

OCENA ZMIENNOŚCI STANÓW WÓD W ZBIORNIKU PRZEBĘDOWO I WÓD GRUNTOWYCH W TERENIE BEZPOŚREDNIO PRZYLEGŁYM W PIERWSZYM ROKU EKSPLOATACJI

Mariusz Korytowski¹, Błażej Waligórski²

¹ Instytut Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94, 60-649 Poznań, e-mail: mario@up.poznan.pl

² Wielkopolski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Poznaniu, ul. Piekary 17, Poznań, e-mail: blazej.waligorski@wzmiuw.pl

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wstępne wyniki badań przeprowadzonych w 2015 roku w zlewni zbiornika Przebędowo (w terenie bezpośrednio przyległym do zbiornika), zlokalizowanej w województwie wielkopolskim, 25 km na północ od Poznania w gminie Murowana Goślina. Zbiornik został wykonany w dolinie rzeki Trojanki, od km 6+915 do km 8+371 jej biegu przez Wielkopolski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Poznaniu i został oddany do eksploatacji w listopadzie 2014 roku. Ziemna zaporą czołową na zbiorniku jest klasy IV, jej długość wynosi 334 m, przy wysokości 3,30 m. Zbiornik o długości 1450 m i szerokości maksymalnej 120 m, przy normalnym poziomie piętrzenia (NPP) 72,50 m n.p.m ma powierzchnię zalewu 12,03 ha i pojemność 0,162 mln m³. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że poza warunkami meteorologicznymi istotny wpływ na kształtowanie się stanów wody w samym zbiorniku, ale także w terenie bezpośrednio przyległym miało piętrzenie wody. Badania wykazały także silną więź hydrauliczną pomiędzy wodami retencjonowanymi w zbiorniku, a wodami gruntowymi w terenie przyległym od strony analizowanych studzienek. Przeprowadzone dla 2015 roku obliczenia związków pomiędzy tymi wielkościami wykazały silne zależności. Obliczone współczynniki korelacji (r) wahały się od 0,83 dla studzienki P-16 do 0,92 dla studzienki P-18 i zależności te dla wszystkich analizowanych studzienek były istotne na poziomie $\alpha = 0,01$.

Słowa kluczowe: gospodarka wodna, zbiorniki zaporowe, zwierciadło wód gruntowych

ANALYSIS OF WATER LEVEL CHANGES IN PRZEBEDOWO RESERVOIR AND GROUNDWATER LEVEL CHANGES IN A NEIGHBOURING AREA IN THE FIRST YEAR OF EXPLOATATION

ABSTRACT

The paper presents preliminary results of research conducted in 2015 in the Przebędowo catchment (in the area directly adjacent to the reservoir), located in the Wielkopolska province, 25 km north of Poznan in the Murowana Goślina municipality. Analyzed reservoir was created in the valley of the Trojanka river, from km 6+915 to km 8+371 of its course by the Greater Board of Land Reclamation and Water Facilities in Poznan and was put into operation in November 2014. Clay dam leading to the reservoir is a Class IV, its length is 334 m, with a height of 3.30 m. The tank with a length of 1450 m and a maximum width of 120 m, with a normal level of impoundment (NPP) above sea level, has an area of 72.50 m lagoon 12.03 ha and capacity 0.162 million m³. Based on the research, it was found that despite the weather conditions, significant impact on the water levels in the reservoir and also in the area immediately adjacent had impoundment of water. The study found also a strong relationship between retention water in the reservoir and groundwater in the area adjacent on the side of analyzed wells. Conducted for year 2015 relationships calculations between these values showed a strong relationship between them. The calculated correlation coefficients (r) ranged from 0.87 for wells P-16 to 0.92 for P-wells 18 and according to these for all analyzed wells were significant at $\alpha = 0.01$.

Keywords: water management, dammed reservoirs, groundwater levels

WSTĘP

Racjonalne gospodarowanie zasobami wodnymi na obszarze naszego kraju, zwłaszcza w kontekście występujących okresów z niedoborami opadów, powinno być nadal priorytetem. Polska zaliczana jest do krajów ubogich w zasoby wód powierzchniowych. Ponadto zasoby te cechuje duża zmienność czasowa i przestrzenna, co powoduje okresowe powodzie i susze [Przybyła i in. 2014]. Jak podają Kundzewicz i in. [2010] według projekcji klimatycznych, w przyszłości należy się spodziewać wydłużenia okresów suchych i jednocześnie gorących, co z uwagi na spotęgowane parowanie jeszcze bardziej przyspieszy wystąpienie stresu wodnego. W konsekwencji deficyty wodne występować będą na znacznie większych obszarach i będą bardziej intensywne. Dlatego też podejmuje się szereg działań mających na celu ochronę i zwiększenie zasobów wodnych, między innymi poprzez budowę zbiorników retencyjnych. Według Przybyły i in. [2009] każda forma retencjonowania wód pozwalająca na zwiększenie zasobów wód dyspozycyjnych, bądź przyczyniająca się do ograniczenia odpływu i podniesienia zwierciadła wód gruntowych, jest uzasadniona. Wydaje się więc naturalne, że retencjonowanie wody i jej oszczędne wykorzystanie powinny być, obok ochrony jakości wód, priorytetowe w strategii rozwoju gospodarki wodnej w naszym kraju [Mioduszeowski 2006].

Zbiorniki retencyjne, biorąc pod uwagę lokalizację obiektu względem cieku, możemy podzielić na zaporowe i lateralne. Pierwsze zlokalizowane są bezpośrednio w korycie rzeki i powstają poprzez spiętrzenie jej wód budowlą hydrotechniczną. Natomiast zbiorniki lateralne zlokalizowane są poza ciekami, jednak w bezpośrednim jego sąsiedztwie [Król i in. 2010].

Budowa zbiorników wodnych w Polsce jest konieczna nie tylko ze względu na zgromadzenie wody do celów bytowo-gospodarczych i energetycznych, ale przede wszystkim podyktowana jest zapewnieniem ochrony przeciwpowodziowej [Michalec 2012]. W ocenie efektywności tego typu inwestycji niezwykle ważny jest także aspekt ekonomiczny [Przybyła i in. 2011].

Funkcjonowanie zbiorników retencyjnych, w szczególności zaporowych niesie za sobą konieczność prowadzenia badań dotyczących wpływu danego zbiornika na tereny przyległe, zwłaszcza w kontekście oddziaływania na reżim wód gruntowych.

Celem pracy była ocena zmienności stanów wód w zbiorniku Przebędowo zlokalizowanym w Wielkopolsce oraz wód gruntowych w terenie bezpośrednio przyległym do zbiornika, w pierwszym roku jego eksploatacji.

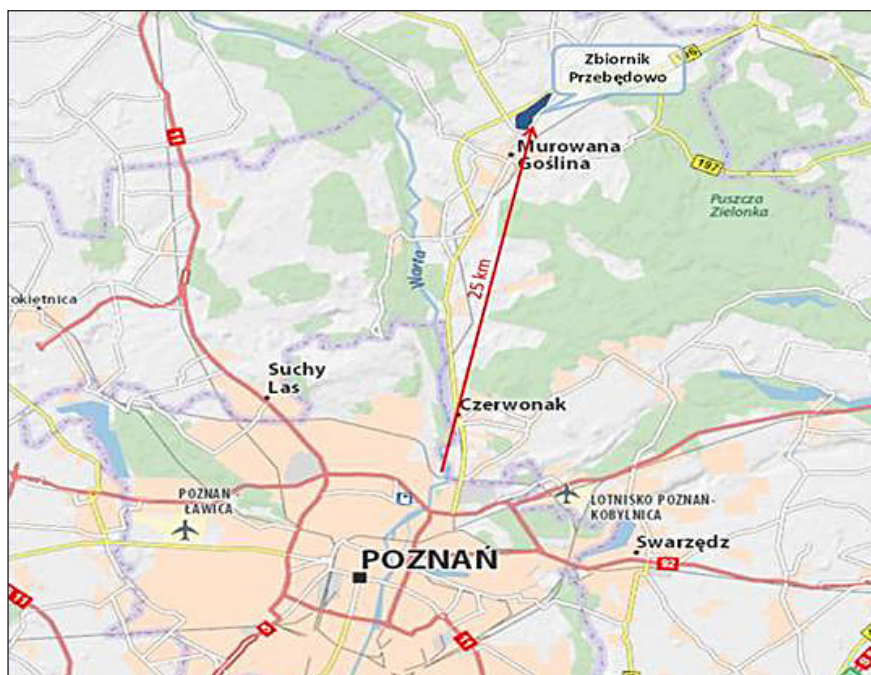
MATERIAŁ I METODY

W pracy przedstawiono wstępne wyniki badań przeprowadzonych w 2015 roku w zlewni zbiornika Przebędowo (w terenie bezpośrednio przyległym do zbiornika), zlokalizowanej w województwie wielkopolskim, 25 km na północ od Poznania w gminie Murowana Goślina (rys. 1).

Według regionalizacji fizycznogeograficznej Polski [Kondracki 2000] obszar objęty badaniami, o krajobrazie młodoglacjalnym zlokalizowany jest na Pojezierzu Wielkopolskim w rejonie Poznańskiego Przełomu Warty (315.52). W omawianej zlewni o powierzchni około 100 km² przeważają lasy, a w mniejszym stopniu, w terenie przyległym do zbiornika, występują grunty orne. Użytki rolne, zajęte pod zalew i znajdujące się pod wpływem oddziaływania wód zbiornika, nie mają wysokiej wartości rolniczej. Są to użytki rolne o niższej klasie bonitacyjnej i nieużytki.

W ogólnym ujęciu tereny przyległe do zbiornika zbudowane są z osadów czwartorzędowych (plejstocen) fluwialnych, a analiza warstw objętych piezometrami wykazała przewagę piasków średnich zalegających do głębokości około 3m, w których wody gruntowe (freatyczne) tworzą ciągły poziom wodonośny.

Analizowany zbiornik został wykonany w dolinie rzeki Trojanki (od km 6+915 do km 8+371 jej biegu), stanowiącej terasę akumulacyjną z nachyleniem w kierunku brzegów akwenu, przez Wielkopolski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Poznaniu i został oddany do eksploatacji w listopadzie 2014 roku. Ziemna zaporą czołowa na zbiorniku jest klasy IV, jej długość wynosi 334 m, przy wysokości 3,30 m. Zbiornik o długości 1450 m i szerokości maksymalnej 120 m, przy normalnym poziomie piętrzenia (NPP) 72,50 m n.p.m. ma średnią głębokość 0,94 m i powierzchnię zalewu 12,03 ha (tab. 1). Przy minimalnym poziomie piętrzenia (71,50 m n.p.m.) średnia głębokość zalewu wynosi 0,38 m, a powierzchnia 10,64 ha. Natomiast przy maksymalnym poziomie piętrzenia (73,0 m n.p.m.) wielkości te kształtują się odpowiednio na poziomie 1,20 m i 14,53 ha.



Rys. 1. Lokalizacja zbiornika Przebędowo na terenie województwa Wielkopolskiego
Fig. 1. Located Przebędowo reservoir at Wielkopolska region

Tabela 1. Podstawowe parametry zbiornika retencyjnego Przebędowo
Table 1. Basic parameters Przebędowo reservoir retention

L.p.	Wyszczególnienie	Jednostka	Ilość
1	Klasa ważności budowli (zapora ziemna)	klasa	IV
2	Długość	m	1450
3	Szerokość maksymalna	m	120
4	Poziom piętrzenia: a/ MaxPP – (przy $Q_{K0,5\%}$) b/ NPP c/ MinPP	m n.p.m. m n.p.m. m n.p.m.	73,00 72,50 71,50
5	Pojemność zbiornika: - maksymalna przy MaxPP - całkowita przy NPP V_c - użytkowa V_u - martwa przy MinPP V_m	m^3 m^3 m^3 m^3	229 450 162 350 113 350 49 000
6	Rezerwa powodziowa pomiędzy NPP, a MaxPP	m^3	67 100
7	Średnia głębokość zalewu przy: - NPP - MinPP	m m	0,94 0,38
8	Powierzchnia zalewu przy: - NPP - MinPP	ha ha	12,03 10,64

Głównym zadaniem zbiornika jest magazynowanie wody dla celów rolniczych, poprawa warunków klimatycznych i wodnych na przyległych użytkach rolnych oraz ochrona przeciwpowodziowa i przeciwożarowa terenów leżących poniżej zapory, a także terenów przyległych do zbiornika. Wokół zbiornika wykonano ekologiczną strefę buforową (barierę biogeochemiczną) tj. pas przejściowy pomiędzy zbiornikiem, a użytkami rolnymi o średniej szerokości wynoszącej około 13 m stanowiący użytki zielone z nasadzenia-

mi drzew i krzewów, mające na celu ograniczenia wpływów związków biogenych (azot, fosfor) i środków ochrony roślin z terenów przyległych.

Stany wody w zbiorniku mierzono na łacie wodowskazowej zlokalizowanej na urządzeniu piętrzącym usytuowanym na odpływie ze zbiornika (rys. 2).

Natomiast stany wód gruntowych mierzono w 21 studzienkach zainstalowanych w siedmiu przekrojach w bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika. Pomiarów stanów wód dokonywano z często-



Rys. 2. Łata wodowskazowa usytuowana na urządzeniu piętrzącym zlokalizowanym na odpływie ze zbiornika

Fig. 2. Staff gauge situated at damming installation located at flow with reservoir

tliwością jeden raz na tydzień. Do analizy przyjęto wyniki badań wykonanych w 7 studzienkach: nr P-2 i nr P-3 zlokalizowanych w terenie przyległym do zbiornika od strony zachodniej oraz od nr P16 do nr P18, a także nr P-20 i P-21 zainstalowanych od strony wschodniej (rys. 3).

Poddana analizie zmienność stanów wody w zbiorniku i w terenie przyległym obejmuje rok kalendarzowy 2015, ponieważ monitoring stanów wody na omawianym obiekcie był zapoczątkowany od ostatniej dekady stycznia tego roku.

Wyniki obserwacji stanów wód na rozpatrywanym obiekcie wykorzystano za zgodą Dyrek-

tora Wielkopolskiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych w Poznaniu. Pozostałych studzienek, nie uwzględniono w analizie z uwagi na zlokalizowanie ich w koronie zapory zbiornika.

W pracy zawarto również wyniki pomiarów i obserwacji (opady atmosferyczne i temperatury powietrza) uzyskanych ze stacji meteorologicznej Zakładu Doświadczalno-Dydaktycznego Arboretum Leśnego w Zielonce, zlokalizowanego około 8 km na południowy wschód od omawianego zbiornika.

W opracowaniu wykorzystano także dokumentację z wykonania robót geologicznych związanych z montażem otworów obserwacyjnych zbiornika małej retencji „Przebędowo” sporządzoną przez firmę GEOPROGRAM (W. Andrzejewski) oraz „Operat wodnoprawny” i Instrukcję gospodarowania wodą”, a także „Projekt wykonawczy” zbiornika Przebędowo opracowane przez Biuro Projektów Wodnych Melioracji i Inżynierii Środowiska „BIPROWODMEL” z Poznania. Fragment mapy topograficznej (rys. 3) pozyskano ze strony geoportal.gov.pl.

WYNIKI BADAŃ I ICH DISKUSJA

Analizując stany wody na omawianym obiekcie można stwierdzić, że w dniu 22 stycznia 2015 r. stan wody w zbiorniku wynosił 105 cm, a głębokość zalegania zwierciadła wód gruntowych w wybranych studzienkach usytuowanych



Rys. 3. Lokalizacja studzienek do pomiaru stanów wód gruntowych w terenie przyległym do zbiornika

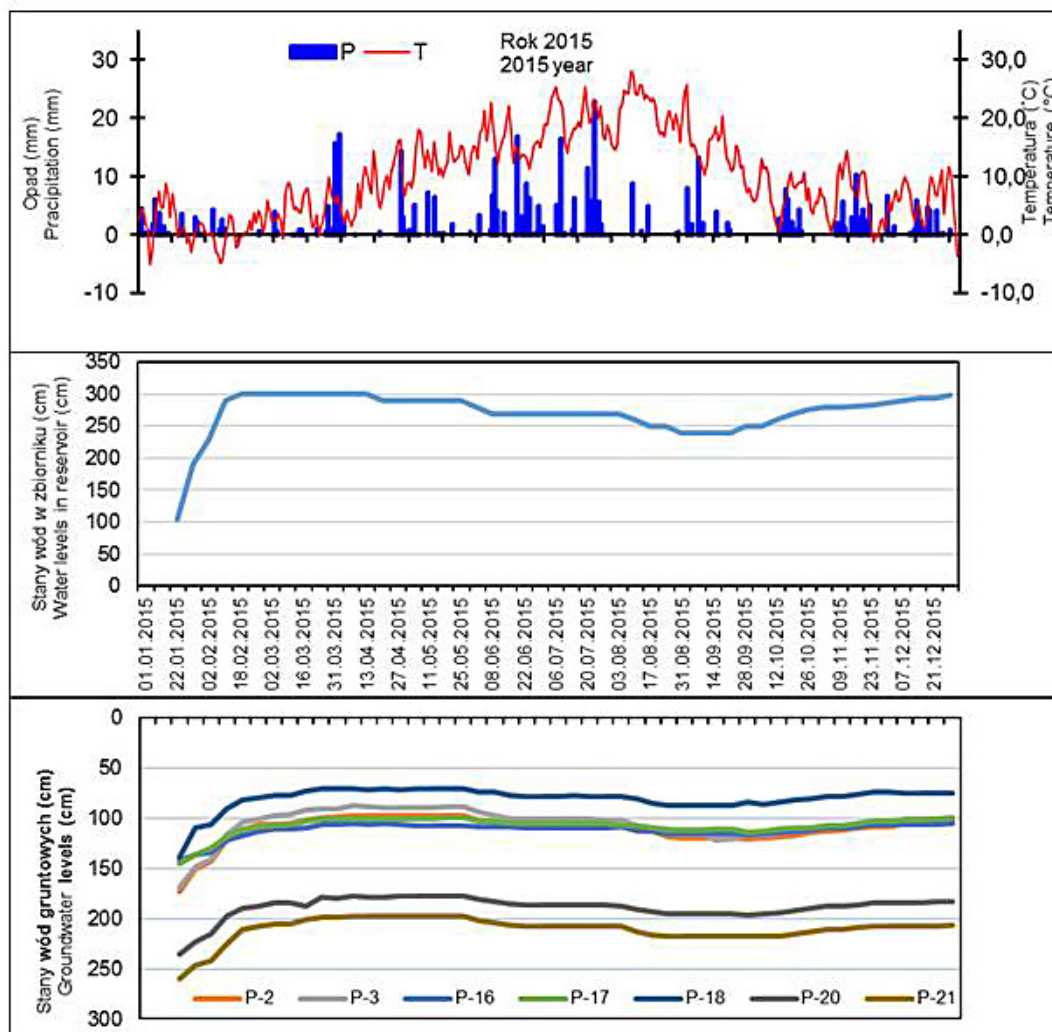
Fig. 3. Location wells to measurement groundwater levels in neighbouring of reservoir area

w terenie bezpośrednio przyległym wahała się od 138 cm w studzience P-18 do 260 cm (p.p.t.) w studzience P-21 (rys. 4).

Trwający dalszy proces napełniania zbiornika spowodował intensywny wzrost stanów wody w samym zbiorniku i w analizowanych studzienkach. W dniu 18 lutego stan wody w zbiorniku osiągnął wartość 300 cm, a głębokości zwierciadła wód gruntowych kształtowały się na poziomie od 82 cm w studzience P-18 do 211 cm w studzience P-21. Szybszy przyrost stanów wody w samym zbiorniku w porównaniu z przyrostem zwierciadła wód gruntowych w przyległym terenie można wytłumaczyć za Maślanką i Kostuchem [2014] tak zwanym oporem hydraulicznym gruntu. W badaniach tych autorów nad zbiornikiem wodnym Domaniów i jego oddziaływaniem na tereny przyległe podkreślano współzależności

między wielkością napełnienia zbiornika, a poziomem wody w analizowanych studzienkach, który uzależniony był od stanu wody w zbiorniku. Od końca drugiej dekady lutego do 13 kwietnia stany wody w zbiorniku utrzymywały się na stałym poziomie 300 cm. Natomiast stany wód gruntowych w tym okresie nieznacznie wzrastały osiągając w tym dniu wartości od 72 cm (p.p.t) w studzience P-18 do 198 cm w studzience P-21. Od połowy kwietnia do pierwszej dekady czerwca stany wody w analizowanym zbiorniku i zwierciadło wód gruntowych w terenie przyległym opadały.

Duży wpływ na taką sytuację miały niskie sumy opadów w tym okresie i wyższe temperatury powietrza. W dniu 8 czerwca stan wody w zbiorniku wynosił 270 cm, a głębokości zwierciadła wód gruntowych osiągały wartości od 74 cm (P-18) do 206 cm (P-21).



Rys. 4. Stany wód w zbiorniku i głębokości zwierciadła wód gruntowych w wybranych studzienkach zlokalizowanych w terenie przyległym, na tle dobowych sum opadów (P) i średnich dobowych temperatur powietrza (T) w roku 2015
Fig. 4. Water levels in reservoir and ground water depths in chosen wells situated in adjacent area, against daily precipitation (P) and average air temperature (T) in 2015 year

W okresie od końca pierwszej dekady czerwca do 3 sierpnia 2015 r. stan wody w analizowanym zbiorniku nie wykazywał zmienności i utrzymywał się na poziomie 270 cm. Duży wpływ na taką sytuację, pomimo wyższych temperatur powietrza, miały opady o łącznej sumie 161 mm, które wystąpiły w tym okresie. Nieznaczną zmiennością charakteryzowały się głębokości zwierciadła wód gruntowych w terenie przyległym utrzymując się na średnim poziomie od 77 cm w studzience P-18 do 207 cm w studzience P-21 (rys. 4).

Od pierwszej dekady sierpnia do końca tego miesiąca stwierdzono opadanie stanów wody w zbiorniku i zwierciadła wód gruntowych w analizowanych studzienkach, wywołane w dużej mierze niskimi w tym okresie sumami opadów (15 mm) i wyższymi temperaturami powietrza, które decydowały o zwiększonej ewapotranspiracji. W dniu 31 sierpnia stan wody w zbiorniku wynosił 240 cm, a głębokości zwierciadła wód gruntowych osiągały wartości od 87 cm (P-18) do 218 cm (P-21). Opady o łącznej sumie 61 mm, które wystąpiły we wrześniu i październiku spowodowały wzrost stanów wody w zbiorniku i wód gruntowych w terenie przyległym. W dniu 2 listopada stan wody w zbiorniku wynosił 279 cm a głębokości zwierciadła wód gruntowych kształtowały się na poziomie od 78 cm w studzience P-18 do 211 cm w studzience P-21. Do końca omawianego roku 2015 stwierdzono wzrost stanów wód zarówno powierzchniowych, jak i gruntowych na omawianym obiekcie, wywołany opadami o łącznej sumie 61 mm, które wystąpiły w listopadzie i grudniu. Na końcu grudnia stan wody w zbiorniku wynosił 299 cm, a głębokości zwierciadła wód gruntowych osiągały wartości od 75 cm (P-18) do 206 cm (P-21).

Uzyskane w analizowanym roku wyniki były zbliżone z wynikami badań przeprowadzonymi dla zbiornika Pakosław zlokalizowanego w zlewni rzeki Orli [Przybyła, Kozdrój 2013]. Autorzy podkreślali w nich roczną cykliczność zmian stanów wód powierzchniowych i gruntowych, która związana jest głównie z relacją pomiędzy opadem a ewapotranspiracją.

Należy stwierdzić, że w całym analizowanym roku 2015 zwierciadło wód gruntowych występowało najgłębiej, w zlokalizowanych w wyższych partiach terenu studzienkach P-20 i P-21, w których średnie głębokości zwierciadła wody osiągały wartości odpowiednio 189 cm i 211 cm (p.p.t.), a maksymalne kształtowały się na poziomie 177 cm i 198 cm (tab. 2).

Potwierdziło to wcześniejsze badania między innymi Orzepowskiego i innych [2008], w których podkreślano, że w przypadku odpowiedniego ukształtowania terenu lub nawadniającego oddziaływania zbiornika zwierciadło wody gruntowej zazwyczaj najpłycej występuje w pobliżu akwenu, głębiej na terenach wyżej położonych lub znacznie oddalonych od jego brzegu.

W pozostałych analizowanych studzienkach, usytuowanych w niższych partiach terenu, zwierciadło wody występowało płycej, a średnie głębokości kształtowały się na poziomie od 81 cm w studzience P-18 do 112 cm w studzienkach P-2 i P-16, przy stanach maksymalnych wahających się od 70 cm (P-18) do 105 cm (P-16). Należy stwierdzić, że większymi amplitudami wahań stanów wód gruntowych charakteryzowały się studzienki P-2 i P-3, zlokalizowane od zachodniej strony zbiornika, w których wielkości te wyniosły odpowiednio 76 cm i 82 cm. Natomiast mniejsze amplitudy stwierdzono w studzienkach

Tabela 2. Charakterystyczne głębokości zwierciadła wód gruntowych w wybranych studzienkach usytuowanych w terenie przyległym do zbiornika oraz amplitudy ich wahań, w roku 2015

Table 2. Characteristic ground water depths in chosen wells situated in neighbouring to reservoir and their amplitudes in 2015 year

Numer studzienki	Rzędna terenu (m n.p.m.)	Odległość od zbiornika (m)	Głębokość zwierciadła wód gruntowych (cm p.p.t.)			Amplituda wahań (cm)
			minimalna	średnia	maksymalna	
P-2	72,73	12	173	112	97	76
P-3	72,74	20	169	106	87	82
P-16	72,12	21	142	112	105	37
P-17	72,17	25	145	108	99	46
P-18	71,98	35	138	81	70	68
P-20	73,19	12	235	189	177	58
P-21	72,83	25	260	211	198	62

usytuowanych od strony wschodniej i wahały się one od 37cm w studzience P-16 do 68 cm w studzience P-18.

Przeprowadzone w analizowanym roku 2015 obliczenia związków pomiędzy stanami wody w zbiorniku Przebędowo, a głębokościami zalegania zwierciadła wód gruntowych w omawianych studzienkach wykazały silne zależności. Obliczone współczynniki korelacji (r) wahały się od 0,83 dla studzienki P-16 do 0,92 dla studzienki P-18 (tab. 3, rys. 5A i 5B). Należy podkreślić, że uzyskane zależności dla wszystkich analizowanych studzienek były istotne na poziomie $\alpha = 0,01$.

Można stwierdzić, że wysokie współczynniki korelacji świadczą o intensywnym oddziaływaniu wód retencjonowanych w zbiorniku na tereny przyległe. W badaniach Michalca i Tarnawskiego [2008] dotyczących zbiornika Świnna Poręba autorzy podkreślali, że spiętrzenie wody w korycie rzeczonym wywołane budowlą piętrzącą oddziałuje na wody podziemne wówczas, gdy istnieje związek hydrauliczny wód powierzchniowych i wód podziemnych. Jednakże, jak podają Mi-

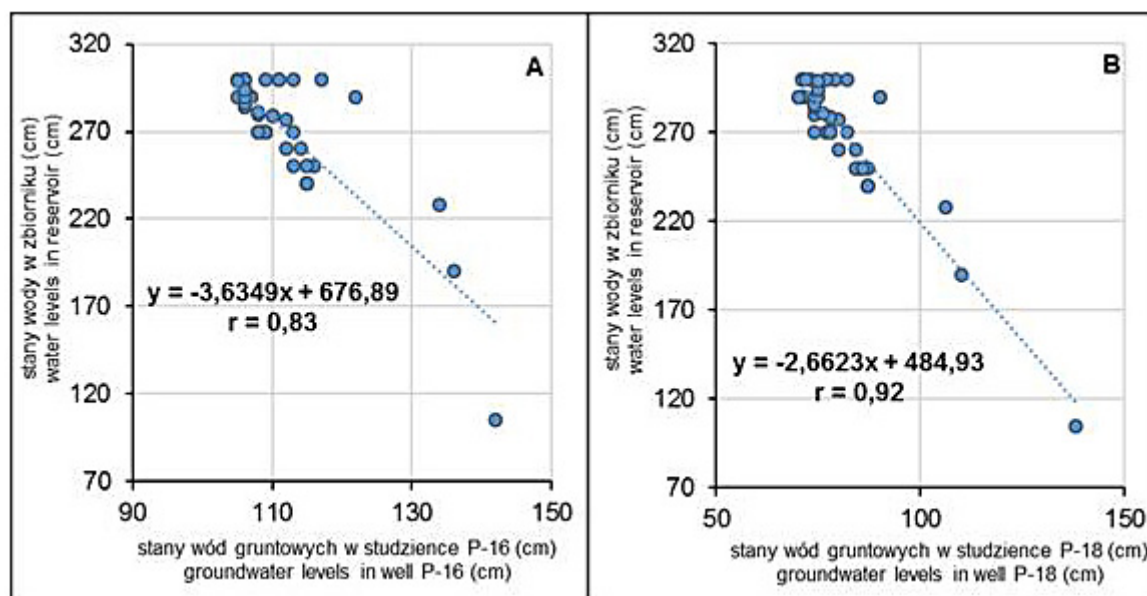
chalak i Nowicki (2009), złożoność problematyki wymaga opracowania metodyki analizy wzajemnych oddziaływań szeregu czynników i metodyki oceny wpływu zbiorników małej retencji na warunki hydrogeologiczne obszarów przyległych w aspekcie zmian zasobów wód podziemnych.

WNIOSKI

1. Na podstawie przeprowadzonych w 2015 roku badań stwierdzono, że poza piętrzeniem wody istotny wpływ na kształtowanie się stanów wody zarówno w samym zbiorniku, ale także zwierciadła wód gruntowych w terenie bezpośrednio przyległym, miał przebieg warunków meteorologicznych. Maksymalny stan wody w zbiorniku Przebędowo, wynoszący 300 cm stwierdzono po zakończeniu piętrzenia w dniu 18 lutego 2015 r. i wartość taka utrzymywała się do 13 kwietnia. Natomiast maksymalne głębokości zwierciadła wód gruntowych w analizowanych studzienkach wystąpiły

Tabela 3. Współczynniki korelacji (r) oraz poziomy istotności (α) dla związków stanów wody w zbiorniku z głębokościami zwierciadła wód gruntowych, w wybranych studzienkach usytuowanych w terenie przyległym w roku 2015
Table 3. Correlation coefficients (r) and significance levels (α) for water levels relations in reservoir with groundwater depths, in chosen wells situated in neighbouring area in 2015 year

Studzienka nr	P-2	P-3	P-16	P-17	P-18	P-20	P-21
Współczynnik korelacji	0,90	0,89	0,83	0,87	0,92	0,89	0,88
Poziom istotności α	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01



Rys. 5. Związek stanów wód w zbiorniku z głębokościami zwierciadła wód gruntowych w studzience P-16 (A) i P-18 (B)

Fig. 5. Relation water levels in reservoir with groundwater depths in well P-16 (A) and P-18 (B)

w dniu 7 kwietnia i osiągały wartości od 71 cm w studziencie P-18 do 198 cm (p.p.t.) w studziencie P-21.

2. Przeprowadzone badania wykazały również, że niekorzystny przebieg warunków meteorologicznych, który wystąpił w sierpniu analizowanego roku, w szczególności niskie sumy opadów, przy wyższych temperaturach powietrza, spowodował w dniu 31 sierpnia wystąpienie na omawianym obiekcie najniższych, od momentu piętrzenia wody w zbiorniku, stanów. Stan wody w zbiorniku kształtował się w tym dniu na poziomie 240 cm, a głębokości zwierciadła wód gruntowych osiągały wartości od 173 cm w usytuowanej od strony zachodniej studziencie P-2 do 260 cm w studziencie P-21 zlokalizowanej po wschodniej stronie zbiornika.
3. Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz stwierdzono związek statystyczny pomiędzy wodami retencjonowanymi w zbiorniku, a położeniem zwierciadła wód gruntowych w terenie przyległym od strony analizowanych studzienek. Przeprowadzone dla 2015 roku obliczenia związków pomiędzy tymi wielkościami wykazały silne zależności. Obliczone współczynniki korelacji (r) wahały się od 0,83 dla studzienki P-16 do 0,92 dla studzienki P-18 i zależności te dla wszystkich analizowanych studzienek były istotne na poziomie $\alpha = 0,01$.
4. Ze względu na stosunkowo krótki okres badań i obserwacji należy stwierdzić, że sformułowanie bardzo szczegółowych wniosków dotyczących funkcjonowania zbiornika retencyjnego Przebędowo i jego wpływu na gospodarkę wodną gruntów w terenach przyległych w chwili obecnej jest niemożliwe. Badania te będą kontynuowane w kolejnych latach hydrologicznych.

LITERATURA

1. Kondracki J. 2000. Geografia regionalna Polski, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
2. Król P., Brandyk A., Dobrzelewski B. 2010. Analiza wpływu retencyjnego zbiornika lateralnego na poziom wód gruntowych terenów przyległych.

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, 2 (48), 49–59.

3. Kundzewicz Z., Zalewski M., Kędziora A., Pierzgałski E. 2010. Zagrożenia związane z wodą. Nauka, 4, 87–96.
4. Maślanka K., Kostuch R. 2014. Oddziaływanie zbiornika wodnego Domaniów na poziom wody w studniach znajdujących się w jego otoczeniu. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, 1, 61–72.
5. Michalak J., Nowicki Zb. 2009. Wyznaczanie zmian zasobów wód podziemnych w rejonach zbiorników małej retencji. Informator Państwowej służby Hydrologicznej, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, ss. 110.
6. Michalec B. 2012. Wstępna prognoza oddziaływania zbiornika Świnna Poręba na poziom wód gruntowych miejscowości Mucharz. Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, 58, 239–250.
7. Michalec B., Tarnawski M. 2008. Prognoza wpływu piętrzenia wody w zbiorniku Świnna Poręba na położenie zwierciadła wód gruntowych na terenie miejscowości Zembrzyce. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich nr 8, Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi, 17–28.
8. Mioduszewski W. 2006. Woda na obszarach wiejskich. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, t. 6, z. 1(16), 277–295.
9. Orzepowski W., Pęczkowski G., Kowalczyk T., Pływaczyk A. 2008. Zmiany zasobów wody w małych zbiornikach na terenach rolnych. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z 528, 423–429.
10. Przybyła Cz., Bykowski J., Mroziak K., Napierała M. (2011): Znaczenie polderu Zagórów w ochronie przeciwpowodziowej. Rocznik Ochrona Środowiska, 13, 801–814.
11. Przybyła Cz., Kozdrój P. 2013. Wpływ zbiornika lateralnego Pakosław na położenie zwierciadła wód gruntowych terenów przyległych. Annual Set The Environment Protection – Rocznik Ochrona Środowiska, 15, 1673–1688.
12. Przybyła Cz., Kozdrój P., Sojka M. 2014. Ocena jakości wód w lateralnych zbiornikach Jutrosin i Pakosław w pierwszych latach funkcjonowania. Inżynieria Ekologiczna, 39, 123–135.
13. Przybyła Cz., Sosiński M., Pochylska J. (2009): Wpływ zbiornika retencyjnego Jeżewo, na położenie zwierciadła wód gruntowych, na terenach przyległych. Nauka Przyroda Technologie, 3 (3), 1–8.