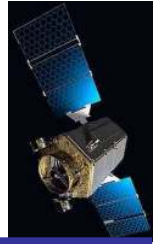




# Możliwości pozyskiwania Numerycznych Modeli Pokrycia Terenu z wykorzystaniem współczesnych technik satelitarnych.

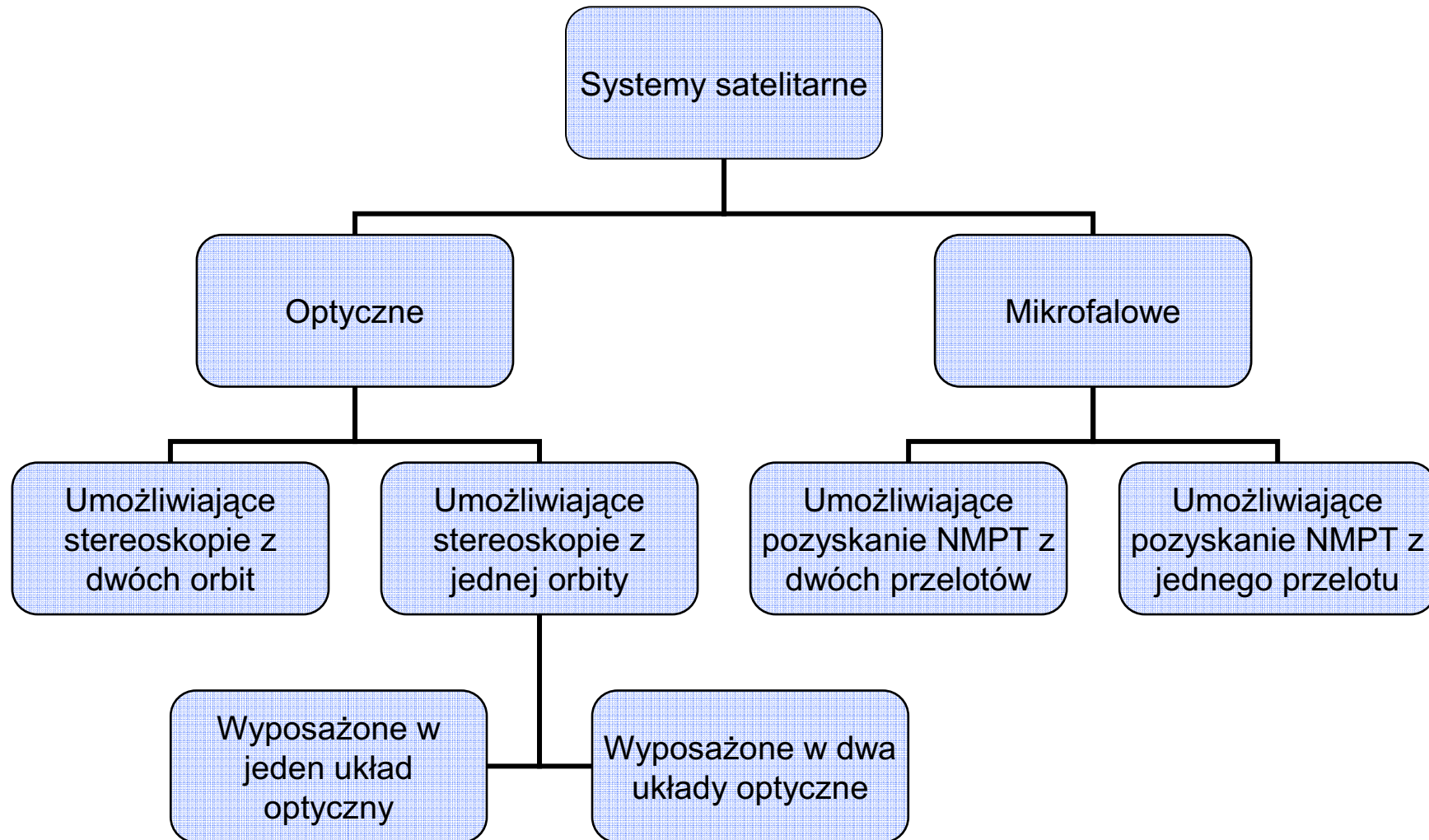
Piotr Koza, Sebastian Różycki, Wiesław Wolniewicz  
Laboratorium Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej  
Instytut Fotogrametrii i Kartografii  
Wydział Geodezji i Kartografii  
Politechnika Warszawska  
piotr.koza@wp.eu, s.rozycki@gik.pw.edu.pl,  
w.wolniewicz@gik.pw.edu.pl

# Dlaczego NMPT satelitarne?

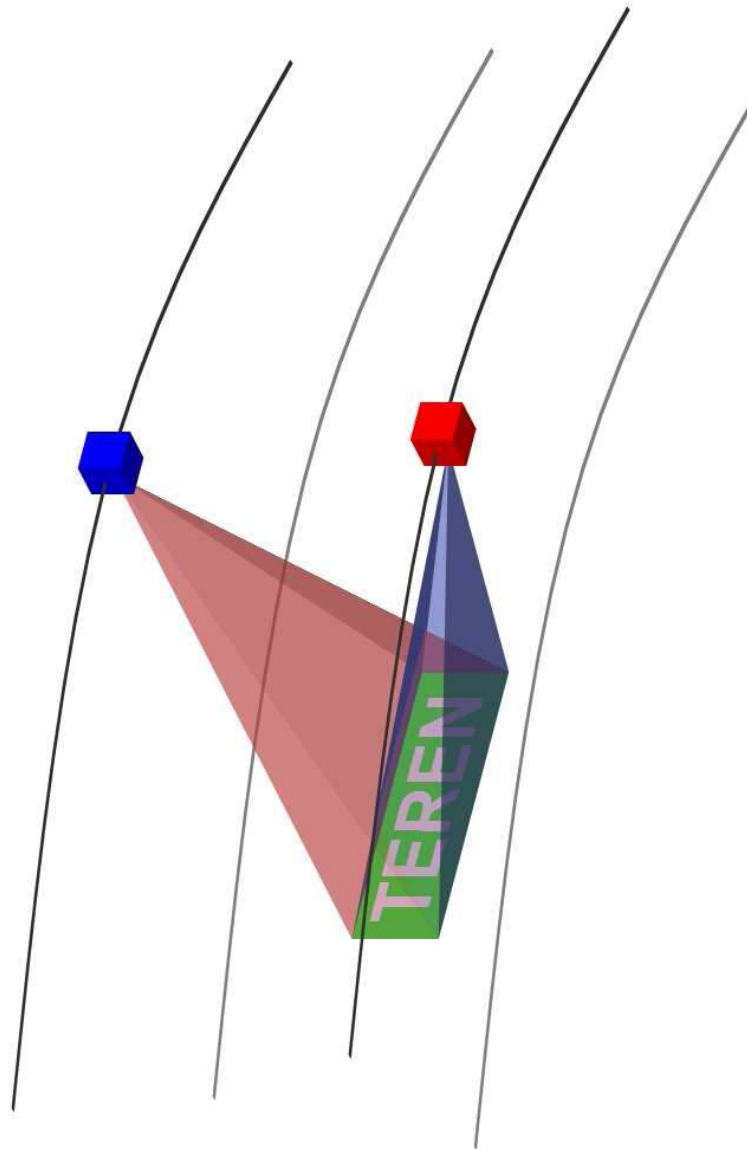


- Krótki czas pozyskania, warunkowany głównie pogodą
- Możliwość opracowywania odległych terenów, gdzie wykonawca nie ma zaplecza technicznego
- Brak konieczności występowania o zgodę na lot fotogrametryczny
- Najbardziej aktualne dane
- Większość systemów powstała do celów wojskowych i jest eksploatowana we współpracy z wojskiem

# Podział systemów satelitarnych

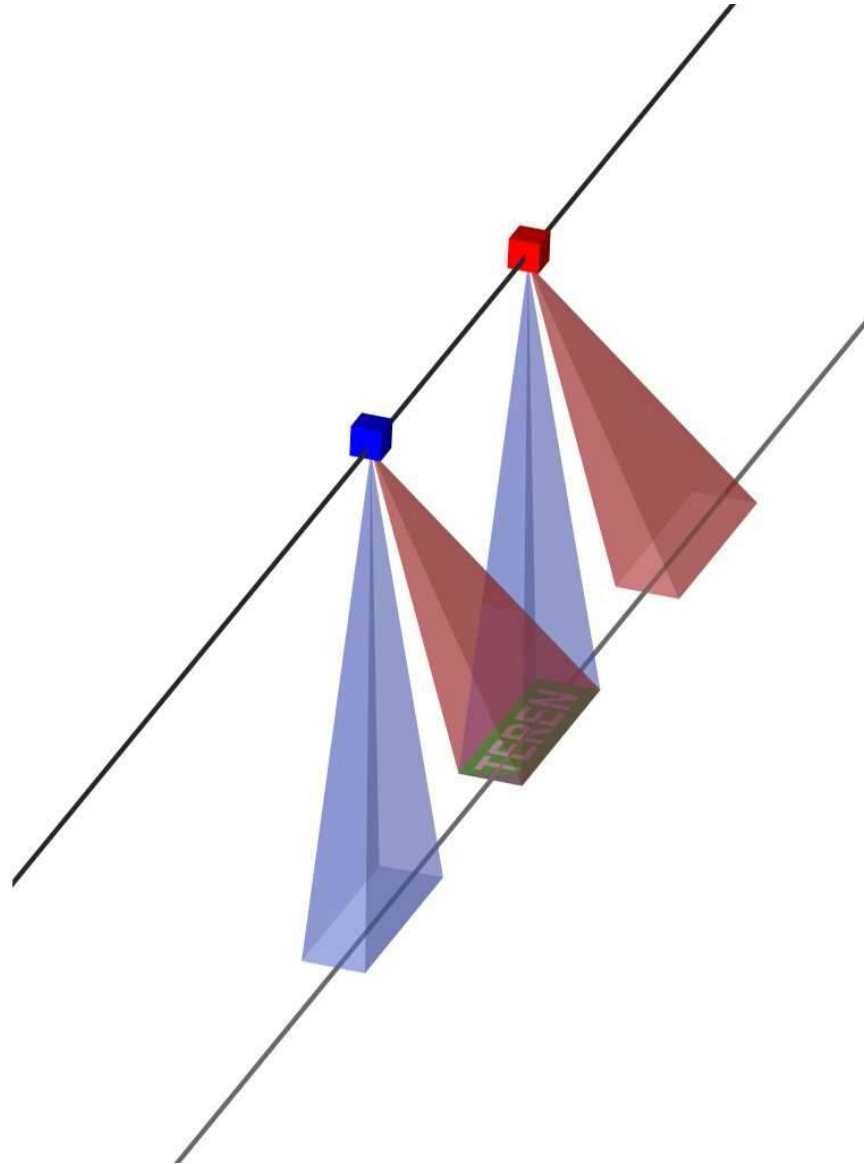


# Systemy optyczne 1/4



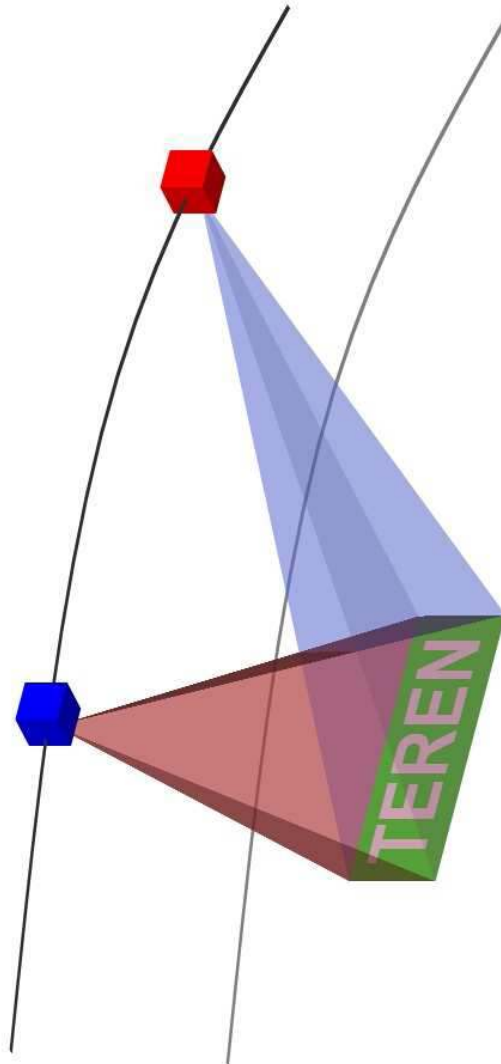
Stereoskopia z dwóch orbit

# Systemy optyczne 2/4



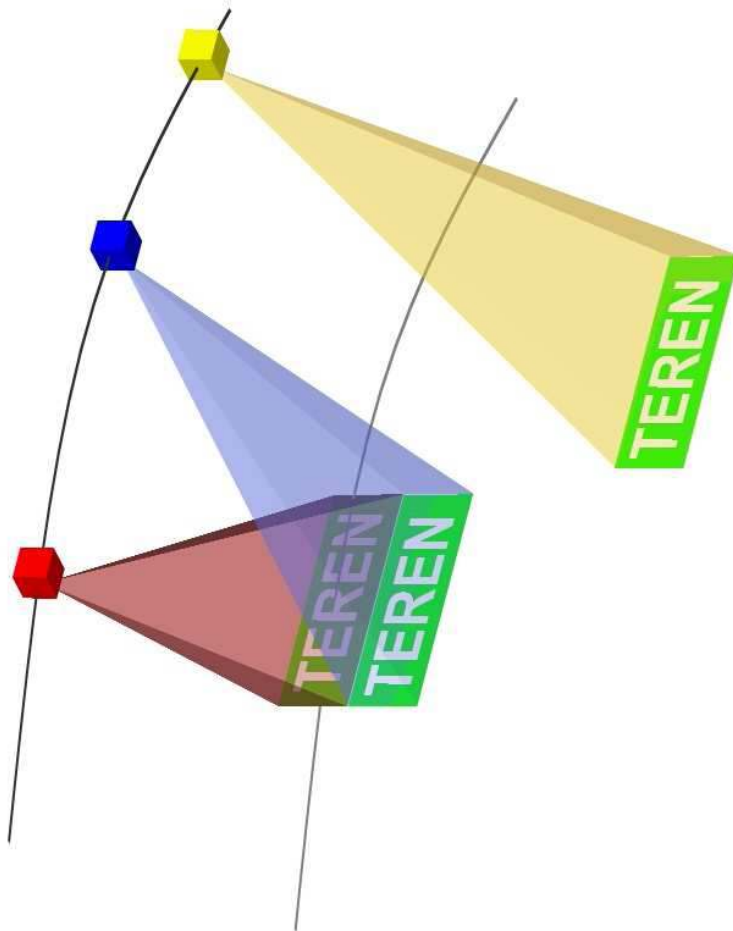
Stereoskopia z jednej orbity, dwa układy optyczne

# Systemy optyczne 3/4



Stereoskopia z jednej orbity, jeden układ optyczny

# Systemy optyczne 4/4



Elastyczność orientacji sensora  
nowych satelitów

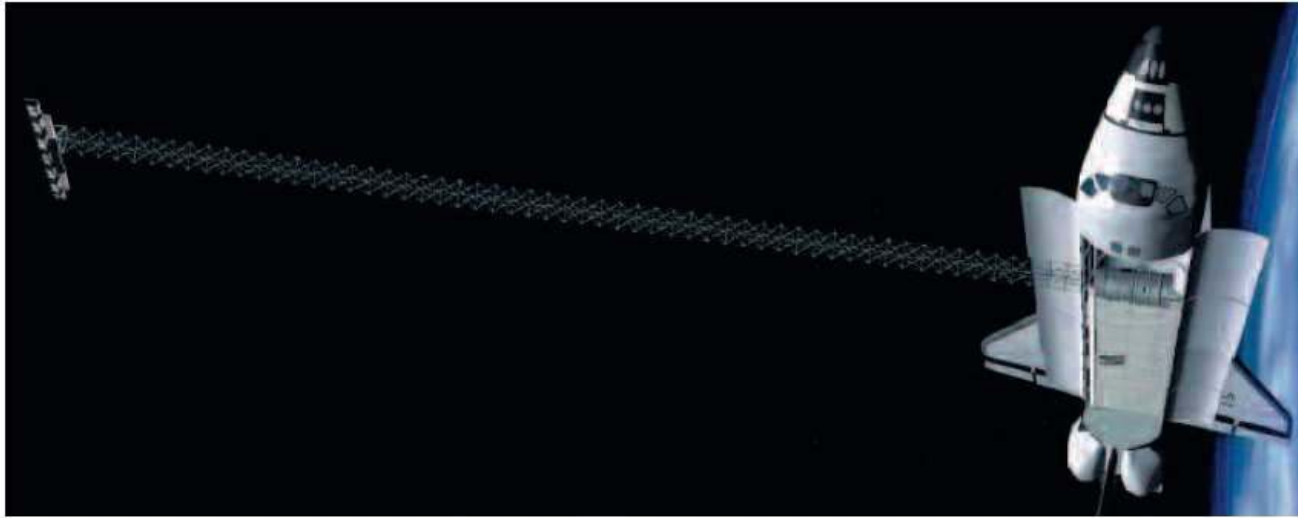
# Parametry systemów optycznych



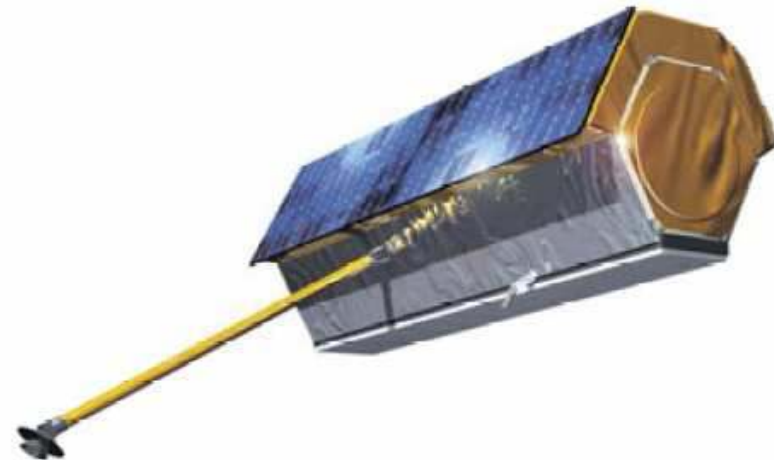
| Rodzaj stereoskopii                            | Z dwóch orbit | Z jednej orbity      |               |                     |                   |
|--|---------------|----------------------|---------------|---------------------|-------------------|
|  |               | Jeden układ optyczny |               | Dwa układy optyczne |                   |
| <b>Satelita</b>                                | <b>Spot 4</b> | <b>Ikonos</b>        | <b>Eros B</b> | <b>Spot 5 HRS</b>   | <b>Cartosat-1</b> |
| Umieszczenie na orbicie                        | 1998          | 1999                 | 2006          | 2002                | 2005              |
| Wysokość orbity [km]                           | 820           | 689                  | 500           | 832                 | 618               |
| Rozdzielczość w kanale panchromatycznym [m]    | 10            | 0.82                 | 0.7           | 10/5                | 2.5               |
| Rozdzielczość w kanałach wielospektralnych [m] | 20            | 3.28                 | brak          | brak                | brak              |



# Systemy mikrofalowe

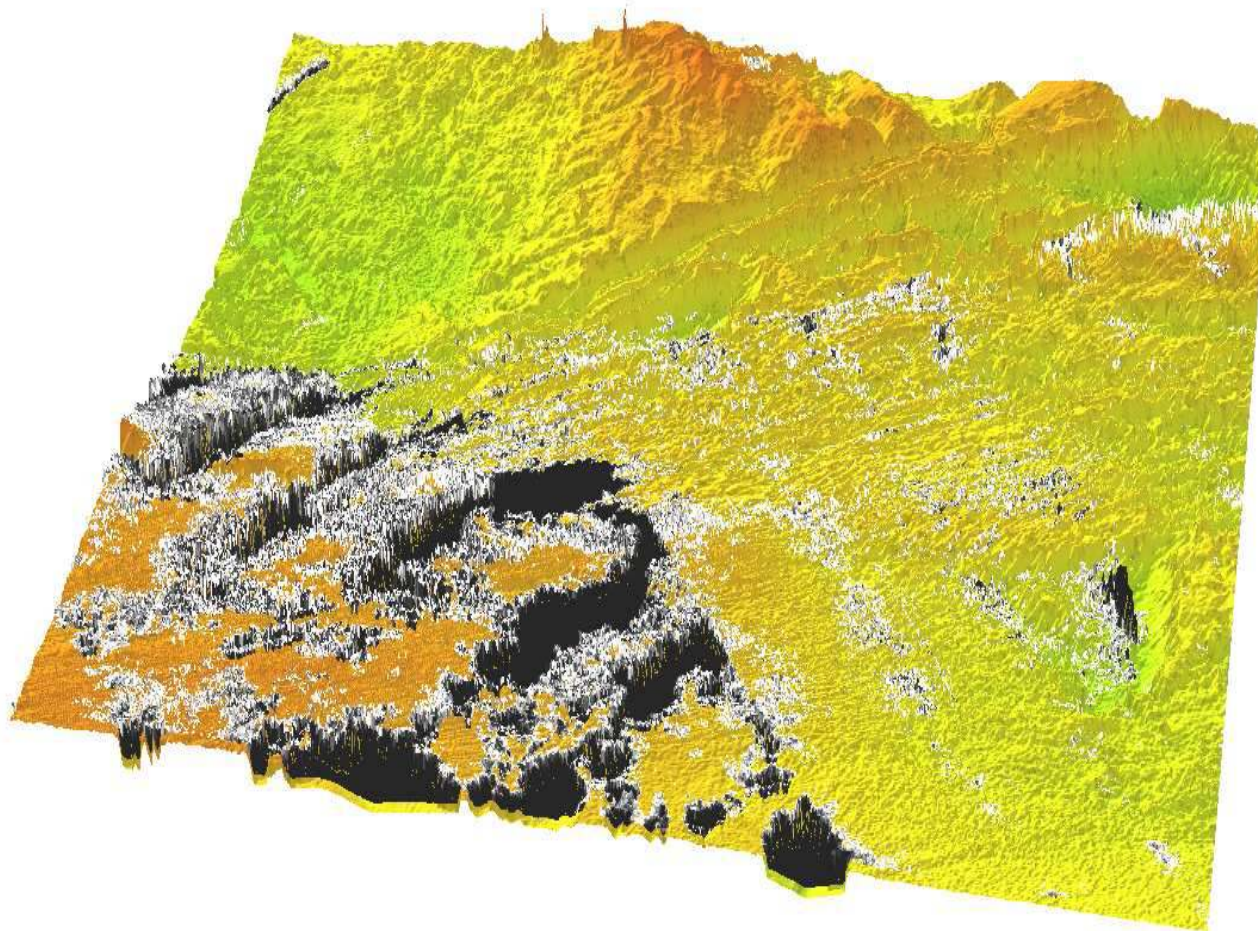


Prom kosmiczny z 60-cio metrowym masztem



Satelita TerraSAR-X  
[Werininghaus R., et al, The TerraSAR-X Mission ]

# Model SRTM

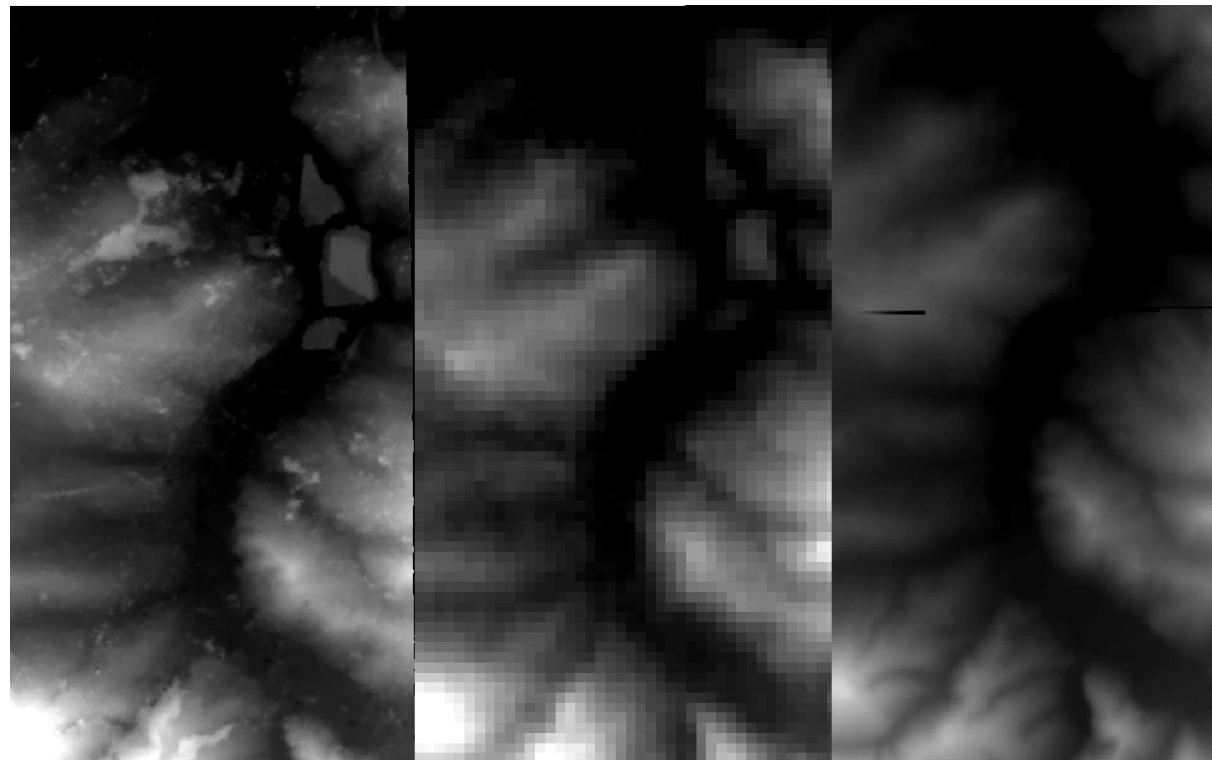


Model SRTM terenu pustynnego – czarne rejony – brak danych

# Porównanie dokładności NMPT z poszczególnych systemów



|                    | STRM  | SRTM<br>(usunięty błąd systematyczny) | Ikonos | Cartosat-1 * | SPOT-5 **<br>(za Ewiak et al.) | DTED-2 |
|--------------------|-------|---------------------------------------|--------|--------------|--------------------------------|--------|
| <b>RMSE(Z) [m]</b> | 2,11  | 1,66                                  | 1,58   | 1.71         | 2,5                            | 2,31   |
| <b>Max</b>         | 3,20  | 4,50                                  | 8,84   | 0.06         | 14,5                           | 6,20   |
| <b>Min</b>         | -4,35 | -3,06                                 | -3,16  | -3.35        | b.d.                           | -9,95  |



Od lewej:  
NMPT Ikonos,  
NMPT SRTM,  
NMT DTED-2

# Dodatkowe czynniki

---



- Dostępność (niekompletność SRTM)
- Wielkość oczka siatki
- Obecność obrazów optycznych i ich jakość (głównie rozdzielczość radiometryczna i przestrzenna)
- Problem orientacji – NMPT satelitarne są spójne wewnątrz, ale często ważniejszy błąd bezwzględny
- Aktualność modeli
- ...
- Cena

# Dodatkowe czynniki



- Dostępność (niekompletność SRTM)
- Wielkość oczka siatki
- Obecność obrazów optycznych i ich jakość (głównie rozdzielczość radiometryczna i przestrzenna)
- Problem orientacji – NMPT satelitarne są spójne wewnątrz, ale często ważniejszy błąd bezwzględny
- Aktualność modeli
- ...

- Cena

|                                  | SRTM | SPOT 5 | IKONOS                | CARTOSAT |
|----------------------------------|------|--------|-----------------------|----------|
| Cena 1 km <sup>2</sup><br>(euro) | 0    | 2,3    | 100 (dane na 2004 r.) | 5        |

# Orientacja



- Wszystkie systemy wymagają fotopunktów dla korekcji błędów poziomych oraz pionowych
- SRTM – pionowy błąd systematyczny, zależny od lokacji.
- Wykorzystanie fotopunktów – generuje koszty i opóźnia opracowanie

|                                  | Ikonos | Cartosat | SPOT-5<br>[za I. Ewiak] |
|----------------------------------|--------|----------|-------------------------|
| Błąd pionowy bez fotopunktów [m] | 10     | 200-300  | b.d.                    |
| Wskazana liczba fotopunktów      | 1 - 5  | 9        | 15-36                   |

# Oprogramowanie

---



- Leica Photogrammetry Suite
  - PCI Geomatica Ortho Engine
  - Photomod
- 
- Podobne dokładności algorytmów i niezawodność działania
  - Różna „intuicyjność”, komfort pracy

# Podsumowania

---



- Większość systemów stworzona na potrzeby militarne
- Dla wielu zastosowań NMPT z SRTM wystarczający
- Systemy dobrze rozpoznane
- Stereo-obrazy umożliwiają wykonanie całego szeregu produktów fotogrametrycznych
- ...





Możliwości pozyskiwania Numerycznych Modeli  
Pokrycia Terenu z wykorzystaniem współczesnych  
technik satelitarnych.

Podziękowania dla SCOR za udostępnienie obrazów Ikonos

W prezentacji wykorzystano informacje z:  
I. Ewiak, R. Kaczyński. „Accuracy of DTM generated from  
SPOT 4 and SPOT 5 HRS data”. ISPRS, 2004.

