

¹Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie
ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków

²Babiogórski Park Narodowy Zawoja 1403, 34-223 Zawoja

³Instytut Ochrony Przyrody PAN Al. Mickiewicza 33, 33-120 Kraków

e-mail: franczak.p@op.pl

PAWEŁ FRAN CZAK¹, MICHAŁ HUDYKA², KRZYSZTOF
BUCZEK^{1,3}, MAREK GÓRNIK¹

Zróznicowanie przestrzenne i zmienność odpływu w zlewniach fliszowych na obszarze Masywu Babiej Góry

Space-time variability of river runoff in flysh catchments located in the Babia Góra Massif
(Polish Outer Carpathians)

Słowa kluczowe: małe zlewnie, hydrologia, reżim rzeczny, zlewnia Skawy, Karpaty

Key words: small catchments, hydrology, river regime, Skawa catchment, Carpathians

WSTĘP

Polska należy do jednego z najmniej zasobnych w wodę państw w Europie. Odpływ jednostkowy z jej obszaru wynosi średnio zaledwie $5,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (Fal 1997). Odpływ rzeczny z obszaru kraju charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem zarówno w czasie jak i przestrzeni. Średni odpływ jednostkowy w dorzeczu Wisły wynosi $5,54 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, jednak na jego obszarze występują regiony charakteryzujące się diametralnie innymi cechami odpływu. Najwyższe średnie wartości odpływu jednostkowego występują w zlewniach tatrzańskich ($50 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$), podczas gdy w najmniej zasobnych zlewniach nizinnych, odpływ jednostkowy lokalnie spada poniżej $1 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (Jokiel, Stanisławczyk 2012). Zróznicowanie odpływu w poszczególnych częściach dorzecza Wisły zwiększa się podczas wezbrań. Maksymalny odpływ jednostkowy ze zlewni karpackich często przekracza $1\ 000 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, a podczas katastrofalnych wezbrań nawet wynosi kilka tysięcy $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (Byczkowski 1999). Pomimo tego we wszystkich z nich maksymalny odpływ jednostkowy jest znacznie wyższy niż w zlewniach nizinnych gdzie nie przekracza $500 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.

Jednym z obszarów o najwyższym odpływie jednostkowym w skali Polski jest masyw Babiej Góry (Łajczak 1998, 2004). W obrębie zlewni położonych na tym obszarze wartości współczynników odpływu oraz sezonowa zmienność odpływu jest bardzo zróżnicowana. Odpływ jednostkowy ze zlewni położonych na południowych stokach Babiej Góry wynosi średnio około $20 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ podczas gdy w zlewniach położonych na północnych stokach osiąga wartość powyżej $35 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (Łajczak 2004). Prócz wyraźnego zróżnicowania wielkości odpływu w zależności od ekspozycji stoku, zaznacza się także jego zróżnicowanie w poszczególnych wysokościach n.p.m. oraz w różnych częściach masywu. Jego wartość rośnie wraz ze wzrostem wysokości oraz z zachodnich części masywu ku wschodnim. Na stoku południowym odpływ jednostkowy regularnie rośnie aż po główny grzbiet, natomiast na północnym po górny regiel, a następnie zaczyna maleć. O znacznej zasobności wodnej masywu Babiej Góry świadczy również współczynnik odpływu, który wynosi w skali roku aż 88%. Wykazuje on jednak znaczną zmienność w ciągu roku, osiągając 127% w półroczu zimowym, podczas gdy w półroczu letnim osiąga wartość 70,5% (Łajczak 1998, 2004).

Dotychczasowe badania odpływu wody z Masywu Babiej Góry oparte były na pojedynczych pomiarach bądź krótkich okresach badawczych. Ciągłą charakterystykę odpływu umożliwiającą dane z posterunku IMGW-PIB zlokalizowanego na rzece Skawicy w Zawoi Widły (pow. $48,6 \text{ km}^2$), poniżej połączenia wszystkich potoków odwadniających północne stoki masywu. Pozwalało to na poznanie rocznej i wieloletniej zmienności odpływu z północnych stoków masywu Babiej Góry. Uniemożliwiało to natomiast poznanie zmienności i zróżnicowania odpływu w poszczególnych zlewniach cząstkowych.

Celem opracowania jest zbadanie przestrzennego zróżnicowania i zmienności odpływu z wybranych zlewni fliszowych Masywu Babiej Góry.

OBSZAR BADAŃ

Masyw Babiej Góry, z jej kulminacją Diablakiem (1725 m n.p.m.) jest najwyższym poza Tatrami w polskiej części Karpat (Łajczak 2004). Położony we wschodniej części Beskidu Żywieckiego, rozciąga się równoleżnikowo na długości ponad 10 km (Alexandrowicz 1978).

Wznoszący się ponad dolinę Skawicy masyw Babiej Góry wydzwignięty został powyżej sąsiednich grzbietów górskich wskutek izostatycznego dźwignania elementu wiszącego skrzydła, w systemie uskoków normalnych. W jego wyniku północne stoki utworzyły strefę krawędziową (Jankowski, Margielewski 2014), wznoszącą się ok. 500 m względem sąsiednich pasm górskich. Tworzą one stok typu kuesty, o nachyleniu od 20 do ponad 45° (Ziętara 2004), z kolei południowe stoki łagodnie opadają ku Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej. Kopułę szczytową

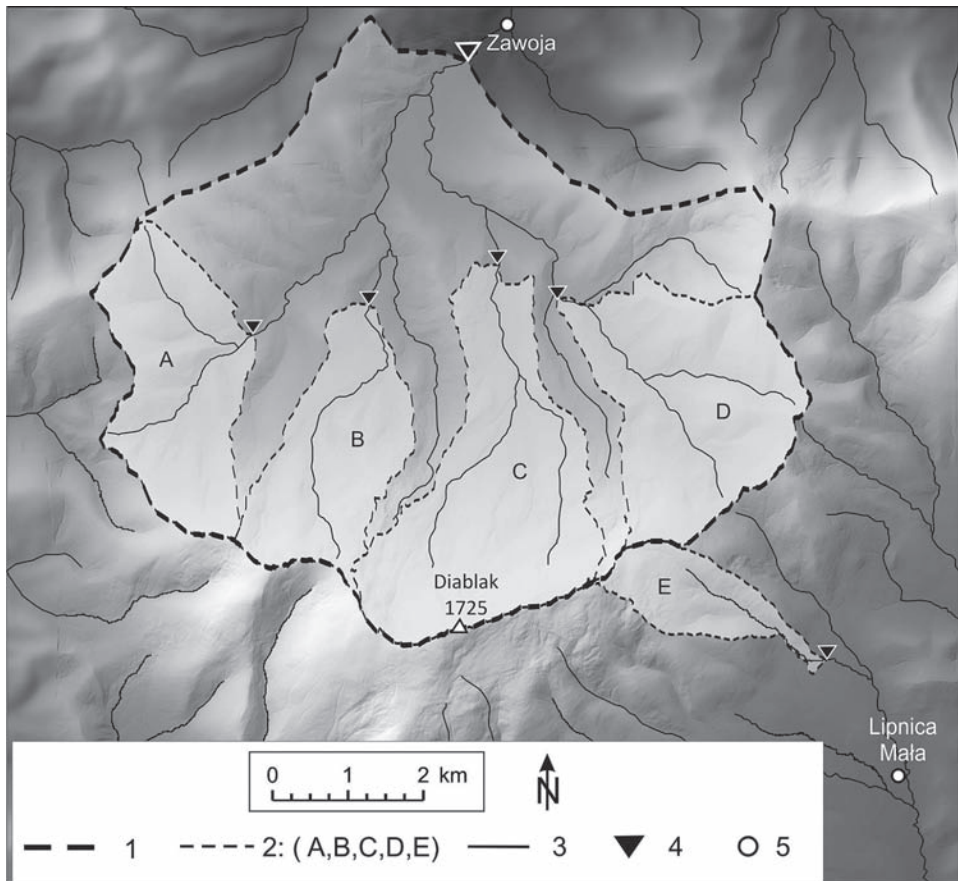
wraz ze stokami (powyżej ok. 1000 m n.p.m.) budują odporne gruboławicowe piaskowce magurskie, z kolei dolne partie masywu budują cienkoławicowe warstwy hieroglifowe (Książkiewicz 1983). Dominującym typem gleb są słabo przepuszczalne gleby brunatne kwaśne (Miechówka i in. 2004). W obrębie stoków masywu wykształcił się klasyczny układ pięter roślinnych (Wołoszyn i in. 2000; Pasierbek i in. 2009).

Grzbietem masywu Babiej Góry przebiega Europejski Dział Wodny między zlewiskami Morza Bałtyckiego i Czarnego (Pasterniak 1983). Potoki odwadniające północne stoki masywu należą do zlewni Skawicy (dopływ Skawy), natomiast spływające po południowych stokach należą do zlewni Czarnej i Białej Orawy (dopływy Orawy). Układ sieci rzecznej po północnej stronie grzbietu jest wachlarzowy zbieżny, z kolei po południowej – wachlarzowy rozbieżny (Łajczak 2004).

W niniejszym artykule badaniami objęto zlewnie pięciu potoków odwadniających obszar Masywu Babiej Góry. Cztery spośród nich (Czatożanka, Marków Potok, Rybny Potok, Jaworzyna) położone są w obrębie północnych stoków masywu, a tylko jedna, zlewnia Kiczorki zlokalizowana jest po południowej stronie grzbietu Babiej Góry. Największa z badanych zlewni – Rybnego Potoku posiada powierzchnię 9,19 km², natomiast najmniejsza, zlewnia Kiczorki jest ponad czterokrotnie mniejsza (2,06 km²) (Ryc.1). Szczegółowe parametry poszczególnych zlewni przedstawione zostały w Tabeli 1.

MATERIAŁY I METODY BADAŃ

Badaniami objęto zlewnie pięciu potoków: Czatożanki, Marków Potoku, Rybnego Potoku, Jaworzyny i Kiczorki oraz górnej Skawicy w posterunku wodowskazowym w Zawoi. Monitoring prowadzono w latach hydrologicznych 2012–2013 na posterunkach zlokalizowanych na granicy Babiogórskiego Parku Narodowego (Tab. 2), z zastosowaniem pływakowego czujnika poziomu wody z rejestratorem Thalimedes firmy OTT. Monitoring opadów atmosferycznych na obszarze BgPN prowadzono na Słonowie (Stonowie) (805 m n.p.m.) i Hali Śmieszanej (830 m n.p.m.) z wykorzystaniem deszczomierzy typu SEBA RG 50, firmy SEBA Hydrometrie GmbH. Stany wody w ciekach zamieniono na przepływy poprzez skonstruowanie krzywej konsumpcyjnej, do której wartości przepływów uzyskano w wyniku wykonania pomiarów z użyciem młynka hydrometrycznego. Wyniki uzupełniono danymi pozyskanymi z IMGW-PIB. Dane meteorologiczne (temperatura powietrza, opady atmosferyczne, pokrywa śnieżna) dla okresu 1951–2013 pozyskano dla stacji meteorologicznej w Zawoi (697 m n.p.m.). Dane hydrologiczne dla okresu 1961–2013 otrzymano z posterunku hydrometrycznego na Skawicy w Zawoi (48,6 km²), poniżej miejsca połączenia wszystkich potoków odwadniających masyw Babiej Góry.



Ryc.1. Położenie badanych zlewni

Objaśnienia: 1 – zlewnia Górnej Skawicy; 2 – analizowane zlewnie: A – Potoku Czatożanka, B – Potoku Markowego, C – Potoku Rybnego, D – Potoku Jaworzyna, E – Potoku Kiczorka; 3 – cieki; 4 – punkty wodowskazowe; 5 – miejscowości.

Fig. 1. Location of the investigated catchments

Explanation: 1 – Upper Skawica catchment; 2 – study catchments: A – Czatożanka creek, B – Marków creek, C – Rybny creek, D – Jaworzyna creek, E – Kiczorka creek; 3 – watercourse; 4 – hydrological points; 5 – settlements

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Zgromadzone dane poddano analizie w ujęciu rocznym oraz z podziałem na półrocze letnie i zimowe. Na wstępnym etapie przygotowania danych do analiz z ciągów pomiarowych usunięto 29 luty, ze względu na automatyzację prac i obróbkę statystyczną danych (Bartnik, Jokiel 2005). Zebrane dane dzienne przepływów dla 6 posterunków wodowskazowych przedstawiono na hydrogramie w celu ich wstępnej oceny. Porównano przepływ pomiędzy poszczególnymi posterunka-

Tabela 1. Wybrane parametry fizjograficzne badanych zlewni

Table 1. Selected physiographic parameters of catchments

Parametry fizjograficzne zlewni / physiographic parameters of catchments	Nazwa zlewni / name of catchment				
	Czatożan- ka	Marków Potok	Rybny Potok	Jaworzy-na	Kiczorka
Kształt zlewni / the shape of the catchment					
Powierzchnia [km ²] / area	5,51	4,75	9,19	7,02	2,06
Długość [km] / length	2,71	3,91	5,11	3,67	3,28
Maksymalna długość [km] / maximum length	3,51	4,56	6,45	4,52	3,42
Średnia szerokość / mean length	1,57	1,04	1,42	1,55	0,60
Wskaźnik wydłużenia / elongation ratio	0,75	0,54	0,53	0,66	0,47
Wskaźnik kolistości / circulatory ratio	0,32	0,29	0,30	0,33	0,24
Cechy rzeźby / features of the terrain					
Wysokość maksymalna / [m n.p.m.] maximum elevation	1414	1529	1723	1402	1523
Wysokość średnia / [m n.p.m.] mean elevation	959	1001	1093	959	1142
deniwelacja terenu [m] / difference of extreme elevation	698	846	1039	699	703
Warunki hydrograficzne / hydrographic conditions					
Długość ciekłu głównego [m] / main stream length	3,15	4,56	6,45	4,51	3,42
Średnie nachylenie [°] / mean slope	18,57	19,55	19,69	19,58	18,01
Gęstość sieci rzecznej [km/km ²] / drainage density	2,17	3,22	2,66	2,29	2,66
Spadek wyrównany rzeki [%] / river gradient	76,23	86,18	102,79	50,99	111,98
Krętość rzeki [%] / river sinuosity	150,64	134,95	134,01	140,93	157,89
Wskaźnik rozwinięcia rzeki [%] / river development index	126,71	162,74	142,16	138,34	152,01

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Tabela 2. Lokalizacja badanych zlewni i zakres danych pomiarowych
 Table 2. Location of investigated river catchments and range of measurement data

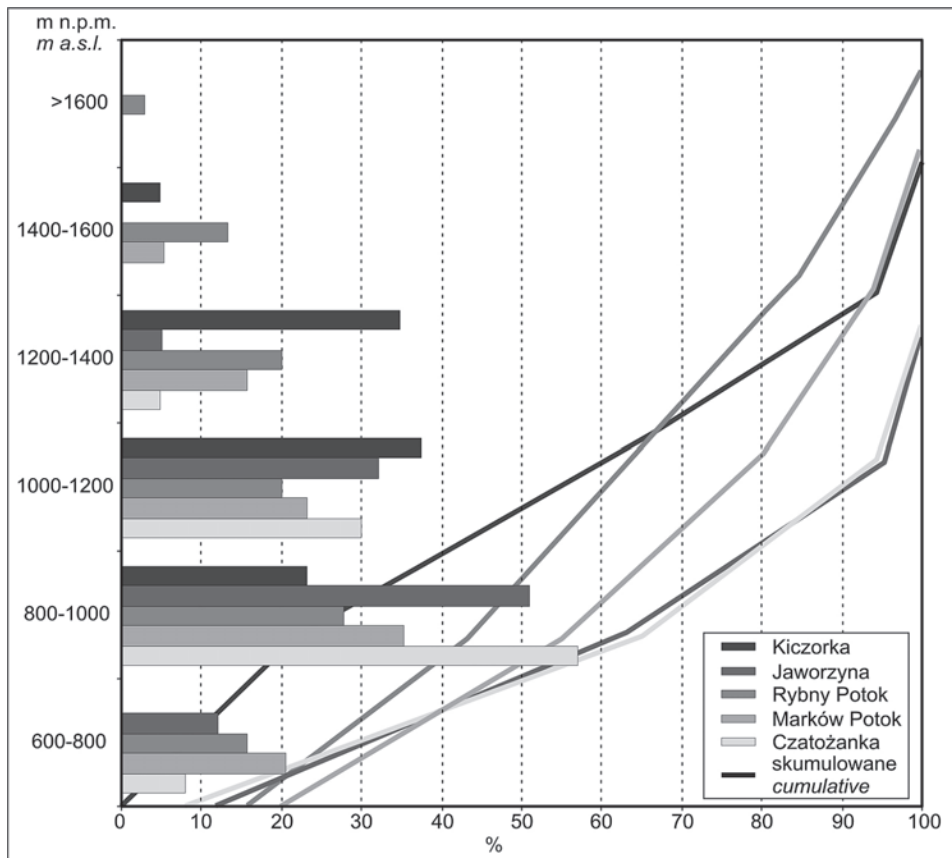
Ciek / Watercourse	Wodowskaz / Water level gauge				Powierzchnia zlewni / Area of the catchment [km ²]	Ekspozycja / Exposure	Zakres danych / Data Range
	Położenie / Location	GPS	Kilometr biegu rzeki / Kilometer of the river course	Położenie [n.p.m.] / Altitude of the water level gauge [m a.s.l.]			
Skawica	Widły	49 38,37 19 32,24	6,90	578,0	48,6	N	1951–2013
Czatożanka	Czatoża	49 36,52 19 29,75	2,71	715,9	5,51	N	2012–2013
Marków Potok	Markowa	49 36,72 19 31,02	3,91	683,4	4,75	N	2012–2013
Rybny Potok	Rybna	49 36,98 19 32,45	5,11	684,0	9,19	N	2012–2013
Jaworzyna	Policzne	49 36,77 19 33,09	3,67	702,6	7,02	N	2012–2013
Kiczorka	Hala Śmieszana	49 34,19 19 35,94	3,28	819,7	2,06	S	2012–2013

Źródło: opracowanie własne
 Source: own study

mi, a następnie obliczono odpływy jednostkowe. W oparciu o hydrogram i dane o wielkości przepływów wydzielono odpływ podziemny, używając współczynnika 0,995. Następnie dla każdego posterunku obliczono roczne oraz dla poszczególnych półroczny przepływ minimalny (NNQ), średni (SSQ) i maksymalny (WWQ) oraz współczynnik zmienności (Cv), współczynnik nieregularności odpływu (α) (Karska 2003). W celu określenia reżimu hydrologicznego cieków obliczono współczynnik przepływów miesięcznych k (Pardé 1957), natomiast w celu porównania odpływu z poszczególnych zlewni posłużono się miarą – warstwa odpływu (Siwek 2003).

WYNIKI I DYSKUSJA OKRES BADAŃ NA TLE WIELOLECIA I WARUNKÓW METEOROLOGICZNYCH

Średnia roczna suma opadów atmosferycznych wyróżnia masyw na tle innych pasm beskidzkich (Obrębska–Starkel 2004). Suma opadów atmosferycznych z wielolecia (1961–2013) dla posterunku meteorologicznego w Zawoi wynosi 1259 mm. W obu latach sumy opadów były niższe od średniej wieloletniej osią-



Ryc. 2. Udział powierzchni badanych zlewni w poszczególnych klasach wysokościowych

Fig. 2. Catchments area contribution in particular elevation levels

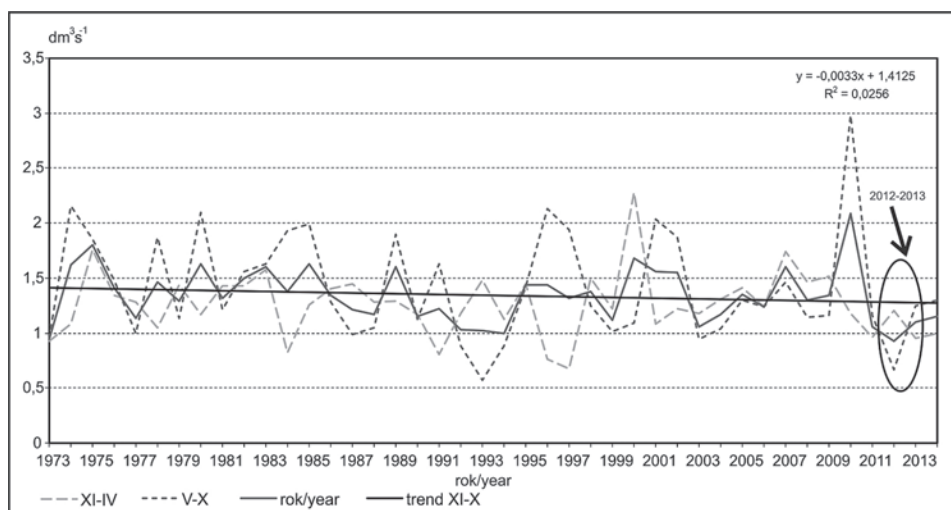
Źródło: opracowanie własne

Source: own study

gając w 2013 r. 1208 mm, a w 2012 r. 1034 mm. Maksymalny opad dobowy wyniósł w tym okresie 52,0 mm (2.05.2013 r.). Ciągła pokrywa śnieżna występowała w Zawoi w 2012 r. przez 73 dni (od 6 stycznia do 21 marca), a jej maksymalna miąższość wynosiła 105 cm. W 2013 r. ciągła pokrywa śnieżna występowała przez 85 dni (od 9 stycznia do 7 marca i od 15 marca do 11 kwietnia), a jej maksymalna miąższość była znacznie mniejsza niż w 2012 r. i wynosiła 52 cm.

Pomiary przepływu Skawicy w Zawoi prowadzone są nieprzerwalnie od 1973 r. W tym okresie obserwuje się malejący trend średniego rocznego przepływu (Ryc. 3). Badane lata 2012–2013 charakteryzowały się przepływem (średni: $1,02 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) niższym od średniego wieloletniego ($1,35 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) (o 25%). Średni przepływ półrocza zimowego ($1,07 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) był niższy od średniego przepływu

półroczy zimowych o 15%, natomiast półrocza letniego ($0,96 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) o aż 33%. Oba badane lata różniły się względem siebie sezonowym rozkładem odpływu. W 2012 r. wystąpił większy odpływ w półroczu zimowym (63,5%) niż w półroczu letnim (36,5%), z kolei w roku 2013 wyższy odpływ miał miejsce w półroczu letnim (57,3%) niż w półroczu zimowym (42,7%) (Ryc. 3).



Ryc. 3. Średni roczny przepływ Skawicy w Zawoi w latach 1971–2014

Fig. 3. Mean annual discharge of the Skawica River in Zawoja 1971–2014

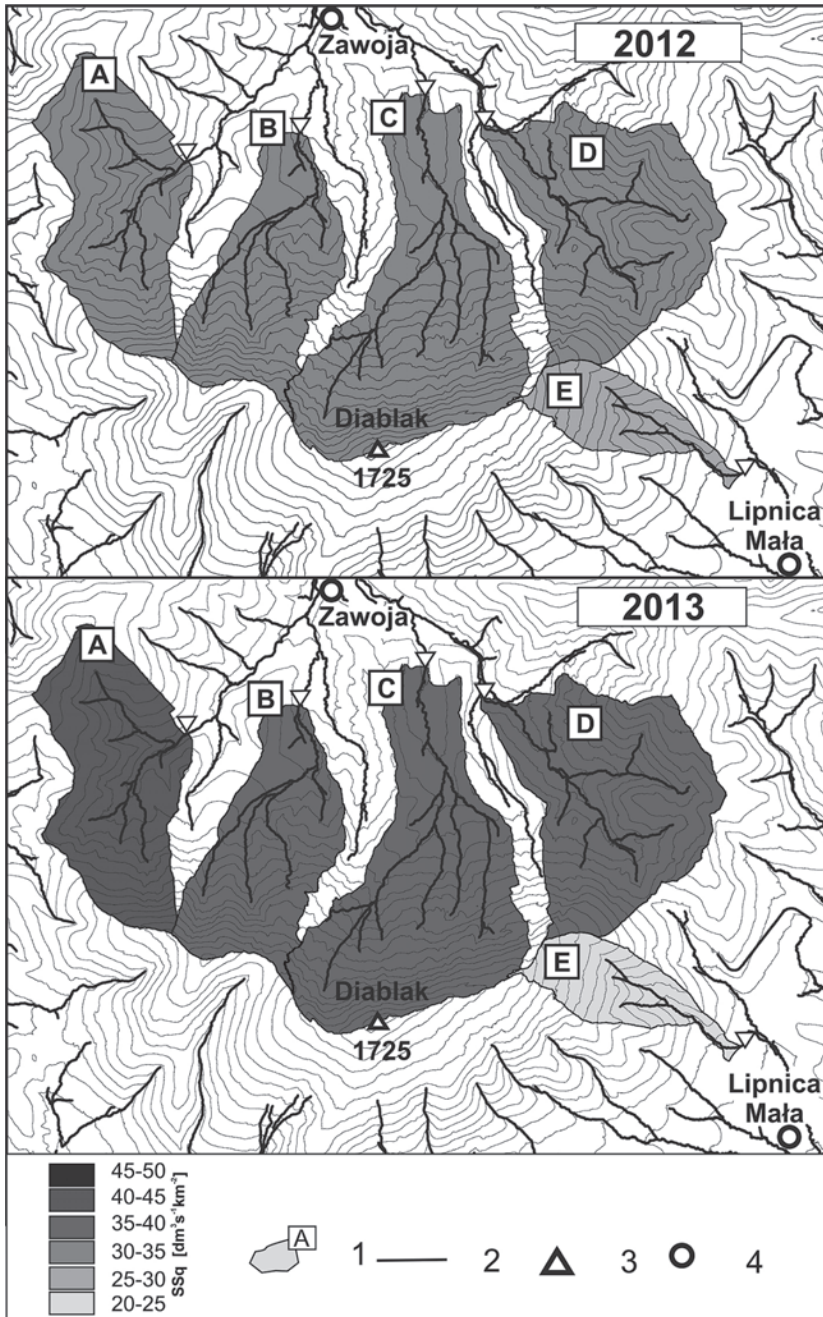
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z IMGW-PIB

Source: own study based on IMGW-PIB data

STRUKTURA ODPLYWU

Masyw Babiej Góry charakteryzuje się występowaniem głęboko spękanego podłoża skalnego oraz zaleganiem na stokach mięjszych pokryw koluwalnych determinujących krążenie wody w obrębie stoku. Woda infiltrując, a następnie krążąc przez długi czas, głęboko w tych utworach tworzy zasobny zbiornik wód podziemnych, który następnie ulega powolnemu opróżnianiu w formie odpływu podziemnego (Łajczak 1998, 2004). Z kolei odpływ w formie spływu powierzchniowego występuje na stokach masywu stosunkowo rzadko. Cechy te wyróżniają strukturę odpływu z Masywu Babiej Góry na tle innych pasm górskich w Beskidach, w których spływ powierzchniowy występuje szybciej, a zasobność odpływu podziemnego jest znacznie niższa (Łajczak 1998).

Odpływ z badanego obszaru nie jest jednolity i wykazuje pewne zróżnicowanie (Ryc. 4). Wyższy średni roczny odpływ jednostkowy (SSq) występuje ze zlewni odwadniających północne stoki masywu niż ze stoków południowych. W zlewni Kiczorki jego wartość jest wyraźnie niższa od badanych zlewni z pół-



Ryc. 4. Średni roczny odpływ jednostkowy (q) z badanych zlewni w latach 2012–2013

Fig. 4. Mean annual specific discharge (q) in investigated catchments 2012–2013

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

nocnej części masywu, a największe dysproporcje w odpływie obserwowane są w okresach wilgotnych. W roku hydrologicznym 2013 średni roczny odpływ jednostkowy zlewni Kiczorki ($24,5 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$; Tab. 3). był niemalże o połowę niższy niż w zlewniach na przeciwległym stoku. Jej odpływ jednostkowy cechuje się ponadto wyższym odpływem w półroczu zimowym związanym z wiosennymi roztopami śniegu oraz brakiem wysokiego odpływu w okresie letnim.

Średni roczny odpływ jednostkowy w zlewni górnej Skawicy wykazuje zróżnicowanie przestrzenne i jakościowe. Najwyższe wartości osiąga w zlewni Czatożanka ($2013-43,9 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$; Tab. 3), w której różnice odpływu w obu półroczach są bardzo duże. Reakcje tej zlewni na opady atmosferyczne oraz wiosenne roztopy są bardzo gwałtowne. Stabilnym odpływem w obu półroczach ce-

Tab. 3. Współczynniki zmienności (C_v) i współczynniki nieregularności (α) odpływu badanych zlewni w latach 2012–2013

Table 3. Coefficient of variation (C_v) and irregular runoff coefficient (α) for the investigated watercourse in the years 2012–2013

Współczynnik zmienności (C_v) / coefficient of variation (C_v)						
	zlewnia / catchments					
	Czatożanka	Marków Potok	Rybny Potok	Jaworzyna	Kiczorka	Skawica
2012						
XI-X	1.22	0.91	0.91	1.04	0.52	1.06
XI-IV	1.16	0.98	0.99	0.99	0.61	1.04
V-X	0.90	0.43	0.76	0.86	0.42	0.82
2013						
XI-X	1.36	0.93	0.99	1.10	0.87	1.14
XI-IV	1.18	0.84	0.75	1.00	0.81	0.99
V-X	1.38	0.98	1.16	1.16	0.44	1.20
współczynnik nieregularności (α) / irregular runoff coefficient (α)						
	zlewnia / catchments					
	Czatożanka	Marków Potok	Rybny Potok	Jaworzyna	Kiczorka	Skawica
2012						
XI-X	80.67	61.54	31.76	26.67	5.88	36.62
XI-IV	80.67	61.54	29.65	25.33	5.88	36.62
V-X	28.24	6.30	15.88	26.67	4.45	20.67
2013						
XI-X	177.78	75.00	85.00	80.00	20.63	70.63
XI-IV	101.59	51.00	37.50	56.67	7.67	37.63
V-X	82.96	28.43	64.76	48.89	7.50	36.45

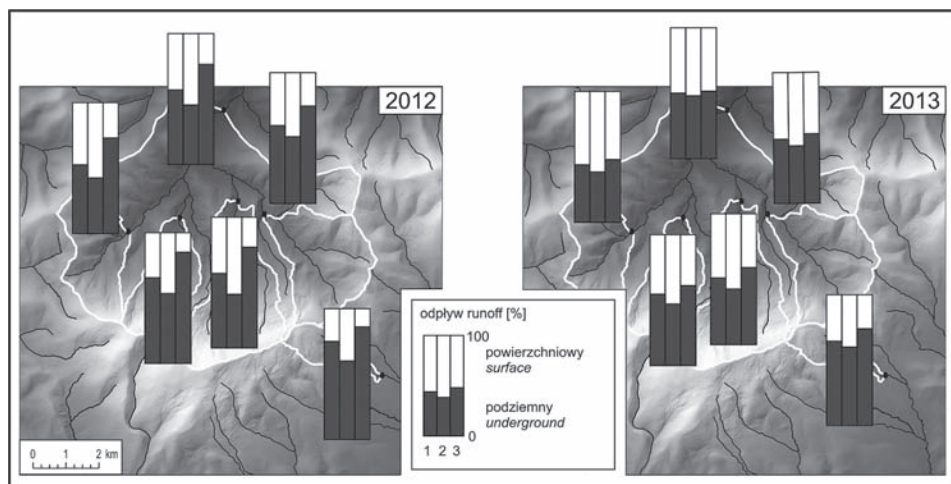
Źródło: opracowanie własne
Source: own study

chuje się natomiast Rybny Potok, do czego przyczynia się długie krążenie wód roztopowych w zlewni nawet jeszcze w półroczu letnim. Zlewnie te wykazują znaczne podobieństwo do zlewni tatrzańskich, których wartość odpływu jednostkowego jest równie wysoka i wynosi ok. $50 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$ (Baścik, Pociask-Karteczka 2009; Pociask-Karteczka i in. 2010). Wartości te są natomiast znacznie wyższe od odnotowanych w innych częściach Beskidów gdzie wynoszą do ok. $20\text{--}30 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$ (Ziemińska 1973; Soja 1981; Plenzler i in. 2011)

Badane zlewnie charakteryzują się wysokim poziomem retencji, co potwierdzają bardzo wysokie wartości minimalnego odpływu jednostkowego (NNq), które we wszystkich zlewniach nie spadają poniżej $2,7 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$ (Tab. 3). Najniższe wartości NNq odnotowywane są w trakcie półrocza zimowego (późną zimą w trakcie silnych mrozów), natomiast w półroczu letnim wartości minimalnego odpływu jednostkowego w żadnej ze zlewni nie spadają poniżej $4,6 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$ (Tab. 3), co związane jest z uzupełnianiem powstałych niedoborów podczas częstych opadów deszczu. Minimalny odpływ jednostkowy z północnych stoków Masywu Babiej Góry jest znacznie wyższy niż w innych częściach Beskidów. W odróżnieniu od innych zlewni cząstkowych Skawy, odpływ jednostkowy ze zlewni Skawicy nigdy nie spada poniżej $1 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$, podczas gdy w innych zlewniach podczas głębokich niżówek często wynosi znacznie poniżej $0,5 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$ (Punzet 1975, 1976; Franczak 2011, 2012). Jego wysokość na północnych stokach Babiej Góry jest porównywalna do minimalnego odpływu jednostkowego występującego w zlewniach tatrzańskich (Baścik, Pociask-Karteczka 2009; Pociask-Karteczka i in. 2010).

Dominującą część odpływu z Masywu Babiej Góry stanowi odpływ podziemny, którego udział w wieloleciu z zlewni górnej Skawicy wynosi 64%, a w poszczególnych latach waha się od 50 do 78% (Łajczak 1998; 2004). Jego wielkość w poszczególnych latach zależy od występujących w danym roku warunków meteorologicznych.

W okresie badań odpływ podziemny wykazywał wyraźne zróżnicowanie zarówno przestrzenne, jak i sezonowe. Najwyższy udział odpływu podziemnego występował w zlewni Kiczorki, w której wynosił odpowiednio 75,2 i 64,8%. Większe zasilanie podziemne cieków występowało w półroczu letnim, osiągając do 86,2% (w 2012 r.; Ryc. 5). Wskazuje to na znaczne zasilanie podziemne zlewni po południowej stronie stoku masywu, co wynika z kierunku zapadania warstw skalnych i występowania silnego spękania podłoża. Cieków te cechują się znacznie wyższym udziałem zasilania podziemnego od potoków po północnej stronie grzbietu Babiej Góry. W badanym okresie udział zasilania podziemnego górnej Skawicy był o 15–20% niższy niż Kiczorki. W zlewni górnej Skawicy zbieżne wartości odpływu z odpływem Skawicy wykazują zlewnie Jaworzyny i Rybnego Potoku, natomiast wyższym udziałem odpływu podziemnego cechuje się zlewnia Marków Potok (5–9%), a niższym Czatożanki (4–6%) (Ryc. 5).



Ryc. 5. Udział zasilania podziemnego i powierzchniowego w odpływie całkowitym w latach 2012–2013

Objaśnienia: 1 – rok; 2 – XI–IV; 3 – V–X

Fig. 5. Mean ground water and surface recharge in total runoff 2012–2013

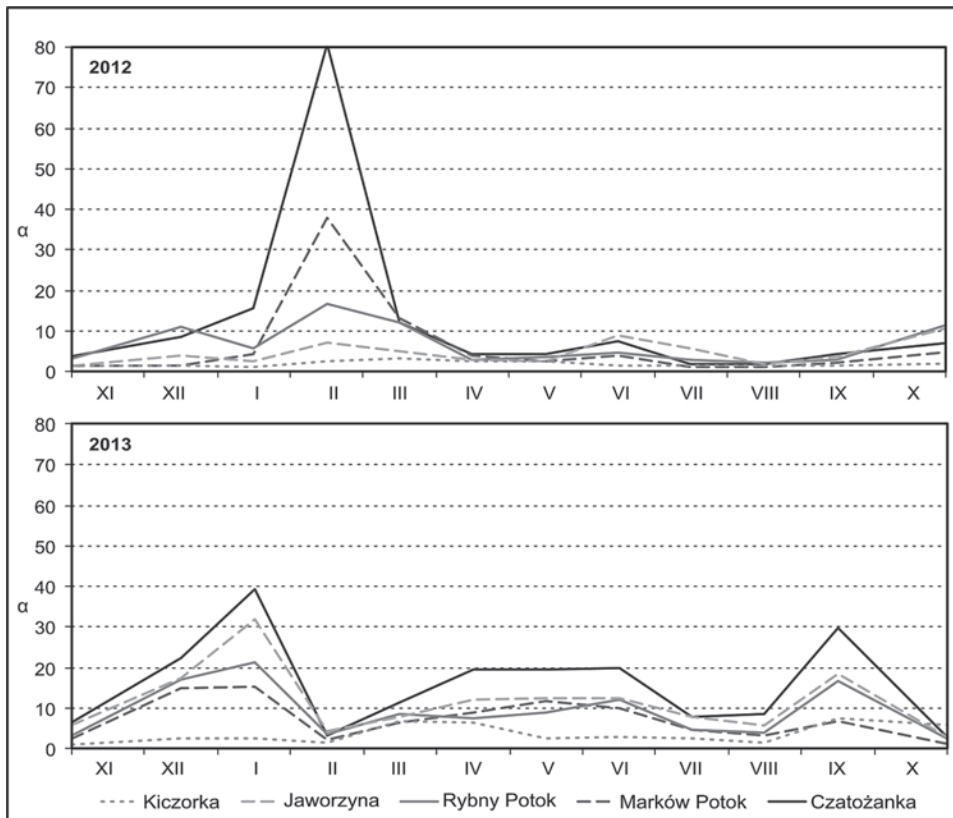
Explanation: 1– year; 2 – XI–IV; 3 – V–X

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Odpływ powierzchniowy w zlewni górnej Skawicy wynosi średnio 36%, a w poszczególnych latach waha się od 22 do 50% (Łajczak 1998; 2004). Najwyższe wartości osiąga z zlewni Czatożanki (do 55,9%), natomiast najmniejsze z zlewni Marków Potoku (2012 – 34,1%; 2013 – 45,2%). Na południowych stokach masywu Babiej Góry jego udział jest jeszcze mniejszy i w zlewni Kiczorki wynosi od 24,8 do 35,2% (Ryc. 5). Większy jego udział występuje w półroczu zimowym i jest związany z występowaniem wezbrań roztopowych.

Zlewnie babiogórskie cechują się również znacznymi sezonowymi zmianami przepływów. Jednak nie we wszystkich zlewniach zmiany te są takie same. Na znaczną nieregularność przepływów potoków babiogórskich wskazują duże wartości współczynnika nieregularności (α). Największą nieregularnością przepływów cechuje się Czatożanka (Ryc. 6), której duża zmienność przepływów wynika z małej retencyjności zlewni, doprowadzając do powstawania głębokich niżówek oraz generowania gwałtownych wezbrań. Współczynnik ten osiąga wysokie wartości zarówno w ciągu półroczy, jak i całego roku, kiedy to dochodzi do 178. Najmniejszą zmiennością przepływów charakteryzuje się Kiczorka, dla której współczynnik nieregularności w ciągu roku nie osiąga wartości 21 (Tab. 4). Tak duża stabilność odpływu Kiczorki wynika ze względu na stały wysoki odpływ oraz brak gwałtownych wezbrań.



Ryc. 6. Współczynnik nieregularności przepływu (α) dla badanych zlewni w latach 2012–2013

Fig. 6. Irregular runoff coefficient (α) for the investigated watercourse in the years 2012–2013

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

W ciągu roku hydrologicznego największą zmiennością przepływów charakteryzuje się luty i marzec (Ryc. 6), co związane jest z występowaniem w tym okresie zarówno niżówek, jak i wezbrań śródzimowych powodujących znaczny wzrost przepływu.

WEZBRANIA

Występowanie terminów wysokich przepływów dobowych w badanych zlewniach nawiązuje do reżimu cieków odwadniających Masyw Babiej Góry. Ich największa liczba występuje podczas wiosennych roztopów i letnich wezbrań opadowych. Jednak przebieg i udział poszczególnych typów wezbrań uzależniony jest m.in. od miąższości i czasu zalegania pokrywy śnieżnej, wysokości i często-

Tab. 4. Średni roczny odpływ jednostkowy (SSq), Minimalny roczny odpływ jednostkowy (NNq) i maksymalny roczny odpływ jednostkowy (WWq) z badanych zlewni w latach 2012–2013

Table 4. Mean annual specific discharge (SSq). Minimum annual specific discharge (NNq) and maximum annual specific discharge (WWq) for the investigated catchments in the years 2012–2013

Zlewnia/ catchment	rok/ year	NNq [dm ³ s ⁻¹ km ⁻²]			SSq [dm ³ s ⁻¹ km ⁻²]			WWq [dm ³ s ⁻¹ km ⁻²]		
		rok/ year	XI-IV	V-X	rok/ year	XI-IV	V-X	rok/ year	XI-IV	V-X
Czatożanka	2012	2,70	2,70	4,63	33,79	45,19	22,58	217,79	217,79	130,67
	2013	2,86	2,86	6,13	43,93	35,23	52,48	508,17	290,38	508,17
Marków Potok	2012	4,79	4,79	14,37	33,04	40,84	25,37	294,74	294,74	90,53
	2013	4,21	4,21	11,11	37,60	34,06	41,09	315,79	214,74	315,79
Rybny Potok	2012	4,62	4,62	9,25	33,87	37,27	30,53	146,90	137,11	146,90
	2013	4,35	4,35	5,71	37,26	35,72	38,78	369,97	163,22	369,97
Jaworzyna	2012	7,45	7,45	7,45	34,37	44,40	24,51	198,58	188,65	198,58
	2013	4,26	4,26	6,96	39,50	35,76	43,17	340,43	241,13	340,43
Kiczorka	2012	15,24	15,24	17,64	29,75	29,19	30,30	89,62	89,62	78,58
	2013	6,42	17,24	6,42	24,55	33,20	16,04	132,31	132,31	48,11
Skawica	2012	2,67	2,67	4,32	19,13	24,50	13,85	97,94	97,94	89,30
	2013	3,29	3,29	6,38	22,69	19,52	25,80	232,51	123,87	232,51

Źródło: opracowanie własne
Source: own study

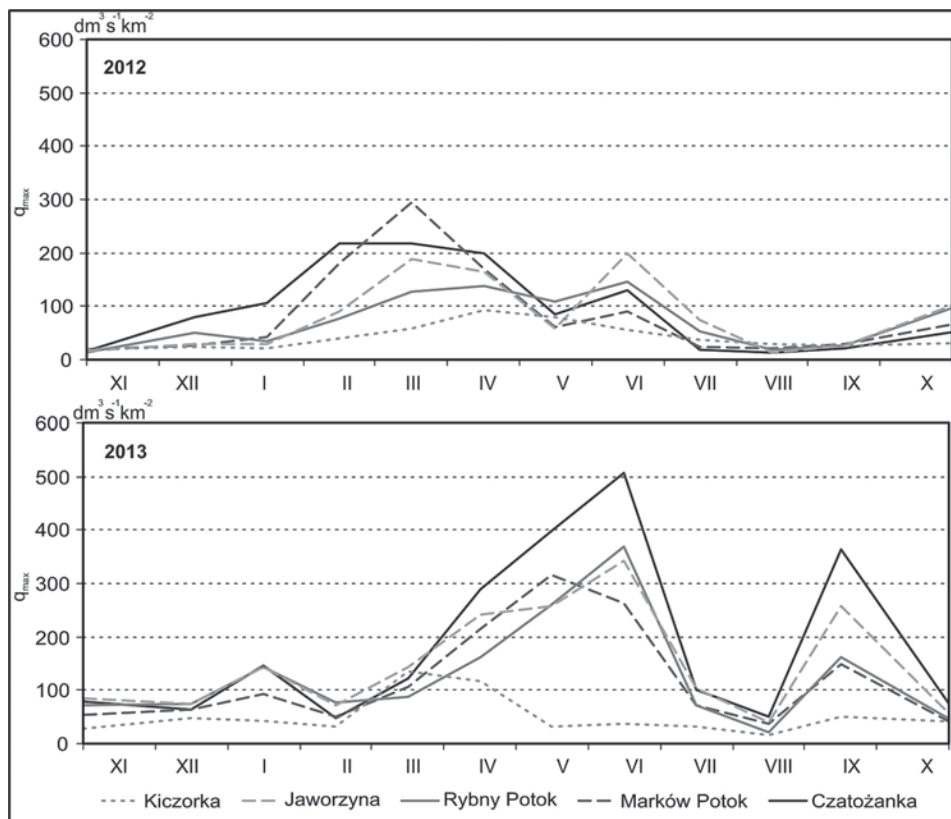
ści występowania opadów atmosferycznych oraz przebiegu średnich temperatur dobowych w zimie oraz na wiosnę.

W badanym okresie wezbrania roztopowe dominowały w zlewni Kiczorki. Ich przebieg w obu latach pomiarowych był jednak odmienny. W 2012 r. wysokość fali wezbraniowej była niższa, jednak czas trwania wezbrania był bardzo długi. Z kolei w 2013 r. wezbranie roztopowe trwało zaledwie kilkanaście dni, lecz wysokość kulminacji fali była wyższa, a jej faza wznoszenia i opadania była bardziej stroma. Pomimo tego pokrywa śnieżna ulegała stopniowemu wytapieniu, a oba wezbrania nie przybrały gwałtownego charakteru. Maksymalny odpływ jednostkowy (WWq) wyniósł zaledwie $136 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$ (Ryc. 7).

W zlewni górnej Skawicy w 2012 r. również wystąpiło długotrwałe wezbranie roztopowe. Maksymalny odpływ jednostkowy wystąpił w zlewni Marków Potoku, gdzie miększa pokrywa śnieżna rozpoczęła się wytapiać równocześnie w większości zlewni. W wyżej położonej zlewni Rybnego Potoku (Ryc. 7) przebieg wezbrania był łagodniejszy z powodu rozłożenia w czasie wytapiania pokrywy śnieżnej, natomiast w niżżej położonych zlewniach miększość pokrywy śnieżnej była znacznie mniejsza, przez co i wysokość fali wezbraniowej niższa.

Podczas intensywnych opadów najgwałtowniejszym przebiegiem wezbrań charakteryzuje się zlewnia Czatożanki. W czerwcu 2013 r. podczas największego w okresie badań wezbrania maksymalny odpływ jednostkowy wyniósł $508 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$. Reakcja pozostałych cieków na opady była znacznie łagodniejsza, natomiast zgoła odmiennie reagowała Kiczorka, na której nie wystąpiły wyrażne wezbrania opadowe (Ryc. 7).

Oba lata nie cechowały się jednak występowaniem intensywnych opadów nawalnych wywołujących gwałtowne wezbrania w badanych zlewniach. Maksymalne odpływy jednostkowe występujące w badanym dwuleciu były znacznie niższe od odnotowywanych podczas największych wezbrań w historii prowadzenia pomiarów (od 1973 r.). Maksymalny odpływ jednostkowy z zlewni górnej Skawicy (obejmującej w większości wyłącznie północne stoki Babiej Góry) wyniósł $2\,470 \text{ dm}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$ (Franczak, w druku). Pomimo tego zlewnie położone na północnych stokach Masywu Babiej Góry cechują się nieosiąganiem podczas intensywnych opadów deszczu przepływów maksymalnych o małym prawdopodobieństwie wystąpienia. Podczas wspomnianego największego wezbrania osiągnięty został przepływ o prawdopodobieństwie wystąpienia 2% (Franczak, w druku). Ten maksymalny odpływ jednostkowy jest nieznacznie wyższy od przeciętne występującego ($2,1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$) podczas gwałtownych wezbrań w małych zlewniach karpackich, jednak niższy od przeciętnie występującego ($3,0 \text{ m}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$) w Karpatach polskich. Natomiast podczas kilku zdarzeń odnotowano q_{max} o wartościach przekraczających $12 \text{ m}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$ z maksimum $26 \text{ m}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$ (Bryndał 2010, 2014, 2015).



Ryc. 7. Maksymalny miesięczny odpływ jednostkowy (q) z badanych zlewni w latach 2012–2013

Fig. 7. Maximum monthly specific discharge (q) in the investigated catchments 2012–2013

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

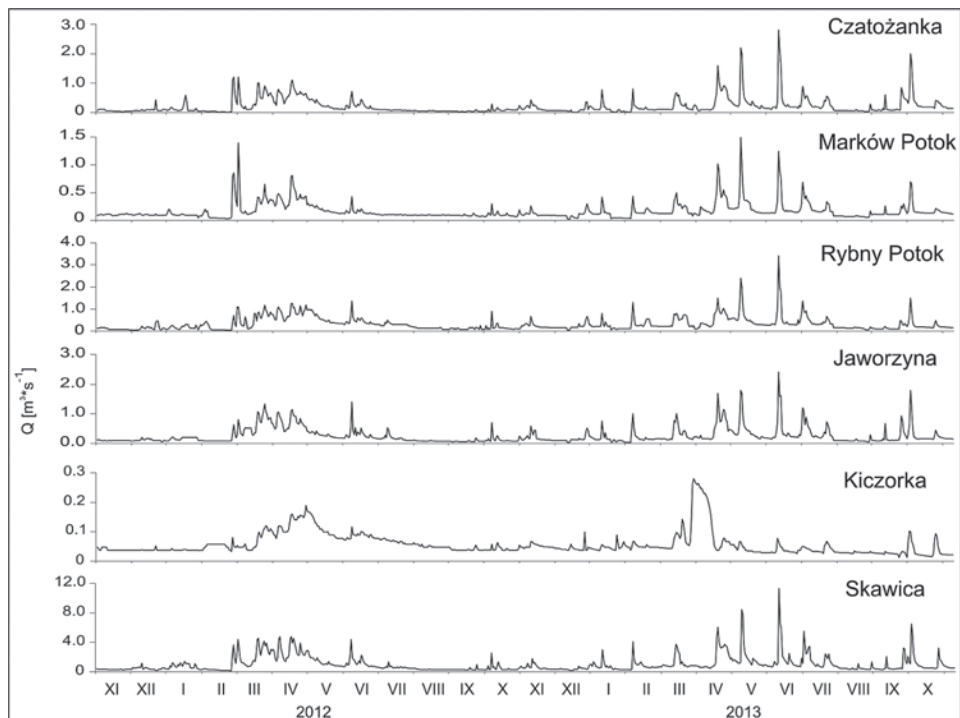
REŻIM ODPLYWU I ZMIENNOŚĆ PRZEPLYWÓW CIEKÓW BABIOGÓRSKICH

Masyw Babiej Góry cechuje się dużymi zasobami wodnymi, jednak poprzez swoje wyjątkowe warunki przyrodnicze charakteryzuje się złożonym systemem krążenia wody (Łajczak 1998). System krążenia wody w obrębie masywu posiada cechy zarówno średnich gór Beskidów Zachodnich, jak i środowiska wysokogórskiego (Łajczak 1981; 2004). Z tego powodu ważne jest określenie cech reżimu hydrologicznego cieków odwadniających Masyw Babiej Góry, w tym określenie sezonowego rozkładu przepływu. Cechę tę najlepiej obrazuje współczynnik przepływu k , stanowiący stosunek średniego miesięcznego przepływu (SQ_m)

do średniego przepływu rocznego (SQr). Parametr daje możliwość wyróżnienia okresów zarówno małego, jak i dużego zasilania cieków (Pardé 1957).

Potoki odwadniające północne stoki Masywu Babiej Góry wykazują odmienny reżim od cieków spływających południowymi stokami w kierunku Orawy. Pomimo tych różnic we wszystkich ciekach odwadniających masyw Babiej Góry stwierdzono występowanie ustroju rzecznej złożonego. Wyższy odpływ obserwuje się w okresie od marca do sierpnia, co związane jest z wiosennymi roztopami (marzec–maj) oraz w czerwcu i lipcu w związku z letnimi intensywnymi opadami deszczu. Dla cieków położonych na północnych stokach masywu nie obserwuje się jednak wyraźnego podziału hydrogramu pomiędzy oba te okresy. Z kolei niskie przepływy występujące w obrębie masywu od października do lutego są konsekwencją niewielkich jesiennych opadów i retencji śniegowej w zimie (Pasterniak 1983).

W czasie pomiarów prowadzonych w latach 2012–2013 zaobserwowano wyraźne zróżnicowanie sezonowe odpływu (Ryc. 8), wynikające z panujących



Ryc. 8. Hydrogramy (średnie dzienne) badanych cieków w latach 2012–2013

Fig. 8. Hydrographs (average daily) of the investigated basins 2012–2013

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

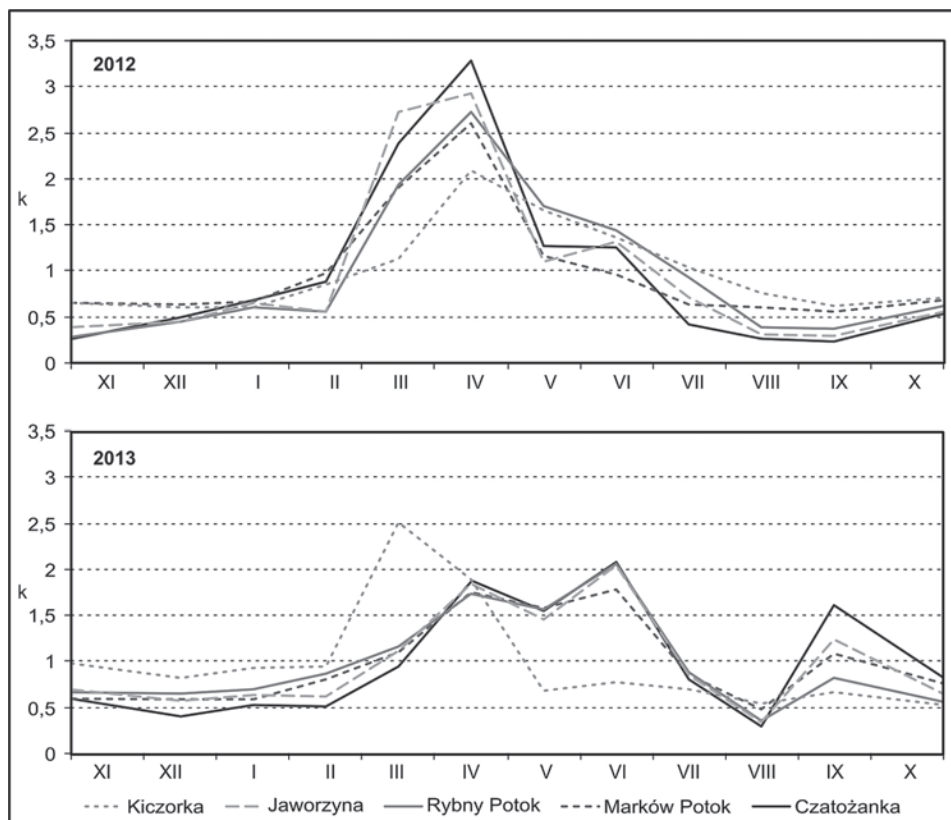
w trakcie obu lat odmiennych warunków meteorologicznych. W ciepłym i suchym roku hydrologicznym 2012 wystąpił wysoki odpływ w okresie wiosennym (marzec-kwiecień), związany z wytapianiem pokrywy śnieżnej. W drugiej połowie roku z powodu braku intensywnych opadów nie wystąpiły duże wezbrania letnie. Z kolei reżim odpływu w 2013 r. był typowy dla zlewni położonych w Karpatach Zachodnich. Wystąpiło wezbranie roztopowe, a następnie uformowały się w okresie letnim wyższe wezbrania opadowe. Jednak zarówno odpływy roztopowe, jak i wywołany intensywnymi opadami deszczu różnił się przebiegiem w poszczególnych obszarach masywu. W zlewniach położonych na północnych stokach masywu najwyższy średni przepływ miesięczny wystąpił w 2012 r. w zlewniach Czatożanki (w kwietniu; $k = 3,28$) i Jaworzyny (w kwietniu; $k = 2,97$), natomiast w zlewniach odwadniających wyżej położone partie Masywu Babiej Góry (Rybnego Potoku i Marków Potok) średni przepływ miesięczny był niższy, a okres występowania wysokich przepływów był dłuższy i przesunięty w czasie na okres od marca do maja (Ryc. 9).

Odmiennym reżimem charakteryzuje się ciek odwadniający południowe stoki masywu. Ciek ten w latach 2012–2013 cechował się ustrojem niwalno-deszczowym. Najwyższe wartości współczynnika przepływu k , wystąpiły na Kiczorce podczas wiosennych roztopów w kwietniu 2012 r. ($k = 2,08$) i marcu 2013 r. ($k = 2,51$), gdy średni przepływ miesięczny był znacznie wyższy niż w innych miesiącach roku. Wezbrania opadowe w czasie badań niemal się nie zaznaczyły, natomiast w okresie z małą sumą opadów wartość współczynnika przepływu k , Kiczorki była znacznie wyższa niż w przypadku cieków odwadniających północne stoki masywu (Ryc. 9).

Roczne sumy opadów atmosferycznych oraz wielkość ich retencji w pokrywie śnieżnej wpływają na rozkład odpływu w poszczególnych półroczach. W trakcie lat z wysokimi sumami opadów atmosferycznych występujących w półroczu letnim większy odpływ ze zlewni babiogórskich ma miejsce w półroczu letnim, natomiast w przypadku braku intensywnych opadów deszczu w tym półroczu, większy odpływ ma miejsce w półroczu zimowym. W latach 2012–2013 w badanych zlewniach udział odpływu półrocza zimowego wyniósł od 40 do 68%, a w półroczu letnim od 32 do 60%. Najbardziej stabilny odpływ w obu latach wystąpił z zlewni Rybnego Potoku, natomiast największe zróżnicowanie odpływu wystąpiło z zlewni Czatożanki (Ryc. 10). Duża zmienność udziału wiąże się z małą retencją zlewni i jej szybkimi reakcjami na opad.

ZAKOŃCZENIE I WNIOSKI

Przeprowadzone w ciągu dwóch lat hydrologicznych (2012 i 2013) badania pozwalają na przedstawienie kilku wstępnych wniosków. Odpływ ze zlewni babiogórskich należy do najwyższych w Polsce, jednak współczynnik odpływu



Ryc. 9. Zróżnicowanie przebiegu współczynnika przepływów miesięcznych (k) dla badanych cieków

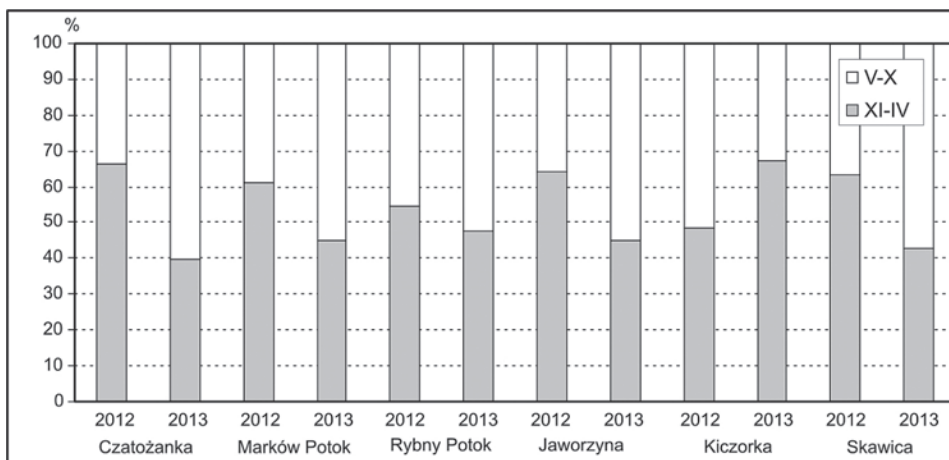
Fig. 9. Differences of the monthly annual course of the discharge coefficient (k) for the investigated watercourse

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

oraz sezonowa zmienność odpływu z poszczególnych zlewni jest zróżnicowana. Wynika to głównie ze względu na urozmaicone warunki morfologiczne zlewni, geologiczne, a także meteorologiczne.

Potoki babiogórskie cechują się reżimem złożonym, z dwoma kulminacjami. Wyższy odpływ obserwuje się w okresie od marca do sierpnia, co związane jest z wiosennymi roztopami (marzec–maj) oraz w czerwcu i lipcu w związku z letnimi intensywnymi opadami deszczu. Wyraźne zróżnicowanie odpływu występuje pomiędzy stokami południowymi, gdzie dominuje odpływ roztopowy a północnymi, gdzie główna fala wezbraniowa przypada w okresie letnich intensywnych opadów. Reakcja poszczególnych zlewni na opad nie jest jednakowa,



Ryc. 10. Udział sezonowy odpływu z badanych zlewni w latach 2012–2013

Fig. 10. Investigated catchments seasonal runoff contribution in 2012–2013

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

a najgwałtowniejszymi reakcjami na opad cechuje się Czatożanka. Ciek ten charakteryzuje się również największą zmiennością i nieregularnością przepływów spośród wszystkich potoków babiogórskich.

Struktura odpływu w ciągu roku silnie zależy od warunków meteorologicznych panujących w danym roku hydrologicznym. W przypadku braku dużych opadów w półroczu letnim dominuje odpływ w okresie zimowym, natomiast w przypadku wystąpienia intensywnych opadów letnich dominuje odpływ z półroczu letniego. W wieloletnim dominujący jest odpływ w półroczu zimowym, który wynosi 64%. W strukturze odpływu dominuje odpływ podziemny, który najsilniej zaznacza się w zlewni Kiczorki.

Autorzy pragną serdecznie podziękować obu Recenzentom za cenne uwagi, które niewątpliwie przyczyniły się do podniesienia jakości artykułu.

Badania przeprowadzono w ramach projektu finansowanego ze środków Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego na podstawie decyzji numer K/DSC/002358 oraz NFOŚiGW w ramach umowy 298/2011/Wn-50/OP-MN/D.

LITERATURA

- Alexandrowicz S.W. 1978. *The northern slope of Babia Góra Mt. as a huge rock slump*, Stud. Geomorph. Carpatho-Balcan., 12, 133–148.
- Bartnik A., Jokiel P. 2005. *Niektóre problemy zmian i zmienności rocznego hydrogramu przepływu rzecznego na podstawie Pilicy w Przedborzu*, Wiad. IMGW, 2, 5–31.
- 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. 2014. *Parametry hydrologiczne wezbrań opadowo-nawalnych w polskiej, słowackiej i rumuńskiej części Karpat*, Przegląd Geograficzny, 86 (1), 5–21.
- Bryndal T. 2015. *Local flash floods in Central Europe: A case study of Poland*, Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal of Geography, 69 (5), 288–298.
- Byczkowski A. 1999. *Hydrologia*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 1, 1–416.
- Fall B. 1997. *Przepływy charakterystyczne głównych rzek polskich w latach 1951–1990*, Materiały Badawcze IMGW, Seria Hydrologia i Oceanologia, 21, 1–143.
- Franczak P., 2011. *Analiza przyczyn zróżnicowania zagrożenia powodziowego pomiędzy zlewnią Skawicy a pozostałą częścią zlewni górnej Skawy*, praca dyplomowa, archiwum Zakładu Hydrologii IGiGP UJ, Kraków, mps., 1–48.
- 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., w druku: *Hydrologiczne i geomorfologiczne skutki ekstremalnego opadu w maju 2014 roku w zlewni Rybnego Potoku (Masyw Babiej Góry)*, Annales UMCS, Sectio B, Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia.
- Jankowski L., Margielewski W. 2014. *Strukturalne uwarunkowania rozwoju rzeźby Karpat zewnętrznych – nowe spojrzenie*, Przegląd Geologiczny, 62, 1, 29–35.
- Jokiel P., Stanisławczyk B. 2012. *Roczne odpływy maksymalne i minimalne w dorzeczu Odry i Wisły w przekroju wieloletnim*, Czasopismo Geograficzne, 83, 3, 133–143.
- Karska A., 2003. *Miary zmienności przepływów*, [w:] J. Pociask-Karteczka (red.) *Zlewnia. Właściwości i procesy*, Wyd. IGiGP UJ, 157–165.
- Łajczak A., 1998. *Charakterystyka hydrograficzna, zasoby wodne, zagrożenie wód i wykonanie szczegółowej mapy hydrograficznej Babiogórskiego Parku Narodowego*, W: *Plan ochrony Babiogórskiego Parku Narodowego*, Dyrekcja BgPN, Zawoja, 1–118.
- Łajczak A., 2004. *Wody Babiej Góry*, [w:] B.W. Wołoszyn, A. Jaworski, J. Szwagrzyk (red.), *Babiogórski Park Narodowy. Monografia Przyrodnicza*, Zawoja-Kraków, 153–177.
- Miechówka A., Niemyska-Lukaszuk J., Zaleski T., Mazurek R. 2004. *Gleby Babiogórskiego Parku Narodowego*, [w:] B.W. Wołoszyn, A. Jaworski, J. Szwagrzyk (red.), *Babiogórski Park Narodowy. Monografia Przyrodnicza*, Zawoja-Kraków, 193–207.
- Obrębska-Starkel B. 2004. *Klimat masywu Babiej Góry*, [w:] B.W. Wołoszyn, A. Jaworski, J. Szwagrzyk (red.), *Babiogórski Park Narodowy. Monografia Przyrodnicza*, Zawoja-Kraków, 137–151.
- Pardé M. 1957. *Rzeki*, PWN, Warszawa, 1–233.
- Pasierbek T., Zamorski T., Omylak J. 2009. *Najcenniejsze walory przyrodnicze Babiogórskiego Parku Narodowego i jego ochrona*, Roczniki Bieszczadzkie, 17, 173–187.
- Pasterniak K. 1983. *Wody powierzchniowe*, [w:] K. Zabierowski (red.), *Park narodowy na Babiej Górze. Przyroda i człowiek*, PWN, Warszawa-Kraków, 63–78.
- Plenzler J., Wójcik S., Kołodziej A., Siwek J. 2011. *Odpływ powierzchniowy*, [w:] B. Rzonca, J. Siwek (red.), *Hydrologia Bieszczadów. Zlewnie Sanu i Solinki powyżej Jeziora Solińskiego*, Wyd. IGiGP UJ, Kraków, 45–57.

- Pociask-Karteczka J., Baścik M., Nieckarz Z. 2010. *Zróźnicowanie przestrzenne i zmienność odpływu ze zlewni tatrzańskich*, *Nauka a zarządzanie obszarem Tatr i ich otoczeniem*, t. I, 123–130.
- Punzet J. 1975. *Hydrologia rzek Karpackich i jej związek z gospodarką wodną terenów górskich*, *Zeszyty problemowe postępów nauk przyrodniczych*, 162, 255–263.
- Punzet J. 1976. *Charakterystyka hydrologiczna rzeki Skawy i jej ważniejszych dopływów*, *Acta Hydrobiologia*, 18, 353–381.
- Siwek J. 2003. *Miary natężenia przepływu*, [w:] J. Pociask-Karteczka (red.), *Zlewnia. Właściwości i procesy*, Wyd. IGI GP UJ, 145–149.
- Soja R. 1981. *Analiza odpływu z fliszowych zlewni Bystrzanki i Ropy (Beskid Niski)*, *Dokumentacja Geograficzna*, 1, 1–91.
- Wołoszyn B.W., Baranowska-Janota M., Holeksa J., Łajczak A., Musiałowicz W., Szczęsny B., Szwagrzyk J., Celary W., Postawa T., Wołoszyn D. 2000. *Synteza planu ochrony Babogórskiego Parku Narodowego*, Dyrekcja BgPN, Zawoja, mps., 1–30.
- Ziętara T., 2004. *Rzeźba Babiej Góry*, [w:] B.W. Wołoszyn, A. Jaworski, J. Szwagrzyk (red.), *Babogórski Park Narodowy. Monografia Przyrodnicza*, Zawoja-Kraków, 109–135.

SUMMARY

The paper refers to spatial diversity and lability of outflow from Flysh type drainage basins. It also shows dynamics of mean and high discharge by defining the trend, the variability index and the periodicity of the hydrological parameters mentioned. The research has been taken in the partial drainage basins located in the upper drainage basin of Skawica (the streams of Czatożanka, Marków Potok, Rybny Potok, Jaworzyna) and in the upper drainage basin of Czarna Orawa (Kiczorka) at the Babia Góra slopes. The analyzed two-year period (2012–2013) has been characterized comparing to the multiannual period of 1973–2014. The hydrological and meteorological data have been obtained due to monitoring of the hydrological environment of Babogórski National Park. The database includes the data gained from The Institute of Meteorology and Water Management research.

Poland is the one of the less water-rich European countries. The unit outflow is only $5.5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (Fall 1997). The water outflow is very space and time varied through the whole country. The outflow from drainage basins of Babia Góra area is one of the biggest in Poland (about $30 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$). The outflow index (rate of outflow?) from Babia Góra area is 88% per annum, which distinguishes this area from the Beskidy Mountains. During the winter semester the outflow index is 12.7% and during the summer semester it is 70% (Łajczak).

The outflow index and the seasonal lability of the outflow from the particular Babia Góra drainage basins are very varied which is the most noticeable between the northern and southern slopes located drainage basins, however the variety is also very clear to observe from the east to the west direction. The analyzed cycle were a general low-flow period including one thaw flood within this period (2012s) and several minor floods caused by severe rainfalls (2013s). The maximum unit outflow during the flood has been noticed in Czatożanka drainage basin and the minimum unit outflow has been noticed in Kiczorka drainage basin. The highest annual average unit outflow occurred within Marków Potok, and the lowest annual average unit outflow occurred within Czatożanka. The drainage basins located at the northern slopes of Babia Góra were characterized by big seasonal outflow fluctuation between winter and summer semesters. Only at the southern slopes in the Kiczorka drainage basin the outflow was not much varied comparing the particular semesters.