

dr inż. Anna Janeczko-Mazur, mgr inż. Maurycy Nowosielski

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział we Wrocławiu

Zakład Ekologii

51-616 Wrocław, ul. Parkowa 30

Institute of Meteorology and Water Management, Wrocław Branch

WYZNACZENIE ZAKRESÓW ZMIENNOŚCI ELEMENTÓW FIZYCZNO-CHEMICZNYCH WÓD POTOKÓW SUDECKICH POZOSTAJĄCYCH W WARUNKACH PRAWIE NIEZAKŁÓCONYCH

**DETERMINATION OF VARIABILITY RANGES OF PHYSICO-CHEMICAL
ELEMENTS OF WATER SUDETEN STREAMS REMAINING ALMOST
UNDISTURBED CONDITIONS**

Streszczenie

Elementy fizyczno-chemiczne wód rzecznych wraz z elementami biologicznymi stanowią niezbędny zbiór danych przy wyznaczaniu wartości referencyjnych wskaźników zanieczyszczenia wód rzecznych, zgodnie z wymogami Ramowej Dyrektywy Wodnej. Zakres zmienności wskaźników dla potoków sudeckich o nieznacznych zmianach antropogenicznych ustalano w oparciu o dane historyczne. Materiał badawczy zgromadzono w ramach monitoringu ogólnokrajowego i badań własnych IMGW. Zgodnie z załącznikiem V RDW i rozporządzeniem z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych pod uwagę wzięto ogółem 25 wskaźników obejmujących ogólne elementy fizykochemiczne oraz zanieczyszczenia specyficzne. Badaniami objęto ogółem 8 rzek. W poszczególnych przekrojach zgromadzono od 4 do 82 wyników dla danego wskaźnika. Zakresy zmian wskaźników dla przekrojów badawczych JCW zestawiono w kartach i przedstawiano propozycję zakresów dla danej JCW. Zaproponowane w kartach zakresy zmian wskaźników dla JCW zestawiono w zbiorczej tabeli i zaproponowano zakresy wskaźników dla potoków sudeckich prowadzących wody o niskiej mineralizacji.

Abstract

Physico-chemical elements of river water along with biological elements make necessary collection data by determination the references values of river water pollution indicators, in accordance with the requirements of Water Framework Directive. The range of variability indicators for the small anthropogenic changes of Sudeten streams were established based on historical data. Research material collected under a national monitoring and research their own IMGW. In accordance with Annex V of WFD and Regulation of 20 August 2008 for the classification of the uniform bodies of surface water were taken into account the total 25 indicators covering the general physico-chemical elements and specific pollutants. The study included a total 8 rivers. The individual sections were collected from 4 to 82 results for a given indicator. The changes ranges of indicators for research

sections WB (water bodies) are listed in the cards and presented a ranges proposal for an WB. The proposed changes in the cards range of indicators for WB are presented in the summary table and the proposed range of indicators for Sudeten streams carrying water with low mineralization.

1. WPROWADZENIE

Woda jest jednym z podstawowych elementów przyrody. Wody naturalne narażone są na zanieczyszczenia wskutek przedostawania się do nich różnych substancji, bakterii i innych mikroorganizmów. Substancje zanieczyszczające mogą być wnoszone wraz z opadami atmosferycznymi, bezpośrednio bądź pośrednio w spływie obszarowym oraz w ściekach komunalnych i przemysłowych. Na skład jakościowy wód naturalnych wpływa podłoże, przez które te wody przepływają. Z uwagi na to, że woda jest największym dobrem ludzkości, należy ją chronić przed zanieczyszczeniem, a zanieczyszczone wody doprowadzić do stanu zbliżonego do naturalnego. Do osiągnięcia tego celu służy Ramowa Dyrektywa Wodna 2000/60/WE [1] Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej, ustalająca ramy ochrony wód powierzchniowych, przejściowych, przybrzeżnych i podziemnych oraz przeciwdziałania pogarszaniu się ich stanu. Efektem podjętych działań ma być osiągnięcie dobrego stanu ekologicznego wód powierzchniowych i dobrego stanu chemicznego oraz ilościowego wód podziemnych do końca roku 2015.

Jedną z podstaw przy ustalaniu kierunków działań w celu przywrócenia wodom rzecznyemu stanowi zbliżenie do naturalnego, są warunki referencyjne określone na bazie wyników badań monitoringowych wód o najniższym stopniu skażenia.

W celu realizacji postanowień RDW, wszystkie rzeki na obszarze Polski zostały zinwentaryzowane i każda z nich została przypisana do jednego z 26 typów jednolitych części wód powierzchniowych – kategorii rzeki bądź do typu nieokreślonego [2].

2. CEL, ZAKRES I METODYKA PRACY

Celem pracy było ustalenie, dla potoków sudeckich, tj. rzek typu 3, zmienności ich elementów fizyczno-chemicznych, które wraz z elementami biologicznymi stanowić będą niezbędny zbiór danych przy wyznaczaniu wartości referencyjnych wskaźników zanieczyszczenia wód rzecznych, zgodnie z wymogami Ramowej Dyrektywy Wodnej [1].

Objęte zakresem pracy potoki sudeckie, występujące w rejonie łańcucha górskiego Sudetów, zlokalizowane są na obszarze południowo-zachodniej Polski.

W oparciu o założenia RDW, pod uwagę wzięto *ogólne elementy* chemiczne i fizykochemiczne wspierające elementy biologiczne oraz *zanieczyszczenia specyficzne*. Na bazie rozporządzenia MŚ z 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu

klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych [3] do opracowania przyjęto wszystkie wskaźniki fizykochemiczne z grupy ogólnych elementów wspierających elementy biologiczne, a mianowicie:

- warunki cieplne: temperatura wody, zawiesiny ogólne,
- warunki natlenienia: tlen rozpuszczony, BZT₅, ChZT-Mn, OWO, ChZT-Cr,
- zasolenie: przewodność w temp. 20°C, substancje rozpuszczone, siarczany, chlorki, wapń, magnez,
- stan zakwaszenia: pH,
- warunki biogenne: azot amonowy, azot Kjeldahla, azot azotanowy, azot ogólny, fosfor ogólny oraz

metale ciężkie, takie jak: kadm, ołów, rtęć, nikiel, cynk i miedź, które mogą występować w przyrodzie, stanowiące zanieczyszczenia specyficzne.

Łącznie do ustalenia zakresów zmienności przyjęto 25 wskaźników.

W pracy skoncentrowano się na ocenie jakości wód pozostających pod niską presją działalności człowieka, w oparciu o zgromadzony zbiór danych historycznych – ujmujący materiał badawczy pozyskany w ramach monitoringu ogólnokrajowego, badań własnych Instytutu i innych instytucji. Punktem wyjściowym do omawianej pracy był przegląd 13 Atlasów zanieczyszczenia rzek w Polsce, prezentujących stan jakości wód rzecznych monitorowanych w latach 1972–2004, pod kątem wytypowania partii rzek mogących prowadzić wody o składzie zbliżonym do naturalnego.

Zdobyte informacje stanowiły podstawę do poszukiwania materiału badawczego dla przekrojów prowadzących wody o mało znaczących zmianach antropogenicznych. Dokonany przegląd publikowanych prac, sięgający lat czterdziestych i pięćdziesiątych, wykazał małą ich przydatność głównie z uwagi na brak pełnej dokumentacji materiału badawczego. Z reguły były to prace prezentujące charakterystykę jakości wód opracowaną według różnych metodyk pod kątem oceny oddziaływania na ich stan źródeł punktowych i obszarowych oraz prace określające stan jakościowy wód ujmowanych, które w większości przypadków nie można było zaliczyć do wód o stanie zbliżonym do naturalnego.

W świetle małej przydatności prac dotychczas publikowanych dla potrzeb realizacji pracy oparto się na zbiorach Inspekcji Ochrony Środowiska pozyskanych w ramach prowadzenia Państwowego Monitoringu Środowiska. Drugim źródłem danych były prace własne prowadzone przez IMGW we Wrocławiu od roku 1962 dotyczące oceny jakości wód w wybranych regionach Środkowej Odry i wielkości spływu zanieczyszczeń ze zlewni o różnym sposobie i stanie zagospodarowania. Przyjęcie dla potrzeb realizacji pracy zbiorów obserwacji pochodzących z tych źródeł gwarantowało pozyskanie względnie jednolitego i miarodajnego materiału badawczego o zbliżonej metodyce badawczej i analitycznej. Zgromadzony materiał badawczy obejmował dwie grupy wyników badań kontrolnych grupę wyników nieuwzględniających warunków hydrologicznych w trakcie wykonywanych pomiarów i grupę, dla której znane były wielkości przepływów towarzyszące badaniom. Przy zbiorach wyników badań obejmujących pomiary jakościowe wód

wraz z oceną towarzyszących im warunków hydrologicznych, analiza zależności rozpatrywanych wskaźników zanieczyszczenia od przepływu, stanowiła podstawę do wyznaczenia górnej granicy zakresu wartości. W przypadkach, gdy wyniki badań pokrywały pełny zakres przepływów, korzystano z możliwości eliminowania z rozważań wyników znacząco odbiegających, gdy określały one stan zaobserwowany w strefie przepływów wysokich i mogły być następstwem nagłych wezbrań wód roztopowych lub po intensywnych opadach. Ocena jakości wód oparta na wynikach badań kontrolnych, nie uwzględniających towarzyszących im warunków hydrologicznych, polegała na bezpośrednim określeniu zakresu zmienności poszczególnych wskaźników zanieczyszczenia. Niezależnie od liczebności zbioru obserwacji, za minimalną wartość wskaźnika zanieczyszczenia przyjmowano najniższą wartość zaobserwowaną w okresie badawczym. Wartość najwyższą przy małym rozrzucie wartości określano wartością maksymalną, a przy znaczącym zróżnicowaniu wielkości, eliminowano wartości znacząco odbiegające, które mogły charakteryzować oddziaływanie nagłych wezbrań. W tym celu przy zbiorach obserwacji wyższych od 20, z reguły przy wyznaczaniu wielkości maksymalnej korzystano z wyznaczonej wartości odpowiadającej 90 percentylowi [4].

Zakresy zmienności składu wód potoków sudeckich zestawiono w kartach prezentujących oceny cząstkowe dla przyjętych do rozważań JCW. Karty te opisane: typem JCW, nazwą JCW oraz kodem SJCW przedstawiają ustaloną zmienność składu wód cieków wziętych pod uwagę z podaniem ich nazwy i lokalizacji przekrojów badawczych. Ustalony zakres zmienności każdego wskaźnika składu wód opisuje liczba obserwacji wykorzystana do jego określenia. Oceny cząstkowe zawarte w kartach, oparte na zgromadzonym materiale badawczym, zamyka dla rozpatrywanej JCW propozycja zakresu zmienności wskaźników, ustalona tzw. metodą „eksperycką” [4].

Cząstkowe charakterystyki JCW stanowiły podstawę do końcowej oceny jakości wód potoków sudeckich zamieszczonej w tabeli zbiorczej.

Zgromadzony materiał badawczy dotyczący obciążenia wód związkami organicznymi wykazywał dla licznych przekrojów badawczych braki w zakresie oznaczeń: ogólnego węgla organicznego i chemicznego zapotrzebowania tlenu metodą dwuchromianową. Dla potrzeb uzupełnienia brakujących informacji oraz weryfikacji materiału badawczego sporządzono zależności pomiędzy wskaźnikami współzależnymi ChZT-Cr/ChZT-Mn, ChZT-Mn/OWO na bazie wyników badań rzek przyjętych do rozważań.

W przypadkach braku oznaczeń przewodności, maksymalną orientacyjną wartość tego parametru ustalono w oparciu o proporcję wielkości przewodności do substancji rozpuszczonych stwierdzanych w innych przekrojach rozpatrywanej rzeki. Przy wynikach wykazujących przesycenie wód tlenem, maksymalną zawartość tlenu rozpuszczonego określono na poziomie $14,6 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$ – odpowiadającym pełnemu nasyceniu przy temperaturze wody 0°C [5].

Istotną trudność przysporzyło wyznaczenie zakresu zmienności pH wody. Omawiane tu potoki sudeckie są zasilane różnymi typami wód podziemnych i sil-

nie zakwaszonymi wodami opadowymi. Wody opadowe jako główne źródło zasilania wód powierzchniowych i podziemnych w Sudetach są w znacznym stopniu przeobrażone antropogenicznie [6]. Stwierdzono w nich znaczne zawartości związków antropogenicznych, tj. związków azotowych, amonowych, chlorków i siarczanów oraz liczne metale. Silnie zakwaszone wody opadowe w Sudetach notowane były z końcem lat sześćdziesiątych XX wieku [6].

W warunkach naturalnych opady atmosferyczne zawsze zawierają substancje kwasotwórcze. Naturalne zakwaszenie opadów powoduje głównie dwutlenek węgla zawarty w powietrzu [7], a $\text{pH} = 5,6$ oznacza naturalną kwasowość wód opadowych. Obniżenie pH wód opadowych poniżej tej wartości jest spowodowane obecnością mocnych kwasów.

Oddziaływanie kwaśnych deszczów ulega ciągłym zmianom zarówno ilościowym, jak i jakościowym. W ostatnich kilkunastu latach, zarówno w Polsce, jak i w Europie, bardzo wyraźnie zmalała emisja kwasotwórczych związków [7]: dwutlenku siarki o 53%, tlenków azotu o 34% i amoniaku o 37%. Niemniej kwaśne deszcze na obszarze Polski stanowią nadal wysoki procent opadów atmosferycznych [7].

Wpływ silnie zakwaszonych wód opadowych jest zróżnicowany w zależności od budowy geologicznej podłoża [6]. Najbardziej odporne na działanie tych wód i neutralizujące ich wpływy są obszary zbudowane ze skał węglanowych. Jednakże i w tych obszarach stwierdza się już wody o znacznej zawartości azotanów, mimo iż ich odczyn jest na ogół neutralny lub lekko zasadowy. Najbardziej podatne na działanie silnie zakwaszonych wód atmosferycznych są obszary zbudowane z gnejsów i łupków krystalicznych [6]. Przeważają tu wartości pH wynoszące $3,5 \div 4,5$. Zakwaszenie tych wód jest trwałe.

Przeprowadzone w latach 1999-2000 badania wód podziemnych w utworach krystalicznych z terenu całych Sudetów (139 punktów) wykazały, że średnia wartość pH wynosi 6,56, a ok. 90% zbadanych punktów wykazuje wartości pH w przedziale $6 \div 8$ [8].

Przyjmując, że dla rejonu Sudetów wyniki badań odczynu odzwierciedlają znaczący wpływ kwaśnych deszczy na wody potoków, oraz kierując się odczynem wód podziemnych, mniej narażonych na wpływ opadów atmosferycznych założono, że w stanie zbliżonym do naturalnego pH tych wód zmienia się w zakresie od $6,0 \div 8,0$ pH .

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Bazę do ustalenia końcowej propozycji zakresów zmienności rozpatrywanych wskaźników jakości wód stanowiły wyniki badań cieków zebrane dla 5 JCW występujących w zlewni Bobru – kod SO06 oraz dla 1 JCW występującej w zlewni Nysy Kłodzkiej – kod SO09. Przykładowo przedstawiona Karta 1 dla JCW Łomnica od źródła do Łomniczki ujmuje wyniki badań Łomnicy w latach

Zmienność składu jednolitych części wód pozostających w warunkach zbliżonych do naturalnych **TYP 3**

Nazwa JCW **Łomnica** od źródła do Łomniczki

KOD JCW PLRW60003161849 KOD SJCW SO0604

Lp.	Nazwa ciek		Jednostka	ŁOMNICA [1]		ŁOMNICA [2]		ŁOMNICA [3]		Proponowany zakres
	Parametr	Lokalizacja przekroju		km 15+400 m. Bierutowice	n	km 15+400 m. Bierutowice	n	km 15+400 powyżej Karpacza	n	
1	okres badań	lata		1984	n	1984 - 1985	n	1999 - 2003	n	-
2	temperatura wody	°C		0,0 - 12,0	36	nb		0,0 - 14,2	24	0,0 - 20,0
3	zawiesina ogólna	mg/l		2,0 - 1,5	36	0,0 - 7,0	69	1,0 - 6,0	23	0,0 - 15,0
4	tlen rozpuszczony	mgO ₂ /l		7,3 - 14,6	36	nb		9,6 - 13,5	24	7,3 - 14,6
5	BZT ₅	mgO ₂ /l		0,2 - 1,5	36	0,2 - 2,7	69	0,3 - 4,0	24	0,2 - 2,7
6	ChZT-Mn	mgO ₂ /l		1,3 - 5,0	36	1,3 - 7,1	65	0,3 - 8,2	24	1,3 - 5,0
7	OWO	mgC/l		0,5 - 10	36	nb		nb		0,5 - 10
8	ChZT-Cr	mgO ₂ /l		nb		nb		5,6 - 37	3	5,6 - 8,4*
9	przewodność w 20 °C	μS/cm		nb		nb		23 - 55	24	23 - ok. 155
10	substancje rozpuszczone	mg/l		31 - 113	36	31 - 129	67	21 - 45	24	21 - 129
11	siarczany	mgSO ₄ /l		7,0 - 35	36	7,0 - 21	67	5,0 - 10	16	5,0 - 35
12	chlorki	mgCl/l		1,7 - 4,7	36	2,0 - 6,0	69	1,0 - 2,0	16	2,0 - 6,0
13	wapń	mgCa/l		nb		nb		1,6 - 3,4	16	1,6 - 3,4
14	magnez	mgMg/l		0,5 - 2,6	36	nb		0,4 - 0,8	16	0,4 - 0,8
15	pH			4,5 - 7,1	36	4,5 - 7,1	69	5,0 - 7,3	24	4,5 - 7,3
16	azot amonowy	mgN-NH ₄ /l		0,00 - 0,40	36	0,00 - 0,50	69	0,01 - 0,04	36	0,00 - 0,50
17	azot Kjeldahla	mgN/l		nb		nb		0,25 - 0,60	36	0,25 - 0,60
18	azot azotanowy	mgN-NO ₃ /l		0,85 - 2,90	36	0,65 - 3,40	69	0,30 - 1,28	36	0,30 - 1,28
19	azot ogólny	mgN/l		nb		1,01 - 2,01	69	0,73 - 1,67	36	0,73 - 2,01
20	fosfor ogólny	mgP/l		0,01 - 0,12	36	0,00 - 0,20	69	0,01 - 0,12	36	0,00 - 0,12
21	kadm	mgCd/l		0,0000 - 0,0054	36	0,0000 - 0,0050	69	0,0002 - 0,0005	6	0,0000 - 0,0054
22	ołów	mgPb/l		0,005 - 0,024	36	0,001 - 0,024	69	0,003 - 0,010	6	0,001 - 0,024
23	rtęć	μgHg/l		0,4 - 1,6	36	nb		0,1 - 1,0	5	0,1 - 2,0
24	nikiel	mgNi/l		0,005 - 0,031	36	0,004 - 0,031	69	0,005 - 0,005	6	0,004 - 0,031
25	cynek	mgZn/l		0,012 - 0,045	36	0,012 - 0,303	69	0,020 - 0,052	6	0,012 - 0,052
26	miedź	mgCu/l		0,001 - 0,006	36	0,001 - 0,008	69	0,001 - 0,005	6	0,001 - 0,008

Materiały źródłowe

[1] Wasilewski M., Szykowski A. 1984. Jakościowa ocena dyspozycyjnych zasobów wodnych rejonu Karkonoszy. Opracowanie IMGW Oddział we Wrocławiu.

[2] Praca zbiorowa. 1996. Operat ochrony powietrza i zasobów wodnych Karkonoskiego Parku Narodowego. Jeleniogórskie Biuro Planowania i Projektowania, maszynopis.

[3] Dane Inspekcji Ochrony Środowiska uzyskane w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska.

Uwagi

* wartość wyznaczona z zależności ChZT-Cr/ChZT-Mn ustalonej na podstawie wyników badań wód rzeki Kamiennej i potoku Kociniec y=1,1x+2,86

Tab. 1. Zmienność elementów fizyczno-chemicznych jednolitych części wód typu 3

Lp.	Nazwa rzeki		Jednostka	Łomnica 3161849	Jedlica 3161888	Kamienina 31622	Potok Szkłarka 316244	Wrzósówka 3162889	Morawka 31216269	Proponowany zakres
	Parametr	KOD JCW PLWR6000								
1	temperatura wody		°C	0,0 – 20,0	0,0 – 20,0	0,0 – 20,0	0,0 – 20,0	0,0 – 20,0	0,0 – 20,0	0,0 – 20,0
2	zawiesina ogólna		mg/l	0,0 – 15,0	0,0 – 12,0	0,0 – 16,0	0,0 – 15,0	0,0 – 6,0	1,0 – 13,0	0,0 – 15,0
3	tlen rozpuszczony		mgO ₂ /dm ³	7,3 – 14,6	9,7 – 14,6	7,4 – 13,0	9,0 – 13,3	9,5 – 14,6	8,0 – 13,6	7,3 – 14,6
4	BZT ₅		mgO ₂ /dm ³	0,2 – 2,7	0,4 – 2,7	0,3 – 1,5	0,0 – 2,6	0,0 – 2,2	0,2 – 1,3	0,2 – 2,5
5	ChZT–Mn		mg O ₂ /dm ³	1,3 – 5,0	1,0 – 6,0	2,0 – 10,0	1,0 – 5,3	0,4 – 3,9	0,6 – 3,5	1,0 – 6,0
6	OWO		mgC/dm ³	0,5 – 10,0	0,5 – 10,0	1,0 – 6,0	1,6 – 3,8	0,5 – 6,5	0,9 – 2,8	1,0 – 8,0
7	ChZT–Cr		mgO ₂ /dm ³	5,6 – 8,4	3,9 – 11,7	4,0 – 15,0	4,0 – 8,7	5,6 – 7,7	2,0 – 11,2	2,0 – 10,0
8	przewodność w 20 °C		µS/cm	23 – ok. 155	bd	bd	bd	32 – ok. 118	58 – 138	23 – ok. 250
9	substancje rozpuszczone		mg/dm ³	21 – 129	40 – 210	30 – 70	22 – 182	29 – 98	47 – 104	20 – 200
10	siarczany		mgSO ₄ ⁻² /dm ³	5,0 – 35	8,0 – 40	6,0 – 20	10 – 28	8,0 – 32	3 – 23	3,0 – 40
11	chlorki		mgCl ⁻ /dm ³	2,0 – 6,0	2,0 – 14	1,0 – 10	1,0 – 16	2,0 – 10	1,0 – 6,0	1,0 – 16
12	wapń		mgCa/dm ³	1,6 – 3,4	bd	0,5 – 5,0	bd	3,0 – 5,0	9,0 – 20,0	0,5 – 20,0
13	magnez		mgMg/dm ³	0,4 – 0,8	0,7 – 4,0	0,2 – 4,0	0,2 – 1,9	0,5 – 5,0	2,0 – 3,0	0,2 – 5,0
14	pH			4,5 – 7,3	4,7 – 7,7	4,0 – 6,7	3,9 – 5,9	4,0 – 6,6	6,8 – 8,0	6,0 – 8,0
15	azot amonowy		mgN–NH ₄ /dm ³	0,00 – 0,50	0,00 – 0,75	0,01 – 0,50	0,00 – 0,48	0,02 – 0,83	0,00 – 0,17	0,00 – 0,80
16	azot Kjeldahla		mgN/dm ³	0,25 – 0,60	bd	0,10 – 1,00	bd	0,30 – 0,47	0,18 – 0,50	0,10 – 0,60
17	azot azotanowy		mgN–NO ₃ /dm ³	0,30 – 1,28	1,10 – 3,00	0,20 – 1,50	0,45 – 1,50	0,52 – 1,23	0,22 – 1,49	0,20 – 1,50
18	azot ogólny		mgN/dm ³	0,73 – 2,01	1,30 – 4,00	0,50 – 2,10	0,99 – 2,77	0,89 – 1,53	0,68 – 2,00	0,50 – 2,50
19	fosfor ogólny		mgP/dm ³	0,00 – 0,12	0,01 – 0,11	0,01 – 0,06	0,00 – 0,08	0,01 – 0,10	0,01 – 0,11	0,00 – 0,11
20	kadm		mgCd/dm ³	0,0000 – 0,0054	0,0000 – 0,0060	0,0000 – 0,0060	0,0000 – 0,0050	0,0000 – 0,0021	0,0005 – 0,0020	0,0000 – 0,0060
21	olów		mgPb/dm ³	0,001 – 0,024	0,003 – 0,026	0,000 – 0,060	0,000 – 0,057	0,005 – 0,031	0,002 – 0,035	0,000 – 0,060
22	rtęć		µgHg/dm ³	0,1 – 2,0	0,4 – 2,0	0,2 – 3,0	0,2 – 2,6	0,2 – 2,0	0,5 – 1,0	0,1 – 3,0
23	nikiel		mgNi/dm ³	0,004 – 0,031	0,005 – 0,041	0,001 – 0,030	0,000 – 0,023	0,001 – 0,010	0,001 – 0,060	0,000 – 0,040
24	cynk		mgZn/dm ³	0,012 – 0,052	0,006 – 0,121	0,005 – 0,120	0,005 – 0,170	0,006 – 0,121	0,003 – 0,081	0,003 – 0,120
25	miedź		mgCu/dm ³	0,001 – 0,008	0,001 – 0,006	0,000 – 0,007	0,001 – 0,006	0,001 – 0,005	0,001 – 0,014	0,000 – 0,014

1984–1985 i 1999–2003. Następne karty zawierają: Karta 2: dla JCW Jedlica od źródła do Maliny – wyniki badań Jedlicy i Bystrej z lat 1984–1985; Karta 3: dla JCW Kamienna od źródła do Kamieńczyka – rezultaty badań Kamiennej i Potoku Kociniec z lat 1974 i 1977–1979; Karta 4: dla JCW Szklarka od źródła do Potoku Szrenickiego – efekty badań Potoku Szklarka z okresu lat 1982–1990; Karta 5: dla JCW Wrzosówka od źródła do Podgórnej – wyniki badań Wrzosówki z lat 1982–1984 i 2003, a Karta 6: dla JCW Morawka – rezultaty badań Morawki w latach 1974–1975 i 1999–2006. Spośród wymienionych rzek największy zbiór wyników badań analitycznych wód zgromadzono łącznie dla 2 przekrojów Kamiennej i ujściowego przekroju Potoku Kociniec (karta 3), obejmujący od 87 do 225 danych (bez przewodności, której nie badano). Najmniejszy zbiór wyników oznaczeń zebrano dla Wrzosówki (karta 5) badanej w trzech przekrojach, zawierający od 4 do 87 danych.

Zamieszczone w każdej karcie propozycje zakresów parametrów dla danej JCW zostały zestawione w tabeli 1. Na ich podstawie zostały zaproponowane zakresy wskaźników dla rozpatrywanych tu potoków sudeckich. Wskazują one na niską mineralizację tych wód: substancje rozpuszczone do 200 mg/dm^3 , siarczany do $40 \text{ mgSO}_4^{2-}/\text{dm}^3$, chlorki do $16 \text{ mgCl}/\text{dm}^3$, wapń do $20 \text{ mgCa}/\text{dm}^3$ i magnez do $5 \text{ mgMg}/\text{dm}^3$. Najwyższą wielkość przewodności w tej tabeli, ok. $250 \mu\text{S/cm}$ ustalono w odniesieniu proporcji obliczonych dla Morawki (karta 6). W odniesieniu do rozporządzenia Ministra Środowiska z 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych ustalone zakresy wskaźników, za wyjątkiem metali: Cd, Pb, Hg i Ni, mieszczą się w przedziałach wartości odpowiadających dobremu stanowi chemicznemu wód.

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przedstawiona w pracy charakterystyka jakości wód potoków sudeckich oparta jest na zbiorach obserwacji z lat 1974–2006 obejmujących od 4 do 225 wyników badań poszczególnych parametrów w danej JCW.

W przypadku potoków sudeckich dużą trudność stanowiło wyznaczenie zmienności pH wody ze względu na brak miarodajnych wyników badań tego wskaźnika z okresu przed pojawieniem się kwaśnych deszczy na obszarze Sudetów.

Potoki sudeckie wykazują niską mineralizację. Poza kadmem, ołowiem, rtęcią i niklem zaproponowane zakresy zmienności rozpatrywanych parametrów odpowiadają dobremu stanowi chemicznemu wód

PIŚMIENNICTWO

- [1] Dyrektywa 200/60/WE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej PL 15/t.5.

- [2] Maciejewski M. i inni: Opracowanie analizy presji i wpływów zanieczyszczeń antropogenicznych w szczegółowym ujęciu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych dla potrzeb opracowania programów działań i planów gospodarowania wodami. Etap III. Raport końcowy. Opracowanie IMGW, PIG i IOŚ, Kraków 2007.
- [3] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych. (Dz. U. Nr 162, poz. 1008).
- [4] Maciejewski M. i inni: Ustalenie warunków referencyjnych odpowiednich dla typów wód powierzchniowych, zgodnie z wymaganiami zał. II do Ramowej Dyrektywy Wodnej 2000/60/WE. Opracowanie IMGW, IOŚ i IM. Warszawa 2004.
- [5] Gomółka E., Szypowski W.: Ćwiczenia laboratoryjne i rachunkowe z chemii wody. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1971.
- [6] Praca zbiorowa: Masyw Śnieżnika. Wydawnictwo PAE, Warszawa 1996.
- [7] Twarowski R., i inni: Kwaśne deszcze na obszarze Polski. Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce t. III. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2005.
- [8] Staśko S., Wojtkowiak A.: Występowanie i jakość wód podziemnych w skałach krystalicznych Sudetów na podstawie badań ujęć. Przegląd Geologiczny, 2004, vol. 1, s. 69-75.