

# NAZIEMNY SKANING LASEROWY OBIEKTÓW INŻYNIERYJNO - DROGOWYCH

- Michał Kędzierski
- Anna Fryškowska
- Michalina Wilińska



**WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA**  
**Zakład Teledetekcji i Fotogrametrii**

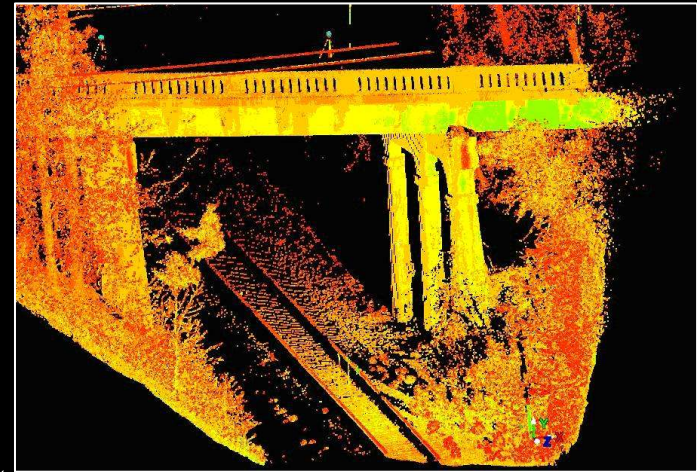
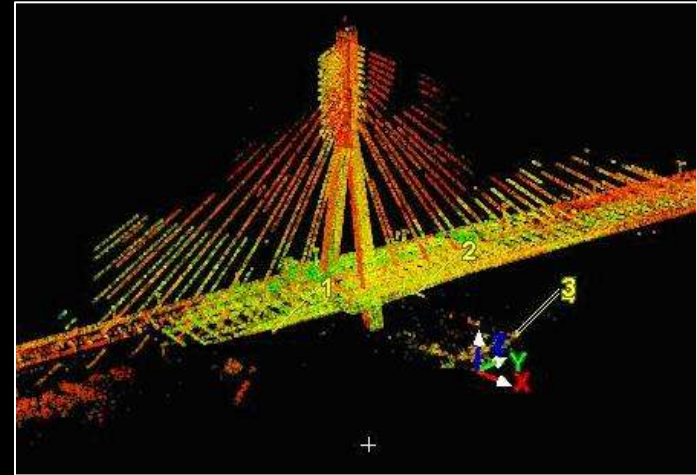
# Proces skanowania

- **Zaplanowanie stanowisk skanera oraz rozmieszczenia tarcz HDS**
- **Zdefiniowanie pola widzenia skanera i wykonanie zdjęć obiektu**
- **Określenie rozdzielczości skanowania**
- **Właściwy proces skaningu**
- **Skaning tarcz celowniczych**
- **Rejestracja pozyskanych środowisk skanowania**



## Opracowane obiekty:

- ✓ Most Świętokrzyski
- ✓ Wiadukt Tryon



Specyficzna budowa obiektów



- Wybór lokalizacji i ilości stanowisk skanera
- Zaplanowanie rozłożenia tarcz celowniczych



Wybór metody rejestracji

# Most Świętokrzyski



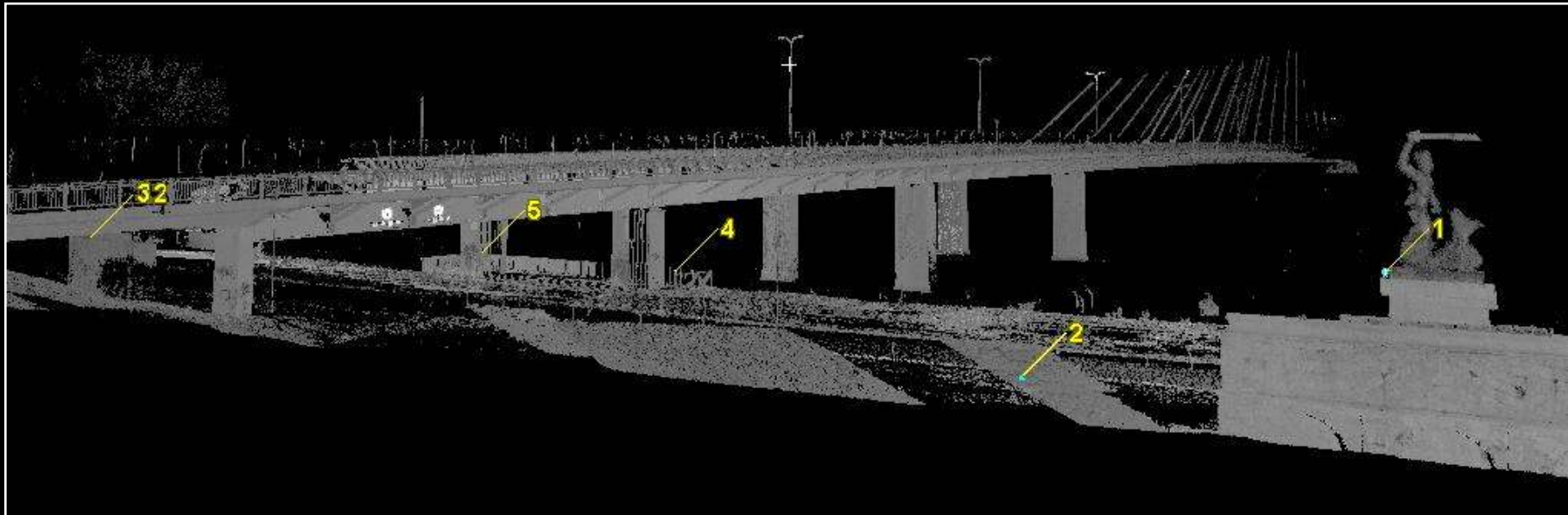
# Lokalizacja stanowisk skanera



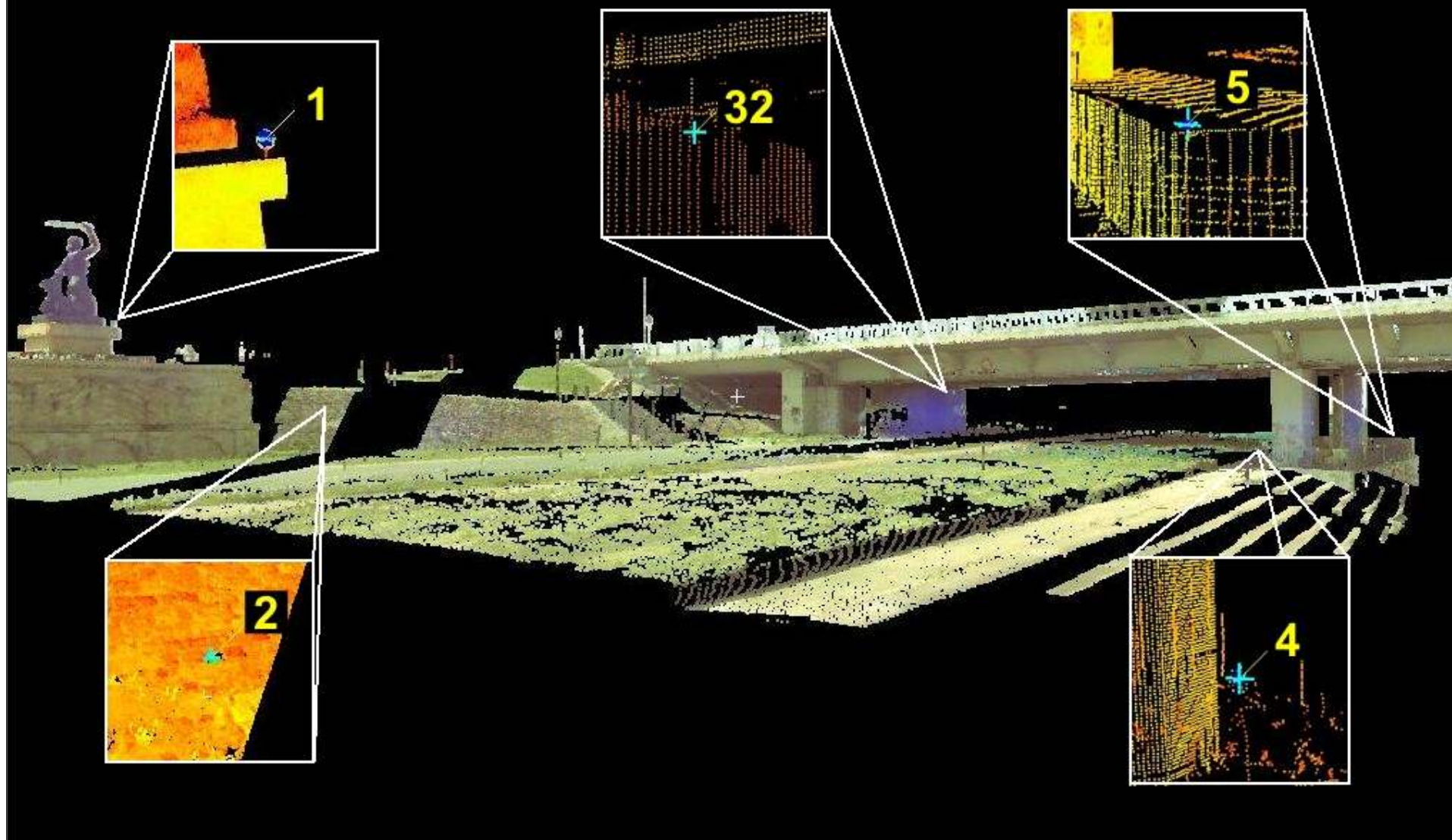
- wykonanie zdjęć obiektu



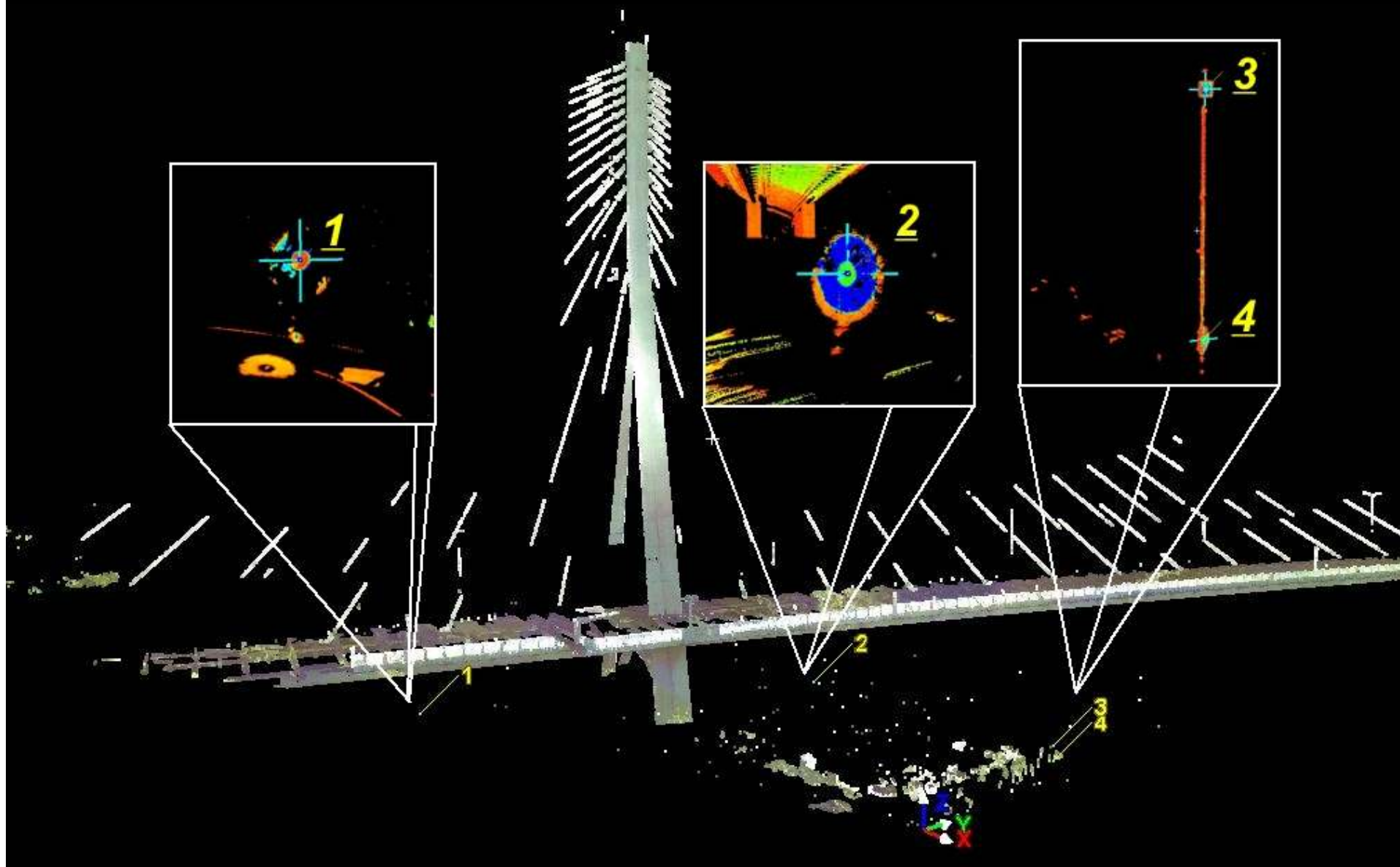
- efekt skaningu laserowego



- szczegółowy pomiar tarcz HDS ze stanowisk 1 i 2

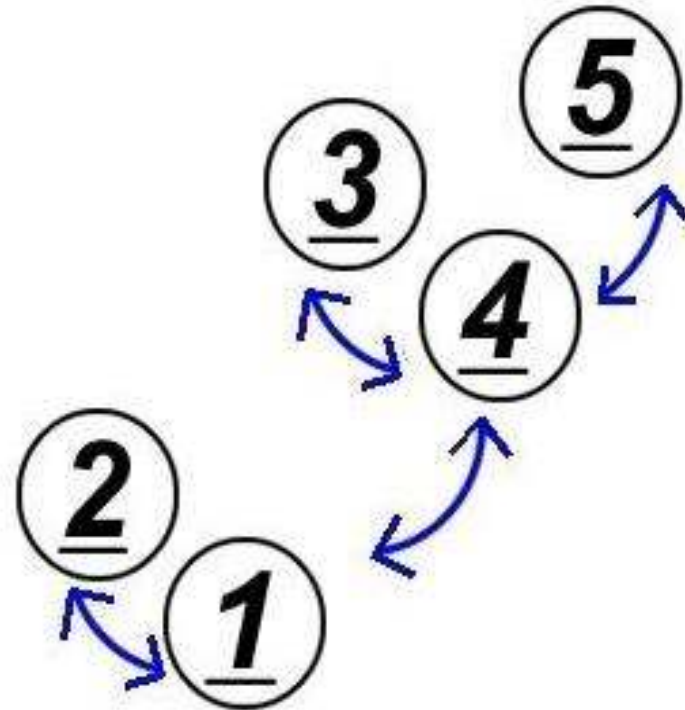


- szczegółowy pomiar tarcz HDS ze stanowisk 3 i 4





**Rejestracja chmur  
punktów  
przedstawiających  
Most Świętokrzyski  
- wariant 1**



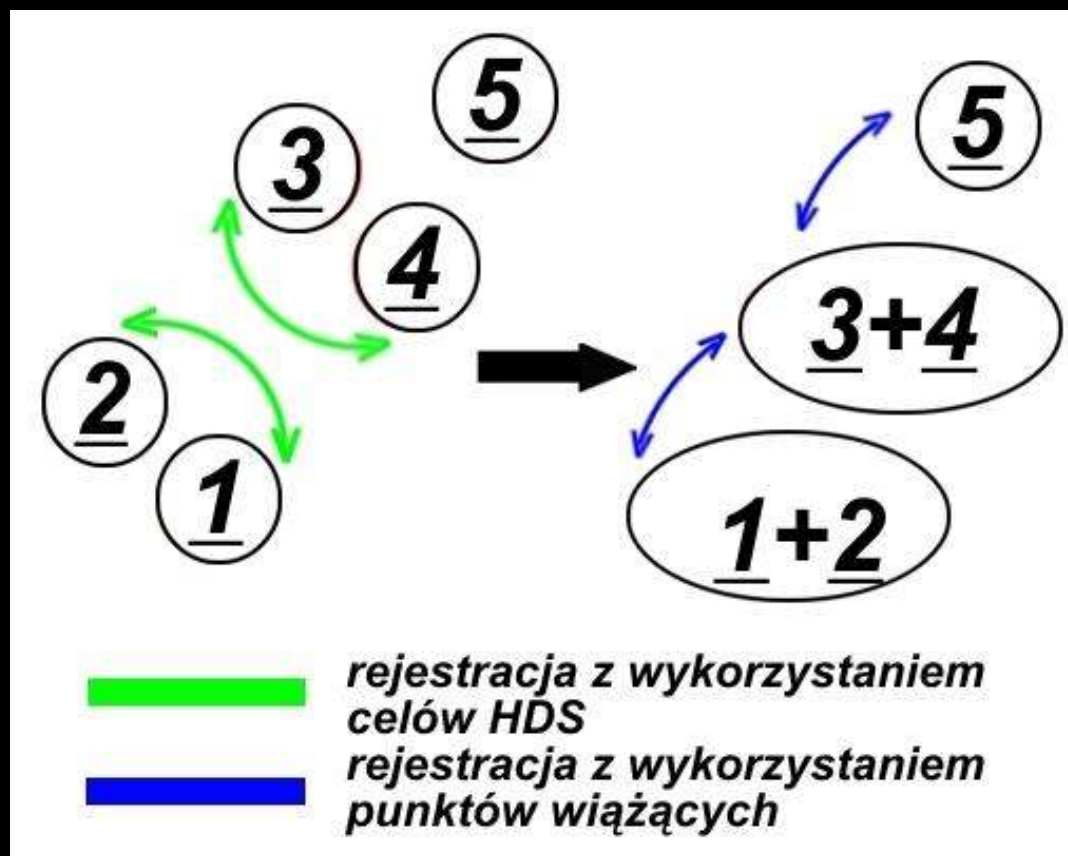
**rejestracja z wykorzystaniem  
punktów wiążących**

# Wyniki rejestracji przeprowadzonej według wariantu 1

Łączone środowiska skanowania		Błąd średni [m]	Błąd przeciętny [m]	Błąd minimalny [m]	Błąd maksymalny [m]	Liczba wykorzystanych punktów
<i>ScanWorld1</i>	<i>ScanWorld2</i>	0,015	0,008	0,000	0,095	179 233
<i>ScanWorld3</i>	<i>ScanWorld4</i>	0,016	0,009	0,000	0,099	540 300
<i>ScanWorld4</i>	<i>ScanWorld1</i>	0,025	0,016	0,000	0,096	76 433
<i>ScanWorld4</i>	<i>ScanWorld5</i>	0,029	0,022	0,000	0,093	73 000

✓ Błąd średni rejestracji przeprowadzonej według wariantu 1 wyniósł 0,025 metra

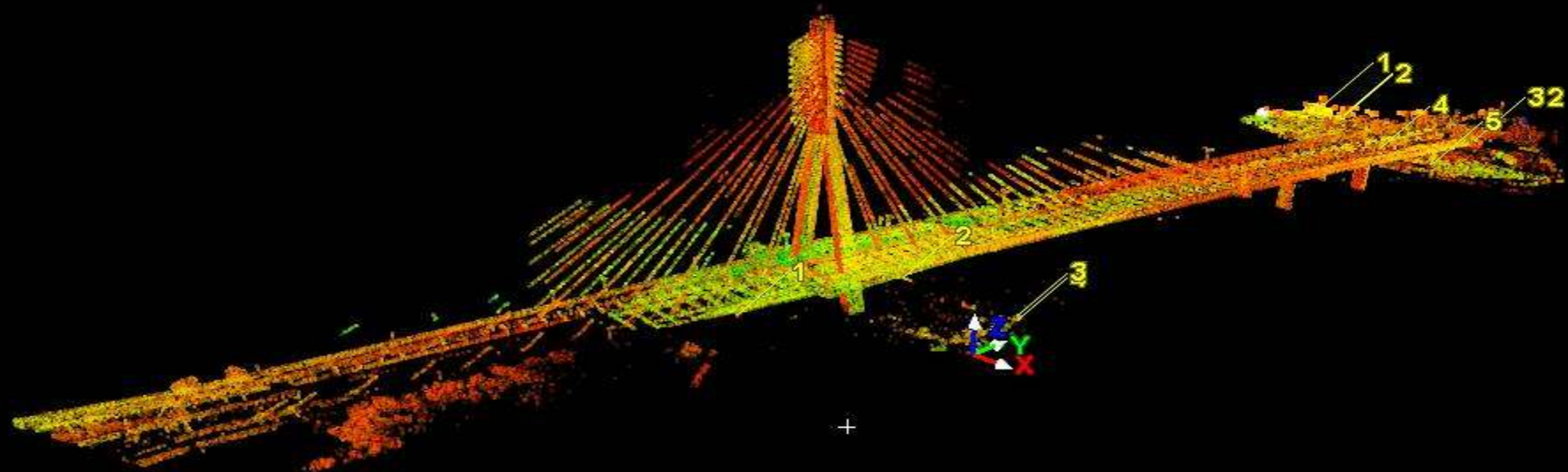
# Rejestracja chmur punktów przedstawiających Most Świętokrzyski - wariant 2



✓ Błąd średni rejestracji kombinowanej przeprowadzonej według wariantu 2 wyniósł 0,023 metra.

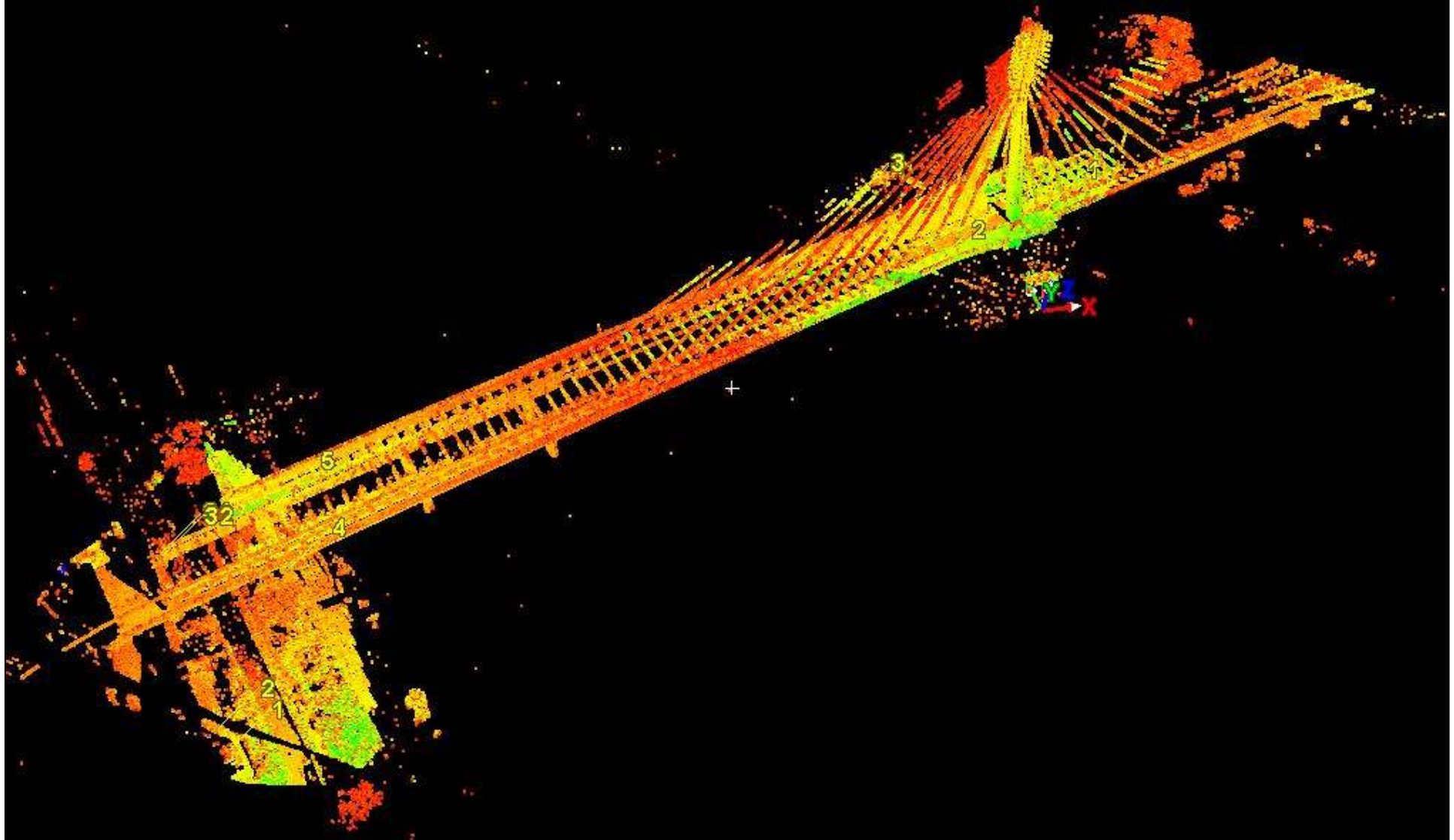
# Porównanie błędów średnich rejestracji finalnych środowisk skanowania dla poszczególnych wariantów.

<i>ScanWorld</i> <i>SW1_SW2_SW3_SW4_SW5</i>	Błąd średni [m]	
	Wariant 1	Wariant 2
	0,025	0,023

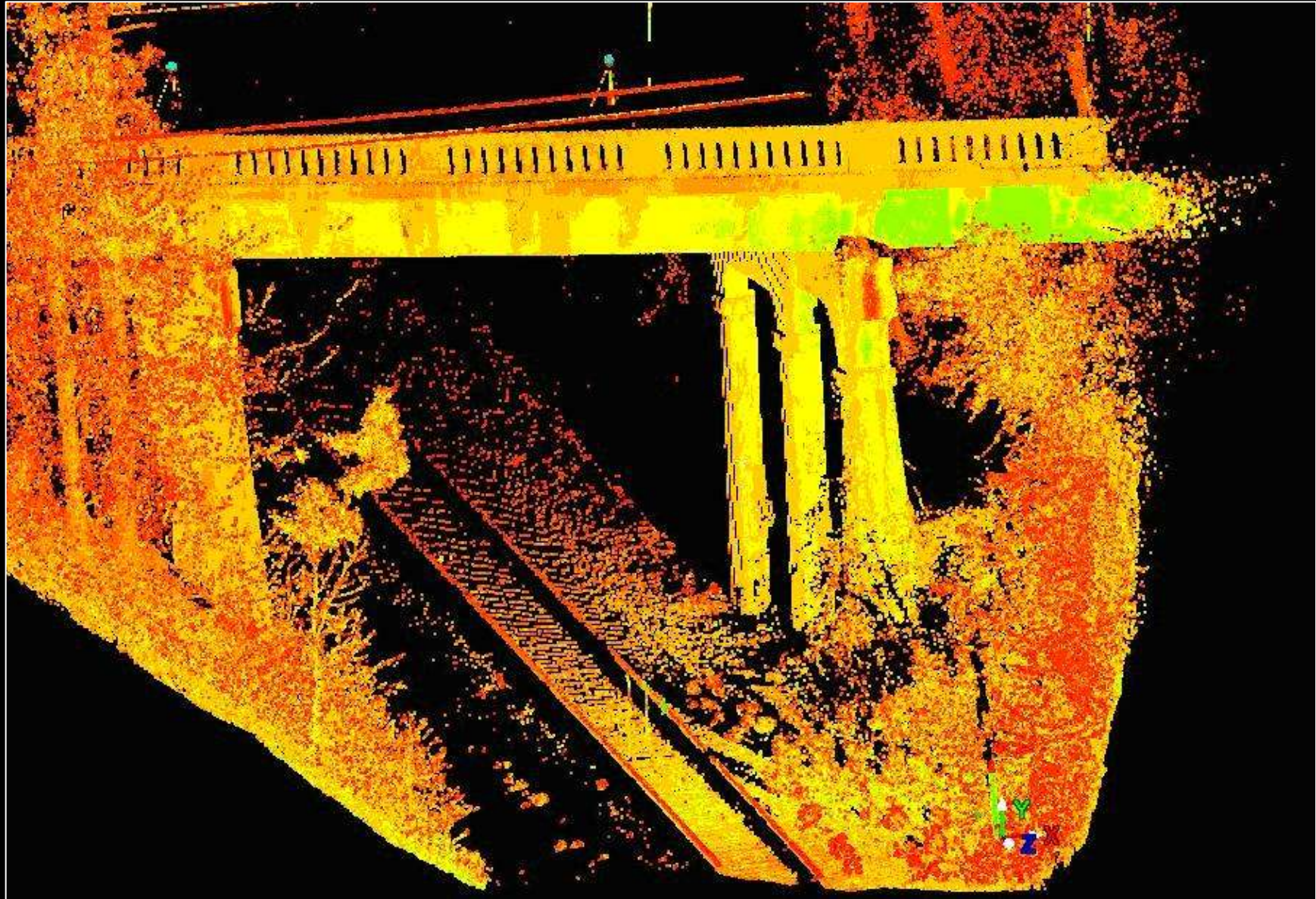


# Wynikowe środowisko skanowania

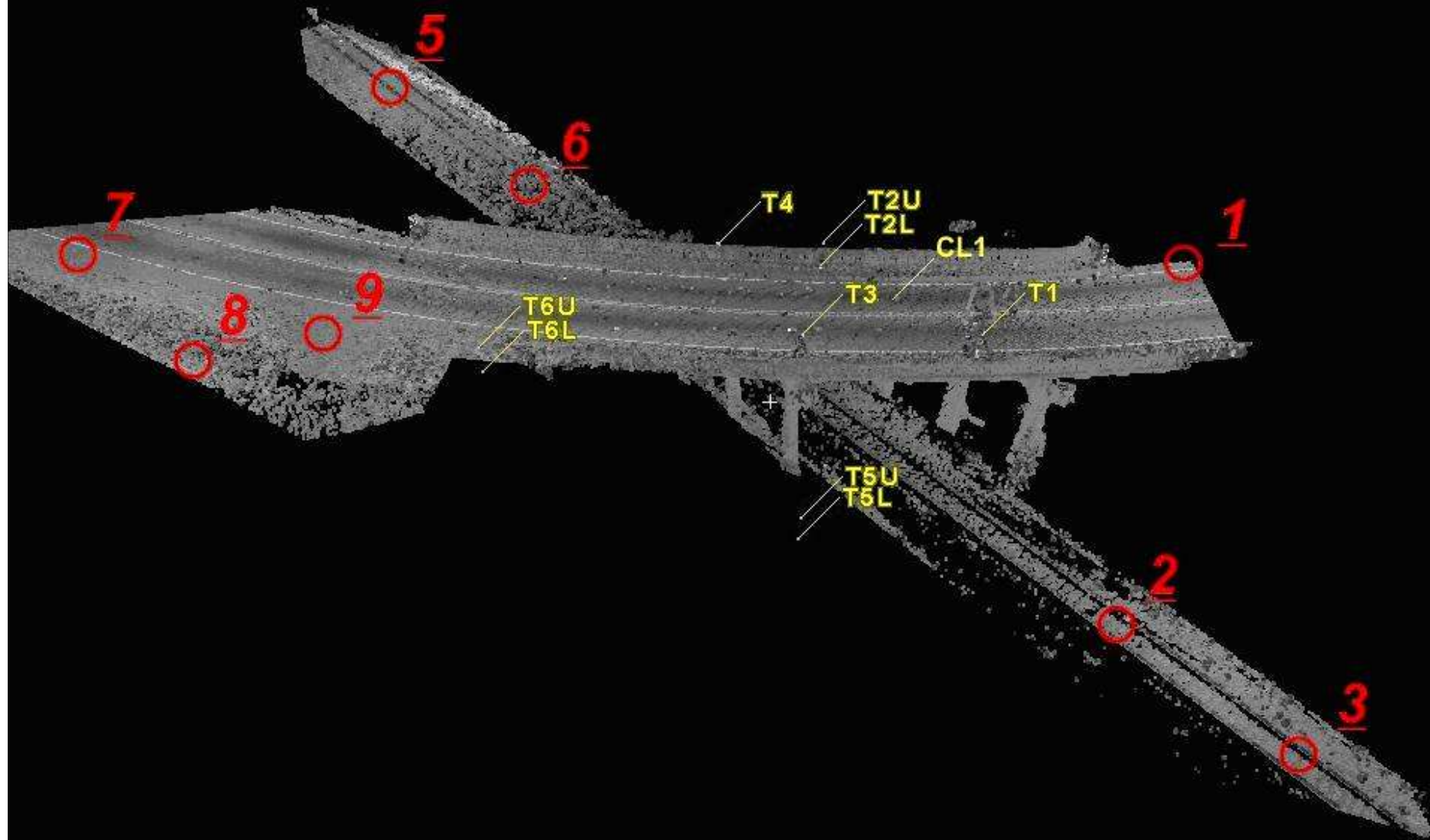
## *ScanWorld SW1\_SW2\_SW3\_SW4\_SW5*



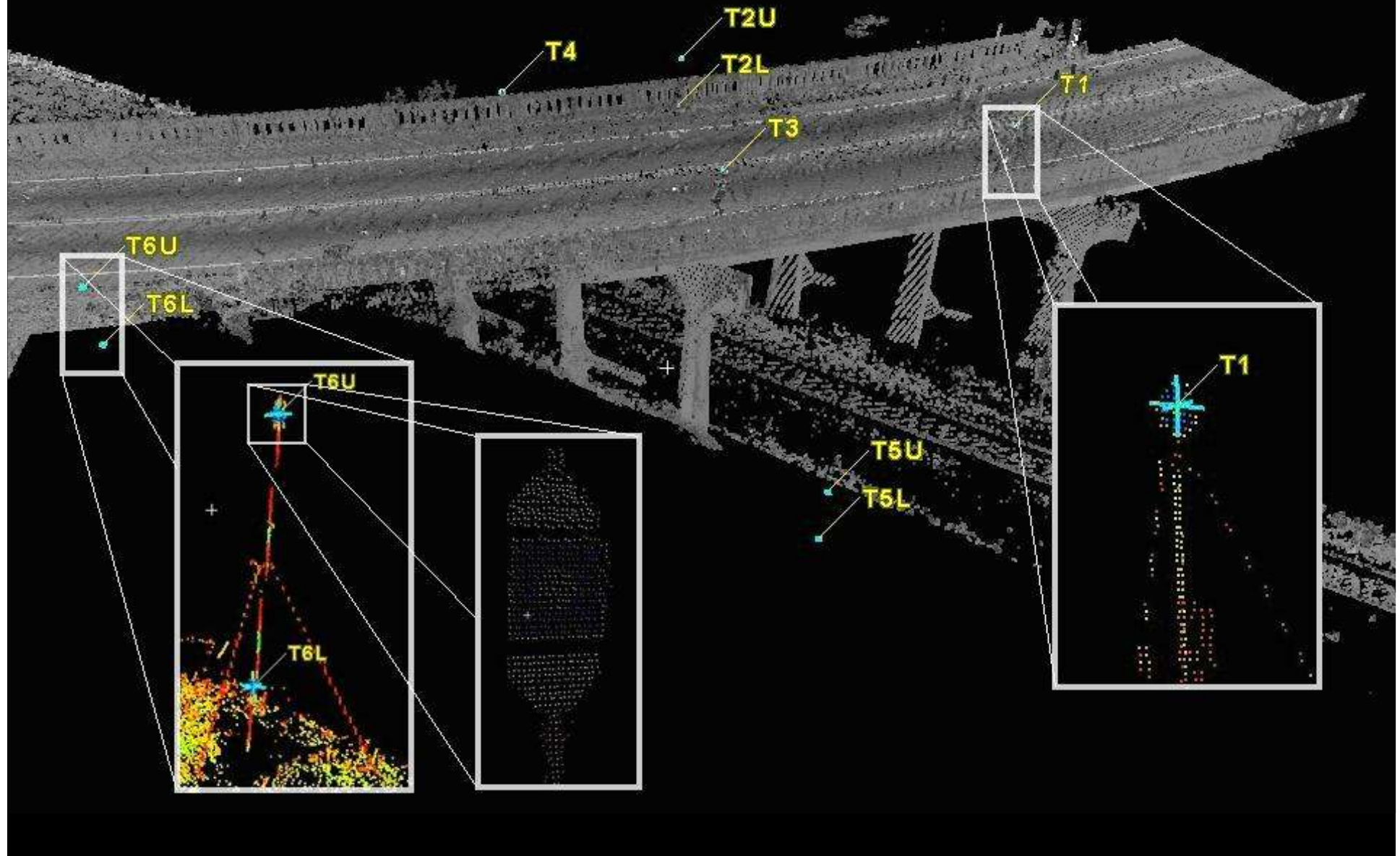
# Wiadukt Tryon



# Lokalizacja stanowisk skanera



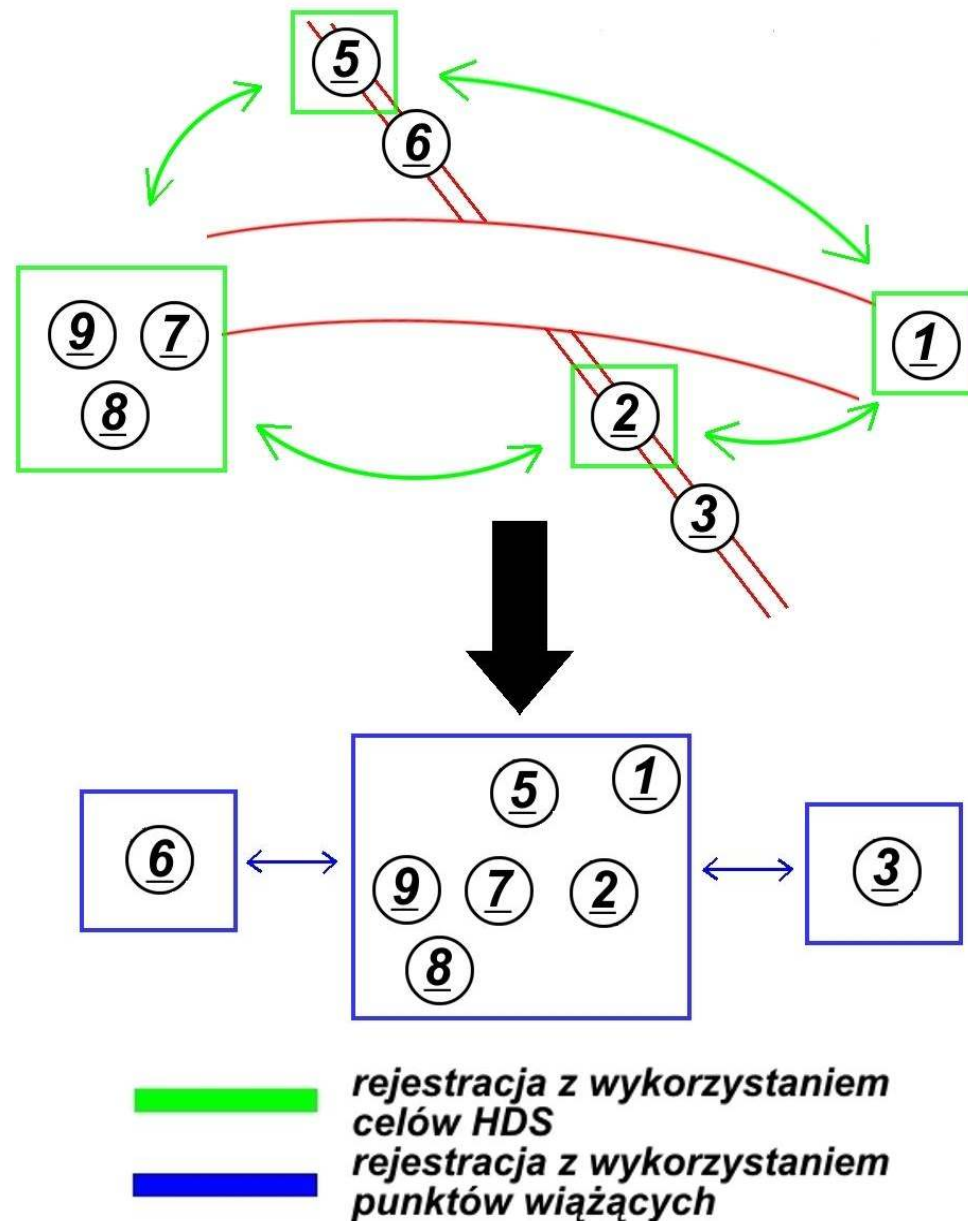
# Lokalizacja tarczy HDS





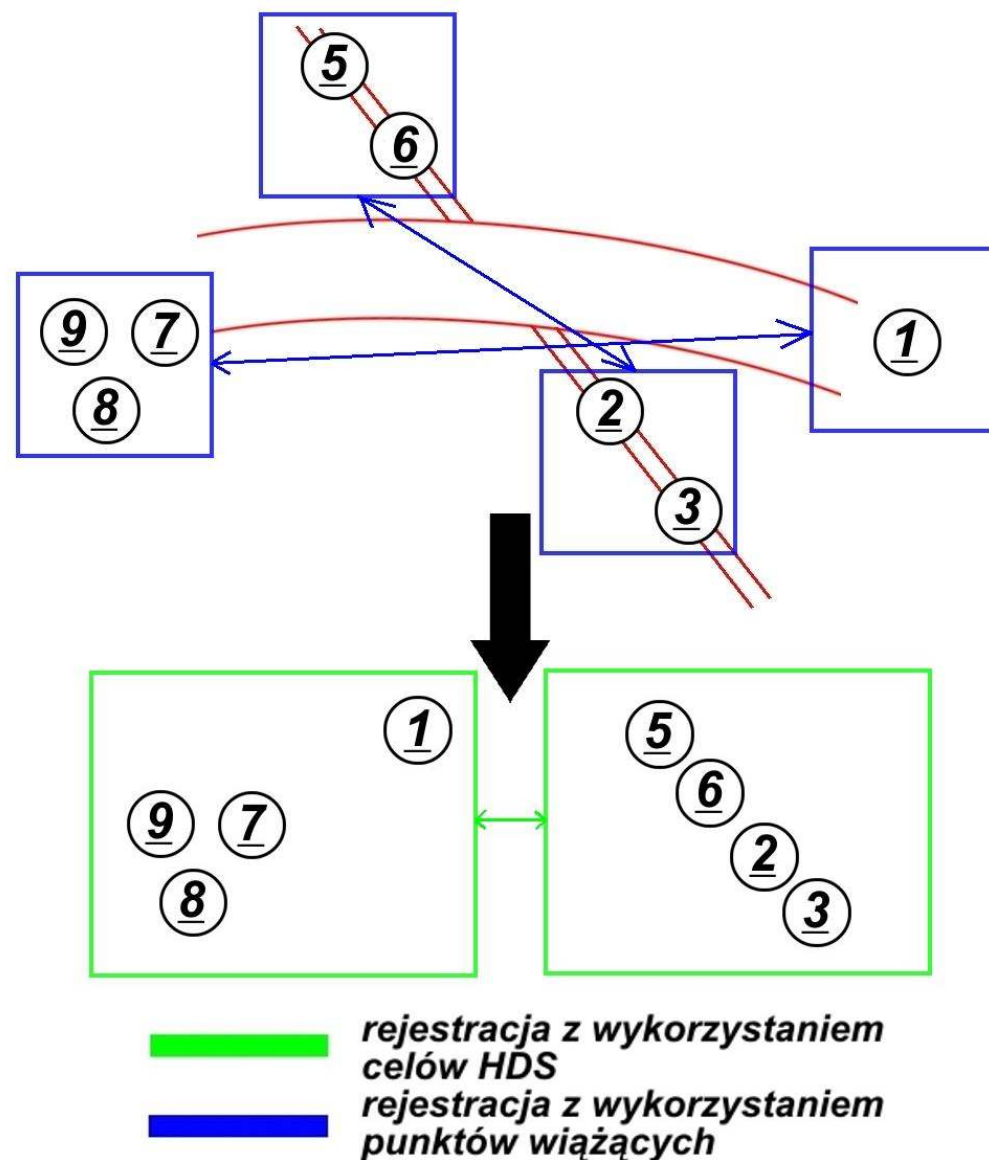
# Rejestracja chmur punktów przedstawiających Wiadukt Tryon - wariant 1

✓ Błąd średni rejestracji kombinowanej przeprowadzonej według wariantu 1 wyniósł 0,010 metra.



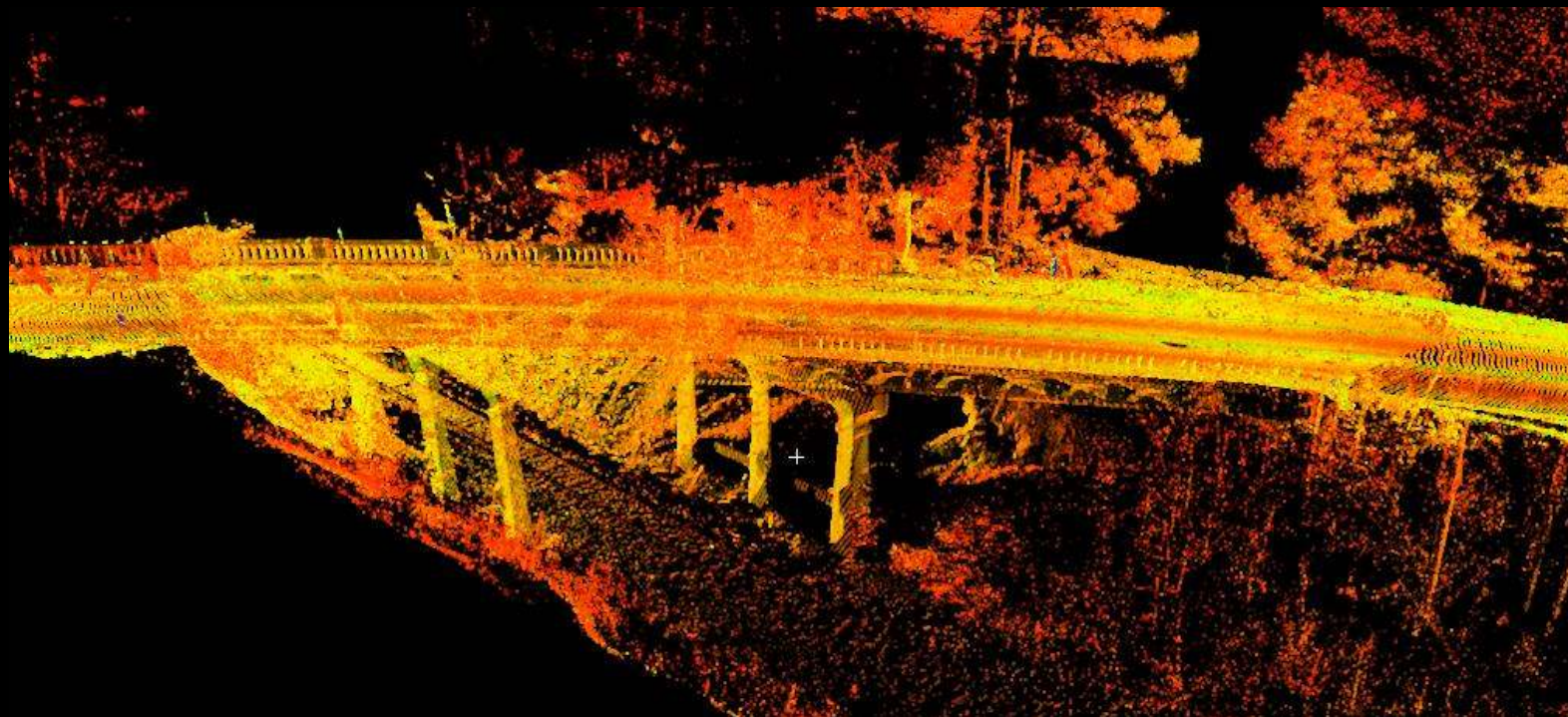
# Rejestracja chmur punktów przedstawiających Wiadukt Tryon - wariant 2

✓ Błąd średni rejestracji kombinowanej przeprowadzonej według wariantu 1 wyniósł 0,012 metra.



# Porównanie błędów średnich rejestracji dla poszczególnych wariantów.

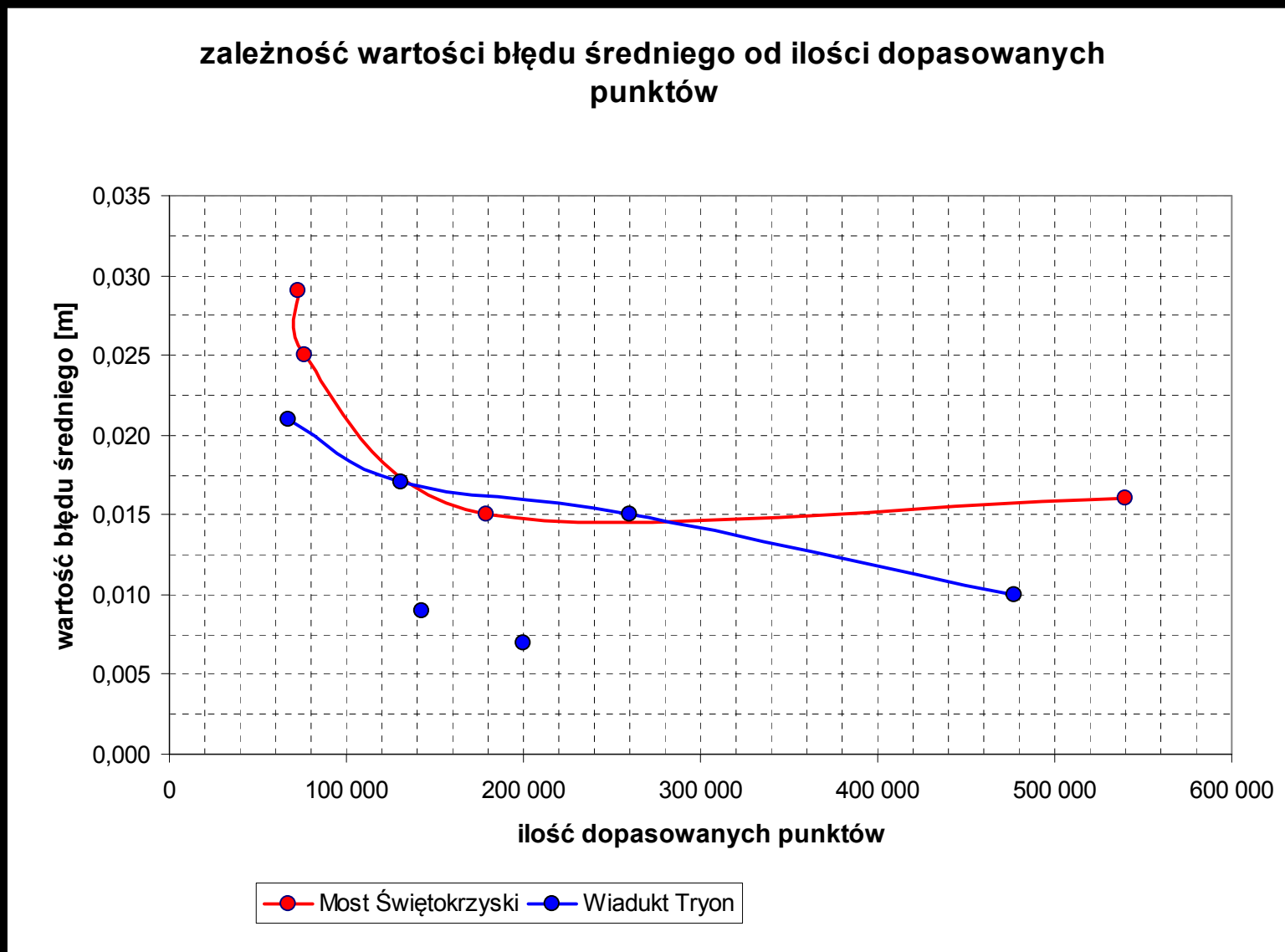
<i>ScanWorld SW1_SW2_SW3_SW5_ SW6_SW7_SW8_SW9</i>	Błąd średni	
	[m]	
	Wariant 1	Wariant 2
	0,010	0,012



# Analiza wyników rejestracji środowisk skanowania pod kątem zależności wartości błędu średniego od ilości dopasowanych punktów

Most Świętokrzyski			
Łączone środowiska skanowania		Błąd średni [m]	Liczba wykorzystanych punktów
<i>ScanWorld4</i>	<i>ScanWorld5</i>	0,029	73 000
<i>ScanWorld4</i>	<i>ScanWorld1</i>	0,025	76 433
<i>ScanWorld1</i>	<i>ScanWorld2</i>	0,015	179 233
<i>ScanWorld3</i>	<i>ScanWorld4</i>	0,016	540 300
Wiadukt Tryon			
Łączone środowiska skanowania		Błąd średni [m]	Liczba wykorzystanych punktów
<i>ScanWorld1</i>	<i>ScanWorld9</i>	0,021	66 866
<i>ScanWorld2</i>	<i>ScanWorld6</i>	0,017	130 600
<i>ScanWorld7</i>	<i>ScanWorld8</i>	0,009	142 800
<i>ScanWorld2</i>	<i>ScanWorld3</i>	0,007	199 600
<i>ScanWorld5</i>	<i>ScanWorld6</i>	0,015	259 866
<i>ScanWorld8</i>	<i>ScanWorld9</i>	0,010	477 666

# Wykres zależności wartości błędu średniego od ilości dopasowanych punktów



# Wnioski

- ✓ Zastosowanie jak największej ilości tarcz HDS.
- ✓ Tarcze HDS należy rozmieścić tak, aby były widoczne z jak największej ilości stanowisk skanera.
- ✓ W pierwszej kolejności rejestracja oparta o automatyczną detekcję celów HDS przez oprogramowanie, a w drugiej – rejestracja przez manualne wskazanie punktów homologicznych
- ✓ Jednoczesna rejestracja środowisk skanowania pozyskanych z podobnej odległości od obiektu, charakteryzujących się zbliżoną rozdzielczością.
- ✓ Im mniej przeprowadzanych procesów wyrównania, tym końcowe błędy dopasowania są mniejsze.

# Wnioski

- ✓ Pomiar wiaduktu z różnych poziomów obiektu.
- ✓ Nie należy wykonywać pomiarów z poziomu nawierzchni obiektu, ze względu na ruch drogowy, powodujący drgania.
- ✓ Ilość punktów dopasowanych, wystarczająca do zapewnienia odpowiedniej dokładności wyrównania opracowanych przez mnie obiektów stanowi 1-2% całkowitej ilości pozyskanych punktów.