

ASTER GDEM

29 czerwca NASA wspólnie z japońskim Ministerstwem Handlu, Przemysłu i Gospodarki (METI) opublikowała globalny numeryczny model terenu ASTER Global Digital Elevation Model (GDEM) o rozdzielczości 30 metrów. Jest to więc trzykrotnie lepsza szczegółowość niż w przypadku modelu SRTM-3, choć, jak się okazuje, wcale nie oznacza to 3 razy lepszej jakości.

JERZY KRÓLIKOWSKI

W 2003 roku NASA udostępniła bezpłatnie homogeniczny numeryczny model terenu SRTM-3 (Shuttle Radar Topography Mission) dla prawie całej Ziemi o rozdzielczości 3" (dla Polski jest to piksel o wymiarach około 60 na 90 metrów). Było to wydarzenie bez precedensu, gdyż jeszcze nigdy przeciętny użytkownik internetu nie miał dostępu do tak szczegółowych danych wysokościowych. Jak się wkrótce okazało, model ten znalazł wiele zastosowań nie tylko w badaniach naukowych (m.in. z zakresu geologii, biologii i hydrologii), lecz także w opracowaniach kartograficznych (Google Maps, Google Earth, NASA World Wind, OpenStreetMap 3D), a nawet grach komputerowych. Co więcej, dla niektórych krajów (m.in. Turcji, Wenezueli czy Tadżykistanu) do czasu ASTER GDEM był on najbardziej szczegółowym dostępnym NMT. Można więc zadać sobie pytanie, czy ten nowy amerykańsko-japoński produkt wstrząśnie geoinformatyką, tak jak zrobiły to kilka lat temu dane SRTM-3?

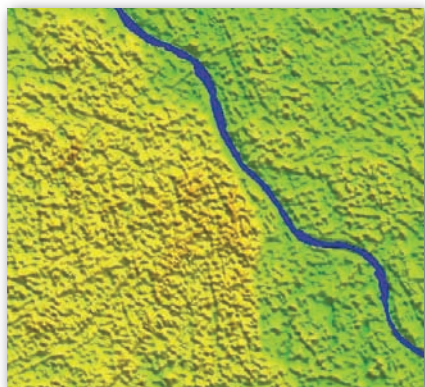
• OD ZDJĘCIA DO NMT

Podobnie jak model SRTM, ASTER GDEM został wygenerowany w całkowicie automatyczny sposób, choć za pomocą zupełnie innych metod. Zamiast interferogramów radarowych wykorzystano obrazy stereograficzne wykonane przez radiometr ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) zainstalowany na pokładzie satelity Terra. Od wystrzelenia w 1999 roku aparat ten wykonuje obrazy w widmie bliskiej podczerwieni (0,76-0,86 μm). Jedna stereopara ma rozdzielczość 15 metrów i pokrywa obszar o wymiarach 60 km na 60 km. Pierwszy obraz wykonywany jest zawsze w kierunku nadiru, a drugi – z tej samej orbity w tył, tak aby stosunek bazy stereoskopowej do pułapu satelity

wynosił 0,6. Przy opracowaniu ASTER GDEM wykorzystano łącznie 1,26 mln obrazów. Dobierano je tak, aby nie było na nich chmur, co dla niektórych obszarów, szczególnie górzystych, okazało się w praktyce niemożliwe. W dalszej kolejności stereopary poddano tzw. korelacji stereoskopowej, dzięki czemu z obrazów satelitarnych można było w sposób automatyczny pozyskać informację o wysokości terenu w rozdzielczości 1" (tj. około 20 m na 30 m dla obszaru Polski i 30 m na 30 m dla równika).

• GOTOWY PRODUKT

Końcowy, homogeniczny NMT został pocięty na 22,6 tys. arkuszy o wymiarach 1° na 1° (tj. 3601 na 3601 pikseli) i zamieszczony w popularnym 16-bitowym formacie GeoTIFF na dwóch witrynach internetowych (<http://wist.echo.nasa.gov/api/>, <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/>). Łącznie udostępniono NMT dla obszaru pomiędzy równoleżnikami 83°S i 83°N, pomijając tereny, gdzie odsetek powierzchni lądowej nie przekraczał 0,01%. Podobnie jak w przypadku danych SRTM, nazwa pliku zawiera współrzędne geograficzne południowo-zachodniego krańca arkusza (np. N52E020). Wszystkie dane wysokościowe SRTM odnoszą się do modelu geoidy EGM-96, natomiast położenie pikseli zapisane jest względem elipsoidy WGS-84. Do każdego NMT dołączony jest także od-



Rys. 1. Okolice Warszawy

dzielny plik rastrowy, również w formacie GeoTIFF, opisujący wiarygodność danych wysokościowych. Wartości dodatnie oznaczają tu liczbę obrazów, na podstawie których obliczono wysokość dla danego piksela. Z reguły im jest ona większa, tym NMT powinien być dokładniejszy. Wartości ujemne oznaczają zaś piksele, dla których dane wysokościowe pozyskano z innych modeli (np. -1 i -2 oznacza SRTM-3). Cały zestaw plików dla jednego arkusza jest zapakowany w formacie ZIP i zajmuje około 4-6 MB.

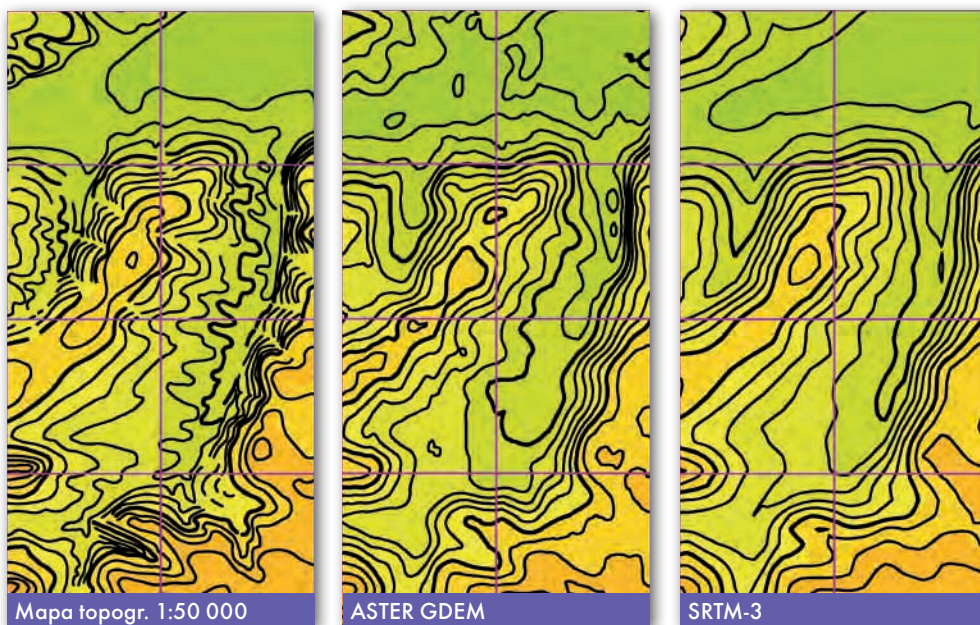
• OCENA DOKŁADNOŚCI

Korzystając z danych ASTER GDEM, należy przede wszystkim pamiętać, że zgodnie z obowiązującą terminologią nie jest to numeryczny model terenu (DEM – Digital Elevation Model), lecz numeryczny model pokrycia terenu (DSM – Digital Surface Model), tak więc uwzględnia on lasy, zabudowę, nasypy, rowy itp. Potwierdza to wizualizacja modelu dla okolic Warszawy (rys. 1).

Zgodnie z założeniami NASA i METI, na poziomie prawdopodobieństwa 95% ASTER DEM powinien charakteryzować się dokładnością pionową 20 metrów i poziomą – 30 metrów. W oficjalnej dokumentacji podkreślono jednak, że dla niektórych obszarów jakość danych może okazać się znacznie gorsza.

Jeszcze przed udostępnieniem danych przeprowadzono szczegółowe badania dokładności modelu ASTER GDEM na obszarze Stanów Zjednoczonych i Japonii. W pierwszym przypadku dane przyrównano do amerykańskiego modelu NED-1 (National Elevation Dataset) opracowanego na podstawie szczegółowych map topograficznych kraju. Po zbadaniu 13 tys. punktów kontrolnych stwierdzono, że średni błąd wysokości ASTER GDEM to -3,6 m, odchylenie standardowe wyniosło 8,75 m, a średni błąd kwadratowy (RMS) to 10,9 m. Najgorszą dokładność stwierdzono dla zbiorników wodnych oraz lasów. W innym badaniu japoński zespół naukowców przeanalizował szczegółowo błędy poziome. W zależności od regionu wahały się one od 5,4 do 57,0 m.

W oficjalnej dokumentacji modelu ASTER GDEM podkreślono, że zawierają one artefakty, które znacząco pogarszają jakość danych, a w przypadku niektórych

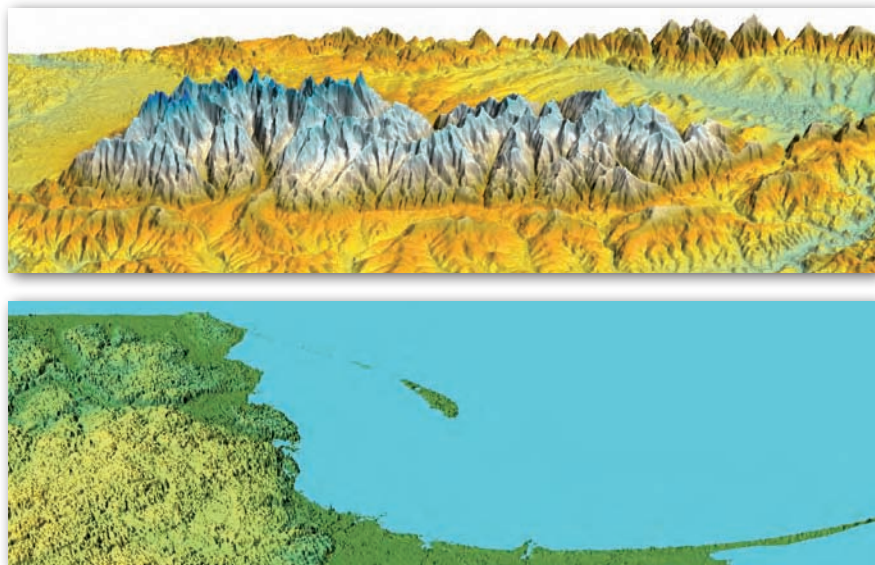


Rys. 2. Porównanie obrazu poziomicy dla Polski południowej (cięcie 10 m)

zastosowań mogą stanowić poważną barierę. Uwidaczniają się one np. jako: linie proste (wynikające z łączenia obrazów z różnych orbit), zagłębienia czy tzw. kopce kreta (*mole run*). Dwa ostatnie typy błędów często pokrywają się ze zbiornikami wodnymi, dlatego można je wyeliminować, maskując NMT za pomocą danych o linii brzegowej (np. bezpłatnych danych SWBD – *SRTM Water Body Dataset*). Już w kilka dni po upublicznieniu modelu ASTER DEM internauci zauważyli ponadto, że nie ze wszystkich zdjęć usunięto chmury, co generuje lokalne błędy pionowe o znacznych wartościach.

• SZCZEGÓŁOWOŚĆ

Zgodnie z ogólnie przyjętą w fotogrametrii zasadą nawiązującą do tzw. częstotliwości Nyquista, NMT o rozdzielczości X nadaje się do przedstawienia form terenu (np. stoku) o wymiarze nie mniejszym niż $2X$. W przypadku ASTER GDEM powinno być więc to około 60 metrów. Aby zaprezentować faktyczną szczegółowość tych danych, przyrównałem wygenerowany na ich podstawie obraz poziomicowy do modelu SRTM-3 oraz mapy topograficznej 1:50 000, arkusz M-34-52-C (rys. 2). Do testu wybrałem pagórkowaty rejon źródeł Pilicy na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej. Jako że obszar ten jest niezalesiony i niezabudowany, wpływ pokrycia terenu można uznać za mało znaczący. Pobieźna analiza wygenerowanych map wyraźnie wskazuje, że



Rys. 3. Blokdiagram Tatry (powyżej) i Zatoki Gdańskiej (poniżej)

szczegółowość ASTER GDEM jest lepsza niż modelu SRTM-3 (tj. około 1:200 000) i niższa niż mapy w skali 1:50 000. Widać to bardzo wyraźnie, kiedy porówna się obraz licznych na tym obszarze płytko wciętych dolin.

• DLA KOGO?

Autorzy oficjalnej dokumentacji projektu sami przyznają, że dane ASTER GDEM mają charakter eksperymentalny i ani NASA, ani METI nie mogą gwarantować ich jakości. Jeśli nie zależy nam na bardzo dużej dokładności danych, model ten z pewnością może być wyko-

rzystany np. do generowania blokdiagramów. Trzeba przyznać, że szczególnie atrakcyjnie wyglądają one na obszarach górskich (rys. 3). Gorzej prezentują się jednak na terenach równinnych, gdzie lepiej widoczne są lasy i zabudowa niż niskie formy rzeźby.

Bez wątpienia ASTER GDEM posiada o wiele więcej praktycznych zastosowań niż tylko blokdiagramy. Podobnie jak to było jeszcze kilka lat temu z modelem SRTM-3, z pewnością już za kilka miesięcy możemy spodziewać się wysypu różnorodnych badań, seminariów, artykułów, referatów i warsztatów poświęconych możliwościom wykorzystania i udoskonalenia tych danych. Z dużym

prawdopodobieństwem zetkniemy się z nimi także na elektronicznych i papierowych mapach oraz na wirtualnych globusach. Przedstawiciele Google już zapowiedzieli, że z chęcią sięgną po te dane. Za nimi z pewnością pójdą następni.

Materiały źródłowe:

- <https://lpdaac.usgs.gov/lpdaac/content/download/4009/20069/version/1/file/ASTER+GDEM+Validation+Summary+Report+-+FINAL+for+Posting+06-28-09.pdf>
- <https://lpdaac.usgs.gov/lpdaac/content/download/4010/20072/version/1/file/Draft+ASTER+GDEM+Readme+File+-+FINAL+FJ+6-22-09.pdf>
- http://www.nasa.gov/home/hqnews/2009/jun/HQ_09-150_ASTER_Topographic_Map.html

PORÓWNANIE DANYCH SRTM-3 I ASTER GDEM

	Rozdzielczość	Pokrycie	Format	Rok udostępnienia	Dokładność pionowa (prawdopodobieństwo)	Metoda zebrania danych
SRTM-3	3" (90 metrów)	60°N-54°S	HGT	2003	5,6-9,0 m (90%)	Interferometria SAR
ASTER-GDEM	1" (30 metrów)	83°N-83°S	GeoTIFF	2009	20,0 m (95%)	Korelacja stereoskopowa