

ZAKRES BADAŃ DLA OCENY WPLYWU PIĘTRZENIA ZBIORNIKA NA WIŚLE WE WŁOCŁAWKU NA STAN WÓD GRUNTOWYCH

UKD 627.82:556.332.52.01 282.243.61Płock—Włocławek "1960/1976"

Projekt kaskady Wisły dolnej przewiduje wybudowanie szeregu stopni piętrzących rzekę. Stopień piętrzący wraz ze zbiornikiem wodnym we Włocławku jest pierwszą budowlą hydrotechniczną na Wiśle dolnej, oddaną do eksploatacji w 1970 r. Dlatego trzeba było tu przeanalizować rozmiary wpływu piętrzenia zbiornika na podwyższenie zwierciadła wód gruntowych w obszarze przyległym na lewym brzegu rzeki. Wiąże się to zarówno z właściwym zagospodarowaniem terenów przyległych, jak i zebraniem danych potrzebnych do optymalnego projektowania i wykonania systemu odwodnieniowego terenów depresyjnych przy realizacji następnych stopni piętrzących w podobnych warunkach geomorfologicznych Niziu Polskiego.

Prawy brzeg Wisły i zbiornika stanowi wysoka skarpa wysoczyzny zbudowanej z osadów mioceńskich, plioceńskich oraz plejstoceniowych, nie jest on rozpatrywany w aspekcie tych zagadnień. Zapórę czołową wybudowano w niewielkiej odległości od Włocławka w górę rzeki. Cofka zbiornika sięga kilka kilometrów na E od Płocka. Ze względu na warunki piętrzenia, lewy brzeg zbiornika można podzielić na 4 odcinki:

- 1) od osi zapory czołowej do miejscowości Mostki, gdzie zbiornik jest ograniczony specjalnie wykonanym wałem bocznym;
- 2) od miejscowości Mostki do Soczewki, gdzie taras nadzalewowy stanowi naturalną granicę zbiornika;
- 3) od Soczewki do Tokar Rąbierz, gdzie zbiornik jest ograniczony wałem bocznym powstałym przez wzmocnienie istniejącego już wału przeciwpowodziowego;
- 4) odcinek piętrzenia w korycie rzeczonym, o długości kilku kilometrów.

Maksymalne dobowe wahania zwierciadła wód dochodzą do 0,8 m. Obszary bezpośrednio przyległe do odcinków zbiornika ograniczonego wałami bocznymi są obszarami depresyjnymi w stosunku do względnej wysokości piętrzenia wody. W obszarach tych wykonano liczne rowy odwadniające i związane z nimi przepompownie. Najważniejszy z nich, tzw. „kanał A” znajduje się na odcinku zbiornika od osi zapory czołowej do miejscowości Mostki. W Mostkach przejął on całkowicie wody rzeki Zuzanki, której ujście przegrodził wał boczny zbiornika.

Cały obszar przyległy do zbiornika tworzą tarasy zalewowy wyższy i dwa tarasy nadzalewowe: niski i średni. Znaczne obszary tarasów nadzalewowych są nadbudowane wydmiami piasków eolicznych o wysokościach względnych przeważnie 3—10 m. Pierwszy czwartorzędowy poziom wodonośny tworzą piaski i żwiry o bardzo zróżnicowanej miąższości: od 2 do 50 m. Zwierciadło wody gruntowej w tych osadach jest swobodne i znajduje się przeważnie blisko powierzchni terenu.

W 1960 r. PGIBW „Hydrogeo” w Warszawie rozpoczęło cotygodniowe ciągłe pomiary stanów pierwszego zwierciadła wód gruntowych w 29 studniach gospodarskich i piezometrach na tarasach zalewowych i nadzalewowych lewego brzegu Wisły. Punkty obserwacyjne zostały zlokalizowane w przekrojach mniej więcej prostopadłych do rzeki i luźno poza przekrojami. Obiekt one bardzo wąski pas terenu o szerokości ok. 1,5 km bezpośrednio przyległego do koryta rzecznego. W latach 1961—1963 dodatkowo włączono do pomiarów dalszych 31 studni gospodarskich i piezometrów, poszerzając tym znacznie obszar obserwacji zwierciadła wód gruntowych.

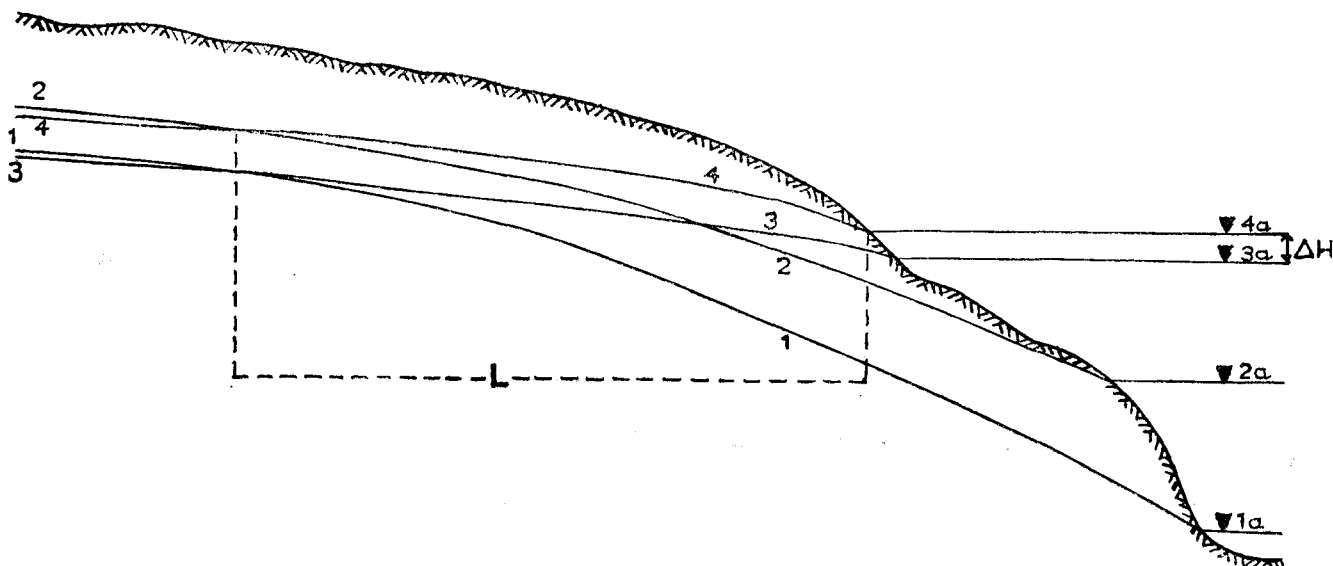
Otrzymane wyniki obserwacji zwierciadła wód gruntowych posłużyły do opracowania charakterystyki hydrogeologicznej tego obszaru zawartej w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej wykonanej przez PGIBW „Hydrogeo”. Na podstawie rozmiarów obiektu hydrotechnicznego oraz warunków geomorfologicznych terenu przyległego zbiornika na lewym brzegu Wisły stwierdzono, że obszar objęty pomiarami stanów zwierciadła wód gruntowych był jednak niewystarczający dla podania pełnej charakterystyki warunków hydrogeologicznych. Dlatego też, z chwilą przejęcia dalszych pomiarów zwierciadła wód gruntowych przez ówczesny Państwowy Instytut Hydrogeologiczno-Meteorologiczny w 1966 r. wykonano i włączono do obserwacji jeszcze 19 piezometrów. Poszerzono obszar pomiarów na południe do ciągu jezior, czyli na odległość ok. 4,5 km od koryta rzeki. Wymienione jeziora, połączone strumykami, stanowią naturalny ciąg drenażowy wód gruntowych wzdłuż zbiornika wodnego na Wiśle.

Z chwilą rozpoczęcia piętrzenia wody w zbiorniku w 1969 r. wiele z tych punktów zostało zatopionych, a kilka na terenie przyległym zlikwidowano ze względu na zasypanie, uszkodzenie lub zamulenie. W pozostałych punktach pomiary trwały nadal przez cały okres spiętrzenia zbiornika i ok. 3 lata po całkowitym spiętrzeniu, tj. do czerwca 1973 r. Od lipca 1973 r. do czerwca 1975 r. pomiary stanów zwierciadła wód gruntowych ograniczały się tylko do obszaru doliny popłacińskiej (obszar depresyjny w rejonie cofki zbiornika) i kilku punktów na obszarze stanowiącym naturalny brzeg zbiornika. W lipcu 1975 r. wznowiono pomiary w dalszych 16 studniach gospodarskich i piezometrach rozmieszczonych na całym terenie przyległym do zbiornika. Pomiary wykonywano również przez cały 1976 r., w 34 punktach obserwacyjnych. Stanowiło to ok. 40% ogólnej ilości punktów z 1971 r. Z przytoczonych faktów wynika, że od połowy 1973 r. dysponowano skromnymi wynikami porównawczymi, wystarczającymi jednak do ostatecznego ustalenia przestrzennego zasięgu i czasu stabilizacji hydrodynamicznej wpływu piętrzenia zbiornika na wody gruntowe lewego brzegu Wisły.

W 1968 r. w Zakładzie Geologii Inżynierskiej Instytutu Geologicznego autor rozpoczął badania mające na celu określenie wpływu piętrzenia zbiornika na kształtowanie się zwierciadła wód gruntowych na obszarze przyległym. Zebrano wszystkie wyniki cotygodniowych pomiarów stanów zwierciadła wód gruntowych za okres 1960—1968 przed spiętrzeniem zbiornika, w trakcie spiętrzenia 1969—1970 i jeden rok hydrologiczny po spiętrzeniu 1971 r. a także wyniki wodowskazowych pomiarów wahań zwierciadła wód Wisły i w zbiorniku oraz opadów atmosferycznych we Włocławku, Płocku i przy zaporze czołowej.

Efektem szczegółowej analizy zgromadzonych wyników było wykonanie przez autora w 1972 r. opracowania pt.: „Wpływ piętrzenia wody w zbiorniku Włocławek na kształtowanie się zwierciadła wód gruntowych w obszarze przyległym (lewy brzeg Wisły)”. W opracowaniu tym znajdują się m.in. 4 mapy w skali 1:25 000 i 10 przekrojów hydrogeologicznych ilustrujących przestrzennie charakterystyczne stany zwierciadła wód gruntowych przed i po spiętrzeniu zbiornika.

Dziesięcioletni okres obserwacji stanów zwierciadła wód gruntowych przed spiętrzeniem zbiornika stanowił materiał porównawczy do oceny wysokości i przestrzennego zasięgu wpływu piętrzenia na wody gruntowe. W tych celach opracowano 2 mapy hydrogeologiczne w skali 1:25 000 przedstawiające hydroizohipsy rocznych stanów maksymalnych i minimal-



Ryc. 1. Schematyczny przekrój stanów wieloletnich zwierciadła wód gruntowych w okresach przed i po spiętrzeniu zbiornika.

Stany wieloletnie przed spiętrzeniem zbiornika: 1 — stan minimalny zwierciadła wód gruntowych, 1a — stan minimalny zwierciadła wód rzecznych, 2 — stan maksymalny zwierciadła wód gruntowych, 2a — stan maksymalny zwierciadła wód rzecznych. Stany wieloletnie po spiętrzeniu zbiornika: 3 — stan minimalny zwierciadła wód gruntowych, 3a — stan minimalny zwierciadła wód w zbiorniku, 4 — stan maksymalny zwierciadła wód gruntowych, 4a — stan maksymalny zwierciadła wód w zbiorniku; H — amplituda dobowych wahań zwierciadła wód w zbiorniku; L — zasięg wpływu piętrzenia zbiornika na wody gruntowe w obszarze przyległym.

nych zwierciadła wód gruntowych pierwszego poziomu wodonośnego. Roczny stan maksymalny zwierciadła wód gruntowych przyjęto dla okresu przełomowego zimy i wiosny 1967 r., a roczny stan minimalny dla okresu przełomowego lata i jesieni 1968 r. Wybór charakterystycznych stanów dla tych lat podyktowany został następującymi warunkami:

1. W roku hydrologicznym 1967, a więc na dwa lata przed spiętrzeniem wody w zbiorniku rozpoczęto systematyczne pomiary stanów wód gruntowych we wszystkich wytypowanych studniach gospodarskich i piezometrach. Pomiary te trwały również w okresie spiętrzenia i po spiętrzeniu zbiornika, co dało możliwości porównawcze.

2. Według ówczesnego PIHM 1967 r. był rokiem mokrym drugiej połowy lat sześćdziesiątych, natomiast 1968 r. był bardzo zbliżony do roku suchego 1969. Jednak w 1969 r. rozpoczęto piętrzenie wody w zbiorniku i z tego powodu przestał on być reprezentatywny dla celów porównawczych.

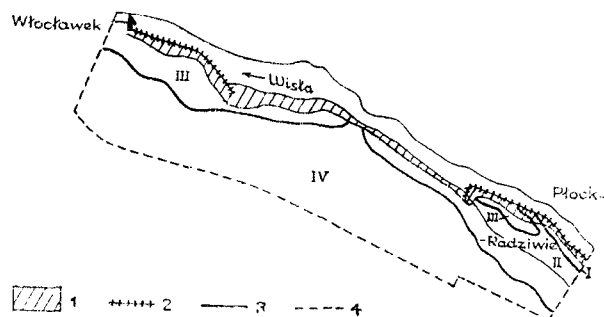
Wspomniane mapy hydrogeologiczne oprócz hydroizohips przedstawiających przestrzenne ukształtowanie zwierciadła wód gruntowych zawierają następujące elementy:

- a) ogólne kierunki spływu wód gruntowych,
- b) lokalne działy wód gruntowych,
- c) amplitudy wahań zwierciadła w okresie 1960—1968,
- d) granicę przestrzennego zasięgu wpływu wahań zwierciadła wód Wisły na wody gruntowe w okresie 1960—1968.

Po spiętrzeniu zbiornika przeprowadzono analizę pomiarów stanów zwierciadła wód gruntowych za okres roku hydrologicznego 1971. Wyniki tej analizy skonfrontowano z rocznymi stanami maksymalnymi i minimalnymi przed spiętrzeniem zbiornika za okres 1960—1968. Powstała mapa hydrologiczna hydroizohips, ilustrująca przestrzenny układ rocznego stanu maksymalnego zwierciadła wód gruntowych pod wpływem piętrzenia zbiornika. Mapa ta zawiera ponadto na tle litologicznych wydzieleni zespołów osadów — kierunki spływu wód gruntowych, lokalne działy wód gruntowych, granicę przestrzennego za-

Fig. 1. Schematic section showing many-years' level of groundwater table before and after damming of water in reservoir.

Many-years' levels before damming of water in the reservoir: 1 — the lowest groundwater table, 1a — the lowest river water level, 2 — the highest groundwater table, 2a — the highest river water level. Many-years' levels after damming of water in the reservoir: 3 — the lowest groundwater table, 3a — the lowest water level in the reservoir, 4 — the highest groundwater table, 4a — the highest water level in the reservoir; H — amplitude of daily oscillations of water table in the reservoir; L — extent of influence of water damming on groundwaters in areas situated nearby the reservoir.



Ryc. 2. Szkic przestrzennego zasięgu wpływu piętrzenia zbiornika na wody gruntowe.

Tarasы rzeczne: I — zalewowy niższy, II — zalewowy wyższy, III — nadzalewowy niski, IV — nadzalewowy średni; 1 — strefa wpływu piętrzenia zbiornika na podwyższenie zwierciadła wód gruntowych; 2 — zapory boczne zbiornika; 3 — krawędzie tarasów rzecznych; 4 — granica obszaru badań.

Fig. 2. Extent of the influence of water damming in the reservoir on groundwaters.

River terraces: I — lower floodplain, II — higher floodplain, III — low over-floodplain bench, IV — middle over-floodplain bench; 1 — zone of influence of water damming in the reservoir on groundwater table; 2 — lateral dams of the reservoir; 3 — margins of river terraces; 4 — boundaries of area studied.

siegu wpływu piętrzenia na wody gruntowe oraz tereny podtopione. Opracowano również mapę zakresu głębokości występowania rocznego stanu maksymalnego zwierciadła wód gruntowych z 1971 r.

Przed przystąpieniem do interpretacji wspomnianych map sporządzono dla obszaru przyległego ogółem 10 przekrojów hydrogeologicznych, o przebiegu mniej więcej prostopadłym do zbiornika, zgodnie z lokalizacją studni gospodarskich i piezometrów. Dotyczy one takich odcinków terenów, które mają cechy reprezentatywne pod względem geomorfologicznym i zróżnicowanego ukształtowania zwierciadła wód gruntowych. Tak więc, 7 przekrojów przypadło

na dwa obszary depresyjne, a 3 przekroje na obszar stanowiący naturalny brzeg zbiornika. Dla celów porównawczych na przekrojach tych zinterpretowano charakterystyczne roczne stany — maksymalny z 1967 r. i minimalny z 1968 r. przed spiętrzeniem oraz maksymalny z 1971 r., wynikający z wpływu piętrzenia zbiornika. Stany te, na każdym przekroju, zostały dowiązane do odpowiadających im charakterystycznych stanów wód Wisły oraz poziomu piętrzenia wody w zbiorniku. Ponadto, zaznaczono poziomy charakterystycznych stanów wieloletnich wód Wisły z okresu 1946—1965. Dane te wyinterpretowano dla każdego przekroju z dwóch wodowskazów: w Płocku i we Włocławku.

Brak doświadczeń w badaniach wpływu piętrzenia zbiorników na wody gruntowe w warunkach lokalizacji na Niziu Polskim (stopień piętrzący we Włocławku jest pierwszym stopniem wybudowanym na odcinku Wisły dolnej) wpłynął na fakt, że autor — dysponując jedynie wynikami z jednego roku obserwacji — nie był pewny czasu zakończenia procesu kształtowania się nowej dynamiki wód gruntowych pod wpływem piętrzenia. W związku z tym nie mógł on skonkretyzować ostatecznych wniosków w tym zakresie, zwłaszcza że na niektórych obszarach trwały w dalszym ciągu prace melioracyjne, zmierzające do likwidacji ujemnych skutków wpływu piętrzenia (podtopienia terenów).

W celu jednoznacznego wyjaśnienia tych problemów autor postanowił po pięciu latach przystąpić ponownie do analizy cotygodniowych pomiarów w okresie 1971—1976. Pozwoliło to na ostateczne wyjaśnienie czasu stabilizacji hydrodynamicznej między zbiornikiem a wodami gruntowymi w obszarze przyległym, jak również dało pewne wyobrażenie o przestrzennych rozmiarach wpływu tego piętrzenia.

Równolegle z wymienionymi wyżej pracami prowadzono badania na specjalnie założonych trzech przekrojach prostokątnych do zbiornika, o długości ok. 2 km każdy. Lokalizacja tych przekrojów została podyktowana charakterem piętrzenia wody w zbiorniku oraz odwodnieniem terenu depresyjnego. Dwa przekroje zlokalizowano w obszarze depresyjnym, gdzie rów odwadniający, tzw. „kanał A” przebiega w odległościach krańcowo różnych, tj. 30 i 500 m od zbiornika.

Zbadano tu możliwości eliminacji wpływu piętrzenia na wody gruntowe przez „kanał A”, zależnie od wymienionych odległości od zbiornika. Jeden natomiast przekrój zlokalizowano w obszarze stanowiącym naturalny brzeg zbiornika, gdzie badano wysokość wpływu i jego przestrzenny zasięg. Ponadto na wszystkich przekrojach porównywano obliczone róż-

nymi typami wzorów matematycznych zwierciadło prognostyczne ze zwierciadłem wód gruntowych wynikającym z wpływu piętrzenia zbiornika. Pozwoliło to na wyeliminowanie tych wzorów, których wyniki znacznie odbiegają od zwierciadła rzeczywistego wód gruntowych.

Przytoczony zakres badań jest wystarczający dla dokonania oceny przestrzennych rozmiarów wpływu piętrzenia zbiornika na wody gruntowe w obszarach przyległych depresyjnych i niedepresyjnych. Dzięki temu autor wypracował nową metodę oceny wpływu piętrzenia, polegającą na analizowaniu rocznych stanów minimalnych i maksymalnych z wielolecia w okresach przed i po spiętrzeniu zbiornika.

W trakcie analizy porównawczej sporządza się przekroje wieloletnich stanów maksymalnych i minimalnych zwierciadła wód gruntowych dla okresów przed i po spiętrzeniu zbiornika. Wzajemny układ tych stanów pozwala na określenie wysokości i zasięgu wpływu piętrzenia na wody gruntowe w rozpatrywanym przekroju (ryc. 1). Dysponując wieloma takimi przekrojami prostokątnymi do zbiornika i rozmieszczonymi w pewnych odległościach od siebie, można wykreślić na mapie szczegółowej strefę wpływu piętrzenia na wody gruntowe w całym obszarze przyległym. Tę strefę wpływu piętrzenia zbiornika na Wisłę we Włocławku ilustruje ryc. 2.

W obszarze stanowiącym naturalny brzeg zbiornika maksymalny zasięg wpływu piętrzenia sięga do 2250 m, a minimalny ok. 50 m, natomiast w obszarach depresyjnych zasięg wpływu ograniczają mniej więcej rowy odwadniające. Stwierdzono, że odległość wpływu piętrzenia jest zależna od spadku hydraulicznego zwierciadła wód gruntowych z okresu przed spiętrzeniem zbiornika. Zatem im mniejszy jest spadek hydrauliczny tym większy zasięg wpływu piętrzenia na wody gruntowe w obszarze stanowiącym naturalny brzeg zbiornika.

Wyniki uzyskane tą metodą dają również niezbędne elementy do graficznego kompleksowego zilustrowania na mapach szczegółowych dynamiki kształtowania się zwierciadła wód gruntowych w nowych warunkach współdziałania ze zbiornikiem wodnym. Pozwoliły również na wyciągnięcie wniosków dotyczących efektywnego projektowania odwodnienia terenów depresyjnych, prognozy wpływu piętrzenia zbiorników lokalizowanych w podobnych warunkach geomorfologicznych, czasu stabilizacji hydrodynamicznej wpływu piętrzenia zbiornika na wody gruntowe i inne. Określenie przestrzennych elementów wpływu piętrzenia ma duże znaczenie przede wszystkim dla właściwego zagospodarowania terenów przyległych.

SUMMARY

The areas on the left bank of the Vistula river, adjoining the Włocławek reservoir, may be classified as depressional and nondepressional, in relation to the level of water dammed in the reservoir. The studies carried out by the present author in the years 1968—1976 made it possible to evaluate the influence of water damming on the dynamics of groundwater table under modified conditions of interaction between the groundwaters and the reservoir. The paper presents the range of laboratory and field works necessary for evaluating the area of groundwaters affected by the damming. A new methodology for measuring the effects of the damming was elaborated in the course of the analysis and comparison of annual highest and lowest levels of groundwater table. The studies discussed in the paper are mainly based on the results of weekly measurements of groundwater table in village wells and on piezometers in the years 1960—1976.

РЕЗЮМЕ

На территории прилегающей к водоёму на левом берегу реки Вислы можно выделить депрессионные и недепрессионные области по отношению к уровню подъёма воды в этом водоёме. За период 1968—1976 автор проводил исследования в этом районе и определил величину влияния подъёма воды на формирование динамики зеркала грунтовых вод в новых условиях взаимодействия с водоёмом на Висле.

В статье приведен объём камерных и полевых работ необходимых для определения зоны влияния подъёма воды на грунтовые воды. На основании анализа и сравнения годовых максимальных и минимальных урвней грунтовых вод измеряемых в течении многих лет перед и после подъёма воды — автор разработал новую методику количественной оценки влияния подъёма воды. Представлен в статье объём исследований основан главным образом на результатах еженедельных исследований уровня зеркала грунтовых вод, проводимых в колодцах и пьезометрах за период 1960—1976.