



Jerzy Nita

Zakład Kartografii Geologicznej
Katedra Geologii Podstawowej
Wydział Nauk o Ziemi
Uniwersytet Śląski
ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec
jnita@wnoz.us.edu.pl

Regionalne Studia Ekologiczno-Krajobrazowe
Problemy Ekologii Krajobrazu, tom XVI
Warszawa 2006

Rola wizualizacji obiektów strukturalnych w badaniach krajobrazowych na przykładzie rejonu chęcińskiego

The role of visualization of structural objects
in landscape research.

Example of the Chęciny region

Abstract: The article discusses application of visualization methods in landscape research. Landscape visualization is connected with methods applied in geodesy, geography, geology and geomatic methods. Three-dimensional model (GIS 3-D) was applied in this study. The numeric maps of the structural objects are the base of this modelling.

Key words: visualization, digital terrain model, GIS, shaping of landscape, landscape, satellite images

Słowa kluczowe: wizualizacja, numeryczny model terenu, GIS, kształtowanie krajobrazu, krajobraz, zdjęcia satelitarne

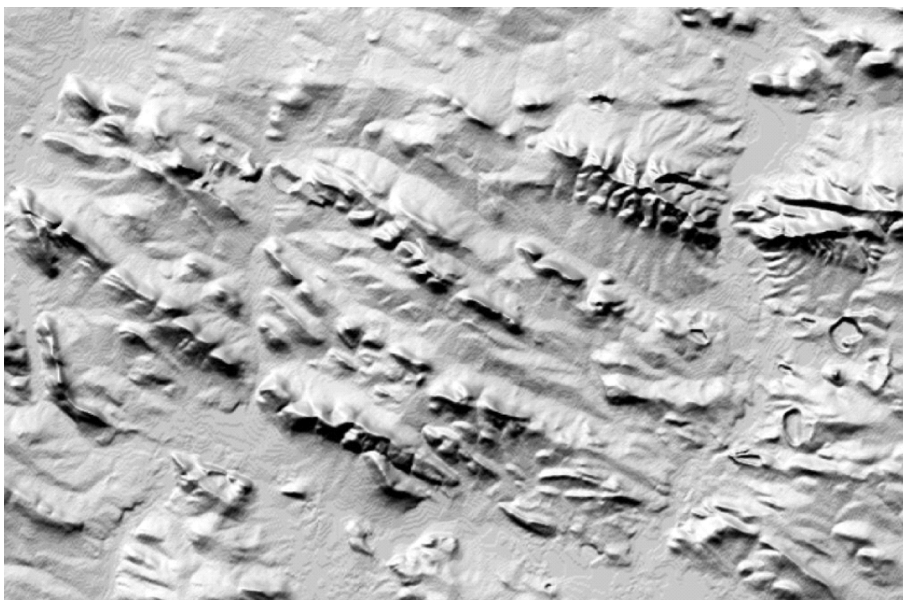
Wstęp

Wizualizacja krajobrazowa jest wykonywana na styku geodezji, geografii, geologii i geomatyki, gdzie powstały i są rozwijane koncepcje systemów trójwymiarowych (GIS-3D), innych dyscyplin posługujących się systemami (GIS) dwuwymiarowymi (Michalak 2000, Nita, Małolepszy 2004). Do przygotowania wizualizacji przestrzennej krajobrazu konieczne są tematyczne mapy cyfrowe wybranych elementów strukturalnych krajobrazu, oraz fotograficzny obraz elementów składowych np. zdjęcia satelitarne czy lotnicze. W ten sposób elementy treści krajobrazowej można zintegrować z trójwymiarową przestrzenią geomorfologiczną w zakresie oprogramowania komputerowego. W wizualizacjach krajobrazowych elementy składowe można prezentować na modelach numerycznych terenu (Ołdak 1994, Magnuszewski 1999, Wrochna, Rudnicki 2002, Nita, Małolepszy 2004), w postaci jednostkowej (warstwy lub moduły informacyjne). Modele przestrzenne, wykorzystywane w naukach o ziemi, umożliwiają także stwierdzanie prawidłowości i trendów zjawisk

przyrodniczych trudnych do wykrycia w analizie obrazów dwuwymiarowych na tradycyjnych materiałach kartograficznych (Myga-Piątek, Nita 2001).

Metodyka badań

W trakcie opracowania autor wykorzystał różne oprogramowania GIS, w których zestawiał dane modelu numerycznego oraz obrazy satelitarne i zdjęcia lotnicze dla potrzeb analiz krajobrazowych (Nita 2002). W opracowaniu posłużono się między innymi danymi SRTM-3 udostępnionymi przez NASA oraz kompozycjami Landsat 7 (wielkość piksela 14,25 m). Są to publicznie dostępne dane dla obszaru Europy, w tym także Polski. Numeryczny model terenu DEM pochodzi z radarowej misji promu kosmicznego Endeavour z lutego 2000 r. Uzyskane w wyniku tej misji interferogramy radarowe pozwalają na opracowanie modelu powierzchni terenu z wyjątkowo dużą rozdzielczością wyrażoną siatką o module $1 \ 0,00027777$ układu odniesienia WGS-84, co w przybliżeniu dla obszaru Polski odpowiada siatce 60×90 m. (ryc. 1). Obrazy satelitarne terenów przekształconych przez górnictwo doskonale ilustrują zmiany i obiekty antropogeniczne.



Ryc. 1. Numeryczny model terenu DEM (Digital Elevation Model) rejonu chęcińskiego (cieniowanie z kier. N). Widoczne struktury fałdowe paleozoiku i mezozoiku często obcięte dyslokacjami podłużnymi oraz uskokami poprzecznymi do ich przebiegu

Fig. 1. Digital Elevation Model (DEM) of the Chęciny region (shadow form north direction). Visibility of Paleozoic and Mesozoic fold structures and longitudinal dislocation and transversal faults

Metodyka badań oparta została na wizualizacji elementów krajobrazowych w systemie GIS, prowadzonej na powierzchni terenu reprezentowanej w modelu geodezyjnym przez:

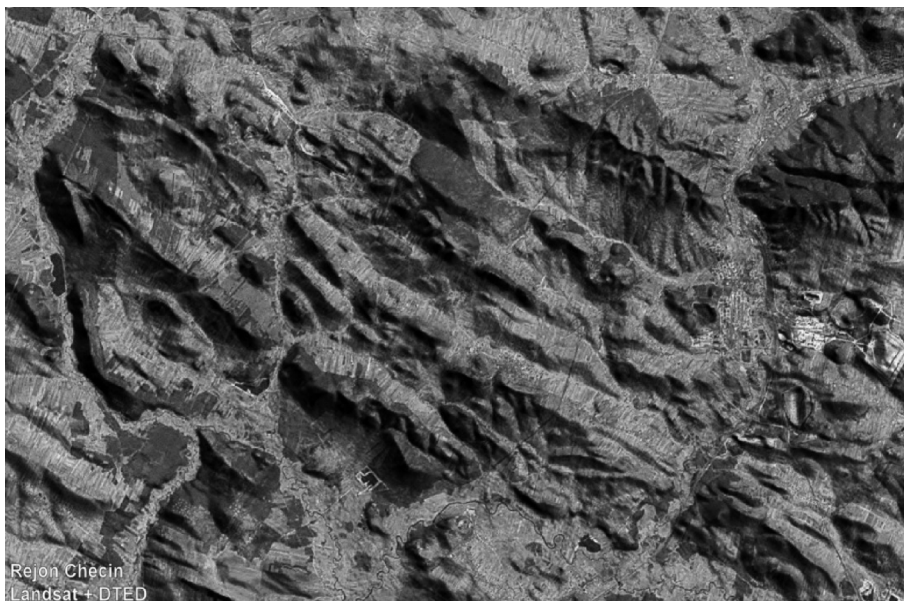
- cyfrowy model powierzchni terenu DTM (Digital Terrain Model), w którym zawierają się składniki krajobrazu niezwiązane z morfologią (Kraak, Ormeling 1998),
- cyfrowy model ukształtowania powierzchni DEM (Digital Elevation Model) oparty na DTED (Digital Terrain Elevation Data), lub NMT (Numeryczny Model Terenu), w którym są pominięte składniki krajobrazu niezwiązane z morfologią (Gaździcki 1990, Kraak, Ormeling 1998, Nita 2002).

Charakterystyka morfologiczno-strukturalna obszaru badań

Jako obszar doskonale nadający się do badań związków strukturalno-krajobrazowych wybrano teren arkusza Chęciny. Położony on jest pomiędzy 20°15' a 20°30' długości geograficznej wschodniej oraz między 50°40' a 50°50' szerokości geograficznej północnej. Jest to obszar znacznych zmian antropogenicznych, głównie za sprawą eksploatacji surowców skalnych. Obejmuje on fragmenty gmin Chęciny, Małogoszcz, Jędrzejów, Sobków, Piekoszów i Sitkówka-Nowiny. Obszar arkusza jest bardzo zróżnicowany pod względem morfologiczno-strukturalnym. Charakterystyczna jest urozmaicona rzeźba terenu o wyraźnych założeniach strukturalnych, w której dominują równoległe wapienne grzbiety osiągające wysokości 250–357 m n.p.m. Najwyższe wzniesienia stanowią: Grząby Bolmińskie (334,6 m n.p.m.), Grzywy Korzeckowskie, Pasma Chęcińskie (Rzepka – 356,8 m n.p.m.) i Grzbiet Bolechowicki. Pasma wzgórz przecięte są szerokimi dolinami rzeki Nidy i jej dopływów. Struktury fałdowe paleozoiku i mezozoiku często obcięte są dyslokacjami podłużnymi oraz uskokami poprzecznymi do ich przebiegu (ryc. 1 i 2). Wśród najważniejszych stref dyslokacyjnych, mających znaczenie dla warunków hydrogeologicznych i krajobrazowych obszaru, wymienić należy uskoki przebiegające wzdłuż dolin rzek Nidy i jej dopływów: Białej i Czarnej Nidy. Omawiany obszar obejmuje południowo-zachodni fragment antyklinorium świętokrzyskiego oraz przylegającą do niego część niecki nidziańsko-miechowskiej. W obrębie antyklinorium świętokrzyskiego wyróżnia się dwa zasadnicze elementy strukturalne: trzon paleozoiczny oraz jego obrzeżenie permsko-mezozoiczne. Struktury paleozoiczne mają przebieg WNW–ESE, budowę fałdową i są silnie zdyslokowane, na obszarze badań stanowią dwie mniejsze jednostki tektoniczne. Pierwsza to antyklina chęcińska zbudowana z łupków i piaskowców kambriu dolnego, piaskowców dewonu dolnego oraz węglanowych skał dewonu środkowego. Antyklinę ogranicza od południa druga jednostka, synklina gałęzicko-bolechowicko-borkowska, utworzona z węglanowych skał dewonu środkowego, które fragmentarycznie przykryte są utworami dolnego triasu. Od południa do masywów paleozoicznych

przylega permsko-mezozoiczne obrzeżenie Gór Świętokrzyskich. W obrębie tej struktury, o przebiegu NW–SE, można wyodrębnić kilka mniejszych jednostek: synklinę ostrowsko-bolmińską, antyklinę lasocińską, synklinę małogoską, antyklinę zbrzańsko-bocheńską, synklinę bizorendzką i antyklinę sobkowską. Dominujące znaczenie w budowie strukturalnej odgrywają skały jury górnej (wapienie, margle, łupki). Podrzędnie występują utwory jury środkowej oraz triasu górnego (iłowce, mułowce, łupki, piaskowce), ponadto triasu środkowego i triasu dolnego (wapienie, piaskowce, iłowce). W południowej części znajduje się fragment niecki nidziańskiej, którą budują margle, wapienie i opoki górnej kredy oraz piaskowce i piaski kredy dolnej. Utwory starszego podłoża przykryte są lokalnie osadami czwartorzędu (gliny, mułki, piaski) o zmiennej miąższości. Morfologia spągu utworów czwartorzędowych jest bardzo zróżnicowana, największe miąższości utworów czwartorzędu do 40 m stwierdzono w dolinach rzeki Nidy.

Teren badań w północnej części posiada kilka zakładów wydobywczo-przetwórczych przemysłu materiałów budowlanych funkcjonujących jako



Ryc. 2. Numeryczny model terenu z nałożonym obrazem Landsat 7 dla rejonu chęcińskiego (cieniowanie z kier. NE). Widoczne elementy kompozycji krajobrazowej (np. zalesione wzgórza, kamieniołomy, zbiorniki wodne, rzeki itp.). Pasma wzgórz przecięte są szerokimi dolinami rzeki Nidy i jej dopływów

Fig. 2. Digital Elevation Model (DEM) with Landsat 7 satellite image overlapping of the Chęciny region (shadow form north-east direction). Visibility of landscape composition elements (hills with forest, quarries, water reservoirs, rivers). Hills ranges are section by Nida valley and Nida tributaries

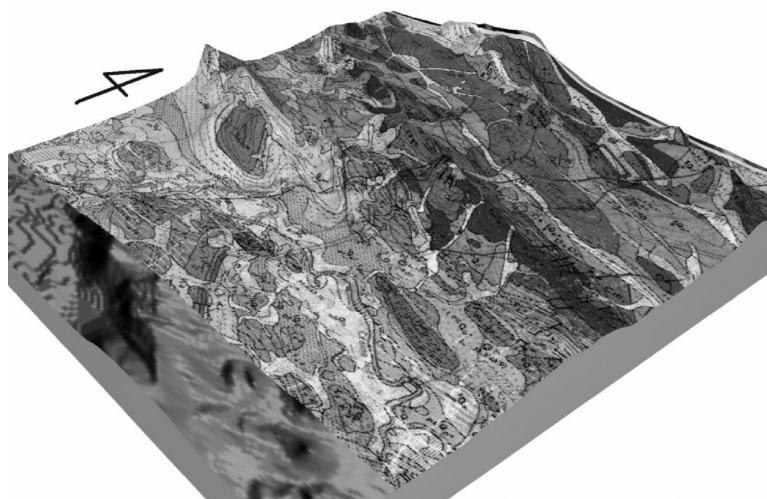
Kielecki Okręg Eksploatacji Surowców Węglanowych (dawniej zwany „Białym Zagłębiem”). Dużymi obiektami przemysłowymi na tym terenie są: Cementownia w Nowinach, Małogoszczy (kopalnia odkrywkowa i cementownia) i Kopalnie Surowców Mineralnych w Bolechowicach, Kowali (kamieniołom i zakład produkcji kruszywa). Inne mniejsze objekty to: kamieniołomy w Wolicy i Sobkowie oraz inne.

Model a wizualizacja obiektów w badaniach krajobrazowych

W opracowaniu wykorzystano generalnie dwie metody wizualizacji powierzchniowej budowy geologicznej i jej bezpośrednich związków z ukształtowaniem oraz obecnym zagospodarowaniem powierzchni terenu. W pierwszej wykorzystano cieniowany relief powierzchni terenu utworzony z numerycznego modelu wysokościowego (DEM). Cieniowany relief posłużył jako tło dla różnych map tematycznych, w tym geologicznej. Dzięki łączeniu obrazów uzyskano pseudotrójwymiarowy model różnych elementów krajobrazowych, np. infrastruktury, zalesienia, wychodni geologicznych, prezentujący w sposób czytelny geomorfologiczne cechy powierzchni terenu (ryc. 1, 3). W drugiej metodzie obraz powierzchni (DEM) zestawiono z fragmentem satelitarnej mozaiki archiwalnych obrazów Landsat 5 lub 7 w formacie kompresji danych MrSID (ryc. 2), lub zdjęciami lotniczymi. Obrazy satelitarne udostępnione przez NASA doskonale nadają się do ogólnej oceny zagospodarowania powierzchni terenu oraz badań wizualizacji krajobrazowych.

Na prezentowanym modelu rzeźby (ryc. 1) oraz budowy geologicznej (ryc. 3), widoczne są w plastyczny sposób przestrzenne zależności podstawowych wydzielen geomorfologicznych i geologicznych, ich relacje wysokościowe. Bardzo czytelne stają się niżej położone rozległe, względnie płaskie obszary pokryte osadami czwartorzędowymi oraz urozmaicone siecią drenażu. Nad nimi dominują obszary wychodni starszego podłoża o większych deniwelacjach, z wyraźnymi rysami budowy strukturalnej wyrażonymi m.in. w formie lineamentów i fototonów. Tak przedstawiona powierzchnia współczesnego naturalnego krajobrazu jest zdaniem autora zdecydowanie bardziej czytelna i zrozumiała w porównaniu z jej prezentacją na płaskich, tradycyjnych mapach czy schematach.

Dzięki wizualizacji każda wykonywana mapa tematyczna (krajobrazowa) w bardziej przystępnej postaci prezentuje zależności przestrzenne np. geologiczno-geomorfologiczne oraz ich konsekwencje krajobrazowe dla wybranego regionu. Taką mapę można wykorzystać między innymi w opracowaniach wykonywanych przez architektów krajobrazu w planowaniu przestrzennym, geomorfologów do analizy i interpretacji form terenu (geomorfologia strukturalna), itp. opracowań. Zestawienie mapy geologicznej z cieniowaną mapą rzeźby terenu umożliwi eksponowanie obrazu tych elementów ukształtowania powierzchni terenu, poprzez zmianę przewyższenia reliefu powierzchni, które



Ryc. 3. Numeryczny model terenu z nałożonym obrazem mapy geologicznej dla rejonu chęcińskiego. Widoczna urozmaicona rzeźba terenu o wyraźnych założeniach strukturalnych, w której dominują równoległe wapienne grzbiety

Fig. 3. Digital Elevation Model (DEM) with geological map image overlapping of the Chęciny region. Visibility of variety of terrain relief with dominant of parallel limestone ridges

są słabo wyrażone w rysunku izoliniowym na mapach topograficznych, jak na przykład terasy, stożki napływowe lub wydmy (Nita, Małolepszy 2004). Istotną cechą wykorzystanego modelu DEM jest także możliwość zmiany kierunku oświetlenia reliefu, co daje możliwość selektywnego wyróżniania poszukiwanych obiektów morfologicznych lub trendów strukturalnych.

Obraz na pseudotrójwymiarowej mapie tematycznej pozwala również na weryfikację jakościową obiektów krajobrazowych i innych np. geologicznych. Nałożone na relief wydzielenia geologiczne nie zawsze współgrają z rzeźbą terenu. Najczęściej jest to spowodowane różnicami w odwzorowaniach kartograficznych zestawianych materiałów, jakkolwiek nie należy wykluczać błędów w procesie tworzenia mapy geologicznej. Gdy np. osie dolin przebiegają po stoku lub zamknięte granice ostańca skał podłoża nie pokrywają się z zarysem wzniesienia to znaczy, że mapa zawiera błędy lokalizacyjne. W prezentowanej metodzie w prosty sposób można zatem identyfikować i korygować tego rodzaju błędy, związane z dowolnym opracowaniem tematycznym, np. geologicznym lub z podkładem geodezyjnym (Nita, Małolepszy 2004).

Ułatwienie dostępu do satelitarnych obrazów powierzchni terenu wprowadza nowe możliwości badawcze do opracowań krajobrazowych oraz poszerza wraz z NMT możliwości wizualizacji opracowań. Łączenie obrazu satelitarnego lub lotniczego z dowolną mapą tematyczną i NMT umożliwia tworzenie

różnych interdyscyplinarnych, tematycznych opracowań, jak np. ryc. 1–3 związanych z:

- zagospodarowaniem przestrzennym terenu,
- dokumentowaniem elementów przyrody nieożywionej,
- dokumentowaniem elementów krajobrazowych,
- analizą hydrografii i hydrogeologii,
- tektoniką itp.

Wykorzystanie technik komputerowych w łączonych treściach map tematycznych z obrazami satelitarnymi jest najskuteczniejsze w obszarach o urozmaiconej rzeźbie terenu, w których uwidaczniają się wychodnie skał podczwartorzędowych, a obecna budowa jest silnie maskowana roślinnością. Wizualizacja może również rozstrzygać jednostkowe kompozycje krajobrazowe, jak np. sprawy zalesiania czy odlesiania obiektów przestrzennych. Przykładem takiego zastosowania jest autorska kompozycja obrazu wzgórza zamku chęcińskiego (ryc. 4), budzącego wiele kontrowersji w oczach leśników, biologów. Jest współczesną próbą rekonstrukcji krajobrazu z czasów świetności zamku, dla którego to widoku liczne rzesze turystów każdego roku odwiedzają Chęciny. Takie modelowanie wizualizacyjne daje możliwość wielowariantowych opracowań w grupach ekspertów bez konieczności natychmiastowego wycianienia drzewostanu.



Ryc. 4. Kompozycja fotografii wzgórza zamkowego w Chęcinach z 2003 r. (po odlesieniu środkowej partii) z rekonstrukcją średniowieczną, co daje obraz odlesienia całości południowego skrzydła antykliny chęcińskiej

Fig. 4. Visualization of the hill with the castle in Chęciny – photo from 2003 year (after deforestation of middle part of them) with medieval reconstruction – it is representation of range of deforestation of south part of Chęciny anticline

Posumowanie

Badania prowadzone w rejonie chęcińskim z wykorzystaniem modeli numerycznych oraz obrazów satelitarnych Landsat 7 i zdjęć lotniczych dla wizualizacji krajobrazu pozwoliły na:

- analizę i interpretację form składających się na krajobraz naturalny tego obszaru,
- analizy zmienności terenu (wielkości spadków, ekspozycja, widoczność itp.) jako funkcji urozmaicenia terenu i atrakcyjności krajobrazowej,
- analizy kartometryczne form powierzchniowych (zasięgu występowania określonych elementów terenowych w powiązaniu z budową geologiczną),
- waloryzację krajobrazową form terenu,
- wizualizację opracowań treści krajobrazowej w nawiązaniu do wielu numerycznych map tematycznych i innych materiałów kartograficznych np. ortofotomap i obrazów satelitarnych,
- wizualizacji opracowań krajobrazowych dla celów dydaktycznych i naukowych,
- prognozowania potencjalnych zmian w obrębie krajobrazu oraz ocenę ich wpływu na realną wartość krajobrazu przy waloryzacji i inwentaryzacji zasobów naturalnych.

Literatura

- Gądzicki J., 1990: *Systemy Informacji Przestrzennej*. PPWK, Warszawa – Wrocław.
- Magnuszewski A., 1999: *Zastosowania GIS w geografii fizycznej*. PWN, Warszawa.
- Kraak, M-J., Ormeling F., 1998: *Kartografia. Wizualizacja danych przestrzennych*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- Michalak J., 2000: *Geomatyka (geoinformatyka) – czy nowa dyscyplina?* „Przegląd Geologiczny”, vol. 48, nr 8.
- Myga-Piątek U., Nita J., 2001: *The use of Numerical Models in Valorisation and Reconstruction of Landscape Elements on the Basic of „Parkowe” Reservation*. GIS International Conference, Zagrzeb – Osijek.
- Nita J., Małolepszy Z., 2004: *Metody usprawnienia wizualizacji i interpretacji powierzchniowej budowy geologicznej*. „Technika Poszukiwań Geologicznych Gesynoptyka i Geotermia”, nr 3 (227).
- Nita J., 2002: *Wykorzystanie modeli numerycznych powierzchni terenu i zdjęć lotniczych w ocenie form morfologicznych dla potrzeb waloryzacji krajobrazu [w:] Fotogrametria i Teledetekcja w Społeczeństwie Informacyjnym*. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol. 12 a, Warszawa.
- Óldak A., 1994: *Zastosowanie systemów informacji geograficznej do analizy wybranych cech środowisk przyrodniczych*. „Przegląd Geograficzny”, R. XXXIX, z. 1, Warszawa.
- Wrochna A., Rudnicki, 2002: *Wizualizacja krajobrazu metodą perspektywiczną z zastosowaniem zdjęć lotniczych i satelitarnych przy wykorzystaniu nowych technik komputerowych*. „Prace Instytutu Geodezji Kartografii”, z. 105/2002, t. XLIX.