

WPŁYW KOMPLEKSU PALIWOWO-ENERGETYCZNEGO NA WYBRANE ELEMENTY BILANSU WODNEGO

Wprowadzenie

Kompleks wodny jezior konińskich składa się z 5 naturalnych zbiorników (J. Gosławskie, Pątnowskie, Licheńskie, Wąsowsko-Mikorzyńskie i Ślesińskie) o łącznej powierzchni około 13 km². Zbiorniki wraz z kanałami tworzą unikalny w Polsce system schładzania wody wykorzystywany przez elektrownie „Konin” i „Pątnów”. W zależności od temperatury powietrza wykorzystuje się jeziora tzw. „bliskiego obiegu schładzania” (J. Licheńskie, Pątnowskie i południowy fragment Wąsowskiego) lub tzw. „dalekiego obiegu” schładzania wody (dodatkowo J. Ślesińskie i Mikorzyńskie). J. Pątnowskie i Gosławskie pełnią równocześnie rolę zbiorników, do których poprzez Strugę Biskupią odprowadzane są wody dołowe z kopalni węgla brunatnego Konin.

Początek prac badawczych na ww. jeziorach przypada na lata 50. XX w. (przed uruchomieniem pierwszej elektrowni „Konin”), kolejne na lata 70., kiedy to dokonano oceny skutków podłączenia do systemu elektrowni „Pątnów” oraz na lata 80. – faza pełnego rozruchu inwestycji. Ponad 30-letnie badania wykazały odrębność tych zbiorników od „typowych”, nie podgrzanych jezior. Odrębność przejawia się zaburzeniem reżimu termicznego jezior oraz wzrostem wielkości parowania z wolnej powierzchni wody, będącego ważnym elementem bilansu wodnego zarówno samego jeziora jak i zlewni.

Zmiany stosunków termicznych jezior konińskich

W literaturze brak szczegółowych informacji o termice zespołu jezior konińskich w I połowie XX w., a więc w warunkach naturalnych. Istniejące informacje dotyczą poszczególnych jezior, stąd w pracy przedstawiono wyniki badań z tego okresu głównie na J. Pątnowskim (Prawdź 1947; Paślawski 1967) i Licheńskim (Zdanowski 1976).

Według oceny B. Zdanowskiego (1976), w warunkach naturalnych w okresie lata, w jeziorach występował płytki epilimnion z temperaturami 20-23°C i chłodny, głęboki hypolimnion o temperaturze 4-6°C. Pokrywa lodowa powstawała zazwyczaj w grudniu i utrzymywała się do marca, zanikając w kwietniu.

K. Prawdź (1947), w oparciu o szczegółowe, jednoroczne (1945-1946) badania na J. Pątnowskim stwierdził że: *stosunki termiczne J. Pątnowskiego, są jak najbardziej typowe dla jezior płytkich i wystawionych na działanie wiatru tym bardziej, że jak*

stwierdza dalej: *długość jeziora pokrywa się z kierunkami dominujących wiatrów. Dlatego, mimo że w przebiegu rocznym zaznaczyły się w jeziorze cztery okresy termiczne, to jednak okresy homotermii wiosennej i jesiennej, czyli pełnej cyrkulacji, przedłużyły się, letni trypiętrowy układ utrzymywał się z trudnością, a odwrotnie uwarstwienie zimowe – wykazując minimalne gradienty – zachodziło przy temperaturach niższych od 1°C.*

Badania prowadzone w latach 1962-1963 (a więc już po uruchomieniu elektrowni Konin) przez Z. Paślawskiego (1967) w dwóch przekrojach, poprowadzonych wzdłuż obu prostopadłych osi jeziora Pątnowskiego oraz w punkcie badań K. Prawdzica wykazały wyraźny wzrost temperatury wody. Według oceny Z. Paślawskiego (1967) *wzrost temperatury jest szczególnie charakterystyczny w półroczu letnim. Okres jesiennej homotermii występuje w 1963 r. dopiero w grudniu. Nie obserwuje się uwarstwienia zimowego i homotermia trwa nieprzerwanie od pierwszych dni drugiej dekady grudnia do połowy lutego.* Dalsze badania wykazały również wzrost gradientów temperatury wody zwłaszcza latem.

Porównując średnie z trzech punktów pomiaru temperatury wody J. Pątnowskiego z temperaturami wody J. Ślesińskiego, nie skażonego jeszcze w 1964 r. zrzutem wód chłodniczych, Z. Paślawski (1967) stwierdził że: *średnie roczne podwyższenie temperatury wody wynosiło 2,4°C w 1963 r. i 1,7°C w 1964 r. Podwyższenie średnich miesięcznych temperatur wody J. Pątnowskiego jest największe na wiosnę (4,4°C w marcu i 4,1°C w kwietniu 1963 r. oraz 3,2°C w kwietniu 1964).* Według tego autora *maksymalne roczne temperatury wody w J. Pątnowskim przekroczyły 26°C i utrzymywały się w przedziale 26,0-27,0°C przez 21 dni w roku, z tego 14 dni w czerwcu i 7 dni w lipcu. W J. Ślesińskim najwyższa roczna temperatura wody wahała się w granicach 24-25,9°C i utrzymywała się przez 3 dni w roku.*

Zdaniem B. Zdanowskiego (1976) w latach 1965-1970 najniższa temperatura wody pelagialu J. Licheńskiego w okresie zimowym wynosiła 6,5°C. W 1969 r. epilimnion J. Licheńskiego z 3 m obniżył się do 7 m, a temperatura tej warstwy wody osiągnęła 26-27°C, niżej zalegające wody hypolimnionu miały w tym czasie stałą temperaturę około 15°C. Różnice w epilimnionie między powierzchnią a warstwą wody na głębokości 6,5-7,5 m wynosiły zazwyczaj 2-4°C ale w najcieplejszych okresach były niższe od 2°C.

Kolejne badania Z. Paślawskiego (1968) wykazały, że: *wlew ciepłej wody do jeziora (Pątnowskiego) spowodował podwyższenie średniej temperatury jego wód o około 2°C.*

Z. Paślawski (1968) a za nim B. Zdanowski (1976) w swoich ocenach zmian temperatur powierzchniowych warstw jezior podgrzanych, jako punkt odniesienia przyjmują konsekwentnie temperaturę wody w J. Ślesińskim, uznawanym za jezioro o naturalnym reżimie termicznym.

W latach 70. XX w., a więc już po uruchomieniu elektrowni Pątnów, wg B. Zdanowskiego (1976) temperatury powierzchniowych warstw jezior podgrzanych, w porównaniu z temperaturami J. Ślesińskiego wzrosły o 0,6-8,2°C w zależności od stopnia obciążenia jeziora zrzutami. W J. Lichenskim, najbardziej

obciążonym zrzutami, temperatura wzrosła średnio o 7,2°C, w J. Mikorzyńskim o 5,0°C, Wąsowskim o 4,1°C. Najmniejszy wzrost zaobserwowano w J. Pątnowskim i Gosławskim, średnio zaledwie 2.5°C. Jest to pierwsza ilościowa ocena wzrostu temperatury jezior poddanych działaniu antropopresji.

Badania prowadzone przez J. Rotnicką (1991) w latach 80. XX w. w okresie pełnego rozruchu zespołu elektrowni) wykazały: wzrost temperatury wody jezior przekraczający 2°C. W jeziorach: Gosławskim, Pątnowskim i Licheńskim temperatura bywa wyższa (w zależności od akwenu i pory roku) o 6-11°C, w pozostałych o ok. 4°C.

Od roku 1990 IMGW wznowił badania na jeziorach konińskich. W oparciu o uzyskane wyniki, korzystając konsekwentnie z metody przyjmowania J. Ślesińskiego jako jeziora o niezaburzonym reżimie termicznym stwierdzono, że w J. Licheńskim temperatura wody bywa wyższa o 3,0-6,8°C, w J. Gosławskim o 0,5-5,2°C, w J. Pątnowskim o około 2,0°C. Najmniejszy wzrost temperatury wody stwierdzono w jeziorze Wąsowsko-Mikorzyńskim, średnio o 1,0°C. Analiza uzyskanych w dziesięcioleciu wyników wskazuje na zmniejszenie się wartości różnic temperatury wody jezior podgrzanych w porównaniu z wynikami B. Zdanowskiego (1976), co prawdopodobnie wynika z założenia istnienia w latach 90. XX. w J. Ślesińskim naturalnego reżimu termicznego.

Aby uzyskać obiektywną ilościową ocenę wpływu kompleksu paliwowo-energetycznego na temperaturę jezior, wykorzystano opracowany przez A. Nawalnego (1994) model prognozy temperatur wód powierzchniowych. Model umożliwia ocenę temperatury powierzchniowej warstwy wody w jeziorach w oparciu o ich bilans cieplny.

Porównując temperaturę wody w jeziorach podgrzanych w latach 1991-2000 z temperaturą tych jezior w warunkach naturalnych obliczono, że temperatura wody w J. Licheńskim jest wyższa o około 6,6°C, w jeziorach Pątnowskim i Gosławskim średnio o 4,4°C, w J. Wąsowsko-Mikorzyńskim o 3,4°C. Najmniejszy wzrost temperatury wody stwierdzono w J. Ślesińskim – średnio o 2,8°C.

Z porównania tych ostatnich wartości z wartościami podanymi przez B. Zdanowskiego (1976) wynika, że wyraźny wzrost różnicy temperatur wód podgrzanych w stosunku do naturalnych, w latach 90. XX w. nastąpił w J. Gosławskim i J. Pątnowskim. W J. Wąsowsko-Mikorzyńskim różnica temperatur była niższa od podanej przez ww. autora.

Niezależnie jednak od przyjętej metody oceny wielkości różnicy temperatur wód powierzchniowych, wzrost temperatury wody w jeziorach podgrzanych związany jest ze stopniem ich obciążenia przez wody zrzutowe i nawet w najmniej obciążonym J. Ślesińskim przekracza kilka stopni.

Wzrost wielkości parowania w wyniku włączenia jezior do obiegu chłodzenia elektrowni

Badania wielkości parowania z powierzchni jezior podgrzanych rozpoczęto już w latach 60. XX w., tworząc sieć ewaporometrów zainstalowanych na tratwach zakotwiczonych na jeziorach (J. Licheńskie, Pątnowskie i Ślesieńskie) a także na łądzie. Niestety brak wyników pomiarów z poszczególnych lat, charakteryzujących określony etap rozwoju kompleksu energetycznego, uniemożliwia przeprowadzenie podobnej analizy jak dla temperatury wody, a tym samym ocenę ilościową wpływu danej fazy rozwoju elektrowni na wielkość parowania. Wyniki pomiarów 15 letniej serii pomiarowej z różnych lat, pozwalają jednak na stwierdzenie, że cechy charakteryzujące rozkład parowania w poszczególnych miesiącach roku z jezior naturalnych obserwuje się również na jeziorach podgrzanych. Dotyczy to przede wszystkim: terminów wystąpienia wartości maksymalnych i minimalnych, oraz niewielkiego zróżnicowania w okresie zimy.

Podstawową różnicę stanowi natomiast sama wielkość parowania z powierzchni wody która:

- niezależnie od charakterystyk limnologicznych jeziora i jego usytuowania w obiegu chłodzenia przekracza 1000 mm/rok. Zaobserwowana wartość maksymalna sięga 2000 mm (J. Licheńskie),
- w okresie od czerwca do sierpnia osiąga 250 mm/miesiąc w J. Licheńskim najbardziej obciążonym zrzutami a 100 mm w J. Ślesieńskim – najmniej obciążonym,
- znacząco wyższe wartości notuje się również w miesiącach zimowych, tym bardziej że większość jezior nie zamarza.

Ze względu na wspomniany już brak pełnej serii pomiarów parowania z powierzchni jezior w okresie 1965-2000 r. do obiektywnej oceny wielkości wzrostu parowania z powierzchni jezior podgrzanych, wykorzystano model fizyczny D. Jurak (1970) opracowany i testowany na jeziorach konińskich w latach 70. XX w. oraz cytowany model prognozy temperatury wód powierzchniowych A. Nawalnego (1994).

Różnica między wielkością parowania z powierzchni jezior podgrzanych wyznaczonego w oparciu o model D. Jurak (1970), a parowaniem z jezior naturalnych, obliczonym z uwzględnieniem naturalnej temperatury jezior, pozwala ocenić liczbą wielkość wpływu kompleksu paliwowo-energetycznego na parowanie.

W latach 1991-2000, kiedy zanotowano ekstremalne warunki termiczne, parowanie z powierzchni wody jezior podgrzanych było wyższe: w J. Licheńskim średnio o 900 mm, w J. Gośławskim o około 600 mm, a w J. Pątnowskim i Wąsowsko-Mikorzyńskim o ponad 400 mm, od parowania z jezior naturalnych.

Średnio w roku z powierzchni jezior podgrzanych paruje od około 380-1000 mm więcej aniżeli z powierzchni jezior naturalnych, a więc mniej więcej tyle, ile wynosi średnie parowanie podawane w Atlasie Hydrologicznym Polski dla Wielkopolski.

Podsumowanie

Podsumowując powyższe rozważania można stwierdzić, że wpływ kompleksu kopalniano-energetycznego spowodował w jeziorach:

- zróżnicowanie między jeziorami w zakresie termiki i wielkości parowania w okresie zimowym, z uwagi na brak pokrywy lodowej i odwrotnej stratyfikacji jezior w zimie,
- skrócenie okresu stagnacji letniej, przedłużenie okresu cyrkulacji wiosennej i jesiennej,
- wzrost temperatury powierzchniowej warstwy wody i wielkości parowania z powierzchni jezior obiegu chłodzenia, zróżnicowany w różnych fazach rozwoju kompleksu.

O wzroście temperatury wody i wielkości parowania decyduje bezwzględna ilość ciepłych wód wprowadzanych do jezior, a także ekspozycja poszczególnych zbiorników na działanie wiatru. Powierzchniowe zrzućenie wód podgrzanych do J. Licheńskiego doprowadziło do podgrzania całej objętości wody tego zbiornika. Duża powierzchnia płytkiego J. Pątnowskiego oraz jezior Wąsowskiego i Mikorzyńskiego łągodziła efekt wpływu wysokich temperatur.

LITERATURA

- Jurak D., 1970, *Intensywność parowania z powierzchni wody w zależności od charakterystyk zbiorników wodnych*, Prace PIHM, nr 10, Warszawa, s. 5-73.
- Nawalany A., 1994, *Prognoza stosunków termicznych w zespole jezior konińskich na podstawie bilansu cieplnego*, Warszawa, (maszynopis).
- Pasławski Z., 1967, *Stosunki termiczne i wodne Jeziora Pątnowskiego*, Gospodarka Wodna, R. 27, nr 4, Warszawa, s. 117-122.
- Pasławski Z., 1968, *Zmiany stosunków wodnych w zlewni szczytowego stanowiska kanału żeglugi, Warta-Gopło*, Przegląd Geofizyczny, R. XIII (XXI), z. 4, Warszawa, s. 346-363.
- Prawdź K., 1947, *Jeziora Gostawicko-Ślesieńskie*, Poznań, (maszynopis).
- Rotnicka J., 1991, *Zmiany w zakresie bilansu wód powierzchniowych i podziemnych w obszarach eksploatacji węgla brunatnego rejonu Konin (odkrywki: Pątnów, Józwin, Kaźmierz)*, Poznań (maszynopis).
- Zdanowski B., 1976, *Wpływ zrzuću wód podgrzanych na stosunki termiczno-tlenowe i przezroczystość wody jezior konińskich*, Roczniki Nauk Rolniczych, t. 97-H-3, s. 141-162.

THE IMPACT OF A FUEL-ENERGY COMPLEX ON SELECTED ELEMENTS OF WATER BALANCE

Summary

Investigations have been carried out for 30 years in the fuel-energy complex of Konin whose lake waters are used as a cooling agent in Pątnów-Adamów-Konin electricity generating stations. Results of these investigations revealed di-

sturbances in the thermal regime of the lakes examined as well as some increase in evaporation from the open surface of their waters. The temperature of water in heated lakes as related to that in natural lakes increased by as much as 4,6⁰ C in the lake least loaded with discharges from power-stations and up to 8.3⁰ C in the Licheń Lake. The increase of water evaporation from the surface of the examined lakes corresponds to at least mean annual evaporation from water surface in the Polish Lowland, while in the case of the Licheń Lake it is twice higher.

*Mgr Koczorowska Romana
Zakład Badań Regionalnych
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Oddział w Poznaniu
ul. Dąbrowskiego 174/176
60-594 Poznań*