

## PRZEPIŁYWY MIĘDZY JEZIOREM JAMNO I BAŁTYKIEM W WYBRANYCH SEZONACH LETNIO-JESIENNYCH LAT 1978–2010

ADAM CHOIŃSKI

Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych,  
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu  
ul. Dziegiełowa 27, 61-680 Poznań

**Abstract:** This paper presents the results of measurements of discharges in the Nurt Jamneński canal connecting Lake Jamno and the Baltic Sea. The measurements were performed between June and September in various years between 1978 and 2010. The discharges were measured by means of a current meter, and their values were determined by means of the Culmann method or the calculation method. The obtained results are considerably varied, i.e. discharges from the lake to the sea were observed, as well as from the sea to the lake, and lack thereof as a result of a blocked mouth of the Nurt Jamneński canal to the sea. The maximum calculated discharges amounted to several tens of  $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ . The specificity of the connection of the lake with the sea permitted to show the considerable dynamics of the environment. This manifests itself in the rapid changes of the discharges (even at a daily rate) and frequent transformations of the Nurt Jamneński canal.

**Keywords:** Nurt Jamneński canal, lake-sea discharges

### WSTĘP

Jeziro Jamno jest jednym z kilkunastu jezior w Polsce, które można określić mianem przybrzeżnych. Cechują się one tym, iż w odróżnieniu od wszystkich pozostałych (ok. 7 tys.) połączone są z morzem. Ma to bezpośredni wpływ na bilans wody tego typu jezior, gdyż okresowo mogą być zasilane przez wlewy morskie (Mikulski, Bojanowicz 1967; Choiński 2007). Również oddziaływanie morza może blokować odpływ, np. poprzez wysoki poziom wód (piętrzenia wiatrowe) lub blokadę ujścia cieków przez materiał klastyczny czy lód. Z uwagi na ważność tego składnika bilansowego jego określenie jest konieczne nie tylko do określenia bilansu wodnego, ale też do celów praktycznych. Dotyczy to szczególnie tych cieków, które są w różnorodny sposób związane z działalnością człowieka (np. gospodarka rybacka czy ujścia do portów). Niestety dla większości jezior przybrzeżnych brak danych hydrologicznych lub są one szacunkowe. Dotyczy to także jeziora Jamno. W jego przypadku istnieją dane (IMiGW) za wielolecie dotyczące stanów wód dla wodowskazów Osieki i Łabusz (nieistniejące) oraz dla zlokalizowanego na północnym brzegu wodowskazu w Unieściu. Ponadto są dane dotyczące termiki wód, zjawisk lodowych czy

przepływów największego dopływu do Jamna, tj. rzeki Unieść. Niestety dane dotyczące Nurtu Jamneńskiego, a więc strefy kluczowej w odniesieniu do bilansu wodnego, są szczątkowe.

Jak pisał K. Szmidt (1967), „Dotychczasowy stan opracowania stosunków hydrologicznych, a szczególnie wymiany wód w jeziorach przybrzeżnych przedstawia się niezwykle skromnie”. Tenże autor w latach 1964–1965 dokonał systematycznych obserwacji stanów wód w Nurcie Jamneńskim. Ustalił m.in., że:

- ujście odpływu z Jamna było zamknięte 83 dni w 1964 r. i 76 dni w 1965 r., tj. średnio blisko 22% dni w roku;
- z danych z lat 1893–1900 wynika, że wówczas średnio w roku przypadało niespełna 16 dni z zablokowanym odpływem; wtedy jednak, tj. przed rokiem 1903, średni wieloletni poziom wód Jamna był o 27 cm wyższy;
- w roku 1964 przez 48 dni występował napływ wody z morza do jeziora, w roku 1965 zaś aż 21% wszystkich wlewów miało miejsce w listopadzie;
- w latach 1964–1965 60% wlewów to napływy jednodniowe, które z napływami dwudniowymi stanowiły aż 84% wszystkich przypadków; maksymalna długość napływu wód do jeziora z Bałtyku wyniosła 11 dni (od 17 do 27 X 1964);
- łączny napływ wody do jeziora w 1964 r. oszacowany został na 24 519 tys. m<sup>3</sup>, w roku 1965 zaś na 26 195 tys. m<sup>3</sup>; większa część tych wód przypada na okres od listopada do lutego, tj. odpowiednio: 75,2% i 68,1%;
- maksymalny przepływ wody z Bałtyku wyniósł 25,9 m<sup>3</sup> · s<sup>-1</sup>, co dawało kubaturę wód w ciągu doby 2 237 760 m<sup>3</sup> i wzrost poziomu jeziora o 10 cm.

Niewiele jest prac poruszających problematykę wymiany wód między Jamnem i Bałtykiem. Jedną z nich jest artykuł Choińskiego i Schwichtenberga (1988), w którym zasygnalizowano m.in. skalę zmienności przepływów w Nurcie Jamneńskim, w którym 13 VI 1978 r. przepływ wynosił 1,3 m<sup>3</sup> · s<sup>-1</sup>, a 17 VI 1978 r. już 26,2 m<sup>3</sup> · s<sup>-1</sup>. Praca Gałki (1980) zawiera analizę (lata 1951–1970) wpływu Morza Bałtyckiego na stany wód jeziora Jamno. Przedstawiono w niej różne reakcje poziomu jeziora na zmiany poziomu morza. Z kolei Wegner (1980) udowadnia wpływ wód Bałtyku na termikę wód Jamna, zaznaczając, iż występuje około jednodniowe opóźnienie wzrostów lub spadków temperatury wód jeziora w stosunku do temperatury wód morza. Gdyby podobieństwo temperatur wód obu akwenów zależało tylko od czynników klimatycznych, wówczas spadek lub wzrost temperatur byłby szybszy w jeziorze. Ono bowiem jest zbiornikiem mniejszym, płytszym i szybciej reagującym na insolację i zmiany temperatury powietrza. W publikacji *Wyniki pomiarów hydrometrycznych* (1963, 1964) zamieszczono podobne dwa pomiary przepływów w Nurcie Jamneńskim, tj. 3 VI 1963 – 4,31 m<sup>3</sup> · s<sup>-1</sup> oraz 7 IV 1964 – 4,76 m<sup>3</sup> · s<sup>-1</sup>.

## TEREN BADAŃ

Nurt Jamneński jest naturalną przetoką, która powstała podczas gwałtownego sztormu 26 XI 1890 r. Poprzednie połączenie leżało dalej na wschód, lecz zostało podczas owego sztormu całkowicie zasypane. Połączenie miało formę częściowo uregulowanego kanału umocnionego na pewnym odcinku palisadą. Generalny przebieg jego osi to północny zachód–południowy wschód, przy czym jego nurt nie stanowił linii prostej, lecz był lekko meandrujący. Długość przetoki wynosi około 350 m przy szerokości około 20 m. Kształt Nurtu Jamneńskiego ulegał częstym zmianom. Dotyczy to w szczególności odcinków ujściowych, najbardziej narażonych na zasypywanie przez rumowisko. Quasi-naturalny charakter Nurtu Jamneńskiego zmienił się w listopadzie 2013 r. Wówczas w jego przekroju posadowiono wrota sztormowe. Ograniczyły one w dużym stopniu swobodny przepływ wody, który funkcjonował ponad 120 lat. Z pewnością drastyczna zmiana charakteru przepływu będzie miała wpływ na funkcjonowanie jeziora zarówno pod względem hydrologicznym, jak i hydrobiologicznym. Sytuację przed i po zabudowie Nurtu Jamneńskiego przedstawiono na fotografii 1A i B, natomiast wyjątkowo rzadko spotykane warunki, tj. wystąpienie zwartej pokrywy lodowej na fotografii 1C.

A



B



C



Fot. 1. Nurt Jamneński przed budową (A) i w trakcie budowy wrót (B) – widok z mostu (droga Mielno–Łazy) w kierunku północnym, kanał skuty lodem (C) (fot. A. Choiński, A – 2009, B – 2013, C – 2010)

Phot. 1. Nurt Jamneński canal before the construction of the storm gates (A) and during the construction (B) – view from the bridge (road Mielno–Łazy) northwards, canal with ice cover (C) (photo A. Choiński, A – 2009, B – 2013, C – 2010)

## METODY BADAŃ

Między rokiem 1978 i 2010 (z przerwami) od czerwca do września wykonywano chwilowe pomiary przepływów na Nurcie Jamneńskim. Prace przeprowadzane były w ramach praktyk z hydrologii, prowadzonych przez Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej wchodzący w skład Instytutu Geografii Fizycznej UAM w Poznaniu. Pomiary wykonywane były zawsze tym samym młynkiem hydrometrycznym Rzestowskiego, uzyskiwane wyniki należy zatem uznać za porównywalne. W przypadkach całkowitego wypełnienia koryta cieką wodą przekrojem pomiarowym była linia wyznaczona przez most (na drodze Mielno–Łazy) usytuowany prostopadle do brzegów. Tak więc pionowe hydrometryczne wyznaczone były z poziomu mostu (fot. 2). Gdy przepływ wody był niewielki, wówczas profil pomiarowy zlokalizowany był nieopodal ujścia Nurtu Jamneńskiego do morza. Z uzyskanych danych prędkości płynięcia wody obliczono wielkości przepływów, stosując metodę Culmanna, rachunkową lub rzadziej obie łącznie. W niektórych latach wykonano tylko jeden pomiar (np. VIII 2010), w niektórych kilka (np. VIII 1996), a w jednym przypadku (30 VIII 2006) kilka pomiarów w ciągu jednego dnia. Sytuacje te z jednej strony ukazują, jak przepływy w Nurcie Jamneńskim mogą być stabilne, z drugiej zaś jak znaczna może być dynamika ich zmian.



Fot. 2. Pomiary przepływu wzdłuż mostu (droga Mielno–Łazy) (fot. M. Ptak, 2009)  
Phot. 2. Discharge measurements along the bridge (road Mielno–Łazy) (photo M. Ptak, 2009)

## WYNIKI I DYSKUSJA

Efektom wspomnianych prac terenowych jest kilkadziesiąt wyników wielkości przepływów (tab. 1).

Tabela 1. Przepływy w Nurcie Jamneńskim  
Table 1. Discharges in Nurt Jamneński channel

Data pomiaru	Wielkość przepływu [m <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup> ]		Uwagi
	metoda Culmanna	metoda rachunkowa	
13 VI 1978	1,30		odpływ z jeziora
17 VI 1978	26,20		odpływ z jeziora
17 VI 1986	6,07		odpływ z jeziora
10 IX 1987	3,91		odpływ z jeziora
3 VI 1988	0,63		dopływ z morza do Jamna
8 VI 1988	0,38		odpływ z jeziora
18 VI 1990	1,70		odpływ z jeziora
11 IX 1990			ujście zasypane
17 VI 1991	4,74		odpływ z jeziora
25 VI 1992			ujście zasypane – Q śladowy, przesączanie wody
25 VI 1993	1,15		dopływ z morza do Jamna
26 VIII 1994	21,10		odpływ z jeziora
23 VIII 1995	10,03		odpływ z jeziora
24 VIII 1995	8,45		odpływ z jeziora
6 IX 1995	0,21	0,22	odpływ z jeziora
17 VIII 1996	4,80		odpływ z jeziora
18 VIII 1996	5,26		odpływ z jeziora
19 VIII 1996	5,93		odpływ z jeziora
20 VIII 1996	4,90		odpływ z jeziora
26 VIII 1996		4,41	odpływ z jeziora
27 VIII 1996	4,49		odpływ z jeziora
28 VIII 1996	4,14		odpływ z jeziora
28 VIII 1996		5,16	pomiar wykonany później niż metodą Culmanna
10 IX 1997	4,34		dopływ z morza do Jamna
11 IX 1997	0,43		dopływ z morza do Jamna
7 IX 1999	4,75	4,83	odpływ z jeziora
24 VII 2002	5,11		odpływ z jeziora
24 VII 2002		6,67	pomiar wykonany później niż metodą Culmanna
31 VIII 2005	3,63		odpływ z jeziora
30 VIII 2006		7,66	odpływ z jeziora
30 VIII 2006	9,24		godz. 9.15
30 VIII 2006	8,04		godz. 10.15
30 VIII 2006	7,66		godz. 11.15
30 VIII 2006	6,14		godz. 12.15
30 VIII 2010	9,14		odpływ z jeziora

Z zestawienia przepływów (tab. 1) wynika, jak wielka jest skala ich zróżnicowania. Praktycznie współczynnik niejednorodności przepływów skrajnych dąży do nieskończoności, za co odpowiedzialne są przepływy duże, tj. rzędu  $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  przy przepływach minimalnych dążących do zera, czyli do zaniku – przy zasypywanym ujściu (fot. 3) lub wyrównaniu poziomów morza i jeziora. W przypadku cieków w głębi lądu sytuacje takie pojawiają się niezmiernie rzadko. W czterech przypadkach zmierzono przepływ z morza do jeziora, tj.: 3 VI 1988, 25 VI 1993 –  $1,15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , 11 IX 1997 –  $0,43 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  i 10 IX 1997 –  $4,34 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . W tym ostatnim przypadku przy założeniu, iż taki dopływ do jeziora trwałby dobę, jego kubatura byłaby równa 1,2% zasobów wód jeziora. Jest to bardzo duża wielkość świadcząca o „dobroczynnym” wpływie wód morskich na znacznie gorsze pod względem jakości wody Jamna. Podana wielkość napływu wód morskich do jeziora jest w pewnym sensie „przypadkowa”. Należy liczyć się z tym, iż może ona być kilkakrotnie większa, zatem ów wpływ może być znacznie zwielokrotniony.

Przy przepływach z jeziora do morza rzędu od kilku  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  i więcej w morzu widoczny jest wyraźnie ów strumień wody (fot. 4). Wynika to z tego, iż



Fot. 3. Zjawisko zablokowania ujścia Nurtu Jamneńskiego rumowiskiem w wyniku oddziaływania prądu litoralnego i stosownej propagacji fal (w powyższym przypadku z zachodu (strona lewa) ku wschodowi) (fot. A. Choiński, 2008)

Phot. 3. Phenomenon of blockage of the mouth of the Nurt Jamneński canal as a result of action of the littoral current and relevant wave propagation (in the above case from the west (left side) to the east) (photo A. Choiński, 2008)



Fot. 4. Wyraźnie zaznaczające się w morzu (kolor) wody Nurtu Jamneńskiego  
(fot. A. Choiński, 2010)

Phot. 4. Waters of the Nurt Jamneński canal clearly distinguishable in the sea by colour  
(photo A. Choiński, 2010)

przezroczystość wód Jamna jest około 10 razy mniejsza od przezroczystości wód morskich. Ponadto z uwagi na małe głębokości morza w tej strefie, zaledwie kilka metrów, objętość odpływającej wody z jeziora nie ulega „rozmyciu” w masach morskiej wody. Przy braku falowania (które by powodowało intensywne mieszanie morskich i jeziornych mas wodnych) strumień wód Nurtu Jamneńskiego zauważalny jest nawet 1 km od brzegu. Oprócz możliwości jego wizualnego zaobserwowania masy wody z jeziora mają inną temperaturę wód niż wody morskie. O znacznej odległości docierania wód jeziora od brzegu morskiego świadczy także znalezienie na dnie, na głębokości 13 m, ślimaka rozdepki rzecznej (Choiński 1986).

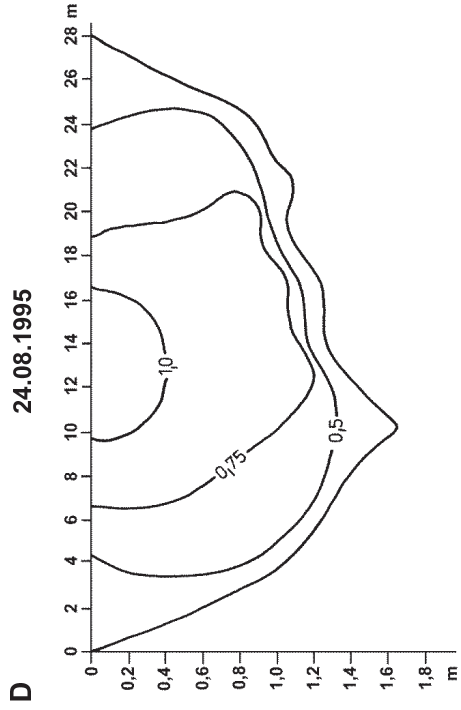
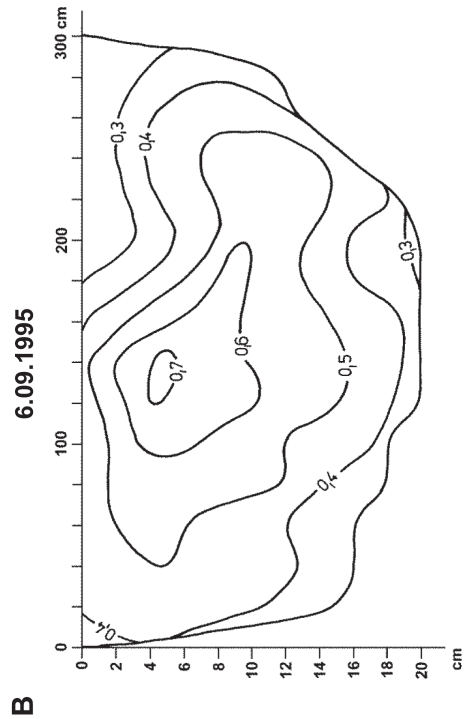
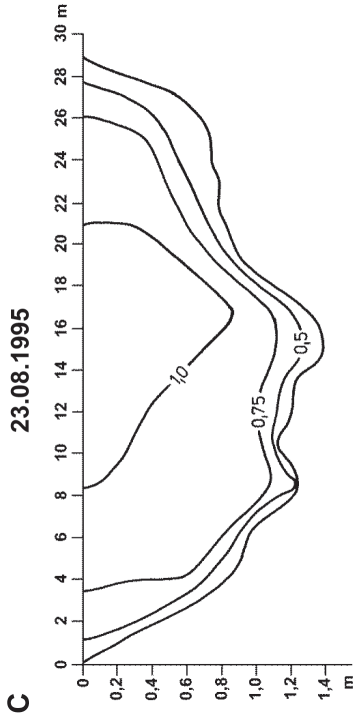
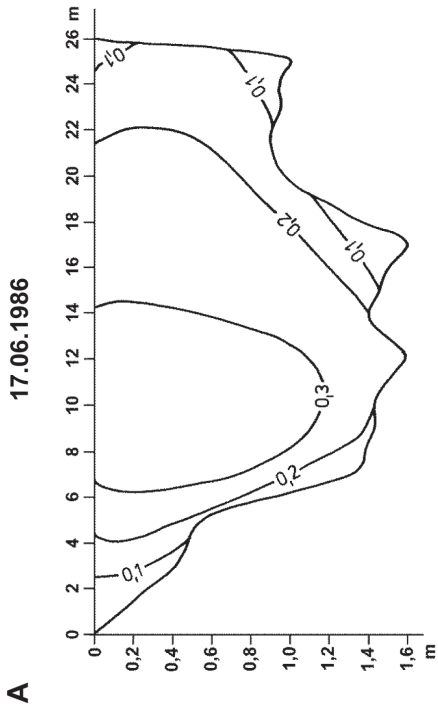
Zestawione w tabeli 1 wielkości przepływów są wynikiem układu poziomów jeziora i morza. Nie są to jednak relacje proste do ustalenia. Jakkolwiek wodowskaz usytuowany na jeziorze leży względnie blisko ujścia Nurtu Jamneńskiego (aktualnie ok. 3 km od niego), to najbliższy wodowskaz na morzu (Kołobrzeg) oddalony jest aż o około 40 km. Tym samym może on nie wskazywać precyzyjnie stanów morza w okolicy ujścia Nurtu Jamneńskiego. Dotyczy to szczególnie sytuacji piętrzeń wiatrowych, gdzie zróżnicowanie poziomu wody (piętrzenia) może się znacznie różnić, co jest następstwem różnej ekspozycji brzegu względem kierunku wiania wiatru (propagacji fal).

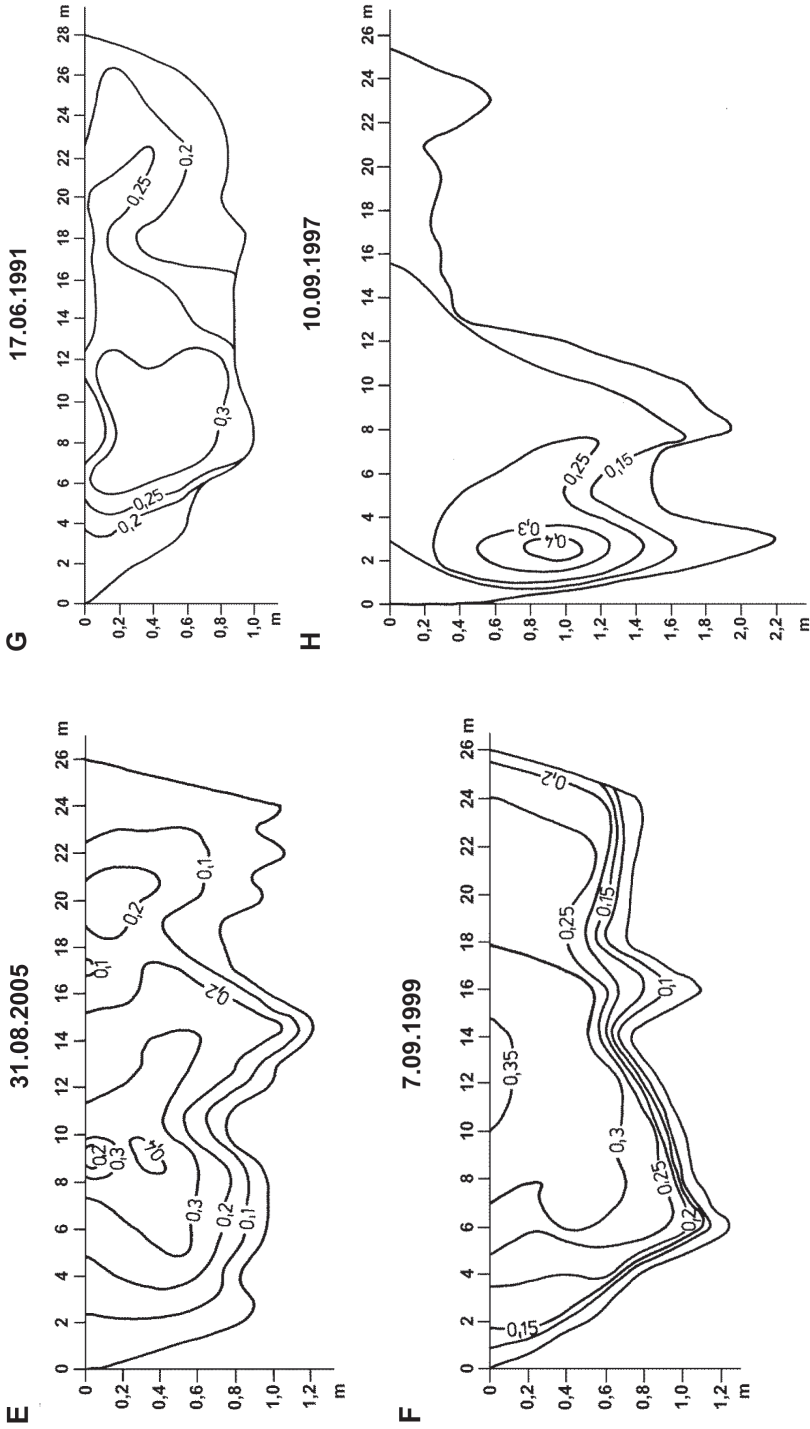
Na rycinie 1 przedstawiono wybrane profile Nurtu Jamneńskiego z nanie-sionymi izotachami. Obrazują one bardzo różnorodne sytuacje w korycie, np.: woda o minimalnych prędkościach płynięcia – prawie stojąca (A), wyjątkowo mały (śladowy) przepływ w wąskim korycie (B), zbliżone wielkości przepły-wów z dnia na dzień (C, D) zmiany profilu koryta (E, F, G), przepływ z morza do jeziora (H).

Z danych zamieszczonych w tabeli 1 i na rycinie 1 wynikają następujące spostrzeżenia:

- w Nurcie Jamneńskim występują bardzo zróżnicowane pod względem wielkości przepływy,
- w sytuacjach braku drożności brak przepływu,
- gdy poziomy morza i jeziora są podobne, wówczas woda stagnuje lub jej przepływ jest śladowy,
- profil koryta wykazuje dużą zmienność, widoczne jest to w częstej zmianie nurtu,
- przy dużych różnicach poziomu (spadku) między jeziorem i morzem prędko-ści w nurcie mogą przekraczać  $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Kluczowym czynnikiem decydującym o przepływach między morzem i jeziorem jest relacja poziomów między nimi. To ona stanowi o kierunku płynię-cia wody, objętości przepływu lub jego braku. W przypadku Bałtyku (dla stacji Kołobrzeg) w latach 1951–1965 różnica między poziomami ekstremalnymi wy-niosła aż 237 cm (*Roczniki hydrograficzne Morza Bałtyckiego 1951–1965*). Dla Jamna w latach 1956–1980 maksymalna amplituda roczna została odnotowana w roku 1968 i 1974 i wyniosła 104 cm, minimalna zaś w roku 1979 – 45 cm. Ekstrema zaobserwowane dla Jamna wynoszą: dla półrocza zimowego WWW 640 cm (I 1914) i 591 cm (II 1962) oraz NNW 465 cm (VI 1972); dla półrocza letniego WWW 580 cm (X 1935), NNW 462 cm (V 1918) i 467 cm (VI 1963). Amplituda maksymalna wynosi zatem aż 178 cm. Jest to wielkość wyjątkowo duża, gdyż spośród około 100 jezior polskich, na których prowadzone są obser-wacje stanów, Jamno zajmuje czwartą pozycję (Choiński, Szwichtenberg 1988). Zatem dla Nurtu Jamneńskiego trudno jest określić związek (powszechny dla większości rzek) poziom–przepływ, wyrażony krzywą konsumcyjną, przy tak dużej skali wahań poziomów wód. Trudność ta wynika z racji częstych podparć odpływu, zmian przekroju koryta, stagnacji wody itp. Dlatego rozwiązaniem jest prowadzenie z dużą częstotliwością pomiarów przepływów, a nie stanów wód, ponieważ na ich podstawie ustalona krzywa konsumcyjna byłaby wiary-godna tylko dla krótkich odcinków czasu.





Ryc. 1. Rozkłady prędkości płynięcia wody [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ] w wybranych profilach Nurtu Jamneńskiego: A – woda prawie stojąca w szerokim korycie, B – przepływ śladowy w wąskim korycie, C, D – przepływy zbliżone (z dnia na dzień), E, F, G – zmiana profilu koryta, H – przepływ z morza do jeziora

Fig. 1. Distribution of water flow velocities (in  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) in selected profiles of the Nurt Jamneński canal: A – almost stagnant water in the wide channel, B – small discharge in the narrow channel, C, D – approximate discharges (from day to day), E, F, G – change in the channel profile, H – discharge from the sea to the lake

## PODSUMOWANIE

Przedstawione w pracy dane, jakkolwiek niewielkie liczebnie, są istotne. Wynika to z faktu, iż wiedza dotycząca cyrkulacji między jeziorem i morzem jest skromna, a jest ona niezbędna np. do ustalenia bilansu wodnego jeziora czy prawidłowego zarządzania gospodarką wodną w obrębie zbiornika i jego zlewni. Pomimo że zestawione przepływy pochodzą tylko z okresu czerwiec–wrzesień, to pozwalają na zobrazowanie skali ich zmienności w tym wycinku roku. Wskazane jest zatem, aby w przypadkach jezior przybrzeżnych (które stanowią niezwykle dynamiczne środowisko w rejonie połączenia z morzem) było więcej danych dotyczących wymiany wód. Jest to szczególnie ważne w odniesieniu do tych jezior, w obrębie których są prowadzone lub planowane różnorodnie prace hydrotechniczne. Wiedza z tego zakresu przyczyni się do zminimalizowania ewentualnych szkód czynionych ekosystemom wodnym.

## PODZIĘKOWANIA

Na zakończenie pragnę podziękować pani mgr Alicji Baczyńskiej za pomoc w opracowaniu ryciny.

## LITERATURA

- Choiński A., 1986: *Charakterystyka osadów dennych Zatoki Koszalińskiej*, Bad. Fizjogr. nad Polską Zach., PTPN, t. 36, Ser. A, Geogr. Fiz., PWN, Warszawa–Poznań.
- Choiński A., 2007: *Limnologia fizyczna Polski*, Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- Choiński A., Szwichenberg A., 1988: *Jezioro Jamno i jego zlewnia w świetle dotychczasowych badań*, KONB, Koszalińskie Studia i Materiały 1987, Nr 1/2, Koszalin.
- Gałka J., 1980: *Wpływ stanów Morza Bałtyckiego na stany jeziora Jamno (lata 1951–1970)*, Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej, Instytut Geografii Fizycznej, UAM, Poznań [maszynopis].
- Mikulski Z., Bojanowicz M., 1967: *Bilans wodny jeziora znajdującego się pod wpływem morza (na przykładzie jeziora Druzno)*, Przegl. Geofiz., R. 12(20), z. 3–4.
- Roczniki hydrograficzne Morza Bałtyckiego 1951–1965*, Państwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny, Warszawa.
- Szmidt K., 1967: *Rola Morza Bałtyckiego w kształtowaniu stosunków hydrograficznych jezior przybrzeżnych ze szczególnym uwzględnieniem jeziora Jamno*, Zeszyty Geograficzne, R. 9, WSP w Gdańsku, Wydz. Biologii i Nauk o Ziemi, Wyd. Morskie.
- Wegner W., 1980: *Wpływ Morza Bałtyckiego na termikę wody jeziora Jamno*, Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej, Instytut Geografii Fizycznej, UAM, Poznań [maszynopis].
- Wyniki pomiarów hydrometrycznych 1963, 1964*: PIH-M, Wyd. Kom. i Łączności, Warszawa.