

Wpływ gwałtownych opadów na modelowanie rzeźby w Dolinie Kościeliskiej w Tatrach Zachodnich

Małgorzata Bajgier-Kowalska*, Tadeusz Ziętara

Akademia Pedagogiczna, Instytut Geografii, ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków

Wprowadzenie

Opady deszczu należą do głównych czynników decydujących o rozwoju gór. Morfogenetyczna rola wody przejawia się w różny sposób i z różną intensywnością oraz zależy od struktury opadu, a więc jego natężenia, rozkładu czasowego i przestrzennego. Opady deszczu są ważnym czynnikiem rzeźbotwórczym w Tatrach. Pogląd ten jest udokumentowany wieloma opracowaniami dotyczącymi zarówno polskiej, jak i słowackiej części Tatr (Łukniś 1973, Kaszowski 1973, Ziętara 1974, 1999, Midriak 1984, Krzemień 1997, Kotarba 1998, 1999).

Modelowanie stoków górskich przez szybkie ruchy masowe jest szczególnie ważne w ewolucji rzeźby oraz dotkliwe dla mieszkańców. Uruchamianie spływów gruzowych uwarunkowane jest krótkimi i intensywnymi opadami. Dla obszaru Tatr Wysokich natężenie opadu około 30 mm na godzinę jest wg Kotarby (1999) wartością krytyczną do uruchomienia spływu gruzowego. W lipcu 1997 r. w Tatrach miały miejsce rozlewne opady zakończone gwałtowną ulewą, a procesy geomorfologiczne osiągnęły wówczas niespotykane w skali historycznej zasięg i rozmiary (Kotarba 1999). Ostatnie gwałtowne opady w Tatrach Zachodnich były w czerwcu 2007 r. i spowodowały duże przeobrażenia rzeźby, zwłaszcza Doliny Kościeliskiej, a na przedpolu Tatr straty ekonomiczne.

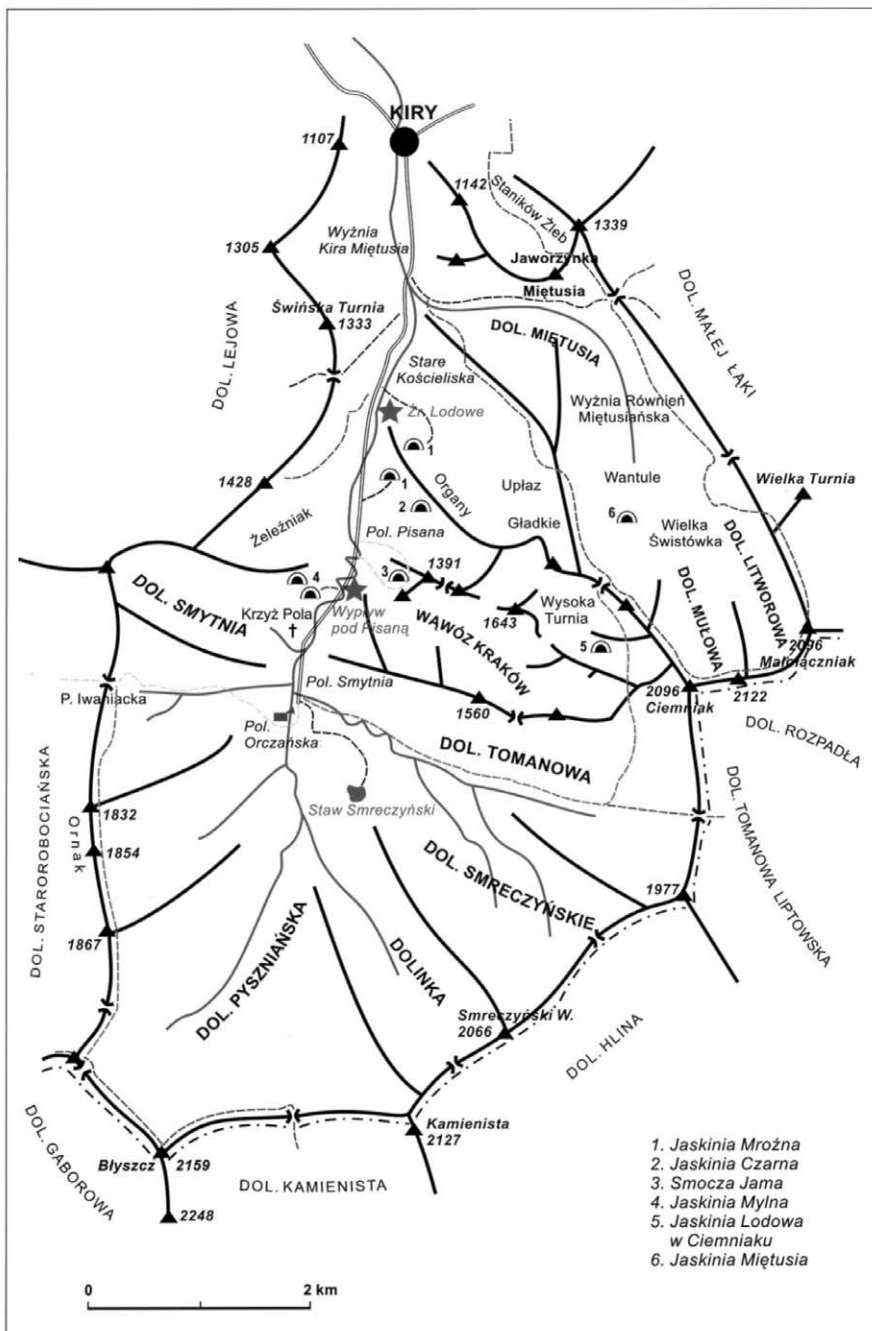
Budowa geologiczna i rzeźba Doliny Kościeliskiej

Dolina Kościeliska jest doliną walną (ryc. 1), biorącą swój początek w obrębie głównego grzbietu Tatr

i ciągnącą się nie tylko przez Tatry, ale także Rów Podtatrzański, gdzie po połączeniu z Potokiem Chochołowskim daje początek Dolinie Czarnego Dunajca. Za dolinę walną uznaje się także Dolinę Miętusią rozcinającą grupę Czerwonych Wierchów, a uchodzącą do Doliny Kościeliskiej. Dolina Kościeliska jest klasyczną doliną konsekwentną rozcinającą utwory różnego wieku, pochodzenia i odporności należące prawie do wszystkich jednostek tektonicznych Tatr. Wykazuje ona bardzo wyraźną zależność rzeźby od budowy geologicznej (Passendorfer 1983, Klimaszewski 1988). W Dolinie Kościeliskiej można wyróżnić dwa obszary o różnej genezie i o odmiennym krajobrazie. Górny odcinek doliny po Bramę Raptawicką jest przeobrażony glacialnie. Dolna część jest zbudowana ze skał osadowych o różnej odporności, głównie wapieni i dolomitów. Występuje tu rzeźba fluwialno-denuwacyjna i krasowa. W jej przebiegu, w nawiązaniu do odporności skał, znajdują się wyraźne zwężenia (przełomy strukturalne) oraz rozszerzenia założone na skałach mniej odpornych. Występują tu trzy wyraźne zwężenia noszące nazwę bram (Raptawicka, Kraszewskiego i Kantaka) oraz trzy rozszerzenia (Hala Pisana, Kira Miętusia Wyżnia oraz Kira Miętusia Niżnia). W rozszerzeniach tych znajdują się dobrze wykształcone terasy glacialfluwialne, a u wylotów subsekwentnych dolin rozległe stożki fluwialno-torencjalne.

Na analizowanym terenie występuje wiele form krasu powierzchniowego i podziemnego. Formy te przeważają na obszarze zbudowanym z utworów serii wierzchowej, natomiast rzadsze są w obrębie płaszczowin reglowych (Klimaszewski 1988). Największą doliną o charakterze gardzieli wyciętą prawie wyłącznie w skałach wapiennych jest Wąwóz Kraków. W dorzeczu Potoku Kościeliskiego na szczególną

* e-mail: mbajgier@ap.krakow.pl



Ryc. 1. Dorzecze Potoku Kościeliskiego

uwagę zasługują formy krasu podziemnego. Na tym obszarze wykształciły się największe w Tatrach Polskich systemy jaskiniowe (Wrzosek 1933). Cechą charakterystyczną Potoku Kościeliskiego jest także fakt, że gubi on znaczne ilości wody w ponorach i szczelinach. Znajdują się tu liczne wywierzyiska, a największym z nich jest Lodowe Źródło zbierające wody krasowe znacznej części masywu Czerwonych Wierchów. Jego średnia wydajność wynosi ok. 800 l/s.

Warunki klimatyczne i wody

Klimat dorzecza Doliny Kościeliskiej należy do typu klimatów wysokogórskich strefy umiarkowanej o cechach oceanicznych. Najczęściej (65%) nad Tatry napływają masy wilgotnego powietrza polarnomorskiego znad Atlantyku. Zimą przynoszą one ocieplenie i opady, zaś latem ochłodzenie. Charakterystyczny dla Tatr jest wiatr fenowy, tzw. halny, o dużej porywistości, wiejący z południa na północ. Najdłuższą porą roku jest zima, która trwa od 5 do 7 miesięcy, a na najwyższych szczytach może dochodzić do 9 miesięcy. W obrębie dorzecza Doliny Kościeliskiej występują 4 piętra klimatyczne (umiarko-

wanie chłodne, chłodne, bardzo chłodne i umiarkowanie zimne) i nawiązujące do nich piętra roślinne. Opady należą do najwyższych w Polsce (1200–1900 mm), a ich maksimum przypada na czerwiec. Na stacji zlokalizowanej w dolinie (Hala Ornak) średnia suma opadów rocznych wynosi około 1470 mm. Długość zalegania pokrywy śnieżnej zależy od wysokości, w częściach szczytowych zdarzają się płyty wieloletnie.

Duże zróżnicowanie budowy geologicznej i rzeźby terenu decyduje o dość skomplikowanym systemie krążenia wód powierzchniowych i podziemnych. Głównym ciekim jest Potok Kościeliski (Kirowa Woda) o długości około 11 km, który często zmienia charakter z rzeki drenującej na rzekę gubiącą wody (Baścik 2006). W części regłowej największym dopływem jest Potok Miętusi. Warunki hydrogeologiczne zlewni wpływają łagodząco na wahania stanów wody Potoku Kościeliskiego. W porównaniu z innymi potokami tatrzańskimi charakteryzuje się mniejszymi wahaniami stanów wody i przepływów. Wahania te nie są tak gwałtowne jak we wschodniej części Tatr. Średnie natężenie przepływu w profilu Kościelisko–Kiry wynosi 1,3 m³/s, a maksymalne 60 m³/s. Współczynnik odpływu ze zlewni wynosi 80% (Baścik 2006).

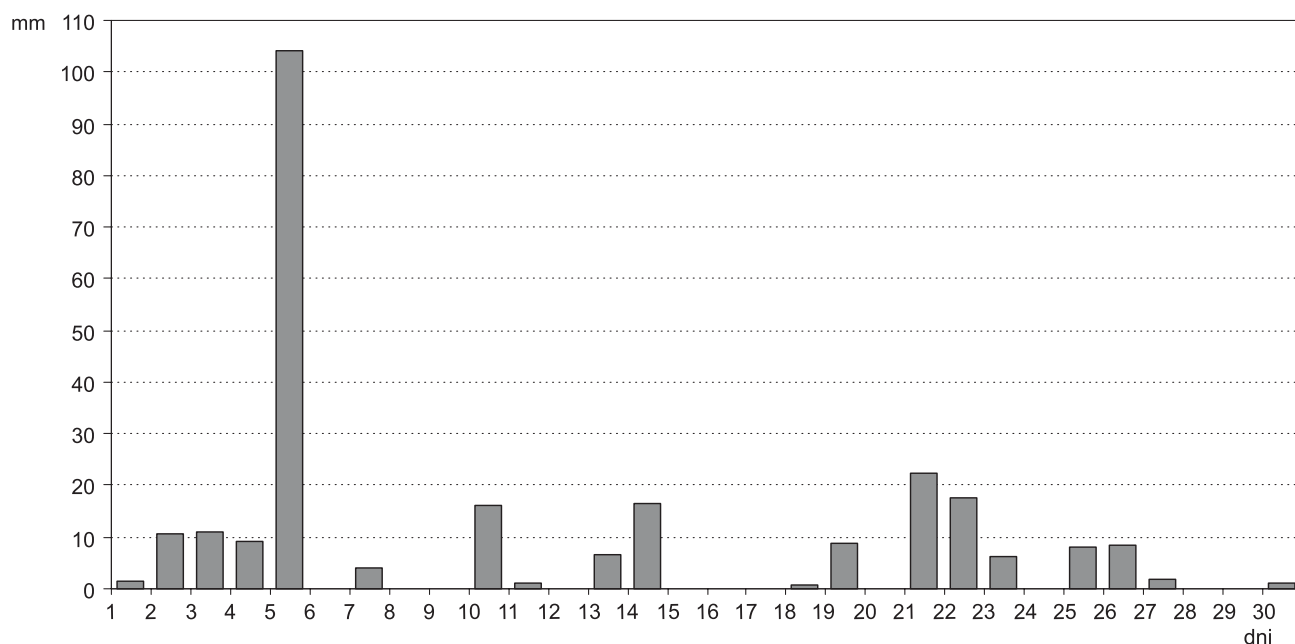
Geomorfologiczne i ekonomiczne skutki gwałtownej ulewy w czerwcu 2007 r.

W dniu 5 czerwca 2007 r. nad Tatrami Zachodnimi przeszła gwałtowna ulewa. Największe opady zanotowano na stacji w Kościelisku-Kiry (ryc. 2), gdzie w ciągu 3 godzin spadło 105 mm opadów. Wysokie

opady były także na Polanie Chochołowskiej – 40,6 mm, Hali Ornak – 20 mm, w Witowie – 47,5 mm. W pierwszych dniach czerwca codziennie padał deszcz, a najwyższe opady dobowe zanotowano w Zakopanem – 26 mm, na Gubałowie – 30,5 mm, w Dolinie Pięciu Stawów Polskich – 28,4 mm i na Kasprowym Wierchu – 27 mm.

Gwałtowna ulewa 5 czerwca poprzedzona była zatem ciągłymi opadami, które spowodowały nawilgocenie pokryw stokowych, głównie w Tatrach Regłowych. Zróżnicowana rzeźba (glacialna, erozyjno-denudacyjna, fluwialna i krasowa) oraz piętrowy układ szaty roślinnej warunkują obieg wody (Kotarba 1998) i określają retencyjne możliwości obszaru. Dlatego takie same opady w różnych częściach Tatr dają różne efekty niszczenia rzeźby, zarówno jakościowe, jak i ilościowe.

W części regłowej Tatr, w Dolinie Kościeliskiej, znajdują się liczne osuwiska skalno-zwierzelinowe występujące na halach oraz w obrębie obszarów leśnych. W czasie gwałtownej ulewy w lejach źródłowych odmłodzone zostały nisze tych osuwisk. Częściowo odmłodzone zostało także głębokie osuwisko skalne (Kazalnica) rozciągające się od Stołów (1428 m n.p.m.) do dna Hali Pisanej. W dolnej części osuwiska po łupkach marglistych przesunięte zostały dwa potężne pakiety skalne zbudowane z wapienia triasowego. W górnej części osuwiska powstały nowe pęknięcia i rozpadliny. W obrębie osuwisk stokowo-zbooczowych serii regłowej przesunięcia koluwiów spowodowały liczne świeże nabrzemia i zagłębienia, a miejscami doszło do powalenia drzew. Procesowi temu sprzyjał silny wiatr. Pola wykrotowe na obszarach osuwiskowych zajęły około 30% ich powierzchni.



Ryc. 2. Opady w czerwcu 2007 roku w Kościelisku-Kiry w Tatrach Zachodnich

Dno dolnego odcinka Doliny Miętusiej zostało katastrofalnie przemodelowane przez potężny spływ gruzowo-błotny. Transportowi podlegał materiał blokowy, który został osadzony w postaci systemu wałów o szerokości około 1 m. Materiał ten został częściowo wymieszany z pniami drzewnymi pochodzącymi z niszczenia drzew rosnących w pobliżu koryta. W górnej części Doliny Miętusiej wystąpiły także spływy gruzowe zatrzymane przez potężny wał skalny (Wan-tule), który powstał u schyłku plejstocenu.

W górnej części Doliny Kościeliskiej, powyżej Bramy Raptawickiej, procesy erozyjne rozcięły stożki usypiskowe oraz wały morenowe frakcji drobnogłazowej, a materiał włączony był do transportu w potokach. Na uwagę zasługuje też przemodelowanie Wąwozu Kraków, gdzie powstały liczne drobne obrywy, które wpłynęły na przekształcenie dna doliny.

Duże przemodelowanie rzeźby wystąpiło w dolnej części Doliny Kościeliskiej. W rozszerzeniach doliny (Hala Pisana, Kira Miętusia Wyżnia oraz Kira Miętusia Niżnia) u wylotów dolin bocznych znajdują się liczne stożki napływowe. Ich powierzchnia została podwyższona nawet do 0,5 m przez spływy gruzowo-błotne, a koryta dolin bocznych zostały do 2 m pogłębione. Koryta w Dolinie Kościeliskiej częściowo zostało przemodelowane. Woda płynąca całą jego szerokością podcinała brzegi, niszcząc powierzchnię teras. Z przełomowych odcinków w pierwszej fazie wezbrania zostały wyniesione bloki skalne frakcji drobnogłazowej, a dno zostało częściowo pogłębione. Miejscami powstały kotły eworsyjne o głębokości do 0,5 m. W końcowej fazie wezbrania został włożony nowy materiał gruzowy pochodzący ze spływów gruzowo-błotnych z dolin bocznych.

W Tatrzańskim Parku Narodowym największe zniszczenia dotyczyły dróg, mostków, szlaków turystycznych i drzewostanu. Duże straty ekonomiczne były głównie w Rowie Podtatrzańskim oraz w górnej części doliny Czarnego Dunajca. W gminie Kościelisko szacunkowy koszt usunięcia strat powodziowych wynosił ok. 2 mln zł (Urząd Miasta i Gminy Kościelisko). Wielokrotne zniszczenia przez powódzie w latach 1999–2007 miały miejsce w sołectwie Dzianisz, a straty wynosiły ok. 1,3 mln zł. Odmłodzenie osuwiska w Witowie spowodowało uszkodzenie drogi i odcięcie osiedla liczącego 18 budynków zamieszkałych przez 49 osób.

Uwagi końcowe

Ulewa z dnia 5 czerwca 2007 r. w Tatrach Zachodnich nałożyła się na okres kilkudniowych, rozlewnych opadów, które spowodowały nawilgocenie pokryw stokowych. Taka sytuacja w zasadniczy sposób wpłynęła na wzmożone przeobrażenie rzeźby,

które najsilniej zaznaczyło się na stokach i w dnach dolin. Dominującym procesem były spływy gruzowo-błotne. Największy z nich wystąpił w dolnej części Doliny Miętusiej. Duże przeobrażenia rzeźby powstały w dnach dolin bocznych, które zostały pogłębione, a u ich wylotu uformowały się duże stożki napływowo-gruzowe, porozcinane do głębokości 1,5 m przez bruzdy erozyjne.

Największe straty ekonomiczne były w dolnej części Potoku Kościeliskiego w Rowie Podtatrzańskim.

Literatura

- Bac-Moszaszwili M., Gąsienica-Szostak M. 1990. Tatry Polskie. Przewodnik geologiczny dla turystów. Wyd. Geol., Warszawa, ss. 159.
- Baścik M. (red.) 2006. Dolina Kościeliska. Śladami badaczy, artystów i wędrowców. Zakopane, s. 1–168.
- Kaszowski L. 1973. Morphological activity of the mountain stream (with Biały Potok in the Tatra Mts as example). *Prace Geogr. UJ*, 31: 3–100.
- Klimaszewski M. 1988. Rzeźba Tatr Polskich. PWN, Warszawa, s. 1–668.
- Kotarba A. 1998. Morfogenetyczna rola opadów deszczowych w modelowaniu rzeźby Tatr podczas letniej powodzi w roku 1997. Z badań fizyczno-geograficznych w Tatrach. III, Dokumentacja Geograficzna, 12, PAN, Wrocław, s. 9–23.
- Kotarba A. 1999. Geomorphic effect of the catastrophic summer flood of 1997 in the Polish Tatra Mountains. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 23: 101–115.
- Krzemień K. 1991. Dynamika wysokogórskiego systemu fluwialnego na przykładzie Tatr Zachodnich. *Rozprawy habil. UJ*, 215: 1–160.
- Lukniś M. 1973. Relief Vysokuch Tatier a ich priedpolia. VEDA, Bratislava.
- Midriak R. 1984. Debris flows and their occurrence in the Czechoslovak Carpathians. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 18: 135–149.
- Passendorfer E. 1983. Jak powstały Tatry. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa, s. 1–286.
- Wrzosek A. 1933. Z badań nad zjawiskami krasowymi Tatr Polskich. *Wiad. Służby Geogr.*, 10: 233–273.
- Ziętara T. 1974. Uwagi o roli murów w modelowaniu rzeźby Karpat. *Roczn. Nauk. Dyd. WSP, Kraków* 55, *Prace Geogr.* 6: 5–42.
- Ziętara T. 1999. The role of mud and debris flows of the flysch Carpathians relief, Poland. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 81–99.