

Marta DENDYS  
Klaudia KORZEC  
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza  
Wydział Geologii Geofizyki i Ochrony Środowiska  
Katedra Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej  
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków  
e-mail: marta.dendys@agh.edu.pl, kkorzec@agh.edu.pl

Technika Poszukiwań Geologicznych  
Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 1/2014

## **OCENA STANU ILOŚCIOWEGO WÓD PODZIEMNYCH MAŁYCH ZLEWNI NA PRZYKŁADZIE ZLEWNI POTOKU ZAWADKA W GMINIE DĘBICA**

### **STRESZCZENIE**

Niniejszy artykuł prezentuje wyniki badań, które przeprowadzone zostały na terenie obejmującym zlewnię potoku Zawadka w gminie Dębica w południowo-wschodniej Polsce. Wyniki badań terenowych oraz analiza dostępnych danych archiwalnych pozwoliły na określenie stanu ilościowego wód podziemnych regionu.

W zestawieniu wielkości zasobów dyspozycyjnych z sumą szacunkowych poborów dokonano oceny stanu ilościowego badanej zlewni. Stan ten określony został jako dobry. Ocena stanu ilościowego pozwoliła wskazać najbardziej perspektywiczny obszar w obrębie badanej zlewni na potrzeby ustalenia potencjalnej lokalizacji ujęcia wód podziemnych. Jest to północna część zlewni.

Wyniki badań oraz wnioski wynikające z oceny ilościowej wskazują na użyteczność przeprowadzania tego typu ocen dla małych zlewni w obszarach górskich.

### **SŁOWA KLUCZOWE**

Stan ilościowy, zlewnia Zawadki

\* \* \*

### **WPROWADZENIE**

Monitorowanie stanu ilościowego jednolitych części wód podziemnych (JCWPd) w zlewniach dostarczających powyżej 100 m<sup>3</sup> wody w ciągu doby to jeden z podstawowych obowiązków administracji samorządowej oraz Regionalnych Zarządów Gospodarki Wodnej. Racjonalne gospodarowanie wodami zakłada wykorzystanie wód podziemnych na cele gospodarcze i komunalne na poziomie dostępnych zasobów, stąd pierwszym i zasadniczym

krokiem dla realizacji tego celu jest zgromadzenie wiedzy na temat stanu ilościowego zasobów w rozpatrywanym rejonie.

Zobowiązania w sprawie oceny stanu ilościowego w Polsce regulują Ramowa Dyrektywa Wodna (RDW, 2000) oraz wydane w myśl jej zasad: ustawa Prawo Wodne (Dz.U. 2001 nr 115 poz. 1229) oraz Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (RMŚ, 2008 – Dz. U. 2008, nr 143, poz. 896). Rozporządzenie określa, że stan ilościowy uznaje się za dobry, jeżeli w JCWPd zasoby dostępne do zagospodarowania są wyższe od średniego wieloletniego rzeczywistego poboru z ujęć wód podziemnych, a zwierciadło wody nie podlega zmianom wynikającym z działalności człowieka.

Przy projektowaniu i przeprowadzeniu badań na potrzeby oceny stanu ilościowego wód w zlewni potoku Zawadka w gminie Dębica zachowano wskazania wynikające z powyżej przytoczonego RMŚ.

## 1. LOKALIZACJA OBSZARU BADAŃ

Zlewnia potoku Zawadka o powierzchni 26,17 km<sup>2</sup> w całości położona jest w gminie Dębica, w województwie podkarpackim. Swoim zasięgiem obejmuje miejscowości Stasiówka, Stobierna, Nagawczyna, Zawadka, Sepnica, Lubzina oraz Paszczyna (układ miejscowości od obszarów źródłowych do ujścia potoku). Wysokość, na jakiej znajduje się obszar źródłowy Zawadki to około 390 m n.p.m., natomiast rzędna ujścia wynosi około 190 m n.p.m. Potok Zawadka jest lewym dopływem rzeki Wielopolki, która z kolei stanowi prawy dopływ Wisłoki. Rysunek 1 przedstawia lokalizację terenu badań, z wyszczególnionym układem hydrograficznym najważniejszych cieków i rzek w analizowanym regionie.

## 2. BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Obszary źródłowe Zawadki oraz większości jej dopływów znajdują się w południowej części rejonu badań. Obszar ten budują kredowe piaskowce gruboławicowe z lokalnie występującymi marglami z Węgierki (bakulitowymi) oraz gliną zwałową wieku czwartorzęd-plejstocen. Środkowa część zlewni zbudowana jest z piaskowców i łożupków (warstwy inoceramowe jednostki skolskiej wieku kreda-neogen). Zachodnią część centralnego rejonu zlewni potoku Zawadka budują kredowe łożupki, piaskowce i margle (warstwy z Pisarzowic). Część północna zlewni wraz z rejonem ujścia Zawadki do Wielopolki tworzą głównie utwory czwartorzędowe: piaski, żwiry i głązy lodowcowe oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe. We wschodniej części tego obszaru lokalnie występują lessy, natomiast w części zachodniej – mady, mułki, piaski i żwiry rzeczne. Utwory w rejonie ujścia Zawadki do Wielopolki to mady rzeczne, a koryto potoku oraz jego dopływów (w większości bezimiennych) budują głównie czwartorzędowe mułki, piaski i żwiry rzeczne.

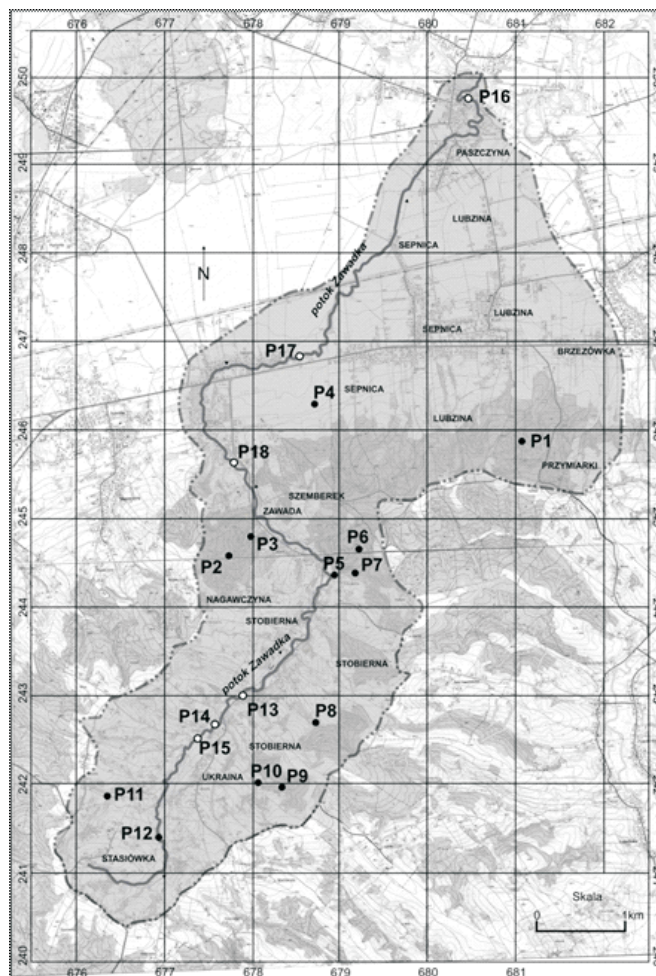
Zagadnienia dotyczące budowy geologicznej badanego rejonu oraz hydrogeologii zostały szerzej omówione w artykule „Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w zlewni potoku Zawadka” (Korzec, Dendys 2014).

Zlewnia potoku Zawadka, zgodnie z regionalizacją słodkich wód podziemnych Polski według A.S. Kleczkowskiego (Kleczkowski, red. 1990), znajduje się w prowincji hydrogeologicznej nizinnej, w której główne struktury hydrogeologiczne tworzą utwory czwartorzędowe – pasmo przedkarpackie (Ppk) (Kleczkowski, red. 1990). Zgodnie z regionalizacją zwykłych wód podziemnych według Paczyńskiego zlewnia potoku Zawadka znajduje się w obszarze granicznym regionów zapadliska przedkarpackiego (VI) oraz karpackiego makroregionu południowego (XV) (Paczyński, Sadurski, red. 2007). Budowa geologiczna oraz ukształtowanie terenu determinują warunki hydrogeologiczne zlewni potoku Zawadka. Zwierciadło wody w skali regionalnej kształtuje się swobodnie, a zasilanie zachodzi na drodze infiltracji opadów atmosferycznych. Na podstawie danych z opadowych stacji pomiarowych zlokalizowanych w Dębicy oraz Ropczycach-Witkowicach (miasta położone 5–7 km na wschód i zachód od zlewni potoku Zawadka) przyjęto, że wysokość średnich rocznych opadów dla obszaru zlewni potoku Zawadka wynosi 680 mm/rok (1956–1980). Dla ustalenia odnawialności zasobów wód podziemnych wg stanu na wrzesień 2013 r. przyjęto wartość średnich niskich opadów z wielolecia, tj. 73% wielkości średnich opadów rocznych, która w rozpatrywanym przypadku wynosi 495 mm/rok.

### 3. METODYKA BADAŃ

Ocenę stanu ilościowego wykonano na potrzeby określenia potencjalnej lokalizacji ujęcia wód podziemnych dla gminy Dębica. W tym celu we wrześniu 2013 r. przeprowadzono badania przepływu oraz pomiary wysokości zwierciadła wody w studniach kopanych. Siatka badawcza obejmowała 18 punktów (rys. 1).

W celu uzyskania zdjęcia terenowego oraz wyznaczenia natężenia przepływu w ciekach wykorzystano metody hydrologiczne: objętościową oraz pływakową. Informacja na temat wysokości zwierciadła wód podziemnych pochodzi z pomiarów głębokości zwierciadła wód podziemnych w przydomowych studniach kopanych wykonanych za pomocą gwizdka hydrogeologicznego. Do oszacowania wielkości zasobów zlewni potoku Zawadka wykorzystano metodę obliczania zasobów odnawialnych opartą na wskaźnikach infiltracji efektywnej. W tym celu wydzielono strefy różniące się litologią utworów powierzchniowych, przyjmując dla każdej określony wskaźnik infiltracji (tab. 1). Dokładny opis wydzielonych stref wraz z lokalizacją został szerzej przedstawiony w artykule „Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w zlewni potoku Zawadka” (Korzec, Dendys 2014).



Rys. 1. Mapa dokumentacyjna obszaru badań

● – punkty pomiaru przepływu metodą objętościową, ○ – punkty pomiaru przepływu metodą pływakową, ■ – obszar zlewni potoku Zawadka

Fig. 1. Map of research area

● – points of volumetric method measurement, ○ – points of flow measurement by float, ■ – Zawadka river catchment area

#### 4. WYNIKI BADAŃ HYDROLOGICZNYCH I OBLICZEŃ HYDROGEOLOGICZNYCH

Z badań natężenia przepływu metodą objętościową wynika, że w obszarach źródłowych potoku Zawadka oraz w ciekach zasilających potok kształtuje się ono w zakresie od 0,05 do 1,3 dm<sup>3</sup>/s. Badania przeprowadzane były pod koniec długotrwałego okresu bezopadowego, stąd niskie wartości natężenia przepływu. W tym czasie koryta wielu cieków były zupełnie osuszone.

Prowadzone metodą pływakową obserwacje dotyczące natężenia przepływu w potoku Zawadka wykazały, że w górnym odcinku natężenie przepływu wynosiło 7,35 dm<sup>3</sup>/s w punkcie oznaczonym jako P15, przez 25,07 dm<sup>3</sup>/s w punkcie P18 w środkowym odcinku potoku, aż do wartości 41,86 dm<sup>3</sup>/s w punkcie P17 i 67,20 dm<sup>3</sup>/s w punkcie P16 zlokalizowanym tuż przy ujściu potoku do rzeki Wielopolki. Wyniki pomiaru natężenia przepływu metodą pływakową należy traktować jako szacunkowe ze względu na fakt, że brak jest systematyki oraz norm stosowanych przyrządów, a dodatkowo badane cieki charakteryzuje bardzo duża naturalna zmienność.

Wody podziemne w granicach zlewni potoku Zawadka przemieszczają się generalnie z kierunku południowo-zachodniego na północno-wschodni, w stronę potoku, który ma charakter drenujący. Zauważa się także lokalne obniżenie zwierciadła wód podziemnych, zwłaszcza w rejonie doliny potoku Zawadka, co ma związek eksploatacją wód ze studni kopanych, będących głównymi punktami poboru wód podziemnych na terenie miejscowości znajdujących się w obrębie zlewni omawianego potoku.

Tabela 1 zawiera dane dotyczące zasobów odnawialnych obliczonych na podstawie informacji o wskaźniku filtracji efektywnej utworów budujących zlewnię potoku Zawadka (Pazdro, 1990). Dla obliczeń wykorzystano zależność [m<sup>3</sup>/r] – objaśnienia symboli zawarto w tabeli 1. Największą wartość wskaźnika filtracji wykazują piaski i żwiry rzeczne, które rozprzeżstrzenione są na znacznej powierzchni.

*Tabela 1*

*Infiltracja efektywna i zasoby odnawialne w zlewni potoku Zawadka (09.2013 r.)*

*Table 1*

*The efficient infiltration and renewable resources in Zawadka river catchment area (09.2013)*

Nr strefy	Litologia	Wskaźnik infiltracji efektywnej	Opad średni niski roczny	Wartość infiltracji efektywnej	Powierzchnia	Zasoby odnawialne (stan niski)
		Wi	Pśr	Ie	Ai	Qodn
		[-]	[mm/rok]	[mm/rok]	[km <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> /d]
1	Mady rzeczne	0,10	495	49,5	3,11	421,8
2	Mułki, piaski i żwiry rzeczne	0,20	495	99,0	5,82	1 578,6
3	Mady, mułki, piaski i żwiry rzeczne	0,17	495	84,15	0,34	78,4
4	Lessy	0,14	495	69,3	0,20	38,0
5	Piaski, żwiry i głązy lodowcowe	0,25	495	123,75	1,08	366,2
6	Gлина zwałowa	0,06	495	29,7	0,18	14,6
7	Piaski i żwiry wodnolodowcowe	0,25	495	123,75	2,61	884,9
8	Piaskowce i iłolupki	0,12	495	59,4	6,29	1 023,6
9	Piaskowce gruboławicowe	0,18	495	89,1	4,82	1 176,6
10	Margle z Węgierki (bakulitowe)	0,09	495	44,55	1,43	174,5
11	Iłolupki, piaskowce i margle	0,12	495	59,4	0,29	47,2
<b>Suma</b>					<b>26,17</b>	<b>5 804,4</b>

Zasoby odnawialne dla całej rozpatrywanej zlewni, obliczone metodą infiltracyjną dla stanu na wrzesień 2013 r., wynoszą 5 804,4 m<sup>3</sup>/d, co daje moduł równy 2,57 l/s/km<sup>2</sup>. Natomiast zasoby odnawialne obliczone metodą hydrologiczną (punkt pomiarowy nr P16 – ujściowy odcinek Zawadki) dla tego samego okresu wynoszą 67,20 dm<sup>3</sup>/s (5 806,08 m<sup>3</sup>/d), co daje moduł odpływu podziemnego równy 2,57 l/s/km<sup>2</sup>. Zasoby odnawialne obliczone dwiema metodami dla okresu kartowania hydrogeologicznego (wrzesień 2013 r.) są praktycznie takie same.

Zasoby dyspozycyjne oblicza się odejmując od zasobów odnawialnych przepływ nienaruszalny określony dla danego ciekę powierzchniowego. W związku z tym, że dla potoku Zawadka nie określono wartości przepływu nienaruszalnego, do dalszych obliczeń przyjęto go w wysokości 50% średniego z wielolecia odpływu podziemnego (teren górski – szybki spływ powierzchniowy i podpowierzchniowy wód do cieków powierzchniowych – mała ich retencja na obszarze zlewni). W tabeli 3 zestawione zostały ilości zasobów odnawialnych i dyspozycyjnych dla zlewni potoku Zawadka.

Tabela 2

Zestawienie zasobów odnawialnych i dyspozycyjnych wód podziemnych dla zlewni potoku Zawadka

Table 2

*The statement of renewable resources and disposal resources of groundwater in Zawadka catchment area*

Pow. zlewni	Zasoby odnawialne Q <sub>odn</sub>		Moduł zasobów odn. [l/s/km <sup>2</sup> ]	Przepływ nienaruszalny Q <sub>nn</sub>		Zasoby dysp. Q <sub>dysp.</sub> [m <sup>3</sup> /d]	Moduł zasobów dysp. [l/s/km <sup>2</sup> ]
	[km <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> /rok]		[m <sup>3</sup> /d]	[%]		
26,17	2 118 600,0	<b>5 804,38</b>	2,57	50	2 902,19	<b>2 902,19</b>	1,28

## 5. OCENA STANU ILOŚCIOWEGO

Ze względu na nieopomiarowany pobór wód podziemnych („zwykle korzystanie z wód”) w badanej zlewni dokonano jedynie próby oszacowania wielkości tego poboru. Według Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 roku w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody (Dz. U. 2002 nr 8 poz. 70), przyjmuje się przeciętne zużycie wody na jednego mieszkańca w gospodarstwach domowych wysokości od 80 do 100 dm<sup>3</sup>/osobę/dobę. W miejscowościach na terenie zlewni potoku Zawadka nie ma sieci kanalizacyjnej, stąd przyjęto zużycie na poziomie 100 dm<sup>3</sup>/os/dobę. Biorąc pod uwagę fakt, że w miejscowościach na terenie zlewni potoku Zawadka mieszka około 10 900 osób, szacunkowe zapotrzebowanie na wodę przeznaczoną na cele komunalne wynosi około 1 100 m<sup>3</sup>/d.

W celu właściwej oceny stanu ilościowego wód podziemnych, zestawiono wielkości zasobów dyspozycyjnych z szacunkowym poborem. Zasoby dyspozycyjne szacowane są na

**2 902,19** m<sup>3</sup>/d, natomiast szacowany sumaryczny średni pobór wód z tej zlewni wynosi **1 100** m<sup>3</sup>/d. Porównanie tych wielkości wskazuje na dobry stan ilościowy wód podziemnych.

## WNIOSKI

Regionalne opracowania hydrogeologiczne w zwyczajowo przyjętych skalach (1: 50 000) pozwalają jedynie na pogładową ocenę warunków hydrogeologicznych oraz stanu ilościowego wód podziemnych dla małych zlewni. Racjonalne gospodarowanie zasobami wodnymi czy wyznaczanie obszarów perspektywicznych dla lokalizacji nowych ujęć wymagają przeprowadzenia bardziej szczegółowych, lokalnych badań oraz oceny stanu ilościowego wód występujących na danym terenie.

Badania hydrogeologiczne przeprowadzone w zlewni potoku Zawadka w gminie Dębica pozwalają na stwierdzenie, że stan ilościowy wód jest dobry. Pod względem zasobowym budowa nowych ujęć w przyszłości może być zlokalizowana w północnej części zlewni, w utworach czwartorzędowych o dobrych właściwościach zbiornikowych oraz znacznym rozprzestrzenieniu. Szczególną uwagę należy zwrócić także na centralną część zlewni, gdzie obserwuje się obniżenie zwierciadła wód podziemnych na skutek znacznej eksploatacji wód za pomocą studni kopanych. Przy zwiększonym poborze lub w okresach długotrwałej suszy mogą bowiem wystąpić czasowe ograniczenia w dostępie do wody pitnej ujmowanej dla gospodarstw domowych.

## LITERATURA

- KLECZKOWSKI A., red. 1990 — Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony. Kraków.
- KORZEC K., DENDYS M., 2014 — Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w zlewni potoku Zawadka. Technika poszukiwań geologicznych, geotermia, zrównoważony rozwój. Kraków (w druku).
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A., red., 2007 — Hydrogeologia regionalna Polski. Warszawa.
- PAZDRO Z., KOZERSKI B., 1990 — Hydrogeologia ogólna. Warszawa.
- Ramowa dyrektywa wodna. Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 roku w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody (Dz. U. 2002 nr 8 poz. 70).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz. U. 2008 nr 143 poz. 896).
- Ustawa Prawo Wodne z dnia 18 lipca 2001 r. (Dz. U. 2001 nr 115 poz. 1229).

# **QUANTITATIVE STATUS OF GROUNDWATER IN SMALL CATCHMENT AREA ON EXAMPLE OF ZAWADKA RIVER CATCHMENT AREA**

## **ABSTRACT**

In this paper the results of field investigation in Zawadka river catchment area was presented. Based on that research quantitative status of groundwater was shown. Estimation of quantitative status is made on the base of comparison of quantity of disposable resources with the amount of estimated consumption and it was defined as good quantitative status. Taking into consideration the estimation of quantitative status , the north part of Zawadka catchment area is the most perspective for potential place of new groundwater capture.

The result of research shows utility of carrying out this type of research for small catchment areas.

## **KEY WORDS**

Quantitative status, Zawadka river catchment area