



## **GEOWIZUALIZACJA W PROCESIE URZĄDZANIA PRZESTRZENI WIEJSKIEJ**

*Agnieszka Trystuła*

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

## **GEOVISUALISATION APPLIED IN THE CONSTRUCTION OF RURAL SPACE**

### *Streszczenie*

Scalanie gruntów jest jednym z istotniejszych i zarazem najtrudniejszych procesów przekształcających strukturę funkcjonalno - przestrzenną obszarów wiejskich Unii Europejskiej. Aby jednak jakość prac scaleniowych miała znaczący wpływ m.in. na stworzenie silnych i przynoszących dochód gospodarstw rolnych, umożliwienie dostępu do dróg dojazdowych i innych elementów infrastruktury technicznej przy zachowaniu dotychczasowych walorów krajobrazowych i różnorodności biologicznej, a także ochronę obszarów wiejskich przed katastrofalnymi skutkami zagrożeń naturalnych, wykonawcy prac scaleniowych muszą mieć zapewniony bezproblemowy i szybki dostęp nie tylko do aktualnych i umiejętnie dobranych danych, ale także narzędzi i rozwiązań umożliwiających ich analizy przestrzenne (2D, 3D) wraz z wizualizacją wyników tych analiz.

W opracowaniu przedstawiono możliwość wykorzystania geowizualizacji jako działania wspomagającego opracowanie analiz i studiów obiektu scaleniowego pod kątem m.in. istniejących warunków przyrodniczych, a także wystąpienia ekstremalnych zjawisk przyrodniczych. Dzięki zastosowaniu geowizualizacji możliwa będzie jeszcze bardziej dokładna i precyzyjna interpretacja zjawisk i zmian zachodzących w przestrzeni.

**Słowa kluczowe:** scalenia gruntów, geowizualizacja

### *Summary*

*Land consolidation is one of most important and difficult processes transforming the functional and spatial structure of rural areas in the European Union. In order to make the quality of land consolidating operations a factor with*

*a significant impact on establishing strong, economically efficient farms, facilitating access to roads and other components of technical infrastructure while maintaining the landscape values and biodiversity and protecting rural areas against the effects of natural threats, contractors responsible for land consolidation must be provided with quick, easy access not only to current and skillfully selected data, but also to tools and solutions for their spatial analyses (2D, 3D) together with visualization of the results of these analyses.*

*This paper presents a potential application of geovisualisation as a supporting tool for analyses and studies of a consolidated object with a focus on existing environmental conditions as well as on the occurrence of extreme natural phenomena. Thanks to geovisualisation, it will be possible to generate a more precise and accurate interpretation of spatial phenomena and changes.*

**Key words:** *land consolidations, geovisualisation*

## WSTĘP

Scalenie gruntów jest zabiegiem urządzeniowo – rolnym przekształcającym układ przestrzenny gruntów rolnych na terenach wiejskich. Zdecydowanie wpływa on na możliwość racjonalizacji struktury przestrzennej rozdrobnionych i będących dotychczas w szachownicy gruntów gospodarstw rolnych w działki powierzchniowo większe, o korzystnym kształcie oraz dogodnym położeniu w stosunku do zabudowy [Akińcza, Malina 2007]. Scalenia gruntów mogą być także jednym ze sposobów ograniczania strat spowodowanych powodziami oraz osunięciami ziemi, których częstość występowania nasiliła się niebezpiecznie w ostatnich latach.

Aby jednak jakość prac scaleniovych miała znaczący wpływ m.in. na stworzenie silnych i przynoszących dochód gospodarstw rolnych, umożliwienie dostępu do dróg dojazdowych i innych elementów infrastruktury technicznej przy zachowaniu dotychczasowych walorów krajobrazowych i różnorodności biologicznej, a także ochronę obszarów wiejskich przed katastrofalnymi skutkami zagrożeń naturalnych, wykonawcy prac scaleniovych muszą mieć zapewniony bezproblemowy i szybki dostęp nie tylko do aktualnych i umiejętnie dobranych danych, ale także narzędzi i rozwiązań umożliwiających ich analizy przestrzenne (2D, 3D) wraz z geowizualizacją wyników tych analiz.

Geowizualizacja opiera się na podejściach z wielu dyscyplin, takich jak istniejące w kartografii, wizualizacji naukowej, analizach obrazów, wizualizacji informacji, eksploracyjnych analizach danych oraz w GIScience [MacEachren, Kraak 2001]. Różnorodne powiązania przyczyniają się do tworzenia teorii, metod i narzędzi do eksploracji, analiz, syntez i prezentacji danych zawierających informację geograficzną [Medyńska – Gulij 2012].

W opracowaniu przedstawiono możliwość wykorzystania geowizualizacji jako działania wspomagającego opracowanie analiz i studiów obiektu scaleniovego pod kątem m.in. istniejących warunków środowiskowych (np. warunków fizjo-

graficznych), a także wystąpienia ekstremalnych zjawisk przyrodniczych. Dzięki zastosowaniu geowizualizacji możliwa będzie jeszcze bardziej dokładna i precyzyjna interpretacja zjawisk i zmian zachodzących w przestrzeni.

### **STUDIUM WARUNKÓW FIZJOGRAFICZNYCH**

Do głównych działań podejmowanych w związku z przygotowaniem obiektu do prac scaleniowych zalicza się inwentaryzację stanu istniejącego (przygotowanie niezbędnych danych do przeprowadzenia prac scaleniowych) oraz analizę stanu istniejącego (studia i analizy dotyczące m.in. warunków przyrodniczych oraz przestrzennego rozpoznania obszarów zagrożonych wystąpieniem ekstremalnych zjawisk przyrodniczych). Rola studiów i analiz dotyczących charakterystyki obiektu scaleniowego w opracowaniu projektu scalenia gruntów jest ogromna i niezastąpiona. Wyniki opracowań studialnych i różnego rodzaju analiz są brane pod uwagę w szczególności podczas projektowania działań dotyczących m.in. organizacji przestrzennej gospodarstw rolnych, kształtowania krajobrazu przyrodniczego, poprawy warunków wodnych i gospodarki wodnej oraz zmian w strukturze użytkowania gruntów [Trystuła 2012].

Ustawa o scalaniu i wymianie gruntów z 26 marca 1982 r. zaleca, aby podejmując działania zmierzające do poprawy struktury przestrzennej gospodarstw rolnych i leśnych dostosowywać granice nieruchomości do istniejących naturalnych i antropogenicznych elementów krajobrazu. Rzeźba terenu jest jednym z naturalnych elementów krajobrazu, który jest uwzględniany m.in. przy organizacji przestrzeni rolniczej, wyborze gruntów do zalesienia, kształtowaniu sieci dróg transportu rolnego oraz wyborze terenów przeznaczonych pod inwestycje z zakresu ochrony przeciwpowodziowej.

Możliwość poznania oraz wyciągnięcia odpowiednich wniosków dotyczących ukształtowania terenu w wybranym obiekcie scaleniowym uzależniona jest od dostępności do odpowiedniej jakości opracowań kartograficznych oraz geodezyjnych, ale także od zastosowanych metod analizowania i oceny rzeźby terenu. Tradycyjne rozwiązania polegające na analizowaniu analogowych map topograficznych dostarczają użytkownikowi niezbędnej wiedzy na temat rzeźby terenu, ale są czasochłonne i charakteryzują się ograniczoną liczbą zmiennych, które ograniczają zakres analiz. Dużo lepszym rozwiązaniem jest wykorzystanie numerycznego modelu terenu do uzyskania pochodnych informacji o rzeźbie terenu. Zawiera on zapis wysokości topograficznej i algorytm interpolacyjny zgodny z wrysowanym układem poziomic, co umożliwia odtworzenie kształtu powierzchni terenu dla wybranego obszaru. Dane do numerycznego modelu terenu pozyskuje się w wyniku wektoryzacji poziomic i punktów wysokościowych z map topograficznych, bezpośrednich pomiarów terenowych, przetwarzania zdjęć lotniczych, skaningu laserowego oraz obrazów radarowych [Medyńska – Gulij 2012].

Analizy rzeźby terenu dotyczą m.in. tworzenia izolinii (warstwic), przedziałów wysokości, nachylenia terenu, ekspozycji terenu, cieniowania zboczy (powierzchnie nasłonecznienia), widoczność zbocza oraz kierunków spływów powierzchniowych.

### **GEOWIZUALIZACJA W BADANIACH WARUNKÓW FIZJOGRAFICZNYCH OBIEKTU SCALENIOWEGO ORAZ W ROZPOZNANIU OBSZARÓW ZAGROŻONYCH WYSTĄPIENIEM POWODZI**

Geowizualizacja (wizualizacja danych geograficznych) to jeden z trendów rozwoju GIS. Dzięki niej w efektywny i efektowny sposób można analizować i przedstawiać otaczającą nas przestrzeń [www.24gis.pl]. MacEachren [2004] uważa, że geowizualizację należy definiować jako wykorzystanie wizualnych reprezentacji informacji geoprzestrzennej do ułatwienia myślenia, zrozumienia i budowania wiedzy o aspektach środowiska człowieka i środowiska fizycznego typowych dla skal geograficznych oraz kreowania reprezentacji wizualnych dla tych aspektów.

Główny nacisk w badaniach dotyczących geowizualizacji jest położony na reprezentację zjawisk geograficznych, na wizualizację i na interfejs [Dykes, MacEachren, Kraak 2005]. Istotą geowizualizacji jest także interpretacja wyświetlanych graficznie informacji z połączeniem wiedzy o percepcji człowieka i kognitywnych, czyli poznawczych relacji [Medyńska – Gulij 2012].

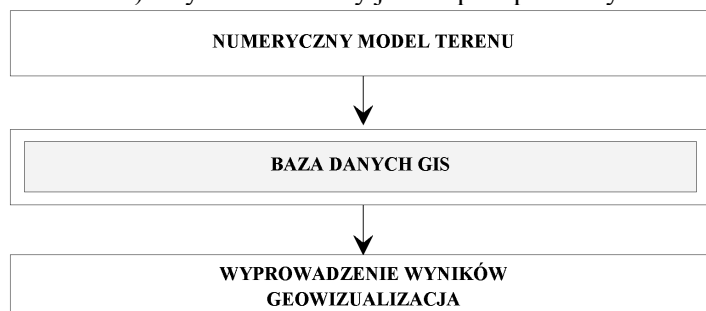
Geowizualizacja może odgrywać istotną rolę w badaniu warunków przyrodniczych (m.in. warunków fizjograficznych) obiektu scaleniegowego oraz analizach związanych z wystąpieniem zagrożenia powodziowego. Zastosowanie narzędzi geowizualizacji ułatwi analizę, syntezę oraz prezentację niezbędnych danych w procesie scaleniegowym. W zależności od potrzeb użytkownika możliwa jest wielowymiarowa wizualizacja (2D, 3D) jednej lub kilku warstw tematycznych w celu badań różnego rodzaju zjawisk.

Wizualizacja danych geograficznych (2D, 3D) rzeźby terenu oparta jest na numerycznym modelu terenu, dzięki czemu możliwe są wielowymiarowe zobrazowania badanego obszaru. Miejsce geowizualizacji w architekturze systemu GIS przedstawia rysunek 1.

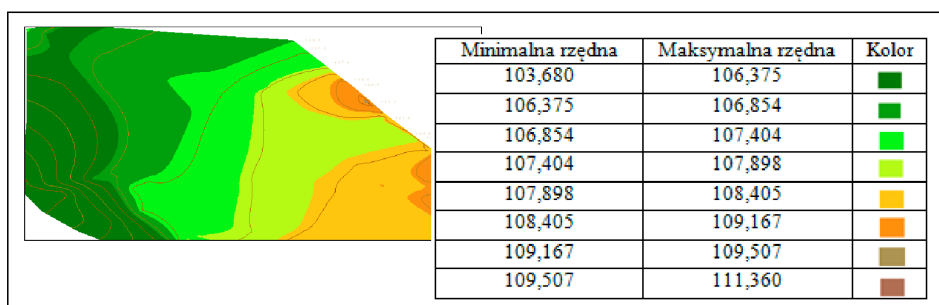
Wynikami analiz i interpretacji cyfrowego modelu terenu są różnego rodzaju mapy tematyczne przedstawiające pochodne informacje o terenie w postaci map 2D lub 3D – m.in. mapa hipsometryczna, spadków terenu, ekspozycji stoków względem stron świata, widoczności zbocza, obszarów bezodpływowych oraz kierunków spływów powierzchniowych.

Specjalistyczne narzędzia gridowe umożliwiają opracowanie analizy zróżnicowania wysokości wybranego obiektu scaleniegowego nad poziomem morza,

która jest poprzedzona identyfikacją przedziałów wysokości – m.n.p.m (metrów nad poziomem morza). Wynikiem analizy jest mapa hipsometryczna – rysunek 2.



**Rysunek 1.** Geowizualizacja i GIS  
**Figure 1.** Geovisualization and GIS



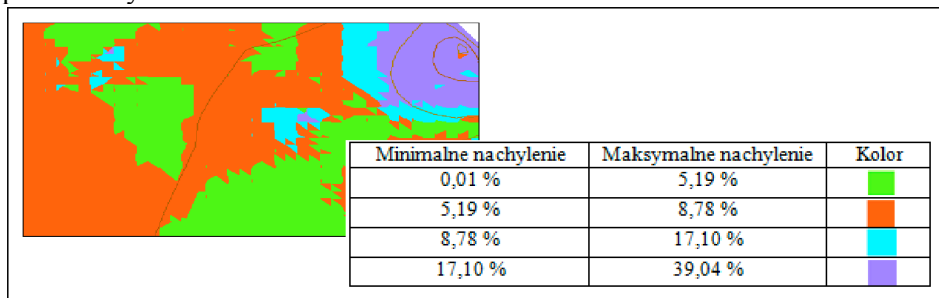
**Rysunek 2.** Mapa hipsometryczna  
**Figure 2.** Hypsometric map

Mapy spadków terenu są podstawą wielu analiz dotyczących wytypowania potencjalnych obszarów zagrożonych powodzią czy erozją gleb. Także wybór optymalnego przecięcia danego terenu inwestycją typu autostrada czy linia energetyczna wymaga znajomości spadku i ekspozycji stoków.

Istnieje kilka metod pomiaru spadku stoków, który może być wyrażony albo w stopniach od 0 do 90°, co odpowiada nachyleniu stoku lub w procentach, obliczany jako stosunek różnicy wysokości do odległości poziomej.

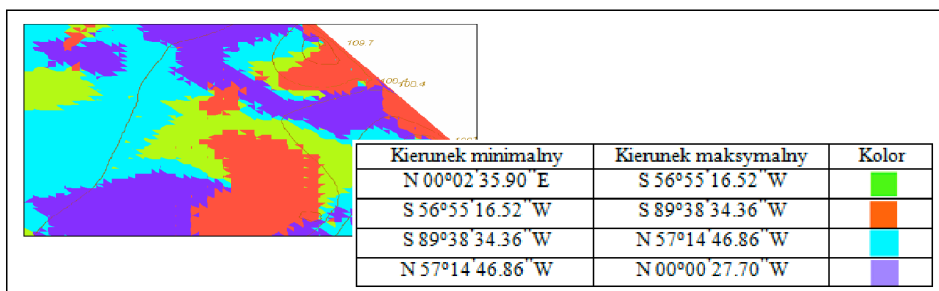
Odległość może być wyznaczana dwoma sposobami. W pierwszym przypadku spadek jest równy tangensowi kąta nachylenia stoku, w drugim spadek jest równy sinusowi kąta nachylenia stoku. Obliczenia spadku stoków na podstawie cyfrowego modelu terenu polegają na obliczeniu różnicy wysokości między każdym elementem modelu i elementami z najbliższego otoczenia przy wykorzystaniu odpowiednich narzędzi GIS.

Rysunek 3 prezentuje mapę spadków terenu wyrażonych w przedziałach procentowych.



**Rysunek 3.** Mapa spadków  
**Figure 3.** Slope map

Wynikiem analiz struktury rozkładu spływu powierzchniowego w systemie geoinformacyjnym dotyczącym rzeźby terenu przeprowadzonej przy pomocy narzędzi o określonych funkcjach jest mapa spływu powierzchniowego – rysunek 4. Umożliwiły one szczegółowe generowanie linii spływu oraz analizę obszaru spływu do konkretnego punktu w wybranym obszarze obiektu skaleniowego. Mapy spływu powierzchniowego są podstawą wyznaczenia m.in. lokalizacji stref zagrożenia powodziowego. Jest to bardzo istotna i ważna informacja, szczególnie na etapie opracowania rozwiązań koncepcyjnych (założeń do projektu scalenia gruntów) dotyczących wytypowania m.in. stref zabudowy mieszkaniowej czy terenów przeznaczonych pod inwestycje z zakresu ochrony przeciwpowodziowych.

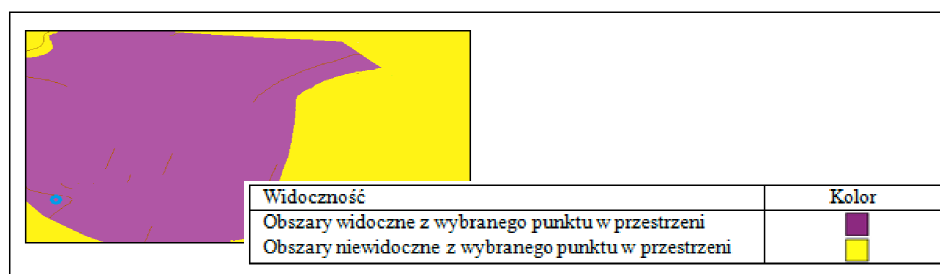


**Rysunek 4.** Mapa spływu powierzchniowego  
**Figure 4.** Surface flow map

Celem analizy widoczności jest wskazanie komórek rastra, które posiadają wartość wysokości równą lub mniejszą komórce, z której przeprowadzona jest analiza i znajdują się w jej bezpośrednim sąsiedztwie. Każda komórka w rastrze

wyjściowym otrzymuje wartość, która wskazuje ile punktów obserwacyjnych jest widocznych z tego miejsca [www.24gis.pl].

Na podstawie mapy widoczności zbocza (rysunek 5) można wskazać m.in.: ogólną wizję przestrzenną obszaru scalenia, miejsca o atrakcyjnej ekspozycji widokowej, miejsca warte zobaczenia oraz szlaki pieszo – rowerowe. Mapa ekspozycji stoku może być zastosowana do wytypowania m.in.: terenów, gdzie najszybciej dotrze woda roztopowa, miejsc o wprawdzie niekorzystnej wystawie terenu dla wegetacji roślin, ale atrakcyjnym pod względem lokalizacji np. nartostad, szlaków turystycznych oraz terenów nasłonecznionych, najlepszych do lokalizacji projektowanych osiedli mieszkaniowych czy pojedynczych siedlisk.



**Rysunek 5.** Mapa widoczności  
**Figure 5.** Visibility map

## WNIOSKI

Rolnictwo stanowi sferę działalności produkcyjnej człowieka w szczególny sposób związaną z walorami przyrodniczymi. Mimo, że wraz z upływem czasu rolnicy w coraz większym stopniu dostosowują otoczenie przyrodnicze do swoich potrzeb i zamierzeń, jednak nadal warunki przyrodnicze, ich jakość, zmienność mają zasadniczy wpływ na kształtowanie poziomu i kierunków produkcji rolniczej. Stanowią one najbardziej tradycyjny miernik konkurencyjności rolnictwa. Spośród warunków przyrodniczych podstawowe znaczenie dla gospodarki rolnej mają warunki glebowe, agroklimat, stosunki wodne oraz rzeźba terenu [Kopiński 2004].

Scalenie gruntów jest jednym z istotniejszych i zarazem najtrudniejszych zabiegów przekształcających strukturę przestrzenną m.in. ze względu na szeroki zakres prac oraz duże zapotrzebowanie informacyjne, m.in. w zakresie warunków środowiska przyrodniczego. Dlatego istotne jest poszukiwanie skutecznych rozwiązań technicznych w obszarze zautomatyzowanych narzędzi systemów GIS, które przyczynią się do podniesienia efektywności tego rodzaju przedsięwzięć.

Geowizualizacja jest rozwiązaniem wspomagającym badania m.in. warunków fizjograficznych, których wyniki w postaci map (2D, 3D) mają istotny wpływ na ostateczne rozwiązania projektowe przedstawione w założeniach do projektu scalenia gruntów. Jej celem jest wizualna interakcja użytkownika z dostępnymi danymi i prezentowanie ich w formie graficznych modeli rzeczywistości odniesionych przestrzennie [Baranowski 2006].

Wizualizacja danych geograficznych w postaci map związanych tematycznie z ukształtowaniem terenu (m.in. mapy kierunków spływów powierzchniowych, mapy spadków czy mapy widoczności zbocza) ułatwi realizatorom prac scaleniowych podejmowanie decyzji związanych z racjonalnym zagospodarowaniem przestrzeni oraz jej ochroną przed skutkami geozagrożeń.

### BIBLIOGRAFIA

- Akińcza M., Malina R. (2007). *Geodezyjne urządzenie terenów rolnych*. Wydawnictwo UP. Wrocław.
- Baranowski M. (2006). *Metody geowizualizacji*. Roczniki Geomatyki, tom IV, zeszyt 2. PTiP. Warszawa.
- Dykes J., MacEachren A.M & Kraak M. (2005). *Exploring geovisualization*. Elseviers. Imprint: Pergamon. Amsterdam.
- Kopiński J. (2004). *Wykorzystanie możliwości produkcyjnych rolnictwa wybranych województw*. Roczniki Naukowe SERiA, Puławy.
- MacEachren, A.M. (2004). *How Maps Work: Representation, Visualization, and Design*. Guilford. New York.
- MacEachren, A.M. & Kraak, M.J. (2001). *Research challenges in geovisualization*. In: Cartography and geographic information science, 28.
- Medyńska – Gulij B. (2012). *Kartografia i geowizualizacja*. Wydawnictwo PWN. Warszawa.
- Trystuła A. (2012). *Scalenie gruntów instrumentem kształtowania obszarów wiejskich*. VIII International Science – Practical Conference "Advanced Achievements of Geodesy, Geoinformatics, and Land Registration – European Experience".
- Ustawa o scalaniu i wymianie gruntów z dnia 26 marca 1982 r. (Dz.U. 2003 r. nr 178 poz. 1749 z późn. zm.).
- www.24gis.pl – stan na dzień 09.02.2013.

Dr inż. Agnieszka Trystuła  
Katedra Katastru i Zarządzania Przestrzenią  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
ul. Prawocheńskiego 15,  
10 – 724 Olsztyn,  
tel.: +48(89) 5233407,  
e-mail: agnieszka.trystula@uwm.edu.pl