



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Politechnika Świętokrzyska
Wydział Inżynierii Środowiska, Geodezji i Energetyki
Odnawialnej

Kierunek studiów:
Geodezja i Kartografia

Artur Warchoł

Materiały dydaktyczne do przedmiotu

Technologie Skanowania Laserowego

opracowane w ramach realizacji Projektu
**„Dostosowanie kształcenia
w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb
współczesnej gospodarki”**
FERS.01.05-IP.08-0234/23

Kielce, 2025



Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology

Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki”
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23



Spis treści

1. Fugro Viewer - darmowe narzędzie do przeglądania chmur punktów 3
2. Raport z wyrównania projektu TLS w oprogramowaniu Trimble RealWorks 23
3. Dane z ręcznego skanera MLS 37



Materiały dydaktyczne objęte licencją Creative Commons BY 4.0.

Licencja dostępna pod adresem: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1. Fugro Viewer - darmowe narzędzie do przeglądania chmur punktów

Fugro Viewer to darmowe oprogramowanie, które pozwala na wykonanie podstawowych operacji związanych z wizualizacją chmur punktów. Można do niego wczytać dane LiDAR w formatach LAS 1.2 do 1.4, LAZ, a także ASCII.

Pakiet instalacyjny można pobrać ze strony producenta:

<https://www.fugro.com/expertise/other-expertise/fugroviewer>

Oprogramowanie działa od momentu pobrania i instalacji, do momentu wydania nowej wersji, która zwykle pojawia się na początku roku kalendarzowego. Należy wtedy odinstalować "starą" wersję i zainstalować nową.

Po wczytaniu chmury punktów, można ją zwizualizować na kilka różnych sposobów, w zależności od informacji dodatkowych przypisanych do współrzędnych czy też potrzeb operatora. Najczęściej używane funkcje są dostępne w formie ikon na górnym pasku programu, a ustawienia w menu rozwijanym.

Poniżej przedstawiono podstawowe sposoby wizualizacji chmur punktów w oprogramowaniu Fugro Viewer na przykładzie fragmentu danych ALS (Airborne Laser Scanning) otrzymanych z Urzędu Miasta Kielce.

Poszczególne rysunki prezentują chmurę wyświetlaną wg:

- wysokości - rys. 1,
- palety określonej przez producenta jako "barwy ziemi"- rys. 2,
- klas- rys. 3,
- intensywności odbicia - skala szarości- rys. 4,
- numeru pasa nalotu- rys. 5,
- numeru odbicia - echa- rys. 6,
- wartości RGB- rys. 7.

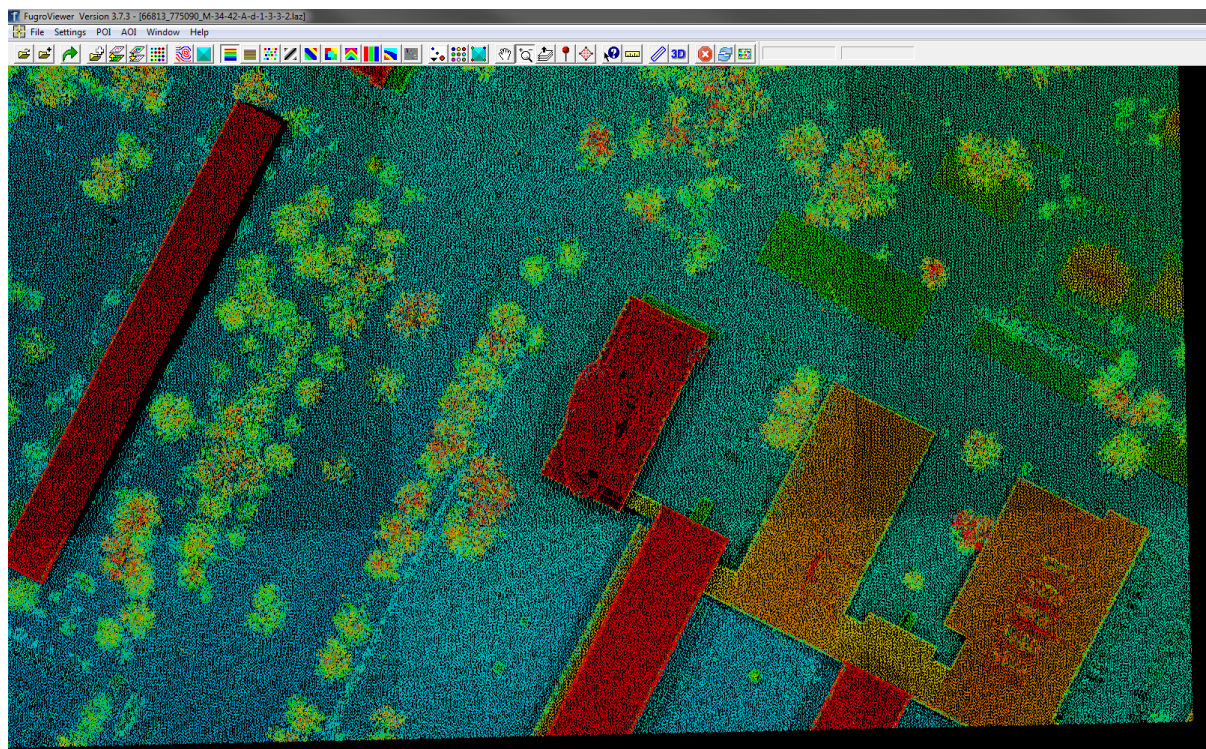
Chmurę można oglądać w domyślnym widoku z góry, w 3D, a także istnieje możliwość zrobienia przekroju wg dowolnej wrysowanej linii. Widoki chmury punktów w przekroju pionowym przedstawiono na rys. 8 do 13 w następujących kombinacjach wyświetlania:

- rys. 8 - widok z góry kolorowanie wg wysokości, przekrój kolorowanie wg klas,
- rys. 9 - widok z góry i przekrój - kolorowanie wg klas,
- rys. 10 - widok z góry i przekrój - kolorowanie wg współczyn. intensywności odbicia,
- rys. 11 - widok z góry i przekrój - kolorowanie wg numeru pasa nalotu,
- rys. 12 - widok z góry i przekrój - kolorowanie wg numeru echa,
- rys. 13 - widok z góry i przekrój - kolorowanie wg wartości RGB.

Możliwe jest również wygenerowanie modelu 3D TIN co przedstawiono na rys. 16 i 17.



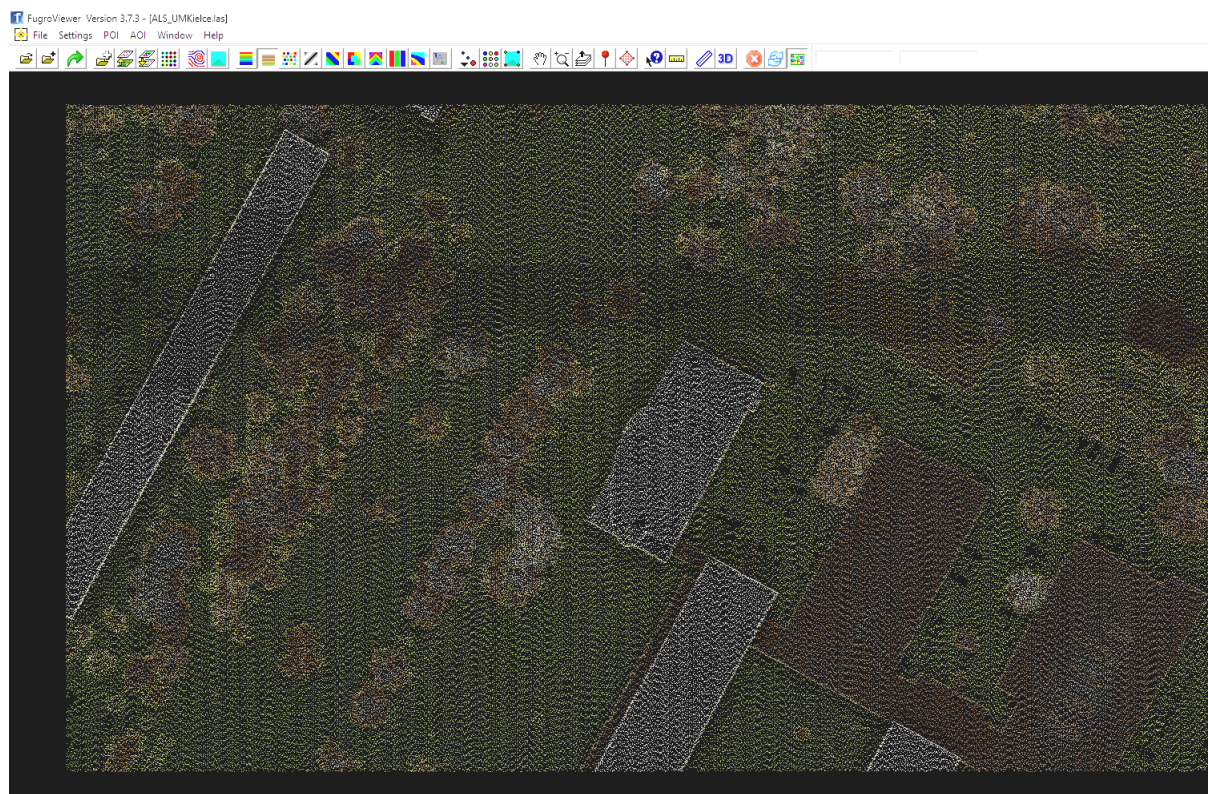
[Tekst alternatywny. Fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach, kolorowanej wg wartości wysokości - punkty najniższe kolor niebieski, najwyższe kolor czerwony]



Rys. 1. Chmura punktów ALS kolorowana wg wysokości (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



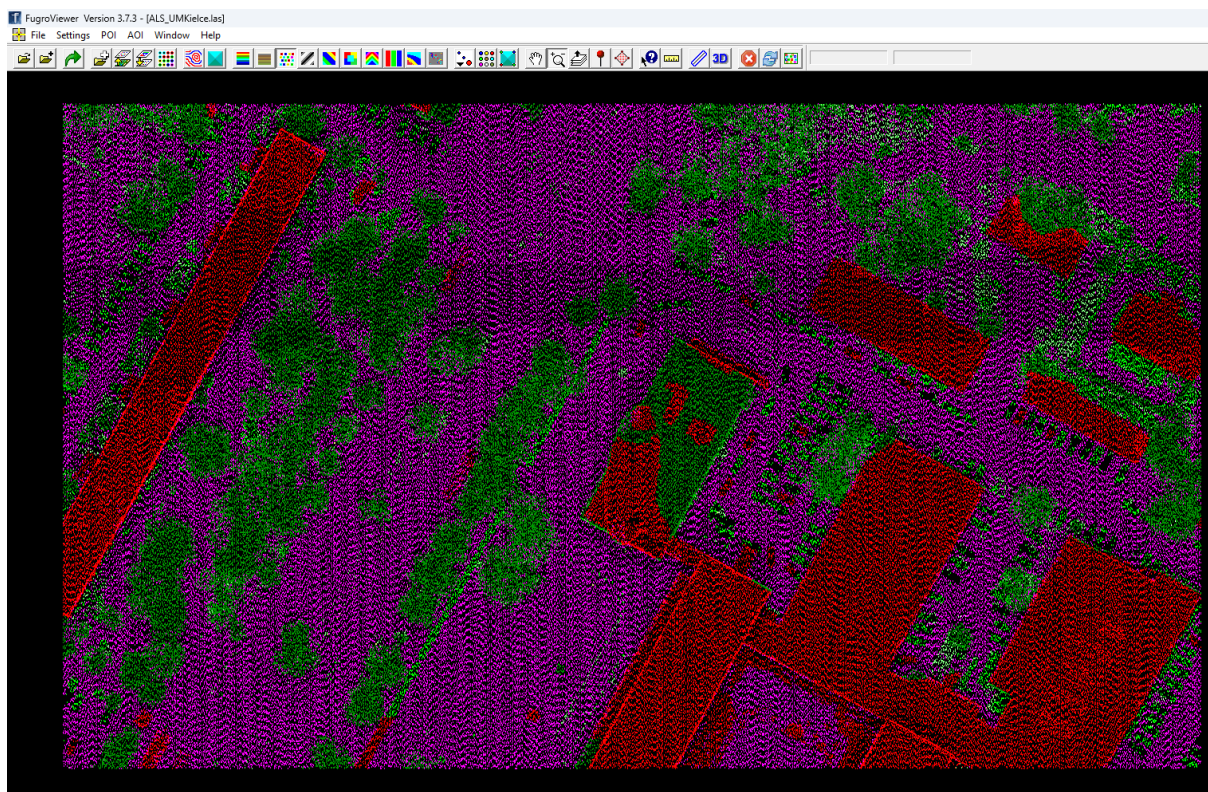
[Tekst alternatywny. Fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach, kolorowanej wg palety nazwanej przez producenta "barwy ziemi". Punkty najniższe w kolorze ciemno zielonym, najwyższe budynki białe, pomiędzy punkty w kolorach żółto-brązowych]



Rys. 2. Chmura punktów ALS kolorowana wg palety nazwanej przez producenta "barwy ziemi" (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



[Tekst alternatywny. Fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach, kolorowanej wg klas. Grunt w kolorze fioletowym, budynki czerwone, roślinność w odcieniach zielonego w zależności od wysokości. Na budynku ENERGIS widać błędy przeprowadzenia klasyfikacji]



Rys. 3. Chmura punktów ALS kolorowana wg klasyfikacji (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



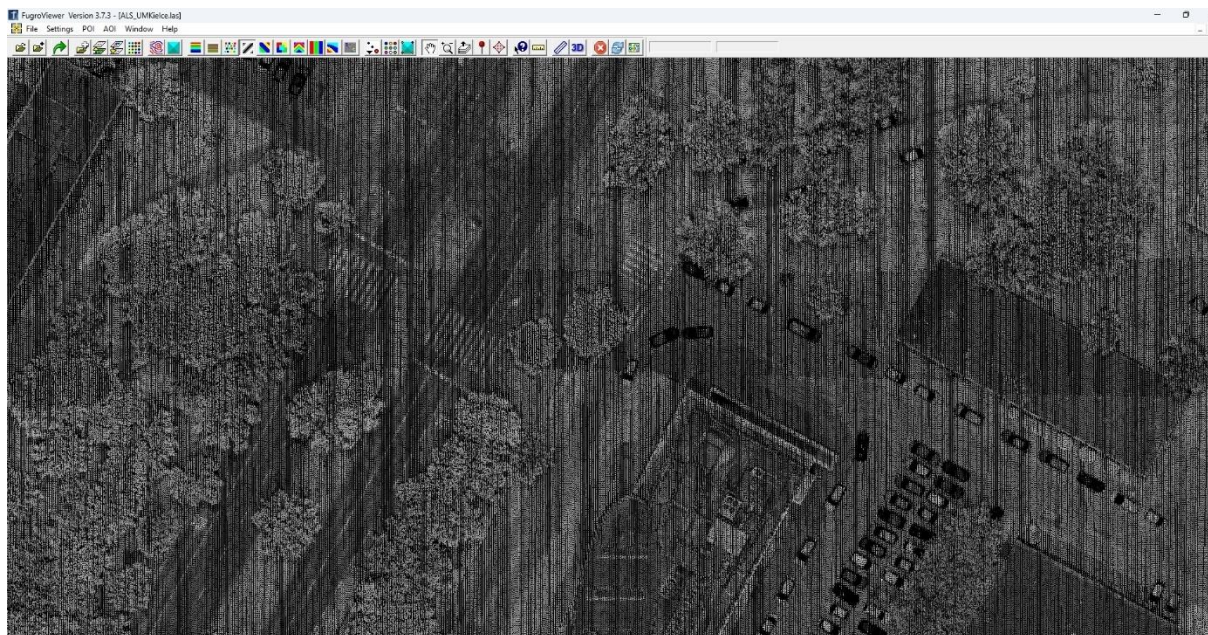
[Tekst alternatywny. Fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach, kolorowanej wg współczynnika intensywności odbicia - skala szarości. Materiały/obiekty lepiej odbijające wiązkę lasera kolor jasny/biały, materiały/obiekty słabiej odbijające wiązkę lasera – kolor ciemny/grafitowy/czarny]



Rys. 4. Chmura punktów ALS kolorowana wg intensywności odbicia - skala szarości
(oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



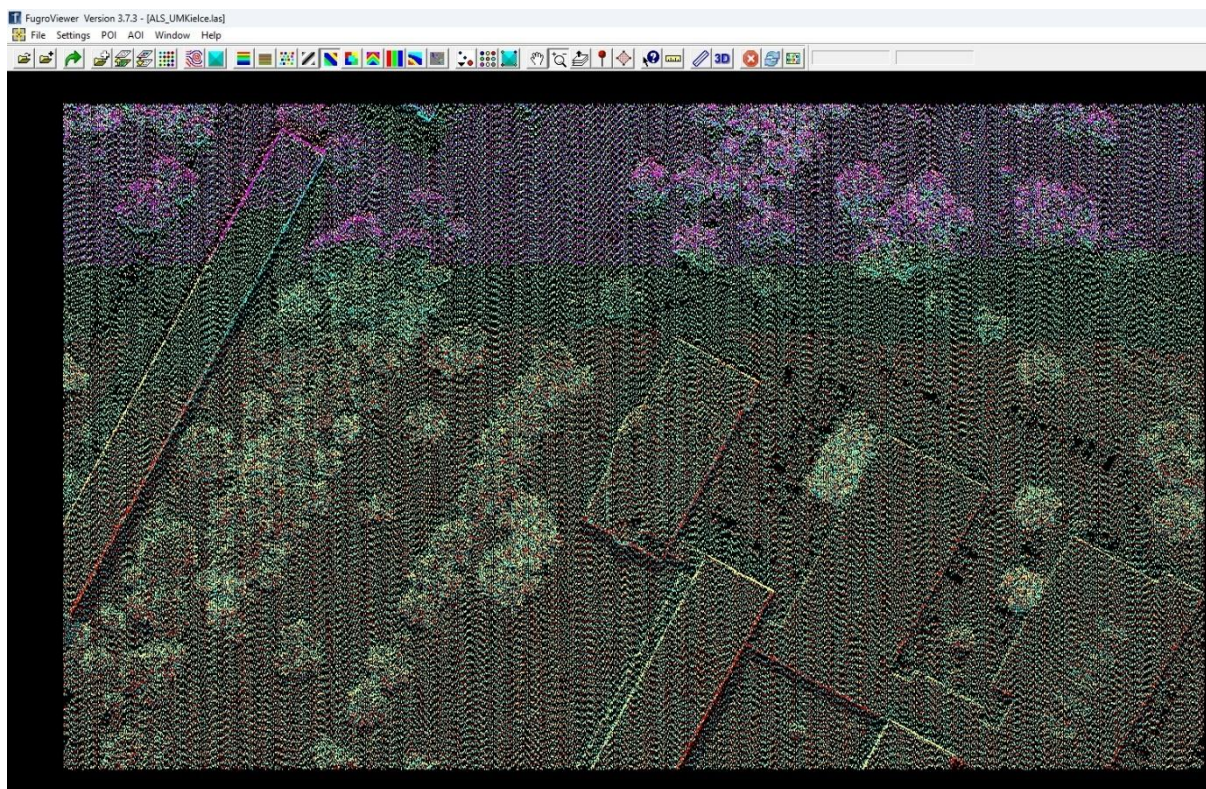
[Tekst alternatywny. Powiększony fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach, kolorowanej wg współczynnika intensywności odbicia - skala szarości. Materiały/obiekty lepiej odbijające wiązkę lasera kolor jasny/biały, materiały/obiekty słabiej odbijające wiązkę lasera – kolor ciemny/grafitowy/czarny]



Rys. 5. Powiększony fragment chmury punktów ALS kolorowanej wg intensywności odbicia - skala szarości (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



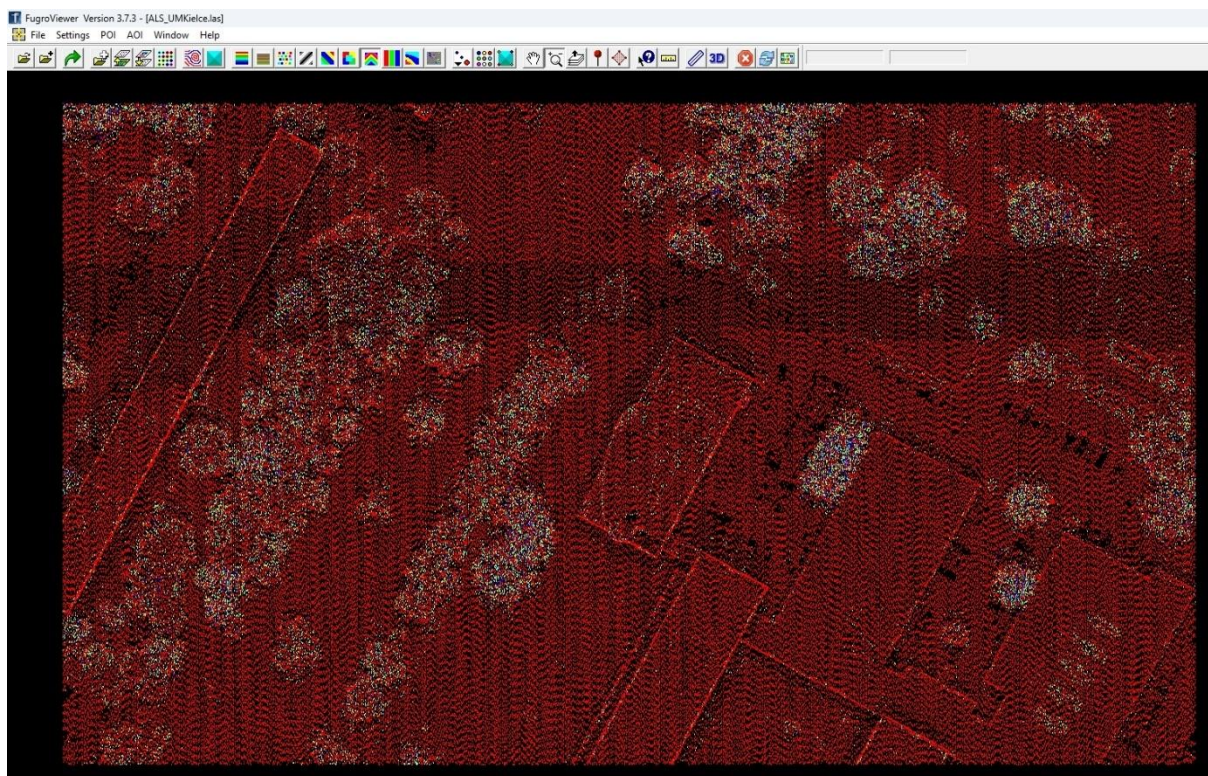
[Tekst alternatywny. Fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach, kolorowanej wg numeru pasa nalotu- poszczególne pasy to kolory: błękitny, żółty, fioletowy, czerwony]



Rys. 6. Chmura punktów ALS kolorowana wg numeru pasa nalotu (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



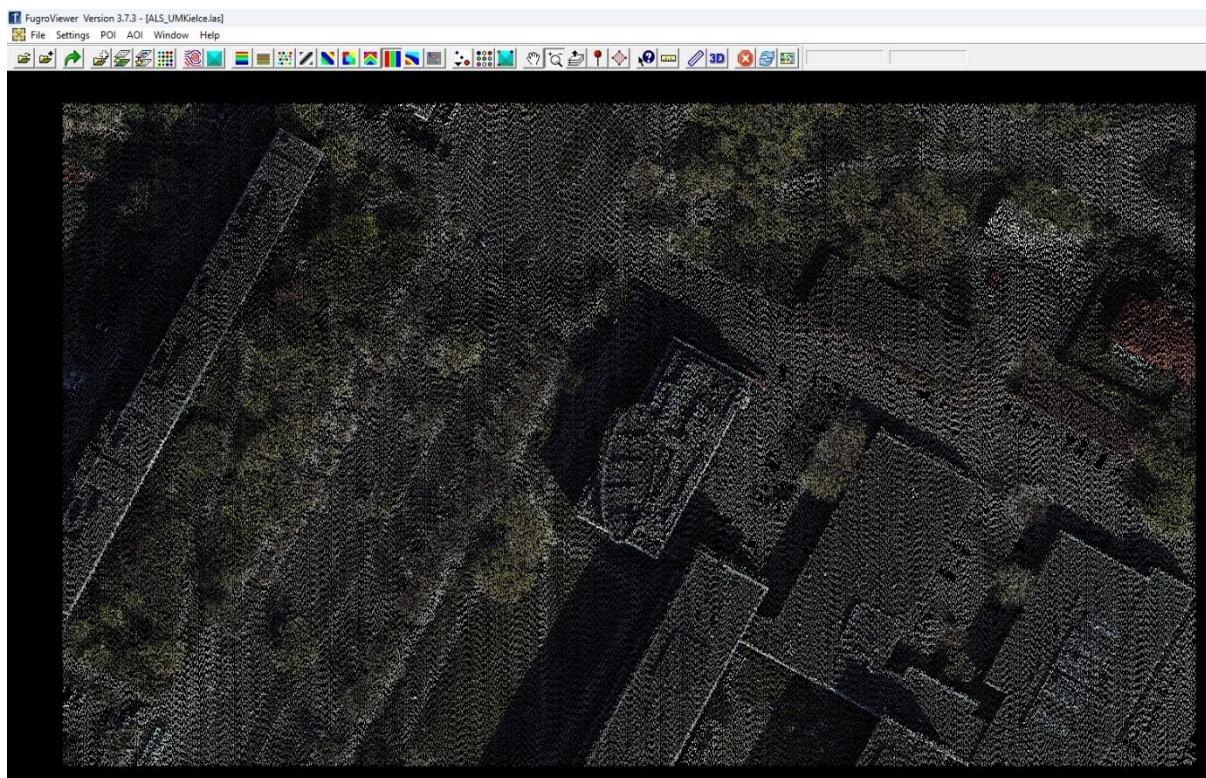
[Tekst alternatywny. Fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach, kolorowanej wg numeru odbicia – echa. Jedyne odbicie oraz pierwsze z wielu odbić – kolor czerwony, środkowe oraz ostatnie z wielu odbić – kolor zielony lub niebieski]



Rys. 7. Chmura punktów ALS kolorowana wg numeru odbicia – echa (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



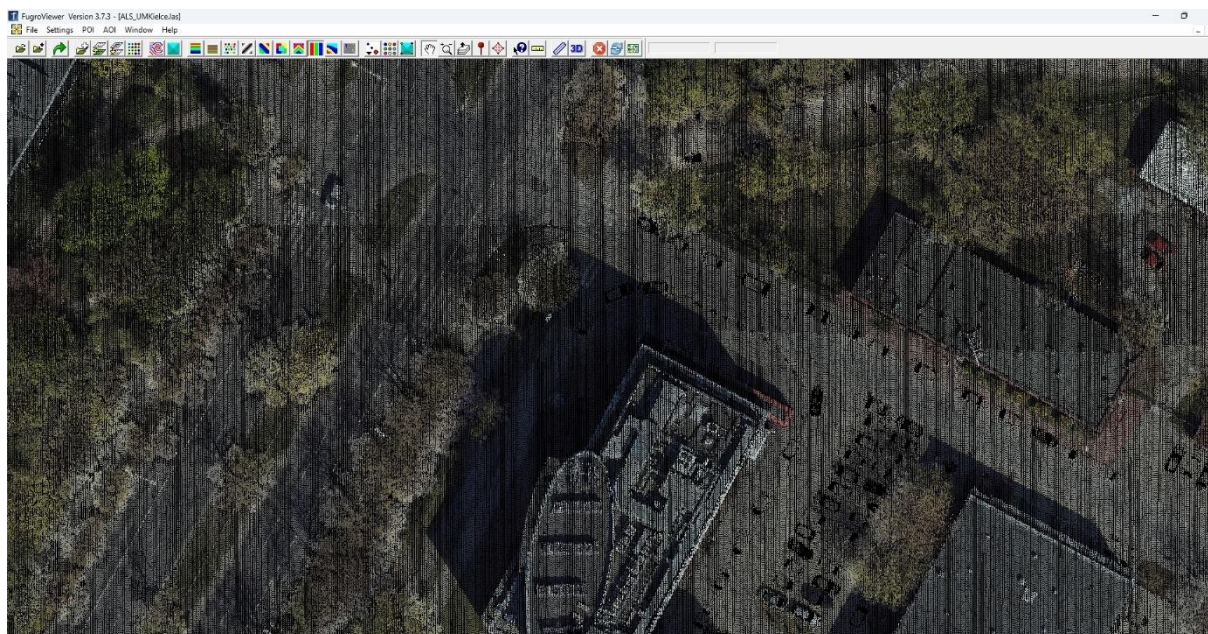
[Tekst alternatywny Fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach, kolorowanej wg wartości RGB]



Rys. 8. Chmura punktów ALS kolorowana wg wartości RGB (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



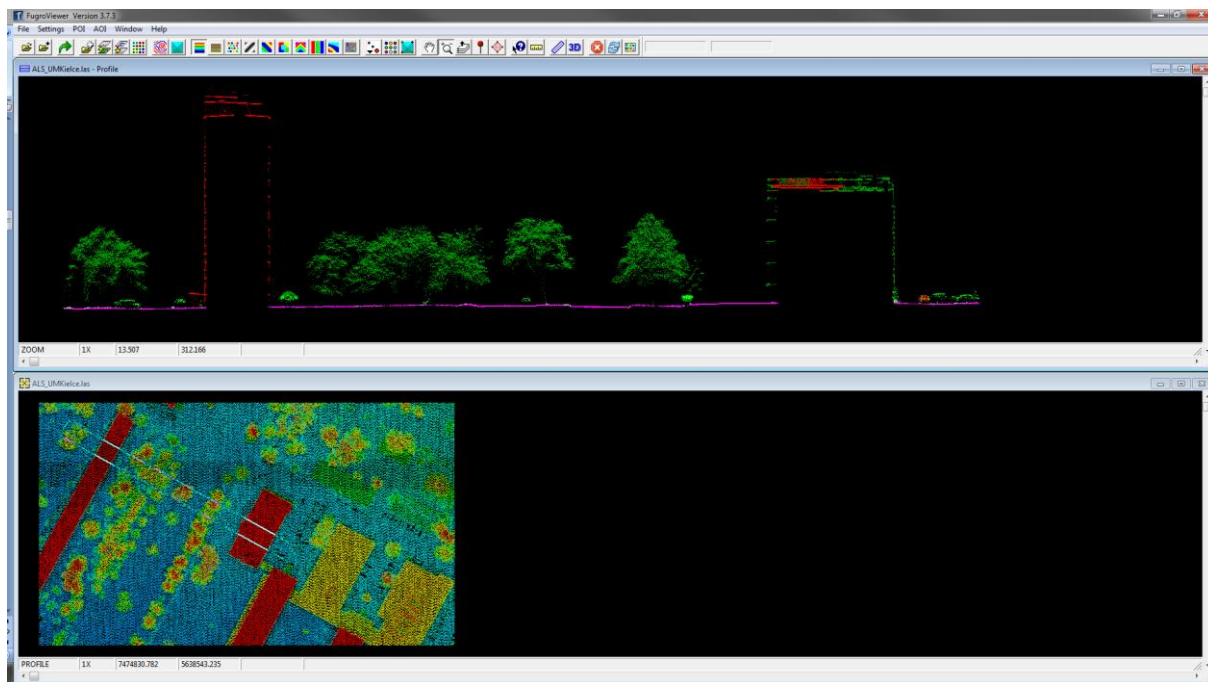
[Tekst alternatywny. Powiększony fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach, kolorowanej wg wartości RGB]



Rys. 9. Chmura punktów ALS kolorowana wg wartości RGB (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



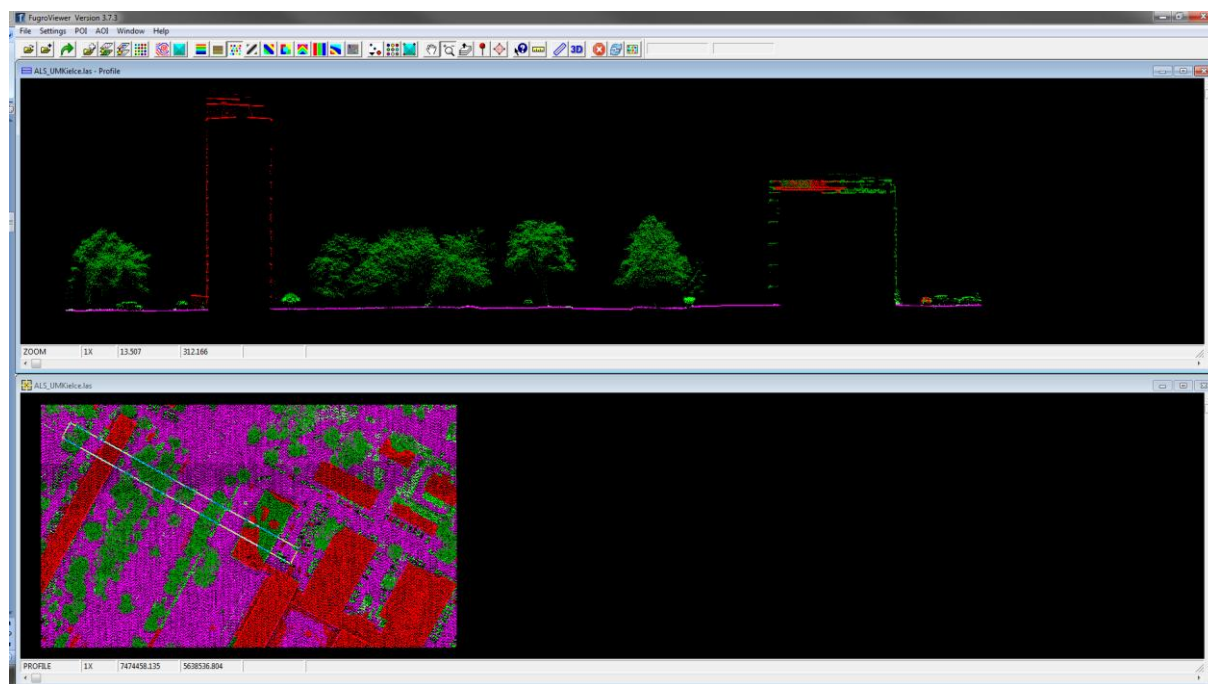
[Tekst alternatywny. Przekrój przez fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach. Część dolna okna - widok z góry kolorowanie wg wysokości, dopasowanie kolorów jak w rys. 2. Górna część okna, przekrój - kolorowanie wg klas – kolory jak na rys. 3]



Rys. 10. Przekrój przez chmurę punktów – dolna część rysunku, widok z góry - kolorowanie wg wysokości, górna część rysunku, przekrój - kolorowanie wg klas (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



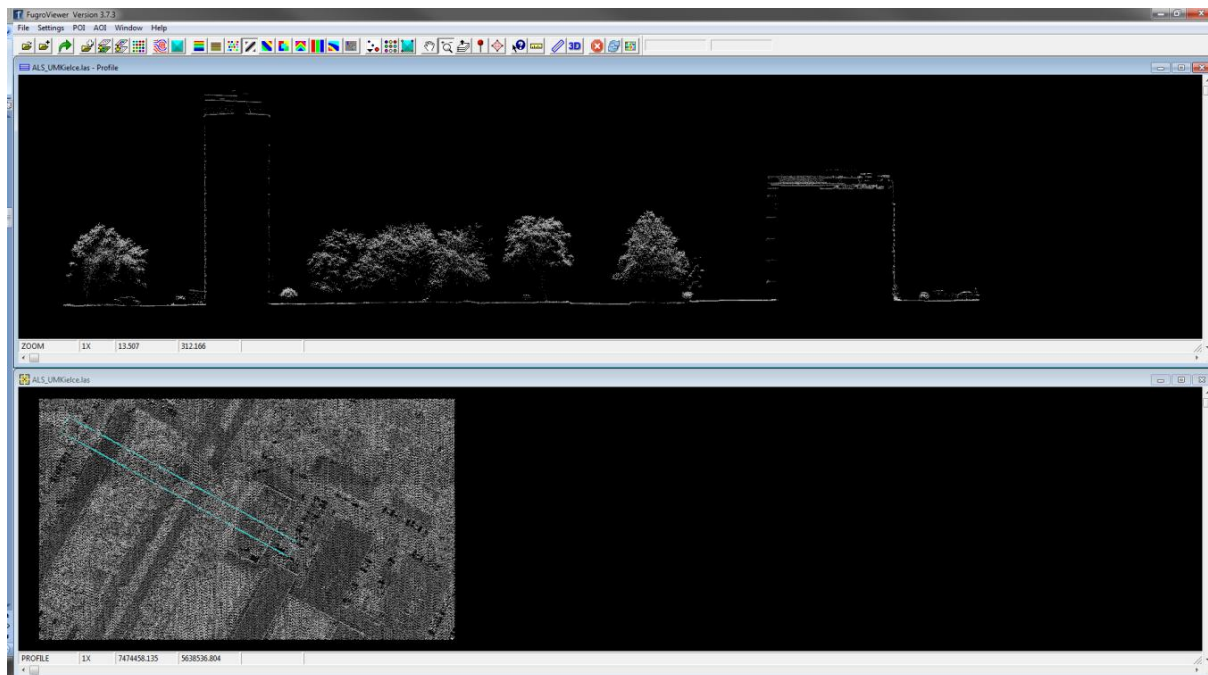
[Tekst alternatywny. Przekrój przez fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach, Dolna część okna - widok z góry, kolorowanie wg klas, górna część okna – przekrój, kolorowanie wg klas – powiązanie kolorów z klasą jak na rys. 3]



Rys. 11. Przekrój przez chmurę punktów - widok z góry i przekrój kolorowanie wg klas (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



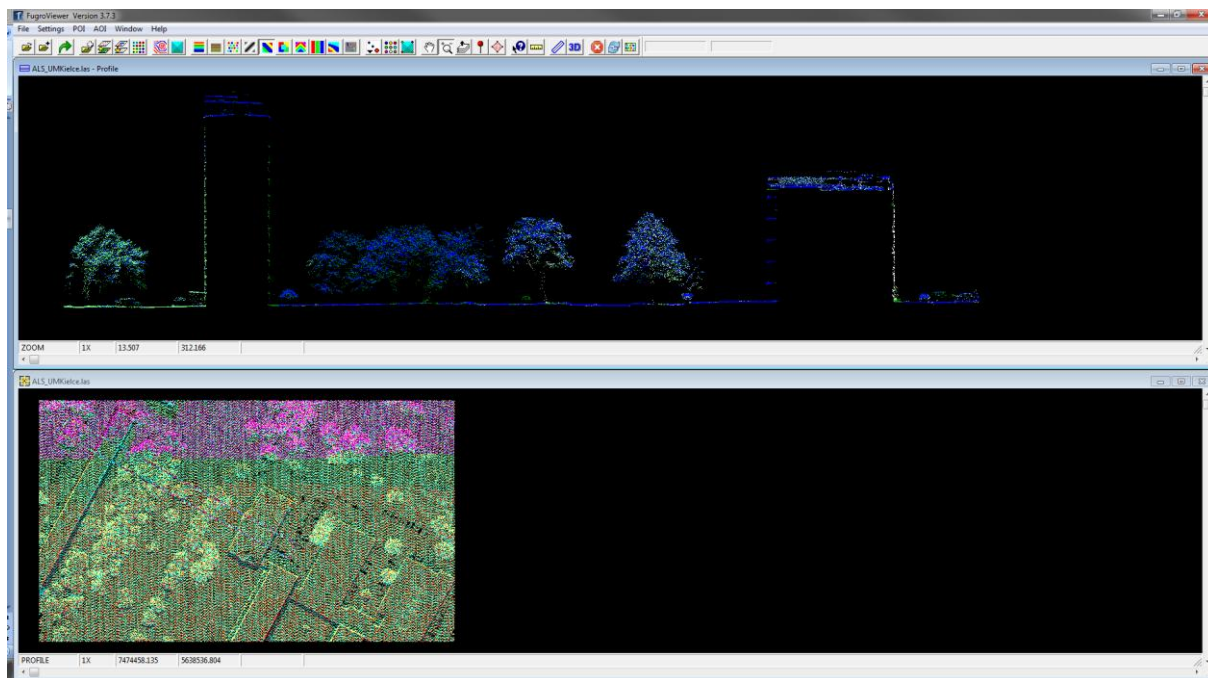
[Tekst alternatywny. Przekrój przez fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach, widok z góry i przekrój kolorowanie wg współczynnika intensywności odbicia – skala szarości. Materiały/obiekty lepiej odbijające wiązkę lasera kolor jasny/biały, materiały/obiekty słabiej odbijające wiązkę lasera – kolor ciemny/grafitowy/czarny]



Rys. 12. Przekrój przez chmurę punktów - widok z góry i przekrój - kolorowanie wg współczynnika intensywności odbicia (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



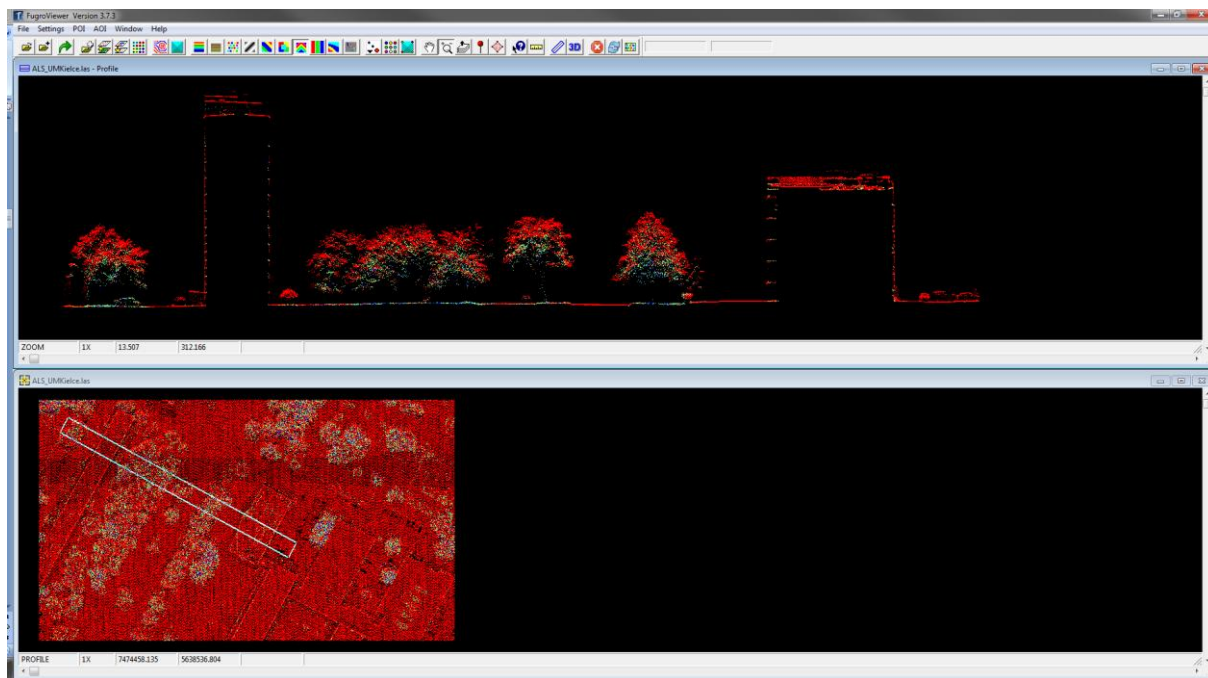
[Tekst alternatywny. Przekrój przez fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach. Dolna część okna, widok z góry kolorowanie wg numeru pasa nalotu, część górna okna, przekrój kolorowanie wg numeru pasa nalotu – kolory jak w rys. 6]



Rys. 13. Przekrój przez chmurę punktów - widok z góry - kolorowanie wg numeru pasa nalotu, przekrój - kolorowanie wg numeru pasa nalotu (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



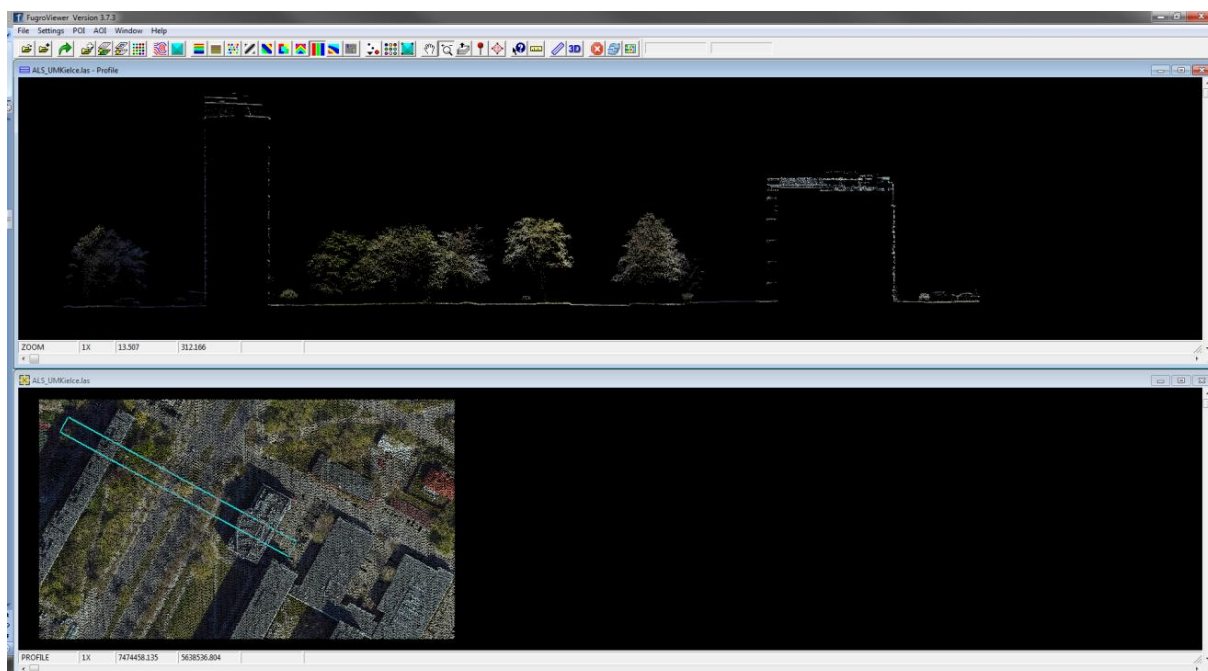
[Tekst alternatywny. Przekrój przez fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach, widok z góry i przekrój kolorowanie wg numeru echa – dopasowanie kolorów jak w rys. 7]



Rys. 14. Przekrój przez chmurę punktów - widok z góry i przekrój - kolorowanie wg numeru echa (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



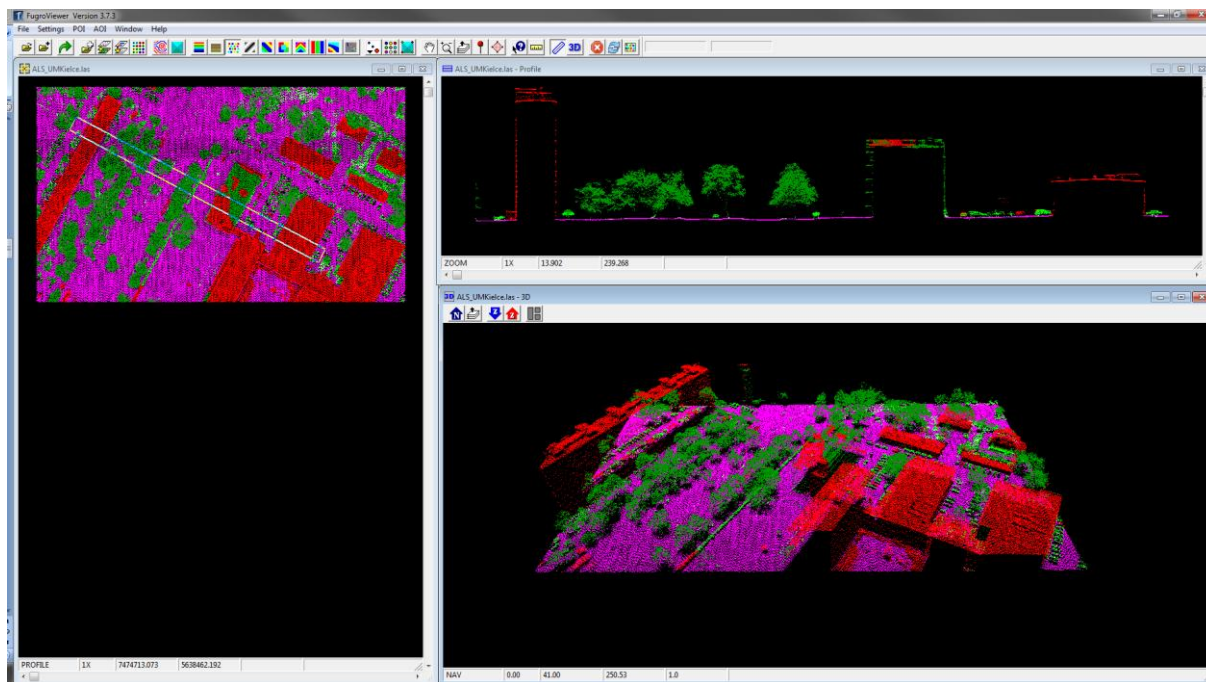
[Tekst alternatywny. Przekrój przez fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach, widok z góry i przekrój - kolorowanie wg wartości RGB]



Rys. 15. Przekrój przez chmurę punktów - widok z góry i przekrój - kolorowanie wg wartości RGB (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



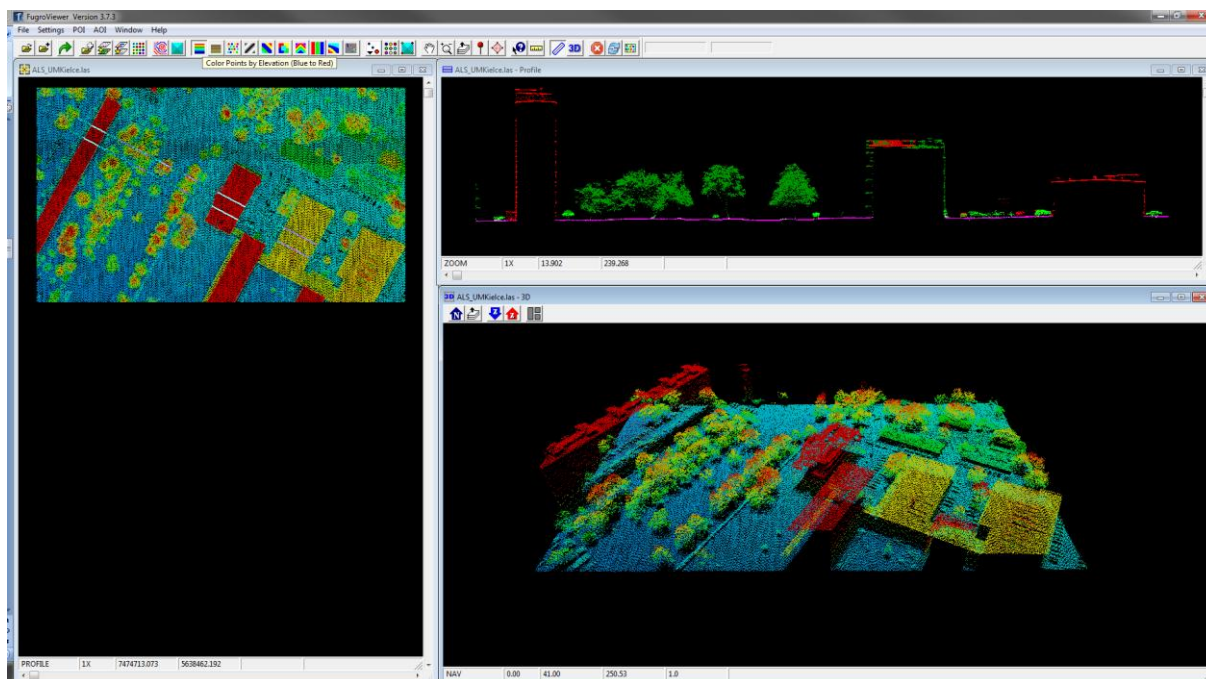
[Tekst alternatywny. Fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach. Po lewej stronie rysunku, widok z góry, po prawej u góry - przekrój, a po prawej u dołu widok 3D - wszystkie kolorowane wg klas – dopasowanie kolorów na rys. 3]



Rys. 16. Przekrój przez chmurę punktów - widok z góry, przekrój i widok 3D - kolorowanie wg klas (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



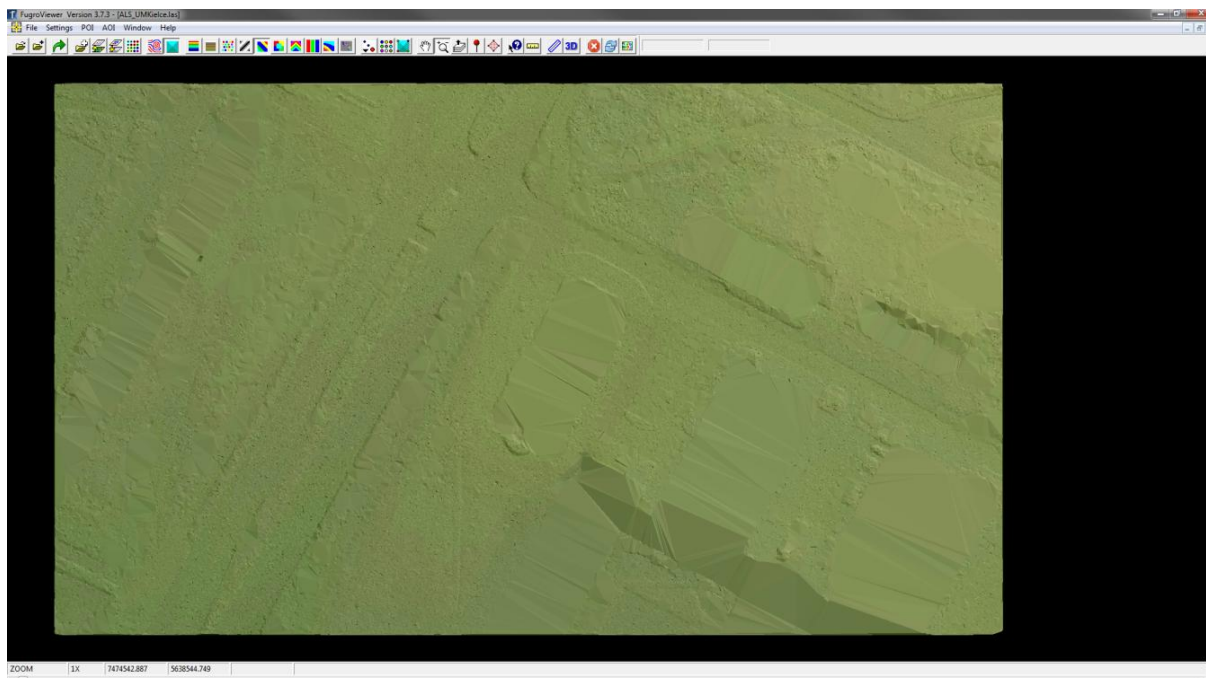
[Tekst alternatywny. Fragment chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach. Po lewej stronie rysunku - widok z góry, po prawej u dołu - widok 3D - oba kolorowane wg wysokości, dopasowanie kolorów jak na rys. 1, a po prawej u góry, przekrój - kolorowane wg klas – dopasowanie kolorów jak na rys 3]



Rys. 17. Przekrój przez chmurę punktów - widok z góry, widok 3D - kolorowanie wg wysokości, przekrój kolorowany wg klas (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



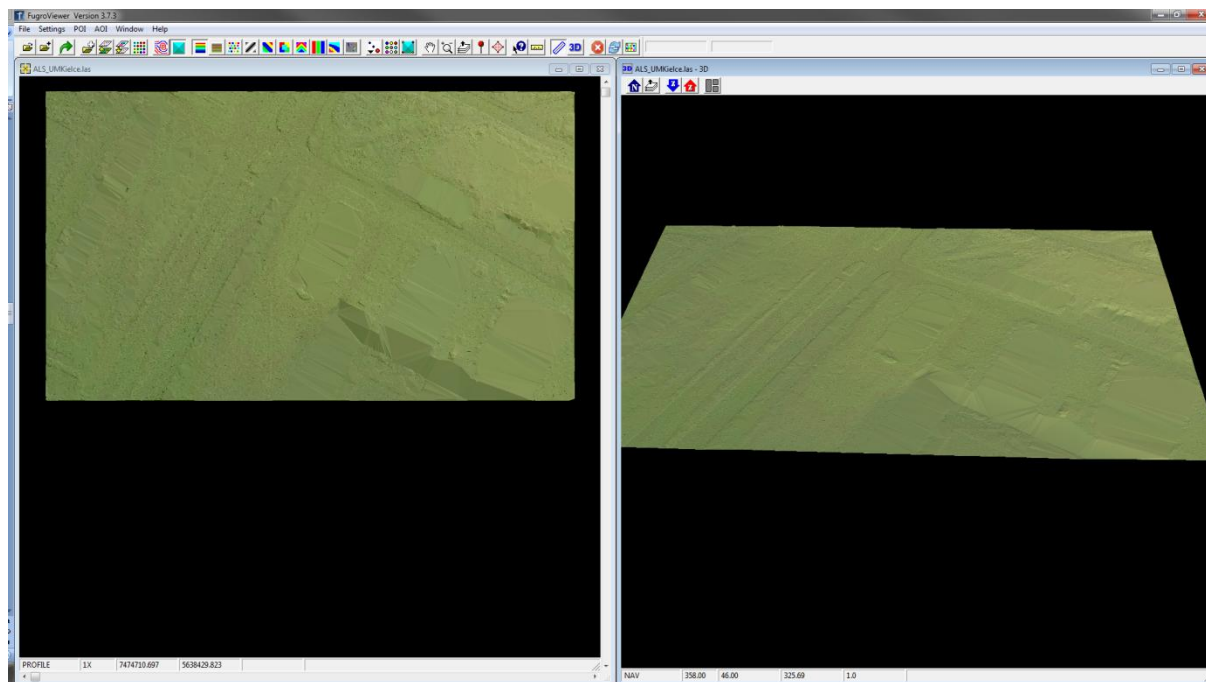
[Tekst alternatywny. Fragment modelu TIN opracowanego na podstawie chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach. Widok z góry - kolorowanie modelu wg palety nazwanej przez producenta „kolory ziemi”]



Rys. 18. Model TIN prezentowanego obszaru - widok z góry – paleta „kolory ziemi”
(oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)



[Tekst alternatywny. Fragment model TIN opracowanego na podstawie chmury punktów ALS – skrzyżowanie ulic Warszawskiej i Studenckiej w Kielcach. Po lewej widok z góry, po prawej - widok 3D - oba kolorowane wg palety nazwanej przez producenta „kolory ziemi”]

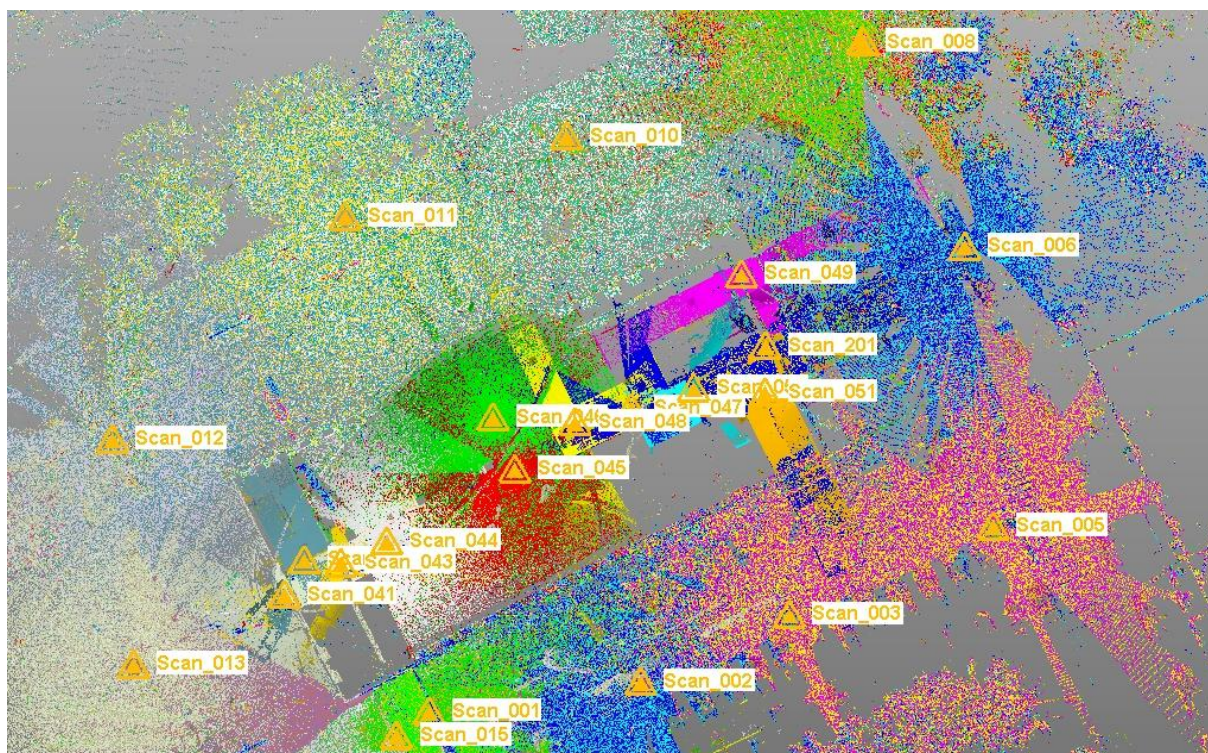


Rys. 19. Model TIN prezentowanego obszaru - widok z góry oraz widok 3D – paleta „kolory ziemi” (oprac. własne na podstawie danych z UM Kielce)

2. Raport z wyrównania projektu TLS w oprogramowaniu Trimble RealWorks

Oprogramowanie Trimble RealWorks służy do przetwarzania danych LiDAR. Najczęściej wykorzystywanym modulem jest składanie poszczególnych skanów TLS w jeden projekt. Rozbudowany moduł TLS pozwala na łączenie chmur punktów przy użyciu sygnalizowanych celów, ale także bez nich - chmura do chmury. Połączenie c2c (cloud to cloud), możliwe jest jedynie w przypadku odpowiednio dużych "zakładek" pomiędzy sąsiadującymi ze sobą skanami. Na poniższych stronach zaprezentowano przykładowy raport z wyrównania 24 stanowisk TLS zlokalizowanych zarówno na zewnątrz jak i wewnątrz budynku ENERGIS (parter).

[Tekst alternatywny. Fragment chmury punktów TLS dla poniższego raportu złożenia – budynek ENERGIS. Widok z góry, kolorowanie wg numerów stanowisk – każde stanowisko w innym kolorze]



Rys. 20. Rozmieszczenie stanowisk skanera dla poniższego raportu. Chmura punktów TLS w widoku z góry i kolorowana wg numerów stanowisk – każde stanowisko w innym kolorze (oprac. własne)



Registration Report (using TZF Scans)

Length Measurement Units: Millimeters

Coordinate System: X, Y, Z

Overall Cloud-to-Cloud Error: 9.47 mm

Scan_001 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_002	1.92 mm	47%	100%
Scan_003	2.01 mm	50%	100%
Scan_005	2.23 mm	39%	100%
Scan_006	2.71 mm	4%	70%
Scan_007	8.15 mm	2%	23%
Scan_008	8.73 mm	2%	16%
Scan_010	38.93 mm	2%	1%
Scan_011	12.11 mm	1%	1%
Scan_012	5.81 mm	9%	11%
Scan_013	5.14 mm	20%	7%
Scan_014	19.10 mm	32%	100%
Scan_015	1.36 mm	69%	100%
Scan_041	16.07 mm	8%	0%
Scan_042	65.41 mm	0%	0%
Scan_043	74.60 mm	0%	0%
Scan_044	58.15 mm	1%	0%
Scan_045	56.82 mm	2%	1%
Scan_046	54.93 mm	2%	1%
Scan_047	47.66 mm	1%	1%
Scan_048	50.04 mm	1%	0%
Scan_049	47.76 mm	0%	0%
Scan_050	51.85 mm	0%	1%
Scan_051	49.48 mm	1%	0%
Scan_201	55.14 mm	1%	1%



Scan_002 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	1.92 mm	47%	100%
Scan_003	0.80 mm	80%	100%
Scan_005	1.28 mm	59%	100%
Scan_006	2.55 mm	6%	67%
Scan_007	8.54 mm	2%	6%
Scan_008	10.34 mm	2%	3%
Scan_010	37.96 mm	1%	0%
Scan_011	51.81 mm	1%	0%
Scan_012	51.50 mm	1%	0%
Scan_013	43.85 mm	2%	0%
Scan_014	17.44 mm	7%	6%
Scan_015	3.78 mm	28%	100%
Scan_041	67.57 mm	1%	0%
Scan_042	54.55 mm	1%	0%
Scan_043	43.08 mm	1%	0%
Scan_044	64.88 mm	1%	0%
Scan_045	65.55 mm	0%	0%
Scan_046	94.66 mm	1%	0%
Scan_047	52.51 mm	0%	0%
Scan_048	41.16 mm	1%	0%
Scan_049	44.37 mm	0%	0%
Scan_050	51.18 mm	0%	0%
Scan_051	53.38 mm	0%	0%
Scan_201	55.87 mm	1%	0%

Scan_003 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	2.01 mm	50%	100%
Scan_002	0.80 mm	80%	100%
Scan_005	0.92 mm	67%	100%
Scan_006	2.31 mm	12%	100%
Scan_007	7.00 mm	4%	7%
Scan_008	8.10 mm	4%	4%
Scan_010	20.94 mm	1%	0%
Scan_011	40.32 mm	1%	0%
Scan_012	36.12 mm	2%	0%
Scan_013	31.01 mm	2%	0%
Scan_014	18.34 mm	9%	3%
Scan_015	4.70 mm	31%	100%
Scan_041	50.97 mm	2%	1%
Scan_042	69.33 mm	1%	0%
Scan_043	55.93 mm	1%	0%
Scan_044	60.34 mm	2%	0%
Scan_045	70.45 mm	1%	0%
Scan_046	55.11 mm	1%	0%
Scan_047	106.09 mm	1%	0%
Scan_048	49.81 mm	1%	0%
Scan_049	67.63 mm	0%	0%
Scan_050	54.47 mm	0%	2%
Scan_051	52.29 mm	1%	0%
Scan_201	52.75 mm	1%	0%

**Scan_005 - 24 Station(s) with Points in Common -**

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	2.23 mm	39%	100%
Scan_002	1.28 mm	59%	100%
Scan_003	0.92 mm	67%	100%
Scan_006	1.18 mm	44%	100%
Scan_007	1.99 mm	26%	100%
Scan_008	1.77 mm	26%	89%
Scan_010	4.22 mm	4%	4%
Scan_011	18.30 mm	2%	9%
Scan_012	33.26 mm	2%	0%
Scan_013	38.57 mm	2%	0%
Scan_014	18.59 mm	12%	4%
Scan_015	5.07 mm	27%	100%
Scan_041	45.14 mm	3%	10%
Scan_042	54.07 mm	1%	6%
Scan_043	53.71 mm	1%	0%
Scan_044	63.26 mm	2%	0%
Scan_045	66.17 mm	1%	0%
Scan_046	52.79 mm	1%	0%
Scan_047	52.43 mm	0%	0%
Scan_048	47.81 mm	1%	0%
Scan_049	34.95 mm	1%	0%
Scan_050	52.96 mm	1%	0%
Scan_051	39.66 mm	2%	0%
Scan_201	33.93 mm	4%	0%

Scan_006 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	2.71 mm	4%	70%
Scan_002	2.55 mm	6%	67%
Scan_003	2.31 mm	12%	100%
Scan_005	1.18 mm	44%	100%
Scan_007	1.12 mm	46%	100%
Scan_008	1.36 mm	46%	100%
Scan_010	3.92 mm	15%	29%
Scan_011	26.26 mm	5%	42%
Scan_012	31.94 mm	3%	13%
Scan_013	39.98 mm	1%	2%
Scan_014	14.76 mm	2%	3%
Scan_015	6.09 mm	4%	63%
Scan_041	46.08 mm	2%	10%
Scan_042	44.48 mm	2%	8%
Scan_043	47.75 mm	1%	5%
Scan_044	44.57 mm	1%	2%
Scan_045	24.57 mm	1%	32%
Scan_046	23.54 mm	1%	3%
Scan_047	67.55 mm	2%	0%
Scan_048	75.13 mm	2%	0%
Scan_049	38.78 mm	4%	0%
Scan_050	62.58 mm	4%	0%
Scan_051	40.74 mm	6%	1%
Scan_201	23.82 mm	13%	6%



Scan_007 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	8.15 mm	2%	23%
Scan_002	8.54 mm	2%	6%
Scan_003	7.00 mm	4%	7%
Scan_005	1.99 mm	26%	100%
Scan_006	1.12 mm	46%	100%
Scan_008	0.72 mm	80%	100%
Scan_010	3.49 mm	45%	100%
Scan_011	5.16 mm	27%	100%
Scan_012	12.97 mm	14%	100%
Scan_013	30.31 mm	2%	6%
Scan_014	15.78 mm	1%	0%
Scan_015	11.67 mm	2%	25%
Scan_041	47.68 mm	2%	9%
Scan_042	33.87 mm	1%	5%
Scan_043	60.33 mm	1%	4%
Scan_044	53.01 mm	1%	0%
Scan_045	58.09 mm	1%	0%
Scan_046	60.41 mm	3%	0%
Scan_047	67.09 mm	1%	0%
Scan_048	53.11 mm	1%	0%
Scan_049	44.22 mm	3%	0%
Scan_050	64.73 mm	1%	0%
Scan_051	39.87 mm	2%	0%
Scan_201	30.83 mm	4%	0%

Scan_008 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	8.73 mm	2%	16%
Scan_002	10.34 mm	2%	3%
Scan_003	8.10 mm	4%	4%
Scan_005	1.77 mm	26%	89%
Scan_006	1.36 mm	46%	100%
Scan_007	0.72 mm	80%	100%
Scan_010	2.92 mm	45%	100%
Scan_011	4.36 mm	28%	100%
Scan_012	12.57 mm	14%	100%
Scan_013	31.97 mm	2%	5%
Scan_014	20.55 mm	1%	0%
Scan_015	10.04 mm	2%	16%
Scan_041	49.03 mm	2%	9%
Scan_042	44.35 mm	1%	5%
Scan_043	58.45 mm	1%	4%
Scan_044	39.18 mm	2%	0%
Scan_045	54.20 mm	1%	0%
Scan_046	50.32 mm	2%	0%
Scan_047	55.47 mm	1%	0%
Scan_048	48.56 mm	1%	0%
Scan_049	45.26 mm	3%	0%
Scan_050	60.27 mm	2%	0%
Scan_051	32.64 mm	3%	0%
Scan_201	27.89 mm	5%	0%



Scan_010 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	38.93 mm	2%	1%
Scan_002	37.96 mm	1%	0%
Scan_003	20.94 mm	1%	0%
Scan_005	4.22 mm	4%	4%
Scan_006	3.92 mm	15%	29%
Scan_007	3.49 mm	45%	100%
Scan_008	2.92 mm	45%	100%
Scan_011	1.92 mm	61%	100%
Scan_012	4.17 mm	23%	100%
Scan_013	25.37 mm	3%	60%
Scan_014	33.78 mm	1%	5%
Scan_015	35.67 mm	2%	9%
Scan_041	51.47 mm	2%	5%
Scan_042	47.96 mm	1%	0%
Scan_043	65.11 mm	1%	0%
Scan_044	50.80 mm	3%	0%
Scan_045	63.25 mm	2%	0%
Scan_046	49.88 mm	4%	0%
Scan_047	51.93 mm	2%	0%
Scan_048	63.38 mm	1%	0%
Scan_049	93.01 mm	1%	0%
Scan_050	50.20 mm	1%	0%
Scan_051	53.97 mm	1%	0%
Scan_201	56.22 mm	2%	1%

Scan_011 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	12.11 mm	1%	1%
Scan_002	51.81 mm	1%	0%
Scan_003	40.32 mm	1%	0%
Scan_005	18.30 mm	2%	9%
Scan_006	26.26 mm	5%	42%
Scan_007	5.16 mm	27%	100%
Scan_008	4.36 mm	28%	100%
Scan_010	1.92 mm	61%	100%
Scan_012	3.15 mm	41%	100%
Scan_013	5.70 mm	12%	100%
Scan_014	19.12 mm	1%	15%
Scan_015	9.76 mm	1%	52%
Scan_041	41.24 mm	5%	24%
Scan_042	50.05 mm	2%	0%
Scan_043	68.91 mm	1%	0%
Scan_044	62.29 mm	5%	0%
Scan_045	43.71 mm	3%	0%
Scan_046	45.49 mm	5%	0%
Scan_047	57.28 mm	3%	0%
Scan_048	58.47 mm	1%	0%
Scan_049	78.03 mm	2%	4%
Scan_050	70.69 mm	0%	0%
Scan_051	61.54 mm	1%	0%
Scan_201	69.95 mm	1%	0%



Scan_012 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	5.81 mm	9%	11%
Scan_002	51.50 mm	1%	0%
Scan_003	36.12 mm	2%	0%
Scan_005	33.26 mm	2%	0%
Scan_006	31.94 mm	3%	13%
Scan_007	12.97 mm	14%	100%
Scan_008	12.57 mm	14%	100%
Scan_010	4.17 mm	23%	100%
Scan_011	3.15 mm	41%	100%
Scan_013	1.24 mm	62%	100%
Scan_014	26.78 mm	6%	16%
Scan_015	4.10 mm	17%	100%
Scan_041	16.11 mm	18%	14%
Scan_042	39.42 mm	3%	0%
Scan_043	47.00 mm	2%	0%
Scan_044	44.57 mm	2%	0%
Scan_045	54.88 mm	2%	0%
Scan_046	53.67 mm	4%	0%
Scan_047	55.08 mm	3%	0%
Scan_048	57.65 mm	0%	0%
Scan_049	51.88 mm	1%	6%
Scan_050	53.81 mm	1%	6%
Scan_051	52.11 mm	1%	4%
Scan_201	57.29 mm	1%	5%

Scan_013 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	5.14 mm	20%	7%
Scan_002	43.85 mm	2%	0%
Scan_003	31.01 mm	2%	0%
Scan_005	38.57 mm	2%	0%
Scan_006	39.98 mm	1%	2%
Scan_007	30.31 mm	2%	6%
Scan_008	31.97 mm	2%	5%
Scan_010	25.37 mm	3%	60%
Scan_011	5.70 mm	12%	100%
Scan_012	1.24 mm	62%	100%
Scan_014	22.85 mm	12%	8%
Scan_015	3.95 mm	31%	18%
Scan_041	10.61 mm	28%	3%
Scan_042	44.95 mm	3%	0%
Scan_043	48.71 mm	3%	0%
Scan_044	68.03 mm	2%	0%
Scan_045	62.67 mm	3%	0%
Scan_046	61.71 mm	2%	0%
Scan_047	51.86 mm	2%	0%
Scan_048	50.50 mm	1%	0%
Scan_049	53.05 mm	1%	5%
Scan_050	47.15 mm	1%	5%
Scan_051	48.68 mm	1%	7%
Scan_201	56.85 mm	1%	7%



Scan_014 - 20 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	19.10 mm	32%	100%
Scan_002	17.44 mm	7%	6%
Scan_003	18.34 mm	9%	3%
Scan_005	18.59 mm	12%	4%
Scan_006	14.76 mm	2%	3%
Scan_007	15.78 mm	1%	0%
Scan_008	20.55 mm	1%	0%
Scan_010	33.78 mm	1%	5%
Scan_011	19.12 mm	1%	15%
Scan_012	26.78 mm	6%	16%
Scan_013	22.85 mm	12%	8%
Scan_015	19.93 mm	49%	73%
Scan_041	99.36 mm	4%	0%
Scan_042	48.07 mm	1%	0%
Scan_043	64.83 mm	1%	0%
Scan_044	51.88 mm	0%	0%
Scan_045	39.61 mm	3%	0%
Scan_046	42.21 mm	3%	17%
Scan_047	46.66 mm	1%	5%
Scan_048	45.39 mm	0%	0%

Scan_015 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	1.36 mm	69%	100%
Scan_002	3.78 mm	28%	100%
Scan_003	4.70 mm	31%	100%
Scan_005	5.07 mm	27%	100%
Scan_006	6.09 mm	4%	63%
Scan_007	11.67 mm	2%	25%
Scan_008	10.04 mm	2%	16%
Scan_010	35.67 mm	2%	9%
Scan_011	9.76 mm	1%	52%
Scan_012	4.10 mm	17%	100%
Scan_013	3.95 mm	31%	18%
Scan_014	19.93 mm	49%	73%
Scan_041	18.42 mm	14%	0%
Scan_042	60.57 mm	0%	0%
Scan_043	65.88 mm	0%	0%
Scan_044	45.66 mm	1%	0%
Scan_045	54.22 mm	2%	10%
Scan_046	49.62 mm	3%	13%
Scan_047	49.30 mm	1%	4%
Scan_048	39.44 mm	1%	0%
Scan_049	48.46 mm	0%	2%
Scan_050	52.28 mm	0%	2%
Scan_051	46.81 mm	1%	0%
Scan_201	69.56 mm	2%	2%



Scan_041 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	16.07 mm	8%	0%
Scan_002	67.57 mm	1%	0%
Scan_003	50.97 mm	2%	1%
Scan_005	45.14 mm	3%	10%
Scan_006	46.08 mm	2%	10%
Scan_007	47.68 mm	2%	9%
Scan_008	49.03 mm	2%	9%
Scan_010	51.47 mm	2%	5%
Scan_011	41.24 mm	5%	24%
Scan_012	16.11 mm	18%	14%
Scan_013	10.61 mm	28%	3%
Scan_014	99.36 mm	4%	0%
Scan_015	18.42 mm	14%	0%
Scan_042	1.07 mm	15%	15%
Scan_043	1.32 mm	16%	44%
Scan_044	1.88 mm	9%	71%
Scan_045	5.40 mm	12%	65%
Scan_046	4.89 mm	7%	53%
Scan_047	16.60 mm	13%	68%
Scan_048	14.09 mm	5%	0%
Scan_049	56.95 mm	2%	11%
Scan_050	29.81 mm	5%	63%
Scan_051	53.46 mm	4%	18%
Scan_201	68.18 mm	3%	5%

Scan_042 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	65.41 mm	0%	0%
Scan_002	54.55 mm	1%	0%
Scan_003	69.33 mm	1%	0%
Scan_005	54.07 mm	1%	6%
Scan_006	44.48 mm	2%	8%
Scan_007	33.87 mm	1%	5%
Scan_008	44.35 mm	1%	5%
Scan_010	47.96 mm	1%	0%
Scan_011	50.05 mm	2%	0%
Scan_012	39.42 mm	3%	0%
Scan_013	44.95 mm	3%	0%
Scan_014	48.07 mm	1%	0%
Scan_015	60.57 mm	0%	0%
Scan_041	1.07 mm	15%	15%
Scan_043	0.95 mm	42%	38%
Scan_044	1.05 mm	17%	39%
Scan_045	2.07 mm	16%	60%
Scan_046	2.85 mm	11%	68%
Scan_047	27.71 mm	9%	16%
Scan_048	18.70 mm	2%	0%
Scan_049	47.21 mm	3%	14%
Scan_050	64.56 mm	2%	10%
Scan_051	54.15 mm	1%	4%
Scan_201	65.60 mm	2%	9%

**Scan_043 - 24 Station(s) with Points in Common -**

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	74.60 mm	0%	0%
Scan_002	43.08 mm	1%	0%
Scan_003	55.93 mm	1%	0%
Scan_005	53.71 mm	1%	0%
Scan_006	47.75 mm	1%	5%
Scan_007	60.33 mm	1%	4%
Scan_008	58.45 mm	1%	4%
Scan_010	65.11 mm	1%	0%
Scan_011	68.91 mm	1%	0%
Scan_012	47.00 mm	2%	0%
Scan_013	48.71 mm	3%	0%
Scan_014	64.83 mm	1%	0%
Scan_015	65.88 mm	0%	0%
Scan_041	1.32 mm	16%	44%
Scan_042	0.95 mm	42%	38%
Scan_044	1.13 mm	52%	100%
Scan_045	2.06 mm	53%	100%
Scan_046	2.60 mm	37%	100%
Scan_047	9.00 mm	34%	66%
Scan_048	13.99 mm	19%	0%
Scan_049	57.29 mm	2%	9%
Scan_050	27.06 mm	11%	40%
Scan_051	51.51 mm	5%	10%
Scan_201	71.83 mm	5%	2%

Scan_044 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	58.15 mm	1%	0%
Scan_002	64.88 mm	1%	0%
Scan_003	60.34 mm	2%	0%
Scan_005	63.26 mm	2%	0%
Scan_006	44.57 mm	1%	2%
Scan_007	53.01 mm	1%	0%
Scan_008	39.18 mm	2%	0%
Scan_010	50.80 mm	3%	0%
Scan_011	62.29 mm	5%	0%
Scan_012	44.57 mm	2%	0%
Scan_013	68.03 mm	2%	0%
Scan_014	51.88 mm	0%	0%
Scan_015	45.66 mm	1%	0%
Scan_041	1.88 mm	9%	71%
Scan_042	1.05 mm	17%	39%
Scan_043	1.13 mm	52%	100%
Scan_045	0.64 mm	77%	100%
Scan_046	1.23 mm	68%	100%
Scan_047	4.25 mm	44%	100%
Scan_048	12.35 mm	15%	0%
Scan_049	18.79 mm	3%	19%
Scan_050	14.27 mm	10%	100%
Scan_051	56.55 mm	4%	3%
Scan_201	61.80 mm	4%	1%



Scan_045 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	56.82 mm	2%	1%
Scan_002	65.55 mm	0%	0%
Scan_003	70.45 mm	1%	0%
Scan_005	66.17 mm	1%	0%
Scan_006	24.57 mm	1%	32%
Scan_007	58.09 mm	1%	0%
Scan_008	54.20 mm	1%	0%
Scan_010	63.25 mm	2%	0%
Scan_011	43.71 mm	3%	0%
Scan_012	54.88 mm	2%	0%
Scan_013	62.67 mm	3%	0%
Scan_014	39.61 mm	3%	0%
Scan_015	54.22 mm	2%	10%
Scan_041	5.40 mm	12%	65%
Scan_042	2.07 mm	16%	60%
Scan_043	2.06 mm	53%	100%
Scan_044	0.64 mm	77%	100%
Scan_046	0.75 mm	79%	100%
Scan_047	3.06 mm	47%	100%
Scan_048	8.77 mm	24%	0%
Scan_049	6.95 mm	3%	100%
Scan_050	6.25 mm	12%	100%
Scan_051	30.36 mm	3%	4%
Scan_201	18.97 mm	5%	28%

Scan_046 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	54.93 mm	2%	1%
Scan_002	94.66 mm	1%	0%
Scan_003	55.11 mm	1%	0%
Scan_005	52.79 mm	1%	0%
Scan_006	23.54 mm	1%	3%
Scan_007	60.41 mm	3%	0%
Scan_008	50.32 mm	2%	0%
Scan_010	49.88 mm	4%	0%
Scan_011	45.49 mm	5%	0%
Scan_012	53.67 mm	4%	0%
Scan_013	61.71 mm	2%	0%
Scan_014	42.21 mm	3%	17%
Scan_015	49.62 mm	3%	13%
Scan_041	4.89 mm	7%	53%
Scan_042	2.85 mm	11%	68%
Scan_043	2.60 mm	37%	100%
Scan_044	1.23 mm	68%	100%
Scan_045	0.75 mm	79%	100%
Scan_047	1.95 mm	52%	100%
Scan_048	8.32 mm	20%	0%
Scan_049	4.76 mm	7%	100%
Scan_050	5.97 mm	11%	100%
Scan_051	36.72 mm	1%	7%
Scan_201	16.35 mm	3%	30%



Scan_047 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	47.66 mm	1%	1%
Scan_002	52.51 mm	0%	0%
Scan_003	106.09 mm	1%	0%
Scan_005	52.43 mm	0%	0%
Scan_006	67.55 mm	2%	0%
Scan_007	67.09 mm	1%	0%
Scan_008	55.47 mm	1%	0%
Scan_010	51.93 mm	2%	0%
Scan_011	57.28 mm	3%	0%
Scan_012	55.08 mm	3%	0%
Scan_013	51.86 mm	2%	0%
Scan_014	46.66 mm	1%	5%
Scan_015	49.30 mm	1%	4%
Scan_041	16.60 mm	13%	68%
Scan_042	27.71 mm	9%	16%
Scan_043	9.00 mm	34%	66%
Scan_044	4.25 mm	44%	100%
Scan_045	3.06 mm	47%	100%
Scan_046	1.95 mm	52%	100%
Scan_048	5.30 mm	35%	0%
Scan_049	3.11 mm	5%	98%
Scan_050	2.05 mm	38%	100%
Scan_051	5.33 mm	12%	32%
Scan_201	5.63 mm	16%	32%

Scan_048 - 24 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	50.04 mm	1%	0%
Scan_002	41.16 mm	1%	0%
Scan_003	49.81 mm	1%	0%
Scan_005	47.81 mm	1%	0%
Scan_006	75.13 mm	2%	0%
Scan_007	53.11 mm	1%	0%
Scan_008	48.56 mm	1%	0%
Scan_010	63.38 mm	1%	0%
Scan_011	58.47 mm	1%	0%
Scan_012	57.65 mm	0%	0%
Scan_013	50.50 mm	1%	0%
Scan_014	45.39 mm	0%	0%
Scan_015	39.44 mm	1%	0%
Scan_041	14.09 mm	5%	0%
Scan_042	18.70 mm	2%	0%
Scan_043	13.99 mm	19%	0%
Scan_044	12.35 mm	15%	0%
Scan_045	8.77 mm	24%	0%
Scan_046	8.32 mm	20%	0%
Scan_047	5.30 mm	35%	0%
Scan_049	23.85 mm	1%	0%
Scan_050	7.87 mm	15%	2%
Scan_051	41.65 mm	1%	0%
Scan_201	22.43 mm	7%	1%



Scan_049 - 23 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	47.76 mm	0%	0%
Scan_002	44.37 mm	0%	0%
Scan_003	67.63 mm	0%	0%
Scan_005	34.95 mm	1%	0%
Scan_006	38.78 mm	4%	0%
Scan_007	44.22 mm	3%	0%
Scan_008	45.26 mm	3%	0%
Scan_010	93.01 mm	1%	0%
Scan_011	78.03 mm	2%	4%
Scan_012	51.88 mm	1%	6%
Scan_013	53.05 mm	1%	5%
Scan_015	48.46 mm	0%	2%
Scan_041	56.95 mm	2%	11%
Scan_042	47.21 mm	3%	14%
Scan_043	57.29 mm	2%	9%
Scan_044	18.79 mm	3%	19%
Scan_045	6.95 mm	3%	100%
Scan_046	4.76 mm	7%	100%
Scan_047	3.11 mm	5%	98%
Scan_048	23.85 mm	1%	0%
Scan_050	25.36 mm	5%	0%
Scan_051	57.24 mm	1%	0%
Scan_201	49.68 mm	2%	3%

Scan_050 - 23 Station(s) with Points in Common -

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	51.85 mm	0%	1%
Scan_002	51.18 mm	0%	0%
Scan_003	54.47 mm	0%	2%
Scan_005	52.96 mm	1%	0%
Scan_006	62.58 mm	4%	0%
Scan_007	64.73 mm	1%	0%
Scan_008	60.27 mm	2%	0%
Scan_010	50.20 mm	1%	0%
Scan_011	70.69 mm	0%	0%
Scan_012	53.81 mm	1%	6%
Scan_013	47.15 mm	1%	5%
Scan_015	52.28 mm	0%	2%
Scan_041	29.81 mm	5%	63%
Scan_042	64.56 mm	2%	10%
Scan_043	27.06 mm	11%	40%
Scan_044	14.27 mm	10%	100%
Scan_045	6.25 mm	12%	100%
Scan_046	5.97 mm	11%	100%
Scan_047	2.05 mm	38%	100%
Scan_048	7.87 mm	15%	2%
Scan_049	25.36 mm	5%	0%
Scan_051	2.43 mm	45%	100%
Scan_201	3.01 mm	48%	35%

**Scan_051 - 23 Station(s) with Points in Common -**

Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	49.48 mm	1%	0%
Scan_002	53.38 mm	0%	0%
Scan_003	52.29 mm	1%	0%
Scan_005	39.66 mm	2%	0%
Scan_006	40.74 mm	6%	1%
Scan_007	39.87 mm	2%	0%
Scan_008	32.64 mm	3%	0%
Scan_010	53.97 mm	1%	0%
Scan_011	61.54 mm	1%	0%
Scan_012	52.11 mm	1%	4%
Scan_013	48.68 mm	1%	7%
Scan_015	46.81 mm	1%	0%
Scan_041	53.46 mm	4%	18%
Scan_042	54.15 mm	1%	4%
Scan_043	51.51 mm	5%	10%
Scan_044	56.55 mm	4%	3%
Scan_045	30.36 mm	3%	4%
Scan_046	36.72 mm	1%	7%
Scan_047	5.33 mm	12%	32%
Scan_048	41.65 mm	1%	0%
Scan_049	57.24 mm	1%	0%
Scan_050	2.43 mm	45%	100%
Scan_201	0.87 mm	67%	80%

Scan_201 - 23 Station(s) with Points in Common -

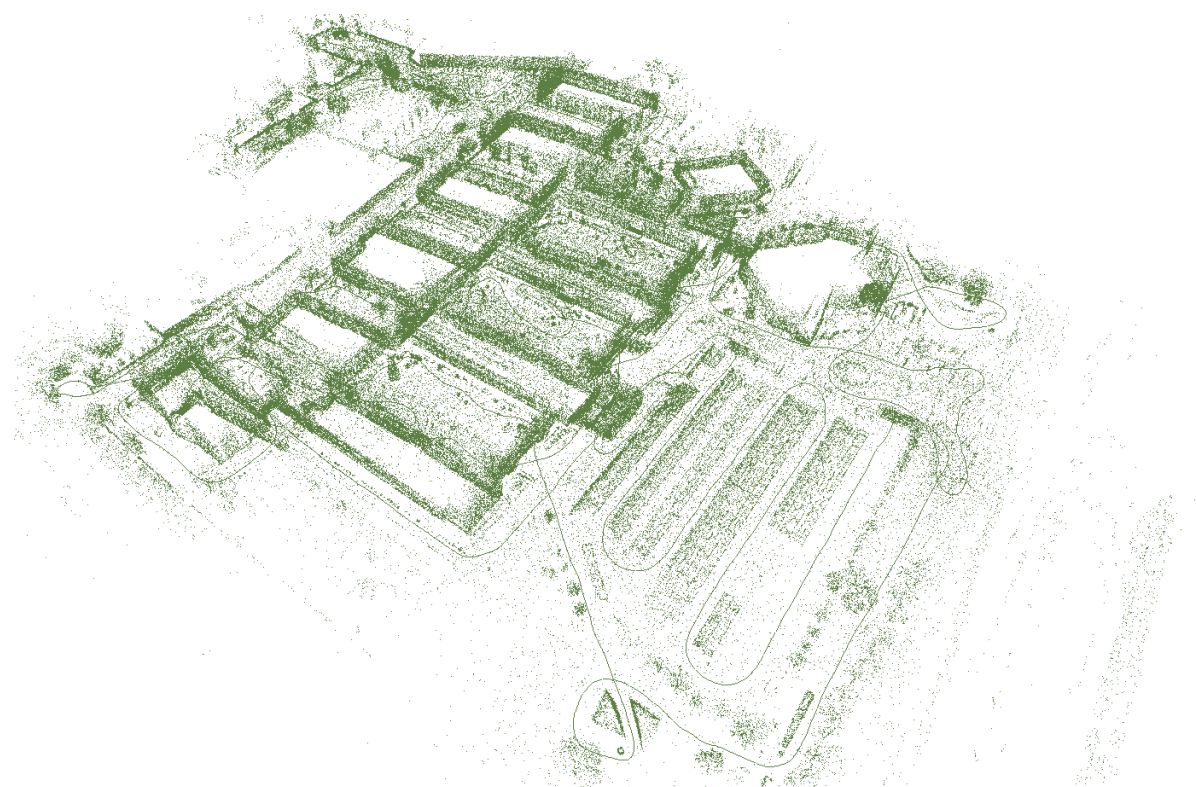
Object Name	Cloud-to-Cloud Error	Coincident Points (%)	Confidence (%)
Scan_001	55.14 mm	1%	1%
Scan_002	55.87 mm	1%	0%
Scan_003	52.75 mm	1%	0%
Scan_005	33.93 mm	4%	0%
Scan_006	23.82 mm	13%	6%
Scan_007	30.83 mm	4%	0%
Scan_008	27.89 mm	5%	0%
Scan_010	56.22 mm	2%	1%
Scan_011	69.95 mm	1%	0%
Scan_012	57.29 mm	1%	5%
Scan_013	56.85 mm	1%	7%
Scan_015	69.56 mm	2%	2%
Scan_041	68.18 mm	3%	5%
Scan_042	65.60 mm	2%	9%
Scan_043	71.83 mm	5%	2%
Scan_044	61.80 mm	4%	1%
Scan_045	18.97 mm	5%	28%
Scan_046	16.35 mm	3%	30%
Scan_047	5.63 mm	16%	32%
Scan_048	22.43 mm	7%	1%
Scan_049	49.68 mm	2%	3%
Scan_050	3.01 mm	48%	35%
Scan_051	0.87 mm	67%	80%



3. Dane z ręcznego skanera MLS

Podczas zajęć studenci będą pozyskiwać i przetwarzać dane z ręcznych, mobilnych skanerów laserowych. Przykładowe efekty wykonanych pomiarów mogą wyglądać jak na poniższych rysunkach.

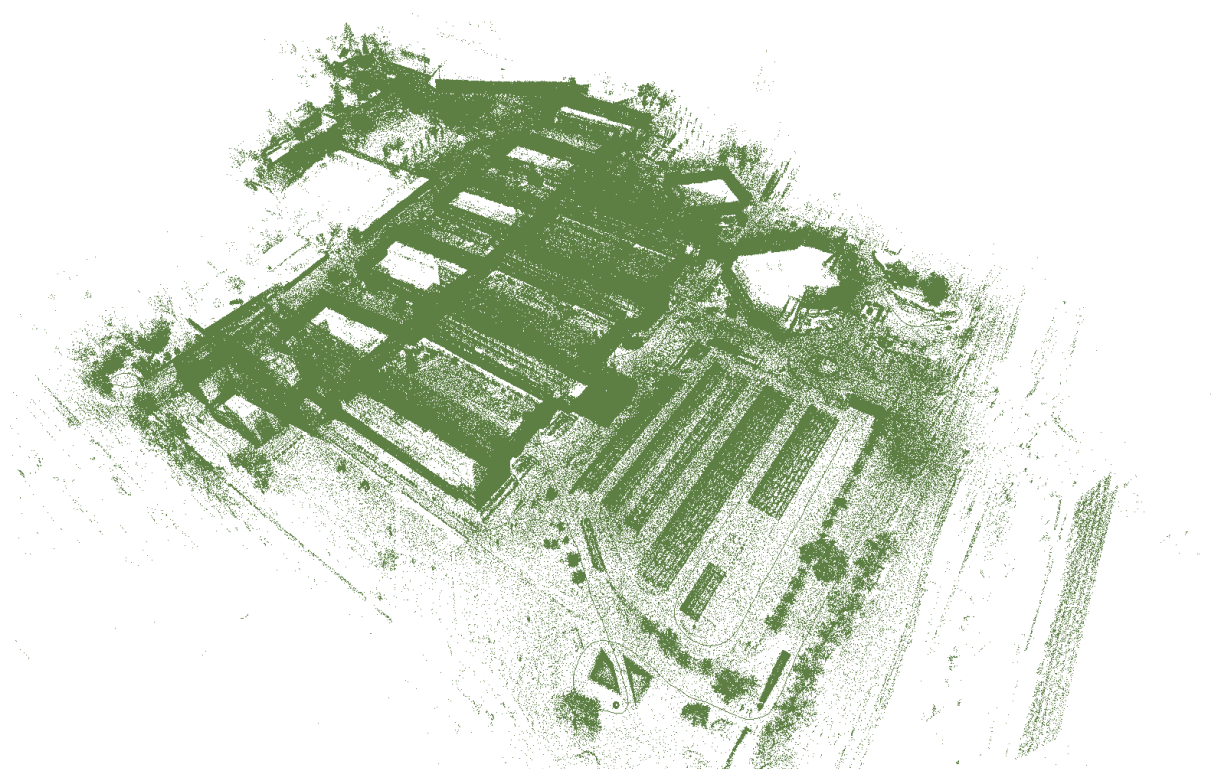
[Tekst alternatywny. Chmura punktów kampusu Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach, pozyskana przy pomocy ręcznego skanera MLS (wyświetlona co 1000 punkt) wraz z trajektorią - widok izometryczny, stan przed wyrównaniem]



Rys. 21. Chmura punktów kampusu Politechniki Świętokrzyskiej pozyskana przy pomocy ręcznego skanera MLS (wyświetlona co 1000 punkt) wraz z trajektorią - widok izometryczny, stan przed wyrównaniem (oprac. własne)



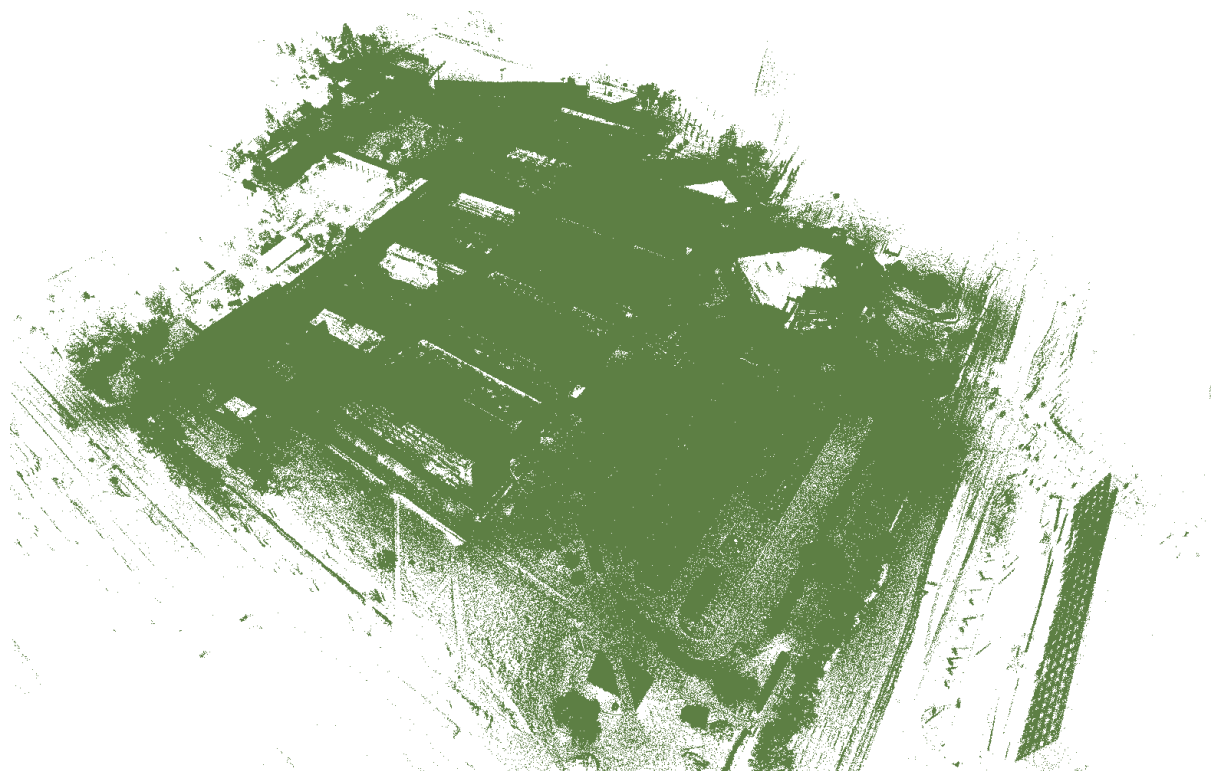
[Tekst alternatywny. Chmura punktów kampusu Politechniki Świętokrzyskiej pozyskana przy pomocy ręcznego skanera MLS (wyświetlona co 100 punkt) wraz z trajektorią - widok izometryczny, stan przed wyrównaniem]



Rys. 22. Chmura punktów kampusu Politechniki Świętokrzyskiej pozyskana przy pomocy ręcznego skanera MLS (wyświetlona co 100 punkt) wraz z trajektorią - widok izometryczny (oprac. własne)



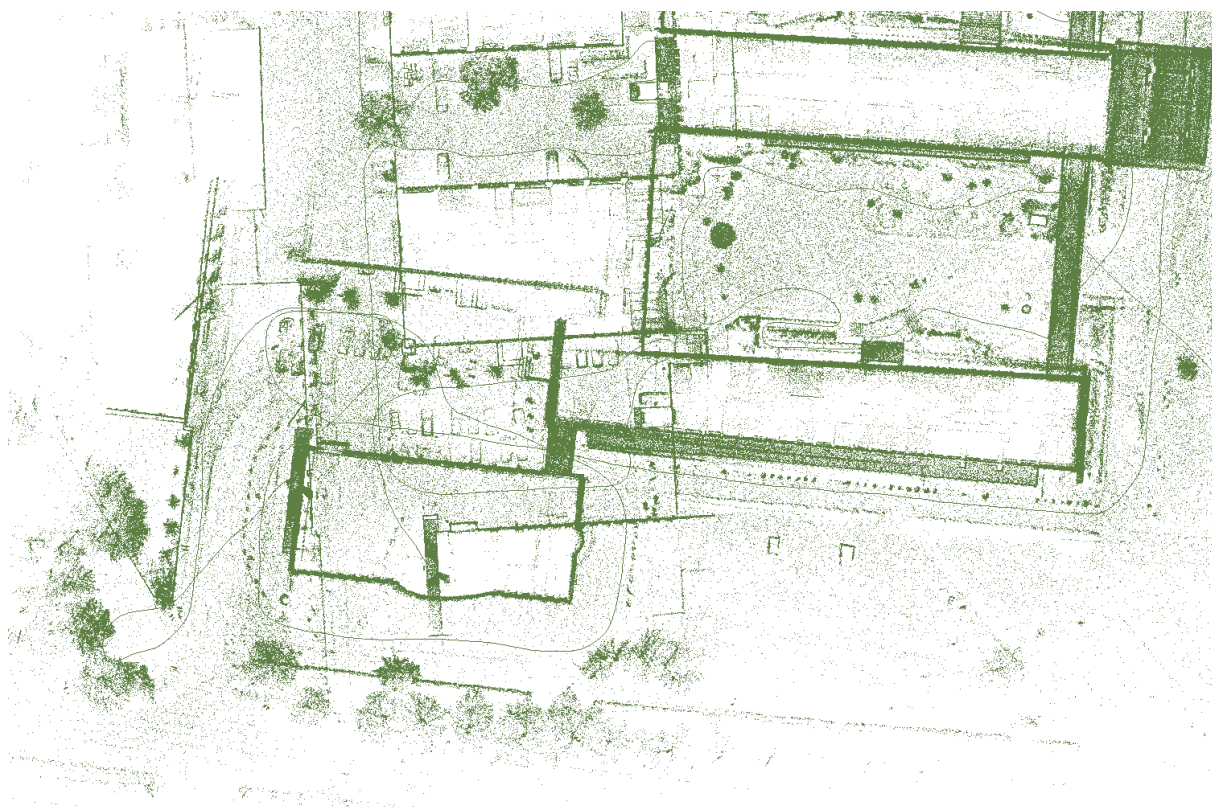
[Tekst alternatywny. Chmura punktów kampusu Politechniki Świętokrzyskiej pozyskana przy pomocy ręcznego skanera MLS (wyświetlona co 10 punkt) wraz z trajektorią - widok izometryczny, stan przed wyrównaniem]



Rys. 23. Chmura punktów kampusu Politechniki Świętokrzyskiej pozyskana przy pomocy ręcznego skanera MLS (wyświetlona co 10 punkt) wraz z trajektorią - widok izometryczny (oprac. własne)



[Tekst alternatywny. Chmura punktów fragmentu kampusu Politechniki Świętokrzyskiej (skrzyżowanie ul. Warszawskiej i Studenckiej, budynek ENERGIS) pozyskana przy pomocy ręcznego skanera MLS (wyświetlona co 100 punkt) wraz z trajektorią - widok z góry, stan przed wyrównaniem - widoczne "niedomknięcie" pętli trajektorii]



Rys. 24. Chmura punktów fragmentu kampusu Politechniki Świętokrzyskiej (skrzyżowanie ul. Warszawskiej i Studenckiej, budynek ENERGIS) pozyskana przy pomocy ręcznego skanera MLS (wyświetlona co 100 punkt) wraz z trajektorią - widok z góry, stan przed wyrównaniem - widoczne "niedomknięcie" pętli trajektorii (oprac. własne)