

## Transformacja małych zlewni górskich podczas opadowych zdarzeń ekstremalnych (Bieszczady)

Elżbieta Gorczyca\*, Dominika Wrońska-Wałach

Uniwersytet Jagielloński, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków

### Wprowadzenie

W dniu 21 lipca 2005 r. w zlewni Hoczewki i w okolicach Jeziora Solińskiego, miało miejsce ekstremalne zdarzenie opadowe. Był to pojedynczy opad burzowy. Na posterunku opadowym Baligród-Mchawa w ciągu około dwóch godzin odnotowane zostało 130,6 mm deszczu. Nieco niższe wartości opadu wystąpiły w Dwerniku – 94,5 i w Stuposianach – 52 mm (ryc. 1). Opad o dużym natężeniu doprowadził do uruchomienia procesów osuwiskowych na stokach oraz przyczynił się do uformowania w korytach potoków górskich spływów torencjalnych i wysokiej fali powodziowej.

### Transformacja systemu stokowego

Większość powstałych form to niewielkie zerwy. Ich całkowita liczba wynosi 135, są one zlokalizowane przede wszystkim na zboczach dolin, wzdłuż podcięć drogowych i teras rolnych. Pozostałe formy to spływy błotne i zwietrzelinowe (26 form) oraz osuwiska ziemne lub zwietrzelinowe (26 form). Wszystkie formy uformowały się na krawędziach naturalnych lub antropogenicznych, głównie na stokach pokrytych darnią. Prawie wszystkie formy zakwalifikowane jako osuwiska powstały w wyniku działania zarówno mechanizmów zsuwania, jak i spływu, łącząc w sobie cechy osuwiska i spływu błotnego lub torencjalnego (Gorczyca 2008). Osuwiska zboczowe powstały zwłaszcza na zboczach zgodnoławicowych, przy czym

większość osuniętego materiału skalno-zwietrzelinowego została usunięta przez wezbrane wody (ryc. 1).

Całkowita powierzchnia powstałych 191 form wynosi 0,035 km<sup>2</sup>, powierzchnia stoków obszaru badań wynosi 94 km<sup>2</sup>, a zatem wskaźnik osuwiskowości powierzchniowej jest bardzo niski i wynosi 0,04%, wskaźnik gęstości osuwisk dla wszystkich form osuwiskowych wynosi 2 formy na km<sup>2</sup>.

### Transformacja systemu korytowego

W znacznie większym stopniu przekształceniu uległy koryta. Analiza śladów po wezbraniu wykazała, że najwyższe stany wód podczas kulminacyjnej fali wezbrania wystąpiły w obrębie potoku Cisowiec (do około 4 m) oraz w potoku Mchawka (do około 3,5 m). Analiza geometrii koryt, rozmiarów form korytowych oraz maksymalnej frakcji materiału zdeponowanego w obrębie łąch dostarcza dowodów na szybki wzrost stanów wody w korytach i gwałtowny przebieg zdarzenia. Wezbranie w korytach potoków Cisowca i Mchawki przebiegało w odmienny sposób. Jest to wynikiem odmiennego wykształcenia obu koryt. Koryto Mchawki jest dłuższe (14,4 km) i cechuje się mniejszym spadkiem (18,5‰). Niemal na całej długości wycięte jest w poprzek warstw skalnych. Sztuczna zabudowa koryta Mchawki i jego dopływów obejmuje tylko 3 przepusty i 2 mosty. Koryto Cisowca jest krótsze (6,3 km) i cechuje się znacznie większym spadkiem (30,5‰). Na przeważającej długości wycięte jest zgodnie z biegiem warstw skalnych. Sztuczna zabudowa koryta Cisowca i jego dopływów

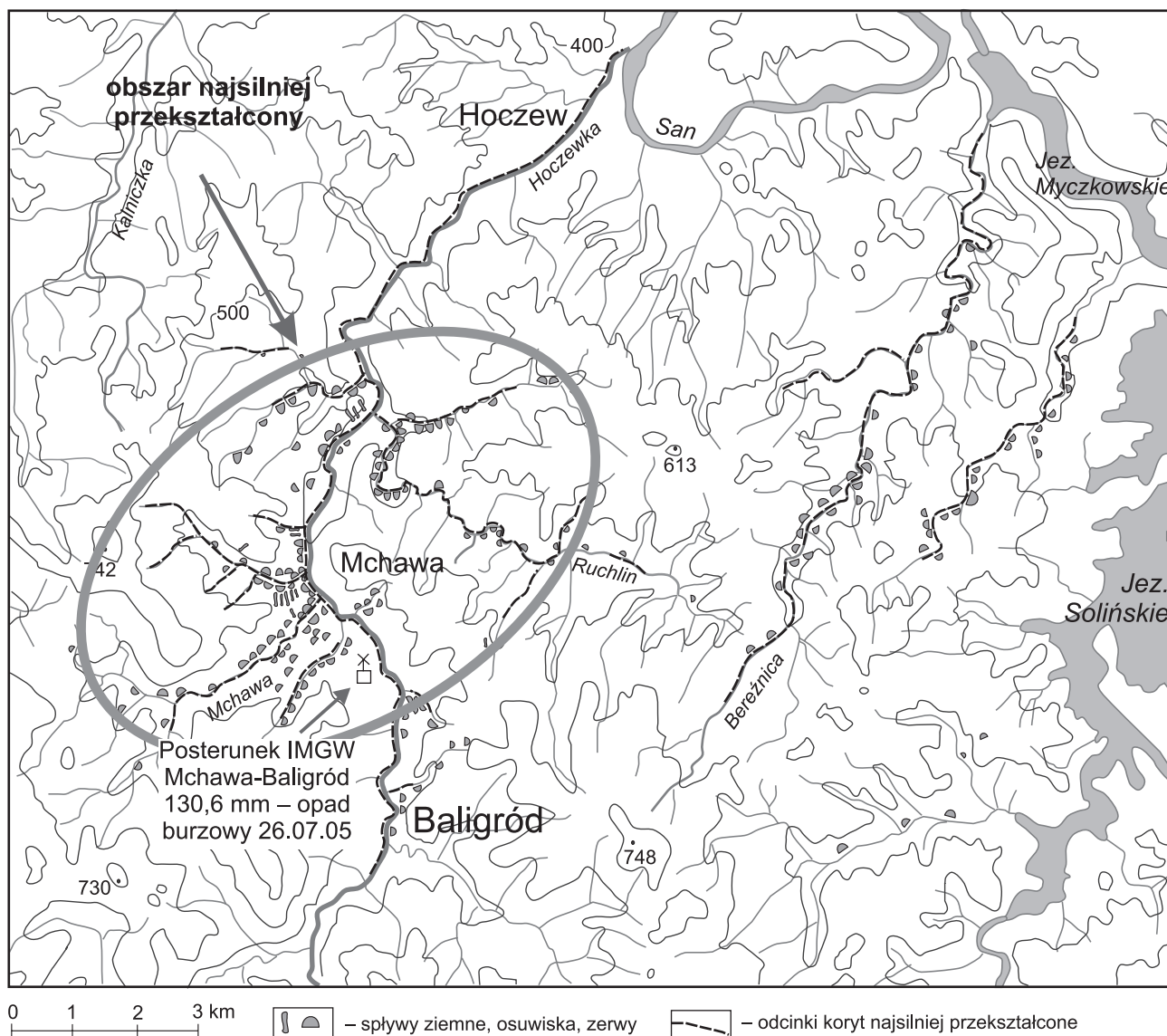
\* e-mail: e.gorczyca@geo.uj.edu.pl

obejmuje 6 przepustów pod drogami, 2 mosty oraz 2 stawy rybne zlokalizowane w osi doliny bocznego dopływu.

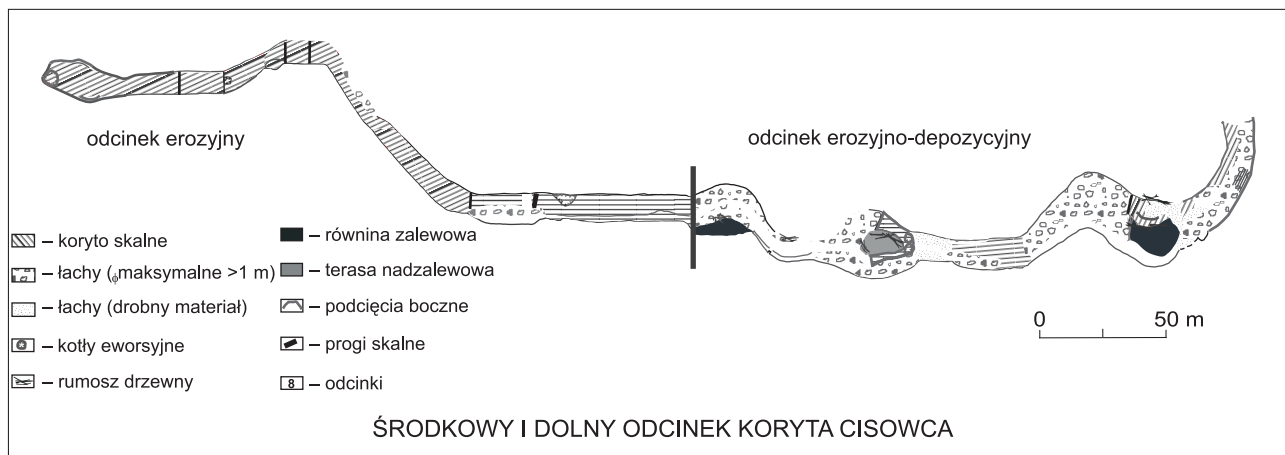
W korycie Mchawki erozja koncentrowała się przede wszystkim w obrębie samego koryta. Wyraźnie przeważała erozja boczna nad erozją denną. Niemal na całej długości koryta odnowione zostały bądź powstały nowe podcięcia erozyjne, których wysokość dochodzi nawet do 4,5 m. Prawie na całej długości koryta przekształcone zostały terasy skalno-aluwialne. Szczególnie mało odporne na procesy erozyjne okazały się zbocza zgodne z upadem warstw skalnych. Zalegające na nich osady aluwialne podlegały dezintegracji i osuwały się do koryta. W znacznym stopniu przekształceniu uległy odcinki koryta częściowo wyprostowane. Występowały one w miejscach, gdzie dnem doliny (na poziomie terasy nadzalewowej) poprowadzona była droga. Dużym przekształceniom uległy też odcinki w bezpośrednim sąsiedztwie przepustów pod drogami.

Na całej długości analizowanego koryta występowały na przemian odcinki z przewagą erozji i odcinki wyraźnie depozycyjne. W odcinkach przewężeń erozja boczna objęła oba zbocza doliny, natomiast w odcinkach krętych erozja boczna objęła tylko zbocze wklęsłe, tworząc w jego obrębie półkoliste nisze.

W korycie Cisowca erozja koncentrowała się zarówno w obrębie samego koryta, jak i w strefie pozakorytowej. W niektórych odcinkach przegłębienie koryta mogło osiągnąć około 1,5–2 m, świadczy o tym zawieszenie koryta bocznego dopływu na wysokości około 2,5 m. Ze względu na dominujące procesy koryto Cisowca można podzielić na dwa odrębne odcinki: odcinek górny – erozyjny oraz odcinek dolny – erozyjno-depozycyjny (ryc. 2). W pierwszym dominowała erozja denną na zmianę z erozją boczną. Powstały znacznych rozmiarów rynny erozyjne, progi, kotły, boczne kanały, niewyrównane dna skalne oraz różnych kształtów podcięcia. Odporność koryta na erozję była w dużym stopniu modyfikowana stosun-



Ryc. 1. Szkic obszaru objętego ekstremalnym opadem burzowym



Ryc. 2. Szkic geomorfologiczny środkowego i dolnego odcinka koryta Cisowca

kiem koryta do budowy geologicznej. Szczególnie znaczenie miał układ koryta w odniesieniu do upadu warstw skalnych oraz spoistość warstw skalnych. W odcinkach zgodnych z biegiem warstw skalnych (subsekwentnych) powstały znacznych rozmiarów rynn erozyjne. W całości zostały z nich uprzątnięte aluwia, a dno występuje w postaci niewyrównanego podłoża skalnego z pojedynczymi głazami o średnicy  $>0,5$  m. Warstwy o większej odporności tworzą w obrębie rynn żebra skalne, a przebieg kotłów eworsyjnych nawiązuje do przebiegu skał o mniejszej odporności (łupków i mułowców). Z kolei w odcinkach koryta wyciętych w poprzek warstw skalnych na ławicach piaskowca powstały progi. Progom towarzyszą niewielkie cienie piaszczyste, a u ich podnóża wycięte są kociołki eworsyjne (0,8 m głębokości). W odcinkach koryta wyciętych w poprzek warstw skalnych powstały „podwójne” podcięcia. Są one efektem uprzątnięcia aluwii z teras skalno-aluwialnych.

W odcinku dolnym Cisowca, na przemian występowała erozja i depozycja. Erozja objęła koryto i strefę pozakorytową. Erozja denna w strefie pozakorytowej koncentrowała się w obrębie wcześniej istniejących równoległych do koryta dróg bitych. W nich zostały wycięte płytkie (1–1,5 m) niewielkiej długości (5–7 m) boczne kanały. Zaczynają się one progami skalnymi wysokości około 1,5 m, u podnóża których znajdują się kociołki eworsyjne głębokości 0,5–0,8 m. W dnie doliny Cisowca charakterystyczne jest występowanie na poziomach terasowych wałów typu levee. Ich obecność może świadczyć o bardzo dynamicznym środowisku transportu zbliżonym odcinkami do spływu gruzowego.

Na przykładzie koryt Cisowca i Mchawki można prześledzić znaczącą rolę podczas wezbrania z jednej strony rumoszu drzewnego, z drugiej natomiast sztucznej zabudowy koryt. W odcinkach naturalnych i sztucznych przewężeniach rumosz drzewny tworzy progi i zatary, przed którymi zrzucane są znaczne ilości różnofrakcyjnego materiału mineralnego (Kaczka 1999). Kotarba (1998) podkreślał, że powalane do

koryta drzewa wraz z systemem korzeniowym stają się podczas wezbrania naturalną barierą dla wezbranych wód przemieszczających materiał gruzowo-mineralny. Jednocześnie nurt wezbranych wód przenoszony jest na obrzeża powstałych przeszkód. W takich warunkach odciążone wody uzyskują znaczną siłę erozyjną, której efektem jest powstanie kotłów eworsyjnych lub kanałów bocznych.

Przepusty pod drogami w pierwszej fazie wezbrania zostały zapchane transportowanym rumoszem drzewnym i spełniły rolę zapór. Wezbrane wody, nie mieszcząc się w przepustach, przelewały się górą nad drogami i złybiły na obrzeżach przepustów alternatywne kanały. Poniżej takich odcinków powstały głębokie kotły eworsyjne.

Zapewne niebagatelną rolę w kształtowaniu odpływu wezbraniowego odegrały sztuczne zbiorniki zaporowe umieszczone w osi koryta jednego z dopływów Cisowca. Oszacowana objętość obu zbiorników wynosiła  $3800 \text{ m}^3$ . Mogły one spełnić podczas wezbrania znaczącą rolę, przyczyniając się w krótkim czasie do dostawy znacznych objętości nieobciążonych wód. Wyraźne spiętrzenie wód powodziowych poniżej wspomnianego źródła dostawy odczytane zostało na podstawie wysokości zasięgu okorowanych korzeni i pni drzew rosnących na brzegu koryta potoku. Spiętrzenie wód na dwudziestometrowym odcinku wyniosło od 2,5 m wcześniejszego do 3,5–4 m późniejszego stanu wód.

## Wnioski

Największe zmiany podczas analizowanego zdarzenia opadowego zaszły w obrębie systemu korytowego. Całkowita długość przekształconych koryt wynosi 56 km. W znacznie mniejszym stopniu zostały przekształcone stoki. Zasięg działania procesów osuwiskowych ograniczony był do kilku  $\text{m}^2$ . W korytach podczas zdarzenia powodziowego istotną rolę ode-

grały czynniki naturalne i antropogeniczne. Jednym z istotnych czynników naturalnych była budowa poziomów terasowych oraz stosunek koryta do budowy geologicznej. Zieliński (2001) podkreślał znaczenie budowy poziomów terasowych w odporności na rozmywanie. Za terasy o większej odporności uznawał te zbudowane z mady ilastej. Mniejszą odpornością na rozmywanie charakteryzowały się terasy zbudowane z mady spoczywającej na gruboklastycznych aluwiach. W analizowanych korytach mamy do czynienia z istotnym faktem modyfikującym odporność poziomów terasowych. Na przeważającej długości terasy analizowanych koryt są skalno-aluwialne. Odporność na rozmywanie zależy od układu zbocza w stosunku do upadu warstw skalnych. W większym stopniu przekształcone zostały zbocza zgodnoławicowe. W obrębie takich zboczy doszło do rozmycia aluwiów (facji korytovej i powodziowej) oraz powstania znacznych rozmiarów półkolistych zagłębień.

Znaczącą rolę podczas wezbrania w lipcu 2005 r. odegrała obecność przepustów pod drogami. Tworzyły one sztuczne przewężenia w korycie, które w pierwszej fazie wezbrania zostały zapchane transportowanym rumoszem drzewnym. Przyczyniło się to do uformowania przepływu wezbraniowego ponad drogami. Konsekwencją było zniszczenie na tych odcinkach dróg i znaczne przekształcenia koryt w sąsiedztwie przepustów.

Badania zostały wykonane w ramach: PBZ-KBN w 086/P04/2003 „Ekstremalne zdarzenie meteorologiczne i hydrologiczne w Polsce (Ocena zdarzeń oraz prognozowanie skutków dla środowiska życia człowieka)”, 2004–2007, kierownik projektu – prof. dr hab. J. Jania.

## Literatura

- Gorczyca E. 2008. Rola płytkich ruchów osuwiskowych w kształtowaniu stoków fliszowych (na przykładzie Beskidu Wyspowego i Bieszczadów). *Przegląd Geogr.*, 80, 1: 105–126.
- Kaczka R.J. 1999. The role of coarse woody debris in fluvial processes during the flood of the July 1997. Kamienica Łącka Valley, Poland. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, XXXIII.
- Kotarba A. 1998. Morfogenetyczna rola opadów deszczowych w modelowaniu rzeźby Tatr podczas letniej powodzi w roku 1997. [W:] A. Kotarba (red.), *Z badań fizycznogeograficznych w Tatrach*. III. *Dok. Geogr.*, 12, IG i PZ PAN, s. 9–23.
- Zieliński T. 2001. Erozyjne efekty katastrofalnych wezbrań w dorzeczu górnej Nisy Kłodzkiej podczas powodzi 1997 i 1998 r. *Przegląd Geologiczny*, 49, 11: 1096–1100.