

Bogumił GAJOWIEC, Jacek RÓŻKOWSKI

Charakterystyka stopnia zasolenia wód zlewni górnej Wisły

Przedstawiono wyniki badań składu chemicznego wód górnej Wisły między wodowskazami Goczałkowice i Dwory. Rozpatrywany odcinek Wisły odbiera wody odprowadzane z około 50% górnośląskich kopalń węgla kamiennego, które prowadzą eksploatację na różnych głębokościach i drenują poziomy wodonośne o zróżnicowanej mineralizacji i składzie chemicznym wód. Zanieczyszczenie wód Wisły wodami kopalnianymi uniemożliwia ich wykorzystanie do celów pitnych, a nawet przemysłowych.

WSTĘP

W artykule przedstawiono problem zanieczyszczenia wód górnej Wisły i jej dopływów ściekami przemysłowymi na podstawie wyników własnych badań oraz materiałów uzyskanych z KWK Ziemowit. Badaniami objęto odcinek rzeki będący kolektorem wód odprowadzanych z około 50% kopalń węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.

Jako wskaźniki jakościowe zanieczyszczenia wód przyjęto ich mineralizację oraz zawartość jonów Cl^- i SO_4^{2-} . W celu dokonania oceny ilościowej zanieczyszczenia określono stężenia ładunków soli transportowanych przez badane ciek i przeanalizowano dynamikę zmian ich wielkości w czasie.

CHARAKTERYSTYKA HYDROGEOLOGICZNA

Budowa geologiczna Górnośląskiego Zagłębia Węglowego determinuje występowanie 2 regionów hydrogeologicznych, w których granicach znajduje się zlewnia górnej Wisły. Granice między tymi regionami wyznacza zasięg występowania ilastych utworów trzeciorzędowych (fig. 1). Region I, znajdujący się w północnej i północno-wschodniej części zagłębia, obejmuje obszar wychodni karbonu oraz

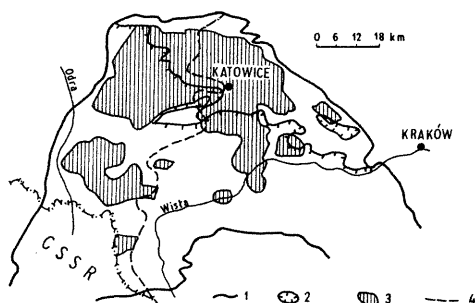


Fig. 1. Górnosląskie Zagłębie Węglowe
Upper Silesian Coal Basin

1 – granice Górnosląskiego Zagłębia Węglowego;
2 – granice zasięgu izolującej serii trzeciorzędu;
3 – obszary eksploatacji złóż węgla kamiennych;
4 – dział wodny I-go rzędu

1 – border of Upper Silesian Coal Basin; 2 – extension of the isolating series of the Tertiary deposits; 3 – coal mine area; 4 – surface watershed divide

jego przykrycia przepuszczalnymi utworami mezozoicznymi lub czwartorzędowymi. W regionie II, położonym w południowej i zachodniej części zagłębienia, twory karbonu produktywnego są przykryte mięszym, średnio 100–250-metrowym kompleksem ilastych utworów miocenu.

W profilu hydrogeologicznym GZW obserwuje się pionową strefowość hydrochemiczną. Zaznacza się ona wzrostem mineralizacji ogólnej wód z głębokością oraz zmiennością typu hydrochemicznego od wód wielojonowych do dwu- lub trzyjonowych solanek. W związku z tym kopalnie drenują poziomy wodonośne o zróżnicowanej mineralizacji wód. Działalność górnicza powoduje generalnie wystudzenie wód podziemnych w zasięgu swego wpływu. Zjawisko to zaznacza się szczególnie w I regionie hydrogeologicznym, w którym eksploatacja węgla prowadzona jest od ponad 100 lat.

Obszar zlewni górnej Wisły obejmuje centralną i wschodnią część zagłębienia (fig. 1). W jego zasięgu działalność górniczą prowadzi około 50% kopalń węgla kamiennego. Kopalnie te zrzucają do cieków $514,24 \text{ m}^3/\text{min}$ wód o zróżnicowanej mineralizacji, co stanowi około 76% ogólnej objętości wód kopalnianych odprowadzanych z obszaru GZW (M. Rogoż i in., 1987).

Wody kopalniane o mineralizacji do $1,5 \text{ g}/\text{dm}^3$ stanowią $210,0 \text{ m}^3/\text{min}$. Są to wody wielojonowe o typach hydrochemicznych $\text{HCO}_3 - \text{SO}_4 - \text{Ca} - \text{Mg}$, $\text{SO}_4 - \text{HCO}_3 - \text{Ca} - \text{Mg}$ i $\text{HCO}_3 - \text{Na}$.

Wody o mineralizacji $1,5 - 70 \text{ g}/\text{dm}^3$ są pompowane w ilości $299,5 \text{ m}^3/\text{min}$. Są to wody mieszane. Wody słabo zmineralizowane należą do typów hydrochemicznych: $\text{HCO}_3 - \text{Cl} - \text{Na}$, $\text{HCO}_3 - \text{SO}_4 - \text{Na}$ i $\text{Cl} - \text{SO}_4 - \text{Na}$, natomiast wody o podwyższonej mineralizacji – do typu $\text{Cl} - \text{Na}$.

Silnie zmineralizowane solanki o koncentracji soli powyżej $70 \text{ g}/\text{dm}^3$, pompowane w ilości $4,74 \text{ m}^3/\text{min}$, charakteryzują się typem hydrochemicznym głównie $\text{Cl} - \text{Na} - \text{Ca}$.

Większość kopalń w zasięgu zlewni górnej Wisły zlokalizowana jest w I regionie hydrogeologicznym – w północnej części GZW. Kopalnie te charakteryzują się dopływami dochodzącymi maksymalnie do $42 \text{ m}^3/\text{min}$, głównie z zasobów dynamicznych. Mineralizacja zbiorczych wód kopalnianych odprowadzanych do cieków jest tu zmienna i nie przekracza na ogół kilku g/dm^3 .

Dla kopalń prowadzących działalność eksploatacyjną w II regionie hydrogeologicznym charakterystyczne są dopływy w granicach $6,3 - 10,4 \text{ m}^3/\text{min}$, osiągające maksymalną wartość $42,6 \text{ m}^3/\text{min}$, pochodzące głównie z zasobów statycznych. Ogólna mineralizacja zbiorczych wód kopalnianych odprowadzanych do cieków jest wysoka i waha się w granicach od $12,0$ do $102,0 \text{ g}/\text{dm}^3$. Do kopalń odprowadzających najsilniej zmineralizowane wody należą: Piast, Ziemowit i Cieczott. Odprowadzają one wody w ilości $7,5 - 42,6 \text{ m}^3/\text{min}$, ogółem $72,0 \text{ m}^3/\text{min}$. Minerali-

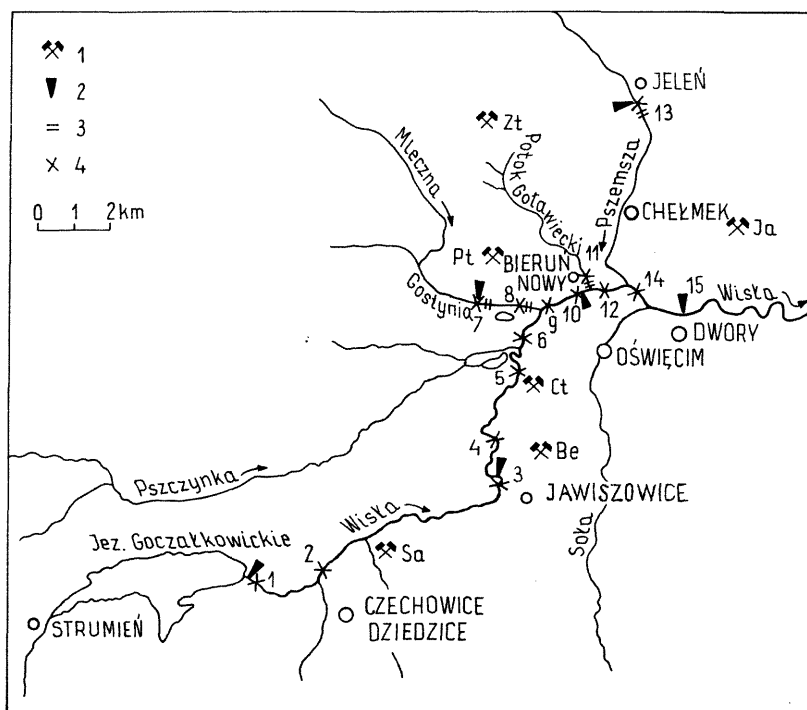


Fig. 2. Mapa lokalizacji punktów pomiarowych i opróbowań – dorzecze górnej Wisły
 Sample and flow rate measurement sites; location map – drainage basin of Upper Vistula River
 1 – kopalnie węgla kamiennego: Be – KWK Brzeszcze, Ct – KWK Czczot, Ja – KWK Janina, Pt – KWK Piast, Sa – KWK Silesia, Zt – KWK Ziemowit; 2 – wodowskazy IMGW; 3 – punkty pomiarów objętości przepływu; 4 – punkty opróbowań wód
 1 – underground coal mines; 2 – water-level gauge cross-sections of IMGW; 3 – flow rate measurement sites; 4 – sampling sites of waters

zacja wód dopływających do wyrobisk górniczych wspomnianych kopalń waha się w przedziale 1,0–146,3 g/dm³, rosnąc z głębokością.

OBSZAR I ZAKRES BADAŃ

Badania polowe, prowadzone przez autorów w 1985 r., obejmowały odcinek górnej Wisły między wodowskazami Goczałkowice i Dwory z uwzględnieniem lewostronnych dopływów Wisły: Gostyni, Potoku Goławieckiego i Przemszy.

Pomiarów sezonowych przepływów wód w ciekach powierzchniowych dokonano w przekrojach Wisły górnej: Jawiszowice (punkt pomiarowy nr 3), Bieruń Nowy (p. p. nr 10), Dwory (p. p. nr 15); Gostyni: Bojszowy (p. p. nr 7 i 8); Potoku Goławieckiego: Czarnuchowice (p.p. nr 11) i Przemszy: Jeleń (p.p. nr 13). Pomiary wykonano w czterech cyklach czasowych: luty, kwiecień, lipiec i październik 1985 r. Lokalizację punktów pomiarowych przedstawiono na fig. 2.

Równocześnie z pomiarem natężenia przepływu dokonano opróbowań pod kątem określenia chemizmu wód. Wybór wspomnianych czterech kompleksowych

serii badań połowych umożliwił szacunkową ocenę stężeń zanieczyszczenia wód w ciekach.

Do końcowej, pełnej analizy chemizmu wód badanego odcinka Wisły wykorzystano również wyniki badań hydrochemicznych, prowadzonych przez KWK Ziemowit. Te ostatnie obejmowały wyłącznie wody Wisły (p. p. nr 1–6, 9, 10, 12, 14, 15 – fig. 2) i przeprowadzone były w 1985 r. w odstępach miesięcznych.

CHARAKTERYSTYKA HYDROLOGICZNA CIEKÓW

Na podstawie danych opublikowanych przez IMiGW określono przepływy charakterystyczne górnej Wisły za okres 1966–1975 r. (tab. 1).

Tabela 1

Przepływy charakterystyczne (m³/s)

Profil	WWQ	SWQ	SSQ	SNQ	NNQ
Jawiszowice	450	211	15,3	2,40	2,02
Bieruń Nowy	654	294	24,5	5,36	3,18
Dwory	1490	612	66,2	24,40	15,80

WWQ – wysoka wielka woda, SWQ – średnia wielka woda, SSQ – średnia średnia woda, SNQ – średnia niska woda, NNQ – najniższa niska woda

Z analizy wieloletnich obserwacji wynika, że zbiornik retencyjny w Goczałkowicach wywiera istotny wpływ na kształtowanie reżimu wodnego górnej Wisły. Charakter hydrologiczny Wisły i jej dopływów współkształtują również dopływy wód kopalnianych oraz ścieków komunalnych. Przyczyniają się one do zakłócenia naturalnego reżimu wodnego cieków, wpływając na dynamikę zmian natężenia przepływu.

Natężenie przepływów pomierzone w 1985 r. porównano z wartościami przepływów charakterystycznych z wielolecia. Stwierdzono, że odpowiadają one niskim przepływom rocznym. Pomiary wykonane przy niskich stanach wód w ciekach umożliwiają szacunkową ocenę najbardziej niekorzystnych pod względem ekologicznym warunków zanieczyszczenia wód.

CHARAKTERYSTYKA ZANIECZYSZCZENIA WÓD CIEKÓW POWIERZCHNIOWYCH

W wyniku analizy szesnastu serii próbowań ustalono, że mineralizacja wód Wisły zmienia się w sposób nieregularny, co ilustrują liczby zawarte w tab. 2 i 3 oraz na fig. 3.

Z przytoczonych liczb (tab. 2 i 3) wynika, że najniższa średnia mineralizacja wód występuje w przekroju Goczałkowic i wynosi 293,6 mg/dm³. W okresie przepływu fali powodziowej (08.08.1985 r.) mineralizacja wód zdecydowanie zmniejsza

Tabela 2

Wyniki próbowań wód Wisły wykonane przez KWK Ziemowit (1985 r.)

Miejsce pobrania próbki wody	Mineralizacja ogólna	Zawartość Cl ⁻	Zawartość SO ₄ ²⁻
	<u>min – max</u> śr (mg/dm ³)	<u>min – max</u> śr (mg/dm ³)	<u>min – max</u> śr (mg/dm ³)
Goczałkowice-wodowskaz (p.p. nr 1)	<u>186,0 – 370,0</u> 293,6	<u>18,0 – 45,6</u> 29,7	<u>40,0 – 82,6</u> 59,3
Punkt za zbiornikiem KWK Silesia (p.p. nr 2)	<u>555,0 – 5424,0</u> 3270,0	<u>213,0 – 3155,0</u> 1708,3	<u>29,0 – 106,0</u> 50,0
Jawiszowice-wodowskaz (p.p. nr 3)	<u>244,0 – 1900,0</u> 1217,2	<u>44,0 – 930,0</u> 621,1	<u>33,0 – 93,1</u> 60,1
Punkt przed zrzutem z KWK Brzeszcze (p.p. nr 4)	<u>385,0 – 2016,0</u> 1402,2	<u>99,0 – 1021,0</u> 678,7	<u>31,0 – 96,0</u> 56,5
Punkt za zrzutem z KWK Brzeszcze (p.p. nr 5)	<u>445,0 – 2803,0</u> 1408,4	<u>142,0 – 1177,0</u> 697,5	<u>28,0 – 96,0</u> 57,7
Punkt za ujściem Pszczyнки (p.p. nr 6)	<u>565,0 – 1947,0</u> 1247,7	<u>195,0 – 950,0</u> 594,8	<u>41,0 – 125,0</u> 71,6
Punkt za ujściem Gostyni (p.p. nr 9)	<u>1462,0 – 6077,0</u> 3419,9	<u>702,0 – 3043,0</u> 1807,5	<u>105,0 – 240,0</u> 150,3
Bieruń Nowy-wodowskaz (p.p. nr 10)	<u>300,0 – 6077,0</u> 3531,8	<u>76,0 – 3403,0</u> 1913,2	<u>59,0 – 264,0</u> 159,7
Bieruń Nowy-Łąka punkt za ujściem Potoku Goławieckiego (p.p. nr 12)	<u>2307,0 – 7076,0</u> 4886,4	<u>1213,0 – 3971,0</u> 2703,9	<u>100,0 – 239,0</u> 173,7
Most przed Bobrkiem (p.p. nr 14)	<u>262,0 – 3931,9</u> 2645,6	<u>58,0 – 1935,0</u> 1280,4	<u>53,0 – 250,0</u> 192,4
Dwory-wodowskaz (p.p. nr 15)	<u>445,0 – 3377,0</u> 2381,8	<u>100,0 – 1845,0</u> 1117,5	<u>80,0 – 241,0</u> 178,7

szła się również w pozostałych punktach pomiarowych, osiągając wielkości zbliżone do stwierdzonych w Goczałkowicach. Przykładowo wynosiła ona: w Jawiszowicach 244,0 mg/dm³, w Bieruniu Nowym 300,0 mg/dm³ i w Dworach 445,0 mg/dm³.

Istotny wpływ na wzrost mineralizacji wód Wisły mają niektóre jej dopływy, obciążone zrzutami wód z kopalń węgla kamiennego. Stwierdzono również, że po wzroście mineralizacji wód Wisły w punktach 2, 4, 5, 9, 10 i 11 następuje jej obniżenie w punktach 3, 6, 14, 15, wskutek dopływu cieków prowadzących wody o niższej niż Wisła mineralizacji (fig. 2).

Znamiennym przykładem degradującego wpływu ścieków kopalnianych jest Gostynia, której wody przed przyjęciem zrzutów ze zbiornika retencyjnego Bojszowy miały średnią mineralizację 1420,7 mg/dm³, a po odebraniu zrzutów 11 442,0 mg/dm³. Wody Gostyni dopływające do Wisły zmieniają jej średnią mineralizację z 1247,7 mg/dm³ (p. p. nr 6) na 3419,9 mg/dm³ (p. p. nr 9) – tab. 2.

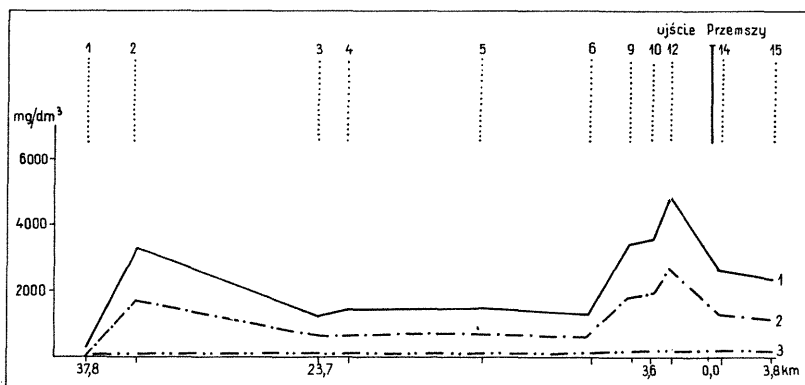


Fig. 3. Profil hydrochemiczny górnej Wisły

Hydrochemical cross-section of the Upper Vistula River

1 – mineralizacja ogólna wód w mg/dm^3 ; 2 – zawartość jonów Cl^- w mg/dm^3 ; 3 – zawartość jonów SO_4^{2-} w mg/dm^3
 1 – total dissolved solids in mg/dm^3 ; 2 – content of ions Cl^- in mg/dm^3 ; 3 – content of ions SO_4^{2-} in mg/dm^3

Tabela 3

Wyniki 4 serii próbowań wykonanych przez IGOG Sosnowiec (1985 r.)

Miejsce pobrania próbki wody	Mineralizacja ogólna	Zawartość Cl^-	Zawartość SO_4^{2-}
	min – max śr (mg/dm^3)	min – max śr (mg/dm^3)	min – max śr (mg/dm^3)
Wisła–Jawiszowice – wodowskaz (p.p. nr 3)	830,0–1164,0 944,7	305,0–485,0 386,2	45,7–70,8 55,6
Wisła–Bieruń Nowy – wodowskaz (p.p. nr 10)	2990,0–4188,0 3379,0	1420,0–2090,0 1682,5	118,1–162,9 139,2
Wisła – most przed Bobrkiem (p.p. nr 14)	2776,0–3474,0 3132,2	1170,0–1610,0 1402,5	219,3–259,7 239,8
Wisła–Dwory – wodowskaz (p.p. nr 15)	2700,0–3380,0 3086,0	1140,0–1590,0 1371,2	221,8–247,7 233,9
Gostynia – Bojszowy przed zbiornikiem (p.p. nr 7)	672,0–2010,0 1420,7	175,0–850,0 500,0	70,8–171,2 139,4
Gostynia – Bojszowy poniżej zbiornika Bojszowy (p.p. nr 18)	9992,0–12 514,0 11 422,0	5100,0–6400,0 6037,5	390,5–468,7 431,3
Potok Goławiecki – Czarnuchowice (p.p. nr 11)	28 690,0–35 690,0 30 245,0	12 750,0–20 800,0 16 912,5	834,5–1182,7 1009,4
Przemsza – Jeleń (p.p. nr 13)	1426,0–1598,0 1483,7	430,0–510,0 456,5	260,9–303,7 289,5

Znacznie podnosi mineralizację wód Wisły również Potok Goławiecki, dopływający poniżej Gostyni, charakteryzujący się średnią mineralizacją wód $30\,245,0\ \text{mg}/\text{dm}^3$.

W dalszej części badanego odcinka górnej Wisły następuje dopływ słabiej zmineralizowanych wód Przemszy i Soły, które obniżają poziom mineralizacji wód tej rzeki. Charakterystyczny jest przypadek wód Przemszy, dla których, mimo przyjęcia zrzutów z 24 kopalń węgla, średnia mineralizacja wynosi 1483,7 mg/dm³. Ta stosunkowo niska mineralizacja spowodowana była zrzutem wód z kopalń prowadzących eksploatację w strefie aktywnej wymiany wód (A. Różkowski i in., 1986).

Zrzuty wód kopalnianych i ścieków komunalnych wpływają na zmianę typu chemicznego wód Wisły. Wody typu HCO₃-SO₄-Ca w okolicach Goczałkowic zmieniają się na wody typu Cl-Na w Bieruniu Nowym i Dworach.

Wody Wisły poniżej Goczałkowic są zanieczyszczone w stopniu uniemożliwiającym ich wykorzystanie do celów pitnych, a nawet przemysłowych (M. Kwieciński, 1985).

OCENA WIELKOŚCI I DYNAMIKI ZMIAN ŁADUNKÓW JONÓW Cl⁻, SO₄²⁻ I ROZPUSZCZONYCH SOLI W WODACH GÓRNEJ WISŁY

Ocenę stężeń zanieczyszczenia wód powierzchniowych zlewni górnej Wisły dokonano metodą przekrojów pomiarowo-kontrolnych (H. Florczyk, 1985; H. Mańczak, 1963). Uzyskane wyniki mają charakter orientacyjny. Dla przedsta-

Tabela 4

Wielkość przepływów i ładunków chlorków, siarczanów oraz związków rozpuszczonych w wodach dorzecza Wisły górnej (1985 r.)

Profil	Przepływ min-max (m ³ /s)	Ładunki (t/d)		
		chlorki	siarczany	związki rozpuszczone
		<u>min-max</u> śr	<u>min-max</u> śr	<u>min-max</u> śr
Jawiszowice	4,86-7,90	<u>168,8-240,3</u> 206,1	<u>20,6-47,0</u> 31,0	<u>361,9-526,3</u> 451,4
Bieruń Nowy	10,70-14,70	<u>1847,6-2032,1</u> 1937,3	<u>148,3-185,4</u> 161,5	<u>3364,4-3664,2</u> 3480,9
Dwory	32,80-41,00	<u>3852,6-4827,3</u> 4306,0	<u>663,1-822,8</u> 740,0	<u>7945,2-9628,2</u> 8757,6
Bojszowy I	2,65-3,64	<u>150,5-210,7</u> 185,3	<u>34,8-53,7</u> 45,1	<u>390,2-510,7</u> 439,8
Bojszowy II	3,02-3,62	<u>1595,1-1728,0</u> 1664,3	<u>113,3-122,0</u> 118,2	<u>2808,8-2935,7</u> 2891,1
Czarnuchowice	0,53-0,71	<u>782,1-952,5</u> 867,5	<u>51,1-54,2</u> 52,2	<u>1345,9-1610,5</u> 1476,5
Jeleń	14,60-16,70	<u>594,9-643,3</u> 618,2	<u>345,0-424,2</u> 393,4	<u>1907,5-2016,7</u> 1953,4

Tabela 5

Zmienność wielkości ładunków soli w wybranych przekrojach pomiarowych (1985 r.)

Profil	Wskaźnik chemiczny	Przyrosty wielkości ładunków	
		bezwzględne (d/t)	względne (%)
Jawiszowice		71,5	43
		26,4	128
		164,4	45
Bieruń Nowy		184,5	10
		37,1	25
		299,8	9
Dwory		974,7	25
		159,7	24
		1683,0	21
Bojszowy I	chlorki	60,2	40
	siarczany	18,9	54
	zw. rozpuszczone	120,5	31
Bojszowy II		132,9	8
		8,7	8
		127,7	5
Czarnuchowice		170,4	22
		3,1	6
		264,6	20
Jeleń		48,4	8
		79,2	23
		109,2	6

wienia problemu zanieczyszczenia wód zlewni górnej Wisły ładunkami soli zestawiono tabele określające wielkość (tab. 4) oraz dynamikę zmian. Analizowano te dane zarówno stacjonarnie w poszczególnych przekrojach pomiarowych (tab. 5), jak i wzdłuż biegu górnej Wisły między wybranymi przekrojami pomiarowymi (tab. 6).

Istotnym czynnikiem wpływającym na dynamikę zmian wielkości ładunku soli w zlewni Wisły jest wzrastająca w ciekach obecność wód obcych, głównie kopalnianych. Wzdłuż biegu Wisły, odbierającej wody ze wschodniej części GZW, obserwuje się zmniejszenie dynamiki zmian wielkości ładunków związków rozpuszczonych w dół biegu rzeki od 45% (Jawiszowice) do 21% (Dwory – poniżej ujścia Soły). W Przemszy i Gostyni – poniżej zbiornika retencyjnego Bojszowy, gdzie dominują wody obce – różnicowanie wartości ekstremalnych badanych wskaźników nie przekracza nawet 5–8%.

Lewobrzeżne dopływy górnej Wisły, będące głównie kolektorami wód kopalnianych, mają poważny udział w podwyższeniu ładunków soli. Przykładowo Gostynia w poszczególnych sezonach 1985 r. wprowadziła do Wisły 2800–3200 t/d ładunków soli, w tym ładunków Cl^- 1600–1800 t/d i SO_4^{2-} 115–140 t/d. Analiza porównawcza wielkości ładunków soli w przekrojach pomiarowych Jawiszowice

Tabela 6

Porównanie wielkości ładunków soli między wybranymi przekrojami pomiarowymi (1985 r.)

Porównane profile	Przyrosty ładunków chlorków min – max		Przyrosty ładunków siarczanów min – max		Przyrosty ładunków związków rozpuszczonych min – max	
	bezwzględne (t/d)	względne (%)	bezwzględne (t/d)	względne (%)	bezwzględne (t/d)	względne (%)
Bojszowy I – Bojszowy II	1444,6 – 1475,3	758 – 960	69,0 – 78,5	130 – 226	2417,8 – 2511,2	600 – 620
Jawiszowice – Bieruń Nowy	1607,3 – 1830,3	669 – 1045	116,9 – 138,4	294 – 632	2838,1 – 3202,9	539 – 843
Bieruń Nowy – Dwory	2005,0 – 2895,1	99 – 150	539,3 – 672,1	324 – 446	4580,8 – 6214,1	131 – 182
Jawiszowice – Dwory	3612,3 – 4658,5	1503 – 2760	638,0 – 802,2	1573 – 3894	7418,9 – 9266,3	1410 – 2560

i Bieruń Nowy wykazała, że wody Gostyni spowodowały przyrost ładunków soli w wodach górnej Wisły w granicach 540–840%, ładunków Cl^- 660–1050% i ładunków SO_4^{2-} 270–630%.

Zanieczyszczenie wód Potoku Goławieckiego w rejonie ujścia do Wisły kształtowało się następująco: ładunki soli 1350–1600 t/d, ładunki Cl^- 780–950 t/d i ładunki SO_4^{2-} 51–54 t/d.

Sumaryczne wielkości zanieczyszczeń ładunkami soli, które Przemsza wprowadziła do Wisły w 1985 r., wynosiły: ładunki związków rozpuszczonych 1900–2000 t/d, jony Cl^- 595–645 t/d i SO_4^{2-} 345–425 t/d.

Odbiór wód Przemszy, Potoku Goławieckiego i Soły przez Wisłę między przekrojami pomiarowymi Bieruń Nowy i Dwory powoduje zasadniczy wzrost jej zanieczyszczenia ładunkami soli w granicach 130–180% (4580–6220 t/d), zaś ładunkami Cl^- 100–150% (2000–2900 t/d) oraz SO_4^{2-} 320–450% (540–670 t/d).

Obciążenie wód górnej Wisły ładunkami soli pochodzącymi z obszaru GZW powoduje wielokrotny ponadnormatywny wzrost ładunków w rzece (średnio w nawiasach): związków rozpuszczonych 1400–2550% (7400–9300 t/d), Cl^- 1500–2750% (3600–4650 t/d) i SO_4^{2-} 1500–3900% (640–800 t/d) – tab. 6.

WNIOSKI

Charakter hydrologiczny górnej Wisły na odcinku między wodowskazami Goczałkowice i Dwory i jej dopływów (Gostynia, Potok Goławiecki, Przemsza) jest współkształtowany przez zrzuty ścieków przemysłowych, głównie wód kopalnianych, co przyczynia się do zakłócenia naturalnego reżimu wodnego tych cieków.

Udział wód kopalnianych zrzucanych bezpośrednio lub pośrednio do górnej Wisły w całkowitym przepływie (SNQ, SWQ) na wysokości wodowskazu Dwory wynosi odpowiednio 14,0 i 35,1%. Wpływa on w sposób decydujący na zmianę typu chemicznego, powodując łącznie ze ściekami komunalnymi wyraźne podwyższenie jej mineralizacji w stosunku do wód na wysokości Goczałkowic. Zanieczyszczenie wód Wisły między Goczałkowicami a Dworami eliminuje zatem możliwość wykorzystania ich do celów pitnych, a nawet przemysłowych. Przeprowadzone badania wykazały, że obciążenie wód górnej Wisły wodami z obszaru GZW powoduje wielokrotny ponadnormatywny wzrost ładunków soli w rzece.

Wysoki stopień zanieczyszczenia wód cieków decyduje o małej stacjonarnej dynamice zmian sumarycznej wielkości ładunków soli. Dotyczy to przede wszystkim Przemszy oraz Gostyni poniżej zbiornika Bojszowy, gdzie zróżnicowanie wartości ekstremalnych badanych wskaźników nie przekracza 5–8%.

Oddział Górnośląski
Państwowego Instytutu Geologicznego
Sosnowiec, ul. Białego 1
Budokop Ośrodek Badawczo-Rozwojowy
Budownictwa Górniczego
Mysłowice, ul. Powstańców 19
Nadesłano dnia 8 maja 1987 r.

PIŚMIENICTWO

- FLORCZYK H. (1969) – Metody porównywania stanu czystości powierzchniowych wód płynących w poszczególnych okresach obserwacyjnych. *Gosp. Wodna*, **11**, p. 408–411.
- KWIECIŃSKI M. (1985) – Źródła poboru i kierunki rozchodu wody w przemyśle aglomeracji krakowskiej. *Gosp. Wodna*, **4**, p. 95–97.
- MAŃCZAK H. (1963) – Zastosowanie metody statystycznej do oceny stopnia zanieczyszczenia wód rzecznych na podstawie wyników periodycznych badań wody w przekroju pomiarowo-kontrolnym. *Pr. Inst. Gosp. Wodnej*, **2**, p. 117–151, z. 2.
- ROGOŹ M., STASZEWSKI B., WILK Z. (1987) – Impact of mining activities upon the aquatic environment within the Upper Silesian Coal Basin. *Intern. Symp. Hydrogeol. Coal Basins, Katowice*, 1987, p. 553–556.
- RÓŹKOWSKI A., CHMURA A., GAJOWIEC B., RÓŹKOWSKI J., STACHURA A. (1986) – Zasolenie wód Małej Wisły odprowadzanymi wodami kopalń węgla kamiennego. *Pr. Nauk. Inst. Geotech. PWr*, **21**, p. 237–244.

Богумил ГАЙОВЕЦ, Яцек РУЖКОВСКИ

ХАРАКТЕРИСТИКА СТЕПЕНИ СОЛЁНОСТИ ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ ВЕРХНЕЙ ВИСЛЫ

Резюме

В статье представлены результаты исследований химического состава вод верхней Вислы в районе Верхнесилезского угольного бассейна. Водосборная площадь верхней Вислы расположена в пределах двух гидрохимических районов этого угольного бассейна (фиг. 1), которые характеризуются разной гидрохимической зональностью. Наблюдается общий тренд увеличения минерализации вод с глубиной. Разведанный участок Вислы принимает воды отводимые из около 50% верхнесилезских каменноугольных шахт. Шахты дренируют водоносные горизонты с разной минерализацией и разным химическим составом воды в пределах отдельных районов. Шахты отводят в Вислу — непосредственно или посредственно — около 514,24 м³/мин воды с разной минерализацией, в том числе:

- 210,0 м³/мин воды с минерализацией 1,5 г/дм³,
- 299,5 м³/мин воды с минерализацией 1,5–70,0 г/дм³,
- 4,74 м³/мин воды с минерализацией 70 г/дм³.

Авторы статьи провели полевые исследования на участке верхней Вислы между водомерными постами Гочалковице и Дворы, а также на левосторонних притоках Вислы: Гостыня, Поток Голавецки и Пшемша (фиг. 2), принимающих шахтные воды. Полевые исследования включали: измерение величины сезонного течения воды в поверхностных водотоках и опробование вод для определения их химизма и количества растворенных веществ. Было установлено, что на гидрогеологический характер исследованного участка верхней Вислы и её притоков (Гостыня, Поток Голавецки, Пшемша), оказывают влияние сбросы промышленных водостоков, главным образом шахтных вод. Этот факт способствует нарушению естественного водного режима этих водотоков.

Участие шахтных вод отводимых непосредственно или посредственно в верхнюю Вислу в полном течении (SNQ, SWQ), на высоте водомерного поста Дворы равняется соответственно

14,0 и 35%. Отводимые шахтные воды оказывают существенное влияние на изменение химического типа вод верхней Вислы. Шахтные воды, вместе с коммунальными водостоками, вызывают увеличение минерализации воды в реке. Воды Вислы на высоте водомерного поста Гочалковице, т.е. перед сбросом шахтных вод, характеризуются минерализацией около $0,3 \text{ г/дм}^3$ и типом $\text{HCO}_3\text{—SO}_4\text{—Ca}$. Воды верхней Вислы на высоте водомерных постов Берунь Новы и Дворы, после сброса шахтных вод, отличаются минерализацией соответственно $3,3\text{—}3,5 \text{ г/дм}^3$ и $2,4\text{—}3,1 \text{ г/дм}^3$; они характеризуются гидрохимическим типом Cl—Na . Загрязнение вод Вислы между водомерными постами Гочалковице и Дворы делает невозможным их использование для питьевых и промышленных целей.

Проведенные исследования показали, что сброс большого количества солей из Верхнесилезского угольного бассейна в воды верхней Вислы вызывает многократное сверхнормативное увеличение содержания солей в реке.

Высокая степень загрязнения вод водотоков принимающих сбросы шахтных вод, решает о малой стационарной динамике изменений суммарного содержания солей. Это касается прежде всего Пшемши и Гостыни ниже бассейна Бойшовы, где разность величин экстремальных исследованных показателей не превышает 5—8%.

Перевод Х. Маркулисова

Bogumił GAJOWIEC, Jacek RÓZKOWSKI

SALINITY OF RIVER WATERS WITHIN THE UPPER VISTULA DRAINAGE BASIN

Summary

The paper describes hydrochemical investigations in the Upper Vistula River and some its tributaries the Upper Silesian Coal Basin (USCB) — Fig. 1. These rivers collect mine waters from about 50% of hard coal mines of the USCB.

The Upper Vistula drainage basin lies within two hydrogeological regions which are distinguished by different hydrogeochemical zonality. Coal mines drain the aquifers of variable mineralization and chemistry depending on their depth and position within the hydrogeochemical region.

The total volume of waters being pumped from coal mines directly or indirectly to the Vistula River is about $514.24 \text{ m}^3/\text{min}$. These waters show a high degree of diversification of mineralization. About $210.0 \text{ m}^3/\text{min}$ of waters have TDS below 1.5 g/dm^3 , while $299.5 \text{ m}^3/\text{min}$ have content of TDS 1.5 to 70.0 g/dm^3 and about $4.74 \text{ m}^3/\text{min}$ have TDS above 70.0 g/dm^3 .

The authors have done the field investigations of the Upper Vistula River in the section between Goczałkowice and Dwory water level gauges as well as in the lefthand tributaries i.e. in the Gostynia River, the Goczałkowice Stream and the Przemsza River (Fig. 2), collecting the discharged mine waters. The investigations deal with seasonal measurements of stream flows and chemical analysis of streams and river waters.

The authors have stated that the hydrological regime of the Upper Vistula River and its tributaries (the Gostynia River, the Goczałkowice Stream, the Przemsza River) has been co-created by the discharged industry and municipal waters, mainly mine waters. That fact has contributed to the disturbance of the natural regime of the streams and rivers. The contribution of mine waters discharged into Upper Vistula River has been changed from 14 to 35% (according) to the total winter and spring flow at the Dwory water-level gauge.

The mine waters discharged to the Upper Vistula River have influenced the change of mineralization and chemistry of river waters. The mine waters and municipal sewage have caused distinct TDS increase in the Vistula River waters (Fig. 3). The Vistula River waters near Goczalkowice water-level gauge i.e. before collecting the mine outflows, are characterized by mineralization about 0.3 g/dm^3 and by hydrochemical type of $\text{HCO}_3-\text{SO}_4-\text{Ca}$. The Vistula River waters at the Bieruń Nowy and Dwory water – level gauges, that is after inflow of mine waters, have mineralization correspondingly: $3.3-3.5 \text{ g/dm}^3$ and $2.4-3.1 \text{ g/dm}^3$. They are waters of the $\text{Cl}-\text{Na}$ hydrochemical type.

The pollution of the Vistula River waters between Goczalkowice and the Dwory water – level gauges has eliminated the possibility of utilizing them as drink-waters and even as industry waters.

The investigations have shown that the mine waters discharge into the river has caused multiple – overnormative increase of the salt loads in the river. A slight dynamics of the salt loads changes in the river waters can be observed because of the high level of water pollution. It concerns mainly the Przemsza River and the Gostynia River where the seasonal differentiation of the salt loads doesn't overcome 5–8%.

Translated by B. Gajowiec