

Bogusław MICHAŁEC

Katedra Inżynierii Wodnej i Geotechniki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Department of Water Engineering and Geotechnics, Agriculture University in Cracow

Wstępna prognoza oddziaływania zbiornika Świnna Poręba na poziom wód gruntowych miejscowości Mucharz

The preliminary forecast of the influence of the Świnna Poręba reservoir on the ground-water level of the locality Mucharz

Słowa kluczowe: zbiornik wodny, wody gruntowe, spiętrzenie, prognoza spiętrzenia
Key words: water reservoir, ground-waters, damming up, forecast of damming up

Wprowadzenie

Budowa zaporowych zbiorników wodnych w Polsce jest konieczna nie tylko ze względu na zgromadzenie wody do celów bytowo-gospodarczych i energetycznych, ale przede wszystkim ze względu na zapewnienie ochrony przeciwpowodziowej. W celu zwiększenia bezpieczeństwa przeciwpowodziowego podjęto w 1986 roku budowę zapory w Świnnej Porębie, której ukończenie planowane jest na 2014 rok. Zbiornik ten jest jednym z najważniejszych obiektów, mających chronić Małopolskę przed wezbraniami powodziowymi.

Pomimo pełnienia funkcji ochronnej sztuczne zbiorniki wodne powinny w możliwie najmniejszym stopniu wpływać negatywnie na tereny przyległe. Powoduje to konieczność podjęcia działań i rozwiązań technicznych, minimalizujących negatywny wpływ piętrzenia wody w zbiorniku już na etapie projektowania obiektu. Niejednokrotnie w trakcie eksploatacji okazuje się konieczne likwidowanie szkód wywołanych spiętrzeniem, które negatywnie oddziałuje na klimat, florę i faunę oraz na tereny przyległe (okresowe lub stałe podtopienia), a także powoduje zjawiska osuwiskowe i abrazyjne.

Budowle piętrzące zawsze wywołują zmiany w warunkach hydrogeologicznych w obrębie oddziaływania budowli. Są to zmiany korzystne, obojętne bądź niekorzystne. W przypadku niekorzystnego oddziaływania nieodzowna jest bu-

dowa urządzeń do regulacji stosunków wodnych (melioracje). Takie działania mogą być podjęte dopiero po dokładnym określeniu położenia zwierciadła wód podziemnych po spiętrzeniu wód ciekłu. W tym celu należy wykonać prognozę wpływu piętrzenia na reżim wód podziemnych. Zadanie prognostyczne polega na określeniu co najmniej jednego z następujących elementów (Wieczysty 1982):

- ustalonego stanu wody podziemnej po spiętrzeniu rzeki na całym lub części obszaru filtracji względnie w wybranych przekrojach,
- ustalonego zasięgu wpływu piętrzenia rzeki na stan wód podziemnych,
- niustalonych stanów wody podziemnej w określonych przedziałach czasu, po którego upływie zwierciadło wody osiągnie zadany poziom,
- innych parametrów hydrogeologicznych, ulegających zmianie pod wpływem piętrzenia rzeki.

Określenie wpływu oddziaływania stałego piętrzenia wody w rzece na zmianę stosunków wodnych na obszarze oddziaływania zbiornika wodnego wymaga określenia położenia zwierciadła wody gruntowej przed spiętrzeniem. Od dokładności jego określenia zależy dokładność i poprawność oceny faktycznie zaistniałych zmian. Najczęściej w celu rozpoznania stosunków wodnych przed wybudowaniem budowli wodnej zakłada się sieć obserwacyjną, składającą się z piezometrów, studni gospodarczych i wodowskazów.

Projekt sieci obserwacyjnej budowanego zbiornika wodnego Świnna Poręba został wykonany w 1989 roku przez Przedsiębiorstwo Geologiczne Budownictwa Wodnego „Hydrogeo” Kraków. Według „Projektu hydrologicznej sieci

obserwacyjnej w rejonie projektowanego zbiornika Świnna Poręba”, przewidywano prowadzenie systematycznych pomiarów zwierciadła wody w założonej sieci oraz okresowe badanie jakości wód podziemnych i powierzchniowych. Projekt przewidywał wykonywanie obserwacji w 290 punktach obserwacyjnych sieci pomiarowej, którą miało tworzyć 128 piezometrów, 159 studni gospodarczych i 3 wodowskazy.

Sieć obserwacyjna była tworzona w okresie od kwietnia 1990 roku do lipca 1993 roku. Wykonano 104 piezometry i trzy wodowskazy (Dokumentacja zbiorcza... 2004). W 1991 roku obserwacjami objęto jeden wodowskaz, a pozostałe dwa uległy zniszczeniu podczas przejścia wezbrania w 1991 roku. W związku z brakiem danych dotyczących stanów wody rzeki Skawy już w 1993 roku wyznaczono i założono pośrednie punkty wodowskazowe, tworząc sieć dziewięciu wodowskazów.

W 1996 roku obserwacje objęły 122 studnie gospodarcze, 93 piezometry i 9 wodowskazów (Sprawozdania z obserwacji... 1996). Z końcem roku hydrologicznego 1996, decyzją ówczesnego ODGW Kraków, wstrzymane zostały obserwacje i pomiary, które do tego roku wykonywane były przez PGBW „Hydrogeo” Kraków.

W 2004 roku przeprowadzona została inwentaryzacja stanu technicznego sieci hydrogeologicznej w celu wznowienia pomiarów po przerwie w latach 1996–2004. Stwierdzono, że sieć obserwacyjna obejmuje 264 punkty, tj. 105 piezometrów i 155 studni gospodarczych i 3 wodowskazy.

W 2005 roku zespół Katedry Inżynierii Wodnej ówczesnej Akademii

Rolniczej w Krakowie dokonał oceny stanu hydrogeologicznej sieci obserwacyjnej na podstawie wizji terenowych. Stwierdzono, że spośród 105 istniejących piezometrów stan techniczny 58 piezometrów umożliwił kontynuację pomiarów stanów wody gruntowej, a 47 piezometrów było niesprawnych lub zniszczonych. Spośród 155 studni gospodarczych tylko 62 sprawne studnie włączono do sieci punktów przeznaczonych do dalszych obserwacji. Natomiast 93 studnie gospodarcze, ze względu na likwidację lub brak dostępu, zostały wyłączone z sieci obserwacyjnej. Istniejąca sieć wodowskazów składała się z posterunków wodowskazowych IMGW w Suchej Beskidzkiej i w Wadowicach oraz trzech wodowskazów znajdujących się w rejonie budowy zbiornika (Bednarczyk i in. 2005).

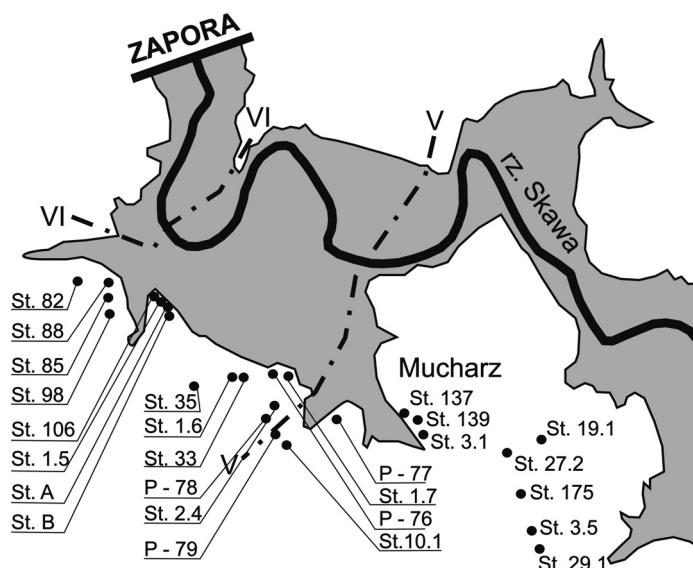
Zaproponowano uzupełnienie istniejącej hydrogeologicznej sieci obserwacyjnej o dodatkowe punkty pomiarowe, wskazując na konieczność wykonania dodatkowych 33 piezometrów (Bednarczyk i in. 2005). Wskazano również na konieczność kontynuowania pomiarów w istniejących sprawnych punktach pomiarowych hydrogeologicznej sieci obserwacyjnej założonej w latach 1991–1993. W opracowanej koncepcji rozbudowy istniejącej hydrogeologicznej sieci obserwacyjnej zachowano istniejący podział na osiem rejonów pomiarowych. Zachowanie istniejącego podziału na rejon obserwacyjny, uzupełnionego o dodatkowe piezometry i wodowskazy, miało na celu umożliwienie porównania historycznych danych pomiarowych z aktualnymi i przyszłymi wynikami pomiarów.

Funkcjonowanie zbiornika w Świnnej Porębie niewątpliwie wpłynie na zmianę stosunków wodnych na terenach przyległych, a określenie zasięgu zmian i ich rozmiaru wymaga opracowania prognozy wpływu piętrzenia na reżim wód podziemnych. Określenie zasięgu oddziaływania spiętrzonych wód rzeki Skawy jest istotne ze względu na konieczność zabezpieczenia terenów zurbanizowanych przed podtopieniem, jak również terenów użytkowanych rolniczo, na których mogą się ujawnić negatywne skutki piętrzenia.

W wyniku inwentaryzacji stanu technicznego sieci hydrogeologicznej, wykonanej w 2005 roku (Bednarczyk i in. 2005), a przede wszystkim na podstawie materiału archiwalnego, dotyczącego rozpoznania hydrogeologicznego terenów znajdujących się w rejonie budowanego zbiornika Świnna Poręba, stwierdzono, że materiał ten, gromadzony i opracowywany przez PGBW „Hydrogeo” Kraków od 1990 do 1996 roku, powinien umożliwić opracowanie oceny wpływu piętrzenia wód rzeki Skawy na tereny przyległe. W pracy przyjęto, że ocena ta jest możliwa do opracowania na podstawie materiału archiwalnego. W tym celu wytypowano tereny miejscowości Mucharz (rys. 1), znajdujące się na lewym brzegu rzeki Skawy, i podjęto próbę opracowania wstępnej prognozy oddziaływania zbiornika wodnego Świnna Poręba na wody gruntowe terenów tej miejscowości.

Materiał i metody

Do wykonania wstępnej prognozy oddziaływania zbiornika wodnego Świnna Poręba na wody gruntowe tere-



RYSUNEK 1. Zbiornik z obszarem badań w rejonie miejscowości Mucharz
 FIGURE 1. Świnna Poręba reservoir with the study area in the region of the locality Mucharz

nów miejscowości Mucharz wykorzystano pomiary z istniejącej sieci obserwacyjnej, która została wykonana przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie przy współudziale firmy „Hydrogeo”. Część pomiarów z punktów obserwacyjnych w latach hydrologicznych 1991–1996 była niekompletna. Niektóre z punktów obserwacyjnych zwierciadła wód gruntowych zostały wyłączone z pomiarów ze względu na zamulenie, zasypanie lub zniszczenie. W przypadku studni gospodarczych – część z nich została zabudowana, zamknięta bądź zlikwidowana. Z tego też powodu punkty te nie były brane pod uwagę w przeprowadzanej prognozie. Piezometry oraz studnie, które po spiętrzeniu rzeki Skawy znajdują się poniżej zwierciadła wody, również nie zostały wzięte pod uwagę w dalszej części pracy. Z ogólnej liczby 64 punktów pomiarowych do analiz przyjęto 22 studnie gospodarcze oraz 4 piezometry.

W wyniku przeanalizowania przekrojów geologicznych stwierdzono, że tereny przyległe do zbiornika zbudowane są z utworów czwartorzędowych (akumulacyjnych i zbczowych) oraz fliszowych. Utwory o charakterze akumulacyjnym, stanowiące podłoże akumulacji wody rzecznej, tworzą ciągle poziomy wodonośne. Stwierdzono związek wód gruntowych z wodami powierzchniowymi, a stany tych wód określono na podstawie danych z posterunków wodowskazowych IMGW w Suchoj Beskidzkiej i Wadowicach. Z krzywych natężenia przepływu tych wodowskazów określono przepływy Q_{SB} i Q_{W} , odpowiednio dla przekroju wodowskazowego w Suchoj Beskidzkiej i w Wadowicach, a następnie w wyniku interpolacji określono przepływ Q_M w przekroju rzeki Skawy w miejscowości Mucharz. Przepływ Q_M określono ze wzoru (Byczkowski 1996):

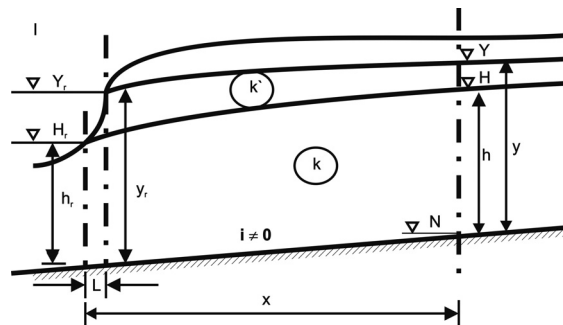
$$Q_M = Q_{SB} + \frac{Q_w - Q_{SB}}{A_W + A_{SB}} (A_M - A_{SB}) \quad (1)$$

gdzie: A_{SB} , A_W i A_M są powierzchniami zlewni, zamkniętymi przekrojami odpowiednio w Suchoj Beskidzkiej, w Wadowicach i w Mucharzu.

Określono w wyniku interpolacji przepływy dla przekroju poprzecznego Mucharz, wykonano pomiary geodezyjne tego przekroju, a następnie określono krzywą natężenia przepływu dla tego przekroju. Krzywą określono, obliczając przepływy dla założonych napełnień wzorem Chézy'ego. Z tej krzywej wyznaczono stany wody w rzece Skawie w przekroju Mucharz dla interpolowanych przepływów. Do określenia związku hydraulicznego stanu wód gruntowych ze stanami wód powierzchniowych przyjęto te stany wód w rzece Skawie, które odpowiadają danym zarejestrowanym w latach 1991–1996 przez PGBW „Hydrogeo” Kraków. W dokumentacji z pomiarów „Hydrogeo” zamieszczono stany maksymalne i minimalne, pomierzone w studniach i piezometrach w latach 1991–1996. Na podstawie tych danych opracowano wstępną prognozę wpływu piętrenia na reżim wód podziemnych.

Wstępna prognoza stanów ustalonych została wykonana dwiema metodami – hydrogeologiczną i hydrauliczną. Metoda hydrogeologiczna polega na określeniu związku korelacyjnego między stanami zwierciadła wody w rzece (H_{rz}) i stanami wód gruntowych w otworach obserwacyjnych (w studniach – H_{st} lub w piezometrach – H_p) znajdujących się w danym przekroju. W metodzie hydraulicznej, po dokonaniu schematyzacji obszaru filtracji, poszukuje się funkcji $H(x, t)$, opisującej położenie zwierciadła wód gruntowych. Po wykonaniu schematyzacji hydrogeologicznej, obejmującej usystematyzowanie i syntetyczne przedstawienie wyników rozpoznania terenu, w tym m.in. budowy geologicznej, własności filtracyjnych i zasilania obszaru filtracji, przyjęto schemat hydrauliczny, odpowiadający uwarunkowaniom hydrogeologicznym analizowanego obszaru (rys. 2).

Położenie zwierciadła wód gruntowych po spiętrzeniu wód rzeki Skawy zaporą zbiornika Świnna-Poręba do rzędnej normalnego poziomu piętrenia, wynoszącej 307,50 m n.p.m., obliczono za pomocą wzoru Kamieńskiego-Bindemana (Wieczysty 1982):



RYSUNEK 2. Schemat hydrauliczny – warunki ustalonego spiętrzenia wód podziemnych
 FIGURE 2. The hydraulic scheme – the steady conditions of underground waters damming up

$$y = \left\{ 0,25L^2(x-L)^2 + \frac{k}{k'} \frac{x-L}{x} [h^2 - h_r^2 + ix(h+h_r)] + y_r^2 - y_r \cdot i(x-L) \right\}^{1/2} - 0,5(x-L) \quad (2)$$

gdzie oznaczenia jak na rysunku 2.

Wyniki

W tabeli 1 zamieszczono wartości przepływów zarejestrowanych w okresie 1991–1996 w przekrojach wodowskazowych Sucha Beskidzka i Wadowice. Są to przepływy odpowiadające maksymalnym i minimalnym stanom zwierciadła wody gruntowej, zarejestrowanym w punktach pomiarowych. Dlatego w tabeli oznaczono je jako przepływy maksymalne i minimalne. W wyniku obliczeń

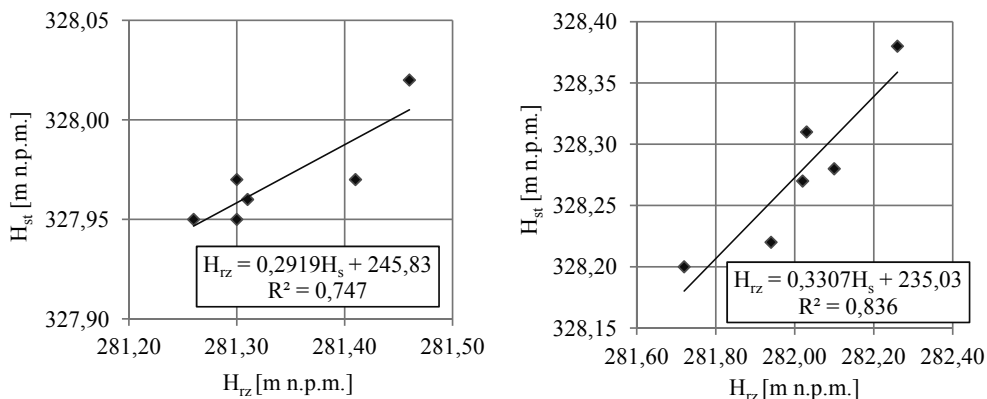
według wzoru (1) określono przepływy dla dwóch przekrojów poprzecznych koryta rzeki Skawy w rejonie miejscowości Mucharz (tab. 1). Przekroje V–V i VI–VI odpowiadają przekrojom hydrogeologicznej sieci obserwacyjnej. Rzędna dna w przekroju V–V wynosi 281,03 m n.p.m., a rzędna dna w przekroju VI–VI – 273,40 m n.p.m., napelnienia zaś w tych przekrojach, odpowiadające poszczególnym przepływowom, zamieszczono w tabeli 1.

Obliczone rzędne zwierciadła wody w rzece ($H_{r,z}$) w danym przekroju wraz z rzędnymi zwierciadła wody w punktach pomiarowych w tym przekroju,

TABELA 1. Zestawienie przepływów w przekrojach wodowskazowych Sucha Beskidzka i Wadowice oraz w przekrojach V–V i VI–VI w rejonie miejscowości Mucharz

TABLE 1. The comparison of discharges in water-gauge sections in Sucha Beskidzka and Wadowice and in sections V–V and VI–VI in the region of the locality Mucharz

Rok hydrologiczny Hydrological year	Data Date	Przepływ w przekroju Discharges in section Q [$m^3 \cdot s^{-1}$]				Napelnienie w przekrojach Mucharz Water depth in sections Mucharz h [m]	
		Q	Sucha Beskidzka	Wadowice	Mucharz	V–V	VI–VI
1991	1991-08-07	max	29,30	52,20	50,04	0,43	0,42
	1991-10-24	min	3,48	7,70	7,25	1,07	1,22
1992	1992-02-14	max	17,90	46,50	43,65	0,23	0,18
	1992-08-28	min	1,20	1,73	1,71	1,00	1,14
1993	1993-04-15	max	8,63	20,40	19,58	0,27	0,22
	1993-10-29	min	1,38	2,49	2,42	0,69	0,74
1994	1994-03-17	max	39,10	70,20	67,05	0,38	0,35
	1994-12-09	min	2,63	5,14	5,04	1,23	1,43
1995	1995-06-29	max	28,70	43,40	42,23	0,28	0,23
	1995-10-27	min	1,36	2,11	2,06	0,99	1,12
1996	1996-03-15	max	1,15	1,90	1,87	0,27	0,22
	1996-09-14	min	20,80	36,90	35,56	0,91	1,02



RYSUNEK 3. Metoda hydrogeologiczna – związek korelacyjny między stanami zwierciadła wody w rzece (H_{rz}) i stanami wód gruntowych (H_{st}) w studni nr 27.2: a – stany minimalne, b – stany maksymalne

FIGURE 3. The hydrogeological method – correlation relationship among the water state in the river (H_{rz}) and the ground-water states (H_{st}) in the well No 27.2: a – minimum states, b – maximum states

tj. w studniach (H_{st}) lub piezometrach (H_p), umożliwiły opracowanie związku korelacyjnego dla danego punktu pomiarowego. Przykładową zależność dla stanów minimalnych i maksymalnych w studni st. 27.2 przedstawiono na rysunku 3.

Wyniki obliczeń metodą hydrogeologiczną rzędnych zwierciadła wody gruntowej, po spiętrzeniu wód Skawy do rzędnej normalnego poziomu piętrzenia, wynoszącej 307,50 m n.p.m., zamieszczono w tabeli 2, która zawiera również różnicę rzędnej terenu i rzędnej zwierciadła wody w punkcie pomiarowym, oznaczone symbolem ΔHG . Różnice rzędnych ΔHG zostały obliczone zarówno dla zarejestrowanych w punktach pomiarowych stanów maksymalnych (kolumna 5 w tab. 2), jak i minimalnych (kolumna 6 w tab. 2).

Podsumowanie

Wartości ujemne oznaczają, że zwierciadło spiętrzonej wody gruntowej teoretycznie znajdowałoby się nad terenem. Praktycznie takie wyniki można interpretować jako wskazujące na pełne nasycenie gruntu. Na analizowanym obszarze ujemne wartości różnic rzędnych, oznaczone symbolem ΔHG , mogą wskazywać na brak ciągłości warstw wodonośnych analizowanego obszaru. Związek wód gruntowych i wód powierzchniowych został stwierdzony na podstawie układu warstw wodonośnych, opracowanego w przekroju V–V. Przyjęcie niezmienności budowy geologicznej na całym obszarze może prowadzić do uzyskania niewłaściwych wyników. Przykładem mogą być uzyskane rzędne zwierciadła wody i duże wartości ΔHG (tab. 2) w studniach st. 19.1, st. 27.2,

TABELA 2. Wyniki obliczeń prognozowanego położenia zwierciadła wody gruntowej na terenie miejscowości Mucharz po spiętrzeniu wód rzeki Skawy do rzędnej 307,50 m n.p.m.

TABLE 2. The calculations results of the forecasted position of ground-water level on the terrain the locality Mucharz after damming up the waters of the Skawa River to the ordinate 307.50 m a.s.l.

Punkt pomiarowy Measuring point	Rzędna terenu Terrain ordinate [m n.p.m.]	Metoda hydrogeologiczna Hydrogeological method						Metoda hydrauliczna Hydraulic method							
		H_{sp}, H_p [m n.p.m.]			ΔHG [m]			H_{sp}, H_p [m n.p.m.]			ΔH [m]				
		max	min	4	ΔHG_{max}	5	ΔHG_{min}	max	min	7	8	9	ΔH_{min}	10	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Studnie / Wells					
St. 10.1	331,86	336,19	333,76	-4,33	-1,90	333,34	332,92	-1,48	-1,06	333,34	332,92	-1,48	-1,06		
St. 1.7	312,58	312,67	311,96	-0,09	0,62	312,45	312,14	0,13	0,44	312,45	312,14	0,13	0,44		
St. 33	327,04	327,79	326,48	-0,75	0,56	325,28	324,87	1,76	2,17	325,28	324,87	1,76	2,17		
St. 1.6	347,87	358,30	355,75	-10,43	-7,88	349,21	348,02	-1,34	-0,15	349,21	348,02	-1,34	-0,15		
St. 35	385,75	394,66	392,99	-8,91	-7,24	378,48	377,03	7,27	8,72	378,48	377,03	7,27	8,72		
St. 137	314,50	315,72	314,90	-1,22	-0,40	314,21	313,97	0,29	0,53	314,21	313,97	0,29	0,53		
St. 139	322,16	324,76	323,93	-2,60	-1,77	322,33	321,80	-0,17	0,36	322,33	321,80	-0,17	0,36		
St. 3.1	316,17	317,45	315,55	-1,28	0,62	316,26	315,77	-0,09	0,40	316,26	315,77	-0,09	0,40		
St. 27.2	328,45	336,72	335,59	-8,27	-7,14	330,14	329,33	-1,69	-0,88	330,14	329,33	-1,69	-0,88		
St. 2.4	321,17	325,01	323,88	-3,84	-2,71	321,66	320,96	-0,49	0,21	321,66	320,96	-0,49	0,21		
St. B	322,27	323,71	321,69	-1,44	0,58	321,86	320,54	0,41	1,73	321,86	320,54	0,41	1,73		
St. A	323,43	323,99	323,73	-0,56	-0,30	323,08	321,68	0,35	1,75	323,08	321,68	0,35	1,75		
St. 1.5	324,90	326,30	321,54	-1,40	3,36	324,83	323,88	0,07	1,02	324,83	323,88	0,07	1,02		
St. 106	320,66	324,70	324,56	-4,04	-3,90	320,73	319,71	-0,07	0,95	320,73	319,71	-0,07	0,95		
St. 85	330,31	335,04	334,15	-4,73	-3,84	330,57	330,19	-0,26	0,12	330,57	330,19	-0,26	0,12		

St. 88	324,13	326,95	325,36	-2,82	-1,23	324,80	323,92	-0,67	0,21
St. 98	324,13	324,16	323,61	-0,03	0,52	324,01	323,78	0,12	0,35
St. 82	346,31	349,68	348,43	-3,37	-2,12	347,31	346,95	-1,00	-0,64
St. 19.1	355,70	363,36	365,45	-7,66	-9,75	356,83	355,89	-1,13	-0,19
St. 175	343,50	359,16	355,21	-15,66	-11,71	345,18	344,54	-1,68	-1,04
St. 3.5	355,29	367,19	362,66	-11,90	-7,37	357,04	356,91	-1,75	-1,62
St. 29.1	348,13	361,33	359,78	-13,20	-11,65	348,88	347,64	-0,75	0,49
Piezometry / Piezometers									
P-78	321,68	322,47	321,11	-0,79	0,57	322,46	321,03	-0,78	0,65
P-79	318,14	319,37	318,69	-1,23	-0,55	319,59	319,08	-1,45	-0,94
P-76	313,08	315,71	314,61	-2,63	-1,53	313,43	312,74	-0,35	0,34
P-77	321,72	322,63	321,74	-0,91	-0,02	322,00	321,77	-0,28	-0,05

Oznaczenia: H_{st} lub H_p – rzędna zwierciadła wody w punkcie pomiarowym, ΔHG i ΔH – różnica rzędnej terenu i rzędnej zwierciadła wody w punkcie pomiarowym.

Explanations: H_{st} or H_p – the ordinate of the water-level in the measuring point, ΔHG and ΔH – the difference of the ordinate of terrain and the ordinate of the water-level in the measuring point.

st. 175, st. 3.5, st. 29.1, które znajdują się na obszarze położonym 35–48 m nad poziomem zwierciadła wody w zbiorniku przy normalnym poziomie piętrzenia. Brak szczegółowego rozpoznania geologicznego, a także przyjęcie założenia, że na obszarach, na których nie wykonano odwiertów geologicznych i nie opracowano przekrojów geologicznych, a znajdujących się w sąsiedztwie terenów objętych badaniami geologicznymi, istnieją podobne warunki hydrogeologiczne, może doprowadzić do błędnych wyników prognozy. W praktyce inżynierskiej często dokonuje się takich założeń, co może być przyczyną uzyskania zadowalających rezultatów obliczeń. Przykładem takim są wyniki prognozy w/w studni, a bardziej szczegółowej analizy można dokonać na podstawie przedstawionych w tej pracy danych dotyczących studni nr 27.2.

Zakładając niezmiennosć warunków geologicznych na całym obszarze badań (rys. 1), tj. przyjmując, że na terenach miejscowości Mucharz, znajdujących się poza obszarem ograniczonym przekrojami VI–VI i V–V, na którym znajduje się między innymi studnia nr 27.2, przyjęto, że na tym obszarze istnieje również związek hydrauliczny wód gruntowych i powierzchniowych. Opracowana na podstawie danych pomiarowych dla studni nr 27.2 (rys. 3) zależność korelacyjna między stanami zwierciadła wody w rzece (H_{rz}) i stanami wód gruntowych (H_{st}) w punkcie pomiarowym charakteryzuje się wysokim współczynnikiem korelacji (R), wynoszącym 0,864 (stany minimalne – rys. 3a) i 0,914 (stany maksymalne – rys. 3a).

Uzyskane za pomocą tej metody wyniki prognozy położenia zwierciadła

wody gruntowej po spiętrzeniu okazały się błędne – według prognozy zwierciadło wody spiętrzonej znajdować się będzie ponad powierzchnią terenu (tab. 2). Takie wyniki mogą oznaczać, że w punktach pomiarowych, znajdujących się na obszarach wyżej położonych, mogą być rejestrowane stany wód tzw. zawieszonych, które odcięte wkładkami gruntów nieprzepuszczalnych nie mają związku hydraulicznego z wodami płynącymi Skawy. Ponadto niejednokrotnie związek hydrauliczny wód powierzchniowych i gruntowych może dotyczyć wybranych stanów, na przykład stanów niskich. Według prognozy hydrogeologicznej, w studniach położonych na terenach, które będą znajdować się kilka lub kilkanaście metrów nad poziomem zwierciadła wody w zbiorniku przy normalnym poziomie piętrzenia, ujemne wartości ΔHG wynoszą kilka metrów. Niewątpliwie na uzyskane wyniki ma znaczący wpływ zbyt krótki ciąg danych pomiarowych.

Konieczność dokładniejszego rozpoznania warunków hydrogeologicznych badanego obszaru potwierdzają również wyniki prognozy opracowanej metodą hydrauliczną. Prognozowane rzędne zwierciadła wody gruntowej po spiętrzeniu wód Skawy w przeważającej większości są wyższe od rzędnych terenu, a różnice rzędnych spiętrzonego zwierciadła wody gruntowej i rzędnych terenu są znacznie większe od różnic rzędnych spiętrzonego zwierciadła wody gruntowej określonych metodą hydrologiczną i rzędnych terenu. Należy jednak zaznaczyć, że nawet pomimo wykonania szczegółowych badań geologicznych może pojawić się trudność zastosowania metody hydraulicznej ze względu na zbyt uproszczone i nieodpowiadają-

ce warunkom rzeczywistym schematy hydrauliczne, odpowiadające z kolei prostym i nieskomplikowanym układom warstw geologicznych i poziomów wód gruntowych.

Wnioski

Wyniki wstępnej prognozy położenia zwierciadła wód gruntowych na terenie miejscowości Mucharz, opracowanej metodą hydrogeologiczną dla stanów maksymalnych i minimalnych pomierzonych w punktach pomiarowych w okresie 1991–1996, potwierdziły brak związku wód powierzchniowych z wodami gruntowymi terenów znajdujących się na zboczach i wysoczyznach.

Opracowanie prognozy spiętrzenia wód podziemnych wymaga dokładnego rozpoznania warunków hydrogeologicznych, umożliwiających sporządzenie właściwej schematyzacji hydrogeologicznej analizowanego obszaru, dającej podstawę przyjęcia odpowiedniego schematu obliczeniowego.

Tereny w obrębie zbiornika zbudowane są z utworów czwartorzędowych (akumulacyjnych i zboczowych) oraz fliszowych, tworzących poziomy wodonosne. W tych warstwach, znajdujących się w dolinie Skawy i u podstaw zbroczy, zwierciadło wód gruntowych występuje zazwyczaj od 2 do 3 m pod powierzchnią terenu. Natomiast w utworach zboczowych wody nie tworzą ciągłych pokładów, wykazując charakter wód zawieszonych, które zasilane są przez opady atmosferyczne. Stąd zakładanie punktów pomiarowych na terenach utworów zboczowych poza linią brzegową budowanego zbiornika Świnna Poręba, jak również

wykonywanie serii pomiarów poziomu wód gruntowych w celach prognozowania wpływu piętrzenia na wody gruntowe tych terenów okazuje się bezcelowe. Na terenach zboczowych i wysoczyznach analizowanego obszaru miejscowości Mucharz wykorzystano istniejące studnie gospodarcze, lecz na pozostałych terenach stref przybrzeżnych zbiornika zostały zainstalowane piezometry na zboczach.

Po spiętrzeniu wód Skawy zaporą zbiornika Świnna Poręba do normalnego poziomu piętrzenia, wynoszącego 307,50 m n.p.m., prognozowany metodą hydrauliczną poziom zwierciadła wód gruntowych na terenach miejscowości Mucharz, położonych do 20 m ponad spiętrzoną zwierciadłem wody w zbiorniku, będzie mieścił się w przedziale od 0,0 do ponad 1,0 m poniżej rzędnych terenu. Wyniki wstępnej prognozy metodą hydrogeologiczną wskazują na całkowite nasycenie profilu glebowego spiętrzoną wodą gruntową. Uzyskane wyniki wstępnej prognozy wymagają weryfikacji.

Literatura

- BEDNARCZYK T., MICHAŁEC B., TARNAWSKI M., NOWAK L. 2005: Weryfikacja sieci pomiarowej wód gruntowych w zasięgu spodziewanego oddziaływania zbiornika wodnego w Świnnej Porębie. Ekspertyza opracowana na zlecenie RZGW Kraków z dnia 08.09.2005. Maszynopis.
- BYCZKOWSKI A. 1996: Hydrologia. Tom II. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Dokumentacja zbiorcza z obserwacji hydrogeologicznych prowadzonych w rejonie projektowanego zbiornika „Świnna Poręba” na rzece Skawie w latach hydrologicznych 1991–1996, 2004 Maszynopis. Przedsiębior-

stwo Geologiczne Budownictwa Wodnego „HYDROGEO”, Kraków.

Sprawozdanie z obserwacji hydrogeologicznych prowadzonych w rejonie zbiornika wodnego „Świnna Poręba” na rzece Skawie w roku hydrologicznym 1996, 1996. Maszynopis. Przedsiębiorstwo Geologiczne Budownictwa Wodnego „HYDROGEO”, Kraków.

WIECZYŃSTY A. 1982: Hydrologia inżynierska. PWN, Warszawa.

Streszczenie

Wstępna prognoza oddziaływania zbiornika Świnna Poręba na poziom wód gruntowych miejscowości Mucharz. Dysponując archiwalnymi danymi dotyczącymi stanów wód gruntowych, pomierzonych w latach 1991–1996 przez PGBW „Hydrogeo” Kraków, podjęto próbę określenia wpływu spiętrzenia wód rzeki Skawy zaporą zbiornika Świnna Poręba na poziom wód gruntowych na terenach przyległych. Wstępna prognozę oddziaływania zbiornika wodnego na wody gruntowe opracowano dla obszarów miejscowości Mucharz, stosując metodę hydrogeologiczną i hydrauliczną. Stwierdzono, że wyniki obliczeń metodą hydrogeologiczną dla stanów maksymalnych i minimalnych potwierdziły brak związku wód powierzchniowych z wodami gruntowymi terenów znajdujących się na zboczach i wysoczyznach, tj. położonych ponad 30–40 m powyżej poziomu zwierciadła wody przy normalnym poziomie piętrzenia, wynoszącym 307,50 m n.p.m. Według prognozy wykonanej metodą hydrauliczną poziom zwierciadła wód gruntowych na terenach miejscowości Mucharz, położonych do 20 m ponad spiętrzonym zwierciadłem wody w zbiorniku, będzie mieścił się w przedziale od 0,0 do ponad 1,0 m poniżej rzędnych terenu.

Summary

The preliminary forecast of the influence of the Świnna Poręba reservoir on the ground-water level of the locality Mucharz. Disposing archival data relating to the ground-waters levels, measured in years 1991–1996 by PGBW “Hydrogeo” Cracow, the qualification test of the damming up impact of the waters of the Skawa River by the dam of the Świnna Poręba reservoir on the ground-water levels of adjoining terrains was undertaken. Applying the hydrogeological and hydraulic methods to the preliminary forecast of the impact of the water reservoir on ground-waters for the terrains of the locality Mucharz was worked out. It was stated that the calculations results of the hydrogeological method for maximum and minimum states had confirmed the lack of the relationship of superficial waters with the ground-waters of terrains being on slopes and upland, i.e. laid above 30–40 m above the normal damming up level carrying out 307.50 m a.s.l. According to the forecast the hydraulic method the level of the ground-waters of the terrains of the locality Mucharz, laid to 20 m above the damming up of water-level in the reservoir, will be comprise in the range from 0.0 to above 1.0 m below the ordinates of the terrain.

Author's address:

Bogusław Michalec
Katedra Inżynierii Wodnej i Geotechniki
Uniwersytet Rolniczy
al. A. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków
Polska
(e-mail: rmmichbo@cyf-kr.edu.pl)