



UWARUNKOWANIA OBIEGU I RETENCJONOWANIA WODY W REZERWACIE PRZYRODY „STAWY RASZYŃSKIE”

Beata BEM, Edmund KACA

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Studiów Regionalnych Rozwoju Obszarów Wiejskich

Słowa kluczowe: stawy rybne, retencja, bilans wodny

Streszczenie

W pracy przedstawiono wybrane środowiskowe i techniczne uwarunkowania obiegu i retencjonowania wody w stawach rybnych, należących do Rezerwatu Przyrody „Stawy Raszyńskie”. Szczególnie istotną pozycję wśród uwarunkowań stanowi wielkość alimentacji wodnej lub drenażu obszaru przyległego do stawu. Wielkość tę można określić na podstawie równania bilansu wodnego. Przykładowy bilans przedstawiono w pracy dla Stawów: Parkowego Górnego i Dolnego.

Badania wykazały, że na wymianę wody między stawami a przyległym do nich terenem może mieć wpływ: stan wody w stawach, rowach odwadniających, doprowadzalnikach wody i na terenie przyległym. Przypuszcza się, że w latach mokrych stawy przyjmowały wodę z terenów przyległych, zaś w latach suchych woda podziemna z terenu przyległego była drenowana przez stawy. Dlatego składnik S bilansu wodnego (alimentacja lub drenaż obiektów przyległych do stawu) często przyjmuje wartości znacznie różne od zera. Może to być również spowodowane błędami oszacowania pozostałych składników bilansu.

Stwierdzono, że natężenie przepływu wody w dolnym biegu Cieku Wschodnim spod Laszczek jest prawie dwa razy mniejsze niż w Cieku Zachodnim spod Laszczek.

WSTĘP

Stawy rybne – jako małe zbiorniki wodne – oprócz znaczenia gospodarczego, stanowią podstawowy element małej retencji. Tworzą również cenne przyrodniczo

enklawy wodne, poprawiają bilans wodny zlewni, zwiększają wilgotność powietrza oraz – w wyniku procesów samooczyszczania – częściowo unieszkodliwiają niesione w wodach powierzchniowych zanieczyszczenia obszarowe, w tym eutrofizujące związki azotu i fosforu. Stopień realizacji tych funkcji jest uwarunkowany między innymi zasobnością źródeł wody do zaopatrzenia stawów, jakością wody w tych źródłach, przebiegiem lokalnych warunków meteorologicznych, układem systemu wodnego stawów rybnych, obecnością i charakterystyką regulacyjnych budowli wodno-stawowych oraz obiektów transportu wody. Uwarunkowania te są celem licznych badań naukowych, w tym także prowadzonych w IMUZ w kompleksie Stawów Raszyńskich. Ich wyniki będą stanowiły podstawę operacyjnych modeli matematycznych uwarunkowań gospodarki wodno-stawowej, a ściślej – modeli opisujących wpływ wielu czynników na przebieg retencji wodnej stawów rybnych. Bazę tych modeli tworzą równania bilansu wodnego stawu oraz zależności opisujące natężenie przepływu wody na budowlach stawowych.

CEL, ZAKRES I METODY BADAŃ

Celem badań była charakterystyka uwarunkowań obiegu i retencjonowania wody w Rezerwacie Przyrody „Stawy Raszyńskie”. Obiektem badań są Stawy Raszyńskie, rezerwat ornitologiczny, a jednocześnie miejsce wysokoprodukcyjnej hodowli ryb, prowadzonej przez Zakład Doświadczalny IMUZ w Falentach. Stawy te leżą w środkowym biegu rzeki Raszynka (dopływ Utraty), w lewostronnej części jej zlewni, między Raszynem a Falentami Dużymi. Ogroblowana powierzchnia stawów wynosi 110 ha, w tym pod wodą znajduje się 94,16 ha. Pojemność retencyjną stawów ustalono w warunkach maksymalnego dopuszczalnego piętrzenia na 945 tys. m³. Roślinność lądowa na terenie kompleksu stawów jest typowa dla łąk bagiennych, stanowiących ostoję ptactwa wodnego i błotnego.

Stopień realizacji funkcji Stawów Raszyńskich zależy od dostępności zasobów wodnych, technicznych uwarunkowań ich rozrządu oraz od wodnej gospodarki stawowej. Rozrząd wody jest uwarunkowany wieloma czynnikami. Niektóre z nich przedstawiono i szerzej scharakteryzowano w niniejszej pracy.

Do opracowania wniosków naukowych wykorzystano: dokumentacje geodezyjne i projektowe oraz systematyczne obserwacje i pomiary, prowadzone od 1998 r. między innymi przez autorów tego opracowania. Do pomiarów wykorzystano niezbędne do realizacji planowanych badań urządzenia kontrolno-pomiarowe, w tym: łaty wodowskazowe, koryta Parshalla i przelewy pomiarowe. Podstawę charakterystyk meteorologicznych stanowiły terminowe pomiary na stacji meteorologicznej IMUZ w Falentach.

UWARUNKOWANIA GOSPODAROWANIA WODĄ W STAWACH RASZYŃSKICH

Zlewnia stawów, o powierzchni 12,92 km², jest zlewnią cząstkową i obejmuje grunty wsi: Raszyn, Puchały, Falenty, Falenty Duże, Nowe Falenty, Godebszczyzna, Laszczki, Janczewice, Lesznowola-Pole. Powierzchnia terenu jest prawie równinna, ma średnią wysokość 112 m n.p.m. Występują tu niewielkie spadki w kierunku północnym (1%) i północno-wschodnim, tj. w kierunku prostopadłym do Raszynki (3% spadki poprzeczne).

Zlewnia ta jest położona w granicach niecki środkowej Wisły, na terenie silnie zdenudowanej (wyrównanej) moreny dennej. Rozpoznanie hydrogeologiczne WALCZAKA [1993] wykazuje występowanie na omawianym terenie pierwszego poziomu wodonośnego (wykształconego lokalnie w formie kilku pojedynczych warstw wodonośnych) w czwartorzędowych piaskach i żwirach międzymorenowych. W zależności od lokalnych stosunków hydrogeologicznych oraz sztucznie tworzonych uwarunkowań hydrologicznych, w bezpośrednim sąsiedztwie stawów wytwarzają się nowe powiązania wody podziemnej z wodą powierzchniową [FIC, 1985]. W rejonie Stawów Raszyńskich układ zwierciadła pierwszego poziomu wód pozostaje w ścisłym związku z ukształtowaniem terenu. Działy lokalne wody powierzchniowej i podziemnej odpowiadają sobie. Woda gruntowa zalega na zmiennej głębokości (na ogół 1–3 m). Obecność i cykliczność osuszania stawów powoduje, że niski poziom wody gruntowej występuje zimą po spuszczeniu wody.

Elementami hydrografii zlewni są: stawy hodowlane, rzeka Raszynka, Ciek spod Laszczek Zachodni i Wschodni, liczne źródła i rowy melioracyjne. Raszynka jest ciekim mało zasobnym w wodę i o niewielkim spadku. Przed szosą Warszawa–Kraków jej dolina ma lewostronne, dość obszerne rozszerzenie, w którym znajdują się stawy rybne w Falentach. Pierwotnie cieki zasilające stawy od strony Laszczek, nazywano doprowadzalnikami A i B. Obecnie przypisano im nazwy własne, tj. Ciek Wschodni spod Laszczek i Ciek Zachodni spod Laszczek. Ciek Zachodni spod Laszczek, poczynając od wsi Laszczki (ul. Leszczynowa) do drogi prowadzącej od szosy Warszawa–Kraków, biegnie po zachodniej stronie lokalnej dolinki po terenie wyższym i oddaje część swego przepływu w pobliżu szosy Falenty Duże–Janki (ul. Falencka) do rowu bocznego A₁. W dalszym biegu Ciek Zachodni spod Laszczek przechodzi mniem betonowym pod drogą Falenty Duże–Janki, dostarczając wodę stawom. Ciek Wschodni spod Laszczek, prowadząc wodę z tych samych źródeł i przecinając drogę w Laszczkach w odległości ok. 100 m od Ciek Zachodniego spod Laszczek, przyjmuje z prawej strony 3 rowy. Pierwszy z nich – B₁, oprócz funkcji melioracyjnej, odbiera również niewielkie ilości wód źródłanych, drugi – B₂ – jest rowem osuszającym pola orne, a trzeci – B₃ – ujmuje lokalne źródło. Ciek Wschodni spod Laszczek w dalszym biegu, przechodząc wzdłuż wschodniej grobli Stawu Spiskiego, przyjmuje prawdopodobnie dość znaczne przesiąki (różnica poziomu zwierciadła wody w stawie i w cieku wynosi ponad 2 m), a po przejściu mni-

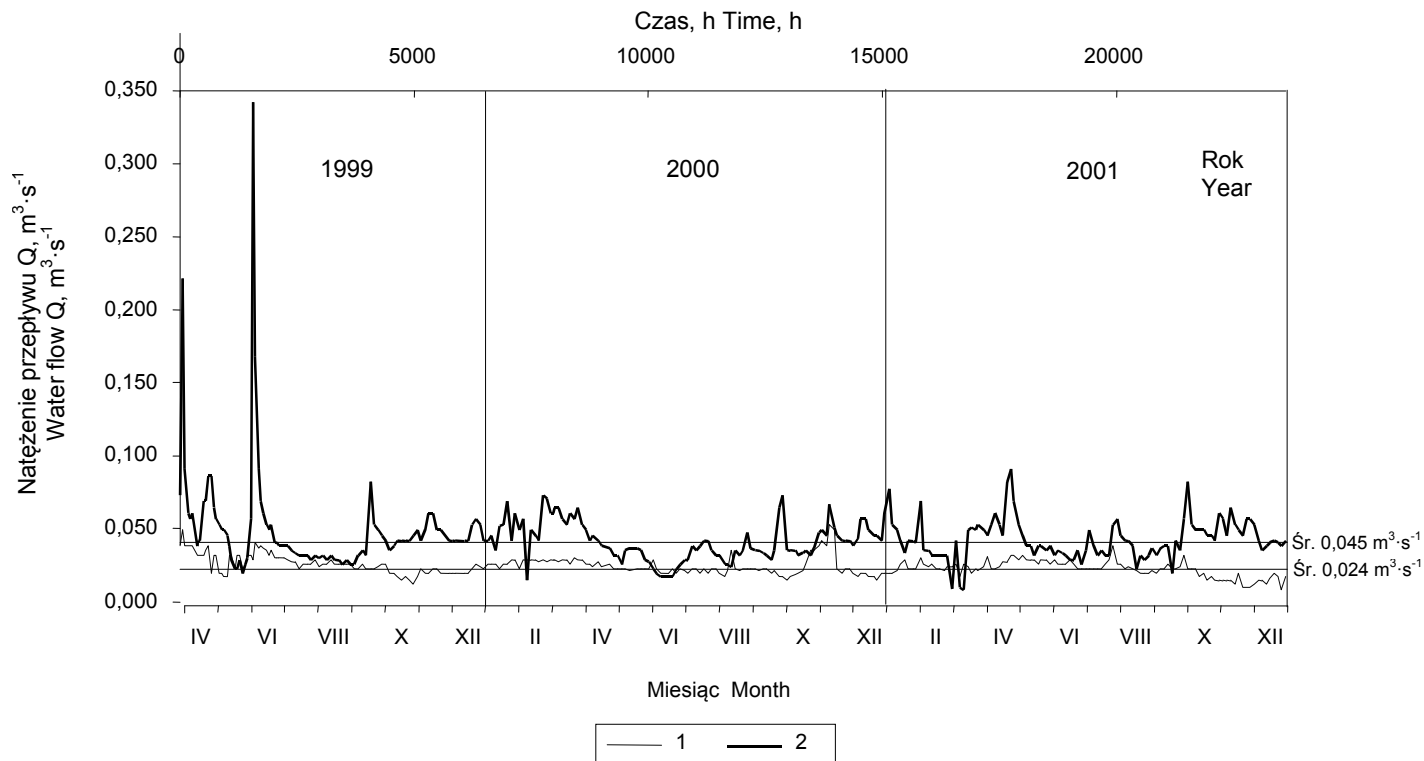
chem betonowym pod szosą Falenty Duże–Janki pełni funkcję doprowadzalnika do niżej położonych stawów [SMÓLSKA, TRZCIŃSKI, KAMIŃSKI, 1982]. Długość Cieków Zachodniego spod Laszczek wynosi 4,9 km, Wschodniego – 3,6 km, a rowów melioracyjnych: B₁ – 0,6 km, B₂ – 1 km, B₃ – 1,3 km. Głębokość doprowadzalnika A wynosi od około 0,70 do 2,60 m, a B od 0,60 do 2,10 m. Powierzchnia zlewni obu tych cieków wynosi 3,1 km². Doprowadzalniki odbierają odpływy z rowów melioracyjnych, fragmentarycznej kanalizacji deszczowej, a także spływ wody powierzchniowej z badanego obszaru. W wielu punktach doprowadzalniki są połączone z systemem stawów, zasilając je lub odbierając nadmiar wody.

Stawy Raszyńskie zasilane są w wodę z:

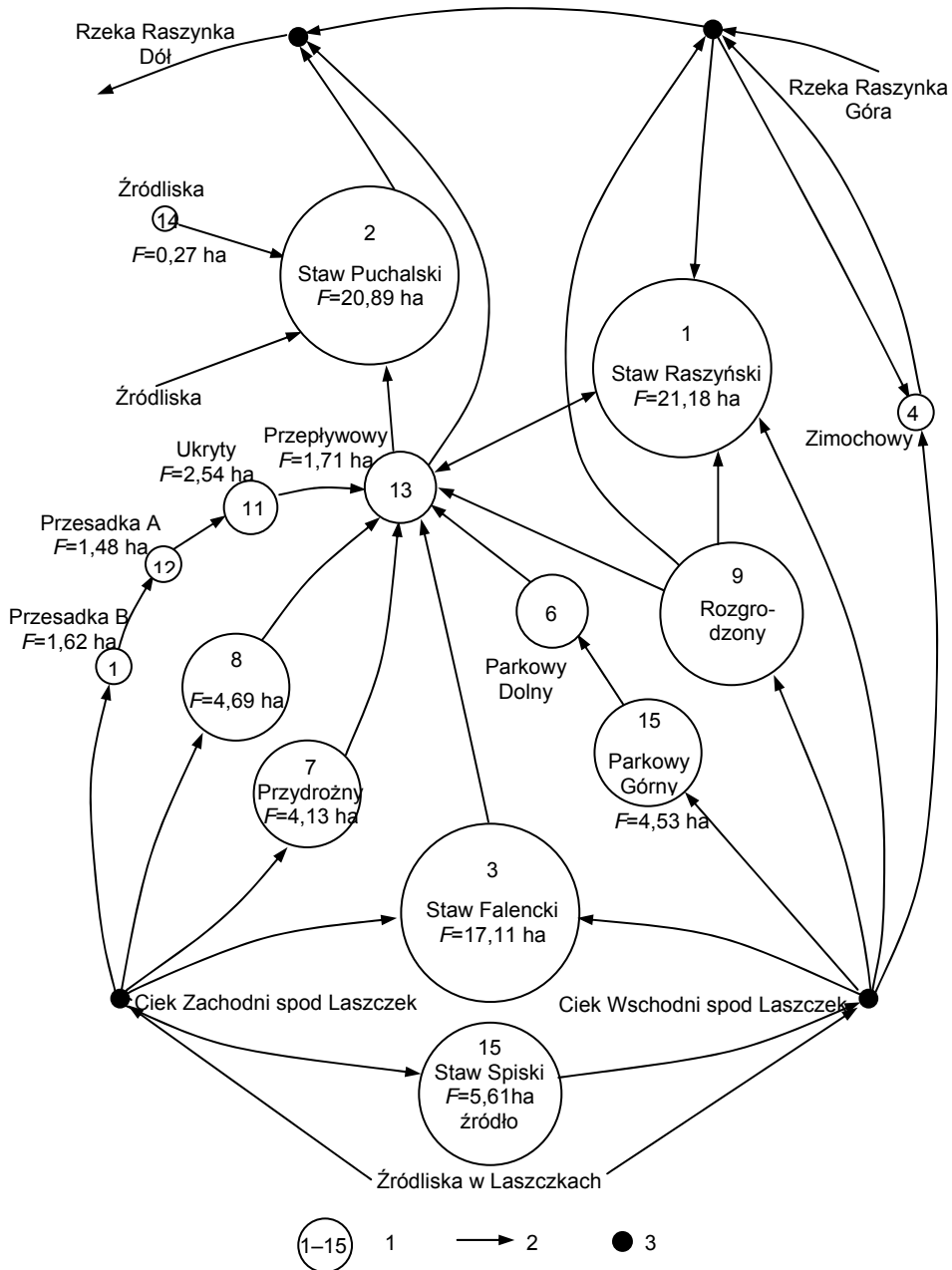
- 1) źródeł Laszczki, których wody dostają się do stawów Ciekami spod Laszczek Wschodnim i Zachodnim;
- 2) drobnych dopływów rowami odwadniającymi z terenów przyległych (odpływy drenarskie i spływy naturalne);
- 3) kilku naturalnych źródeł wybijających na terenie obiektów stawowych (np. w Stawie Spiskim i stawiku przy Stawie Puchalskim);
- 4) rzeki Raszynka przez stację pomp.

Najistotniejsze źródła zasilania w wodę to źródlika Laszczki oraz w okresach niedoboru wody Raszynka, jednak zasilanie z pozostałych źródeł, aczkolwiek trudne do zbilansowania, jest istotnym elementem w pokryciu potrzeb wodnych stawów. Istotnym naturalnym źródłem wody w stawach jest także woda podziemna. Dzięki obecności okien hydrogeologicznych następuje silny drenaż wody podziemnej z głębszych warstw wodonośnych do Cieków spod Laszczek Wschodniego i Zachodniego [FIC, 2000]. Stawy Raszyńskie są zasilane z cieków od Laszczek, mających łącznie średni przepływ około 70 dm³·s⁻¹ (rys. 1). Dodatkowo Staw Raszyński był zasilany z Raszynki za pomocą pompowni o wydajności około 30 dm³·s⁻¹, której czas pracy określono na 29 dni w 1999 r., 85 dni w 2000 r., zaś w 2001 r. pompa nie pracowała. Dodatkowe zasilanie Stawu Falenckiego z Cieków Wschodniego spod Laszczek określono na 35 dni w 1999 r., 42 dni w 2000 r. i 31 w 2001 r. Wydajność pompy wynosi około 39 dm³·s⁻¹.

Obieg wody w kompleksie stawów (rys. 2) jest sterowany, czemu służą liczne małe budowle hydrotechniczne: zastawki i mnichy. Napełnianie stawów kroczkowych i handlowych odbywa się zwykle od stycznia do marca, a opróżnianie w październiku. Stawy Parkowe: Górny i Dolny są napełniane dwa razy w roku. Z tą samą częstością spuszcza się z nich wodę. Według pozwolenia wodnoprawnego łączny pobór wody dla potrzeb stawów i do nawadniania użytków rolnych gospodarstwa ZDMUZ w Falentach wynosi średnio w roku 2 145 tys. m³. Łączny pobór wody ze źródeł w Laszczkach poprzez Ciek Zachodni określa się na 509,9 tys. m³·rok⁻¹, zaś z Cieków Wschodniego – na 291,2 tys. m³·rok⁻¹. W okresach letnich, w celu uzupełnienia niedoboru w stawach, pobiera się wodę z Raszynki w ilości 1 343,9 tys. m³·rok⁻¹. Woda pobierana przez pompownię stawową jest kierowana do Stawu Raszyńskiego.



Rys. 1. Natężenie przepływu wody w dolnym biegu Cieków spod Laszczek Wschodnim i Zachodnim w latach 1999–2001; 1 – Ciek Zachodni spod Laszczek, 2 – Ciek Wschodni spod Laszczek
 Fig. 1. Water discharge in the lower course of the Eastern and Western Stream from Laszczki in the years 1999–2001; 1 – the Western Stream from Laszczki, 2 – the Eastern Stream from Laszczki



Rys. 2. Rozrząd wody w systemie wodnym kompleksu „Stawy Raszyńskie”; 1 – stawy, 2 – strumienie wody, kierunek przepływu, 3 – źródło lub odbiornik wody; F – powierzchnia stawu

Fig. 2. Distribution of water in aquatic system of the complex „Raszyn Ponds”; 1 – ponds, 2 – water streams, flow direction, 3 – source or receiver of water, F – pond surface

WYMIANA WODY MIĘDZY STAWEM A TERENEM PRZYLEGLYM

Uwarunkowania kształtujące przebieg wodnej retencji stawowej można wyrazić w postaci sterowalnych i niesterowalnych, mierzalnych i niemierzalnych składników bilansu wodnego stawu. Składnikami tymi są: wartość parowania z lustra wody, wysokość opadu deszczu, intensywność dopływu i odpływu wody ze stawu, wynikająca z hydraulicznych charakterystyk budowli stawowych oraz intensywność drenującego lub alimentującego wpływu stawu na teren przyległy. Ostatni składnik przedstawia interakcje stawu z terenem przyległym i może istotnie kształtować przebieg retencji wodnej w stawie. Wymienione składniki tworzą równanie bilansu wodnego, które można wyrazić w postaci:

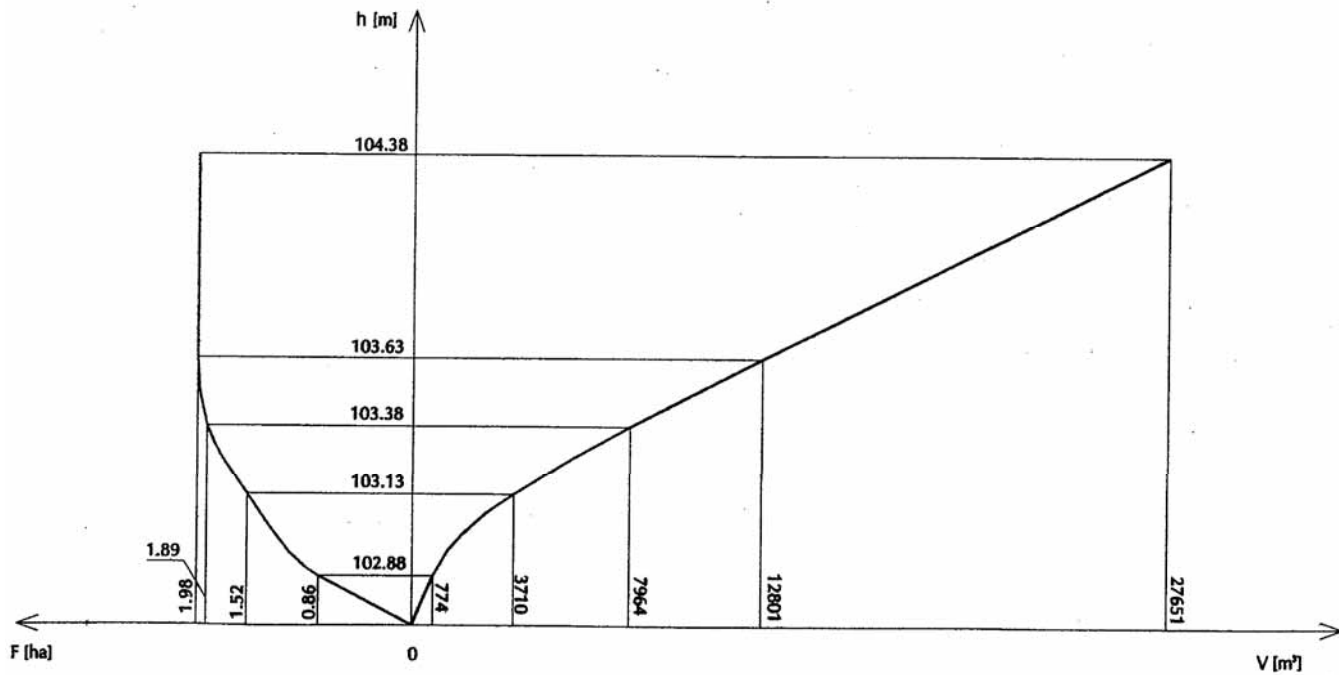
$$\Delta R = P + D - E - H - S \quad (1)$$

gdzie:

- ΔR – przyrost (+) lub ubytek (–) retencji wody w stawie, m³;
- P – opady atmosferyczne, m³;
- D – dopływ wody z doprowadzalnika, m³;
- E – parowanie wody ze stawów, m³;
- H – odpływ wody ze stawów do odprowadzalnika, m³;
- S – alimentacja (+) lub drenaż (–) obiektów przyległych do stawu, m³.

Pomierzone i obliczone wartości składników bilansu wodnego przykładowych dwóch stawów: Parkowego Górnego i Parkowego Dolnego, potraktowanych łącznie jako jeden staw zestawiono w tabeli 1. Intensywność dopływu i odpływu wody ze stawów określano na podstawie pomiarów prowadzonych na przelewach pomiarowych wg metodyki opisanej w pracy DĄBKOWSKIEGO i in. [1997]. Do określania zmiany retencji wody w stawach wykorzystywano krzywe pojemności każdego stawu (przykład na rys. 3), wykonane na podstawie planów sytuacyjno-wysokościowych stawów. Obliczenia ilości parowania prowadzono wg wzoru SZYMAŃSKIEGO, DRABIŃSKIEGO i SASIKA [1990], uwzględniając zmienną w czasie powierzchnię zwierciadła wody w stawach.

Wyniki przedstawione w tabeli 1. charakteryzują zmienność wartości składników miesięcznych bilansów wodnych dwóch charakterystycznych lat. W 2000 r. po bardzo suchej wiosnie (IV – 17 mm opadu, V – 51 mm, VI – 10 mm) nastąpiło mokre lato (VII – 118 mm). W 2001 r. wysokie opady wystąpiły w lipcu (151 mm), w pozostałych miesiącach opady kształtowały się w granicach od 32 do 73 mm. Suma opadów za okres od kwietnia do września wynosiła: 288 mm dla 2000 r. i 396 mm dla 2001 r. Parowanie z powierzchni stawów w rozpatrywanym okresie przyjmowało wartości od około 480 do 540 mm rocznie, zaś w poszczególnych miesiącach od około 40 do 120 mm.



Rys. 3. Krzywa powierzchni zalewu $F = \phi(h)$ i pojemności $V = f(h)$ Stawu Parkowego Dolnego [BEM, 2001]

Fig. 3. Curves of the flooded surface $F = \phi(h)$ and volume $V = f(h)$ of the Lower Park Pond [BEM, 2001]

Tabela 1. Składniki miesięcznych bilansów wodnych stawów Parkowego Górnego i Dolnego w Falentach, mm**Table 1.** Elements of the monthly water balances for the Lower and Upper Park Ponds, mm

Data Date	Miesiąc Month	Dopływ Inflow <i>D</i>	Opad Precipitation <i>P</i>	Odpływ Outflow <i>H</i>	Parowanie Evaporation <i>E</i>	Retencja Retention ΔR	Alimentacja (+) lub drenaż (-) ¹⁾ Alimentation (+) or drainage (-) ¹⁾
2000	kwiecień April	758	17,2	0	90	+724	-38
	maj May	410	50,6	18	112	+246	84
	czerwiec June	361	10,3	75	119	-132	309
	lipiec July	384	117,5	69	77	+144	211
	sierpień August	414	51,7	329	87	-50	99
	wrzesień September	198	41,2	152	57	-346	375
	Suma Sum		2 525	288,5	643	542	-
2001	kwiecień April	1 055	73,2	298	54	+1058	-281
	maj May	585	38,3	527	104	-85	77
	czerwiec June	426	31,5	429	83	+20	-74
	lipiec July	609	151,0	572	97	+114	-22
	sierpień August	512	34,3	508	97	-145	86
	wrzesień September	484	68,2	335	42	+59	117
	Suma Sum		3 671	396,5	2669	477	-

¹⁾ $S = D + P - H - E - \Delta R$

W okresie napełniania Stawów Parkowych w kwietniu 2000 r. i 2001 r. wystąpił największy dopływ wody do stawów, równy dopływowi wody dyspozycyjnej w doprowadzalniku B (2000 r. – 758 mm, 2001 r. – 1055 mm).

Szczególnie istotną pozycją w równaniu bilansu wodnego stawu jest wartość alimentacji wodnej lub drenażu przyległego do stawu obszaru. W bilansie wodnym nie jest to wielkość bezpośrednio mierzona. Można ją obliczyć na podstawie równania tego bilansu, wykorzystując znane wartości pozostałych jego składników. Tak obliczona wartość będzie obciążona błędami wartości tych składników. W przypadku Stawów Parkowego Dolnego i Parkowego Górnego wielkość ta charakteryzuje się dużymi wartościami i ich dużą zmiennością. Największe straty wody na przesiąki ze stawów wystąpiły w suchym roku 2000 (1040 mm). Była to wartość zbliżona lub 2 razy mniejsza od uzyskiwanych w badaniach BOYDA [1982] oraz, w zależności od rodzaju i wielkości badanego stawu 2 lub 3 razy mniejsza, od podawanych przez MURAT-BŁAŻEJEWSKĄ [1997]. W mokrym roku 2001 stawy miały raczej charakter drenujący, przyjmowały wodę z terenów przyległych (około 100 mm).

WNIOSKI

1. Natężenie przepływu wody w dolnym biegu Cieku od Laszczek Wschodnim jest prawie dwa razy mniejsze niż w Cieku od Laszczek Zachodnim. Ten drugi ciek prowadzi więcej wody ze względu na jego dodatkowe zasilanie wodą gruntową terenów przyległych, ze źródeł znajdujących się w dnie rowu oraz wodą przesiekającą ze Stawu Spiskiego.

2. Składnik S bilansu wodnego, obliczony na jego podstawie, przyjmuje często wartości znacznie różne od zera. Może to być spowodowane drenującym lub alimentującym wpływem stawów rybnych na teren przyległy, a także błędami oszacowania pozostałych składników bilansu.

3. Na intensywność drenażu lub alimentacji może mieć wpływ stan wody w stawach, rowach odwadniających, doprowadzalnikach wody i na terenie przyległym. Można przypuszczać, że w latach mokrych stawy drenują, zaś w latach suchych alimentują teren przyległy w wodę.

LITERATURA

- BEM B., 2001. Rola stawów rybnych w kształtowaniu retencji i jakości wód na przykładzie Stawów Raszyńskich. Warszawa: SGGW pr. magist. ss. 107.
- BOYD C. E., 1982. Hydrology of small experimental fish ponds at Auburn, Alabama. Trans. Am. Fish. Soc. 111 s. 638–644.

- DĄBKOWSKI SZ. L., JĘDRYKA E., KACA E., KOVALENKO P. I., CALYJ B. I., MICHAJLOV J. A., 1997. Urządzenia i budowle do pomiaru przepływu wody w systemach wodno-melioracyjnych. *Bibl. Wiad. IMUZ* 91 ss. 149.
- FIC M., 1985. Wybrane problemy współzależności wód podziemnych i wód powierzchniowych w dolinach zagospodarowanych stawami. *Gosp. Wod.* nr 3 s. 7–9.
- FIC M., 2000. Operat wodno-prawny na pobór wód z rzeki Raszynki oraz źródeł „Laszczki” dla potrzeb pokrycia potrzeb wodnych Stawów Raszynskich oraz nawadniania użytków zielonych. *Falenty: IMUZ* ss. 50.
- MURAT-BŁAŻEJEWSKA S., 1997. Przesięki w bilansie wodnym stawów rybnych. *Rocz. AR Pozn. Rozpr. Nauk.* 275 ss. 89.
- PAWLIK-DOBROWOLSKI J., BARSZCZEWSKI J., BEM B., HUFLEJT B., JURCZUK S., ŁEMPICKA A., ROSSA L., WASILEWSKI A., WOJDA R., 2002. Kształtowanie się elementów obiegu materii w kompleksach stawów o funkcji gospodarczej i ekologicznej. *Falenty: Wydaw. IMUZ w druku.*
- SMÓLSKA K., TRZCIŃSKI W., KAMIŃSKI W., 1982. Możliwości i celowość zakładania stawów rybnych w małych zlewniach na przykładzie stawów w Falentach. *Gosp. Wod.* nr 1/4 s. 16–22.
- SZYMAŃSKI J., DRABIŃSKI A., SASIK J., 1990. Parowanie ze stawu rybnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z.* 390 s. 61–68.
- WALCZAK H., 1993. Gmina Raszyn. Warunki geologiczno-gruntowe i wodne. Raszyn: Geowiert maszyn. ss. 50.

Beata BEM, Edmund KACA

THE DETERMINANTS OF WATER CYCLING AND RETENTION IN THE NATURE RESERVE “RASZYN PONDS”

Key words: fish ponds, retention, water balance

S u m m a r y

The paper presents some environmental and technical determinants of water cycling and retention in fish ponds within the nature reserve “Raszyn Ponds”. Water alimentation or drainage of the surrounding area are particularly important determinants. Their value can be estimated from equation of the water balance. Example of such a balance is presented in the paper. Exchange of water between the ponds and adjacent area was found to depend on water level in ponds, draining ditches, water collectors and on adjacent grounds. It was assumed that in wet years the ponds received water from adjacent grounds while in dry years ground water from the surrounding was drained by the ponds. That’s why the element S (alimentation or drainage of the adjacent grounds) of the water balance assumed values markedly different from zero.

It was found that water discharge in the lower course of the Eastern Stream from Laszczki is almost two times smaller than in the Western Stream from Laszczki.

Recenzenci:

prof. dr hab. Aleksandra Macioszczyk

prof. dr hab. Henryk Pawłat

Praca wpłynęła do Redakcji 1.10.2002 r.