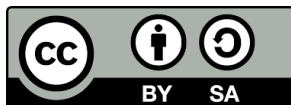


# Modelli urbani semantici

## - creazione, uso ed esempi

Ariana.kubart@ocellus.se



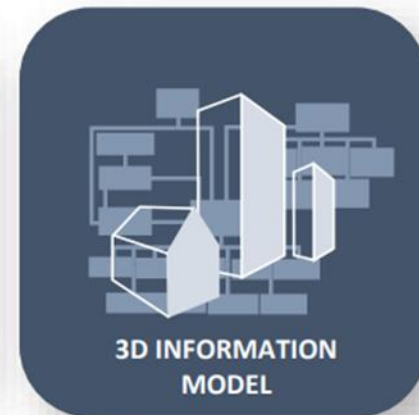
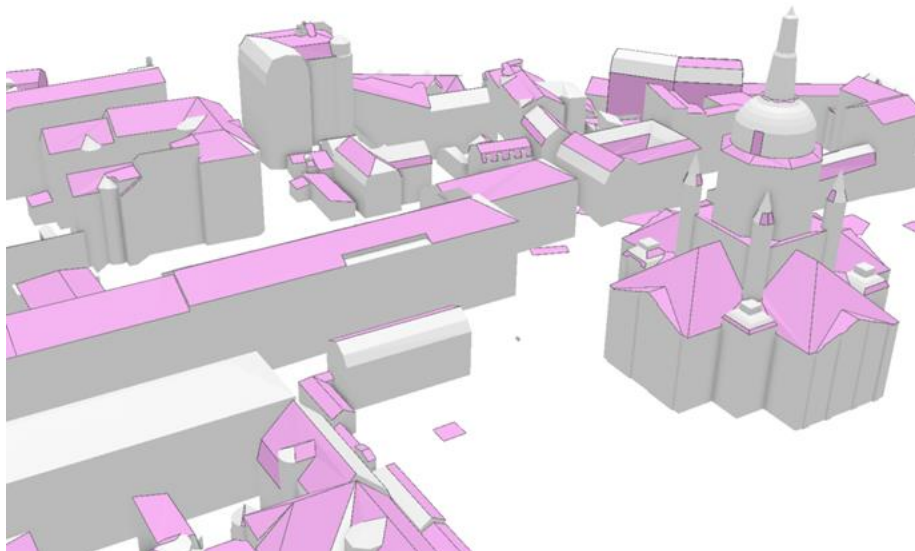
## Risultati di apprendimento

Al termine di questa lezione, lo studente dovrà essere in grado di :

- Spiegare la parte semantica dei modelli urbani e le differenze rispetto ai modelli 3D grafici
- Riassumere le principali fasi di creazione di un modello semantico
- Citare esempi di modelli esistenti e delle loro possibili applicazioni

## Che cos'è il modello urbano semantico?

Modello con oggetti distinti che rappresentano cose del mondo reale: case, strade, alberi e altro.

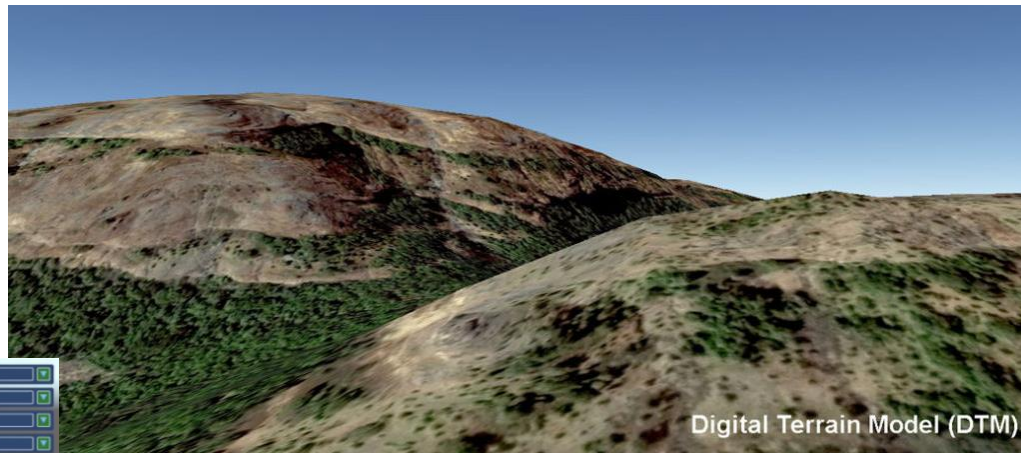


In alto: da Helsinki3D\_Kalasadama\_Digital\_Twins  
<https://www.hel.fi/en/decision-making/information-on-helsinki/maps-and-geospatial-data/helsinki-3d>

A sinistra: modello di città semantica di Stoccolma  
Scaricato da: [Dataportalen \(stockholm.se\)](https://dataportalen.stockholm.se)

## Oggetti nei modelli semantici

- Oggetti naturali - modello digitale del terreno, vegetazione, corpi idrici ...



Digital Terrain Model (DTM)

Modello digitale del terreno, DTM; fonte: [digital-terrain-model-dtm-1024x569.jpg](https://digital-terrain-model-dtm-1024x569.jpg) (1024x569) ([pigeonis.in](https://pigeonis.in))

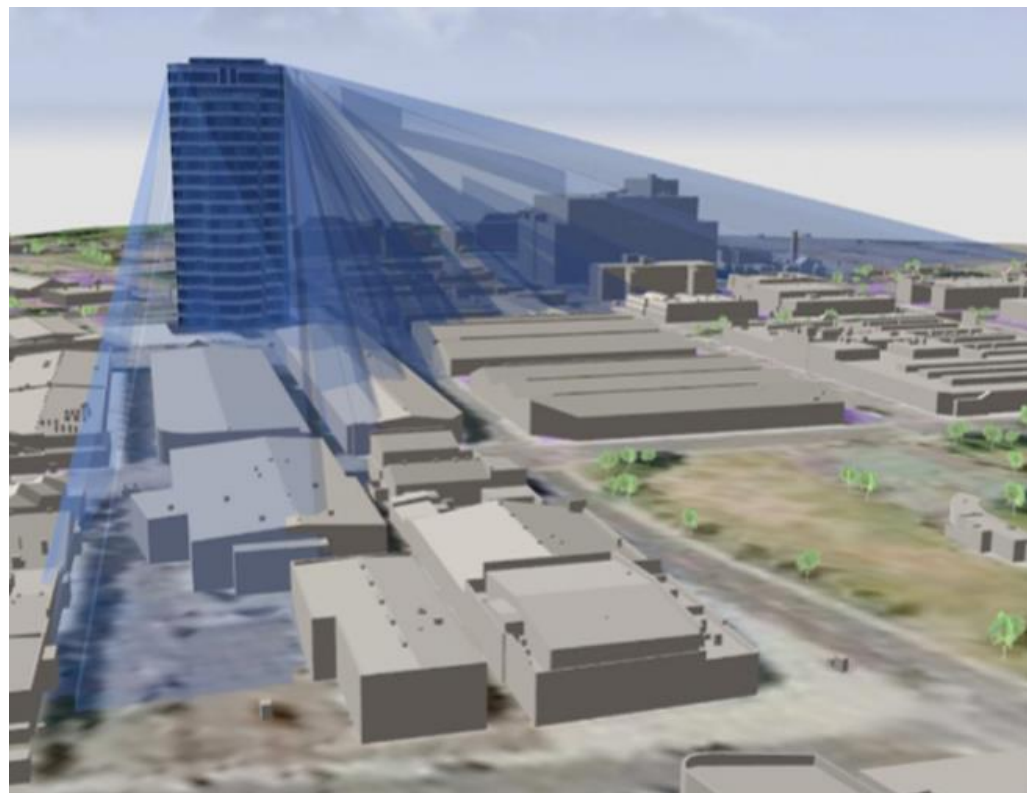


Oggetti artificiali e vegetazione; fonte : Biljecki et al (2015)  
Applications of 3D City Models: State of the Art Review

- Oggetti costruiti dall'uomo: case, ponti, arredi urbani....
- Tutti gli oggetti possono avere attributi

## Creazione di modelli urbani I

- Modelli 3D - successore delle mappe 2D
- Possibilità di aumentare la capacità di calcolo
- Il mondo è in 3D: i modelli 3D sono più realistici di quelli 2D.
- Alcune analisi non sono possibili in 2D, ad esempio la proiezione di ombre o l'inquinamento atmosferico.



L'analisi delle ombre, 3D necessaria per l'analisi, da: Applications of 3D City Models: State of the Art Review

## Creazione di modelli urbani II

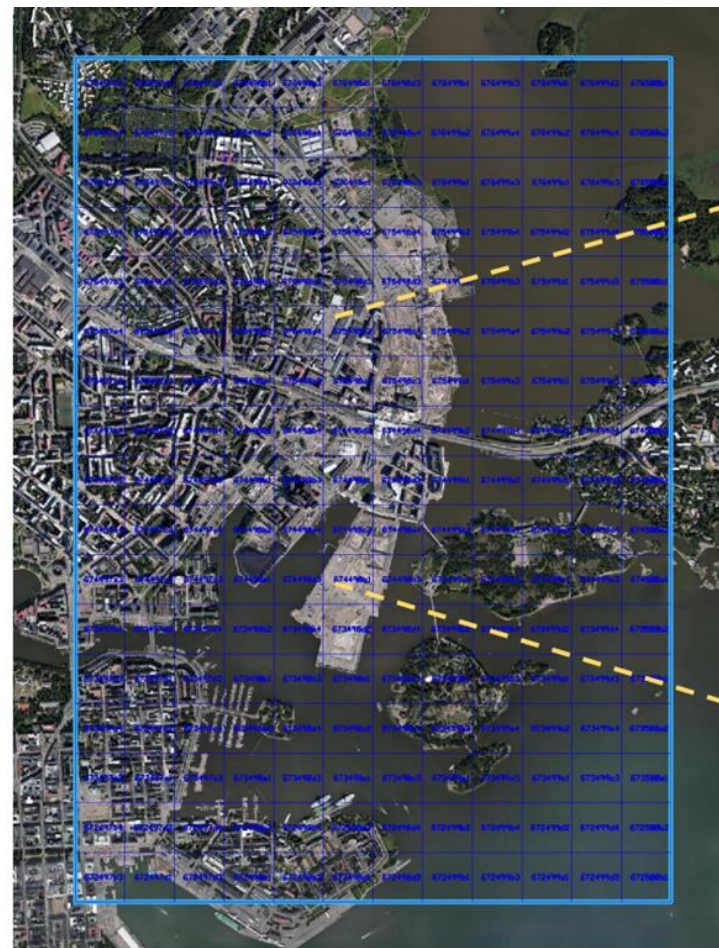
Combinazione di:

- immagini aeree (fotogrammetria)
- nuvole di punti (LiDAR)
- dati 2D (catasti)

Dati messi insieme da un software  
specializzato

Seguono controllo e regolazione  
manuale

Tiling di immagini aeree nel modello della città di Helsinki, da: The Kalasatama Digital  
Twins Project



## Città in 3D da foto aeree I

- Immagini 2D da diversi punti di vista
- Parzialmente sovrapposte
- Legate automaticamente tra loro e triangolate



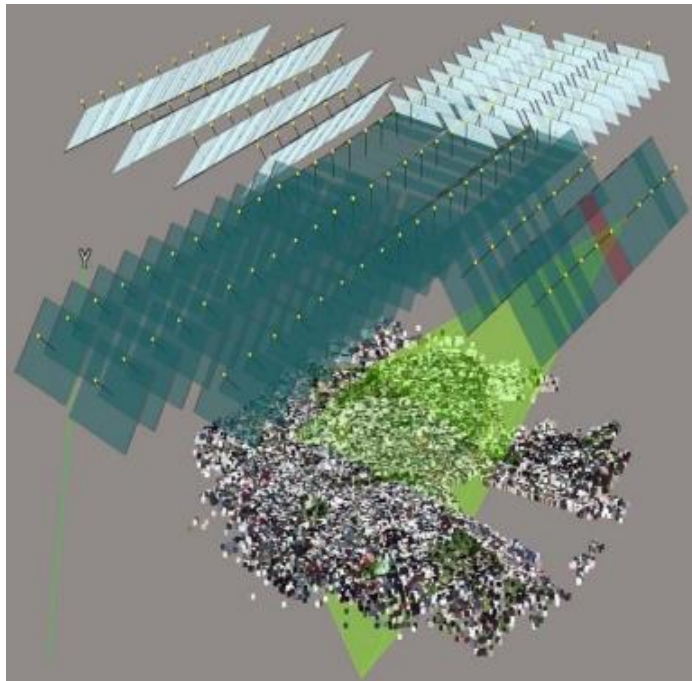
Fotografia aerea verticale e obliqua (in alto) e creazione della maglia 250x250 metri (a destra)

Fonte: The Kalasatama Digital Twins Project. The final report of the KIRA-digi pilot project, 2019



## Città in 3D da foto aeree II

- Unire trovando caratteristiche comuni nelle immagini sovrapposte (in basso)



- Punti di controllo o a terra (destra)

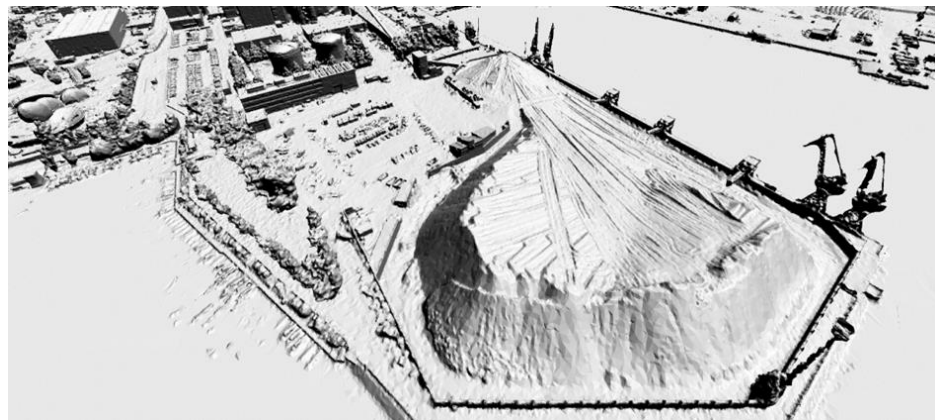
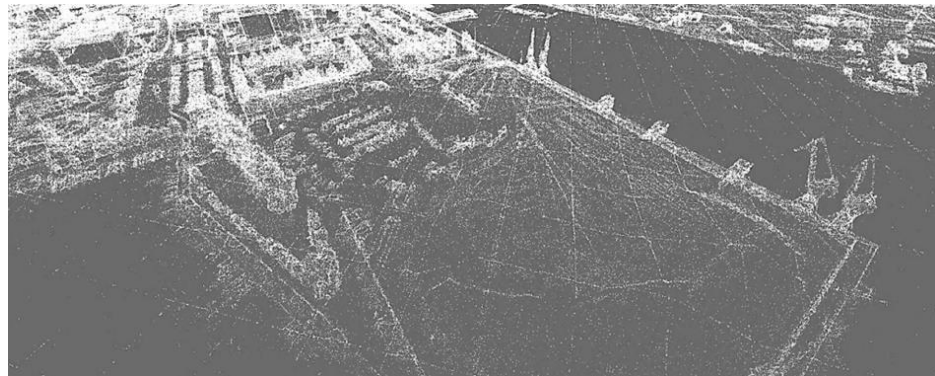
Fonte : The Kalasatama Digital Twins Project. The final report of the KIRA-digi pilot project, 2019



## Esempio del modello di Helsinki

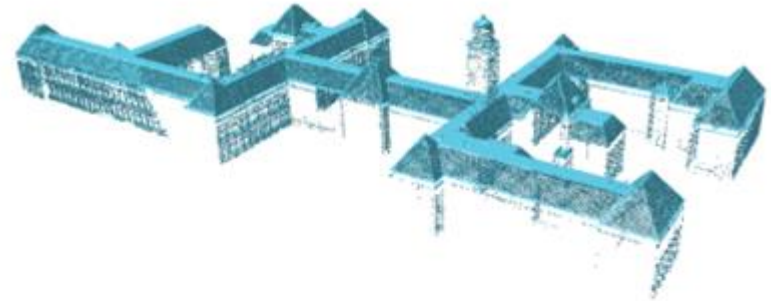
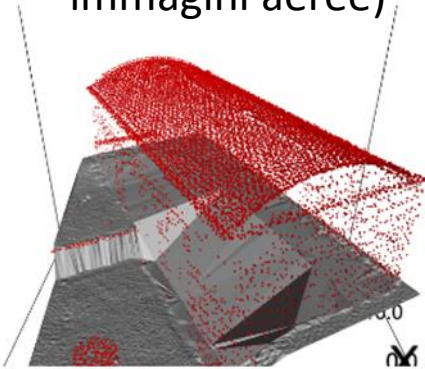
Tre fasi della creazione :

- 1) nuvola di punti da immagini aeree (in alto a destra)
- 2) modello mesh senza triangoli visibili (in basso a destra)
- 3) modello fotorealistico finale (in basso a sinistra)

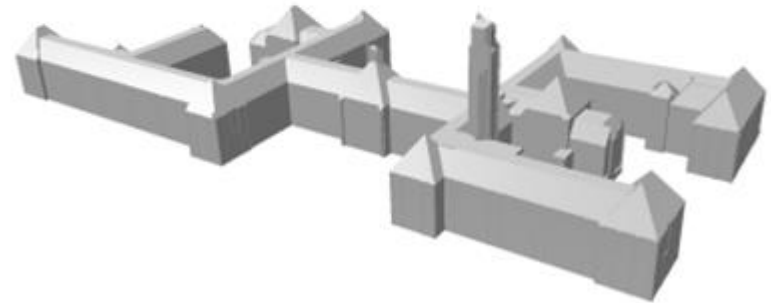


## Città 3D da scansione laser I

- Modelli a maglia anche da nuvole di punti (a destra (a) una nuvola di punti, (b) un edificio ricostruito)
- Può essere fotorealistico (in basso)
- Aree più piccole, maggiori dettagli (rispetto alle immagini aeree)



(a)



(b)

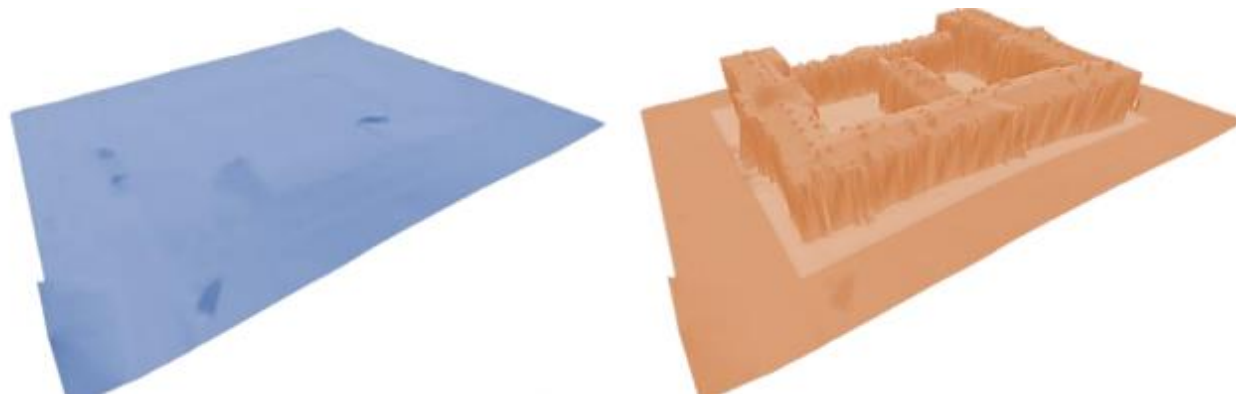
Fonte : 3D Book (sinistra),  
<https://www.rock.estate/blog/a-tour-of-3d-point-cloud-processing> (destra)

## Città 3D da scansione laser II

DTM – quota dell'impronta dell'edificio

DSM – altezza dell'edificio e forma del tetto

Mappa 2D – impronta



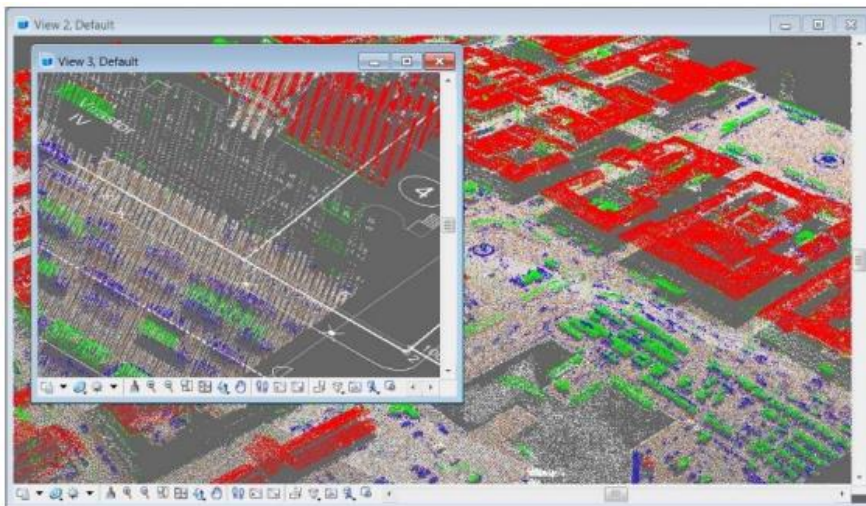
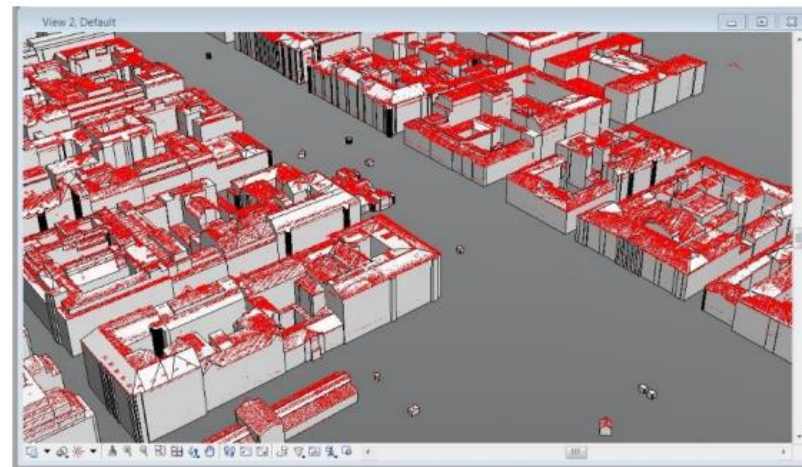
- DTM e DSM – Modello digitale del terreno e della superficie (in alto)
- Modelli di terreno e di superficie di un'area dell'edificio (a sinistra)

## Città 3D da scansione laser III

Mappa di base e nuvole di punti per un'area  
(in basso)

Forme dei tetti degli edifici a partire dai dati  
(in alto a destra)

Geometrie degli edifici 3D creati  
(in basso a destra)



Fonte : The Kalasatama DT Project

## Modello semantico 3D finale

- Aggiunta di informazioni semantiche = attributi
- Disponibile, ad esempio, nei catasti



Esempi di modello semantico grafico di  
Stoccolma - centro città e zona residenziale

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

## Astrazione nei modelli 3D

- Rimozione di parti non necessarie, ad esempio gli interni.
- Modelli semantici - alto livello di astrazione, ID univoci
- Modelli a maglia - bassa astrazione, meno spazio sul computer, più veloci da creare e leggere, più economici



### [Helsinki 3D | Città di 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>

## Esempi di modelli urbani in 3D I

- Modelli semantici - principalmente settore pubblico
- Modelli ad alta grafica - spesso commerciali, Open Street Map
- 1° modello gratuito - Berlino 2015



[VisualizationBerlin – 3DCityDB Database](#)

## Esempi di modelli urbani in 3D II

Molte città forniscono modelli 3D da sfogliare

I dati stessi di solito non sono scaricabili gratuitamente

Eccezioni :

[Città/regioni del mondo con dati aperti \(tudelft.nl\)](#)



Modello semantico di Zagabria, Croazia

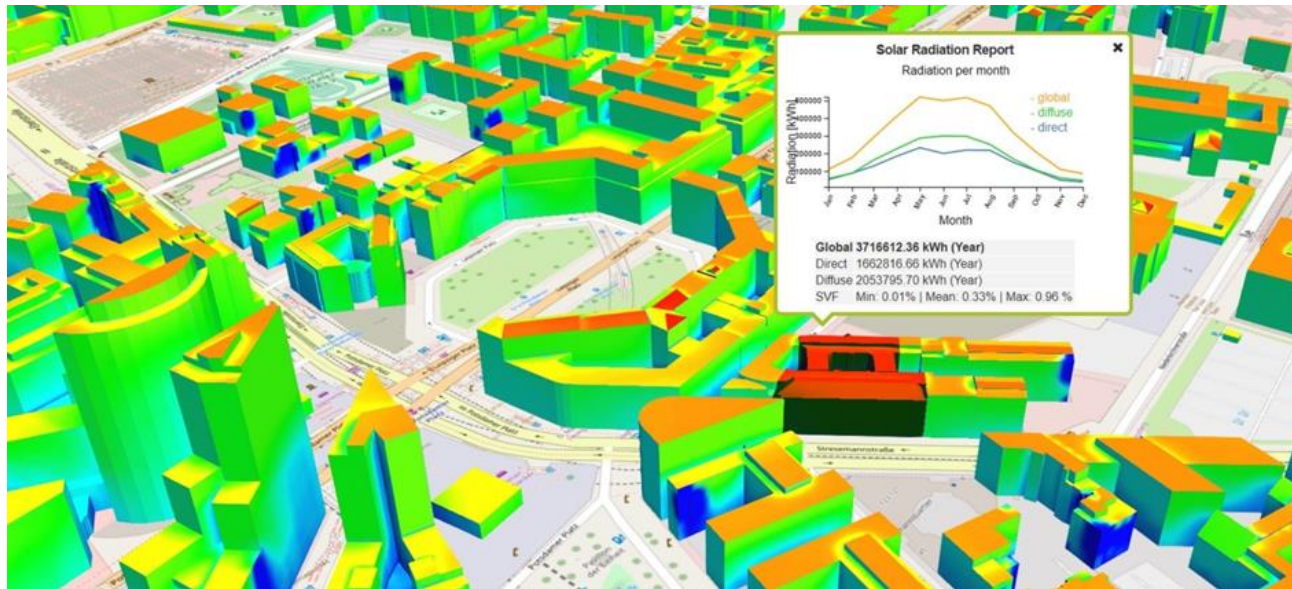
[ZG3D: 3D model Grada Zagreba \(gdi.net\)](#)

## Applicazioni che utilizzano modelli 3D semantici

- Visualizzazione e pianificazione della città (vedi figura)
- Interrogazione - dipende dal LoD e dalla qualità dell'informazione semantica
- Analisi e simulazioni: forniscono nuove informazioni semantiche
- Scenario di test



## Analisi della radiazione solare



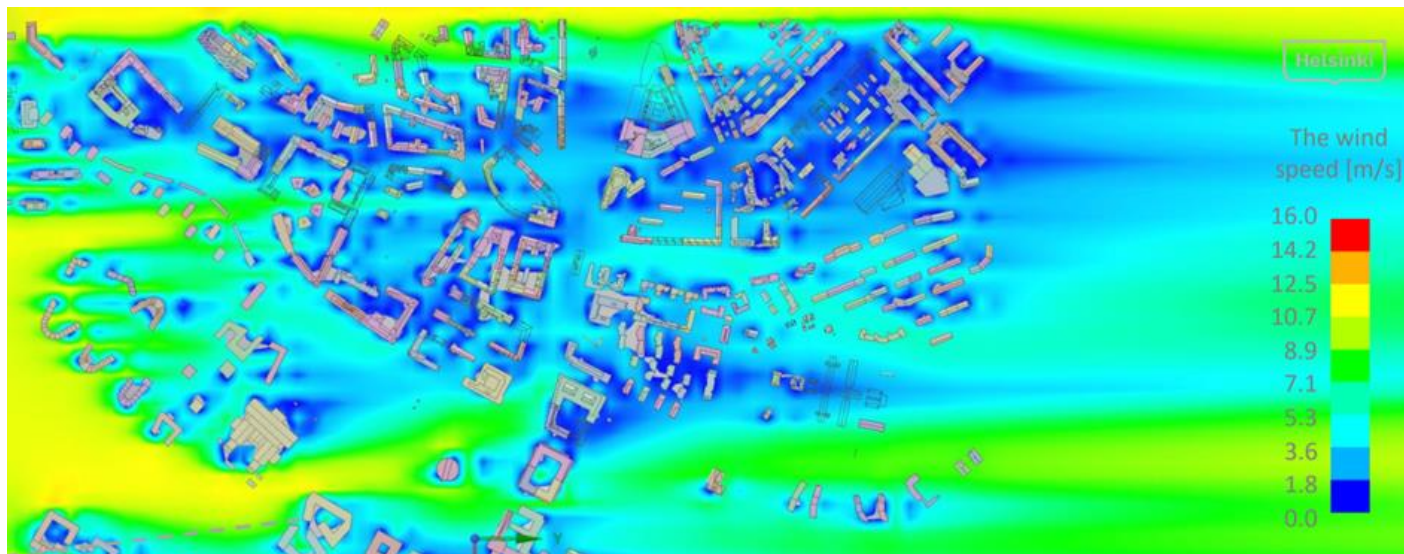
Possibilità di molti calcoli:

- Produzione di energia solare
- I migliori tetti per le celle solari
- % del consumo domestico coperta dall'energia solare
- Soldi spesi per l'elettricità

[3d-stadtmodell\\_solarpotenzialanalyse-aspect-ratio-20-9-3.jpg \(2310x1040\) \(vc.systems\)](#)

## Analisi della velocità del vento

- Rallentamento della velocità del vento nel quartiere di nuova progettazione
- Stima del comfort termico durante le estati calde
- Diffusione dell'inquinamento atmosferico



Simulazione dell'intensità del vento a livello stradale a Helsinki  
Il vento soffia dal lato sinistro dell'immagine a 15m/s

Fonte : The Kalasatama DT Project

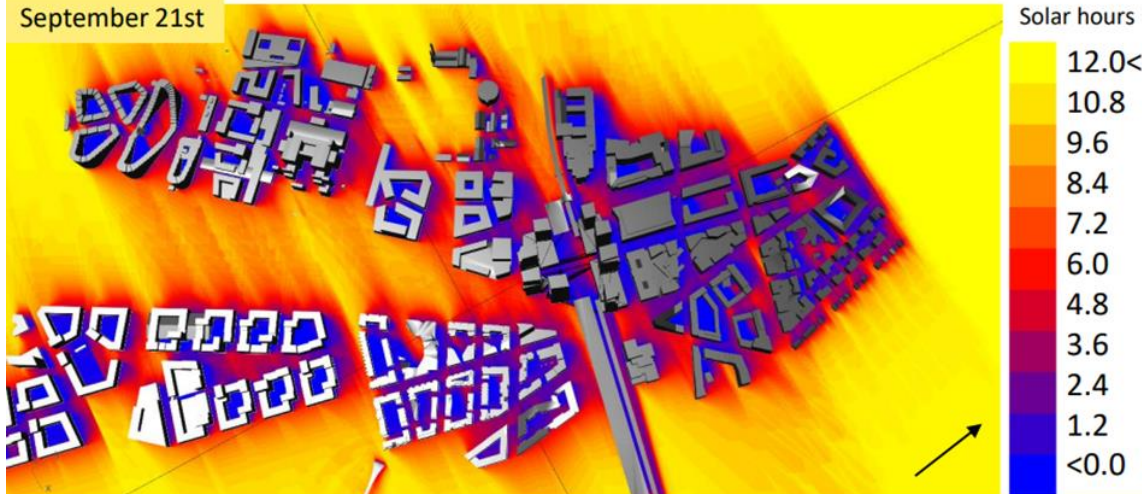
## Analisi di irraggiamento e ombreggiatura

- Pianificazione urbana

September 21st at 16:00



September 21st

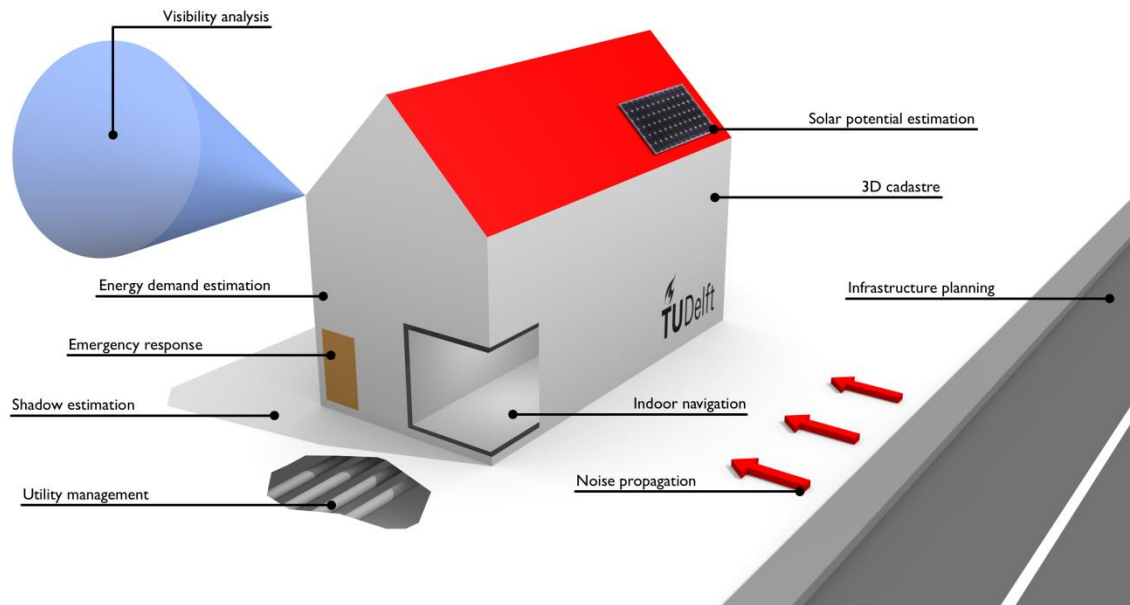


- Irraggiamento (in alto) e ombreggiatura degli edifici pianificati (a sinistra) all'equinozio d'autunno
- Calcoli analoghi per qualsiasi periodo dell'anno
- Progettazione e posizione dell'edificio di prova

Fonte : The Kalasatama DT Project

## Altre applicazioni

- Eventi di pioggia intensa e inondazioni
- Digital Twins, Smart Cities
- Qualità e armonizzazione dei dati fondamentali
- Biljecki e al. (2015):  
Applications of 3D City  
Models: State of the Art  
Review



[Applicazioni di modelli di città 3D | CityJSON](#)

**Grazie per la vostra attenzione**



<https://birgitproject.eu/>

*Finanziato dall'Unione europea. Le opinioni espresse appartengono, tuttavia, al solo o ai soli autori e non riflettono necessariamente le opinioni dell'Unione europea o dell'Agenzia esecutiva europea per l'istruzione e la cultura (EACEA). Né l'Unione europea né l'EACEA possono esserne ritenute responsabili.*