



Politechnika
Wrocławska

*Seminarium Innowacyjny i zrównoważony przemysł wydobywczy
Lubin 26.11.2024*

***Rozwój technologii pomiarowych na rzecz
zrównoważonego wykorzystania surowców w oparciu o
doświadczenia Wydziału GGG PWr - wybrane aspekty
zastosowania chmur punktów LiDAR w Smart Mining***

dr inż. Jarosław Wajs

*Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii
Zakład Geodezji i Geoinformatyki
Politechnika Wrocławska*

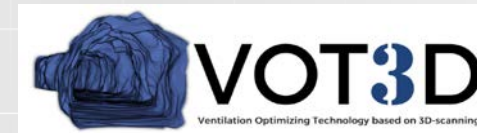


HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Plan Prezentacji

- LiDAR – co to takiego?
- Smart Mining
- Technologie LiDAR
- Sensory i Platformy LiDAR
- Georeferencja danych LiDAR
- Doświadczenia Wydziału Geoinżynierii Górnictwa i Geologii w modelowaniu danych LiDAR
- Projekty Digital Mining Center WGGG - Autonomiczny System Monitorowania i Kontroli Zakładów Górniczych (AMICOS), Technologia optymalizacji wentylacji oparta na skanowaniu 3D (VOT3D)
- Projekt BATDRON
- wirtualny spacer w RiPANO

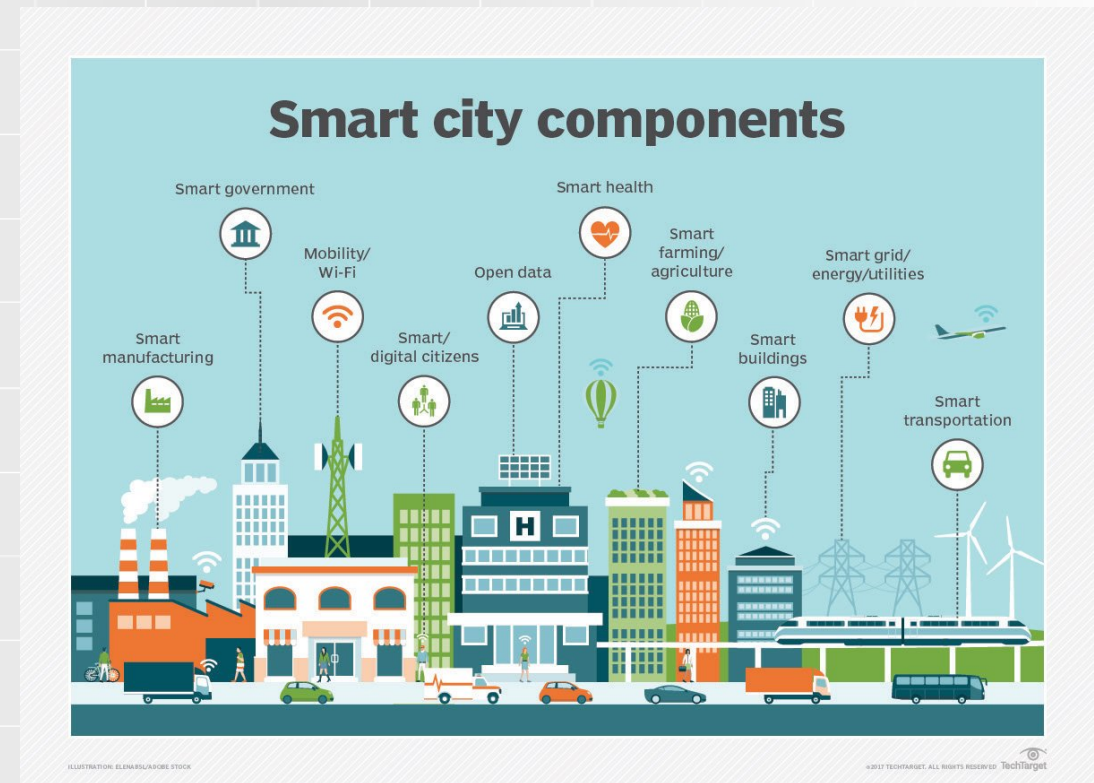


SMART - Specific, Measurable, Achievable, Relevant, and Time-bound

SMART - Konkretny, Mierzalny, Osiągalny, Istotny i na Czasie

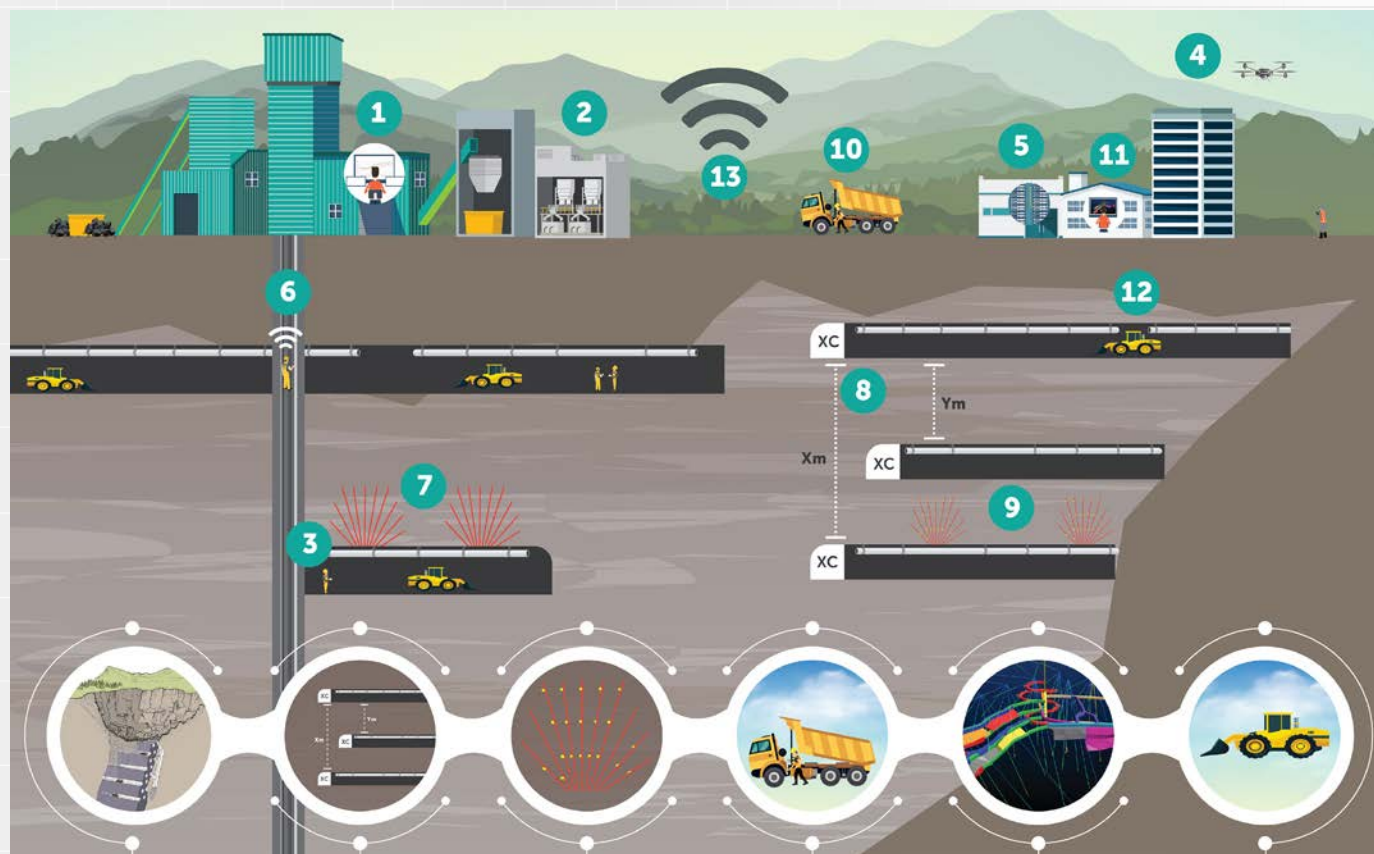
SMART City - Inteligentne Miasto

1. Inteligentny przemysł
2. Inteligentna władza
3. WIFI
4. Obywatele cyfrowi
5. Otwarte dane (przestrzenne)
6. Inteligentna służba zdrowia
7. Precyzyjne rolnictwo
8. Inteligentne budownictwo
9. Inteligentny transport

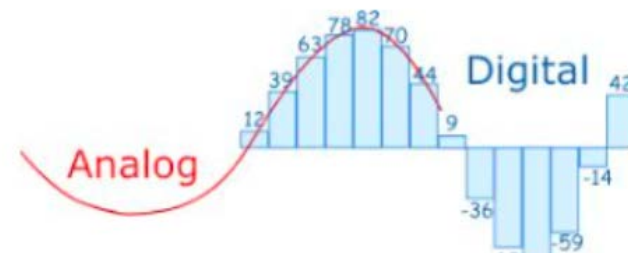
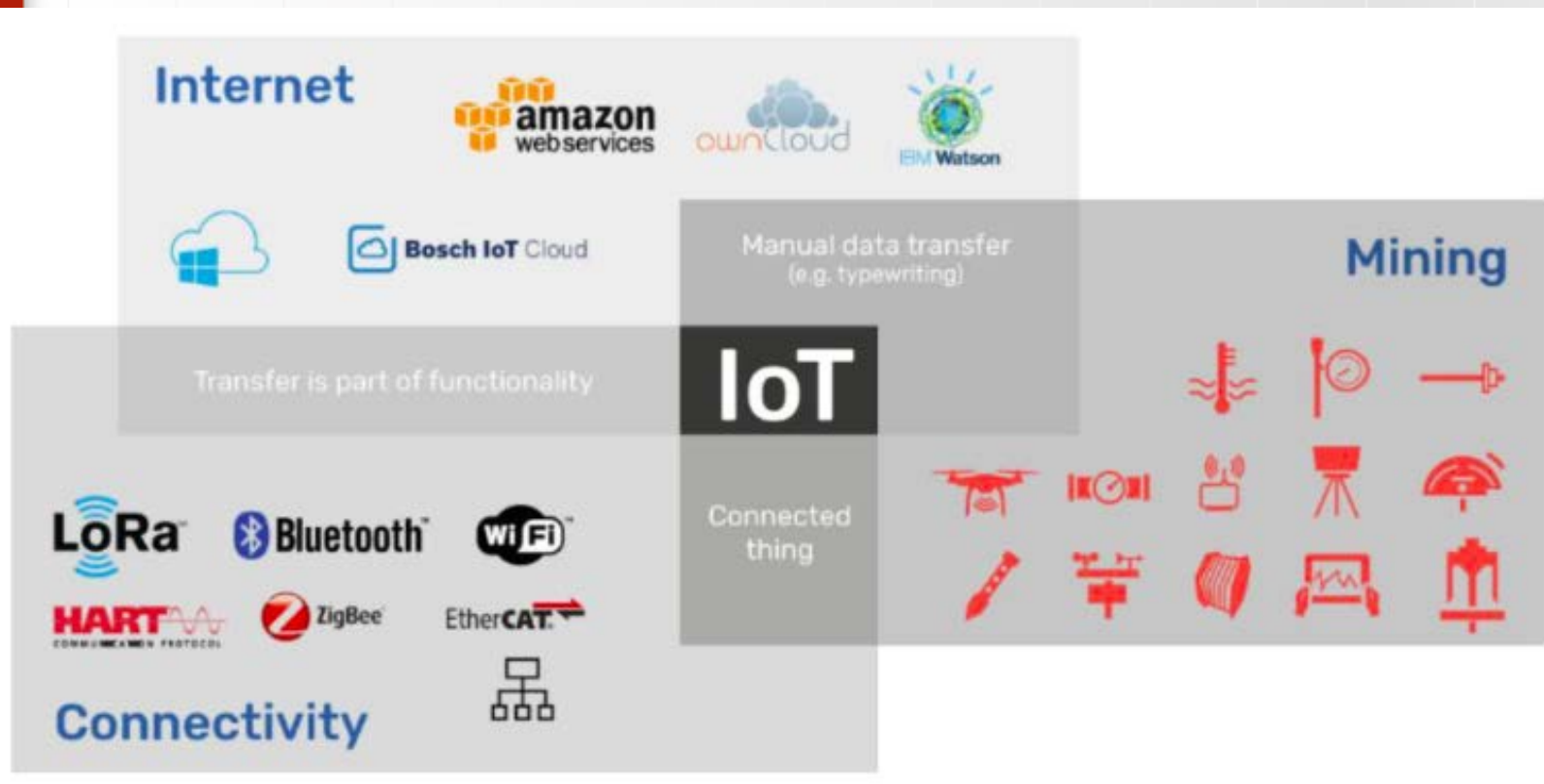


Smart Mining

1. Monitorowanie procesu
2. Zarządzanie urobkiem
3. Zdalne sterowanie maszynami
4. Bezzałogowe statki powietrzne
5. Algorytmy sztucznej inteligencji
6. Lekkie sensory noszone przez pracowników
7. Zmienne w czasie parametry wydobywania
8. Inteligentne parametry
9. Zarządzanie maszynami (np. detekcja kolizji)
- 10. Modele 3D kopalni**
11. Pojazdy elektryczne



Smart Mining



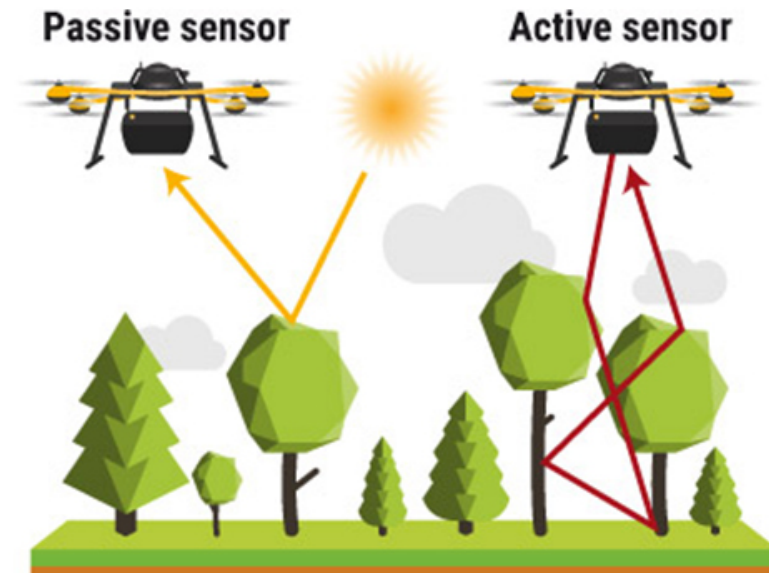
1. Baterie
2. Procesor
3. GNSS Antena
4. Sensory

Technologie **LiDAR**

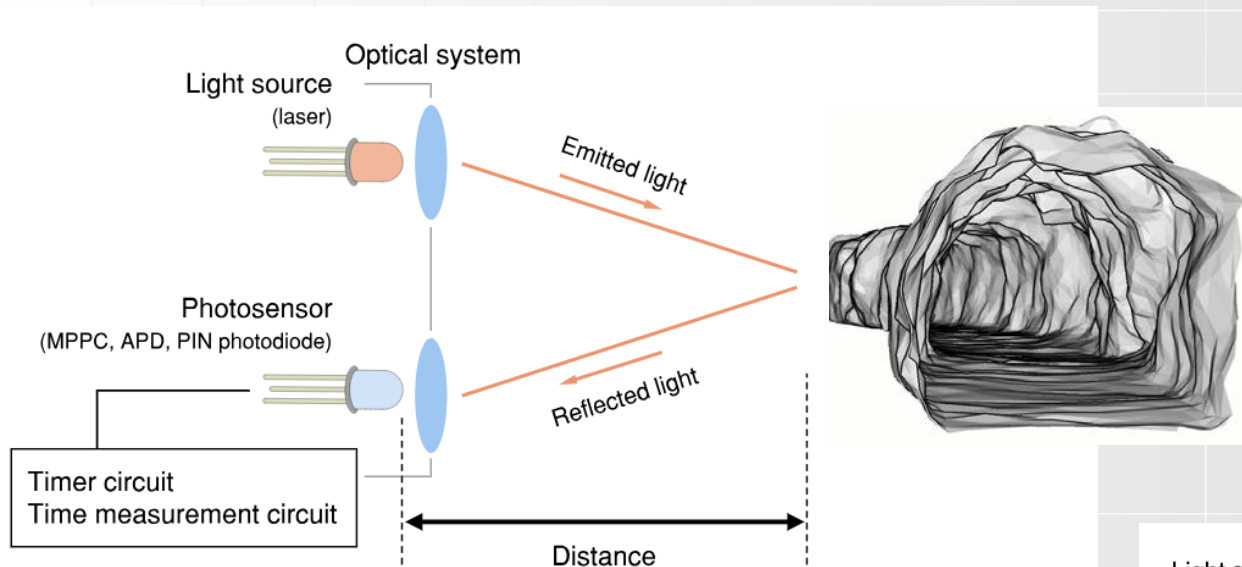
Skaning laserowy (ang. LiDAR) to aktywny system pomiarowy, który umożliwia zdalny pomiar setki tysięcy punktów na sekundę z milimetrową precyzją. Każdy z punktów posiada nie tylko swoje współrzędne X, Y, Z ale również parametr intensywności odbitego sygnału czy też kolor RGB. Dzięki temu operowanie na produkcie wynikowym „chmura punktów” możemy wykonywać pomiary na modelu oraz stanowią podstawę do modelowania przestrzennego wirtualnej rzeczywistości.



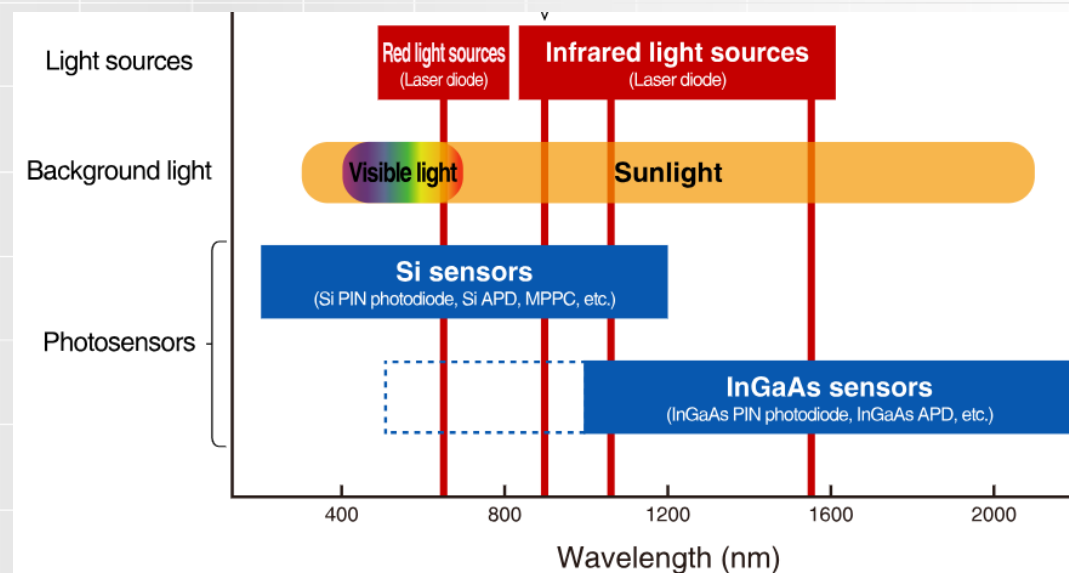
RaLiDAR
Radio
Light Detection And Ranging



Technologie LiDAR



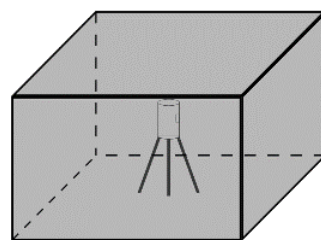
Długość fali lasera	bliska podczerwień
Dywergencja wiązki laserowej	1,6 x 0,5 mrad ¹⁾
Średnica plamki laserowej (Definicja wiązki gaussowskiej)	160 x 50 mm @ 100 m
Klasyfikacja produktów laserowych ²⁾ zgodnie z normą IEC 60825-1:2014 (Ed. 03)	CLASS 1 LASER PRODUCT



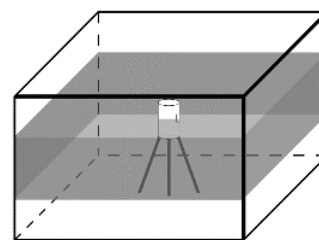
Sensory i Platformy LiDAR

- Technika daje możliwości bezpośredniego i zautomatyzowanego pozyskiwania danych 3D.
- Zasada działania jest bliska tachimetrii, jednak w tej metodzie pomiar punktów jest o wiele szybszy.
- Wszystkie punkty w chmurze mają określone współrzędne 3D w lokalnym układzie skanera, a dodatkowo każdy punkt niesie za sobą informację o intensywności odbicia.
- Skanowanie laserowe można wykonywać statycznie (np. ustawiając skaner na statywie) lub za pomocą ruchomej platformy.
- Po wykonaniu pomiarów następuje etap przetwarzania danych obejmujący filtrację, rejestrację (połączenie skanów między sobą) oraz georeferencję.
- Po tych operacjach możliwe jest stworzenie modelu 3D i wykonanie jego wysokorozdzielczej wizualizacji

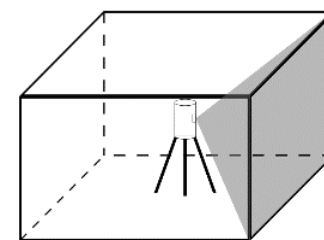
Podział skanerów:



panoramyczne



hybrydowe

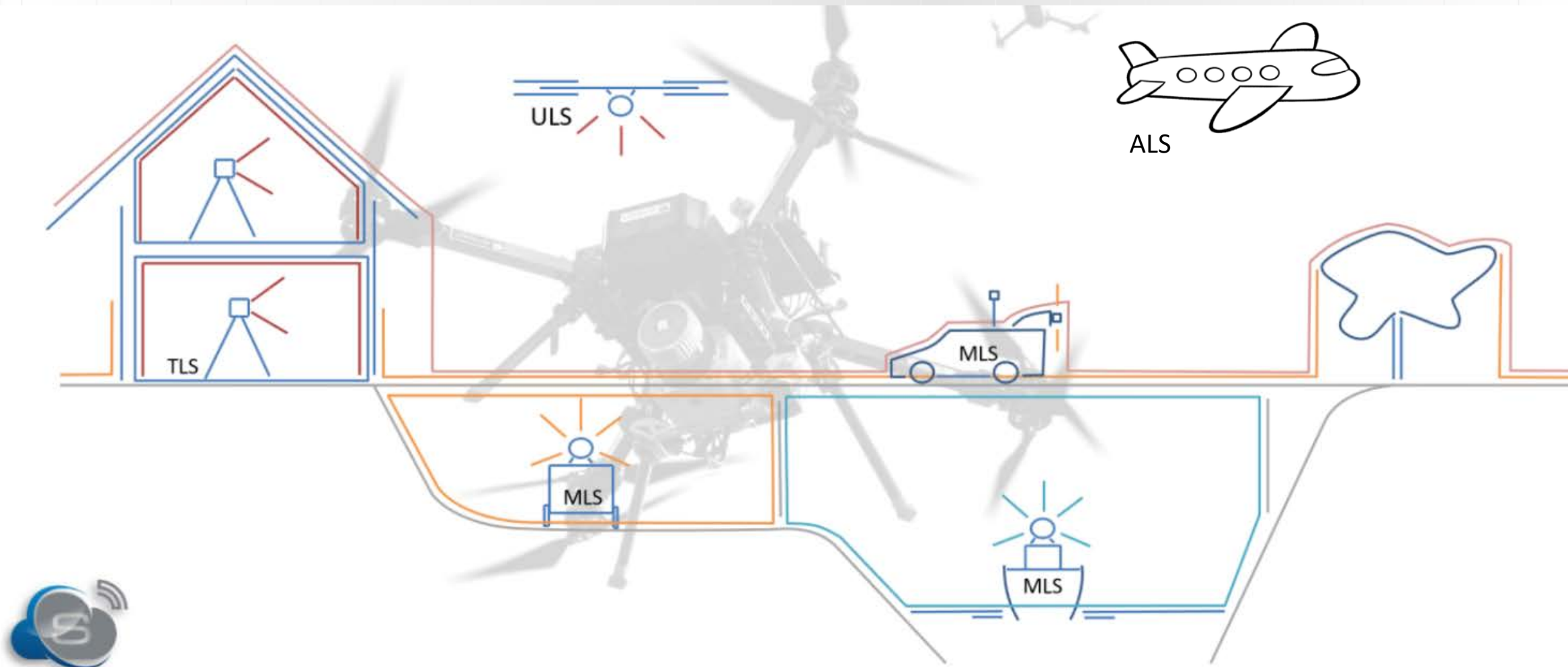


typu kamera

■ - powierzchnia skanowania



Sensory i Platformy LiDAR



Metody określania spasowania danych pozyskanych naziemnym skanerem laserowym:

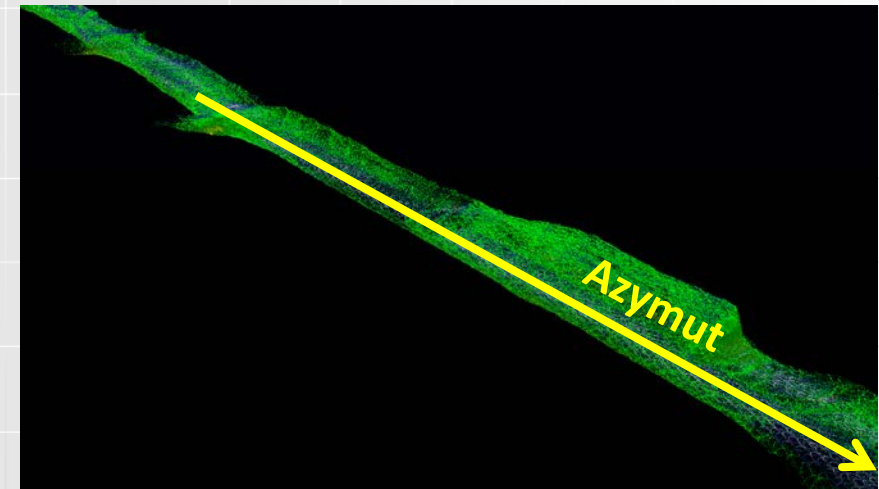
1. Spasowanie wewnętrzne

(złączone skany z wielu stanowisk) w lokalnym układzie współrzędnych – ang. *Internal Quality Control (IQC)*, wykonywana po to aby sprawdzić spójność, integralność i poprawność modelu danych LiDAR



2. Pełna georeferencja chmury punktów

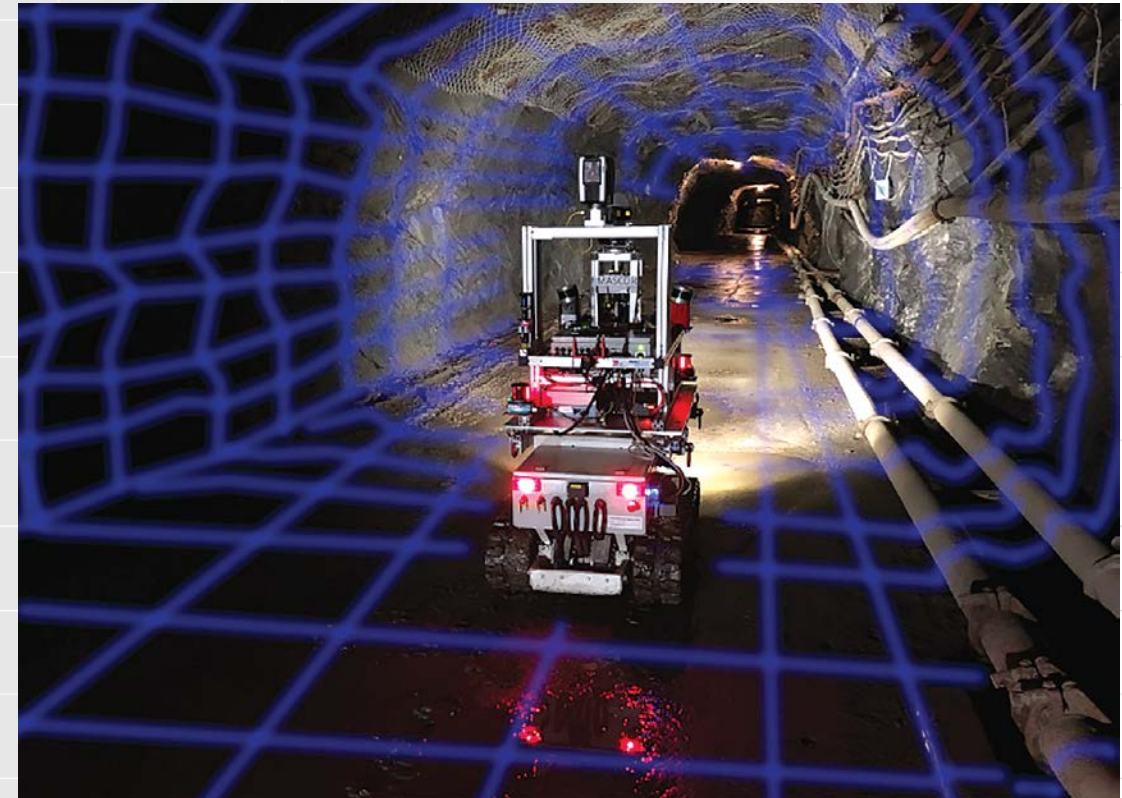
(złączone skany z wielu stanowisk) w globalnym układzie współrzędnych – ang. *External Quality Control (EQC)*. Wykonywana na punktach kontrolnych zamarkowanych/zastabilizowanych w terenie i pomierzonych niezależną techniką pomiarową



1. Spasowanie wewnętrzne (skany z wielu stanowisk) w lokalnym układzie współrzędnych



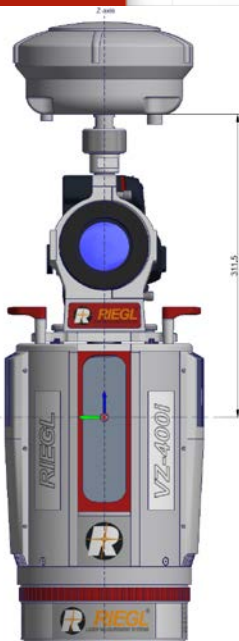
2. Pełna georeferencja chmury punktów wynikowej (złączone skany z wielu stanowisk) w globalnym układzie współrzędnych



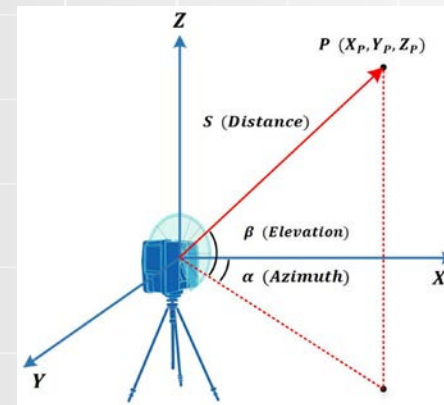


Georeferencja danych LiDAR

Georeferencja wprost
(ang. direct georeferencing)
(stosowany głównie w systemach
mobilnych)



Goereferencja pośrednia (ang.
indirect georeferencing)
(stosowany często w klasycznym
naziemnym skanowaniu laserowym)



Tradycyjnie proces georeferencji będzie prowadzony pośrednio, wykorzystując punkty kontrolne, których położenie jest już znane w lokalnym lub globalnym układzie współrzędnych. Aby zmierzyć położenie punktu kontrolnego - tarczy (ang. target) w terenie konieczne jest zastosowanie inne narzędzia pomiarowe, takie jak tachimetr/niwelator/GNSS.

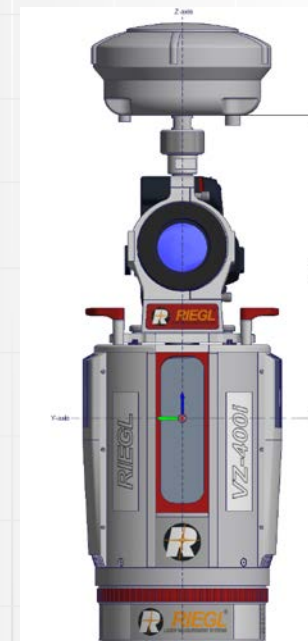
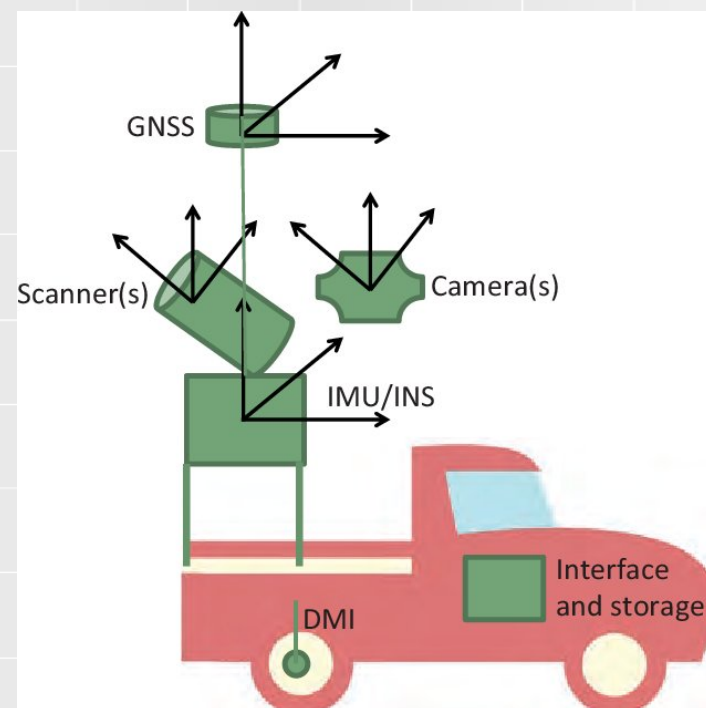
Georeferencja danych LiDAR

Georeferencja wprost

(ang. direct georeferencing)

(stosowany głównie w systemach mobilnych)

System Mobilnego Skanowania Laserowego
(MLS LiDAR) integruje GNSS + IMU + DMI + LRF



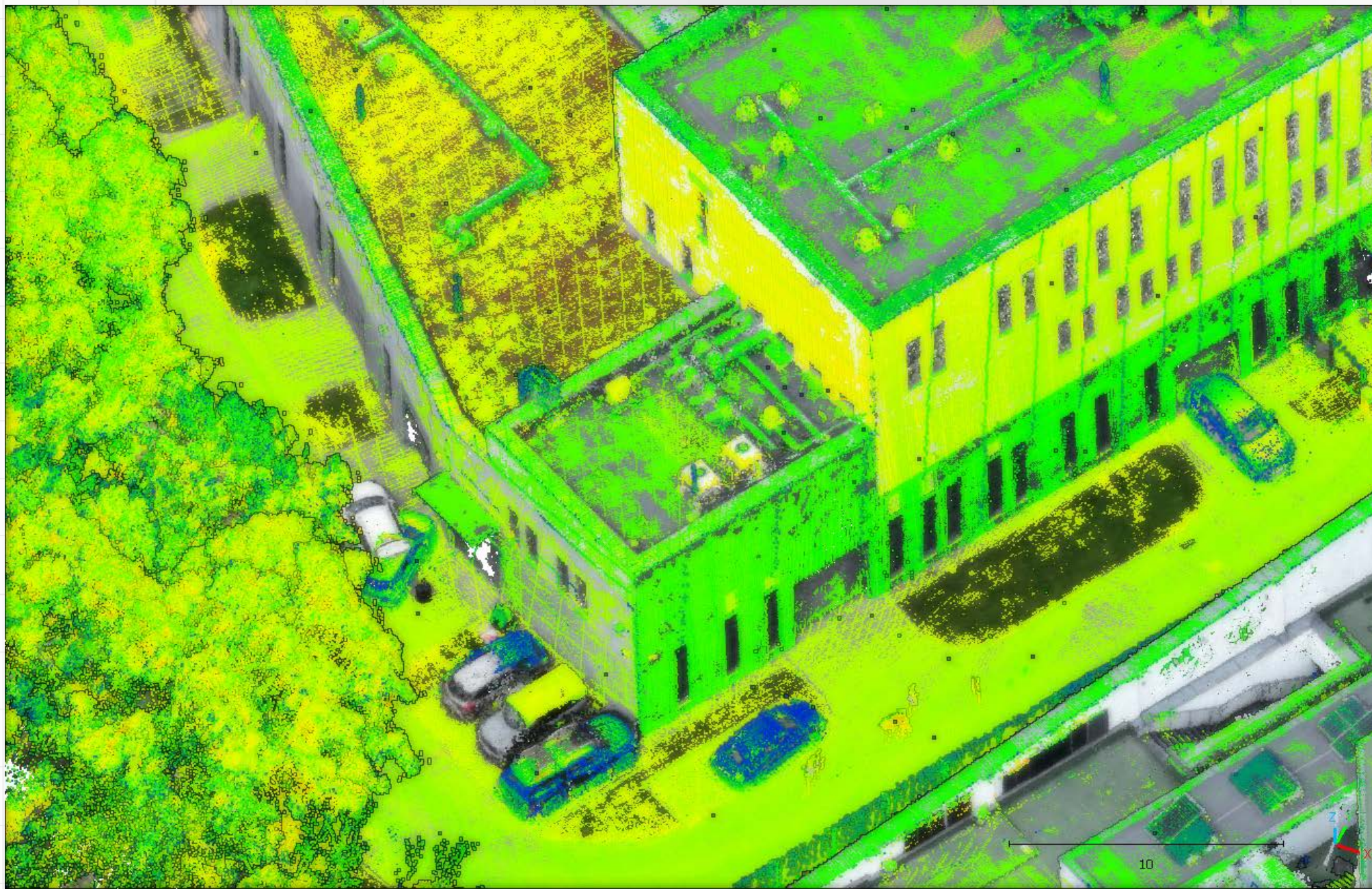
Georeferencja danych LiDAR

Georeferencja wprost (ang. direct georeferencing)

(stosowany głównie w systemach mobilnych)

- ✓ Projekt nalogu
- ✓ Nalot manualny 5 m/s
- ✓ Inicjalizacja statyczna – 3 minuty
- ✓ Inicjalizacja dynamiczna > kalibracja IMU
- ✓ Rejestracja danych LiDAR
- ✓ Rejestracja danych
- ✓ Inicjalizacja dynamiczna > kalibracja IMU
- ✓ Inicjalizacja statyczna 3 minuty
- ✓ Zgrywanie danych z karty SD

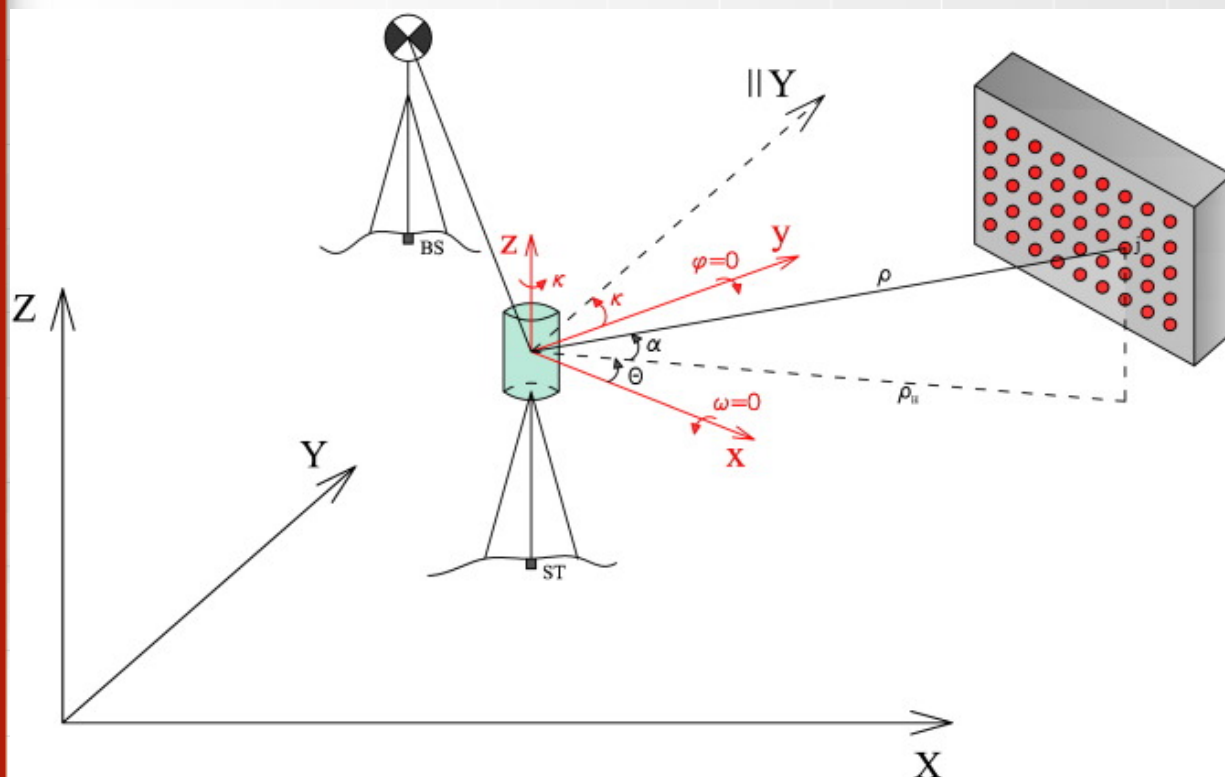




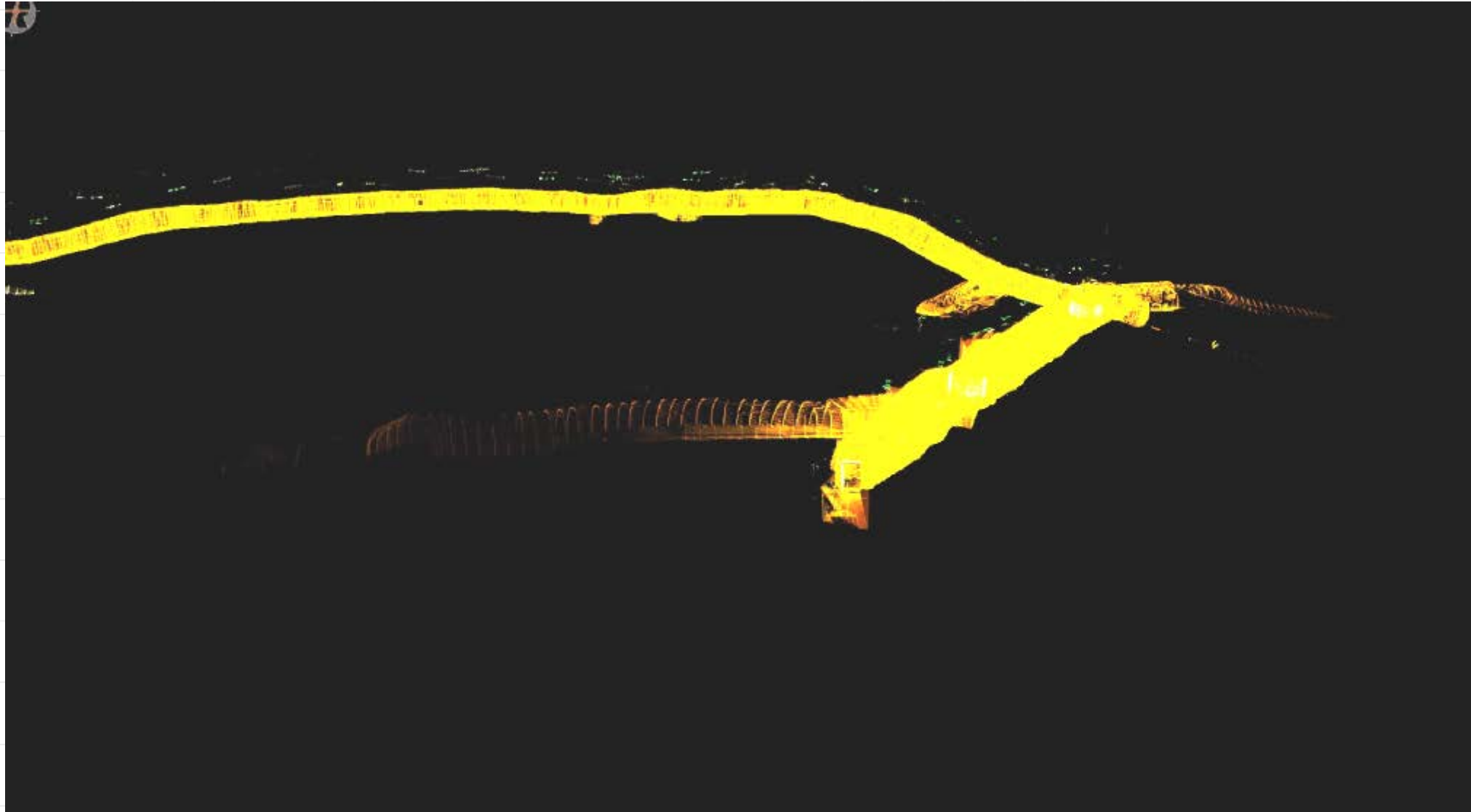
Georeferencja danych LiDAR

Georeferencja pośrednia (ang. indirect georeferencing)

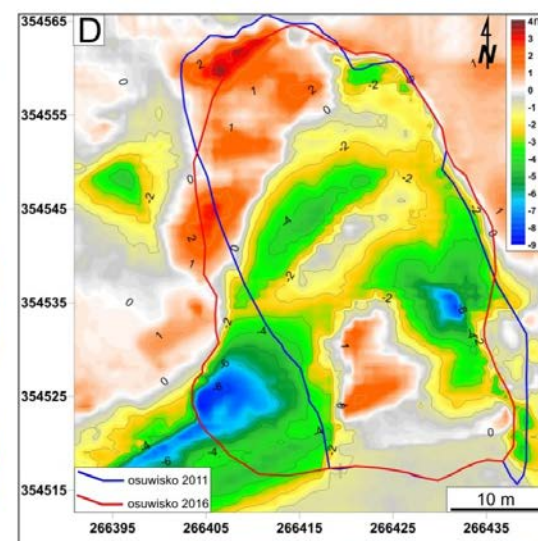
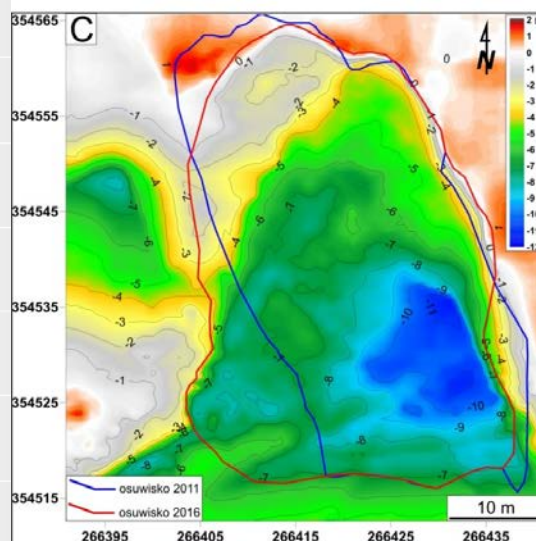
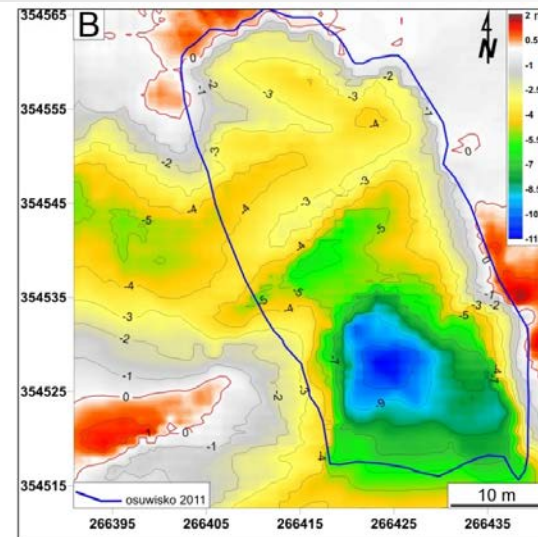
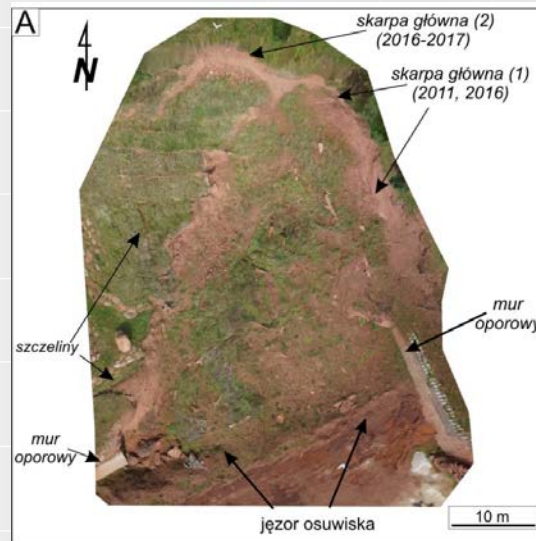
(stosowany często w klasycznym naziemnym skanowaniu laserowym)



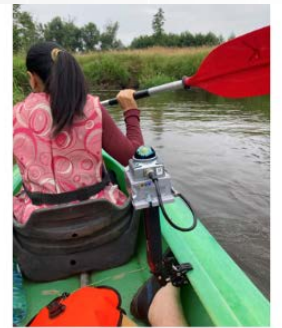
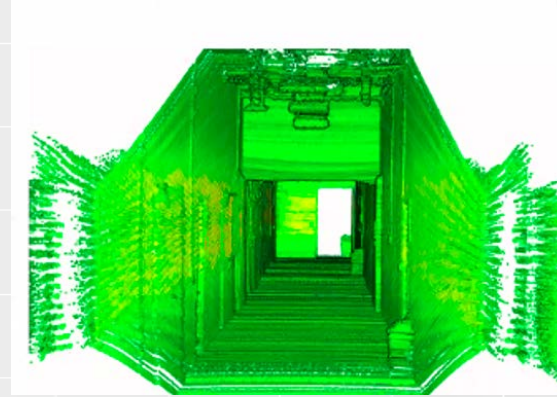
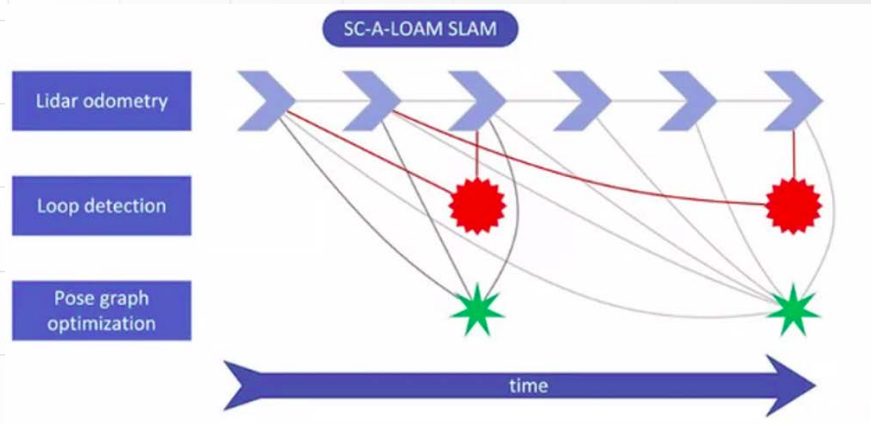
- Doświadczenia Wydziału Geoinżynierii Górnictwa i Geologii w modelowaniu danych LiDAR



Projekty PWr



- SLAM – Simultaneous Localization and Mapping



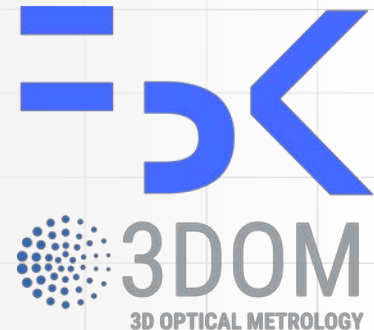
- Projekty Digital Mining Center WGGG
- Technologia optymalizacji wentylacji oparta na skanowaniu 3D (VOT3D)

Portable LiDAR-based Mapping (PoLiMap) system



Wrocław
University
of Science
and Technology

Digital
Mining
Center

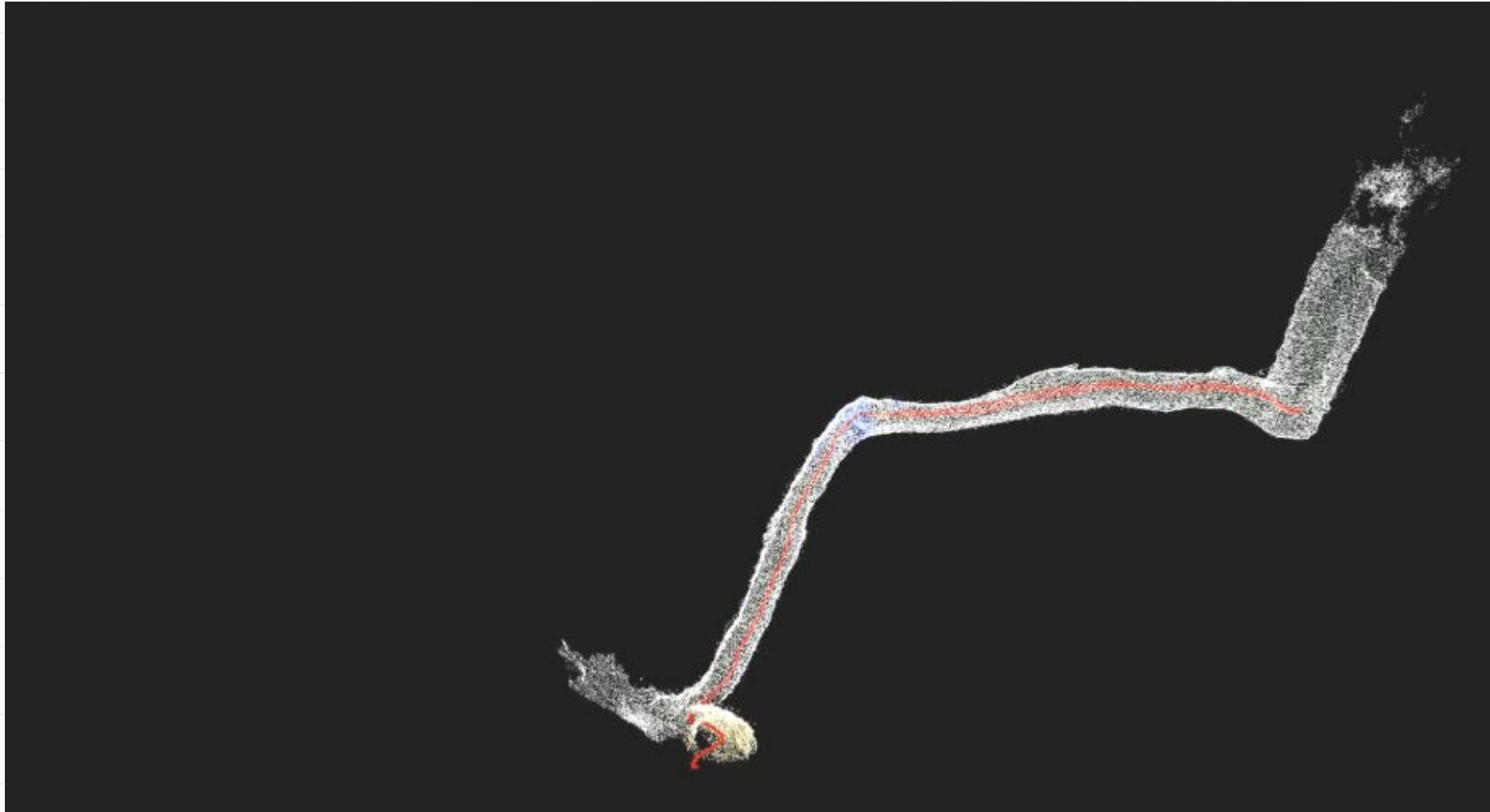


- Technologia optymalizacji wentylacji oparta na skanowaniu 3D (VOT3D)

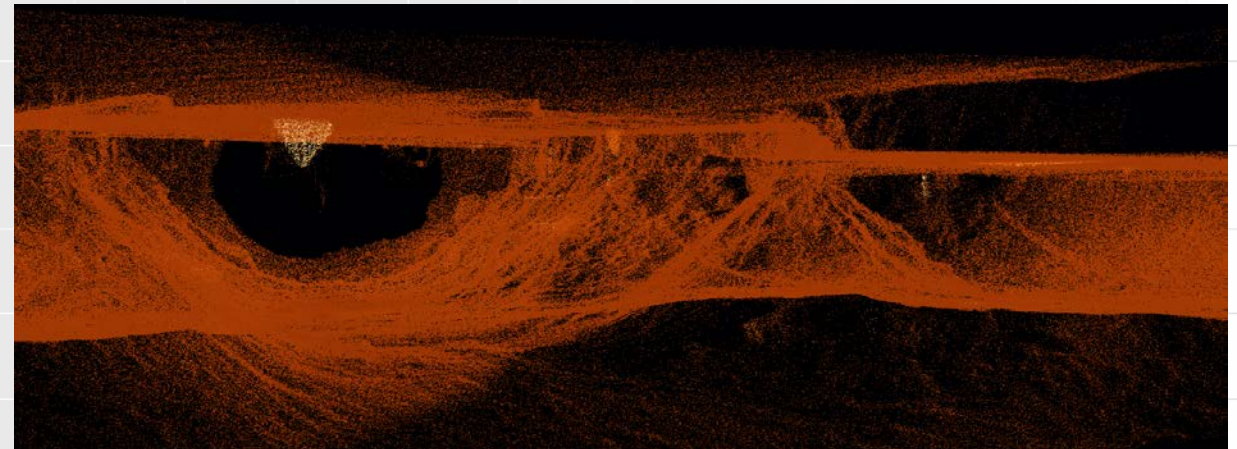
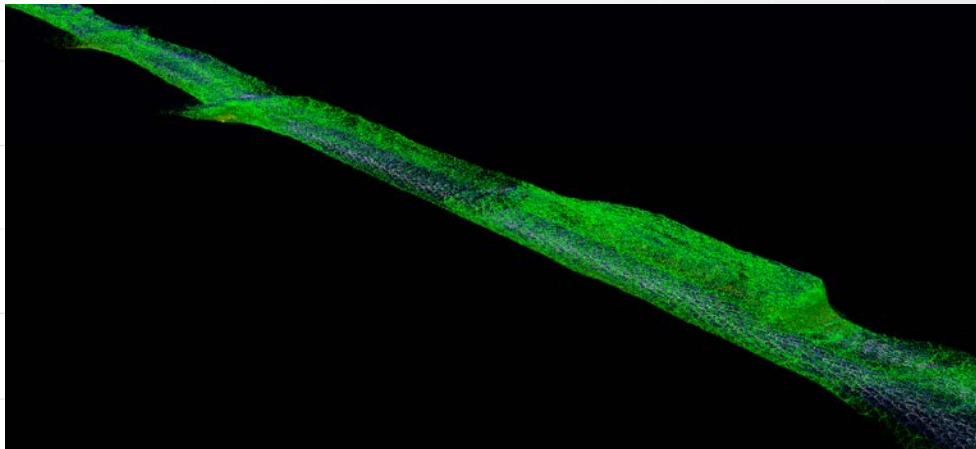
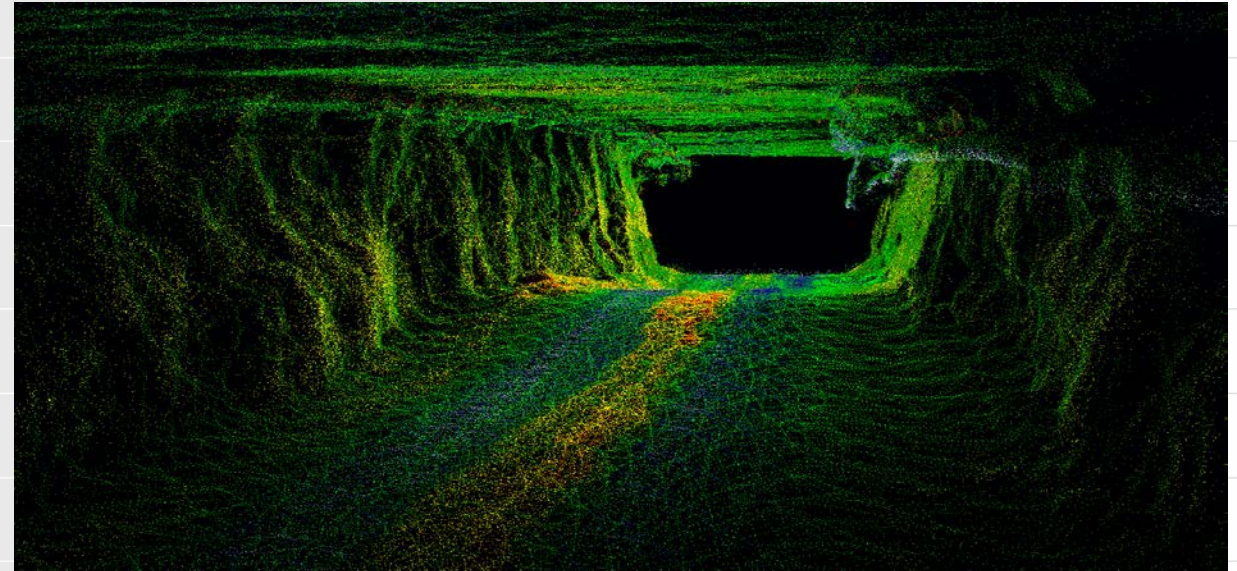


Processing LiDAR data
using the modified
FAST-LIO SLAM
algorithm

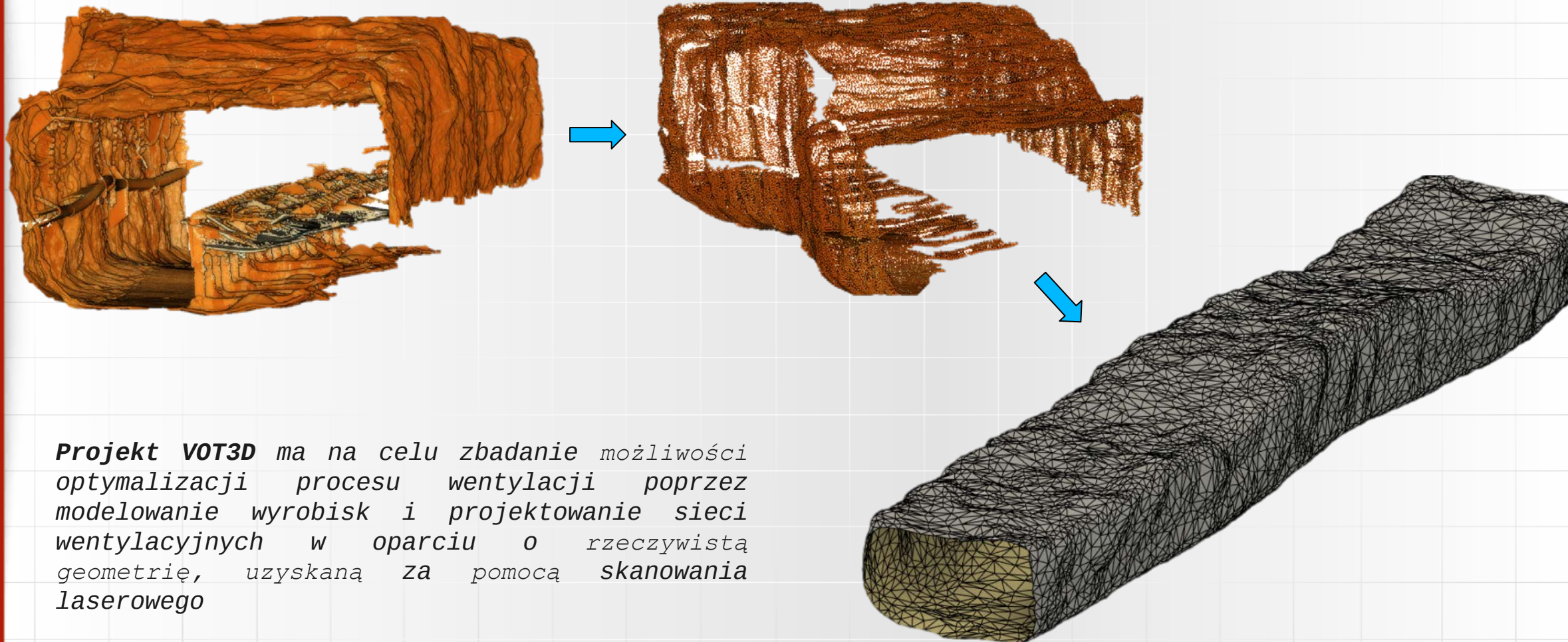
- Technologia optymalizacji wentylacji oparta na skanowaniu 3D (VOT3D)



- Technologia optymalizacji wentylacji oparta na skanowaniu 3D (VOT3D)

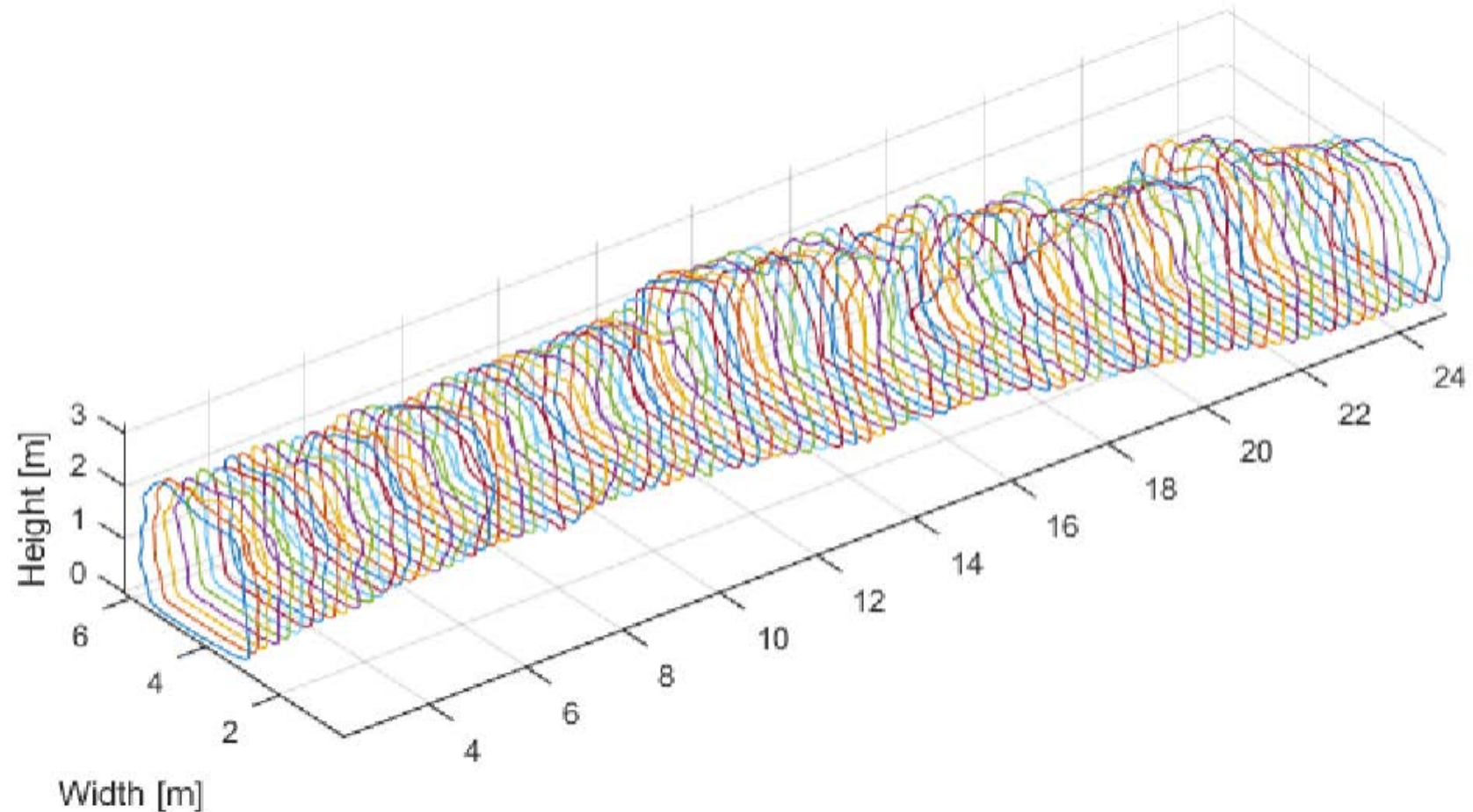
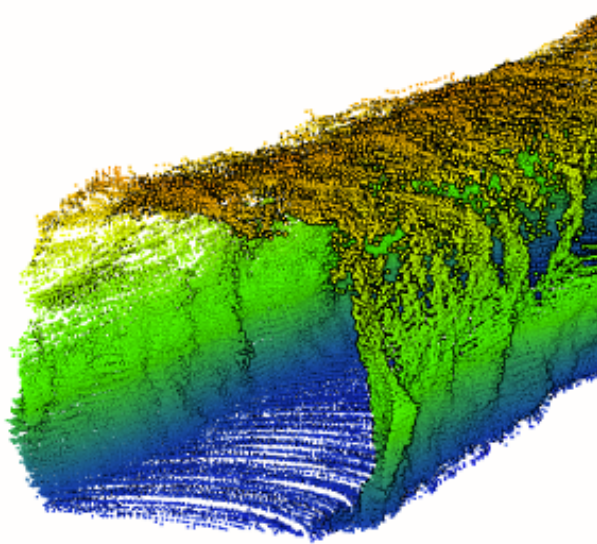


- Technologia optymalizacji wentylacji oparta na skanowaniu 3D (VOT3D)

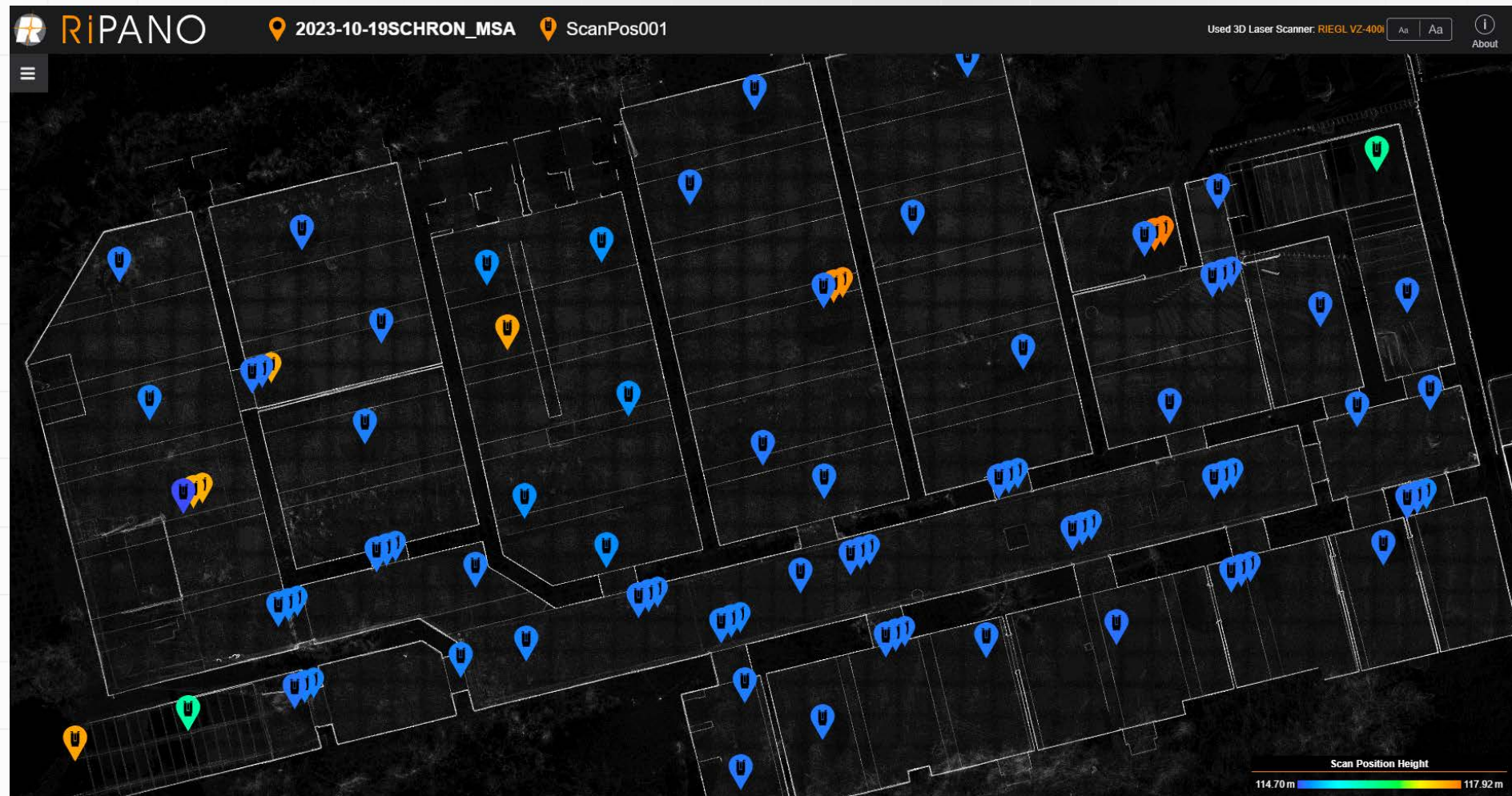


Projekt VOT3D ma na celu zbadanie możliwości optymalizacji procesu wentylacji poprzez modelowanie wyrobisk i projektowanie sieci wentylacyjnych w oparciu o rzeczywistą geometrię, uzyskaną za pomocą skanowania laserowego

- Technologia optymalizacji wentylacji oparta na skanowaniu 3D (VOT3D)



RiPANO – pomiary na Panoramach LiDAR



BATDRON



Dziękuję za uwagę

WWW.SKANOWANIE3D.PWR.EDU.PL

Kontakt:

dr inż. Jarosław Wajs

e-mail:

jaroslaw.wajs@pwr.edu.pl

skanowanie3d@pwr.edu.pl

