

Monika Działoszyńska-Wawrzekiewicz, Katarzyna Moraczewska-Majkut, Ewa Szymura, Witold Nocoń

Ocena wpływu antropopresji w zlewni Kłodnicy na charakterystykę osadów dennych w Potoku Bielszowickim

Województwo śląskie, a w szczególności Górnośląski Okręg Przemysłowy, należy do jednego z najbardziej przeobrażonych regionów nie tylko w kraju, ale także w Europie. Znaczny wpływ na degradację środowiska w regionie ma działający od kilku dziesięcioleci przemysł ciężki, a w szczególności górnictwo węgla kamiennego. Oprócz złego stanu jakości wód powierzchniowych, wynikającego z zaniedbań w gospodarce wodno-ściekowej, powszechnie występującym zjawiskiem jest znaczne zasolenie wód w rzekach oraz obecność zanieczyszczonych osadów [1], które stanowią duży problem między innymi w procesie rewitalizacji rzek. Dodatkowym problemem jest zagospodarowanie tych osadów po ich wydobyciu z koryta rzeki. Zgodnie z przepisami prawa, wydobyty osad traktowany jest jako odpad i w zależności od składu chemicznego klasyfikowany jest albo jako materiał nadający się do powtórnego umieszczenia w środowisku bez ograniczeń albo jako materiał zanieczyszczony (odpad niebezpieczny) przeznaczony do składowania na składowiskach odpadów niebezpiecznych [2, 3]. Zlewnia Kłodnicy, a w szczególności jej górna część, należy do jednego z najsilniej przeobrażonych działalnością człowieka obszarów, nie tylko w skali województwa, ale i całego kraju. Kłodnica wraz z dopływami, w szczególności prawostronnymi, tj. Potokiem Bielszowickim, Czarniawką, Potokiem Guido i Bytomką, przepływa przez tereny gęsto zaludnione i silnie uprzemysłowione [4]. Jej wody są silnie zanieczyszczone ściekami komunalnymi i przemysłowymi. Działalność gospodarcza związana jest z prowadzoną od kilku dziesięcioleci eksploatacją złóż węgla kamiennego. W zlewni Kłodnicy funkcjonuje obecnie osiem zakładów górniczych. Wydobycie węgla wpłynęło m.in. na nadmierne zasolenie wód powierzchniowych wodami dołowymi, składowanie na powierzchni terenu ogromnych ilości odpadów oraz osiadanie terenu. Cechą charakterystyczną rzek, do których odprowadzane są wody kopalniane, jest obecność w ich wodach dużej ilości zawieszin [1, 5, 6], których dominującym składnikiem są drobne frakcje węgla kamiennego (tzw. muł węglowy). Naturalne procesy sedymentacyjne sprawiają, że część unoszonych w toni wodnej zawieszin gromadzi się w dnie koryta, tworząc osady denne. W warunkach wysokich stanów

wód zawiesziny mogą być odkładane poza korytem rzeki na terenach zalewowych. Miąższość osadów zanieczyszczonych mułem węglowym w korytach rzek jest zróżnicowana i wynosi od kilku do kilkudziesięciu centymetrów. Największe ilości występują w bezpośrednim sąsiedztwie kopalni w Potoku Bielszowickim, Czarniawce, Bytomie i centralnym odcinku Kłodnicy [5]. Specyficznym miejscem kumulacji osadów jest ujście Kłodnicy do zbiornika Dzierżno Duże, gdzie skala nagromadzenia osadów zawierających muł węglowy pozwoliła na ekonomicznie opłacalną ich eksploatację.

Cel i zakres badań

Celem badań była ocena charakterystyki i właściwości fizyczno-chemicznych osadów dennych w Potoku Bielszowickim. Potok ten, zwany również Kochłówką, jest prawostronnym dopływem Kłodnicy (w 58,4 km) [7]. Powierzchnia jego zlewni wynosi 32,06 km², a całkowita długość – 13,6 km. Nagromadzenie osadów zanieczyszczonych mułem węglowym występuje w środkowym i dolnym odcinku potoku, a ich miąższość waha się od 0,3 m do 0,7 m.

Materiały i metody

Do badań wytypowano odcinek Potoku Bielszowickiego o długości około 1 km znajdujący się w jego dolnym biegu na granicy Rudy Śląskiej i Zabrza. Na tym odcinku wyznaczono trzy punkty badawcze, w których pobierano próbki osadów (A, B, C). Badania wykonano w czterech seriach pomiarowych (seria I – czerwiec, seria II – sierpień, seria III – październik i seria IV – listopad). Osad pobierano przy użyciu próbnika osadów dennych firmy KC Denmark, przeznaczonego do pozyskiwania próbek o nienaruszonej strukturze w miękkich osadach dennych. Każdorazowo pobrano jedną próbę osadu z głębokości 40÷50 cm. Wyboru oznaczanych jonów metali śladowych dokonano na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony [8] (obecnie nieobowiązujące). Procedura badawcza obejmowała następujące wskaźniki jakościowe:

– zawartość kadmu, ołowiu, cynku, miedzi, niklu i chromu (mg/kg) oznaczono metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (ASA) zgodnie z procedurą badawczą PB-08/1:2005,

– zawartość rtęci (mg/kg) oznaczono metodą ASA (techniką zimnych par) zgodnie z procedurą badawczą PB-08/3:2005,

Mgr M. Działoszyńska-Wawrzekiewicz: Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych w Katowicach, ul. L. Kossutha 6, 40-833 Katowice mdw@ietu.katowice.pl

Dr inż. K. Moraczewska-Majkut, mgr inż. E. Szymura, dr inż. W. Nocoń: Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Zakład Technologii Wody i Ścieków, ul. S. Konarskiego 18A, 44-100 Gliwice katarzyna.moraczewska-majkut@polsl.pl

– zawartość arsenu (mg/kg) oznaczono metodą ASA (techniką wytwarzania wodorków) zgodnie z procedurą badawczą PB-08/4:2003,

– zawartość siarki (%) oznaczono metodą wagową (Eschki) zgodnie z normą PN-ISO 334:1997,

– wilgotność całkowitą (naturalną) (%) oraz wilgotność w stanie powietrzno-suchym (higroskopijną) (%) oznaczono metodą wagową (suszenie próbeki powietrznie suchej w temp. 105°C) zgodnie z normą PN-ISO 11465:1999,

– stratę prażenia (w temp. 815°C) (%) oznaczono metodą wagową zgodnie z normą PN-G-04528-02:1977,

– zawartość rozkładalnych substancji organicznych (RSO) (%) oznaczono metodą utleniania substancji organicznych za pomocą $K_2Cr_2O_7$ w środowisku kwasowym.

Analizy porównawcze osadów dennych zanieczyszczonych mułem węglowym przeprowadzono uwzględniając zakresy wskaźników jakościowych mułów węglowych zawartych w normie PN 82/G-97003 – węgiel kamienny do celów energetycznych.

Dyskusja wyników badań

Osady denne Potoku Bielszowickiego charakteryzowały się obecnością znacznej ilości mułu węglowego. Z tego względu wyznaczono procentową zawartość węgla (C) w osadzie, wyliczoną jako różnicę między wartością straty prażenia a wartością RSO (tab. 1). Uzyskane wartości mogą być zawyżone z powodu występowania wody związanej krystalizacyjnie w przestrzeniach międzypakietowych minerałów ilastych, jak również występowania pierwiastka węgla w związkach organicznych pochodzenia niebiogenego. Były to jednak wartości, które nie wpływały zasadniczo na otrzymane wyniki.

Tabela 1. Zawartość węgla w osadach dennych z Potoku Bielszowickiego

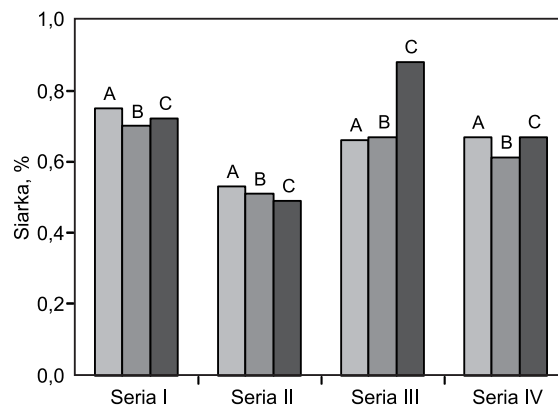
Table 1. Carbon content in bottom sediments from the Potok Bielszowicki

Punkt badawczy seria pomiarowa	Strata prażenia %	RSO %	C %
A	I	77,0	68,1
	II	86,0	76,6
	III	89,6	84,2
	IV	83,5	62,5
B	I	85,0	67,9
	II	87,4	83,4
	III	82,9	70,0
	IV	84,1	82,7
C	I	69,1	54,5
	II	78,0	74,4
	III	78,4	55,2
	IV	71,3	56,6

Uśredniona zawartość węgla w osadach dennych na całym analizowanym odcinku potoku w poszczególnych seriach pomiarowych wynosiła odpowiednio 63,5% (seria I), 78,1% (seria II), 69,8% (seria III) i 67,3% (seria IV). Średnia zawartość węgla we wszystkich próbkach osadów wyniosła 69,7%.

Zawartość siarki ogólnej jest jednym z podstawowych wskaźników charakteryzujących jakość węgla. Typowa zawartość siarki w węglu kamiennym waha się w zakresie

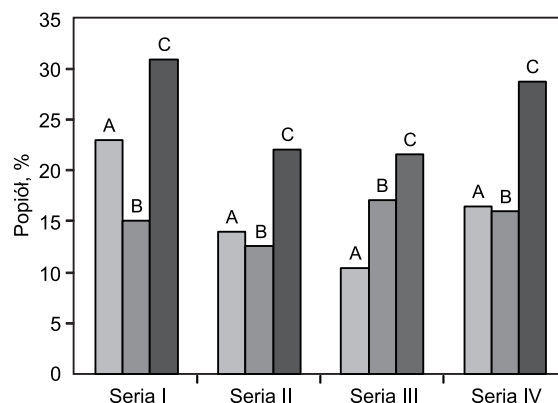
0,7÷4,0% (wag.), przy czym w Polsce prawie 70% zasobów węgla charakteryzuje się zawartością siarki nie większą niż 0,9% [9]. Analizowane próbki osadów dennych zawierały siarkę w ilości od 0,49% do 0,88% (śr. 0,66%) (rys. 1).



Rys. 1. Zawartość siarki w osadach dennych z Potoku Bielszowickiego

Fig. 1. Sulfur content in bottom sediments from the Potok Bielszowicki

Zawartość popiołu w badanych osadach mieściła się w zakresie 10,4÷30,9% (śr. 19,0%). Największą ilość odnotowano w punkcie C, która w poszczególnych seriach badawczych wynosiła odpowiednio 30,9%, 22,0%, 21,6% i 28,7%. W pierwszych dwóch punktach (A i B) zawartość popiołu była znacznie mniejsza niż w trzecim punkcie (C) i mieściła się w zakresie od 10,4% do 23,0% (rys. 2).

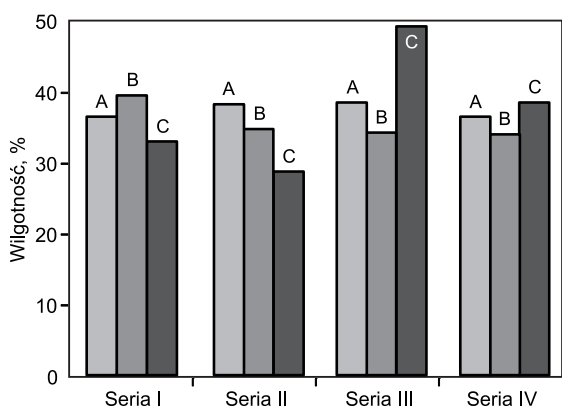


Rys. 2. Zawartość popiołu w osadach dennych z Potoku Bielszowickiego

Fig. 2. Ash content in bottom sediments from the Potok Bielszowicki

Zakres zawartości popiołu w badanych osadach był zbliżony do średnich parametrów w przypadku mułów węglowych, które są produkowane obecnie w kraju [9, 10]. W porównaniu do mułów węglowych deponowanych w osadnikach (odpady powstałe w procesach flotacji), badane osady charakteryzowały się zdecydowanie korzystniejszymi wartościami [11, 12].

Próbki osadów dennych poddano także badaniom na zawartość wilgoci całkowitej (naturalnej) (W_t) oraz wilgotności w stanie powietrzno-suchym (tzw. higroskopijnej) (W_h). Wilgotność całkowita wynosiła od 28,6% do 49,3% (śr. 36,7% – rys. 3), natomiast wilgotność w stanie powietrzno-suchym mieściła się w przedziale od 0,1% do 2,8% (śr. 0,8%). Najmniejsze różnice wartości odnotowano w pierwszym punkcie pomiarowym (A), gdzie wilgotność osadów mieściła się w zakresie od 36,4% do 38,5%,



Rys. 3. Zawartość wilgoci całkowitej w osadach dennych z Potoku Bielszowickiego

Fig. 3. Total humidity content in bottom sediments from the Potok Bielszowicki

natomiast największe różnice widoczne były w punkcie C, zamykającym odcinek pomiarowy, gdzie zawartość wilgotności w próbkach osadów wynosiła od 28,6% do 49,3%. Wartości te nie odbiegały znacznie od wartości w przypadku mułów węglowych deponowanych w osadnikach [12].

Duża zawartość wilgoci pogarsza właściwości transportowe materiału, ale także ogranicza jego przydatność do bezpośredniego wykorzystania jako paliwa. Według normy PN 82/G-97003, dotyczącej węgla kamiennych do celów energetycznych, zawartość wilgoci całkowitej nie powinna przekraczać 27%. W przypadku osadów dennych, z uwagi na fakt, że ich naturalnym środowiskiem zalegania jest środowisko wodne, nie jest możliwe osiągnięcie tak małej zawartości wilgoci. Wilgotność próbek osadów w stanie powietrzno-suchym wskazuje jednak na szybkie odprowadzenie wody w sposób grawitacyjny, co znacznie podnosi wartość użytkową analizowanego materiału.

Badania zawartości metali wykonano w celu określenia, czy wydobyty osad denny może zostać zakwalifikowany jako urobek zanieczyszczony. Zgodnie z wcześniej

obowiązującym rozporządzeniem Ministra Środowiska urobek mógł być traktowany jako zanieczyszczony, jeżeli ilość co najmniej jednej z substancji osiągnęła wartość podaną w załączniku do rozporządzenia [8]. Zawartość metali w żadnej z analizowanych próbek osadu nie przekroczyła wartości podanej w tym rozporządzeniu, co może kwalifikować wydobyte osady denne, zawierające głównie muł węglowy, jako urobek niezanieczyszczony i dopuścić jego dalsze wykorzystanie (tab. 2). Zgodnie z katalogiem odpadów materiał ten otrzymuje kod odpadowy o numerze 17 05 06 – urobek z pogłębiania inny niż opatrzony kodem 17 05 05, co umożliwi jego dopuszczenie do zagospodarowania w środowisku.

Muły węglowe odprowadzane do wód płynących są charakterystycznym, oprócz zasolenia, wskaźnikiem świadczącym o antropopresji mającej swoje źródła w przemyśle górniczym. Porównując otrzymane wyniki z innymi badaniami prowadzonymi w obrębie zlewni Kłodnicy można zauważyć, że niewielkie dopływy tej rzeki odgrywają główną rolę w jej zanieczyszczeniu. Na tym tle zdecydowanie wyróżniają się dwie rzeki – Czarniawka, której charakterystykę przedstawiono w pracy [1] oraz Potok Bielszowicki. Jakość wód obu cieków zdecydowanie odbiega od pozostałych dopływów Kłodnicy. Ich przeważającym zanieczyszczeniem są zawiesiny ogólne złożone głównie z cząstek mułu węglowego. Z uwagi na to, że muły węglowe nie stanowią naturalnego składnika środowiska przyrodniczego, ich wprowadzanie do wód powierzchniowych jest przyczyną niekorzystnych zmian w środowisku wodnym. Ich dobre właściwości sedymentacyjne powodują, że stosunkowo szybko usuwane są z toni wodnej do osadów dennych, co z kolei powoduje bardzo szybkie wypływanie koryta rzeki. Pośrednim skutkiem tego procesu jest konieczność stałego podnoszenia wysokości konstrukcji przeciwpowodziowych w obrębie rzek, do których odprowadzane są muły węglowe. Z drugiej zaś strony na skutek wezbrań powodziowych zdeponowane w obrębie koryta rzeki osady mułów węglowych transportowane są wraz z biegiem rzeki odkładając się w miejscach, w których rzeka występuje z brzegów.

Tabela 2. Zawartość metali śladowych w osadach dennych z Potoku Bielszowickiego
Table 2. Trace metal content in bottom sediments from the Potok Bielszowicki

Punkt badawczy seria pomiarowa	Zawartość, mg/kg (w odniesieniu do suchej masy osadu)								
	arsen	kadm	chrom	miedź	rtęć	nikiel	cynk	ołów	
A	I	3,9	<2,1	9,7	30,7	<0,4	<27	195,1	35,4
	II	3,3	<2,1	6,6	25,2	<0,4	<27	236,4	23,3
	III	3,8	<2,1	10,2	27,5	<0,4	<27	294,2	37,4
	IV	7,2	<2,1	16,8	45,4	<0,4	<27	452,4	49,8
B	I	4,7	<2,1	9,3	39,6	<0,4	<27	187,6	33,7
	II	4,4	<2,1	12,4	20,3	<0,4	<27	467,9	27,4
	III	2,2	<2,1	12,3	25,8	<0,4	<27	80,7	12,0
	IV	2,4	<2,1	9,6	29,2	<0,4	<27	105,9	16,7
C	I	3,0	<2,1	11,3	42,2	<0,4	<27	174,6	23,6
	II	1,8	<2,1	7,5	29,8	<0,4	<27	103,0	18,3
	III	2,3	<2,1	9,2	31,1	<0,4	<27	107,0	20,0
	IV	3,86	<2,1	13,7	36,6	<0,4	<27	378,8	39,7
Rozporządzenie* [8]		≥30	≥7,5	≥200	≥150	≥1	≥75	≥1000	≥200

*zawartość substancji, która powoduje, że urobek pochodzący z pogłębiania m.in. cieków naturalnych jest zanieczyszczony

Wnioski

♦ Osady denne pochodzące z Potoku Bielszowickiego charakteryzowały się właściwościami bardzo zbliżonymi do węgla kamiennego wykorzystywanego w energetyce.

♦ Zawartość metali śladowych w tych osadach była nieznaczna, co pozwala na ich zagospodarowanie bez specjalnych środków ostrożności.

♦ Szczególną uwagę należy zwrócić na bardzo mało skomplikowany technologicznie proces odzyskiwania mułów węglowych z wód odprowadzanych z terenu kopalń.

LITERATURA

1. W. NOCON, M. KOSTECKI: Hydro-chemical characteristic of the Czarniawka River. *Archives of Environmental Protection* 2005, Vol. 31, No. 2, pp. 95–104.
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów. Dz. U. nr 112, poz. 1206.
3. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 30 października 2002 r. w sprawie rodzajów odpadów, które mogą być składowane w sposób nieselektywny. Dz. U. nr 191, poz. 1595.
4. K. MORACZEWSKA-MAJKUT, M. DZIAŁOSZYŃSKA-WAWRZKIEWICZ: Problematyka wtórnego zanieczyszczenia wód na obszarach silnie uprzemysłowionych. W: I. ZIMOCH, W. SAWINIAK [red.]: Aktualne zagadnienia w uzdatnianiu i dystrybucji wody, Politechnika Śląska, Gliwice 2013, ss. 127–136.
5. M. DZIAŁOSZYŃSKA-WAWRZKIEWICZ, K. MORACZEWSKA-MAJKUT: Frakcjonowanie osadów dennych z wybranego odcinka rzeki zlewni Kłodnicy celem uzasadnionego technicznie sposobu wykorzystania. Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych, Katowice 2009 (praca niepublikowana).
6. W. NOCON, M. KOSTECKI: Hydro-chemical characteristic of the Bytomka River. *Archives of Environmental Protection* 2005, Vol. 31, No. 1, pp. 31–43.
7. H. CZARNECKA [red.]: Atlas podziału hydrograficznego Polski. Część 2, zestawienia zlewni. Seria: Atlasy, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa 2005.
8. Rozporządzenie Ministra Środowiska z 16 kwietnia 2002 r. w sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. Dz. U. nr 55, poz. 498.
9. R. NEY, W. BLASCHKE, U. LORENZ, L. GAWLIK: Węgiel kamienny jako źródło czystej energii w Polsce. Górnictwa Izba Przemysłowo-Handlowa, Katowice 2004, ss. 230–234.
10. Z. GRUDZIŃSKI: Analiza porównawcza jakości mułów węgla kamiennego pochodzących z bieżącej produkcji i zdeponowanych w osadnikach ziemnych. Politechnika Koszalińska, Koszalin 2005.
11. A. LUTYŃSKI, J. SZPYRKA: Analiza jakości mułów węgla kamiennego zdeponowanych w osadnikach ziemnych. *Górnictwo i Geologia* 2011, t. 6, z. 2, ss. 109–120.
12. S. GÓRALCZYK, I. BAIC: Odpady z górnictwa węgla kamiennego i możliwości ich gospodarczego wykorzystania. *Polityka energetyczna* 2009, t. 12, z. 2/2, ss. 145–158.

Działoszyńska-Wawrzekiewicz, M., Moraczewska-Majkut, K., Szymura, E., Nocon, W. Impact Assessment of Anthropopressure in the Kłodnica Basin on the Characteristics of the Potok Bielszowicki Bottom Sediments. *Ochrona Środowiska* 2015, Vol. 37, No. 2, pp. 51–54.

Abstract: Bottom sediment samples from the Potok Bielszowicki (the Kłodnica basin) were examined due to their potential utilization after reclamation from the Kłodnica river. Analysis of the bottom sediment samples included determination of humidity concentration, total sulfur, ash content, volatile material, loss on ignition (LOI), degradable

organic substances and trace metals (arsenic, cadmium, chromium, copper, mercury, nickel, lead and zinc). The study results showed that the bottom sediments could be qualified as uncontaminated excavated material, allowing for its further management. It was demonstrated that the properties of bottom sediments from the Potok Bielszowicki were similar to those of hard coal used in power industry. Trace metal content was negligible in these sediments, thus their management required no special precaution measures.

Keywords: Coal slurry, elemental analysis, surface waters, sludge management, trace metals.