin – baza podataka 3DCityDB](#)

Primjeri 3D modeli gradova II

Mnogi gradovi nude
3D modele za
pregledavanje

Sami podaci obično
nisu besplatni za
preuzimanje

Iznimke:

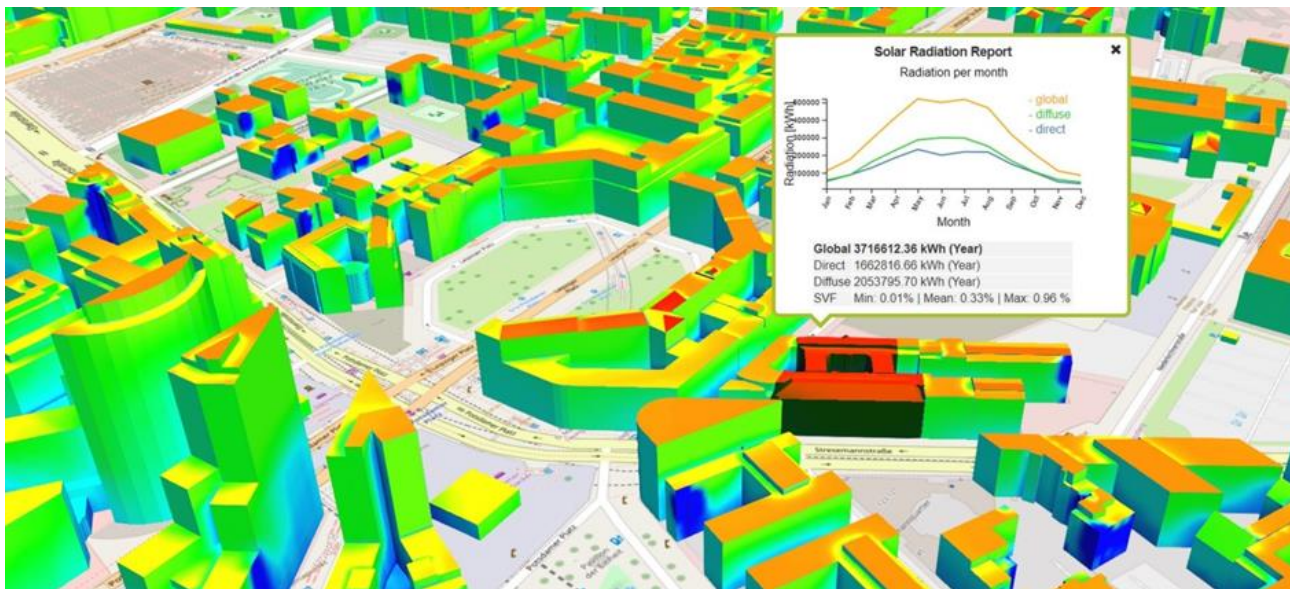
[Gradovi/regije diljem svijeta s
otvorenim skupovima podataka
\(tudelft.nl\)](#)



Semantički model Zagreba, Hrvatska

[ZG3D: 3D model Grada Zagreba \(gdi.net\)](#)

Analiza sunčevog zračenja



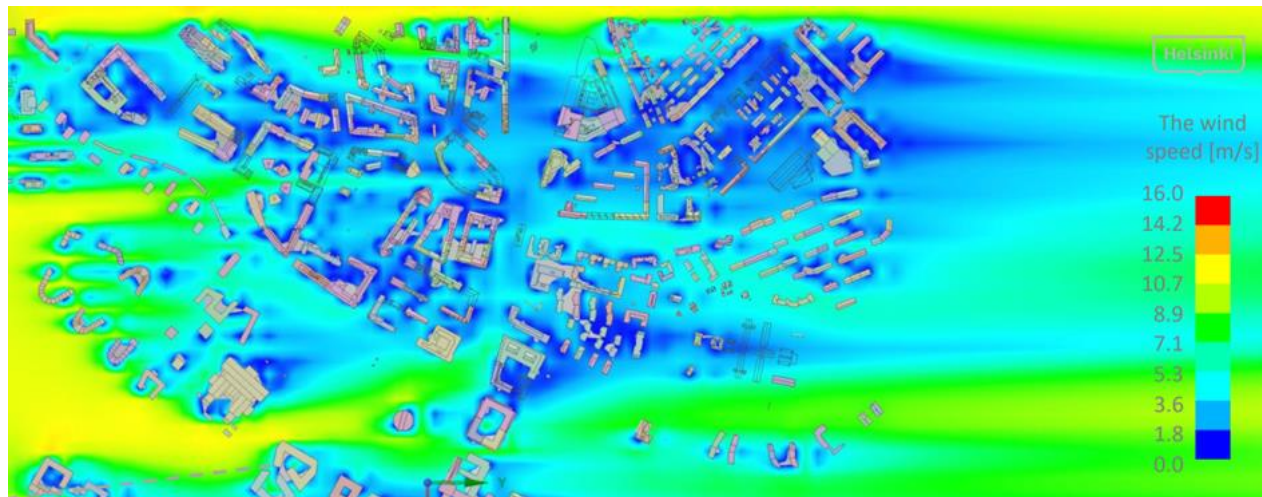
Mogućnost mnogih
izračuna:

- Produkcija solarne energije
- Najbolji krovovi za solarne ćelije
- % potrošnje kućanstava pokriven solarnom energijom
- Novac potrošen na struju

[3d-stadtmodell_solarpotenzialanalyse-aspect-ratio-20-9-3.jpg \(2310x1040\) \(vc.sustavi\)](#)

Analiza Brzina vjetra

- Usporavanje brzine vjetra u novoplaniranom susjedstvu
- Procjena toplinske udobnosti tijekom vrućih ljeta
- Širenje onečišćenja zraka



Poticanje intenziteta vjetra na razini ulice u Helsinkiju

Vjetar puše s lijeve strane slike za 15 m/s

Izvor: Kalasatama DT projekt

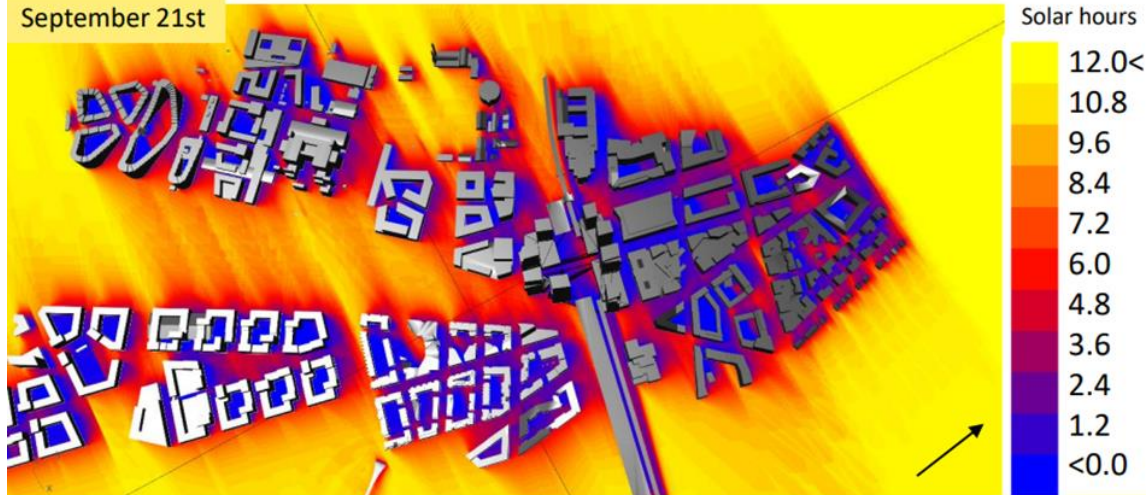
Sunčeva svjetlost i sjena analiza

- Planiranje grada

September 21st at 16:00



September 21st

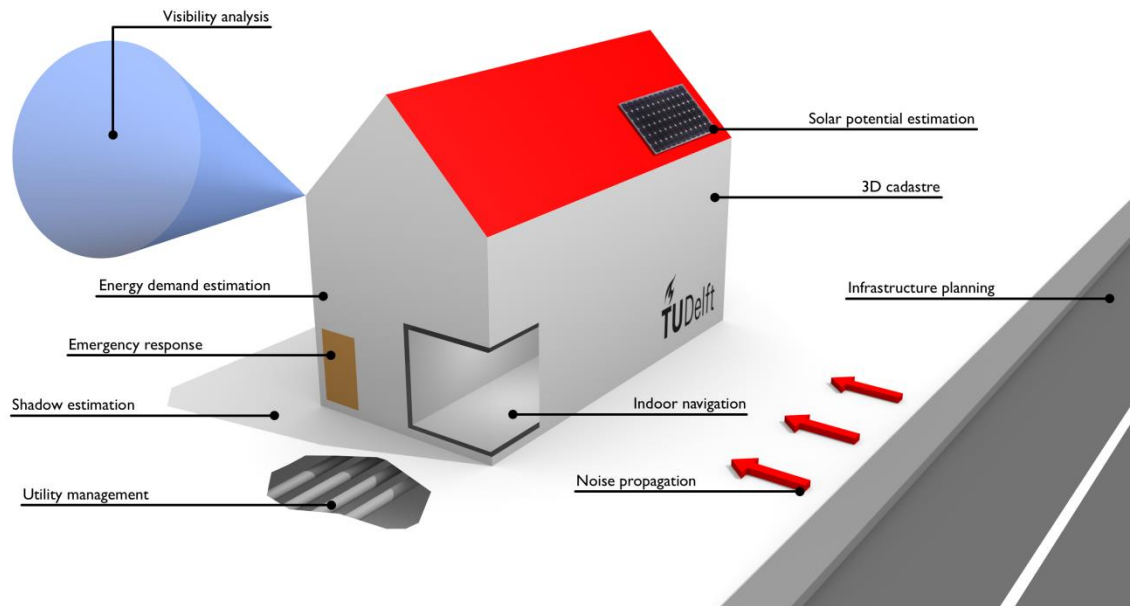


- Sunčeva svjetlost (gore) i sjena planiranih zgrada (lijevo) u jesenskoj ravnodnevni
- Slični izračuni za bilo koje doba godine
- Ispitivanje projektiranja i položaja zgrade

Izvor: Kalasatama DT projekt

Ostale primjene

- Obilne kiše i poplave
- Digitalni blizanci, pametni gradovi
- Temeljna kvaliteta i usklađivanje podataka
- Biljecki u AI. (2015):
Primjena 3D modela gradova: Pregled stanja umjetnosti



[Primjene 3D gradskih modela ?? CityJSON](#)

Hvala na pažnji



<https://birgitproject.eu/>

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.