

# Wieloletnie zmiany odpływu rzecznego w Gostynińsko-Włocławskim Parku Krajobrazowym

ARKADIUSZ BARTCZAK<sup>1</sup>, EWA BIREK<sup>2</sup>, DARIUSZ BRYKAŁA<sup>1</sup>,  
PIOTR GIERSZEWSKI<sup>1</sup>, RYSZARD GLAZIK<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, Polska Akademia Nauk,  
ul. Kopernika 19, 87-100 Toruń, arekbarczak@gazeta.pl, darek@geopan.torun.pl

<sup>2</sup> Kujawsko Pomorskie Biuro Planowania Przestrzennego i Regionalnego,  
Bulwary im. Marszałka Józefa Piłsudskiego 5b, 87-800 Włocławek

<sup>3</sup> Instytut Geografii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń

**Zarys treści:** W artykule przedstawiono zmiany wielkości odpływu rzecznego z Gostynińsko-Włocławskiego Parku Krajobrazowego oraz ich klimatyczne uwarunkowania. Analizę przeprowadzono dla lat 1976–2005. Na podstawie standardowych metod statystycznych określono tendencje opadów i odpływu oraz wydzielono cztery okresy różniące się wymienionymi charakterystykami. Wykazano, że odpływ rzeczny w analizowanym okresie nawiązywał przede wszystkim do fluktuacji czynników klimatycznych – opadów atmosferycznych oraz temperatury powietrza. Zasygnalizowano również wpływ czynników antropogenicznych na kształtowanie się odpływu.

**Słowa kluczowe:** zmiany odpływu, zmiany opadów, antropopresja, Gostynińsko-Włocławski Park Krajobrazowy

**Key words:** runoff changes, precipitation changes, anthropopressure, Gostynińsko-Włocławski Landscape Park

## Wstęp

Gostynińsko-Włocławski Park Krajobrazowy (GWPK) położony jest głównie w obrębie pradolinowego rozszerzenia doliny Dolnej Wisły – Kotlinie Płockiej; jedynie południowe jego krańce obejmują fragment Równiny Kutnowskiej. Został utworzony w roku 1979 i należy on do Ekologicznego Systemu Obszarów Chronionych stanowiąc korytarz ekologiczny łączący Puszcę Kampinoską z Puszcą Bydgoską i dalej Borami Tucholskimi. Całkowita powierzchnia parku wynosi 389,5 km<sup>2</sup>, zaś wraz z otuliną – 531,45 km<sup>2</sup>. Jednym z głównych powodów utworzenia GWPK była ochrona największych na Kujawach zbiorowisk leśnych. Ten sam cel przyświecał również utworzeniu na terenie parku 13 rezerwatów przyrody. Ochroną objęto skupiska borów, grądów, łęgów, olsów, często o charakterze naturalnym bądź zbliżonym do naturalnego. W strukturze użytkowania gruntów lasy stanowią 63% powierzchni parku, natomiast użytki rolne – 29%. Wody zajmują zaledwie 2% powierzchni parku, natomiast nieużytki – 6% (Gierszewski, Glazik 1996). Na terenie parku znajdują się dwa obszary poddane szczególnej ochronie.

Są to: Błota Rakutowskie (obszar obejmujący rezerваты: Jezioro Rakutowskie i Olszyny Rakutowskie) oraz Żwirownia Skoki. Należą one do Europejskiej Sieci Ekologicznej specjalnych obszarów ochrony Natura 2000. W obrębie GWPK znajduje się unikatowy w skali europejskiej obiekt hydrograficzny – Jezioro Gościąż. Osady denne tego jeziora odkryte przez K. Więckowskiego stanowią osobliwe i jednocześnie jednostkowe stanowisko w regionie, w którym zapisane zostały zmiany środowiska fizycznogeograficznego w ciągu ostatnich kilkunastu tysięcy lat (Wicik, Więckowski 1991). Nadmienić należy, że szczegółowe badania osadów dennych jeziora Gościąż zostały włączone do programu „Global Change”. Powyżej opisane względy skłoniły autorów do określenia zmian wielkości odpływu rzecznego z tego terenu w trzydziestoletnim przedziale czasowym. Ocena ta stanowić może ważny element w rozpoznaniu i interpretacji wyników innych badań szczegółowych związanych ze zmianami środowiska przyrodniczego na tym terenie.

## Cel i metody badań

Głównym celem pracy jest określenie zmian wielkości odpływu rzecznego ze zlewni na terenie Gostynińsko-Włocławskiego Parku Krajobrazowego w latach 1976–2005. Zagadnienie to zostało opracowane na podstawie średnich rocznych przepływów rzek: Lubieńki (posterunek Nowa Wieś), Zgłowiączki (posterunek Włocławek Ruda) oraz Skrwy Lewej (posterunek Klusek; ryc. 1). Wielkość odpływu powiązano ze zmiennymi warunkami zasilania, w tym ze zmiennością opadów atmosferycznych na posterunkach w Baruchowie, Duninowie i Gostyninie. Związki te scharakteryzowano za pomocą standardowych narzędzi statystycznych wykorzystywanych w badaniach hydrologicznych. Analizę jednorodności statystycznej ciągów przeprowadzono przy pomocy testów: sumy rang Kruskala-Wallisa oraz współczynnika korelacji rangowej Spearmana (Ozga-Zieliński 1987). Następnie określono równania tendencji odpływów i opadów w postaci:

$$y = ax + b$$

gdzie:

$y$  – odpływ lub opad w roku  $x$ ,

$a$ ,  $b$  – parametry linii trendu,

$x$  – kolejny rok obserwacji.

Parametry  $a$  i  $b$  oszacowano metodą najmniejszych kwadratów.

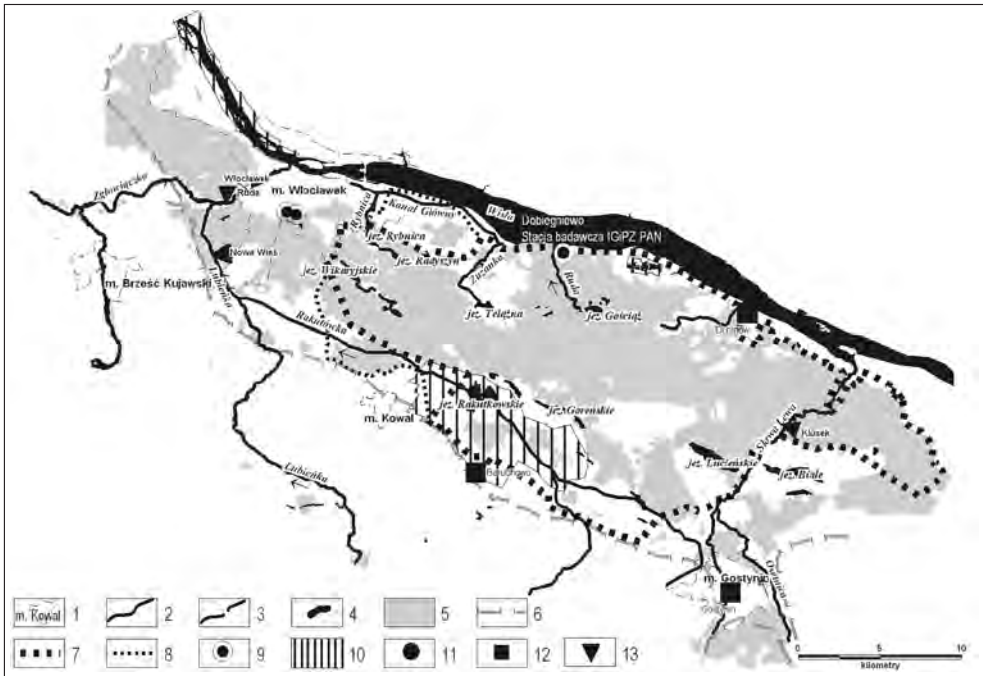
W dalszej kolejności zbadano istotność statystyczną trendów na podstawie wartości statystyki  $t_{n-2}$ , wyznaczonej ze wzoru (Sobczyk 2002):

$$t_{n-2} = \frac{R}{\sqrt{1-R^2}} \sqrt{n-2}$$

gdzie:

$R^2$  – współczynnik determinacji,

$n$  – liczba lat.



Ryc. 1. Obszar badań

1 – miasta, 2 – cieki, 3 – cieki okresowe, 4 – jeziora, 5 – lasy, 6 - krawędź wyczołki morenowej, 7 – granica Gostyńsko-Włocławskiego Parku Krajobrazowego (GWPK), 8 – granica otuliny GWPK, 9 – ujęcia wód podziemnych Krzywe Błota, 10 – obszary Natura 2000, 11 – stacja obserwacyjna w Dobiegniewie, 12 – posterunek opadowy, 13 – posterunek wodowskazowy

Fig. 1. The research area

1 – cities, 2 – rivers, 3 – intermittent rivers, 4 – lakes, 5 – forests, 6 – morainic plateau edge, 7 – boundary of the Gostyńsko-Włocławski Landscape Park, 8 – Gostyńsko-Włocławski Landscape Park buffer zone, 9 – Krzywe Błota groundwater intakes, 10 – Natura 2000 areas, 11 – research field station in Dobiegniewo, 12 – precipitation station site, 13 – gauging site

Obliczoną statystykę porównano z wartością krytyczną  $t_\alpha$  rozkładu  $t$ -Studenta dla poziomu istotności  $\alpha = 0,05$  i  $n-2$  stopni swobody. Jeśli zachodziła zależność  $t_{n-2} > t_\alpha$ , to badany ciąg pomiarowy posiadał trend istotny statystycznie.

W celu zobrazowania krótkookresowych zmian wielkości opadów i odpływu wykorzystano metodę krzywej skumulowanych różnic rocznych współczynników przepływu lub opadu  $\sum(K-1)$ . Przy pomocy tej metody można dokładnie wskazać rok w którym wystąpiły zmiany kierunku tendencji analizowanego zjawiska. Współczynniki przepływów i opadów obliczono według wzoru:

$$K = \frac{\bar{X}_r}{\bar{X}_w}$$

gdzie:

K – współczynnik przepływu (opadu),

$\bar{X}_r$  – przepływ średni roczny [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ] lub roczna suma opadu [mm],

$\bar{X}_w$  – przepływ średni wieloletni [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ] lub średnia roczna suma opadu z wielolecia [mm].

Współczynnikiem tym posłużono się również do oceny wilgotności roku hydrologicznego według schematu przedstawionego w tabeli 1.

Tab. 1. Charakterystyka wilgotnościowa okresu badawczego

Table 1. Characterization of hydrological years wetness

Wartość współczynnika K – K coefficient value	Klasyfikacja roku – Classification of the year
>1,75	Skrajnie wilgotny – Extremely wet
1,75–1,46	Bardzo wilgotny – Very wet
1,45–1,16	Wilgotny – Wet
1,15–0,86	Przeciętny – Normal
0,85–0,56	Suchy – Dry
0,55–0,26	Bardzo suchy – Very dry
<0,26	Skrajnie suchy – Extremely dry

## Wyniki i dyskusja

Wielolecie 1976–2005 wydaje się być odpowiednim okresem do przeprowadzenia analiz statystycznych określających tendencje oraz krótkookresowe zmiany odpływu i opadów. Wystąpiły w nim bowiem okresy skrajnie wilgotne i skrajnie suche pod względem odpływu. Badany okres charakteryzował się przewagą lat suchych, bardzo suchych i skrajnie suchych, które w zlewniach Zgłowiączki i Skrwy Lewej stanowiły około 47% wielolecia. Lata wilgotne, bardzo wilgotne i skrajnie wilgotne stanowiły w tych zlewniach odpowiednio 33% i 30% wielolecia (tab. 2).

Tab. 2. Odpływ w latach suchych, przeciętnych i wilgotnych

Table 2. Runoff in dry, normal and wet years

Rok – Year	Liczba wystąpień – The number of occurrence		
	Zgłowiączka 1976–2005	Lubieńka 1976–1988 i 1995–2005	Skrwa Lewa 1976–2005
Skrajnie wilgotny Extremely wet	3	1	4
Bardzo wilgotny Very wet	4	2	1
Wilgotny Wet	3	5	4
Przeciętny Normal	6	5	7
Suchy Dry	9	10	9
Bardzo suchy Very dry	4	1	5
Skrajnie suchy Extremely dry	1	-	-

Analiza jednorodności statystycznej ciągów zarówno średnich rocznych przepływów rzek jak i rocznych sum opadów atmosferycznych ( $\alpha = 0,05$ ) wykazała, iż nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy, że próby te pochodzą z jednej zbiorowości generalnej. Oznacza to, że badane ciągi nie wykazują skoku ani trendu wartości średniej. Należy zatem przyjąć, że są one jednorodne statystycznie w całym analizowanym wieloleciu (tab. 3).

Tab. 3. Ocena jednorodności badanych ciągów

Table 3. Examine of homogeneity of the data sets

Rzeka – posterunek opadów River – precipitation station	Okres Period	Ocena jednorodności Homogeneity examine	
		Test Spearmana Spearman test	Test Kruskala-Wallisa Kruskal-Wallis test
Przepływ rzeczny – Discharge			
Zgłowiączka	1976–2005	Jednorodny – Homogeneous	Jednorodny – Homogeneous
Skrwa Lewa	1976–2005	Jednorodny – Homogeneous	Jednorodny – Homogeneous
Lubieńka	1976–1988	Jednorodny – Homogeneous	Nie badano – Not examined
Lubieńka	1995–2005	Jednorodny – Homogeneous	Nie badano – Not examined
Opady atmosferyczne – Precipitation			
Baruchowo	1976–2005	Jednorodny – Homogeneous	Jednorodny – Homogeneous
Gostynin	1976–2005	Jednorodny – Homogeneous	Jednorodny – Homogeneous
Duninów	1976–2005	Jednorodny – Homogeneous	Jednorodny – Homogeneous

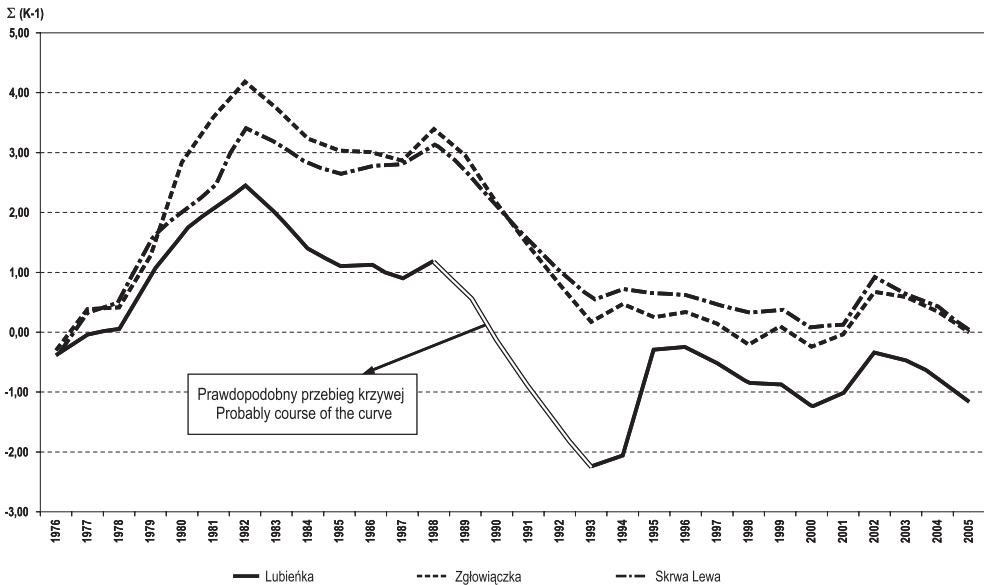
Wykazanie jednorodności statystycznej badanych charakterystyk pozwoliło na określenie tendencji odpływu i opadów atmosferycznych w latach 1976–2005. W przypadku odpływu rzecznego oraz opadów atmosferycznych wszystkie badane ciągi danych nie były istotne statystycznie (tab. 4). W związku z powyższym, przy pomocy krzywej

Tab. 4. Równania prostych regresji przepływu i opadów oraz ocena istotności statystycznej trendu badanych charakterystyk w wieloleciu 1976–2005

Table 4. Linear regression of river discharge and precipitation, examine of the statistical significance of the tendency in 1976–2005

Rzeka – posterunek opadów River – precipitation station	Okres Period	Równanie regresji Regression model	Współczynnik determinacji $R^2$ Coefficient of determination $R^2$	Ocena istotności trendu Trend significance examine
Przepływ rzeczny – Discharge				
Zgłowiączka	1976–2005	$y = -0,07x + 5,01$	0,09	Nieistotny – Not significant
Skrwa Lewa	1976–2005	$y = -0,02x + 1,41$	0,12	Nieistotny – Not significant
Lubieńka	1976–1988	$y = -0,04x + 1,69$	0,08	Nieistotny – Not significant
Lubieńka	1995–2005	$y = 0,009x + 1,08$	0,005	Nieistotny – Not significant
Opady atmosferyczne – Precipitation				
Baruchowo	1976–2005	$y = 1,57x + 517,12$	0,02	Nieistotny – Not significant
Gostynin	1976–2005	$y = -0,37x + 537,56$	0,001	Nieistotny – Not significant
Duninów	1976–2005	$y = -2,81x + 617,7$	0,05	Nieistotny – Not significant

skumulowanych różnic rocznych współczynników przepływu i opadów  $\Sigma(K-1)$  zobrażone zostały fluktuacje charakterystyk w badanym wieloleciu. Wyróżniono cztery okresy różniące się od siebie wielkością odpływu (ryc. 2): okres 1 (1976–1982, 7 lat), okres 2 (1983–1988, 6 lat), okres 3 (1989–1993, 5 lat), okres 4 (1994–2005, 12 lat). Z przyrodniczego punktu widzenia najistotniejsze są dwa okresy, w których zaznaczyły się ekstremalne zdarzenia hydrologiczne: 1976–1982 oraz 1989–1993. W pierwszym z nich zaznaczyła się wyraźna tendencja wzrostu krzywej skumulowanych różnic współczynnika przepływu, co świadczy o przewadze lat bardzo wilgotnych i skrajnie wilgotnych. Do skrajnie wilgotnych lat należały lata 1979–1981 (zlewnia Zgłowiączki), rok 1979 (zlewnia Lubieńki) oraz lata 1977, 1979 i 1982 (zlewnia Skrwy Lewej). Uśredniony odpływ jednostkowy z badanych zlewni był w tym okresie znacznie wyższy od średniego z wielolecia (tab. 5). Ponadto okres ten charakteryzował się znacznymi wezbrzeniami Zgłowiączki i Skrwy Lewej – głównie w półroczu zimowym. Parametry tych wezbrań (czas trwania, przepływ maksymalny, objętość) odbiegały znacznie od przeciętnych (Bartczak 2007, Brykała 2006). Na przykład wezbranie Zgłowiączki, które wystąpiło w półroczu zimowym 1979 r. charakteryzowało się maksymalnym odpływem jednostkowym wynoszącym  $27,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ ; wezbranie trwało aż 58 dni. Przyczyną wezbrania było intensywne topnienie pokrywy śnieżnej, która w tym roku w Polsce centralnej była znaczna i wynosiła od 70 do 150 cm, o zawartości wody od 100 do 150 mm. Gwałtowny wzrost temperatury powietrza spowodował gwałtowne wezbrania innych rzek w północnej części Polski, przy czym największe rozmiary osiągnęły one w dorzeczu Narwi i dolnej Wisły, w dorzeczu Noteci oraz na rzekach Pomorza Zachodniego (Stachy i in. 1996).



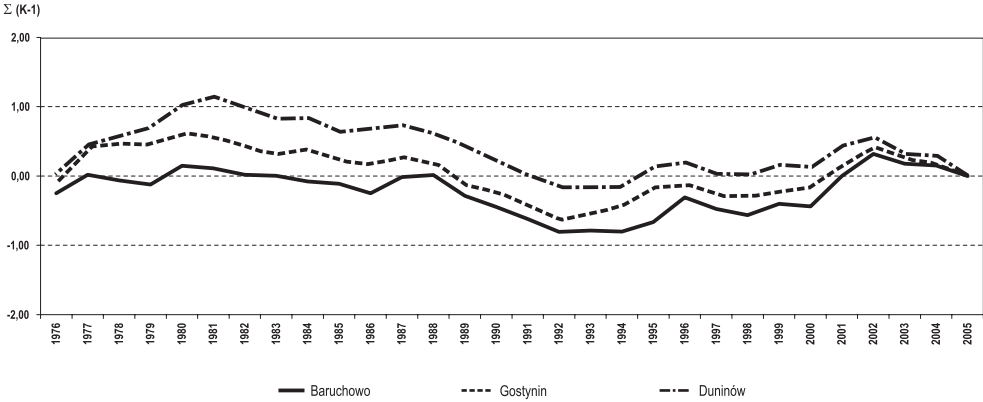
Ryc. 2. Krzywe skumulowanych różnic rocznych współczynników przepływów w latach 1976–2005  
Fig. 2. Cumulative curves of the mean annual discharge coefficient variations in 1976–2000

Tab. 5. Odpływ jednostkowy i opady atmosferyczne w wieloleciu 1976–2005 i wydzielonych podokresach  
 Table 5. Specific discharge and precipitation in 1976–2005 and in sub-periods

	1976–2005	1976–1982	1983–1988	1989–1993	1994–2005
Odpływ jednostkowy – Specific discharge [dm <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup> ]					
Zgłowiączka	2,65	4,23	2,30	0,94	2,61
Skrwa Lewa	2,97	4,41	2,85	1,42	2,84
Lubieńka	3,08	4,17	2,41	b. d. – no data	2,75
Opady atmosferyczne – Precipitation [mm]					
Baruchowo	541	543	541	455	577
Gostynin	532	563	511	453	557
Duninów	574	652	540	481	584

Drugi okres (1989–1994) był skrajnie odmienny od wyżej opisanego, z wyraźną i gwałtowną tendencją spadkową krzywej skumulowanych różnic. Świadczy to o przewadze lat bardzo suchych i skrajnie suchych. Susza hydrologiczna, jaka wystąpiła w tym okresie związana była z dominacją nad obszarem Polski cyrkulacji antycyklonalnej (wyżowej). Wtedy to przeważały zimy bezśnieżne lub z minimalną pokrywą śnieżną – szczególnie na obszarach nizinnych Polski. Okresy letnie charakteryzowały się długotrwałymi deficytami opadów w stosunku do wartości średnich oraz wysoką temperaturą powietrza. Jak podają autorzy opracowania *Susze na obszarze Polski...* (1995), w lutym 1989 r. średnia miesięczna temperatura w Polsce była wyższa o 5°C, zaś w 1990 r. od około 6 do 8°C. Miesiące letnie w latach 1989 i 1990 charakteryzowały się przewagą występowania dni ciepłych i upalnych. Analiza przebiegu rocznych i półrocznych temperatur powietrza na stacji terenowej IG i PZ PAN w Dobiegniewie przeprowadzona przez P. Gierszewskiego (2000) jest zbieżna z wynikami potwierdzającymi podwyższone temperatury powietrza w Polsce w latach 1989–1994. Średnia roczna temperatura powietrza w Dobiegniewie była wyższa o 18,4% w 1990 r. i o 10,3% w 1992 r. w stosunku do średniej wieloletniej (1978–1994). Jednak znacznie większe różnice zaznaczyły się w półroczach zimowych (XI–IV). Na przykład, średnia temperatura półroczy zimowych wynosiła od 2,9°C (1992) do 5,1°C (1990) przy średniej półroczy zimowych z lat 1978–1994 wynoszącej 2,0°C. Wyższa temperatura powietrza w połączeniu ze znacznymi niedoborami opadów atmosferycznych na tym obszarze doprowadziły do obniżenia się poziomu wód gruntowych (tab. 5). Na terenie parku od stycznia do lipca 1989 r. oraz od marca do października 1990 r. wystąpiły najniższe (w badanym wieloleciu) stany pierwszego horyzontu wód podziemnych; przyrost miąższości strefy aeracji wynosił ponad 50 cm (*Susze na obszarze Polski...* 1995). Podobna sytuacja miała miejsce w miesiącach letnich 1992 r., kiedy w sierpniu poziom wód gruntowych na obszarze badań był niższy od średniej wieloletniej od 50 do 100 cm (Bobiński, Meyer 1992). W okresie tym wystąpiły na analizowanych rzekach niżówki zarówno w półroczu zimowym, jak i letnim. Ich parametry miały ekstremalne wartości w badanym wieloleciu. Na przykład, czas trwania niżówki w półroczu letnim 1990 r. na Zgłowiączce i Skrwie Lewej wynosił 178 dni, to jest prawie tyle samo, ile dwa lata później na Skrwie Lewej (179; Bartzczak 2007, Brykała 2006). Jak podaje P. Gierszewski (2000), w czasie trwania suszy hydrologicznej ciekę odwadniające GWPK wysychały na niektórych odcinkach (Rakutówka) lub na całej długości (Rybica).

Fluktuacje odpływu rzecznego w badanym okresie nawiązywały do krótkookresowych zmian wielkości opadów atmosferycznych, o czym świadczy przebieg krzywej skumulowanych różnic współczynników opadów, przedstawiony na ryc. 3. Na tej podstawie można stwierdzić, że odpływ rzeczny nawiązywał przede wszystkim do fluktuacji czynników klimatycznych, tj. opadów atmosferycznych i temperatury powietrza. Przedstawione powyżej rozważania pokazują jedynie ogólne tendencje i fluktuacje odpływu rzecznego powiązane z zasilaniem w postaci opadów atmosferycznych.



Ryc. 3. Krzywe skumulowanych różnic rocznych współczynników opadów w latach 1976–2005

Fig 3. Cumulative curves of the mean annual precipitation coefficient variations in 1976–2000

Należy w tym miejscu również podkreślić, że w północno-zachodniej i zachodniej części GWPK, naturalne warunki odpływu zostały zmienione antropogenicznie. Dotyczy to przede wszystkim zlewni rzek: Rybnicy, Zuzanki i Rudy. Zmiany te związane są z powstaniem i funkcjonowaniem zbiornika i stopnia piętrzącego wody Wisły we Włocławku oraz poborem wód podziemnych dla Włocławka. Główne prace związane z powstaniem zbiornika włocławskiego wykonane zostały jeszcze w latach 1963–1967. Polegały na wykonaniu Kanału Głównego, tj. rowu melioracyjnego, którego głównym celem miało być przechwytywanie wód infiltrujących ze zbiornika przez zapórę boczną i podłoże oraz wód spływających z pradoliny w kierunku Wisły. W wyniku wybudowania Kanału, ciek pierwotnie uchodzący do Wisły (Rybnica, Zuzanka i Ruda) zostały przez niego przejęte i stały się jego lewobrzeżnymi dopływami. Znaczne wcięcie Kanału w dno doliny spowodowało zawieszenie ujściowych odcinków jego dopływów. Najmniejszym związkim hydraulicznym z wodami gruntowymi charakteryzuje się rzeka Rybnica. Świadczy o tym zmniejszanie się przepływu rzeki wraz z jej biegiem. Na odcinku od jeziora Rybnica do jej ujścia do Kanału Głównego wody rzeczne zasilają wody podziemne i ciek ten w okresach suchych wysycha (Gierszewski 2000, Glazik 1978). Prace melioracyjne wykonane przed powstaniem zbiornika spowodowały obniżenie się poziomu wody podziemnej w strefie depresyjnej maksymalnie do 3 m. Po powstaniu zbiornika nadmierne przesuszenie nie zostało zlikwidowane, a strefa o obniżonym zwierciadle wody podziemnej dochodzi maksymalnie do 1 km na południe od Kanału Głównego (Glazik 1978, 1998).



W rozszerzeniach dolin dużych rzek, m.in. w Kotlinie Płockiej, występują znaczne zasoby wód podziemnych, związane z dobrze przepuszczalnymi osadami aluwialnymi, dlatego też Kotlina Płocka jest obszarem o ogromnym znaczeniu wodno – gospodarczym. Zachodnia część Kotliny jest rejonem o intensywnej eksploatacji wód podziemnych dla Włocławka. Wytworzenie się leja depresji w wyniku poboru wody spowodowało zmiany sieci hydrograficznej oraz ukształtowanie zwierciadła i kierunków odpływu wody podziemnej na terenie GWPK. P. Gierszewski i R. Glazik (1996), R. Glazik i P. Gierszewski (2001), Z. Babiński i E. Falkowska (2006) wykazali, że w zasięgu leja depresyjnego ujęcia Krzywe Błota znalazła się południowa część zlewni Rybnicy, w wyniku czego obniżyła się rzędna zwierciadła wody jeziora Wikaryjskiego (1,5–2 m). Spowodowało to zanik odpływu z jeziora do Rybnicy i wytworzenie się lokalnego obszaru bezodpływowego.

## Wnioski

Na podstawie analizy zmian wielkości odpływu rzecznego z GWPK w okresie 1976–2005 można wysnuć następujące wnioski:

- odpływ rzeczny – podobnie jak opady atmosferyczne – nie wykazywały statystycznie istotnych trwałych tendencji,
- w badanym wieloleciu da się wydzielić cztery okresy różniące się wielkością odpływu rzecznego, z czego w dwóch okresach, tj. 1976–1982 (okres z przewagą lat bardzo wilgotnych i skrajnie wilgotnych) oraz 1989–1993 (okres z przewagą lat bardzo suchych i skrajnie suchych) odpływ rzeczy znacznie odbiegał od średniego odpływu z wielolecia,
- fluktuacje odpływu rzecznego w wyróżnionych okresach nawiązywały przede wszystkim do krótkookresowych zmian wielkości opadów atmosferycznych oraz temperatury powietrza,
- w północno-zachodniej i zachodniej części GWPK nastąpiła modyfikacja warunków odpływu spowodowana działalnością człowieka, tj. wybudowaniem stopnia piętrzącego wody Wisły we Włocławku oraz poborem wód podziemnych dla Włocławka (ujęcie Krzywe Błota).

## Literatura

- Babiński Z., Falkowska E., 2006, *Rozwój lejów depresji w obrębie ujęć wód podziemnych na obszarze miasta Włocławka i ich wpływ na środowisko geograficzne*, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanistyczno-Ekonomicznej, 23, Ochrona Środowiska, Włocławek, 51–65.
- Bartczak A., 2007, *Wieloletnia zmienność odpływu rzecznego z dorzecza Zgłowiączki*, Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 209, ss.164.
- Bobiński E., Meyer W., 1992, *Susza w Polsce w latach 1982–1992. Ocena hydrologiczna*, Wiadomości IMGW, 15, 4, 3–24.
- Brykała D., 2006, *Przestrzenne i czasowe zróżnicowanie odpływu rzecznego w dorzeczu Skrzy Lewej*, Praca doktorska, Archiwum IGiPZ PAN, Toruń, ss. 112.
- Gierszewski P., 2000, *Charakterystyka środowiska hydrochemicznego wód powierzchniowych zachodniej części Kotliny Płockiej*, Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 179, ss.136.

- Gierszewski P., Glazik R., 1996, *Zmiany hydrograficzne w zachodniej części Gostynińsko-Włocławskiego Parku Krajobrazowego*, 45 Zjazd Polskiego Towarzystwa Geograficznego „Polska w Europie Bałtyckiej”, Słupsk–Ustka 18–21 września 1996, PTG O/Słupsk, Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Słupsku, 121–124.
- Glazik R., 1978, *Wpływ zbiornika wodnego na Wiśle we Włocławku na zmiany stosunków wodnych w dolinie*, Dokumentacja Geograficzna IGI PAN, 2–3, ss. 119.
- Glazik R., 1998, *Zmiany natężenia filtracji przez zaporę boczną zbiornika włocławskiego po 25 latach eksploatacji*, Przegląd Geograficzny, 70, 1–2, 27–45.
- Glazik R., Gierszewski P., 2001, *Influence of groundwater intakes on water resources of the chosen lakes located within Gostynińsko-Włocławski Landscape Park*, Limnological Review, 1, 95–102.
- Ozga-Zieliński B., 1987, *Badanie statystycznej niejednorodności ciągów pomiarowych*, Gospodarka Wodna, 10, 226–228.
- Sobczyk M., 2002, *Statystyka*, PWN, Warszawa, ss. 377.
- Stachy J., Fal B., Dobrzyńska I., Hołdakowska J., 1996, *Wezbrania rzek polskich w latach 1951–1990*, cz. I, Gospodarka Wodna, 9, 261–268.
- Susze na obszarze Polski w latach 1951–1990*, 1995, Materiały Badawcze IMGW, Seria: Gospodarka wodna i ochrona wód, 16, ss. 140.
- Wicik B., Więckowski K., 1991, *Osady jezior „Na Jazach” w Kotlinie Płockiej – warunki ich akumulacji oraz rola w rekonstruowaniu i prognozowaniu przekształceń środowiska naturalnego*, Przegląd Geograficzny, 63, 1–2, 57–76.

**Arkadiusz Bartczak, Ewa Birek, Dariusz Brykała,  
Piotr Gierszewski, Ryszard Glazik**

## **Multiannual changes of the river runoff in the Gostynińsko-Włocławski Landscape Park**

### Summary

The analysis mainly aimed at defining the long-standing changes of the river runoff in the Gostynińsko-Włocławski Landscape Park. The issue was based on the annual values of the discharge of the rivers Lubieńka (Nowa Wieś gauging station), Zgłowiączka (Włocławek Ruda gauging station) and Skrwa Lewa (Klusek gauging station) (Fig. 1). The study referred to the years 1976–2005. In terms of the river runoff, the entire period comprised predominantly dry, very dry and extremely dry years, which totaled to about 47% (the Zgłowiączka and the Skrwa Lewa) of the multi-annual period of time (Table 2). Showing statistical homogeneity of the researched features enabled the author to define both the runoff and precipitation tendencies during the years 1976–2005. In the case of the river runoff all the studied data sequences showed a negative, although statistically insignificant trend (Table 4). The runoff tendencies reflected the precipitation tendencies at the Gostynin and Duninów precipitation stations. A cumulative curve of the annual variation of the discharge coefficients  $\Sigma(K-1)$  was used to show the fluctuations of discharge and precipitation in the investigated period (Fig. 2, 3). This method made it possible to distinguish four periods which differ from each other in terms of their characteristics: period 1 (1976–1982 – 7 yrs), period 2 (1983–1988 – 6 yrs), period 3 (1989–1993 – 5 yrs) and period 4 (1994–2005 – 12 yrs). Two of those periods were especially significant. The first one referred to the years 1976–1982. This was a very wet period, which is visible in the increasing

course of the cumulative curve of the variations of the runoff coefficient. This period is marked by the largest and the longest-lasting high water stages. The other specific period of time included the years from 1989 to 1993 and was the driest one throughout the entire multi-annual study period. At that time very dry and extremely dry years predominated, which is visible in a sudden decreasing tendency of the cumulative curve of the variations. During this period the studied area experienced a hydrological drought conditioned by low precipitation totals and high air temperature. In 1990, low flows of the summer half-year, i.e. from November to April, lasted 178 days (Bartczak 2007, Brykała 2006). In accordance to P. Gierszewski (2000), during a hydrological drought the water courses in the Gostynińsko-Włocławski Landscape Park dried up at some sections (the Rakutówka) or along their entire courses (the Rybnica). Natural conditions which influence directly the volume of the river runoff from the Płock Basin have been transformed since the water dam across the Vistula River in Włocławek was built (Glazik 1978, 1998); moreover, a growing amount of groundwater is being used for the urban needs of Włocławek (Babiński, Falkowska 2006; Gierszewski, Glazik 1996; Glazik, Gierszewski 2001).

*Translated by Aleksandra Zaparucha*

