

Wpływ zasobów wodnych dorzecza Drwęcy na reżim hydrologiczny rzeki w granicach rezerwatu „Rzeka Drwęca”

RYSZARD GLAZIK, BOŻENA PIUS

Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ul. Gagarina 9,
87-100 Toruń, bpius@op.pl

Zarys treści: Ustrój hydrologiczny Drwęcy kształtowany jest przez opady atmosferyczne i warunki fizycznogeograficzne. Czynniki determinujące odpływ w dorzeczu Drwęcy wykazują zróżnicowanie przestrzenne, zaś rozmieszczenie zasobów wodnych ma charakter strefowy. Przeciętne odpływy jednostkowe w zlewni przekraczają $7 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Niskie zasoby charakteryzują dolną część dorzecza, gdzie wartości odpływu jednostkowego nie przekraczają $6 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Najbardziej zasobna w wodę jest górna część dorzecza.

Słowa kluczowe: zasoby wodne, odpływ jednostkowy, rezerwat „Rzeka Drwęca”

Key words: water resources, specific discharge, “River Drwęca” nature reserve

Wstęp

Rezerwat „Rzeka Drwęca” ($18,8827 \text{ km}^2$) został powołany zarządzeniem ministerialnym w 1961 r. (*Zarządzenie...* 1961). Drwęca jest dopływem dolnej Wisły i po wybudowaniu stopnia wodnego we Włocławku stanowi niezwykle ważny element ochrony ryb dwuśrodowiskowych. Jej koryto wraz z przybrzeżnym pasem o szerokości 5 m po obu stronach rzeki, stanowi najdłuższy rezerwat ichtiologiczny w Polsce liczący 213,7 km długości (Rąkowski 2005). Ochroną rezerwatową objęte są również niektóre dopływy Drwęcy: Grabiczek z dopływem Dylewką, Poburzanka, Gizela z dopływem Bałczynką oraz dolne odcinki Iławki, Elszi, Welu, Rypienicy, Ruźca oraz przepływy jeziora Ostrowin i Drwęckie. Drwęca jest rzeką stosunkowo mało przekształconą, płynnie meandrując w obrębie dna pradoliny, lecz jej dopływy odznaczają się znacznymi spadkami. To sprawia, że cały system rzeczny posiada bardzo dobre warunki do rozmnażania ryb łososiowatych, bowiem wody są bardzo dobrze natlenione. W rezerwacie ochronie podlegają rzadkie gatunki organizmów wodnych, głównie ryb łososiowatych (łososia i troci), certy oraz minoga rzeczny i współcześnie może on pełnić rolę miejsca ważne dla zachowania gatunków ryb zagrożonych wyginięciem.

W latach czterdziestych i pięćdziesiątych minionego stulecia dokonywano tutaj połowów ryb dwuśrodowiskowych, które miały znaczenie gospodarcze. Obecnie realizowany jest narodowy plan ochrony tych ryb, który zakazuje budowy nowych piętrzeń bez przepławek, jak to miało miejsce w latach minionych. Większość działań mających na celu zachowanie rzadkich gatunków ryb koncentruje się na rzece głównej, tj. Drwęcy. Wiadomo bowiem, iż ciągłość biologiczna niektórych dopływów Drwęcy została już

dawno przerwana, gdyż od XIX w. do początków XX w., na jej dopływach istniało wiele młynów wodnych, które przegradzały rzeki (Podgórski 2007).

Obszar badań

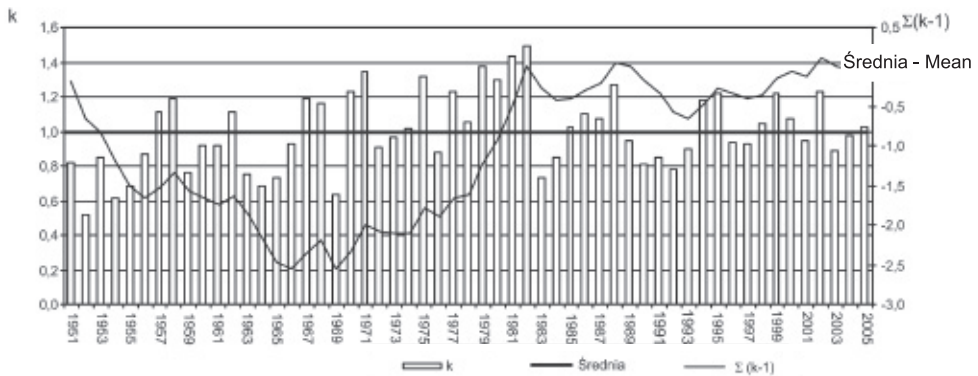
Drwęca odwadnia obszar o wielkości 5697,4 km², w obrębie którego występują następujące jednostki fizycznogeograficzne: pojezierza Chełmińskie, Dobrzyńskie, Brodnickie, Ławskie, Garb Lubawski oraz Dolina Drwęcy (Kondracki 2002). Powierzchnia dorzecza charakteryzuje się dużym urozmaiceniem warunków hipsometrycznych: najwyższy punkt znajduje się na Górze Dylewskiej (312 m n.p.m.), zaś najniższy – przy ujściu Drwęcy do Wisły (36 m n.p.m.). Zasoby wodne dorzecza kształtowane są przez opady atmosferyczne oraz warunki fizycznogeograficzne. Opady atmosferyczne zwiększają się w górę rzeki i wynoszą nieco ponad 500 mm w dolnej części dorzecza oraz około 630 mm – w jego górnej części. Jest to obszar młodoglacjalny; w rzeźbie terenu dominują wysoczyzny morenowe urozmaicone kemami, ozami i drumlinami, moreny czołowe, rynny subglacjalne oraz sandry. Istotnym elementem kształtowania zasobów wodnych zlewni jest retencja jeziorna. W dorzeczu występuje ponad 380 jezior, których łączna pojemność wynosi 1,018 km³ (Marszelewski 2007). Rozmieszczenie jezior jest jednak nierównomierne, największe jeziora występują w górnej części dorzecza (Jeziorak, Szelaż Wielki, Ruda Woda), natomiast w częściach środkowej i dolnej dorzecza – ich powierzchnia jest mniejsza.

Metody badań

Zasoby wodne zlewni różnicowych zostały określone metodą odpływów jednostkowych obliczonych na podstawie danych IMGW zawartych w *Rocznikach hydrologicznych wód powierzchniowych* (1971–1983). Od 2007 r. w zlewniach elementarnych dorzecza Drwęcy prowadzone są serie jednorazowych pomiarów przepływu (w niniejszej pracy wykorzystano pomiary z dnia 30 kwietnia 2007 r.), które dają podstawę do oszacowania roli różnych części dorzecza w kształtowaniu odpływu rzeki Drwęcy. Wieloletnia i sezonowa zmienność przepływu w latach 1951–2005 została przedstawiona na podstawie danych z posterunku wodowskazowego Elgiszewo, który zamyka dorzecze Drwęcy. Do analizy zmienności wieloletniej posłużono się rocznym współczynnikiem przepływu (k), który jest ilorazem wartości średniej rocznej i średniej wieloletniej. Na podstawie współczynnika przepływu wyróżniono lata wilgotne i suche. Różnicowa krzywa sumowa współczynnika przepływu k pozwoliła prześledzić wieloletnie fluktuacje odpływu. Sezonową zmienność przedstawiono w procentach odpływu w ciągu roku. Zmienność wieloletnią odpływu jednostkowego przeanalizowano za pomocą współczynnika zmienności C_v .

Wyniki

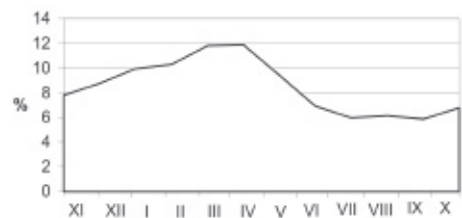
Średni roczny przepływ Drwęcy w latach 1951–2005 wynosił $29 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ i wahał się od 14,8 (1952) do $42,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (1982). W okresie 1951–2005 odpływ wykazywał tendencję rosnącą (ryc. 1). Z diagramów współczynników k wynika, że przeważały lata przeciętne ($0,8 \leq k \leq 1,2$; 17 lat). Tylko raz wystąpił rok bardzo wilgotny ($k > 1,5$; 1982) i rok bardzo suchy ($k < 0,5$; 1952). Okres niskich przepływów występował w dwóch pierwszych dekadach rozpatrywanego okresu (1951–1969). W kolejnym okresie (1970–1982) dominowały lata wilgotne. Po 1982 r. nastąpiła względna stabilizacja przepływu (ryc. 1). Podobne wieloletnie tendencje odpływu obserwuje się w innych regionach kraju (Jokiel 2004).



Ryc. 1. Diagram i krzywa kumulacyjna rocznych współczynników przepływów Drwęcy (k) w latach 1951–2005

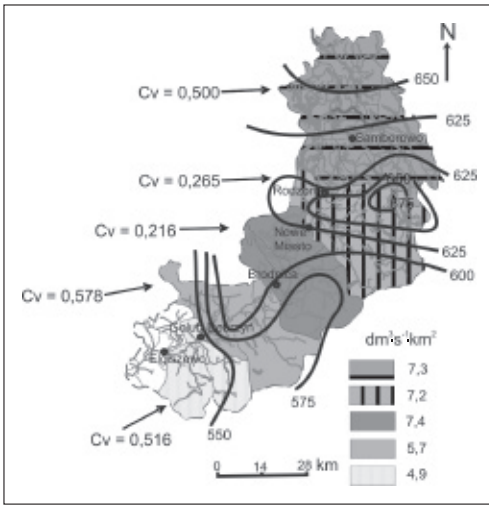
Fig. 1. Diagram and cumulative deviation curve of annual discharge coefficient (k) of the Drwęca River in 1951–2005

W dorzeczu Drwęcy, w rytmie odpływu w ciągu roku zaznacza się wyraźna sezonowość (ryc. 2). Największy odpływ występuje w marcu i kwietniu (po 12%) oraz styczniu i lutym (po 10%). W półroczu letnim, w związku z intensywnym parowaniem oraz wegetacją roślin, odpływ z dorzecza maleje i minimum osiąga w okresie od lipca do września (po 6%). Odpływ w półroczu zimowym stanowi 60% odpływu rocznego (ryc. 2). Sezonowy rozkład odpływu w poszczególnych latach w wieloleciu 1951–2005 ulegał zmianom w zależności od warunków opadowych. W latach 1951–1969 oraz 1983–1993 w ciągu roku dominowały niskie przepływy i głębokie niżówki; wezbrania zdarzały się rzadko. Wielolecie 1970–1982 charakteryzowało się wysokimi odpływami, częstymi



Ryc. 2. Udział odpływów w poszczególnych miesiącach w odpływie rocznym Drwęcy (1951–2005)

Fig. 2. Seasonality of the Drwęca River run-off – percentage of the monthly runoff in the annual one (1951–2005)



Ryc. 3. Przestrzenne zróżnicowanie odpływu jednostkowego i zmienności wieloletniej (C_v) w dorzeczu Drwęcy (według autorów) na tle opadów atmosferycznych [mm] w latach 1971–1983 (Wójcik, Marciniak 1987)

Fig. 3. Spatial distribution of the specific discharge and the variability coefficient (C_v) in the Drwęca river basin (according to the authors) and annual precipitation [mm] in 1971–1983 (Wójcik, Marciniak 1987)

$6,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (rys. 3). W wieloleciu 1951–2005 był on mniejszy i wynosił $5,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, podobnie jak średni odpływ jednostkowy z obszaru Polski. Różnice odpływu jednostkowego w poszczególnych wieloleciach wynikają głównie z różnic stosunków opadowych: lata 1971–1982 były wilgotne, dlatego też odpływ jednostkowy był w tych latach znacznie wyższy.

Warto jednak zauważyć, iż nawet w suchym roku 1983, odpływ jednostkowy w dorzeczu Drwęcy wynosił około $4 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ – tj. cztery razy więcej niż np. na Kujawach (Jokiel 2004). Świadczy to o dużych zdolnościach retencyjnych tego obszaru, zwłaszcza jego górnej części (ryc. 4). Ponadto, rok poprzedni (1982) był bardzo wilgotny i zczyrywanie zasobów wód podziemnych, zwłaszcza w górnej i środkowej części obszaru, było powolne (ryc. 1). Odpływ ze zlewni różnicowej obejmującej górną część dorzecza wynosił ponad $5 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, zaś w dolnej – nie przekraczał $3 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (ryc. 4). W roku bardzo wilgotnym odpływ jednostkowy z dorzecza Drwęcy przekraczał $9 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ i był przestrzennie mniej zróżnicowany niż w roku suchym (ryc. 5). Jeżeli rok jest bardzo wilgotny, retencja uzupełniana jest na bieżąco i dlatego odpływ jest dość wysoki w obrębie całego dorzecza, a najważniejszym czynnikiem decydującym o jego wielkości są opady atmosferyczne.

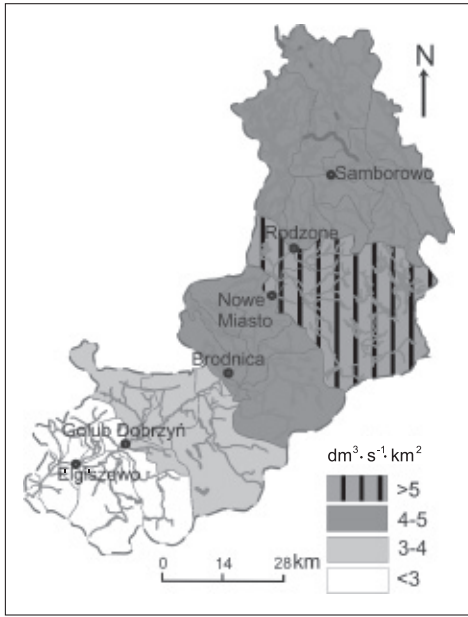
Interesujące wyniki otrzymano badając odpływ w zlewniach elementarnych w 2007 r. Wielkość opadów atmosferycznych w okresie poprzedzającym badania (listopad 2006 r.

i wysokimi wezbrzeniami i rzadkimi niżówkami. W latach 1994–2005 występowały okresy zmiennych odpływów w ciągu roku, niewysokie wezbrania i niegłębokie niżówki.

Stosunkowo duża zdolność retencyjna dorzecza warunkuje małą zmienność przepływów w wieloleciu ($C_v = 0,219$) i w ciągu roku. Podobną stabilnością przepływów charakteryzują się inne duże rzeki uchodzące do Wisły w jej dolnym biegu, np. Brda, Wda, Wierzyca. Sąsiadująca z analizowanym dorzeczem Osa odznacza się znacznie wyższą zmiennością przepływów ($C_v = 0,450$) ze względu na słabe warunki retencyjne. W latach 1971–1983 współczynnik zmienności średnich rocznych przepływów Drwęcy C_v wynosił 0,216 w przekroju Nowe Miasto i 0,578 w przekroju Golub-Dobrzyń (ryc. 3).

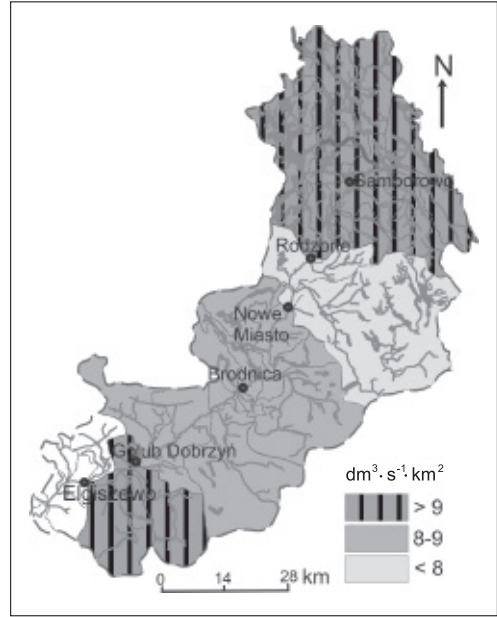
W latach 1971–1983 odpływ jednostkowy w zlewniach różnicowych dorzecza Drwęcy wahał się od około 5 do $7,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, przy średniej wartości w całym dorzeczu wynoszącej

– kwiecień 2007 r.) była typowa dla tego obszaru; znacznie wyższe opady występowały w górnej części dorzecza Drwęcy (332 mm – Olsztyn) niż w dolnej, gdzie były niższe o około 100 mm (236 mm – Toruń, ryc. 6). Choć te posterunki opadowe leżą poza dorzeczem, można przyjąć, że w przybliżony sposób oddają rozkład opadów



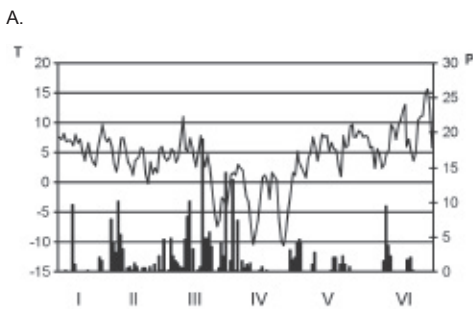
Ryc. 4. Przestrzenne zróżnicowanie odpływu jednostkowego w roku suchym 1983

Fig. 4. Spatial differentiation of the specific discharge in the Drwęca River basin in the dry year of 1983



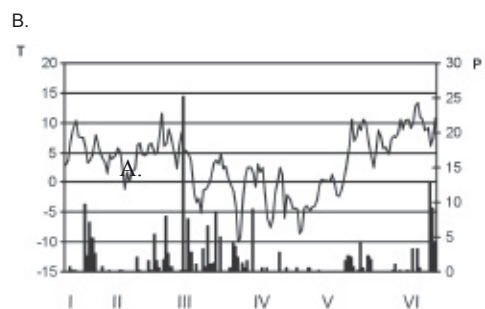
Ryc. 5. Przestrzenne zróżnicowanie odpływu jednostkowego w roku bardzo wilgotnym 1982

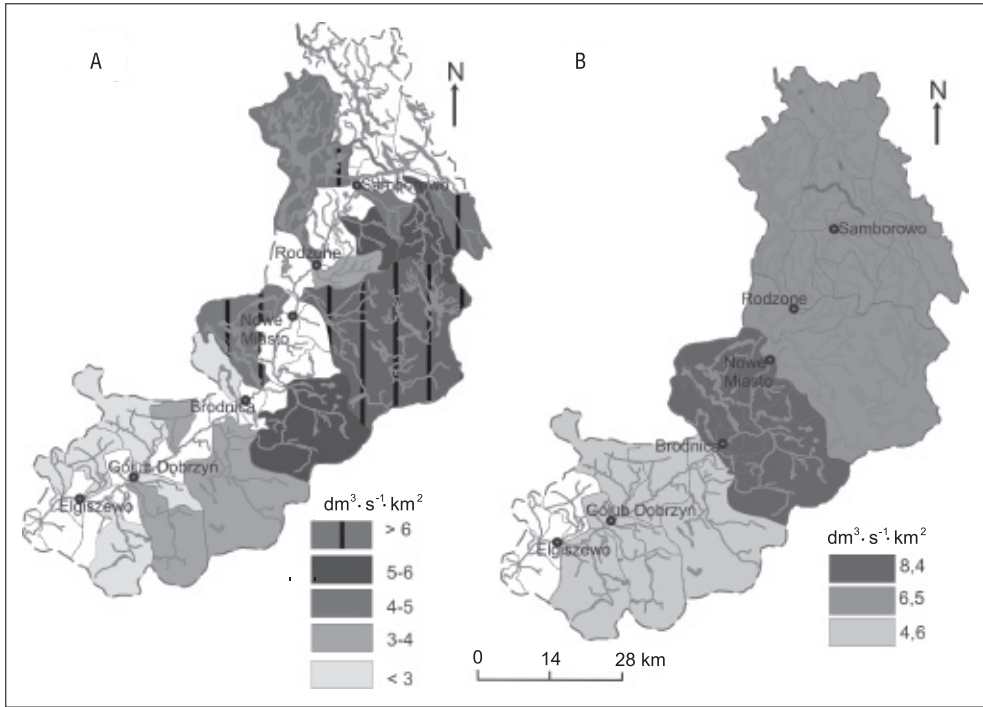
Fig. 5. Spatial differentiation of the specific discharge in the Drwęca River basin in the wet year of 1982



Ryc. 6. Średnia dobowa wartość temperatury powietrza [°C] i dobowe sumy opadów [mm] w Toruniu (A) i Olsztynie (B) w półroczu zimowym 2007 r. (www.tutiempo.net)

Fig. 6. Daily air temperature [°C] and precipitation [mm] in Toruń and Olsztyn in winter season 2007 (www.tutiempo.net)





Ryc. 7. Przestrzenne zróżnicowanie odpływów jednostkowych w zlewniach elementarnych (A) i różnicowych (B) w dorzeczu Drwęcy 30 kwietnia 2007 r.

Fig. 7. Spatial differentiation of specific discharge in primary (A) and differential (B) catchment areas in the Drwęca river basin on April 30, 2007

w dorzeczu. Stany wody Drwęcy utrzymywały się w strefie stanów średnich lub wysokich. Porównując chwilowe odpływy jednostkowe ze zlewni elementarnych oraz trzech różnicowych, można zauważyć, że odpływ ze zlewni elementarnych był niższy, niż z różnicowych (ryc. 7). Wynika to zapewne z większego zasilania podziemnego w obrębie głęboko wciętej doliny Drwęcy w stosunku do jej dopływów. Część wód podziemnych z dorzecza Drwęcy zasila koryto Wisły, co ma miejsce w dolnej części dorzecza (Pomianowska 2004).

Podsumowanie

Zasoby wodne w dorzeczu Drwęcy wykazują zróżnicowanie przestrzenne, o czym świadczą wartości odpływów jednostkowych ze zlewni elementarnych; górna część dorzecza charakteryzuje się stosunkowo wysokimi odpływami jednostkowymi wynoszącymi około $7 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, zaś dolna – nieco mniejszymi – nie przekraczającymi $6 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Przyczyn podwyższonych wartości odpływu z górnej części dorzecza należy upatrywać we wzroście w kierunku północnym sum opadów atmosferycznych,

retencji jeziornej i podziemnej (obszary sandrowe). W dolnej części dorzecza, ważnym elementem wpływającym na zmniejszenie retencji jest dominacja terenów rolniczych (pojezierza Chełmińskie i Dobrzyńskie) i niewielkie zalesienie (5%). Współczynnik zmienności rocznych przepływów jest niski; w latach 1951–2005 wynosił on 0,219. Udział zasilania podziemnego nie jest prawdopodobnie duży, jednak jego określenie wymaga dalszych badań.

Literatura

- Jokiel P., 2004, *Zasoby wodne Środkowej Polski na progu XXI wieku*, Wyd. UŁ, Łódź, ss. 114.
- Kondracki J., 2002, *Geografia regionalna Polski*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, ss. 440.
- Marszelewski W., 2007, *Klimatyczne i hydrologiczne uwarunkowania dorzecza rzeki Drwęcy*, [w:] Marszelewski W., Kozłowski L. (red.) *Ochrona i zagospodarowanie dorzecza Drwęcy*, Wyd. UMK, Toruń, 237–250.
- Podgórski Z., 2007, *Wykorzystanie energii wody w dorzeczu Drwęcy od początku XIX wieku do lat 30. XX wieku, na tle Pomorza Nadwiślańskiego*, [w:] *Ochrona i zagospodarowanie dorzecza Drwęcy*, Wyd. UMK, Toruń, 285–298.
- Pomianowska H., 2004, *Modelowanie przepływu wód podziemnych Pojezierza Chełmińskiego*, *Acta Universitatis Wratislaviensis*, 2729, 209–217.
- Rąkowski G., 2005, *Rezerwaty przyrody w Polsce Północnej*, Wyd. Instytutu Ochrony Środowiska, Warszawa, 297–396.
- Roczniki hydrologiczne wód powierzchniowych. Dorzecze Wisły i rzeki Przymorza, 1971–1983*, IMGW, Warszawa.
- Zarządzenie Ministra Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z dnia 27 lipca 1961 r.*, *Monitor Polski* nr 71, poz. 302, 1961.

Ryszard Głazik, Bożena Pius

The influence of the Drwęca river basin water resources on the hydrological regime in the “River Drwęca” nature reserve

Summary

The hydrological regime of the river Drwęca is formed by atmospheric precipitation and physical geographical conditions. Factors determining run-off in the Drwęca river basin display spatial differentiation and thus distribution of water resources is of a zonal nature. In the upper part, the river basin is more abundant in water resources. Average specific discharge in this part exceeds $7 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. The lower part of the river basin displays decidedly fewer resources, with values of specific discharge not exceeding $5\text{--}6 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (Fig. 3). The causes of the unequal abundance of water in the river basin should be sought in the increase in the total atmospheric precipitation, as well as lake and underground retention (sandr areas) in the northern direction. The variability coefficient of annual flux is low and in the years 1951–2005 it amounted to 0.219. The considerable differentiation in water resources in different parts of the river basin is confirmed by specific discharge in primary basin and sub-basins (Fig. 7).

