

ANALIZA RYZYKA DLA OBSZARU SPŁYWU WÓD PODZIEMNYCH DO UJĘCIA ŁAZY BŁĘDOWSKIE GPW S.A. W KATOWICACH I JEJ OGRANICZENIA

RISK ASSESSMENT FOR THE CATCHMENT ZONE OF THE ŁAZY BŁĘDOWSKIE GPW S.A. GROUNDWATER INTAKE IN KATOWICE AND ITS LIMITATIONS

KRYSZTYN RUBIN¹, HANNA RUBIN¹, JACEK RÓŻKOWSKI¹, KINGA ŚLÓSARCZYK¹, ADAM FLASZA²

Abstrakt. W artykule przedstawiono procedurę analizy ryzyka dla obszaru spływu wód podziemnych do ujęcia Łazy Błędowskie, zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne, obejmującą ocenę zagrożeń zdrowotnych z uwzględnieniem czynników negatywnie wpływających na jakość ujmowanej wody, przeprowadzoną na podstawie analiz hydrogeologicznych oraz dokumentacji hydrogeologicznej, analizy identyfikacji źródeł zagrożenia wynikających ze sposobu zagospodarowania terenu, a także wyników badania jakości ujmowanej wody. Zasygnalizowano także niektóre ograniczenia analizy ryzyka, warunkowane specyfiką lokalnych warunków hydrogeologicznych, hydrogeochemicznych, sozologicznych (konieczność ustanawiania strefy prewencyjno-sanitarnej wokół studni 8bis), a także planowanym zaprzestaniem aktywności górnictwa rud Zn-Pb w rejonie olkuskim (zmiany warunków hydrodynamicznych i hydrogeochemicznych w rejonie ujęcia).

Słowa kluczowe: analiza ryzyka, zagrożenie zdrowotne, ujęcie wód podziemnych Łazy Błędowskie.

Abstract. The paper presents the procedure of risk assessment for the catchment zone of the Łazy Błędowskie groundwater intake, performed in accordance with the Water Law Act. Identification and analysis of contamination sources resulting from the land use patterns, as well as water qualitative research and health risk assessment with a view to factors negatively affecting the water quality, were carried out based on the hydrogeological report and analyses. The limitation on risk assessment, constrained by specific local hydrogeological, hydrogeochemical and environmental conditions, was indicated, including the need to establish the sanitary protection zone for the 8bis well. The planned cessation of the activities of Zn-Pb ores mining in the Olkusz area and associated changes in hydrogeochemical and hydrodynamic conditions within the area of the Łazy Błędowskie groundwater intake were taken into account as well.

Key words: risk assessment, health risks, Łazy Błędowskie groundwater intake.

CHARAKTERYSTYKA UJĘCIA I OBSZARU BADAŃ

Ujęcie Łazy Błędowskie składa się z dwóch czynnych studni eksploatujących wody połączonego poziomu wapienia muszlowego i retu: 1bis (z 1974 r.) o głębokości 210 m oraz 8bis (z 1979 r.) o głębokości 181 m. Zatwierdzone w 2014 r. zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 600 m³/h (14 400 m³/d). Podstawową rolę odgrywa studnia 8bis, a pobór wód ze studni 1bis służy do uzupełniania zbiorników wody. Sumaryczny pobór wody z ujęcia w 2017 r. wyniósł

2 436 780 m³ (średnio 6 676 m³/d), w tym ok. 98% poboru pochodziło z eksploatacji studni 8bis.

Ujęcie Łazy Błędowskie jest zlokalizowane w obszarze monokliny śląsko-krakowskiej, w zasięgu GZWP (Główne Zbiorniki Wód Podziemnych) nr 454 Olkusz–Zawiercie, związanego z kompleksem wodonośnym utworów serii węglanowej triasu, przykrytego w części centralnej i wschodniej słabo przepuszczalnymi utworami triasu górnego. W nadkładzie występuje piętro wodonośne czwartorzędu związane z utworami piaszczystymi. Miąższość kompleksu serii węglanowej

¹ Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; e-mail: krystyn.rubin@us.edu.pl, hanna.rubin@us.edu.pl, jacek.rozkowski@us.edu.pl, kslosarczyk@us.edu.pl.

² Górnośląskie Przedsiębiorstwo Wodociągów S.A., ul. Wojewódzka 19, 40-026 Katowice; e-mail: a.flasza@gpw.katowice.pl.

triasu w studniach ujęcia wynosi 132–155 m. Wartości współczynników filtracji dla studni ujęcia wynoszą $1,60 \times 10^{-5}$ – $1,55 \times 10^{-4}$ m/s. Zasilanie odbywa się bezpośrednio przez infiltrację opadów atmosferycznych w obszarze wychodni lub pośrednio w strefach przykrycia utworów węglanowych triasu przez utwory czwartorzędowe lub dopływ wód z innych pięter wodonośnych w strefach kontaktów hydraulicznych. Ujęcie Łazy Błędowskie jest położone w zasięgu leja depresji kopalni rud Zn-Pb „Pomorzany” (Witkowski i in., 2014). Aktualnie wyodrębniają się dwa oddzielne obszary spływu wód do studni 1bis oraz 8bis.

Czasy przesączania z powierzchni terenu do kompleksu wodonośnego serii węglanowej triasu, obliczone według formuły Witczaka i Żurek (1994) w zasięgu obszarów spływu wód do czynnych studni ujęcia, są zmienne i wahają się od kilku lat (w zachodniej części obszaru spływu, poza zasięgiem ilastych utworów kajpru) do ponad 500 lat na wschód od ujęcia, natomiast dla studni 1bis i 8bis wynoszą odpowiednio 489 i 364 lata.

Na podstawie obliczonych wartości czasów pionowego przesączania (t_a) w obszarach spływu wód do studni 1bis i 8bis ujęcia Łazy Błędowskie ograniczonych izochroną lateralnego dopływu 25 lat, dokonano oceny podatności kompleksu wodonośnego serii węglanowej triasu na przenikanie zanieczyszczeń z powierzchni terenu, wydzielając dwa obszary: o średniej podatności (t_a 5–25 lat) oraz o małej i bardzo małej podatności (t_a powyżej 25 lat) – w zasięgu występowania ilastych utworów triasu górnego (fig. 1).

Zgodnie z obowiązującymi Miejscowymi Planami Zagospodarowania Przestrzennego (MPZP) w obszarze spływu wód do studni 1bis obszary leśne zajmują ok. 44% powierzchni, użytkowanych rolniczo jest ok. 32%, obszary planowanej działalności produkcyjnej i usługowej zajmują 12%, a zurbanizowane ok. 10%. W obszarze spływu wód do studni 8bis użytki rolne oraz tereny leśne zajmują odpowiednio ok. 35 i 32% powierzchni, obszary zurbanizowane ok. 15, a obszary przeznaczone pod działalność produkcyjną i przemysłową ok. 9%.

Analiza ukształtowania powierzchni terenu wokół ujęcia pokazuje, że studnia 8bis jest położona w niewielkiej dolinie Strumienia Błędowskiego, będącego dopływem Białej Przemyszy. Rzędna położenia studni wynosi 317,4 m n.p.m. i jest niższa o 93,5 m od rzędnej wzgórza Lipowa Górka (410,9 m n.p.m.), położonego ok. 1500 m na N od studni. Na załączniku graficznym do Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego gminy Łazy (Uchwała, 2016), obszar najbliższego otoczenia studni 8bis jest oznaczony jako „tereny pośrednio zagrożone powodzią”. Należy więc wnioskować, że w przypadku zalania terenu (wezbranie wód przepływających w pobliżu potoków, intensywne opady deszczu) spływ powierzchniowy miałby kierunek do studni 8bis. Możliwość zalania eksploatowanej studni 8bis jak też nieczynnej studni

8, położonej w odległości 30 m od studni 8bis, powinno być rozpatrywane jako element zagrożenia zanieczyszczeniem eksploatowanych wód. Dlatego obszar spływu powierzchniowego do studni 8bis należy potraktować jako potencjalne wielkoobszarowe ognisko zanieczyszczeń (fig. 1), gdzie powinny być lokalizowane przedsięwzięcia mogące znacząco oddziaływać na środowisko.

ANALIZA I OCENA RYZYKA W STREFIE SPŁYWU DO STUDNI 1bis I 8bis UJĘCIA ŁAZY BŁĘDOWSKIE

Konieczność przeprowadzenia analizy ryzyka dla ujęć wód podziemnych wynika z wymogów zawartych w Ustawie z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (Ustawa, 2017) oraz Normy Europejskiej PN-EN 15975-2:2013-12 „Bezpieczeństwo zaopatrzenia w wodę do spożycia”. W artykule przedstawiono procedurę tej analizy oraz schemat przeprowadzania oceny ryzyka na przykładzie zagrożeń występujących w zasięgu obszaru spływu wód podziemnych do ujęcia Łazy Błędowskie.

Istotnymi elementami procesu zarządzania ryzykiem są: 1) ustalenie listy zidentyfikowanych zagrożeń, 2) ocena prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń niebezpiecznych i wynikających stąd wielkości zagrożeń. Następnie należy dokonać analizy każdego z poszczególnych rodzajów ryzyka w celu ustalenia priorytetów ich likwidacji lub ograniczenia.

Przy klasyfikacji ryzyka i ustalaniu priorytetów poszczególnych rodzajów ryzyka norma rekomenduje stosowanie matrycy oceny ryzyka. Matryca ryzyka przedstawia zależność prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia od jego skutków, a ryzyko wylicza się według formuły (Rak, Tchórzewska-Cieślak, 2006):

$$R = P \times C \times V$$

gdzie:

P – prawdopodobieństwo zajścia zdarzeń niepożądanych;

C – konsekwencje – straty względne związane z danym prawdopodobieństwem;

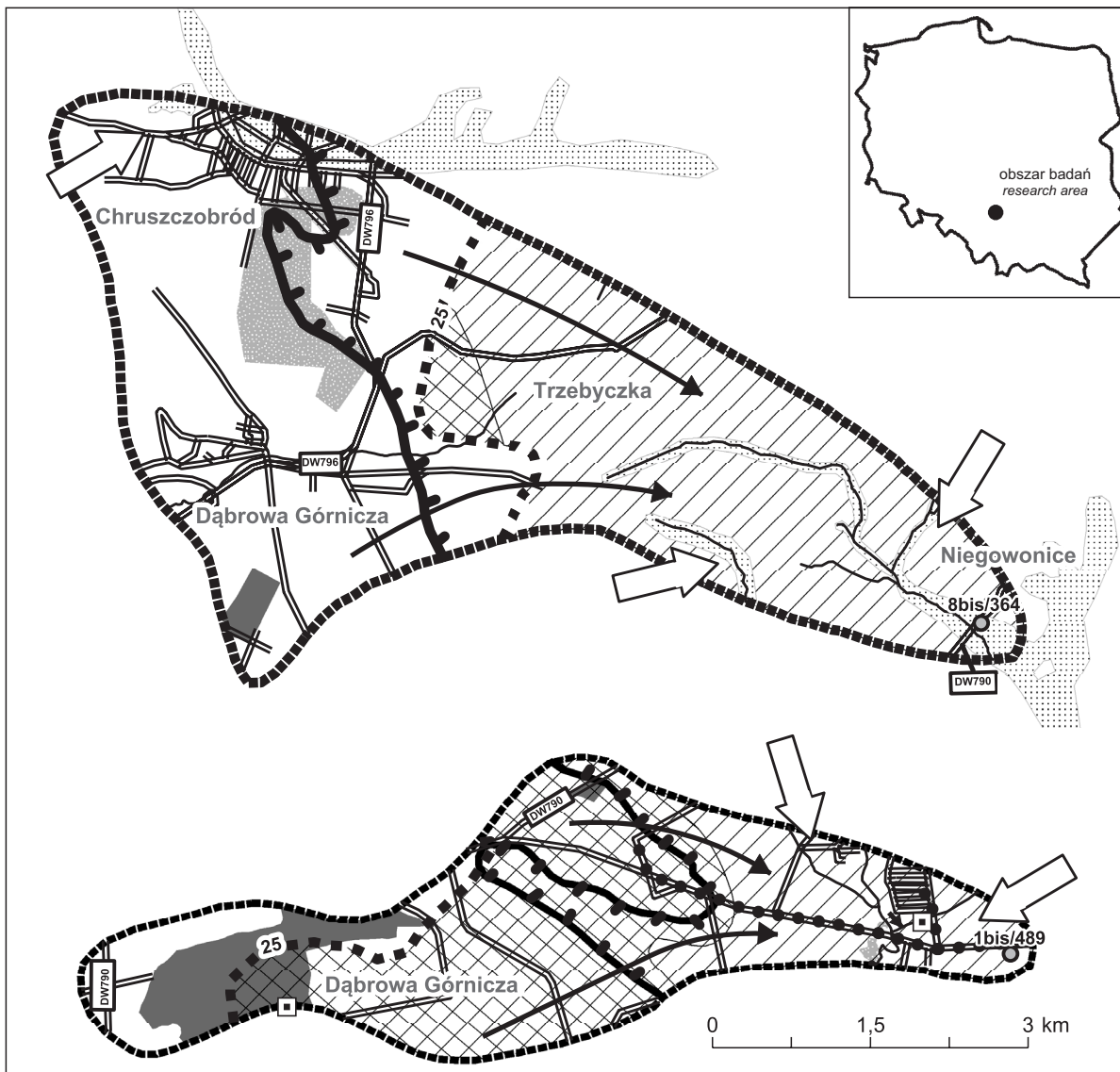
V – podatność na zagrożenie.



















Na podstawie wartości R można sklasyfikować ryzyko jako: akceptowalne $R < 20$, kontrolowane $R = 20$ – 50 , nieakceptowalne $R > 50$ (Tchórzewska-Cieślak, 2017).

Analizę ryzyka dla obszaru spływu wód podziemnych do ujęcia Łazy Błędowskie przeprowadzono według metody trójparametrycznej z modyfikacją Witczaka i in. (2018), gdzie do obliczenia wartości ryzyka R zamiast podatności na zagrożenie V zastosowano czas dopływu wody od ogniska zanieczyszczenia do ujęcia $V(1)$. Kategoryzację parametrów P , C , $V(1)$ dobrano zgodnie z propozycjami Tchórzewskiej-Cieślak (2017) i Witczaka i in. (2018).

Fig. 1. Szkic sytuacyjny z uwzględnieniem obiektów potencjalnego zanieczyszczenia wód podziemnych objętych analizą ryzyka na obszarach spływu wód do studni 1bis i 8bis

The location plan with potential pollution sources for groundwater covered by risk assessment in the capture zones of the 1bis and 8 bis wells



- | | | | | | |
|---|--|---|---|---|--|
|  | tereny działalności produkcyjnej i usługowej, infrastruktury technicznej
<i>areas of industrial production, service industry and technical infrastructure</i> |  | numery dróg wojewódzkich
<i>provincial road number</i> |  | oczyszczalnie ścieków
<i>wastewater treatment plants</i> |
|  | tereny upraw rolnych
<i>agricultural areas</i> |  | izochrona lateralnego przepływu wód dla studni ujęcia [lata]
<i>isochrone of lateral groundwater flow to the wells [years]</i> |  | zrzut ścieków
<i>wastewater discharge</i> |
|  | granica obszarów spływu wód do studni
<i>boundary of area of groundwater flow to the wells</i> |  | zasięg nieprzepuszczalnych utworów triasu górnego
<i>range of Upper Triassic impermeable rocks</i> |  | obszary pośrednio zagrożone powodzią wg MPZP
<i>intermediate flood risk areas according to MPZP</i> |
|  | kanalizacja sanitarna
<i>sanitary sewer system</i> |  | eksploatowana studnia ujęcia Łazy Błędowskie
<i>active well of the Łazy Błędowskie intake</i> | Obszar, w którym oszacowany czas przesączania z powierzchni terenu do kompleksu wodonośnego serii węglanowej triasu wynosi:
<i>Area in which the estimated seepage time from the surface to Triassic carbonate aquifer is:</i> | |
|  | rzeki
<i>rivers</i> |  | numer studni / czas pionowego przesączania [lata]
<i>well number / time of the vertical seepage [years]</i> |  | 5–25 lat
<i>5–25 years</i> |
|  | kierunek przepływu wód podziemnych serii węglanowej triasu
<i>groundwater flow direction in Triassic carbonate aquifer</i> |  | kierunek nachylenia powierzchni terenu
<i>slope orientation</i> |  | > 25 lat
<i>> 25 years</i> |
|  | drogi
<i>routes</i> | | | | |

IDENTYFIKACJA ZAGROZEŃ I ZDARZEŃ NIEBEZPIECZNYCH W STREFIE SPŁYWU WÓD PODZIEMNYCH DO STUDNI 1bis I 8bis

Identyfikację zagrożeń w obszarze spływu wód do studni 1bis i 8bis przeprowadzono na podstawie zebranych informacji: w dokumentacjach i ekspertyzach archiwalnych dla ujęcia i rejonu badań (w tym: hydrogeologicznych, hydrogeochemicznych i izotopowych), w sprawozdaniach z badań wyników Lokalnego Monitoringu Wód Podziemnych uzyskanych z WIOŚ, zawartych w MPZP, zebranych m.in. w urzędach miejskich i gminnych, nadleśnictwach, przedsiębiorstwach wodociągów i kanalizacji i in. Za podstawę przeprowadzonej weryfikacji i identyfikacji zagrożeń przyjęto wyniki szczegółowego kartowania sozologicznego przeprowadzonego w lipcu 2018 (Rubin i in., 2018) (fig. 1; tab. 1).

ANALIZA I OCENA RYZYKA W STREFIE SPŁYWU WÓD PODZIEMNYCH DO STUDNI 1bis I 8bis

Analiza ryzyka obejmowała zidentyfikowane czynniki mogące powodować zanieczyszczenie ujmowanych wód, dla których można było oszacować wielkości ładunków wprowadzanych w obszarze spływu wód do ujęcia. Dotkliwość następstw wprowadzenia do ujmowanych wód podziemnych ładunku danego czynnika ustalono na podstawie prognozowanego wzrostu jego zawartości w wodach studni, stosując uproszczone rozwiązania analityczne. Są to prognozy przybliżone, co wynika z wykorzystania do obliczeń szacowanych wartości nie tylko ładunków, ale także wartości parametrów hydrogeologicznych. Nie uwzględniono w obliczeniach wielu procesów mogących zmienić możliwość migracji danego składnika, np. utleniania, redukcji, sorpcji itp. Takie uproszczone podejście umożliwia jednak zachowanie znacznego marginesu bezpieczeństwa do oceny ryzyka sporządzonej na tej podstawie. W przypadku, gdy ocena wykorzystująca uproszczone rozwiązania analityczne wskaże na ryzyko nieakceptowalne, zasadne byłoby zastosowanie bar-

dziej zaawansowanych metod opierających się o modelowanie matematyczne, o ile są dostępne dane.

Dla większości rozpoznanych czynników mogących powodować zanieczyszczenie wód ujęcia Łazy Błędowskie ryzyko oceniono jako „akceptowalne”. Dla wybranych czynników przedstawiono przebieg wykonanej analizy ryzyka i jego oceny.

Ocena ryzyka dla stosowania nawozów sztucznych na obszarach upraw rolnych (studnia 1bis i 8bis)

Obliczenie wartości R dla jonów: NH_4 , PO_4 , K, SO_4

Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia P – przyjęto: „mało prawdopodobne” – wartość parametru $P = 2$

Dotkliwość następstw zagrożenia C – wg schematu ustalenia wartości parametru C – przyjęto: „nieistotna” – wartość parametru $C = 1$.

Podatność na zanieczyszczenie $V(1)$ – czas dopływu wody od ogniska zanieczyszczenia do ujęcia (pionowy i poziomy): 1bis i 8bis > 25 lat, przyjęto: „bardzo mała” – wartość parametru $V(1) = 1$

$R = 2 \times 1 \times 1 = 2$ $R < 20$ – ryzyko akceptowalne

Schemat ustalenia wartości parametru C
dla jonów: NH_4 , PO_4 , K i SO_4

Analiza ryzyka dotyczyła terenów zagospodarowanych rolniczo w obszarze spływu do studni 1bis o powierzchni 0,04 km², a do studni 8bis – 1,5 km² (fig. 1). Na podstawie wywiadu terenowego przyjęto, że najczęściej stosowanym nawozem jest Polifoska 8. Nawóz w swym składzie zawiera 8% azotu w formie amonowej, 45% pięciotlenku fosforu (P_2O_5), 24% tlenku potasu (K_2O) i 9% trójtlenku siarki SO_3 . Z braku szczegółowych informacji przyjęto, że nawóz stosowany jest zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi w ilości ok. 100 kg na hektar upraw, a więc do obliczeń przyjęto 400 kg

Tabela 1

Antropogeniczne ogniska zanieczyszczeń i zidentyfikowane czynniki mogące powodować zanieczyszczenie wód podziemnych na obszarze spływu wód do studni

Anthropogenic sources of contamination and identified factors
involved in groundwater pollution in the capture zones of the 1bis and 8bis wells

Ognisko zanieczyszczeń	Działalność Czynnik mogący powodować zanieczyszczenie wód
1. Obszary upraw rolnych (studnie 1bis i 8bis)	nawożenie nawozami sztucznymi związki: azotu, fosforu, potasu, siarki
2. Obszary przemysłowe w Dąbrowie Górniczej – koksownia „Przyjaźń” i składowisko – spalarnia SARPI – FINAL (tłocznia profili aluminiowych) – HOBAS (produkcja systemów rurowych) (studnia 1bis)	działalność produkcyjna, <u>unieszkodliwianie odpadów</u> zanieczyszczenia stwierdzone w badaniach LMWP: związki azotu, siarczany, ołów, kadm, rtęć, cyjanki, benzen
3. Drogi (utrzymanie przejezdności w okresie zimowym) (studnie 1bis i 8bis)	<u>stosowanie soli drogowej</u> Cl
4. Oczyszczalnie i zrzuty ścieków komunalnych (studnia 1bis)	<u>zrzuty ścieków komunalnych</u> BZT ₅ i CHZT

Polifoski (obszar spływu do 1bis) i 15 000 kg Polifoski (obszar spływu do 8bis). Z uwagi na fakt, że rośliny zużywają tylko część składników zasilających, z użytego nawozu do gleby przedostaje się ok. 50% azotu, 65% fosforu i 40% potasu, w przeliczeniu na czysty składnik daje to odpowiednio (w kg) dla: NH_4 – 20 i 600, P_2O_5 – 120 i 4400, K_2O – 40 i 1500, SO_4 – 24 i 700. Znając powierzchnię upraw, miąższość warstwy wodonośnej oraz parametry hydrogeologiczne skał zbiornikowych (przyjęto porowatość aktywną 5%), oszacowano objętość wody znajdującej się w warstwie wodonośnej pod obszarem upraw rolnych, do której może przedostać się oszacowany ładunek składników nawozu. Pozwala to ocenić wielkość maksymalnego stężenia analizowanych jonów. Według powyższych szacunków możliwy byłby maksymalny wzrost stężeń w wodach studni 1bis (w mg/dm^3): NH_4 o 0,07 do poziomu 0,15; PO_4 o 0,42 do poziomu 0,46; K o 0,14 do poziomu 2,7; SO_4 o 0,10 do poziomu 214; wzrost stężeń w wodach studni 8bis (w mg/dm^3): NH_4 o 0,08 do poziomu 0,12; PO_4 o 0,59 do poziomu 0,65; K o 0,20 do poziomu 2,22; SO_4 o 0,10 do poziomu 118. Wobec powyższego przyjęto dotkliwość „nieistotną”.

Ocena ryzyka dla obszarów przemysłowych w Dąbrowie Górniczej (studnia 1bis)

Obliczenie wartości R dla benzenu

Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia P – przyjęto: „umiarkowanie prawdopodobne” – wartość parametru $P = 4$

Dotkliwość następstw zagrożenia C – (wg schematu ustalenia wartości parametru C) – przyjęto: „umiarkowana” – wartość parametru $C = 3$

Podatność na zanieczyszczenie $V(1)$ – czas dopływu wody od ogniska zanieczyszczenia do studni (pionowy i poziomy), ale o krótkim czasie przepływu pionowego; obliczono dla studni 1bis 5–25 lat, przyjęto: „mała” – wartość parametru $V(1) = 2$

$R = 4 \times 3 \times 2 = 24$ $R = 20\text{--}50$ – ryzyko kontrolowane

Schemat ustalenia wartości parametru C dla benzenu

Dla rejonu, gdzie w wynikach LMWP stwierdzano podwyższone stężenia benzenu, oszacowano objętość wód porowych w warstwie wodonośnej na $87\,500\text{ m}^3$ [powierzchnia obszaru (3500 m^2) \times średnia miąższość warstwy wodonośnej w tym rejonie (50 m) \times porowatość aktywna (5%)]. Średnie stężenie benzenu wynosiło $0,03\text{ mg}/\text{dm}^3$. Na podstawie istniejącego modelu hydrodynamicznego dla GZWP nr 454 Olkusz–Zawiercie ustalono przybliżoną objętość strumienia wód dopływających z tego rejonu do studni 1bis, którą określono na $22\,750\,000\text{ m}^3$. Pozwoliło to oszacować możliwość wzrostu wartości średniego stężenia benzenu w wodach studni 1bis o $0,12\text{ }\mu\text{g}/\text{dm}^3$, do poziomu $0,15\text{ }\mu\text{g}/\text{dm}^3$ (NDS – $1\text{ }\mu\text{g}/\text{dm}^3$); (oszacowany czas przepływu pionowego i po-

ziomego = 30 lat, przyjęty współczynnik opóźnienia migracji benzenu = 1). Ze względu na toksyczność tego składnika przyjęto dotkliwość „umiarkowaną”.

WYBRANE OGRANICZENIA ANALIZY RYZYKA DLA OBSZARU SPŁYWU WÓD PODZIEMNYCH DO UJĘCIA ŁAZY BŁĘDOWSKIE

W analizie i ocenie ryzyka dla obszaru spływu wód podziemnych do ujęcia Łazy Błędowskie poza czynnikami związanymi z podatnością wód podziemnych na zanieczyszczenie i ogniskami zanieczyszczeń, należy uwzględnić m.in. czynniki geogeniczne i prognostyczne, związane ze zmianami w zagospodarowaniu terenu, co przedstawiono poniżej.

1. Wpływ dynamiki procesów hydrogeochemicznych w warunkach wahań zwierciadła wód podziemnych, związanych z odwodnieniem obszarów górnictwa rud Zn-Pb i eksploatacją ujęć wód podziemnych, których efektem będzie wzrost stężeń w wodach: Ca, Mg, twardości ogólnej, SO_4 , Fe, Mn, a także mikroskładników: Cd, As, Zn, występujących jako domieszki w siarczках albo jako składniki zaabsorbowane na produktach wietrzenia typu wodorotlenki i tlenowodorotlenki Fe.
2. Zmiana warunków hydrodynamicznych wskutek zaprzestania eksploatacji kopalni rud Zn-Pb „Pomorzany” i zmiany wydajności ujęć wód podziemnych, objawiające się zmianą poziomu wód podziemnych, spowodują zmianę obszarów spływu wód do studni ujęcia Łazy Błędowskie, co może doprowadzić do oceny, że ryzyko jest nieakceptowane i wręcz wymusić okresowe zamknięcie ujęcia. Taki stan dokumentują wyniki badań modelowania hydrodynamicznego (Rubin i in., 2016).
3. Analiza ryzyka musi być rozszerzona w przypadku zmian zagospodarowania terenu w bezpośrednim sąsiedztwie eksploatowanych studni, a zwłaszcza studni 8bis – podstawowej dla ujęcia Łazy Błędowskie. Obszar ten powinien być traktowany jako strefa prewencyjno-sanitarna dla zabezpieczenia właściwej jakości ujmowanej wody, co jest stosowane w wielu krajach Unii Europejskiej. Zagrożeniem może być projektowana lokalizacja fermi drobiu, przylegającej do terenu ochrony bezpośredniej studni 8bis. Z takim przedsięwzięciem związane są ścieki przemysłowe zagrażające jakości wód podziemnych (PEW , NO_3 , NO_2 , NH_4 , PO_4 , K, mikroskładniki: Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Pb, zagrożenie bakteriologiczne). Według danych literaturowych (Stuper-SzaBLEwska i in., 2018) typowymi mikroorganizmami występującymi przy produkcji brojlerów są gronkowce obserwowane zarówno na fermie, jak i w jej otoczeniu, wraz z wiatrem mogą być przenoszone na odległość co najmniej 500 m. W razie realizacji tego przedsięwzięcia potencjalne zagrożenie może wynikać z możliwości przedostawania się patogenów do strefy przyotworowej studni 8bis (eksploatowanej) i 8 (nieczynnej), co może skutkować zanieczyszczeniem patogenami ujmowanych wód.

WNIOSKI

1. Analizę ryzyka dla obszarów spływu wód studni 1bis oraz 8bis przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN 15975-2:2013-12. Zidentyfikowano czynniki mogące powodować zanieczyszczenie ujmowanych wód i przeprowadzono analizę ryzyka R metodą trójparametryczną, a następnie jego ocenę przez zaklasyfikowanie do jednej z grup: „akceptowalne”, „kontrolowane” i „nieakceptowalne”.
2. Analiza ryzyka wykazała, że ryzyko dla zidentyfikowanych czynników mogących powodować zanieczyszczenie ujmowanych wód może być „akceptowalne” (czynniki zidentyfikowane dla: obszarów upraw rolnych, drogi, zrzuty ścieków komunalnych) i nie będą one miały wpływu na jakość wód podziemnych eksploatowanych przez te studnie. Dla studni 1bis może być także „kontrolowane” (czynniki związane z obszarami przemysłowymi w Dąbrowie Górniczej).
3. W analizie i ocenie ryzyka należy uwzględnić wpływ dynamiki procesów hydrogeochemicznych w warunkach wahań zwierciadła wód podziemnych, których efektem będzie wzrost stężeń w wodach: Ca, Mg, twardości ogólnej, SO₄, Fe, Mn, a także możliwe, że i mikroskładników o działaniu toksycznym, jak Cd i As.
4. W sytuacji zaprzestania eksploatacji kopalni Zn-Pb „Pomorzany” ryzyko może się okazać „nieakceptowane”, co wręcz wymusi okresowe zamknięcie ujęcia Łazy Będowskie.
5. Analiza ryzyka musi być rozszerzona w przypadku zmian zagospodarowania w bezpośrednim sąsiedztwie eksploatowanych studni. Obszar ten powinien być traktowany jako strefa prewencyjno-sanitarna dla zabezpieczenia właściwej jakości ujmowanej wody. Takim zagrożeniem może być projektowana lokalizacja fermy drobiu przylegającej do terenu ochrony bezpośredniej studni 8bis – podstawowej dla ujęcia Łazy Będowskie.

LITERATURA

- NORMA PN-EN 15975-2:2013-12 – Bezpieczeństwo zaopatrzenia w wodę do spożycia. Wytyczne dotyczące zarządzania kryzysowego i ryzyka. Część 2: Zarządzanie ryzykiem.
- RAK J., TCHÓRZEWSKA-CIEŚLAK B., 2006 – Review of matrix methods for risk assessment in water supply system. *J. KONBiN*, 1: 97–75.
- RUBIN H. i in., 2016 – Perspektywy eksploatacji wód podziemnych ujęciem Łazy Będowskie w związku z planowaną likwidacją kopalni rud Zn-Pb Pomorzany oraz wpływem zanieczyszczeń z obszarów przemysłowych z terenu Dąbrowy Górniczej. Arch. Katedr. Hydrogeol. i Geol. Inż. UŚ, Sosnowiec.
- RUBIN H., RUBIN K., ŚLÓSARCZYK K., FLASZA A., 2018 – Analiza ryzyka dla ujęcia wód podziemnych Łazy Będowskie Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów S.A. w Katowicach. Arch. Katedr. Hydrogeol. i Geol. Inż. UŚ, Sosnowiec.
- STUPER-SZABLEWSKA K., SZABLEWSKI T., NOWACZEWSKI S., GORNOWICZ E., 2018 – Zagrożenia chemiczne i mikrobiologiczne związane z hodowlą drobiu. *Medycyna Środowiskowa – Environmental Medicine*, 21, 4: 53–63.
- TCHÓRZEWSKA-CIEŚLAK B., 2017 – Zarządzanie bezpieczeństwem dostaw wody. *J. KONBiN*, 41: 171–188.
- UCHWAŁA Rady Miejskiej w Łazach Nr XX/179/16 z dnia 14 września 2016 r. w sprawie uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego miasta i gminy Łazy.
- USTAWA z dn. 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne (DzU poz. 1566).
- WITCZAK S., ŻUREK A., 1994 – Wykorzystanie map glebowo-rolniczych w ocenie ochronnej roli gleb dla wód podziemnych. *W: Metodyczne podstawy ochrony wód podziemnych.* (red. A.S. Kleczkowski): 155–180. Wydaw. AGH, Kraków.
- WITCZAK S., KANIA J., KMIECIK E., 2018 – Nowe podejście dotyczące ustanawiania stref ochronnych ujęć wód podziemnych jako elementu planów bezpieczeństwa wody. *W: Bezpieczeństwo zbiorowego zaopatrzenia w wodę na terenach objętych antropopresją.* Monografia (red. G. Malina): 7–18. PZiITS, Częstochowa.
- WITKOWSKI A., RUBIN H., RUBIN K., SOŁTYSIAK M., 2014 – Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych Łazy Będowskie. Arch. Katedr. Hydrogeol. i Geol. Inż. UŚ, Sosnowiec.

SUMMARY

The paper presents the procedure of risk assessment, performed for the catchment zone of the Łazy Będowskie groundwater intake in accordance with the Water Law Act of 20 July 2017 (Ustawa, 2017). The groundwater is abstracted from the Triassic carbonate aquifer MGB Olkusz–Zawiercie. The Łazy Będowskie groundwater intake consists of 2 wells (1bis and 8bis) for which approved groundwater resources are 600 m³/h (14,400 m³/d). The risk assessment was carried out through the identification of hazards and the evaluation of the likelihood of hazardous occurrences and their significance. In the risk assessment for the catchment zone of the Łazy Będowskie groundwater intake, the three-parameter method according to the standard PN-EN 15975-2:2013-12 with a modification proposed by Witczak *et al.* (2018) was applied. It allowed establishing the degree of risk for the identified factors that

may affect the groundwater quality. The risk assessment was performed for: an agricultural area and application of artificial fertilisers, industrial areas in Dąbrowa Górnicza, waste water discharges, and winter road maintenance. For most of the factors, the degree of risk was acceptable ($R < 20$), with the exception of industrial activities in Dąbrowa Górnicza in the case of the 1bis well (the so-called controlled risk, *e.g.* $R = 24$ for benzene). The limitation on risk assessment was indicated, with relation to existing and indentifiable factors. **There are difficulties involved in evaluation of the factors related to predicted regional changes in hydrodynamic conditions caused by stopping drainage of the Zn-Pb “Pomorzany” mine (the contingency of an unacceptable risk and temporary closure of the Łazy Będowskie groundwater intake) as well as the land use type near the 8bis well (the planned poultry farm).**