

## ZMIANY POZIOMÓW WÓD GRUNTOWYCH W DOLINIE RZEKI ODRY PONIŻEJ STOPNIA WODNEGO W BRZEGU DOLNYM W OKRESIE 1971–2012

Edyta Nowicka, Beata Olszewska, Leszek Pływaczyk,  
Wojciech Łyczko

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**Streszczenie.** Trwale piętrzenie wód Odry stopniem wodnym w Brzegu Dolnym, spowodowało zmianę charakteru rzeki w stosunku do terenu przyległego. Obniżanie się stanów wód w rzece i w rezultacie wód gruntowych jest konsekwencją wzmożonego procesu erozji liniowej i lokalnej, która występuje poniżej budowli piętrzącej. Na tym obszarze rzeka ma charakter drenujący w stosunku do sąsiednich obszarów.

W pracy zaprezentowano ocenę kształtowania się i tendencji zmian głębokości wód gruntowych w dolinie Odry poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym. Dla potrzeb niniejszej pracy teren doliny Odry został podzielony na dwie strefy w zależności od dominacji czynników wpływających na kształtowanie się poziomu zwierciadła wody gruntowej. W pracy przedstawiono wartości minimalnych, maksymalnych i średnich głębokości zalegania wód gruntowych dla wybranych punktów pomiarowych w kolejnych latach z uwzględnieniem podziału na dwie strefy. Dokonano także ich analizy na tle warunków klimatycznych, hydrograficznych i hydrogeologicznych oraz stanów wody w Odrze w przekroju Brzeg Dolny i Malczyce.

Przeprowadzone analizy wykazują znaczne zmiany w głębokościach zalegania wód gruntowych w dolinie Odry na przestrzeni 42 lat. Wykazano związek głębokości zalegania wód gruntowych w zależności od odległości od koryta Odry.

**Słowa kluczowe:** dolina Odry, wody gruntowe, stopień wodny, piętrzenie wód

---

Adres do korespondencji – Corresponding authors: mgr inż. Edyta Nowicka, dr hab. inż. Beata Olszewska, prof. dr hab. inż. Leszek Pływaczyk, dr inż. Wojciech Łyczko, Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław, e-mail: [edyta.nowicka@up.wroc.pl](mailto:edyta.nowicka@up.wroc.pl), [beata.olszewska@up.wroc.pl](mailto:beata.olszewska@up.wroc.pl), [leszek.plywaczyk@up.wroc.pl](mailto:leszek.plywaczyk@up.wroc.pl), [wojciech.lyczko@up.wroc.pl](mailto:wojciech.lyczko@up.wroc.pl)

## WSTĘP

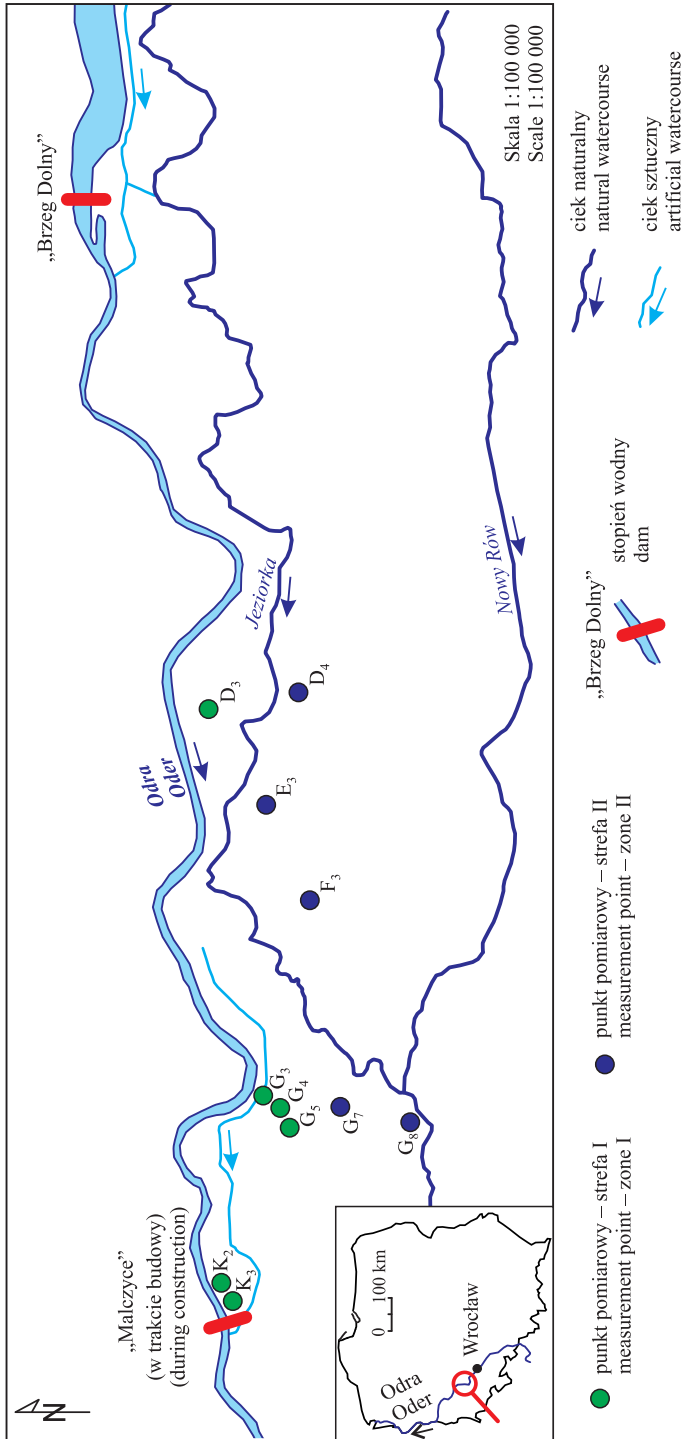
Przed tysiącem lat Odra była rzeką, która płynęła szeroką doliną, tworząc liczne zakola i koryta oraz bogatą mozaikę środowisk, m.in. lasy łąkowe, torfowiska. Liczne wezbrania rzeki użyźniały gleby terenów nadbrzeżnych, duża ilość ryb, a także zwierzyny w okolicznych lasach oraz umiarkowany klimat sprzyjały osadnictwu. Aby móc zagospodarować dolinę Odry, chronić ją przed powodzią oraz wykorzystać rzekę do celów żeglugowych podejmowano różne prace hydrotechniczne [Jankowski i Świerkosz 1995].

Okres prac hydrotechnicznych dzieli się na dwa przedziały: pierwszy to prace regulacyjne trwające od XIII do XVIII w., drugi to kanalizacja Odry. Rozpoczęła się ona w 1874 r. i polegała na zabudowie rzeki obiektami hydrotechnicznymi, takimi jak śluzy, jazy oraz zbiorniki wodne [Przybyszewska i in. 2001]. Na odcinku górnej Odry, tzn. od Koźła do Wrocławia, wybudowano w sumie 22 stopnie wodne. Jednocześnie z zakończeniem budowy stopnia w Rędzinie (1923 r.) został zmodernizowany Wrocławski Węzeł Wodny. Kolejnym stopniem piętrzącym, który powstał na Odrze, jest ten znajdujący się w Brzegu Dolnym. Eksploatacja od 1958 r. stopnia wywołała zmiany zarówno w korycie ciek, jak i w przyległej dolinie [Pływaczyk 1997]. Od lat 70. XX w. trwa przedłużająca się po dzień dzisiejszy budowa stopnia wodnego „Malczyce”, którego głównym celem jest zabezpieczenie stateczności stopnia w Brzegu Dolnym oraz zahamowanie erozji dna rzeki, a także podniesienie stanów wody w korycie ciek [Łyczko i in. 2007, Pływaczyk 1997].

Celem pracy było zaprezentowanie kształtowania się i tendencji zmian głębokości wód gruntowych w dolinie Odry poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym na przestrzeni 42 lat. Zmiany, które powstały w przyległej do stopnia wodnego w Brzegu Dolnym dolinie wynikają z faktu, iż doliny rzeczne są złożonymi ekosystemami, a budowle hydrotechniczne całkowicie zmieniają warunki siedliskowe [Chalfen i Czamara 2007]. Stopnie wodne zaburzają naturalny dynamizm warunków wodnych, powodując tym samym negatywne skutki dla środowiska przyrodniczego. Ich szczególne natężenie zauważa się głównie poniżej ostatniego w kaskadzie stopnia.

## MATERIAŁ I METODY

Obiekt badawczy (ryc. 1), na którym zlokalizowane są punkty pomiarowe położony jest w województwie dolnośląskim w odległości ok. 30 km od Wrocławia. Jest to wycinek lewobrzeżnej doliny środkowej Odry znajdującej się pomiędzy Brzegiem Dolnym a Malczycami. Obszar ten w większości użytkowany jest rolniczo (60%). Pokrywają go głównie mady ciężkie wytworzone z glin średnich. Charakteryzuje się on specyficznym układem hydrogeologicznym, który sprzyja filtracji wód z Odry w kierunku doliny i odwrotnie, gdyż wierzchnią warstwę do 2,0 m stanowią utwory o małej przepuszczalności utworzone z glin, natomiast pod nimi znajdują się utwory piaszczysto-żwirowe o większej przepuszczalności [Pływaczyk 1988]. Klimat analizowanego obszaru określany jest jako region agroklimatyczny B-2 [Bac 1991], tzn. umiarkowanie wilgotny, ciepły i umiarkowanie słoneczny. Średni opad roczny wynosi ok. 600 mm, natomiast średnia roczna temperatura powietrza ok. 8,7°C. Na obiekcie badawczym poza Odrą,



Ryc. 1. Plan sytuacyjny obiektu badawczego  
Fig. 1. Plan of the research area

która ma tam charakter rzeki typowo nizinnej, znajdują się także cieki Jezioroka i Nowy Rów, które na znacznej przestrzeni płyną równolegle do osi doliny i Odry [Olszewska 1998, Pływaczyk 1988].

Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu rozpoczął obserwacje poziomu zwierciadła wody gruntowej w dolinie poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym w roku 1970 i kontynuował je do roku 2012. W obserwacjach wystąpiła przerwa w latach 1989–1997. Na podstawie uzyskanych wyników z przeprowadzonych bezpośrednich cotygodniowych pomiarów głębokości zalegania wód gruntowych wyliczono średnie miesięczne oraz średnie roczne wartości, które posłużyły do przeprowadzenia analiz. Do celów niniejszej pracy wybrano dane pochodzące z 11 punktów pomiarowych, dla których były prowadzone obserwacje podczas całego okresu badawczego.

Teren doliny Odry poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym został podzielony na 2 strefy w zależności od dominacji czynników wpływających na kształtowanie się poziomu zwierciadła wody gruntowej. Strefa I znajduje się w pobliżu koryta Odry (do ok. 1000 m od cieku). Na obszarze tym pomiary głębokości zalegania wód gruntowych były prowadzone w całym okresie badawczym w 6 punktach pomiarowych (D3, G3, G4, G5, K2, K3). Strefę II obejmują tereny wododziałowe, na których dane odnośnie głębokości zalegania wód gruntowych pochodzą z 5 punktów pomiarowych (D4, E3, F3, G7, G8).

## WYNIKI BADAŃ

Lata, w których prowadzone były obserwacje, tzn. 1971–2012, charakteryzowały się dużą zmiennością opadów i temperatur. Roczna suma opadów przyjmowała wartości od 360 mm w roku 1982 do 786 mm w roku 2010. Średnia roczna suma opadów dla ww. wielolecia wynosiła 601 mm. W tym okresie wystąpiło 8 lat mokrych, 7 średnio mokrych, 8 normalnych, 10 średnio suchych oraz 10 suchych.

Średnie roczne temperatury powietrza kształtowały się od 7,3°C w latach 1980, 1985, 1987 do 10,6°C w roku 2007 oraz 2012. W całym analizowanym okresie wystąpiły łącznie: 2 lata bardzo ciepłe, 10 lat ciepłych, 18 normalnych oraz 13 chłodnych.

Powyższa analiza warunków klimatycznych pozwala przyjąć okres 1971–2012 jako miarodajny do oceny kształtowania się i tendencji zmian głębokości wód gruntowych w dolinie Odry poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym na przestrzeni 42 lat.

Niespełna 60-letnia eksploatacja stopnia wodnego w Brzegu Dolnym oraz przedłużanie się budowy stopnia wodnego w Malczycach przyczyniły się do zmiany dna Odry, co spowodowało obniżanie się stanów wody w Odrze. Tabela 1 zawiera zestawienie średnich rocznych oraz najczęściej występujących stanów w okresie 1950–2010 dla przekrojów Brzeg Dolny i Malczyce w odniesieniu do obecnie obowiązujących zer wodowskaszów.

Średni roczny stan wody w Odrze z lat 2001–2010 obniżył się, w stosunku do stanu z okresu 1950–1958, o 165 cm dla przekroju Brzeg Dolny–Nadzór i o 156 cm dla przekroju Malczyce. Analiza stanów wody w Odrze dla okresu przed wybudowaniem stopnia wykazała, że stan najczęściej występujący z lat 2001–2010 obniżył się w stosunku do stanu z lat 1950–1958 o 130 cm dla przekroju Brzeg Dolny–Nadzór, natomiast dla przekroju Malczyce o 150 cm [Prace zbiorowe 1970–2012].

Tabela 1. Średnie roczne  $H_s$  (m n.p.m.) oraz najczęściej występujące  $H_n$  (m n.p.m.) stany wody w Odrze na wodowskazach: Brzeg Dolny–Nadzór i Malczyce w latach 1950–2010Table 1. Mean years  $H_s$  (m a.s.l.) and the most frequent  $H_n$  (m a.s.l.) water levels in the Odra on the Brzeg Dolny–Nadzór and Malczyce water gauges in years 1950–2010

Lata Years	Brzeg Dolny–Nadzór		Malczyce	
	$H_s$ , m	$H_n$ , m	$H_s$ , m	$H_n$ , m
1950–1958	3,98	3,55	3,80	3,45
1959–1970	3,79	3,15	3,83	3,35
1971–1980	3,51	3,05	3,65	3,15
1981–1990	3,01	2,45	3,03	2,45
1991–2000	2,79	1,65	3,02	1,55
2001–2010	2,33	2,25	2,24	1,95

Obniżanie się stanów wód w rzece jest konsekwencją wzmożonego procesu erozji liniowej, która występuje poniżej budowli piętrzącej. Rezultatem tego procesu jest także systematyczne obniżanie się wód gruntowych w przyległej dolinie.

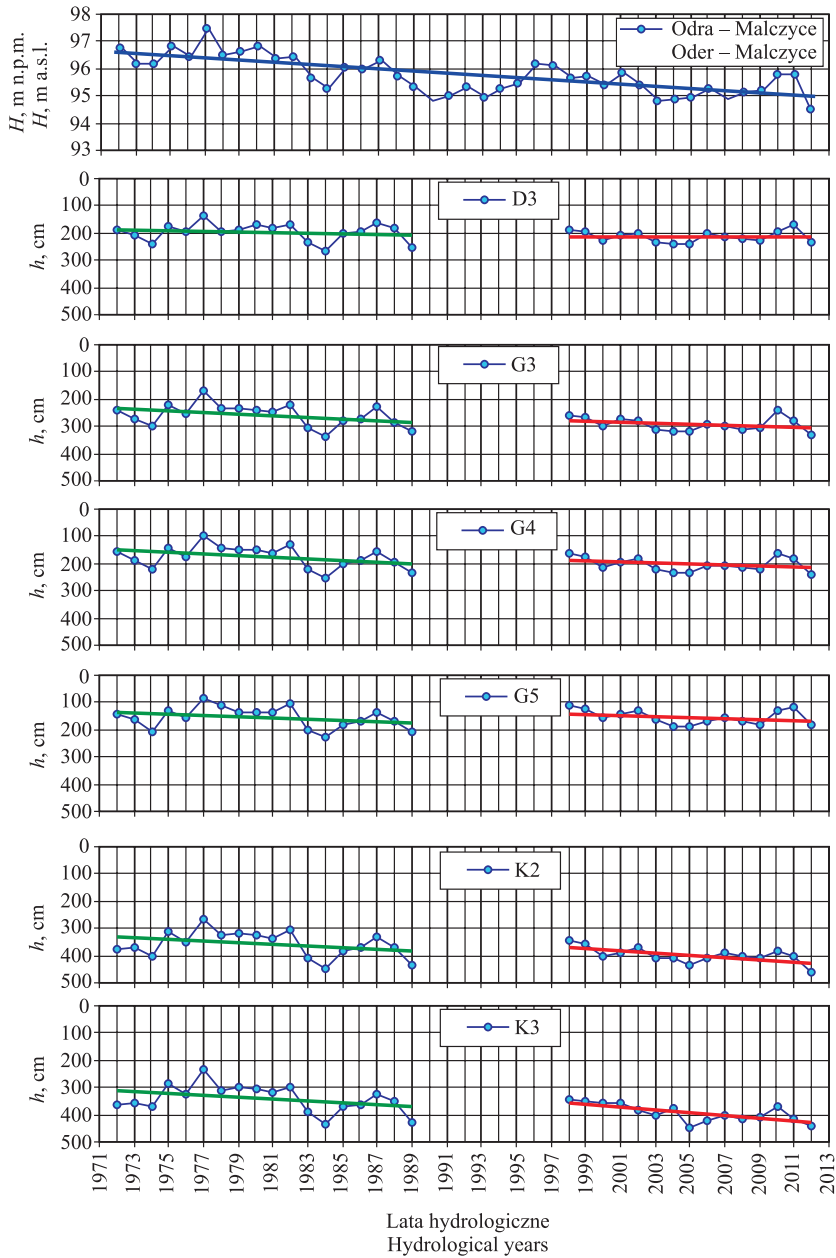
Analiza średnich miesięcznych głębokości zalegania wód gruntowych w 11 punktach pomiarowych znajdujących się w dwóch wyodrębnionych strefach pozwoliła na wyznaczenie wartości ekstremalnych w badanych latach. W okresie 1972–1989 najmniejsze głębokości zwierciadła wody gruntowej we wszystkich piezometrach wystąpiły w roku hydrologicznym 1977, głębokości największe natomiast przypadają na rok hydrologiczny 1984. W okresie 1998–2012 lata hydrologiczne 2010 oraz 2011 były takimi, w których dla większości piezometrów obserwowano bardzo płytkie zaleganie wód gruntowych. Największe głębokości zalegania wód gruntowych w okresie 1998–2012 występowały w różnych latach, w zależności od położenia punktu pomiarowego.

W tabeli 2 zestawiono wartości średnią, minimalną i maksymalną ze średnich miesięcznych wartości głębokości zalegania wód gruntowych w latach hydrologicznych 1972–1989 oraz 1998–2012 dla wybranych 11 punktów pomiarowych z podziałem na strefy, w których się znajdują. Analiza danych zestawionych w tabeli pozwala na stwierdzenie, iż w obu strefach zauważa się znaczne obniżanie (od 11 cm dla piezometru E3 do 125 cm dla piezometru K3) minimalnych głębokości zalegania wód gruntowych (dla 10 z 11 piezometrów). Jedynie dla piezometru F3 zauważa się podwyższenie wartości minimalnej. Wartości maksymalne średnich miesięcznych głębokości zalegania wód gruntowych dla 9 punktów pomiarowych (D3, G3, G4, G5, D4, E3, F3, G7, G8) wykazują tendencję do przyjmowania wartości większych w okresie 1972–1989 niż w latach 1998–2012, natomiast dla dwóch pozostałych sytuacja jest odwrotna. Analiza wartości średnich wyraźnie wskazuje na różnice w tendencji zmian głębokości zalegania wód gruntowych w punktach pomiarowych w zależności od strefy, w której się znajdują. W 5 piezometrach (D3, G3, G4, K2, K3) znajdujących się w I strefie, czyli tej w pobliżu koryta Odry zauważalne jest zwiększenie wartości średnich głębokości zalegania wód gruntowych w latach 1998–2012 w porównaniu z latami 1972–1989, natomiast w piezometrze G5 obserwuje się zbliżone do siebie wartości. W II strefie tendencja ta ma charakter odwrotny, gdyż dla wszystkich punktów pomiarowych średnie głębokości zalegania wód gruntowych z lat 1998–2012 są mniejsze niż w latach 1972–1989.

Tabela 2. Zestawienie charakterystycznych wartości średnich miesięcznych głębokości zalegania wód gruntowych (cm) dla poszczególnych punktów pomiarowych

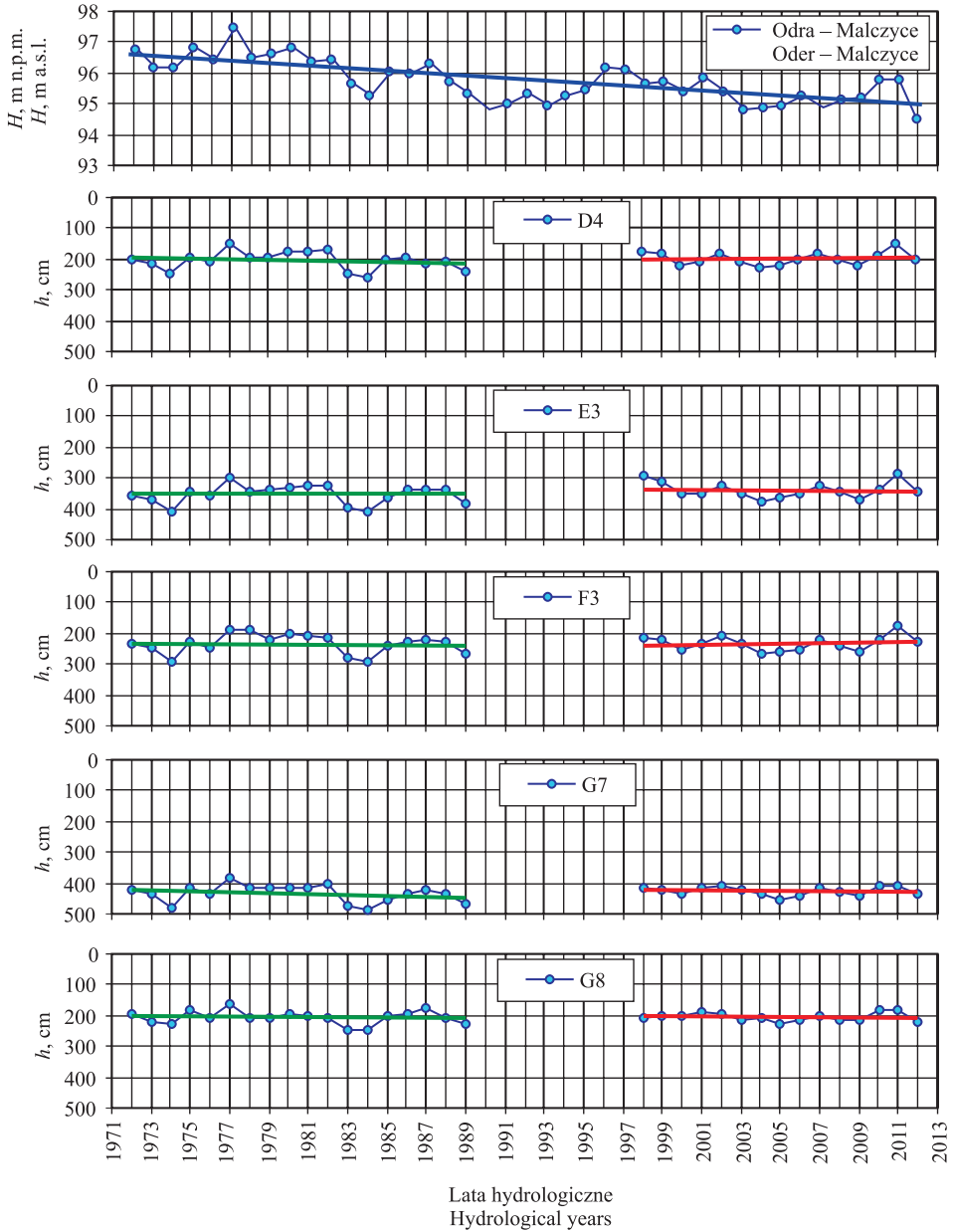
Table 2. Summary of the characteristic mean monthly values of the depth of the groundwater level (cm) for the individual measurement points

		Strefa I Zone I		Strefa II Zone II			
Punkt pomiarowy Measurement point		1972–1989	1998–2012	Punkt pomiarowy Measurement point		1972–1989	1998–2012
D3	Minimum Minimum	64	95	D4	Minimum Minimum	78	96
	Maksimum Maximum	278	277		Maksimum Maximum	314	256
	Średnia Mean	197	214		Średnia Mean	205	198
G3	Minimum Minimum	72	92	E3	Minimum Minimum	232	243
	Maksimum Maximum	360	354		Maksimum Maximum	422	409
	Średnia Mean	259	292		Średnia Mean	353	338
G4	Minimum Minimum	17	36	F3	Minimum Minimum	134	127
	Maksimum Maximum	265	260		Maksimum Maximum	304	300
	Średnia Mean	175	203		Średnia Mean	234	232
G5	Minimum Minimum	4	45	G7	Minimum Minimum	310	374
	Maksimum Maximum	239	211		Maksimum Maximum	497	476
	Średnia Mean	155	154		Średnia Mean	434	427
K2	Minimum Minimum	185	300	G8	Minimum Minimum	110	126
	Maksimum Maximum	459	487		Maksimum Maximum	258	247
	Średnia Mean	357	398		Średnia Mean	206	205
K3	Minimum Minimum	147	272				
	Maksimum Maximum	448	521				
	Średnia Mean	341	394				



Ryc. 2. Przebieg średnich rocznych głębokości zalegania wód gruntowych ( $h$ ) w poszczególnych punktach pomiarowych na tle średnich rocznych rzędnych zwierciadła wody w Odrze ( $H$ ) w przekroju Malczyce w latach hydrologicznych 1972–2012 dla strefy I

Fig. 2. Course of average annual depths of groundwater ( $h$ ) in individual measurement points against the background of average annual water level ordinates in the Odra river ( $H$ ) in the Malczyce cross in the hydrological years 1972–2012 for zone I



Ryc. 3. Przebieg średnich rocznych głębokości zalegania wód gruntowych ( $h$ ) w poszczególnych punktach pomiarowych na tle średnich rocznych rzędnych zwierciadła wody w Odrze ( $H$ ) w przekroju Malczyce w latach hydrologicznych 1972–2012 dla strefy II

Fig. 3. Course of average annual depths of groundwater ( $h$ ) in individual measurement points against the background of average annual water level ordinates in the Odra river ( $H$ ) in the Malczyce cross in the hydrological years 1972–2012 for zone II



Na rycinach 2 oraz 3 przedstawiono przebieg średnich rocznych głębokości zalegania wód gruntowych w poszczególnych punktach pomiarowych na tle średnich rocznych rzędnych zwierciadła wody w Odrze w przekroju Malczyce w latach hydrologicznych 1972–2012 dla obu stref wraz z wrysowanymi liniami trendu. Dla wszystkich punktów pomiarowych zauważalna jest zależność głębokości zalegania wód gruntowych od rzędnych zwierciadła wody w Odrze. Podwyższenie stanów wody w Odrze skutkuje zmniejszeniem głębokości zalegania wód gruntowych, a z kolei niższe rzędne zwierciadła wody w rzece powodują obniżanie się zwierciadła wód gruntowych w przyległej dolinie. Dynamika poziomu wód gruntowych pod wpływem wahań stanów wody w Odrze jest większa dla punktów pomiarowych zlokalizowanych bliżej koryta Odry, tzn. w I strefie.

Dokonano także analizy przebiegu linii trendu wrysowanych w przebiegu średnich rocznych głębokości zalegania wód gruntowych. W punktach pomiarowych w strefie bezpośrednio przy korycie Odry (I strefa) zarówno dla okresu 1972–1989, jak i 1998–2012 występuje wyraźna tendencja do ciągłego stopniowego obniżania się wód gruntowych. Natomiast dla piezometrów z II strefy zlokalizowanej na terenach wododziałowych tendencja ta jest mniej zauważalna. Na podstawie równania linii trendu wyliczono zmiany w głębokościach zalegania wód gruntowych dla lat hydrologicznych 1998–2012. Dla wszystkich punktów pomiarowych w I strefie oraz dla trzech punktów znajdujących się w II strefie zauważa się obniżanie zwierciadła wody gruntowej i są to następujące wartości dla poszczególnych piezometrów: D3 –  $0,33 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$ , G3 –  $1,60 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$ , G4 –  $1,66 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$ , G5 –  $1,85 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$ , K2 –  $3,76 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$ , K3 –  $4,95 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$ , E3 –  $0,50 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$ , G7 –  $0,38 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$ , G8 –  $0,12 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Natomiast dla dwóch punktów pomiarowych z II strefy D4 oraz F3, wyliczone następujące wartości: (+)  $0,61 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$  oraz (+)  $0,75 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$ , wskazują na niewielką tendencję do podwyższania zwierciadła wody gruntowej.

## WNIOSKI

1. Przeprowadzone analizy wykazują istotne zmiany w głębokościach zalegania wód gruntowych w wybranych 11 punktach pomiarowych w dolinie Odry poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym na przestrzeni 42 lat. Na kształtowanie się głębokości zalegania wód gruntowych w lewobrzeżnej dolinie Odry wpływają m.in. warunki meteorologiczne oraz stany wody w Odrze. Wykazano związek poziomów zwierciadła wód gruntowych do stanów wody w Odrze, który maleje wraz ze wzrostem odległości od koryta rzeki.
2. W dolinie Odry poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym w okresach obserwacji zarówno na obszarze w pobliżu Odry, jak i na terenach wododziałowych wystąpiła tendencja obniżania się zwierciadła wody gruntowej. W latach hydrologicznych 1998–2012 w I strefie średnio o  $2,35 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$ , natomiast w strefie II średnio o  $0,33 \text{ cm} \cdot \text{rok}^{-1}$ .

## PIŚMIENNICTWO

- Bac, S. (1991). Ocena warunków klimatycznych dla celów rolnictwa. Acta Universitatis Vratislaviensis, Pr. Inst. Geograficznego, ser. A, VI.
- Chalfen, M., Czamara, A. (2007). Wpływ projektowanego zbiornika małej retencji na stany wód podziemnych w jego otoczeniu. Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus, 6(4), 3–16.

- Głuchowska, B., Pływaczyk, L. (2008). Zwierciadło wody gruntowej w dolinie Odry poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym. Wyd. UWP, Wrocław.
- Jankowski, W., Świerkosz, K. (red.) (1995). Korytarz ekologiczny doliny Odry, stan – funkcjonowanie – zagrożenia. Wyd. Fundacja IUNC Poland, Warszawa.
- Łyczko, W., Olszewska, B., Pływaczyk, L. (2007). Zmiany zasobów wody w madach doliny Odry w rejonie Malczyc w okresie wegetacyjnym 2005 roku. *Acta Sci. Pol., Formatio Circumietus*, 6(4), 25–36.
- Olszewska, B. (1998). Wpływ budowli piętrzącej na warunki wodne oraz wybrane elementy środowiska przyrodniczego w dolinie na przykładzie Odry w rejonie Brzegu Dolnego. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 349.
- Pływaczyk, L. (1988). Oddziaływanie Odry na stosunki wodno-melioracyjne doliny w rejonie Brzeg Dolny-Malczyce. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rozprawy*, 68.
- Pływaczyk, L. (1997). Oddziaływanie spiętrzenia rzeki na dolinę na przykładzie Brzegu Dolnego. *Monografie 11*. Wyd. AR, Wrocław.
- Prace zbiorowe (1970–2012). Wpływ projektowanego spiętrzenia Odry stopniem Malczyce na stosunki wodne terenów przyległych. Sprawozdania z badań prowadzonych przez Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu na zlecenie RZGW we Wrocławiu. *Maszynopisy*. Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska UP, Wrocław.
- Przybyszewska, J., Karpiński, R., Sznajder, M. (2001). Odra. Przyszłość Regionów. Unitex, Bydgoszcz.

## CHANGES OF GROUND WATER LEVELS IN THE ODER VALLEY BELOW THE STAGE OF WATER FALL IN BRZEG DOLNY IN THE YEARS 1971–2012

**Abstract.** Damming the Oder river in Brzeg Dolny caused the change of character of the river in relation to the adjacent areas. Lowering of water levels in the river and as a result of groundwater is a consequence of increased linear and local erosion process, which is still below the barrage. In this area the river drained the adjacent areas.

This paper presents the evaluation of the development and trends of groundwater depths in the Oder valley below the dam in Brzeg Dolny. For the purposes of this study the area of the Oder valley was divided into two zones, depending on the dominance of the factors influencing on the level of the groundwater. The paper presents the minimum, maximum and average values of groundwater depths for selected measurement points in the following years with the division into two zones. The analysis were done on the background of climatic, hydrographic and hydrogeological conditions and water levels in the Oder river in the Brzeg Dolny and Malczyce sections.

The conducted analysis showed significant changes of the ground water depths in the Oder valley over the 42 years. It was shown a connection between the depth of the groundwater and distance from the Oder river bed.

**Key words:** the Oder valley, groundwaters, stage of water fall, damming water

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 3.02.2015*

Do cytowań – For citation: Nowicka E., Olszewska B., Pływaczyk L., Łyczko W. (2015). Zmiany poziomów wód gruntowych w dolinie rzeki odry poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym w okresie 1971–2012. *Acta Sci. Pol., Formatio Circumietus*, 14(1), 169–178.