

EKSPLOATACJA URZĄDZEŃ WODNYCH A ZASOBY WODNE ZLEWNI NIZINNEJ

Sadżide Murat-Błażejewska, Janina Zbierska, Agnieszka Ławniczak, Jolanta Kanclerz, Jerzy Kupiec, Mariusz Sojka
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Streszczenie. W pracy przedstawiono zmienność przepływów rzeki Samicy Stęszewskiej w profilu Stęszew (o powierzchni zlewni 109 km²) w latach hydrologicznych 2001–2007. Rozkład odpływów w analizowanym profilu był zależny od eksploatacji jazu piętrzącego wody Jeziora Niepruszewskiego. Badania wykazały, że w podobnych latach pod względem opadów atmosferycznych (2001 i 2007) współczynnik nieregularności przepływów rzeki w profilu Stęszew był 10-krotnie niższy w 2001 roku (piętrzenie) niż w 2007 roku (brak piętrzenia jeziora). Również współczynniki przepływów miesięcznych w 2001 roku były dużo niższe (od 0,59 do 1,55) niż w 2007 roku, w którym współczynniki te wahały się od 0,27 do 3,72. Piętrzenie wody w Jeziorze Niepruszewskim za pomocą jazu w 2001 roku zwiększało prawie dwukrotnie retencję czynną jeziora.

Słowa kluczowe: jaz piętrzący, zasoby wodne, retencja czynna

WSTĘP

Zwiększenie i ochrona zasobów wodnych jest warunkiem niezbędnym dla tworzenia warunków zrównoważonego rozwoju w małych zlewniach nizinnych. Urządzenia wodne i jeziora usytuowane wzdłuż biegu rzeki w znaczący sposób wpływają na wielkość i rozkład odpływu rzeczny. Szczegółowe rozpoznanie procesów kształtujących obieg wody w małych zlewniach nizinnych pozwoli na racjonalne gospodarowanie zasobami wodnymi w tych zlewniach.

W pracy przeanalizowano wyniki badań hydrologicznych wykonanych w latach 2001–2007 w zlewni rzeki Samicy Stęszewskiej w ramach projektów: 6 PO4G 073 18 „Obieg biogenów w agroekosystemach Wielkopolski w aspekcie ochrony jakości wód na przykładzie zlewni Samicy Stęszewskiej” i 2 P06S 026 28 „Ocena skuteczności kontrolowania obiegu biogenów w agroekosystemach i wdrażania dyrektywy azotanowej

na obszarze demonstracyjnym zlewni rzeki Samicy Stęszewskiej". Wstępne wyniki badań zasobów wodnych w zlewni w latach 2001–2002 przedstawiono w pracach: Zbierskiej i Murat-Błażejewskiej [2002], Zbierskiej i innych [2002] oraz Murat-Błażejewskiej i Zbierskiej [2003].

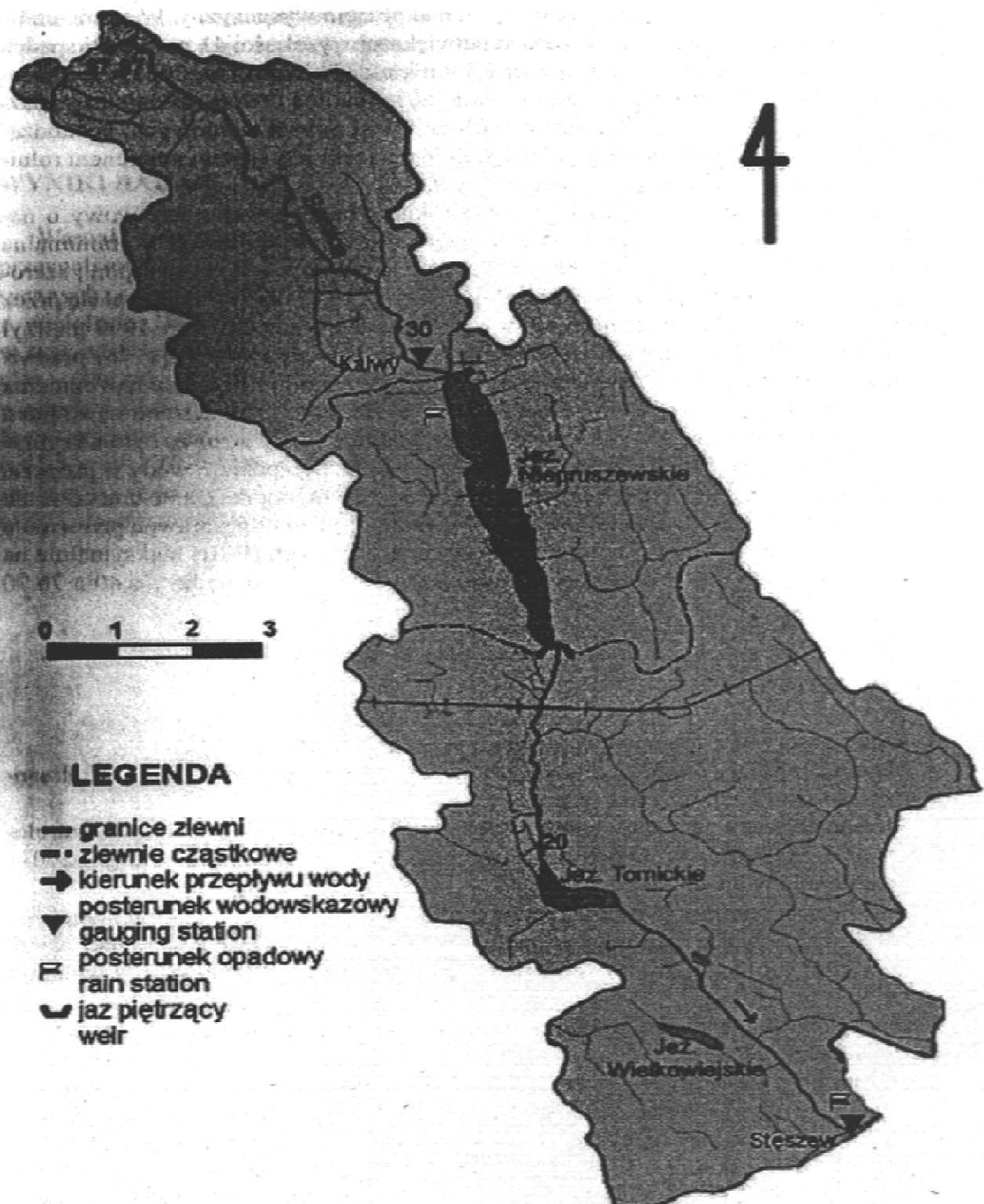
Celem niniejszej pracy jest określenie wpływu zmienionych warunków eksploatacji urządzeń wodnych na wielkość i rozkład zasobów wodnych Samicy Stęszewskiej.

CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

Zlewnia rzeki Samicy Stęszewskiej położona jest na Nizinie Wielkopolskiej, w regionie Wysoczyzny Poznańskiej i stanowi fragment Pojezierza Poznańskiego [Kondracki 2000]. Źródła rzeki znajdują się na południowy wschód od wsi Ceradz Kościelny (gmina Duszniki). Rzeka płynie przez teren użytkowany rolniczo i przepływa przez Jezioro Niepruszewskie (pow. 242,3 ha – Karta... [1961]), którego wody do września 2002 roku były piętrzone jazem na wylocie z jeziora. Poniżej jazu na odcinku 450 m rzeka jest uregulowana, a dalej płynie przez tereny leśne, tworząc liczne zakola i naturalne progi wodne. Spadek dna rzeki na tym odcinku wynosi około 3‰, miejscami do 7‰. Następnie rzeka przepływa przez Jezioro Tomickie (pow. 36 ha – Choiński [2006]), przez Stęszew i kolejne jeziora dopływa do Kanału Mosińskiego. Badaniem objęto górną część zlewni do profilu Stęszew, zlokalizowanego przy moście drogowym na trasie Poznań – Wrocław.

Samica Stęszewska jest lewobrzeźnym dopływem Kanału Mosińskiego (lewobrzeżnego dopływu Warty), uchodzącym do niego w 6 km, około 3 km powyżej miejscowości Mosina. Samica Stęszewska jest ciekim IV rzędu, długości 37,8 km i całkowitej powierzchni 168,05 km². Należy zaznaczyć, że jest to wartość pola powierzchni mniejsza o 14,7 km² od podanej w starym podziale hydrograficznym (z 1983 roku). Pole powierzchni górnej części zlewni do profilu Kalwy obejmuje 25 km², a do profilu Stęszew – 109 km². Długość rzeki od źródła do tych profili wynosi odpowiednio 8,7 i 25,8 km (rys. 1). Zgodnie z systemem kodowania jednostek hydrograficznych, który zachowuje hierarchiczny układ zlewni w granicach dorzecza i spełnia wymogi systemu informacyjnego gospodarki wodnej według Ramowej Dyrektywy Wodnej UE, zlewnia Samicy Stęszewskiej otrzymała kod 185696 [Atlas... 2005].

Wskaźnik jeziorności analizowanej zlewni wynosi 2,8%, a procentowy udział długości odcinków jeziornych rzeki jest duży (około 21%), co skłania do twierdzenia, że sieć wodną Samicy Stęszewskiej można nazwać systemem jeziorno-rzeczny. Zlewnia rzeki charakteryzuje się silnie zróżnicowaną rzeźbą terenu, na którą składa się kompleks form erozyjno-akumulacyjnych [Marcinek 2001]. W północnej i w środkowej części zlewni występuje wysoczyzna morenowa, o spadkach nieprzekraczających 4%, zalegająca na 80–90 m n.p.m., zbudowana z glin zwałowych i z piasków naglinowych, lekkich i średnich. Południową jej część pokrywa fragment tzw. Basenu Śremsko-Mosińskiego z krajobrazami denno- i terasowodolinowymi typu pradolinowego, zbudowanymi z utworów aluwialnych (mad i piasków rzecznych). Zachodnią część zlewni przecina południkowo fragment Rynny Niepruszewsko-Strykowskiej, szerokości 600–800 m, z łagodnymi stokami o spadkach 4–10%. Od wsi Skrzyńki w kierunku Stęszewa przebiega Bukowsko-Mosiński ciąg rynnowo-ozowy. W okolicach Tomick przybiera on postać wału o wyrów-



Rys. 1. Zlewnia rzeki Samicy Stęszewskiej
Fig. 1. Catchment of Samica Stęszewska River

nanej linii grzbietowej, wznoszącej się do 12 m nad poziom wysoczyzny. W strefie ozów maksymalne spadki wynoszą od 60–70%, o największej wysokości 41 m. Średni spadek zlewni wynosi 6%, a gęstość sieci rzecznej $1,3 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$ [Zbierska i in. 2002].

Zlewnię rzeki w przeważającej części (około 60%) budują utwory średnio przepuszczalne, stanowiące dość trudną barierę w infiltracji wód powierzchniowych, pochodzących z opadu lub topnienia pokrywy śnieżnej. Zlewnia rzeki jest typowym terenem rolniczym. Grunty orne zajmują około 75,6%, a lasy 9,5%.

Poniżej Jeziora Niepruszewskiego w 1976 roku wybudowano jaz zasuwowy o następujących parametrach: światło $3 \times 1,0 \text{ m}$, rzędna progu 76,00 m n.p.m., minimalna rzędna piętrzenia 76,50 m n.p.m., maksymalna rzędna piętrzenia 77,25 m n.p.m., szerokość węgorni – 0,40 m. Odpływ nienaruszalny równy $Q_n = 12 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ odbywał się przez węgornię umieszczoną na rzędnej 76,40 m n.p.m. Jaz ten w latach 1976–1990 piętrzył wody jeziora na potrzeby nawodnień rolniczych. Operat wodnoprawny [1976] przewidywał roczny pobór wody w okresie wegetacji w ilości $2,0 \text{ mln m}^3$ w celu nawodnienia około 1260 ha użytków rolnych. W latach dziewięćdziesiątych zaprzestano nawodnień rolniczych z uwagi na recesję w rolnictwie, ale piętrzenie wody w jeziorze było utrzymywane na potrzeby gospodarki rybackiej. W 2002 roku obniżono poziom wody w jeziorze, z powodu presji właścicieli działek przylegających do jeziora, poprzez stałe umocowanie zasuw jazu na poziomie 76,40 m n.p.m. Aktualne pozwolenie wodno-prawne przewiduje położenie zwierciadła wody w jeziorze w miesiącach zimowych (I–III) maksymalnie na poziomie 76,90 m n.p.m., w pozostałych miesiącach (IV–XII) pomiędzy 76,40 a 76,70 m n.p.m.

METODY BADAŃ

Badania i obserwacje terenowe w zlewni rzeki obejmowały:

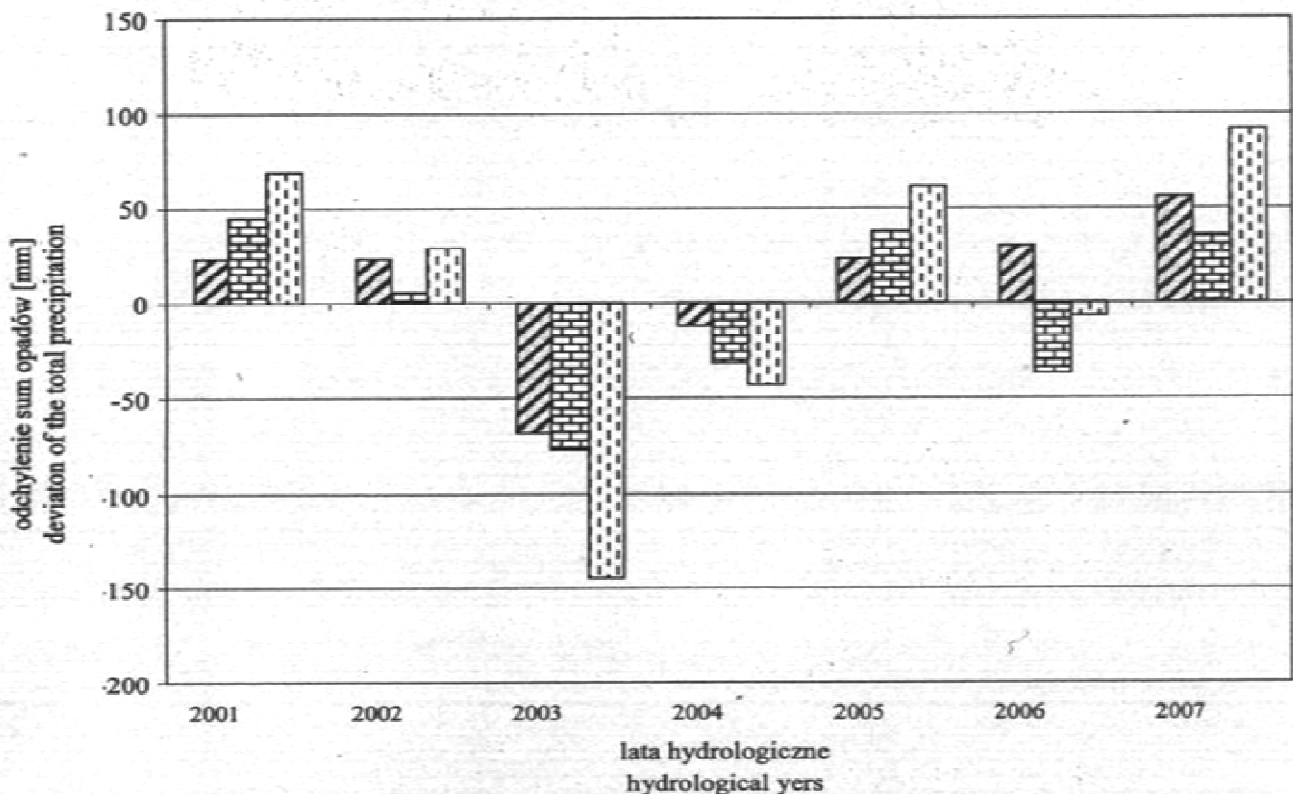
- codzienne pomiary opadów atmosferycznych (za pomocą deszczomierza Hellmanna) w miejscowości Niepruszewo,
- codzienną rejestrację stanów wody w Jeziorze Niepruszewskim w latach hydrologicznych 2001–2007 oraz w dwóch profilach rzeki (Kalwy i Stęszew) w latach 2001–2002, a następnie w latach 2005–2007,
- comiesięczne pomiary hydrometryczne (szerokość, głębokość, prędkość przepływu wody za pomocą młynka hydrometrycznego) w 6 profilach poprzecznych rzeki usytuowanych wzdłuż jej biegu, które pozwoliły obliczyć natężenie przepływów w tych profilach,
- szczegółową inwentaryzację budowli i urządzeń wodnych w zlewni, sporządzoną na podstawie wizji lokalnej.

W ramach prac kameralnych zweryfikowano przebieg działu wodnego, wyznaczającego badaną zlewnię według nowego Atlasu podziału hydrograficznego [2005]. Charakterystykę fizjograficzną zlewni wykonano na podstawie aktualnych map topograficznych i hydrograficznych w skali 1 : 50 000. Charakterystykę gleb opracowano na podstawie mapy gleb Pojezierza Poznańskiego w skali 1 : 500 000 [Marcinek 2001]. Dla oszacowania pojemności czynnej (V_{zb}) Jeziora Niepruszewskiego wykorzystano kartę morfometryczną jeziora wykonaną przez Instytut Rybactwa Śródlądowego [Karta... 1961]

i dane z operatu wodnoprawnego [Operat... 1976]. Na podstawie krzywej pojemności jeziora określono jego retencję czynną. Współczynniki przepływów miesięcznych (C_m) zostały obliczone jako stosunek średniego miesięcznego i średniego rocznego przepływu w danym roku badań.

WYNIKI BADAŃ

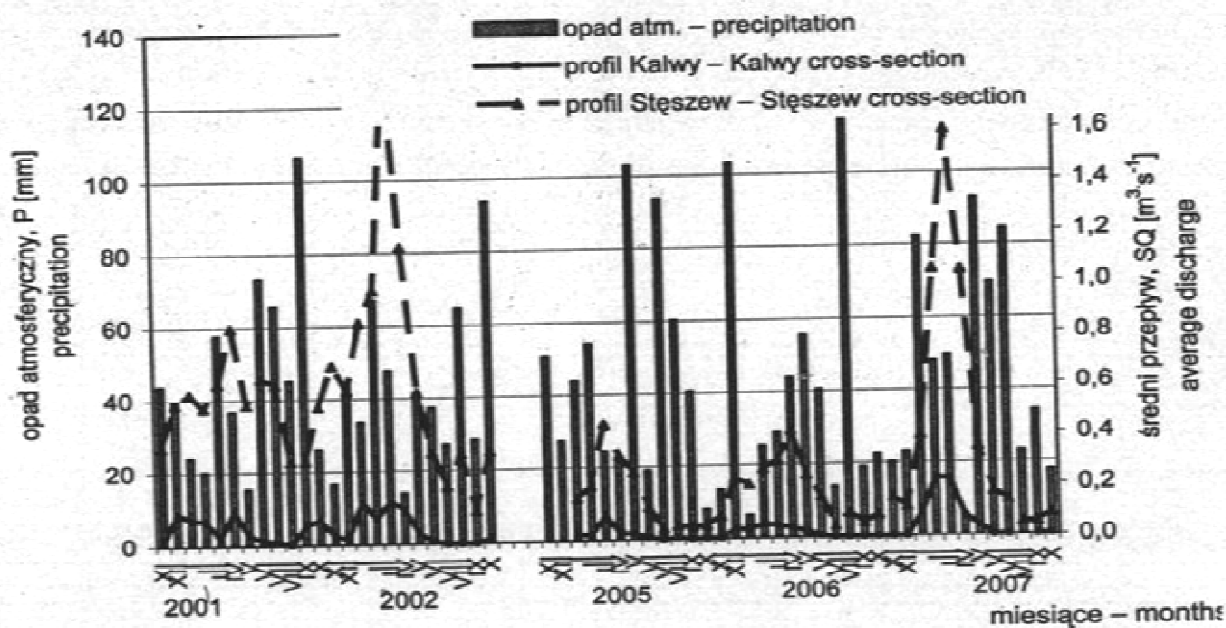
Warunki meteorologiczne w badanej zlewni w latach hydrologicznych 2001–2007 przeanalizowano na podstawie odchyień półrocznych oraz rocznych opadów atmosferycznych, pomierzonych na posterunku opadowym w Niepruszewie na tle pomiarów z wielolecia 1989–2007 (rys. 2). Średni roczny wskaźnik opadu nieskorygowanego w tym wieloleciu wyniósł 485 mm, w tym: w półroczu zimowym – 199 mm, a w letnim – 286 mm. W badanych latach hydrologicznych wystąpiły trzy lata wilgotne pod względem wielkości opadów atmosferycznych (2001, 2005 i 2007) [Kaczorowska 1964]. Sumy rocznych opadów były większe od średnich z wielolecia o 69 mm w 2001 roku, o 61,3 mm w 2005 roku i o 91,8 mm w 2007 roku, co stanowiło od 114 do 119% sumy średniego rocznego opadu z wielolecia. Lata hydrologiczne 2002, 2004 i 2006 były przeciętne, o sumie opadów zbliżonej do średniej z wielolecia.



Rys. 2. Odchylenie półrocznych i rocznych sum opadów atmosferycznych od średnich z wielolecia 1988–2007

Fig. 2. Deviation of the annual and the half-year total of precipitation from the multi-years 1988–2007 mean values

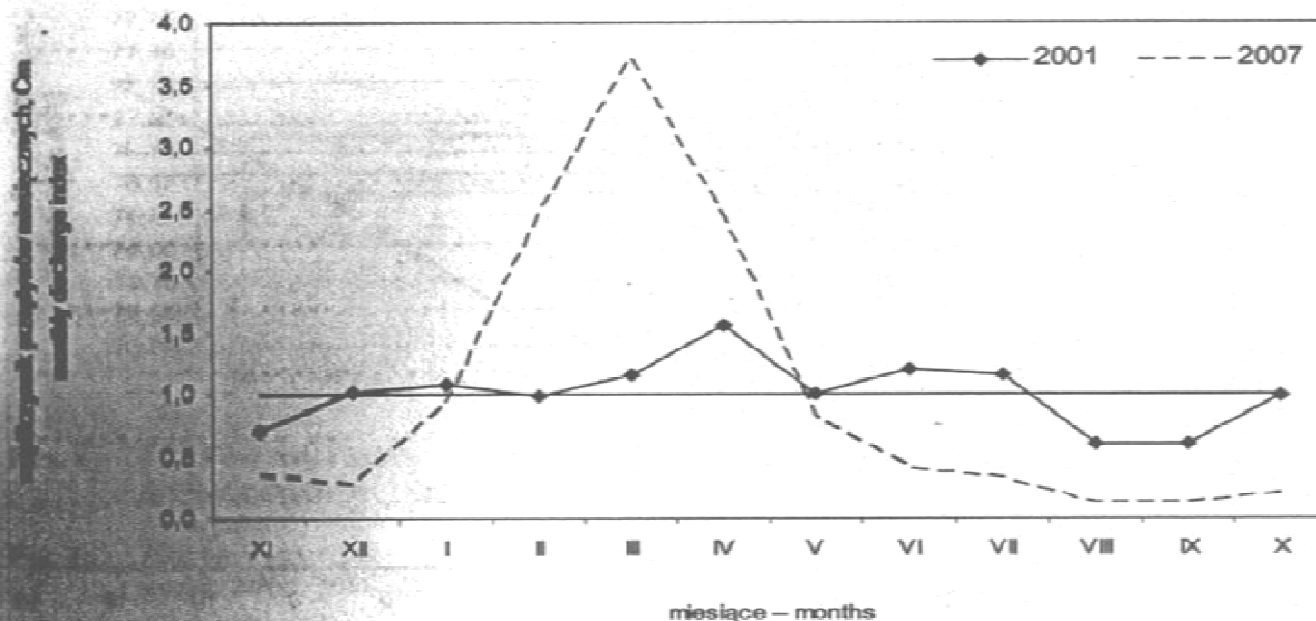
W okresie badań wartości przepływów charakterystycznych w obu profilach – Kalwy i Stęszew, były zróżnicowane. Średni roczny przepływ rzeki w profilu Kalwy w latach hydrologicznych 2001–2002 wyniósł $0,059 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Największe przepływy notowano w okresie roztopów wiosennych w marcu i kwietniu ($WQ = 0,166 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), a w okresie letnim (w lipcu i sierpniu) nie notowano przepływów wody, obserwowano tylko zastoiska wody (rys. 3). Zaniechanie konserwacji koryta rzeki i urządzeń wodnych spowodowało, że wartości przepływów w latach 2005–2007, pomimo podobnych warunków meteorologicznych, były dwukrotnie mniejsze ($SQ = 0,033 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) niż w latach 2001–2002.



Rys. 3. Średnie miesięczne przepływy rzeki Samica Stęszewska w profilach Kalwy i Stęszew na tle opadów atmosferycznych w badanych latach hydrologicznych
 Fig. 3. Average monthly discharge of Samica Stęszewska River in Kalwy and Stęszew cross-section in aspect of hydrological annual precipitation

W profilu Stęszew, położonym 17,1 km poniżej profilu Kalwy, w latach 2001–2002 notowano 10-krotnie wyższe przepływy niż w Kalwach. Średnioroczny przepływ w tym okresie wyniósł $SQ = 0,616 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Najniższy przepływ w profilu Stęszew wyniósł $NQ = 0,124 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ w miesiącu wrześniu 2002 roku, a najwyższy $WQ = 1,89 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ w marcu również 2002 roku. W latach 2005–2007 średni przepływ wody był aż 2,5-krotnie niższy niż w latach wcześniejszych i wyniósł $SQ = 0,269 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a przepływy chwilowe wahały się od $0,023$ do $1,87 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ w 2007 roku, prawdopodobnie na skutek zmniejszenia retencji czynnej Jeziora Niepruszewskiego.

Porównując rozkład odpływu ze zlewni w latach hydrologicznych 2001 i 2007 o podobnych sumach opadów atmosferycznych (odpowiednio 546 i 577 mm), można stwierdzić, że współczynnik nieregularności przepływów rzeki w profilu Stęszew był 10-krotnie niższy w 2001 roku (podczas piętrzenia jeziora) niż w 2007 roku (brak piętrzenia jeziora) – rysunek 4. Również współczynniki przepływów miesięcznych w 2001 roku były dużo niższe (od 0,59 do 1,55) niż w 2007 roku, w którym współczynniki te wahały się od 0,27 do 3,72.



Rys. 4. Współczynniki przepływów miesięcznych Samicy Stęszewskiej w latach hydrologicznych 2001 i 2007

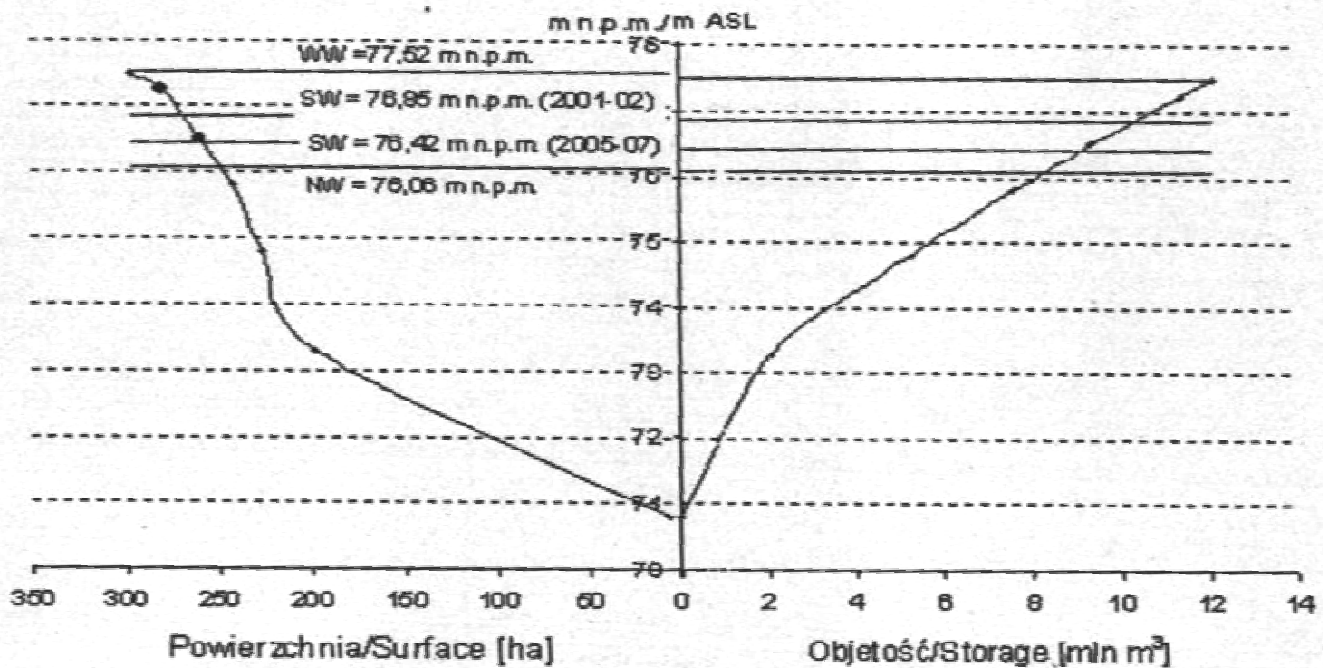
Fig. 4. Indexes of monthly discharge of Samica Stęszewska River in the hydrological years 2001 and 2007

Obniżenie stanów wody jeziora średnio o 45 cm w wyniku zaniechania podpiętrzenia jego wód w 2002 roku spowodowało zmniejszenie retencji czynnej jeziora. Średnia roczna retencja czynna Jeziora Niepruszewskiego, obliczona na podstawie krzywej pojemności i powierzchni (rys. 5), w okresie piętrzenia wynosiła około 2,6 mln m³, a w następnych latach (bez piętrzenia) wyniosła średnio tylko 1,3 mln m³ (tab. 1). Największą wartość retencji czynnej zanotowano w 2002 roku, kiedy wiosną wystąpiło największe spiętrzenie wody (77,52 m n.p.m.), a jesienią spadek do poziomu 76,37 m n.p.m. Powierzchnia Jeziora Niepruszewskiego przed piętrzeniem wody w zbiorniku wynosiła 242 ha przy objętości wody 7578,3 tys. m³. Średnia głębokość jeziora wynosiła wówczas 3,1 m, a maksymalna 5,2 m [Karta... 1961]. W okresie piętrzenia wody (1976–2002) przy minimalnej rzędnej piętrzenia 76,50 m n.p.m. powierzchnia jeziora wynosiła 260 ha, a przy maksymalnej 77,25 m n.p.m. – 281 ha [Operat... 1976]. W latach 2005–2007 powierzchnia jeziora wróciła do stanu sprzed piętrzenia i wynosi obecnie 244 ha.

W latach 2001–2002 średnia roczna amplituda stanów wody wynosiła 94 cm i była dwukrotnie większa niż w latach 2003–2007, kiedy zaniechano piętrzenia wody w jeziorze. Średnie amplitudy stanów wody w półroczach zimowych i letnich 2001–2002 wynosiły odpowiednio 73 i 54 cm i były one prawie 2-krotnie większe od amplitud w okresie bez piętrzenia (rys. 6).

PODSUMOWANIE

W okresie badań warunki hydrologiczne zlewni były zróżnicowane. W latach 2001–2002 oraz 2005–2007 na obszarze zlewni Samicy Stęszewskiej wystąpiły trzy lata wil-



Rys. 5. Krzywe powierzchni i pojemności Jeziora Niepruszewskiego

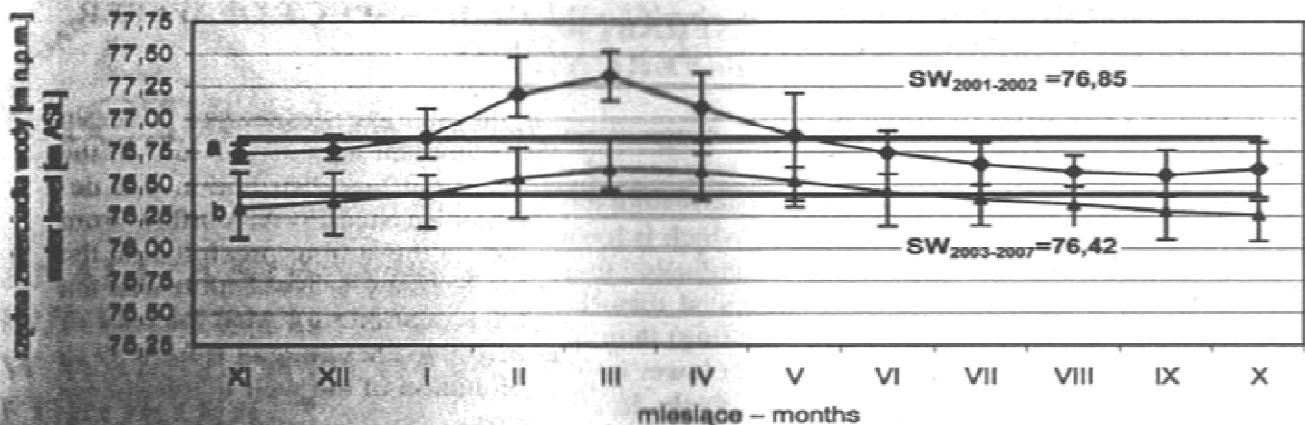
Fig. 5. Curves of surface and water storage of the Niepruszewskie Lake

Tabela 1. Roczna retencja czynna Jeziora Niepruszewskiego w latach hydrologicznych 2001–2007

Table 1. Annual active retention of the Niepruszewskie Lake in the hydrological years 2001–2007

Lata hydrologiczne	Rzędna średnich rocznych stanów wody	Amplituda wahań stanów wody	Retencja czynna jeziora
Hydrological years	Ordinate of average yearly water level	Amplitude of water level variation	Active retention of the lake
	m n.p.m. m ASL	cm	mln m ³
2001	76,92	72	1,97
2002	76,75	115	3,20
2003	76,36	55	1,41
2004	76,35	46	1,16
2005	76,47	43	1,10
2006	76,44	40	1,06
2007	76,50	59	1,62

gotne i dwa przeciętne pod względem opadów atmosferycznych. Średnie roczne przepływy w profilu Kalwy były 2-krotnie, a w Stęszewie 2,5-krotnie mniejsze w okresie 2005–2007 niż w okresie 2001–2002, kiedy to Jezioro Niepruszewskie było podpiętrzone i średnia amplituda stanów wody wynosiła 94 cm. Eksploatacja jazu piętrzącego wody Jeziora Niepruszewskiego zwiększała dwukrotnie retencję czynną w jeziorze. Przy podobnych warunkach meteorologicznych współczynnik nieregularności przepływów rzeki w profilu Stęszew był 10-krotnie niższy w 2001 roku (piętrzenie jeziora) niż w 2007 roku (brak piętrzenia). Średnie przepływy w miesiącach letnich w latach 2005–2007 były



Rys. 6. Przebieg miesięcznych stanów wody w Jeziorze Niepruszewskim w wieloletnich hydrologicznych: a – 2001–2002, b – 2003–2007; SW – średni poziom zwierciadła wody (m n.p.m.)

Fig. 6. Fluctuations of the monthly water level in the Niepruszewskie Lake in the hydrological years: 2001–2002 (a) and 2003–2007 (b); SW – average water level (m ASL)

niższe od średniego niskiego przepływu z wielolecia 2001–2007 ($SNQ = 0,073 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) i wynosiły od $0,040$ do $0,058 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Podsumowując, należy stwierdzić, że obniżenie poziomu piętrzenia wody w Jeziorze Niepruszewskim wpłynęło niekorzystnie na rozkład i wielkość przepływów wody w rzece poniżej jeziora oraz zasoby wodne w zlewni.

PIŚMIENICTWO

Atlas podziału hydrograficznego, 2005. Red. H. Czarnecka. IMGW, Warszawa.

Choiński A., 2006. Katalog jezior polskich. Wydaw. Naukowe UAM, Poznań.

Karta morfometryczna i plan batymetryczny Jeziora Niepruszewskiego, 1961. Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn.

Kaczorowska Z., 1964. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. Tendencje, okresowość oraz prawdopodobieństwo występowania niedoboru i nadmiaru opadu. Pr. Geogr. IG PAN 33, 12–127.

Kondracki J., 2000. Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Marcinek J., 2001. Mapa gleb Pojezierza Poznańskiego. Skala 1 : 500 000. Katedra Gleboznawstwa i Rekultywacji, Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań.

Murat-Błażejewska S., Zbierska J., 2003. Bilans wodny zlewni rzeki Samicy Stęszewskiej. Prace Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Leś. PTPN 95, 147–154.

Operat do dochodzeń wodnoprawnych „Piętrzenie Jeziora Niepruszewskiego i pobór wody do nawodnień”, 1976. WZIRRO, Nowy Tomyśl.

Zbierska J., Murat-Błażejewska S., 2002. Zasoby wodne małej zlewni nizinnej na przykładzie Samicy Stęszewskiej. Rocz. AR w Poznaniu 342, Mel. i Inż. Środ. 23, 361–368.

Zbierska J., Murat-Błażejewska S., Szoszkiewicz K., Ławniczak A., 2002. Bilans biogenów w agroekosystemach Wielkopolski w aspekcie ochrony jakości wód na przykładzie zlewni rzeki Samicy Stęszewskiej. Wydaw. AR, Poznań.

EXPLOITATION OF WATER INFRASTRUCTURE IN ASPECT OF WATER RESOURCES OF LOWLAND RIVER CATCHMENT

Abstract. The paper presents discharge variability of the Samica Stęszewska River in Stęszew cross-section. The study was carried out in the catchment area of 109 km² in the hydrological years 2001–2007. The results have shown that outflow distribution was dependent on the weir exploitation, which is located on the Samica Stęszewska outflow from Niepruszewskie Lake. Our study indicated that in the years of the similar precipitation the complementary index of hydrological disturbances in the Stęszew cross-section was ten times lower in 2001 (during damming) than in 2007 (without damming). Also, indexes of the monthly discharges were much lower in 2001 than in 2007. They ranged from 0.59 to 1.55 and from 0.27 to 3.72, respectively. In 2001 the exploitation of the weir increased active retention in the Niepruszewskie Lake almost two times.

Key words: weir, water resources, active retention

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 15.06.2008