



EARTH
OBSERVING
SYSTEM

Listening To The Pulse Of The Planet



КОНЦЕПЦІЯ ВЕБ-ГІС

*НА ПРИКЛАДІ ЗАСТОСУВАННЯ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО
ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ У ВЕБ-ПЛАТФОРМІ ДЛЯ ВІТВОРЕННЯ І АНАЛІЗУ
МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА*

Тема 4 із курсу Геоінформаційні Системи

Березень 2021



EARTH
OBSERVING
SYSTEM

Listening To The Pulse Of The Planet



План лекції:

- 1. Дослідження міського середовища через ГІС-засоби – слайди 3-8*
- 2. Основи дистанційного лазерного сканування – лідарна з'йомка - слайди 9-13*
- 3. Моделювання, аналіз і візуалізація міського середовища через обробку лідарних даних - слайди 14-19*
- 4. Веб-ГІС як розподілена інформаційна система для відтворення міського середовища - слайди 20-32*

Слайд 2



EARTH
OBSERVING
SYSTEM

Listening To The Pulse Of The Planet



1.Дослідження міського середовища через ГІС-засоби

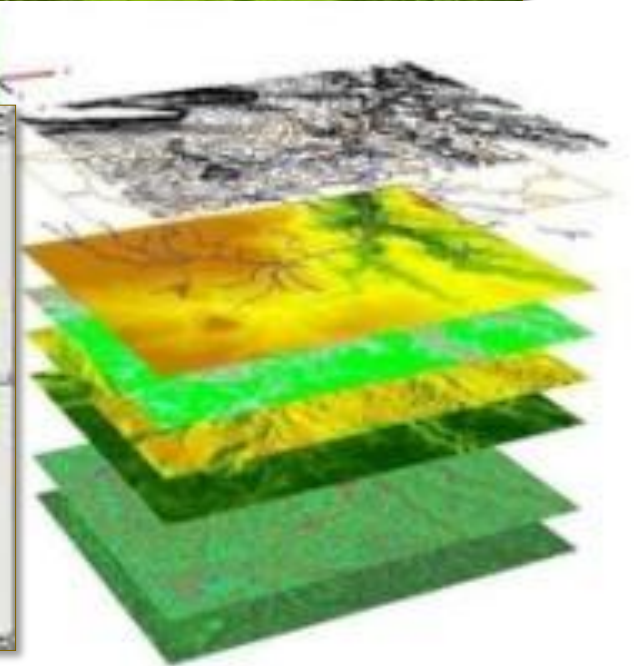
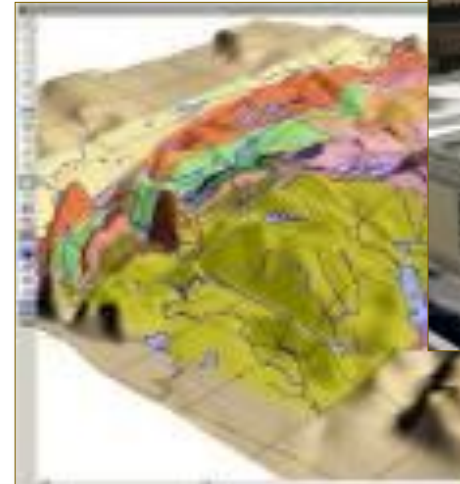
Слайд 3

GIS / RS is a key tool of the modern world transformation research...

This approach and technology integrate many different types of spatial data such as:

- Digital Elevation Models / Digital Surface Models;
- Scanned images and maps;
- Point Clouds presentations and processing;
- Vector map data – roads, rivers, contours;
- Raster map Data – aerial photographs, satellite images;
- 3D features – buildings, other urban man-made features, geobodies;
- Engineering data – surface and subsurface, etc.

...Роль ГІС у сучасній географії можна порівняти з роллю тих транспортних засобів у епоху Великих Географічних Відкриттів, через які ці відкриття і були, власне, здійснені....



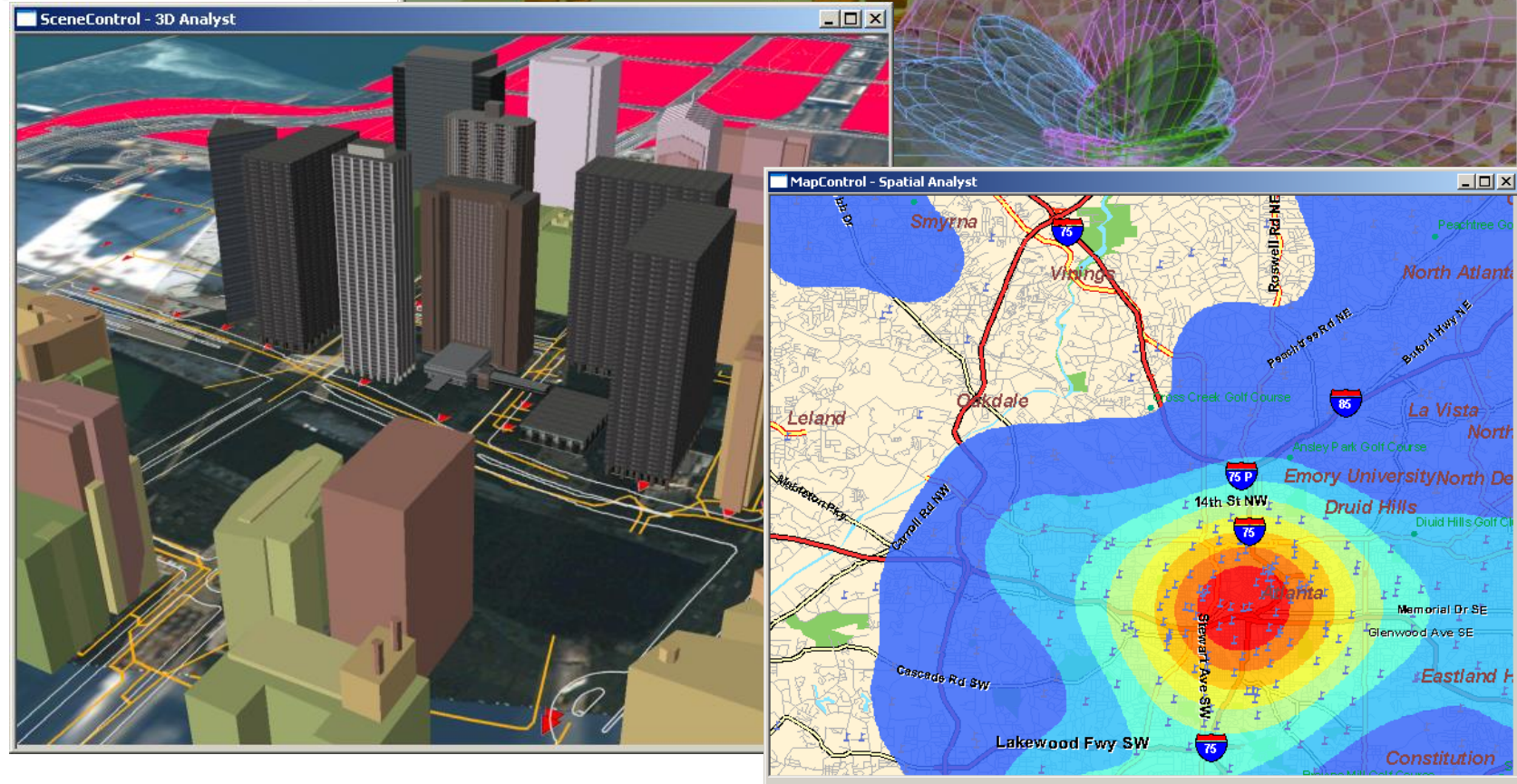
GIS / RS is a key tool (continued)...

The introductory part of our presentation is concerned with modeling and spatial analysis within a GIS framework for both environmental and socio-economical issues. As such, it takes a pragmatic, software-centric view of the tools, techniques, methods, and models currently available to geographic analysts, modelers, software engineers, and GIS / RS professionals.

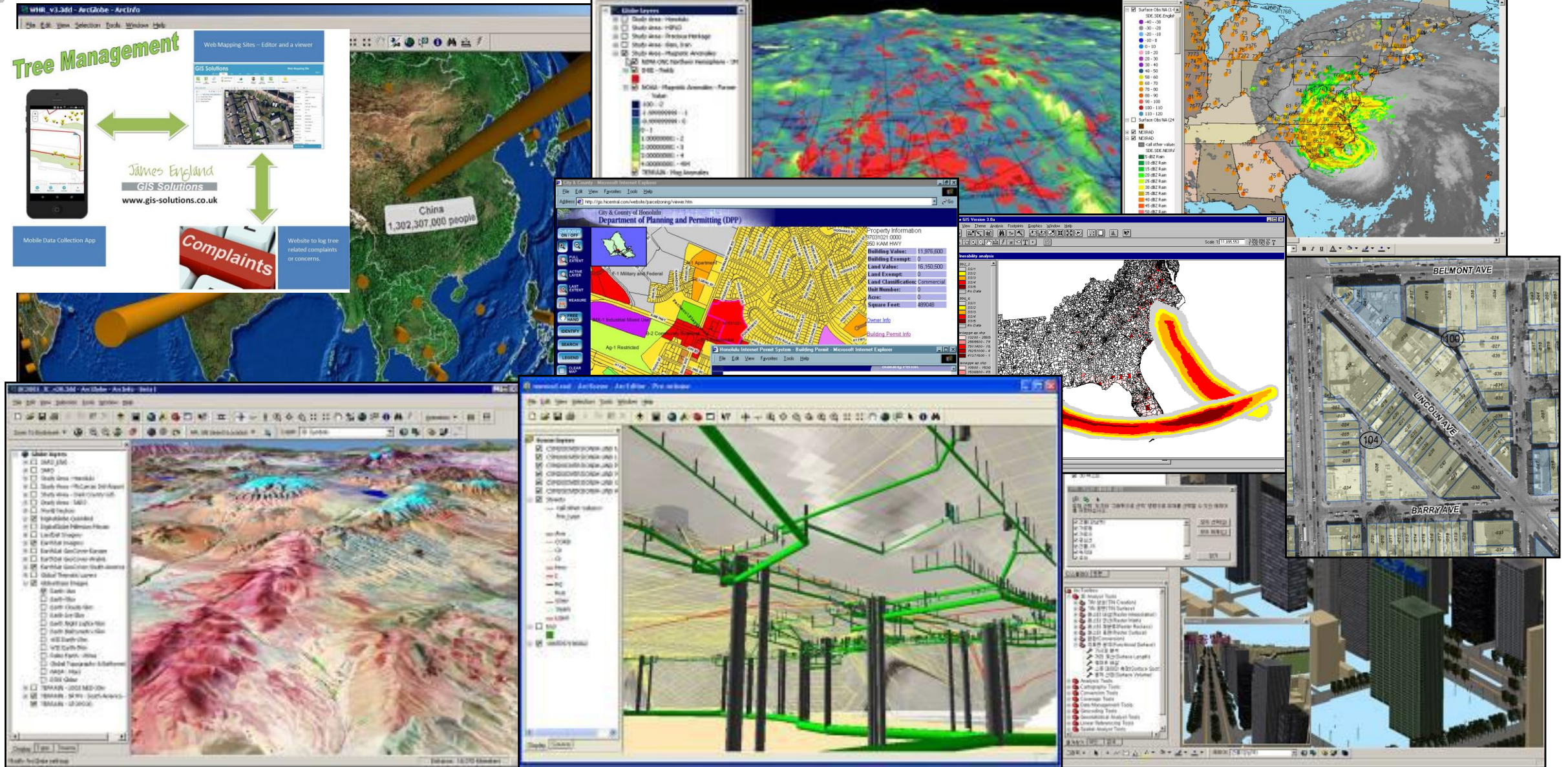
This view is directed to the urban pattern recognition

Головне місце у предметних суспільно-географічних дослідженнях із застосуванням ДДЗ, спеціалізованого програмного веб-забезпечення, і відповідної ГІС-платформи має займати інтеграція різноманітних даних щодо урбаністичного середовища із наступною візуалізацією проміжних або кінцевих результатів їх обробки.

На нашу думку, цілком зрозуміло, що у такій предметній галузі аналізу міського середовища і визначення морфології / динаміки змін суспільно-географічного ландшафту дуже важливим є визначення так званих патернів (певних класів) просторового розповсюдження різноманітних архітектурних форм та міської інфраструктури. У вказаному відношенні зрозуміло, що великі обсяги як первинних, так і похідних даних без застосування засобів обробки ДДЗ, геоінформаційного аналізу, і просторового моделювання важко обробляти та майже неможливо ефективно аналізувати. На двох наступних слайдах наводяться приклади застосування ГІС-технологій із самих різних предметних галузей, це підкреслюємо.



GIS is a key tool...



GIS is a key tool (ended)...



Питання до *першого* розділу лекції:

- 1. Зробіть класичне визначення ГІС, з яким знайомилися у курсі *Інформатика з основами геоінформатики*.**
- 2. Якою є взагалі роль ГІС у сучасній географії?**
- 3. Що є головним у комплексних суспільно-географічних дослідженнях із застосуванням ДДЗ, спеціалізованого програмного забезпечення та сучасної ГІС-платформи?**
- 4. Що може вважатися ключовим у предметній галузі аналізу міського середовища за допомогою комбінації *ГІС / ДДЗ* ?**
- 5. Назвіть предметні галузі у яких застосовуються ГІС-технології.**



EARTH
OBSERVING
SYSTEM

Listening To The Pulse Of The Planet



2.Основи дистанційного лазерного сканування – лідарна з'йомка

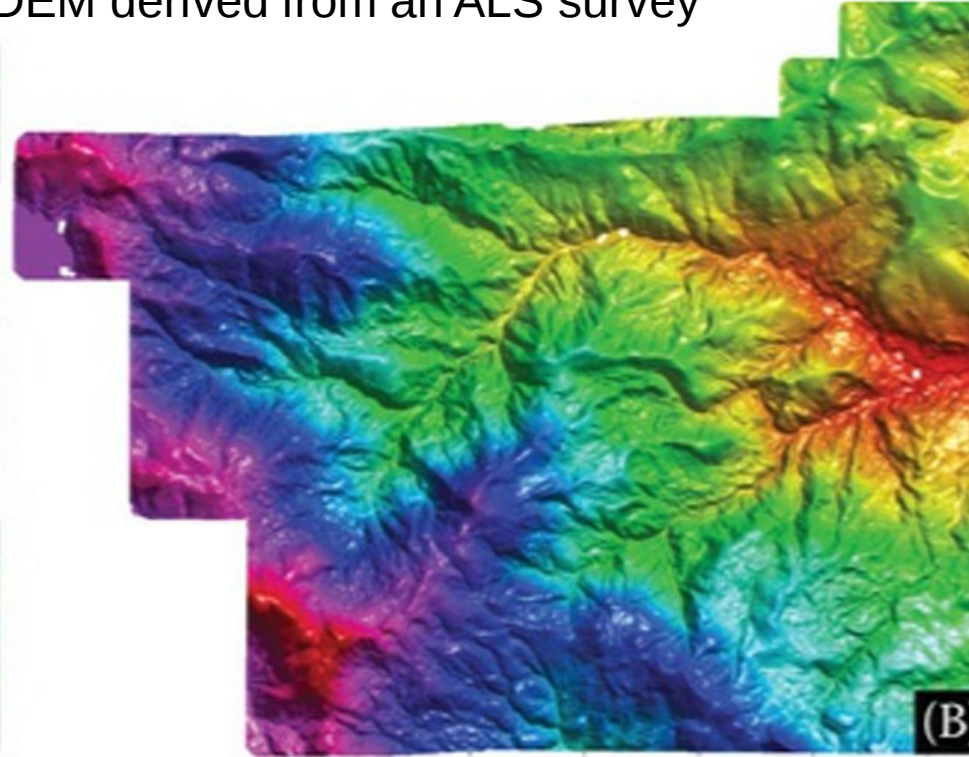
Слайд 9

Advantages of the LiDAR Surveying Technique over Optical Aerial Images: an area of *Panther Creek, Oregon*

GeoEye-1 imagery

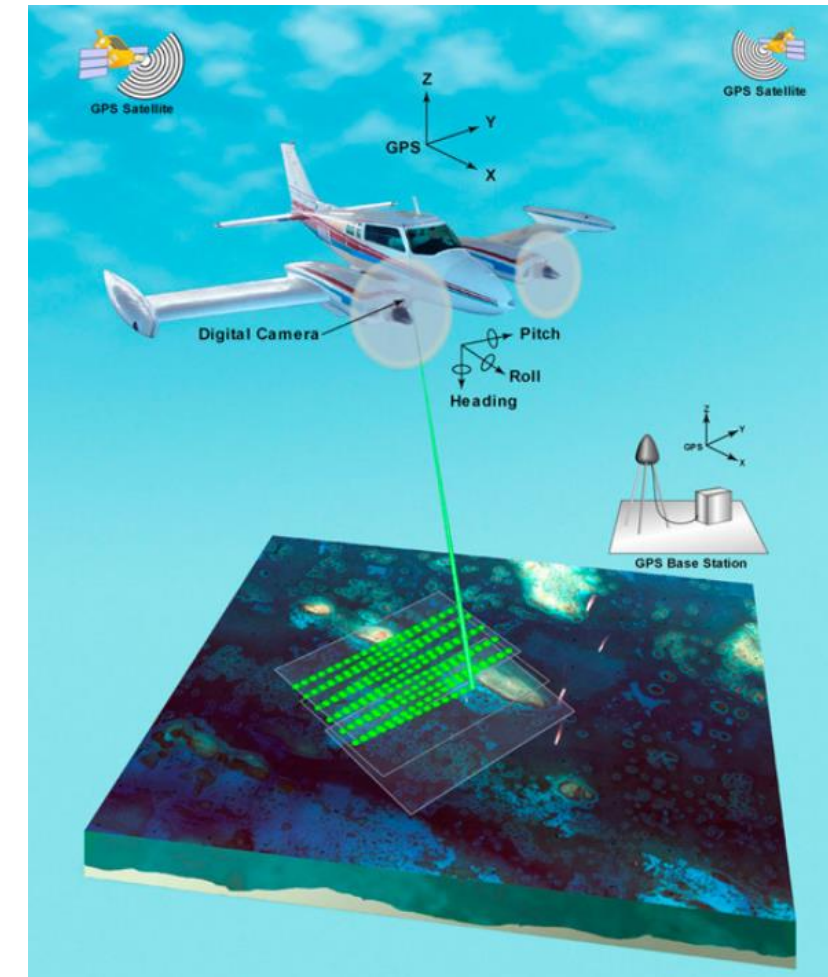
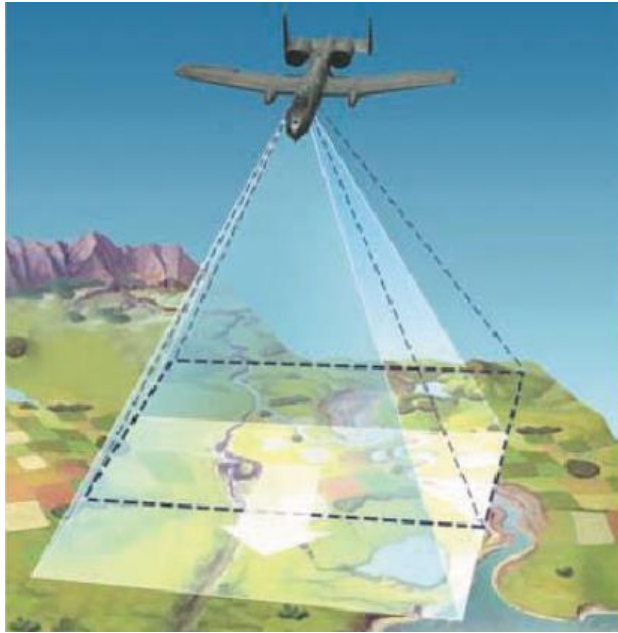


DEM derived from an ALS survey



Відомо, що **LIDAR** ([англ. Light Detection and Ranging](#)) – це технологія отримання та обробки інформації про віддалені об'єкти за допомогою активних оптичних систем, що використовують явища відображення світла та його розсіювання в прозорих і напівпрозорих середовищах. LiDAR як прилад є, як мінімум, *активним далекоміром оптичного діапазону*. Можливо, найбільш привабливою характеристикою зйомки та її результативних даних є здатність проникати через крони дерев і вимірювати структуру крони й топографічну поверхню на шляху проходження лідарного променя. Так, на *лівій ілюстрації* цього слайда (**слайд 7**) оптичний імідж, кожний піксель якого визначається по відбиттю світла від поверхні об'єкта зйомки, і користувач не бачить рельєфу місцевості під густими кронами. На *правій ілюстрації* – завдяки *ground laser returns*, що проникають через крони, побудована континуальна цифрова модель місцевості.

Typical airborne LiDAR system (continued):

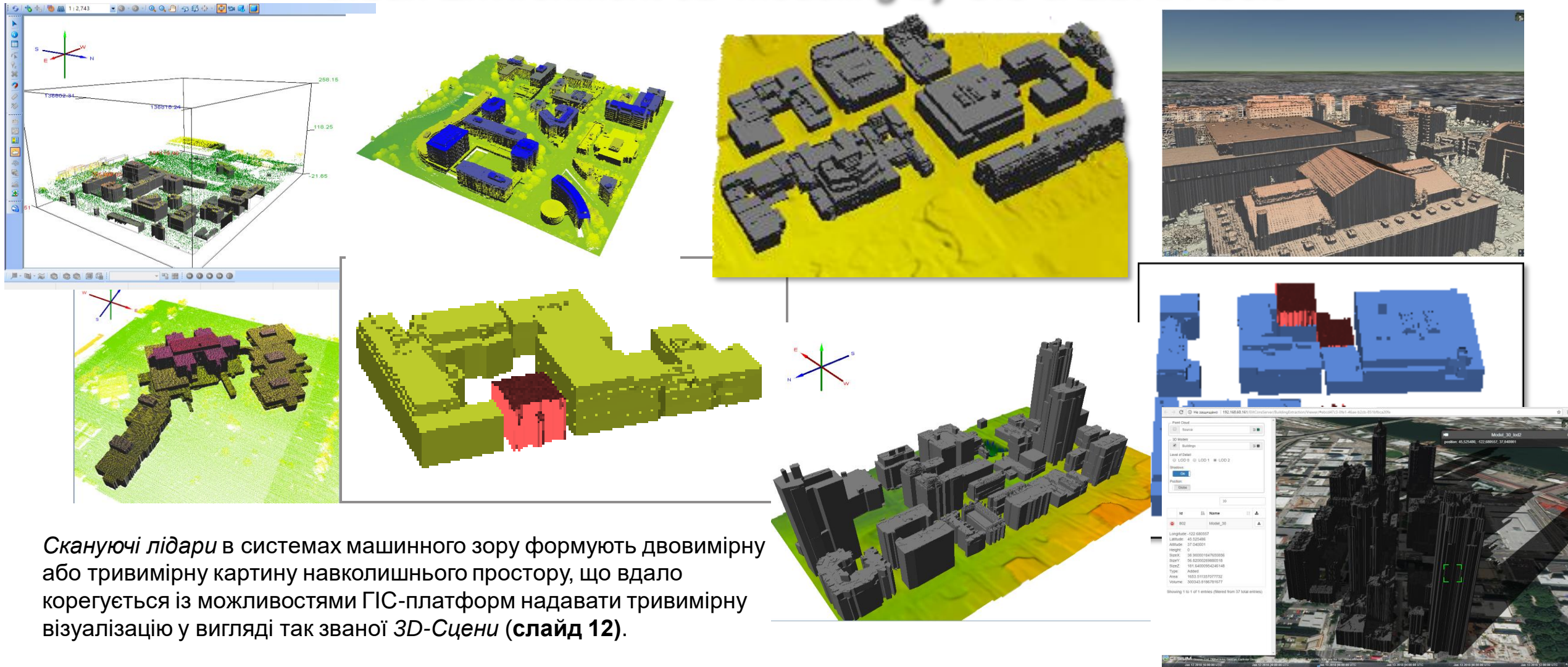


Лідар знімає конусом - приблизно так....Один з параметрів лідара - це кут зйомки. Усередині цього кута відбувається однакова кількість вимірів (променів). Квадрокоптери, безпілотики, вертольоти й літаки літають на різній висоті. Через це в них і виходять різні дані. Ті, які літають низько, дають маленьку площу, але більшу щільність. І навпаки. У квадрокоптерів ще мінус - вони можуть літати дуже короткий час. Залежно від висоти в нас збільшується площа зйомки, але й збільшується відстань між точками (променями на землі) - тобто зменшується щільність точок на площі. Для зйомки великої ділянки літак літає приблизно от так, як на правому малюнку слайду (слайд 8).

Тривимірне відтворення урбаністичного середовища через ГІС та ДДЗ

— новітній підхід до виокремлення урбогеосистем

Urban Environment 3D-modeling by GIS & LiDAR-tools



Питання до другого розділу лекції:

- 1. Що таке скануючий лідар (LiDAR – Light Detection And Ranging)?**
- 2. У чому полягають головні переваги лідарної з'йомки?**
- 3. Назвіть головні особливості лідарної з'йомки?**
- 4. Які властивості лідарів вдало корегують з можливостями ГІС-платформ?**



EARTH
OBSERVING
SYSTEM
Listening To The Pulse Of The Planet



3. Моделювання, аналіз і візуалізація міського середовища через обробку лідарних даних

Слайд 14

Різноманіття ГІС/ДДЗ застосувань щодо тривимірних моделей урбаністичного середовища

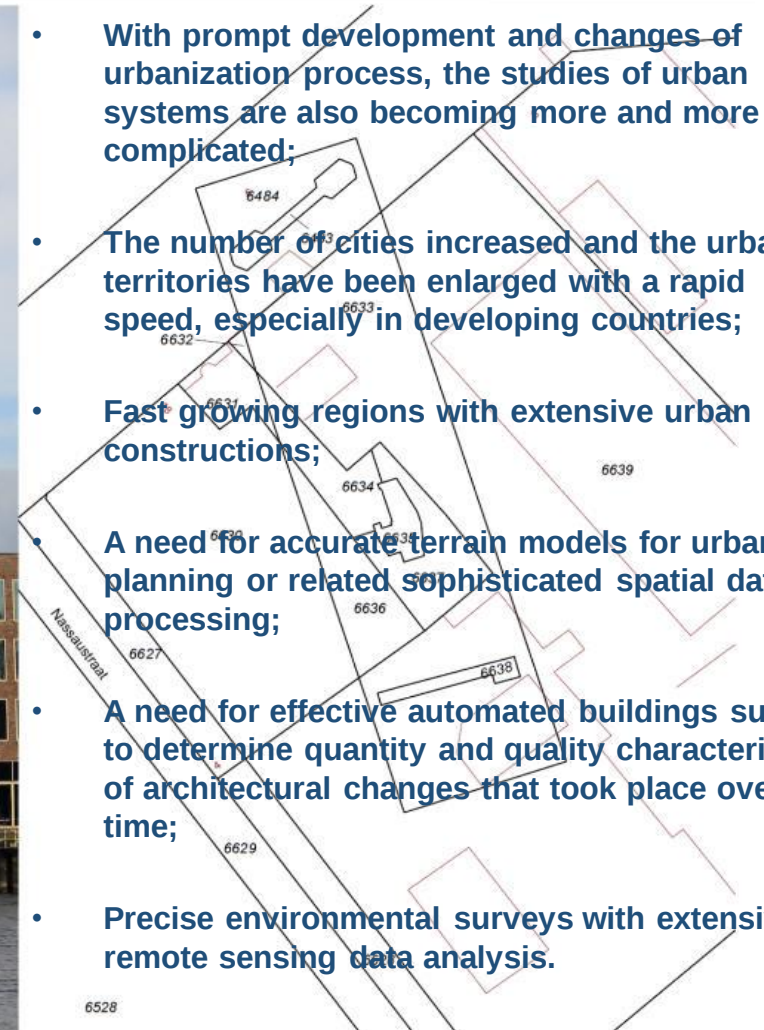
Variety of GIS/Remote Sensing Applications with 3D City Models

Ілюстрація слайду подає суттєві обмеження двовимірного кадастру

The picture of this slide exposes the limitations of a 2D City Cadaster



- With prompt development and changes of urbanization process, the studies of urban systems are also becoming more and more complicated;
- The number of cities increased and the urban territories have been enlarged with a rapid speed, especially in developing countries;
- Fast growing regions with extensive urban constructions;
- A need for accurate terrain models for urban planning or related sophisticated spatial data processing;
- A need for effective automated buildings survey to determine quantity and quality characteristics of architectural changes that took place over time;
- Precise environmental surveys with extensive remote sensing data analysis.

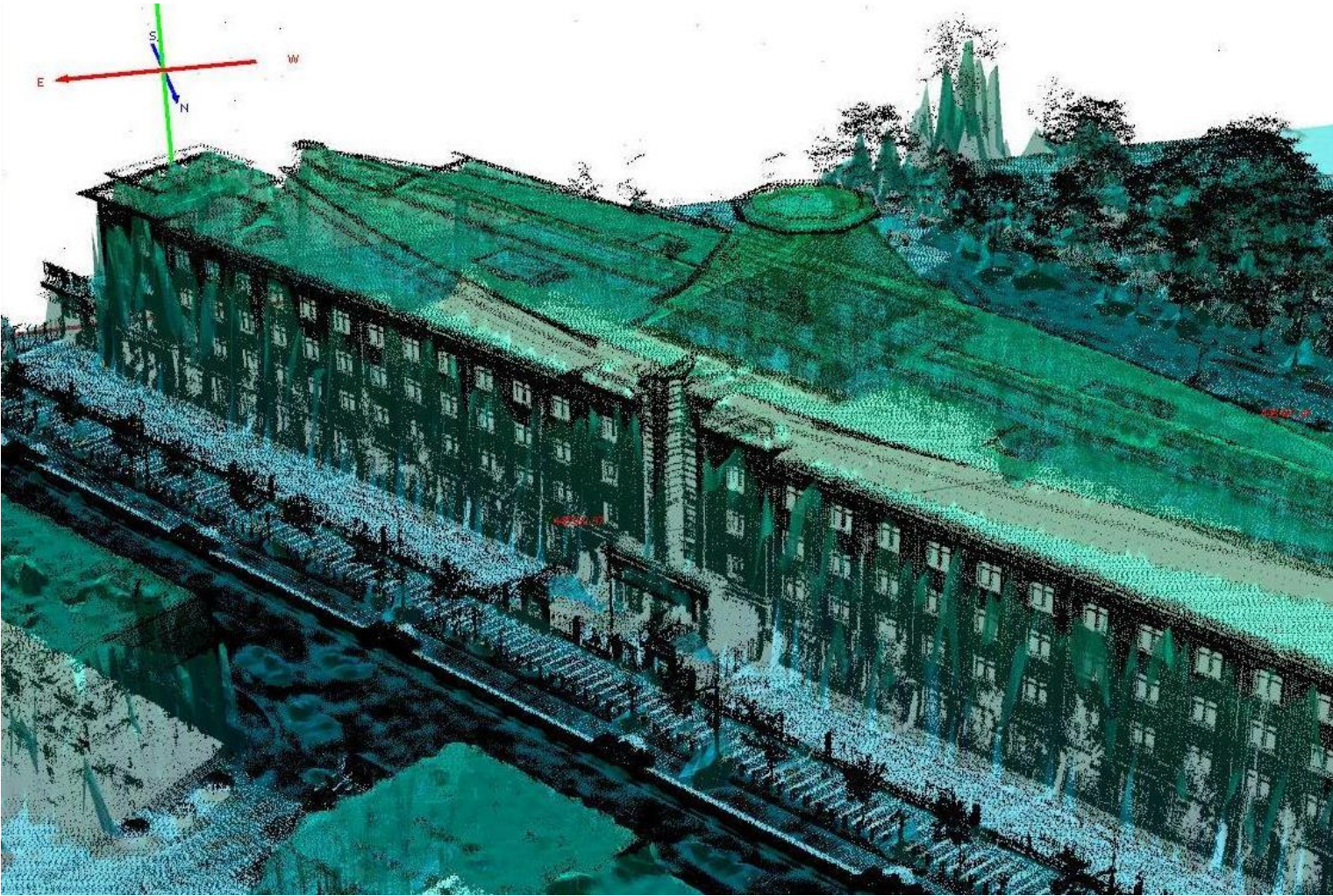


- Ті швидко зростаючі населені пункти, що функціонують, як все більш і більш ускладнені *урбогеосистеми*;
- Необхідність отримання високоточних цифрових моделей місцевості щодо менеджменту територій міст;
- Потреба в автоматизованих засобах огляду, аналізу і візуалізації повної інфраструктури міста, і особливо – щодо отримання кількісних та якісних характеристик, наприклад, архітектурних змін, які мали місце за певний проміжок часу.
- Причому, традиційні двовимірні карти міської інфраструктури можуть вже не задовольняти нагальних потреб муніципального менеджменту, як це ілюструються на попередньому слайді презентації (**слайд 10**).

16

Обробка LiDAR даних повітряної та наземної з'йомки міського середовища

AL / MSL Data Processing

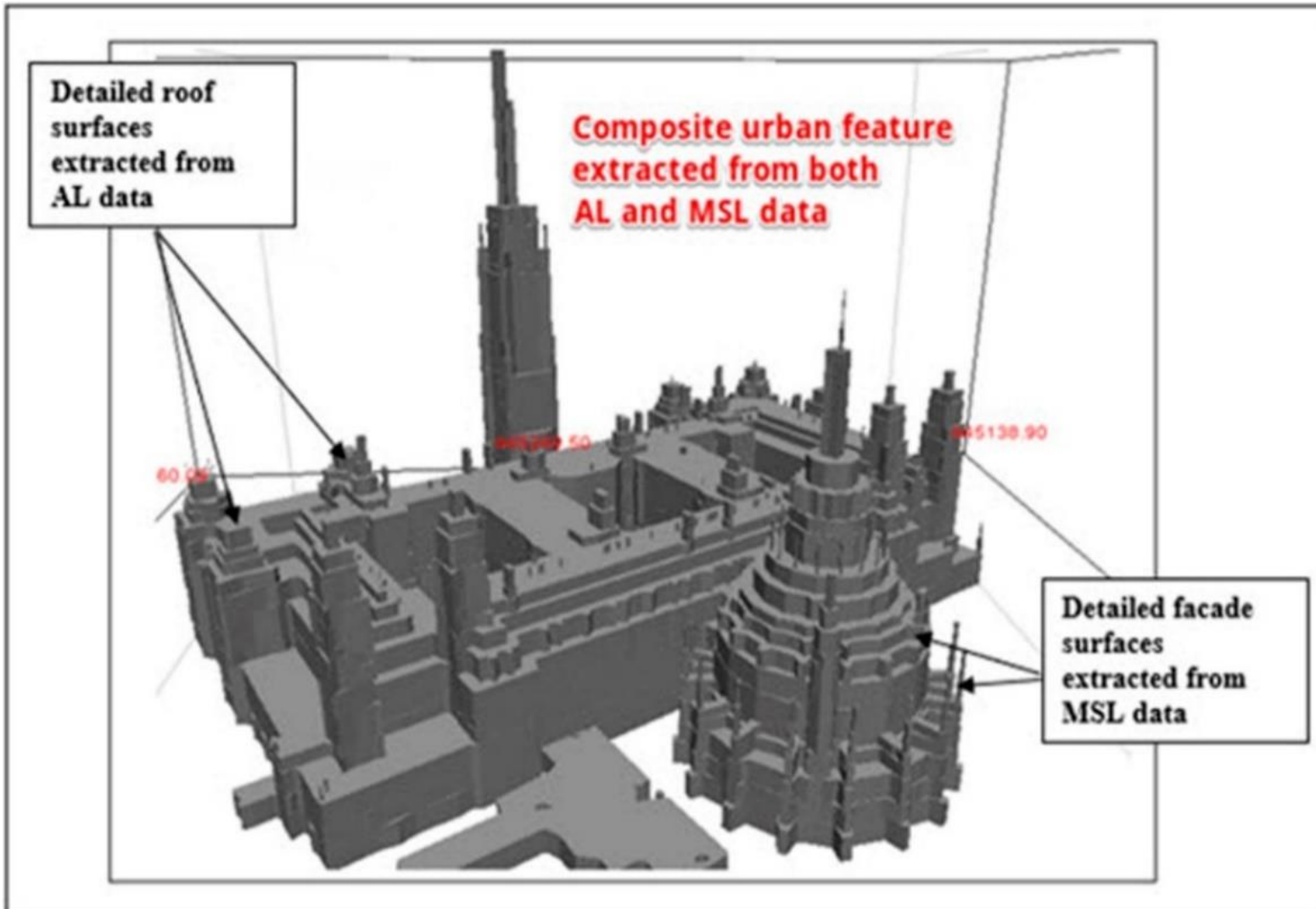


Головним контентом цієї лекції є подання і обговорення мультифункціонального суспільно-географічного підходу щодо дослідження міського середовища через веб-застосування - геоінформаційне програмне забезпечення, як Клієнт-Серверне застосування та під Хмарну Платформу.

The *main goal* of this talk is to recognize that conceptual R&D approach, which provides the development of the multifunctional web-based GIS-tools intended for the urban feature extraction by *LiDAR* geoprocessing, modeling and visualizing within *three basic functional issues*: **BE**, **CD**, and **DEM-G**.

Laser Scanning • Data Modeling & Analysis • Feature Extraction • Change Detection • City Alterations Management • DEM Generation

Обробка LiDAR даних для відтворення урбаністичного середовища... AL / MSL Data Processing for the urbanistic environment modeling



Як забудови є ключовою складовою міського середовища, так і їхні LiDAR-моделі – основним компонентом модельного урбаністичного середовища (УС). Останнє ми розуміємо сукупністю зовнішніх умов та факторів життєдіяльності того працездатного населення, яке зовсім не зайнято у сільськогосподарській праці, і ареною життєдіяльності якого є виключно суспільно-географічний ландшафт (СГЛ). Гібридні (AL+MSL) високоточні лідарні 3D моделі виступають оптимальним вибором відтворення сутності «УС+СГЛ»

Buildings should be accepted as the *key man-made features in the urbanistic environment*. These features represented by 3D city models makes accessible a wide range of highly efficient applications within up to *twenty industrial domains*. LiDAR data are usually dense, high accurate, and representative. Thus, these data look like an understandable choice to visualize any urbanistic and social geographic landscape environment with 3D city models.

Питання до *третього* розділу лекції:

- 1. Чим обумовлюються існуючий попит на програмне забезпечення щодо аналізу *урбогеосистем* та *суспільно-географічного ландшафту* і виклики, які цей попит супроводжують?**
- 2. Що займає головне місце у предметних дослідженнях міського середовища із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення *LiDAR* і відповідної ГІС-платформи?**
- 3. Що є головним контентом усієї Четвертої лекційної теми?**
- 4. Дайте визначення урбаністичного середовища у аспекті його лідарної моделі.**



EARTH
OBSERVING
SYSTEM

Listening To The Pulse Of The Planet

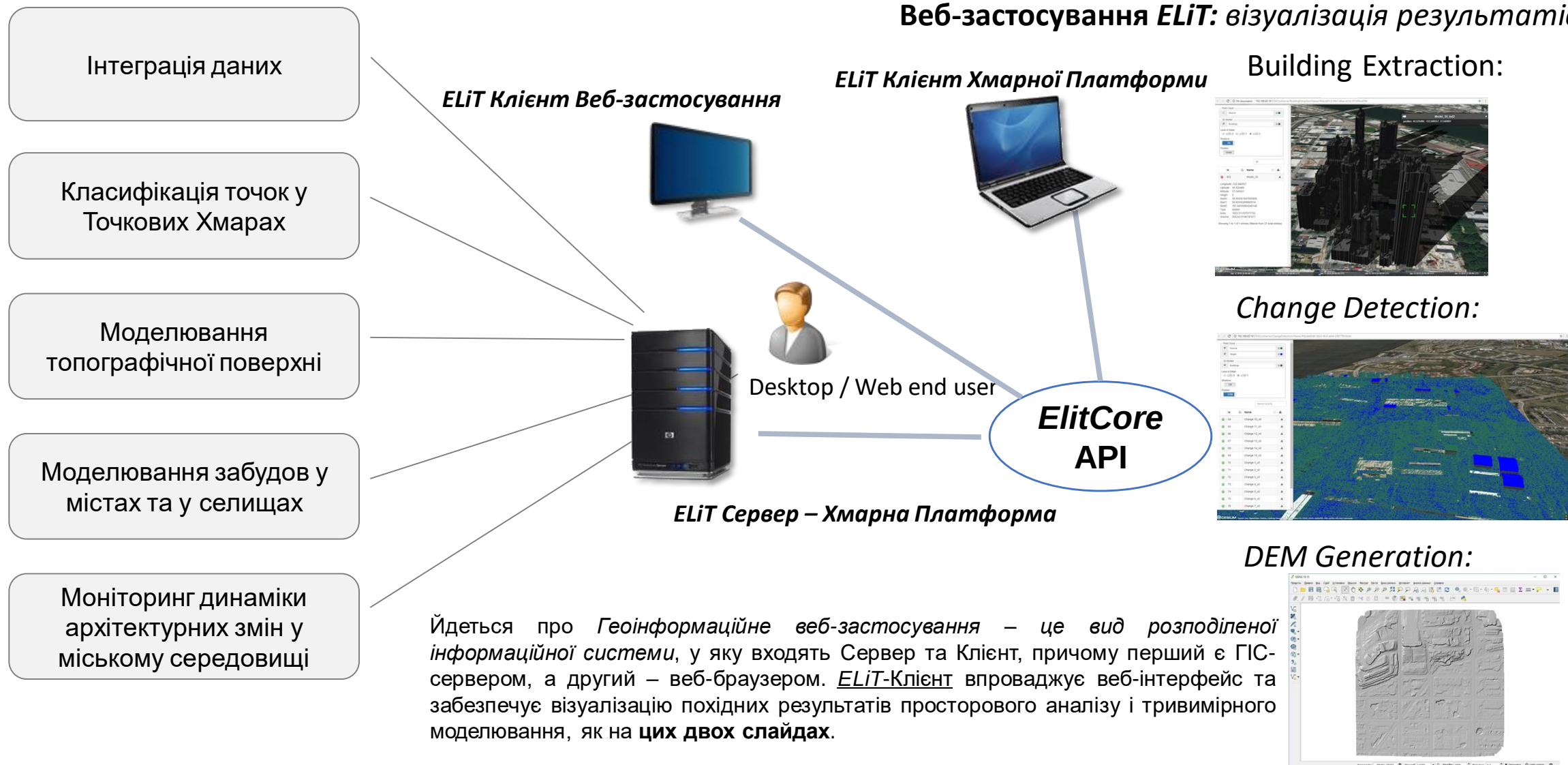


4. Веб-ГІС як розподілена інформаційна система для відтворення міського середовища

Слайд 20

Геоінформаційне Веб-застосування як розподілена інформаційна система

Веб-застосування *ELiT*: візуалізація результатів



Домашня веб-сторінка

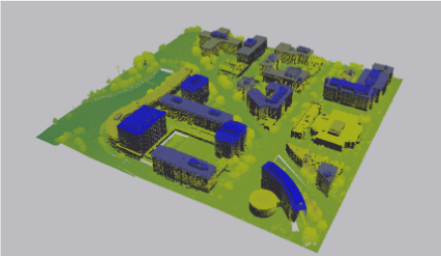




EARTH
OBSERVING
SYSTEM
Listening To The Pulse Of The Planet



FILES TOOLS ▾ INFO ▾ ABOUT

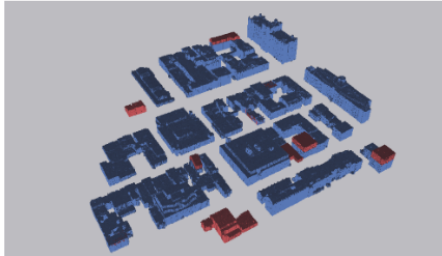


Automated Feature Extraction

- › Urban 3D feature extraction from LiDAR Point Clouds
- › Bare Earth surface detection
- › Both natural and human environment classification
- › 3D City model generation

Building Extraction

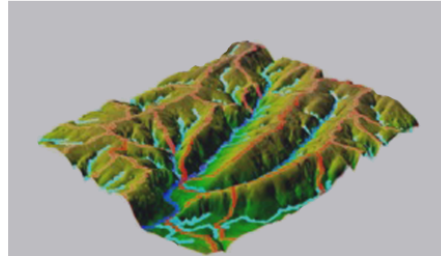
Building Extraction Rural Area



Urban Change Detection

- › City change detection in block, district and a whole city scopes over different periods of time
- › Exact location of changes
- › Detailed geodatabase of urban changes
- › LiDAR statistics

Change Detection



Topographic Modeling & Analysis

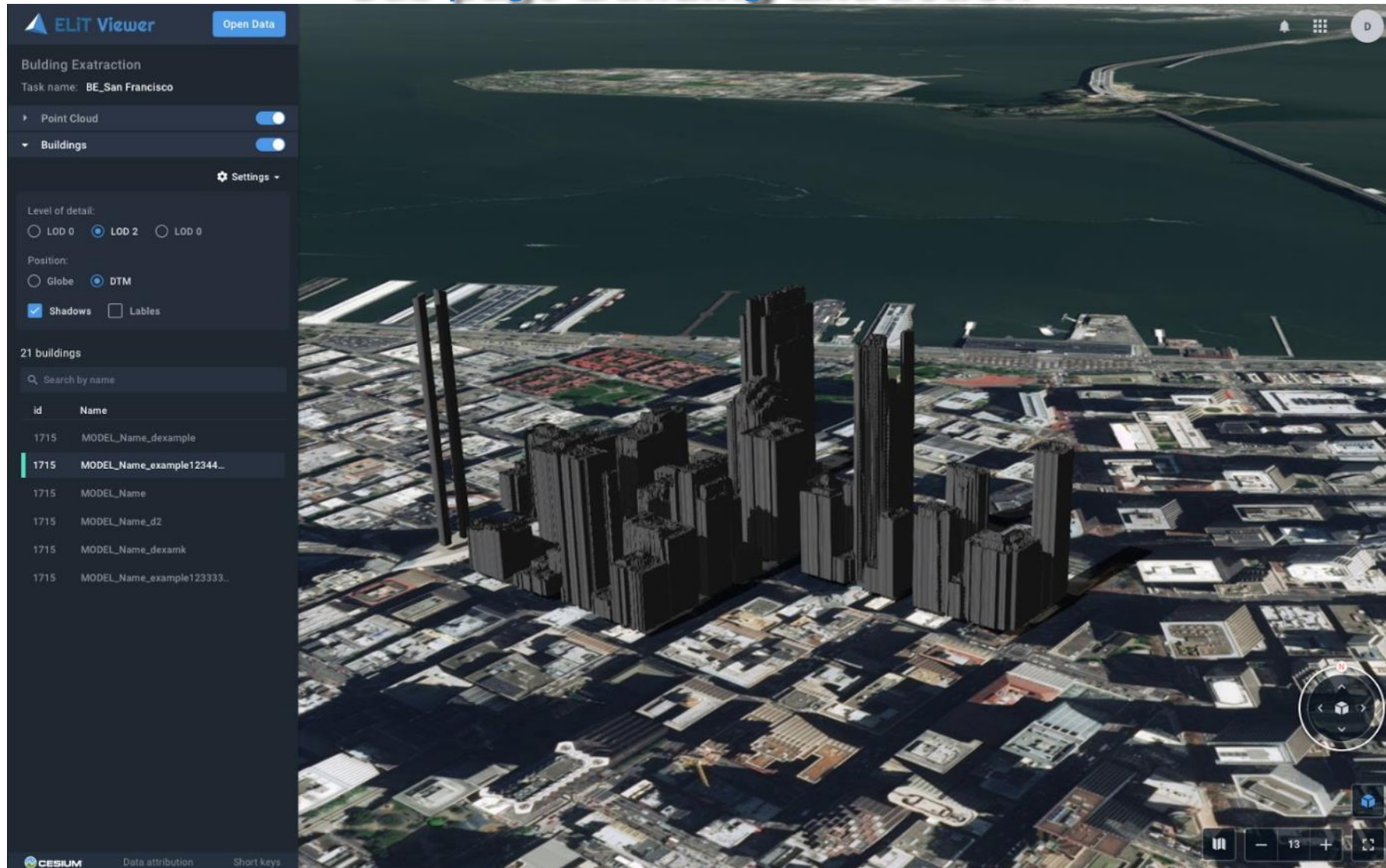
- › Digital Elevation Model generation
- › Watershed delineation
- › Aspects, Slopes, Viewsheds
- › Channel networks
- › Contouring including 3D contours

DEM Generation

Візуалізація виконується через *Java Script*-бібліотеку *Cesium*, яка взагалі широко використовується у різних програмних веб-додатках для відображення тривимірних карт глобального покриття. ELIT-Сервер є як Менеджером Ресурсів, так і Менеджером Завдань. Сервер забезпечує завантаження первинних даних, впровадження розрахунків, відвантаження похідних результатів. У Сервера є *URL*, по якому Клієнти знаходять його у Веб-мережі. При відправленні запитів до сервера Клієнти використовують протокол *HTTP*. Сервер виконує запитовані процедури і відправляє відповідь Клієнтам через той самий протокол.

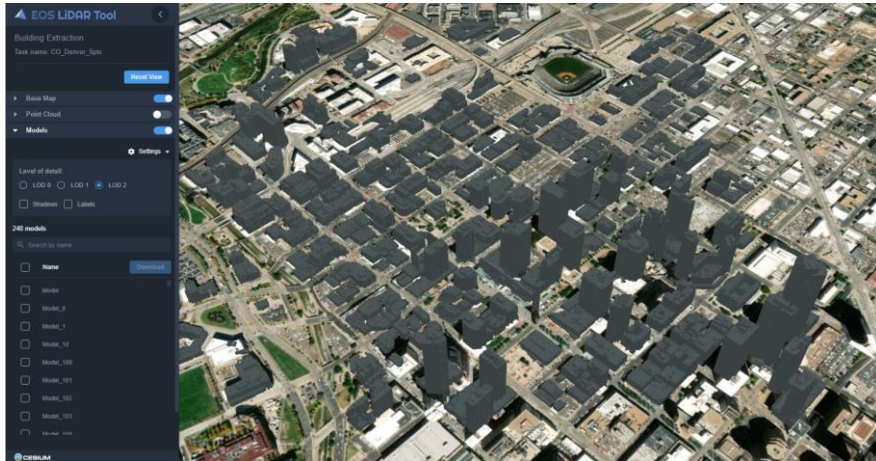
Веб-сторінка Виокремлення Забудов

Sub-page *Building Extraction*

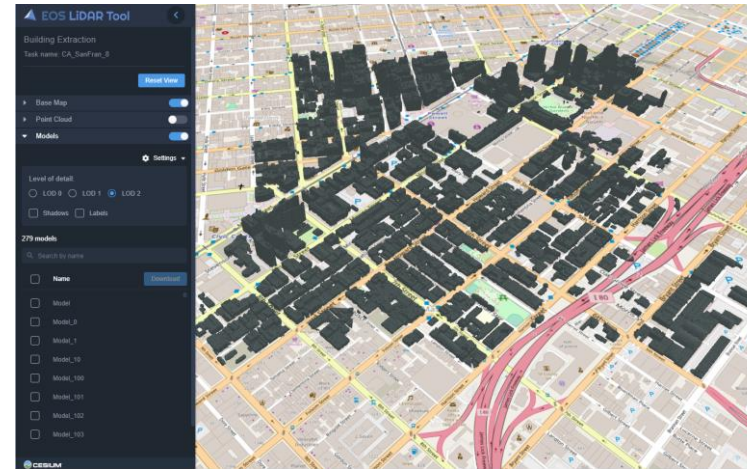


OS Data gathering, analysis, and QA-issues: checking on USGS data through various urban areas

Denver



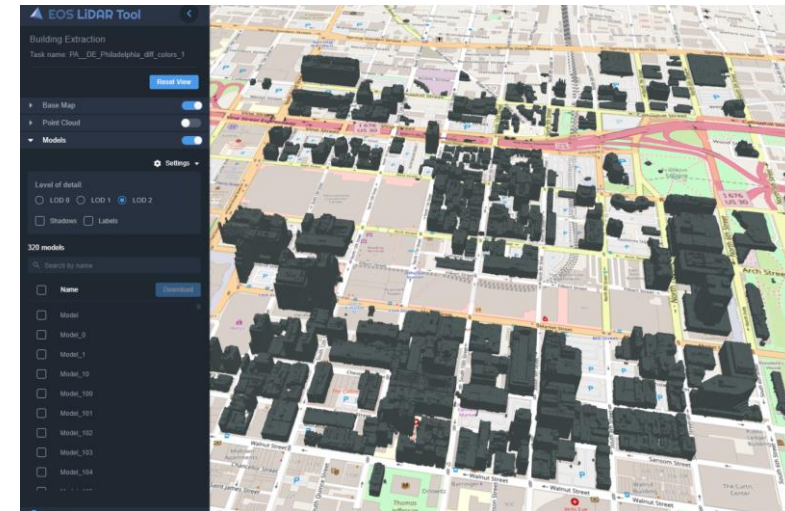
San-Francisco



Boston



Philadelphia





Веб-сторінка Виокремлення Забудов (продовження)

Sub-page *Building Extraction* (continued)

<HIDE

Building Extraction

Task name:

Point Cloud ☐

Buildings ☒

Settings

Level of detail:

☐ LOD 0 ☐ LOD 1 ☒ LOD 2

Position:

☒ Globe ☐ DTM

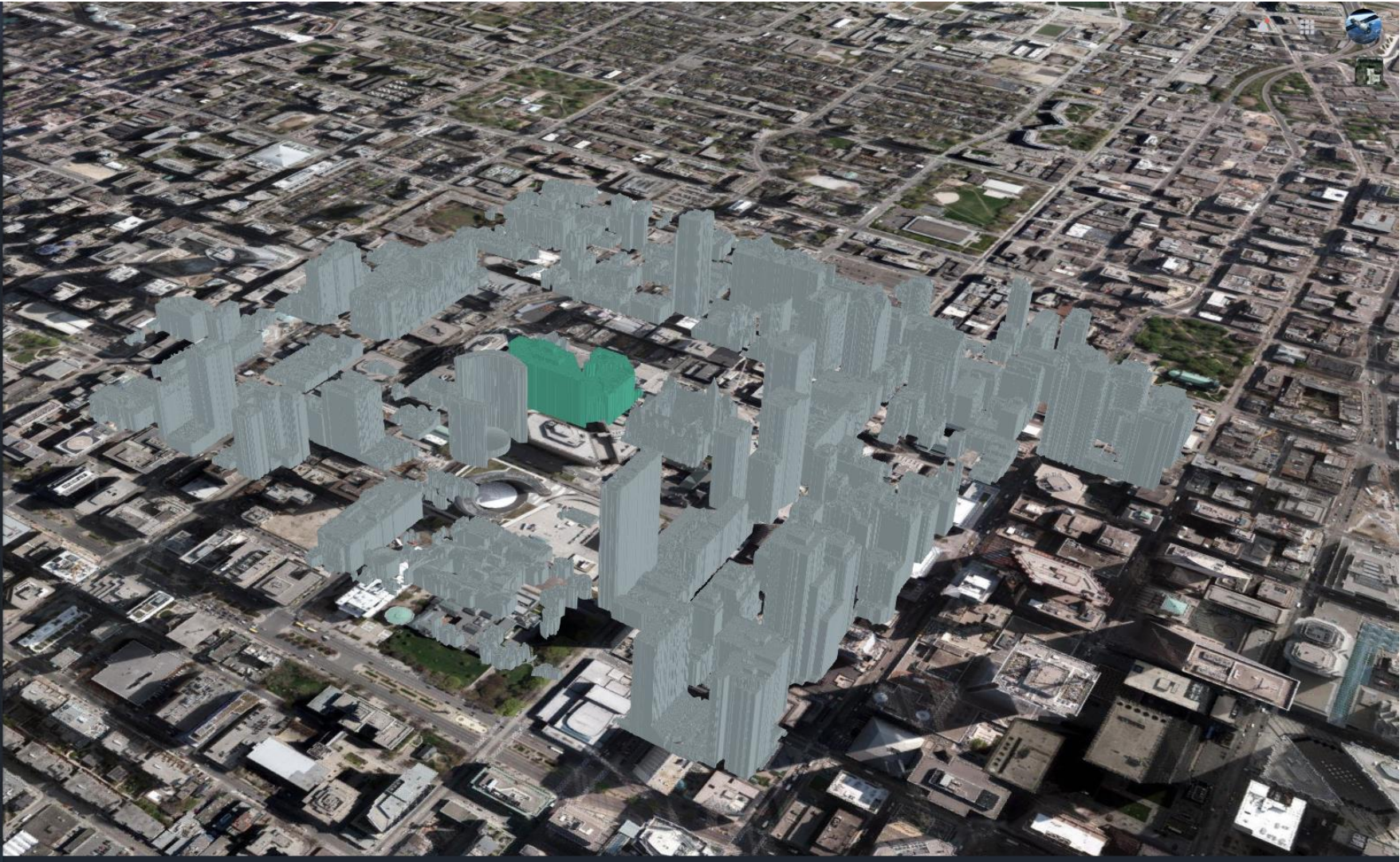
☐ Shadows ☐ Labels

145 buildings

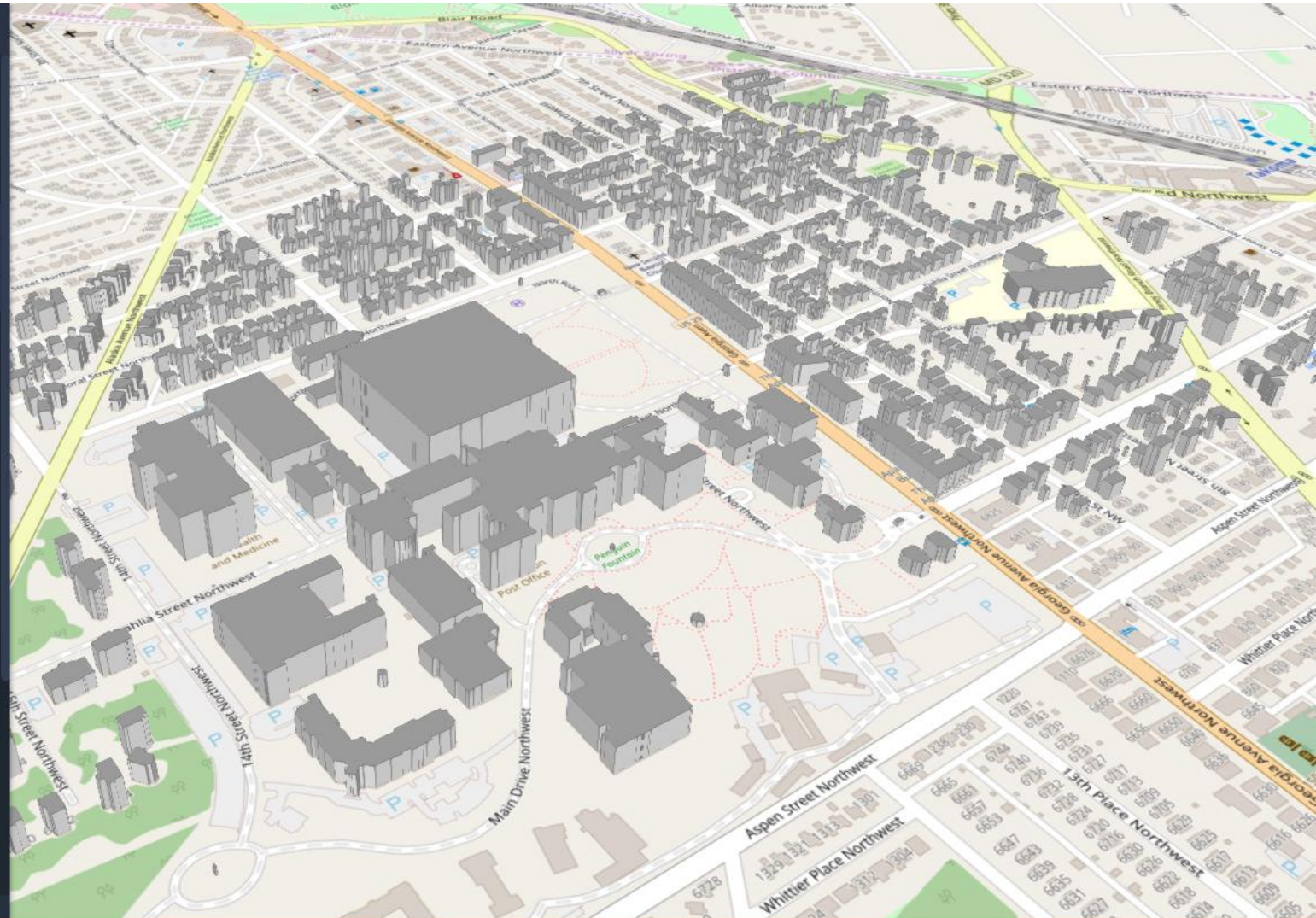
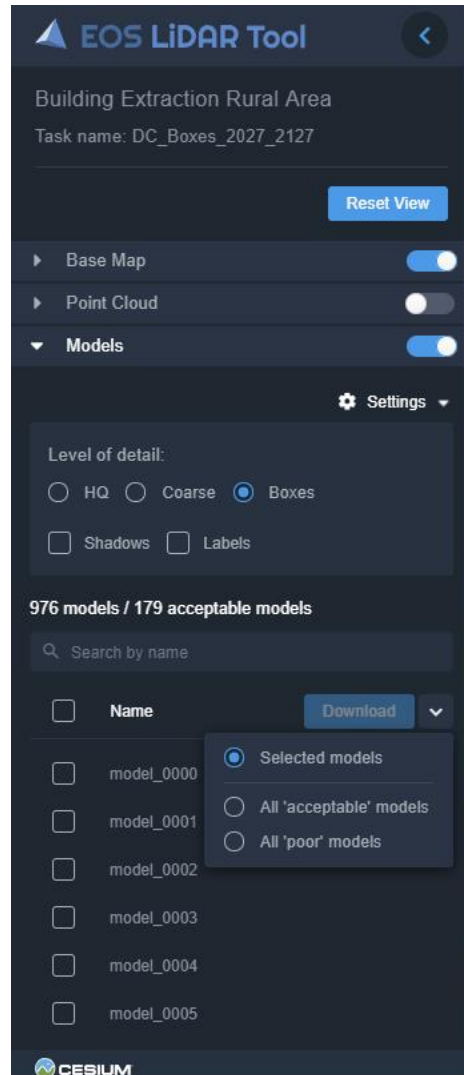
Search by name

Id	Name
113	Model_61
114	Model_62
115	Model_63
116	Model_64
117	Model_64
118	Model_64
119	Model_64
120	Model_64
121	Model_64
122	Model_64
123	Model_70
124	Model_71

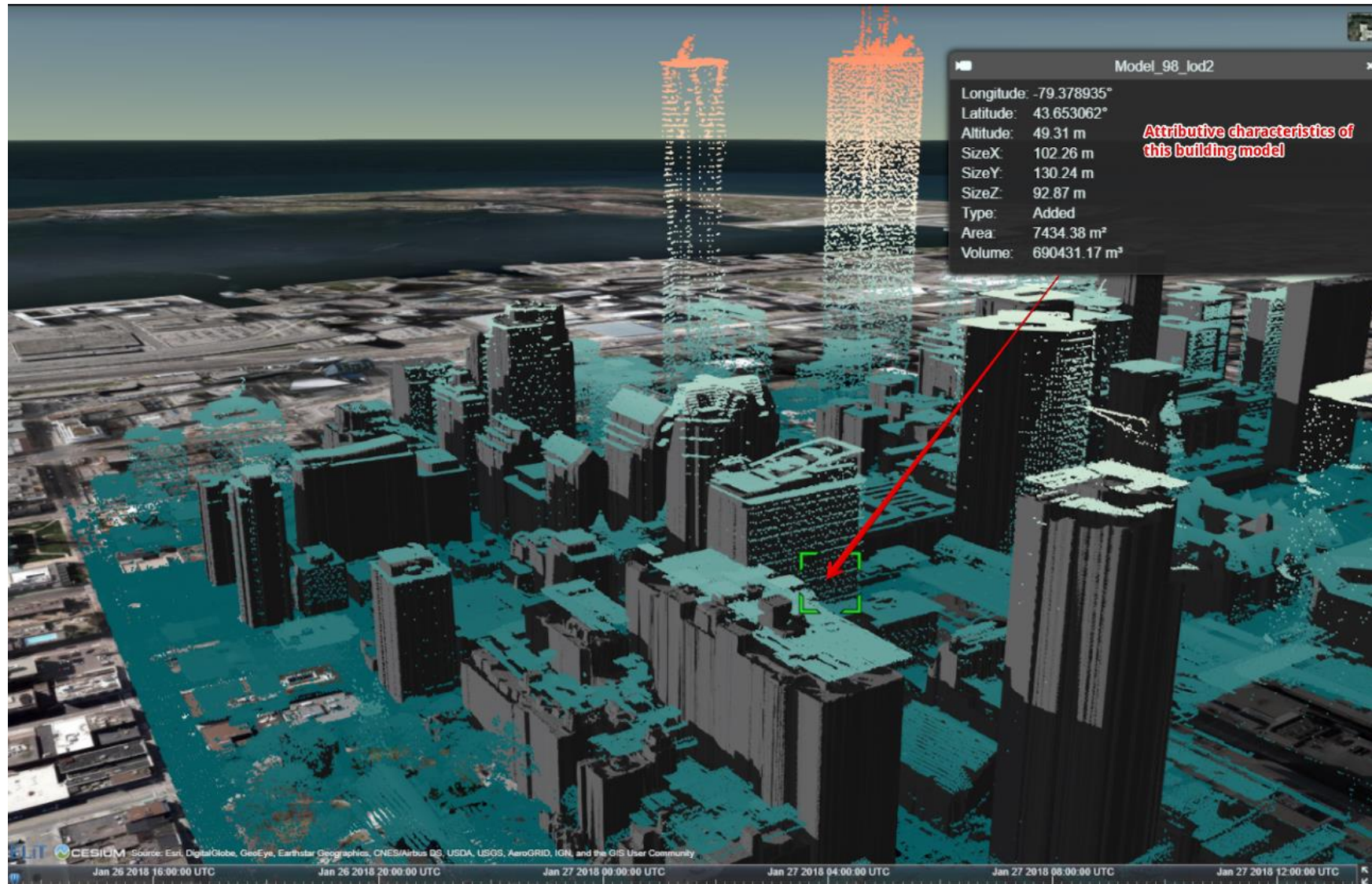
Data attribution Short keys



The New *BERA display Building Boxes* according to *City GML LOD1*:



Веб-Сторінка Виокремлення Забудов (продовження): особливості візуалізації окремого об'єкту з його геометричними та семантичними характеристиками



Веб-Сторінка Виокремлення Забудов (продовження): виокремлення безпосередньо із Точкових Хмар

LiDAR-дані на – вході, стан урбаністичного середовища – на виході:

Вхід:

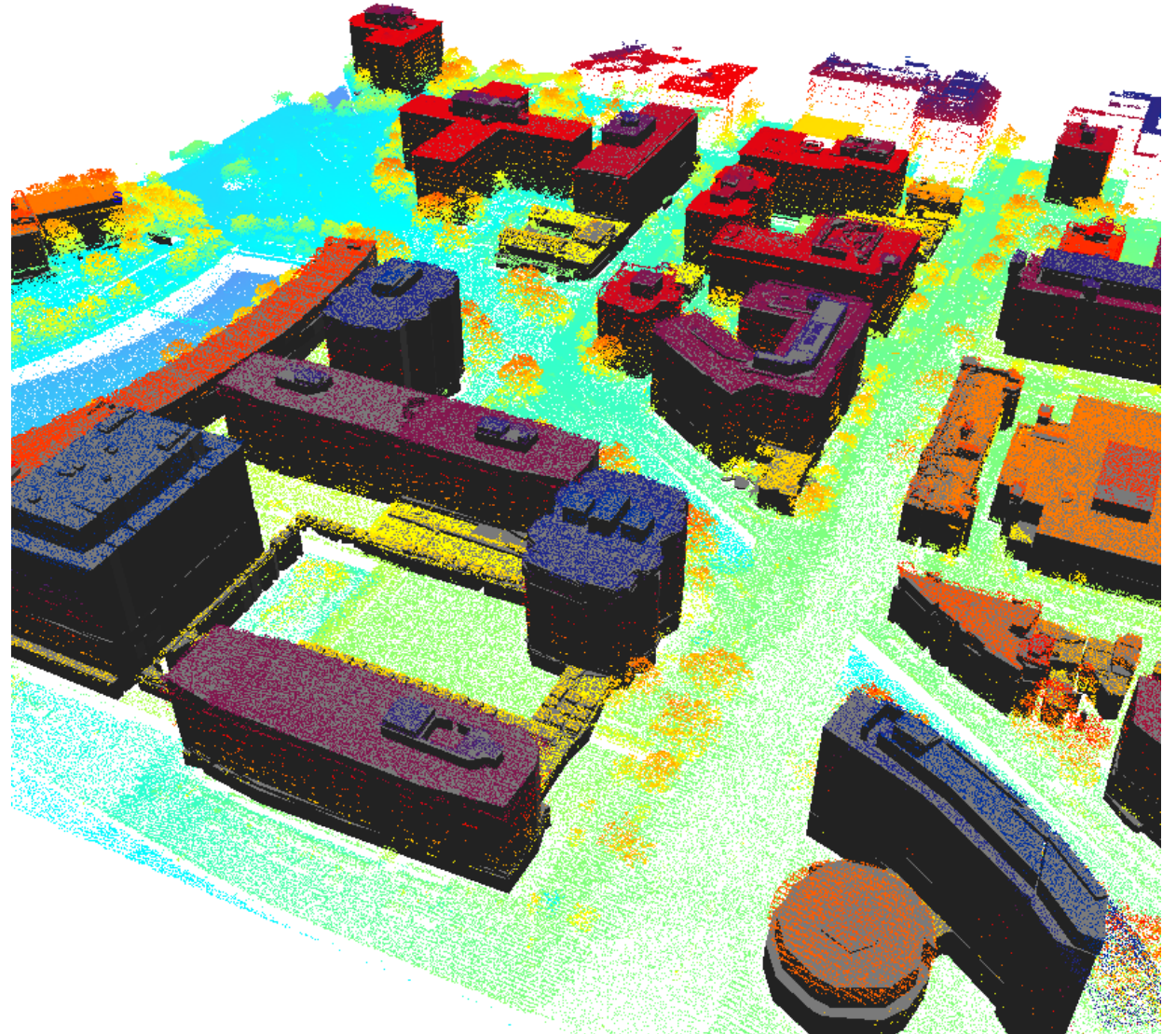
- *Airborne LiDAR дані / MSL LiDAR дані*

Вихід:

- БД із визначеним морфологічним станом міста та змінами у цьому стані за певний проміжок часу;
- Детальні характеристики окремого району або всього міста;
- 3D моделі кожного об'єкту урбосередовища (у форматі *3DTiles*);
- DEM (цифрова модель місцевості) на дану урбанізовану територію;

Процедури:

- Інтеграція даних;
- Класифікація точок у Точкових Хмарах (поверхня, рослинність, забудови і т.д.)
- Формалізація параметрів морфологічного стану та змін;
- Визначення безпосередньо змін у забудовах;
- Генерація баз даних та звітів;
- Різномасштабна візуалізація кінцевих результатів.



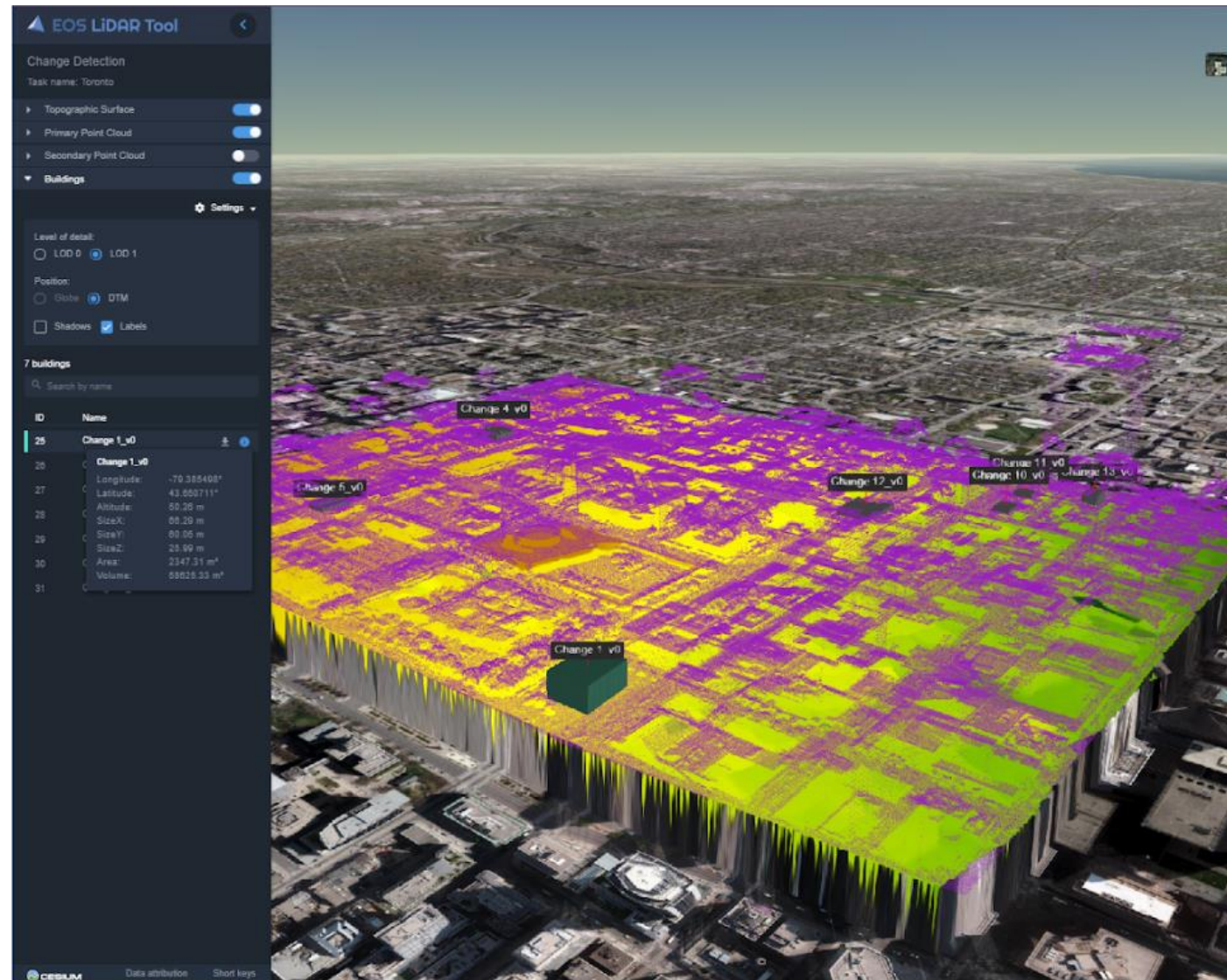
Виокремлення безпосередньо із Точкових Хмар

Sub-page **Building Extraction** (ended)



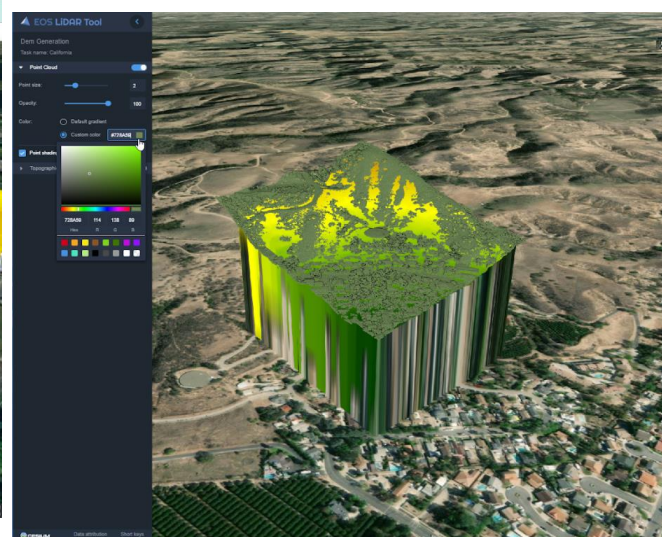
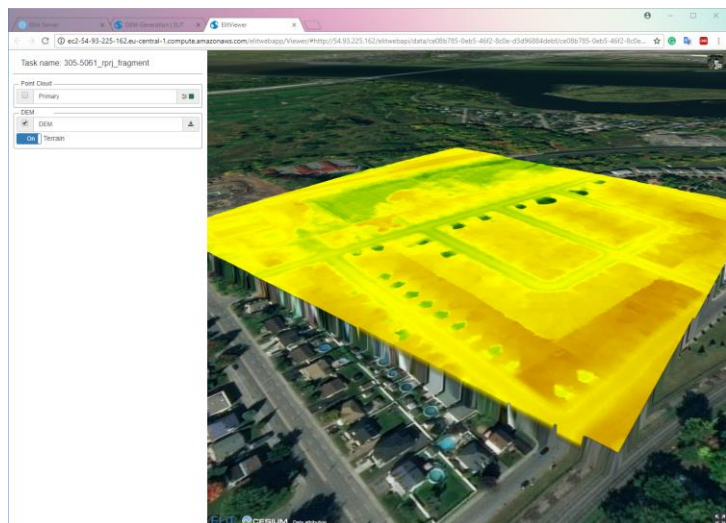
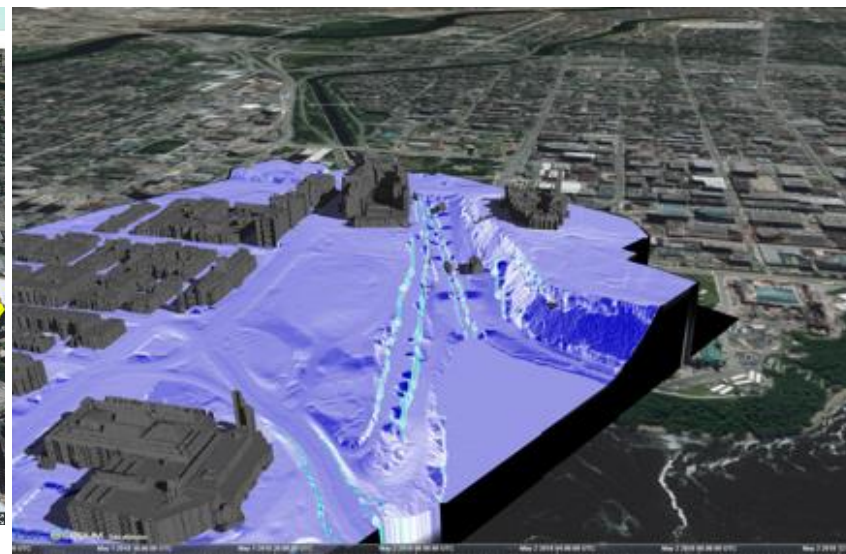
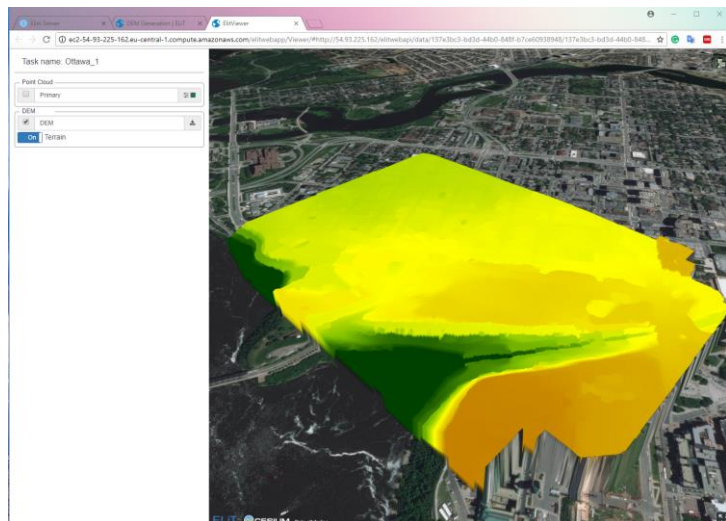
Визначення змін у міському середовищі

Sub-page *Change Detection*



Веб-сторінка Створення ЦМР: автоматизований процес побудови цифрових моделей рельєфу на підставі *Airborne LiDAR* даних

Various ELiT Grids: Sub-Page *DEM Generation*



Вихідні результати впровадження *DEM-G* функціональності:

- Цифрові моделі місцевості – **DSM** (digital surface model), які включають всю антропогенну інфраструктуру, рослинність, деякі інші ландшафтні компоненти;
- Цифрові моделі рельєфу – **DEM**, що подають як природничий, так і штучний рельєф;
- Для аналізу урбосередовища передбачається застосування іншої функціональності на підставі DEM.



Питання до четвертого розділу лекції:

- 1. Що таке геоінформаційне веб-застосування? Що таке веб-застосування як розподілена інформаційна система?**
- 2. Опишіть архітектурну схему веб-застосування ГІС для обробки лідарних даних щодо міського середовища. Поясніть зміст домашньої веб-сторінки. Опишіть окремі компоненти цього веб-застосування (Сервер, Клієнти). Яким чином виконується візуалізація.**
- 3. Поясніть зміст веб-сторінки *Виокремлення забудов (Change Detection)*.**
- 4. Поясніть зміст веб-сторінки *Створення Цифрової Моделі Рельєфу (DEM Generation)***



EARTH
OBSERVING
SYSTEM

Listening To The Pulse Of The Planet



***Thank you for your interest in LiDAR data
processing for Urban Studies***

Слайд 33