

# Imagine Radar Mapping

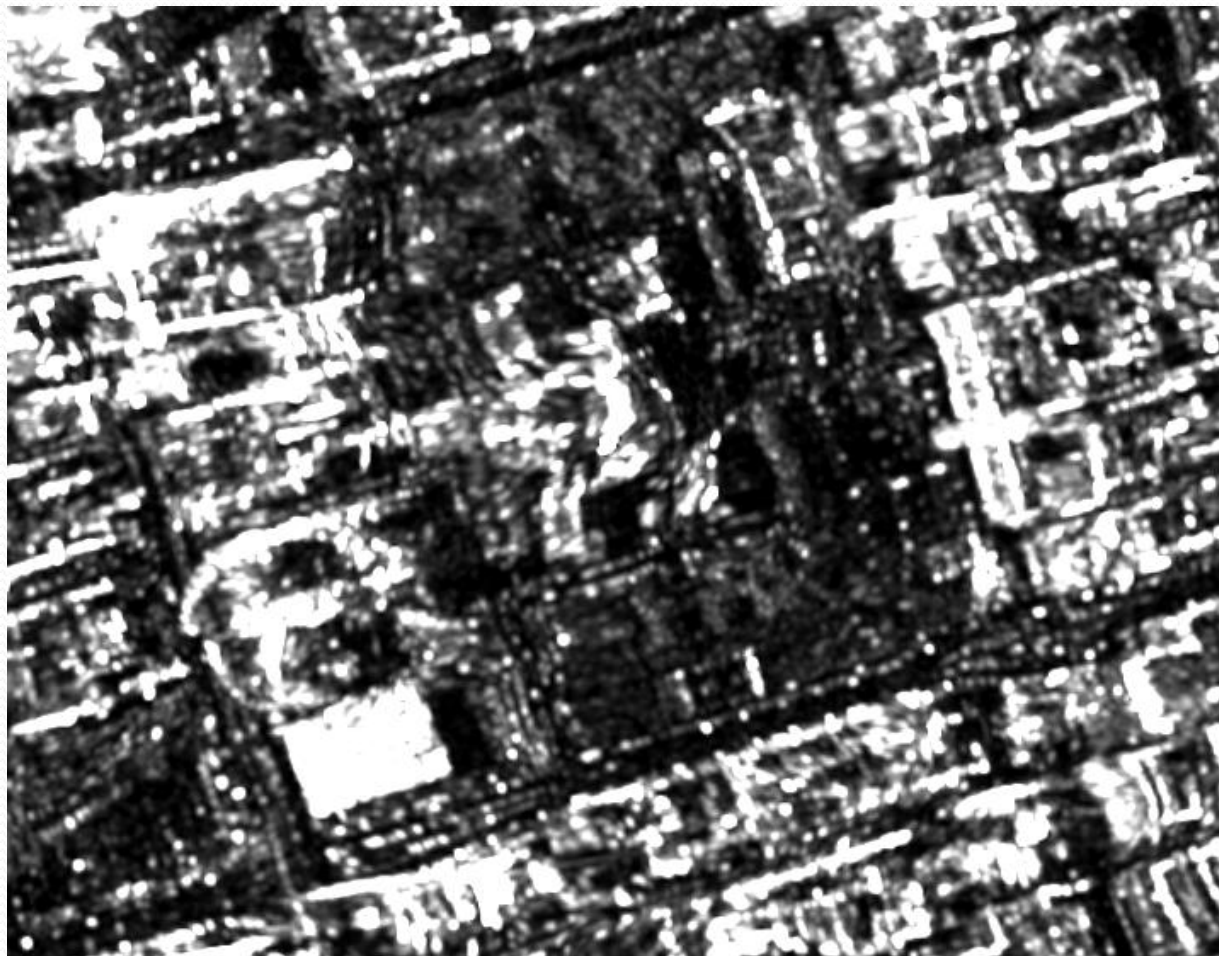
Piotr Koza

Politechnika Warszawska

Wydział Geodezji i Kartografii

**Dlaczego radar??**

# Do czego zastosować radar?



# Do czego zastosować radar?





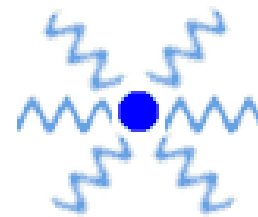
Obraz TerraSAR-X Warszawy z 22 maja 2010, źródło Infoterra

# Plan prezentacji

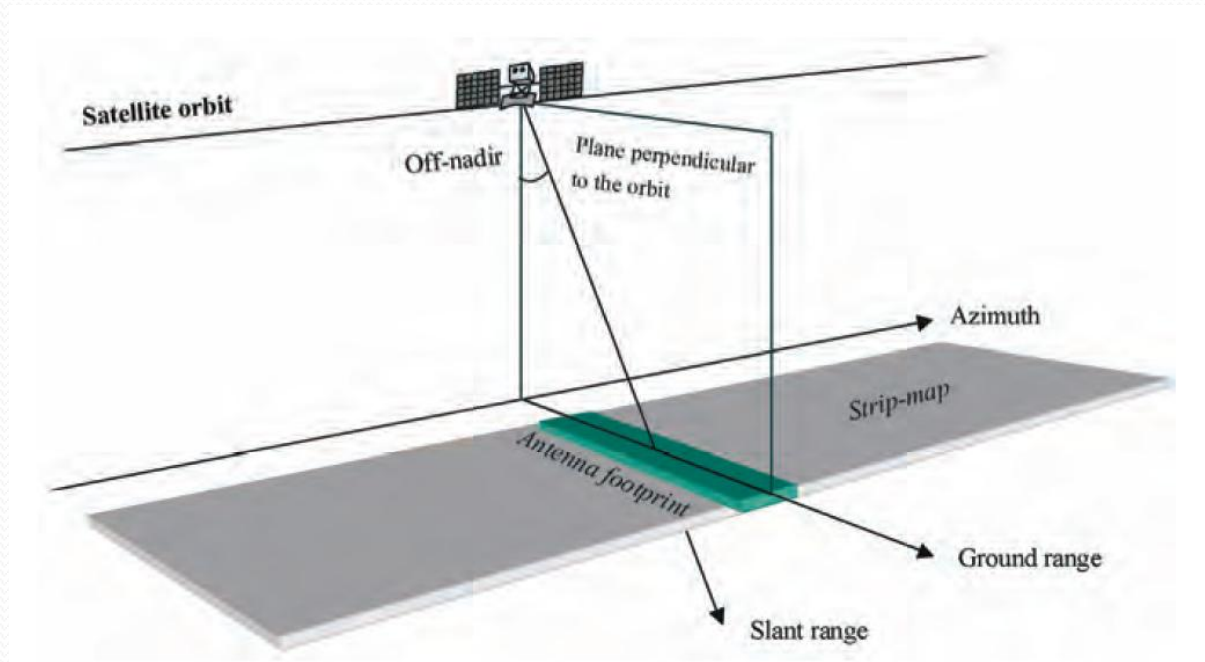
- Wstęp
- Podstawy zobrazowań radarowych i nowe systemy SAR
- Zastosowania SAR
- Imagine Radar Mapping
- Podsumowanie

# Podstawy zobrazowań radarowych.

- Radar – Radio Detection and Ranging
- Zakresy:
  - L 30-10 cm
  - C 7,5-3,75 cm
  - X 3,75-2,4



# Idea działania satelity radarowego



Źródło: A. Ferretti *et al.*

Rozdzielczość zależy od kąta padania.

Dwie rozdzielczości:

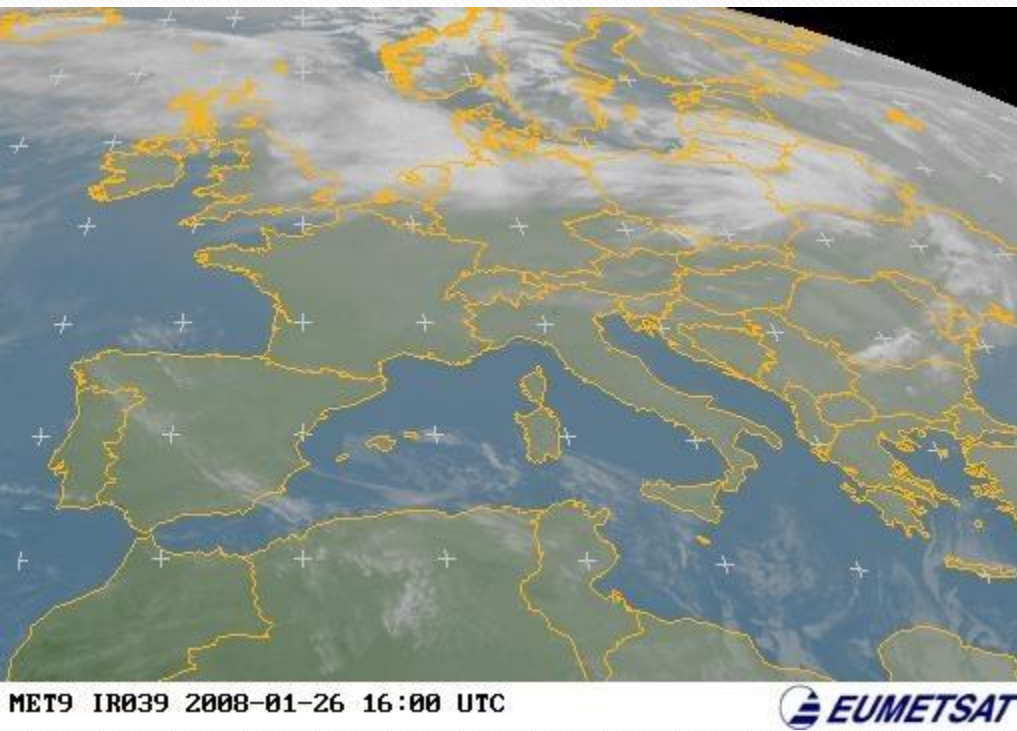
- Rozdzielczość azymutalna (azimuth resolution)
- Rozdzielczość po zasięgu (range resolution)



# Podstawy zobrazowań radarowych

- Całkowicie inna geometria obrazów radarowych od optycznych (zjawiska nakładania, skracania, cień radarowy)
- Natężenie odbicia zależy od:
  - „szorstkości terenu” (różna w zależności do długości fali, najbardziej czułe na drobne zmiany są systemy operujące krótkimi zakresami)
  - właściwości dielektrycznych (wysokie odbicia od obiektów metalowych oraz zawierających wodę)
  - geometrii zobrazowania (głównie kąta)
- Możliwość rejestracji fazy -> budowanie modeli wysokościowych i różnicowych metodą interferometrii oraz detekcja zmian z wykorzystaniem koherencji obrazów

# Niezależność od warunków meteorologicznych



Obraz z satelity metrologicznego, źródło Eumetsat



Kompozycja barwna TerraSAR-X (RGB: VV, VH, VH), Wisła na północ od Kozienic, źródło Inforterra

# Systemy SAR nowej generacji

	Radarsat-2	Envisat	TerraSAR-X	Cosmo-Sky-med		SARLupe	KH-13/ Lacrosse-5/ TecSAR
Umieszczenie na orbicie	2007	2002	2007	2007		2007-2008	1999/2005/2008
Rozdzielczość [m]	3-100	30-150	1-16	1-100		0,5-1	?/?/1
Szerokość pasa zobrazowania [km]	20-500	58-405	10-100	10-200		5x5/8x60	?
Pasma	C	C	X	X		X	?/?/X
Polaryzacja	VV, HH, VH, HV	VV, HH, VH, HV	VV, HH, VH, HV	VV, HH, VH, HV		?	?
Kąt obrazowania [stopnie]	20/30-50	14-45	20-45/55 (również 15-60)	20-60		?	?/?/57
Ograniczenia / zalety	Dla szerokości 100km – 25m / Quadpol		Maksymalna scena 100x1650km <b>20 czerwca odpalenie rakiety z drugim bliźniaczym satelitą!</b>	Dla 100km – 30m; maksymalna scena 200x200km/ Trzy satelity z 4 (interferometria)		Militarny/ 4 z 5 satelitów na orbicie	

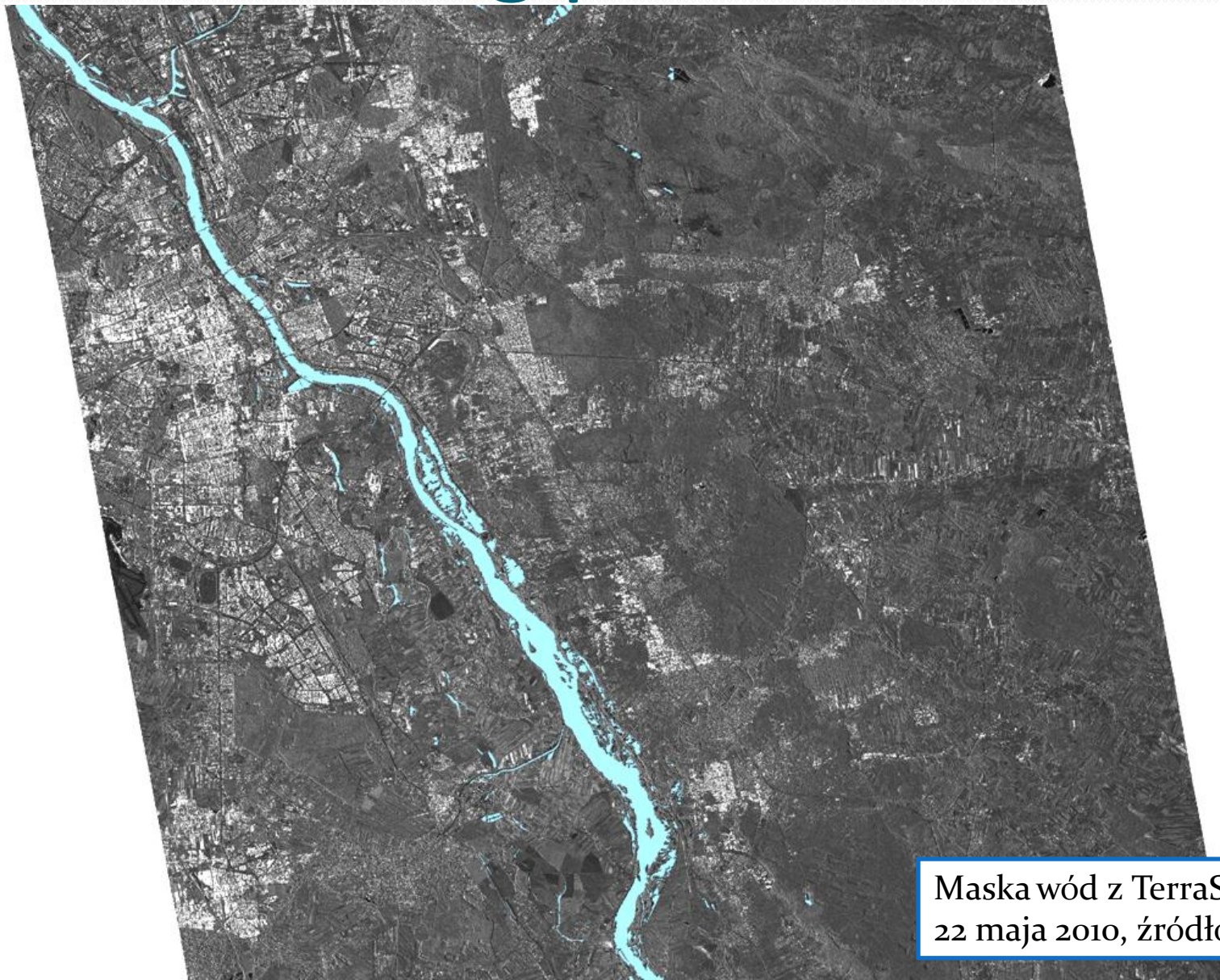
# Zalety zobrazowań radarowych - podsumowanie

- Możliwość zobrazowania przez chmury, również w czasie opadów
- Gwarancja szybkiej akwizycji danych, niezależnie od warunków atmosferycznych i oświetleniowych (pełne zachmurzenie, noc)
- Wysoka rozdzielczość aktywnych systemów mikrofalowych
- Możliwość syntetyzowania anteny – zwiększenie rozdzielczości wzdłuż orbity
- „Jasność” obrazu zależy od odbicia wstecznego obiektu
- Dobre reflektory – obiekty metalowe (mosty, hangary, statki)
- „Lustrzane” odbicia – łatwa identyfikacja powierzchni wody, rozlewów olejów i substancji ropopochodnych
- Możliwość rejestrowania różnych polaryzacji
- Uzupełnienie systemów optycznych

# Zastosowania SAR

- Zobrazowania obiektów o charakterystycznym odbiciu (mosty, stalowe okręty, powierzchnie wód)
- Monitoring zmian (poprzez kompozycje wieloczasowe, badanie koherencji dwóch obrazów)
- Budowanie Numerycznych Modeli Terenu oraz badanie zmian wysokości terenu.
- Badanie wilgotności gleb
- ....

# Monitoring powodzi



infoterra  
— EADS ASTRIUM —

EADS  
ASTRIUM

TERRA SAR  
SERVICES

Maska wód z TerraSAR-X w dniu  
22 maja 2010, źródło Infoterra

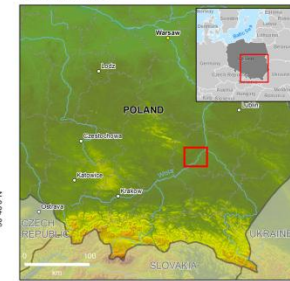
# POLAND

## Tarnobrzeg Powiat - Sandomierz area

### Wisla River - Flood impact

#### Situation the 19th of May 2010

#### Location Diagrams



#### Legend

- Potentially flooded area
- Reference water body
- Potentially affected road
- Primary road
- Secondary road
- Potentially affected railway
- Railway
- City

#### Interpretation

Mid May 2010, heavy rains caused serious flooding affecting the cities, villages and infrastructure of southern Poland. This product maps the potentially flooded areas detected the 19th of May 2010 (ERS-2) along the Wisla River, near Tarnobrzeg and Sandomierz in Tarnobrzeg Powiat, as well as the flood impact. This map should be used with precaution, exhaustivity is not guaranteed, particularly in urban and forest areas.

#### Cartographic Information

0 2 4 Km  
Local projection: UTM 34 North, Datum: WGS 84  
Geographic projection: Lat/Lon (DMS), Datum: WGS 84  
Scale: 1:50 000 for A1 prints

#### Data Sources

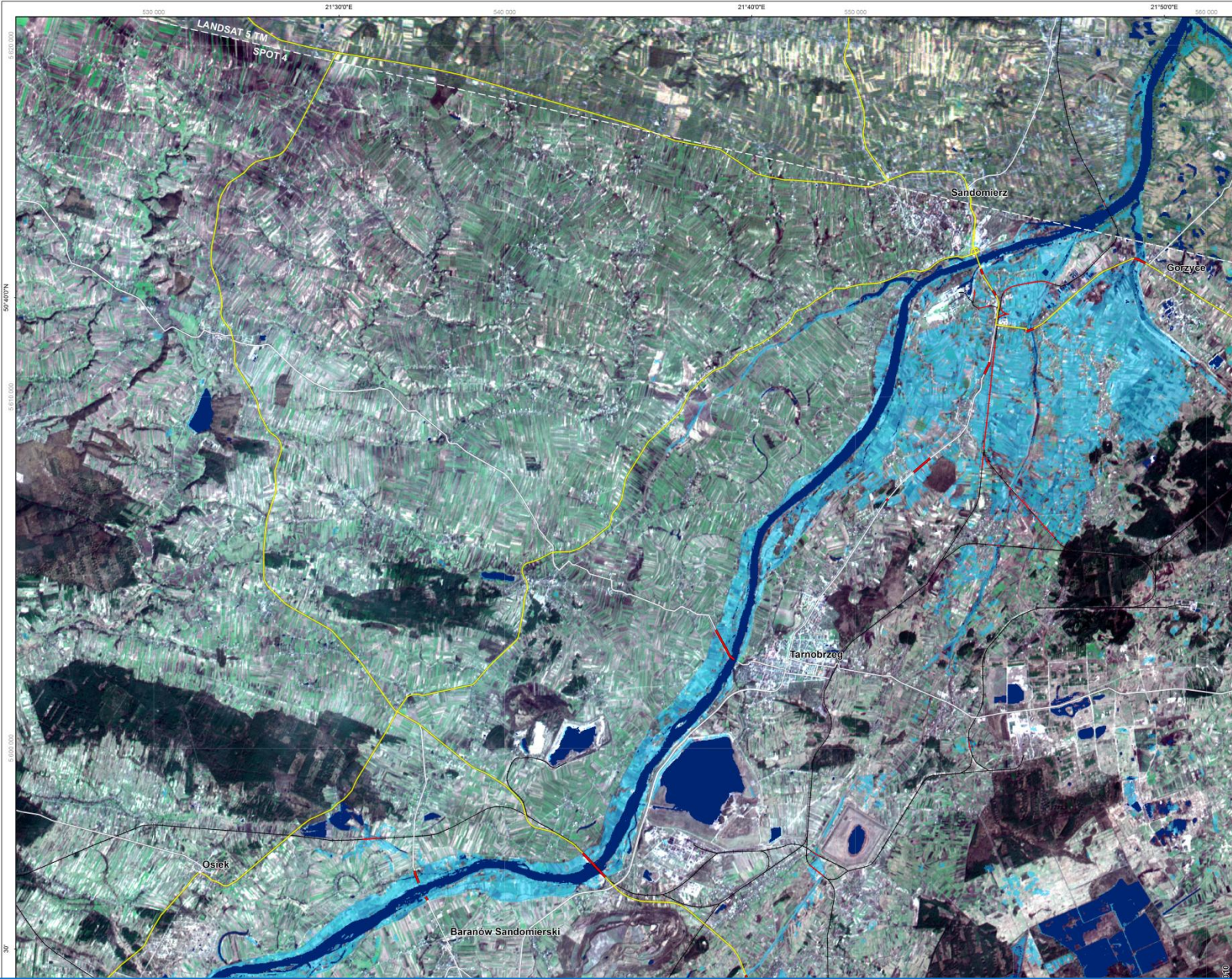
Crisis water bodies extracted from ERS-2 data (12.5 m) acquired the 19th of May 2010 © SERTIT 2010  
Reference water bodies extracted from SPOT 4 data (20 m) acquired the 25th of March 2007 and LANDSAT 5 TM data (30 m) acquired the 18th of April 2010 © SERTIT 2010  
Background imagery  
Natural colours SPOT 4 image (20 m) acquired the 25th of March 2007 © CNES 2010, distribution Spot Image S.A.  
Natural colours LANDSAT 5 image (30 m) acquired the 18th of April 2010 © USGS 2010, processing SERTIT  
Roads, railways and toponymy © SERTIT 2010, ESRI, Open Street Map

#### Framework

The products elaborated for this Rapid Mapping Activity are realised to the best of our ability, with in a very short time frame, during a crisis/eveence, optimising the material available. All geographic information has limitations due to the scale, resolution, date and interpretation of the original source materials. No liability concerning the content or the use thereof is assumed by the producer. The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement n° 218802.

Map produced the 21st of May 2010 by SERTIT © SERTIT 2010

[sertit@sertit.lu-strasbg.fr](mailto:sertit@sertit.lu-strasbg.fr)  
<http://sertit.lu-strasbg.fr>



**Okolice Sandomierza i Tarnobrzegu - zaznaczone są obszary zalane 19 maja 2010 (pozyskane systemem ERS-2) na tle obrazu z 18 kwietnia 2010 (tło miejscami z roku 2007); źródło: SAFER GMES, Centrum Badań Kosmicznych**

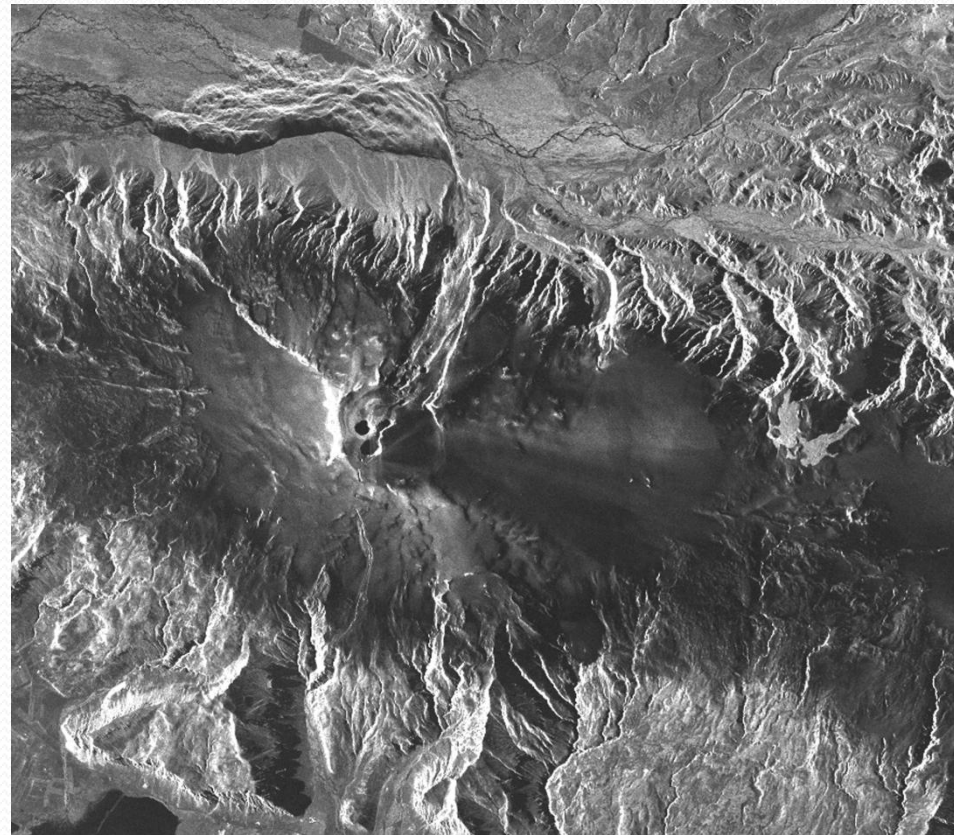
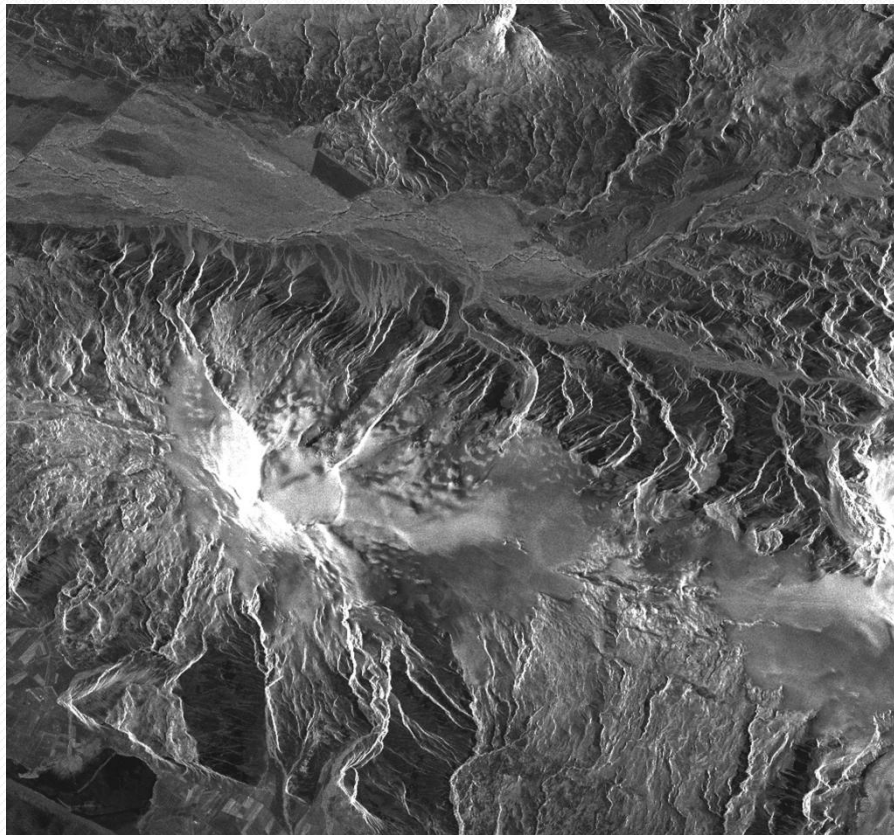
# Monitoring granic morskich oraz skażenia wód



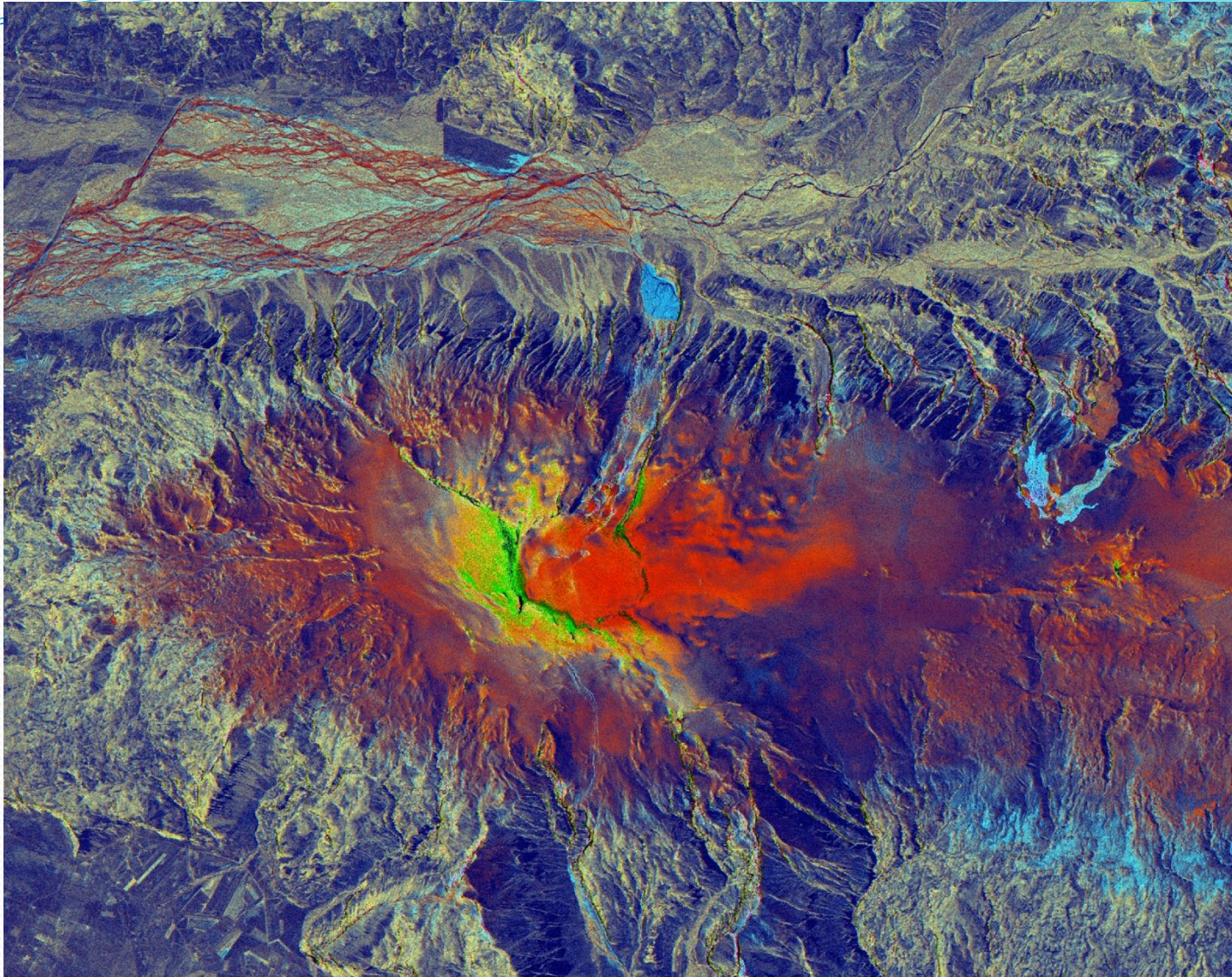
Zatoka Meksykańska: wyciek ropy oraz statki biorące udział w zbieraniu ropy, źródło Infoterra



# Monitoring zmian

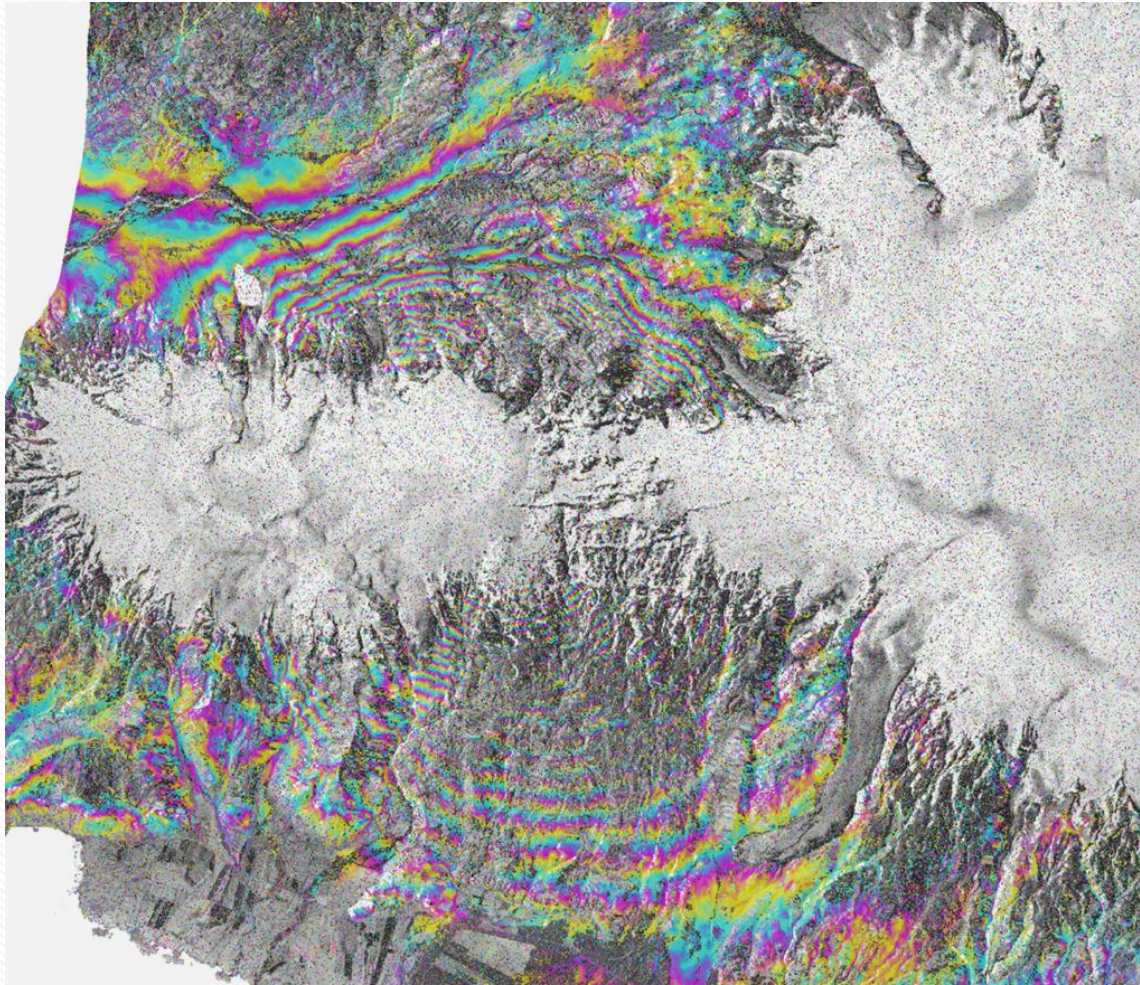


Wulkan Eyjafjallajökull przed i po erupcji, obrazy TerraSAR-X (tryb SM; rozdzielczość 2,9m); źródło Infoterra



Wulkan Eyjafjallajökull – kompozycja wieloczasowa (RGB: przed erupcją, po erupcji, obraz różnicowy),  
obrazy TerraSAR-X (tryb SM; rozdzielczość 2,9m); źródło Infoterra

# Budowanie Numerycznych Modeli Wysokościowych

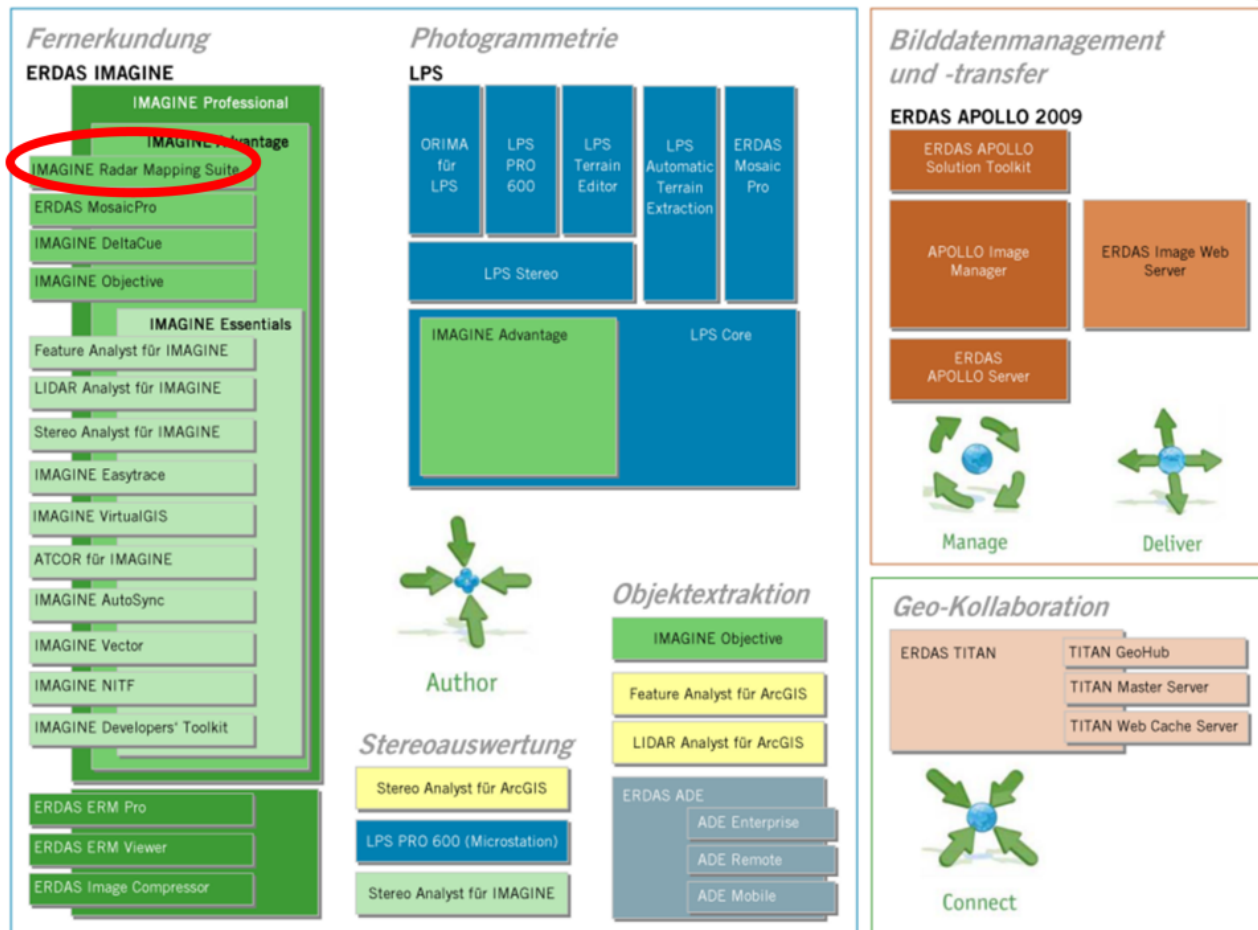


Wulkan Eyjafjallajökull przed erupcją– monitoring deformacji; źródło Infoterra.

Przed erupcją w wyniku gromadzenia się lawy wulkan się wypiętrzył nawet o 40 cm. Każdy prążek interferencyjny przedstawia zmianę o 1,5 cm.

# Erdas Imagine Radar Mapping Suite

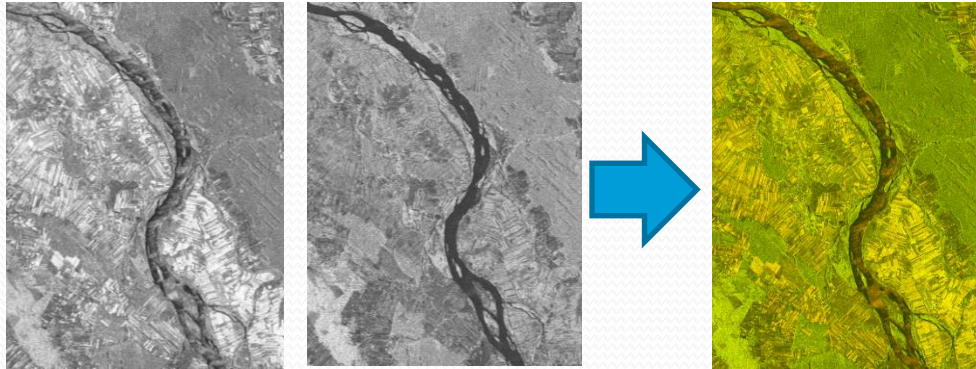
# Geosystems portfolio



Źródło Geosystems

# Podstawowa obróbka danych radarowych w Erdas Imagine

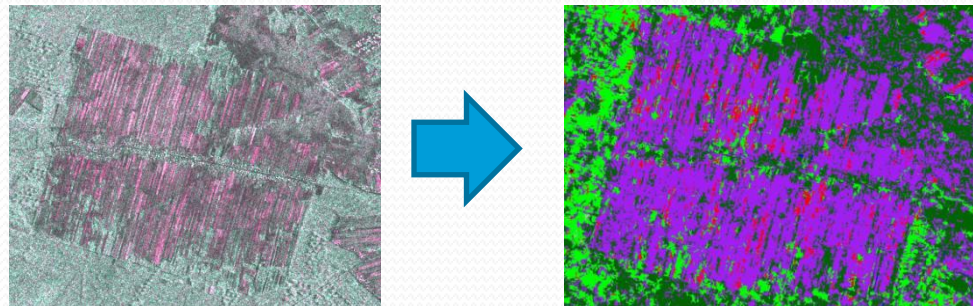
- Tworzenie kompozycji barwnych z obrazów o różnej polaryzacji dostarczonych w formie gotowej przez dystrybutora.



- Tworzenie kompozycji wieloczasowych.



- Klasyfikacja danych radarowych w sposób analogiczny do optycznych (również obiektowa w ErdasObject)



# ErdasImagine Radar Mapping Suite

## Imagine Radar Interpreter

- Przygotowanie danych, filtracja, konwersja, obróbka danych radiometrycznych

## Imagine OrthoRadar

- Geokodowanie, ortorektyfikacja

## Imagine StereoSAR DEM

- Generowanie Numerycznych Modeli Wysokości (z wykorzystaniem stereopar)

## Imagine InSAR

- Generowanie Numerycznych Modeli Wysokościowych (z wykorzystaniem faz – interferometria)

## Imagine CCD (coherence change detection)

- Detekcja zmian z wykorzystaniem koherencji obrazów

## Imagine D-InSAR (Differential Interferometry) – nowość w Erdas 2010

- Interferometria różnicowa dla bardzo precyzyjnej detekcji przemieszczeń terenu (np. w terenach górniczych)

# Zgodność z obecnie funkcjonującymi systemami

- Bezpośredni odczyt lub import najważniejszych systemów:
  - TerraSAR-X
  - COSMO-SkyMed
  - ERS-1, -2
  - EnviSat ASAR
  - RadarSat-1, -2
  - Alos
- Zachowanie metadanych (dotyczących zarówno geometrii – dla narzędzia GenericSAR Node, jak i radiometrii) dla automatyzacji ortorektyfikacji, interferometrii oraz konwersji.



# Radar Interpreter – waga funkcji

## Najważniejsze

- Speckle Suppression – filtracja
- Radar Conversions - konwersja
- Brightness Adjustment – wyrównanie tonalne wzdłuż zasięgu
- Sensor Merge – fuzja z obrazami optycznymi

## Mniej ważne

- Radiometric Terrain Correction – korekcja ze względu na ukształtowanie terenu
- Texture Analysis – analizy tekstur

## Mało ważne

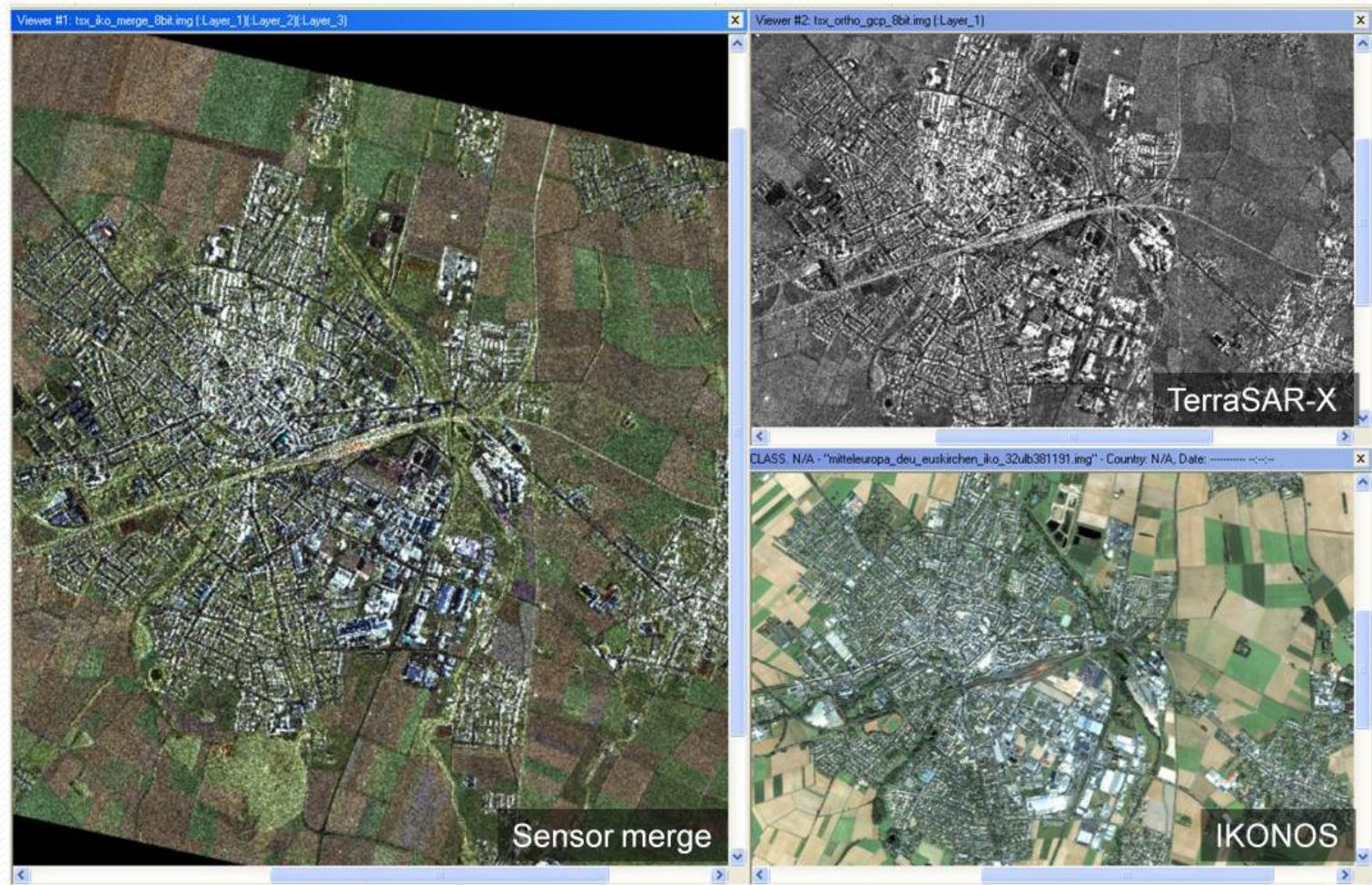
- Edge Enhancement – wzmocnienie krawędzi
- Adjust Slant Range
- Luminance Modification
- Wallis Adaptive Filter

# Radar Interpreter - filtracja



Wrocław, obrazy TerraSAR-X (tryb SL) po lewej obraz surowy, po prawej odszumiony filtrem Lee-Sigma ;  
źródło Infoterra

# Radar Interpreter – Sensor Merge



# Imagine OrthoRadar

- Dla generowania dokładnych map, z wykorzystaniem precyzyjnych Numerycznych Modeli Terenu
- Możliwość precyzyjnego modelowania orbity z wykorzystaniem fotopunktów (w narzędziu GenericSAR Node)

## Orbita przewidywana (predicted)

- Najszybciej dostępne obrazy
- Najniższa dokładność
- Wiele z systemów udostępnia obrazy z tym typem informacji o orbicie

## Orbita wyznaczona („fast”)

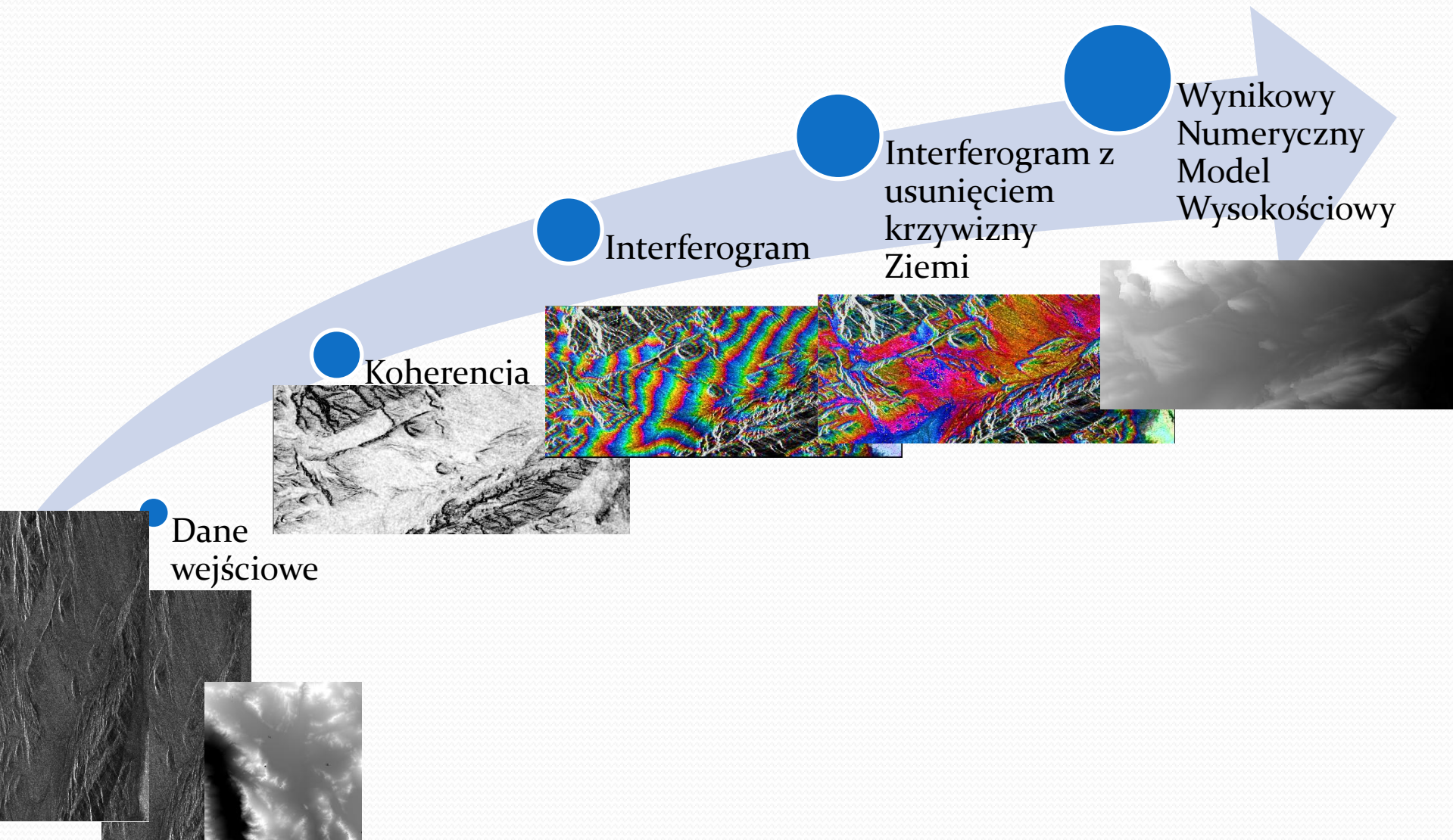
- Orbita wyznaczona po akwizycji
- Dokładność wystarczająca do większości zadań

## Orbita precyzyjna

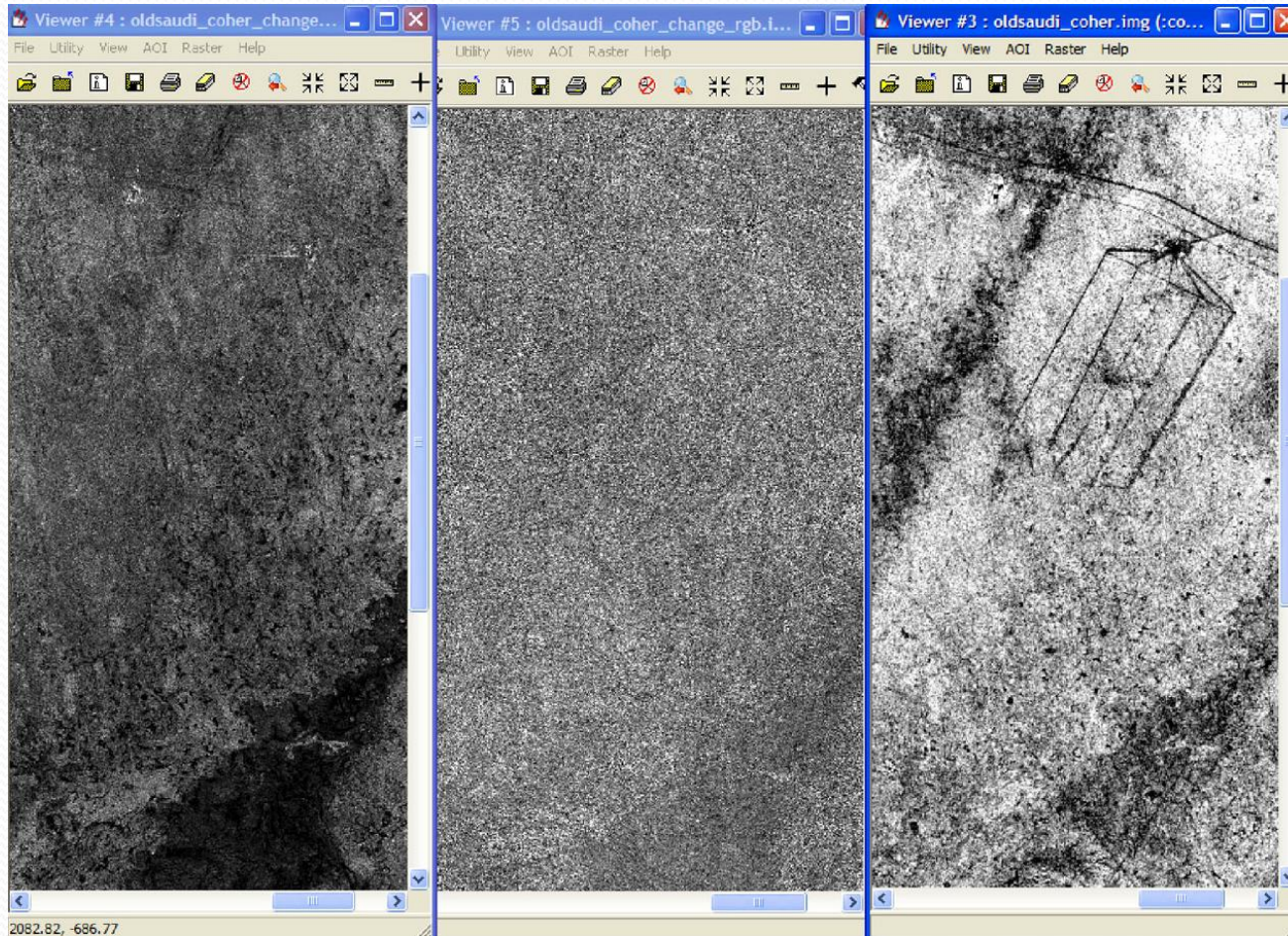
- Najpóźniej dostępne obrazy
- Dokładność wystarczająca do Interferometrii

Czas dostarczenia danych / precyzja geometryczna

# Imagine InSAR / D-InSAR



# Imagine Coherence Change Detection



Od lewej – średnie natężenie dwóch obrazów Arabii Saudyjskiej; różnica natężeń dwóch obrazów; zmiana koherencji dwóch obrazów. Źródło: Erdas/Geosystems

# Imagine Radar Mapping - podsumowanie

- Kompatybilność z nowymi systemami SAR
  - Możliwość pracy na obrazach o różnych poziomach przetworzeń
- Kompletność
  - możliwość przeprowadzenia wszystkich współcześnie wykorzystywanych analiz i przetworzeń danych radarowych
- Efektywność i prostota:
  - Wiele z prac przebiega z wykorzystaniem kreatora (wizard)
- Bogata dokumentacja
- Możliwość szkolenia przez Geosystems Polska
- Stabilność pracy w środowisku Erdas 2010 (w odróżnieniu od zawodnych wersji 9.1 i 9.2)

# Zobrazowania radarowe - wyzwania

- Konieczność bardzo precyzyjnego wyboru danych w zależności od zastosowania:
  - Duża liczba systemów do wyboru.
  - Mnogość trybów pracy każdego z systemów.
  - Dane dostępne w różnych formach przetworzeń i w różnych formatach.
  - Odmienne charakterystyki penetracji i odbicia dla różnych długości fal
- Konieczność realnej oceny możliwości zobrazowania danego zjawiska/obiektu.
- Czasochłonność obliczeń



# Imagine Radar Mapping

Piotr Koza

Politechnika Warszawska

Wydział Geodezji i Kartografii

# Bibliografia

- [www.infoterra.de](http://www.infoterra.de)
- [www.erdas.com](http://www.erdas.com)
- <http://gmes.cbk.waw.pl/>
- Materiały szkoleniowe Geosystems
- TerraSAR-X Product Guide. DLR 2008.
- *TerraSAR-X - ocena dokładności geometrycznej i zawartości informacyjnej danych.* Dr inż. Wiesław Wolniewicz, Mgr inż. Piotr Janusz Koza, Mgr inż. Sebastian Różycki. Prezentacja, Serock 2008.
- *InSAR Principles: Guidelines for SAR Interferometry Processing and Interpretation.* Alessandro Ferretti, Andrea Monti-Guarnieri, Claudio Prati, Fabio Rocca, Didier Massonnet. ESA, 2007.
- *Remote Sensing of the Environment – An Earth Resource Perspective.* John R. Jensen. Pearson Prentice Hall, wydanie drugie. 2007.
- *Remote Sensing and Image Interpretation.* Thomas M. Lillesand, Ralph W. Kiefer, Johathan W. Chipman. John Wiley & Sons, wydanie szóste. 2008.
- Wykorzystywane obrazy TerraSAR-X pozyskano od Infoterra G.M.B.H.

# Imagine Radar Mapping

Piotr Koza

Politechnika Warszawska

Wydział Geodezji i Kartografii