



## Pomiary batymetryczne wybranych zbiorników

Najskuteczniejszym i najbardziej wiarygodnym sposobem monitorowania procesu zamulania zaporowych zbiorników retencyjnych jest wykonywanie w określonych odstępach czasu bezpośrednich pomiarów batymetrycznych ich czasz. Metody wykonywania takich pomiarów oraz opracowywania uzyskanych w ich efekcie wyników ulegały – na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat – radykalnym zmianom.

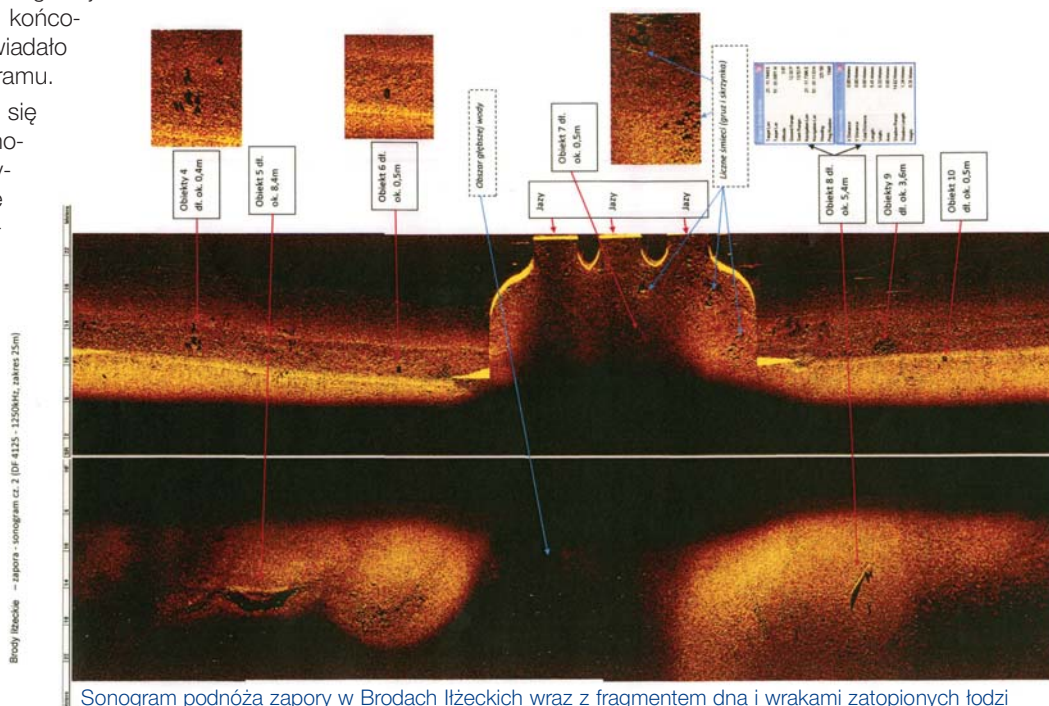
Początkowo pomiary spiętrzonego zbiornika wykonywano sondując mechanicznie zastabilizowane na brzegach przekroje poprzeczne. Położenie mierzonego punktu ustalano metodami geodezyjnymi. Dużym usprawnieniem w prowadzeniu pomiarów batymetrycznych – zwiększającym ich dokładność – było wykorzystanie do nich echosond analogowych. Pomiar rzędnych dna w przekroju wykonywano przy użyciu echosondy współpracującej z umieszczoną na brzegu stacją główną dalmierza. Prawidłowość poruszania się łodzi po przekroju była kontrolowana i ewentualnie korygowana przez obserwatora obsługującego dalmierz i mającego łączność radiową z załogą łodzi. Mierzono odległość od stacji brzegowej do punktu początkowego i końcowego przekroju, co odpowiadało początkowi i końcowi echogramu.

Wynikiem przemieszczania się łodzi po przekroju był echogram, z zaznaczonym zarysem dna oraz pionowe linie odpowiadające wielokrotności odległości 10 m od stacji brzegowej. Pomiar głębokości był wykonany z dokładnością 0,5% tj.  $\pm 2$  cm mierzonej wartości, a odległość 20 cm  $\pm 10^{-5}$  mierzonej długości. Usytuowanie na przekroju punktów charakterystycznych ustalano przez określenie ich odległości od stacji brzegowej przy założeniu, że łódź na odcinku między kolejnymi punktami oddalonymi od stacji o wielokrotność 10 m poruszała się ruchem jednostajnym. Rzędna

dną w danym punkcie obliczano jako różnicę rzędnej zwierciadła wody i odczytanej z echogramu głębokości. Opracowanie wyników polegało na dygitalizacji echogramów do postaci wielkości, którymi były odległości (X) i głębokości (h), przeliczone później na rzędne dna (Z). Z uzyskanych danych konstruowano przekroje poprzeczne lub tworzono mapy warstwiczne czaszy zbiornika. Działania takie były bardzo pracochłonne i narażone na znaczne błędy.

W ciągu ostatnich 15 lat zasadniczo zmieniła się technika pomiarowa i obliczeniowa przy aktualizacji krzywych pojemności i obliczania zamulania zbiorników wodnych. Do pomiarów zastosowano zintegrowany automatyczny system (GPS+DE) łączący nawigację satelitarną GPS (Global Positioning System) z echosondą cyfrową DE (Digital Echosounder), a obliczenia oparto na specjalistycznym licencjonowanym oprogramowaniu. Dzięki nowemu systemowi zasadniczo wzrosła wydajność pozyskiwania danych (X, Y, Z), co pozwoliło na zagęszczenie przekrojów pomiarowych, a tym samym zwiększyło dokładność ostatecznego wyniku. Opro-

gramowanie echosondy pozwala na projektowanie równoległych przekrojów poprzecznych zbiornika w określonym rozstawie, a częstotliwość gromadzenia danych sondowania można zaprogramować czasowo lub odległościowo. W dotychczasowej praktyce najczęściej przyjmuje się przekroje w rozstawie co 50 m, a w linii sondowania dane gromadzone są co 2-5 m przebytej drogi, która jest śledzona i korygowana na monitorze echosondy. Opracowanie wyników wymaga wprowadzenia danych do programu, który kreśli plan warstwiczny zbiornika z określonym cięciem warstwic oraz tworzy krzywe i tabele pojemności oraz powierzchni zalewu. Punkty sondowania są dodatkowo uzupełniane pikietami linii brzegowej i punktami rozproszonymi w cofce zbiornika, gdzie pomiar echosondą ze względu na małe głębokości nie jest możliwy. Pomiar ten jest wykonywany odbiornikiem GPS, który może mierzyć pozycję i wysokość z dokładnością do 2 cm. Metoda ta znacznie ogranicza błędy, a wynik końcowy zależy od przyjętych kryteriów programowych.



Sonogram podnóża zapory w Brodach Iłżeckich wraz z fragmentem dna i wrakami zatopionych łodzi