

DANUTA WOŚ

PRZESTRZENNA I CZASOWA ZMIENNOŚĆ NATURALNYCH ZASOBÓW WÓD POWIERZCHNIOWYCH PROSNY

ZARYS TREŚCI

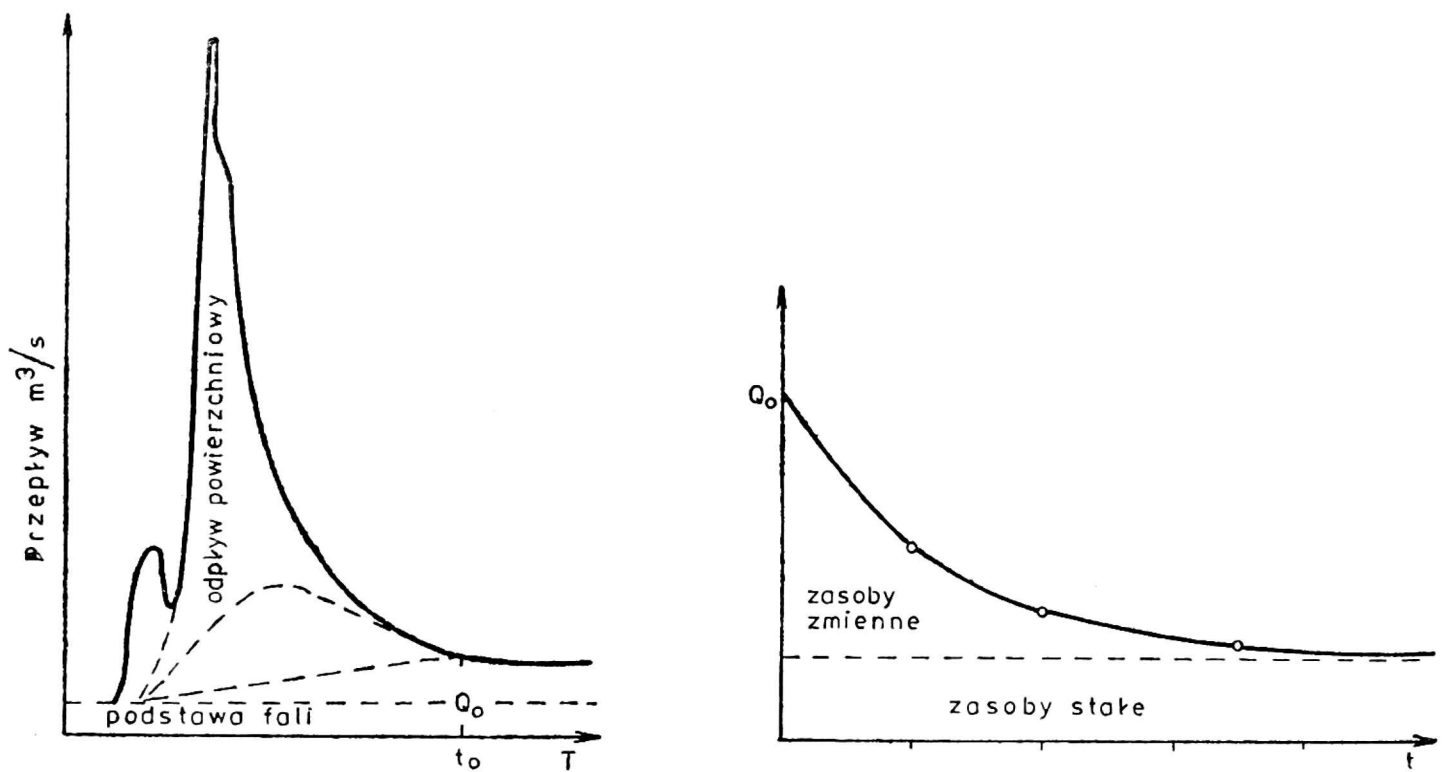
Celem opracowania było przedstawienie zmienności zasobów wód powierzchniowych, których ilość wiązana z wielkością odpływu rzeczno waha się od przepływów odpowiadających wielkiej wodzie do przepływów niżówkowych. Zmienność zasobów określono na podstawie codziennych wartości przepływów z lat 1951-1970, przy czym jako wartość charakteryzującą średnie zasoby wód powierzchniowych w danym profilu podano roczny moduł przepływu, określając jednocześnie granice zmienności przepływów opartych na ich wartościach charakterystycznych.

Przestrzenną zmienność zasobów scharakteryzowano przez analizę i porównanie rozkładów częstotliwości przepływów dla trzech profili zamykających górną, środkową i dolną część badanej zlewni.

1. WPROWADZENIE

Podstawowym pojęciem gospodarki wodnej są zasoby wodne rozumiane jako wszystkie wolne wody hydrosfery. W rozważaniach praktycznych i teoretycznych używa się pojęć zasobów wód podziemnych i zasobów wód powierzchniowych. Naturalne zasoby wód podziemnych definiowane są jako ilość wody podziemnej pozostającej pod wpływem siły ciężkości i zawartej w gruntach lub skałach budujących dany kompleks (warstwę wodonośną) lub przepływającą przez wybrany jego przekrój (A. Wieczysty, 1970). Natomiast naturalne zasoby wód powierzchniowych utożsamiane są z przepływem pochodzącym z odpływu powierzchniowego i gruntowego danej zlewni, stąd ilość ich jest zmienna od przepływów odpowiadających wielkiej wodzie do przepływów niżówkowych (A. Tuszko, 1971, A. Szpindor 1974).

Z podanych definicji wynika, że pojęcia dotyczące zasobów wód powierzchniowych i podziemnych nie uzupełniają się wzajemnie, lecz nakładają na siebie mimo że podział całkowitego odpływu rzeczno na powierzchniowy i podziemny, na podstawie jednej z szeregu stosowanych do tego celu metod, daje możliwość wyraźnego rozgraniczenia tych dwóch kategorii zasobów. Z podziału hydrogramu całkowitego wynika, że jako zasoby wód podziemnych należy uważać część odpływu pocho-



Rys. 1. Hydrogram i wzorcowa krzywa wysychania

dzącą z zasilania podziemnego cieką drenującą warstwę wodonośną oraz jako zasoby powierzchniowe wód płynących tę część odpływu, która stanowi zasilanie powierzchniowe cieką, a więc odpływ powierzchniowy i podpowierzchniowy (stołkowy) (rys. 1). W konsekwencji wartością graniczną rozdzielającą zasoby wód podziemnych i zasoby powierzchniowe wód płynących będzie maksymalny przepływ podziemny stanowiący jednocześnie przepływ początkowy na wzorcowej krzywej wysychania odzwierciedlającej w fazie odpływu podziemnego spadek zasobów wody retencjonowanej w zlewni (J. Pleczyński, J. Przybyłek 1974).

Ponieważ w danym momencie czasu przepływ stanowi sumę odpływu podziemnego i powierzchniowego, zatem reprezentuje on całkowite zasoby rzeczne, na które składają się stałe i zmienne zasoby wód podziemnych oraz zmienne zasoby powierzchniowe wód płynących, czyli:

$$Q_c = Q_s + Q_z$$

gdzie Q_c — całkowite zasoby rzeczne, przepływ całkowity, Q_s — stałe zasoby rzeczne, przepływ pochodzący z zasilania podziemnego, Q_z — zmienne zasoby rzeczne, przepływ pochodzący z zasilania powierzchniowego. Jako wartość charakteryzującą średnie zasoby rzeczne w danym profilu można przyjąć sumę zasobów stałych Q_s i średnich z wielolecia zasobów zmiennych, czyli:

$$Q_{sr} = Q_s + Q_{(z)sr}$$

Przepływ Q_s reprezentujący zasoby wód podziemnych i jednocześnie tak

zwaną stałą część odpływu rzecznoego w konsekwencji zmienności czynników limitujących dopływ wody gruntowej do cieków waha się w granicach od wartości minimalnego do wartości maksymalnego przepływu gruntowego. Natomiast przepływ reprezentujący powierzchniowe zasoby wód płynących Q_z i tak zwaną zmienną część odpływu rzecznoego pochodzącą z zasilania powierzchniowego stanowi nadwyżkę ponad zasoby stałe i waha się w granicach od zera przy najwyższym przepływie gruntowym do swego maksimum przy przepływach wielkiej wody.

Nieciągły charakter powierzchniowego zasilania cieków powoduje, że w czasie roku hydrologicznego zmienne zasoby wód rzecznych (Q_z) występują w sposób okresowy. Stąd średnie zasoby rzeczne (Q_{sr}) w poszczególnych okresach roku hydrologicznego mogą być reprezentowane wyłącznie przez odpływ podziemny pochodzący z zasobów wód gruntowych.

Granice zmienności całkowitych zasobów rzecznych można określić ze stosunku minimalnego i maksymalnego z wielolecia odpływu jednostkowego do średniego z wielolecia odpływu jednostkowego, czyli:

$$\lim_d = \frac{q_{\min}}{q_{sr}}, \quad \lim_g = \frac{q_{\max}}{q_{sr}}$$

Im większy będzie stosunek $\lim_g : \lim_d$ tym większa będzie również zmienność zasobów rzecznych.

2. ZMIENNOŚĆ CZASOWA I PRZESTRZENNA NATURALNYCH ZASOBÓW WÓD POWIERZCHNIOWYCH PROSNY

Charakterystykę czasowej zmienności naturalnych zasobów wód powierzchniowych przeprowadzono na podstawie codziennych przepływów rzeki Prozny za okres 1951-1970 dla trzech przekrojów wodowskazowych charakteryzujących górną, środkową i dolną część zlewni. W celu określenia maksymalnego przepływu gruntowego, który jak wyżej wspomniano stanowi wartość graniczną rozdzielającą zasoby powierzchniowe wód płynących i zasoby wód podziemnych, z wykresów codziennych przepływów wyznaczono krzywe opadania dla okresów bezdeszczowych z lat 1951-1970 i każdego z trzech badanych przekrojów wodowskazowych. Następnie poszczególne przepływy przeliczono na wartości cechy bezwymiarowej równej stosunkowi wielkości danego przepływu (Q_i) do wielkości maksymalnego przepływu gruntowego z wielolecia ($Q_{\max(g)}$) i przedstawiono w formie krzywych częstotliwości i czasów trwania przepływów. Wartości mniejsze od jedności na krzywej kumulacyjnej częstotliwości wskazują na czas trwania przepływów kształtowanych pod wpływem zasilania rzeki wyłącznie z zasobów wód podziemnych, wartość równa jedności na maksymalny odpływ podziemny, a wartości więk-

sze od jedności na czas trwania przepływów kształtowanych przez grun-
towe i powierzchniowe zasilanie cieku.

Przeciętną częstotliwość i czas trwania przepływów w latach 1951 -
- 1971 obliczono dla poszczególnych przekrojów wodowskazowych opie-
rając się na serii statystycznej obejmującej 20 lat razy 365 wyrazów
oraz dla 73 serii obejmujących 20 lat razy 5 wyrazów, czyli dla 5-dnio-

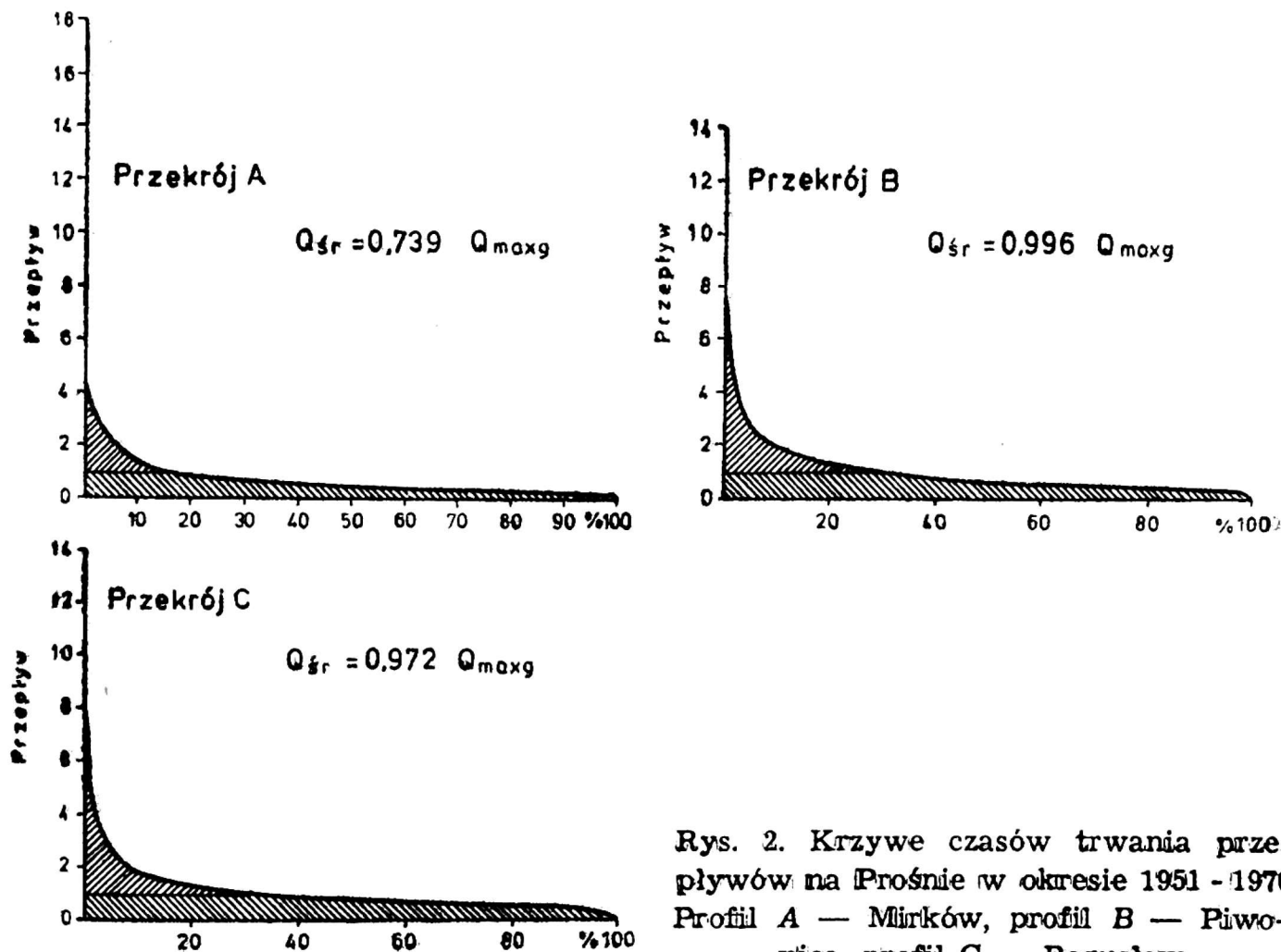
Tabela 1 - Table 1

Przepływy o określonym czasie trwania wraz z wyższymi (1951 - 1970)
Discharges of established duration including higher flows (1951 - 1970)

Przepływy Discharges	Profil A - Mirków Profile A		Profil B - Piwonice Profile B		Profil C - Bogusław Profile C	
	przeciętna częstotliwość i czas trwania w okresie 1951 - 1970 mean frequency and duration in the period 1951 - 1970		przeciętna częstotliwość i czas trwania w okresie 1951 - 1970 mean frequency and duration in the period 1951 - 1970		przeciętna częstotliwość i czas trwania w okresie 1951 - 1970 mean frequency and duration in the period 1951 - 1970	
	liczba dni - days		liczba dni - days		liczba dni - days	
17,0 - 18,0	0,05	0,05				
16,0 - 17,0		0,05				
15,0 - 16,0		0,05				
14,0 - 15,0		0,05			0,10	0,10
13,0 - 14,0		0,05	0,05	0,05	0,05	0,15
12,0 - 13,0	0,05	0,10	0,05	0,10		
11,0 - 12,0		0,10		0,10		
10,0 - 11,0		0,10		0,10	0,15	0,30
9,0 - 10,0	0,20	0,30	0,05	0,15	0,05	0,35
8,0 - 9,0	0,10	0,40	0,30	0,45	0,25	0,60
7,0 - 8,0	0,25	0,65	0,75	1,20	0,35	0,95
6,0 - 7,0	0,30	0,95	1,05	2,25	1,05	2,00
5,0 - 6,0	0,50	1,45	1,35	3,60	1,40	3,40
4,0 - 5,0	1,05	2,50	3,95	7,55	3,30	6,70
3,0 - 4,0	3,50	6,00	7,25	14,80	6,10	12,80
2,0 - 3,0	9,55	15,55	22,75	37,55	19,10	31,90
1,0 - 2,0	43,25	58,80	75,50	113,05	81,55	113,45
0,0 - 1,0	306,20	365,00	251,95	365,00	251,55	365,00

wych okresów roku hydrologicznego. Otrzymane rozkłady częstotliwości
porównano ze sobą metodą Kolmogorowa i Smirnowa, gdyż metodę tę
można stosować do małych i dużych próbek, a także nie wymaga ona
założenia o normalności rozkładu cechy z populacji, a jedynie ciągłości
cechy (J. Perkal 1963). Zastosowana procedura pozwoliła na scharakte-
ryzowanie zmienności odpływu w ciągu roku hydrologicznego w poszcze-
gólnych przekrojach wodowskazowych. Ponadto pozwoliła na stwierdzenie
czy istnieją istotne różnice między badanymi próbkami, to znaczy
w rozkładzie częstotliwości przepływów badanych przekrojów, a także
w rozkładach obliczonych dla okresów 5-dniowych.

Przeciętną częstotliwość i czas trwania przepływów za okres 1951 -
- 1970 w badanych przekrojach przedstawia tabela 1 oraz rysunek 2.
Charakterystyczna dla wszystkich trzech przekrojów jest duża asymetria
krzywych rozdziału liczebności, a więc znaczna nieregularność odpływu
w ciągu roku hydrologicznego. Wyraża się ona wysokimi, lecz krótko-
trwałymi przepływami oraz trwającymi znacznie dłużej przepływami



Rys. 2. Krzywe czasów trwania przepływów na Prośnie w okresie 1951 - 1970. Profil A — Mirków, profil B — Piwonice, profil C — Bogusław

średnimi i niskimi. W górnej części zlewni reprezentowanej przez profil A (Mirków) przepływy wysokie kształtowane w głównej mierze przez zasilanie powierzchniowe cieku, a więc przepływy o wartościach powyżej 1,0 trwają przeciętnie 16,1% czasu w ciągu roku, a w pozostałym okresie występują przepływy średnie i niskie kształtowane wyłącznie przez zasilanie wodami podziemnymi zretencjonowanymi w dorzeczu podczas wiosennych roztopów. Natomiast w środkowej partii zlewni reprezentowanej przez profil B (Piwonice) i dolnej reprezentowanej przez profil C (Bogusław) przepływy maksymalne trwają przez okres obejmujący około 30% dni roku hydrologicznego, a czas trwania przepływów średnich i niskich wynosi około 70% dni roku hydrologicznego (tab. 1).

Przedstawione krzywe sumowania liczebności (rys. 2) porównano ze sobą przez testowanie hipotezy H_0 mówiącej, że krzywe te nie różnią się istotnie, a więc należą do tego samego typu rozkładu. Porównania rozkładów, jak wyżej wspomniano, dokonano metodą Kołmogorowa i Smirnowa, która jako miarę równości dwóch funkcji przyjmuje maksymalną bezwzględną różnicę $D_{n_1 n_2}$. Przy tożsamości rozkładów em-

pirycznych i zadanym poziomie istotności $\alpha D_{n_1 n_2} < \lambda_\alpha \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}$.

Na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ wielkość $\lambda = 1,36$ (M. K. Boczarow, 1976). Dla porównania próbek o liczebności $n_1 = n_2 = n_3 = 365$,

$\lambda_\alpha \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}$ wynosi 0,1007. Stwierdzone bezwzględne maksymalne różnice między rozkładami przepływów w profilach A, B i C wynoszą odpowiednio $D_{n_A n_B} = 0,1486 > 0,1007$ i $D_{n_A n_C} = 0,1497 > 0,1007$, czyli w obydwu przypadkach wiarygodność hipotezy H_0 jest mniejsza od 0,05, co oznacza, że rozkład częstotliwości przepływów w profilu A różni się w sposób istotny od rozkładów w profilach B i C. Natomiast przy porównywaniu rozkładów przepływów w przekrojach B i C $D_{n_B n_C} = 0,0155 < 0,1007$, czyli prawdopodobieństwo hipotezy H_0 wynosi 0,95, a więc rozkład częstotliwości przepływów w przekroju B jest taki sam jak w przekroju C. Zatem w rozkładzie przepływów w ciągu roku, a co się z tym wiąże i wielkości zasobów, istotna różnica występuje między górną a środkową i dolną częścią zlewni Proсны. Średnie zasoby rzeczne (Q_{sr}) reprezentowane przez roczny moduł przepływu odniesiony do części zlewni zamkniętych profilami A, B i C wynoszą odpowiednio 0,739, 0,996 oraz 0,972 maksymalnego z wielolecia przepływu gruntowego. Ponieważ obliczone średnie zasoby rzeczne stanowią część maksymalnego przepływu gruntowego z wielolecia oznacza to, że pochodzą one wyłącznie z podziemnego zasilania ciek.

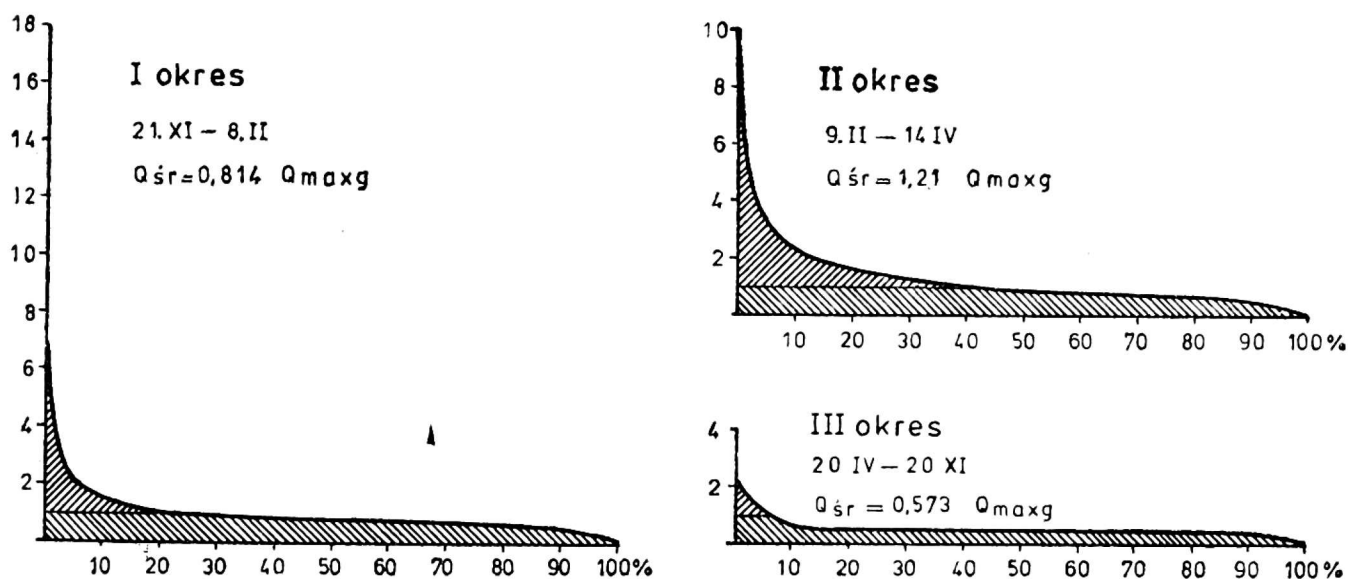
Granice zmienności całkowitych zasobów rzecznych określone amplitudą wahań przepływów w poszczególnych profilach wodowskazowych wynoszą odpowiednio dla górnej części zlewni od 0,099 do 23,3, dla części środkowej od 0,124 do 13,9 i dla dolnej części zlewni od 0,074 do 11,8. Z podanych wartości wynika, że największe wahania przepływów, a więc i największa zmienność zasobów w ciągu roku charakterystyczna jest dla górnej części zlewni zamkniętej profilem A a najmniejsza dla środkowej części zlewni po profil B (tab. 2).

Porównanie rozkładów częstotliwości przepływów dla 5-dniowych odcinków czasu, dających 100 elementów próbki obejmujące zdarzenia z lat 1951 - 1970, pozwoliło na wyróżnienie kilku okresów w ciągu roku hydrologicznego różniących się w istotny sposób ze względu na czas trwania i wielkość przepływów uzależnionych od zmienności warunków hydrometeorologicznych wpływających na wielkość i rodzaj zasilania ciek.

W górnym biegu Proсны reprezentowanym przez profil A w rezultacie zmienności czynników limitujących wielkość zasilania ciek wyróżniono w ciągu roku hydrologicznego trzy okresy, z których pierwszy trwa przeciętnie od 21 XI do 8 II, drugi od 9 II do 19 IV i trzeci od 20 IV do 20 XI.

Okres pierwszy charakteryzuje największa amplituda wahań przepływów, gdyż dominującym w tym czasie procesem jest wyczerpywanie zasobów retencyjnych dorzecza, a jednocześnie pod koniec okresu rozpoczyna się intensywne zasilanie powierzchniowe ciek. Stąd czas trwa-

Profil A



Rys. 3. Krzywe czasów trwania przepływów w poszczególnych okresach roku hydrologicznego w profilu A (Mirków) w latach 1951 - 1970

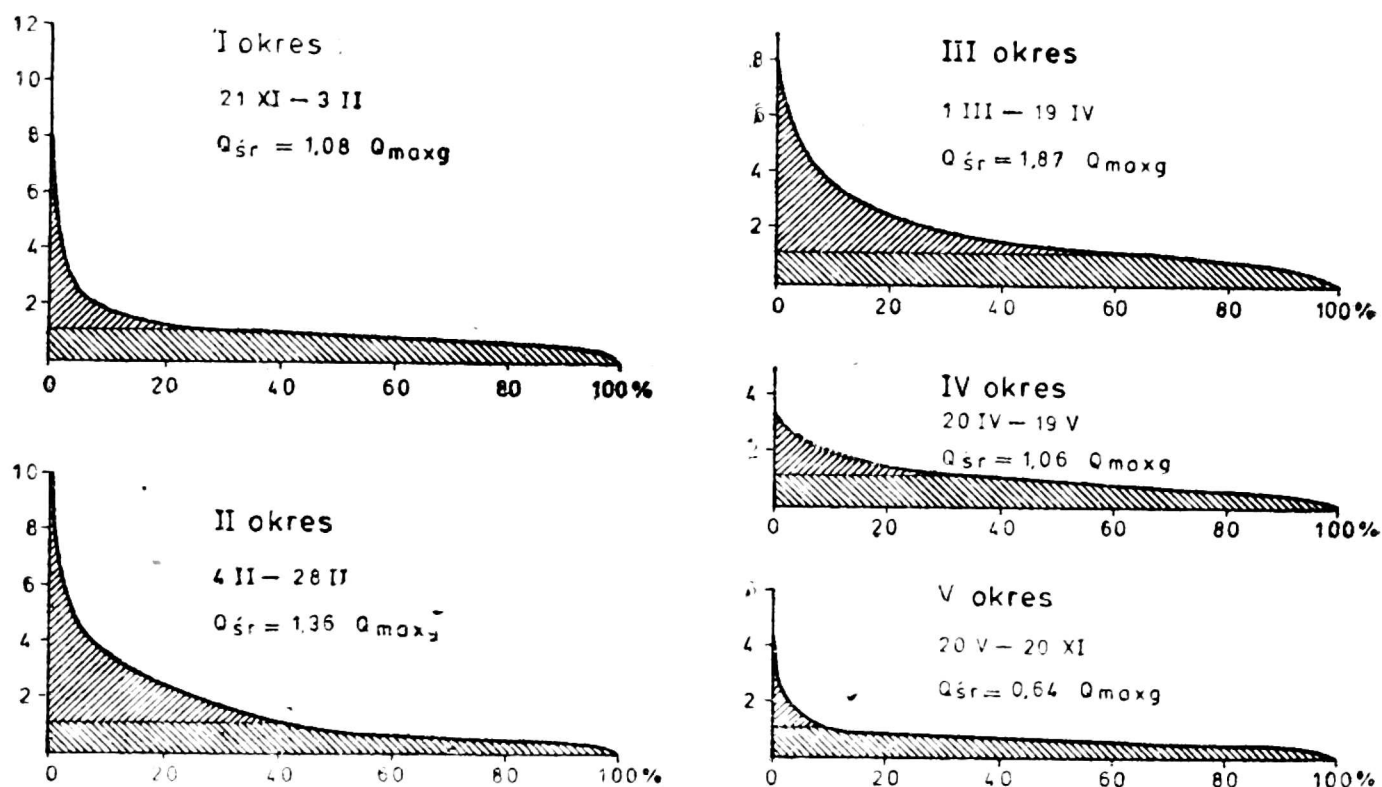
nia przepływów równych 1,0 i wyższych stanowi jedynie 20% długości okresu, a przepływy mniejsze od 1,0 reprezentujące podziemne zasilanie cieków trwają 80% długości okresu (rys. 3). Średnie zasoby rzeczne obliczone dla tego okresu wynoszą $Q_{\text{śr}} = 0,814 Q_{\text{max(g)}}$ i o ich wielkości w głównej mierze decyduje podziemne zasilanie cieków. Granice zmienności całkowitych zasobów rzecznych wynoszą 0,184 do 21,1.

Okres drugi trwa od 9 lutego do 19 kwietnia i pokrywa się z porą roztopów wiosennych. Charakteryzuje go mniejsza amplituda wahań przepływów, które kształtowane są głównie przez odpływ powierzchniowy. Intensywne powierzchniowe zasilanie cieków obejmuje 43% czasu trwania całego okresu. Wielkość odpływu w tym czasie jest największa, a średnie zasoby rzeczne ($Q_{\text{śr}}$) wynoszą 1,21 maksymalnego odpływu gruntowego w tym profilu. Granice zmienności przepływów wynoszą od 0,125 do 7,8.

Trzeci najdłuższy okres roku hydrologicznego w profilu A trwa przeciętnie od 20 kwietnia do 20 listopada. Charakteryzują go najmniejsze wahania przepływów jak i najmniejsza w ciągu roku wielkość odpływu. Dominującym rodzajem zasilania rzeki jest zasilanie gruntowe, a zasilanie powierzchniowe jest nieznaczne, bowiem czas trwania przepływów wyższych od 1,0 stanowi zaledwie 6,3% długości okresu. Średnie zasoby rzeczne wynoszą $0,573 Q_{\text{max(g)}}$ i są najniższe w ciągu roku w rezultacie wyczerpywania się zasobów retencyjnych dorzecza. Zmienność przepływów mieści się w granicach od 0,128 do 6,94.

Odmienne kształtuje się częstotliwość i czas trwania przepływów w środkowej i dolnej części zlewni, które reprezentowane są przez profile B i C. Zarówno w jednym jak i drugim profilu wyróżniono w ciągu roku hydrologicznego pięć okresów, przy czym ze względu na rozkład

Profil B



Rys. 4. Krzywe czasów trwania przepływów w poszczególnych okresach roku hydrologicznego w profilu B (Piwonice) w latach 1951 - 1970

częstotliwości przepływów nie ma istotnej różnicy między okresem pierwszym i czwartym.

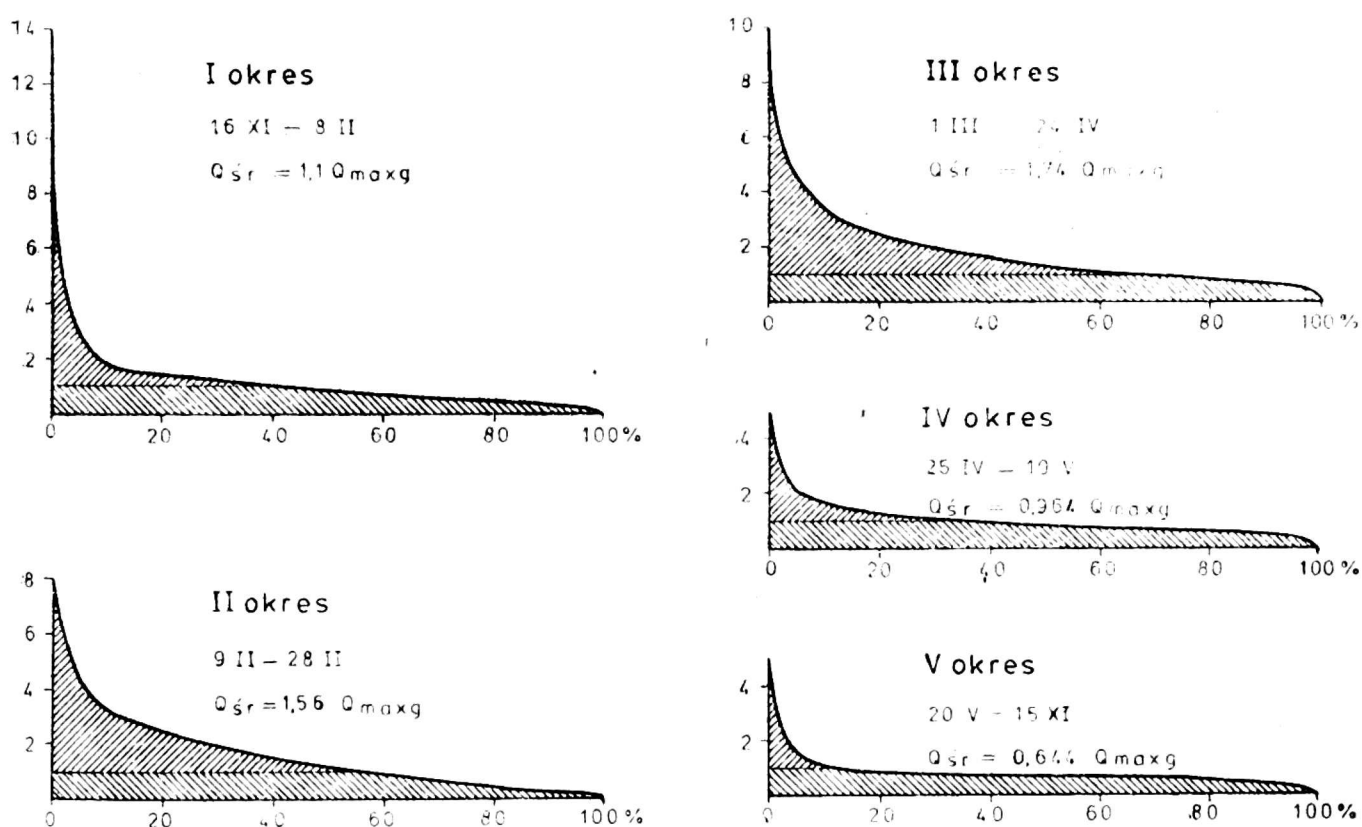
W profilu B okres pierwszy rozpoczyna się 21 listopada i trwa do 3 lutego. Charakteryzuje go największa amplituda przepływów, dość duży udział zasilania powierzchniowego, bowiem czas trwania przepływów równych i większych od 1,0 stanowi ponad 40% długości całego okresu. Średnie zasoby rzeczne $Q_{\text{sr}} = 1,08 Q_{\text{max}(g)}$ kształtowane są zarówno przez odpływ powierzchniowy jak i gruntowy, a zmienne zasoby rzeczne stanowiące nadwyżkę ponad zasoby stałe wynoszą $0,08 Q_{\text{max}(g)}$.

W okresie drugim i trzecim systematycznie wzrasta wielkość odpływu rzeczno, głównie ze względu na wzmożone zasilanie powierzchniowe cieku. Czas trwania odpływów powierzchniowych wzrasta z ponad 40% do ponad 70% długości okresów i jednocześnie zmniejsza się amplituda wahań przepływów (ryc. 4). Średnie zasoby rzeczne wynoszą w okresie drugim 1,36 i w okresie trzecim 1,87 maksymalnego odpływu gruntowego, przy czym w okresie trzecim zasoby zmienne pochodzące wyłącznie z odpływu powierzchniowego są niemal równe stałej części odpływu rzeczno pochodzącej z zasobów wód podziemnych.

W okresie czwartym amplituda wahań przepływów jest najmniejsza. Maleje udział odpływu powierzchniowego, jak również wielkość zasobów średnich wynoszących $1,06 Q_{\text{max}(g)}$. Charakteryzuje go ten sam typ rozkładu częstotliwości przepływów co okres pierwszy.

Okres piąty trwający od końca maja do połowy listopada posiada najmniejszy w ciągu roku hydrologicznego odpływ pochodzący głów-

Profil C



Rys. 5. Krzywe czasów trwania przepływów w poszczególnych okresach roku hydrologicznego w profilu C (Bogusław) w latach 1951 - 1970

nie z zasilania podziemnego. Udział zasilania powierzchniowego jest niewielki, gdyż czas trwania przepływów większych od 1,0 wynosi około 12% długości okresu, w którym dominującym procesem jest wyczerpywanie się zasobów retencyjnych zlewni. Wpływ letnich opadów na zwiększenie odpływu jest niewielki, jak na to wskazuje krzywa czasów trwania przepływów, a średnie zasoby rzeczne wynoszą $0,64 Q_{max(g)}$.

Podobnie przedstawia się rozkład przepływów w ciągu roku hydrologicznego w profilu C (rys. 5). Maksimum roczne przepływu przypada na okres pierwszy rozpoczynający się 16 listopada i trwający do 8 lutego. Amplituda wahań przepływów w tym okresie jest największa, a średnie zasoby rzeczne wynoszą $1,1 Q_{max(g)}$. Okres drugi i trzeci stanowi porę wiosennych wezbrań, stąd typowy jest dla nich systematyczny wzrost odpływu i mniejsza niż w okresie pierwszym amplituda wahań przepływów. Udział odpływu powierzchniowego jest znaczny, gdyż czas trwania przepływów większych od 1,0 wynosi odpowiednio ponad 55% i ponad 70% długości omawianych okresów. Maksymalne w ciągu roku zasoby średnie pojawiają się w okresie trzecim i wynoszą $1,74 Q_{max(g)}$.

Okres czwarty jest przejściowym od wiosennych wezbrań do niżówek letnio-jesiennych. Pod względem rozkładu przepływów i wielkości zasobów nie różni się zasadniczo od okresu pierwszego, z tym że amplituda wahań przepływów jest mniejsza niż w okresie pierwszym.

Ostatni okres trwający od połowy maja do połowy listopada charak-

teryzuje najmniejsza w ciągu roku wielkość zasobów średnich, maksymalny udział zasilania gruntowego w odpływie i niewielka amplituda wahań przepływów (tab. 2).

Jak wynika z podanej charakterystyki i danych zawartych w tabeli 2, w omawianej zlewni Proсны okres wezbrań wiosennych spowodowanych wzmożonym zasilaniem roztopowym rozpoczyna się w pierwszej dekadzie lutego i trwa do połowy kwietnia z maksimum odpływu przypadają-

Tabela 2 – Table 2

Przepływy charakterystyczne w okresie 1951 - 1970
Characteristic discharges in the period 1951 - 1970

Profil Profile	Okres Period	Czas trwania Duration		Przepływy charakterystyczne Characteristic discharges			Granice zmienności Limits of variable	
		od from	do to	maks max	min min	średni mean	od from	do to
A	I	21 XI	8 II	17,20	0,150	0,814	0,184	21,20
	II	9 II	19 IV	9,44	0,151	1,210	0,125	7,80
	III	20 IV	20 XI	3,96	0,073	0,573	0,128	6,94
	Rok Year	1 XI	31 X	17,20	0,073	0,739	0,099	23,30
B	I	21 XI	3 II	13,80	0,225	1,080	0,208	12,80
	II	4 II	28 II	9,02	0,220	1,360	0,162	6,64
	III	1 III	19 IV	8,09	0,290	1,870	0,155	4,44
	IV	20 IV	19 V	3,11	0,357	1,060	0,336	2,93
	V	20 V	20 XI	4,58	0,123	0,640	0,193	7,13
Rok Year	1 XI	31 X	13,80	0,123	0,996	0,124	13,90	
C	I	16 XI	8 II	15,00	0,121	1,100	0,109	13,70
	II	9 II	28 II	7,99	0,283	1,560	0,182	5,13
	III	1 III	24 IV	10,30	0,270	1,740	0,154	5,92
	IV	25 IV	19 V	4,86	0,212	0,964	0,221	5,03
	V	20 V	15 XI	4,38	0,072	0,644	0,112	6,82
Rok Year	1 XI	31 X	15,00	0,072	0,972	0,074	11,80	

jącym na marzec i połowę kwietnia. Od połowy kwietnia następuje systematyczny spadek odpływu na skutek wyczerpywania się zasobów retencyjnych dorzecza, który trwa do połowy listopada. Letnie zasilanie opadowe nie wpływa zasadniczo na wielkość średniego przepływu w tym okresie, stąd jest on najniższy w ciągu całego roku hydrologicznego.

Średnie zasoby rzeczne zmieniają się w ciągu roku hydrologicznego od 0,573 do 1,87 maksymalnego z wielolecia przepływu gruntowego, przy czym przeciętnie od połowy maja do połowy listopada reprezentowane są wyłącznie przez odpływ podziemny pochodzący z zasobów wód gruntowych. W świetle wartości przepływów charakterystycznych — ekstremalnych i średnich z okresu 1951 - 1970, najzasobniejszą w wodę jest źródłowa część zlewni z największą jednocześnie amplitudą wahań przepływów określoną wartością 235,3 otrzymaną ze stosunku \lim_g : \lim_d . Środkowa i dolna część zlewni nie różnią się zasadniczo pod

względem zasobności wodnej, a amplitudę wahań przepływów określają wartości 112,1 w profilu B i 159,4 w profilu C, zdecydowanie mniejsze niż w źródłowej części zlewni Prosny.

*Instytut Geografii
Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
Zakład Hydrografii i Klimatologii*

LITERATURA

- Boczarow M. K., 1976: Metody statystyki matematycznej w geografii. PWN, Warszawa.
- Perkal J., 1963: Matematyka dla przyrodników i rolników. PWN, Warszawa.
- Pleczyński J., Przybyłek J., 1974: Problematyka dokumentowania zasobów wód podziemnych w dolinach rzecznych. Studium metodyczne. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Roczniki Hydrograficzne 1951 - 1970. Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Szpindor A., 1974: Gospodarka wodna. PWN, Warszawa.
- Tuszkó A., 1967: Gospodarka wodna. Wyd. Arkady, Warszawa.
- Wieczysty A., 1970: Hydrogeologia inżynierska. PWN, Warszawa—Kraków.

DANUTA WOS

SPATIAL AND TIME VARIATION OF NATURAL RESOURCES OF THE PROSNA RIVER SURFACE WATERS

Summary

The aim of the present paper has been the characterization of the variation in natural resources of surface waters. The amount of the waters connected with the river runoff varies from discharges corresponding to great waters, to discharges characteristic of low waters. Since at a given moment the discharge is a sum of underground and surface runoff, thus it represents the total river resources which include firm and changing resources of underground waters and changing surface resources of flowing waters. A sum of stable resources from underground feeding and the mean ones from many years changing from the surface feeding, the flow has been accepted as the value characterizing mean river resources in a given profile. Due to factors limiting the inflow of ground waters to the flow the amount of stable resources varies from the value of the minimum ground discharge to the maximum one. Whereas changing resources from the surface feeding are surplus of the stable resources and oscillate from 0 at the highest ground discharge to its maximum at discharges of great waters. A discontinuous feeding of flows causes that changing resources of river waters occur only periodically during the hydrological year.

The time variation in natural resources of surface waters has been characterized on the basis of daily discharges of the Prosna River for the period 1951 - 1970 for three gauge profiles closing the upper, middle and lower part of the basin. The daily discharges counted for the value of an undimensional feature have

been presented in the form of cumulation curves of frequencies for the year and its particular periods obtained by comparing distributions of frequency for 73 series comprising events of 5-day periods from the years 1951 - 1970. On cumulation curves frequencies of values below 1 point to the duration of discharges shaped by feeding of the river entirely by resources of underground waters. The value of 1 has the maximum underground runoff, and values below 1 point to the duration of discharges shaped by ground and surface feeding of the flow.

As a result of the comparison of distributions of discharges frequency for 5 day periods by the Kolmogorov and Smirnov method in the upper profile the hydrological year has been divided into three periods, in middle and lower profile — into five periods which have quite different distributions of discharges, and which is connected with this — the amount of resources. In the upper part of the basin the amount of resources represented by the annual modula of the discharge makes 0.734 of the maximum ground discharge and varies from 0.573 to 1.21. In the middle and lower part of the basin these values are 0.996 and 0.972 respectively, at oscillation from 0.64 till 1.87 and from 0.644 till 1.74.

EXPLANATIONS OF FIGURES

Fig. 1. A hydrogram and a curve of drying.

Q_0 and t_0 — initial co-ordinates of the drying curve.

Fig. 2. Curves of the duration of discharges on the Prosna in the period 1951 - 1970.

Profile A — Mirków, profile B — Piwonice, profile C — Bogusław.

Fig. 3. Curves of the duration of discharges in particular periods of the hydrological year in the A profile (Mirków) in the years 1951 - 1970

Fig. 4. Curves of the duration of discharges in particular periods of the hydrological year in the B profile (Piwonice) in the years 1951 - 1970.

Fig. 5. Curves of the duration of discharges in particular periods of the hydrological year in the C profile (Bogusław) in the years 1951 - 1970.