

Zastosowanie kartograficznej metody określenia zróżnicowania rzeźby terenu w ocenie potencjału turystyczno-rekreacyjnego na przykładzie fragmentu zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej, Pojezierze Chełmińskie

Application of the cartographic method for defining the relief diversity in the evaluation of tourist-recreational potential based on the example of the Struga Toruńska representative basin, Chełmno Lakeland

Rafał Kot

Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Nauk o Ziemi
ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń, Polska
e-mail: rafalkot@umk.pl

Abstract. Geodiversity has been defined as the changeability of all the abiotic elements of the natural habitat (Kot 2006). According to Richling and Lechnio (2005) geodiversity should also be taken into account when evaluating a landscape potential.

The aim of this article is to indicate the suitability of the cartographic method (Kostrzewski 1997, Kostrzewski, Starkel, Zwoliński 1997, Zwoliński 2009, 2010), applied in order to determine the relief geodiversity in the young glacial landscape, at a detailed scale of 1:25 000 and its use in the evaluation of area's tourist-recreational potential. It is important to identify the factors and difficulties that affect not only the final result of the evaluation, but also the identification of the most diverse areas. Such areas are the most valuable for nature conservation and attractive for tourism development.

The research area consists of the Struga Toruńska representative basin, which is tested within the scope of the Integrated Environmental Monitoring Programme. According to physico-geographical regionalization by J. Kondracki (1998), the basin is situated on the border of the southern part of physico-geographical mesoregion Chełmno Lakeland (315.11).

Słowa kluczowe: georóżnorodność, georóżnorodność rzeźby terenu, potencjał turystyczno-rekreacyjny, zlewnia reprezentatywna Strugi Toruńskiej, Niż Polski

Key words: geodiversity, relief geodiversity, tourist-recreational potential, Struga Toruńska representative basin, Polish Lowland

Wprowadzenie

Pojęcie georóżnorodności

Georóżnorodność obejmuje zróżnicowanie wszystkich abiotycznych komponentów środowiska przyrodniczego (Kostrzewski 1997, 1998, 2011, Kot 2006, Kozłowski 2004, Richling, Solon 2011, Serrano, Ruiz-Flaño 2007). Georóżnorodność rzeźby terenu („landform geodiversity”) według Kostrzewskiego (1998,

2011) oznacza „aktualne zróżnicowanie powierzchni Ziemi w zakresie stref morfogenetycznych, typów rzeźby, zespołów form i oddzielnych form rzeźby terenu”. Zwoliński (2009, 2010) określa ją jako złożoność krajobrazową z geomorfologicznego punktu widzenia, która podlega ocenie w kontekście wszystkich układów morfogenetycznych różnych typów rzeźby oraz jednostek hierarchicznych.

Pod koniec lat 90. XX w. w ramach realizowanego w latach 1997–1999 projektu „Ochrona systemu georóżnorodności w Polsce” opracowano pięciopunktową waloryzację georóżnorodności (Kozłowski 2002 s. 512). Jedną z jej składowych było wypracowanie kartograficznej metody oceny georóżnorodności rzeźby terenu (Kostrzewski 1997, Kostrzewski, Starkel, Zwoliński 1997). Polega ona na utworzeniu trzech map wejściowych: energii rzeźby, rozczłonkowania rzeźby oraz zachowania współczesnej rzeźby terenu i na ich podstawie opracowanie jednej mapy wynikowej. W późniejszych opracowaniach wykorzystano najnowsze narzędzia GIS i w pełni zautomatyzowano stosowany wcześniej schemat postępowania (Zwoliński 2009, 2010).

Georóżnorodność a potencjał środowiska geograficznego (krajobrazu)

Potencjał środowiska przyrodniczego w klasycznym ujęciu, to według Solncewa (1948) oraz Neefa (1966) wszelkie zasoby (możliwości ukryte w każdym krajobrazie), którymi zainteresowany jest człowiek. Solon w swej pracy stwierdza (1999), że potencjał krajobrazowy można odnosić nie tylko do relacji „człowiek – środowisko” ale także do relacji „populacja – krajobraz”, a nawet „proces chemiczny – krajobraz”. Całościowo rozumiany potencjał Haase (1978) określał na podstawie energii: słonecznej, grawitacyjnej, zawartej w materii środowiska przyrodniczego powstałej w efekcie różnych procesów czy energii związanej z działalnością człowieka. Zdaniem Richlinga i Solona (2011) określenie pełnego potencjału jest mało realne, dlatego już wcześniej Haase (1978) wprowadził pojęcie potencjałów częściowych, wśród których wyróżnił potencjały: produktywności biotycznej, samooczyszczania, zaopatrzenia w wodę, atmosferyczny, surowcowy, zdolności do zabudowy, rekreacyjny, zdolności regeneracyjnej. Do koncepcji potencjałów częściowych nawiązuje także Przewoźniak (1991), wyróżniając obok potencjałów samoregulacyjno-odpornościowego i zasobowo-użytkowego, potencjał percepcyjno-behawioralny.

Problem pola podstawowego w ocenie potencjału krajobrazów młodoglacjalnych podejmuje Kistowski (1997). Stwierdza on, że w takich ocenach nie ma potrzeby stosowania pól odniesienia, a zasięg przestrzenny ocen określonego potencjału powinien wynikać z zasięgów kryteriów jego oceny. W celu określenia potencjału stosowano różne pola odniesienia (por. Kistowski 1997), np. Hasse (1978) oraz Kistowski i Szczepaniak (1990) za pola podstawowe oceny przyjmują zlewnie, a Richling (1985) mikroregiony fizycznogeograficzne.

Według Solona (2004) potencjał zależy od struktury i sposobu funkcjonowania jednostki przyrodniczej, wpływu sąsiednich obszarów, formy i natężenia oddziaływań antropogenicznych. Ponieważ potencjał środowiska przyrodniczego zależy od struktury i funkcjonowania terenu, to zdaniem Richlinga i Lechnio (2005 s. 17) przy jego ocenie powinna być uwzględniana między innymi georóżnorodność. Według tych autorów potencjał to zdolność do pełnienia funkcji, a nie funkcja. Wyróżniany przez Hassego (1978) potencjał rekreacyjny to zdolność krajobrazu do wytworzenia warunków umożliwiających człowiekowi zaspokajanie potrzeb związanych z wypoczynkiem i odtwarzaniem sił biopsychofizycznych oraz doznaniem estetycznymi. Opracowania, w których zajmowano się potencjałami oraz subpotencjałami rekreacyjnymi, zestawiał Kistowski (1997 s. 21–25). Jak wynika z zaprezentowanego zestawienia, w ocenach subpotencjału wędrówkowego oraz stacjonarnego za kryteria oceny Richling (1985) uznaje między innymi zróżnicowanie krajobrazu oraz rzeźbę terenu. Urozmaicenie rzeźby terenu jest także kryterium oceny potencjału rekreacyjnego w parkach miejskich Warszawy (Szumacher 2010).

Według Zwolińskiego (2010) formy rzeźby terenu są ważną składową naturalnych walorów turystycznych, które mogą stanowić przedmiot zainteresowań turystów i cel ruchu turystycznego. Autor podaje klasyczne przykłady takich form, jak np.: masywy górskie, skałki, wąwozy, doliny rzeczne, układy koryt rzecznych, starorzecza, ujścia rzek i in. Takie obiekty decydują o atrakcyjności określonego regionu, co obok infrastruktury oraz dostępności komunikacyjnej jest magnesem przyciągającym turystów. W wymienionej pracy Zwoliński (2010) opracował dla Karpat mapę georóżnorodności rzeźby terenu. Była ona podstawą dla wskazania naturalnych walorów turystycznych, które mogą wpływać na atrakcyjność turystyczną obszaru.

Głównym celem artykułu jest wskazanie przydatności zastosowanej metody kartograficznej do określenia georóżnorodności rzeźby terenu na obszarze młodoglacjalnym w szczegółowej skali 1:25 000. Ważne jest

przedstawienie procedury oceny na tych obszarach oraz zaproponowanie georóżnorodności rzeźby terenu jako jednego z kryteriów ewaluacji potencjału turystyczno-rekreacyjnego terenu. Istotne jest także określenie czynników i trudności, które wpływają na wynik końcowy oceny oraz obszarów najbardziej zróżnicowanych, czyli najwartościowszych dla ochrony przyrody oraz atrakcyjnych dla rozwoju turystyki.

Obszar badań, materiał i metody

Analizę georóżnorodności rzeźby terenu przeprowadzono w granicach zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej, badanej szczegółowo w ramach programu Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego (Wójcik, Marciniak 1996). Jej powierzchnia przekracza nieznacznie 35 km². Według regionalizacji fizycznogeograficznej Kondrackiego (1998), zlewnia leży w południowej części mezoregionu fizycznogeograficznego Pojezierze Chełmińskie (315.11), a w podziale Kota (2008) jej fragmenty położone są w granicach trzech mikroregionów fizycznogeograficznych: Wysoczyzny Wyrębówickiej (315.113), Sandru Chełmżyńskiego (315.112) oraz Pagórków Turzna-Gronowa (315.111). Rzeźba terenu obszaru badań została ukształtowana podczas subfazy kujawsko-dobrzyńskiej zlodowacenia wisły (Niewiarowski 1996; Molewski, Weckwerth 2009).

Podczas bieżących prac korzystano z materiałów, które opracowano podczas wcześniejszych badań (Kot 2012; Kot, Sobiech 2012). Z mapy topograficznej w skali 1:25 000 zdigitalizowano poziomicę w cięciu 1.25 m, które były podstawą dla opracowania w oprogramowaniu GIS modelu terenu (DEM) o wielkości piksela 5 m. Wszystkie materiały stanowiły podstawę do opracowania mapy 18 typów rzeźby terenu. Wykorzystano także mapę użytkowania ziemi/pokrycia terenu w skali 1:10 000 sporządzoną na podstawie barwnych zdjęć lotniczych z 1996 r. (Sochacka i in. 2008).

Kartograficzną metodę oceny georóżnorodności rzeźby terenu zastosowano dla fragmentu obszaru młodoglacjalnego w skali 1:25 000. Mapę wysokości lokalnych (wysokości względnych, energii rzeźby) stworzono w oparciu o przygotowany model terenu. Metodą ruchomego okna („moving window”), dla 3x3 pikseli określono wartości wysokości maksymalnych i minimalnych. Różnice wartości max oraz min zapisano w gridzie wynikowym o wielkości 10 m. Uzyskane wartości wysokości lokalnych zreklasyfikowano do 4 klas (tab. 1, ryc. 1A). Mapę fragmentacji rzeźby terenu wykonano na podstawie poligonowej mapy typów rzeźby terenu w skali 1:25 000 opracowanej na podstawie dostępnych materiałów (Kot 2012). Poligony przetworzono na obraz rastrowy o wielkości oczka 10 m. Raster poddano reklasyfikacji według określonego grupowania typów rzeźby terenu (tab. 2), a wynik zaprezentowano na mapie (ryc. 1B). Mapę zachowania rzeźby terenu stworzono z przetworzonej na obraz rastrowy (wielkość piksela 10 m) mapy użytkowania ziemi opracowanej przez Sochacką i in. (2008). Wydzielone kategorie zreklasyfikowano przydzielając im określone wartości punktów (tab. 3, ryc. 1C). Wykorzystując algebrę map, zsumowano wartości punktów z trzech map częściowych, czyli wysokości lokalnych, fragmentacji oraz zachowania rzeźby terenu. Uzyskano 9 typów wartości punktów, z których najniższa wynosiła 3, a najwyższa 11 (ryc. 2A). W celu lepszej wizualizacji zróżnicowania rzeźby terenu, dane te zreklasyfikowano metodą kwantylu do czterech przedziałów i wynik przedstawiono na mapie (ryc. 2B). Wszystkie prowadzone prace wykonano przy użyciu programów komputerowych należących do narzędzi GIS.

Tab. 1. Klasyfikacja wartości wysokości lokalnych (względnych) metodą kwantylu oraz wartości przyznanych punktów po reklasyfikacji

Tab. 1. The classification of values of local (relative) heights using quantile method and values of points granted after the reclassification

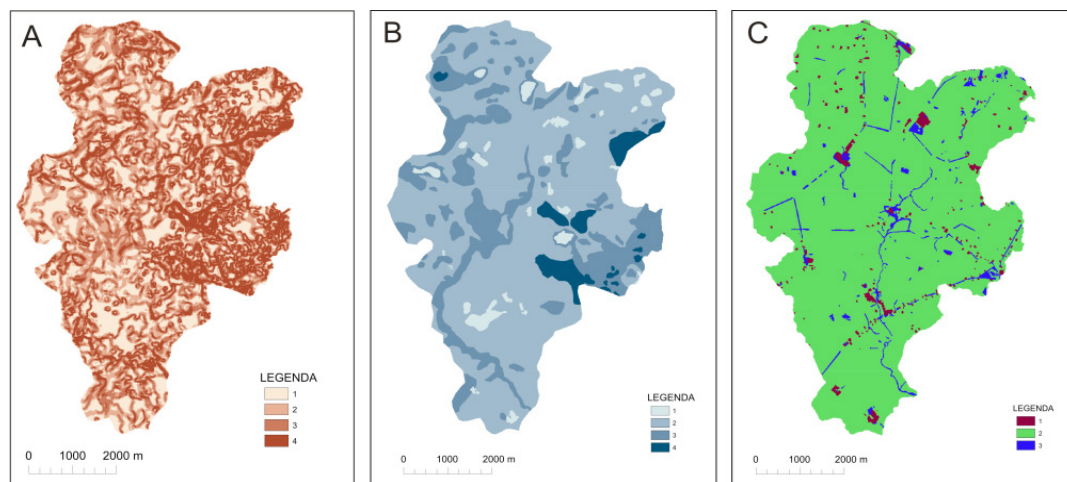
Wysokości lokalne (energia rzeźby)	Klasyfikacja wartości wysokości lokalnych metodą kwantylu	Liczba punktów po reklasyfikacji
bardzo mała	0-0.143107156	1
mała	0.143107156-0.333916698	2
średnia	0.333916698-0.62013101	3
duża	0.62013101-4.054702759	4

Tab. 2. Klasyfikacja typów rzeźby terenu oraz wartości przyznanych punktów po reklasyfikacji
 Tab. 2. The classification of relief types and values of points granted after the reclassification

Fragmentacja	Klasyfikacja typów rzeźby terenu	Liczba punktów po reklasyfikacji
duża	(1) – wzniesienia wysoczyzny morenowej falistej, (2) – obniżenia wysoczyzny morenowej falistej, (7) – pagórki martwego lodu	4
średnia	(3) – równiny wysoczyzny morenowej falistej, (4) – wzniesienia wysoczyzny morenowej płaskiej, (5) – obniżenia wysoczyzny morenowej płaskiej, (8) – wzniesienia równiny sandrowej, (11) – wzniesienia erozyjnej równiny wód roztopowych (14) – zdenudowane stoki, (15) – doliny denudacyjne	3
mała	(6) – równiny wysoczyzny morenowej płaskiej, (9) obniżenia równiny sandrowej, (10) – równiny sandrowe, (12) – obniżenia erozyjnej równiny wód roztopowych, (13) – równiny erozyjnej równiny wód roztopowych, (15) – obniżenia różnej genezy	2
bardzo mała	(17) – równiny biogeniczne, przeważnie torfowe, (18) – obszary zniwelowane	1

Wyniki

Zastosowana procedura postępowania umożliwia wskazanie obszarów o największym i najmniejszym zróżnicowaniu rzeźby terenu zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej (ryc. 2B). Jak wynika z zaprezentowanych wyników oceny metodą kwantyli, im wyższy (lepsy) przedział oceny, tym mniejszą zajmuje on powierzchnię. Najślabszy przedział obejmuje 43.8% powierzchni, słaby 23%, dobry 20.8%, a najlepszy tylko 12.4%. Najbardziej zróżnicowane są obszary występujące w obrębie pagórków, wysoczyzn morenowych falistych i stoków. We wschodniej części zlewni, na północny-zachód od Turzna, na wschód od wsi Folząg oraz w okolicach Kamionek Dużych, leżą różnorodne tereny w obrębie pagórków. W północno-zachodniej części zlewni, na wschód od wsi Kuczwały, zlokalizowany jest kolejny obszar położony w obrębie wysoczyzn morenowych falistych. Na wschód od Zakrzewka w południowo-zachodniej części zlewni reprezentatywnej w obrębie stoku położony jest piąty z wyróżnionych terenów. Najmniejsze zróżnicowanie rzeźby terenu występuje w obrębie wysoczyzn morenowych płaskich w okolicach Koniczynki i Tylic oraz na obszarze erozyjnej równiny wód roztopowych na zachód Gostkowa.



Ryc. 1. A – mapa wysokości względnych, B – fragmentacja rzeźby terenu, C – zachowanie rzeźby terenu
 Fig. 1. A – map of relative heights, B – map of relief fragmentation, C – map of relief preservation

Tab. 3. Klasyfikacja wydziałów Corine Land Cover oraz liczba punktów po reklasyfikacji
 Tab. 3. The classification of Corine Land Cover's categories and number of points after the reclassification

Zachowanie rzeźby terenu	Klasyfikacja wydziałów Corine Land Cover	Liczba punktów po reklasyfikacji
duże	5 – grupy i szpalery drzew, 6a – lasy starodrzew, 9a – jeziora, 9d – obszary podmokłe	3
średnie	1 – grunty orne, 2 – użytki zielone, 4a – sady, 4b – plantacje, 4c – ogródki działkowe	2
małe	8 – tereny kolejowe, 3a – zabudowania wiejskie mieszkalno-gospodarcze, 3b – zabudowania wiejskie produkcyjno-usługowe, 9c – stawy	1

Dyskusja i wnioski

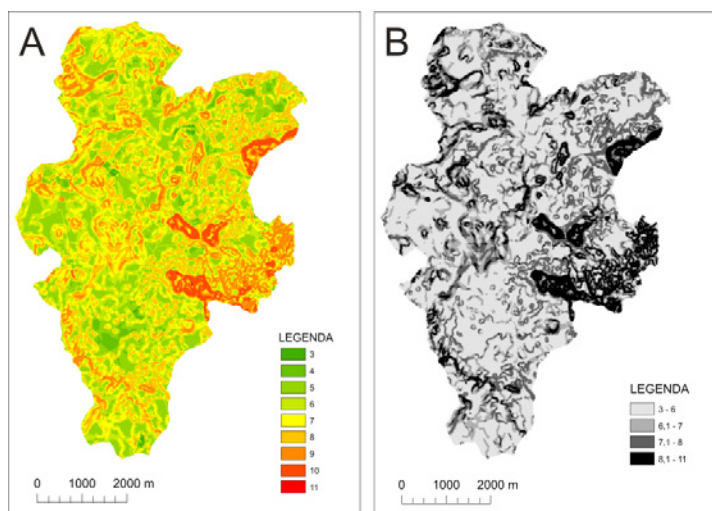
Na podstawie przeprowadzonych badań i zastosowania kartograficznej metody określenia zróżnicowania rzeźby terenu w okolicach Koniczynki, można sformułować kilka wniosków.

Zastosowana metoda umożliwia wskazanie obszarów o największym i najmniejszym zróżnicowaniu rzeźby terenu. Do pierwszej grupy należą pagórki, stoki i fragmenty wysoczyzn morenowych falistych, a do drugiej – płaskie wysoczyzny morenowe i erozyjne równiny wód roztopowych. Obszary te pokrywają się z tymi o największym i najmniejszym zróżnicowaniu, wyróżnionymi w tej samej skali i na tym samym obszarze opracowania za pomocą innych metod oceny, indeksu georóżnorodności (Kot 2012) oraz bonitacji punktowej (Kot, Sobiech 2012) (ryc. 3).

Skala opracowania (skala map) determinuje wybór odpowiedniej rangi cech jakościowych (typów rzeźby terenu i typów pokrycia terenu), które stanowią kryteria rozpoznania i oceny georóżnorodności.

Zakresy wysokości względnych na obszarach młodoglacjalnych osiągają nieduże wartości. W kartograficznej metodzie oceny, zróżnicowanie wysokości lokalnych w określonej skali zależy od zastosowanej wielkości piksela wynikowego, metody klasyfikacji, wartości zbioru oraz liczby przedziałów.

W przypadku określenia fragmentacji/rozcłonkowania rzeźby terenu zasadnicze znaczenie mają rozpoznane na obszarze młodoglacjalnym typy rzeźby terenu oraz ich klasyfikacja. Wyznaczone typy rzeźby terenu uzależnione są głównie od dotychczasowego rozpoznania terenu, prowadzonych badań geomorfologicznych, a także od skali prezentowanych wyników.

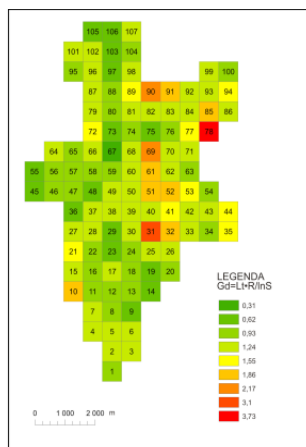


Ryc. 2. Ocena georóżnorodności rzeźby terenu metodą kartograficzną, A – wartości indywidualne, B – metoda klasyfikacji kwantyl
 Fig. 2. The evaluation of relief geodiversity, using the cartographic method, A – individual values, B – quantile classification method

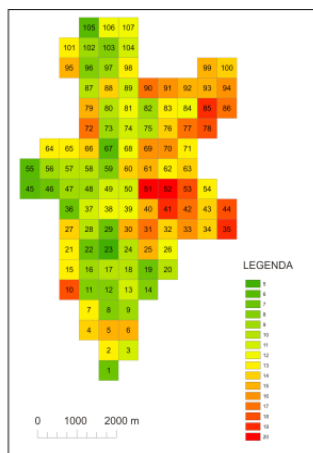
Rozpoznanie zachowania rzeźby terenu zależy od wydzielonych na określonym obszarze i w odpowiedniej skali opracowania typów pokrycia terenu oraz ich klasyfikacji.

Zastosowany w ocenie zróżnicowania rzeźby terenu metodą kartograficzną raster wynikowy o wielkości oczka 10 m jest odpowiedni dla obszaru młodoglacjalnego oraz jakościowego rozpoznania analizowanych cech w skali 1:25 000.

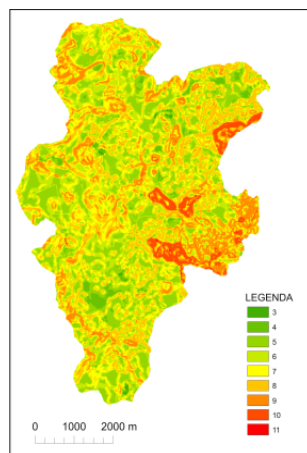
O georóżnorodności rzeźby terenu oraz potencjale turystyczno-rekreacyjnym obszaru młodoglacjalnego decydują przede wszystkim liczba typów rzeźby terenu oraz różnice wysokości. Zachowanie rzeźby (wyrażone użytkowaniem ziemi) odgrywa mniejszą rolę.



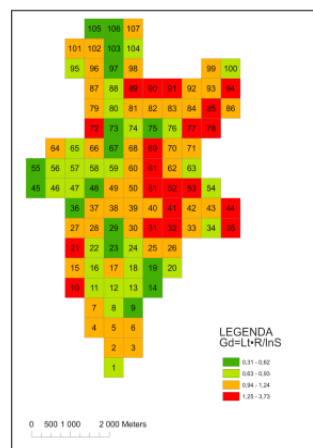
Metoda indeksu georóżnorodności
wartości indywidualne (A1)



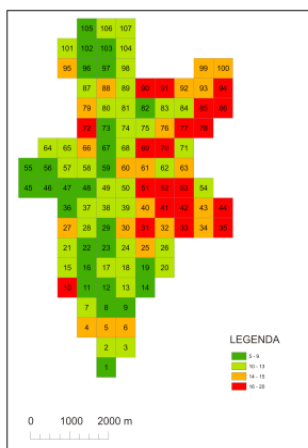
Metoda bonitacji punktowej
wartości indywidualne (B1)



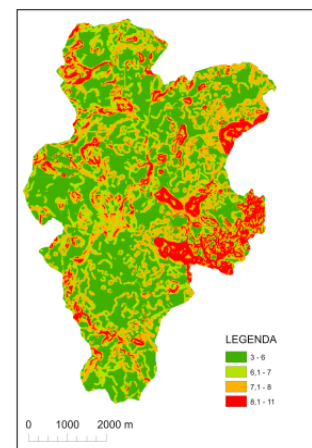
Metoda kartograficzna
wartości indywidualne (C1)



Metoda indeksu georóżnorodności
metoda klasyfikacji kwantyl (A2)



Metoda bonitacji punktowej
metoda klasyfikacji kwantyl (B2)



Metoda kartograficzna
metoda klasyfikacji kwantyl (C2)

Ryc. 3. Ocena zróżnicowania rzeźby terenu zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej różnymi metodami A1, 2 – metoda indeksu georóżnorodności; B1, 2 – metoda bonitacji punktowej; C1, 2 – metoda kartograficzna

Fig. 3. The evaluation of relief geodiversity of the Struga Toruńska representative basin, using the different methods: A1, 2 – geodiversity index; B1, 2 – point classification; C1, 2 – cartographic method

Kartograficzna metoda określenia zróżnicowania rzeźby terenu może być z powodzeniem stosowana na obszarach młodoglacjalnych. Uzyskane wyniki mogą ułatwić porównywanie terenów i wskazanie ich fragmentów najbardziej zróżnicowanych, co może mieć znaczenie praktyczne. Obszary takie mogą stanowić

walor turystyczny i mieć znaczenie dla rozwoju turystyki (także geoturystyki) oraz rekreacji lub decydować podczas wyznaczania obiektów oraz granic obszarów chronionych, czyli odgrywać ważną rolę w kontekście geoochrony.

Georóżnorodność rzeźby terenu ujmowana przestrzennie jest, zdaniem autora artykułu, naturalnym walorem turystycznym. Wpływa ona na potencjał turystyczno-rekreacyjny terenu i może stanowić kryterium jego oceny. Procedura kartograficznej oceny zróżnicowania rzeźby terenu może być z powodzeniem stosowana podczas oceny potencjału turystyczno-rekreacyjnego obszaru. Spełnia ona także postulat Kistowskiego (1997) względem zastosowania pól podstawowych w ocenie potencjału krajobrazu na obszarach młodoglacjalnych.

Literatura

- Haase G. 1978. Zur Ableitung und Kennzeichnung von Naturpotentialen. *Pettermanns Geogr. Mitt.*, 122, 2.
- Kistowski M. 1997. Problem pola podstawowego w ocenie potencjału krajobrazu na obszarach młodoglacjalnych. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 1, Warszawa, p. 18–29.
- Kistowski M., Szczepaniak J. 1990. Materialna i funkcjonalna struktura środowiska przyrodniczego Obszaru Funkcjonalnego „Zielone Płuca Polski”. Gdańsk (maszynopis)
- Kondracki J. 1998. *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, p. 441.
- Kostrzewski A. 1997. Opracowanie koncepcji i zasad georóżnorodności: definicja, zadania i cele georóżnorodności. W: *Opracowanie systemu ochrony georóżnorodności w Polsce*. Archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa, MS
- Kostrzewski A. 1998. Georóżnorodność rzeźby jako przedmiot badań geomorfologii. W: K. Pękala. (red.) *Główne kierunki badań geomorfologicznych w Polsce stan aktualny i perspektywy*. IV Zjazd Geomorfologów Polskich, Wydawnictwo UMCS, Lublin, p. 11–16.
- Kostrzewski A. 2011. The role of relief geodiversity in geomorphology, Landform evolution climate change and Man. In: Z. Rączkowska, A. Kotarba. (eds.) *Geographia Polonica, Special Issue 2*, p. 69–74.
- Kostrzewski A., Starkel L., Zwoliński Z. 1997. Georóżnorodność rzeźby powierzchni ziemi. W: *Opracowanie systemu ochrony georóżnorodności w Polsce*. Archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa, MS
- Kot R. 2006. Georóżnorodność – problem jej oceny i zastosowania w ochronie i kształtowaniu środowiska na przykładzie fordońskiego odcinka doliny dolnej Wisły i jej otoczenia. *Studia Societatis Scientiarum Torunensis, Sectio C*, vol. 11, nr 2, Toruń, p. 1–190.
- Kot R. 2008. Problem delimitacji mikroregionów fizycznogeograficznych w krajobrazach dolin i nizin. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 20, Warszawa, p. 197–207.
- Kot R. 2012. Zastosowanie indeksu georóżnorodności dla określenia zróżnicowania rzeźby terenu na przykładzie zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej, Pojezierze Chełmińskie. *Problemy Ekologii Krajobrazu* (w druku)
- Kot R., Sobiech M. 2012. Ocena georóżnorodności rzeźby terenu wybranych fragmentów krajobrazu młodoglacjalnego Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego (w druku)
- Kozłowski S. 2002. Aktualne problemy geologiczne – wyzwania XXI wieku. *Przegląd Geologiczny*, 50, 6, p. 506–513.
- Kozłowski S. 2004. Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. *Przegląd Geologiczny*, 52, 8/2, p. 833–837.
- Molewski P., Weckwerth P. 2009. *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Toruń 321*. PIG, Warszawa
- Neef E. 1966. Zur Frage des Gebietwirtschaftlichen Potentials. *Forschungen und Fortschritte*, 40, 3.
- Niewiarowski W. 1996. Budowa geologiczna i rzeźba terenu. W: G. Wójcik, K. Marciniak (red.) *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego – stacja bazowa w Koniczynie*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa – Toruń, p. 41–57.
- Przewoźniak M. 1991. *Krajobrazowy system interakcyjny strefy nadmorskiej w Polsce*. Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, p. 150.

- Richling A. 1985. Ocena warunków przyrodniczych w granicach mikroregionów. W: Województwo suwalskie. Studia i materiały OBN, nr 1, Białystok
- Richling A., Lechnio J. 2005. Koncepcja krajobrazu – operatory i indykatory ewolucji systemów przyrodniczych. W: A. Richling, J. Lechnio. (red.) Z problematyki funkcjonowania krajobrazów nizinnych. Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Warszawa, p. 11–27.
- Richling A., Solon J. 2011. Ekologia krajobrazu, wyd. V. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, p. 1–464.
- Serrano E., Ruiz-Flaño P. 2007. Geodiversity: concept, assessment and territorial application. The case of Tirmes-Caracena (Soria). Boletín de la A.G.E., 45: 389–393, (<http://age.ieg.csic.es/boletin/45/19-geodiversity.pdf>).
- Sochacka E., Pabijanek P., Olędzki J. 2008. Analiza zmian użytkowania ziemi zlewni Strugi Toruńskiej na podstawie wieloczasowych zdjęć lotniczych. Teledetekcja Środowiska, 39, Warszawa, p. 67-84.
- Solon J. 1999. Integrating Ecological and Geographical (biophysical) principles in studies of landscape systems In: J. A. Wiens, M. R. Moss. (eds.) Issues in Landscape Ecology. IALE Fifth World Congress, Snowmass Village, Colorado, USA, p. 22–27.
- Solon J. 2004. Zastosowanie koncepcji potencjałów krajobrazowych dla oceny stopnia spójności krajobrazu. Problemy Ekologii Krajobrazu, XIV, Warszawa, p. 29–42.
- Solncew N. A. 1948. Osnownyje etapy razwitija landszaftowiedienija w naszej stranie, Woprosy Geografii, 9.
- Szumacher I. 2010. Potencjał rekreacyjny parków miejskich. Problemy Ekologii Krajobrazu, 27, Warszawa–Biała Podlaska, p. 487–490.
- Wójcik G., Marciniak K. (red.). 1996. Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego – stacja bazowa w Koniczynie. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa–Toruń
- Zwoliński Z. 2009. The routine of landform geodiversity map design for the Polish Carpathian Mts. In: A. Łajczak, E. Rojan. (eds.) Geoecology of the Eurasianic Alpides. Landform Analysis, 11, p. 77–85.
- Zwoliński Z. 2010. Aspekty turystyczne georóżnorodności rzeźby Karpat. W: W. Andrejczuk. (red.) Krajobraz a turystyka. Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG, 14, Sosnowiec, p. 316–327.