

Tadeusz MZYK, Adrian KORCZYK  
Politechnika Śląska, Gliwice

## OCENA ANTROPOPRESJI W REJONIE UJĘCIA WÓD PODZIEMNYCH „OSTROPA” W PÓŁNOCNEJ CZĘŚCI GLIWIC

**Streszczenie.** Ochrona ujęć wód podziemnych jest jednym z kluczowych zadań gospodarki wodnej. Ciągły monitoring jakości ujmowanych wód oraz odpowiednio wyznaczona strefa ochrony bezpośredniej i pośredniej powinny zapewnić bezpieczeństwo jakości ujmowanych wód.

W szczególnych przypadkach nie są to działania wystarczające. Dla rejonów, które charakteryzują się dużą podatnością na zanieczyszczenie poziomów wodonośnych, konieczne wydaje się dodatkowe działanie. Niezależnie od istniejących przepisów należałoby wprowadzać dodatkowe ograniczenia w sposobie korzystania z gruntów.

W wielu rejonach kraju wody podziemne zostały zdegradowane jakościowo, zubożone ilościowo, a prognozowany czas trwania procesu przywracania stanu, który będzie można uznać za dobry, ocenia się na co najmniej 20 lat, a w skrajnych przypadkach – na więcej niż 70 lat. Zubożenie bazy zasobowej wód podziemnych spowoduje duże problemy w dostępie do tego „artykułu pierwszej potrzeby” dla przyszłych pokoleń.

W artykule przedstawiono ocenę antropopresji zaznaczającej się na ujęciu wód podziemnych Ostropa w północno-zachodniej części Gliwic.

## THE ESTIMATE OF ANTROPOPRESION OF PUMPING STATION OF UNDERGROUND WATERS “OSTROPA” IN THE NORTHERN PART OF GLIWICE

**Summary.** The protection of underground waters formulations is one of capital tasks of hydrogeology. The opinion of susceptibility of underground water formulation on pollution and the qualification of degree of antropopresion, permits to counteract contamination of underground waters and eliminate the source of pollution.

The paper represents the opinion of antropopresion on underground waters well the „Ostropa” in northern part of Gliwice. It is the test of identification of sources of the pollution of region formulation the underground waters also.

## 1. Wprowadzenie

Wody podziemne zaliczają się do tej kategorii zasobów, z których należy korzystać w sposób szczególny, określany skrótowo jako „zrównoważony”. Korzystanie to nie może w sposób znaczący pogarszać stanu wód powierzchniowych i ekosystemów lądowych, ściśle zależnych od wód podziemnych, a także nie może istotnie pogarszać warunków zaopatrzenia ludności w wodę do picia.

Okolo 51–65% całkowitych zasobów wód podziemnych Polski należy głównie do czwartorzędowego piętra wodonośnego, występującego w Polsce na dużych obszarach. Znaczna część tych zasobów (ok. 50%) związana jest z dolinami i pradolinami - są otwarte, nieizolowane, a przez to narażone na kontakty z silnie zanieczyszczonymi wodami rzek. Zwierciadło pierwszego poziomu wód podziemnych leży często płytko: na okolo 50% powierzchni kraju – na głębokości mniejszej niż 5 m. Średnia głębokość ujmowania wód podziemnych z głównych zbiorników wynosi w piętrze czwartorzędowym średnio od 25 do 50 m (w dolinach rzek karpackich 5–10 m), często jednak jest znacznie mniejsza.

Mimo narastającej antropopresji wody podziemne w Polsce nadal są dobrej jakości i nadają się do spożycia bezpośrednio lub po prostych zabiegach uzdatniających, najczęściej polegających na usuwaniu nadmiaru żelaza i manganu, lokalnie także na usuwaniu podwyższonej barwy i zawartości amoniaku. Nie dotyczy to jednak rejonów silnie uprzemysłowionych i tych, w których zaznacza się szczególnie działalność górnicza.

Zrównoważony sposób korzystania z wód podziemnych powinien zapewnić dobrą ochronę funkcjonujących ujęć wód, by nie doprowadzać do stanu, kiedy wody te przestaną spełniać kryteria stawiane dla wód pitnych.

## 2. Charakterystyka rejonu badań

Ujęcie Ostropa leży w centralnej części województwa śląskiego w granicach administracyjnych miasta Gliwice. Pod względem morfologicznym Gliwice leżą w północno - zachodniej części Wyżyny Śląskiej [10].

Powierzchnia terenu nachylona jest ku dolinie rzeki Kłodnicy oraz ku dolinom innych cieków powierzchniowych. Obszar badań umiejscowiony jest ok. 6 km na zachód od centrum Gliwic w dzielnicy Ostropa.

Morfologia omawianego terenu jest słabo urozmaicona. Obniża się on w kierunku rzeki Kłodnicy (zlewnia Odry). Lokalnie teren nachylony jest w kierunku potoku Ostropka, który bierze swój początek około 500 m na wschód od ujęcia.

Ujęcie Ostropa zlokalizowane jest na stoku czwartorzędowej doliny kopalnej o osi SE-NW, która przebiega na północ od ujęcia. Całkowita miąższość utworów czwartorzędu w rejonie waha się od 12,8 m do 14,5 m. W spągu czwartorzędu występują fluwioglacjalne osady piaszczysto-żwirowe o miąższości od 5,4 m do 9,1 m. Wodonośne utwory czwartorzędowe osiągają maksymalną miąższość 10 m w rejonie ujęcia, w kierunku północnym warstwy te ulegają wycienieniu, nie przekraczając 5 m. Wodonośne utwory są przykryte zwałowymi glinami piaszczystymi przechodzącymi miejscami w piaski gliniaste lub pyły. Miejscami na glinach zwałowych występują płatowe warstwy piasku drobnego nie przekraczające 1,1 m [9].

Czwartorzędowy poziom wodonośny, eksploatowany ujęciem, związany jest z osadami fluwioglacjalnymi, wykształconymi w postaci pospółek i żwirów, podrzędnie piasków zalegających na trzeciorzędowych utworach piaszczystych i marglistych, przewarstwionych piaskami, żwirami i łupkami ilastymi z udziałem gipsu i anhydrytu. Średnie współczynniki filtracji eksploatowanej czwartorzędowej warstwy wodonośnej wynoszą od  $2 \cdot 10^{-4}$  m/s dla pospółki, do  $6 \cdot 10^{-4}$  m/s dla żwirów [3]. Zwierciadło wody omawianego poziomu wodonośnego ma charakter mieszany, tj. słabo naporowy lub swobodny, a miąższość warstwy wodonośnej waha się od 2,0 m do 9,1 m.

Obszar zasilania ujęcia wynosi ok. 2 km<sup>2</sup>, a zasoby dyspozycyjne odnawialne oszacowane zostały na 40 m<sup>3</sup>/h [9]. Wielkość zasobów tego poziomu jest silnie uzależniona od wielkości opadów atmosferycznych. Naturalny spływ wód podziemnych odbywa się w kierunku wschodnim, co jest podyktowane ukształtowaniem terenu.

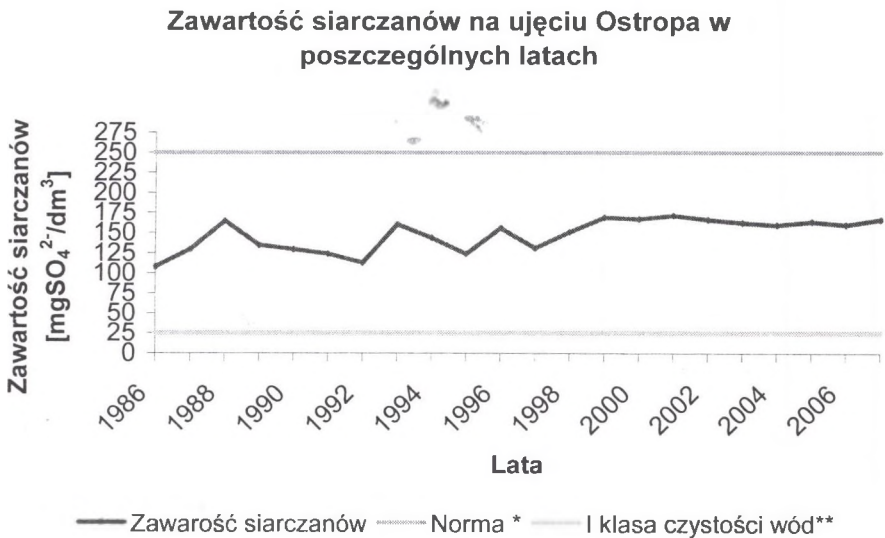
Rejon ujęcia zagospodarowany jest przez zabudowę mieszkalną, jednorodzinną oraz drobne zakłady usługowe i obiekty użyteczności publicznej. W kierunku północnym i południowym teren wykorzystywany jest rolniczo lub jest zalesiony.

### 3. Jakość wody w ujęciu Ostropa

W celu analizy zmian jakości wody w ujęciu Ostropa zestawiono wyniki analiz wód przeprowadzanych przez Laboratorium Analityczne Wody i Ścieków Rejonowego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Gliwicach raz na kwartał dla każdej studni oddzielnie (monitoring kontrolny) oraz raz w roku dla monitoringu przeglądowego w okresie od 1980 do 2006 roku. [5, 6, 7, 8]. Analizy te obejmują badania fizykochemiczne oraz bakteriologiczne.

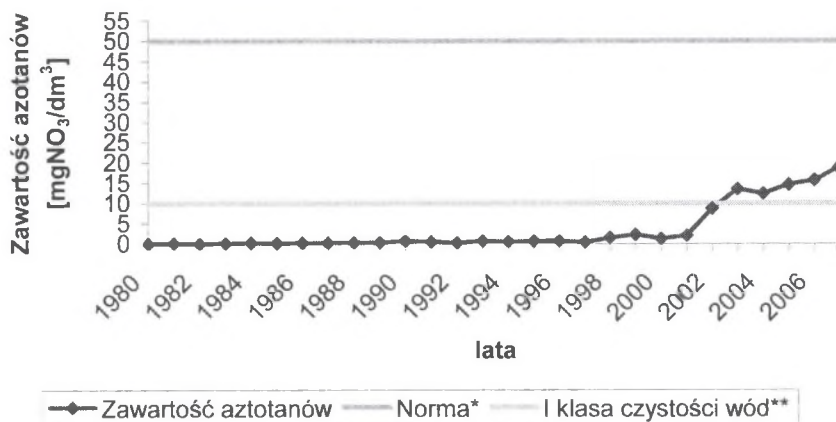
Z analiz tych wynika, że wody ujmowane ujęciem Ostropa w Gliwicach są bezbarwne i bezwonne o mineralizacji powyżej  $500 \text{ mg/dm}^3$ . Badana woda jest wodą twardą, wykazującą odczyn słabo zasadowy. Zawartość metali ciężkich mieści się w granicach dopuszczalnych wymienionych w ww. rozporządzeniu.

Woda ujmowana w ujęciu jest wodą II klasy czystości [2] ze względu na przekroczone m. in. zawartości: siarczanów (rys. 1a), wapnia, chlorków, azotanów (rys. 1b) i azotynów. Od lat 80. obserwuje się systematyczny wzrost zawartości wymienionych jonów w wodach ujmowanych w ujęciu Ostropa. Tendencja ta utrzymuje się do chwili obecnej.



Rys. 1a. Zawartości siarczanów w wodzie z ujęcia Ostropa w poszczególnych latach  
 Fig. 1a. Concentration of sulfates ions in water of underground waters pumping well Ostropa

### Zawartość azotanów na ujęciu Ostropa w poszczególnych latach



Rys. 1b. Zawartości azotanów w wodzie z ujęcia Ostropa w poszczególnych latach

Fig. 1b. Concentration of nitrates ions in water of underground waters pumping well Ostropa

## 4. Ocena podatności na zanieczyszczenie warstw wodonośnych ujęcia

W celu zidentyfikowania przyczyn pogarszania się jakości wody w ujęciu Ostropa przeprowadzono próbę weryfikacji wyznaczonych stref ochronnych ujęcia.

W dalszej kolejności oceniono podatność na zanieczyszczenie ujęcia Ostropa dwoma metodami:

- przy wykorzystaniu parametrycznej metody DRASTIC,
- na podstawie oceny czasu przesączania przez strefę aeracji (wg Macioszczyka).

Analizy te pozwoliły na wyciągnięcie wniosków co do lokalizacji potencjalnych źródeł zanieczyszczeń oraz stopnia izolacji ujęcia i jego wrażliwości na zanieczyszczenie.

### 4.1. Strefy ochronne ujęcia

Strefa ochrony bezpośredniej ujęcia Ostropa została przyjęta zgodnie z wytycznymi zawartymi w rozporządzeniu MOŚZNiL z 5 listopada 1991 r. w sprawie ustalania stref

ochronnych źródeł i ujęć wód i objęła swoim zasięgiem teren w granicach istniejących ogrodzeń [11].

Strefa ochrony pośredniej – wewnętrzna obejmuje obszar wyznaczony 30-dniowym czasem dopływu wody w warstwie wodonośnej do ujęcia wyznaczonej w oparciu o wzór:

$$r = \sqrt{\frac{Q * t}{\pi * m * n_o}},$$

gdzie:

Q - wydajność studni - m<sup>3</sup>/h,

t - czas dopływu wody w warstwie wodonośnej do ujęcia[h],

m - miąższość warstwy wodonośnej [m],

n<sub>o</sub>- porowatość aktywna [-],

Strefa ochrony pośredniej – zewnętrznej obejmuje obszar zasilania ujęcia wody. Jeżeli czas przepływu wody od granic obszaru zasilania do ujęcia jest dłuższy niż 25 lat, strefa ochronna powinna obejmować obszar wyznaczony 25 - letnim czasem wymiany wody [3].

W celu określenia granic strefy ochronnej ujęcia „Ostropa” w pierwszej kolejności, w oparciu o układ pola hydrodynamicznego, określono granice obszaru zasilania ujęcia. Następnie określono czas dopływu wody do ujęcia od granic obszaru zasilania według wzoru:

$$t = \frac{L * n_o}{k * I},$$

gdzie:

t - czas dopływu wody od granic zasilania do ujęcia [h],

L - maksymalna droga od granic zasilania do ujęcia [m],

k - współczynnik filtracji [m/h],

I - spadek hydrauliczny wyznaczony na podstawie hydroizohips czwartorzędowego poziomu wodonośnego na drodze dopływu wody do ujęcia [-],

n<sub>o</sub> - porowatość aktywna [-].

W oparciu o przeprowadzone analizy zasięgu wyznaczonych stref ochronnych ujęcia Ostropa, ze względu na to, że czas dopływu wody do ujęcia jest mniejszy niż 25 lat, strefa ochronna ujęcia obejmuje cały obszar zasilania. Ze względu jednak na fakt, że tak wyznaczone strefy ochronne nie spełniają swego zadania oraz ze względu na zmiany (wahania) w wydatkach ujęcia, zweryfikowano zasięg strefy ochronnej ujęcia w oparciu

o nomogramy Sauty. Na podstawie wyników wydaje się zasadne rozszerzenie zasięgu strefy ochronnej w dół strumienia dodatkowo do granicy wyznaczonej hydroizohipsą o wartości 250 m.

Proponowany, zweryfikowany zasięg stref ochrony bezpośredniej i pośredniej przedstawiono na mapie (rys. 2).



Rys. 2. Rejon ujęcia „Ostropa” w dzielnicy Gliwice Ostropa z proponowanym, zasięgiem stref ochrony. (1, S-2b... – studnie eksploatacyjne; strefa ochrony pośredniej: A - wewnętrznej; B - zewnętrznej)

Fig. 2. Region of Ostropa pumping wells with propose of protective zone.(S-1, S-2b... - pumping wells; protective zone: A - internal, B - external)

#### 4.2. Ocena podatności wg systemu DRASTIC

System Drastic został opracowany przez Amerykańską Agencję Ochrony Środowiska (US EPA) jako prosty i wygodny system oceny potencjalnego zagrożenia jakości wód podziemnych. System ten wykorzystuje czynniki geologiczne, hydrogeologiczne, glebowe i klimatyczne (głębokość do zwierciadła wody gruntowej - D, sposób zasilania warstwy wodonośnej - R, rodzaj utworów warstwy

wodonośnej - A, skład mechaniczny gleb - S, nachylenie powierzchni terenu - T, rodzaj utworów w strefie aeracji - I, wodoprzepuszczalność warstwy wodonośnej - C), na podstawie których określa się wskaźnik podatności na zanieczyszczenie [1].

Do każdego z wymienionych wyżej czynników przypisuje się proponowany przez autorów systemu współczynnik liczbowy – wagę, różnicujący poszczególne czynniki według ich znaczenia dla procesu zanieczyszczenia wód ( $D_R$ ,  $R_R$ ,  $A_R$  itd.) w zakresie od 1 do 10 z uwagi na to, że wpływ każdego z czynników nie jest jednakowy.

Ocena podatności wód na zanieczyszczenie jest sumą iloczynów czynnika i jego wagi. Określono podatność ujmowanych czwartorzędowych warstw wodonośnych na zanieczyszczenie metodą DRASTIC dla różnych rejonów w obrębie ujęcia na podstawie znanych profili piezometrów, przekrojów hydrogeologicznych i map. Na tej podstawie stwierdzono, że podatność ujęcia na zanieczyszczenie jest duża, a w przypadku stosowania w rolnictwie pestycydów nawet bardzo duża (tab. 1).

Tabela 1

Kategorie zagrożenia wód podziemnych dla wybranych punktów  
i ujęcia Ostropa

Punkt pomiarowy	Dla inwestycji niebezpiecznych		Dla stosowania pestycydów	
	Indeks Drastic	Kategoria zagrożenia wód podziemnych	Indeks Drastic	Kategoria zagrożenia wód podziemnych
Ujęcie	151	Duża	192	Duża
1	166	Duża	206	Bardzo duża
2	171	Duża	210	Bardzo duża
3	181	Duża	219	Bardzo duża
4	171	Duża	210	Bardzo duża
5	161	Duża	201	Bardzo duża
6	156	Duża	196	Duża
7	161	Duża	202	Bardzo duża
8	156	Duża	197	Duża



### 4.3. Ocena podatności według czasu przesączania pionowego

Metoda ta została podana przez Kleczkowskiego dla GZWP, może być jednak wykorzystana również dla regionalnych i lokalnych zbiorników wód podziemnych. Opiera się ona na ocenie warunków zasilania i czasu przesączania pionowego przez strefę aeracji (wg wzoru Macioszczyka) [4]. Na podstawie oceny czasu przesączania określono, że ujęcie jest bardzo silnie zagrożone zanieczyszczeniem (tab. 2).

Tabela 2

Stopień i klasa zagrożenia wód podziemnych dla wybranych punktów i ujęcia Ostropa

Punkt pomiarowy	Czas przesączania $t_a$		Klasa zagrożenia	Stopień zagrożenia
	[d]	[lata]		
Ujęcie	793,95	2,09	A2	Silne zagrożenie
1	150	0,41	A1	Bardzo silne zagrożenie
2	200	0,55	A1	Bardzo silne zagrożenie
3	50	0,13	A1	Bardzo silne zagrożenie
4	200	0,55	A1	Bardzo silne zagrożenie
5	400	1,09	A1	Bardzo silne zagrożenie
6	200	0,55	A1	Bardzo silne zagrożenie
7	250	0,68	A1	Bardzo silne zagrożenie
8	150	0,41	A1	Bardzo silne zagrożenie

## 5. Wnioski

W oparciu o przeprowadzone analizy można wyciągnąć następujące wnioski:

Ujęcie Ostropa jest zlokalizowane w rejonie o silnej podatności poziomu wodonośnego na zanieczyszczenie.

Jakość wód ujmowanych w ujęciu odpowiada II klasie czystości wód podziemnych, przy czym zaznacza się ciągła tendencja do pogarszania jakości tych wód.

Obserwuje się systematyczny wzrost zawartości wapnia i siarczanów w wodach ujmowanych w ujęciu Ostropa, które mogą być ługowane przez wody opadowe z hałdy odpadów górniczych znajdującej się na północny zachód od ujęcia, zlokalizowanej na kierunku spływu

wód do ujęcia. W związku z tym, że nieznanym jest zakres wpływu tej hałdy na ujęcie należałoby monitorować jakość wód w jej pobliżu.

Od roku 2002 nastąpił gwałtowny wzrost zawartości azotanów i tendencja ta utrzymuje się do dnia dzisiejszego. Nie ulega wątpliwości, że jest to spowodowane nawozami sztucznymi, które są używane do nawożenia pól uprawnych będących w zasięgu istniejącej pośredniej strefy ochronnej. Może być również wynikiem przeciekania przydomowych szamb, gdyż dzielnica Ostropa nie posiada kanalizacji zbiorczej.

Na tej podstawie należy stwierdzić, że ujęcie Ostropa poddane jest silnej antropopresji. Lokalizacja ujęcia i warunki naturalne nie sprzyjają ochronie jakości wód ujmowanych w tym rejonie, a wyznaczone strefy ochronne nie spełniają swojego zadania.

W oparciu o wyniki badań w celu ochrony ujmowanych wód podziemnych wydaje się wskazane:

- rozszerzenie istniejącej strefy ochronnej ujęcia w dół strumienia przepływu wód podziemnych,
- założenie monitoringu wokół składowiska odpadów górniczych zlokalizowanych na północny zachód od ujęcia,
- oraz zbiorcze skanalizowanie całej dzielnicy Ostropa.

## BIBLIOGRAFIA

1. Kajewski I.: Metodyka oceny zagrożenia jakości wód podziemnych za pomocą systemu Drastic. Zeszyt Naukowy Akademii Rolniczej we Wrocławiu Nr 385.
2. Macioszczyk A.: Hydrogeochemia, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1987.
3. Macioszczyk T., Rodzoch A., Frączek E.: Projektowanie stref ochronnych źródeł i ujęć wód podziemnych, Wydawnictwo Departamentu Geologii Ministerstwa Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Warszawa 1983.
4. Macioszczyk T.: Czas przesączania pionowego wody jako wskaźnik stopnia ekranowania warstw wodonośnych, Przegląd Geologiczny, tom 47 nr 8, Warszawa 1999.
5. Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. (PWiK) w Gliwicach: Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych z utworów czwartorzędowych w Gliwicach-Ostropie, Częstochowa 1999.
6. PWiK w Gliwicach: Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych z utworów czwartorzędowych w Gliwicach-Ostropie wraz z projektem strefy ochronnej, Częstochowa 1995.

7. PWiK w Gliwicach: Operat wodnoprawny w celu uzyskania pozwolenia na pobór wód podziemnych studniami ujęcia Ostropa, Częstochowa 2005.
8. PWiK w Gliwicach: Raporty z pracy ujęcia wód podziemnych z utworów czwartorzędowych Ostropa za lata 2000-2007, Częstochowa 2000-2007.
9. Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Gliwicach: Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia obszaru ochronnego zbiornika wód podziemnych Gliwice (GZWP Nr 330), Warszawa 2005.
10. Richling A., Ostaszewska K.: Geografia fizyczna Polski, Warszawa 2006.
11. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5 listopada 1991 r. w sprawie zasad ustanawiania stref ochronnych źródeł i ujęć wody.

Recenzent: Doc. Ing. Arnošt Grmela, CSc., prof. ATH