



UNIWERSYTET
MIKOŁAJA KOPERNIKA
W TORUNIU
Wydział Nauk o Ziemi

Marika Kornaś

WPLYW PIĘTRZENIA JEZIOR NA ZMINY ZASOBÓW I JAKOŚCI WÓD W POLSCE PÓŁNOCNO-ZACHODNIEJ

Rozprawa doktorska wykonana pod kierunkiem
dr hab. Włodzimierza Marszelewskiego, prof. UMK
w Katedrze Hydrologii i Gospodarki Wodnej

Streszczenie

Niewielkie zasoby wodne naszego kraju powodują, że głównym zadaniem gospodarki wodnej stała się intensyfikacja działań zmierzających do zwiększenia retencji na obszarze zlewni. Piętrzenie jezior wskazywane jest jako proekologiczna metoda retencjonowania wody pozwalająca na znaczną poprawę bilansu wodnego przy niewielkich zmianach przyrodniczych krajobrazu. O ile uznawane jest za zjawisko pozytywne, to jednak co do skutków piętrzenia istnieją rozbieżne stanowiska. Celem podjętej pracy było określenie wpływu piętrzenia jezior na zmianę zasobów i jakości wód w Polsce północno-zachodniej.

Wyjściowym źródłem informacji na temat piętrzenia jezior były opracowania dotyczące tzw. programów małej retencji oraz udostępnione na potrzeby doktoratu dane na temat jezior podpiętrzonych pochodzące z byłych Wojewódzkich Zarządów Melioracji i Urządzeń Wodnych oraz kserokopie pozwoleń wodnoprawnych na piętrzenie jezior otrzymane ze starostw powiatowych. Zgodnie z utworzoną na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji bazą danych jezior podpiętrzonych na obszarze Polski północno-zachodniej zlokalizowanych jest 430 jezior podpiętrzonych, których piętrzenie doprowadziło do wzrostu powierzchni jezior o 4166,4 ha i przyrostu retencji 354,4 mln m³ wody. Jednostkami

odznaczającymi się największym udziałem jezior podpiętrzonych są województwo kujawsko-pomorskie i powiat inowrocławski, dorzecze Odry, zlewnia Noteci i zlewnia Warty oraz Pojezierze Wielkopolskie i makroregiony Pojezierze Gnieźnieńskie i Bory Tucholskie.

Wśród 12 jezior podpiętrzonych, objętych szczegółową analizą wpływu piętrzenia na zmiany zasobów wodnych jezior, w większości piętrzenie doprowadziło do wzrostu stanów wody w jeziorze i utrzymania dodatniej tendencji ich wahań, podwyższenia stref stanów oraz zmniejszenia amplitudy wahań rocznych. W grupie tej można również wyróżnić jeziora, w przypadku których po piętrzeniu obserwowane było obniżenie stanów wody w jeziorze oraz ich oscylacja względem średniej z wielolecia. Wielkości przyrostu retencji określono wykorzystując opracowane krzywe powierzchni i pojemności jezior podpiętrzonych, natomiast zmiany parametrów morfometrycznych w wyniku piętrzenia na podstawie porównania ze sobą planów batymetrycznych wykonanych przed i po piętrzeniu jeziora oraz skonstruowanego z wykorzystaniem danych LiDAR numerycznego modelu mis jeziornych. Zastosowanie numerycznego modelu mis jeziornych daje najdokładniejsze wyniki, ponieważ bierze pod uwagę również zasięg zalewu wód, jaki może nastąpić w zależności od przyjętej wysokości piętrzenia, co może stanowić również o praktycznym znaczeniu tej metody.

Głównym etapem prac, obok studiów dotyczących zmian zasobów wodnych w jeziorach, była analiza wpływu piętrzenia na zmiany jakości wód jezior. Realizacja tego celu pracy wymagała przeprowadzenia szczegółowych i wielokierunkowych własnych badań terenowych. Polegały one na wykonaniu pomiarów bezpośrednich w wyznaczonych punktach na jeziorze wraz z poborem próbek wody. Przeprowadzono badania laboratoryjne, obejmujące analizy fizyczno-chemiczne i biologiczne próbek wody. Badania terenowe wykonano w sezonie wiosennym i letnim 2014 i 2015 roku, co pozwoliło na określenie aktualnej jakości wód 10 jezior podpiętrzonych. Uzyskane wyniki porównano z archiwalnymi badaniami jakości jezior dla okresu przed i po piętrzeniu umożliwiając przeprowadzenia wnioskowania na temat ich zmian (pogorszenia lub poprawy) powstałych wskutek piętrzenia.

Wśród uwzględnionych 17 wskaźników jakości wód jeziornych (warunki termiczno-tlenowe oceniano łącznie jako jeden parametr), aż 10 charakteryzuje wartość wskazującą na występowanie korzystnych zmian w jeziorze po piętrzeniu. Szczególnie pozytywnie oceniany był spadek zawartości w jeziorach podpiętrzonych związków azotu i fosforu, chlorofilu α oraz BZT₅ i ChZT. W okresie pierwszych pięciu lat po piętrzeniu poprawa jakości wód dotyczyła aż 7 jezior podpiętrzonych, z których 3 najbardziej zdegradowane jeziora charakteryzuje stała tendencja poprawy po okresie ich piętrzenia. Niemal w każdym jeziorze po piętrzeniu nastąpiła poprawa jego stanu troficznego. Przeprowadzone badania bilansowe (na przykładzie

jeziora Osiek) wskazują na dużą zdolność wód piętrzonych jezior do samooczyszczania i niewielkiej akumulacji substancji biogennej na dnie. Na podstawie zastosowanego modelu oceny wpływu piętrzenia na jezioro określono, że budowa urządzenia piętrzącego, powodująca zwiększenie czasu przebywania wody w jeziorze, skutkuje zmniejszeniem wartości średniego stężenia fosforu w jeziorze, nawet w warunkach większej jego dostawy.

Przedstawione wyniki wskazują, że piętrzenie jezior powoduje szereg istotnych zmian w przebiegu oraz dynamice wielu zjawisk i procesów limnologicznych. Dotyczą one warunków hydrologicznych, morfometrycznych, parametrów fizyczno-chemicznych, w tym jakości wody i stanu troficznego oraz cech biologicznych. Każde jezioro w różnym stopniu podlega przemianom na skutek piętrzenia wody. Przeprowadzone badania wykazały, że piętrzenie wpływa pozytywnie na jezioro, jednak skala tego oddziaływania zależy od warunków lokalnych panujących w zlewni jeziora oraz jego stanu przed piętrzeniem.

THE INFLUENCE OF LAKE WATER LEVEL REGULATION ON THE CHANGES IN WATER RESOURCE AND WATER QUALITY IN NORTH-WESTERN POLAND

Abstract

Poland's meager water resources render the intensification of the activities to increase water retention within catchment areas the main task of water management efforts. Water level regulation has been indicated as a green method of water retention, which allows to improve water balance, only slightly altering natural landscape. It is thought to be a positive phenomenon, but divergent views exist as to the effects of lake water level regulation. This thesis aims at establishing the effects of lake water level regulation on the changes of water resource and water quality in north-western Poland.

The baseline information on lake water level regulation were the studies on the so called small-scale water retention; the data on level regulated lakes from former Provincial Boards of Land Amelioration and Water Facilities (Polish: Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych); and photocopies of permits for water level regulation required by the Water Law Act obtained from County Offices (Polish: starostwo powiatowe). There are 430 level regulated lakes in north-western Poland according to an inventory created; the water level regulation resulted in an increase in the surface area of the lakes by 4166.4 ha and a rise

in water retention by 354.4 million cubic metres. The territorial units with the highest share of level regulated lakes are Kuyavian-Pomeranian Voivodeship and Inowrocław County (Polish: powiat inowrocławski), the Oder catchment area, the Noteć river basin, the Warta river basin, Greater Poland Lakeland (Polish: Pojezierze Wielkopolskie), as well as the Gniezno Lakeland (Polish: Pojezierze Gnieźnieńskie) and the Tuchola Forest (Polish: Bory Tucholskie) natural regions.

In the majority of 12 level regulated lakes that underwent a detailed analysis of the influence of water level regulation on the changes in water resource, level regulation has resulted in an increase of water levels and maintained the upward trend of fluctuations, has increased water stage and decreased the annual level range. In this group, some lakes can be distinguished as having experienced a decrease in water levels and water level fluctuation after the level regulation as compared with the earlier multiannual period. The increase in retention has been established with the use of surface and lake volume curves developed earlier; the changes in morphometric parameters as a result of water level regulation have been established on the basis of a comparison of bathymetric plans prepared before and after water level regulation, and the lake basin models which were drawn up based on the numeric data obtained with LiDAR. The utilization of a numerical model of the lake basins yields the most accurate results because it takes into account the extent of lake waters, which can be reached depending on the applied level of water regulation, which can decide about the practical significance of this method.

The main stage of the research, apart from studying the changes in lake water resource, was the analysis of the influence of water level regulation on the changes of lake water quality. This aim required conducting own, detailed and multidirectional field research. It consisted in direct measurements in designated points on the lake, supplemented with taking water samples. Laboratory tests, including physico-chemical and biological analyses of the samples, were conducted. The field research was carried out in the spring and summer seasons of 2014 and 2015, which allowed to determine the then current quality of water in 10 water level regulated lakes. The results obtained were analysed against the archival data on the lake water quality for the period before and after water level regulation, which allowed to draw some conclusions about any changes (deterioration or improvement) being a result of water level regulation.

Among the 17 lake water quality indices that were taken into consideration (thermal and oxidation conditions were assessed jointly as one parameter), as many as 10 are characterised by values indicating favourable changes as a result of water level regulation.

The decrease in the amount of nitrogen and phosphorus compounds, chlorophyll a, BOD₅ and COD are especially noteworthy. In the first five years after water level regulation, improvement took place in as many as 7 level regulated lakes, of which 3 most degraded ones have shown a steady tendency toward improvement after they were regulated. The trophic status in almost every lake improved after water level regulation. Balance measurements (on the example of the Osiek Lake) indicate a high capacity of level regulated lakes for self-cleaning and a low accumulation of biogenic substances on their bottom. A model to assess the influence of water level regulation on lakes was created; on its basis, it was established that the design of the damming structure which prolongs the time water is retained in a lake decreases average concentrations of phosphorus in the lake, even when its yield is increased.

The results presented indicate that lake water level regulation causes a number of significant changes in the course and dynamics of many limnological phenomena and processes. They affect hydrological, morphometric, physical and geographical conditions, including water quality, trophic status and biological traits. Each lake undergoes changes as a result of water level regulation to a different degree. The research conducted indicated that water level regulation positively affect lakes, but the scale of influence depends on the local conditions existing in the lake basin and its state before water level regulation.