INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND EKOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 4/2/2007, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 211–221
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Bernard Wiśniewski, Tomasz Wolski, Władysław Buchholz, Andrzej Kreft

BILANSE WÓD JEZIORA DĄBIE

THE WATER BALANCE OF LAKE DĄBIE

Streszczenie

Bilans wód jeziora Dąbie przeanalizowano trzema sposobami: jako bilans dobowy, bilans uśredniony za 10-lecie na podstawie przepływów rzeki Regalicy wyznaczonych przez Mikulskiego i Ostapską-Bojanowicz [1965] oraz bilans wód oparty o przepływy w ciekach dochodzących do jeziora Dąbie wyznaczonych z modelu ruchu ustalonego dolnej Odry [Buchholz 1991]. W badaniu bilansu wodnego jeziora Dąbie najistotniejszą okazała się metodyka zaadaptowana z modelu hydraulicznego Odry. Wyznaczony według tej metodyki udział Regalicy w ogólnym przychodzie wód jeziora wynosi 73,5 %, (6557,8 mln m^3), Orlego Przesmyku 23,9 % (2135,3 mln m^3), dopływu ze zlewni 2,3 % (205,5 mln m^3) oraz opadu 0,33% (29,3 mln m^3). Natomiast Iński Nurt stanowił 84% rozchodu (7503,2 mln m^3), Babina 15,63 % (1395,5 mln m^3), a parowanie 0,33% (29,9 mln m^3). Całkowity przychód w roku średnim z wielolecia to 8927,9 mln m^3 wody. Obliczono z wielolecia 1948-1990, że średniorocznie jezioro Dąbie wymienia swe wody 65 razy.
Słowa kluczowe: bilans wód, jezioro Dąbie, tempo wymiany wód

Summary

The balance of Dąbie Lake water has been analysed in three ways: as daily balance, averaged balance in a decade calculated on the basis of Regalica river flows determined by Mikulski and Ostapska-Bojanowicz (1965), and the water balance based on flows in water-courses reaching Dąbie lake, which has been determined using the model of lower Odra steady flow (Buchholz 1991). The method based on Odra river hydraulic model has turned out to be most important in the examination of Dąbie lake water balance. The share of Regalica river in the general inflow to the lake (calculated on the basis of this model) is 73,5%, (6557,8 millions m^3), Orli Przesmyk canal has 23,9% (2135,3 millions m^3), drainage area contribution is 2,3 % (205,5 millions m^3) and precipitation brings 0.33% (29.3 millions m^3). The outflow is shared by Iński Nurt canal (84%, 7503,2 millions m^3), Babina (15,63%, 1395,5 millions m^3) and evaporation – 0,33% (29,9 millions m^3).

Total inflow in the average year of multi-year period is 8927,9 millions m^3 of water. On the basis on 1948-1990 period it has been calculated that on average 65 water exchanges take place in the lake yearly.

***Key words** : water balance, Dąbie Lake, water exchange rate*

WSTĘP

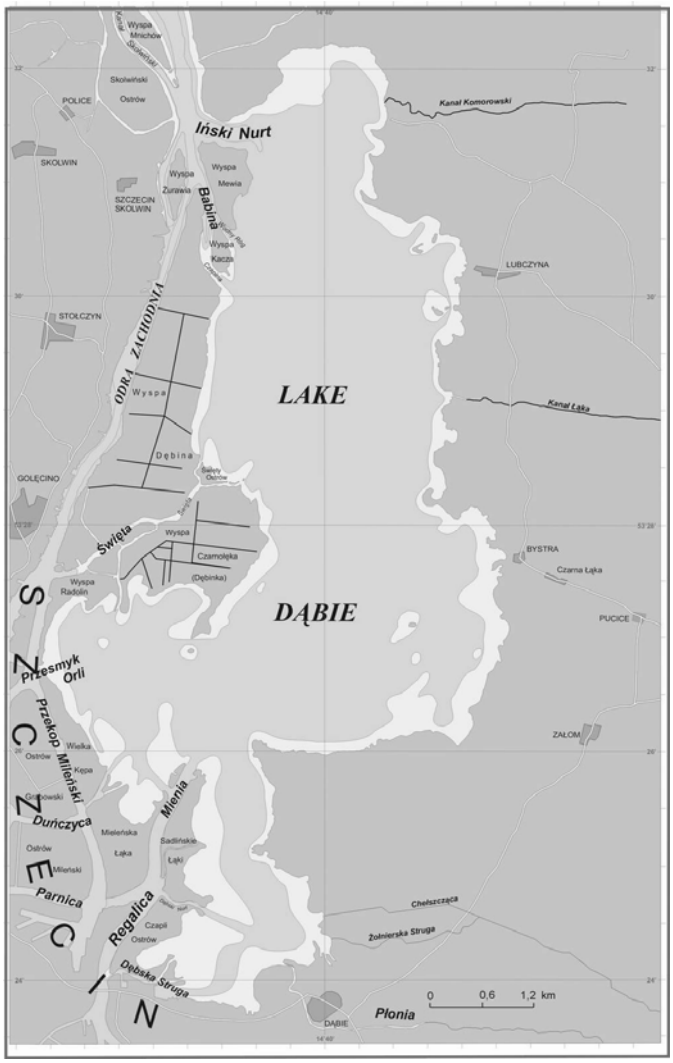
Akwen jeziora Dąbie położony jest w rozgałęzionym układzie cieków dolnej Odry, a wraz z Roztoką Odrzańską, Zalewem Szczecińskim, cieśninami Piany, Świny i Dziwny oraz częścią Zatoki Pomorskiej zaliczany jest w literaturze przedmiotu do obszaru ujściowego Odry. Obszar ten stanowi wysoce złożony układ hydrograficzny o dużej dynamice zmian (głównie prądów i stanów wody) wynikających ze zmienności dopływu rzecznego oraz wahań poziomu morza i dużej podatności systemu na te zmiany. Znaczny wpływ mają także warunki anemobaryczne. Jezioro Dąbie jest akwenem ciekawym pod względem hydrologicznym, ale jednocześnie trudnym do ilościowego zdefiniowania udziału elementów, które kształtują bilans wód, charakterystyki rozkładu prądów, przepływy wód. Jest to jezioro polimiktyczne, bez stratyfikacji. Materiał zawiesinowy i wleczony w jeziorze jest nieustannie przenoszony. Akwen ten ma dużą powierzchnię - około 54 km^2, dużą rozciągłość z północy na południe – ponad 15 km oraz szerokość – 7,5 km, a także niewielką głębokość (śr. głęb. 2,6 m). Jest to jednocześnie akwen, który uległ silnej antropopresji. Duże zmiany zaczęły następować od poł. XIX w. Wynikały one głownie z rozbudowy portu w Szczecinie, budowy wału brzegowego wokół akwenu i budowy, a także przekopania Orlego Przesmyku. Jezioro Dąbie zarówno w przeszłości, jak i obecnie ma duże znaczenie gospodarcze (wytyczone tory żeglugowe, pola refulacyjne, sztuczne plaże, przystanie jachtowe, kanały melioracyjne). Układ hydrograficzny jeziora Dąbie przedstawiono na rysunku 1.

METODYKA I MATERIAŁY BADAWCZE

Poszczególne składniki bilansu wód jeziora Dąbie zestawiono zgodnie z równaniem (1):

$$(H_d - H_w) + (P_j - E_j) = \pm \Delta R_j \ [\text{mln m}^3] \qquad (1)$$

gdzie:
H_d – dopływ powierzchniowy,
H_w – odpływ powierzchniowy,
P_j – opad,
E_j – parowanie,
R_j – retencja



Rysunek 1. Układ hydrograficzny jeziora Dąbie
Figure 1. The hydrographical system of the Dąbie Lake

Wartości parowania zarówno dla bilansu dobowego jak i bilansów z wielolecia wyznaczono według formuły Iwanowa [Rzętała 2000]:

$$E_j = 0{,}0018(25 + t)^2(100 - f) \quad (2)$$

gdzie:
t – średnia temperatura powietrza atmosferycznego, [ºC],
f – średnia miesięczna wilgotność powietrza [%].

Otrzymane wyniki w mm po uwzględnieniu powierzchni zbiornika przeliczono na mln m^3. Wartości poszczególnych przepływów w m^3/s przeliczono na jednostki objętości mln m^3. Do analizy bilansu wód jeziora Dąbie wykorzystano następujące materiały:

– dobowe wartości przepływu wód w ciekach łaczących jezioro Dąbie z Odrą Zachodnią i Regalicą na podstawie kilkudniowego eksperymentu z lipca 1981 oraz lipca 1982 [Kreft 1989],

– wartości przepływów wód w analogicznych ciekach dochodzących do jeziora z kilku jednodniowych pomiarów z 2002 r. [Instytut Morski w Szczecinie 2002, materiały niepublikowane],

– średniomiesięczne wartości przepływu wód w Gozdowicach z okresu 1948–1990 [Roczniki Hydrologiczne wód powierzchniowych. Dorzecze Odry i rzeki Przymorza – IMGW],

– pojedyncze przepływy wód w kanałach melioracyjnych dochodzących do jeziora Dąbie [niepublikowane dane Zarządu Melioracji i Dróg Wodnych w Szczecinie i Goleniowie],

– poziomy wód w Trzebieży, Szczecinie za okres 1948–1990 [Roczniki Hydrograficzne Morza Bałtyckiego, dane kapitanatu portu Szczecin],

– publikowane w pracach PIHM dane o przepływach dolnego biegu Odry uśrednione za okres 1951–1960) [Mikulski, Ostapska-Bojanowicz 1965].

WYNIKI BADAŃ I ICH INTERPRETACJA

Analizę bilansu wód jeziora Dąbie zaprezentowano trzema sposobami. Materiały pomiarowe oraz dane zaczerpnięte z literatury przedmiotu pozwoliły na analizę bilansu dobowego, bilansu uśrednionego za wielolecie 1951–1960 oraz wieloletniego przebiegu bilansu za okres 1948–1990 wraz z określeniem wskaźników tempa wymiany wód.

DOBOWY BILANS WÓD JEZIORA DĄBIE

Bilans dobowy jeziora Dąbie analizowano na podstawie bezpośrednich pomiarów dobowych wielkości przepływów w przekrojach hydrometrycznych wszystkich siedmiu cieków łączących jezioro z Odrą Zachodnią i Regalicą. Do przedstawienia bilansu dobowego wykorzystano pomiary przepływów wykonane 13 lipca 1981 oraz 17 lipca 1982 r. [Kreft 1989].

W dniu 13 lipca 1981 nastąpił typowy odpływ wód z całego obszaru dolnej Odry od Widuchowej, Odrą Zachodnią i Regalicą przez jezioro Dąbie, Roztokę Odrzańską do Zalewu Szczecińskiego i dalej do morza. Udział dopływu z Regalicy stanowił 65% przychodów (15,4 mln m^3), 33,5% przychodu to dopływy ciekami z Odry Zachodniej (8,0 mln m^3) i dopływu ze zlewni jeziora 1,5% (0,3 mln m^3). Niezaburzony odpływ wód z całego obszaru ujściowego Odry spowodował w ciągu doby spadek poziomu wód jeziora o 8 cm co przyjęto jako ujemną retencję, która wyniosła 18,9% ogólnej sumy przychodu (– 4,5 mln m^3) (tab. 1).

Tabela 1. Składowe bilansu wodnego jeziora Dąbie za dzień 13 lipca 1981 r. (opracowano na podstawie danych Krefta [1989], roczników IMGW)
Table 1. Elements of Dąbie Lake water balance for the day 13th July 1981 (prepared on the basis of data from Kreft [1989], IMGW yearbooks)

Elementy przychodu Inflow elements	mln m^3	%	Elementy rozchodu Outflow elements	mln m^3	%*
Regalica	15,441	65,0	Iński Nurt	18,651	78,5
Odra Zachodnia** Western Odra	7,969	33,5	Babina	11,541	48,6
spływ pow. ze zlewni*** surface flow from river basin	0,346	1,5	parowanie evaporation	0,14	0,6
razem total	23,757	100,0	razem total	30,332	127,7
			zmiana poziomu wody change of water level za 13.07.81 h = 8 cm	- 4,480	-18,9
ogółem total	23,757	100,0	ogółem total	25,852	108,8
Nierówność bilansowa: 2,095 mln m^3 czyli 8,8 % przychodu Balance inequality: 2.095 mln m^3, so 8.8 % of inflow					

* - procent ogólnej sumy przychodu / percentage of total sum of inflow
** - poprzez kanały / through canals: Kanał Krętego Węża, Duńczyca, Orli Przesmyk, Święta
*** - w tym: rzeka Płoń, kanały melioracyjne, Żołnierska i Chełszcząca Struga/Płonia River, melioration canals, Żołnierska and Chełszcząca Struga

Tabela 2. Sumaryczne wyniki przepływów na poszczególnych ciekach jeziora Dąbie (opracowano na podstawie danych Krefta [1989])
Table 2. Summary values of discharges in particular water courses reaching Dąbie Lake, prepared basing on data given by Kreft [1989]

Data pomiaru Measure- ment date	Regalica	Dąbska Struga	Dąbski Nurt	Duńczyca	Orli Przesmyk	Babina	Iński Nurt	Suma dopływu Total inflow	Suma. odpływu Total outflow	Różnica dopływ-odpływ Difference inflow-outflow
	$m^3 \cdot s^{-1}$	$m^3 \cdot s^{-1}$	$m^3 \cdot s^{-1}$	$m^3 \cdot s^{-1}$	$m^3 \cdot s^{-1}$	$m^3 \cdot s^{-1}$	$m^3 \cdot s^{-1}$	$m^3 \cdot s^{-1}$	$m^3 \cdot s^{-1}$	$m^3 \cdot s^{-1}$
06.07.1981	156,9	8,5	24,7	0,0	0,0	–40,1	–149,0	190,0	189,1	0,9
13.07.1981	166,9	11,8	28,1	23,4	40,7	–133,6	–215,9	271,0	349,5	–78,5
16.07.1981	156,9	18,2	26,8	28,9	25,8	-65,6	–288,1	256,5	353,7	–97,2
21.07.1981	87,0	0,0	9,3	–13,6	–21,3	–39,8	108,6	204,9	74,6	130,3
16.07.1982	98,2	13,0	27,7	18,9	7,3	7,9	–322,1	173,0	322,1	–149,1
17.07.1982	73,8	0,0	0,0	4,4	–13,5	-48,1	307,1	385,4	61,6	323,8

***-** znak minus oznacza odpływ / ***-** *minus sign means outflow*

Natomiast w dniu 17.07. 1982 odnotowano cofkę od Zalewu Szczecińskiego i dużą zdolność retencyjną jeziora, która wyniosła + 28 mln m^3 w ciągu doby (różnica dopływ-odpływ równa + 323,8 $m^3 \cdot s^{-1}$), a średnio poziom jeziora wzrósł o 25,5 cm. Dobowe pomiary przepływów w kanałach łączących jezioro z Odrą Zachodnią i Regalicą (tab. 2) świadczą o dużej niestabilności hydrologicznej systemu połączeń jeziora z Odrą Zachodnią i Regalicą.

UŚREDNIONY BILANS WODNY JEZIORA DĄBIE (1951–1960)

Wyznaczenie średniego rocznego bilansu wodnego i bilansu w poszczególnych miesiącach za okres 1951-1960 było możliwe przy wykorzystaniu danych o przepływie Odry Zachodniej i Regalicy podanych i uśrednionych przez Mikulskiego i Ostapską-Bojanowicz [1965] z uwzględnieniem dwóch charakterystycznych węzłów hydrologicznych to jest Klucz i Domiąża (tab. 3).

Tabela 3. Przepływy w węzłach hydrologicznych Klucz i Domiąża w [$m^3 \cdot s^{-1}$] (obliczono na podstawie danych Mikulskiego, Ostapskiej-Bojanowicz [1965])
Table 3. Flows in hydrological nodes Klucz and Domiąża in [$m^3 \cdot s^{-1}$], prepared using data given by Mikulski, Ostapska-Bojanowicz [1965]

Wody niskie Low waters	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Zima winter	Lato Summer	Rok year
Regalica (węzeł Domiąża) (nod Domiąża)	205	228	286	336	350	329	262	203	187	205	182	195	289	205	247
Regalica (węzeł Klucz) (nod Klucz)	199	221	279	327	342	320	256	199	184	202	178	191	281	201	241
bezp. zlewnia jez. Dąbie direct basin of Dąbie Lake	6	7	7	9	8	9	6	4	3	3	4	4	8	4	6
Wody średnie Mean waters	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	zima	lato	rok
Regalica (węzeł Domiąża)	237	272	367	441	438	392	319	221	254	238	188	196	358	235	296
Regalica (węzeł Klucz)	230	265	360	433	430	383	313	217	250	235	184	192	350	232	291
bezp. zlewnia jez. Dąbie	7	7	7	8	8	9	6	4	4	3	4	4	8	3	5
Wody wysokie High waters	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	zima	lato	rok
Regalica (węzeł Domiąża)	266	407	549	579	546	467	423	275	376	291	236	247	469	308	389
Regalica (węzeł Klucz)	259	398	539	569	536	457	416	269	372	287	231	241	459	303	382
bezp. zlewnia jez. Dąbie	7	9	10	10	10	10	7	6	4	4	5	6	10	5	7

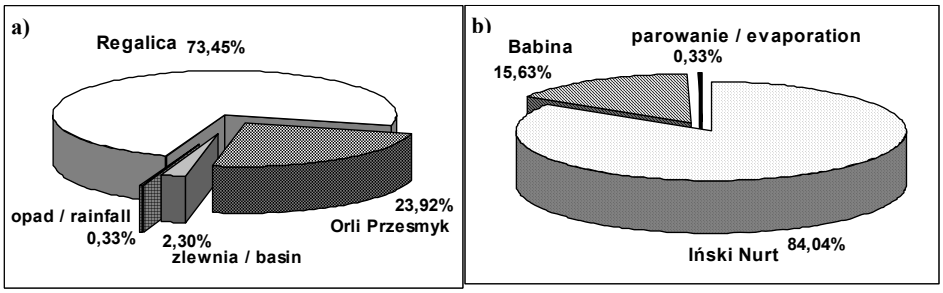
Całkowity przychód i rozchód wód jeziora Dąbie przy wodach średnich wyniósł średnio rocznie 9369,9 mln m^3, przy wodach niskich 7811,6 mln m^3, a przy wodach wysokich 12257,8 mln m^3. Według powyższych danych Mikulskiego i Ostapskiej-Bojanowicz [1965] udział wód Regalicy w ogólnym przychodzie wód jeziora Dąbie wyniósł ponad 97%. Jednak tak policzony bilans nie uwzględnia dopływu wód do jeziora Orlim Przesmykiem, a także rozdziału wód na Babinę i Iński Nurt. Ponadto nie można prześledzić przebiegu poszczególnych składników bilansu z roku na rok.

WIELOLETNIA ZMIENNOŚĆ BILANSU WÓD JEZIORA DĄBIE (1948–1990)

Aby można było w miarę poprawnie ocenić ilości wód dochodzących i wychodzących z jeziora w poszczególnych latach w wieloleciu 1948–1990 posłużono się wynikami działania modelu ruchu ustalonego dla sieci rzecznej dolnej Odry [Buchholz 1991]. Model ten, podobnie jak przepływy wyznaczone przez Mikulskiego i Ostapską-Bojanowicz [1965], w węzłach hydrologicznych ujściowego odcinka Odry zakłada równowagę średnioroczną wymiany poziomej dopływu i odpływu wód jeziora Dąbie. Jest to model działający na podstawie jednowymiarowych równań ruchu ustalonego uzupełniony o związek między naprężeniami stycznymi wywołanymi wiatrem w powierzchniowej i przydennej warstwie wody oraz uproszczoną formułą na turbulencję wzdłużną. Dla wyznaczenia wielkości dopływów i odpływów wykorzystano te odcinki modelu, które łączą się bezpośrednio z jeziorem (Regalica, Orli Przesmyk, Babina, Iński Nurt). Dla tych odcinków, wykorzystując procentowy podział na wielkości przepływów w węzłach modelu, policzono średnią miesięczną wielkość dopływu do jeziora, wykorzystując jako warunki brzegowe modelu średni miesięczny przepływ w Gozdowicach i średni miesięczny poziom wód w Trzebieży [Buchholz 1991, Wolski 2005].

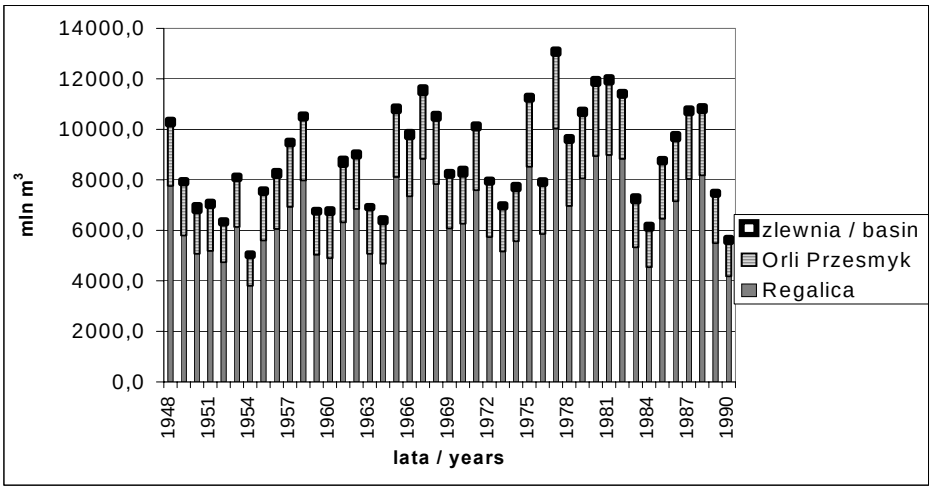
Dla potrzeb bilansu wód zgromadzono dane przepływów z Gozdowic i poziomów z Trzebieży. Parowanie i opad zestawiono jako wartości sumaryczne dla poszczególnych miesięcy, półrocza, roku oraz kolejnych lat w mln m^3 i w %. Wartości opadu, temperatury i wilgotności zaczerpnięto z danych tabelarycznych IMGW dla stacji Szczecin-Dąbie [Rocznik Meteorologiczny, Morski Komunikat Hydrologiczno-Meteorologiczny].

Obliczono, że w bilansie z roku średniego z wielolecia 1948–1990 udział Regalicy stanowi 73,5% przychodu, (6557,8 mln m^3), Orli Przesmyk to 23,9% udziału w przychodzie (2135,3 mln m^3), dopływ ze zlewni 2,3% przychodu (205,5 mln m^3) oraz opad 0,33% (29,3 mln m^3). Z kolei przy rozchodzie 84% wód wypływa Ińskim Nurtem (7503,2 mln m^3), Babiną wypływa 15,63% rozchodu (1395,5 mln m^3), a na parowanie przypada zaledwie 0,33% rozchodu (29,9 mln m^3). Całkowity przychód w roku średnim z wielolecia to 8927,9 mln m^3 wody (rys. 2).



Rysunek 2. Udział składowych przychodu (a) i rozchodu (b) w bilansie wód jeziora Dąbie (1948–1990) (opracowano na podstawie modelu hydrodynamicznego dolnej Odry – Buchholz [1991])
Figure 2. Shares of inflow (a) and outflow (b) elements in the water balance of Dąbie Lake (1948– 1990), prepared on the basis of lower Odra hydrodynamic model by Buchholz [1991]

Zmienność bilansu wód jeziora Dąbie w poszczególnych latach nawiązuje swoim przebiegiem do reżimu hydrologicznego rzeki Odry. W wieloletnim przebiegu dopływu wód do jeziora Dąbie uwidaczniają się kilkuletnie okresy niskich przepływów (poniżej 7000 mln m^3) naprzemianlegle występujące z wysokimi przepływami wód (ponad 9000 mln m^3) (rys. 3).



Rysunek 3. Wielkości dopływu wód do jeziora Dąbie Regalicą, Orlim Przesmykiem i zlewni bezpośredniej w wieloleciu 1948–1990
Figure 3. The values of water inflow to Dąbie Lake through Regalica, Orli Przesmyk and from lake direct drainage area, in the period 1948–1990

TEMPO WYMIANY WÓD JEZIORA DĄBIE

Z nowo wyznaczonego bilansu wód można było z kolei określić współczynnik tempa wymiany wód jeziora Dąbie. Wyznaczony w niniejszej pracy współczynnik wymiany całkowitej z roku średniego z wielolecia 1948–1990 wyniósł 65,56, co oznacza, że cała objętość wód jeziora Dąbie wymienia się ciągu roku ponad 65 razy, czyli co 5 dni 14 godzin. Współczynnik całkowitej wymiany wahał się od 37,70 w roku (1954 r.) do 96,97 w roku 1977 r. Porównując współczynniki wymiany poziomej i pionowej do współczynnika wymiany całkowitej, stwierdzono, że ponad 99% wymiany całkowitej to wymiana pozioma wód w jeziorze Dąbie (tab. 4).

Tabela 4. Zestawienie współczynników wymiany poziomej, pionowej i całkowitej wód jeziora Dąbie

Table 4. The comparison of horizontal, vertical and total water exchanges factors in Dąbie Lake

Rok / Year	Odpływ z jeziora Outflow from lake H_w [mln m^3]	Parowanie z pow. jeziora Evaporation from surface lake E_j [mln m^3]	Pojemność jeziora Lake capacity V_j [mln m^3]	Współczynnikwymiany poziomej Horizontal exchange coefficient $I_H = H_w / V_j$	Współczynnik wymiany ionowej Vertical exchange coefficient $I_E = E_j / V_j$	Współczynnik wymiany całkowitej Global exchange coefficient $I = H_w + E_j / V_j$
średni z wielolecia 1951–1960 wg. danych Mikulskiego Mean from the years 1951–1960 according to Mikulski	9339,1	30,8	168*	55,59	0,18	55,77
Średni z wielolecia 1948–1990 Mean from the years 1948–1990	8898,7	29,9	136,2**	65,34	0,22	65,56
rok o największym odpływie 1977 1977, the year of maximum outflow	13180,0	27,0	136,2	96,77	0,20	96,97
rok o najmniejszym odpływie 1954 1954, the year of minimum outflow	5105,6	28,5	136,2	37,49	0,21	37,70

* - objętość jeziora wyznaczona przez Mikulskiego [1970] / lake volume determined by Mikulski [1970]

**- objętość jeziora wyznaczona z mapy sondażowej z 1996 roku na podstawie 97 515 punktów batymetrycznych / lake volume determined using the 1996 sounding chart on the basis of 97 515 bathymetric points.

Wartość 65,56 jest wyższa od współczynnika wyznaczonego na podstawie danych Mikulskiego [1970] – 55,77 (co oznaczałoby całkowitą wymianę wody co 6 dni i 12 godzin). Różnica jest spowodowana inną przyjętą objętością misy akwenu, a także inną wartością udziału Regalicy i cieków łączących jezioro z Odą Zachodnią i Regalicą.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Z trzech sposobów analizy bilansu wód jeziora Dąbie: dobowego, uśrednionego z dziesięciolecia oraz wyznaczonego z modelu ruchu ustalonego dolnej Odry najistotniejszy okazał się ten ostatni.

W ujęciu tym bilans wód jeziora Dąbie przedstawia się następująco:

– przychód – Regalica 73,5%, (6557,8 mln m^3), Orli Przesmyk 23,9% (2135,3 mln m^3), dopływ ze zlewni 2,3% (205,5 mln m^3) oraz opad 0,33% (29,3 mln m^3),

– rozchód – Iński Nurt 84% (7503,2 mln m^3), Babina 15,63% (1395,50 mln m^3), parowanie 0,33% (29,9 mln m^3),

– całkowity przychód w roku średnim z wielolecia to 8927,9 mln m^3 wody.

Powyższe zestawienie składników bilansu jeziora Dąbie może stanowić podstawę do poprawnego ujęcia bilansu obiegu materii i jej wpływu na środowisko jeziora. Wyznaczony na podstawie wieloletniego bilansu wysoki współczynnik wymiany wód 65 razy w ciągu roku (średnio co 5 dni i 14 godzin) może mieć pozytywne znaczenie dla odporności ekosystemu jeziora Dąbie. Wysokie tempo wymiany wód ogranicza nadmierną kumulację w jeziorze azotanów, fosforanów i innych związków chemicznych niesionych wodami Regalicy i cieków łączących jezioro z Odrą Zachodnią.

BIBLIOGRAFIA

Buchholz W. *Monografia dolnej Odry. Hydrologia i hydrodynamika.* Prace Instytutu Budownictwa PAN, nr. 25, Gdańsk. 1991

Kreft A. *Wpływ zdolności retencyjnej jeziora Dąbie na rozpływy w sieci rzecznej dolnej Odry.* Praca doktorska, Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Szczecińska, Szczecin 1989.

Mikulski Z., Ostapska-Bojanowicz M. *Kształtowanie się przepływu dolnego biegu Odry.* Prace PIHM, WkiŁ, z. 88 Warszawa 1965, s. 73–82.

Mikulski Z. *Wody śródlądowe w strefie brzegowej południowego Bałtyku*. Prace PIHM, WkiŁ, z. 98, Warszawa 1970, s. 25–45.

Rzętała M. *Bilans wodny oraz dynamika zmian wybranych zanieczyszczeń zbiornika Dzierżno Duże w warunkach silnej antropopresji*. Prace naukowe Uniwersytetu Śląskiego nr 213, Katowice 2000,

Wolski T. *Prądy jeziora Dąbie i ich związek z reżimem hydrologicznym obszaru ujściowego Odry*. Praca doktorska. Instytut Nauk o Morzu, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2005.

Prof. dr hab. inż. Bernard Wiśniewski
Akademia Morska
Instytut Nawigacji
ul. Wały Chrobrego 1-2
tel. 91/ 48-09-433

Dr Tomasz Wolski
Uniwersytet Szczeciński
Instytut Nauk o Morzu
71-415 Szczecin, ul. Wąska 13,
tel. 091/44-4 1-527
e-mail: natal@univ.szczecin.pl

Prof. dr hab. inż. Władysław Buchholz
Akademia Morska
Instytut Inżynierii Transportu
70-500 Szczecin, ul. Ludowa 7/8
tel. 091/ 42-44 –163

Dr inż. Andrzej Kreft
Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Szczecinie
70-382 Szczecin, ul. Jagiellońska 32
tel. centrala: 091/ 43-24-100

Recenzent: *Prof. dr hab. inż. Marek Madeyski*