

Joanna Pociask-Karteczka

## DYNAMIKA ODPLYWU STAREJ RZEKI (POGÓRZE WIELICKIE)

Zarys treści. Odływ jednostkowy ze zlewni Starej Rzeki wynosi  $6,3 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ , co świadczy o niewielkiej zasobności wodnej tego obszaru. Stara Rzeką cechuje się reżimem śnieżno-deszczowym i spływowym charakterem obiegu wody. Odływ w okresach wiosennym i zimowym dominuje nad odpływem letnim. Przepływy dobowe w ciągu całego roku odznaczają się dużą zmiennością, jednakże zmienność w półroczu zimowym jest znacznie mniejsza od zmienności w półroczu letnim. Zlewnia Starej Rzeki wykazuje wyraźne różnice w stosunku do zlewni beskidzkich pod względem hydrologicznym i charakteryzuje się pewnym zespołem cech, które mogą być typowe dla zlewni Pogórza Wielickiego.

### 1. Wstęp

Odływ stanowi jedno z najważniejszych ogniw obiegu wody w zlewni. Znajomość wielkości i dynamiki odpływu jest istotna między innymi dla określenia zasobności wodnej, a także dla poznania obiegu materii w zlewni.

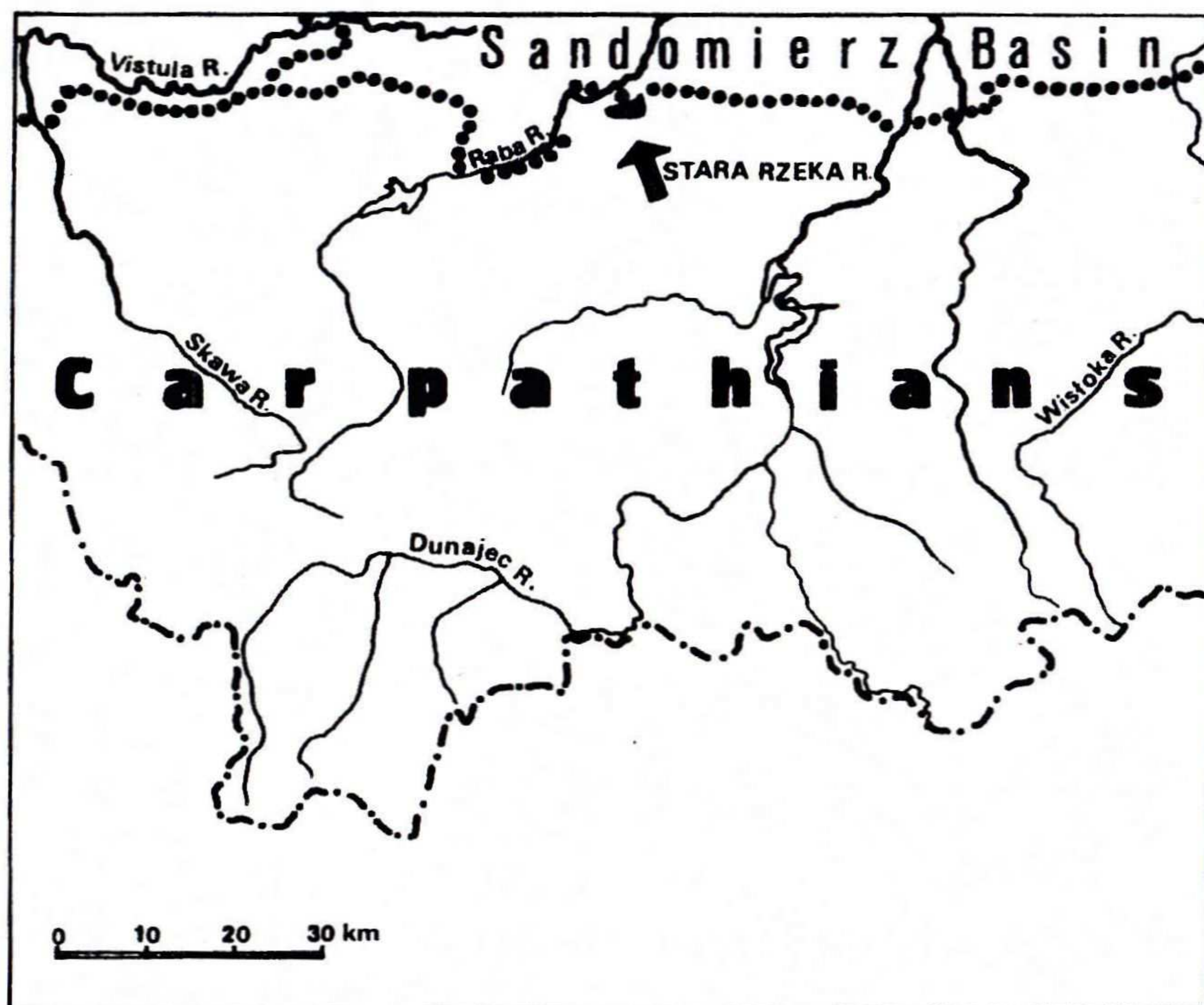
Celem pracy jest określenie dynamiki odpływu oraz ukazanie prawidłowości w przebiegu odpływu Starej Rzeki w ciągu roku.

Zlewnia Starej Rzeki leży w obrębie progu Karpat, w północnej części Pogórza Wielickiego (Starkel, 1988). Obszar ten jest zbudowany ze skał fliszowych jednostki śląskiej i podśląskiej oraz ilów i piaskowców mioceńskich (Starkel, 1988). Utwory te odznaczają się małą retencyjnością wodną. Zlewnia Starej Rzeki leży w obrębie strefy przejściowej pomiędzy górami (Karpatami) i nizinami (Kotlina Sandomierska). Powierzchnia zlewni do wodowskazu w Łazach wynosi  $22,4 \text{ km}^2$  (ryc. 1).

Charakterystyki hydrologicznej zlewni Starej Rzeki dokonano na podstawie materiału obserwacyjnego pochodzącego z okresu od 1987 do 1992 roku. Zbadano przebieg codziennych, miesięcznych i rocznych wartości przepływów Starej Rzeki na tle opadów oraz temperatury powietrza mierzonych na stacji w Łazach.

Okres od 1987 do 1992 roku charakteryzował się dużą zmiennością pogody i był raczej suchy. Średnia suma roczna opadów mierzonych na stacji w Łazach wynosiła około 580 mm, zaś średni przepływ roczny Starej Rzeki wynosił  $0,142 \text{ m}^3/\text{s}$ , co daje odpływ jednostkowy  $6,3 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$  (tab. 1). Sumy opadów rocznych dla 35-lecia 1953–





Ryc. 1. Położenie obszaru badań

Fig. 1. Location of the research area

1987 na stacji Bochnia, będącej analogiem stacji w Łazach, wynosi 665 mm (Angiel, Kaszowski, 1992). Rokiem najbardziej zbliżonym do normalnego był rok 1989 o sumie opadów 664 mm. Najmniejszą sumą opadów wynoszącą 430 mm charakteryzował się rok 1988. Największą sumą opadów charakteryzował się w rok 1989, kiedy to wynosiła ona 664 mm, tj. o ponad 200 mm więcej niż w roku poprzednim. Mimo iż opady w roku 1989 były o ponad 200 mm wyższe niż w roku 1988, przepływ średni roczny Starej Rzeki był w obu latach prawie taki sam i wynosił średnio  $0,125 \text{ m}^3/\text{s}$ . Podobny przepływ przy znacznie różniących się sumach opadów mógł być spowodowany znaczną przewagą opadów letnich nad zimowymi w roku 1989, który był znacznie cieplejszy niż rok poprzedni. Średnia temperatura roczna w 1989 roku wynosiła  $9,5^\circ\text{C}$ , natomiast w 1988 roku  $8,5^\circ\text{C}$ . Mogło to powodować większe straty na parowanie w roku 1989.



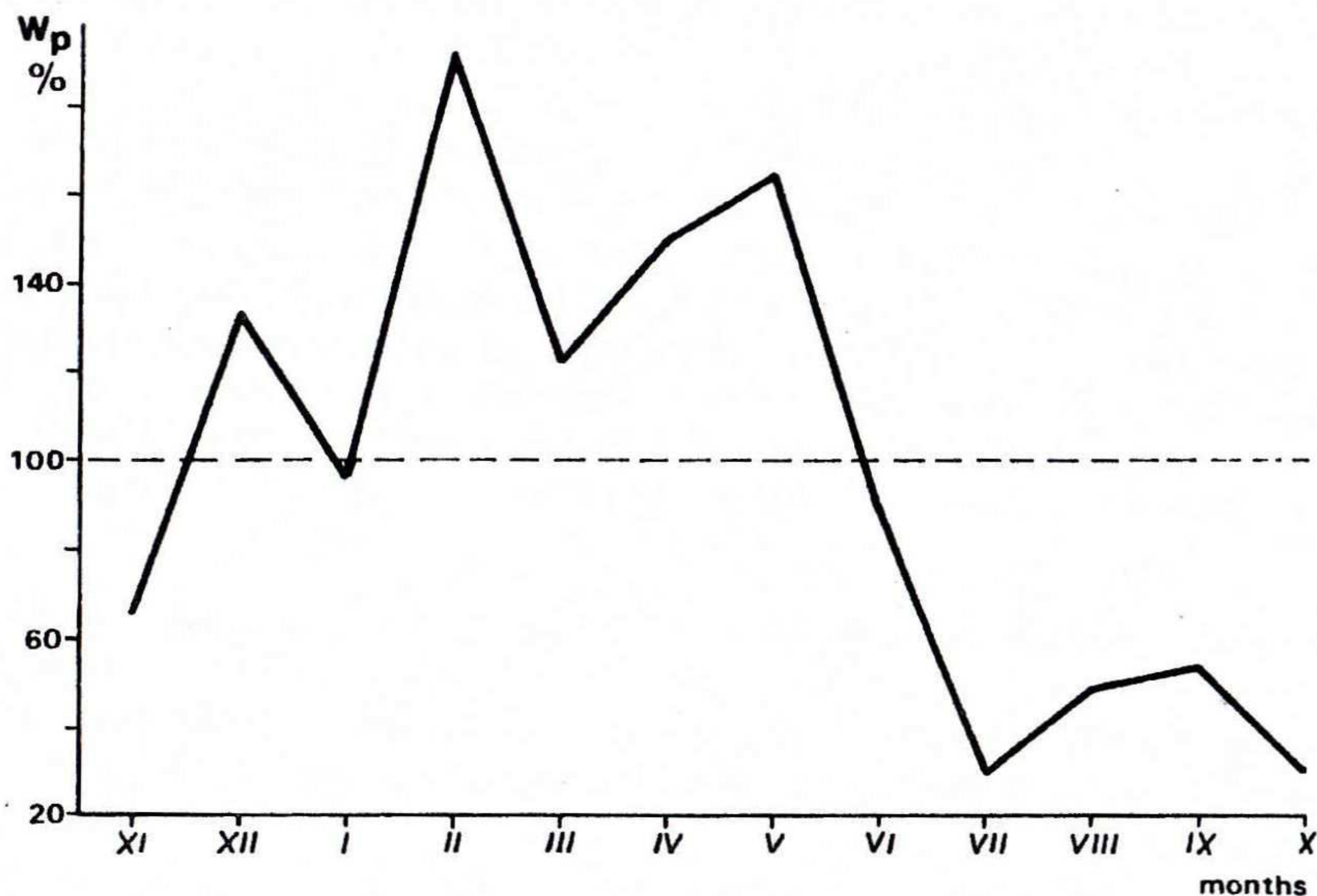


Fig. 2. Współczynnik średnich przepływów miesięcznych ( $W_p$ ) Starej Rzeki za okres 1987–1992

Fig. 2. Monthly discharge coefficients ( $W_p$ ) of the Stara Rzeka River in 1987–1992

$$c_v = \frac{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}{\bar{x}}$$

gdzie:  $x_i$  – przepływy dobowe w danym okresie,  
 $\bar{x}$  – przepływ średni,  
 $n$  – liczba dni w danym okresie.

Stara Rzeka wykazuje bardzo dużą **zmiennność przepływów dobowych w poszczególnych latach**. Największą zmiennością cechowały się przepływy w 1991 roku, kiedy współczynnik zmienności osiągnął wartość 2,87 (tab. 1). Był to rok szczególny, bo w tym czasie (maj) wystąpiło największe wezbranie Starej Rzeki w ciągu całego wieka. Wartość przepływu kulminacyjnego w czasie tego wezbrania przekraczała  $3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Również dużą zmiennością cechowały się przepływy Starej Rzeki w 1989 roku. Większą stabilnością przepływów odznaczały się lata 1990 i 1992. Współczynniki zmienności były wówczas dwukrotnie mniejsze i wynosiły 1,46 i 1,30.

**Współczynnik zmienności przepływów w półroczach letnich i zimowych** znacząco różni. W badanym okresie w półroczach letnich przyjmował wartości od 1,73 do 4, natomiast w półroczach zimowych tylko od 0,93 do 1,34 (tab. 2).



Tab. 1. Precipitation at the Łazy station, mean yearly discharge of the Stara Rzeka River and variability coefficient of daily discharges of the Stara Rzeka River in 1987–1992

Parametr Parameter	Lata hydrologiczne – <i>Hydrologic years</i>					+
	1987	1988	1989	1990	1991	1992
opad [mm] <i>precipitation [mm]</i>	646,4	429,8	663,9	551,8	629,1	554
przepływ [m <sup>3</sup> /s] <i>discharge [m<sup>3</sup>/s]</i>	0,222	0,124	0,129	0,093	0,143	0,138
współczynnik zmienności <i>variability coefficient</i>	1,86	1,63	2,26	1,46	2,87	1,30

## 2. Sezonowy rytm odpływu

Sezonowy rytm odpływu Starej Rzeki w wieloleciu oceniono na podstawie wartości współczynnika przepływów miesięcznych  $W_p$  obliczonego jako stosunek średniego miesięcznego przepływu z wielolecia  $\bar{Q}_{mies}$  do średniego rocznego przepływu z wielolecia  $\bar{Q}_r$ :

$$W_p = \frac{Q_{mies}}{Q_r} \cdot 100 [\%]$$

Współczynnik przepływów miesięcznych informuje o procencie wody, która odpływa w danym miesiącu (średnio) w stosunku do odpływu całorocznego.

W rocznym rozkładzie odpływu Starej Rzeki można wyróżnić okres występowania wysokich przepływów i okres występowania niskich przepływów (ryc. 2). Wysokie przepływy przypadają na okres od grudnia do maja. Współczynnik przepływów miesięcznych wynosi od 96% w styczniu do 191% w lutym. W okresie tym najczęściej występują wezbrania spowodowane roztopami oraz odwilżami śródzimowymi, rzadziej zaś wiosennymi opadami.

Okres występowania niskich przepływów przypada na lato oraz jesień. Miesięczne współczynniki odpływu wynoszą od 30% w lipcu i październiku do 87% w czerwcu. W okresie tym, a zwłaszcza latem, występują wezbrania opadowe.

## 3. Zmienność przepływów

Zmienność przepływów jest bardzo ważną cechą hydrologiczną. Im mniejsza zmienność przepływów, tym warunki dla gospodarczego wykorzystania wód są korzystniejsze.

Zmienność przepływów określono na podstawie współczynnika zmienności  $c_v$  obliczonego według wzoru

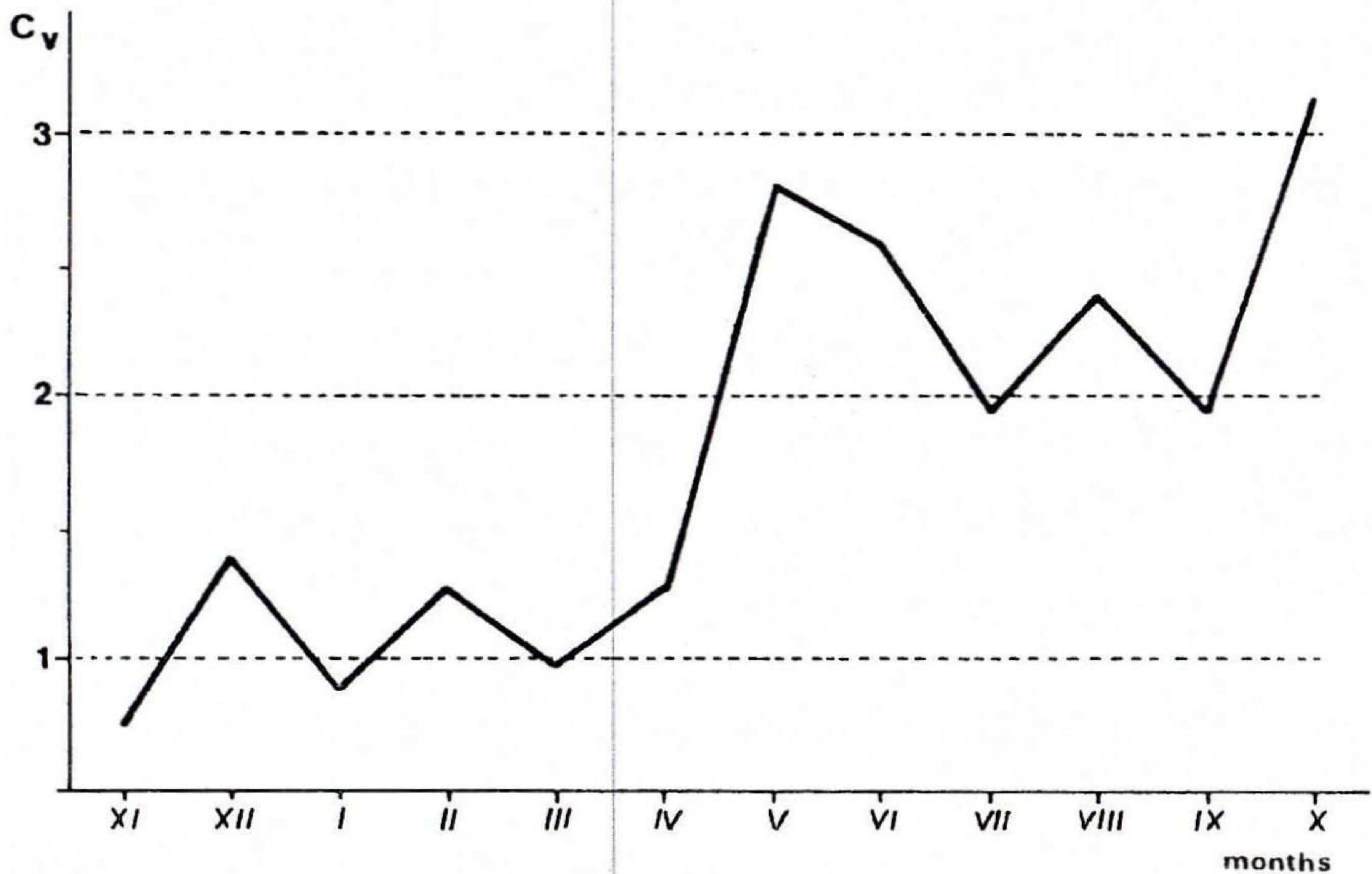


Tab. 2. Zmienność przepływów dobowych Starej Rzeki w półroczach hydrologicznych w latach 1987–1992

Tab. 2. Variability coefficient of daily discharges of the Stara Rzeka River in the hydrological half-years in 1987–1992

Miesiące Months	Lata Years	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1987–1992
XI–IV		1,17	1,14	0,93	1,34	1,19	1,06	1,14
V–X		3,24	1,73	2,09	1,39	3,85	2,58	1,99
XI–X		1,86	1,63	2,26	1,46	2,87	1,30	1,90

**Współczynnik zmienności przepływów w poszczególnych miesiącach** wykazuje znaczne zróżnicowanie. Największą regularnością przepływów dobowych odznaczają się miesiące późnojesienne, zimowe i wczesnowiosenne. Współczynnik zmienności od listopada do kwietnia wynosi od 0,74 do 1,40 (ryc. 3). Oznacza to, iż przepływy dobowe w tym czasie charakteryzują się stabilnością. Współczynniki zmienności w pozostałych miesiącach roku są znacznie wyższe i wynoszą od 1,94 do 3,14, co świadczy o tym, że w okresie tym występują przepływy zarówno bardzo wysokie, jak i bardzo niskie.



Ryc. 3. Współczynnik zmienności przepływów dobowych ( $c_v$ ) Starej Rzeki w poszczególnych miesiącach za okres 1987–1992

Fig. 3. Variability coefficients of daily discharges ( $c_v$ ) of the Stara Rzeka River in particular months in 1987–1992



# **Summer Flood characteristics of the Stara Rzeka river in the Carpathian Foothills**

## **Summary**

The runoff is a complex process controlled by several drainage basin features. Time of rise, time of concentration and lag time depend on the duration and intensity of rain, fall soil-moisture conditions and soil composition.

A model based on the IUH theory and geomorphoclimatic parameters was implemented to the Stara Rzeka River. This geomorphoclimatic model does not simulate well enough the summer floods of the Stara Rzeka River and it can not be used for flood forecasting.



W wyniku tego porównania należy stwierdzić, iż na podstawie geomorfoklimatycznego modelu odpływu nie można obliczyć poprawnie wielkości i czasu wystąpienia odpływów kulminacyjnych wezbrań letnich Starej Rzeki. Możliwe, że zastosowanie tego modelu do opisu transformacji opadu w odpływ jest spowodowane brakiem informacji na temat rozkładu opadu w zlewni, gdyż postereunek opadowy w pobliżu przekroju morfometrycznego prawdopodobnie nie informuje w pełni o wielkości opadu na obszar całej zlewni. Możliwe także, iż parametry geomorfologiczne, takie jak spadek cieku wodnego oraz wskaźniki hortonowskie, nie oddają w pełni charakteru zlewni. Jak wykazały wcześniejsze badania, koryto Starej Rzeki reprezentuje przejściowy typ od koryta kiego do nizinnego, czego nie odzwierciedla żaden parametr geomorfologiczny wprowadzony do modelu. Również system dróg polnych, który na obszarach pogórskich wykonywa dużą rolę w kształtowaniu wezbrań, nie został w modelu uwzględniony.

\* \* \*

Parametry wezbrań letnich Starej Rzeki zależą głównie od czasu trwania i intensywności opadów, warunków wilgotnościowych zlewni oraz rodzaju pokrywy.

Weryfikacja geomorfologicznego modelu odpływu w zlewni Starej Rzeki wykazała, że model ten prawdopodobnie nie może być stosowany do prognozy wezbrań letnich na pogórskich.

## **Wzrost**

Bardzo dziękujemy prof. Beniaminowi Więzikowi (Politechnika Krakowska) za uwagę dotyczące zastosowania geomorfologicznego modelu odpływu do prognozowania fal wezbraniowych. Dziękujemy również mgr. Mirosławowi Żelaznemu (Instytut Geografii UJ) za pomoc podczas obróbki graficznej materiału.

## **Bibliografia**

- 1 J., Kaszowski L. (1992): *Wykształcenie materiału dennego i warunki hydrodynamiczne w korycie Starej Rzeki*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geogr. z. 88, s. 117–124.
- Więzik W. (1992): *Izochrony i czas koncentracji fali wezbraniowej zlewni Starej Rzeki (Pogórze Wielickie)*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geogr. z. 88, s. 117–124.
- V.T. (1964): *Handbook of Applied Hydrology*, McGraw-Hill, New York.
- Hor J. (1971): *Hydrologia inżynierska*, Arkady, Warszawa, ss. 364.
- U. (1957): *The form of the instantaneous unit hydrograph*, IAHS Publ. No. 42.
- S. (1992): *Gleby zlewni Starej Rzeki na Pogórzu Wielickim*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geogr. z. 88, s. 39–47.
- Nowicz J. (1991): *Budowa geologiczna i rzeźba zlewni Starej Rzeki*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geogr. z. 83, s. 166–184.
- Żelazny B. (1987): *Geomorfologiczny model odpływu ze zlewni*, Polit. Krak., Inst. Inż. i Gosp. Vodnej, Kraków.
- Żelazny M. (1988): *Przepuszczalność pyłów lessopodobnych Pogórza Wielickiego na przykładzie zlewni Dworskiego Potoku w Łazach koło Bochni*, Pr. magisterska, maszynopis, IG UJ, Kraków.