

# GEOMATYKA

studia stacjonarne  
program rozszerzony, wykład 6.  
2025



**dr inż. Paweł Strzeliński**

**Biuro Urządzania Lasu  
i Geodezji Leśnej  
Oddział w Brzegu**

**Katedra Urządzania Lasu  
Wydział Leśny i Technologii Drewna  
UP w Poznaniu**

# ZDJĘCIA LOTNICZE

# ZDJĘCIA LOTNICZE – KRYTERIA WYBORU

...

- Możliwość instalacji sprzętu
- Aspekty ekonomiczne
- Warunki pilotażowo-nawigacyjne

# ZDJĘCIA LOTNICZE – WARUNKI TECHNICZNE LOTU

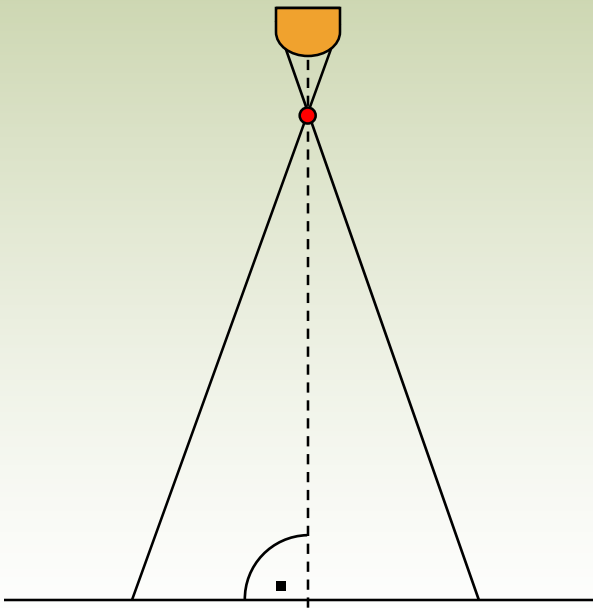
○ wyborze typu samolotu (śmigłowca) decydują określone warunki techniczne:

- prędkość lotu,
- prędkość wznoszenia,
- stateczność lotu,
- zasięg,
- udźwig,
- długość drogi startu i lądowania,
- możliwość osiągnięcia określonego pułapu,
- możliwość umieszczenia kamery w pobliżu środka ciężkości samolotu.

# ZDJĘCIA LOTNICZE – RODZAJE

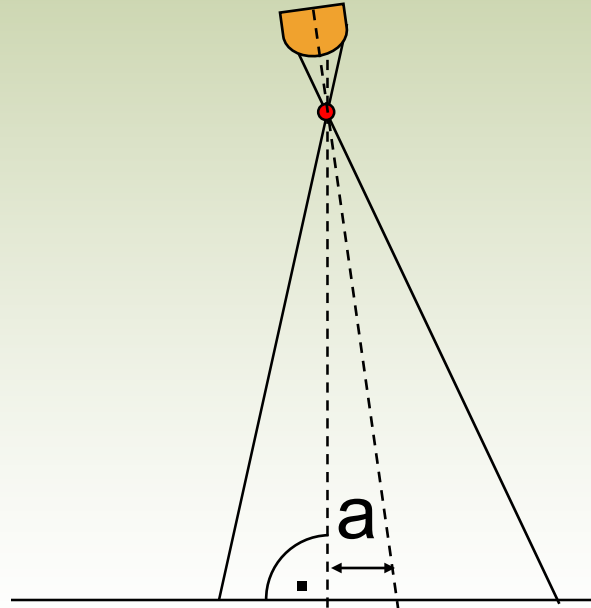
W zależności od położenia osi optycznej kamery, zdjęcia lotnicze dzielą się na:

pionowe



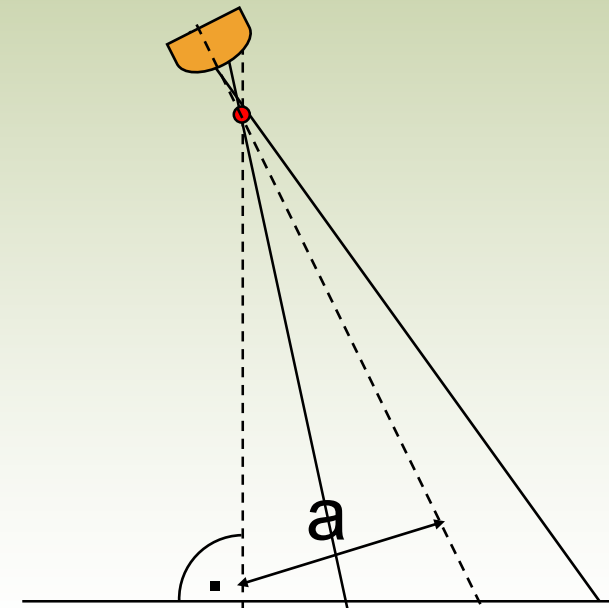
$$a < 3^\circ$$

ukośne



$$3^\circ < a < 45^\circ$$

ukośne  
perspektywiczne



$$a > 45^\circ$$

# ZDJĘCIA LOTNICZE – RODZAJE

Utrzymanie w pionie osi kamery w trakcie fotografowania z pokładu samolotu (śmigłowca) jest praktycznie niemożliwe.

Jako zdjęcia pionowe traktuje się obrazy uzyskane przy odchyleniu osi kamery od pionu w granicach do  $3^\circ$ . Najczęściej odchylenie to wynosi około  $1^\circ - 1^\circ 5'$ .

Stosując stabilizację żyroskopową, można uzyskać odchylenie osi od pionu nie przekraczające  $3' - 5'$ .

# ZDJĘCIA LOTNICZE

**Zespół zdjęć** - wszystkie zdjęcia lotnicze wykonane dla danego fragmentu terenu.

**Szereg zdjęć** – kolejne zdjęcia wykonane w określonych odstępach czasu, w czasie jednego przelotu nad fotografowanym terenem.

W zależności od wielkości fotografowanego obszaru i rodzaju użytego sprzętu fotograficznego (ogniskowa obiektywu) zespół zdjęć może się składać z jednego lub kilku szeregów.

**Pokrycie podłużne (p)** – „nakładanie” się zdjęć krawędzią prostopadłą do kierunku nalotu (dotyczy nakładania się zdjęć w ramach danego szeregu).

**Pokrycie poprzeczne (q)** – „nakładanie” się zdjęć krawędzią równoległą do kierunku nalotu (dotyczy nakładania się szeregów).

# ZDJĘCIA LOTNICZE

**Pokrycie podłużne**, zwane pokryciem w szeregu (**p**) – dla celów prawidłowego odwzorowania fotografowanego terenu standardowo wymaga nakładania min. **60%** powierzchni.

Podczas fotografowania terenów o mocno zróżnicowanej rzeźbie (np. teren górzysty) – należy zastosować dodatkowe przeliczenie uwzględniające przewyższenie.



# ZDJĘCIA LOTNICZE

**Pokrycie poprzeczne**, zwane nakładaniem się szeregów ( $q$ ) – dla celów prawidłowego odwzorowania fotografowanego terenu standardowo wymaga nakładania **25-30%** powierzchni – zależnie od wysokości, z jakiej zdjęcia będą wykonywane:

- $q = 30\%$  dla fotografowania z wysokości  $\leq 1500$  m
- $q = 25\%$  dla fotografowania z wysokości  $> 1500$  m

Podczas fotografowania terenów o mocno zróżnicowanej rzeźbie (np. teren górzysty) – należy zastosować dodatkowe przeliczenie uwzględniające przewyższenie.

# ZDJĘCIA LOTNICZE

## Projekt misji fotogrametrycznej

- optymalizacja skali
- optymalna wysokość lotu
- maksymalny czas naświetlania
- baza podłużna
- baza poprzeczna
- odstęp czasu między ekspozycjami
- liczba zdjęć w szeregu
- liczba szeregów
- liczba zdjęć w zespole

# SKALA ZDJĘĆ LOTNICZYCH

**Skala zdjęcia lotniczego** – stosunek długości odcinka na zdjęciu do długości odpowiadającego mu odcinka w terenie. Wynik zapisywany jest w postaci ułamka  $1/m$  lub  $1 : m$ .

Jeżeli oś kamery jest prostopadła do fotografowanego terenu, a teren jest płaski i poziomy, a ogniskowa kamery ( $f$ ) jest stała, to skala zdjęcia jest odwrotnie proporcjonalna do wysokości na jakiej znajduje się kamera ( $H$ ).

$$\frac{f}{H} = \frac{1}{m}$$

Z tej samej wysokości można wykonywać zdjęcia w różnych skalach, stosując kamery o różnych ogniskowych. Zależność ta jest wykorzystywana w fotogrametrii leśnej.

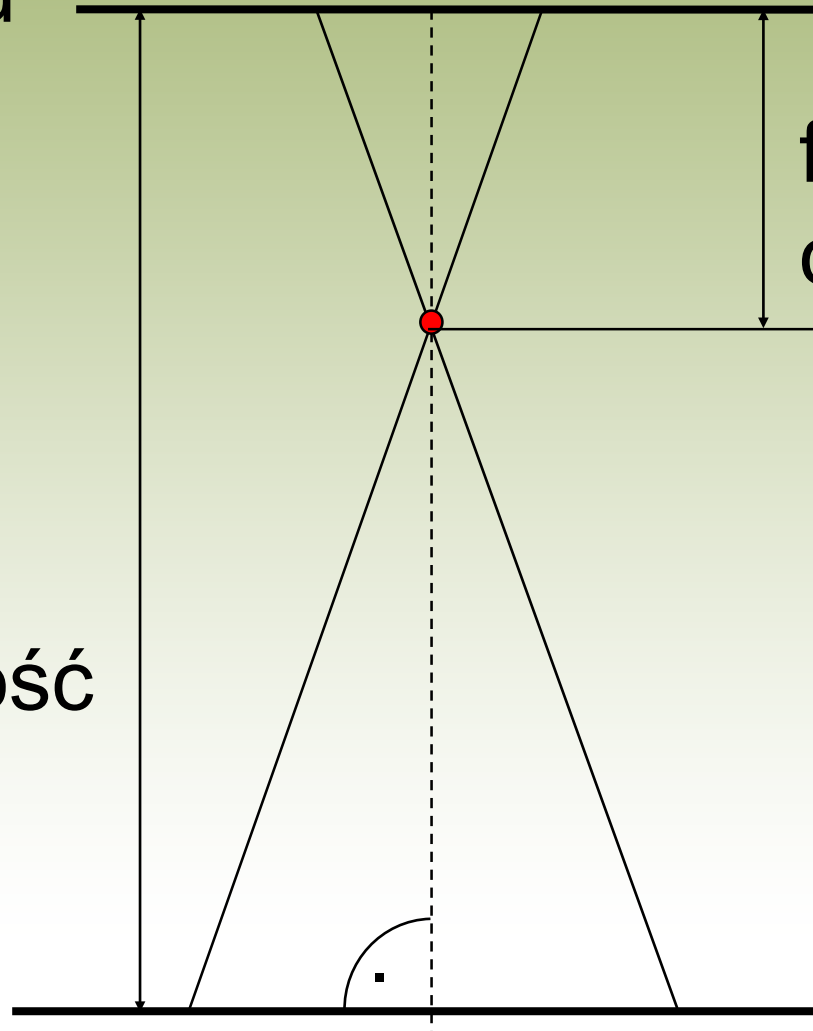
# SKALA ZDJĘĆ LOTNICZYCH

pułap lotu

$$\frac{f}{H} = \frac{1}{m}$$

H – wysokość  
przelotu

teren



f – ogniskowa  
obiektywu

# SKALA ZDJĘĆ LOTNICZYCH – PRZYKŁADY

| $f$<br>[mm] | $H$<br>[m] | $1 : m$    |
|-------------|------------|------------|
| 50          | 800        | 1 : 16 000 |
| 50          | 1300       | 1 : 26 000 |
| 100         | 800        | 1 : 8 000  |
| 100         | 1000       | 1 : 10 000 |
| 135         | 800        | 1 : 6 000  |

# ZDJĘCIA RGB ORAZ CIR

# OCENA WYKONANYCH ZDJĘĆ LOTNICZYCH

Ocena materiałów fotogrametrycznych przeprowadzana jest pod kątem ich **jakości fotogrametrycznej** i **fotograficznej**.

**Ocena jakości fotogrametrycznej** przeprowadzana jest na podstawie oceny stopnia zgodności parametrów technicznych wykonanych zdjęć z projektem nalotu.

**Oceny jakości fotograficznej** zdjęć dokonujemy wizualnie. Zwracamy uwagę na ostrość obrazu w środku i na brzegach zdjęć, szczegółowość (zdolność rozdzielcza), kontrast obrazu, gęstość optyczną, występowanie uszkodzeń i innych fotograficznych defektów.

# OCENA WYKONANYCH ZDJĘĆ LOTNICZYCH

Należy zwrócić uwagę na to, czy:

- cały wybrany teren został pokryty zdjęciami,
- zachowany jest procent pokrycia podłużnego,
- zachowany jest procent pokrycia poprzecznego,
- nie istnieją przerwy absolutne lub fotogrametryczne (przerwy absolutne są wówczas, gdy fragment terenu nie odfotografował się na żadnym zdjęciu; fotogrametryczne - gdy odfotografował się tylko na jednym zdjęciu i nie będzie można obserwować tego fragmentu terenu stereoskopowo),
- szeregi są prostolinijne,
- nie występuje "jodełka" (nie uwzględniono kąta znosu),
- zdjęcia są pionowe (wskazania libelki),
- zdjęcia wykonano z tej samej wysokości (różnice wysokości nie powinny przekraczać 5%).



# OBRAZY SATELITARNE - TYPY SZTUCZNYCH SATELITÓW

## Podział ze względu na przeznaczenie:

- \* satelita badawczy
  - satelita astronomiczny
  - satelita **biologiczny**
  - satelita geodezyjny
  - satelita geofizyczny
  - satelita jonosferyczny
  - satelita **oceanograficzny**
  - satelita **meteorologiczny**
  - **satelita środowiskowy**
- \* satelita nawigacyjny
- \* satelita technologiczny (techniczny)
- \* satelita telekomunikacyjny
  - aktywny (czynny)
  - pasywny (bierny)
- \* satelita rozpoznawczy
- \* satelita załogowy

## Podział ze względu na rodzaj orbity:

- \* biegunowy
- \* stacjonarny (np. geostacjonarny)
- \* równikowy
- \* synchroniczny (np. ze Słońcem)

# OBRAZY SATELITARNE

W Europie w **latach 70.** można było zaobserwować zwiększone zainteresowanie technikami teledetekcyjnymi z poziomu satelitarnego.

**W Polsce, w 1975 roku,** wykorzystano zdjęcia satelitarne do wielkopowierzchniowej inwentaryzacji uszkodzeń drzewostanów sosnowych spowodowanych żerem poprocha cetyniaka w OZLP Białystok.

W późniejszych latach, w Polsce nastąpił spadek zainteresowania zdjęciami satelitarnymi.

# SATELITY...

# SATELITY...

# **OBRAZY SATELITARNE – WYBRANE PRZYKŁADY**

# SATELITY ŚRODOWISKOWE – TIROS 1

1 kwietnia **1960** – pierwszy w historii satelita meteorologiczny **TIROS 1** (Television InfraRed Observational Satellite), działał do 15.06.1960.

TIROS 1 został opracowany przez Goddard Space Flight Center (NASA), oraz firmy: Radio Corporation of America (RCA), Astro Electronic Division (dzisiejszy Lockheed Martin).

Satelitą zarządzało US Weather Bureau (dzisiejsza National Oceanic and Atmospheric Administration).

Przez 79 dni pracy przesłał na Ziemię 22 952 zdjęć pokrywy chmur (w tym 19389 użytecznych pod względem meteorologicznym).

# NOAA

Analizowanie wybranych elementów środowiska przyrodniczego na podstawie obrazów satelitarnych stało się możliwe w **latach siedemdziesiątych**.

Wystrzelony w **1970** roku satelita **NOAA 1** zapoczątkował monitorowanie warunków meteorologicznych z użyciem sensorów odbierających odbite i emitowane z powierzchni Ziemi promieniowanie.

Do 2010 roku działa 6 satelitów z grupy NOAA (14-19), z czego najnowszy to **NOAA 19**, uruchomiony 09.02.2009.

# NOAA (1970; 1090 M)



# GOES-16 NOAA

# NOAA – REAL TIME

# LANDSAT

**Landsat (USA)** – program prowadzony przez NASA i USGS. Pierwszy z satelitów został wystrzelony 23 lipca **1972**.

Landsaty I generacji poruszały się po orbicie heliosynchronicznej na wysokości 918 km nad Ziemią. Okres obiegu wynosił 103,2 minuty, a okres rewizyty 18 dni. Szerokość obserwowanego pasa Ziemi wynosiła 185 km. Aparatura: kamera RBV (Return Beam Vidicon) i MSS (Multi-Spectral Scanner).

Kolejne satelity poruszały się po orbicie o wysokości 705 km, czasie obiegu 99 minut i okresie rewizyty 16 dni.

Wyposażone były w nowe instrumenty do zbierania obrazów: TM (Thematic Mapper; Landsat 4 i 5) oraz jego udoskonalenia ETM (Enhanced Thematic Mapper; Landsat 6) i ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus; Landsat 7).

# LANDSAT (1972; 60 – 80 M)

start Landsat 9 wystrzelono  
na 27.09.2021

# LANDSAT

# SPOT

**SPOT** (*Système Probatoire d'Observation de la Terre* lub *Satellite Pour l'Observation de la Terre*) – program utworzony w 1978 r. przez **Francję, Belgię i Szwecję**. 22 lutego **1986** r. z centrum kosmicznego w Gujanie Francuskiej wystrzelono za pomocą rakiety Ariane pierwszego satelitę (SPOT 1) wchodzącego w skład tego systemu.

|                                   |                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| SPOT 1 (22.02.1986 do 31.12.1990) | SPOT 6 i SPOT 7 - na wysokości 694 km |
| SPOT 2 (22.01.1990 do 07.2009)    | Panchromatyczny: 1,5 m                |
| SPOT 3 (26.09.1993 do 14.11.1997) | Łączenie kolorów: 1,5 m               |
| SPOT 4 (24.03.1998 do 07.2013)    | Multispektralny: 6 m                  |
| SPOT 5 (04.05.2002 do 31.03.2015) | Panchromatyczny (450 – 745 nm)        |
| SPOT 6 (od 09.09.2012)            | Niebieski (450 – 525 nm)              |
| SPOT 7 (od 30.06.2014)            | Zielony (530 – 590 nm)                |
|                                   | Czerwony (625 – 695 nm)               |
|                                   | Bliska podczerwień (760 – 890 nm)     |

Źródło:

[https://en.wikipedia.org/wiki/SPOT\\_\(satellite\)](https://en.wikipedia.org/wiki/SPOT_(satellite))

Scena: 60 km × 60 km  
Do 3 mln km<sup>2</sup> dziennie







# IKONOS

**IKONOS** (Space Imaging, USA) - prace rozpoczął w ostatnim 24 września **1999** r.

Satelita porusza się po orbicie okołobiegunowej, na wysokości 681 km, okrążając Ziemię w ciągu 98 minut.

Nad tym samym punktem globu znajduje się co 3 dni.

Kamera, rejestrująca promieniowanie, została skonstruowana przez firmę Estman Kodak. Obrazuje scenę o szer. 11,3 km.



# TERRA

**TERRA** – 18 grudnia **1999** z bazy Vandenberg w Kalifornii wystartowała rakieta Atlas II, która wyniosła na orbitę satelitę środowiskowego Terra (EOS AM-1), będącego owocem współpracy pomiędzy NASA i JPL a agencjami kosmicznymi Kanady i Japonii.

Terra nazywana jest 'flagowym okrętem' systemu EOS (Earth Observing System).

Satelita Terra wyposażony jest w 5 instrumentów służących do monitorowania stanu środowiska naturalnego na Ziemi oraz zmian klimatycznych:

- **ASTER** (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)
- CERES (Clouds and the Earth's Radiant Energy System)
- MISR (Multi-angle Imaging SpectroRadiometer)
- **MODIS** (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer)
- MOPITT (Measurements of Pollution in the Troposphere)

# TERRA ASTER

**ASTER** (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) – japoński sensor zamontowany na satelicie **Terra**, wystrzelonym na orbitę przez NASA 18 grudnia **1999**.

ASTER dostarcza danych do mapowania temperatury powierzchni, emisyjność, współczynnik odbicia światła oraz informacje wysokościowe.

# TERRA ASTER

Źródło:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Advanced\\_Spaceborne\\_Thermal\\_Emission\\_and\\_Reflection\\_Radiometer](http://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_Spaceborne_Thermal_Emission_and_Reflection_Radiometer)

| Kanał | Etykieta    | Zakres spektralny<br>( $\mu\text{m}$ ) | Rozdzielczość terenowa<br>(m) | Nadir lub<br>Backward | Opis                                 |
|-------|-------------|--|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| B1    | VNIR_Band1  | 0.520–0.600                            | 15                            | Nadir                 | Visible Green/Yellow                 |
| B2    | VNIR_Band2  | 0.630–0.690                            | 15                            | Nadir                 | Visible Red                          |
| B3    | VNIR_Band3N | 0.760–0.860                            | 15                            | Nadir                 | Near Infrared                        |
| B4    | VNIR_Band3B | 0.760–0.860                            | 15                            | Backward              |                                      |
| B5    | SWIR_Band4  | 1.600–1.700                            | 30                            | Nadir                 | Short-wave Infrared                  |
| B6    | SWIR_Band5  | 2.145–2.185                            | 30                            | Nadir                 |                                      |
| B7    | SWIR_Band6  | 2.185–2.225                            | 30                            | Nadir                 |                                      |
| B8    | SWIR_Band7  | 2.235–2.285                            | 30                            | Nadir                 |                                      |
| B9    | SWIR_Band8  | 2.295–2.365                            | 30                            | Nadir                 |                                      |
| B10   | SWIR_Band9  | 2.360–2.430                            | 30                            | Nadir                 |                                      |
| B11   | TIR_Band10  | 8.125–8.475                            | 90                            | Nadir                 | Long-wave Infrared<br>lub thermal IR |
| B12   | TIR_Band11  | 8.475–8.825                            | 90                            | Nadir                 |                                      |
| B13   | TIR_Band12  | 8.925–9.275                            | 90                            | Nadir                 |                                      |
| B14   | TIR_Band13  | 10.250–10.950                          | 90                            | Nadir                 |                                      |
| B15   | TIR_Band14  | 10.950–11.650                          | 90                            | Nadir                 |                                      |

# ASTER - VNIR

**VNIR (Visible and Near-InfraRed)** – zobrazowania w zakresie światła widzialnego i podczerwieni, zazwyczaj o rozdzielczości spektralnej od 400 do 1400 nm (a także do 1500 oraz do 2500 nm).

Tego typu zobrazowania są wykonywane m.in. przez sensory ASTER.

Inne zakresy:

- **SWIR (Short-Wave InfraRed)** – zobrazowania w zakresie bliskiej i średniej podczerwieni, zazwyczaj o rozdzielczości spektralnej od 1600 do 2400 nm.
- **TIR (Thermal InfraRed)** – zobrazowania w zakresie podczerwieni termalnej, zazwyczaj o rozdzielczości spektralnej od 8125 do 11650 nm.

# VNIR

# TERRA MODIS

**MODIS** (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer) – sensor umieszczony na dwóch satelitach: TERRA (od 1999) oraz AQUA (od 2002).

Dostarcza dane w **36 kanałach**, które umożliwiają mapowanie różnego rodzaju informacji o środowisku o rozdzielczości przestrzennej, od **250 do 1000 m**.

Przykładowym globalnym produktem z MODIS jest indeks produkcji pierwotnej, który jest używany w ekohydrologii.

Zbliżonym indeksem jest kolor oceanu używany do oceny chlorofilu w oceanie.

Wyniki z MODIS używane są także do oceny ilości aerozoli w powietrzu i oceny albedo ziemskiego.



# TERRA MODIS

| Zastosowanie                                | Numer kanału | Zakres spektralny [nm] | Zastosowanie                   | Numer kanału          | Zakres spektralny [μm] |
|---|--------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Granice Terenu/chmur/aerosoli               | 1            | 620 - 670              | Temperatura powierzchni/chmur  | 20                    | 3,660 - 3,840          |
|   | 2            | 841 - 876              |                                | 21                    | 3,929 - 3,989          |
| Właściwości Terenu/chmur/aerosoli           | 3            | 459 - 479              |                                | Temperatura atmosfery | 22                     |
|   | 4            | 545 - 565              | 23                             |                       | 4,020 - 4,080          |
|   | 5            | 1230 - 1250            | Chmury pierzaste<br>Para wodna | 24                    | 4,433 - 4,498          |
|   | 6            | 1628 - 1652            |                                | 25                    | 4,482 - 4,549          |
|   | 7            | 2105 - 2155            |                                | 26                    | 1,360 - 1,390          |
| Kolor oceanu/<br>Fitoplankton/<br>Biochemia | 8            | 405 - 420              | Właściwości chmur              | 27                    | 6,535 - 6,895          |
|   | 9            | 438 - 448              |                                | 28                    | 7,175 - 7,475          |
|   | 10           | 483 - 493              | Ozon                           | 29                    | 8,400 - 8,700          |
|   | 11           | 526 - 536              |                                | 30                    | 9,580 - 9,880          |
|   | 12           | 546 - 556              | Temperatura powierzchni/chmur  | 31                    | 10,780 - 11,280        |
|   | 13           | 662 - 672              |                                | 32                    | 11,770 - 12,270        |
|   | 14           | 673 - 683              | Wysokość najwyższych chmur     | 33                    | 13,185 - 13,485        |
|   | 15           | 743 - 753              |                                | 34                    | 13,485 - 13,785        |
| 16  | 862 - 877    | 35                     |                                | 13,785 - 14,085       |                        |
| 17  | 890 - 920    | 36                     |                                | 14,085 - 14,385       |                        |
| Para wodna w atmosferze                     | 18           | 931 - 941              |                                |                       |                        |
|   | 19           | 915 - 965              |                                |                       |                        |

# TERRA MODIS

TERRA MODIS

# QUICKBIRD

**QuickBird (QuickBird 2)** – satelita umieszczony na orbicie w październiku 2001 roku przez firmę DigitalGlobe (USA).

| Satelita<br>i rodzaj skanera | Rozdzielczość spektralna w $\mu\text{m}$<br>(i terenowa w m)   |
|------------------------------|--|
| QuickBird                    | PAN: 0,450-0,900 (0,61 - 0,72)<br>1: 0,450 - 0,520 (2,44 - 2,88)<br>2: 0,520 - 0,600 (2,44 - 2,88)<br>3: 0,630 - 0,690 (2,44 - 2,88)<br>4: 0,760 - 0,900 (2,44 - 2,88) |

# GEOEYE-1

**GeoEye-1** – sztuczny satelita optycznej obserwacji Ziemi; własność spółki GeoEye (dawniej Orbimage), która dysponuje dodatkowo satelitami IKONOS i OrbView. Umieszczony na orbicie okołobiegunowej 6 września **2008**.

Satelita dysponuje sprzętem obserwacyjnym zapewniającym najwyższą rozdzielczość obrazu wśród satelitów komercyjnych. Z powodu obostrzeń prawnych, fotografie o rozdzielczości <50 cm będą do dyspozycji rządu USA i wyznaczonych przez niego podmiotów. Satelita umożliwia też geolokalizację obiektów na powierzchni Ziemi z dokładnością 3 m (bez naziemnych punktów odniesienia). Szerokość fotografowanego obszaru wynosi 15,2 km.

Satelita obrazuje Ziemię w 5 kanałach z głębią 11 bitów/piksel:

- panchromatycznym, 450-800 nm (41 cm),
- niebieskim, 450-510 nm (165 cm),
- zielonym, 510-580 nm (165 cm),
- czerwonym, 655-690 nm (165 cm),
- podczerwonym, 780-920 nm (165 cm).

Dane są gromadzone w rejestratorze o pojemności 1,2 Tb. Transfer na Ziemię odbywa się w paśmie X z prędkością 150 lub 740 Mbps. Głównym procesorem satelity jest RAD750 z automatycznie uruchamianym zespołem zapasowym.

## **GEOEYE-2 (2013; 34 CM)**

**GeoEye-2** – sztuczny satelita do optycznej obserwacji Ziemi; własność spółki GeoEye (dawniej Orbimage), planowany do umieszczenia na orbicie okołobiegunowej w roku **2013**. Planowana rozdzielczość przestrzenna: **34 cm** (wcześniej planowano 25 cm).

# WORLDVIEW-1

**WorldView-1** – jeden z dwóch satelitów konstelacji WorldView, należącej do firmy DigitalGlobe, realizującej kontrakt amerykańskiej Narodowej Agencji Wywiadu Geoprzestrzennego (NGA), pod nazwą NextView. Umieszczony na orbicie 18 września **2007** r.

Pierwszy komercyjny satelita potrafiący wykonywać zdjęcia powierzchni Ziemi z rozdzielczością **50 cm**. Jego misja ma trwać ok. 7 lat. Zdjęcia realizowane są poprzez teleskop (WorldView-60) o śr. 61 cm.

Dzięki wysokiej stabilności na orbicie, dokładnym odbiornikom **GPS** oraz możliwości szybkiej zmiany punktu obserwacji, satelita będzie służył również geolokacji, z dokładnością od 2 do 7,6 m.

# WORLDVIEW-2

**WorldView-2** – satelita konstelacji WorldView, należącej do firmy DigitalGlobe.

Umieszczony na orbicie 8 października **2009** r.

Pierwszy komercyjny satelita potrafiący wykonywać zdjęcia powierzchni Ziemi z rozdzielczością poniżej 0,5 m – **46 cm**. Jego misja ma trwać ok. 7 lat.

Posiada 8 kanałów spektralnych, w tym 4 nowe (Coastal Blue, Yellow, Red Edge, NIR 2).

Dzięki wysokiej stabilności na orbicie, dokładnym odbiornikom **GPS** oraz możliwości szybkiej zmiany punktu obserwacji, satelita służy również geolokacji, z dokładnością do 2 m.

# WORLDVIEW-2

|                              |                                    |        |
|------------------------------|------------------------------------|--------|
| wysokość orbity              | 770 km                             |        |
| rodzaj orbity                | helisynchroniczna                  |        |
| okres obiegu                 | 100 min                            |        |
| czas rewizyty                | 1,1 dnia (przy dokładności 100 cm) |        |
|                              | 3,7 dnia (przy dokładności 52 cm)  |        |
| liczba kanałów               | 9                                  |        |
| panchromatyczny              | 450-800 nm                         | 46 cm  |
| Coastal Blue                 | 400-450 nm                         | 184 cm |
| Blue                         | 450-510 nm                         |        |
| Green                        | 510-580 nm                         |        |
| Yellow                       | 585-625 nm                         |        |
| Red                          | 630-690 nm                         |        |
| RedEdge                      | 705-745 nm                         |        |
| NIR 1                        | 770-895 nm                         |        |
| NIR 2                        | 860-1040 nm                        |        |
| rozdzielczość radiometryczna | 11 bit/pixel                       |        |
| szerokość sceny              | 16,4 km                            |        |
| dokładność geolokacji        | 2,0 m                              |        |



# WORLDVIEW-3 (2014; 31/124 CM)

# **WORLDVIEW-4 (2016 - 2018.12.24; 31/124 CM)**

# PORTAL WORLDVIEW $\neq$ SATELITY WORLDVIEW

# QUICKBIRD, WORLDVIEW-1, WORLDVIEW-2

# RAPIDEYE

**RapidEye** – komercyjny system satelitarny zaprojektowany przez firmy MacDonald Dettwiler i RapidEye AG. **5** satelitów tego typu zostało wyniesionych w przestrzeń 29 sierpnia **2008** z kosmodromu Bajkonur. Projekt jest przewidziany na 7 lat.

|                              |                    |
|------------------------------|--------------------|
| liczba satelitów             | 5                  |
| wysokość orbity              | 630 km             |
| rodzaj orbity                | heliosynchroniczna |
| czas rewizyty                | 5,5 dnia           |
| liczba kanałów               | 5                  |
| Blue                         | 440 – 510          |
| Green                        | 520 – 590          |
| Red                          | 630 – 685          |
| RedEdge                      | 690 – 730          |
| NIR                          | 760 – 850          |
| rozdzielczość przestrzenna   | 650 cm (nadir)     |
| rozdzielczość radiometryczna | 12 bit/pixel       |
| szerokość sceny              | 77 km              |



# WIDEO-SATELITY – SKYBOX

# WIDEO-SATELITY



# HEAD AEROSPACE GROUP (HEAD)

# HEAD AEROSPACE GROUP – OPTYCZNE VHR

# BEZPŁATNE MATERIAŁY TELEDETEKCYJNE

<http://glcf.umd.edu/>

# OBRAZY SATELITARNE

# OBRAZY SATELITARNE I RADAROWE

Landsat Thematic Mapper

ERS-1 SAR

Zobrazowanie wybrzeża Irlandii na zdjęciach wykonanych w tym samym czasie (09.08.1991) w zakresach: optycznym (Landsat Thematic Mapper) i mikrofalowym (ERS-1 SAR). [źródło: Europejska Agencja Kosmiczna]

źródło: <http://www.geomatyka.lasy.gov.pl>

# ZALETY I WADY OBRAZÓW SATELITARNYCH

## ZALETY

- ciągłość informacji (zgodna z właściwościami środowiska przyrodniczego),
- możliwe jednorazowe pokrycie dużego obszaru terenu,
- obiektywność pomiaru fizycznego,
- niewielkie zniekształcenia geometryczne,
- powtarzalność zbierania informacji w regularnych odstępach czasu,

## WADY

- większe koszty zakupu zdjęć,
- brak możliwości wykonania zdjęć w określonym terminie,
- mniejsza rozdzielczość,