

ANNA WROCHNA
WALDEMAR RUDNICKI

**WIZUALIZACJA KRAJOBRAZU METODĄ
PERSPEKTYWICZNĄ Z ZASTOSOWANIEM ZDJEĆ
LOTNICZYCH I SATELITARNYCH PRZY WYKORZYSTANIU
NOWYCH TECHNIK KOMPUTEROWYCH**

Opracowanie jest wynikiem Projektu Badawczego Nr 8 T12E 058 20 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych w roku 2001

ZARYS TREŚCI: W artykule przedstawiono sposób wizualizacji krajobrazu metodą perspektywiczną z zastosowaniem zdjęć lotniczych i satelitarnych przy wykorzystaniu nowych technik komputerowych. Opisano dotychczas stosowane metody wizualizacji. Przedstawiono przykłady wizualizacji krajobrazu.

1. WSTĘP

Ogromny postęp i rozwój technik komputerowych i systemów multimedialnych wymusza wprowadzenie nowych sposobów opracowań kartograficznych i metod prezentacji kartograficznej.

Obecne narzędzia i rozwój informatyki, a także możliwości wykorzystania zdjęć lotniczych i satelitarnych stwarzają podstawy do rozwoju nowych lub modyfikacji dawnych sposobów przedstawiania krajobrazu.

W ostatnich latach stworzono i nadal tworzy się numeryczne modele terenu (NMT). Pozwalają one na uplastycznienie treści map i lepszą ich percepcję. Modele te mogą być pomocne przy wizualizacji krajobrazu.

Nie wystarczają już dotychczasowe opracowania kartograficzne. Szczególnie w turystyce stawiane są nowe wymagania, daleko wykraczające poza tradycyjne planowanie tras wycieczkowych z mapą w rękę czy w komputerze. Turyści chcieliby „zobaczyć trasę” jeszcze przed wyruszeniem w teren.

Od kartografów oczekuje się również nowego spojrzenia na edukację w szkołach uwzględniającego rozwój informatyki oraz kształtującego (w sposób dynamiczny) nowy sposób myślenia i korzystania z wiedzy.

Wartość metody perspektywicznej jako narzędzia wizualnej prezentacji krajobrazu jest wyraźnie dostrzegana w krajach o rozwiniętej kartografii i doceniających znaczenie popularyzacji wiedzy o walorach rodzimego krajobrazu oraz jego cechach unikalnych. Pracom kartograficznym z tego zakresu przyświecają przede wszystkim cele poznawcze i potrzeby szeroko rozumianej turystyki.

Informacja obrazowa jako główna forma opisu krajobrazu powinna nie tylko organizować myślenie, ale również być dla użytkowników tych opracowań jednym z istotnych czynników kształtujących proces poznania i gruntowania wiedzy o środowisku przyrodniczym.

2. METODY WIZUALIZACJI KRAJOBRAZU

Mapy panoramiczne to forma prezentacji krajobrazu, która łączy w sobie sztukę i kartografię. Mapy te cieszą się dużą popularnością, są ładne, a jednocześnie stanowią wspaniały obrazowy środek służący do wizualizacji krajobrazów (zwłaszcza terenów górskich). Pozwalają również na prostsze zrozumienie otaczającej nas przestrzeni, ponieważ przedstawiają teren w sposób rzeczywisty.

Dotychczas tylko nieliczni kartografowie podejmowali się tworzenia map panoramicznych ze względu na wysoce specjalistyczne umiejętności potrzebne do ich tworzenia.

Perspektywa to jeden z najstarszych sposobów prezentacji kartograficznej. Pierwsze wzmianki o zasadach perspektywy zawarł w swoim traktacie matematyk Euklides w III w. p.n.e. Największy rozkwit wiedzy o perspektywie nastąpił w epoce Renesansu (Leonardo da Vinci, H. Van Eyck, K. Turst). Mapy perspektywiczne wykonane przez dawnych kartografów cechowały się dużą poglądowością i adekwatnością obrazu mapy do terenu (np. panorama Zurychu – 1576, panorama Moskwy – 1600, panorama Gdańska – 1640). W XVII wieku G. Desargues i w XVIII wieku G. Monge rozwiązywali podstawowe problemy teorii perspektywy. W późniejszych wiekach popularna i powszechnie stosowana metoda perspektywy powoli ulegała zapomnieniu. Powodem tego było pojawienie się dokładniejszych instrumentalnych metod pomiaru w kartografii, które odsuwały bardzo pracochłonną metodę rysunku na dalszy plan (Patterson T. 2000).

Liczba osób wykonujących panoramy na świecie jest raczej niewielka, co świadczy o tym jak trudną sztuką jest tworzenie panoram. Najbardziej znane są prace E. Imhofa (rys. 1), który opracowywał okrągłe panoramy, perspektywy z lotu ptaka (można je obejrzeć w Map Library of the ETH-Bibliothek of the Swiss Federal Institute of Technology Zurich), niezującego już H. Beranna, który namalował ponad 500 panoram (m.in. Yosemite – 1989, Yellowstone – 1991, Denail – 1994), L. Smirnowa (trójwymiarowe kartowanie geoprzestrzeni – 1982). Innymi twórcami

panoram są: H. Shelton, J. Robb (USA), M. Wood (Szkocja), A. Rohweder, P. Power (Szwajcaria).

Dzięki technice komputerowej możliwe jest obecnie opracowanie nowych metod wizualizacji krajobrazu. To właśnie wydajne mikroprocesory, dane geodezyjne i programy graficzne umożliwiają kartografom i nie tylko tworzenie trójwymiarowych wizualizacji krajobrazu, przypominających mapy panoramiczne. Co więcej, zainteresowanie mapami trójwymiarowymi gwałtownie rośnie i odradza się ze względu na dynamicznie rozwijającą się kartografię multimedialną.

Niektórzy kartografowie zajmujący się interaktywnym środowiskiem przestrzennym twierdzą, że prezentacja trójwymiarowa jest lepszą metodą wizualizacji wielu form danych geograficznych, włączając w to krajobrazy. Ze względu na to, iż krajobrazy trójwymiarowe są mniej abstrakcyjne niż ich odpowiedniki dwuwymiarowe, są one uważane za łatwiejsze do zrozumienia, zwłaszcza przez rosnącą liczbę osób z ograniczonymi zdolnościami do czytania map, czy też w związku z brakiem czasu potrzebnym do ich studiowania.



Rys. 1. Szkic panoramy ołówkowo-atramentowy wykonany przez E. Imhofa w 1919 roku (Map Library of the ETH-Bibliothek of the Swiss Federal Institute of Technology Zurich)

2.1. Panorama

Panorama to rysunek terenu przedstawiony w perspektywie, wykonywany bezpośrednio (odręcznie) lub pośrednio (za pomocą fotografii) z dogodnego punktu widokowego, obejmujący znaczny wycinek horyzontu (Szaflarski J. 1965). Panorama może być:

- horyzontalna (widok z jednego punktu),
- na około (widok wokół punktu).

Obecnie panoramy wykonywane są zazwyczaj fotograficznie. Opracowanie panoramy fotograficznie polega na fotografowaniu odcinków panoramy kolejno od strony lewej do prawej. Zdjęcia należy wykonywać ze statywu ze spoziomowaną głowicą tak, aby aparat był cały czas na jednej wysokości. Należy również uważać, aby między zdjęciami nie powstawały przerwy. Jednocześnie starać się, aby wszystkie zdjęcia wykonywane były w miarę możliwości w podobnych warunkach atmosferycznych. Przykładem tak opracowanej panoramy jest „Panorama Warszawy”, wykonana przez dr. M. Ostrowskiego (Samodzielna Pracownia Informacji Obrazowej). Zdjęcia do tej panoramy zostały wykonane spod iglicy Pałacu Kultury i Nauki aparatem z obiektywem długoogniskowym, we wrześniu 2000 roku. Panorama ta wymagała dużo pracy: łączenia i przetwarzania zdjęć, korekcji barwnej (wykład otwarty dr. M. Ostrowskiego: „Panorama Warszawy jako forma prezentacji przestrzeni miasta”, Uniwersytet Warszawski, Samodzielna Pracownia Informacji Obrazowej, 2002).

2.2. Perspektywa

Perspektywa to przedstawienie trójwymiarowych obiektów rzeczywistych na płaszczyźnie, z zachowaniem naturalnych stosunków przestrzennych. Perspektywa może być:

- linearna (geometryczna),
- powietrzna,
- barwna.

Podstawowa zasada perspektywy linearnej to zmniejszanie wielkości obiektów w miarę zwiększania odległości tych obiektów od obserwatora (Encyklopedia powszechna 1996).

Perspektywa powietrzna i barwna polega na tym, że obiekty w miarę zwiększania odległości od obserwatora stają się coraz mniej wyraźne oraz zmieniają barwę. Zmiana barwy występuje zazwyczaj w barwach ciemnych i zimnych, barwy jasne i ciepłe zachowują większą widoczność w oddaleniu.

W obrazie o poprawnej perspektywie stosunki wielkości obiektów oraz wrażenie głębi są ukazane zgodnie z naszym normalnym widzeniem i poczuciem przestrzeni. Efekt taki uzyskuje się, stosując zasadę rzutu perspektywicznego, będącego konstrukcją geometryczną. Rzut

perspektywiczny wymaga przyjęcia przez obserwatora centrum rzutu, ustalenia linii horyzontu (znajdującego się na wysokości oka rysującego), ustalenia odległości od obserwatora oraz ustalenia kąta widzenia.

W zależności od położenia płaszczyzny obrazu względem centrum rzutu, rozróżnia się perspektywy: czołową, boczną, ukośną, żabią, ptasią.

W celu opracowania perspektywy należy określić: kierunek rzutu, wysokość horyzontu, głębię rysunku. Z wybranego punktu przestrzeni (środek rzutowania) prowadzi się promienie do wszystkich punktów przedstawianego obiektu. Na drodze tych promieni umieszcza się płaszczyznę rzutowania. W przecięciu promieni z płaszczyzną rzutowania otrzymuje się perspektywiczne zobrazowanie obiektu. Środek rzutowania należy wybrać tak, żeby wąwozy, jary biegly podłużnie lub ukośnie do osi rzutu i określić go na mapie topograficznej. Następnie wybrać zakres najlepszego pola widzenia i określić wysokość horyzontu. Na podstawie materiałów kartograficznych wykonuje się równoległe przekroje terenu wykonane w pewnej odległości od siebie. Profile łączą się liniami działów wodnych i linii ciekowych, na których rysuje się rzeźbę terenu. Profile wykonywane są także przez punkty charakterystyczne dla przedstawianego terenu (Atojan R. 1999). Skala pionowa jest większa w stosunku do poziomej zazwyczaj 2,5-krotnie.

Przy opracowywaniu perspektywy wykorzystuje się niski horyzont (wysokość horyzontu to odległość środka rzutu od płaszczyzny kartograficznej; mówi się o wysokim, normalnym i niskim horyzoncie). Warunkiem otrzymania perspektywy bez większych zniekształceń jest zachowanie głównej odległości równej 1,5–2 wielkości płaszczyzny obrazu (Atojan R. 1999). Mimo ogólnych zasad opracowywania perspektywy, poszczególne prace często wymagają indywidualnego podejścia do pracy w zależności od budowy, wielkości terenu.

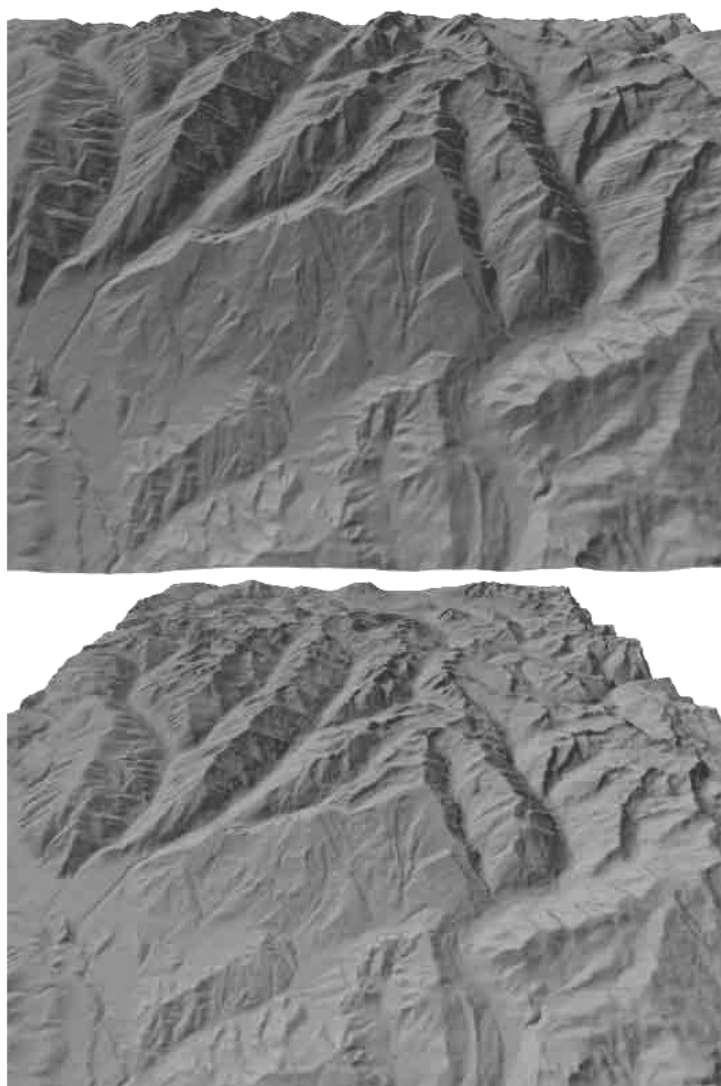
W metodzie perspektywicznej ważne jest oddanie głębi obrazu, która uzależniona jest od nachylenia płaszczyzny obrazu. Uzyskuje się ją poprzez zastosowanie zasad perspektywy powietrznej i przedstawienia graficznego obiektów i terenu.

Perspektywa powietrzna była już opisywana. Polega ona na tym, że obiekty w miarę zwiększania odległości od obserwatora stają się coraz mniej wyraźne, a także zmieniają barwę.

Przedstawienie graficzne przy oddaniu głębi obrazu w metodzie perspektywicznej polega na następujących zasadach: w miarę oddalania się od punktu obserwacji stosunek wielkości tych samych obiektów jest odwrotnie proporcjonalny do odległości; obszar o kształcie prostokątnym w perspektywie przedstawiony jest jako trapez (rys. 2); częściowe zakrywanie jednych obiektów przez drugie daje informację o ich względnym oddaleniu; zwiększając odległość od obserwatora, zwiększa się zagęszczenie rzutowanego obrazu.

W metodzie perspektywicznej występuje zmienna skala: duża na pierwszym planie i coraz mniejsza na planach dalszych. Opracowanie

perspektywy wymaga generalizacji w zależności od skali. Polega ona na wybraniu kilku planów w zależności od przedstawianej głębi obrazu i stopniowym przechodzeniu od pierwszego planu do ostatniego poprzez graficzne zmniejszanie ostrości linii, schematyzacji, zmniejszania intensywności kreskowania, pomijania szczegółów rysunku (Patterson T. 2000).



Rys. 2. Obszar o kształcie prostokątnym w perspektywie przedstawiony jest jako trapez (Patterson T. 2000)

3. WIZUALIZACJA KRAJOBRAZU METODĄ PERSPEKTYWICZNĄ

Wizualizacja krajobrazu opierała się na zastosowaniu rzutu perspektywicznego i wykorzystaniu numerycznego modelu terenu, zdjęć satelitarnych i lotniczych. Istotnym zadaniem było odpowiednie przygotowanie danych źródłowych.

Materiałami źródłowymi były:

- numeryczny model terenu Karkonoszy,
- cyfrowe zobrazowania z satelity indyjskiego IRS 1C wykonane 2 września 1997 roku, o rozdzielczości terenowej 5,6 m, szerokości skanowania 70 km, zakresie spektralnym 500–700 nm,
- wielospektralne cyfrowe zobrazowania z satelity francuskiego SPOT XS wykonane w sierpniu 1999 roku z wysokości 820 km, o rozdzielczości 20x20 m,
- zdjęcia lotnicze wykonane we wrześniu 1996 roku w skali 1:30 000.

Do testowania metody wizualizacji krajobrazu wybrano Karkonosze. Przy wyborze obszaru do testowania kierowano się przede wszystkim dostępnością do istniejących materiałów źródłowych pozwalających na realizację projektu.

Wybrano trzy obszary testowe: Karpacz, Kowary i okolice jeziora Bukówka.

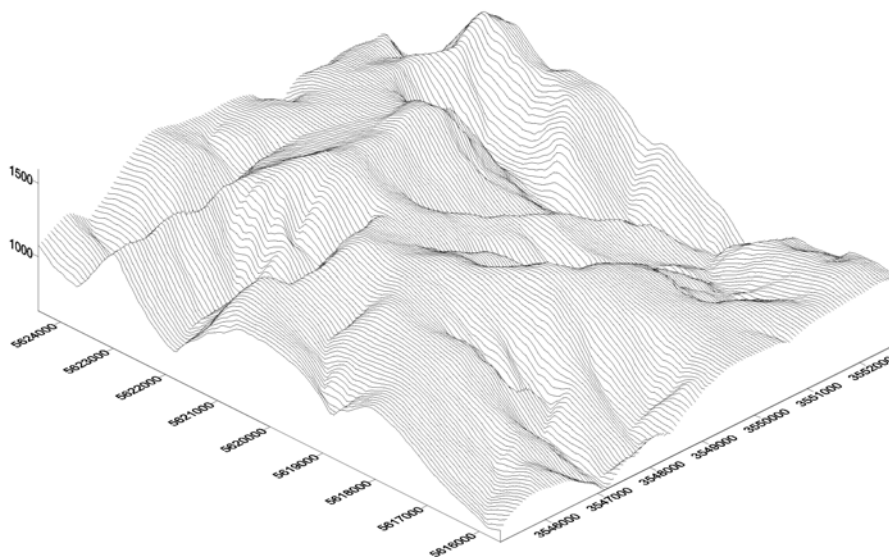
3.1. Opracowanie NMT dla wybranego obszaru

Dane do opracowania numerycznego modelu terenu (NMT) pozyskiwane są z różnych źródeł.

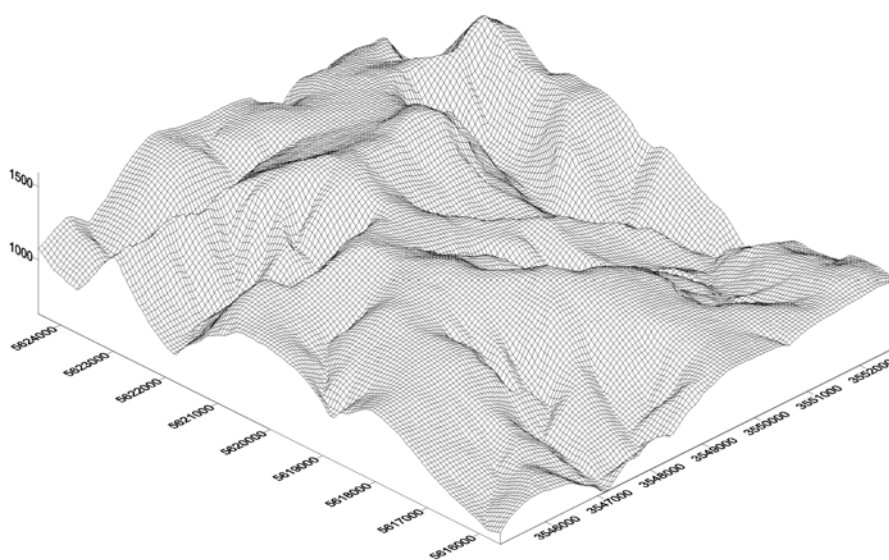
Kartografia dostarcza map topograficznych, będących materiałem źródłowym do pozyskania danych o ukształtowaniu terenu w postaci zbiorów wybranych punktów wysokościowych: warstwic, szczytów górskich, obszarów nieciągłości, linii szkieletowych (grzbietowych i ciekowych). Zbiory te stanowią podstawową bazę wysokościową do tworzenia NMT (Sprawozdanie merytoryczne Projektu Badawczego Nr 9 T12E 037 12, 2000 r.).

Fotogrametria umożliwia tworzenie NMT metodami fotogrametrii analitycznej i cyfrowej, na podstawie zdjęć lotniczych i satelitarnych. Otrzymujemy zapis NMT w postaci zbioru punktów, linii, siatek regularnych (GRID) i sieci triangulacyjnych (TIN).

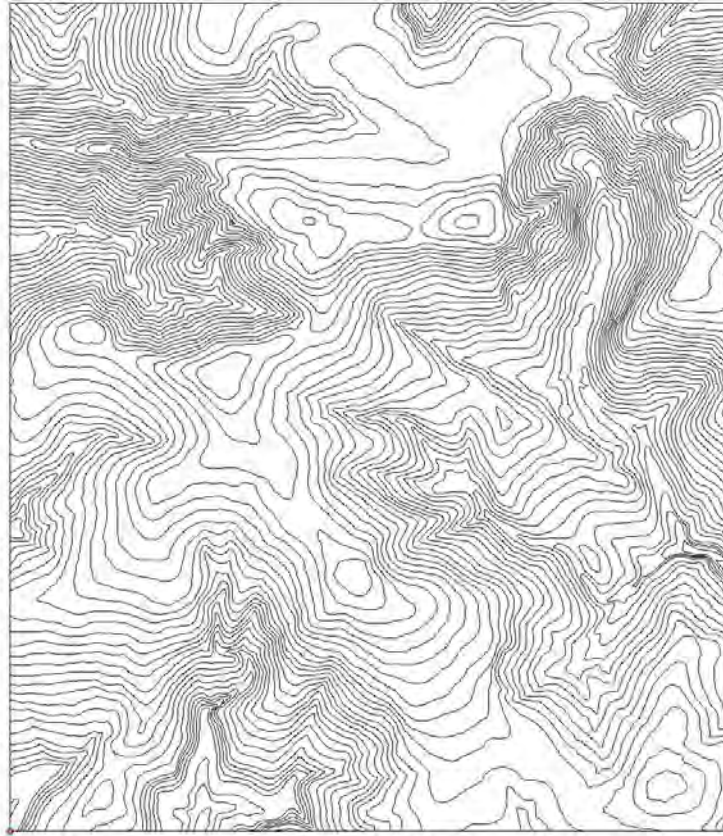
Metody wizualizacji NMT są bardzo różne i zależą w dużym stopniu od sposobu przechowywania danych wysokościowych. Istnieją oczywiście metody konwersji formatów zapisu tych danych technikami numerycznymi. Przykłady ilustrujące wybrane metody prezentacji danych wysokościowych przedstawione są na rysunkach 3–6.



Rys. 3. Blokdiagram przedstawiający obraz NMT w postaci profili w kierunku północ-południe



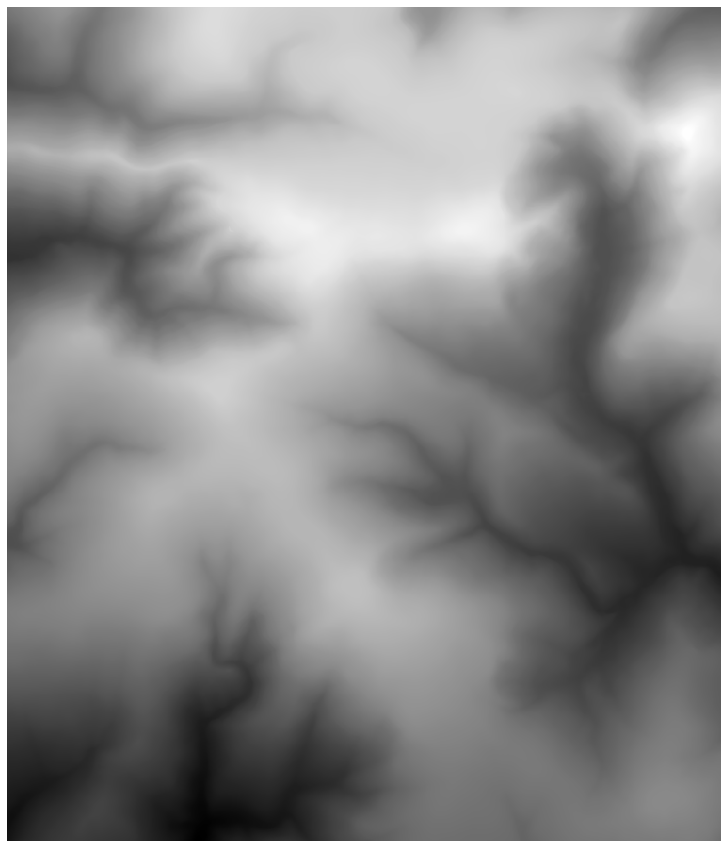
Rys. 4. Blokdiagram przedstawiający obraz NMT w postaci siatki regularnej (GRID)



Rys. 5. Obraz NMT w postaci warstwic

Zbiór punktów NMT może być zapisany w postaci siatki regularnej w zapisie binarnym, przeważnie w systemie 16- lub 32-bitowym, lub w postaci współrzędnych punktów XYZ czy wartości Z w macierzy o znanych wartościach XY w punkcie początkowym i końcowym (Rudnicki W. 2001).

Dla wybranego obszaru testowego wykorzystano NMT opracowany na podstawie rysunku rzeźby terenu 13 map topograficznych w skali 1:25 000 sporządzonych w układzie współrzędnych „1942”. Wektoryzacją objęto tylko warstwice, wybrane rozproszone punkty wysokościowe szczytów górskich, wierzchołków wzniesień i dolin. W celu wygładzenia krzywizn, wektorową postać warstwic poddano filtracji. Wektoryzacji poddano również sieć hydrograficzną i utworzono model sieci hydrograficznej. Do modelu wprowadzono pikiety i punkty wierzchołkowe. Otrzymany model terenu przetworzono do siatki regularnej o gęstości 5 m. Jednak na podstawie przeprowadzonych prób w ramach projektu okazało się, że siatka o takiej gęstości jest zbyt duża. W projekcie wykorzystano przetworzony model terenu do siatki regularnej (GRID) o gęstości 100 m.



Rys. 6. Obraz numerycznego modelu terenu zapisany w postaci rastrowej

3.2. Przygotowanie obrazu satelitarnego IRS 1C

Dla terenu Karkonoszy dostępne były dwie sceny satelitarne IRS 1C wykonane przez satelitę indyjskiego. Scena IRS 1C została poddana ortorektyfikacji, na uprzednio stworzony numeryczny model terenu. Była to praca mająca na celu uzyskanie poprawnej geometrii obrazu satelitarnego, uwzględniającej istniejące deniwelacje rzeźby terenu. Karkonosze obejmują obszar cechujący się dużą różnicą poziomów wysokości – szczyty górskie około 1600 m (Śnieżka 1602 m n.p.m.), okolica doliny Jeleniej Góry około 350 m n.p.m., co daje różnicę rzędu 1250 m.

Ortorektyfikację przeprowadzono na danych zapisanych w formacie Super Structure BSQ, na poziomie przetwarzania 0, dopuszczalny poziom przetwarzania 1 (korekcja radiometryczna). Punkty do przeprowadzenia ortorektyfikacji pozyskano z map i istniejącego modelu terenu. Po przekształceniu geometrii obrazu w programie OrtoEngine PCI (SE) dane zostały zapisane w formacie TIFF. Wielkość terenowa punktu obrazu została

zamieniona na 5 m (rozdzielczość terenowa IRS 1C to 5,6 m) (Sprawozdanie merytoryczne Projektu Badawczego Nr 9 T12E 037 12, 2000 r.).

3.3. Przygotowanie obrazu satelitarnego SPOT XS

Zobrazowanie satelitarne IRS 1C jest panchromatyczne, w związku z tym pojawił się problem pozyskania informacji barwnej. Dlatego też wprowadzenia barwy do panchromatycznego obrazu IRS 1C dokonano poprzez wykorzystanie informacji zawartych w wielospektralnym zobrazowaniu satelitarnym SPOT XS. W tym celu połączono zdjęcie IRS 1C z obrazem SPOT XS i dokonano klasyfikacji barw w czterech kanałach.

W wyniku połączenia obrazów oraz przeprowadzonej analizy kryteriów doboru przedstawianej treści i parametrów modelujących kompozycję barwną tonalnego obrazu dokonano uczytelnienia treści zdjęcia satelitarnego, poprzez wykonanie klasyfikacji nadzorowanej, umożliwiającej lepsze wydzielenie wybranych kategorii terenu. Uczytelnieniu poddano również sieć hydrograficzną obrazu satelitarnego (Sprawozdanie merytoryczne Projektu Badawczego Nr 9 T12E 037 12, 2000 r.).

3.4. Przygotowanie zdjęć lotniczych

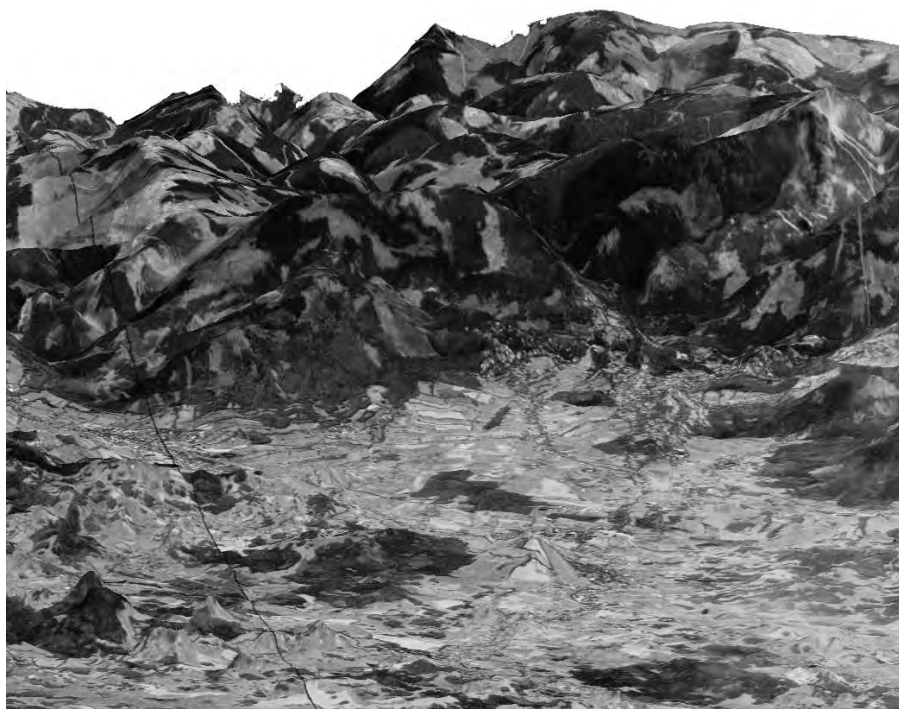
Zdjęcia lotnicze w skali 1:30 000 pozyskano w Centralnym Ośrodku Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej. Zeskanowano je, przyjmując następujące warunki: rozdzielczość skanowania 25 μm , pokrycie mono, histogram bez obcięć, zapis danych w formacie TIFF.

W treści zdjęć występują maskowania obszarów zastrzeżonych powodujące pojawianie się pustych miejsc uniemożliwiających prezentację Karkonoszy, wymaskowany został również obszar Karkonoszy leżący poza granicami Polski. Było to jednym z powodów, dla których wybrano akurat takie obszary testowe. Zdjęcia cechują się dużą nierównością tonalną. Występują wyraźne różnicowania tonalne wewnątrz pojedynczego zdjęcia. Widoczne są odbicia wywołane promieniowaniem słonecznym oraz zmiany kontrastu w górnych i dolnych partiach zdjęcia.

Zdjęcia lotnicze poddano ortorektyfikacji. Wykonano korekcję geometrii zdjęć, posługując się programem kanadyjskim OrtoEngine firmy PCI. Następnie zdjęcia połączono tworząc fotomozaikę (Sprawozdanie merytoryczne Projektu Badawczego Nr 9 T12E 037 12, 2000 r.).

3.5. Połączenie zobrazowań tonalnych i NMT

Przygotowane zobrazowania satelitarne i lotnicze nałożono na numeryczny model terenu w postaci siatki regularnej GRID. Tak przygotowane dane posłużyły do wizualizacji krajobrazu metodą perspektywiczną. Ilustruje to rysunek 7.



Rys. 7. Fragment numerycznego modelu terenu z nałożonym obrazem satelitarnym panchromatycznym IRS 1C

3.6. Opracowanie metody wizualizacji krajobrazu metodą perspektywną

Wizualizacja krajobrazu metodą perspektywną przy wykorzystaniu nowych technik komputerowych opierała się na wykorzystaniu numerycznego modelu terenu, zdjęć lotniczych i satelitarnych oraz zastosowania rzutu perspektywnego.

Do niedawna opracowanie rysunku perspektywnego krajobrazu było bardzo skomplikowane i pracochłonne. Mógł to robić utalentowany malarsko kartograf, który posiadał doświadczenie w rysowaniu i znajomości geometrii. Obecnie nowa technika komputerowa umożliwia wierniejszą wizualizację krajobrazu i prostszą w wykonaniu.

Aby wykorzystać rzut perspektywny, należało określić parametry konieczne do zastosowania w metodzie perspektywnej. Są nimi: kierunek rzutu, wysokość horyzontu, głębina rysunku.

Do realizacji tego projektu wykorzystano oprogramowanie: MicroStation (Bentley), MGE Terrain Analysta (Intergraph), Photoshop (Adobe).

4. RZUT PERSPEKTYWICZNY

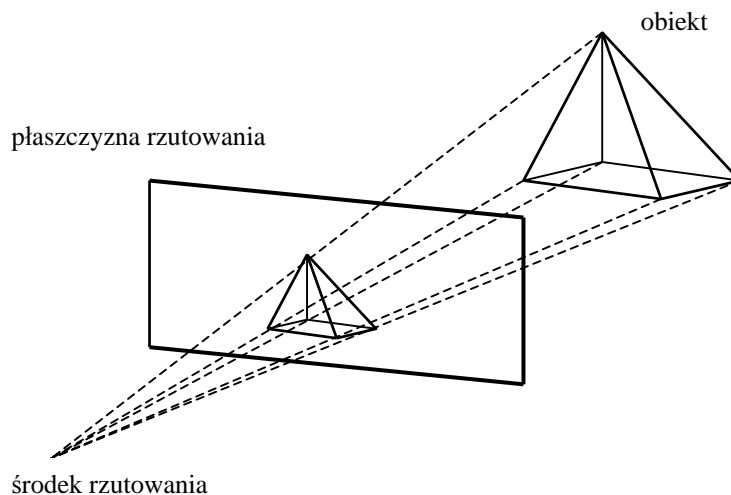
W metodzie perspektywicznej wizualizacji krajobrazu wykorzystywany jest rzut perspektywiczny. W celu przedstawienia jakiegoś obiektu w rzucie perspektywicznym należy z wybranego punktu przestrzeni (środek rzutowania) poprowadzić promienie do wszystkich punktów danego obiektu. Na drodze tych promieni umieszcza się płaszczyznę rzutowania (Atojan R. 1999). W przecięciu promieni z płaszczyzną rzutowania otrzymuje się perspektywiczne zobrazowanie obiektu (rys. 8).

Rzuty perspektywiczne, zwane również środkowymi, umożliwiają wizualizację obiektów przestrzennych z zachowaniem wrażenia głębi. W rzucie perspektywicznym promienie rzutowania mają punkt wspólny, zwany środkiem rzutowania. Odległość środka rzutowania od płaszczyzny rzutowania decyduje o deformacji zobrazowania (rys. 9).

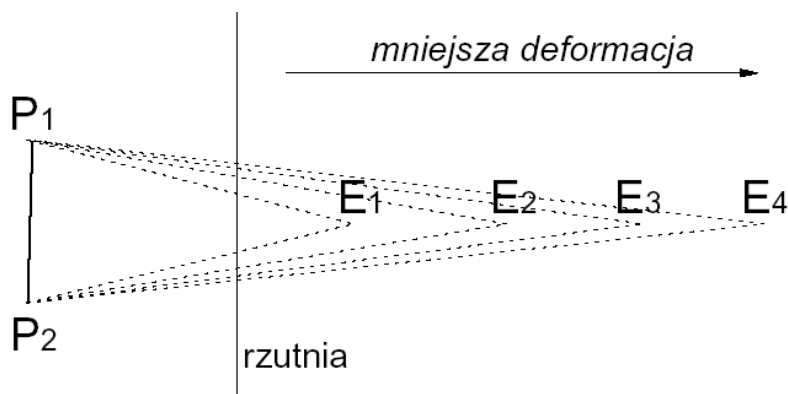
Chcąc uniknąć istotnych deformacji przy przedstawianiu krajobrazu metodą perspektywiczną, należy spełnić wymaganie dotyczące odległości środka rzutowania. Powinna ona być równa 1,5–2 wielkościom płaszczyzny obrazu.

Można wyróżnić trzy rodzaje przedstawień perspektywicznych w zależności od poziomego kąta widzenia (rys. 10):

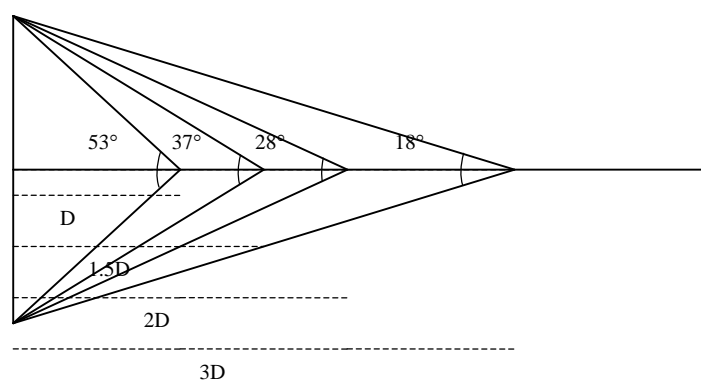
- szeroka perspektywa (obraz widziany jest pod kątem większym od 53°),
- normalna perspektywa (obraz widziany jest pod kątem w przedziale między 28° a 37°),
- wąska perspektywa (obraz widziany jest pod kątem w przedziale między 18° a 28°).



Rys. 8. Rzutowanie perspektywiczne



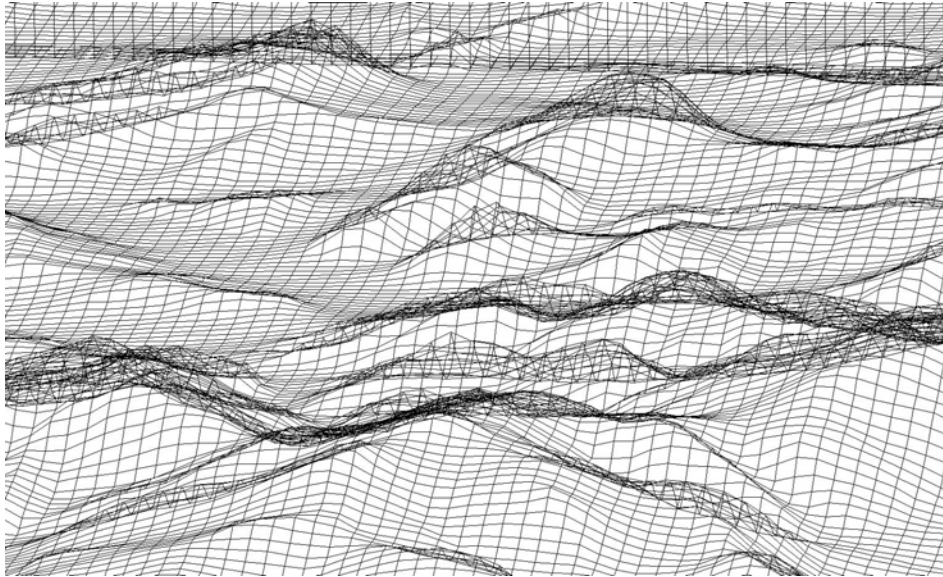
Rys. 9. Zależność wielkości deformacji zobrażenia od odległości środka rzutu
(Hebisz T. 2002)



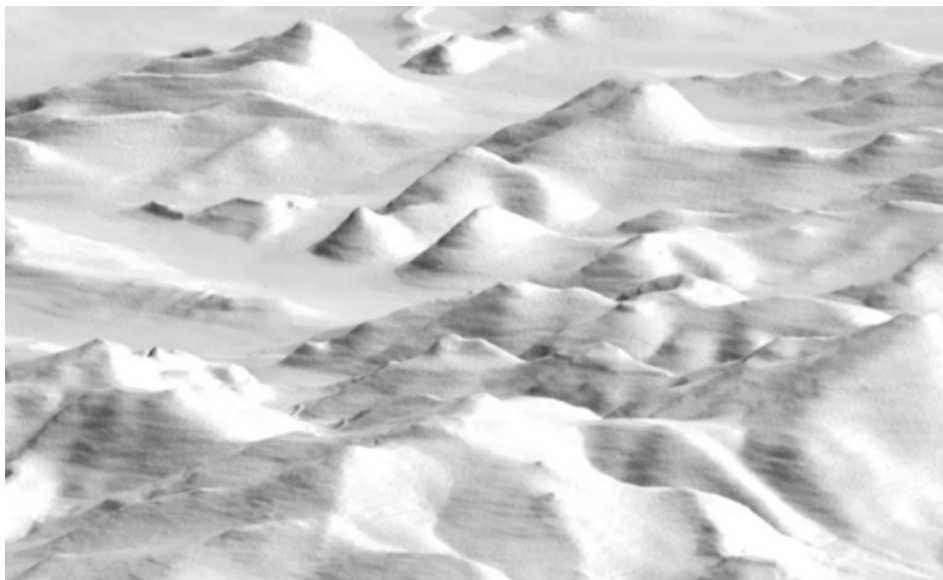
Rys. 10. Perspektywa w zależności od wielkości kąta obserwacji (Atojan R. 1999)

5. OKREŚLENIE PARAMETRÓW METODY PERSPEKTYWICZNEJ

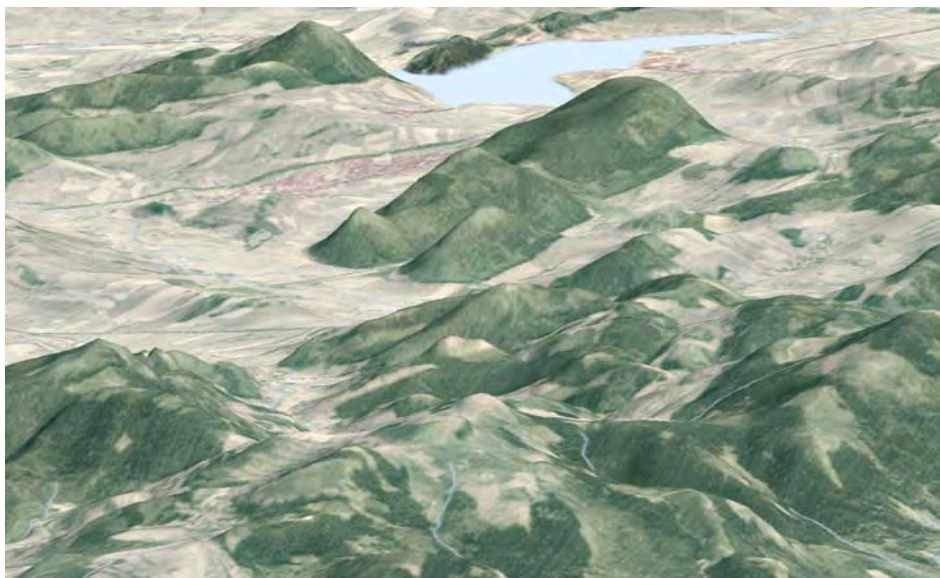
Określenie parametrów koniecznych do zastosowania w metodzie perspektywicznej polegało na wyznaczeniu: kierunku rzutu, wysokości horyzontu, głębi rysunku. Kierunek rzutowania jest bardzo istotnym parametrem w metodzie perspektywicznej. Zależy on od zróżnicowania wizualizowanego krajobrazu, rozmieszczenia jego punktów charakterystycznych. Punkt obserwacyjny powinien być tak dobrany, by wąwozy, jary, rzeki czy drogi w dolinach biegingy wzdłuż lub ukośnie do osi rzutu. Dla każdego obszaru testowego punkt obserwacyjny wybrany był oddzielnie. W punkcie tym stawiana była kamera (wykorzystana funkcja programu Microstation) o zadanym kącie widzenia i długości ogniskowej. W tej pozycji wykonywane było zdjęcie, które stanowiło rzut perspektywiczny danego obszaru.



Rys. 11. Perspektywa siatki regularnej GRID



Rys. 12. Perspektywa numerycznego modelu terenu



Rys. 13. Perspektywa numerycznego modelu terenu z barwnym obrazem satelitarnym



Rys. 14. Perspektywa numerycznego modelu terenu ze zdjęciami lotniczymi (widoczny brak wyrównania tonalnego i kontrastowego zdjęć lotniczych)



*Rys. 15. Perspektywa numerycznego modelu terenu ze zdjęciami lotniczymi
(zastosowano perspektywę powietrzną i barwną)*



*Rys. 16. Perspektywa numerycznego modelu terenu ze zdjęciami lotniczymi
(zastosowano perspektywę powietrzną i barwną oraz wprowadzono
cieniowany obraz rzeźby terenu)*

Przeprowadzono analizy mające na celu wybranie najbardziej korzystnych parametrów kamery.

Parametry kamery:

- kąt widzenia 46° ,
- długość ogniskowej 50 m.

Rysunek 11 przedstawia perspektywę siatki regularnej GRID (obszar testowy „*okolice jeziora Bukówka*”).

Rysunek 12 przedstawia perspektywę numerycznego modelu terenu (obszar testowy „*okolice jeziora Bukówka*”).

Rysunek 13 przedstawia perspektywę numerycznego modelu terenu z barwnym obrazem satelitarnym (obszar testowy „*okolice jeziora Bukówka*”).

Rysunek 14 przedstawia perspektywę numerycznego modelu terenu ze zdjęciami lotniczymi. Widoczny jest brak wyrównania tonalnego i kontrastowego zdjęć lotniczych (obszar testowy „*okolice jeziora Bukówka*”).

Rysunek 15 przedstawia perspektywę numerycznego modelu terenu ze zdjęciami lotniczymi. Do przedstawionego zobrazowania zastosowano perspektywę powietrzną i barwną (obszar testowy „*okolice jeziora Bukówka*”).

Rysunek 16 przedstawia perspektywę numerycznego modelu terenu ze zdjęciami lotniczymi. Do przedstawionego zobrazowania zastosowano perspektywę powietrzną i barwną oraz wprowadzono cieniowany obraz rzeźby terenu (obszar testowy „*okolice jeziora Bukówka*”).

6. PODSUMOWANIE

Projekt badawczy pozwolił na opracowanie nowej wspomaganiej komputerowo metody wizualizacji krajobrazu, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości efektywnego przekazu informacji o cechach charakterystycznych ukształtowania terenu za pomocą metody perspektywicznej.

Wykorzystując zobrazowania satelitarne i zdjęcia lotnicze w oparciu o istniejące modele terenu można w miarę szybko i tanio opracowywać opisaną metodą panoramy – perspektywy. Mogą one służyć do celów turystycznych i poglądowych oraz popularyzacji wiedzy o walorach rodzimego krajobrazu i jego cechach unikalnych.

Do niedawna opracowanie panoram i rysunku perspektywicznego krajobrazu było bardzo skomplikowane, pracochłonne i wymagało od autora uzdolnień malarskich oraz doskonałej znajomości geometrii.

Dzięki nowej technice komputerowej i opisanemu sposobowi, możliwe jest tworzenie panoram i zobrazowań perspektywicznych przez kartografów nie mających uzdolnień malarskich. Można by jeszcze do tych zobrazowań wprowadzić informację kreskową i opisową oraz połączyć je z interaktywną mapą turystyczną i wykonać próby umieszczenia ich na stronach internetowych [www](#).

LITERATURA

- [1] Atojan R., 1999, *Mapy panoramiczne*. Warszawa, Polski Przegląd Kartograficzny t. 31 nr 2.
- [2] *Nowa encyklopedia powszechna PWN*, t. 4, 1996. Warszawa, Wyd. Nauk. PWN.
- [3] Hebisz T., 2002, *Multimedia i grafika komputerowa*. Instytut Sterowania i Systemów Informatycznych: Zielona Góra (art. zam. na stronach www).
- [4] Map Library of the ETH-Bibliothek of the Swiss Federal Institute of Technology Zurich.
- [5] Patterson T., 2000, *A View from on High: Heinrich Berann's Panoramas and Landscape Visualization Techniques for the U.S. National Park Service*. High Mountain Cartography 2000, Kartographische Bausteine, Band 18, Dresden (ed. By M.F. Buchroithner, Institute for Cartography of the Dresden University of Technology).
- [6] Rudnicki W., 2001, *Koncepcja komputerowego cieniowania map tonalnych na przykładzie Mapy Karkonoskiego Parku Narodowego*. Warszawa, Prace IGIK t. XLVIII z. 103.
- [7] Szaflarski J., 1965, *Zarys kartografii*. Warszawa, PPWK.
- [8] Podlacha K. i in., 2000, *Opracowanie metody cyfrowego sporządzania map krajobrazowych z zastosowaniem tonalno-kreskowych informacji obrazowych*. Sprawozdanie merytoryczne Projektu Badawczego Nr 9 T12E 037 12, Warszawa.
- [9] Wrochna A., 2002, *Wizualizacja krajobrazu metodą perspektywiczną z zastosowaniem zdjęć lotniczych i satelitarnych przy wykorzystaniu nowych technik komputerowych*. Sprawozdanie merytoryczne Projektu Badawczego Nr 8 T12E 058 20, Warszawa.

ANNA WROCHNA
WALDEMAR RUDNICKI

VISUALIZATION OF LANDSCAPE WITH PERSPECTIVE
METHOD APPLYING AERIAL AND SATELLITE IMAGES
WITH THE USE OF NEW COMPUTER TECHNIQUES

A b s t r a c t

Authors present in the article results of research project, aimed at preparation of method of perspective visualization of landscape, applying aerial and satellite images with the use of new computer techniques.

Digital terrain models (NMT), which were created recently, allow for making map contents with simulated spatial effect and for their better perception. These models can be useful for landscape visualization. Panoramic images prepared so far with the use of conventional methods are almost no more produced. Present tools and achievements of computer science, as well as possibilities of using aerial and satellite images create basis for developing new methods for landscape presentation or for modifying old ones.

Perspective method as a tool for visual presentation of landscape is important for popularizing knowledge on attractions of home landscape and on its unique features.

Image information can be the main form of landscape description; it should not only organize thinking, but also support process of getting and deepening knowledge about natural environment.

Authors present in the article two methods of landscape visualization: panorama and perspective.

Process of preparation of source data, as well as work flow aimed at method of perspective landscape visualization with the use of aerial and satellite images, was presented.

Examples of perspectives for one of three test sites (surroundings of Bukowka Lake) were demonstrated.

Translation: Zbigniew Bochenek

*АННА ВРОХНА
ВАЛЬДЕМАР РУДНИЦКИ*

**ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТА МЕТОДОМ ПЕРСПЕКТИВЫ
С ПРИМЕНЕНИЕМ АЭРО- И КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ПРИ
ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНИК**

Р е з ю м е

Статья излагает результаты исследовательского проекта, в рамках которого разрабатывался способ визуализации ландшафта методом перспективы с применением аэро- и космических снимков при использовании новых компьютерных техник.

Созданные в последнее годы цифровые модели местности (NMT) дают возможность наглядно представить содержание карт и улучшить их перцепцию. Эти модели могут помочь привизуализации ландшафта. Разрабатываемые до сих пор в Польше традиционным путём панорамы ушли частично в забвение. Настоящие средства и развитие информатики,

а также возможность использования аэро- и космических снимков создают основу для развития новых или модифицирования прежних способов изображения ландшафта.

Значение метода перспективы как средства визуального представления ландшафта заключается в популяризации знаний о достоинствах собственного отечественного ландшафта и его уникальных чертах.

Главной формой описания ландшафта может быть образная информация, которая должна не только организовать мышление, но также должна быть для потребителей этих разработок одним из существенных факторов, формирующих процесс познания и закрепления знаний о природной среде.

В статье описаны методы классификации ландшафта: панорама, перспектива.

Представлен процесс подготовки исходных данных и ход работ по разработке визуализации ландшафта методом перспективы с применением аэро- и космических снимков.

Представлены примеры разработанных перспектив для одного из трёх тестовых территорий („окрестностей озера Букувка”).

Перевод: Роза Толстикова