

**Beniamin WIĘZIK**

Stowarzyszenie Hydrologów Polskich

## **ANALIZA RYZYKA W PROJEKTOWANIU STREF OCHRONNYCH UJEĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH**

### **RISK ANALYSIS IN DESIGNING PROTECTION ZONES OF SURFACE WATER INTAKES**

#### **Abstract**

The protection zone of water intakes is established designed on the basis of a risk analysis, including health risk assessment, taking into account factors adversely affecting the quality of the raw water, carried out on the basis of hydrological documentation, identification of sources of risk, resulting from the land development, as well as on the basis of raw water quality analysis. The risk matrix takes into account the consequences of not being able to get water flow in an amount equal to or below the intact flow (quantitative aspect). Based on the results of physicochemical analyzes, the effects of exceeding the limit values of pollutants concentrations and their origins (qualitative aspect) can also be determined.

**Key words:** discharge, flow, water intakes, catchment, water quality.

## **1. WSTĘP**

Optymalne wykorzystanie zasobów wód powierzchniowych uwarunkowane jest znaczną zmiennością przepływów, która wiąże się bezpośrednio z ochroną ekosystemów wodnych w warunkach zrównoważonego rozwoju oraz jakością ujmowanej wody. Nieodpowiednia jakość wód, kosztowne technologie uzdatniania, skłaniają potencjalnych użytkowników do budowy ujęć w przekrojach położonych, na źródłowych odcinkach cieków, często bez właściwej oceny zasobów dyspozycyjnych i poszanowaniem zasad ochrony środowiska.

Zgodnie z ustawą Prawo wodne z dnia 20 lipca 2017 r. *dla zapewnienia odpowiedniej ilości wód ujmowanych dla użytkowników wymagających wody wysokiej jakości, a także dla ochrony zasobów wodnych, służy ustanawianie stref ochronnych ujęć wody* (art. 120 ust. 1 pkt 1). Strefa ochronna może obejmować wyłącznie teren

ochrony bezpośredniej albo teren ochrony bezpośredniej i teren ochrony pośredniej (art. 120 ust. 1 pkt 1 i 2). *Strefę ochronną ustanawia się na podstawie analizy ryzyka obejmującej ocenę zagrożeń zdrowotnych z uwzględnieniem czynników negatywnie wpływających na jakość ujmowanej wody, przeprowadzoną na podstawie dokumentacji hydrologicznej, identyfikacji źródeł zagrożenia, wynikających ze sposobu zagospodarowania terenu, a także w oparciu o wyniki badania jakości ujmowanej wody* (art. 133 ust. pkt 3). Zadaniem strefy ochronnej jest utrzymanie lub poprawa jakości wód poprzez ustanowienie zakazów, nakazów i ograniczeń na określonym terenie zlewni, położonym powyżej ujęcia wody.

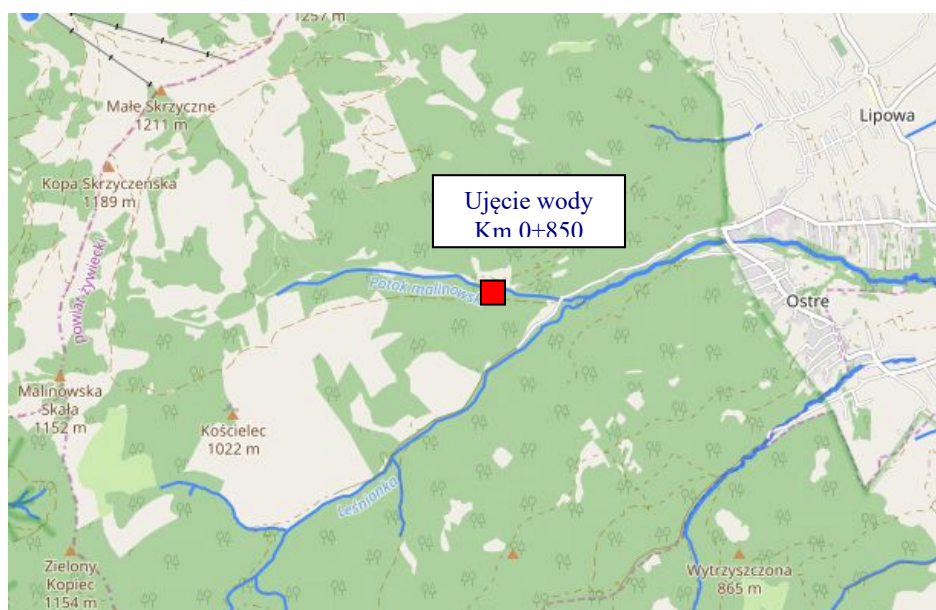
W artykule przedstawiono zakres prac niezbędnych w projektowaniu terenu ochrony pośredniej ujęcia wody dla gminy Lipowa na potoku Malinowskim. W przekroju zlokalizowanym bezpośrednio powyżej ujęcia wody prowadzono przez rok ciągle pomiary stanów wody. W oparciu o pomiary przepływu, które zostały wykonane przy zmieniających się stanach wody, sporządzono aktualną krzywą konsumcyjną i określono hydrogram odpływu ze zlewni potoku Malinowskiego w przekroju ujęcia wody.

W ustalonych terminach (raz w miesiącu) pobierano w przekroju ujęcia próbki wody do analizy fizykochemicznej.

Wyniki badań wykorzystano w analizie ryzyka obejmującej aspekty ilościowe oraz jakościowe wpływające na prawdopodobieństwo pojawienia się zdarzeń dotkliwych.

## 2. UJĘCIE WODY NA POTOKU MALINOWSKIM

Potok Malinowski o długości 4,64 km jest lewobrzeżnym dopływem Leśnianki. Zlewnia położona jest w Karpatach Zachodnich (Kondracki 1976), we wschodniej części Beskidu Śląskiego na stokach Skrzycznego i Malinowskiej Skały. Dorzecze o powierzchni 9,05 km<sup>2</sup> ograniczone jest linią wododziałową (rys. 1) przechodzącą przez najwyższe szczyty górskie w tym regionie: Skrzyczne (1257 m n.p.m.), Małe Skrzyczne (1211 m n.p.m.), Malinowską Skałę (1152 m n.p.m.) i Kościelec (1022 m n.p.m.).



Rys. 1. Lokalizacja ujęcia wody na potoku Malinowskim  
Fig. 1 . Location of the water intake on the Malinowski stream

Podstawowym źródłem zaopatrzenia w wodę mieszkańców gminy Lipowa od roku 2015 jest ujęcie infiltracyjno-poddenne wybudowane w km 0+850 potoku Malinowskiego. Do przekroju ujęcia wody powierzchnia zlewni wynosi 8,41 km<sup>2</sup>.

Zgodnie z pozwoleniem wodnoprawnym gmina Lipowa wykorzystuje zasoby wodne potoku Malinowskiego w ilości  $Q = 0,011 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Pobór wody jest możliwy przy zachowaniu w korycie potoku poniżej ujęcia przepływu nienaruszalnego  $Q_{nn} = 0,052 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  i wymaganego  $Q_w = 0,030 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (z uwagi na pobór wody z potoku Leśnianka przez innego użytkownika posiadającego aktualne pozwolenie wodnoprawne).

### 3. ANALIZA RYZYKA

Ryzyko jest iloczynem prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń niepożądanych i strat ujętych w formie dotkliwości pojawiania się następstw niebezpiecznych (Bezpieczeństwo ... 2016). Straty uzależnione są jednak od wrażliwości systemu zaopatrzenia w wodę w okresie suszy hydrologicznej lub gdy okresowo pojawiają się zanieczyszczenia w ujmowanej wodzie.

Ryzyko występuje na wszystkich etapach gospodarki wodnej, ponieważ nie można w pełni kontrolować lub dokładnie przewidzieć zdarzeń losowych, które mogą pojawić się w przyszłości w systemie zaopatrzenia w wodę.

Najczęściej prawdopodobieństwo i dolegliwość zdarzeń określa się poprzez wskaźniki, które ułatwiają interpretację ryzyka. Tak przyjęta definicja ryzyka opisanego jest wzorem:

$$R = P \cdot S(W) \quad (1)$$

gdzie:

- $P$  – wskaźnik prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń niepożądanych,
- $S$  – wskaźnik związany z wielkością strat,
- $W$  – wrażliwość systemu zaopatrzenia w wodę.

Projektując strefę ochronną ujęcia wody w analizie ryzyka należy uwzględnić:

- ekstremalne zjawiska hydrologiczne jak powodzie, których następstwem jest często znaczna mętność wody i związane z nią zanieczyszczenia, oraz susze hydrologiczne, które mogą ograniczyć, a w skrajnym przypadku uniemożliwić, pobór wody, gdy przepływ w przekroju ujęcia obniży się poniżej przepływu nienaruszalnego,
- incydentalne pojawienie się zanieczyszczeń, których w istniejącym procesie uzdatniania wody nie da się usunąć, a które wymagają korekty procesu oczyszczania lub zastosowania nowych technologii,
- zaobserwowane częste przekroczenia wartości granicznych stężeń zanieczyszczeń, dla określonej klasy czystości wody, spowodowane czynnikami antropogenicznymi.

#### 3.1. Ryzyko ograniczenia i braku możliwości poboru wody

Ryzyko deficytu wody związane jest z możliwością wystąpienia przepływów minimalnych rocznych o określonym prawdopodobieństwie nieosiągnięcia.

Ponieważ w zlewni potoku Malinowskiego nie prowadzono systematycznych pomiarów stanów i przepływów, do obliczenia przepływów minimalnych rocznych o określonym prawdopodobieństwie nieosiągnięcia w przekroju ujęcia wody konieczne było przeniesienie przepływów najniższych rocznych z przekroju wodo-

wskazowego ciekę analoga posiadającego wieloletnie obserwacje hydrologiczne. Po analizie warunków kształtowania się odpływu wybrano potok Żabniczanekę do przekroju wodowskazowego Żabnica z sieci obserwacyjnej IMGW-PIB, którego zlewnia ma podobną budowę geologiczną (flisz karpacki) oraz jest w dużej części zalesiona, jak zlewnia potoku Malinowskiego.

W oparciu o synchroniczne pomiary przepływów wykonane w przekroju ujęcia wody na potoku Malinowskim oraz w przekroju wodowskazowym Żabnica na Żabniczance, określono równanie, które zastosowano do przeniesienia wieloletnich przepływów minimalnych rocznych z przekroju wodowskazowego ciekę analoga do przekroju ujęcia wody.

Równanie regresji przepływów ma postać:

$$Q_M = 0,3431 Q_Z^{0,9123} \quad (2)$$

gdzie:

$Q_M$  – przepływ minimalny roczny w przekroju ujęcia wody na potoku Malinowskim w  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ,

$Q_Z$  – przepływ minimalny roczny w przekroju wodowskazowym Żabnica na Żabniczance w  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Przepływy minimalne roczne o określonym prawdopodobieństwie nieosiągnięcia informują o prognozowanej częstotliwości pojawiania się najniższych przepływów, które w sposób istotny wpływają na eksploatację zasobów wodnych w przekroju ujęcia.

Przepływy minimalne roczne o określonym prawdopodobieństwie nieosiągnięcia obliczono ze wzoru opartego na rozkładzie Fishera-Tippetta:

$$Q_{\min p\%} = \varepsilon + (\Theta - \varepsilon)e^{\lambda \cdot y_p} \quad (3)$$

gdzie:

$Q_{\min p\%}$  – przepływ minimalny roczny o określonym prawdopodobieństwie nieosiągnięcia  $p$  w  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ,

$\varepsilon$  – absolutnie najniższy przepływ w  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ,

$\Theta$  – charakterystyczna niżówka w  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ,

$\lambda$  – parametr modelu,

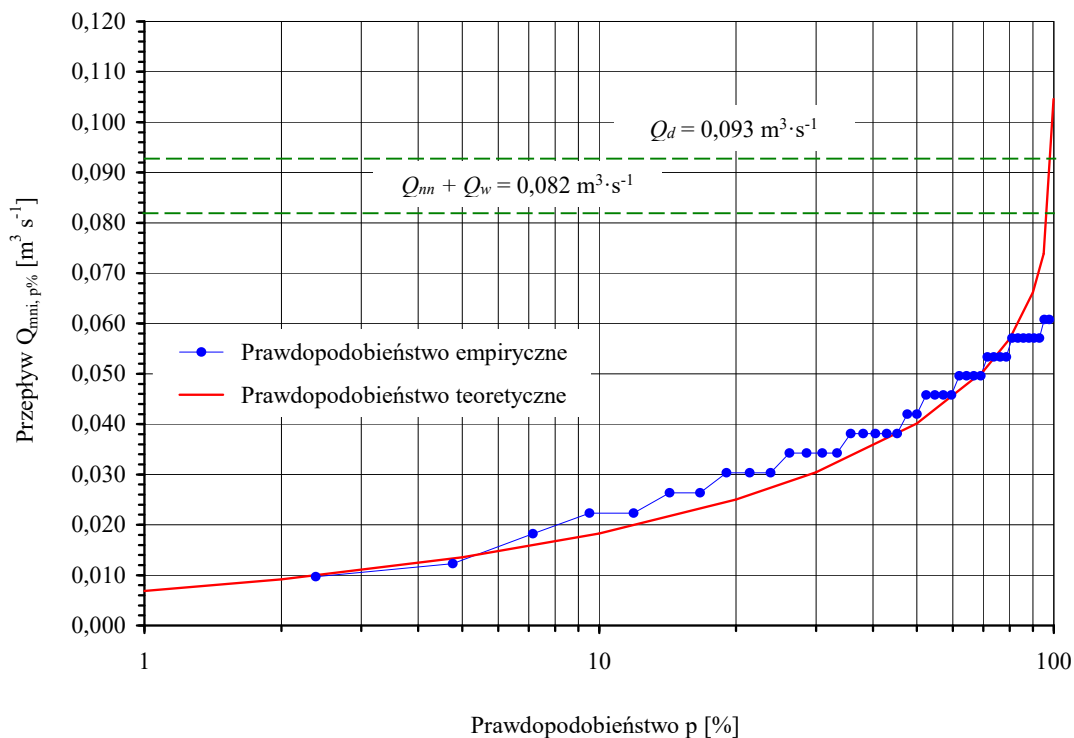
$y_p$  – funkcja zależna od prawdopodobieństwa nieosiągnięcia  $p$ ,  $y_p = \ln[-\ln(1-p)]$ .

Krzywą przepływów minimalnych rocznych o określonym prawdopodobieństwie nieosiągnięcia w przekroju ujęcia wody na potoku Malinowskim pokazano na rys. 2.

Zgodnie z pozwoleniem wodnoprawnym ograniczenie poboru wody dla gminy Lipowa wystąpi, gdy przepływ  $Q$  w przekroju ujęcia będzie niższy od dyspozycyjnego  $Q_d = 0,093 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , natomiast brak takiej możliwości pojawi się jeżeli przepływ będzie niższy od nienaruszalnego i wymaganego  $Q_{nm} + Q_w = 0,082 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Analizując przepływy minimalnych rocznych o określonym prawdopodobieństwie nieosiągnięcia stwierdzono, że taka sytuacja może zdarzyć się praktycznie co roku.

Ryzyka deficytu wody musi jednak w tym przypadku uwzględniać możliwość dostarczenia wody z innego alternatywnego źródła o wyższej gwarancji poboru, z którym połączony jest system zaopatrzenia w wodę gminy Lipowa. W tej sytuacji dolegliwość zdarzenia będzie związana ze zwiększonym kosztem dostarczenia wody mieszkańcom gminy Lipowa.

Alternatywnym rozwiązaniem byłyby budowa zbiornika retencyjnego lub zbiorników zapasowych, w których magazynowana będzie woda na okres deficytowy.



Rys. 2. Krzywa przepływów minimalnych rocznych o określonym prawdopodobieństwie nieosiągnięcia w przekroju ujęcia wody

Fig. 2. Probability of non-exceedance of minimum annual flow at the water intake on the Malinowski stream

### 3.2. Ryzyko przekroczenia dopuszczalnych stężeń zanieczyszczeń w przekroju ujęcia wody

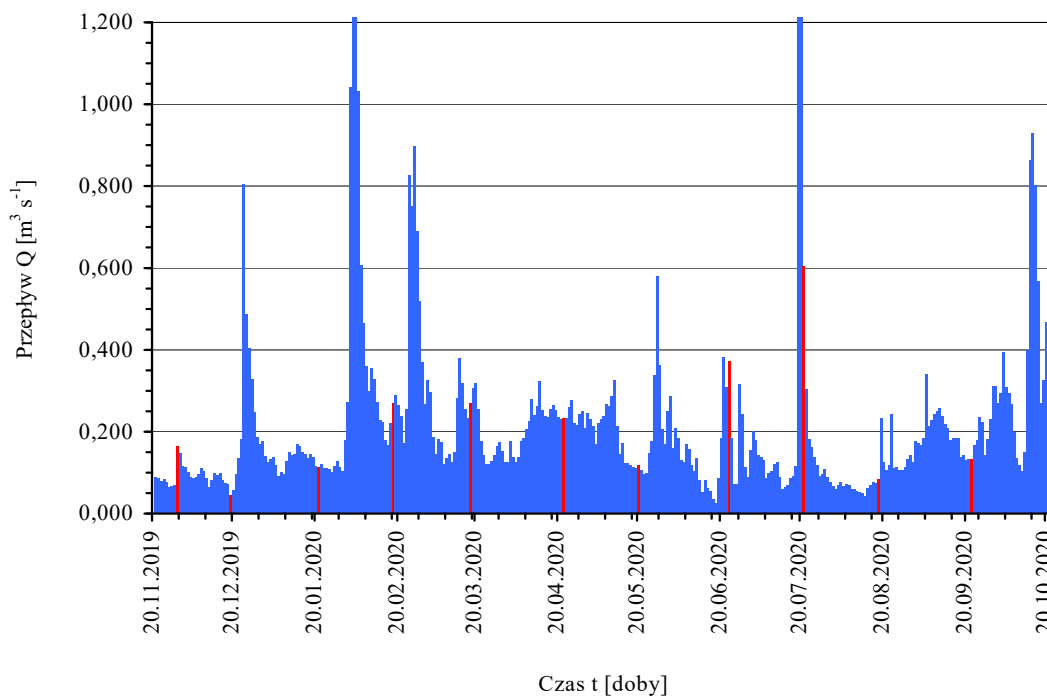
Do oceny ryzyka związanego z potencjalnym zanieczyszczeniem wody, przeanalizowano wyniki badań jakości wody wykonane w roku hydrologicznym 2020. Na rys. 3 pokazano przepływy w terminach poboru próbek wody do analizy fizykochemicznej na tle hydrogramu odpływu ze zlewni potoku Malinowskiego w przekroju ujęcia (zaznaczone kolorem czerwonym).

Wyniki badań wykorzystano do określenia klasy czystości ujmowanej wody, nie są one jednak podstawą do oceny genezy zanieczyszczeń zagrażających zdrowiu. Pojawiające się zanieczyszczenia w przekroju ujęcia nie przekraczały stężeń granicznych wody kategorii A1 (Rozporządzenie ... 2017). Szczegółowo przeanalizowano stężenia siarczanów i żelaza ogólnego w ujmowanej wodzie.

Głównym związkiem siarki występującym w wodzie są jony siarczanowe. W wodach podziemnych pochodzą one ze źródeł naturalnych i są jednymi z najmniej toksycznych anionów. W wodach powierzchniowych ich stężenie może być również związane z działalnością człowieka, intensywnym nawożeniem użytków rolnych (siarczan amonu  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) oraz pestycydami stosowanymi w gospodarce leśnej (siarczan miedzi  $\text{CuSO}_4$ ).

Żelazo występuje powszechnie w utworach geologicznych w postaci tlenków, węglanów i siarczków, z których przenika do wód podziemnych. Wody powierzchniowe rzadko zawierają znaczące ilości żelaza z uwagi na większą dostępność tlenu

w wodach powierzchniowych, który sprawiają, że przeważa w nich trudno rozpuszczalna w wodzie forma  $\text{Fe}^{3+}$ .



Rys. 3. Hydrogram odpływu ze zlewni potoku Malinowskiego w przekroju ujęcia wody  
Fig. 3. The outflow hydrograph of the Malinowski stream at the water intake site

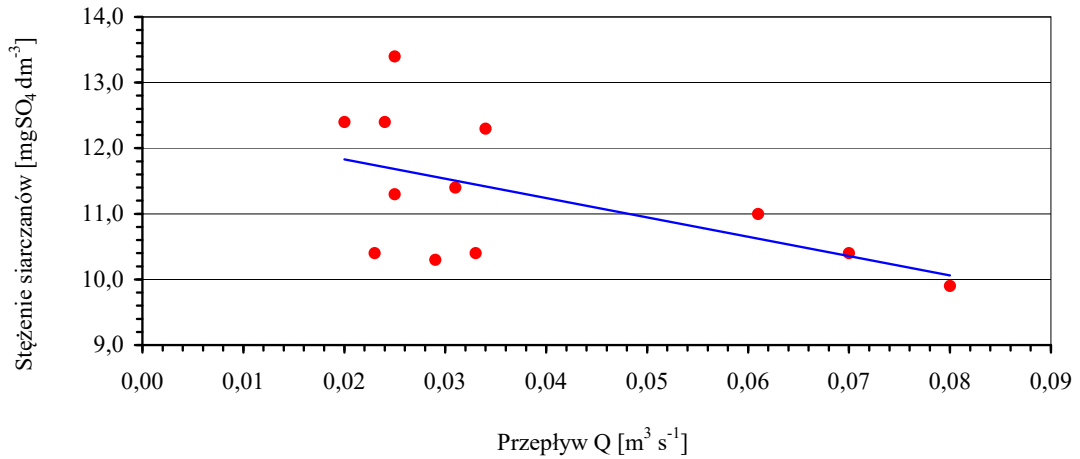
Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, stężenie siarczanów w wodzie kategorii A1 nie może przekraczać  $250 \text{ mgSO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$  natomiast stężenie żelaza w ujmowanej wodzie musi być mniejsze od  $0,2 \text{ mgFe} \cdot \text{dm}^{-3}$ , Woda, która spełnia te wymagania jest nie tylko bezpieczna dla zdrowia, nie stwarza również problemów w procesie uzdatnianiu i jej dystrybucji.

Analizując wyniki badania jakości wody w przekroju ujęcia na potoku Malinowskim w roku hydrologicznym 2020, stwierdzono spodziewaną tendencję zmniejszania się wartości stężenia siarczanów wraz ze wzrostem przepływu (rys. 4). W przypadku żelaza ogólnego ta tendencja jest odwrotna, co mogło sugerować antropogeniczne źródło zanieczyszczenia (rys. 5).

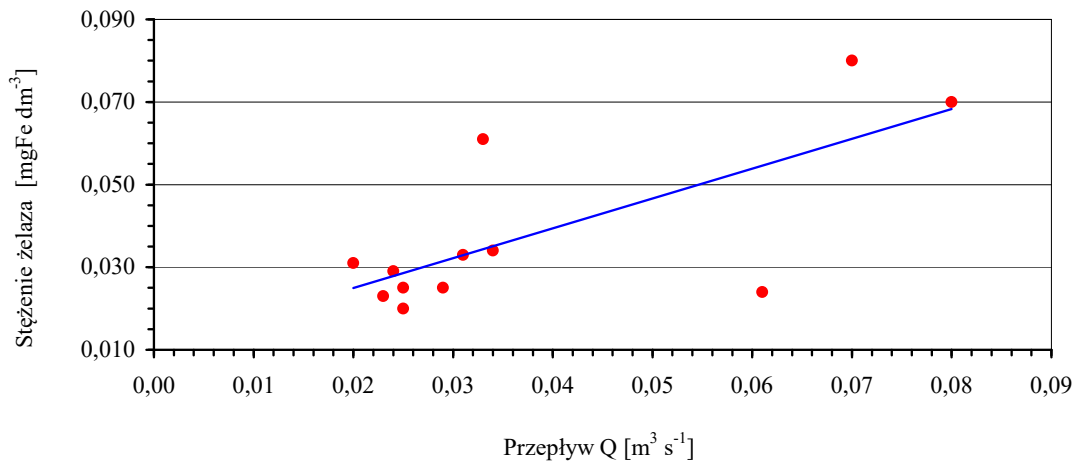
W dorzeczu potoku Malinowskiego przedczwartorzędowe podłoże kredowo-trzeciorzędowe tworzą utwory fliszowe. W Beskidzie Śląskim są to warstwy godulskie płaszczowiny śląskiej. Składają się one z piaskowców, zlepieńców i łupków.

W roku 1840 uruchomiono wielki piec hutniczy i odlewnię żeliwa w Węgierskiej Górze w Beskidzie Żywieckim, która była jedną z największych hut w Galicji. Podstawowym surowcem do produkcji żeliwa była ruda syderytowa zawarta głównie w łupkach, podstawowych utworach geologicznych, jakie występują w Beskidzie Śląskim i Żywieckim. Zatem, pojawiające się wyższe stężenia żelaza w okresie wezbrań w sposób naturalny wymywane są ze zwietrzałych łupków.

Aby upewnić się czy zanieczyszczenia są pochodzenia antropogenicznego należy przeanalizować zależność pomiędzy ładunkiem zanieczyszczeń a przepływem w chwili pobrania próbki wody do analizy fizykochemicznej. Ładunek jest iloczynem stężenia określonego zanieczyszczenia i przepływu w chwili pobrania próbki wody do analizy fizykochemicznej.

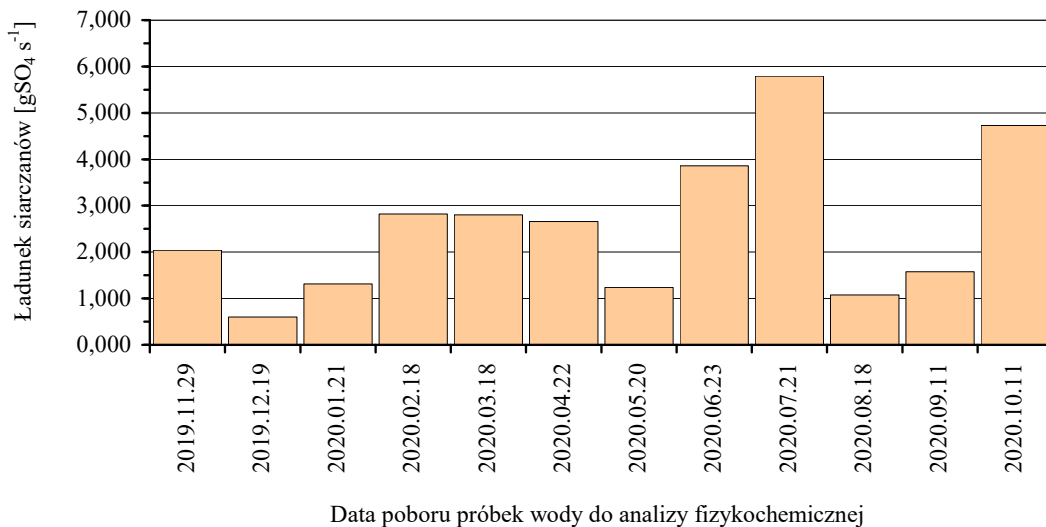


Rys. 4. Stężenie siarczanów w potoku Malinowskim w przekroju ujęcia wody  
 Fig. 4. Concentration of sulfates at the water intake on the Malinowski stream

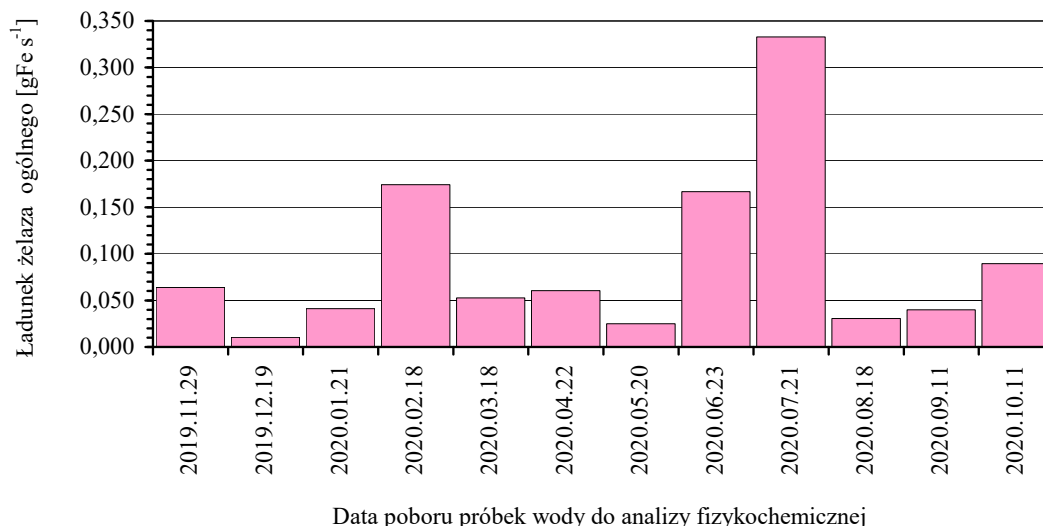


Rys. 5. Stężenie żelaza ogólnego w potoku Malinowskim w przekroju ujęcia wody  
 Fig. 5. Concentration of total iron at the water intake on the Malinowski stream

Na rys. 6 pokazano obliczone ładunki siarczanów, a na rys. 7 ładunki żelaza ogólnego w wodzie pobranej w przekroju ujęcia.



Rys. 6. Ładunek siarczanów w potoku Malinowskim w przekroju ujęcia wody  
 Fig. 6. Sulphate load at the water intake on the Malinowski stream



Rys. 7. Ładunek żelaza ogólnego w potoku Malinowskim w przekroju ujęcia wody  
Fig. 7. Total iron load at the water intake on the Malinowski stream

Istotne znaczenie przy projektowaniu stref ochronnych ujęć wody w aspekcie jakościowym ma geneza pojawiających się w wodzie zanieczyszczeń. Celowe jest projektowanie terenu ochrony pośredniej w przypadku występowania zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego. Wtedy poprzez zakazy, nakazy i ograniczenia na określonym obszarze zlewni można poprawić jakość wody w przekroju ujęcia.

Z tego powodu obliczono zależność regresyjną pomiędzy ładunkami zanieczyszczeń i przepływem, w chwili pobierania próbek wody do badań oraz określono granice obszaru ufności przy założonym poziomie istotności.

Istotne znaczenie przy projektowaniu stref ochronnych ujęć wody w aspekcie jakościowym ma geneza pojawiających się w wodzie zanieczyszczeń. Celowe jest projektowanie terenu ochrony pośredniej w przypadku występowania zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego. Wtedy poprzez zakazy, nakazy i ograniczenia na określonym obszarze zlewni można poprawić jakość wody w przekroju ujęcia.

W tym celu obliczono zależność regresyjną pomiędzy ładunkami zanieczyszczeń i przepływem, w chwili pobierania próbek wody do badań oraz określono granice obszaru ufności przy założonym poziomie istotności.

### 3.3. Wyznaczenie obszaru ufności prostej regresji

Do określenia zależności pomiędzy ładunkiem zanieczyszczeń  $y$ , a przepływem  $x$  w chwili pobrania próbek do analizy fizykochemicznej, zastosowano funkcję regresji liniowej (Węglarczyk 1993):

$$y(x) = \alpha x + \beta \quad (4)$$

gdzie:

$\alpha$ ,  $\beta$  – parametry równania regresji.

Parametry funkcji regresji oszacowano metoda najmniejszych kwadratów opierając się na  $n$ -elementowej próbce losowej  $\{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$ .



Obszar ufności dla prostej regresji  $y(x) = \alpha x + \beta$  obliczono z zależności:

$$P\left\{\hat{y}(x) - t_\gamma S_{\hat{y}}(x) < y(x) < \hat{y}(x) + t_\gamma S_{\hat{y}}(x)\right\} = 1 - \gamma \quad (5)$$

gdzie:

$\hat{y}(x)$  – wartość oszacowanej na podstawie danych funkcji regresji w dowolnym punkcie  $x$ ,

$t_\gamma$  – wartość zmiennej o rozkładzie  $t$ -Studenta, wyznaczona dla ustalonego poziomu istotności  $\alpha = 1 - \gamma$  i  $k = n - 2$  stopni swobody. Przyjęto  $\alpha = 0,001$  co oznacza, że tworzone były 99,9% obszary ufności.

$S_{\hat{y}}(x)$  – odchylenie standardowe ładunku zanieczyszczeń w punkcie  $x$  obliczone równaniem:

$$S_{\hat{y}}(x) = S_r \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}} \quad (6)$$

gdzie:

$n$  – liczba elementów próby losowej,

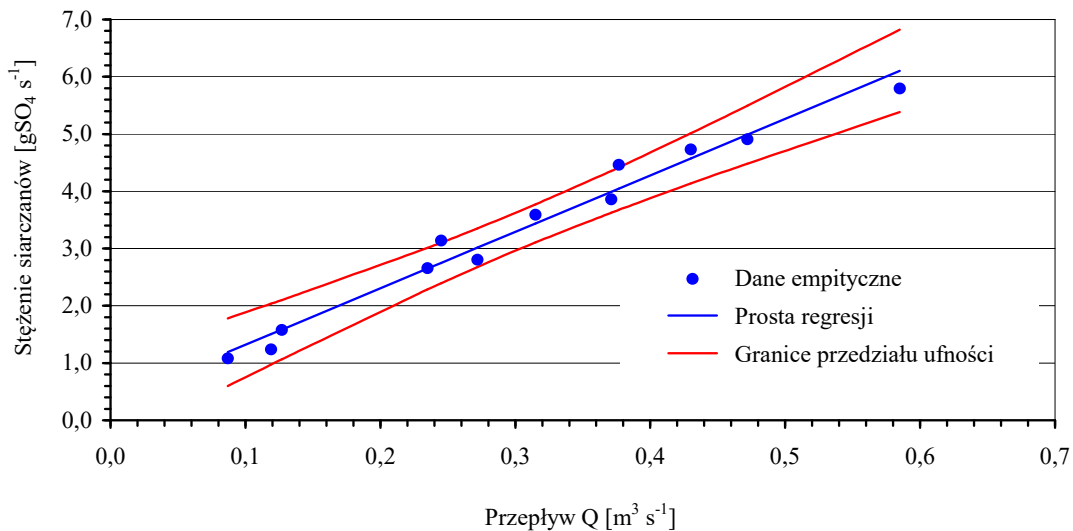
$S_r$  – odchylenie przeciętne od prostej regresji obliczone ze wzoru:

$$S_r = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (7)$$

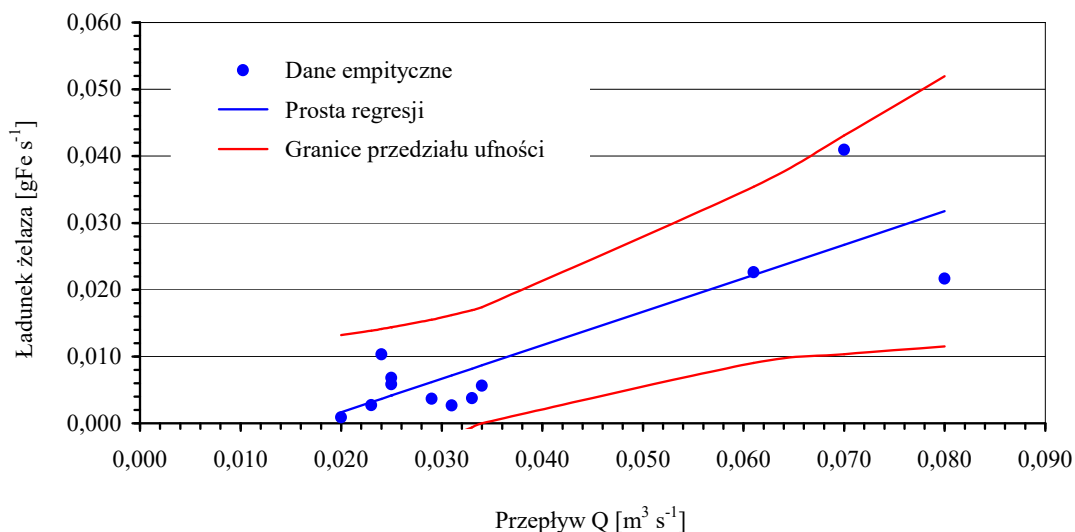
Na rys. 8 pokazano prostą regresji i ufności dla zmieniających się ładunków siarczanów, a na rys 9 regresję i obszar ufności dla ładunków żelaza ogólnego w przekroju ujęcia wody.

Empiryczne wartości ładunków siarczanów i żelaza ogólnego praktycznie mieszczą się w ufności prostej regresji.

Wysoka zależność pomiędzy przepływami w przekroju ujęcia na potoku Malinowskim oraz ładunkami siarczanów i żelaza ogólnego w próbkach wody pobieranych w tym samym czasie, świadczy o braku czynników antropogenicznych wpływających na jakość ujmowanej wody.



Rys. 8. Zależność pomiędzy ładunkiem siarczanów, a przepływem w przekrojach ujęcia wody  
Fig. 8. The relationship between the sulphate load and flow rate at the water intake cross-section



Rys. 9. Zależność pomiędzy ładunkiem żelaza ogólnego, a przepływem w przekrojach ujęcia wody  
Fig. 9. The relationship between the total iron load and flow rate at the water intake cross-section

Właściwym sposobem prezentacji analizy ryzyka jest standardowa forma graficzna w postaci dwuwymiarowej macierzy, w której jedną zmienną jest wskaźnik prawdopodobieństwa wystąpienia określonego zagrożenia, a drugą jego skutki (dolegliwość) (Bezpieczeństwo ... 2016). Ocena prawdopodobieństwa i skutków zdarzeń niepożądanych powinna być określona w skali pięciostopniowej.

W macierzy ryzyka uwzględniono następstwa wynikające z pojawiania się przepływów niskich, w tym dolnego ograniczenia i braku możliwości poboru wody przy przepływie równym lub niższym od nienaruszalnego i wymaganego (aspekt ilościowy). Na podstawie wyników analiz fizykochemicznych określono również skutki, jakie mogą pojawić się w przypadku przekroczenia granicznych wartości stężeń zanieczyszczeń w przypadku wystąpienia określonego zanieczyszczenia poza obszarem ufności regresji liniowej (aspekt jakościowy).

Ryzyko można również scharakteryzować poprzez kategorie, określone jako: pomijalne, akceptowalne i nieakceptowalne. Jeżeli prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia niepożądanego jest małe (niskie stężenie siarczanów i żelaza ogólnego, przepływ wyższy od dyspozycyjnego) to w tym przypadku ryzyko jest pomijalne. Akceptowalne, jeżeli prawdopodobieństwo i dolegliwość są wysokie (stężenie żelaza ogólnego, ograniczenie lub brak możliwości poboru wody) w sytuacji, gdy można usunąć zanieczyszczenie w procesie uzdatniania wody oraz istnieją alternatywne możliwości zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia.

W przypadku braku możliwości poboru wody z innego źródła, a w istniejącym procesie uzdatniania nie da się usunąć pojawiających się zanieczyszczeń, przekraczających wartości graniczne wody kategorii A1 (Rozporządzenie ... 2017) to ryzyko jest nieakceptowane, i wtedy zachodzi konieczność ustanowienia terenu ochrony pośredniej w ramach strefy ochronnej ujęcia wody.

Zgodnie z wytycznymi dotyczącymi zarządzania kryzysowego, ocena ryzyka stanowi ważne narzędzie, które może pomagać dostawcy wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, na podejmowanie decyzji związanej z niezawodnością systemu poboru, uzdatniania i dystrybucji zasobów wodnych (Bezpieczeństwo ... 2016).

Ustanowienie terenu ochrony pośredniej wiąże się z poważnymi konsekwencjami. Właściciel nieruchomości, która objęta jest strefą ochronną ujęcia wody, może ubiegać się o odszkodowanie w związku z utratą korzyści. Może on podjąć działania

w celu oszacowania strat poniesionych przez właściciela gruntów z tytułu ograniczeń użytkowania gruntów. Na żądanie poszkodowanego wojewoda w drodze decyzji ustala wysokość odszkodowania. Zgodnie z ustawą Prawo wodne z dnia 20 lipca 2017 r. za szkody z tytułu ograniczeń w zakresie użytkowania gruntów właścicielowi gruntów przysługuje odszkodowanie od właściciela ujęcia wody (art. 61 ust. 1).

Tablica 1

Matryca oceny ryzyka

Table 1

Risk assessment matrix

		Dolegliwość następstwa zdarzeń				
		1	2	3	4	5
Wskaźnik prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia	1	Siarczany <250 mgSO <sub>4</sub> ·dm <sup>-3</sup> Żelazo ogólne <0,2 mgFe·dm <sup>-3</sup>				
	2	Przepływ $Q > Q_d$ $Q > 0,093 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$				
	3		Przepływ $Q_d > Q > Q_{nm}$ (ograniczenia)			
	4			Przepływ $Q < Q_{nm} + Q_w$ $Q < 0,082 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (brak wody)		
	5					

Ryzyko:  Pomijalne  Akceptowalne  Nieakceptowalne

#### 4. WNIOSKI

Po wykonaniu kompleksowych badań hydrologicznych oraz analiz fizykochemicznych wody w przekroju ujęcia na potoku Malinowskim, wykorzystanych w analizie ryzyka, sformułowano następujące wnioski:

1. W zlewniach potoku Malinowskiego w obszarze zasilania ujęcia wody gminy Lipowa nie występują zagrożenia antropogeniczne, które mogą obecnie i perspektywnie wpływać na ilość i jakość ujmowanej wody. Obszar zasilania ujęcia wody położony jest na terenie Parku Krajobrazowego Beskidu Śląskiego.

2. Uporządkowana gospodarka leśna w zlewni potoku Malinowskiego powyżej ujęcia wody w istotny sposób ogranicza dopływ zanieczyszczeń do wód powierzchniowych i podziemnych.
3. Ustanowiony decyzją PGW Wody Polskie teren ochrony bezpośredniej ujęcia wody oraz zakres działań ochronnych jest wystarczający do zapewnienia odpowiedniej jakości zasobów wodnych potoku Malinowskiego w przekroju ujęcia.
4. Biorąc pod uwagę obecne i perspektywiczne uwarunkowania środowiskowe oraz antropogeniczne w zlewni powyżej ujęcia wody gminy Lipowa na potoku Malinowskim, nie zachodzi potrzeba ustanawiania strefy ochronnej obejmującej teren ochrony pośredniej.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Kondracki J., 1976, *Podstawy regionalizacji fizycznogeograficznej*, PWN, Warszawa.
- Węglarczyk S. 1993, *Metody statystyczne*. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej.
- Bezpieczeństwo zaopatrzenia w wodę do spożycia. *Wytyczne dotyczące zarządzania kryzysowego i ryzyka. Część 2 Zarządzanie ryzykiem*. PN-EN 15975-2, Warszawa 2016.
- Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. poz. 2294).