

## **WPŁYW SPIĘTRZENIA RZEKI NA PRZEPIY WODY W MAŁYM CIEKU W DOLINIE RZECZNEJ**

Beata Olszewska, Leszek Pływaczyk, Wojciech Łyczko  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**Streszczenie.** W latach 1972–1889 i 1995–2005 notowano codzienne stany wody i dwa razy na miesiąc mierzono natężenie przepływu wody w małym cieku płynącym w dolinie Odry równoległe do koryta rzeki. Obserwacje i pomiary prowadzono w przekroju zamykającym odcinek cieku zasilany z koryta rzeki powyżej piętrzenia na jazie, w przekroju zamykającym odcinek drenowany przez rzekę poniżej jazu oraz w przekroju na sąsiednim cieku nie podlegającym oddziaływaniu koryta. Określono średnie przepływy i odpływy jednostkowe w roku oraz w półroczach letnim i zimowym. Badania potwierdziły znaczący wpływ stanów wody w rzece na przepływ w cieku płynącym w jej dolinie.

**Słowa kluczowe:** dolina rzeki, piętrzenie, zasilanie, drenaż, przepływ

### **WSTĘP**

Kształtowanie się zasobów wodnych w niekontrolowanych małych zlewniach rzek ma istotne znaczenie ze względu na konieczność racjonalnego gospodarowania niewielkimi dyspozycyjnymi zasobami wód w Polsce [Mioduszewski 1994, Ciepeliowski 1999].

Na stosunki hydrologiczne w niewielkich zlewniach położonych w dolinach większych rzek wpływają stałe i zmienne parametry zlewni, elementy meteorologiczne oraz stany wód w rzece. Przykładem takiej zlewni jest zlewnia Jeziorki – cieku, który w całości znajduje się w dolinie Odry, w rejonie ostatniego stopnia wodnego na skanalizowanym odcinku rzeki.

Celem pracy było określenie oddziaływania Odry na natężenie przepływu wody w cieku leżącym w dolinie tej rzeki.

### **MATERIAŁ I METODY**

Jeziorka jest prawostronnym dopływem Średzkiej Wody, która uchodzi do Odry w rejonie Malczyc. Płyynie przez dobrze zachowane, połączone w końcu XIX wieku starorzeczka

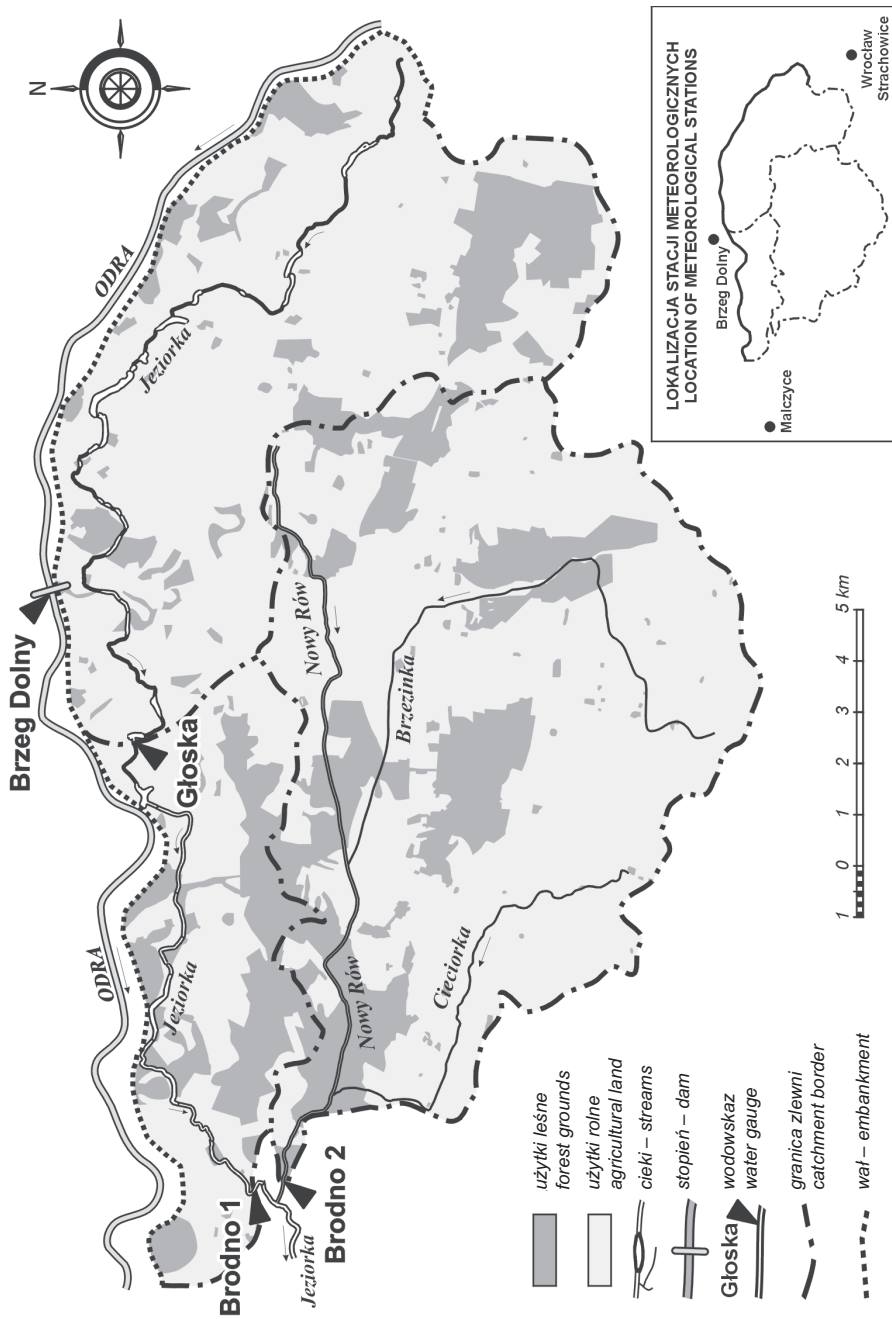
Odry, tworząc ciąg o długości ok. 36 km (rys.). W latach 1958–1960 Jeziorkę uregulowano, aby umożliwić przejście wód przesiąkowych ze zbiornika w Brzegu Dolnym i odwodnienie terenów zagrożonych podtopieniem. Cała zlewnia potoku mieści się w dolinie Odry, a trasa cieką biegnie równolegle do koryta rzeki w odległości 0,2–2,0 km. Zlewnia ma kształt wydłużonego pasa o średniej szerokości 3,0 km. Spadek podłużny zlewni wynosi ok. 0,33%, a średni spadek poprzeczny – ok. 5%. Granicę topograficzną zlewni między Jeziorką a Odrą wyznacza wał odrzański, który chroni przyległą dolinę przed wylewami wód wielkich. Górna część zlewni Jeziorki (o powierzchni 70,5 km<sup>2</sup>) przylega do odcinka Odry powyżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym, a jej część dolna (30,5 km<sup>2</sup>) – do odcinka poniżej stopnia. Wierzchnią warstwę doliny Odry na badanym odcinku stanowią mało przepuszczalne mady o miąższości lokalnie sięgającej 2,0 m. Pod nimi zalegają utwory o dobrej przepuszczalności i miąższości wynoszącej nawet kilkadziesiąt metrów. W nich najczęściej znajduje się zwierciadło wody gruntowej, które jest swobodne lub napięte w zależności od stanów wody w Odrze. Około 85% powierzchni doliny Odry w rejonie Brzegu Dolnego i Malczyc zajmują mady, pozostałe 15% – gleby bielcowe, brunatne i organogeniczne. Wśród mad przeważają mady ciężkie wytworzone z glin średnich i ciężkich (ok. 60%). Pozostała ich część (40%) to utwory powstałe z piasków i piasków gliniastych [Pływaczyk 1988, 1997, Olszewska 1998].

W pracy wykorzystano wyniki obserwacji i pomiarów prowadzonych przez Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska Akademii Rolniczej we Wrocławiu w latach 1972–1989 i 1995–2005 (od 1989 do 1994 r. badań terenowych nie wykonywano).

Stany wody w potoku Jeziorca notowano codziennie w dwóch przekrojach wodowskazu, z których jeden – przekrój Głoska – znajduje się w strefie powyżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym (w km 15+750), a drugi – przekrój Brodno 1 – w strefie poniżej budowli piętrzącej (w km 3+750). Bezpośrednie pomiary natężenia przepływu wody w Jeziorce wykonywano w tych przekrojach przeciętnie dwa razy w miesiącu. Dane dotyczące stanów i przepływów posłużyły do sporządzenia krzywych natężenia przepływu dla obu przekrojów. Dla okresów, w których występowało zlodzenie lub zarastanie koryta cieką roślinnością wodną, wprowadzono współczynniki redukcyjne stanów wody [Byczkowski 1996].

Przepływy w zlewni Jeziorki przyległej do spiętrzonej Odry określono na podstawie pomiarów w przekroju Głoska [Pływaczyk 1997]. Wody, które płyną w Jeziorce do tego przekroju, obejmują spływy z własnej zlewni oraz część wód infiltrujących ze spiętrzonej Odry. Przepływy poniżej stopnia określono na podstawie pomiarów w cieką Jeziorca w przekrojach Głoska i Brodno 1 oraz w cieką Nowy Rów (dopływie Jeziorki) w przekroju Brodno 2. Zlewnia Nowego Rowu (o powierzchni 96,4 km<sup>2</sup>) przylega od południa do zlewni Jeziorki i leży poza zasięgiem oddziaływania stanów wody w Odrze (rys.). Obserwacje stanów wody i pomiary natężenia przepływu w Nowym Rowie były wykonywane w tych samych okresach i z taką samą częstotliwością jak w Jeziorce, sporządzano też krzywe natężenia przepływu. Zlewnie te pod względem hydrologicznym uznano za analogowe [Pływaczyk 1988].

Średnie sumy opadów w zlewniach Jeziorki i Nowego Rowu do wymienionych przekrojów obliczono metodą wielokątów równego zadeszczenia, wykorzystując dane z posterunków opadowych w Brzegu Dolnym i Malczycach oraz ze stacji opadowej Wrocław-Strachowice (położenie stacji pokazano na rysunku). Wysokość opadów w obu zlewniach była zbliżona – w latach 1972–1989 średnio w roku wynosiła ok. 610 mm.



Rys. Plan sytuacyjny obiektu badań  
Fig. Situation plan of research area

W latach 1995–2005, zwłaszcza w okresie letnim, średnie sumy opadów były niższe niż we wcześniejszym wieloleciu.

## WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli zestawiono dane dotyczące średnich rocznych i półrocznych przepływów i odpływów jednostkowych, a także średnich rocznych i półrocznych sum opadów w zlewni Jeziorki do przekroju Głoska i Brodno 1 oraz w zlewni Nowego Rowu do przekroju Brodno 2, pochodzące z bezpośrednich pomiarów wykonanych w latach hydrologicznych 1972–1989 i 1995–2005. Dla porównania obliczono wartość hipotetycznych przepływów w przekroju Brodno 1, jakie wystąpiłyby, gdyby nie było drenującego działania Odry na odcinku poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym.

Tabela. Średnie roczne i półroczne przepływy (Q), odpływy jednostkowe (q) i sumy opadów atmosferycznych (P) w zlewni Jeziorki do przekroju Głoska i Brodno 1 oraz w zlewni Nowego Rowu do przekroju Brodno 2 w latach hydrologicznych 1972–1989 i 1995–2005  
Table. Mean annual and semi-annual discharges (Q), specific discharges (q) and precipitation totals (P) in Jeziorka catchment up to gauging sections Głoska and Brodno 1 and in Nowy Rów catchment up to Brodno 2 section in hydrological years 1972–1989 and 1995–2005

Ciek, przekrój Stream, section	Q, l·s <sup>-1</sup>			q, l·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup>			P, mm		
	XI–IV	V–X	XI–X	XI–IV	V–X	XI–X	XI–IV	V–X	XI–X
	N–A	M–0	N–0	N–A	M–0	N–0	N–A	M–0	N–0
	1972–1989								
Jeziorka, Głoska	429	241	338	6,09	3,42	4,79	218	395	612
Jeziorka, Brodno 1	490	268	379	4,85	2,65	3,75	217	392	608
Jeziorka, Brodno 1*	563	317	445	5,58	3,14	4,41	217	392	608
Nowy Rów, Brodno 2	424	241	337	4,40	2,50	3,50	201	407	608
	1995–2005								
Jeziorka, Głoska	273	147	211	3,87	2,01	2,96	194	338	532
Jeziorka, Brodno 1	227	104	167	2,32	0,90	1,61	200	344	550
Jeziorka, Brodno 1*	358	179	271	3,55	1,77	2,68	200	344	550
Nowy Rów, Brodno 2	269	101	189	2,80	1,05	1,96	187	388	576

\* przepływ hipotetyczny obliczony jako suma przepływu w przekroju Głoska oraz iloczynu odpływu jednostkowego dla Nowego Rowu i powierzchni zlewni Jeziorki na odcinku Głoska–Brodno 1

\* hypothetical discharge calculated as sum of discharge in Głoska section and product of specific discharge for Nowy Rów stream and area of Jeziorka catchment on Głoska–Brodno 1 stretch

W okresie 1972–1989 średni przepływ roczny oraz przepływy w półroczu zimowym (XI–IV) i letnim (V–X) w Brodnie 1 były większe niż w Głosce odpowiednio o 41, 61 i 27 l·s<sup>-1</sup>, przy średnich rzędnych wody w Odrze (na wodowskaziu Malczyce) wynoszących 96,34, 96,46 i 96,22 m n.p.m. W okresie 1995–2005 sytuacja przedstawiała się odmiennie: roczne i półroczne przepływy w Brodnie 1 były mniejsze niż w Głosce odpowiednio o 44, 46 i 43 l·s<sup>-1</sup>, przy średnich rzędnych wody na wodowskaziu Malczyce wynoszących 95,57, 95,74 i 95,40 m n.p.m. Odpływy jednostkowe, zarówno średnie roczne, jak i z półroczy, w obu analizowanych okresach przyjmowały mniejsze wartości

w przekroju Brodno 1 niż w przekroju Głoska: w latach 1972–1989 odpowiednio o 1,04, 1,24 i  $0,77 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , a w latach 1995–2005 – o 1,35, 1,55 i  $1,11 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ .

W latach 1995–2005 przepływy w Jeziorce i Nowym Rowie były zdecydowanie mniejsze niż w latach 1972–1989. Przyczyniły się do tego niższe opady atmosferyczne, a w przypadku Jeziorki – także drenujące oddziaływanie Odry, widoczne w spadku natężenia przepływu wody w Jeziorce na odcinku Głoska–Brodno 1 mimo zwiększenia się o  $30,5 \text{ km}^2$  topograficznej powierzchni zlewni między tymi przekrojami [Pływaczyk 1997, Olszewska 1998, Olszewska i in. 2004]. Odcinek Odry od Brzegu Dolnego do Malczyc charakteryzuje się wysoką dynamiką zmian dna koryta rzeki. W latach 1958–1992 dno koryta rzeki poniżej Brzegu Dolnego (km 282–304) obniżyło się średnio o 2,0 m. Dynamika obniżania się średnich rzędnych dna wynosiła ok. 5 cm na rok [Pływaczyk 1997].

Zróznicowanie natężenia przepływu w Jeziorce zależy od różnicy poziomów wody w Odrze i Jeziorce. W strefie powyżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym poziom wody w Odrze jest wyższy niż w Jeziorce. Stany wody w Odrze układają się średnio o 3,0 m wyżej od stanów wody w Jeziorce. Poniżej budowli, tj. na odcinku Głoska–Brodno 1, rzędne stanów wody w Odrze znajdują się poniżej rzędnych stanów wody w Jeziorce, z wyjątkiem stanów wezbraniowych. Przy większej niż 2,0 m różnicy rzędnych zwierciadła wody w Odrze i Jeziorce na wysokości przekroju Głoska średnie okresowe przepływy w przekroju dolnym (Brodno 1) przyjmują wartości niższe niż w przekroju górnym (Głoska) [Olszewska i Pływaczyk 2005]. Zasoby wodne zlewni przyległej do Odry poniżej piętrzenia zmniejszają się na skutek drenującego oddziaływania rzeki [Pływaczyk 1997, Olszewska 1998].

Porównując odpływy jednostkowe w przekrojach Głoska i Brodno 2 i biorąc pod uwagę analogowość hydrologiczną zlewni Jeziorki i Nowego Rogu, można oszacować wielkość zasilania zlewni Jeziorki wodami przesiąkowymi ze zbiornika powyżej budowli w Brzegu Dolnym. W okresie 1972–1989 zasilanie to wynosiło średnio w roku  $1,29 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , a w okresie 1995–2005 –  $1,03 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , przy średnich rocznych rzędnych piętrzenia wody na jazie odpowiednio 107,34 i 107,29 m n.p.m. Zmniejszenie się zasilania zlewni można tłumaczyć niższymi opadami w drugim okresie badań oraz uszczelnieniem się czaszy zbiornika zaporowego powodującym ograniczenie ilości wody filtrującej na teren przyległy [Olszewska 1998, Olszewska i in. 2004].

## PODSUMOWANIE

Badania potwierdziły, że na przepływ wody w ciekach małych zlewni nizinnych położonych w dolinach większych rzek mają wpływ stany wody w tych rzekach.

W górnej części zlewni cieku Jeziorka, przyległej do spiętrzonej Odry, średni roczny odpływ jednostkowy w okresie 1972–1989 wynosił  $4,79 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , a w okresie 1995–2005 –  $2,99 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ . W dolnej części zlewni, przyległej do odcinka niespiętrzonego, na którym stany wody kształtują się przeważnie poniżej stanów wody w Jeziorce, średni roczny odpływ jednostkowy był mniejszy i wynosił  $3,75 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  w pierwszym okresie, a  $1,61 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  – w drugim.

Zasilanie cieku powyżej piętrzenia wynosiło średnio w roku  $1,29 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  w okresie 1972–1989 i  $1,03 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  w okresie 1995–2005. Poniżej piętrzenia drenujące działanie

Odry wyraziło się zmniejszeniem odpływów jednostkowych w tych okresach średnio o  $0,66$  i  $1,07 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ .

## PIŚMIENNICTWO

- Byczkowski A., 1996. Hydrologia. T. 1 i 2. Wyd. SGGW Warszawa.
- Ciepielowski A., 1999. Podstawy gospodarowania wodą. Wyd. SGGW Warszawa.
- Mioduszeński W., 1994. Ochrona i kształtowanie zasobów wodnych w małych rolniczych zlewniach rzecznych. Mater. Inf. 25, Wyd. IMUZ Falenty.
- Olszewska B., 1998. Wpływ budowli piętrzącej na warunki wodne oraz wybrane elementy środowiska przyrodniczego w dolinie na przykładzie Odry w rejonie Brzegu Dolnego. Zesz. Nauk. AR Wroc., Inż. Środ. 10, 107–132.
- Olszewska B., Pływaczyk L., 2005. Wpływ spiętrzenia wody w Odrze stopniem wodnym w Brzegu Dolnym na przepływy w cieku Jeziorka. Roczn. AR Pozn., Melior. Inż. Środ. 26, 305–312.
- Olszewska B., Pływaczyk L., Głuchowska B., 2004. Wpływ projektowanego stopnia Malczyce na zasoby wodne w zlewni cieku Jeziorka. X Międzynar. Konf. Nauk.-Tech. „Problemy Ochrony Zasobów Wodnych w Dorzeczu Odry”, Jugowice 16–19.05.2004. Wyd. RZGW Wrocław, 395–406.
- Pływaczyk L., 1988. Oddziaływanie Odry na stosunki wodno-melioracyjne doliny w rejonie Brzeg Dolny–Malczyce. Zesz. Nauk. AR Wroc., Rozprawy 68.
- Pływaczyk L., 1997. Oddziaływanie spiętrzenia rzeki na dolinę na przykładzie Brzegu Dolnego. Wyd. AR we Wrocławiu.

## EFFECT OF RIVER DAMMING ON WATER DISCHARGE IN SMALL STREAM IN RIVER VALLEY

**Abstract.** In the years 1972–1989 and 1995–2005, water levels were recorded daily and water discharges were measured twice a month in a small stream running in the Odra river valley parallel to the river channel. The observations and measurements were made in three gauging sections: an outfall on the stream stretch fed from the river channel upstream of the damming weir, an outfall on the stretch drained by the river downstream of the weir, and a gauging section on a neighbouring stream not affected by the river channel. The study determined the mean annual and semi-annual (summer and winter) discharges and specific discharges. The results confirmed that the water levels in the river have a considerable influence on the discharge in the stream flowing through its valley.

**Key words:** river valley, damming, alimentation, drainage, discharge

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 11.05.2007*