

## Strukturalne uwarunkowania rozwoju progów denudacyjnych Gór Stołowych

Joanna Remisz\*

Uniwersytet Wrocławski, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, pl. Uniwersytecki 1, 50-137 Wrocław

### Wprowadzenie

Góry Stołowe to jedyny w Polsce przykład gór o budowie płytowej. Budują je zalegające prawie poziomo ławice silnie spękanych piaskowców ciosowych, rozdzielone nieprzepuszczalnymi marglami i mułowcami wieku późnokredowego. Znajduje to odzwierciedlenie w rzeźbie terenu i wyraźnie schodowym układzie płaskich powierzchni rozdzielonych stromymi progami.

Niniejsza praca jest uzupełnieniem i kontynuacją wcześniej prowadzonych badań Synowca (2002), Migonia i Szczepanik (2005) oraz Migonia i Zwiernik (2006). Ma ona na celu określenie zależności pomiędzy wytrzymałością piaskowców ciosowych budujących krawędź Gór Stołowych a jej rzeźbą.

Obszar badań objął południowy i północny próg Gór Stołowych. Południowy próg rozciąga się od Lisiej Przełęczy (790 m n.p.m.) do Batorowa, z kulminacją Narożnika (851 m n.p.m.) oraz Wielkim Urwiskiem Batorowskim (około 700 m n.p.m.). Charakterystycznymi elementami rzeźby tego odcinka są wysokie (30 m) pionowe ściany skalne znajdujące się po jego zachodniej części oraz niskie (10–15 m) odcinki na krańcu wschodnim. Próg północny rozciąga się natomiast od granicy polsko-czeskiej (wzniesienie Biała Skała 721 m n.p.m.) wzdłuż „Szosy Stu Zakrętów”, obejmuje kamieniołom piaskowca „Radków”, wzniesienie Baszty (663 m n.p.m.), dochodząc w kierunku południowo-wschodnim aż do zespołu skałek Skalne Grzyby. Próg północny jest mniej zróżnicowany morfologicznie niż próg południowy. W linii prostej w kierunku południowo-wschodnim rozciąga się on wysokimi ścianami skalnymi na długości 10 km. W rzeczywisto-

ści jednak długość progów wynosi około 20 km. Taka różnica wynika ze znacznej krętości tego odcinka.

### Uwarunkowania litologiczno-strukturalne

Poszczególne horyzonty stratygraficzne Gór Stołowych znacznie różnią się od siebie. Widoczne jest to w charakterze osadów, wielkości ziaren i stopniu ich wysortowania, rodzaju spoiwa, różnej zawartości krzemionki i węgla wapnia, rodzaju warstwowania, biegu i upadzie warstw, miąższości oraz rodzaju i gęstości spękań (Jerzykiewicz 1968). Warunki, w których następowała sedymentacja decydowały również o uławiceniu i rodzaju warstwowań, które mają wpływ na formy skałek, ścian skalnych, lokalnych spłaszczeń i zestromień w obrębie stoków (Pulinowa 1989).

W rejonie Narożnika i Urwiska Batorowskiego wierzchowinowe partie zbudowane są z najbardziej odpornych piaskowców wieku późnoturońskiego, poniżej zalegają margle środkowego i górnego turonu. Margle górnego turonu są marglami ilastymi i stanowią podstawę górnego horyzontu wodonośnego. Podatne są na różnego rodzaju deformacje plastyczne i sufozję (Pulinowa 1989).

Próg Radkowa zbudowany jest ze skośnie warstwowanych, środkowoturońskich piaskowców kwarcowo-skaleniowych z regularną siecią spękań. Charakterystyczne dla tego poziomu jest słabe wysortowanie materiału oraz spoiwo kwarcowe, miejscami kwarcowo-skaleniowe (Jerzykiewicz, Wojewoda 1986). Niższy poziom stratygraficzny stanowią natomiast margle ilaste oraz mułowce wapniasto-ilaste (Jerzykiewicz 1975).

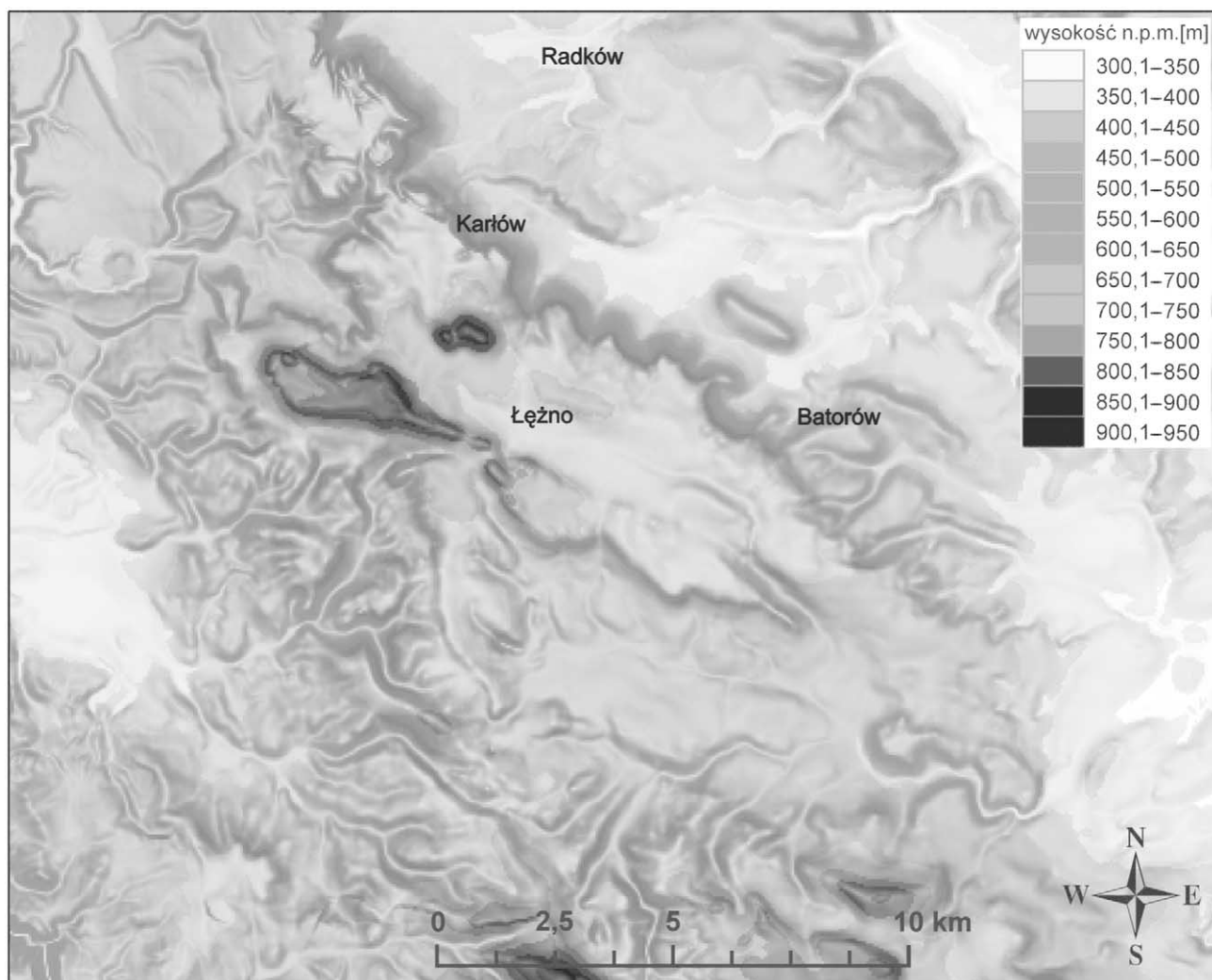
\* e-mail: remisz@geom.uni.wroc.pl

Istotne z punktu widzenia geomorfologii strukturalnej są uskoki, które wyznaczają ramy rzeźby dla całych Gór Stołowych. Nieciągłości o przebiegu NW-SE wpływają na rzeźbę gór, gdyż krawędzie morfologiczne stoliw piaskowcowych nawiązują do ich przebiegu. Podrzędne spękania o tym kierunku nadają charakter mniejszym formom (suche doliny na Narożniku). Drugą grupą uskoków są te o kierunku NE-SW. Mają one przebieg prostopadły do osi synkliny, a ich wpływ na morfologię terenu jest mniej znaczący. Dzielą grzbiety na mniejsze bloki, tworząc przy tym obniżenia terenu, które zaznaczają się jako szerokie niecki i przełęcze (np. Lisia Przełęcz). Wyznaczają także progi morfologiczne oraz liczne mniejsze przełęcze i progi w obrębie wierzchowin. Bardzo istotny dla rozwoju rzeźby jest również system spękań ciosowych. W morfologii stoliw i progów piaskowcowych cios widoczny jest w postaci różnej skali szczelin, często głębokich i otwartych. Wpływ ciosu zaznacza się na krawędziach skalnych, gdyż między innymi od jego rodzaju zależy ich morfologia. Krawędzie założone w strefie przyuskokowej z systemem ciosu równoległego (względem progu) mają

prostoliniowy przebieg, ale są stosunkowo mało trwałe. Ich niszczenie powoduje powstawanie drobnych, łupiących się bloków, jednak u podnóży ścian skalnych nie tworzą się większe blokowiska. Krawędzie założone w obrębie ciosu ukośnego mają przebieg zygzakowaty i nierówny. Spękania równoległe do ścian skalnych są charakterystyczne dla południowo-zachodniej części Narożnika, natomiast przewaga spękań skierowanych do wewnątrz stoku jest wyraźnie zauważalna na progu Radkowa (Pulinowa 1989).

### Metody i cel badań

W trakcie prac terenowych zastosowano następujące metody badawcze. Na obu odcinkach przeprowadzono ewidencję form rzeźby oraz dokonano pomiarów wytrzymałości za pomocą młotka Schmidta typu „N” na wyznaczonych stanowiskach pomiarowych. Na progu południowym, na całej jego długości, założono 63 stanowiska pomiarowe, natomiast na odcinku północnym pomiarów dokonano na 130 sta-



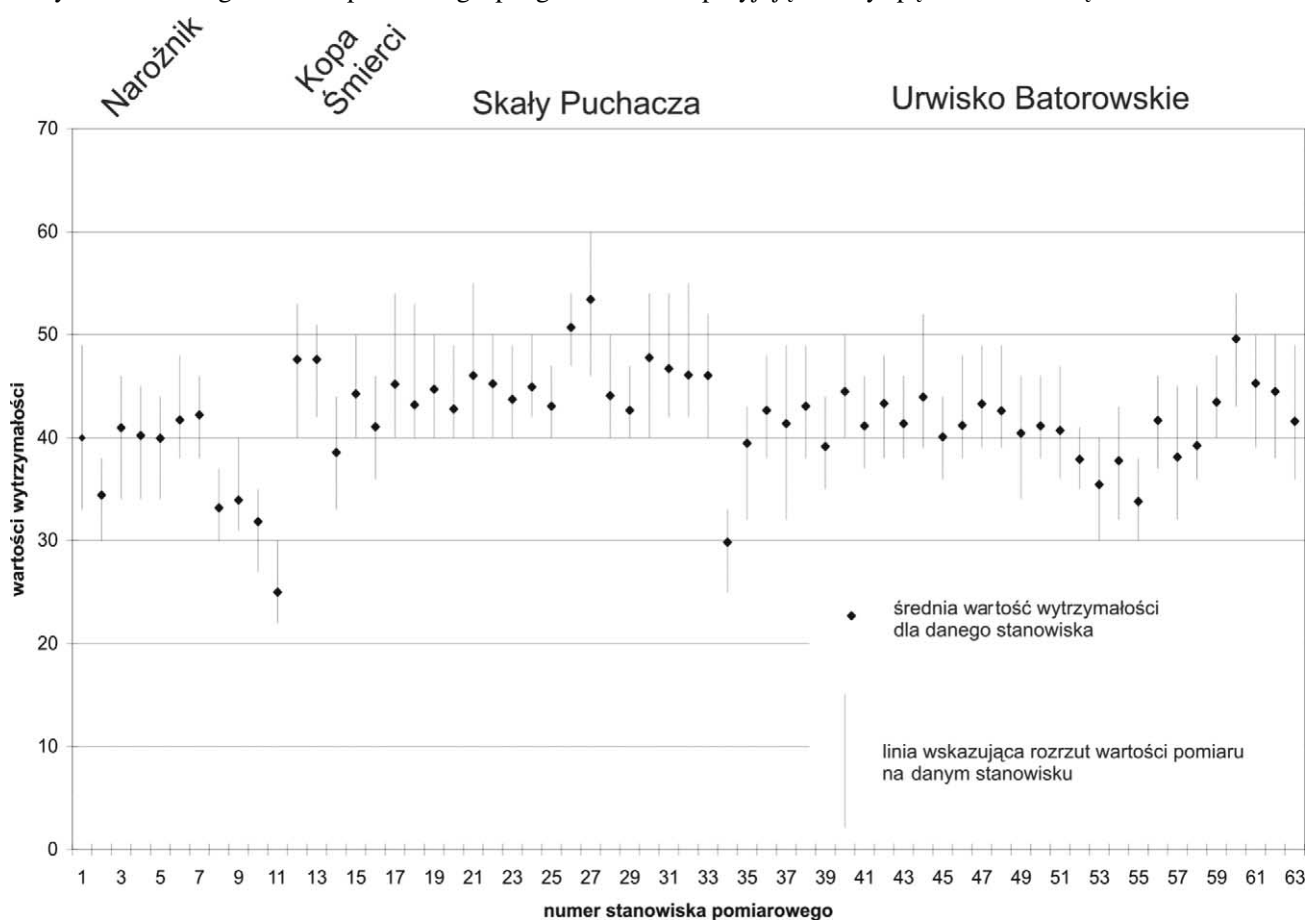
Ryc. 1. Mapa plastyczna Gór Stołowych (opracowanie A. Placek)

nowiskach. Dla każdego stanowiska wykonano 30 pomiarów, z których następnie wyliczono średnią arytmetyczną. Pozwoliło to na sporządzenie wykresu średnich wartości wytrzymałości wzdłuż biegu poszczególnych progów. Szczegóły dotyczące techniki pomiaru młotkiem Schmidta można znaleźć w publikacji Placek (2006), natomiast klasyfikacje wytrzymałościową (Rock Mass Strength) w pracach Selby'ego (1980, 1982) i Synowca (1999, 2002).

Przeprowadzona analiza miała na celu wyjaśnienie zależności pomiędzy wytrzymałością piaskowców budujących progi Gór Stołowych, a ich rzeźbą. Wysokość obu progów zmniejsza się w kierunku południowo-wschodnim, jednocześnie w tym samym kierunku zmniejsza się wysokość stoliwa – dla progów Radkowa z 700 m n.p.m. do 500 m n.p.m. (Migoń, Zwiernik 2006), dla progów południowych wysokość stoliwa obniża się z ponad 850 m n.p.m. (Narożnik) do niecałych 600 m n.p.m. w okolicach Batorowa. Znalezienie podobnej tendencji dla wysokości samego progów jest bardziej skomplikowane. Nie możemy zauważyć jednoznacznego liniowego wzrostu lub spadku wysokości progów zarówno dla odcinka północnego, jak i południowego.

Badania za pomocą młotka Schmidta wykazały, iż średnie wartości wytrzymałości dla piaskowców ciosowych środkowego turonu północnego progów Gór

Stołowych zamykały się w szerokim przedziale od 35 do 53. Istnieją jednak zauważalne różnice w wartościach wytrzymałości dla poszczególnych odcinków progów. Nie odzwierciedla się to wyraźnie w zróżnicowaniu wysokości progów. Próg Radkowa na całej długości tworzą przeważnie wysokie 35–45-metrowe ściany skalne, rozdzielone obniżeniami oraz dużymi amfiteatrami skalnymi. Morfologicznie więc mimo zróżnicowania wytrzymałościowego próg ten nie jest urozmaicony. Morfologia progów południowych jest bardziej skomplikowana; podzielono go na dwa odcinki – pierwszy wyznaczono od Narożnika do Skał Puchacza, drugi od Skał Puchacza do Batorowa. Dokonując podziału, kierowano się jednak nie wytrzymałością piaskowców, gdyż ta na całej długości ma zbliżone wartości (wahające się przeciętnie od 40 do 45), a jego rzeźbą. Ściana skalna na odcinku obejmującym Urwisko Batorowskie jest o wiele mniej wyraźna niż na odcinku południowo-zachodnim, obejmującym ściany skalne Narożnika. Jak wynika z klasyfikacji Selby'ego przeprowadzonej dla południowej krawędzi skalnej Gór Stołowych, inne czynniki miały wpływ na kształtowanie się rzeźby tego odcinka. Duże znaczenie miał tu prawdopodobnie układ ciosu, jego gęstość oraz położenie względem stoku. Tworzeniu się pionowych fragmentów ścian sprzyjają układy spękań do wewnątrz stoku. Znacze-



Ryc. 2. Wartości wytrzymałości dla południowego progów Gór Stołowych (Narożnik–Urwisko Batorowskie) (oprac. J. Remisz)

nie może mieć także stopień wysortowania materiału oraz grubość i układ ławic. Słabsze wysortowanie sprzyja mniejszej odporności na niszczenie.

Charakterystyczną cechą odcinka północnego jest jego miejscami kręty przebieg, z zatokowymi cofnięciami, naprzemiennym występowaniem skalnych ostróg i bastionów, które rozdzielone są niszami i systemami dolin wciosowych (Migoń, Zwiernik 2006). Zatokowe cofnięcia określa się mianem amfiteatrów skalnych, a ich powstawanie związane jest z erozją źródłiskową, wywołaną przez skoncentrowany wypływ wód podziemnych na kontakcie skał przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych, oddziaływaniem sufozyjnym wewnątrz skały oraz towarzyszącymi temu ruchami masowymi (Migoń, Szczepanik 2005). Próg południowy ma odmienny przebieg. Jego krętość jest niewielka, nie występują tu amfiteatry skalne opisane na północnym odcinku, brak jest bastionów i ostróg skalnych. Prostolinijny przebieg urozmaicony jest jedynie kilkoma obniżeniami dolinnymi.

Dla kształtowania się rzeźby północnego proggu duże znaczenie ma wielkość wypływu wód podziemnych. To ona między innymi decydowała o rozwoju amfiteatrów skalnych (obniżenia Koziego Potoku, Pośny, Psiego Potoku i Cedronu). Próg południowy pozbawiony jest gęstej sieci wód. Istnieją u tylko dwa ciekły – Kamienny Potok oraz Bobrówek.

Próg północny i południowy różnią się zarówno litologicznie, jak i pod względem morfologii. Pierwszy założony jest na piaskowcach środkowego turonu, drugi na bardziej wytrzymałych piaskowcach turonu górnego. Okazuje się jednak, że to nie wytrzymałość ma bezpośredni wpływ na tworzenie się i utrzymywanie pionowych ścian progów skalnych. Pomimo zróżnicowania litologicznego wartości wytrzymałości mierzone za pomocą młotka Schmidta były w większości przypadków zbliżone i oscylowały wokół 40–50. Na obu progach pionowe ściany skalne tworzyły się tylko tam, gdzie sprzyjał temu układ spękań (do wewnątrz stoku lub równoległy).

## Literatura

Jerzykiewicz T. 1968. Sedymentacja górnych piaskowców ciosowych Niecki Śródsudeckiej (górną kreda). *Geologia Sudetica*, IV: 409–462.

Jerzykiewicz T. 1968b. Uwagi o orientacji i genezie ciosu w skałach górnokredowych Niecki Śródsudeckiej. *Geologia Sudetica*, IV: 465–478.

Jerzykiewicz T. 1975. Pozycja geologiczna osadów górnokredowych depresji śródsudeckiej i Rowu Nysy Kłodzkiej. [W:] Przewodnik XLVII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Świdnica 22–24 czerwca 1975 r. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, s. 227–252.

Jerzykiewicz T., Wojewoda J. 1986. The Radków and Szczeliniec sandstones: An example of giant foresets on a tectonically controlled shelf of the Bohemian Cretaceous Basin (Central Europe). [W:] R.J. Knight, J.R. McLean (red.), *Shelf Sands and Sandstones*. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir, 11: 1–35.

Migoń P. 2006. *Geomorfologia*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

Migoń P., Szczepanik M. 2005. Amfiteatry skalne północno-wschodniego proggu Gór Stołowych. *Szczeliniec*, 9: 5–18.

Migoń P., Zwiernik M. 2006. Strukturalne uwarunkowania rzeźby północno-wschodniego proggu Gór Stołowych. *Przegląd Geograficzny*, 78, 3: 319–338.

Placek A. 2006. Młotek Schmidta w badaniach geomorfologicznych – ewolucja i przykłady zastosowania metody. *Czasopismo Geograficzne*, 77(3): 182–205.

Pulinowa M.Z. 1989. Rzeźba Gór Stołowych. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach*, 1008.

Selby M.J. 1980. A rock mass strength classification for geomorphic purposes: with tests from Antarctica and New Zealand. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 24, (1): 31–51.

Selby M.J. 1982. Rock mass strength and the form of some inselbergs in the central Namib Desert. *Earth Surface Processes and Landforms*, 7, Issue 2: 489–797.

Synowiec G. 1999. Ocena wytrzymałości mas skalnych dla celów geomorfologicznych – jej zastosowanie dla stoków piaskowcowych Gór Stołowych. *Czasopismo Geograficzne*, 70: 351–361.

Synowiec G. 2002. Rzeźba strukturalna Gór Stołowych w świetle klasyfikacji wytrzymałości mas skalnych. *Acta Universitatis Nicolai Copernici, Geografia*, XXXII, Nauki Matematyczno-Przyrodnicze, 109: 215–223.