

Paweł Franczak

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, e-mail: p.franczak@uj.edu.pl

LOKALNE POWODZIE BŁYSKAWICZNE W LATACH 80. I 90. XX WIEKU W ZLEWNI GÓRNEJ SKAWY

LOCAL FLASH FLOODS IN THE 80'S AND 90'S OF THE TWENTIETH CENTURY IN THE UPPER SKAWA CATCHMENT

Słowa kluczowe: powódź, powódź błyskawiczna, zagrożenie powodziowe, potok górski, Karpaty

Key words: flood, flash flood, flood risk, mountain stream, Carpathians

Abstract. Mountain streams are subject to continuous modeling of river beds during floods. The greatest changes occur within them, however, during the catastrophic floods caused by sudden rainfall. The increase in the intensity of transformation occurs in forest areas, where the wooden logs carried by the swollen streams create a dumping ground, around which there is a greater accumulation of transported material and the formation of an increased mosaic of geomorphological forms.

WSTĘP

Powodzie błyskawiczne są zjawiskami lokalnymi [Bryndal 2008] obejmującymi swym zasięgiem niewielkie obszary, w związku z czym nie poświęcano im dotychczas w literaturze znaczącej uwagi. W świadomości ludzi panowała opinia, że za ogromne straty materialne oraz zachodzące w obrębie den dolin przekształcenia geomorfologiczne, odpowiadają głównie powodzie występujące na dużych rzekach. Dlatego też tym zdarzeniom poświęcono w literaturze większość miejsca. Jednak lokalne, w małych zlewniach bardzo duże zagrożenie stwarzają powodzie błyskawiczne [Bryndal 2008, 2011; Pociask-Karteczka, Żychowski 2014], które zwłaszcza na obszarach górskich mogą przybierać katastrofalne rozmiary.

W małych zlewniach do wystąpienia gwałtownych wezbrań przyczyniają się krótkotrwałe (trwające do kilku godzin), bardzo intensywne opady deszczu [Parczewski 1960]. Obejmują one swym zasięgiem niewielki obszar, który przeważnie nie przekracza 100 km². Jednak w 50% przypadków obszar intensywnych opadów nie przekracza 25 km² [Lenart 1993; Bryndal 2010], przez co występuje na obszarze jednej bądź kilku przylegających do siebie małych zlewni.

W rezultacie wystąpienia intensywnych opadów deszczu dochodzi do formowania się w małych zlewniach gwałtownych fal wezbraniowych. Występując

na obszarach gęsto zabudowanych, wyrządzają one znaczne straty materialne [Cabaj i in. 2002; Ziętara 2002; Bryndal 2011], które w przeliczeniu na 1 km² powierzchni zlewni mogą dochodzić do 100 tys. zł [Bryndal 2014]. Prócz strat materialnych powodzie błyskawiczne występujące w małych zlewniach górskich powodują powstanie dużych przekształceń geomorfologicznych i zmian w krajobrazie [Franczak, Listwan-Franczak 2015]. Procesy te mogą jednak być różnie modyfikowane w zależności od sposobu zagospodarowania zlewni, w której występuje wezbranie. Górne odcinki małych zlewni często w całości porasta las dlatego obszary te w czasie gwałtownych wezbrań narażone są na występowanie znacznych przekształceń geomorfologicznych i krajobrazowych. Dodatkowo formy rzeźby występujące w dnach dolin silnie modyfikowane są przez transportowaną materię organiczną (głównie gruby rumosz drzewny). Jednak w związku iż wezbrania te często nie powodują dużych strat materialnych, a jedynie wywołują zmiany w rzeźbie den dolin, na obszarach słabo bądź w ogóle niezamieszkałych, rzadko kiedy poświęcano im miejsce w literaturze naukowej oraz prasie lokalnej i regionalnej.

Gwałtowne wezbrania powodujące wystąpienie powodzi błyskawicznych były dotychczas przedmiotem zaledwie pojedynczych opracowań. Dostępne w literaturze wyniki badań z tego zakresu dotyczą głównie opisu przebiegu powodzi, wyrządzonych w ich wyniku strat materialnych, a także zaszłych przekształceń geomorfologicznych [Dębski 1969; Ciepeliowski 1970; Żurawek 1999; Lach, Lewik 2002; Łach 2003; Gorczyca 2004; Bajgier-Kowalska, Ziętara 2008; Bryndal 2008, 2009, 2011; Długosz, Gębica 2008; Gorczyca, Krzemień 2008; Gorczyca, Wrońska-Wałach 2008; Krzaklewski 2008; Izmańłow i in. 2008; Bucła, Budek 2011; Starkel 2011; Franczak 2014a; Franczak, Listwan-Franczak 2015].

Powodzie błyskawiczne są jednak zjawiskami powszechnie występującymi na obszarach górskich dlatego ważna jest dokumentacja ich występowania oraz poznanie zachodzących w ich wyniku przekształceń morfologicznych. Celem opracowania była hydrometeorologiczna interpretacja wezbrań, które wystąpiły w latach 80. i 90. XX wieku w małych zlewniach górskich w zlewni górnej Skawy.

OBSZAR BADAŃ

Według regionalizacji fizycznogeograficznej J. Kondrackiego [2000] zlewnia górnej Skawy znajduje się na pograniczu Beskidu Żywieckiego oraz Beskidu Makowskiego należących do makroregionu Karpaty Zachodnie. Skawa, rzeka II rzędu, o długości 96 km bierze swój początek poniżej Przełęczy Spytkowickiej w Beskidzie Żywieckim, a uchodzi do Wisły we wsi Podolsze. Bieg rzeki charakteryzuje się występowaniem dwóch odmiennych odcinków. Dolny, o długości 34 km, odznacza się niewielkimi spadkami (średnio 2,3‰). Natomiast górny, o długości 62 km, ma charakter górski o dużych spadkach terenu (średnio 6,9‰) [Franczak 2013].

Granica obu odcinków rzeki nie jest jednak jednoznaczna i definiowana jest przez poszczególnych autorów różnie, jednak wszyscy stawiają ją między ujściem Stryszówki a Skawicy [Punzet 1976; Starkel 1991]. W niniejszej pracy jako granicę obu odcinków przyjęto ujście Stryszawki, powyżej którego zlokalizowany jest profil wodowskazowy w Suchej Beskidzkiej.

Powierzchnia tak zdefiniowanego obszaru badań wynosi 468 km². Od sąsiednich zlewni oddzielony jest on Pasmem Jałowieckim, pasmem wzniesień rozciągających się przez Kotlinę Rabczańską oraz Pasmem Koskowej Góry. Ze względu na znaczne zróżnicowanie morfologiczne obszar ten można podzielić na trzy części. Dolną, rozciągającą się w górę biegu Skawy od profilu w Suchej Beskidzkiej po ujście Skawicy. Środkową, którą stanowi dolina Skawy wraz z dopływami mieszczącymi się od ujścia Skawicy po Jordanów oraz górną, rozciągającą się powyżej Jordanowa [Franczak 2013].

Rzeźba badanego obszaru ściśle nawiązuje do jej budowy geologicznej, którą stanowią tu utwory płaszczowiny magurskiej. Najwyżej położona część znajduje się w Beskidzie Żywieckim i charakteryzuje się stromymi stokami i ostro wciętymi dolinami. Nachylenie większości stoków przekracza tam 5°, a bardzo duży udział stanowią stoki o nachyleniu ponad 15°. Wyjątek stanowi jedynie źródłowy odcinek Skawy, gdzie nachylenia nie przekraczają 5° [Nalborczyk 1967]. Najwyższy punkt w zlewni stanowi kulminacja Pasma Babiogórskiego – Diablak (1725 m n.p.m.), natomiast najniższy mieści się w korycie Skawy w Suchej Beskidzkiej – 324 m n.p.m. Koryta rzeczne w większości są głęboko wcięte, a jedynie nieliczne ich odcinki zachowały wcześniejszy roztokowy charakter, gdzie są szerokie i płytko wcięte w dno doliny. Większość koryt uległa w ciągu ostatniego stulecia pogłębieniu nawet o 2,5 m.

Zlewnia górnej Skawy należy do regionu klimatów górskich i pogórskich, który ze względu na znaczne zróżnicowanie rzeźby wykazuje duże zróżnicowanie mikroklimatyczne [Hess 1965]. Kształtowane są one głównie przez masy powietrza polarno-morskiego, stanowiącego 69% mas powietrza napływających nad zlewnię. Opady atmosferyczne wykazują wyraźne powiązania z orografią terenu, różnicując się od ok. 800 do 1400 mm. Najwyższe roczne sumy odnotowywane są na północnych stokach Babiej Góry, gdzie podczas opadów nawalnych, dobowe sumy przekraczają 230 mm. Natomiast podczas okresów ciągłych opadów ich sumy dochodzą do 620 mm [Franczak 2013].

METODA BADAŃ

Badania obejmowały analizy kameralne i pomiary terenowe. Przegląd literatury pozwolił wytypować posterunki hydrologiczne i stacje meteorologiczne, z których pozyskane dane posłużyły do dalszych analiz. Wybrano 6 profili wodowskazowych oraz 11 posterunków meteorologicznych, a dodatkowo dane te wzbogacono o informacje pochodzące z 6 historycznych posterunków meteorologicznych, położonych w zlewni górnej Skawy oraz w jej bezpośrednim

sąsiedztwie. W zależności od długości prowadzonego monitoringu (stanów wód i wielkości przepływów) w ciekach wykonano analizy dla ciągów o długości od 40-letnich na Bystrzance do 100-letnich na Skawie w Suchej Beskidzkiej. Dane te pozyskano dla okresu 1913-1982 z Roczników Hydrologicznych oraz z 1983-2012 z elektronicznej bazy danych IMGW-PIB [Franczak 2013]. Na tej podstawie wyodrębniono 23 powódzie, spośród których trzy poddane zostały dalszej analizie. Dla każdej z nich przeanalizowano sytuację meteorologiczną, przebieg wezbrania, kształt fali wezbraniowej, jej wysokość i czas trwania. Przeprowadzono także ich porównanie względem powodzi historycznych.

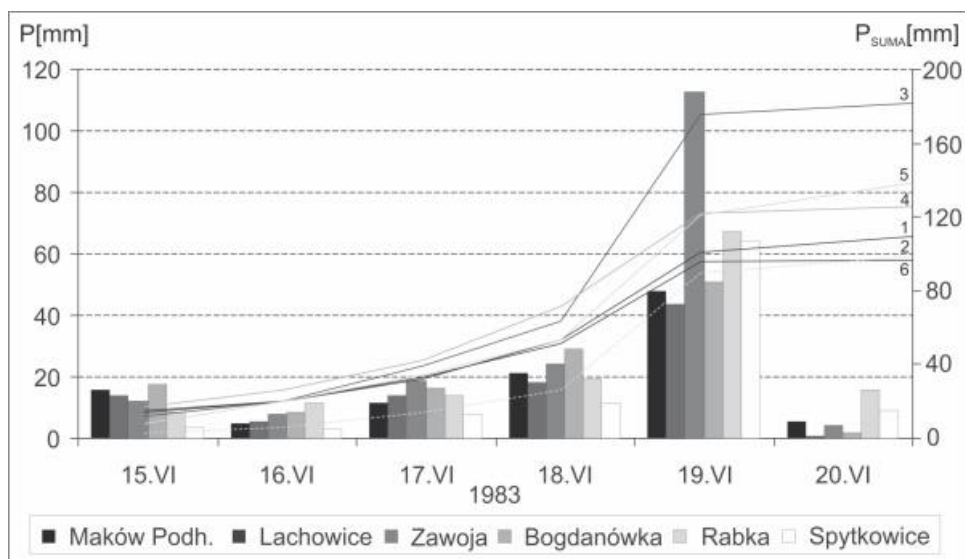
W drugim etapie badań dokonano szczegółowe badania terenowe w celu wyznaczenia stref zagrożonych powodziowo. W latach 2011 i 2012 przeprowadzono kartowanie obszarów zalewowych oraz zabudowań i infrastruktury komunikacyjnej mieszczącej się na tym obszarze oraz w jego sąsiedztwie.

WYNIKI

Powódź w czerwcu 1983 r.

W czerwcu 1983 r. w rezultacie nawalnego opadu deszczu w zlewni górnej Skawy wystąpiła powódź, która objęła swym zasięgiem większość obszaru zlewni. Do powstania powodzi przyczyniły się gwałtowne opady burzowe, które miały miejsce w nocy z 19 na 20 czerwca. Opady te poprzedzone zostały kilkudniowym okresem opadowym o niewielkim natężeniu. Od połowy czerwca w zlewni Skawy występowały niewielkie opady deszczu, których dobowe sumy wynosiły od 5,1 do 17,5 mm. W dniu 18 czerwca niemal w całej zlewni opady deszczu przekroczyły 20 mm, dochodząc na Bogdanówce do niemal 30 mm. Najintensywniejszy opad wystąpił jednak następnego dnia (19 VI), gdy na przeważającej części zlewni wyniósł od 47,9 mm w Makowie Podhalańskim do 67,1 mm w Rabce. Jednak zdecydowanie wyższe sumy opadów wystąpiły w zlewni Skawicy, w której w Zawoi zarejestrowano 112,6 mm opadu. Centrum opadowe mieściło się w Paśmie Polic oraz nad północnymi stokami Babiej Góry, jednak ich suma nie została zarejestrowana z powodu braku ułożenia posterunków opadowych na tym obszarze. Natomiast następnego dnia opady niemal całkowicie ustały, a maksymalna suma dobowego opadu wystąpiła w Rabce (15,6 mm) [Ryc. 1].

W okresie bezpośrednio poprzedzającym wystąpienie powodzi stan wody na ciekach w zlewni górnej Skawy kształtował się w strefie stanów niskich. Przepływ Skawy w Suchej Beskidzkiej wyniósł 15 czerwca zaledwie 2,4 m³/s. Natomiast przez następne trzy dni pomimo trwających ciągłych opadów deszczu poziom wody w ciekach nie uległ znacznemu podniesieniu. Niewielki wzrost przepływu nastąpił w godzinach rannych – 19 czerwca. Tego dnia w godzinach popołudniowych rozpoczął się intensywny opad, który spowodował nagły przybór wody w ciekach. Najszybciej kulminacja fali wezbraniowej uformowała się na Skawie w Osielcu. Maksymalny przepływ (237 m³/s) osiągnięty został w tym profilu wodowskazowym 20 czerwca o godz. 2.00. Natomiast niespełna dwie



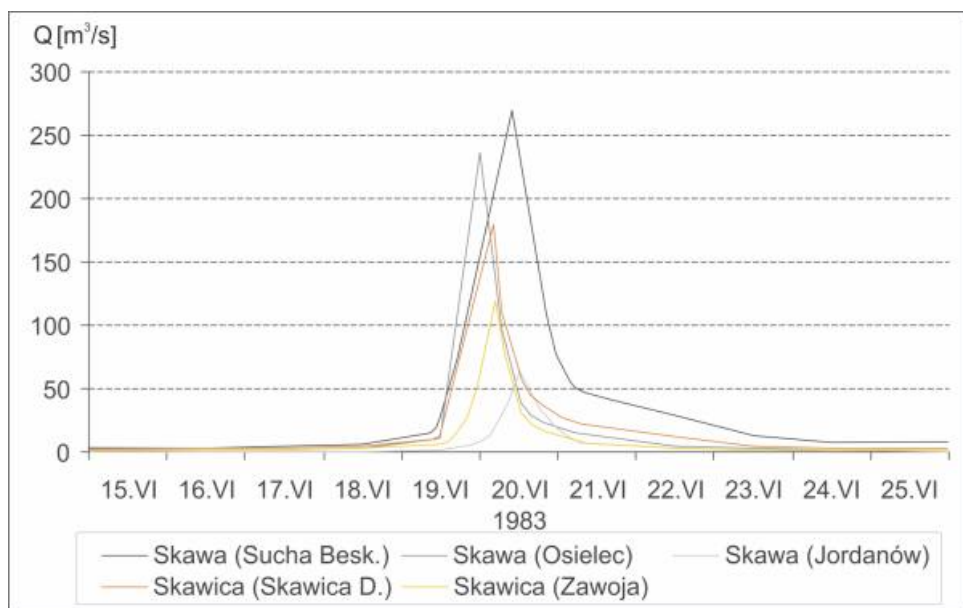
Ryc. 1. Opady atmosferyczne (P) w okresie 15-20.06.1983r.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z IMGW-PIB.

godziny później kulminacja fali powodziowej przemieszczała się Skawicą, na której w Zawoi maksymalny przepływ wyniósł $120 \text{ m}^3/\text{s}$, a w Skawicy Dolnej – $179 \text{ m}^3/\text{s}$. Maksymalny odpływ jednostkowy z obu profili wodowskazowych wyniósł odpowiednio $2\,469$ i $1\,287 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Przekroczone wówczas zostały na niej dotychczasowe absolutne maksima przepływów i stanów wody (340 cm). O godz. 7.00 maksymalny stan wody osiągnięty został przez Bystrzankę oraz Skawę w Suchej Beskidzkiej, do której dotarła fala wezbraniowa z Skawicy. Skawa osiągnęła stan – 335 cm , a jej przepływ wyniósł $270 \text{ m}^3/\text{s}$. Najpóźniej kulminacja wezbrania wystąpiła w Jordanowie, gdzie miała miejsce dopiero o godz. 12.00 i wyniosła jedynie $62,6 \text{ m}^3/\text{s}$ [Ryc. 2].

Powódź ta charakteryzowała się wąską strefą występowania. Objęła zasięgiem jedynie środkowy bieg Skawy oraz jej największy dopływ – Skawicę, na której przekroczone zostały dotychczasowe absolutne maksymalne stany wody. Wysokość elewacji fali wezbraniowej wyniosła w Skawicy Dolnej – $1,90 \text{ m}$, natomiast w Zawoi – $1,82 \text{ m}$. Na Skawie jej wysokość w Suchej Beskidzkiej wyniosła $2,33 \text{ m}$ a w Osielcu – $1,74 \text{ m}$. W górnym biegu w Jordanowie wysokość elewacji fali wezbraniowej była stosunkowo niska i wyniosła jedynie $1,97 \text{ m}$.

Według kryterium wielkości w niemalże całej zlewni górnej Skawy była to powódź zaliczana do średnio wielkich. Jedynie w zlewni Skawicy była to powódź katastrofalna (największa w historii), podczas której na profilu wodowskazowym w Skawicy Dolnej przekroczone zostały absolutne maksymalne stany wody i przepływy. Wezbrane wody Skawicy zalały terasy zalewowe (porośnięte przez las łągowy), a największe rozlewiska powstały w jej dolnym i środkowym biegu. Największe straty materialne wyrządziły jednak prawobrzeżne dopływy Skawicy.



Ryc. 2. Przepływy cieków (Q) w zlewni górnej Skawy w okresie 15-25.06.1983r.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z IMGW-PIB.

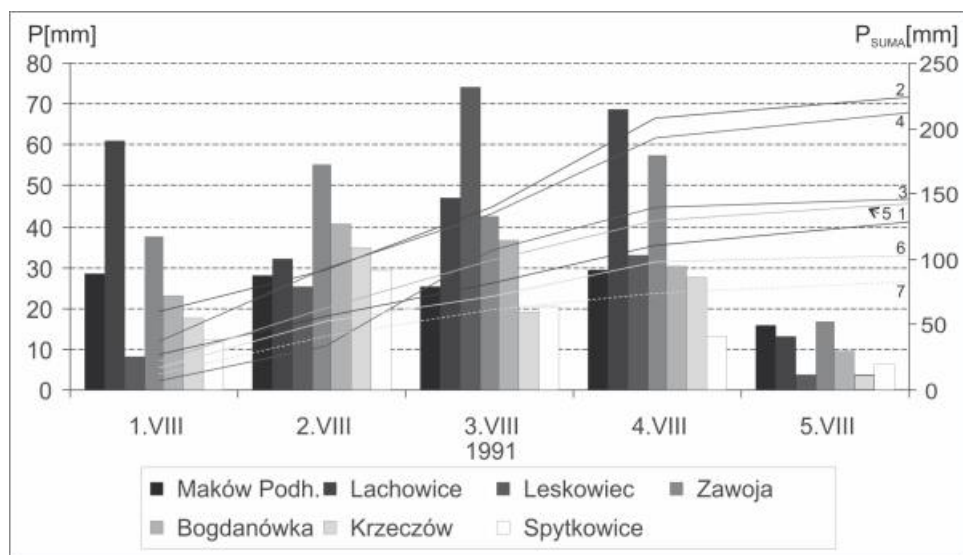
Skawica Sołtysia wystąpiła z koryta w swym środkowym biegu, niszcząc drogę powiatową oraz podtapiając zabudowania w Skawicy Suchoj Górze, gdzie powstał rozległy kamieniec. Wezbrana Rotnia podtopiła zabudowania mieszczące się w jej ujściowym odcinku, natomiast w dolnym biegu Rybnego Potoku i Marków Potoku powstały kamieńce mierzące po kilkaset metrów kwadratowych powierzchni. Największe straty wyrządził jednak potok Jastrzębiec, który wylał wśród zabudowań mieszczących się w centrum Zawoi [Kronika. Tygodnik... 1983; Franczak 2012, 2013]. W profilu Skawica Dolna, Skawica osiągnęła maksymalny przepływ $179 \text{ m}^3/\text{s}$ (H – 340 cm) i przewyższyła dotychczasowy najwyższy przepływ z roku 1970 o $35 \text{ m}^3/\text{s}$, a stan o 0,28 m. Natomiast na wodowskazie w Zawoi pomimo odnotowania najwyższego przepływu w historii prowadzenia pomiarów ($120 \text{ m}^3/\text{s}$), maksymalny stan był niższy od szczytu kulminacji fali powodziowej z 1958 r. o 0,24 m. Z kolei na Skawie maksymalne stany wody był niższy od absolutnych maksimum o od 0,70 m w Osielcu do 1,75 cm w Suchoj Beskidzkiej.

Powódź w sierpniu 1991 r.

Powódź, która objęła w sierpniu 1991 r. kilka małych zlewni w dorzeczu górnej Skawy uformowała się w rezultacie pojawienia się intensywnego opadu nawałnego, którego centrum znajdowało się nad Pasmem Polic. W zlewni górnej Skawy od pierwszych dni sierpnia występowały niewielkie opady deszczu, których sumy wynosiły do kilkunastu milimetrów. Jednak w czasie trwania burz, sumy opadów były znacznie wyższe i dochodziły do 74 mm (na Leskowcu, 3 sierpnia).

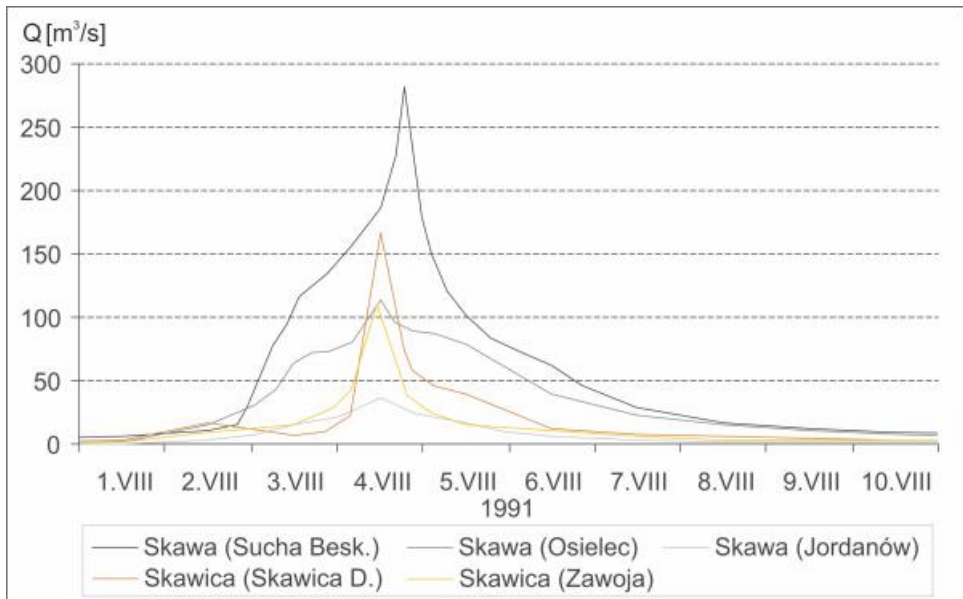
Najzasobniejsza w opady komórka burzowa uformowała się 4 lipca nad Pasmem Polic, gdy na najbliższej stacji meteorologicznej mieszczącej się w Zawoi zanotowana suma dobowa opadu wyniosła 57,3 mm [Ryc. 3]. Opad jaki wystąpił nad głównym grzbietem Pasma Polic musiał być jednak znacznie wyższy, ponieważ przybór wód Skawicy i jej dopływów był bardzo gwałtowny i wysoki.

Na przełomie lipca i sierpnia sytuacja hydrologiczna na ciekach w zlewni górnej Skawy utrzymywała się w strefie stanów niskich. Opad deszczu jaki wystąpił w pierwszych dniach sierpnia, spowodował nieznaczne podniesienie poziomu wody w ciekach. Pokażny przybór wód wystąpił 3 sierpnia, gdy przepływ Skawy w Suchej Beskidzkiej wzrósł do 117 m³/s. Jednak największy przyrost przepływu odnotowano 4 lipca w wyniku pojawienia się gwałtownego opadu deszczu. Opad ten nie objął swym zasięgiem całego obszaru zlewni, ponieważ w Jordanowie maksymalny przepływ Skawy wyniósł zaledwie 21,3 m³/s. W Osielcu przybór Skawy był już znacznie większy i wyniósł 113 m³/s, a przyczynił się do niego dopływ wód z zlewni Bystrzanki. Największy przybór wody miał miejsce na Skawicy, na której maksymalny stan wody osiągnięty o godz. 13.00 wyniósł 3,20 m, przy przepływie wynoszącym 166 m³/s. Jeszcze gwałtowniejszy przybór wody miał miejsce w górnej części zlewni Skawicy, gdzie w Zawoi maksymalny przepływ wyniósł 110 m³/s. Maksymalny odpływ jednostkowy wyniósł wówczas w tym profilu wodowskazowym 2 263 dm³·s⁻¹·km⁻². W wyniku tak dużego wezbrania Skawicy oraz niewielkich cieków odwadniających Pasma Polic i Pasma Jałowieckie maksymalny przepływ Skawy w Suchej Beskidzkiej wzrósł do 282 m³/s [Ryc. 4].



Ryc. 3. Opady atmosferyczne (P) w okresie 1-5.08.1991r.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z IMGW-PIB.



Ryc. 4. Przepływy cieków (Q) w zlewni górnej Skawy w okresie 1-10.08.1991r.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z IMGW-PIB.

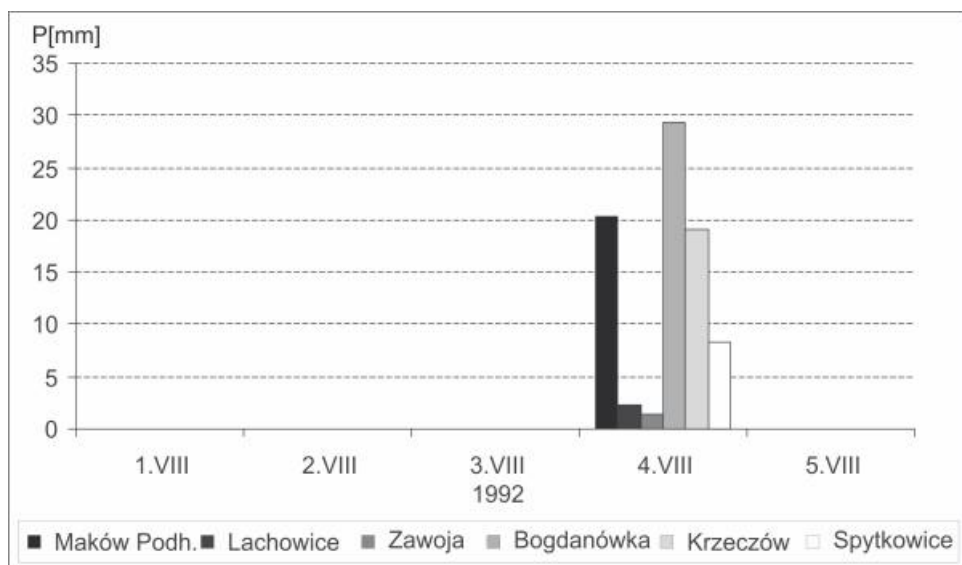
Wysokość elewacji fali wezbraniowej w poszczególnych profilach wodowskazowych w zlewni była znacznie zróżnicowana. Na górnym odcinku Skawy w Jordanowie wyniosła 1,17 m, a w Osielcu – 1,12 m (jednak ze względu na charakter koryta w tym biegu Skawy jej wysokość była stosunkowo duża). W Suchoj Beskidzkiej jej wysokość wyniosła – 2,19 m, natomiast spośród dopływów Skawy zdecydowanie najwyższą elewację fali osiągnęła Skawica, na której w dolnym biegu w Skawicy wyniosła – 1,72 m.

Powódź objęła swym zasięgiem bardzo niewielki obszar mieszczący się wokół Pasma Babiogórskiego i Jałowieckiego. Na Skawie w jej środkowym biegu została zaklasyfikowana jako średnio wielka powódź, a w usunąć górnym biegu zaznaczyła się jedynie jako niewielkie wezbranie. W zlewni Skawicy oraz na niewielkich potokach m.in. na Grzechynce przybór wody był gwałtowny. Wezbrane wody rozlały się w obrębie teras zalewowych, a zniszczeniu uległy mosty oraz drogi. Największe zniszczenia infrastruktury komunikacyjnej powstały na obszarze Grzechyni [Kronika Beskidzka 1992; Mydlarz 2010].

Podczas powodzi na żadnym z profili wodowskazowych nie zostały przewyższone absolutne maksima przepływów, jednak na kilku cieków maksymalne stany wody były bardzo wysokie. Wezbranie to na Skawicy w Skawicy było niższe od maksymalnych zarejestrowanych stanów wody o 0,10 m, a w Zawoi o 0,09 m. Natomiast na Skawie maksymalne stany wody były niższe od absolutnych maksimów o od 1,26 m w Osielcu do 2,15 m w Jordanowie. Kulminacja fali powodziowej była na Skawie znacznie niższa od najwyższych zarejestrowanych.

Powódź w sierpniu 1992 r.

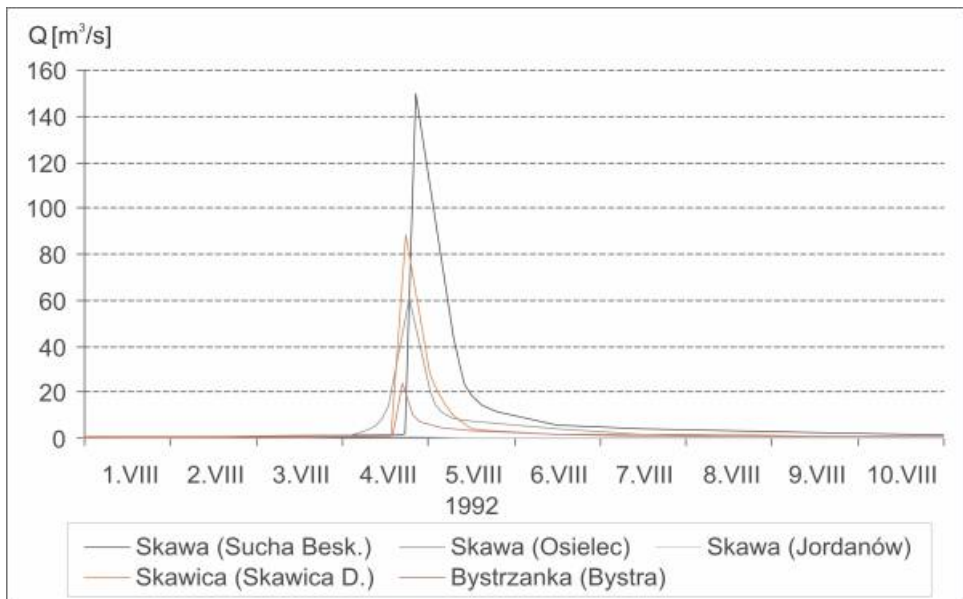
W sierpniu 1992 r. w zlewni górnej Skawy wystąpił lokalny nawalny opad deszczu, który spowodował gwałtowne podniesienie stanu wody w ciekach. W pierwszych dniach sierpnia nad północno-zachodnią Europą wykształciły się liczne ośrodki niżowe, a nad południową Europą umiejscowiły się ośrodki wysokiego ciśnienia. Te masy powietrza różniły się wyraźnie panującą na ich obszarze temperaturą powietrza, a granica między nimi przebiegała przez obszar Polski [Archiv ... 2013]. Pierwsza dekada sierpnia charakteryzowała się występowaniem okresu bezopadowego. Jednak w związku z wysokimi temperaturami powietrza tworzyły się lokalne burze. Jedna z nich rozwinęła się 4 sierpnia w godzinach popołudniowych nad wschodnią częścią Pasma Polic. Trwające wówczas intensywne opady deszczu objęły swym zasięgiem niewielki obszar, ponieważ na stacjach pomiarowych mieszczących się wokół Pasma Polic odnotowano niewielkie sumy opadowe. Najwyższe sumy opadowe zarejestrowano na północny-wschód od Pasma (na Bogdanówce – 29,3 mm), natomiast na pozostałych posterunkach opadowych odnotowano zaledwie kilka milimetrów opadu [Ryc. 5].



Ryc. 5. Opady atmosferyczne (P) w okresie 1-5.08.1992r.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z IMGW-PIB.

W pierwszych dniach sierpnia stany wody na ciekach w zlewni górnej Skawy utrzymywały się w strefie stanów niskich. Opady, które wystąpiły 4 sierpnia w środkowej części zlewni, nie spowodowały większego wzrostu przepływów. W Jordanowie przepływ Skawy wzrósł jedynie o 0,5 m³/s, a w Zawoi przepływy Skawicy o 1 m³/s. Znacznie większy przybór wody wystąpił na Bystrzance, na której wzrósł o 20,7 m³/s. Nagły przybór wód wystąpił jednak na małych ciekach odwadniających Pasma Polic.



Ryc. 6. Przepływy cieków (Q) w zlewni górnej Skawy w okresie 1-10.08.1992r.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z IMGW-PIB.

Dopływ wód z małych zlewni spowodował wzrost przepływu Skawy w Osielcu do $61,6 \text{ m}^3/\text{s}$, natomiast Skawicy w Skawicy do $90 \text{ m}^3/\text{s}$. Fala powodziowa Skawicy uformowała się na dopływach z Pasma Polic (Skawica Sołtysia, Skawica Górna, Rotnia i kilka mniejszych), ponieważ na górnym posterunku wodowskazowym w Zawoi maksymalny przepływ Skawicy wyniósł zaledwie $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Dopływająca Skawicą fala powodziowa spowodowała wzrost przepływu Skawy w Suchoj Beskidzkiej do $150 \text{ m}^3/\text{s}$. Przybór wód był jednak bardzo krótki, ponieważ po ustaniu opadów poziom wód w ciekach powrócił do stanów sprzed wystąpienia wezbrania już następnego dnia [Ryc. 6].

Wezbranie to charakteryzowało się dużą gwałtownością, z szybkim przyborem wód i równie szybkim opadaniem fali wezbraniowej. Elewacja fali wezbraniowej wyniosła na Skawie od zaledwie $0,14 \text{ m}$ w Jordanowie do $1,68 \text{ m}$ w Suchoj Beskidzkiej. Natomiast spośród jej dopływów najwyższą elewację fali wezbraniowej osiągnęła Bystrzanka – $1,92 \text{ m}$. Gwałtowny przybór wody największe straty materialne wyrządził w rejonie Juszczyńskich Polan, gdzie zniszczone zostały drogi, mosty i kładki, zabudowania gospodarcze, a straty odnotowano także w uprawach rolnych [Gazeta ... 1992; Mydlarz, 2010]. Z koryt wylały także prawobrzeżne dopływy Skawicy, wyrządzając największe straty w swych ujściowych odcinkach. Wśród nich największe straty wyrządziły Rotnia i Skawica Sołtysia oraz potok bez nazwy przepływający przez przysiółek U Buby Górnego w Skawicy [Franczak 2013]. Wezbranie to było niższe od maksymalnych zarejestrowanych stanów wody na Skawie od o $1,58 \text{ m}$ w Osielcu do $2,78 \text{ m}$ w Jordanowie. Na głównych dopływach Skawy stany wody były niższe o $0,75\text{-}1,00 \text{ m}$ od absolutnych maksimów.

POWODZIE BŁYSKAWICZNE LAT 80. I 90. XX WIEKU NA TLE POWODZI HISTORYCZNYCH W ZLEWNI GÓRNEJ SKAWY

Częstość występowania powodzi w zlewni górnej Skawy jest różna. Od XV wieku na obszarze zlewni górnej Wisły odnotowano ich około 100, a większość z nich objęła swym zasięgiem także zlewnię górnej Skawy. W drugiej połowie XV w. na obszarze zlewni Soły i Skawy odnotowano 8 dużych powodzi, a podczas następnego stulecia 24. W XVII wieku kronikarze zanotowali 7 powodzi [Malarz 1997], a w wieku XVIII odnotowano ich 13. Jednak aż 9 spośród osiemnastowiecznych powodzi wystąpiła w ciągu pierwszych trzech dekad, po czym przez niemal 50 lat nie odnotowano żadnego większego zdarzenia powodziowego. Podobnie sytuacja kształtowała się w XIX w., gdy większość powodzi wystąpiła w pierwszej połowie stulecia. W trakcie całego stulecia odnotowano 15 dużych powodzi. Nieco większa ich liczba miała miejsce w XX w., gdy w zlewni górnej Skawy odnotowano ich 20. Z kolei w pierwszej dekadzie obecnego stulecia w ciągu dwóch lat uformowały się 4 wielkie fale powodzi, spośród których trzy miały miejsce w 2010 roku [Tab. 1; Franczak 2013, 2014b].

Wszystkie z zarejestrowanych przez kronikarzy powodzi miały duży zasięg terytorialny, jednak z pewnością występowały także lokalne powodzie błyskawiczne, o których wystąpieniu brak jest zapisków kronikarskich.

Tab.1. Liczba powodzi w zlewni Skawy w poszczególnych wiekach

Wiek	Liczba powodzi
XV [od 1450 r.]	8
XVI	24
XVII	7
XVIII	13
XIX	15
XX	20
XXI [do 2012 r.]	4

Źródło: Opracowanie własne.

Podczas stulecia 1913-2012 w zlewni górnej Skawy powodzie odnotowano w trakcie 21 lat hydrologicznych (łącznie 23 zdarzenia). W 2010 r. odnotowano trzy duże fale powodziowe. W analizowanym okresie czasu powodzie występowały średnio raz na 4,7 roku, a ich rozkład w porównaniu do poprzednich stuleci był znacznie bardziej równomierny. Pomimo tego zauważa się ich czasowe zróżnicowanie. Najwięcej powodzi wystąpiło w okresie pomiędzy rokiem 1923 a 1972, gdy odnotowano 14 tego typu zdarzeń. Przed tym okresem wystąpiła zaledwie jedna powódź (w roku 1903), a później nastąpił przeszło 20-letni okres, gdy występowały jedynie lokalne większe wezbrania.

Po roku 1972 w badanej zlewni niemal do końca stulecia nie wystąpiły wielkie powodzie, które swym zasięgiem objęłyby obszar całej zlewni Skawy. Odnotowano wówczas jedynie trzy powodzie błyskawiczne charakteryzujące się lokalnym zasięgiem występowania. Natomiast w latach 1996-2001 wystąpiły trzy wielkie powodzie, które znacząco wyróżniły się rozmiarami. Następnie przez kolejną dekadę nie zaobserwowano żadnej powodzi, a w roku 2010 odnotowano aż trzy duże zdarzenia [Franczak 2013, 2014b].

Powodzie występujące w analizowanym stuleciu (1913-2012) wykazały również wyraźne zróżnicowanie sezonowe. Spośród 23 zdarzeń aż 7 miało miejsce w lipcu, a 5 w czerwcu. W ciągu tych dwóch miesięcy wystąpiła ponad połowa obserwowanych powodzi (52%). Ponadto w sierpniu zaobserwowano 4 zdarzenia powodziowe, a we wrześniu 3. Większość powodzi formowała się w zlewni górnej Skawy w lecie oraz na początku jesieni. Ponadto dwie powodzie wystąpiły w maju, a po jednej w lutym i marcu. Większość powodzi zanotowano więc w półroczu letnim (91%) a zaledwie 9% w półroczu zimowym [Franczak 2013, 2014b].

Powodzie błyskawiczne, które wystąpiły w zlewni górnej Skawy w latach 80. i 90. XX wieku miały miejsce w półroczu letnim. Jednak w głównym okresie występowania powodzi (czerwiec-lipiec) miała miejsce jedynie powódź z 1983 r., która charakteryzowała się także największym zasięgiem terytorialnym spośród badanych powodzi. Natomiast powodzie, które odnotowano w latach 1991 i 1992, miały miejsce w sierpniu i charakteryzowały się bardzo lokalnym zasięgiem występowania.

SYTUACJE SYNOPTYCZNE WYWOŁUJĄCE WYSTĘPOWANIE POWODZI W ZLEWNI GÓRNEJ SKAWY

Opady będące bezpośrednim czynnikiem powodującym występowanie powodzi w zlewni górnej Skawy wykazują zróżnicowanie na dwa typy. Za formowanie powodzi obejmujących swym zasięgiem całą zlewnię odpowiadają długotrwałe opady rozlewne. Natomiast powodzie o zasięgu lokalnym kształtowane zazwyczaj są przez krótkotrwałe opady nawalne powstałe w wyniku silnej konwekcji bądź występujące w czasie przemieszczania się frontu atmosferycznego. Opady te odpowiadają za powstanie tzw. powodzi punktowych (powodzi błyskawicznych), które charakteryzują się niewielkim zasięgiem występowania [Cebulak 1998; Franczak 2013].

Większość powodzi powstałych w zlewni górnej Skawy uformowała się w rezultacie wystąpienia długotrwałych opadów rozlewnych trwających co najmniej trzy dni. Opady te kształtują się, gdy nad Polskę z kierunku południowo-zachodniego, południowego, bądź południowo-wschodniego nadciągają ośrodki niżowe, które swym oddziaływaniem obejmują południową część kraju.

Niże te najczęściej przemieszczają się tzw. torem Vb znad Morza Śródziemnego przez Włochy i Węgry nad Polskę (kierując się w kierunku północno-wschodnim). Po przekroczeniu Karpat niże te stacjonują nad Ukrainą,

Białorusią, bądź południowo-wschodnimi krańcami Polski. Podczas ich zalegania po wschodniej stronie układu następuje adwekcja ciepłych mas powietrza z południa, natomiast z północy napływa wilgotne powietrze polarno-morskiego. Przemieszczanie tych mas powietrza nad barierę orograficzną jaką stanowią Karpaty powoduje ich spiętrzenie, tworząc nad ich północnymi skłonami grubą warstwę chmur wywołujących długotrwałe opady. Opadom tym często towarzyszą gwałtowne opady nawalne [Mycielska 1979; Niedźwiedź, Czekierda 1998; Cebulak 1998]. W latach 1913-2012 tego typu sytuacje synoptyczne przyczyniły się do powstania powodzi w latach 1926, 1931, 1934, 1940, 1948, 1949, 1958, 1960, 1965, 1970, 1972, 1996, 1997, 2001 i 2010 [Franczak 2013].

Powodzie lokalne powstają z kolei w wyniku wystąpienia tzw. „oberwania chmury”, gdy w ciągu zaledwie od kilkunastu minut do kilku godzin pojawia się gwałtowny opad. Opady te kształtują się głównie (w 90% przypadków) w strefie wolno przemieszczających się frontów atmosferycznych. Bardzo dużą rolę do ich wystąpienia odgrywają również czynniki termiczne i dynamiczne, które doprowadzają do rozwoju silnych prądów wstępujących [Parczewski 1960]. Takie warunki zdarzają się głównie w godzinach popołudniowych, w maju i czerwcu, przyczyniając się do wystąpienia gwałtownych opadów. Takie sytuacje synoptyczne zdarzają się również w innych miesiącach w okresie od maja do września. Odpowiadają one za uformowanie się powodzi błyskawicznych w latach: 1991 i 1992 [Franczak 2013].

PODSUMOWANIE

Warunki środowiska geograficznego zlewni górnej Skawy sprzyjające tworzeniu się powodzi w półroczu letnim. Jedynie nieliczne gwałtowne przybory wód miały miejsce w miesiącach zimowych. Należy sądzić, że straty powodziowe występowały na obszarze zlewni niemal od początków osadnictwa, jednakże brak o nich informacji historycznych. W latach 1913-2012 wystąpiły trzy okresy o różnej częstotliwości występowania powodzi. Pierwszy miał miejsce pomiędzy rokiem 1923 a 1972, gdy wystąpiło 14 powodzi, które objęły swym zasięgiem większość obszaru zlewni. Po tym okresie do roku 1996 nie odnotowano dużych powodzi obejmujących zasięgiem większość cieków w zlewni. Występowały w tym okresie jedynie lokalne gwałtowne wezbrania. Natomiast od 1996 do 2010 r. miały miejsce kolejne wielkie powodzie, które obejmowały swym zasięgiem całą zlewnię górnej Skawy. W tym też okresie w lipcu 2001 r. odnotowano największą powódź od czasu rozpoczęcia pomiarów pod koniec XIX w. Większość powodzi związana była z wystąpieniem długotrwałych opadów rozlewnych trwających zazwyczaj od 3 do 5 dni. Opady te spowodowane były głównie przez niż nadciągający nad Polskę tzw. torem VB z rejonu Morza Śródziemnego.

Znacznie rzadziej do wystąpienia powodzi przyczyniały się gwałtowne opady towarzyszące strefie przemieszczającego się frontu atmosferycznego bądź kształtujące się w wyniku rozwoju chmur powstałych przy silnych prądach

wstępujących. Opady tego typu pojawiają się również w trakcie trwania opadów rozlewnych. Właśnie podczas trwania takich opadów doszło do uformowania się powodzi błyskawicznych w latach 1983, 1991 i 1992.

Powodzie błyskawiczne, które wystąpiły w poszczególnych małych zlewniach osiągnęły w nich jedne z największych maksymalnych przepływów w historii. Poznanie ich przebiegu oraz wyznaczenie zasięgu występowania wód powodziowych ma bardzo duże znaczenie praktyczne, ponieważ wykorzystanie uzyskanych danych w planowaniu przestrzennym może przyczynić się w przyszłości do ograniczenia strat materialnych. Z tego powodu bardzo ważne jest, aby kontynuować prace skierowane na identyfikację powodzi, które wystąpiły w przeszłości w małych zlewniach górskich.

LITERATURA

- Archiv-Version des Animationstools. aktualizacja. dostęp: 2.02.2013, [<http://www.wetter3.de/Archiv/>]
- Bajgier-Kowalska M., Ziętara T. (2008). *Wpływ gwałtownych opadów na modelowanie rzeźby w Dolinie Kościeliskiej w Tatrach Zachodnich*, Landform Analysis, 8, 5–8.
- Bryndal T. (2008). *Parametry zlewni, w których wystąpiły lokalne powodzie*, Annales UMCS, Sectio B, Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia, 63, 177–200.
- Bryndal T. (2009). *Przepływy maksymalne odnotowane podczas gwałtownych wezbrań, spowodowanych krótkotrwałymi ulewnymi opadami deszczu w małych zlewniach karpackich*. [W:] R. Bogdanowicz, J. Fac-Beneda (red.) *Zasoby i ochrona wód. Obieg wody i materii w zlewniach rzecznych*, Fund. Roz. UG, Gdańsk, 329–334.
- Bryndal T. (2010). *Parametry hydrologiczne wezbrań spowodowanych krótkotrwałymi intensywnymi opadami deszczu w Polsce*, Annales UMCS, Sectio B, Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia, 65, 43–71.
- Bryndal T. (2011). *Identyfikacja małych zlewni podatnych na formowanie gwałtownych wezbrań (na przykładzie Pogórza Dynowskiego, Strzyżowskiego i Przemyskiego)*, Przegląd Geograficzny, 83, 1, 27–49.
- Bryndal T. (2014). *Znaczenie map zagrożenia oraz ryzyka powodziowego w ograniczeniu skutków powodzi błyskawicznych w miastach*. [W:] T. Ciupa, R. Suligowski (red.) *Woda w mieście*, IG UJK w Kielcach, Kielce, 29–37.
- Bucała A., Budek A. (2011). *Zmiany morfologii koryt wskutek opadów ulewnych na przykładzie potoku Suszanka, Beskid Średni*, Czasopismo Geograficzne, 82, 4, 321–332.
- Cabaj W., Ciupa T., Bryndal T. (2002). *Rola czynników naturalnych i antropogenicznych w kształtowaniu lokalnych powodzi w południowej części Wyżyny Małopolskiej*. [W:] T. Ciupa, E. Kupczyk, R. Suligowski (red.) *Obieg wody w zmieniającym się środowisku*. Prace Instytutu Geografii AŚ, Kielce, 7, 353–360.
- Cebulak E. (1998). *Przegląd opadów ekstremalnych, które wywołały powodzie w XX wieku w dorzeczu górnej Wisły*, [W:] J. Greła, L. Starkel (red.) *Powódź w dorzeczu górnej Wisły w lipcu 1997 roku*. Materiały z konferencji naukowej, Kraków, 21–37.
- Ciepielowski A. (1970). *Maksymalne wielkości spływów jednostkowych z deszczów nawalnych*, Przegląd Geograficzny, 15, 2, 179–193.
- Dębski K. (1969). *O potencjalnym najwyższym odpływie z krótkotrwałych deszczów nawalnych*, Rozp. Hydrotechn., 23, 51–63.
- Długosz M., Głębiца P. (2008). *Geomorfologiczne skutki oraz rola lokalnych ulew i powodzi w kształtowaniu rzeźby progów Pogórza Karpackiego (na przykładzie ulewy z czerwca 2006 r. w rejonie Sędziszowa Młp.)*, Landform Analysis, 8, 13–20.

- Franczak P. (2012). *Przyczyny zróżnicowania zagrożenia powodziowego w zlewni górnej Skawy (na przykładzie zlewni Skawicy)*, Studenckie Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego, 5, 38–63.
- Franczak P. (2013). *Zagrożenie powodziowe w zlewni górnej Skawy*, praca magisterska, Zakład Hydrologii IGiGP UJ, mps.
- Franczak P. (2014a). *Geomorfologiczna rola katastrofalnych wezbrań w transformacji górskich koryt na przykładzie Rybnego Potoku (Masyw Babiej Góry)*. Wstępne wyniki badań, Zarządzanie ochroną przyrody w lasach, 8, 82–94.
- Franczak P. (2014b). *Rola wielkich wezbrań powodziowych w kształtowaniu życia ludności w zlewni górnej Skawy od XV wieku*. [W:] P. Krąż (red.) Współczesne problemy i kierunki badawcze w geografii, 2, IGiGP UJ, Kraków, 117–129.
- Franczak P., Listwan-Franczak K. (2015). *Zmiany geomorfologiczne i krajobrazowe zachodzące w małych zlewniach górskich pod wpływem katastrofalnych wezbrań i ich trwałość w krajobrazie*, Problemy Ekologii Krajobrazu, 39, 33–44.
- Gazeta Krakowska. (1992). *Próba Wody*, 44.
- Gorczyca E. (2004). *Przekształcanie stoków fliszowych przez procesy masowe, podczas katastrofalnych opadów (dorzecze Łososiny)*. Wyd. UJ, Kraków.
- Gorczyca E., Krzemień K. (2008). *Morfologiczne skutki ekstremalnego zdarzenia opadowego w Tatrach Regłowych w czerwcu 2007 r.*, Landform Analysis, 8, 21–24.
- Gorczyca E., Wrońska-Wałach D. (2008). *Transformacja małych zlewni górskich podczas opadowych zdarzeń ekstremalnych (Bieszczady)*, Landform Analysis, 8, 25–28.
- Hess M. (1965). *Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, 11, 1–258.
- Izmańłow B., Kamykowska M., Krzemień K. (2008). *Geomorfologiczna rola katastrofalnych wezbrań w transformacji górskiego systemu korytowego na przykładzie Wilszni (Beskid Niski)*, [W:] B. Izmańłow (red.), Przyroda – Człowiek – Bóg, Kraków, 69–81.
- Kronika. Tygodnik Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej. (1983). *Wielka woda*, 8, 26, 6–7.
- Kronika Beskidzka. (1992). *Krajobraz po wielkiej wodzie*, 37, 19, 6.
- Krzaklewski P. (2008). *Rola zdarzeń ekstremalnych w kształtowaniu meandrowych koryt górskich na przykładzie Czarnej Orawy w okresie 2007–2008*, Landform Analysis, 8, 45–48.
- Lach J., Lewik P. (2002). *Powódź w lipcu 2001 na Ślądczyźnie i jej skutki*. [W:] Z. Górka A. Jelonek (red.) Geomorfologiczne uwarunkowania rozwoju Małopolski, Instytut Geografii UJ, Kraków, 199–204.
- Lenart W. (1993). *Opad atmosferyczny*. [W:] U. Soczyńska (red.) Podstawy hydrologii Dynamicznej, Wyd. UW, Warszawa, 101–116.
- Lach J. (2003). *Zmiany w morfologii den dolinnych Nysy Kłodzkiej i Białej Łądeckiej powstałe w wyniku powodzi w lipcu 1997 roku*, praca doktorska, archiwum Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego, mps.
- Malarz R. (1997). *Powódzie w dorzeczu Soły*, Wiadomości Ziemi Górskich, 6, 5–25.
- Mycielska H. (1979). *Atlas typowych sytuacji synoptycznych przy występowaniu opadów powodziowych w dorzeczu górnej Wisły (1951-1960)*, IMGW, Warszawa.
- Mydlarz J. (2010). *Powódź na Ziemi Makowskiej jako zjawisko historyczne*, Rocznik Babiogórski, 53–66.
- Nalborczyk B. (1967). *Powódź na Skawie w 1960 roku*, praca magisterska IGiGP UJ, Zakład Geografii Fizycznej.
- Niedźwiedz T., Czekierda D. (1998). *Cyrkulacyjne uwarunkowania katastrofalnej powodzi w lipcu 1997 rok*. [W:] J. Greła, L. Starkel (red.) Powódź w dorzeczu górnej Wisły w lipcu 1997 roku. Materiały z konferencji naukowej w Krakowie 7-9 maja 1998, Kraków, 53–66.
- Parczewski W. (1960). *Warunki występowania nagłych wezbrań na małych ciekach*, Wiad. Służby Hydrolog. i Meteorolog., 8, 3, 1–159.
- Pociask-Karteczka J., Żychowski J. (2014). *Powódzie błyskawiczne (flash floods) – przyczyny i przebieg*. [W:] T. Ciupa, R. Suligowski (red.) Woda w mieście, IG UJK w Kielcach, Kielce, 213–226.
- Punzet J. (1976). *Charakterystyka hydrologiczna rzeki Skawy i jej ważnych dopływów*, Acta Hydrobiologica, 18, 353–381.

- Starkel L. (1991). *Środowisko geograficzne*. [W:] I. Dynowska, M. Maciejewski (red.) Dorzecze górnej Wisły I, Warszawa-Kraków, 13–96.
- Starkel L. (2011). *Złożoność czasowa i przestrzenna opadów ekstremalnych – ich efekty geomorfologiczne i drogi przeciwdziałania im*, Landform Analysis, 15, 65–80.
- Ziętara T. (2002). *Rola gwałtownych ulew i powodzi w modelowaniu rzeźby terenu oraz niszczeniu infrastruktury osadniczej w górnej części dorzecza Wisły*. [W:] Z. Górka, A. Jelonek (red.) Geomorfologiczne uwarunkowania rozwoju Małopolski, Wyd. UJ, Kraków, 37–45.
- Żurawek R. (1999). *Zmiany erozyjne w dolinach rzek Sudetów Kłodzkich wywołane powodziami w lipcu 1997 r. oraz w lipcu 1998 r.*, Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich, 45, 45–61.

STRESZCZENIE

Górskie potoki podlegają nieustannemu modelowaniu koryt podczas wezbrań. Największe zmiany w ich obrębie zachodzą jednak w trakcie katastrofalnych wezbrań wywołanych gwałtownymi opadami deszczu. Do wzrostu intensywności przekształceń dochodzi na obszarach leśnych, gdzie niesione przez wezbrane potoki kłody drewna tworzą zwałowiska, wokół których dochodzi do większego nagromadzenia transportowanego materiału i powstania zwiększonej mozaiki form geomorfologicznych.

W zlewni górnej Skawy trzy duże powodzie wystąpiły w latach 80. i 90. XX wieku (1983, 1991 i 1992). Były to jedne z największych powodzi, które wystąpiły w małych zlewniach w zlewni górnej Skawy. Spowodowały one duże starty materialne w zabudowanych częściach zlewni, natomiast w zlewniach leśnych wyrządziły znaczne przeobrażenia rzeźby terenu.

SUMMARY

Mountain streams are subject to continuous modeling of river beds during floods. The greatest changes occur within them, however, during the catastrophic floods caused by sudden rainfall. The increase in the intensity of transformation occurs in forest areas, where the wooden logs carried by the swollen streams create a dumping ground, around which there is a greater accumulation of transported material and the formation of an increased mosaic of geomorphological forms.

In the upper catchment of Skawa river three major floods occurred in the 80s and 90s of the twentieth century (1983, 1991 and 1992). These were some of the biggest floods which have occurred in small catchments in the upper catchment of Skawa. They caused great loss of material in the built-up parts of the catchment, while in the forest catchment areas they caused a considerable transformations of land surface.