



Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Wydział Nauk o Ziemi

Praca doktorska wykonana
w Katedrze Hydrologii i Gospodarki Wodnej

mgr Adam Piasecki

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt.

**Uwarunkowania zmian zasobów wodnych i parametrów
morfometrycznych wybranych jezior na obszarze Nizy
Polskiego**

Summary of the doctoral thesis titled

**The determinants of changes in water resources and morphological
parameters of selected lakes located in the Polish Lowlands**

promotor: dr hab. Rajmund Skowron

Toruń 2017 r.

Streszczenie

Jezióra jak każdy element środowiska przyrodniczego podlegają permanentnemu przekształceniu. W sposób szczególny dotyczy to ich parametrów morfometrycznych i zasobów wodnych. Wpływ na tempo ewolucji mis jeziornych ma wiele wzajemnie powiązanych czynników stąd też jej wielkość jest różna i najczęściej przestrzenie zróżnicowana. Aby możliwe było określenie kierunku przekształceń mis jezior, konieczne jest ich rozpoznanie batymetryczne. Konieczność wykonania kosztownych i czasochłonnych pomiarów batymetrycznych sprawia, że wiedza dotycząca przekształceń jezior jest wciąż niewystarczająca.

Celem pracy było określenie wielkości zmian zasobów wodnych i parametrów morfometrycznych jezior od końca XIX wieku do czasów współczesnych, a także analiza i ocena uwarunkowań tych zmian. W pracy skupiono się na jeziorach o niedużej powierzchni (jedynie w dwóch przypadkach przekraczającej 150 ha), gdyż stopień rozpoznania podejmowanej problematyki dla tej grupy jezior jest najmniejszy. Analizą i pomiarami objęto łącznie około stu jezior przestrzennie rozproszonych na obszarze kilku regionów Niżu Polskiego. Szczegółowymi pomiarami objęto 30 jezior (pomiary batymetryczne i linii brzegowej), a w przypadku pozostałych dokonano pomiarów sezonowej zmienności zasobów wodnych.

Dla każdego z badanych 30 jezior udało się określić precyzyjnie wielkość rozpatrywanych zmian od końca XIX wieku do czasów współczesnych. Umożliwiły to między innymi szczegółowe pomiary terenowe obejmujące część nawodną (strefę brzegową) i podwodną mis jeziornych. W pracy przedstawiono dwie metody analizy zmian zasobów wodnych i parametrów morfometrycznych jezior. W pierwszej z nich na podstawie wyników pomiarów batymetrycznych i strefy brzegowej (z wykorzystaniem GPS-u), a także danych LIDAR tworzony jest numeryczny model misy jeziornej. Wykorzystany jest on następnie w analizie zmian parametrów morfometrycznych i zasobów wodnych jezior przy określonej rzędnej poziomu wody. Druga z metod oparta jest o studium porównawcze przynajmniej dwóch planów batymetrycznych, wykonanych w znacznym odstępstwie czasu (co najmniej kilkadziesiąt lat). Wykazano, że zakres informacji dostarczany przez obie metody, jest w dużym stopniu różny. Dlatego dla uzyskania możliwie pełnej wiedzy, obie (o ile to możliwe) powinny być stosowane jednocześnie.

Szczegółową analizą porównawczą objęto cztery główne parametry morfometryczne (objętość, powierzchnia, długość linii brzegowej i głębokość maksymalna). Największe względne zmiany stwierdzono w jeziorach najmniejszych i naj płytszych, a najmniejsze w

głębokich o misie rynnowej. Ponadto stwierdzono występowanie pewnych prawidłowości przestrzennych, w zakresie zmian wspomnianych parametrów morfometrycznych. Jeziora w każdym z regionów charakteryzowały się zbliżoną relacją zmian poszczególnych parametrów, a w mniejszym stopniu także ich wielkością. Zdecydowanie najmniejszymi zmianami charakteryzowały się jeziora z regionów Równina Augustowska i Pojezierze Zachodniosuwalskie. Stwierdzono istnienie istotnej statycznie ($\alpha=0,05$) zależności pomiędzy względnymi zmianami wybranych czterech głównych parametrów morfometrycznych jezior. Najwyższą jej wartość uzyskano dla względnej zmiany objętości i głębokości maksymalnej ($r=0,92$) oraz powierzchni i objętości ($r=0,84$).

Próba syntetycznej oceny wpływu uwarunkowań naturalnych i antropogenicznych na zasoby wodne i parametry morfometryczne jezior wykazała dużą złożoność problemu. Wymusiło to dwustopniowy charakter oceny (ogólny i lokalny). Czynnikiem, który był najczęściej wskazywany jako mający decydujące znaczenie w przekształceniu ilościowym jezior były prace melioracyjne (18 wskazań). Drugim w kolejności był czynnik opisujący pogorszenie bilansu wymiany pionowej (w niemal w co trzecim z jezior).

Na koniec przeprowadzono analizę porównawczą i statystyczną zmian zasobów wodnych o charakterze sezonowym. Ocenie poddano wyniki sezonowej zmiany poziomu wody jezior, z uwzględnieniem uwarunkowań lokalnych. W oparciu o analizę korelacji wielorakiej uzyskano informacje o czynnikach mających największy wpływ na amplitudy stanu wody półrocza ciepłego jezior Pojezierza Wielkopolsko-Kujawskiego. Zaliczono do nich typ hydrologiczny, działalność antropogeniczna negatywna (lej depresji) i wskaźnik wydłużenia oraz procentowy udział obszarów podmokłych w powierzchni zlewni.

Summary

Lakes as an intrinsic part of the environment undergo permanent changes. It is especially important in case of their water resources and morphological parameters. The evolution of lake basin is a process influenced by a multitude of connected factors. Therefore, the size of a lake basin is different and usually spatially diversified. In order to find the direction of lake basin changes it is important to perform bathymetric measurements. However, the need to perform costly and time-consuming bathymetric measurements make the amount of available data and knowledge insufficient.

The aim of this work was to assess the scale of changes in water resources as well as morphometric parameters of lakes. The analysis considered period from the end of the 19th century until today. One of the main goals was also to analyse the determinants of those changes. The authors of this dissertation focus on relatively small lakes (only in two cases the lake surface was greater than 150 ha). The reason for selecting such small lakes was an observed research gap in the literature. The analysis itself focused on almost 100 lakes which were spatially distributed in the several regions of the Polish Lowlands. Detailed measurements were performed in case of almost 30 lakes (bathymetric measurements as well as shoreline), in case of the remaining lakes, the authors focused only on analyzing the seasonal variability of the water resources.

For each one out of 30 lakes, it was possible to precisely determine the scale of changes from the end of the 19th century till modern times. Such analysis was possible as a result of detailed field works which concentrated on the shoreline (aquatic part) and lake basin (underwater part). This dissertation presents two methods of analyzing the changes in water resources as well as morphometric parameters. The first one focusses on creating a numerical model of the lake basin based on the results of the bathymetric measurements, shoreline (by means of the GPS) and LIDAR data. The created numerical model is then used to analyze the changes in morphometric parameters and water resources for given water level. The second method is based on comparing at least two bathymetric plans which were created at a significant time interval (at least several dozen years). The results have shown that the extent of information delivered by both methods is quite different. Therefore, in order to obtain full knowledge about the investigated phenomena one (if it is only possible) use both methods simultaneously.

A detailed comparative analysis was performed for four main morphometric parameters (volume, surface, length of the shoreline and the maximal depth). The greatest relative changes were observed in the smallest and the shallowest lakes. The smallest changes

were noticed in tunnel-valley deep lakes. Additionally, it was observed that there exists some spatial regularity – considering the changes of mentioned parameters. The regions located in the same region were characterized by a similar change direction in case of individual parameters. The strength of the correlation was smaller when it comes to the scale of changes. The smallest changes were observed in lakes which are located in Augustowska Plain and Zachodniosuwalskie Lake District. It was found that a statistically significant correlation ($\alpha=0.05$) exists between relative changes of four selected morphometric lake parameters. The highest values of correlation were observed for relative change in volume and maximal depth ($r=0.92$) as well as surface and volume ($r=0.84$).

An attempt to synthetically assess the impact of natural and anthropogenic conditions on the water resources and morphometric parameters of the lakes has shown as the problem itself is very complex. This forced the author to use a two-stage assessment approach (global and local). The main factor which influenced the change of given water lake resources was melioration works (18 cases). The second factor was a deterioration in the vertical exchange balance (almost in every third lake).

This dissertation ends with a statistical and comparative analysis of seasonal changes in water resources. The assessment focused on seasonal changes in water level whilst simultaneously considering the local conditions. Based on the multiple correlation methods the factors with the highest impact on the water level during the warm half-year in Wielkopolski-Kujawski Lake District were found. To those factors, one may include hydrological type, negative anthropological parameters (cone of depression), elongation index and the percentage share of wetlands in the catchment area.