

JACEK DRACHAL, ANNA DĘBOWSKA, MAŁGORZATA BRZEZIŃSKA-KLUSEK
Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa
jacek.drachal@igik.edu.pl
anna.debowska@igik.edu.pl
malgorzata.brzezinska@igik.edu.pl

Kartograficzna wizualizacja danych MODIS i SRTM

Część II

Zarys treści. W pierwszej części artykułu opublikowanej w poprzednim numerze omówiono analizę danych i narzędzi pod kątem wspólnej wizualizacji zdjęć wykonanych skanerem MODIS i numerycznego modelu terenu pozyskanego w trakcie misji SRTM oraz omówiono kolejne wersje procedury ich wspólnego przedstawienia. W drugiej części opisano próbę połączenia otrzymanego obrazu z wybranymi danymi wektorowymi. Na zakończenie przedstawiono wyniki w postaci map opracowanych na tej podstawie: Polski w skali 1:1 000 000, Europy Środkowej w skali 1:2 000 000 i Europy w skali 1:10 000 000.

Słowa kluczowe: dane referencyjne, dane wektorowe, wizualizacja

4. Dane referencyjne

Obraz Ziemi „widziany” z dużej wysokości jest słabo czytelny z powodu braku odniesień do znanych miejsc, elementów krajobrazu oraz obiektów zwykle oznaczanych na tradycyjnej mapie. Wydaje się więc, że wizualizacja będąca połączeniem obrazu MODIS i modelu terenu SRTM (opisana w I części artykułu) byłaby dużo bardziej czytelna, gdyby została umieszczona w odpowiednim kontekście geograficznym. W związku z tym zdecydowano, że zostaną dodane wybrane kategorie elementów terenowych, które zwykle oznaczane są na mapach referencyjnych. Wybór danych wynikał z przyjętego dla mapy modelu obrazu terenu. Przyjęto, iż widok Ziemi z dużej wysokości będzie nawiązywał do map Józefa Ferrarisa z końca XVIII wieku. Na mapach tego austriackiego kartografa miasta na obszarze Niderlandów są rysowane czerwoną kreską, pola uprawne – odcieniem beżu, inne użytki rolne i lasy – barwą zieloną, a wody – niebieską. Zastosowane jest tu również

realistyczne (choć dyskretne) cieniowanie przy oświetleniu z kierunku NW (ryc. 13)*.



Ryc. 13. Miasto Liège na mapie Józefa Ferrarisa z końca XVIII wieku

Fig. 13. The city of Liège on the map by Joseph Ferraris from the end of 18th century

Do realizacji założonego modelu potrzebne były dane numeryczne dotyczące miast, dróg i wód. Zamiarem nie było ściśle kopiowanie dawnych map, lecz nawiązanie do ich wyglądu. Zakładano jednocześnie uzyskanie syntetycznego obrazu terenu, na którym skala barw nie będzie ograniczona do zieleni w różnych odcieniach, ale obejmie również barwy beżowe. Dzięki takiemu rozwiązaniu uwidocznione zostanie zróżnicowanie pokrycia terenu także na małym obszarze i w większej skali. Do uzyskania oczekiwanego efektu, poza wymienionymi, przydatne były również dane dotyczące siatki geograficznej i granic państw. Niezależnie od tego, czy wszystkie kategorie danych można

* Numeracja rycin jest kontynuacją z pierwszej części artykułu w poprzednim numerze „Przeglądu”.

było wykorzystać w opracowaniach o różnych skalach, zgromadzono szereg danych z bezpłatnych źródeł internetowych oraz przestudiowano dane udostępnione przez ESRI wraz z oprogramowaniem ArcMap.

Utrzymanie realistycznego charakteru obrazu wiąże się z ograniczeniami dotyczącymi referencyjnych elementów treści mapy zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym. Sam dostęp do danych i programów typu GIS nie jest wystarczający do automatycznego i szybkiego opracowania poprawnej wizualizacji. Proces ten wiąże się bowiem z podejmowaniem wielu decyzji zarówno dotyczących doboru przedstawianych elementów, ich selekcji, jak również ustalenia ich formy graficznej. Wybór barw, grubości linii czy stylu został poprzedzony licznymi próbami, które drukowane były na ploterze o wysokiej rozdzielczości. Wnioski uzyskane na podstawie wydruków okazały się słuszne także w odniesieniu do wizualizacji na monitorze.

4.1. Wody

Do opracowania wód w skali 1:10 000 000 wykorzystano wymienione w tabeli 1 dostępne źródła danych globalnych, natomiast do skal większych wykorzystano zasoby ESRI dla Europy.

system, który po zaprogramowaniu kolorowałby wszystkie wody automatycznie. W kartografii dopuszcza się wprawdzie rozwiązania graficzne, które są różne dla rzek, jezior i morza, lecz na obrazie satelitarnym mogłoby to zakłócać wrażenie naturalności (ciemne rzeki i jeziora, jasne morze – ryc. 14).

Przedstawienie wód w barwach rzeczywistych nie daje dobrego kontrastu, gdyż obraz łądów nie jest jasną plamą, lecz urozmaiconą tonalnie i barwnie skomplikowaną kompozycją światłocieniową. Jakikolwiek tonalne obciążenie tła powoduje dekoncentrację i odwrócenie uwagi od łądu. Wody tracą wówczas funkcję orientacyjną, gdyż zamiast zarysu linii brzegowej, zauważamy to, co je wypełnia. Ponadto każde użycie zbyt ciemnej barwy lub tonu powoduje graficzne obciążenie obrazu i obniża jego atrakcyjność.

Zauważono, że wody nie mogą być przedstawione dowolną barwą niebieską. Barwy nienasycone wydają się być bardziej odpowiednie do przedstawienia dużych powierzchni, zaś barwy nasycone – do powierzchni małych. Jednak w przypadku analizowanej wizualizacji, na której uzyskany obraz łądu jest ciemniejszy niż na mapach tradycyjnych, niewielkie powierzchnie są najlepiej zauważalne jako bardzo jasne



Ryc. 14. Porównanie czytelności łądów na tle wód o różnej barwie

Fig. 14. Comparison of clarity of land borders against the background of waters of different colour

Przy opracowaniu mapy ważnym etapem redakcyjnym jest przedstawienie podstawowego kontrastu: wód i łądów (J.S. Keates 1973). W pierwszej kolejności należało więc podjąć decyzję, czy podzielić wody na podtypy i szukać rozwiązań osobno dla każdego z nich, czy znaleźć

(prawie białe), gdyż kontrastują wówczas z obrazem łądu.

W trakcie badań okazało się, że bardzo dużą trudność sprawia znalezienie odpowiedniego sposobu przedstawienia rzek. Rzeki są nie tylko bardzo istotnym elementem krajobrazu, ale

również pełnią funkcję lokalizacyjną (często w odniesieniu do nich rozpoznawane są inne elementy). Pominięcie ich przy wizualizacji terenu byłoby więc dużym błędem. W przyjętych skalach rzeki są jednak ledwie zauważalne. Oznaczenie rzeki linią o grubości 0,1 mm na mapie w skali 1:10 000 000 oznacza, że w rzeczywi-

Stopniowe zmniejszanie grubości linii doprowadziło do uzyskania wariantu, w którym część pikseli linii stała się przezroczysta, przez co linia nie ma stałej barwy lecz różne odcienie, co widoczne jest na rycinie 15. Drobne korekty barwy i przezroczystości można było wprowadzić dzięki utworzenie kopii warstwy z obrazem rzeki.

Tab. 1. Wykorzystane do badań dane wektorowe dotyczące sieci wodnej

Lp.	Nazwa	Źródło
1	water.sdc	zbiór danych ESRI (Europa_dane_esri_SHP\basemap)
2	10m_rivers_lake_centerlines	http://www.naturalearthdata.com/
3	GSHHS	A Global Self-consistent, Hierarchical, High-resolution Shoreline Database
4	WDBII	the CIA World Data Bank II

stości miałyby ona 1 km szerokości. Aby więc nie rezygnować z całkowitego umieszczenia na mapie mniejszych rzek, dokonano ich wyboru.

Uzyskanie odpowiedniego obrazu rzek wymagało przeprowadzenia licznych prób. Analizy graficzne prowadzone były w ten sposób, że na podstawie wektora wykonywano rastrowe maski rzek o zadanej grubości linii, które następnie w środowisku rastrowym wykorzystywano do nadania linii odpowiedniej wyróżnialności na tle łądu. Przykład takiej maski widoczny jest na rycinie 15. Okazało się, że gdy zdefiniowana jest



Ryc. 15. Światłocieniowa forma linii rzeki zastosowana zamiast linii pełnej

Fig. 15. A shaded form of the river line applied instead of a full line

mała szerokość linii, raster traci ciągłość, w efekcie czego pozostają niepołączone ze sobą odcinki. Z drugiej strony, linia o zbyt dużej grubości nałożona na obraz wygląda sztucznie.

Na podstawie wielu prób zauważono, że dobrze prezentuje się ledwie widoczna linia rzeki.

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że im mniejsza grubość linii rzek, tym bardziej odpowiednie jest prezentowanie jej barwą jaskrawoniebieską. W związku z tym zdecydowano, iż rzeki przedstawione będą jako delikatnie zarysowane linie błękitne z rozjaśnioną otoczką. W celu uzyskania efektu „wcinania” się w teren, dodatkowo zastosowane zostało podcieniowanie.

Aby wizualizacja była czytelna i spełniała wyznaczone założenia, nie można było wykorzystać całego dostępnego zbioru wektorowego. Konieczna była tu bowiem selekcja i kompilacja pozyskanych obiektów. Spośród dostępnych zbiorów wektorowych rzek należało więc wybrać ten, który jest w największym stopniu zgodny z otrzymanym obrazem terenu. Wody na mapie w skali 1:10 000 000 podzielono na liniowe i powierzchniowe. Pierwsze z nich – rzeki, przedstawiono barwą niebieską o złagodzonej jaskrawości w taki sposób, aby harmonizowały z obrazem. Do oznaczenia wód powierzchniowych użyto także barwy niebieskiej, lecz jaśniejszej niż w przypadku rzek. Barwa ta została ponadto rozjaśniona na granicy z łądem. Decyzję o rozjaśnieniu podjęto ze względu na lepszy kontrast łądów i wód.

Wody na mapach w skalach większych – 1:1 000 000 i 1:2 000 000 – przedstawiono w sposób „systemowy”. Cała sieć hydrograficzna została potraktowana jednakowo – jako obiekt powierzchniowy, posiadający liniową granicę

z łądem. Granica ta została pokazana znakiem o zmiennej szerokości kilku pikseli i ustalonej barwie ciemnoniebieskiej. Na drugiej warstwie całą powierzchnię wód przedstawiono kolorem jasnoniebieskim. Nałożenie warstwy z tak zdefiniowanym znakiem granicy wód na jasne tło pozwoliło na przedstawienie wód powierzchniowych jasnym kolorem, rzek – kolorem ciemniejszym oraz podkreślenie linii brzegowej mórz i jezior.

4.2. Miasta

Kolejnym elementem wybranym do przedstawienia na opracowywanym obrazie były miasta. Dane dotyczące miast (tab. 2) są najczęściej

ich współrzędnych geograficznych oraz o liczbie mieszkańców. Nazwy miejscowości zapisane są zazwyczaj w języku angielskim. Za pomocą oprogramowania GIS możliwa jest wizualizacja takich danych w formie prawidłowo położonego w przyjętym odwzorowaniu znaku punktowego i odpowiadającej mu nazwy miasta. Drugim typem danych dla miast są zasięgi obszarów zabudowanych, a więc dane w formie poligonów. Zbiory te również zawierają nazwę miasta, liczbę ludności i jego współrzędne geograficzne, odniesione do środka ciężkości danego poligonu. W tabeli zestawiono dane wykorzystane do badań.

Zgodnie z przyjętym modelem, miasta miały być przedstawione jako zasięgi zabudowy – poligony. Oprócz prac związanych z ich wizualizacją

Tab. 2. Wykorzystane do badań dane wektorowe dotyczące miast

Lp.	Nazwa	Forma	Atrybuty	Opis	Źródło
1	urban area	poligony	anglojęzyczne nazwy miast	szczegółowość 1:10 000 000	http://www.naturalearthdata.com
2	cities	punkty	anglojęzyczne nazwy miast z przypisaną klasą liczby ludności		zbiór danych ESRI (Europa_dane_esri_SHP\basemap)
3	urban areas	poligony	anglojęzyczne nazwy miast z informacją o powierzchni (w km ²)		zbiór danych ESRI (Europa_dane_esri_SHP\basemap)
4	urban morphological zones	poligony		miasta w granicach Unii Europejskiej	(http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-morphological-zones-1990-umz90-f1v0)
5	global map of urban extent from satellite data	bitmapa		klasyfikacja czasowo-spektralna obrazów MODIS z lat 2001–2002 o rozdzielczości 500 m	(http://sage.wisc.edu/mapsdata-models.html) (Schneider i inni 2010)

zbiorami o strukturze *shape* (.SHP), czytelnej w większości programów typu GIS lub w formie rastrowej (jako bitmapa odniesiona do przestrzeni geograficznej). Wśród dostępnych zbiorów wektorowych można wyróżnić dwa typy: dane zapisane w formie punktów oraz dane zapisane w formie poligonów. Pierwsze z nich w tabeli atrybutów zawierają informacje o nazwach miast,

okazało się, że niezwykle trudną decyzją jest odpowiednie przygotowanie danych, gdyż poszczególne źródła różnią się od siebie. Ponieważ skala i cel wizualizacji nie pozwoliły przedstawić wszystkich miast, dokonano ich wyboru. Zdecydowano, że oprócz największych miast oznaczone zostaną stolice i te miejscowości, które są ważne ze względu na pełnione funkcje. Rozwiązanie to umożliwi czytelnikowi nie tylko

poznanie położenia miejscowości, ale również pozwoli na usytuowanie względem nich innych obiektów.

Postanowiono, że zabudowa przedstawiona zostanie jasnoczerwonym wielokątem. W większych skalach będzie on dyskretnie wycieniany oraz pocięty liniami głównych dróg tak, aby wizualnie „wystawał” ponad powierzchnię otoczenia (ryc. 16).

4.3. Drogi

Oprócz wymienionych już elementów na mapach w skalach 1:2 000 000 i 1:1 000 000

no więc wariant z tak dobranymi parametrami, aby „zagłębienie” w teren widoczne było tylko z małej odległości.

4.4. Granice państw

Na mapach w skalach 1:2 000 000 i 1:1 000 000 oznaczone zostały również granice państw. Dane wektorowe pozyskano z zasobu „country” firmy ESRI (Europa_dane_esri_SHP\basemap). Aby znak granic nie był zbyt agresywny, jego ostateczną wersję graficzną poprzedzono serią prób. Zdecydowano, że zastosowana zostanie cienka szara linia z umieszczoną pod spodem



Ryc. 16. Przyjęte znaki miast dla skal: A – 1:10 000 000, B – 1:2 000 000, C – 1:1 000 000

Fig. 16. City symbols for visualization scales: A – 1:10,000,000, B – 1:2,000,000, C – 1:1,000,000

oznaczone zostały ważniejsze drogi. Do ich zobrazowania wykorzystano z danych „mjrroads” ESRI (Europa_dane_esri_SHP\basemap). Zbiór ten obejmuje ważniejsze drogi z obszaru Europy i azjatyckiej części Turcji. Do jego uzupełnienia (o drogi z terenu Tunezji i Algerii) użyte zostały dane dostępne w witrynie <http://www.diva-gis.org/gData>.

Zobrazowanie dróg ma na celu ułatwienie wizualizacji obszaru, który znany jest obserwatorowi. Droga ma tu bowiem nie tylko znaczenie informacyjne, ale również orientujące w przestrzeni. Po szeregu prób, do oznaczenia dróg wybrano bardzo cienką białą linię. Aby niejako „zagłębic” ją w teren wykonywane zostały wydruki z próbami ich podcieniowania. Okazało się jednak, że w większości przypadków powoduje to wizualne wrażenie podziału terenu na sektory, przy jednoczesnym zatarciu jego obrazu. Wybra-

wyrażną białą wstęgą. Początkowo, pomimo przyjętej szerokości linia traciła widoczność na jasnym tle. W związku z tym zdecydowano się na zastosowanie ciemnoszarej otoczki.

4.5. Siatka kartograficzna

Poza opisanymi elementami oznaczona została siatka kartograficzna pozyskana z witryny Natural Earth (<http://www.naturalearthdata.com/>). W założeniu było takie naniesienie siatki, aby zachować jej czytelność przy jednoczesnej delikatności rysunku. Mimo że nie jest ona zbyt wyraźna, poszczególne południki i równoleżniki są widoczne na całej długości. Obraz taki udało się osiągnąć dzięki umieszczeniu szarej linii na tle nieco szerszej jasnej linii. Ponadto jasność linii siatki została zróżnicowana na tle lądów i wód.

4.6. Nazewnictwo

W celu wzbogacenia treści map zdecydowano, że zostaną na nich uwzględnione nazwy wybranych miast i wód. Założeniem było takie dobranie ich parametrów, aby harmonizowały z tłem i były widoczne przy oglądaniu mapy z bliska. Aby nazwy nie przesłaniały obrazu terenu i nie odciągały uwagi od rzeźby terenu, dobrano je tak, aby została zachowana ich czytelność przy możliwie najmniejszej wielkości.

Postanowiono, że tam gdzie to możliwe nazwy miast zostaną podane w formie egzonymów. Celem było użycie ich jako czynnika podnoszącego poglądowość map. Dlatego do gotowej już tabeli atrybutów odnoszącej się do miejscowości dołączona została kolumna, do której wprowadzono nazwy miast z ostatnich dwóch zeszytów publikacji Komisji Standaryzacji Nazw Geograficznych Poza Granicami Rzeczypospolitej Polskiej przy Głównym Geodecie Kraju *Nazewnictwo geograficzne świata. Europa* (2009, 2010).

Kolejnym krokiem było dobranie kroju i barwy nazw miejscowości. Zauważono, że białe i jasnoszare to barwy najbardziej neutralne i najmniej obciążające obraz (dlatego zostały również zastosowane do dróg i granic). Po licznych próbach wybrano krój Calibri o barwie białej, z czarnym cieniem.

Wielkość pisma dobrano indywidualnie. Ze względu na skalę, na mapie Polski 1:1 000 000 została ona dodatkowo zróżnicowana w zależności od liczby ludności. Podczas pracy okazało się, że etykiety automatycznie wyświetlone w programach typu GIS nie są umieszczone zgodnie z zasadami obowiązującymi w kartografii. Określenie ich położenia po prawej stronie, powyżej centroidy poligonu zabudowy było niewystarczające i w wielu przypadkach wiązało się z ich nakładaniem, przecinaniem rzek i dróg oraz zasłanianiem interesujących fragmentów rzeźby terenu. Automatyczne wyświetlanie etykiet nie uwzględnia również rozmieszczenia miast względem rzek – przyjmuje się bowiem, że nazwa miejscowości powinna być umieszczona po tej stronie cieku, po której znajduje się miasto lub jego większa część (W. Ostrowski, P. Kowalski 2004). W związku z tym niezbędne było ręczne rozmieszczenie nazw miejscowości.

Nanoszenie nazw wód przebiegało w zupełnie inny sposób. Nazwy oceanów, wybranych mórz, zatok, cieśnin i rzek nanoszone były bez-

pośrednio do warstwy opisowej (a nie tak jak w przypadku miejscowości tworzone z etykiet obiektów). Ponieważ nazwy rzek umieszcza się równoległe do ich przebiegu, wybierano takie fragmenty cieków, w których oddanie przybliżonego kształtu umożliwiałoby również łatwe odczytanie nazwy. W związku z tym nazwy rzek umieszczone zostały wzdłuż ich najmniej krętych fragmentów.

Inna zasada rozmieszczania nazw obowiązuje w odniesieniu do wód przedstawianych powierzchniowo. Nazwa powinna wskazywać zasięg danego obszaru lub zbiornika wodnego. Aby zasada ta została zachowana, pomimo prącochłonności podjęto decyzję o samodzielnym rozmieszczaniu i dobieraniu parametrów pisma. W tym celu należało opracować warstwę opisową i indywidualnie dla każdego obiektu określić stopień wygięcia łuku, rozspacjowanie, położenie i rozmiar nazw poszczególnych obiektów.

5. Opracowanie wyników

5.1. Europa w skali 1:10 000 000

W pierwszym etapie wykonano analizę szczegółowości danych, ponieważ od tego zależą wielkości zbiorów, czas ich przetwarzania, a często wręcz sama możliwość opracowania (gdy np. wielkość zbioru przekracza możliwości programu). Przy opracowywaniu wizualizacji w skali 1:10 000 000 warunkiem dobrego obrazu jest rozdzielczość terenowa piksela 1 km, co wynika z tożsamości (1), w której 0,1 mm oznacza najmniejszy, widoczny punkt obrazu:

$$10\,000\,000 \times 0,1\text{ mm} = 1000\,000\text{ mm} = 1000\text{ m} = 1\text{ km} \quad (1)$$

Z obrazu MODIS o rozdzielczości terenowej 500 m należało zatem wybrać co drugi piksel. Do wykonania modelu cieniowego odpowiedni jest natomiast model SRTM30 o rozdzielczości 30" (czyli ok. 1 km na równiku).

Po analizie wybrano odwzorowanie azymutalne wiernoodległościowe z punktem centralnym o współrzędnych $\varphi = 50^\circ\text{N}$, $\lambda = 20^\circ\text{E}$. Zasięg mapy określono w taki sposób, aby obejmowała całą Europę oraz biegun północny (ryc. 17). Aby wykonać mapę o tak określonym zasięgu i odwzorowaniu, należało przygotować dane obu typów o następującym zasięgu geograficznym: od 20°N do 90°N , od 90°W do 130°E .

Obraz wykonany skanerem MODIS o zdefiniowanym zasięgu ma wymiary 26 400×8 400 pikseli (rozmiar ten umożliwiłby wykonanie kopii w skali 1:10 000 000 na papierze o wymiarach 225×70 cm, przy czym byłby to obraz o dużej szczegółowości).



Ryc. 17. Zasięg danych wykonanych skanerem MODIS, wykorzystanych do map w skali 1:10 000 000

Fig. 17. Range of MODIS scanner data used for projects in the scale of 1:10 000 000

Według ustalonych wcześniej procedur (opisanych w pierwszej części artykułu) dodano do otrzymanego obrazu treść referencyjną w po-



Ryc. 18. Mapa obrazowa Europy w skali 1:10 000 000 w odwzorowaniu azymutalnym (zmniejszona); po prawej fragment o pełnej rozdzielczości

Fig. 18. Image map of Europe in the scale of 1:10,000,000 in azimuthal projection (reduced); a part in full resolution on the right

stacji wód, miast i ich nazw, siatki kartograficznej co 10 stopni, zwrotnik Raka i koło podbiegunowe oraz dodano ramkę mapy z opisem długości i szerokości geograficznej, tytuł mapy i nazwę odwzo-

rowania. Wykonano dwie wersje kolorystyczne oraz wersję ze zróżnicowaną kolorystycznie powierzchnią mórz, opracowaną na podstawie danych batymetrycznych (ryc. 18). W celu uzyskania lepszej pogłębności zgromadzony materiał wykorzystano do opracowania mapy w tej samej skali w odwzorowaniu Merkatora. Wydaje się bowiem, że częste wykorzystywanie odwzorowania stożkowego powoduje zatracenie relacji położenia między obiektami znajdującymi się na tej samej szerokości geograficznej.

5.2. Europa Środkowa w skali 1: 2 000 000

Przy opracowaniu wizualizacji terenu w skali 1:2 000 000 (ryc. 19) wymagany jest obraz o rozdzielczości terenowej 200 m. Oznacza to, że zdjęcia wykonane skanerem MODIS o oryginalnej rozdzielczości 500 m należy powiększyć dwa i pół razy, co w efekcie daje nieostry obraz.

Z drugiej strony do opracowania modelu cieniowego należało użyć danych SRTM3, których oryginalną rozdzielczość 100 m obniżono do

200 m. Zgromadzenie danych SRTM3 dla założonego zasięgu mapy było pracochłonne, bo wymagało kopiowania poszczególnych „kafelków” o wymiarach 1°×1°. Do opracowania obrazu

terenu zastosowano procedurę nr 2² (opisaną w pierwszej części artykułu), bardziej złożoną niż dla map w skali 1:10 000 000. Relacja rozdzielczości obrazu barwnego do obrazu czarno-białego 1:2,5 mieściła się w granicach przyjętych dla zdjęć satelitarnych – 1:4.

Wizualizację wykonano w formie mapy w odwzorowaniu azymutalnym wiernoodległościowym z punktem centralnym o współrzędnych $\varphi = 50^\circ\text{N}$, $\lambda = 20^\circ\text{E}$, w dwóch wersjach kolorystycznych: jedną, ze zróżnicowaną na podstawie danych batymetrycznych barwą mórzz (ryc. 19) i drugą,

5.3. Polska w skali 1:1 000 000

Przy wizualizacji terenu w skali 1:1 000 000 wymagana jest rozdzielczość danych równa 100 m. Jest to pełna rozdzielczość modelu terenu SRTM3 oraz rozdzielczość pięciokrotnie powiększonego zdjęcia satelitarnego. Dzięki procedurze nr 2 w modelu cieniowym nie wystąpiły obszary pozbawione drobnego zróżnicowania tonów. Dlatego obraz, mimo znacznego przekroczenia relacji rozdzielczości obrazu barwnego do obrazu czarno-białego (wynoszącej



Ryc. 19. Mapa obrazowa Europy Środkowej w skali 1:2 000 000 w odwzorowaniu azymutalnym (zmniejszona); po prawej fragment o pełnej rozdzielczości

Fig. 19. Image map of Central Europe in the scale of 1:2,000,000 in azimuthal projection (reduced); a part in full resolution on the right

z morzami o jednolitym jasnym kolorze. Na obu wizualizacjach oznaczono miasta, ważniejsze drogi i granice państw oraz uszczegółowiono sieć wodną. Ponadto wrysowano linie siatki kartograficznej co 1°.

² W procedurze nr 2 wykorzystano dodatkowo dwa modele cieniowe utworzone dla wysokości słońca („h”) 90° o skrajnych wartościach parametru „z” (z = 0,00005; z = 0,005).

w tym przypadku 1:5) jest jednolity, wypełniony szczegółami i ma dyskretnie zróżnicowaną paletę barw.

Wizualizację wykonano w odwzorowaniu PUWG „1992” w skali 1:1 000 000 (ryc. 20). Oznaczono siatkę kartograficzną co 1°, większą niż w skalach mniejszych liczbę miast, ważniejsze drogi, granice państw oraz szczegółową sieć wodną.

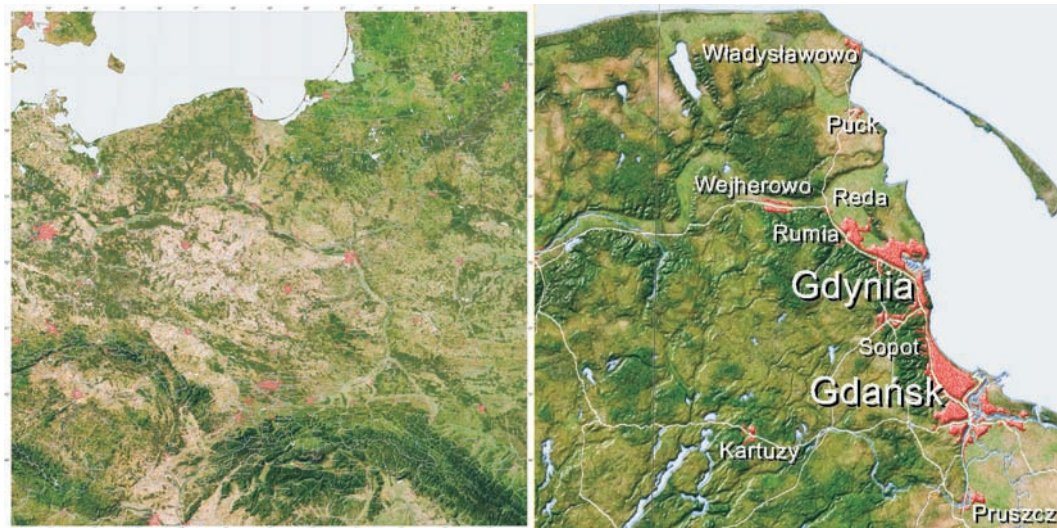
Wizualizację można oglądać na testowej stronie internetowej: <http://akasz.cba.pl/igik/index.php?m=2>

6. Podsumowanie

Realizacja projektu umożliwiła wykonanie nieoglądanych wcześniej syntetycznych wizualizacji zdjęć wykonanych skanerem MODIS i numerycznego modelu terenu pozyskanego w trakcie misji SRTM. Są to opracowane w małych skalach

wysokiej jakości, a brak defektów technicznych nie ujawnia, że powstał z dwóch typów danych. Rozwiązanie to jest szczególnie interesujące na wizualizacji w skali 1:1 000 000 – relacja rozdzielczości obrazu barwnego do obrazu czarno-białego wynosi tu bowiem 1:5. Do takiego stanu w dużym stopniu przyczyniła się opracowana procedura modyfikacji cieniowego modelu terenu.

Otrzymana wizualizacja powierzchni Ziemi jest obciążona cechą charakterystyczną dla zobrażeń satelitarnych – trudno skonstruować



Ryc. 20. Mapa obrazowa Polska w skali 1:1 000 000 w odwzorowaniu PUWG „1992” (zmniejszona); po prawej fragment o pełnej rozdzielczości

Fig. 20. Image map of Poland in the scale of 1:1,000,000 in PUWG projection (reduced); a part in full resolution on the right

realistyczne obrazy powierzchni Ziemi o dużej szczegółowości, imitujące widok z dużej wysokości (jakby z pokładu samolotu lub statku kosmicznego). Ze względu na typ danych pozyskanych skanerem MODIS, są one bardzo realistyczne (jak zdjęcia fotograficzne lub skanerowe), mimo że wytworzone zostały sztucznie, zgodnie z pewnym modelem przyjętym za wzór. Inaczej niż w rzeczywistości oświetlenie jest z północnego zachodu, nie ma cieni rzuconych, a barw roślinności nie zakłóca warstwa atmosfery.

Dzięki pracochłonnym badaniom osiągnięty został pożądaný rezultat. Syntetyczny obraz jest

tu szczegółową legendę, która byłaby objaśnieniem wszystkich barw. Przy wyznaczonych założeniach jest to jednak nieuniknione, gdyż taki właśnie jest obraz powierzchni Ziemi. Wizualizacja, przedstawia więc krajobrazy w inny sposób niż na mapach tradycyjnych.

Wizualizacja fotorealistyczna fragmentów globu ziemskiego jest próbą pokazania przestrzeni w trzech wymiarach. Wydaje się, że jest to udana aproksymacja obrazu powierzchni Ziemi, a z uwagi na ułatwioną percepcję, wspaniale mogłaby uzupełnić materiały do nauczania geografii na wszystkich poziomach. W latach wcześniejszych takie materiały były niedostępne.

Oryginalny widok terenu, który wynika z połączenia zmodyfikowanego modelu cieniowego z naturalnymi barwami Ziemi, pozwala nie tylko inaczej spojrzeć na glob ziemski, ale również umożliwia zobaczenie czegoś nowego, dostrzeżenie nowych elementów, nieznanymi cech rzeźby terenu. Należy podkreślić, iż niezwykle charakterystyczna w opracowanych wizualizacjach jest ich szczegółowość, która pozwala analizować

sytuację terenową na niewielkim obszarze.

W opracowaniach zastosowano specyficzne podejście do elementów referencyjnych. Założono tu bowiem pewien sposób odbioru, który wymaga, aby najpierw zobaczyć całość wizualizacji (jak gdyby ujrzeć powierzchnię z dużej wysokości), a dopiero później odczytać dane referencyjne. Podejście to skłania do skupienia się na percepcji obrazu terenu i daje możliwość zapamiętania go.

Literatura

- Drachal J., 1987, *Optymalna metoda wizualizacji obrazu cyfrowego*. „Prace Instytutu Geodezji i Kartografii” T. 34, z. 2(79), s. 13–32.
- Drachal J., 1994, *Zwiększenie rozdzielczości obrazu barwnego w wyniku syntezy z panchromatycznym obrazem czarno-białym o wyższej rozdzielczości*, „Prace Instytutu Geodezji i Kartografii” T. 41, z. 89, s. 131–140.
- Drachal J., 2007, *Striking variety of the mountain chains appearance on satellite images provided by google earth*. „Proceedings of 5th ICA Mountain Cartography Workshop”, Ljubljana, s. 27–32.
- Keates J. S., 1973, *Cartographic design and production*, London: Longman.
- Montello D., 2002, *Cognitive map-design research in the twentieth century: Theoretical and empirical approaches*. „Cartography and Geographic Information Science” Vol. 29, no. 3, s. 283–304.
- Nazewnictwo geograficzne świata. Europa. Część I*, 2009, z. 11. Warszawa: Główny Urząd Geodezji i Kartografii.
- Nazewnictwo geograficzne świata. Europa. Część II*, 2010, z. 12. Warszawa: Główny Urząd Geodezji i Kartografii.
- Ostrowski W., Kowalski P., 2004, *Przewodnik toponimiczny. Część III. Stosowanie i rozmieszczanie napisów na mapach*. Warszawa: Główny Urząd Geodezji i Kartografii.
- Patterson T., 2002, *Getting real: Reflecting on the new look of national park service maps*. „Cartographic Perspectives” No. 43, s. 43–56.
- Patterson T., Kelso N., 2004, *Hal Shelton revisited: Designing and producing natural-color maps with satellite land cover data*. „Cartographic Perspectives” No. 47, s. 28–55, 69–80.
- Schneider A., Friedl M., Potere D., 2010, *Monitoring urban areas globally using MODIS 500 m data: New methods and datasets based on urban ecoregions*. „Remote Sensing of Environment” Vol. 114, s. 1733–1746.

Cartographic Visualization of MODIS and SRTM Data

Part II

Summary

Keywords: reference data, vector data, visualization

The Institute of Geodesy and Cartography in Warsaw hosted research on the possibility of elaboration of a small scale reference map basing on the photos taken by MODIS scanner and data registered within SRTM project. The first part of the article discusses the procedures of joint visualization of those data in the form of a realistic terrain image. The second part describes issues of complementing the resulting visualization with reference contents which helps to orientate the image in space. This contents includes cities, waters, roads, national borders and cartographic grid.

The process of elaboration started with retrieval of

data and combining of data from various sources. The next stage was a selection of elements of reference contents within its separate categories. To preserve picture clarity special attention was paid to the method of presentation of reference elements. Proposals for graphic presentation of reference contents against the background of the ‘photographic’ picture of the terrain were discussed. Finally, the resulting picture maps were presented: the Map of Poland in 1:1,000,000, the Map of Eastern Europe in 1:2,000,000 and the map of Europe in 1:10,000,000.

Translated by M. Horodyski