

Marian PEREK

Wahania zwierciadła wód gruntowych w dolinie Wisły dolnej

W ramach kompleksowych opracowań geologiczno-inżynierskich dla projektowanej, kaskadowej zabudowy hydrotechnicznej doliny Wisły dolnej prowadzono badania dynamiki zwierciadła czwartorzędowego poziomu wodonośnego w powiązaniu ze zmiennymi stanami wód Wisły. Opisano rozmiary przestrzennego wpływu Wisły na wahania zwierciadła wód gruntowych. Stwierdzono, że na wielu odcinkach doliny zasięg wpływu Wisły na wahania tych wód jest znacznie zróżnicowany, zależnie od składu granulometrycznego i przepuszczalności osadów aluwialnych, spadków hydraulicznych i położenia zwierciadeł wód gruntowych w stosunku do wód rzecznych oraz czasu trwania stanów powodziowych.

WSTĘP

Dla budownictwa hydrotechnicznego i wszelkiej działalności inwestycyjnej w dolinie Wisły dolnej najważniejszy jest wodonośny poziom czwartorzędowy. Dynamikę zwierciadła wód gruntowych tego poziomu badano w ramach kompleksowych opracowań geologiczno-inżynierskich dla projektowanych stopni wodnych na Wiśle. Podstawą wykonania badań stały się założenia generalne kaskadowej zabudowy hydrotechnicznej Wisły, opracowane w 1957 r. przez Generalne Biuro Studiów i Projektów Budownictwa Wodnego Hydroprojekt. W myśl tych założeń, na odcinku Wisły dolnej wszystkie zbiorniki wodne są projektowane z obrzeżeniem wałowym i naturalnym, z dostosowaniem do lokalnych warunków geomorfologicznych doliny rzecznej typu niżowego. Znaczne obszary przyległe do zbiorników stają się depresjami w odniesieniu do poziomu spiętrzanej wody. Zmusza to do projektowania odpowiedniej sieci drenażowej wód gruntowych łącznie z przepompowniami, aby nie dopuścić do podtopienia obszarów depresyjnych. W związku z tym istnieje konieczność poznania dynamiki kształtowania się zwierciadła wód gruntowych we współdziałaniu ze stanami wód Wisły.

Badania zostały wykonane przez Instytut Geologiczny dla stopni wodnych: Płock, Solec Kujawski, Chełmno, Opalenie i Tczew. Objęły one całą szerokość doliny Wisły dolnej od projektowanej zapory czołowej do około połowy długości zbiornika wodnego. Dopiero obserwacje zwierciadła dla następnych stopni wod-

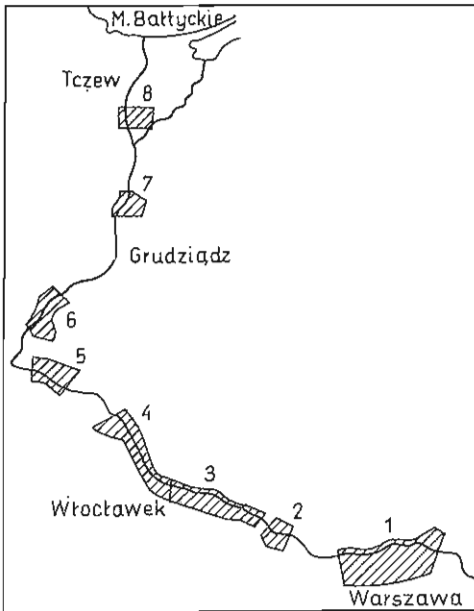


Fig. 1. Rozmieszczenie obszarów badawczych dla stopni wodnych w dolinie Wisły dolnej
Location of investigated areas for stages of fall in the Lower Vistula Valley

Obszary badań dla projektowanych stopni wodnych: 1 - Wyszogród; 2 - Płock; 4 - Ciechocinek; 5 - Solec Kujawski; 6 - Chełmno; 7 - Opalenie; 8 - Tczew; 3 - obszar badań dla wybudowanego stopnia wodnego Włocławek

Investigated areas for planned stages of fall: 1 - Wyszogród; 2 - Płock; 4 - Ciechocinek; 5 - Solec Kujawski; 6 - Chełmno; 7 - Opalenie; 8 - Tczew; 3 - investigated area for the Włocławek built stage of fall

nych wkroczyły na tereny przyległe na całej długości zbiorników. Są to dokumentacje wykonywane przez PG IBW Hydrogeo dla stopni: Wyszogród, Włocławek (wybudowany i oddany do eksploatacji w 1970 r.) i Ciechocinek. Rozmieszczenie obszarów badawczych w dolinie Wisły dolnej ilustruje fig. 1.

Na obszarach przyległych do projektowanych stopni wodnych przeprowadzono cotygodniowe pomiary stanów zwierciadła wód gruntowych w wytypowanych studniach gospodarskich i piezometrach, rozmieszczonych przeważnie w przekrojach prostopadłych do Wisły. Pomiary dla poszczególnych stopni wodnych były wykonywane w różnych okresach. W latach 1959-1967 jednorocznymi obserwacjami objęto stopnie: Wyszogród, Płock, Solec Kujawski, Chełmno, Opalenie i Tczew, natomiast wieloletnimi obserwacjami: Ciechocinek i Włocławek. Należy nadmienić, że dla stopnia Ciechocinek cotygodniowe pomiary wykonywano od 1967 do 1980 r. Jedynie dla wybudowanego stopnia Włocławek trwały one najdłużej, bo przez 17 lat. Wyniki tych pomiarów dotyczyły 3 okresów obserwacji:

- 1960-1968 - przed spiętrzeniem zbiornika;
- 1968-1970 - w trakcie spiętrzenia zbiornika;
- 1970-1976 - po spiętrzeniu zbiornika.

Dało to możliwość odpowiedniego porównania stanów z okresu po spiętrzeniu zbiornika ze stanami przed jego spiętrzeniem i określenia parametrów wpływu zbiornika Włocławek na wody gruntowe lewego brzegu Wisły.

Analiza wyników pomiarów w obszarach przyległych do projektowanych stopni wodnych pozwoliła na określenie stref zasięgu wpływu stanów wód Wisły na wahania zwierciadła wód gruntowych i ich amplitud, co jest treścią artykułu.

CHARAKTERYSTYKA MORFOLOGICZNA

Dolina Wisły dolnej obejmuje odcinek rzeki od ujścia Narwi do Wisły do ujścia Wisły do Morza Bałtyckiego. Ograniczona jest wysoczyznami plejstoceniowymi o znacznych wysokościach względnych, przeważnie 20–80 m, należącymi do: Niziny Mazowieckiej, Pojezierza Wielkopolsko-Kujawskiego, Pojezierza Pomorskiego, Pojezierza Mazurskiego i Pobrzeża Wschodniopomorskiego. W dolinie Wisły dolnej są wydzielane mniejsze jednostki geomorfologiczne, jak: Kotlina Warszawska, Kotlina Płocka, Kotlina Toruńska, Dolina Fordońska, Kotlina Grudziądzka, Dolina Kwidzińska i Żuławy Wiślane. W zachodniej części Kotliny Warszawskiej zaznaczają się 2 tarasy rzeczne – zalewowy i nadzalewowy, tzw. kampsoski. W Kotlinie Płockiej wydzielane są 2 tarasy zalewowe i 8 tarasów nadzalewowych (S. Skompski, 1969). Tarasy zalewowe mają 3–4 m wysokości. Po wybudowaniu stopnia wodnego Włocławek – na odcinku od zapory czołowej do Soczewki – tarasy te stanowią dno zbiornika wodnego, a dalej na wschód są tylko częściowo zalane wodami zbiornika. Krawędzie tarasów nadzalewowych są przeważnie zatarte, co utrudnia ich prześledzenie w terenie. Tarasy zalewowe i dwa najniższe tarasy nadzalewowe powstały w wyniku działalności postglacjalnych wód Wisły, a pozostałe nadzalewowe zostały utworzone przez wody rzeczno-lodowcowe w okresie glacialnym.

Od Kotliny Toruńskiej do ujścia Wisły do Bałtyku wydzielono kilka tarasów nadzalewowych i jeden zalewowy. Tarasy nadzalewowe na tym odcinku nie wykazują ciągłości. Na przykład w Kotlinie Toruńskiej notuje się 6 tarasów, a w innych odcinkach liczba ich i korelacja są dyskusyjne. Tarasy zalewowe ciągnące się wzdłuż koryta Wisły mają szerokość do ok. 2 km, a jedynie na Żuławach Wiślanych dochodzi ona do kilkunastu kilometrów. Tarasy nadzalewowe zajmują największy obszar doliny Wisły dolnej. Mają one przeważnie do 4 m wysokości. Na ogół przyjmuje się, że są wieku plejstoceniowego, a w dolnym biegu Wisły również holoceniowego (S. Skompski, 1969). Wszystkie tarasy są erozyjno-akumulacyjne albo erozyjne.

Taras nadzalewowy na znacznych obszarach są nadbudowane wydmami o średnich wysokościach 5–15 m, a często dochodzących do ok. 30 m, jak np. na lewym brzegu Wisły między Toruniem i Solcem Kujawskim. Tarasy nadzalewowe zbudowane są z osadów piaszczysto-żwirowych, a tarasy zalewowe – z piasków, namulów i torfów.

CHARAKTERYSTYKA
CZWARTORZĘDOWEGO POZIOMU WODONOŚNEGO

Budowę geologiczną doliny Wisły dolnej przeanalizowano na podstawie archiwalnych materiałów dokumentacyjnych, głównie otworów wiertniczych i publikowanych (H. Bujwid, 1973; G. Kociszewska-Musiał, 1971; A. Makowska, S. Skompski, 1966; J.E. Mojski, 1960; S. Skompski, 1969).

Czwartorzędowy poziom wodonośny tworzą piaski różnej granulacji, pospółki, żwiry i otoczaki pochodzenia zastoiskowego, rzeczno-lodowcowego, lodowcowego, rzeczno- i eolicznego. Zostały nagromadzone w plejstocenie i holocenie. W licznych miejscach doliny Wisły dolnej spągowa partia czwartorzędowego poziomu wodonośnego jest przewarstwiona osadami słaboprzepuszczalnymi lub nieprze-

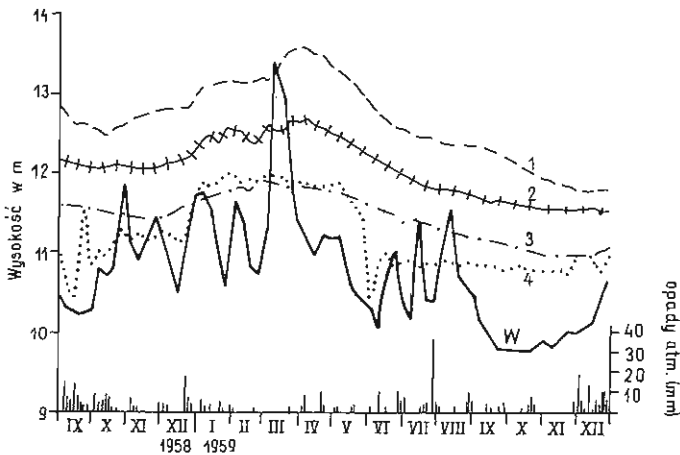


Fig. 2. Wykresy wahań zwierciadła wód gruntowych i wód Wisły z obszaru przyległego do projektowanego stopnia wodnego Opalenie

Diagrams of groundwater level and the Vistula waters fluctuations of the area adjacent to the Opalenie planned stage of fall

1-4 - wykresy stanów zwierciadła wód gruntowych w studniach gospodarskich; W - wykres stanów wód Wisły
1-4 - diagrams of groundwater level states in farm wells; W - diagram of the Vistula waters states

puszczalnymi - glinami zwałowymi i iltami zastoiskowymi. Osady te nie mają wpływu na kształtowanie się dynamiki zwierciadła wód gruntowych. W strefie przypowierzchniowej piaszczyste lub piaszczysto-żwirowe osady wodonośne są lokalnie przykryte namułami i torfami o największej miąższości ok. 6 m w rejonie Płocka-Radziwia i ok. 8 m w delcie Wisły. Ogólna miąższość osadów czwartorzędowych jest bardzo zróżnicowana i wynosi od ok. 2 m w rejonie Włocławka do ponad 100 m w wielu miejscach doliny Wisły dolnej.

Jak wynika z budowy geologicznej, powierzchnia doliny jest obszarem infiltracyjnym dla opadów atmosferycznych, które bezpośrednio zasilają pierwszy poziom wodonośny. Zwierciadło wody gruntowej w osadach sypkich jest swobodne, jedynie w miejscach występowania namułów może być napięte; na ogół znajduje się blisko powierzchni tarasów rzecznych. W tarasach zalewowych Wisły i cieków bocznych zwierciadło wody gruntowej występnie przeważnie na głębokościach 0,0-1,0 m, natomiast w tarasach nadzalewowych często na głębokościach 1,0-2,0 i 2,0-4,0 m, rzadziej poniżej 4,0 m. W obszarach występowania wydmy zwierciadło znajduje się przeważnie na głębokości 6,0-12 m, a nawet poniżej 20,0 m, np. na lewym brzegu Wisły w rejonie Solca Kujawskiego; głębokości zwierciadła w tym obszarze zależne są od wysokości względnych wydmy.

DYNAMIKA ZWIERCIADŁA WÓD GRUNTOWYCH

W dolinie Wisły dolnej spływ wód gruntowych odbywa się na ogół do koryta rzecznego. Z czynników wpływających dynamicznie na kształtowanie się zwierciadła wód gruntowych podstawową rolę spełniają wahania stanów wód Wisły, opady atmosferyczne i boczny dopływ podziemny. Stany wód Wisły, decydujące

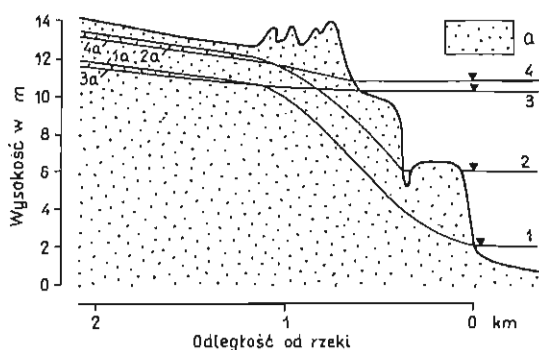


Fig. 3. Wpływ stopnia Włocławek na wody gruntowe lewego brzegu Wisły w Dąbie Wielkim
Influence of the Włocławek stage on groundwaters on the Vistula left bank in Dąb Wielki

Okres obserwacji przed spiętrzaniem zbiornika (1960–1968): 1, 1a – minimalne stany zwierciadła wód w Wiśle i wód gruntowych, 2, 2a – maksymalne stany zwierciadła wód w Wiśle i wód gruntowych; okres obserwacji po spiętrzaniu zbiornika (1970–1976): 3, 3a – minimalne stany zwierciadła wód w zbiorniku i wód gruntowych, 4, 4a – maksymalne stany zwierciadła wód w zbiorniku i wód gruntowych; a – osady piaszczyste tarasu nadzalewowego

Observation period (1960–1968) before the reservoir swelling: 1, 1a – the Vistula water level and groundwater minimum states, 2, 2a – the Vistula water level and groundwater maximum states; observation period (1970–1976) after the reservoir swelling: 3, 3a – reservoir water and groundwater level minimum states, 4, 4a – reservoir water and groundwater level maximum states; a – sandy sediments of the river terrace

o amplitudach wahań zwierciadła wód gruntowych, mają różnorodny charakter oddziaływania w strefach tarasów bezpośrednio przyległych do rzeki. Podczas obniżania się stanów wód Wisły następuje drenowanie wód gruntowych, które spływają bez przeszkód do koryta rzecznego. W tym czasie zwierciadło wód gruntowych obniża się do stanu pozwalającego na utrzymanie minimalnego ich spływu. Przy wzroście stanów wód Wisły następuje zahamowanie dopływu wód gruntowych do koryta. Wody te, będące w ustawicznym ruchu ku rzece, nie znajdują ujścia i spiętrzają się w tarasach rzecznych do momentu przywrócenia drenażu. W przypadku nagłego wzrostu poziomu wód Wisły – stany powodziowe – następuje wzmożona infiltracja wód rzecznych poprzez wały przeciwpowodziowe do piaszczystych osadów wodonośnych tarasów. Wody gruntowe, będące z jednej strony w dynamicznym ruchu ku rzece, a z drugiej pod naporem wód rzecznych szybko spiętrzających się, w rejonach nisko położonych – głównie na tarasach zalewowych – mogą wystąpić na powierzchnię. Wzmożona infiltracja wód rzecznych z reguły nie sięga daleko, przeważnie na odległość do ok. 50 m od wału przeciwpowodziowego.

Istotnym czynnikiem wpływającym na wahania zwierciadła wód gruntowych jest sezonowa zmienność stanów wód Wisły. Wisła na ogół rzadko w ciągu roku występuje z koryta rzecznego. Dzieje się to wiosną i latem podczas większych wezbrań trwających przeważnie krótko, co ma istotne znaczenie dla zasięgu wpływu rzeki na wahania zwierciadła wód gruntowych, jak również na amplitudy tych wahań. Wyraźną zależność wahań zwierciadła wód gruntowych od stanów Wisły ilustrują wykresy sporządzone dla wybranych studni obserwacyjnych z obszaru przyległego do projektowanego stopnia wodnego Opalenie (fig. 2). Ten decydujący wpływ Wisły zachodzi jednak w wąskich strefach tarasów rzecznych, bezpośrednio przyległych do wałów przeciwpowodziowych. Ogranicza się przeważnie do tarasu zalewowego, a tylko miejscami obejmuje częściowo taras nadzalewowy w przypadku jego występowania w odległości do 1,5 km od wału.

W dolinie Wisły dolnej, z wyjątkiem Żuław Wiślanych i obszaru przyległego do stopnia wodnego Włocławek, wpływ rzeki na wahania zwierciadła wód grunto-

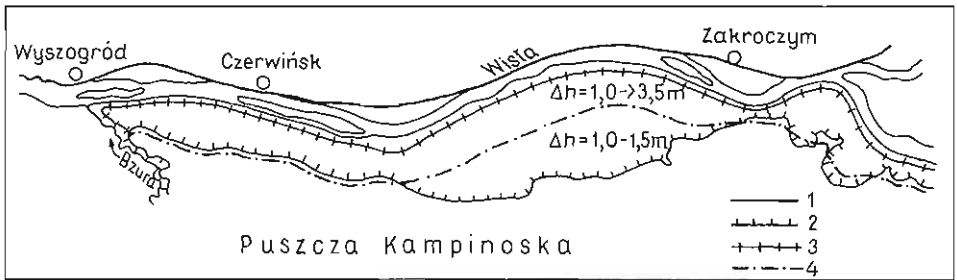


Fig. 4. Strefa wpływu Wisły na wahania zwierciadła wód gruntowych w obszarze przyległym do projektowanego stopnia wodnego Wyszogród

Zone of the Vistula influence on groundwater level fluctuations in the area adjacent to the Wyszogród planned stage of fall

1 – krawędź wysoczyzny plejstocenijskiej; 2 – krawędź tarasu nadzalewowego; 3 – wał przeciwpowodziowy; 4 – granica zasięgu wpływu Wisły na wahania zwierciadła wód gruntowych; Δh – amplitudy wahań zwierciadła wód gruntowych

1 – Pleistocene upland edge; 2 – river terrace edge; 3 – flood bank; 4 – border of the Vistula influenced zone on groundwater level fluctuations; Δh – groundwater level fluctuation amplitudes

wych obejmuje taras zalewowy na odległość 1,5–2,2 km od wału przeciwpowodziowego. Jedynie w rejonie Chełmna na prawym brzegu Wisły zasięg ten jest większy – do ok. 2,5 km. W przypadku podchodzenia koryta rzecznego do brzegu tarasu nadzalewowego lub gdy krawędź tego tarasu przebiega w pobliżu koryta, zasięg wpływu rzeki na wahania zwierciadła wód gruntowych sięga tylko do 0,05–1,0 km. Przyczynę tego należy wiązać ze znacznie wyżej położonym zwierciadłem wód gruntowych w tarasie nadzalewowym i większym spadkiem hydraulicznym. Takie przypadki spotykane są w rejonach Kępy Polskiej, Karolewa (przed spiętrzeniem zbiornika Włocławek), Ciechocinka oraz Opalenia. Wysokie położenie zwierciadła wód gruntowych w tarasie nadzalewowym w rejonie Dąbu Wielkiego (fig. 3) poważnie ograniczyło nawet wpływ stopnia Włocławek. Przykładem ograniczonego zasięgu wpływu Wisły na wahania zwierciadła wód gruntowych jest odcinek doliny w obszarze Puszczy Kampinoskiej (rejon projektowanego stopnia wodnego Wyszogród) – fig. 4.

Na Żuławach Wiślanych wyraźny wpływ Wisły na wahania zwierciadła wód gruntowych obserwuje się w bardzo wąskiej strefie – ok. 100 m, przyległej do wału przeciwpowodziowego. Na większych odległościach wpływ ten jest likwidowany gęstą siecią kanałów i rowów odwadniających, które sztucznie obniżają zwierciadło wód dla rolniczego wykorzystania terenów.

Przytoczone wartości zasięgów wynikają ze znacznego zróżnicowania rocznych wahań wód Wisły wynoszących 3,6–6,3 m. Te amplitudy podyktowane są tym, że pomiary stanów zwierciadła wód gruntowych dla poszczególnych stopni wodnych były wykonywane w różnych latach (od 1959 do 1968 r.) i na różnych odcinkach doliny Wisły dolnej.

Pod wpływem zmiennych stanów wód Wisły największe wahania zwierciadła wód gruntowych, o amplitudach rocznych 2,0–3,5 m i większych, obserwuje się w bardzo wąskich strefach tarasu zalewowego, bezpośrednio przyległych do wałów przeciwpowodziowych. Strefy te mają zmienne szerokości, jednak przeważnie w granicach 200–310 m. Jedynie w rejonie stopnia wodnego Ciechocinek rozszerzają się one do 1 km, co jest zastanawiające. Mogą tu mieć wpływ czynniki antropogeniczne związane z położeniem Ciechocinka w dolinie Wisły.

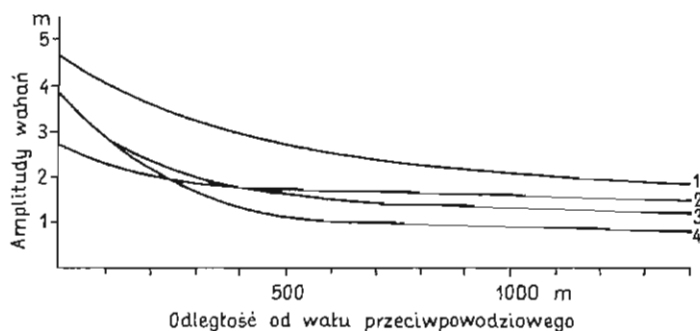


Fig. 5. Wykresy rozmieszczenia amplitud wahań zwierciadła wód gruntowych w zależności od odległości od wału przeciwpowodziowego Wisły dla obszarów przyległych do projektowanych stopni wodnych: 1 - Ciechocinek, 2 - Płock, 3 - Wyszogród, 4 - Warszawa - Północ (rejon Puszczy Kampinoskiej)

Diagrams of location of groundwater level fluctuation amplitudes according to the distance from the Vistula flood bank for the areas adjacent to the planned stages of fall: 1 - Ciechocinek, 2 - Płock, Wyszogród, 4 - Warszawa - Północ (in the Kampinos Forest area)

Na Żuławach Wiślanych największe roczne amplitudy wahań zwierciadła wód gruntowych od 3 do 5 m notowane są w strefie do ok. 100 m od wału przeciwpowodziowego. W dolinie Wisły dolnej w miarę oddalania się od tej strefy, a więc i od wałów przeciwpowodziowych, roczne amplitudy wahań zwierciadła wód gruntowych w obszarze tarasu zalewowego stopniowo maleją od 2,0 do 1,0 m. Zmniejszanie się tych amplitud jest związane z coraz słabszym i w końcu zanikającym oddziaływaniem Wisły. Związek ten można zilustrować nie tylko wykresami, ale również wartościami liczbowymi dla kilku obszarów przyległych do projektowanych stopni wodnych (fig. 5, tab. 1). W tab. 1 podano odległości maksymalne przypadające dla danych amplitud wahań zwierciadła wód gruntowych.

Na tarasie nadzalewowym, już poza zasięgiem wpływu Wisły, wahania zwierciadła wód gruntowych są uzależnione bezpośrednio od opadów atmosferycznych i bocznego dopływu podziemnego. Na wykresach cotygodniowych pomiarów stanów dla poszczególnych stopni wodnych obserwuje się wyraźną zależność tych wahań od większych opadów atmosferycznych. Roczne amplitudy wahań zwierciadła wód gruntowych wynoszą tu przeważnie 0,7-1,2 m, a jedynie w strefie krawędzowej tarasu nadzalewowego są nieco większe - do 1,5 m. W obszarach wydmych tarasu nadzalewowego roczne amplitudy wahań są najmniejsze, nie przekraczają 0,6 m.

Roczne amplitudy wahań zwierciadła wód gruntowych w tarasie zalewowym i nadzalewowym dla poszczególnych stopni wodnych zestawiono w tab. 2.

Szczegółowa analiza wyników pomiarów z opracowań dokumentacyjnych dla wszystkich stopni wodnych wykazała, że jednakowe amplitudy wahań zwierciadła wód gruntowych występują przeważnie w różnych odległościach od wałów przeciwpowodziowych Wisły. Głównymi przyczynami tego zróżnicowania jest: skład granulometryczny osadów aluwialnych, ich przepuszczalność, spadki hydrauliczne zwierciadła wód gruntowych i czas trwania stanów powodziowych wód w rzece, jak również wzajemne położenie zwierciadła wód gruntowych w stosunku do wód rzecznych.

Stwierdzenie na danym odcinku doliny znacznych zasięgów wpływu Wisły na wahania zwierciadła wód gruntowych i ich zwiększonych amplitud może świad-

Tabela 1

Amplitudy wahań zwierciadła wód gruntowych w zależności od odległości od wału przeciwpowodziowego

Stopień wodny	Brzeg Wisły	Roczne amplitudy wahań zwierciadła wód Wisły (m)	Zasięg wpływu wód Wisły na wahania zwierciadła wód gruntowych (km)	Odległość od wału przeciwpowodziowego Wisły (m)	Roczne amplitudy wahań zwierciadła wód gruntowych (m)
Wyszogród	lewy Modlin – Secymin	4,45	1,5 – 2,0	< 60 60 – 130 130 – 270 270 – 630 > 630	> 3,0 3,0 – 2,5 2,5 – 2,0 2,0 > 1,5 < 1,5
	Secymin – ujście Bzury	5,1		< 85 85 – 175 175 – 310 310 – 550 > 550	> 3,0 3,0 – 2,5 2,5 – 2,0 2,0 – 1,5 < 1,5
Płock	lewy	3,6	1,5	< 30 30 – 200 200 – 1350 1350 – 2000 > 2000	> 2,5 2,5 – 2,0 2,0 – 1,5 1,5 – 1,0 < 1,0
Ciechocinek	lewy	3,6 – 4,2	1,0 – 2,0	0,0 – 500 500 – 1000 > 1000	4,0 – 3,0 3,0 – 2,0 < 2,0
	prawy			0,0 – 600 600 – 1000 > 1000	4,0 – 3,0 3,0 – 2,0 < 2,0
Tczew	prawy			0,0 – 100 > 100	5,0 – 3,0 3,0 – 0,9

czyć o dobrej przepuszczalności osadów, jak również o małych spadkach hydraulicznych.

Na obszarze przyległym do stopnia wodnego Włocławek dynamikę wód gruntowych opisano w artykułach M. Perka (1977, 1978, 1979). Dla ogólnej orientacji należy jedynie nadmienić, że na tym odcinku doliny Wisły roczne amplitudy zwierciadła wód gruntowych poważnie się zmniejszyły i wynoszą (1976 r.) od 0,8 do 1,0 m tuż przy zbiorniku wodnym, a w miarę oddalania się wzrastają do wartości jak przed wybudowaniem stopnia, czyli do ok. 1,4 m.

W uogólnieniu należy zaznaczyć, że dynamikę zwierciadła wód gruntowych potrzeba utożsamiać z położeniem terenu w dolinie Wisły dolnej. Inne czynniki

Tabela 2

Roczne amplitudy wahań zwierciadła wód gruntowych w dolinie Wisły dolnej

Stopień wodny	Brzeg Wisły	Roczne amplitudy wahań zwierciadła wód Wisły (m)	Zasięg wpływu Wisły na wahania zwierciadła wód gruntowych (km)	Amplitudy wahań zwierciadła wód gruntowych (m)	
				taras zalewowy	taras nadzalewowy
Wyszogród i Warszawa-Północ	lewy	4,45–5,1	1,5–2,0	1,2–3,5	0,7–1,2
Płock	lewy i prawy	3,6	1,5	1,2–2,5	0,7–1,2
Ciechocinek	lewy i prawy	3,6–4,2	1,0–2,0	1,0–3,5	0,5–3,0
Solec Kujawski	lewy i prawy	6,3	2,2	1,0–3,5	0,4–1,5
Chełmno	lewy	–	1,5	–	–
	prawy	–	2,5	–	–
Opalenie	lewy i prawy	3,65	1,5	0,9–2,5	–
Tczew	prawy	–	–	0,9–5,0	–

decydują o wahań zwierciadła wód gruntowych na tarasach zalewowych blisko rzeki, a inne na tarasach nadzalewowych, np. w pobliżu wysoczyzny plejstoceńskiej, gdzie ważną rolę spełnia boczny dopływ podziemny.

Przedstawioną syntezę dynamiki zwierciadła wód gruntowych w dolinie Wisły dolnej z rozwiniętymi systemami tarasów erozyjno-akumulacyjnych można odnieść do innych większych rzek na Niżu Polskim.

Zakład Hydrogeologii
i Geologii Inżynierskiej
Państwowego Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 4 lutego 1987 r.

PIŚMIENNICTWO

- BUJWID H. (1973) – Procesy sufozyjne w aluwjach doliny Wisły między Zakroczyrzem a Wyszogrodem. Biul. Geol. Wydz. Geol. UW, 15, p. 163–226.
- KOCISZEWSKA-MUSIAŁ G. (1971) – Charakterystyka aluwów współczesnego koryta dolnej Wisły. Biul. Geol. Wydz. Geol. UW, 12, p. 123–136.

- MAKOWSKA A., SKOMPSKI S. (1966) – Przekrój geologiczny przez dolinę Wisły w okolicy Dobrzykowa. *Prz. Geol.*, 14, p. 214–218, nr 5.
- MOJSKI J.E. (1960) – Schylek plejstocenu w zachodniej części Kotliny Płockiej. *Kwart. Geol.*, 4, p. 1025–1037, nr 4.
- PEREK M. (1977) – Zakres badań dla oceny wpływu piętrzenia zbiornika na Wiśle we Włocławku na stan wód gruntowych. *Prz. Geol.*, 25, p. 317–319, nr 6.
- PEREK M. (1978) – Wpływ zbiornika we Włocławku na wody gruntowe obszarów przyległych (lewy brzeg Wisły). *Kwart. Geol.*, 22, p. 635–649, nr 3.
- PEREK M. (1979) – Metodyka badań wpływu zbiornika na wody gruntowe. *Prz. Geol.*, 27, p. 273–275, nr 5.
- SKOMPSKI S. (1969) – Stratygrafia osadów czwartorzędowych wschodniej części Kotliny Płockiej. *Biul. Inst. Geol.*, 220, p. 115–162.

Мариан ПЕРЕК

КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД В ДОЛИНЕ НИЖНЕЙ ВИСЛЫ

Резюме

На отрезке Вислы, начиная от устья Нарви до Балтийского моря намечается создание водных резервуаров, окруженных валами или естественными берегами, в зависимости от местных геоморфологических условий речной долины низинного типа. В порядке комплексных инженерно-геологических работ для создания таких резервуаров изучалась динамика зеркала грунтовых вод, обусловленная изменчивостью уровня вод в Висле. На площадях, прилегающих к этим резервуарам, еженедельно производились замеры уровня грунтовых вод в колодцах и в пьезометрах, размещенных и по профилям, перпендикулярно к Висле, и вразброс.

Долина нижней Вислы заполнена преимущественно песчаным и песчано-гравийным материалом речного, флювиогляциального происхождения и застойных вод. Эти осадки образуют первый четвертичный водоносный горизонт разной мощности. Поверхность отпожений образует ряд лойменных и надпойменных террас.

Анализ собранных данных позволил установить величину и границы влияния Вислы на динамику уровня грунтовых вод в выделенных областях долины нижней Вислы. Висла не везде одинаково воздействует на уровень грунтовых вод и зависит это преимущественно от гранулометрического состава пород, их пористости и гидравлического уклона зеркала вод. Поэтому такое воздействие в долине нижней Вислы изменчиво и проявляется на пространстве от 500 до 2500 м и в основном не выходит за пределы пойменных террас. Самые большие колебания уровня грунтовых вод отмечаются вблизи дамб, предохраняющих от паводков, где они достигают 4,0 м на протяжении многих лет, а иногда и в течение одного года. В долине, вне зоны влияния Вислы, амплитуды колебания уровня грунтовых вод не превышают 1,2 м.

Marian PEREK

THE GROUNDWATER LEVEL FLUCTUATION IN THE LOWER VISTULA VALLEY

S u m m a r y

Along the Vistula section between the Narew mouth and the Baltic Sea reservoirs with embankments adapted naturally for local morphological conditions of the lowland — type river valley are planned. Within the complex engineering-geological research programme the groundwater level dynamics tests in connection with the Vistula variable water levels were carried out. In the area adjacent to the reservoirs weekly groundwater level measurements were made in the farm wells and piezometres situated distinctly in sections perpendicular to the Vistula.

The Lower Vistula Valley is filled mainly with the fluvial, fluvioglacial and stagnant water sediments in form of sands and sandy-gravels. These sediments form the first Quaternary aquifer with a diversified thickness. The sediment surface formed a series of flood-plain benches, river terraces and dunes.

An analysis of measurement results enables to determine the magnitude and range of the influence of the Vistula on the groundwater level dynamics. The influence of the Vistula on the groundwater level fluctuations is, in many places, significantly diversified, and depends mainly on granulometric composition and porosity of sediments, and gradients of water table. Hence the ranges of the influence of the Vistula on the groundwater level fluctuations in the Lower Vistula Valley are variable and range from 500 to 2500 m. They are restricted mainly to the plains. The largest groundwater level fluctuations are found near flood banks, where they reach up to 4.0 m in many years' period or sometime a year's period.

Inside the valley, beyond the Vistula — influenced zone, the groundwater level fluctuation amplitudes reach below 1.2 m.