

## Dawid Szatten

Instytut Geografii, Wydział Kultury Fizycznej, Zdrowia i Turystyki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego  
w Bydgoszczy, email: [szatten@ukw.edu.pl](mailto:szatten@ukw.edu.pl)

---

# Propozycja nowego podziału hydromorfometrycznego Zbiornika Koronowskiego

## Proposal of a new hydromorphometric division of Koronowski reservoir

---

**Abstract:** The Koronowski Reservoir is one of the largest reservoirs located on the Polish lowland rivers. The research was conducted in order to develop its current bathymetric plan. The study was performed using modern techniques and instruments. Soundings were carried out using a hydrographic echosounder with GPS positioning. Bathymetric map, being the final result, was created in GIS software. It was found that the Koronowski Reservoir is characterized by a considerably diverse morphometry, featuring numerous impounded lakes with many bays, islands and flooded river valleys. Selected morphometric indicators were calculated, enabling the detailing of hydro-morphological characteristics of the analyzed reservoir. The limnic and fluvial parts were defined. Analysis of the current capacity of the Koronowski Reservoir against historical data allowed for determining the rate of siltation.

**Streszczenie:** Zbiornik Koronowski należy do grupy większych zbiorników retencyjnych położonych na polskich rzekach nizinnych. Badania wykonano w celu opracowania jego aktualnego planu batymetrycznego. Prowadzono je z wykorzystaniem nowoczesnych technik i narzędzi. Sondowania przeprowadzono za pomocą sondy hydrograficznej z pozycjonowaniem GPS. Mapę batymetryczną, będącą efektem końcowym, stworzono w oprogramowaniu GIS. Stwierdzono, iż Zbiornik Koronowski cechuje się silnie urozmaiconą morfometrią. Obejmuje on podpiętrzone jeziora wraz z licznymi zatokami, wyspami oraz zalane doliny cieków. Obliczono wybrane wskaźniki morfometryczne, umożliwiające uszczegółowienie charakterystyki hydromorfometrycznej analizowanego zbiornika. Określono strefy o charakterze limnicznym i fluwialnym. Analiza porównawcza aktualnej pojemności Zbiornika Koronowskiego z danymi archiwalnymi, umożliwiła określenie jego tempa zamulenia

**Keywords:** bathymetric measurements, morphometric indicators, artificial reservoir, Koronowski Reservoir, silting.

**Słowa kluczowe:** pomiary batymetryczne, wskaźniki morfometryczne, sztuczne zbiorniki wodne, Zbiornik Koronowski, zamulenie

## 1. Wprowadzenie

Określenie parametrów charakteryzujących misę zbiorników retencyjnych jest zagadnieniem wysoce kosztownym i pracochłonnym, przede wszystkim ze względu na rozmiar analizowanego obiektu. Jednakże w ich przypadku, dane batymetryczne są łatwiejsze w opracowaniu aniżeli dla jezior, gdyż szczegółowe pomiary geodezyjne prowadzone przed dokonaniem inwestycji, umożliwiają określenie szacunkowej

pojemności planowanego zbiornika. Drugim elementem wpływającym na zwiększenie ilości danych o parametrach morfometrycznych zbiorników retencyjnych jest rozwój technologii i dostępnych narzędzi pomiarowych. Prowadzenie tych badań w przeszłości polegało na ręcznych sondowaniach dna w profilach pomiarowych za pomocą tyczki (w warunkach zimowych) bądź liny z obciążeniem (z łodzi

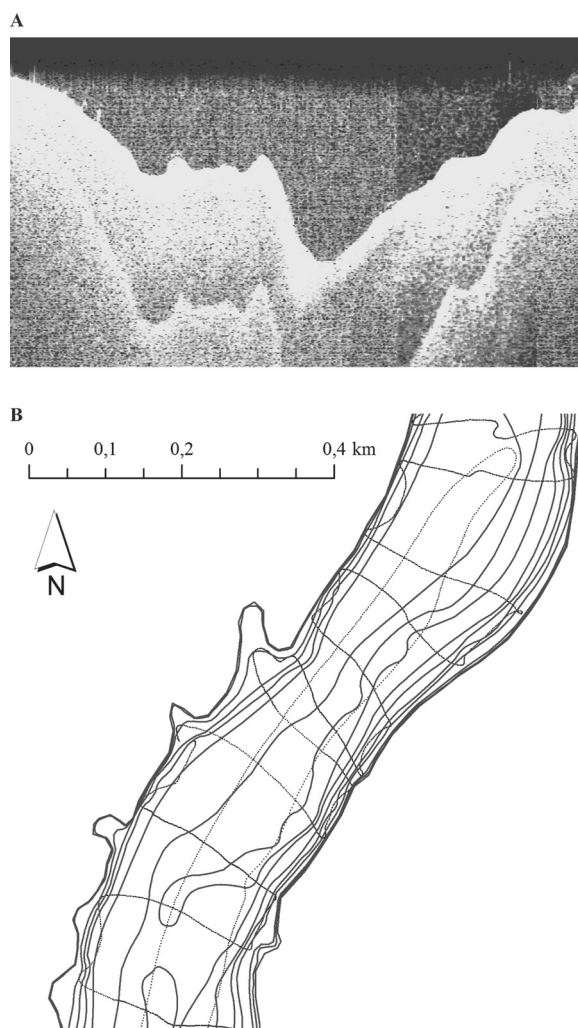
lub z pokrywy lodowej). Obecnie, dysponując zaawansowanymi sondami hydrograficznymi z pozycjonowaniem GPS oraz narzędziami GIS do obróbki danych w warunkach kameralnych, badania batymetryczne charakteryzują się coraz większą dokładnością.

Zbiornik Koronowski powstały w latach 1956–1961 (Ambrożewski, 2011), w wyniku przegrodzenia biegu rzeki Brdy w okolicy miejscowości Pieczyska. Usytuowanie zapory w tym miejscu spowodowało zalanie części doliny Brdy oraz podpiętrzenie licznych jezior i włączenie ich w zasięg zbiornika (m.in. Krzywe Kolano, Stoczek i Piaseczno). Warto także zaznaczyć, że elektrownia wodna nie jest zlo-

kalizowana na zaporze, tylko na końcu kanału lateralnego o długości 10 km, poprowadzonego od Pieczysk poprzez sieć podpiętrzonych jezior, m.in. Lipkusz, Białe (Ambrożewski, 2011) do miejscowości Samociążek. Decyzje podjęte na etapie planowania, warunkują silnie urozmaiconą morfometrię Zbiornika Koronowskiego. Według *Projektu technicznego...* (1957) powierzchnia powstałego zbiornika, przy normalnym poziomie piętrzenia 81,5 m n.p.m., wynosiła około 1600 ha, a ilość retencjonowanych w nim wód około 81,0 mln m<sup>3</sup>. Pod względem objętości badany zbiornik jest na 15 miejscu w Polsce (*Rocznik statystyczny...*, 2011).

## 2. Metody badań i źródła danych

Badania batymetryczne Zbiornika Koronowskiego wykonano latem 2015 roku, za pomocą jednostkowej echosondy hydrograficznej Lowrance HDS-5 Gen2, o częstotliwości szerokopasmowej odbiornika 50/200 kHz, umożliwiającej wykonanie dokładnego sondowania głębokości dna zbiornika, skorelowanego z dokładnym (16 kanałowym) pozycjonowaniem względem systemu GPS. W czasie ich trwania piętrzenie wód za zaporze czołowej (Pieczyska) oscylowało w granicach 81,430–81,501 m n.p.m. (Dane niepublikowane Elektrowni Wodnej Koronowo, 2015), co zostało uwzględnione w późniejszym etapie opracowywania danych. Sondowanie polegało na wyznaczeniu siatki profili poprzecznych (około 340 profili), które były zagęszczone profilami wzdłużnymi (Ryc. 1A). Gęstość profili, w zależności od złożoności konfiguracji dna, wynosiła około 100–150 m (Ryc. 1B). Łączna długość ciągów pomiarowych Zbiornika Koronowskiego wyniosła około 254 km. Zebrane dane posłużyły do wykreślenia aktualnego planu batymetrycznego (Ryc. 2) w układzie współrzędnych płaskich prostokątnych 1992, za pomocą programu wykorzystującego systemu informacji przestrzennej – Quantum GIS oraz obliczenia parametrów morfometrycznych (Tab. 1).



**Rycina 1.** Obraz wybranego profilu poprzecznego (A) na tle fragmentu sieci pomiarowej (B)

### 3. Wyniki

Przeprowadzone pomiary umożliwiły obliczenie wybranych parametrów morfometrycznych Zbiornika Koronowskiego, ukazując jego wewnętrzne zróżnicowanie. Ich analiza pozwoliła na uszczegółowienie wyników uzyskanych przez Cz. Pietrucienia (1967), który wyróżnił pięć głównych stref zbiornika (Tab. 1) na podstawie różnic hydrologicznych i morfometrycznych. W niniejszej pracy zaproponowano podział na siedem stref hydromorfometrycznych (Tab. 1, Ryc. 2).

#### Strefa I – Od ujścia Szumionki do ujścia Kamionki

Część zbiornika cechuje się fluwialnym charakterem. Wydłużony kształt podpiętrzonej, głęboko wciętej doliny Brdy, warunkuje najniższe wartości niemal wszystkich analizowanych wskaźników (m.in.  $L_{ef}$ ,  $B_{max}$ ). Skutkuje to również niewielkimi wartościami pojemności i głębokości tej części Zbiornika Koronowskiego (Tab. 1). Wyróżnienie tej części dokonane na podstawie aktualnych analiz mor-

fometrycznych odpowiada wydzieleniu Cz. Pietrucienia (1967).

#### Strefa II – Od ujścia Kamionki do mostu kolejowego Pruszc – Terespol

Kolejny fragment, mimo wzrostu wartości opisujących kształt (m.in. Lef, Bsr.) jako efekt rozlania się w dolinie spiętrzonych wód Brdy, również cechuje się fluwialnym charakterem, ze względu na napływ wód Brdy. Wskaźniki głębokościowe (Tab. 1) osiągają wyższe wartości, co ukazuje, iż w tym miejscu zasięg piętrzenia wód ma coraz większe znaczenie.

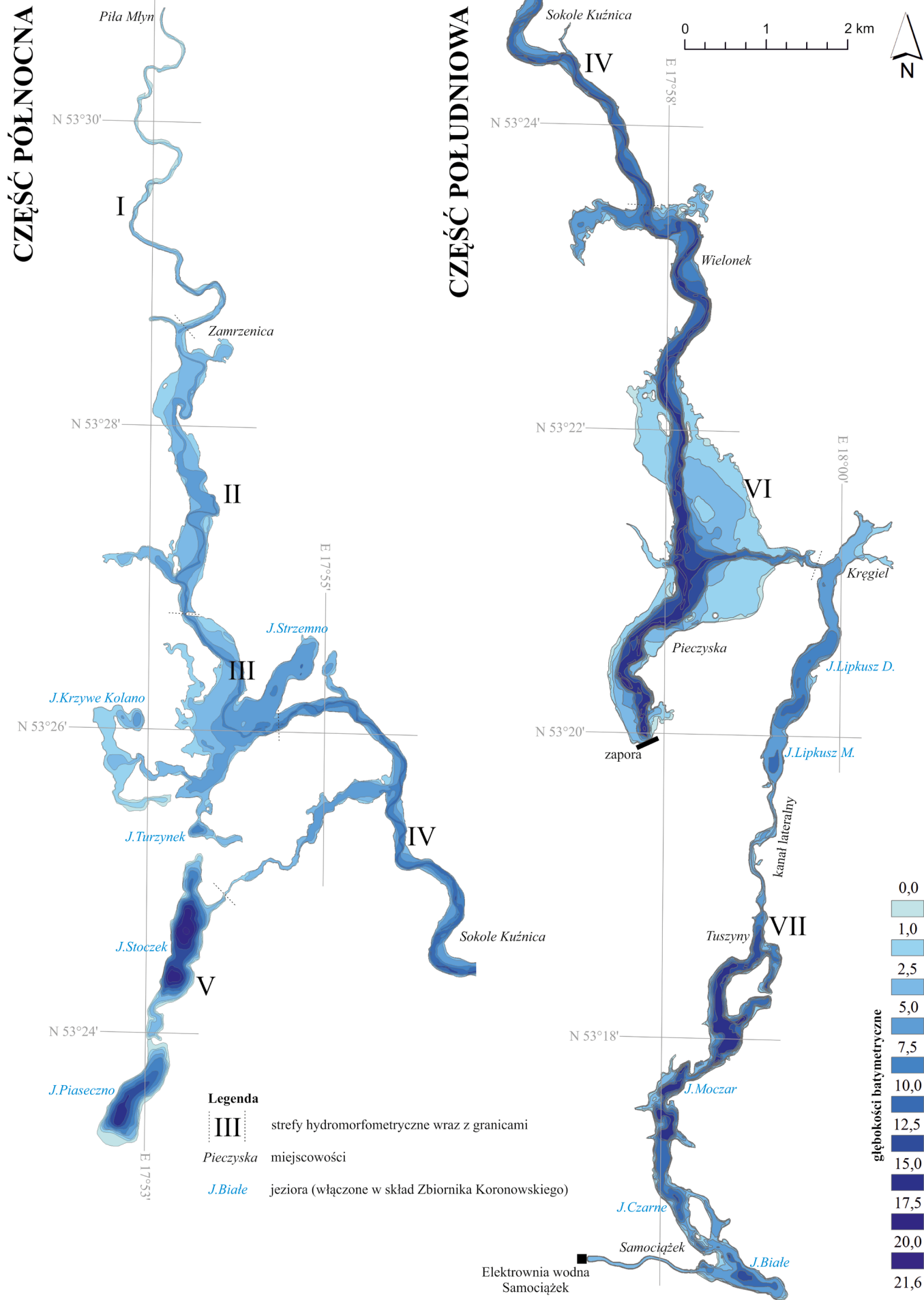
#### Strefa III – Od mostu kolejowego Pruszc – Terespol do stacji WOPR Sokole Kuźnica

Fragment ten cechuje się typowo limnicznym charakterem, świadczy o tym choćby znaczący wzrost wartości wskaźników opisujących szerokość zbiornika (Tab. 1). Następuje wyraźne spowolnienie przepływu wód, a liczne zatoki przyczyniają się do zwiększenia (niemal dwukrotnie w porównaniu z poprzednią częścią Zbiornika

**Tabela 1.** Wybrane parametry morfometryczne Zbiornika Koronowskiego w 2015 roku (opracowanie własne)

Wskaźniki [jedn.]	Strefy hydromorfometryczne Zbiornika Koronowskiego							Zbiornik
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
charakterystyki kształtu								
F [ha]	23,2	127,6	215,3	165,4	117,3	499,9	286,9	1435,7
$L_{max}$ [km]	3,1	3,6	2,2	7,3	3,9	7,5	11,3	38,9
$L_{ef}$ [km]	0,7	2,4	2,5	1,6	1,9	3,6	2,1	3,6
$B_{max}$ [km]	0,1	0,5	1,8	0,8	0,5	1,4	0,5	1,8
$B_{sr}$ [km]	0,1	0,4	1,0	0,2	0,3	0,7	0,3	0,3
$B_{ef}$ [km]	0,2	0,9	1,3	1,3	0,8	1,7	1,0	1,6
$\lambda$	40,9	10,1	2,3	32,4	12,8	11,4	44,3	105,3
L [km]	7,3	13,2	23,3	24,3	9,7	29,6	38,7	144,5
K	4,2	3,3	4,5	5,3	2,5	3,7	6,4	10,8
charakterystyki pojemności i głębokości								
V [mln m <sup>3</sup> ]	0,6	5,1	9,0	12,0	9,7	32,7	20,6	89,8
$H_{max}$ [m]	5,5	7,8	10,5	16,0	21,6	21,0	18,0	21,6
$H_{sr}$ [m]	2,8	4,0	4,2	7,3	8,3	6,5	7,2	6,3
Strefy hydromorfometryczne według Cz. Pietrucienia (1967)								
	I	II	III	IV	V			

Objaśnienia: F – powierzchnia,  $L_{max}$  – długość maksymalna,  $L_{ef}$  – długość efektywna,  $B_{max}$  – szerokość maksymalna,  $B_{sr}$  – szerokość średnia,  $B_{ef}$  – szerokość efektywna,  $\lambda$  – wskaźnik wydłużenia, L – długość linii brzegowej, K – współczynnik rozwinięcia linii brzegowej, V – objętość,  $H_{max}$  – głębokość maksymalna,  $H_{sr}$  – głębokość średnia.



Badania zrealizowano w ramach projektu sfinansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki, przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2013/13/N/ST10/01762.

**Rycina 2.** Plan batymetryczny Zbiornika Koronowskiego – 2015 rok

Koronowskiego) długości linii brzegowej. Północne rozlewisko posiada powierzchnię 215,3 ha oraz pojemność 9,0 mln m<sup>3</sup>.

#### **Strefa IV – Od stancji WORP Sokole Kuźnica do ujścia rzeki Suchej**

Kolejny fragment Zbiornika Koronowskiego stanowi stosunkowo wąska dolina Brdy, której typowo fluwialny charakter określają analizowane wskaźniki (Tab. 1). Ponadto, systematycznie wzrasta wartość głębokości średniej, co świadczy o zbliżaniu się do zapory czołowej Zbiornika Koronowskiego.

#### **Strefa V – Jeziora Piaseczno i Stoczek**

Podpiętrzone po powstaniu Zbiornika Koronowskiego misy jeziorne, wchodzące w skład systemu rzeczno-jeziornego rzeki Krówki, cechują się typowo limnicznym charakterem. W czasie sondowań określono w tej części maksymalną głębokość dla całego zbiornika – 21,6 m, która znajduje się w środkowej części podpiętrzonego jeziora Stoczek.

#### **Strefa VI – Od ujścia rzeki Suchej do zapory w Pieczyskach / ujścia Strugi Kręgiel**

Fragment ten stanowi główne rozlewisko Zbiornika Koronowskiego koło zapory w Pieczyskach. Podobnie jak obszar IV cechuje się typowo limnicznym charakterem. Charakteryzuje się największymi wartościami parametrów opisujących kształt, m.in. powierzchnią, długością maksymalną czy szerokością efektywną. Zgromadzone jest w niej 32,7 mln m<sup>3</sup> wody, stanowiące ponad 1/3 całych retencjonowanych w zbiorniku wód.

#### **Strefa VII – Od ujścia Strugi Kręgiel do Elektrowni Wodnej Samociążek (kanał lateralny)**

Kanał lateralny cechujący się wydłużonym kształtem i stosunkowo niewielką szerokością, gromadzi niemal 1/4 retencjonowanych w Zbiorniku Koronowskim wód (Tab. 1). Ma na to wpływ obecność podpiętrzonych jezior

oraz fakt dodatkowego piętrzenia wód (5 m) na elektrowni w Samociążku.

Stworzenie aktualnego planu batymetrycznego (Ryc. 2), poza dokonaniem analizy morfologicznej zbiornika, umożliwiło obliczenie tempa jego zamulania, za pomocą powtarzalnych niwelacji czaszy. W dotychczasowej literaturze metoda ta opisywana była m.in. dla zbiorników: Różnowskiego (Onoszko, 1962), Porąbka (Sowiński, 1961), Włocławek (Łajczak, 1995), Suchedniów (Bąk i in., 2011) czy Brzoza (Majerczyk i in., 2012). Początkowa pojemność Zbiornika Koronowskiego, określona na podstawie *Projektu technicznego...* (1957) wynosiła około 81,0 mln m<sup>3</sup>. Jedyne wykonane, szczegółowy plan batymetryczny analizowanego zbiornika (*Zbiornik Koronowski, Mapa...*, 1990), opracowany na podstawie sondowań wykonanych latem 1988 roku, wykazuje jego objętość na poziomie 77,5 mln m<sup>3</sup>. Aby umożliwić analizę porównawczą pojemności wymienionych dwóch materiałów źródłowych, dostosowano rzędne izobat wykreślonych przez autora pracy do archiwalnych stanów wód. Uzyskano w ten sposób objętość Zbiornika Koronowskiego w 2015 roku, na poziomie 76,0 mln m<sup>3</sup>. Uwzględniając początkową (zakładaną) pojemność analizowanego zbiornika daje to ubytek retencji na poziomie 4,3% po 27 latach jego funkcjonowania (od 1988 roku) oraz ograniczenie objętości o kolejne 1,9% do 2015 roku. Sumarycznie, analizy wskazują ubytek pojemności Zbiornika Koronowskiego na poziomie 6,2% (około 5 mln m<sup>3</sup>) od początku jego funkcjonowania. Dane obliczone dla Zbiornika Koronowskiego porównano do wyników uzyskanych dla większych zbiorników zaporowych w Polsce, zestawionych w pracy A. Łajczaka (1995). Rozmiar średniego rocznego ubytku początkowej pojemności Zbiornika Koronowskiego wynosi 0,12% i jest trzykrotnie niższy niż ubytek pojemności Zbiornika Włocławskiego na Wiśle, ale sześciokrotnie wyższy w porównaniu do Zbiornika Sulejów na rzece Pilicy.

## **4. Wnioski**

Na podstawie przeprowadzonych badań batymetrycznych, można przedstawić następujące wnioski:

1. Zbiornik Koronowski charakteryzuje się silnym zróżnicowaniem morfometrycznym, uwarunkowanym konfiguracją wyso-

- kościową terenu doliny Brdy przed jego powstaniem oraz rozwiązaniami planistycznymi (budową kanału lateralnego).
2. Wydzielone strefy hydromorfometryczne cechują się odmiennym charakterem: limnicznym bądź fluwialnym.
  3. Porównanie pomiarów batymetrycznych umożliwiło określenie tempa zamulania Zbiornika Koronowskiego (0,09 mln m<sup>3</sup>/

rok) na podstawie powtarzalnych niwelacji czaszy. Analizy wykazały ubytek jego pojemności na poziomie 6,2% (około 5 mln m<sup>3</sup>) w okresie jego dotychczasowego funkcjonowania (54 lata).

Badania zrealizowano w ramach projektu sfinansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki, przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2013/11/N/ST10/01762.

## Literatura

- Ambrożewski Z. J., 2011. 50 lat zbiornika i elektrowni wodnej Koronowo *Gospodarka Wodna*, 12, 512–519.
- Bąk Ł., Dąbkowski Sz., Górski J., 2011. Metoda prognozowania zamulenia zbiornika wodnego na podstawie pomiaru pojemności. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie* 11, 4 (36), 19-29.
- Dane niepublikowane Elektrowni Wodnej Koronowo, 2015 – wahania stanów wód na Zbiorniku Koronowskim.
- Łajczak A., 1995. Studium nad zamulaniem wybranych zbiorników zaporowych w Dorzeczu Wisły. Monografie Komitetu Gospodarki Wodnej PAN, 8.
- Majerczyk A., Michalec B., Leksander B., 2012. Prognoza zamulania zbiorników wodnych Brzóza Stadnicka i Brzóza Królewska. *Infrastruktura i ekologia obszarów wiejskich*, 2 (4). PAN, Kraków, 17–27.
- Onoszko J., 1962. Zamulanie Zbiornika Rożnowskiego. *Rozprawy Hydrotechniczne*, 12, 107-112.
- Pietrucień Cz., 1967. Stosunki hydrograficzne w rejonie Zalewu Koronowskiego. *Zeszyty Naukowe UMK, Nauki Matematyczno-Przyrodnicze*, 14a, Geografia V.
- Projekt techniczny zbiornika elektrowni wodnej Koronowo. PN-15, 1957. Warszawskie Biuro Projektów Siłowni Wodnych, Warszawa.
- Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej, 2011. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Sowiński A., 1961. Obliczenie kubatury i analiza krzywych namuleń w zbiorniku w Porąbce. *Gospodarka Wodna*, 21 (8).
- Zbiornik Koronowski, Mapa dla żeglarzy i turystów, 1990. IMGW, Warszawa.