

METODA OCENY PRZEPIŁYWÓW RASZYNKI

Andrzej CIEPIEŁOWSKI¹⁾, Szczepan L. DĄBKOWSKI²⁾

¹⁾ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Inżynierii i Kształtowania Środowiska

²⁾ Politechnika Świętokrzyska w Kielcach, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Słowa kluczowe: przepływy charakterystyczne, związki przepływów, metoda analogii

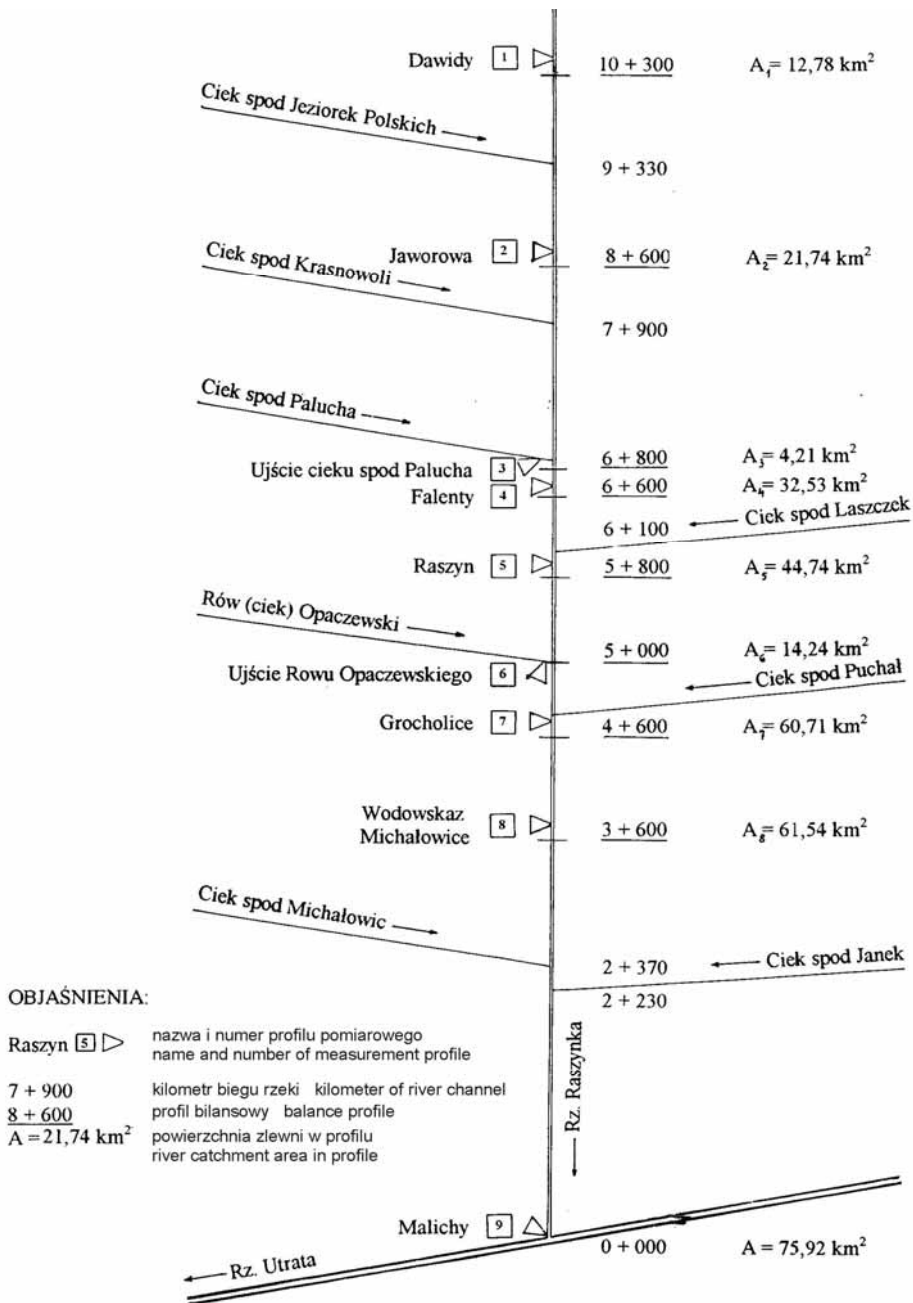
Streszczenie

W pracy omówiono warunki przyrodnicze i użytkowanie ziemi w zlewni Raszynki wpadającej do Utraty, scharakteryzowano dostępne dane hydrologiczne i sposoby ich wykorzystania w opracowaniu charakterystyk hydrologicznych. Zlewnia nie jest kontrolowana, lecz istnieją fragmentaryczne dane o stanach wody z okresu 1953–1960 i kilka pomiarów przepływu. Dane te, wraz z wynikami pomiarów własnych, wykorzystano w prezentowanych analizach. Ponadto posłużono się danymi dla profilu Krubice na Utracie, której zlewnię przyjęto jako analog w obliczaniu charakterystyk przepływu wody w Raszynie. Oceniono przepływy charakterystyczne i prawdopodobne dla profilu w Michałowicach na Raszynie (profil zamykający zlewnię o powierzchni 61,5 km²).

CHARAKTERYSTYKA HYDROLOGICZNO-METEOROLOGICZNA ZLEWNI

Zlewnia Raszynki, według podziału fizycznogeograficznego Polski [KONDRA-CKI, 2000], leży na pograniczu mezoregionów: Równiny Łowicko-Błońskiej (dolna część zlewni) i Równiny Warszawskiej (część środkowa i górna). Rzeka Raszynka jest prawobrzeżnym dopływem Utraty, do której uchodzi w Pruszkowie. Powierzchnia zlewni wynosi 75,9 km², a długość rzeki – 17,14 km.

Główne dopływy Raszynki, miejsca ich ujść i powierzchnię zlewni cząstkowych przedstawiono schematycznie na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat sieci hydrograficznej Raszynki (wraz z lokalizacją profilów pomiarowych i bilansowych)

Fig. 1. Hydrographical network diagram of the Raszynka river (together with the location of measurement and balance profiles)

Największymi zbiornikami wód powierzchniowych na obszarze zlewni są Stawy Raszynskie (94,2 ha) i jezioro Zgorzała (3,5 ha). Powierzchnia zbiorników wraz z licznymi oczkami wodnymi wynosi około 135 ha, co stanowi 1,78% powierzchni zlewni.

Utwory powierzchniowe zlewni Raszynki to gliny zwałowe, pokrywające większość obszaru, piaski i żwiry wodnolodowcowe miąższości do kilku metrów oraz mułki i piaski zastoiskowe również podścielone glinami zwałowymi [SARNACKA, 1976, MORAWSKI, 1980]. Doliny rzeczne są wypełnione osadami mineralno-organicznymi, leżącymi na glinie zwałowej. Miąższość tych utworów jest nieduża, tylko lokalnie dochodzi do 4,8 m (muły, namuły i piaski humusowe). Torfy osiągnęły głębokość maksymalną 2,5 m.

Pierwszy poziom wodonośny, na ogół swobodny, występujący w piaskach i żwirach powierzchniowych, znajduje się na głębokości od około 2 do 5 m i zasila Raszynkę i jej dopływy.

Warunki klimatyczne w zlewni najlepiej charakteryzują dane ze stacji meteorologicznej Warszawa-Okęcie. W okresie 1951–1980 opady atmosferyczne charakteryzowały się średnią roczną sumą poniżej 550 mm (wartości ekstremalne 331 i 767 mm) i średnią sumą w okresie IV–IX wynoszącą 328 mm (od 200 do 505 mm). Liczba dni z opadem 10 mm i większym wynosiła średnio 12 w roku.

Średnia temperatura roczna wynosiła 7,7°C, w okresie IV–IX +14,5°C, –3,4°C w styczniu i +18,2°C w lipcu.

Dominują wiatry zachodnie i na ten kierunek przypada ich 25%.

Na Raszynce w Michałowicach w 1953 r. został założony przez b. PIHM wodowskaz do kontroli reżimu rzeki, ale nie jest znana rzędna jego zera. Niestety, w 1960 r. został on zlikwidowany, pozostały zapisy stanów wody. Wodowskaz ten zamykał zlewnię o powierzchni 61,54 km². W okresie funkcjonowania wodowskazu przeprowadzono cztery pomiary natężenia przepływu.

W ramach prac badawczych w 1999 r. przeprowadzono dwie serie pomiarów natężenia przepływu w 9 profilach Raszynki i jej dopływów (Rów Opaczewski i Ciek spod Palucha). Wyniki tych pomiarów zostały wykorzystane do rozpoznania charakterystyk przepływowych rzeki [DĄBKOWSKI i in., 1999].

Ograniczone informacje źródłowe oraz duże zmiany, które zaszły w korycie Raszynki w okresie między pomiarami hydrometrycznymi z lat 1953–1960 a 1999 r., każą zachować dużą ostrożność w analizie uzyskanych wyników.

UŻYTKOWANIE POWIERZCHNI ZLEWNI

W zlewni Raszynki przeważają grunty orne, które zajmują około 62,4% powierzchni zlewni. Dużą część zlewni zajmują też tereny zabudowane – 24%. Najbardziej zabudowana jest prawostronna część zlewni – zlewnia Rowu Opaczewskiego w około 52%, a Ciek spod Palucha w 37%. W lewostronnej części zlewni najbardziej zabudowana jest zlewnia Ciek spod Laszczek – prawie 19%, przewa-

Tabela 1. Użytkowanie ziemi w zlewni Raszyńki po profile bilansowe

Table 1. Land use in the Raszyńka catchment down to balance profiles

Kilometr biegu rzeki Kilometer down-stream	Jednostka Unit	Grunty orne Arable grounds	Sady, ogródki działkowe Orchards, gardens	Łąki Meadow	Szuwary Rushes	Wody stojące Standing waters	Lasy Forests	Parki, za- drzewienia Parks, groves	Tereny zabudowane Built-up areas	Powierzchnia zlewni razem Total surface of the catchment
0,0	km ²	47,36	1,55	5,82	0,26	1,35	0,88	0,50	18,20	75,92
	%	62,38	2,04	7,67	0,34	1,78	1,16	0,66	23,97	100,00
3,6	km ²	37,47	1,45	4,17	0,26	1,19	0,88	0,45	15,67	61,54
	%	60,89	2,36	6,78	0,42	1,93	1,43	0,73	25,46	100,00
4,6	km ²	36,99	1,44	3,99	0,26	1,19	0,88	0,45	15,51	60,71
	%	60,93	2,37	6,57	0,43	1,96	1,45	0,74	25,55	100,00
5,8	km ²	30,06	1,20	3,43	0,23	0,94	0,88	0,24	7,76	44,74
	%	67,19	2,68	7,67	0,51	2,10	1,97	0,54	17,34	100,00
6,6	km ²	22,94	1,06	2,16	0,21	0,20	0,71	0,08	5,17	32,53
	%	70,52	3,26	6,64	0,65	0,61	2,18	0,25	15,89	100,00
8,6	km ²	16,82	0,12	1,18	0,15	0,16	0,71	0,08	2,52	21,74
	%	77,37	0,55	5,43	0,69	0,74	3,26	0,37	11,59	100,00
10,3	km ²	9,96	0,01	0,57	0,02	0,03	0,71	0,03	1,45	12,78
	%	77,93	0,08	4,46	0,16	0,23	5,56	0,23	11,35	100,00

za rolnicze użytkowania ziemi, w tym grunty orne. Użytki zielone, głównie łąki, zajmują w całej zlewni Raszynki 7,7% powierzchni, a lasy zaledwie 1,1% (tab. 1).

Użytki rolne są częściowo zmeliorowane. Melioracji wymagały grunty orne na glebach bielcowych, czarnych ziemiach i glebach brunatnych, o zwięzłym podłożu sprzyjającym gromadzeniu się wody w wierzchniej warstwie. Użytki zielone położone w dolinach cieków i w obniżeniach terenowych też zostały zmeliorowane, co ograniczyło okresowe lub stałe nadmierne uwilgotnienie.

Systemy melioracyjne to sieć drenarska i system rowów otwartych odprowadzających wodę do cieków naturalnych o korytach przekształconych w trakcie robót melioracyjnych. Głównym odbiornikiem wody jest Raszynka, której koryto zostało po raz pierwszy uregulowane w latach 1961–1962. Ogółem drenowanie przeprowadzono na powierzchni 2477 ha gruntów orných i 30 ha użytków zielonych. Większe obiekty melioracyjne i ich powierzchnię zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Zestawienie zmeliorowanych obiektów w zlewni Raszynki

Table 2. A list of reclaimed objects in the Raszynka catchment basin

Nazwa obiektu Object	Powierzchnia, ha Area, ha
Reguły II	255
Reguły III	508
Opacz Kolonia	70
Załuski I	165
Załuski II	40
Falenty-Laszczki	182
Dawidy	154
Dawidy I	300
Jeziorki Polskie	307
Nowa Wola II	231
Lesznówola	535
Razem Total	2 747

Odwodnienia rowami otwartymi wykonano na powierzchni 240 ha użytków zielonych, z czego 210 ha zostało przygotowane do nawodnień podsiąkowych ze stałym poziomem wody, lecz nie jest eksploatowane. Są to obiekty: Reguły II – 102 ha i Reguły III – 87 ha. Na ich potrzeby wybudowano jaz na Raszynce.

Z przytoczonych informacji o zabudowie i wykorzystaniu gruntów w zlewni można wnioskować o dużych antropogenicznych zmianach warunków wodnych, które niewątpliwie zmieniły naturalny reżim rzeki.

ANALIZY I OBLICZENIA CHARAKTERYSTYK PRZEPLYWOWYCH

METODY ANALIZ

Obliczenia charakterystyk przepływowych wykonano metodą analogii hydrologicznej, wykorzystując fragmentaryczne dane pomiarowe. Powiązanie wyników pomiarów z okresu, gdy istniał wodowskaz, z pomiarami wykonanymi w 1999 r. stało się możliwe dzięki temu, że w profilu Michałowice powtórzył się jeden pomiar, który wykazał takie samo natężenie przepływu wody (20.11.1958 r. – stan 10 cm i 16.04.1999 r. – rzędna 97,28 m n.p.m.). Dzięki temu udało się odtworzyć nieznaną rzędną zera wodowskazu i wykorzystać wszystkie pomiary do sporządzenia jednej krzywej przepływu dla profilu Michałowice. Pomiary wykorzystano też do obliczenia odpływów jednostkowych ze zlewni zamkniętej wodowskazem Michałowice.

Krzywą przepływu ekstrapolowano do stanu maksymalnego obserwowanego na wodowskazu oraz w kierunku stanów najniższych. Umożliwiło to wykorzystanie stanów wody dla wodowskazu Michałowice do określenia stanów charakterystycznych: najwyższego WW , średniego SW i najniższego NW dla poszczególnych lat okresu 1953–1960. Opracowana krzywa przepływu posłużyła z kolei do określenia przepływów WQ , SQ i NQ odpowiadających tym stanom.

Do określenia przepływów charakterystycznych dla dłuższego okresu zdecydowano się wykorzystać dane z obserwacji i pomiarów w profilu Krubice na Utracie (zlewnia analog), zamykającym znacznie większą zlewnię (715 km²). Wykorzystując obserwacje z lat 1951–1980, ustalono dla Krubic przepływy WQ , SSQ i NQ . Dysponując przepływami charakterystycznymi dla Raszynki w Michałowicach i Utraty w Krubicach, sporządzono krzywą związku przepływów w obu tych profilach (tab. 3, rys. 2). W przypadku przepływów średnich rocznych SSQ zastosowane podejście jest uproszczone, gdyż nie zawsze stanowi charakterystycznemu odpowiada przepływ charakterystyczny. Zdecydowano się jednak na takie założenie ze względu na fragmentaryczne dane, które były do dyspozycji.

Otrzymany związek przepływów Michałowice-Krubice (rys. 2) jest ważny w granicach $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} < Q_{Krubice} < 37 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, co odpowiada przepływowi w Michałowicach $0,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} < Q_{Michalowice} < 1,15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. W strefie przepływów niskich $Q_{Krubice} < 1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ i $Q_{Michalowice} < 0,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ trudno było poprowadzić krzywą natężenia przepływu, gdyż te przepływy w małym stopniu zależą od wielkości zlewni, a głównie od warunków lokalnego zasilania gruntowego.

Problem ten rozwiązano dwoma sposobami. Pierwszy polegał na obliczeniu współczynnika redukcyjnego K_1 zgodnie ze wzorem:

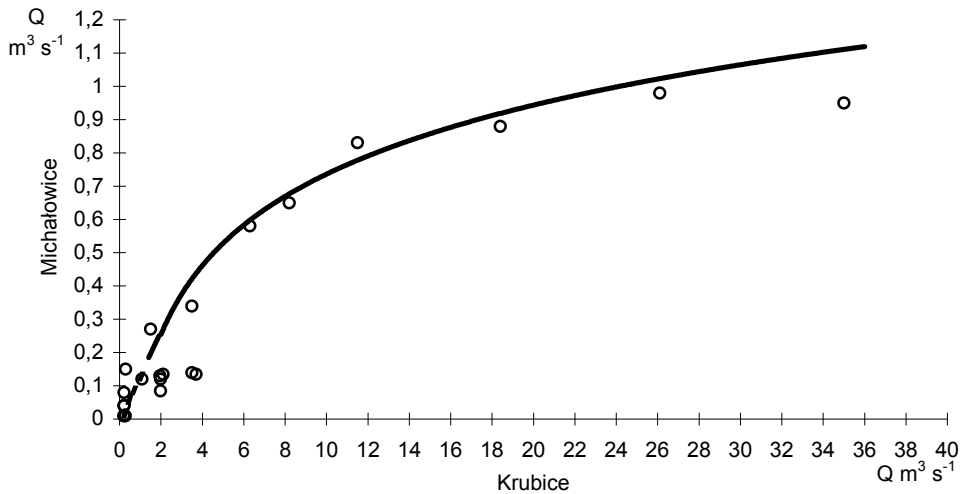
$$K_1 = \frac{NQ_{Michalowice}}{NQ_{Krubice}} \quad (1)$$

gdzie: NQ – przepływ minimalny roczny.

Tabela 3. Stany (*WW, SW, NW*) i przepływy charakterystyczne (*WQ, SQ, NQ*) w profilach Michałowice i Krubice

Table 3. Stages (*WW, SW, NW*) and characteristic flows (*WQ, SQ, NQ*) in the profiles Michałowice and Krubice

Rok Year	Stan charakterystyczny Characteristic stage	Stan <i>H</i> , cm Stage <i>H</i> , cm		Przepływ charakterystyczny Characteristic discharge	Wartość przepływu wody <i>Q</i> , m ³ ·s ⁻¹ Water discharge <i>Q</i> , m ³ ·s ⁻¹	
		Michałowice	Krubice		Michałowice	Krubice
		1953	<i>WW</i>		164 (30 I)	293 (24 II)
	<i>SW</i>	108	75	<i>SQ</i>	0,35	3,18
	<i>NW</i>	80 (6, 9, 29 VII, 17–18 VIII)	42 (20 V, 28 VIII)	<i>NQ</i>	0,07	0,358
1954	<i>WW</i>	152 (4 X)	261 (7 III)	<i>WQ</i>	0,99	26,0
	<i>SW</i>	102	62	<i>SQ</i>	0,27	1,34
	<i>NW</i>	74 (13–19, 27 V)	41 (13–19 V, 29 XI)	<i>NQ</i>	0,04	0,358
1955	<i>WW</i>	127 (26 III)	139 (26 III)	<i>WQ</i>	0,60	6,52
	<i>SW</i>	85	77	<i>SQ</i>	0,11	1,75
	<i>NW</i>	57 (14, 20–21 XI)	43 (8 XI)	<i>NQ</i>	0,01	0,53
1956	<i>WW</i>	143 (11 X)	248 (6 III)	<i>WQ</i>	0,85	11,4
	<i>SW</i>	81	79	<i>SQ</i>	0,08	1,82
	<i>NW</i>	54 (31 V, 9, 10, 19 XI)	43 (8 XI)	<i>NQ</i>	0,009	0,400
1957	<i>WW</i>	116 (18–21 X)	280 (9 I)	<i>WQ</i>	0,45	31,5
	<i>SW</i>	88	74	<i>SQ</i>	0,13	2,05
	<i>NW</i>	67 (8–10 VIII)	40 (22, 23 VI, 8, 9 VII)	<i>NQ</i>	0,021	0,320
1958	<i>WW</i>	152 (7 IV)	289 (8 IV)	<i>WQ</i>	0,99	34,6
	<i>SW</i>	88	98	<i>SQ</i>	0,13	3,48
	<i>NW</i>	62 (VI, VII, VIII)	51 (21, 22 XI)	<i>NQ</i>	0,015	1,11
1959	<i>WW</i>	132 (2 IX)	157 (28 II)	<i>WQ</i>	0,68	8,08
	<i>SW</i>	88	71	<i>SQ</i>	0,13	1,76
	<i>NW</i>	69 (11–16, 20 V)	38 (18, 19 VII)	<i>NQ</i>	0,03	0,284
1960	<i>WW</i>	146 (29 IX)	229 (20 VIII)	<i>WQ</i>	0,90	18,4
	<i>SW</i>	88	98	<i>SQ</i>	0,13	3,16
	<i>NW</i>	67 (XII)	45 (I V)	<i>NQ</i>	0,021	0,700



Rys. 2. Związek przepływów: Michałowice (rz. Raszynka) – Krubice (rz. Utrata)

Fig. 2. The interrelation of discharges: Michałowice (the Raszynka) and Krubice (the Utrata)

Wartość współczynnika K_1 zmieniała się od 0,014 do 0,196, a średnia wyniosła 0,071.

Wykorzystując średni współczynnik redukcyjny \bar{K}_1 , przepływy w Michałowicach w strefie przepływów niskich określono w przybliżeniu ze wzoru:

$$Q_{\text{Michałowice}} = \bar{K}_1 Q_{\text{Krubice}} \quad (2)$$

Drugi sposób polegał na ekstrapolowaniu krzywej związku Michałowice-Krubice na podstawie wartości przepływu NQ w Krubicach i Michałowicach ze wspólnego okresu 1953–1960. Wystąpiły rozbieżności, które wykazują, że współczynniki redukcyjne należy stosować tylko w przypadku bardzo małych przepływów.

Przepływy charakterystyczne ze zlewni kontrolowanej na niekontrolowaną przenoszono, stosując wzór:

$$Q_x = \left(\frac{A_x}{A_0} \right)^n Q_0 \quad (3)$$

gdzie:

- A_0 – powierzchnia zlewni kontrolowanej (Utrata po Krubicach), km²;
- A_x – powierzchnia zlewni, dla której dokonuje się obliczeń (Raszynka po Michałowice), km²;

Q_0 – przepływ w zlewni kontrolowanej, $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$;

n – wykładnik potęgowy, zależny od rodzaju przepływu i charakteru zlewni.

W przypadku przepływów średnich wykładnik potęgowy $n = 1$, natomiast w przypadku przepływów maksymalnych wykładnik potęgowy n w terenach nizinnych, takich jak rozpatrywana zlewnia, według Stachego wynosi 0,84 zarówno dla przepływów o prawdopodobieństwie wystąpienia $p = 1\%$, jak i $p = 50\%$.

Porównano te wartości z wartościami obliczonymi dla rozpatrywanych zlewni. W tym celu dla wspólnego okresu 1953–1960 obliczono współczynniki redukcyjne przepływów średnich \bar{K}_2 i przepływów maksymalnych \bar{K}_3 zgodnie ze wzorami:

$$K_2 = \frac{SQ_{\text{Michalowice}}}{SQ_{\text{Krubice}}} \quad (4)$$

$$K_3 = \frac{WQ_{\text{Michalowice}}}{WQ_{\text{Krubice}}} \quad (5)$$

Dla poszczególnych lat wartości K_2 zmieniały się od 0,037 do 0,20, a K_3 od 0,014 do 0,092.

Obliczone średnie wartości współczynników $\bar{K}_2 = 0,079$ i $\bar{K}_3 = 0,052$ stanowiły podstawę do określenia wartości wykładników n – w przypadku przepływów maksymalnych $n = 1,205$, natomiast średnich $n = 1,034$.

Różnice wartości współczynnika n dla wód wielkich obliczone przez nas i podane przez Stachego mogą wynikać z charakteru badanej zlewni – typowo podmiejska, co w zdecydowany sposób wpływa na kształtowanie się wezbrań. Wpływ ten jest mniejszy w okresach przepływów średnich.

Dla lat 1951–1975 określono przepływy maksymalne roczne oraz sezonowe letnie i zimowe o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia [CIEPIEŁOWSKI, 1987]. Wynika z nich, że w zlewni Utraty przepływy zimowe o takim samym prawdopodobieństwie występowania były mniejsze od rocznych, a większe od letnich. Świadczy to o dominujących w zlewni Utraty wezbraniach roztopowych, typowych w środkowej Polsce. Obliczono również przepływy średnie roczne i minimalne roczne o określonym prawdopodobieństwie występowania. Pierwsze świadczą o stanie zasobów wodnych, natomiast drugie posłużyły do określenia przepływu nienaruszalnego.

OKREŚLENIE PRZEPIYWÓW CHARAKTERYSTYCZNYCH W MICHAŁOWICACH

Podstawę określenia przepływów charakterystycznych w Michałowicach stanowiły odpowiednie przepływy w Krubicach, krzywa związku przepływów Micha-

lowice–Krubice (rys. 2) oraz współczynnik redukcyjny wielkiej wody. Wyniki obliczeń podano w tabelach 4. i 5.

Tabela 4. Przepływy maksymalne i średnie roczne o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia w Michałowicach

Table 4. Annual maximum and mean flows of a given probability of occurrence in Michałowice

Prawdopodobieństwo <i>p</i> Probability <i>p</i> %	Okres powtarzalności Periodicity lata years	Przepływ <i>Q</i> Discharge <i>Q</i> $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	
		maksymalny roczny ¹⁾ annual maximum ¹⁾	średni roczny annual mean
1	100	4,58	0,610
5	20	3,02	0,505
10	10	2,35	0,450
25	4	1,035	0,370
50	2	0,89	0,310

¹⁾ Wartości ustalono na podstawie współczynnika redukcyjnego wielkiej wody równego 0,052.

¹⁾ Values established upon the high water reduction coefficient equal 0.052.

Tabela 5. Przepływy charakterystyczne w Michałowicach z okresu 1951–1980, $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Table 5. Characteristic discharges in Michałowice in the years 1951–1980, $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Maksymalne roczne Annual maximum <i>WQ</i>	Średnie roczne Annual mean <i>SSQ</i>	Minimalny roczny ¹⁾ Annual minimum ¹⁾ <i>NQ</i>	Średni z minimalnych rocznych Mean of annual minima <i>SNQ</i>
4,16	0,340	0,013	0,075

¹⁾ Obliczono na podstawie współczynnika redukcyjnego niskiej wody $\bar{K}_1 = 0,0708$.

¹⁾ Calculated upon the low water reduction coefficient $\bar{K}_1 = 0.0708$.

Obliczono również przepływy maksymalne roczne o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia, stosując wzór:

$$Q_x = KQ_0 \left(\frac{A_x}{A_0} \right)^n \quad (6)$$

gdzie:

n – przyjmowano wg Dębskiego $n = 2/3$ i wg Stachego $n = 0,84$ (jak dla nizin),

A_x – powierzchnia zlewni w Michałowicach równa $61,54 \text{ km}^2$,

A₀ – powierzchnia zlewni w Krubicach równa 715 km^2 .

$$K = \frac{C_x P_x}{C_0 P_0} \quad (7)$$

gdzie:

P_x, P_0 – opad normalny odpowiednio w Michałowicach i w Krubicach,
 C_0, C_x – współczynnik odpływu odpowiednio w Krubicach i w Michałowicach.

W Michałowicach i w Krubicach $P_x \approx P_0, C_0 = 0,196, C_x = 0,184$.

$$K = \frac{0,184}{0,196} = 0,939$$

Przyjmując n wg Dębskiego, obliczono, że $Q_x = 0,939 \cdot 0,195 \cdot Q_0 = 0,183 Q_0$,
 a z obliczenia wg Stachego $Q_x = 0,939 \cdot 0,127 \cdot Q_0 = 0,119 Q_0$.

Tabela 6. Przepływy maksymalne roczne obliczone wg Dębskiego i Stachego

Table 6. Maximum annual discharges calculated after Dębski and Stachý

Prawdopodobieństwo p Probability p %	Q_0 (Krubice)	Q_x (Michałowice)	
		n wg Dębskiego n acc. to Dębski	n wg Stachego n acc. to Stachý
1	88,1	16,1	10,5
2	75,0	13,7	8,93
5	58,0	10,6	6,90
10	45,1	8,25	5,37
20	32,3	5,91	3,84
50	15,6	2,85	1,86

Do obliczeń wymiarów koryta rzeki i światła urządzeń przepustowych projektowanych w korycie Raszynki za bardziej bezpieczne uznano wartości, w obliczeniu których n przyjęto wg Dębskiego. Jest to uzasadnione również tym, że wielkie wody są wynikiem ulew i roztopów, a na ich formowanie się wpływa zabudowa zlewni.

OKREŚLENIE PRZEPŁYWÓW CHARAKTERYSTYCZNYCH W PROFILACH BILANSOWYCH ZLEWNI RASZYŃKI

Przepływy charakterystyczne: średnie i nienaruszalne w profilach wyznaczonych do bilansowania zasobów wodnych określono na podstawie odpowiednich wartości przepływów w Michałowicach i współczynników rozdziału, zgodnie ze wzorem:

Tabela 7. Wyniki synoptycznego pomiaru przepływu w profilach bilansowych i przepływy charakterystyczne

Table 7. Results of synoptic discharge measurements in the balance profiles and characteristic discharges

Numer profilu Profile number	Usytuowanie profilu Location	Powierzchnia zlewni A Catchment area A km^2	Przepływ Discharge $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$		$C_i = \frac{Q_i}{Q_8}$			SNQ	SQ
			25.03	16.04	25.03	16.04	średnio mean	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	
1	km 10+300	12,78	0,0548	0,0141	0,104	0,109	0,107	0,008	0,036
2	km 8+600	21,74	0,0627	0,0404	0,119	0,313	–	(0,025)	0,050
3	Ciek spod Palucha	4,21	0,0155	0,0046	0,029	0,036	0,033		
4	km 6+600	32,53	–	0,0518	–	0,402	0,402	0,03	0,137
5	km 5+800	44,74	0,266	0,0762	0,504	0,591	0,548	0,041	0,186
6	Rów Opaczewski	14,24	0,0455	0,0357	0,086	0,277	–		
7	km 4+600	60,71	–	0,128	–	0,992	0,992	0,074	0,337
8	wodowskaz Michałowice km 3+600	61,54	0,528	0,129	1	1	1	0,075	0,340
9	km 0+000 (ujście) (outlet)	76,92	0,571	0,156	1,08	1,21	1,15	0,086	0,391

$$Q_i^* = c Q_{\text{Michałowice}} \quad (8)$$

w którym:

Q_i^* – przepływ charakterystyczny w i -tym profilu; $i = 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9$;

c – współczynnik rozdziału;

$Q_{\text{Michałowice}}$ – przepływ charakterystyczny w Michałowicach; $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Współczynnik rozdziału obliczono na podstawie wyników pomiarów synoptycznych natężenia przepływu, wykonanych w dniach 25.03 i 16.04.1999 r. (tab. 7) zgodnie ze wzorem:

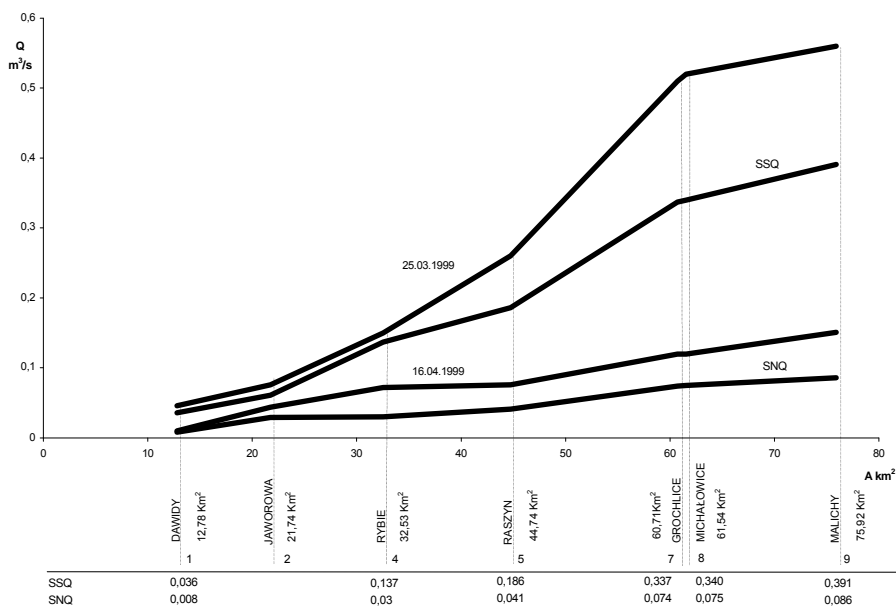
$$c = \frac{Q_i}{Q_8} \quad (9)$$

gdzie:

Q_i – pomierzone natężenie przepływu w profilu i , $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$;

Q_8 – pomierzone natężenie przepływu w profilu Michałowice, $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Kształtują się one prawidłowo w większości profilów z wyjątkiem 2 i 6, gdzie możliwy był albo pobór wody, albo dodatkowe zasilanie wodą o charakterze antropogenicznym. W tych profilach nie obliczono wartości średniej współczynnika c . Przepływy można tu ustalić na podstawie profilu hydrologicznego odpływów $Q = f(A)$ drogą interpolacji (rys. 3).



Rys. 3. Profil hydrologiczny odpływów Raszyński

Fig. 3. Hydrological profile of the Raszyńska discharges

WNIOSKI

1. Do oceny przepływów charakterystycznych i dobowych w niekontrolowanej zlewni Raszynki po profil wodowskazowy w Michałowicach można wykorzystać związek przepływów Michałowice (Raszynka)–Krubice (Utrata).

2. W strefie przepływów ekstremalnych – minimalnych i maksymalnych można stosować współczynniki redukcyjne równe odpowiednio $\bar{K}_2 = 0,0708$ i $\bar{K}_3 = 0,052$. Wówczas przepływy w Michałowicach będzie się obliczać według wzoru: $Q_{\text{Michałowice}} = \bar{K}_2$ lub Q_{Krubice} .

3. W zlewniach cząstkowych Raszynki przepływy można przenosić na podstawie średnich wartości współczynnika rozdziału c .

LITERATURA

- CIEPIEŁOWSKI A., 1987. Badanie związków pomiędzy podstawowymi parametrami fal wezbraniowych w wybranych profilach. rzek. Warszawa: Wydaw. SGGW-AR.
- DĄBKOWSKI Sz. L., PAWŁAT H., CIEPIEŁOWSKI A., OKRUSZKO T., 1999. Bilans wodny zlewni rzeki Raszynki z elementami gospodarki wodno-ściekowej. Warszawa: Biuro Konsultacyjne „Inżynieria Środowiska” maszyn.
- DĘBSKI K., 1957. Zwyczajne roczne i letnie maksima przepływu rzek polskich. Roczn. Nauk Rol. t. 72 Ser. F z. 1.
- KONDRACKI J., 2000. Geografia regionalna Polski. Warszawa: PWN.
- MORAWSKI W., 1980. Szczegółowa mapa geologiczna Polski. Arkusz Warszawa Zachód i arkusz Raszyn. Skala 1:50 000. Warszawa: Wydaw. Geolog.
- SARNACKA Z., 1976. Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski. Arkusz Piaseczno. Skala 1:50 000. Warszawa: Wydaw. Geolog.
- STACHY J., FAL B., 1986. Zasady obliczania maksymalnych przepływów prawdopodobnych. Pr. Inst. Bad. Dróg Mostów nr 3–4.

Andrzej CIEPIEŁOWSKI, Szczepan L. DĄBKOWSKI

EVALUATION OF THE SURFACE WATER DISCHARGE IN THE RASZYŃKA RIVER CATCHMENT AREA

Key words: characteristic discharges, discharge interrelations, analogy method

S u m m a r y

The paper discusses natural conditions and land use in the Raszynka river (a tributary of the Utrata river) catchment area. The available hydrological data and the methods of their utilization have been characterized with a view to determining hydrological characteristics.

The catchment is not monitored, there exist, however, some fragmentary data about water levels from the period of 1953–1960 as well as several discharge measurements. These data, together with the author's own measurements, have been used in the presented analysis.

Furthermore, the authors have used the data for the Krubice profile on the Utrata river whose catchment area was assumed as an analogue in calculating discharge characteristics in the Raszynka river.

The characteristics and probable discharges have been estimated for the Michałowice profile on the Raszynka river, which closes the catchment area of 61.5 km².

Recenzenci:

prof. dr hab. Aleksandra Macioszczyk

prof. dr hab. Henryk Pawłat

Praca wpłynęła do Redakcji 1.10.2002 r.