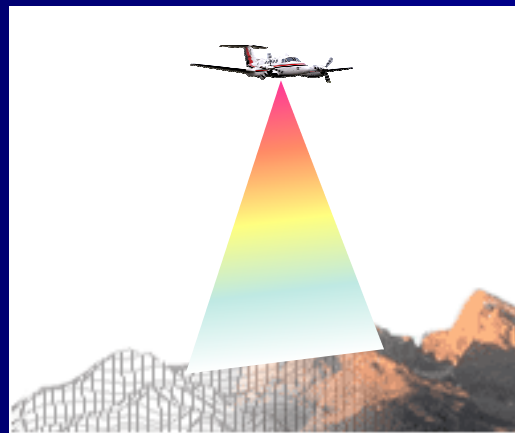


Aspekty tworzenia Numerycznego Modelu Terenu na podstawie skaningu laserowego – LIDAR



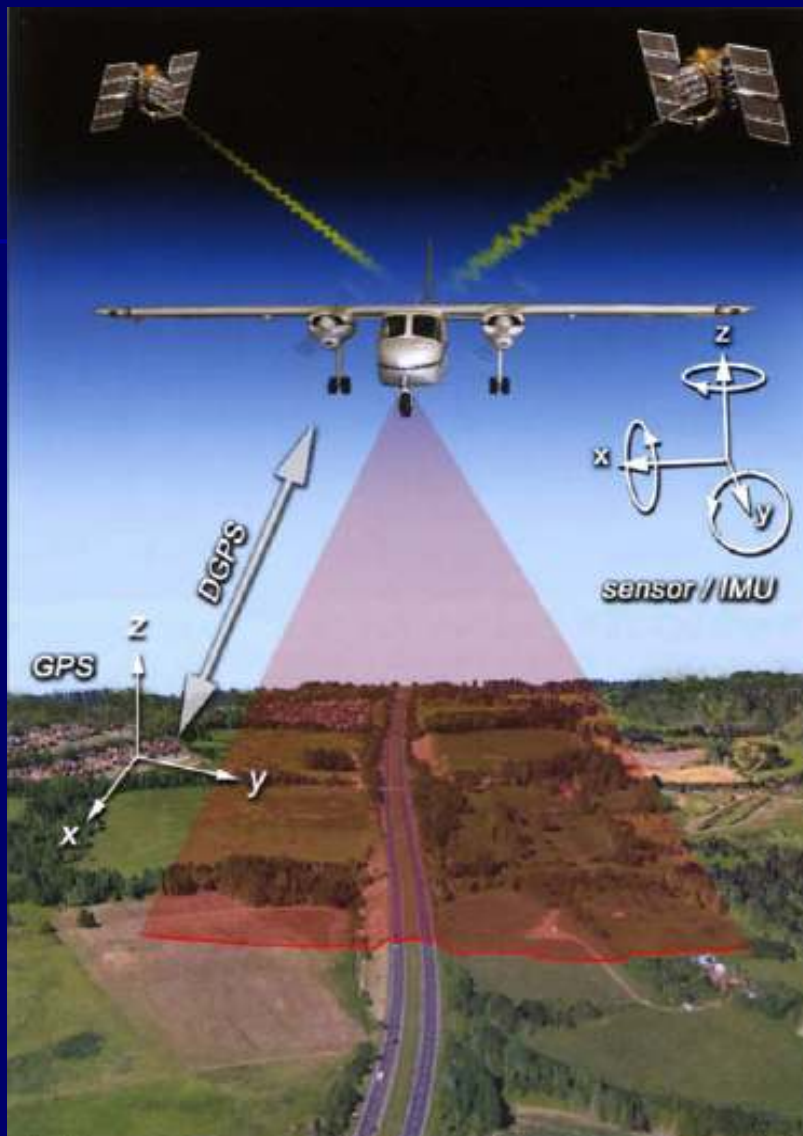
prof. dr hab. inż. Andrzej Stateczny
mgr inż. Krzysztof W. Łogasz

Numeryczny Model Terenu – podstawowe pojęcia

NMT – pol. Numeryczny Model Terenu
DEM - ang. Digital Elevation Model

Numeryczny model
pokrycia terenu
DSM – ang. Digital
Surface Model

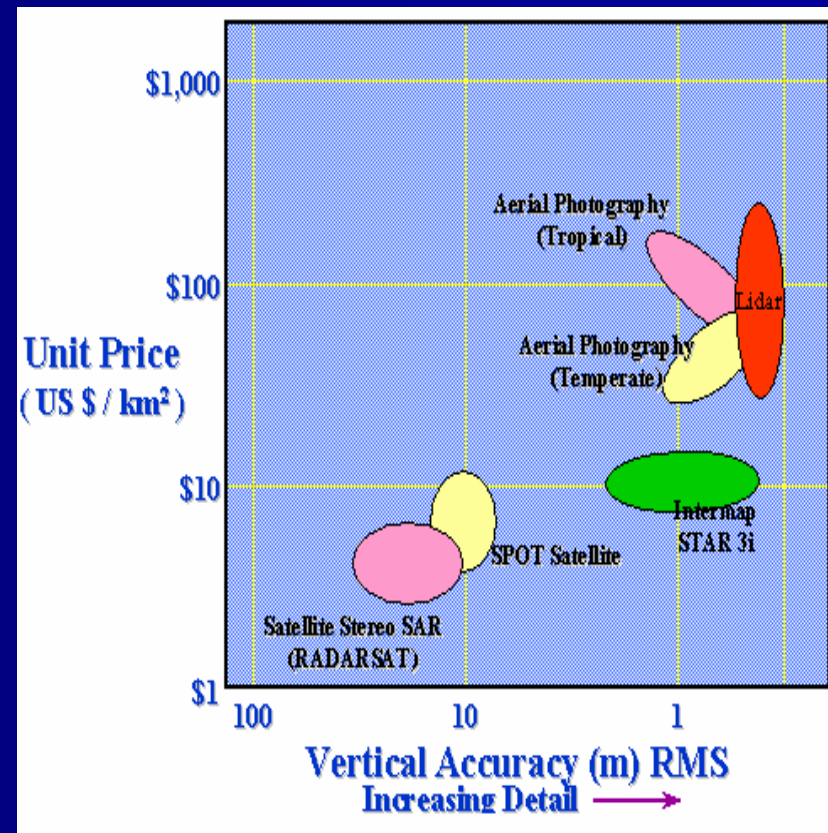
Numeryczny model
rzeźby terenu
DTM – ang. Digital
Terrain Model



L I D A R

Zalety

- Dokładność i szybkość pomiarów.
- Koszt pozyskania danych z terenu (wykres obok).
- Pomiar rzeźby terenu na obszarach niedostępnych dla innych metod pomiarowych (tereny z gęstą roślinnością lub zalane wodą).



Ograniczenia i wady

LiDAR jest w dużym stopniu zależny od pogody, zakłócenia powodują m.in.:

- Opady deszczu lub śniegu, mgła, duża wilgotność powietrza, mała wysokość chmur.
- Skondensowane zanieczyszczenia powietrza (chmury dymu, smog).
- Zbiorniki wodne lub ośrodki o znacznej wilgotności (muł, błoto) - za wyjątkiem systemów batymetrycznych.

CDN...

Ograniczenia i wady

- Efekt absorpcji powodują również: asfalt, smoła, węgiel.
- Silny wiatr - czynnik ten ma wpływ wyłącznie na stabilność lotu samolotu, co pośrednio wpływa na jakość pomiarów.
- Pomiar batymetryczny: zanieczyszczenia wody, duże stężenie mikrofauny/mikroflory, głębokość akwenu ponad 50 metrów.
- Duże rozmiary plików z danymi pomiarowymi (TB).

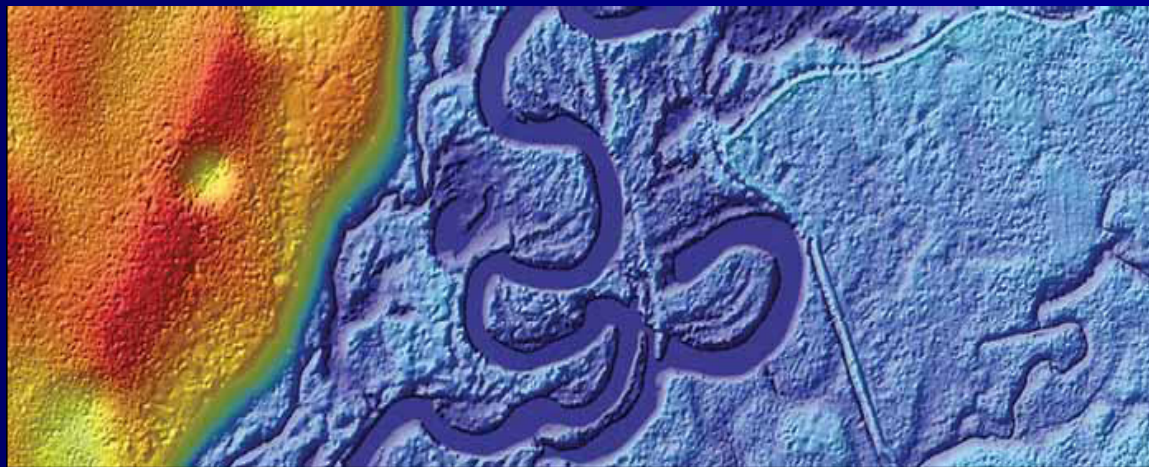
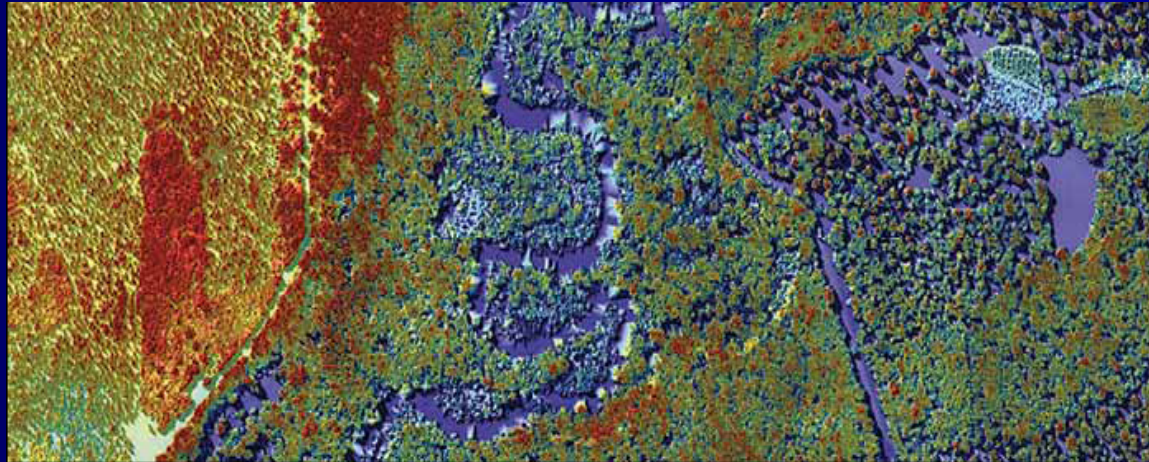
Przykłady zastosowań

Lidar z laserem pozwalającym zmieniać długość fali emitowanego światła, zainstalowany na pokładzie samolotu, pozwala na dotarcie wiązki do powierzchni gruntu w terenie:

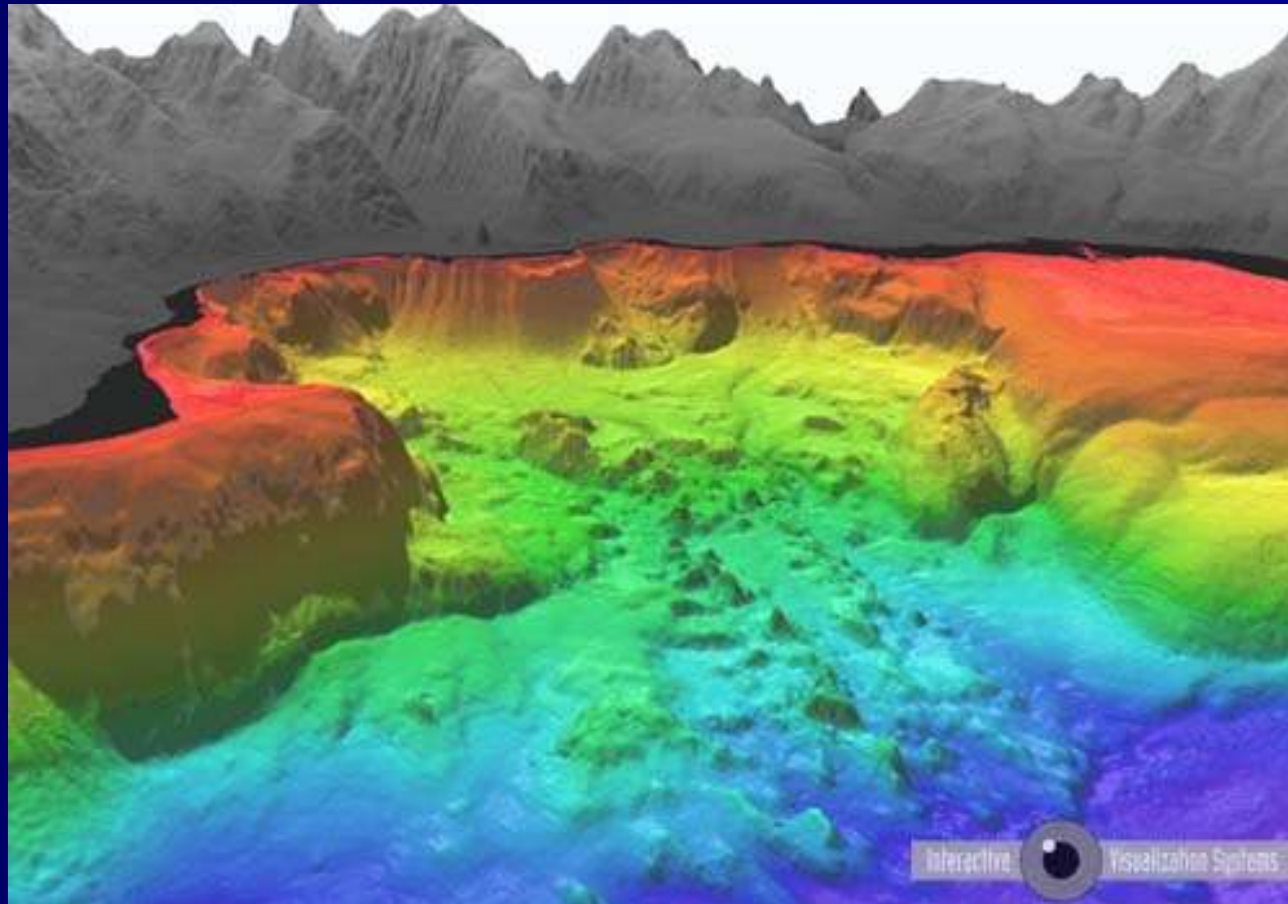
- trudno dostępnym,
- podmokłym / zalanym wodą,
- z gęstą roślinnością.

Pozyskiwanie danych topograficznych, z wymienionych powyżej obszarów, należy do najczęściej wykonywanych zadań przez systemy LiDAR.

Topografia terenu



Dno akwenu

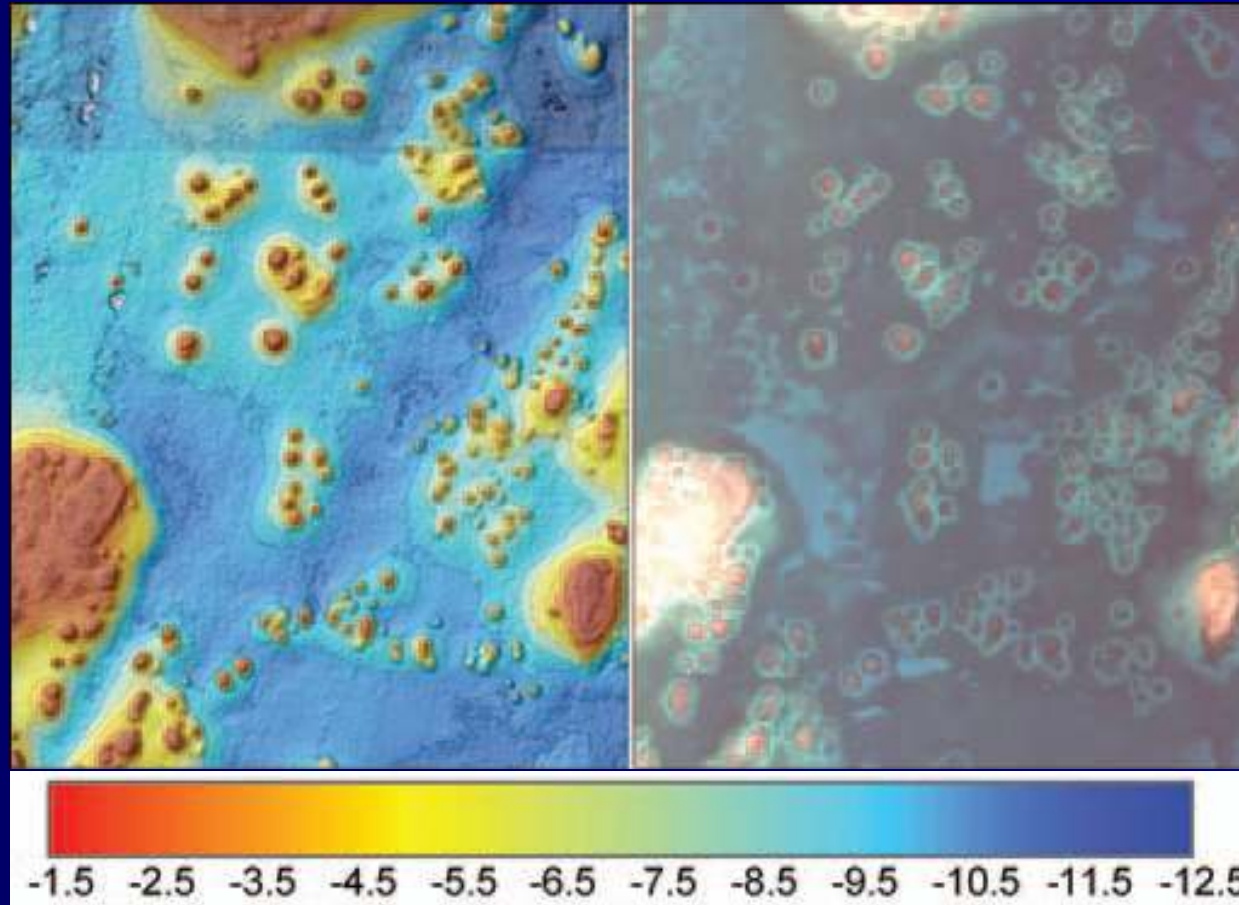


15.06.2007 r.

Aspekty tworzenia NMT na podstawie skaningu laserowego – LIDAR

9/55

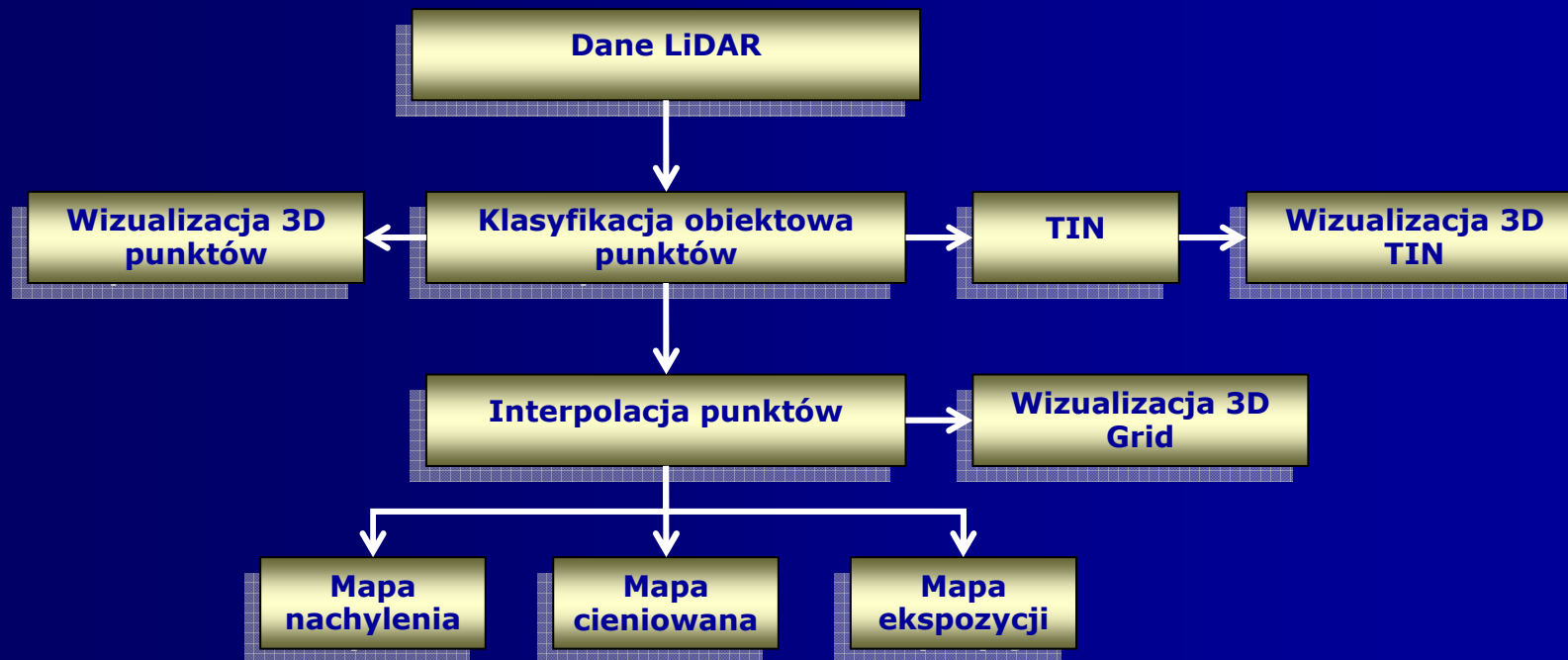
Rafa koralowa



Wizualizacja 3D (DSM + ortofotomapa)



Wykorzystanie danych lidarowych do budowy NMT



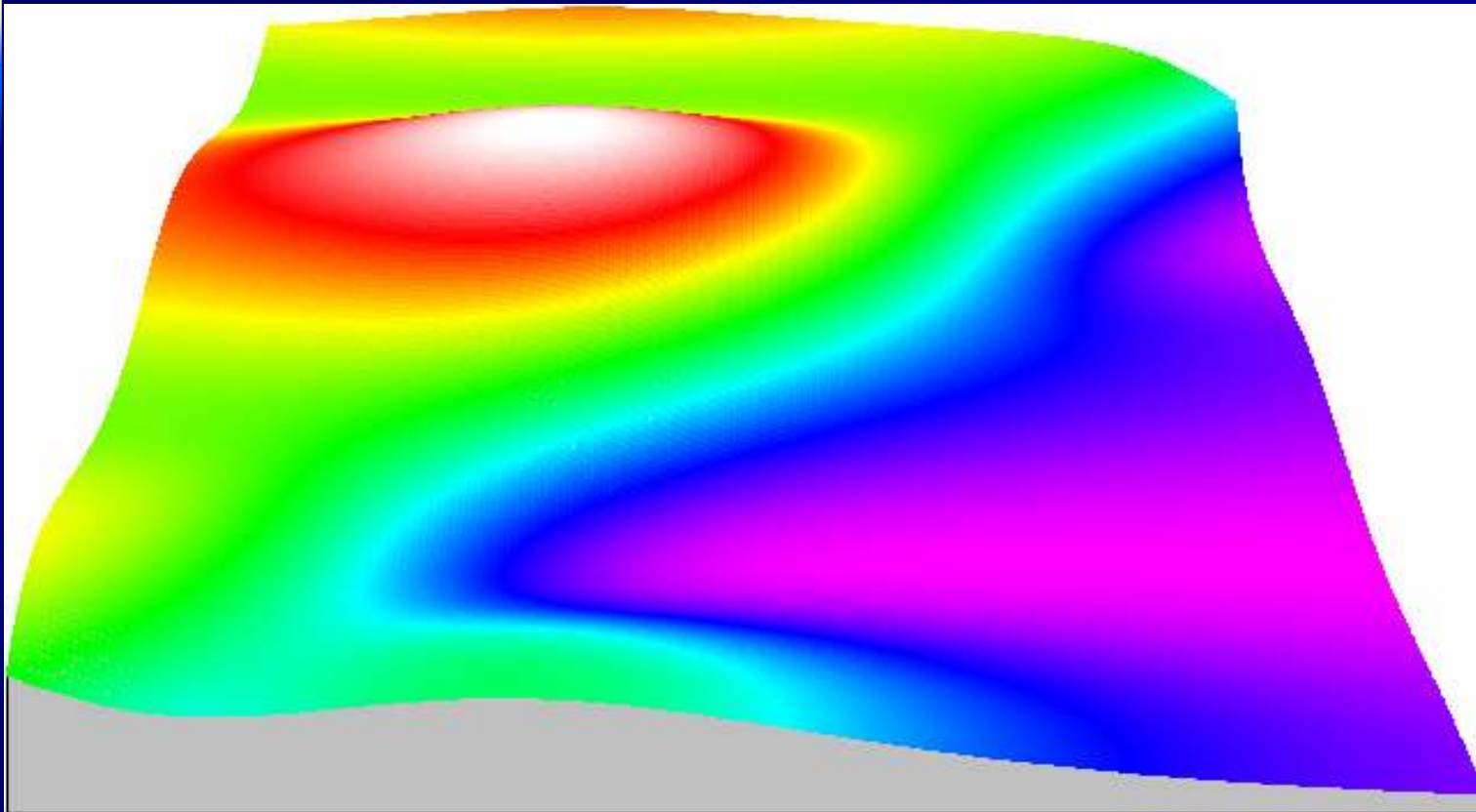
Założenia badań

Lp.	Metoda	Parametr	Ustawienia	
			Ilość pkt.	Oczko [m]
1	Triangulacji	-	-	0.5, 1, 3, 5, 10
2	Naturalnego sąsiada	-	-	0.5, 1, 3, 5, 10
3	Odwrotnych odległości	potęga 1, bez wygładzania	8, 16, 24, 32	0.5, 1, 3, 5, 10
4	Odwrotnych odległości	potęga 2, bez wygładzania	8, 16, 24, 32	0.5, 1, 3, 5, 10
5	Odwrotnych odległości	potęga 3, bez wygładzania	8, 16, 24, 32	0.5, 1, 3, 5, 10
6	Krigingu	wariogram liniowy	8, 16, 24, 32	0.5, 1, 3, 5, 10
7	RBF	funkcja bazowa multiquadric	8, 16, 24, 32	0.5, 1, 3, 5, 10
8	RBF	funkcja bazowa inverse multiquadric	8, 16, 24, 32	0.5, 1, 3, 5, 10
9	Zmodyfikowana Sheparda	bez wygładzania	-	0.5, 1, 3, 5, 10

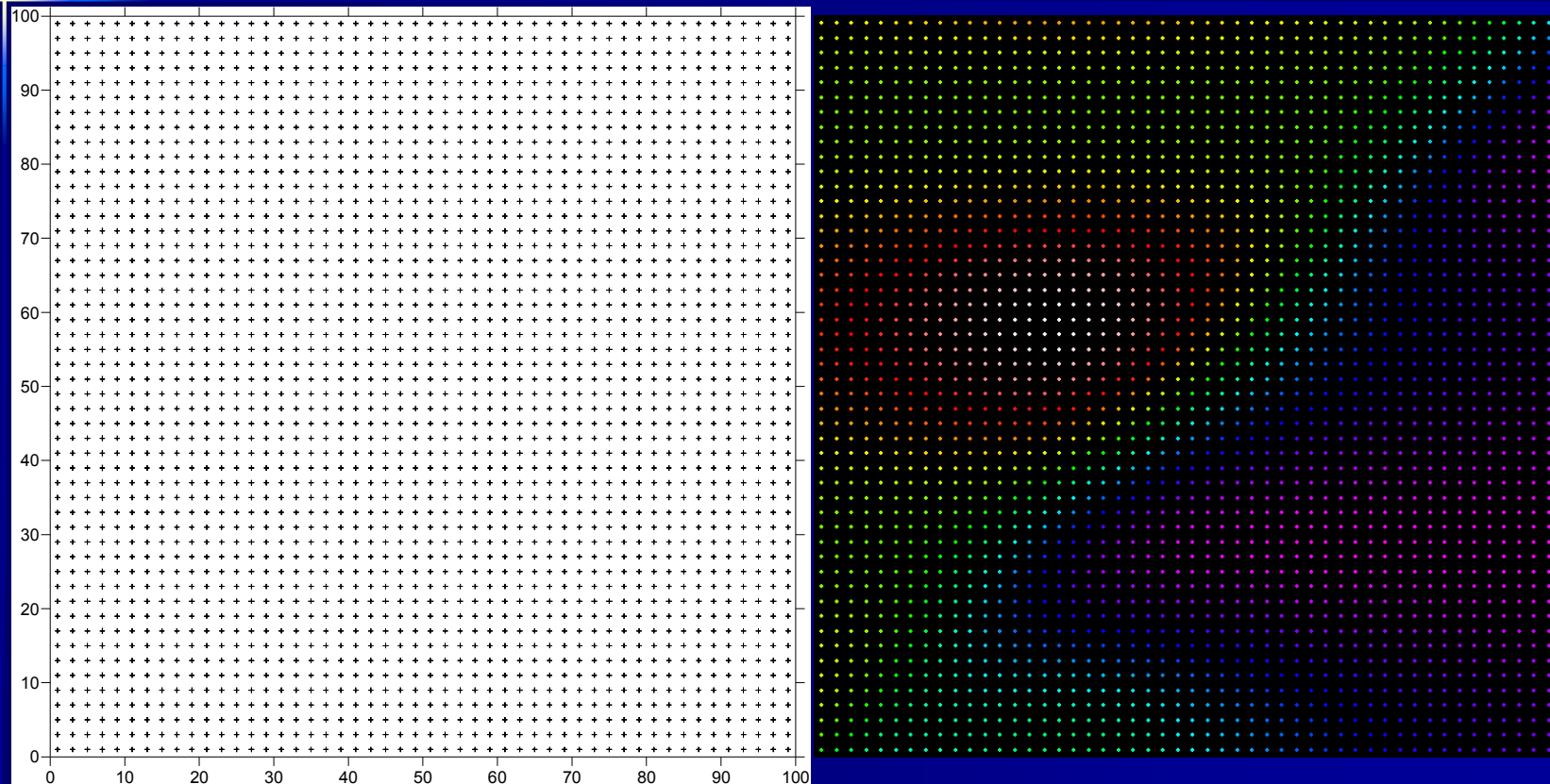
Struktura zbiorów danych wzorcowych i symulowanych

Lp.	Typ danych	Rozkład danych	Domena	Ilość pkt. [szt.]	Gęstość [pkt/m ²]
1	Wzorcowe	Regularny	100x100= 10 000 m ²	200x200=40 000 (0.5x0.5m)	4.00
2	Skanywanie jednokrotne	Regularny	100x100= 10 000 m ²	50x50=2 500 (2x2m)	0.25
3	Skanywanie wielokrotne	Rozproszony	100x100= 10 000 m ²	5 000	0.50

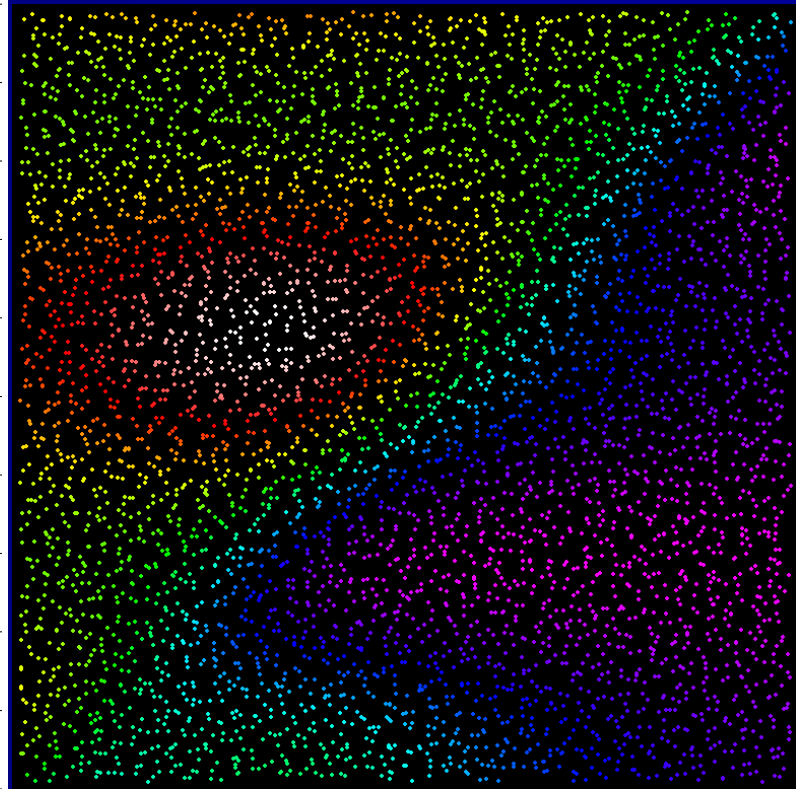
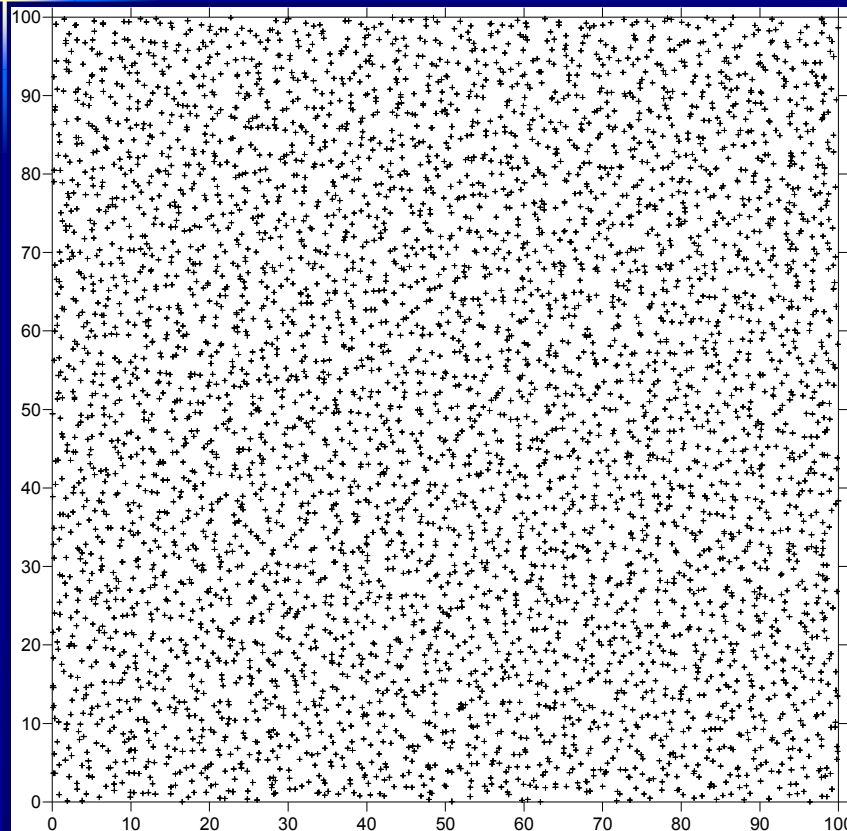
Powierzchnia wzorcowa



Dane symulowane dla skanowania jednokrotnego



Dane symulowane dla skanowania wielokrotnego



Opracowanie danych symulowanych

- W wyniku przyjętych do badań dwóch zbiorów danych symulowanych, dla skanowania jednokrotnego i wielokrotnego, powstało w sumie 270 wariantów obliczeniowych:
- Metody bezparametrowe:
 $2\{\text{typy danych}\} \times 2\{\text{metody}\} \times 5\{\text{wielkości oczka}\} = 20$
- Metody parametrowe:
 $2\{\text{typy danych}\} \times 6\{\text{metod}\} \times 5\{\text{wielkości oczka}\} \times 4\{\text{ilość punktów}\} + 2\{\text{typy danych}\} \times 1\{\text{metoda}\} \times 5\{\text{wielkości oczka}\} = 250$

Opracowanie danych symulowanych

- Dla każdego wariantu obliczano/rejestrowano następujące wartości:
 - błąd maksymalny (E max),
 - błąd średni (E mean),
 - czas obliczeń.

Kryteria oceny efektywności

- **Dokładność odwzorowania**

Wyznacznikiem tego kryterium była wartość błędu maksymalnego (E_{max}) i średniego (E_{mean}), które są jednymi z podstawowych parametrów występujących w warunkach technicznych projektów z zakresu numerycznych modeli terenu.

Kryteria oceny efektywności

■ Właściwości metod

- interpolowanie wysokości poza wartości z przedziału punktów pomiarowych,
- interpolacja danych na obszarach z brakiem punktów pomiarowych,
- uwzględnianie charakterystycznych szczegółów rzeźby terenu.

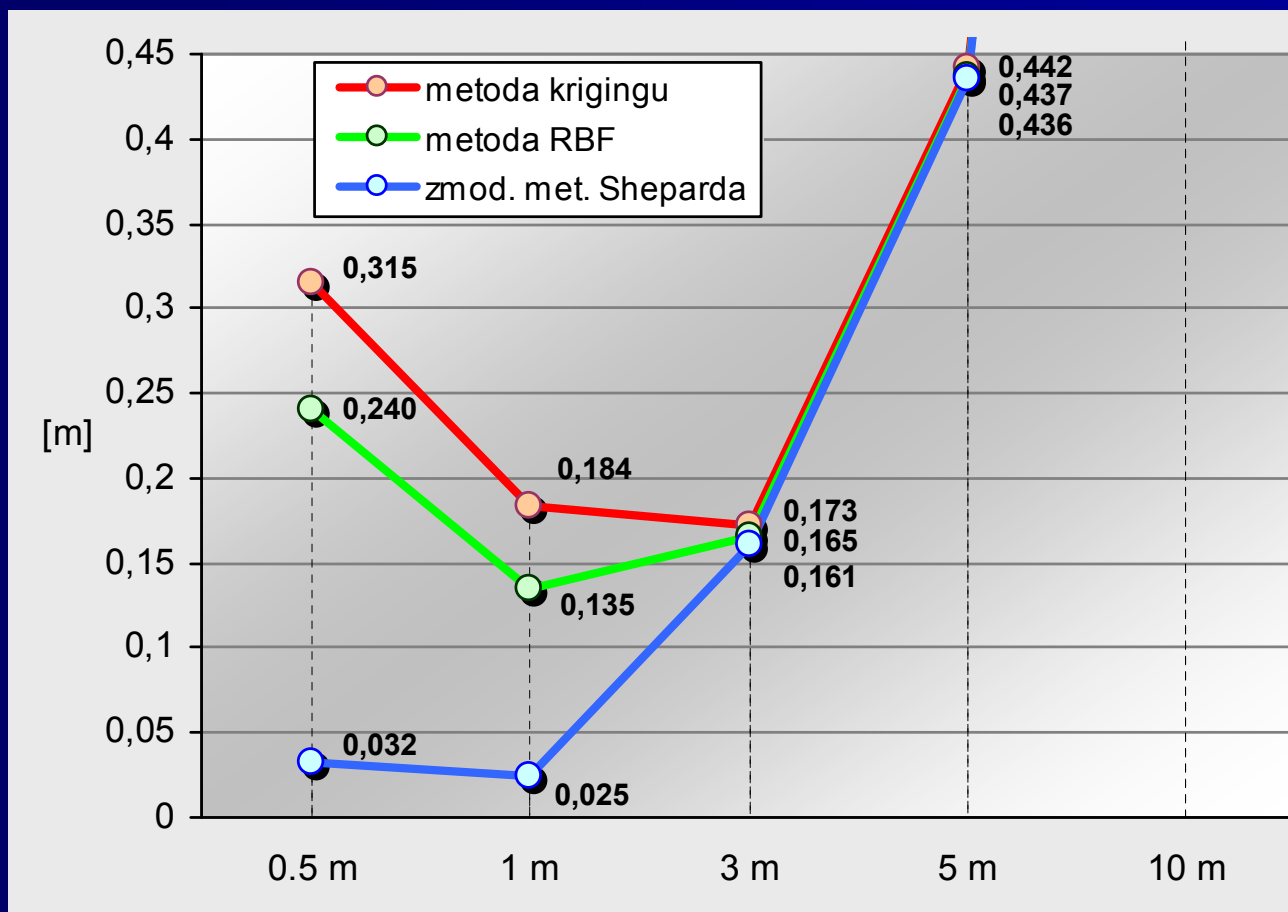
■ Ocena wizualna

Kryterium oceniające powierzchnie pod względem występowania zniekształceń i braku ciągłości powierzchni.

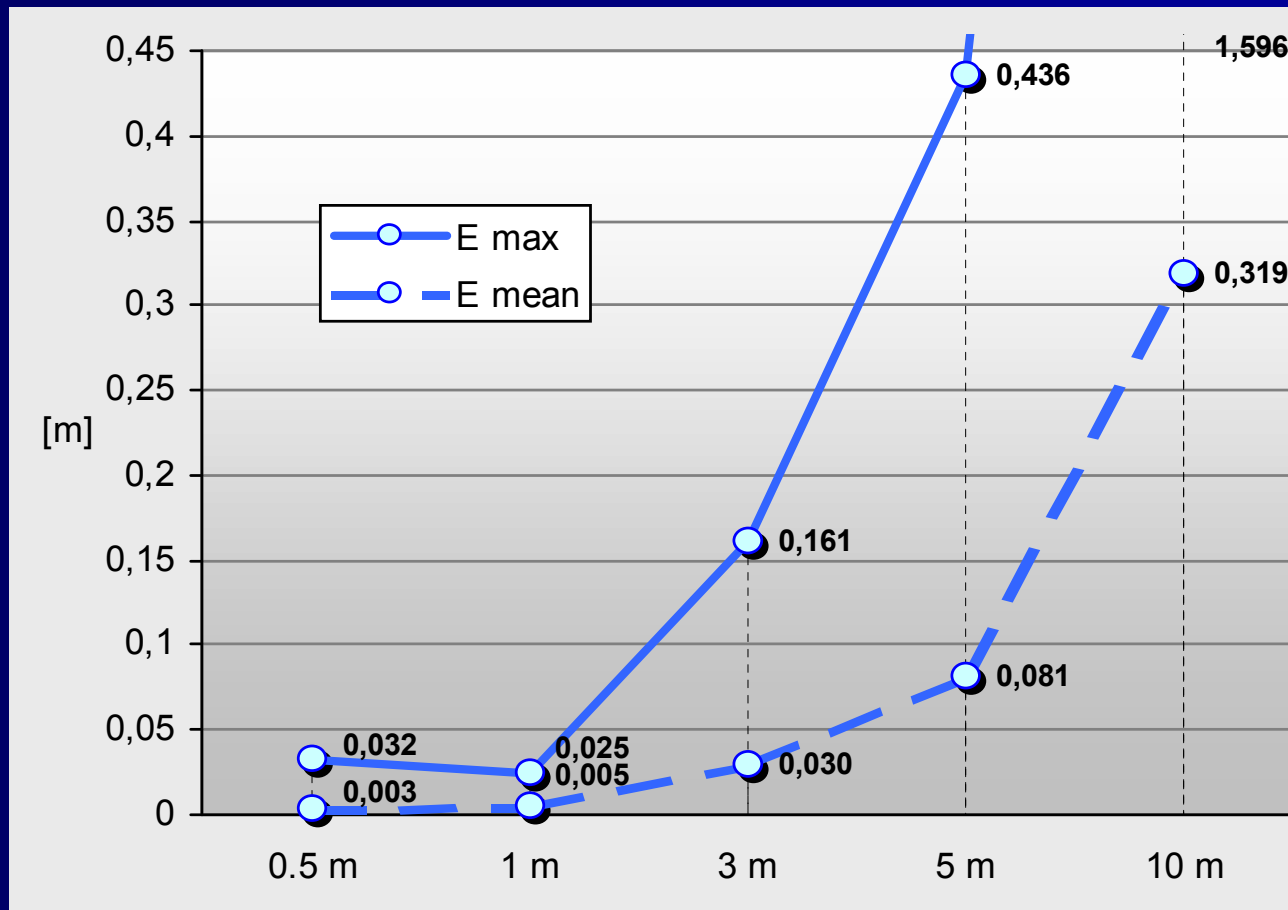
Wyniki

Oczko [m]	Metoda	Parametr	Ilość pkt.	E max(*) [m]	E mean(*) [m]
0.5	Zmodyfikowana Sheparda	bez wygładzania	-	0,032 0,023	0,003 0,003
	RBF	funkcja bazowa multiquadric	32	0,240 0,204	0,005 0,005
	Krigingu	wariogram liniowy	32	0,315 0,264	0,006 0,006
1	Zmodyfikowana Sheparda	bez wygładzania	-	0,025 0,023	0,005 0,005
	RBF	funkcja bazowa multiquadric	32	0,135 0,090	0,006 0,006
	Krigingu	wariogram liniowy	32	0,184 0,133	0,008 0,008
3	Zmodyfikowana Sheparda	bez wygładzania	-	0,161 0,162	0,030 0,030
	RBF	funkcja bazowa multiquadric	32	0,165 0,165	0,031 0,031
	Krigingu	wariogram liniowy	32	0,173 0,170	0,033 0,032

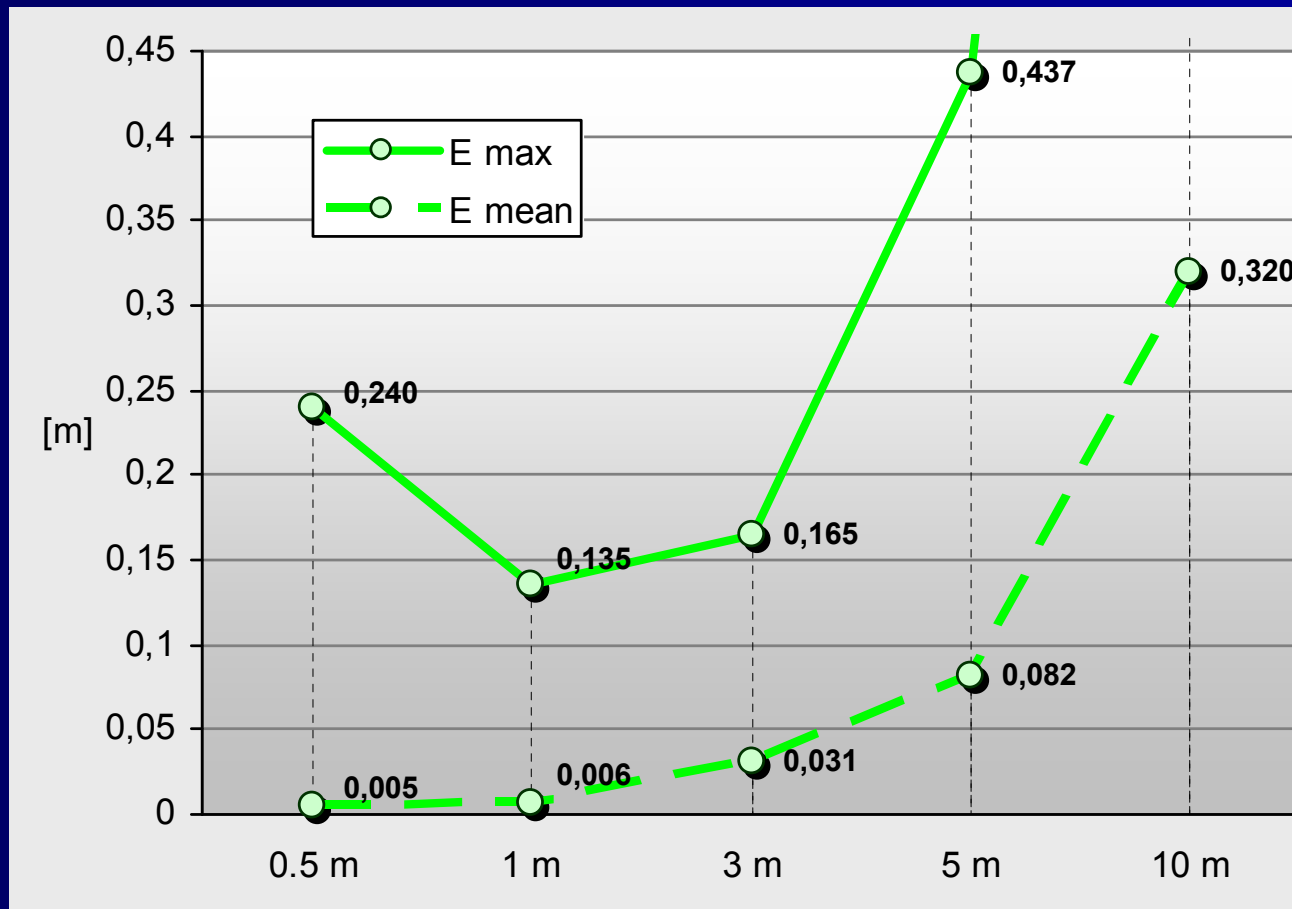
Wartości błędu maksymalnego (E max) - skanowanie wielokrotne



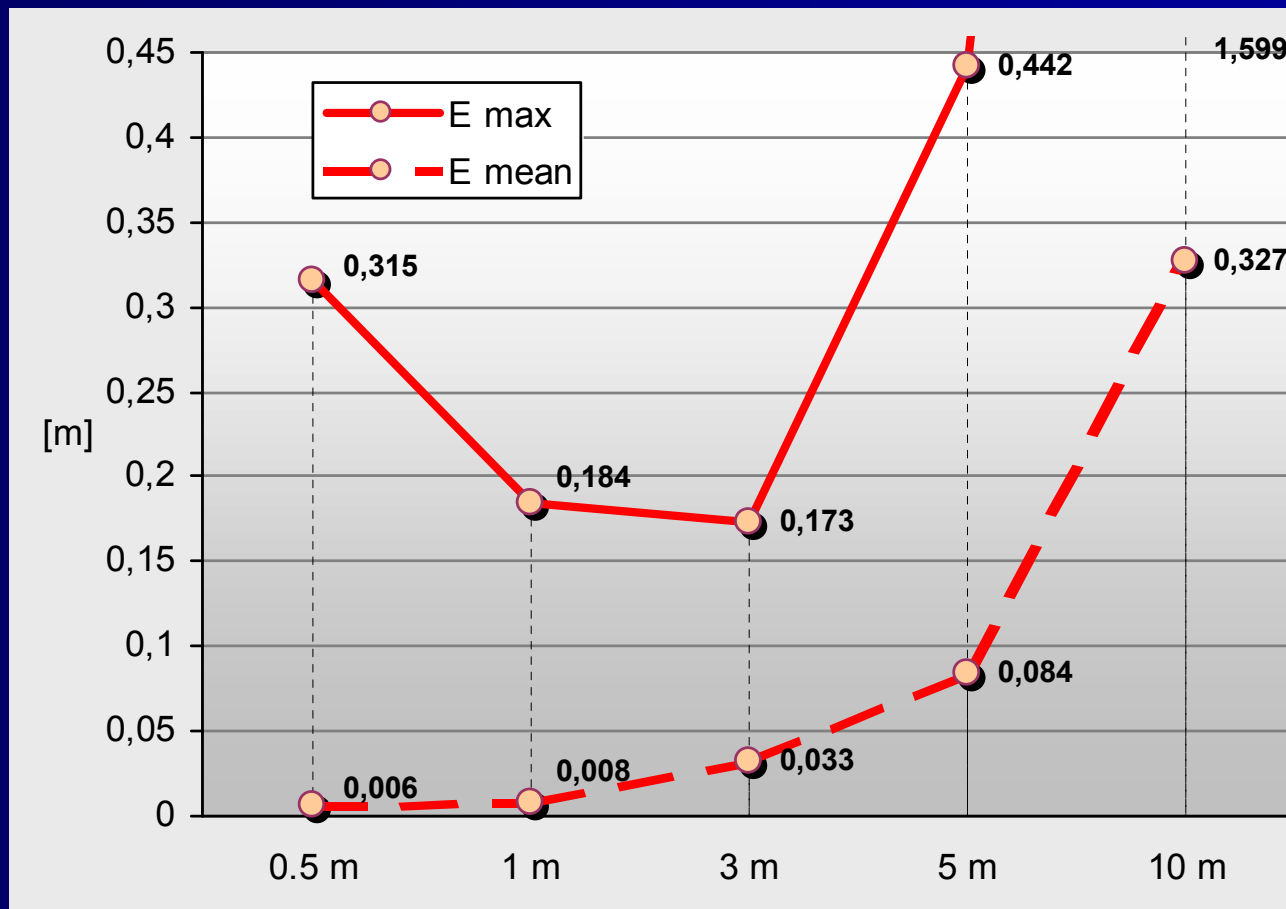
Zmodyfikowana metoda Sheparda (bez wygładzania) wartości E max i E mean



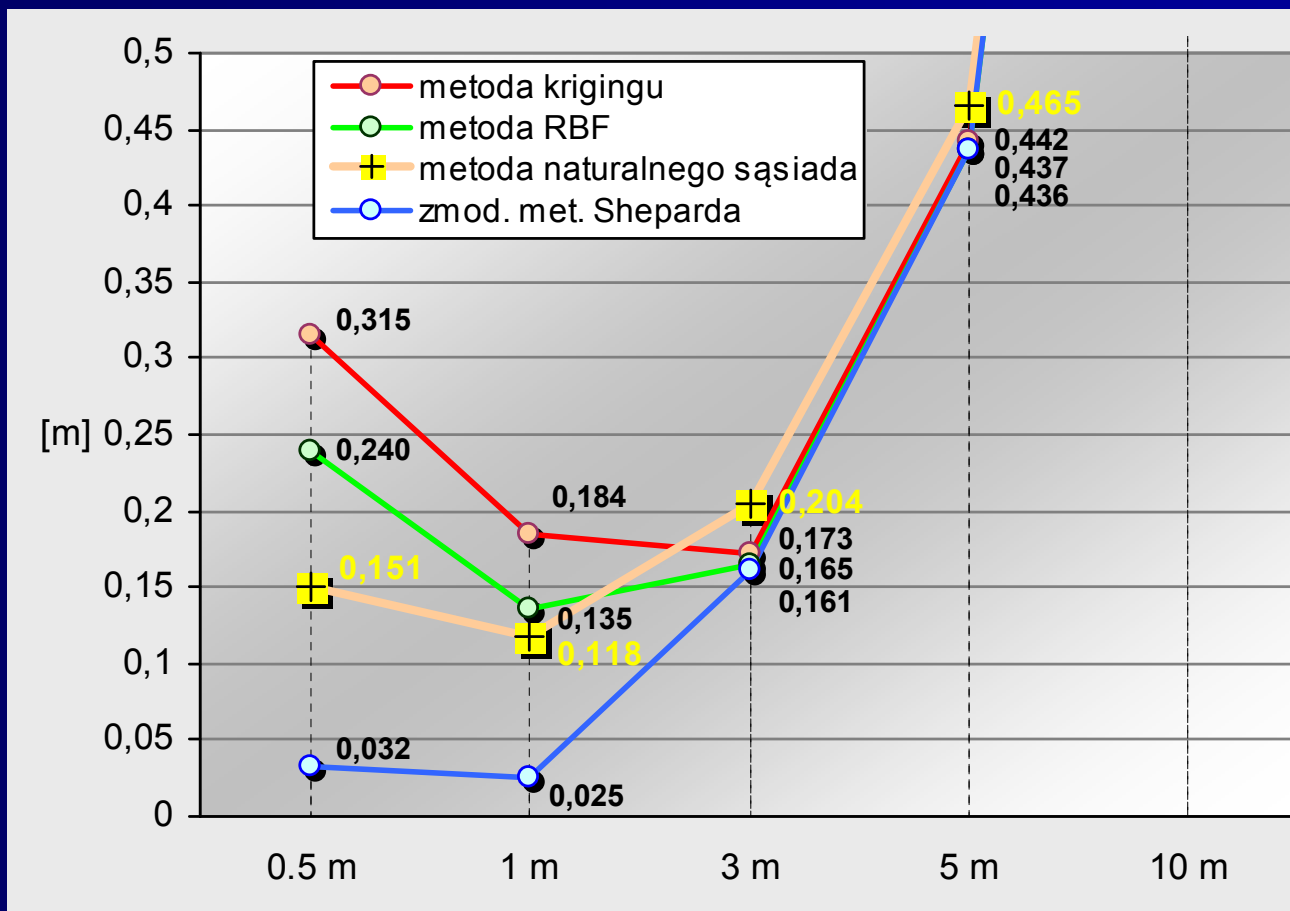
Metoda RBF (multiquadric, 32/16pkt.) wartości E max i E mean



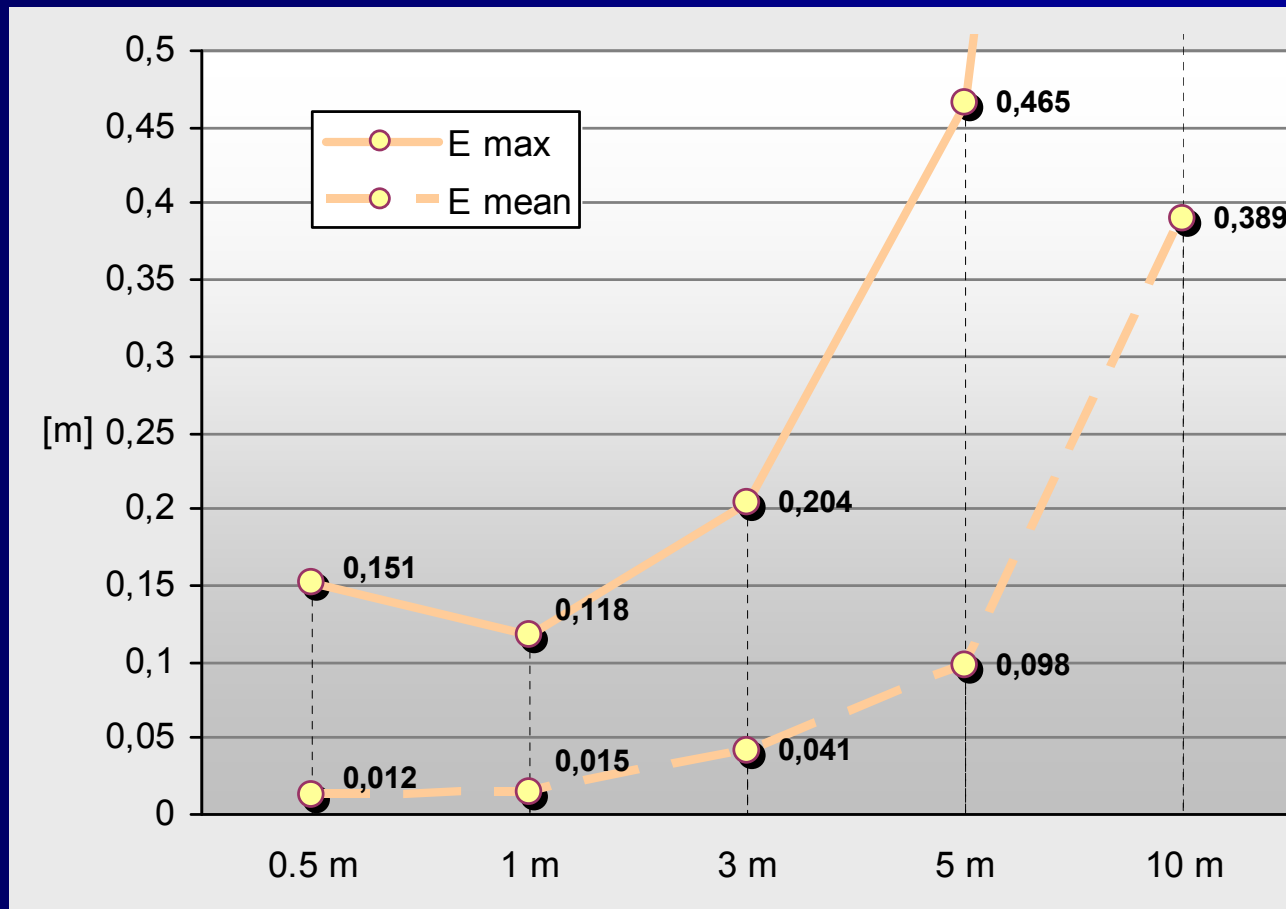
Metoda krigingu (wariogram liniowy, 32/8pkt.) wartości E max i E mean



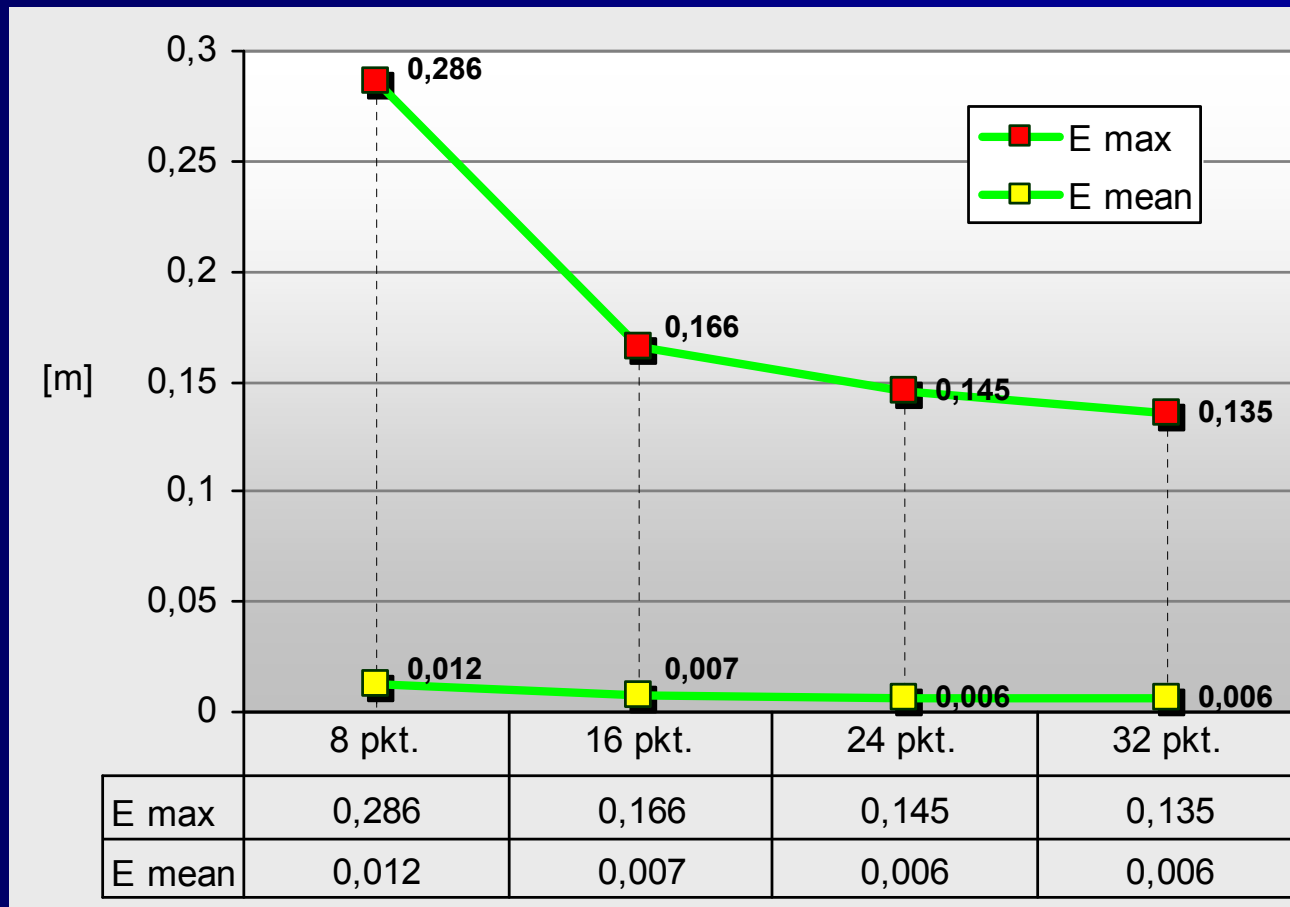
Wartości błędu maksymalnego (E max) - skanowanie wielokrotne



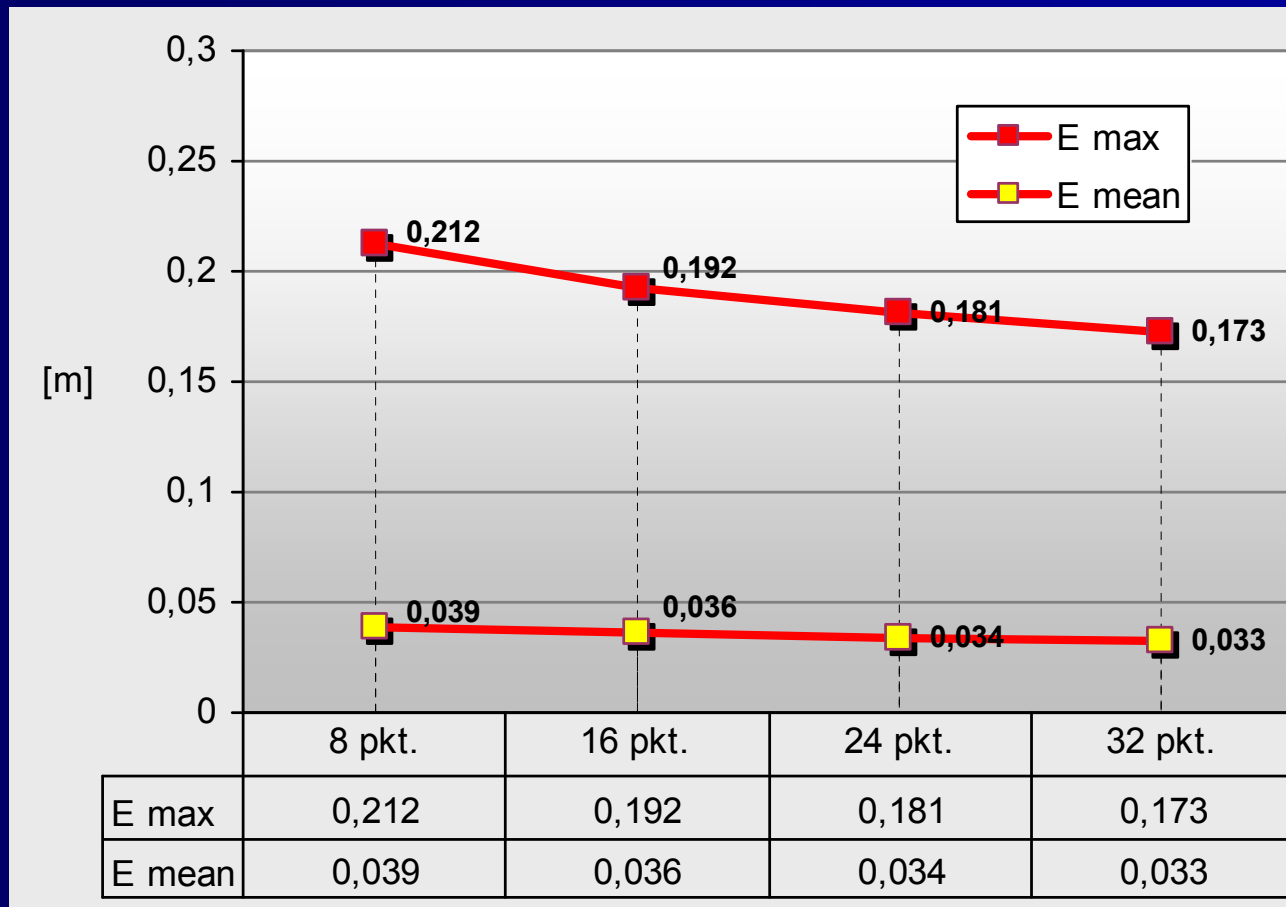
Metoda naturalnego sąsiada wartości E max i E mean



Metoda RBF (multiquadric/1m) wartości E max i E mean

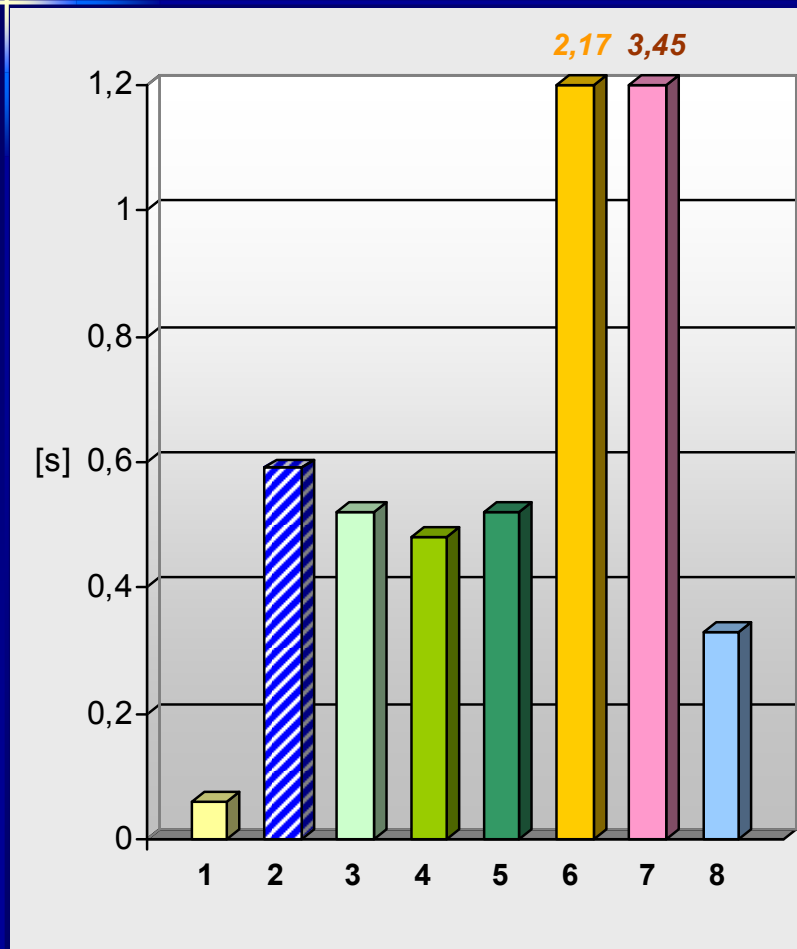


Metoda krigingu (wariogram liniowy/3m) wartości E max i E mean



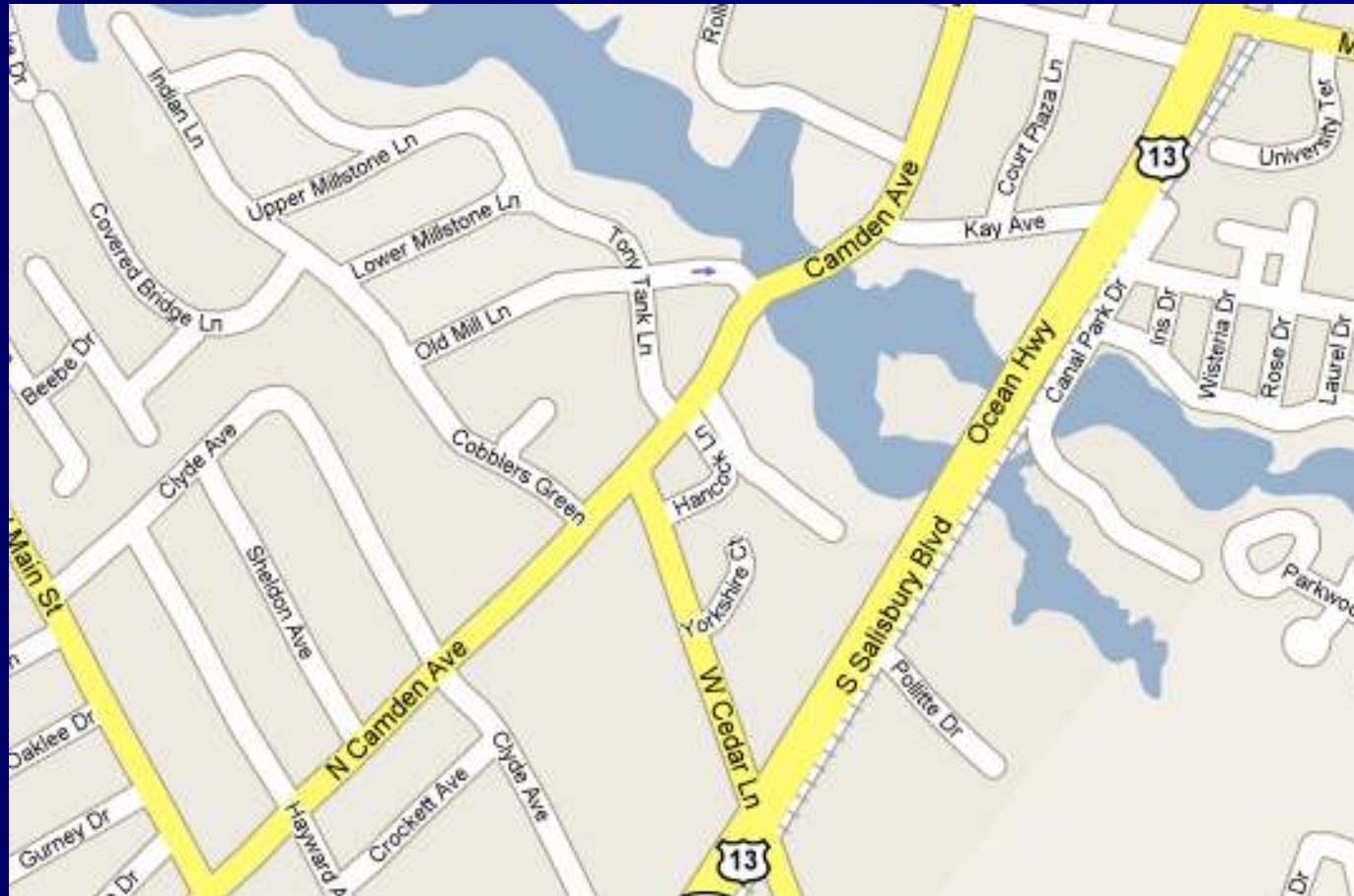
Czasochłonność obliczeń

(oczko 1m/skanowanie wielokrotne/maks. liczba pkt.)



1. metoda triangulacji,
- 2. metoda naturalnego sąsiada**
3. metoda odwrotnych odległości (potęga 1),
4. metoda odwrotnych odległości (potęga 2),
5. metoda odwrotnych odległości (potęga 3),
6. metoda krigingu (wariogram liniowy),
7. metoda RBF (funkcja bazowa multiquadric),
8. zmodyfikowana metoda Sheparda (bez wygładzania).

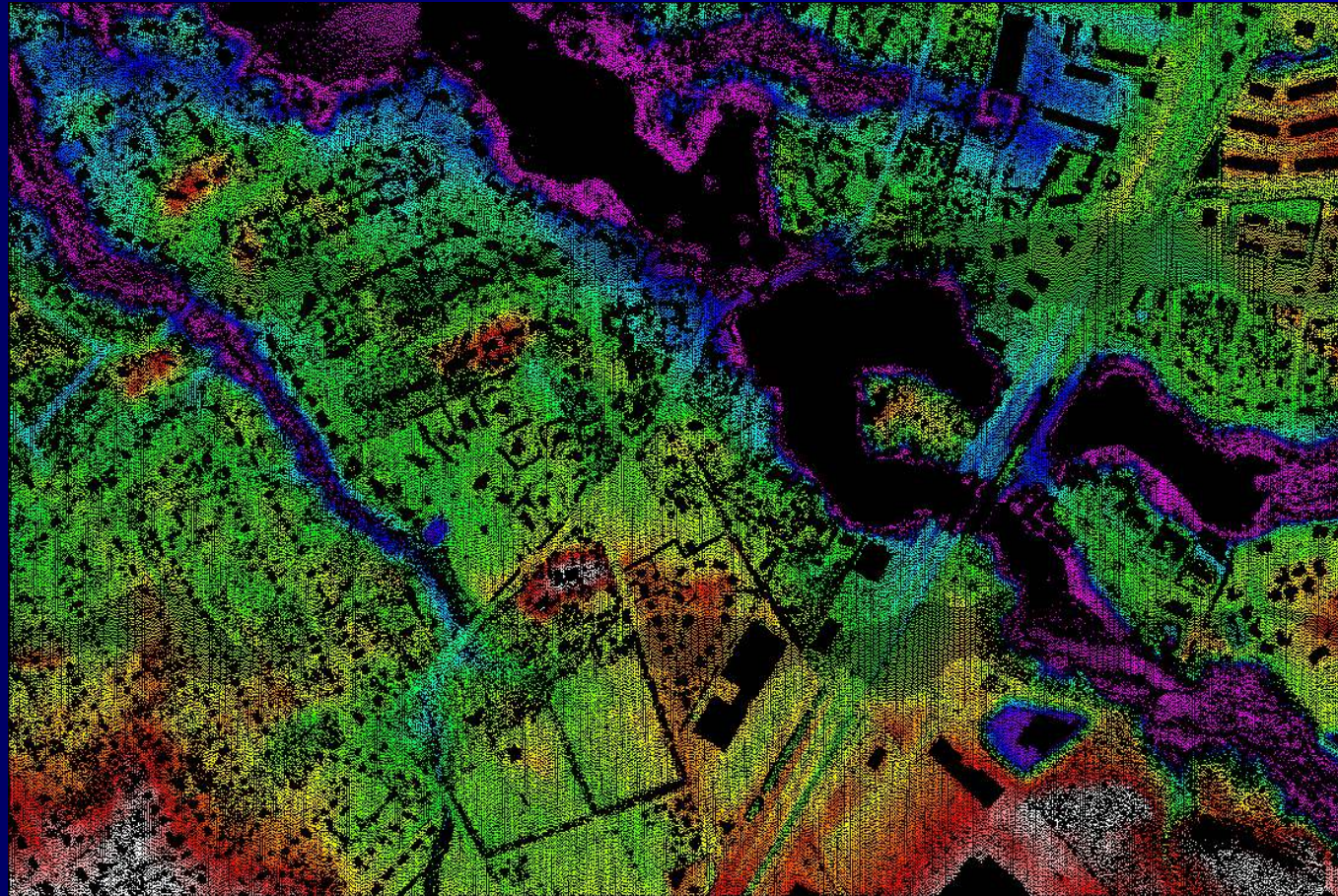
Obszar opracowania - mapa przeglądowa



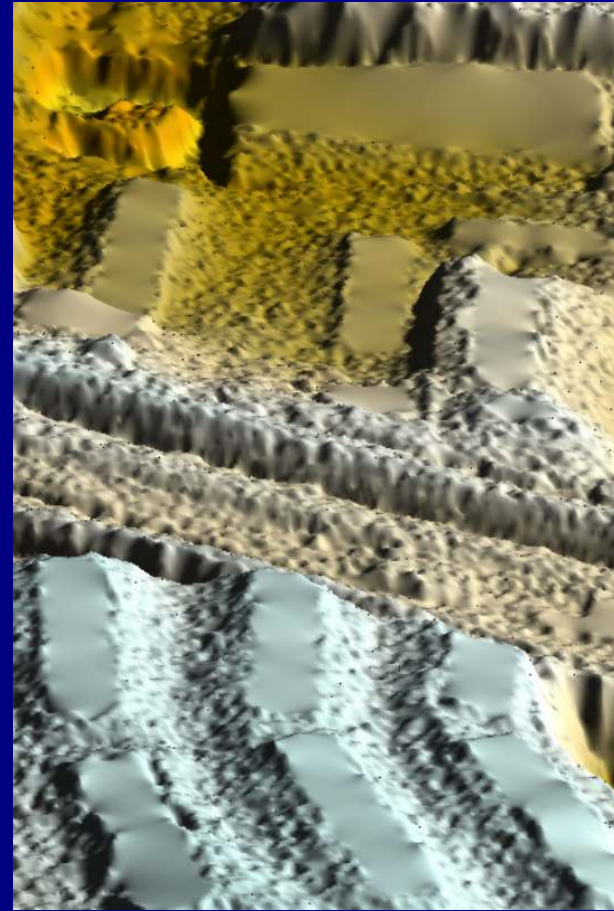
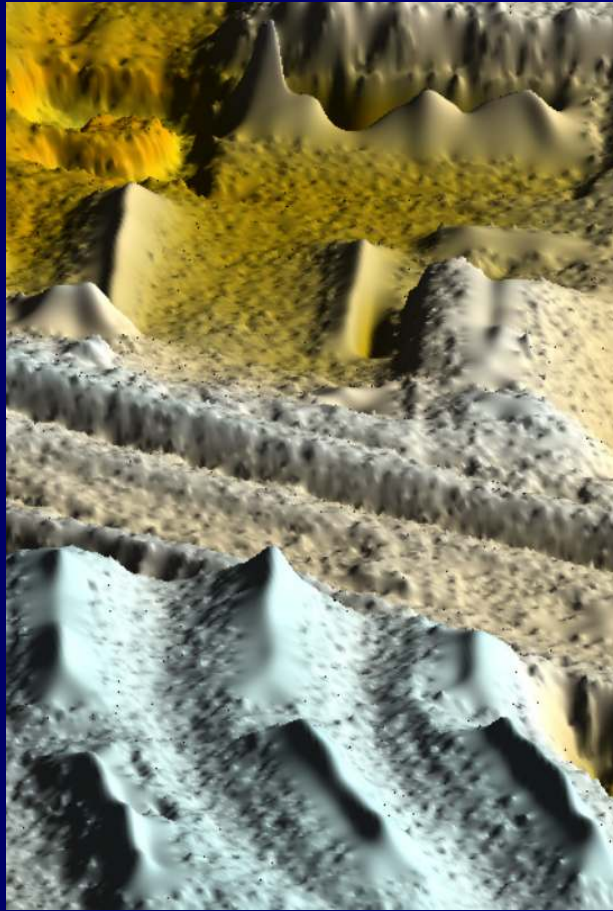
Obszar opracowania - ortofotomapa



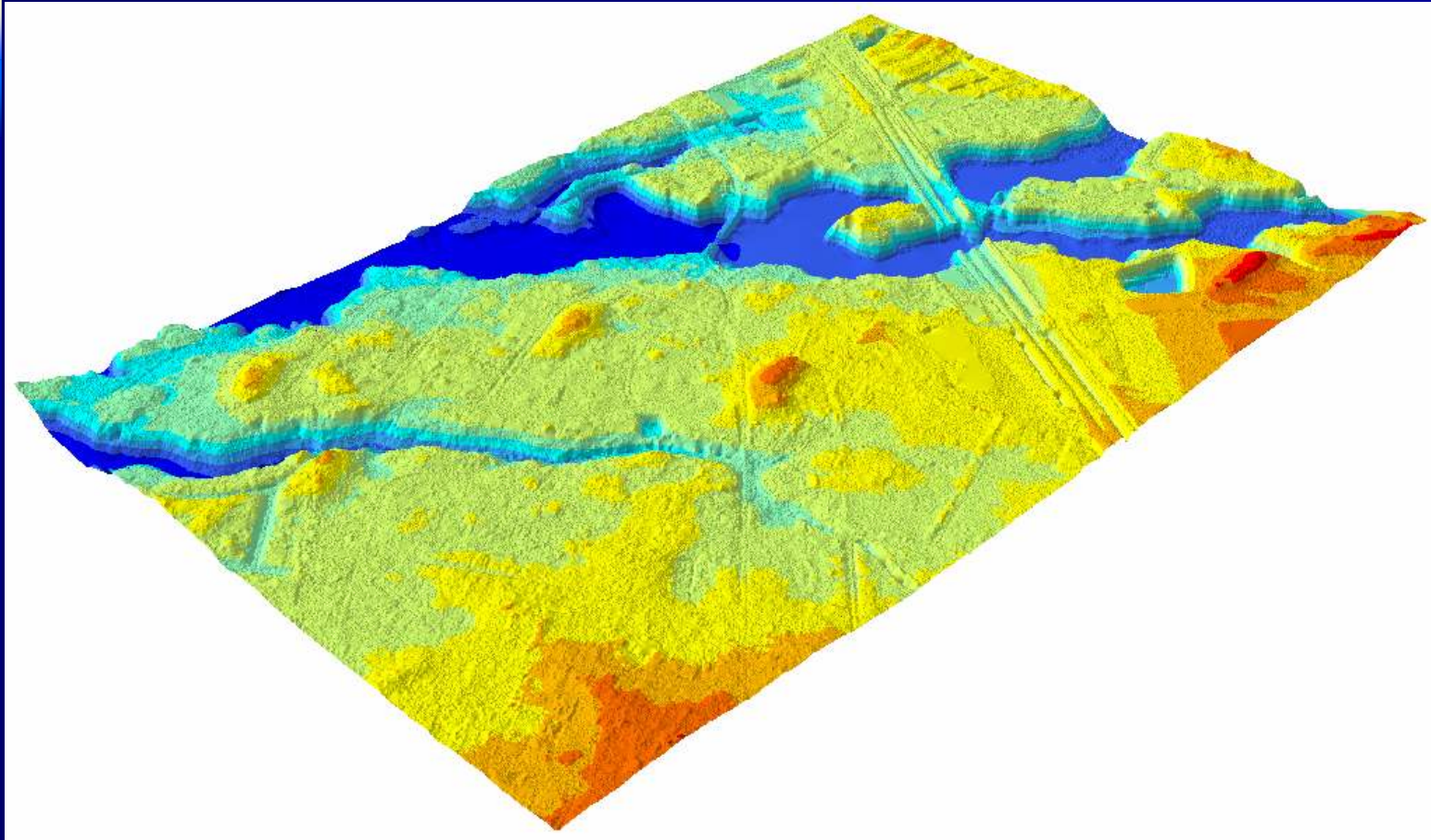
Obszar opracowania - dane lidarowe



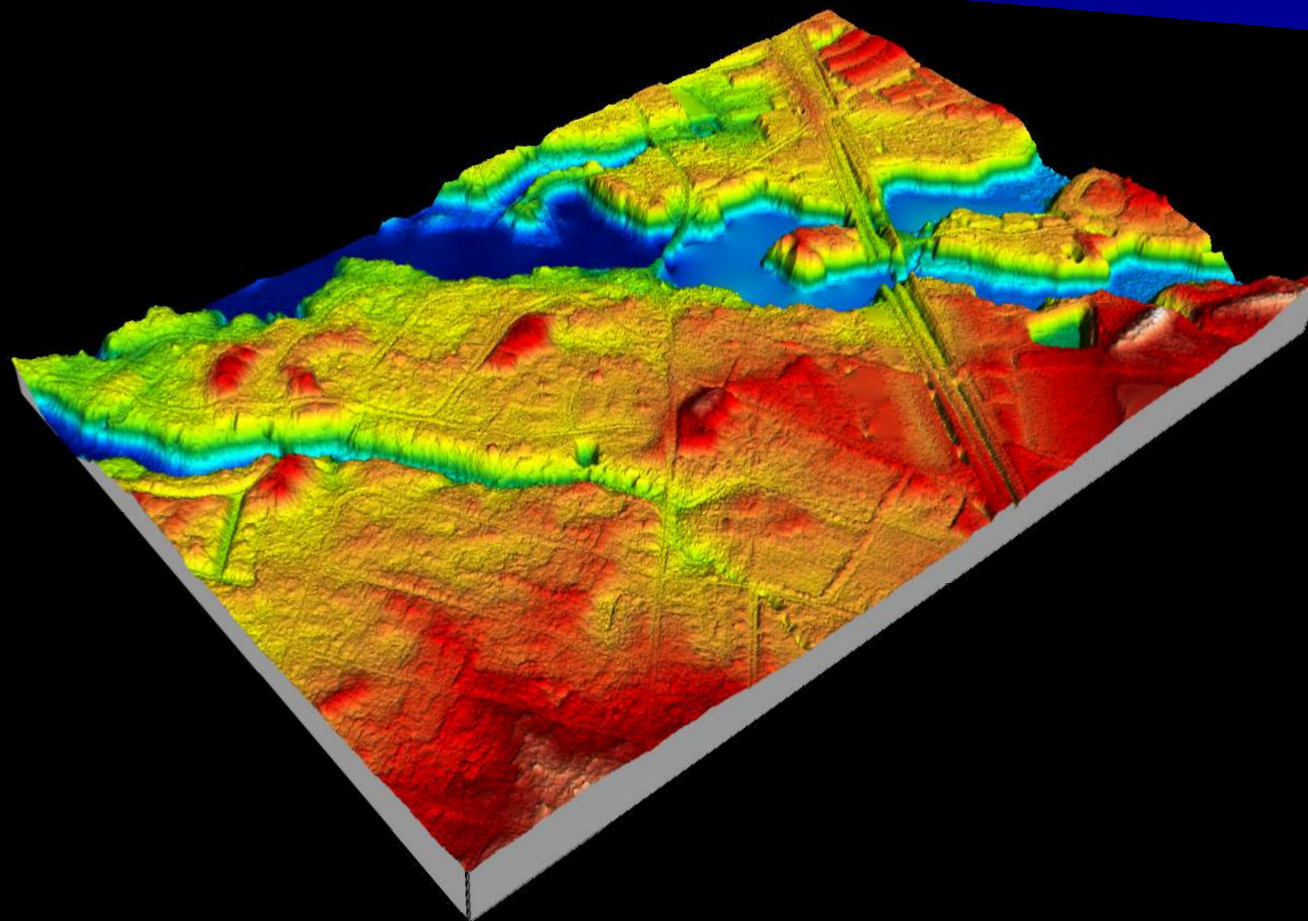
Zmodyfikowana metoda Sheparda kontra metoda naturalnego sąsiada



Numeryczny Model Rzeźby Terenu - opracowanie w ArcGIS

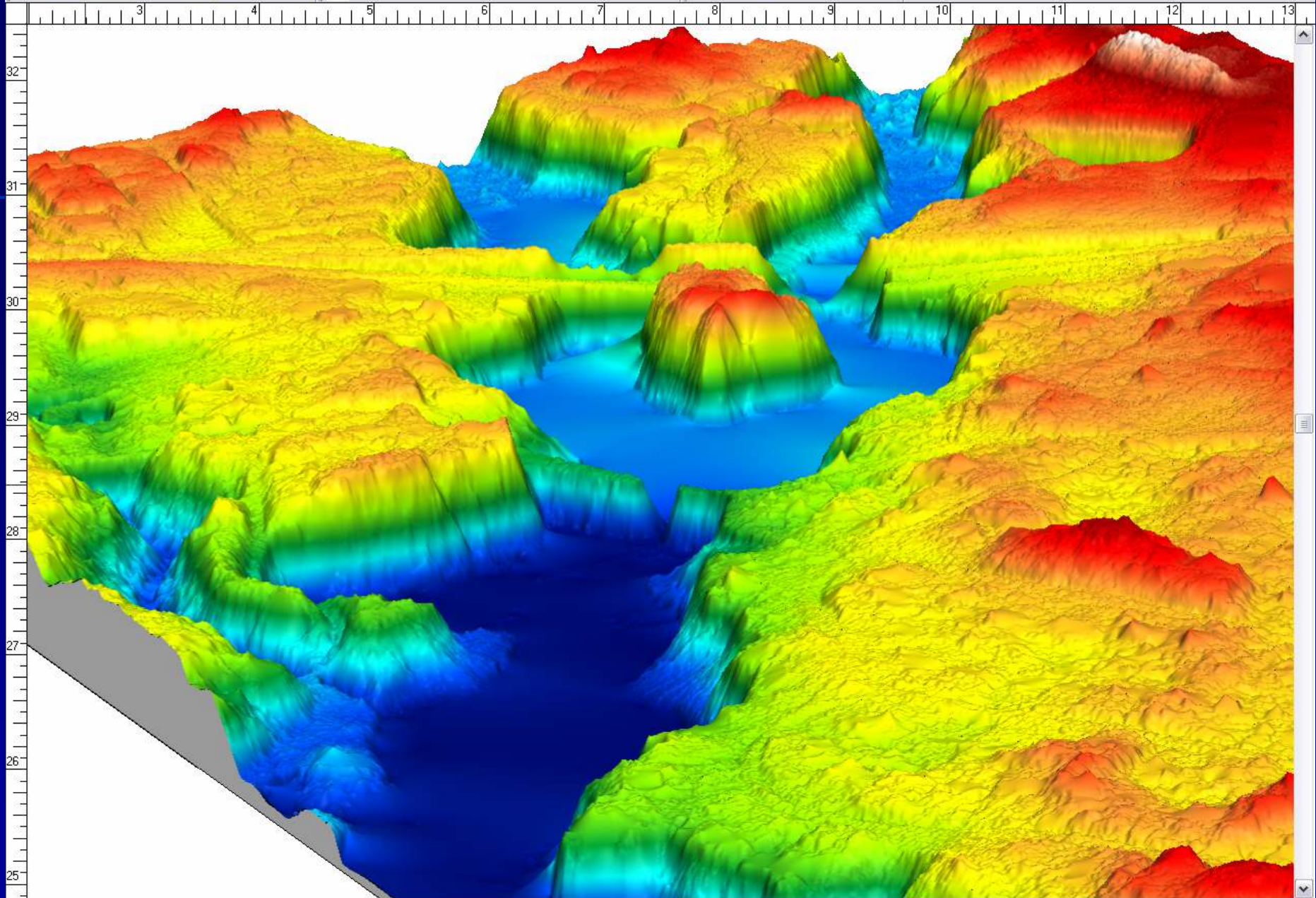


Numeryczny Model Rzeźby Terenu - opracowanie w Surferze



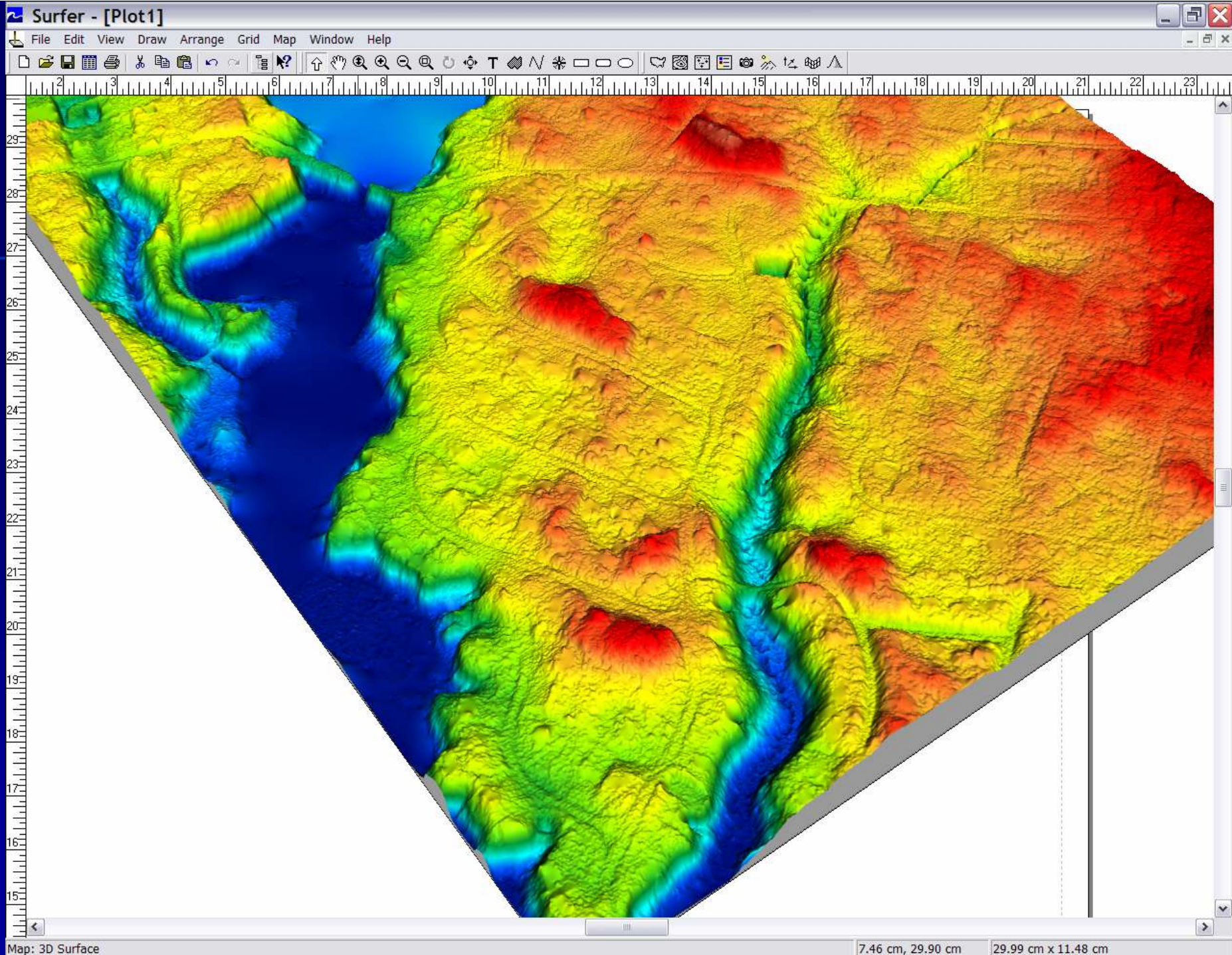
Surfer - [Plot1]

File Edit View Draw Arrange Grid Map Window Help



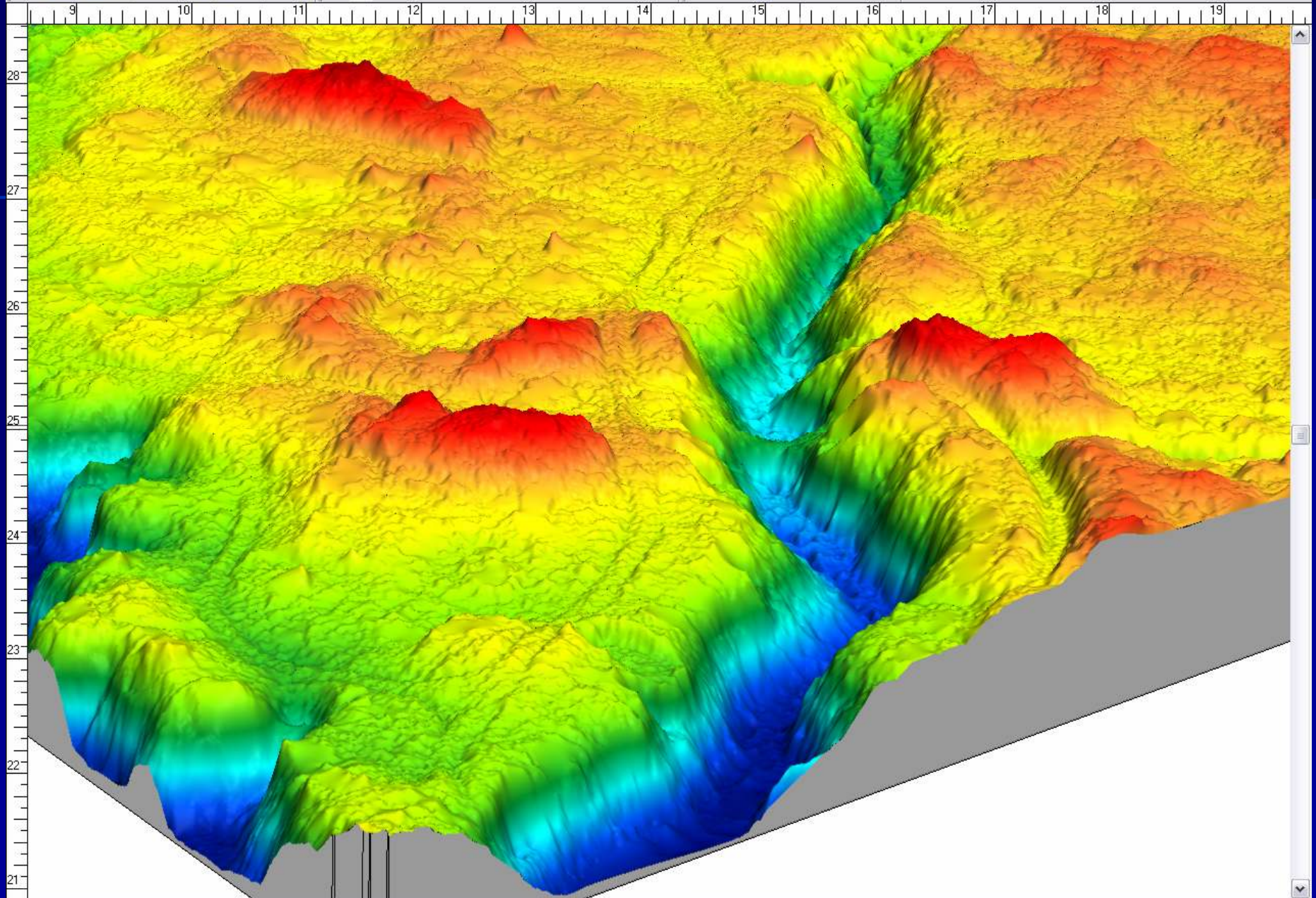
Nothing Selected

2.49 cm, 28.47 cm



Surfer - [Plot1]

File Edit View Draw Arrange Grid Map Window Help

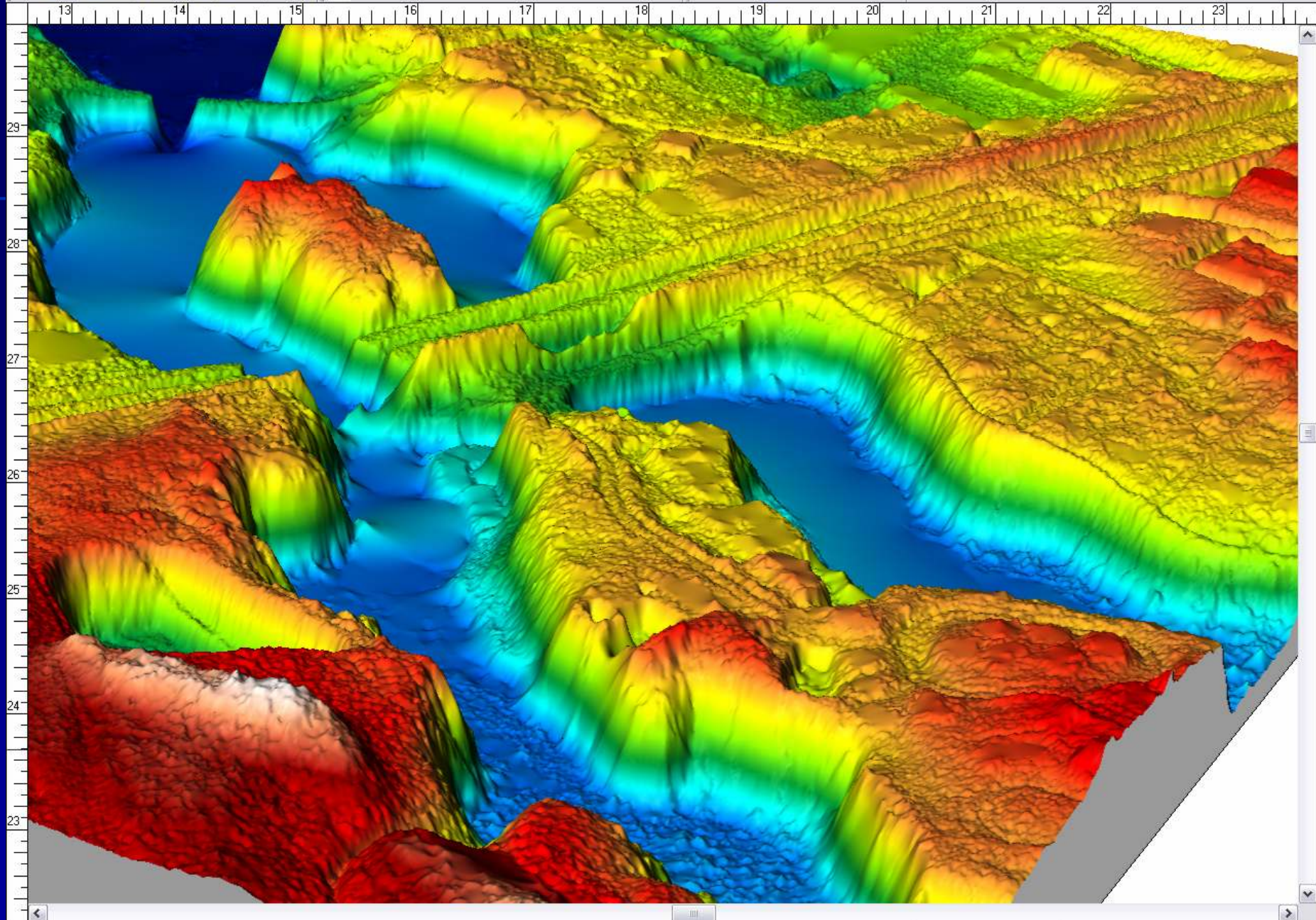


Nothing Selected

15.30 cm, 25.03 cm

Surfer - [Plot1]

File Edit View Draw Arrange Grid Map Window Help

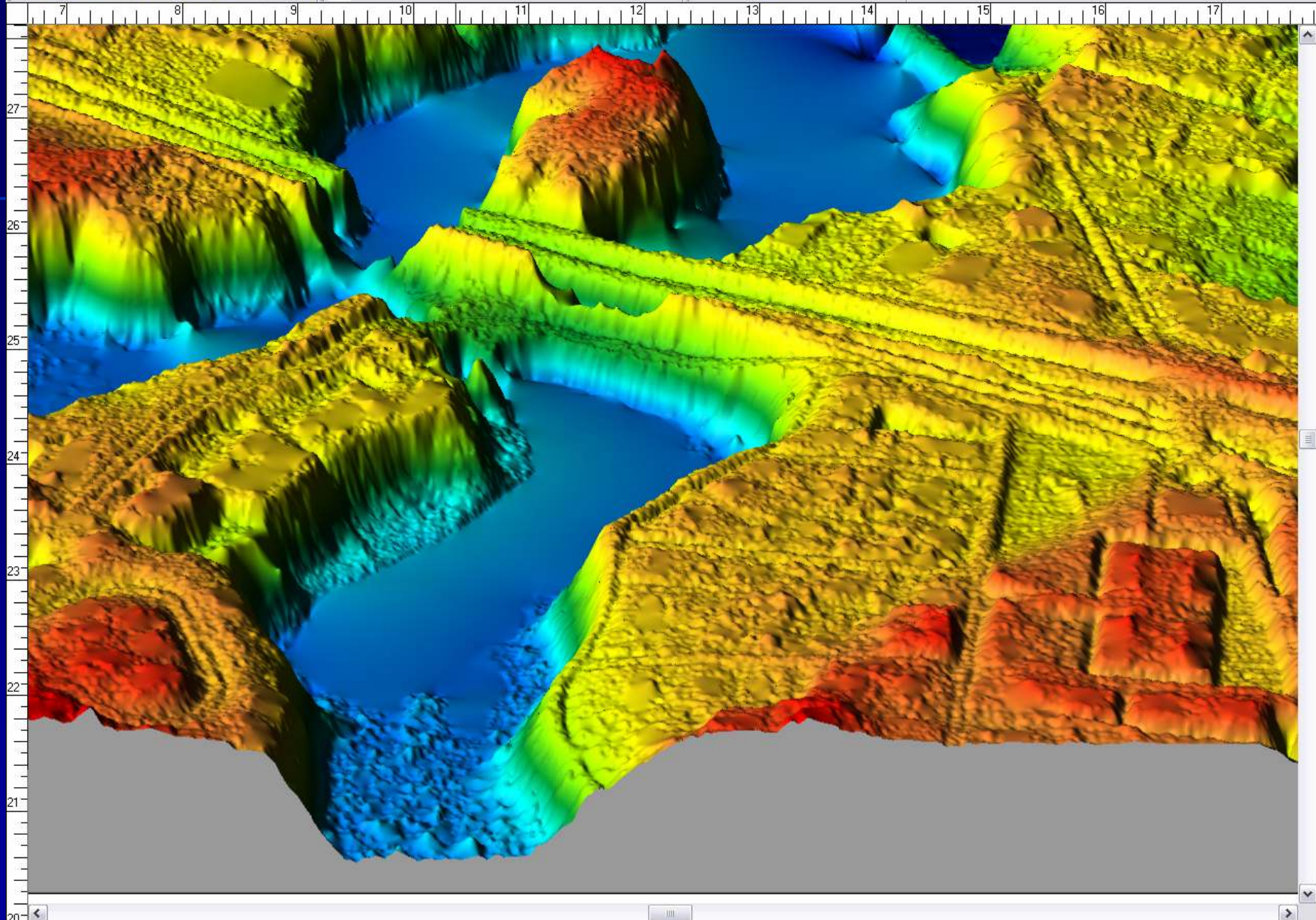


Map: 3D Surface

23.49 cm, 23.69 cm 32.59 cm x 27.20 cm

Surfer - [Plot1]

File Edit View Draw Arrange Grid Map Window Help

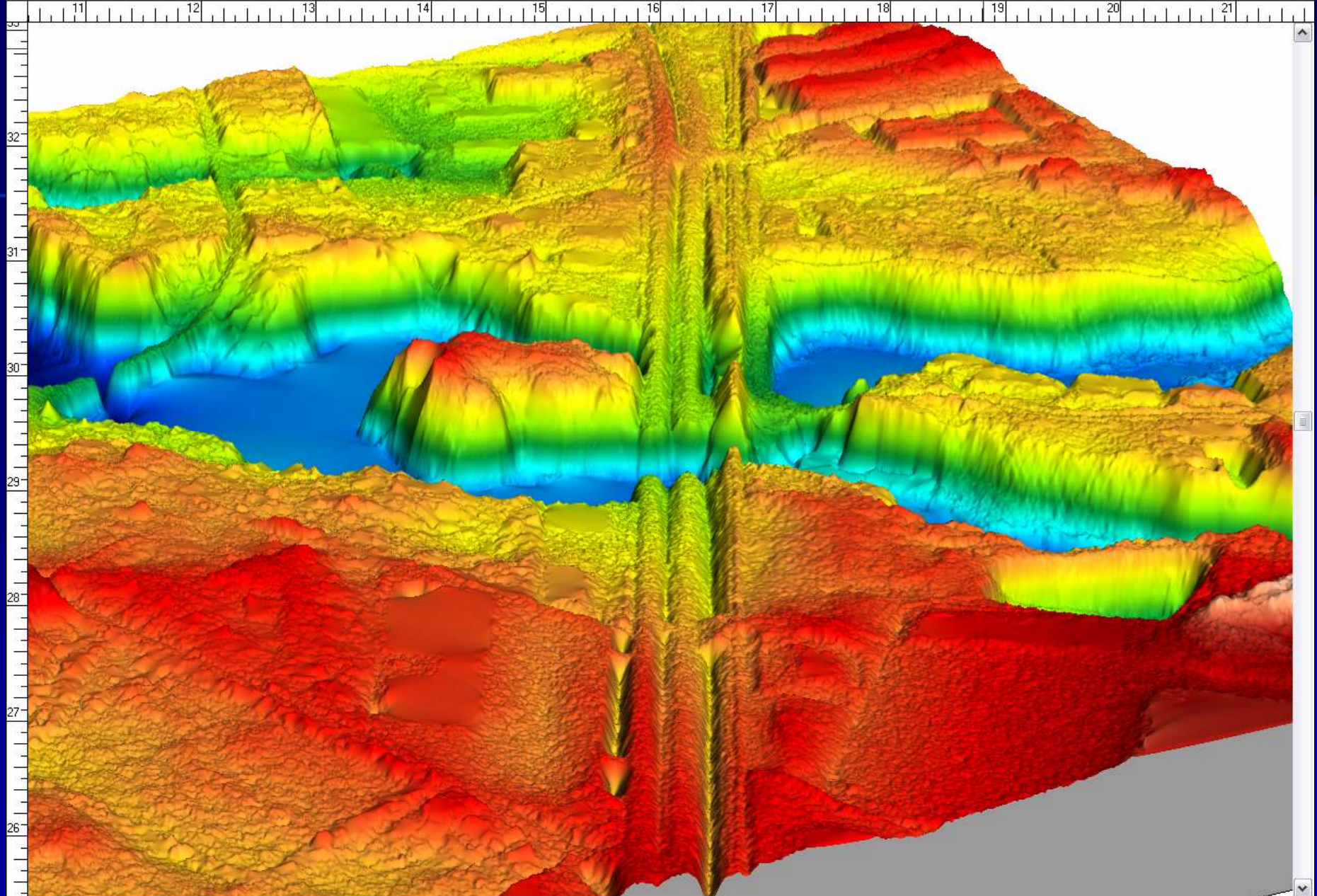


Map: 3D Surface

10.37 cm, 27.68 cm 34.38 cm x 17.64 cm

Surfer - [Plot1]

File Edit View Draw Arrange Grid Map Window Help

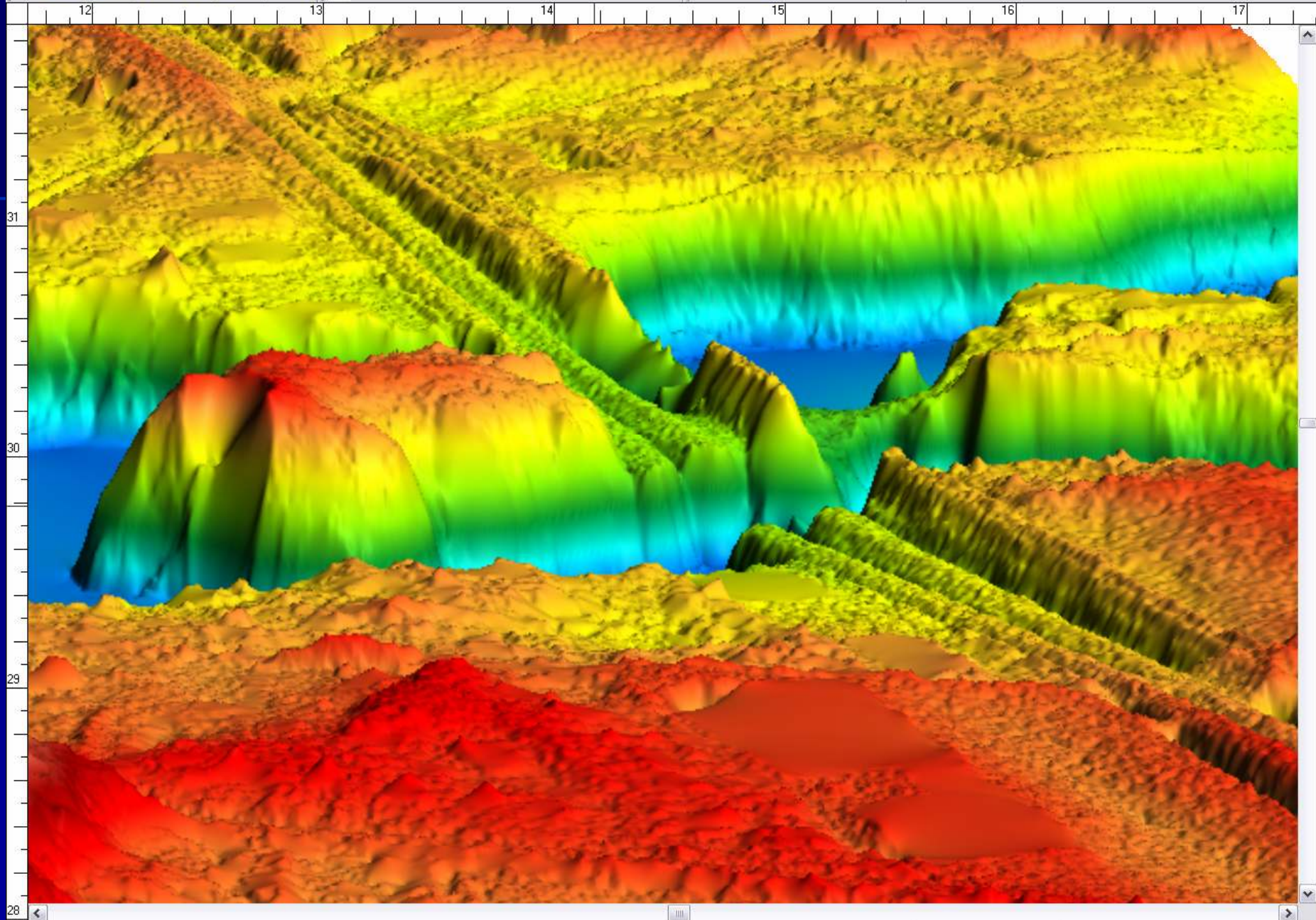


Nothing Selected

18.81 cm, 32.84 cm

Surfer - [Plot1]

File Edit View Draw Arrange Grid Map Window Help



Map: 3D Surface

14.17 cm, 29.79 cm 34.35 cm x 14.99 cm

Wizualizacja 3D terenu - opracowanie w ArcGIS



Plik Edycja Widok Selekcja Narzędzia Okno Pomoc



Warstwa: 2800x2000.JPG <u1452fr>

Warczyw crouv

Nazwy Źródło

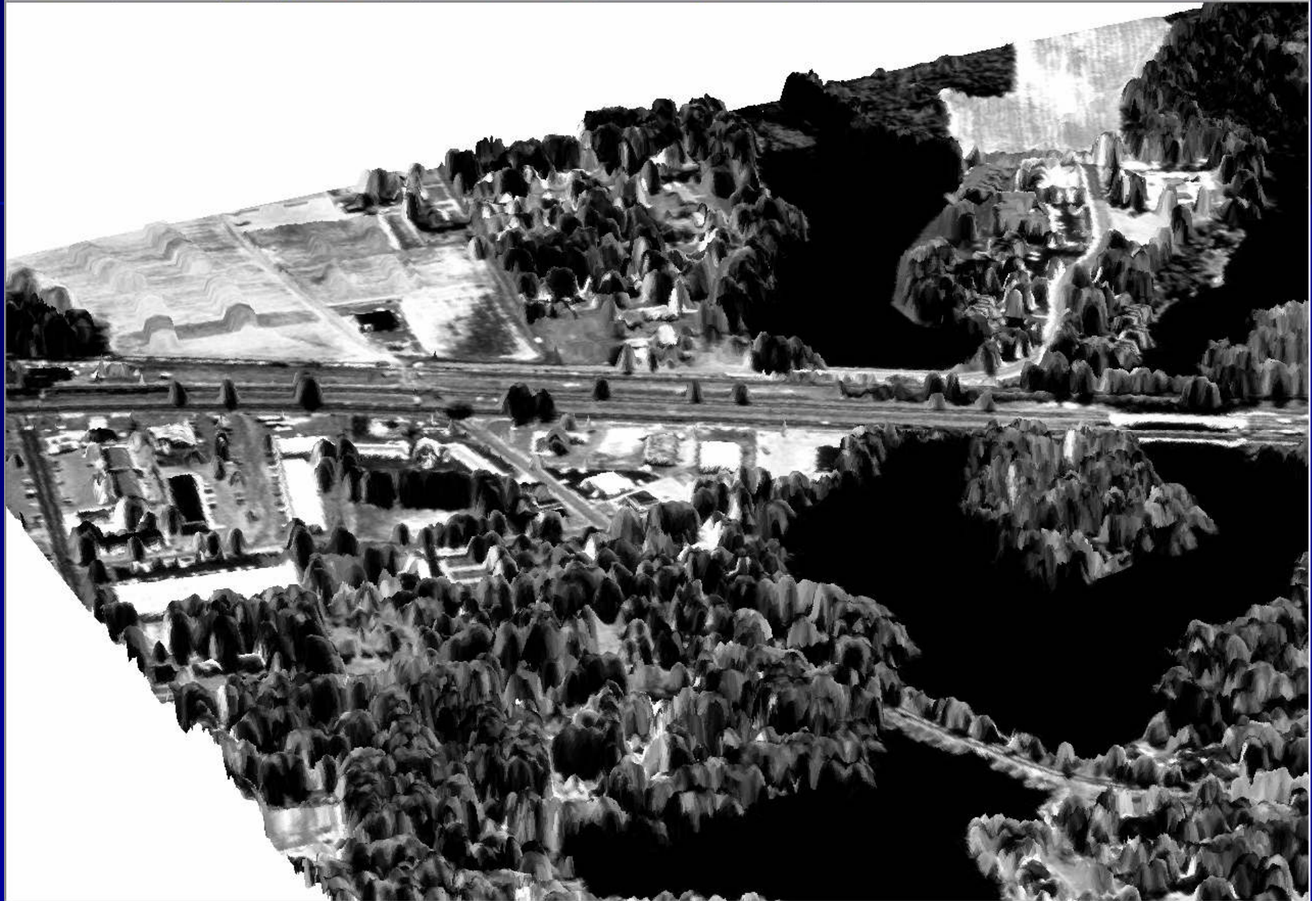


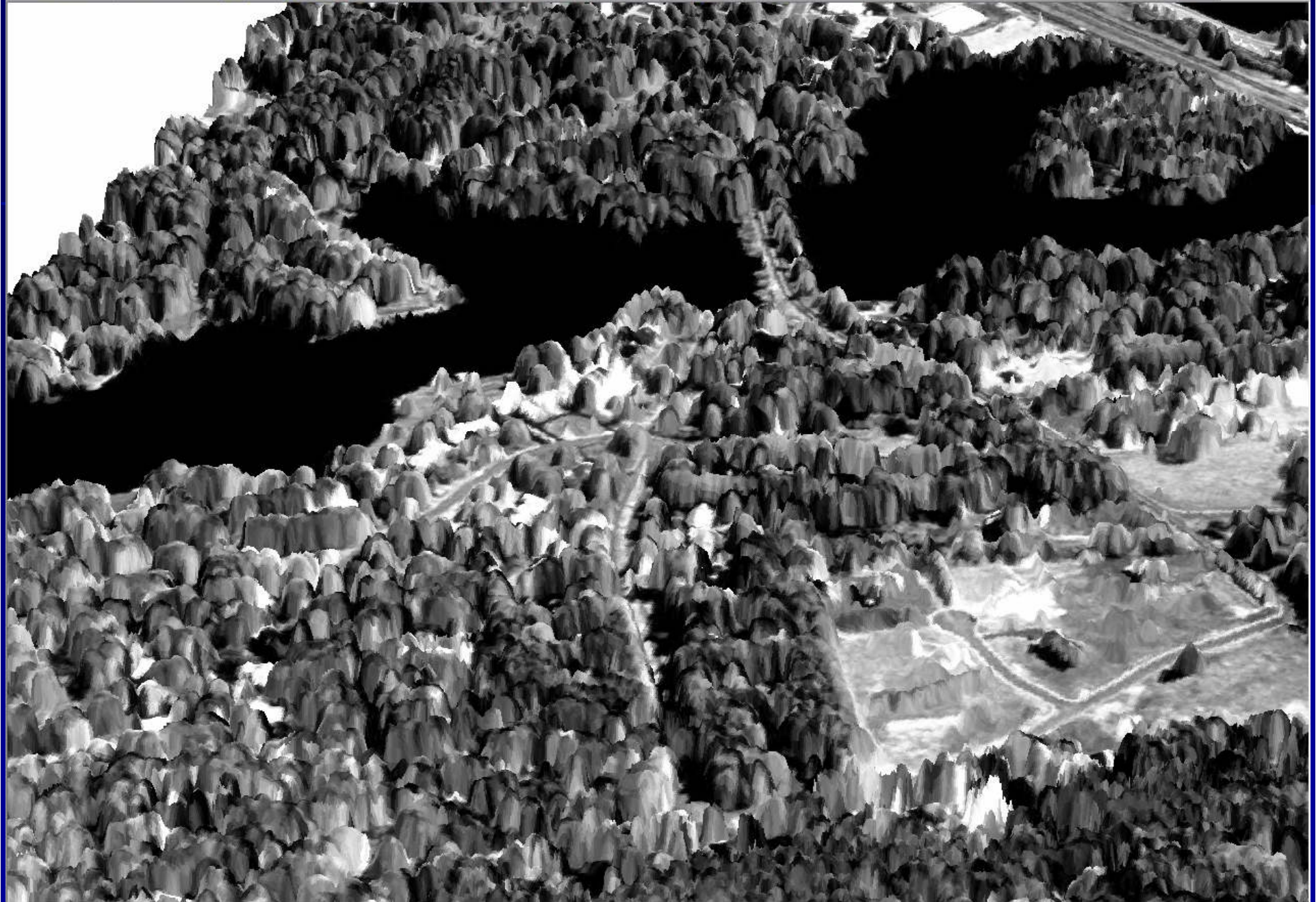






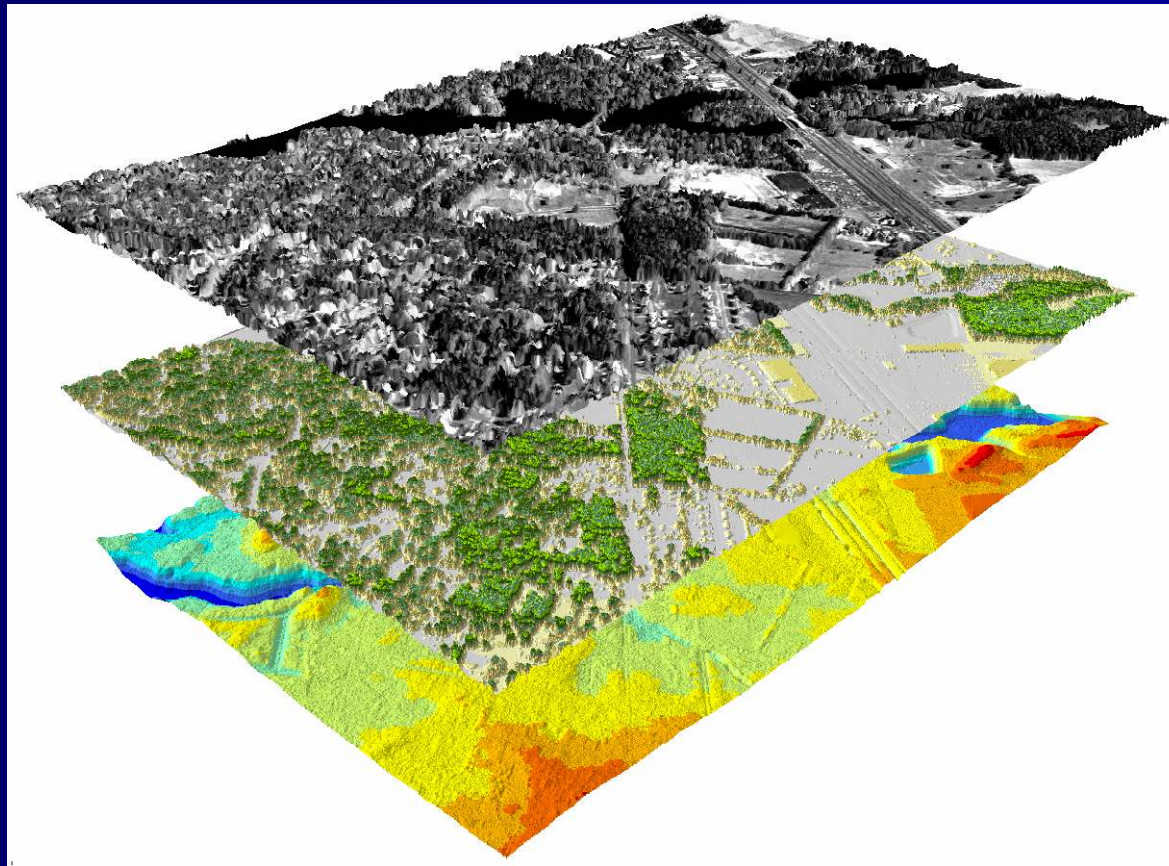








Wizualizacja 3D, DSM i DTM - opracowanie w ArcGIS



Aspekty tworzenia
Numerycznego Modelu Terenu
na podstawie
skaningu laserowego – LIDAR



prof. dr hab. inż. Andrzej Stateczny
mgr inż. Krzysztof W. Łogasz