

MAŁGORZATA LABUS*, ARKADIUSZ MROWIEC

OSADY DENNE RZEKI SKRÓDY I ICH ROLA W OBIEGU METALI W ŚRODOWISKU

Streszczenie

W artykule przedstawiono ocenę zanieczyszczenia metalami (Fe, Mn, As, Al, Cr) osadów dennych rzeki Skródy, i ich potencjalny wpływ na jakość wód rzeki. Zastosowana do oceny stopnia zanieczyszczenia metoda ekstrakcji sekwencyjnej pozwoliła nie tylko na określenie całkowitej zawartości metalu w osadzie, ale także na ocenę udziału poszczególnych form występowania.

W badanych osadach stwierdzono obecność żelaza, manganu, arsenu, glinu, i chromu. Spośród wymienionych pierwiastków zanotowano podwyższone w stosunku do tła geochemicznego zawartości glinu, pozostałe ilości metale występują w ilościach niższych od wartości tła na badanym obszarze. Duże zawartości glinu mogą być łączone z zachodzącymi, w skarpach zbiorników pokopalnianych procesami wietrzenia chemicznego pirytu. Powstający w procesie kwas siarkowy sprzyja rozkładowi glinokrzemianów. Następnie w wyniku erozji powierzchniowej następuje migracja glinu do wód powierzchniowych. W przypadku pozostałych metali jedynie w niekorzystnych warunkach środowiskowych może dojść do ich uwolnienia i ponownej ekspansji w środowisku wodnym.

Słowa kluczowe: osady dennie, metale, odpady, Łuk Mużakowa

Wstęp

Rzeka Skróda (Młyńska Struga), jest jednym z największych dopływów Nysy Łużyckiej, znajdującym się w powiecie żarskim (południowa część województwa lubuskiego). Swoje źródła ma w okolicy Boruszyna i wpływa do Nysy Łużyckiej na wschód od Łęknicy; przepływa częściowo przez Park Krajobrazowy, Łuk Mużakowa. Charakterystyczna dla rzeki Skródy jest rdzawo czerwona barwa wód, związana z wyplukiwanymi z gruntu związkami żelaza i siarki.

* Instytut Geologii Stosowanej, Politechnika Śląska, Gliwice

Poprzez intensywną eksploatację węgla brunatnego metodą odkrywkową jak i podziemną, odbywającą się od drugiej połowy XIX w. do późnych lat 70-tych ubiegłego wieku, teren ten został silnie przeobrażony, czego dowodem są powstałe zbiorniki wodne Nazywane obecnie „pojezierzem antropogenicznym”. Rejon ten jest odwadniany w dużej mierze przez rzekę Skródę, występują tu też liczne mniejsze ciek i rowy, które drenują ten obszar. Wody zasilające zbiorniki są wodami pozaklasowymi silnie zakwaszonymi o niskiej wartości pH, wysokiej mineralizacji i twardości ogólnej [Asani, Kołodziejczyk 2006].

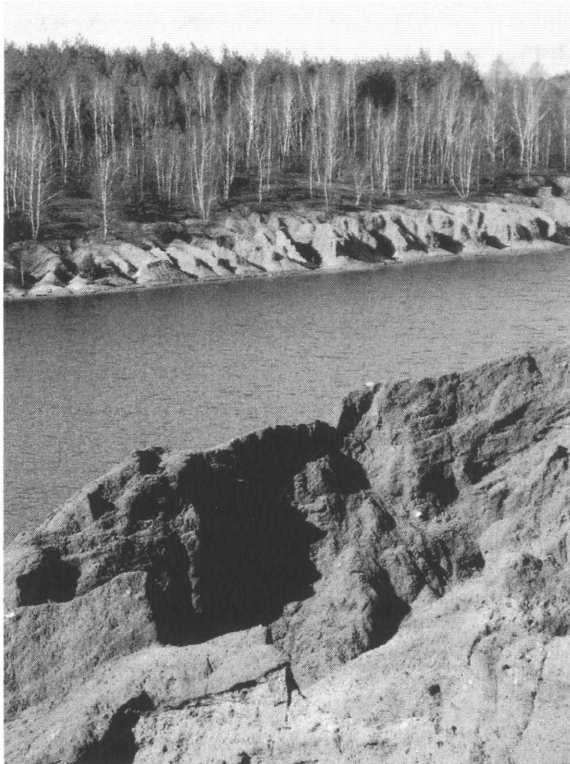
Skład chemiczny osadów dennych rzeki uwarunkowany jest budową geologiczną zlewni, warunkami klimatycznymi i geomorfologią terenu. Na obszarach silnie uprzemysłowionych, występujące w dużych ilościach związki metali w osadach, są wynikiem działalności gospodarczej. Skład osadów w dużym stopniu zależy od lokalizacji składowisk odpadów czy emisji zanieczyszczeń do atmosfery.

Charakterystyka geomorfologiczna i hydrograficzna

Obszar odwadniany przez Skródę cechuje zróżnicowana rzeźba powierzchni terenu. Wahania w różnicach wysokości terenu dochodzą do 93 m. Znajdują się tu pasma wzgórz polodowcowych, wąskie doliny rzeczne oraz równinne obszary wysoczyznowe, pradolinne i nizinne, które urozmaiczone są pagórkami wydm. Najwyższe wzniesienia terenu znajdują się w zachodniej części obszaru, w obrębie Wału Mużakowskiego (130 – 180,5 m n.p.m.) oraz we wschodniej części, w rejonie Wzniesień Żarskich (140 – 173,7 m n.p.m.). Natomiast najniżej położony jest teren przygraniczny doliny Nysy Łużyckiej (87 – 127,5 m n.p.m.). Pomiędzy pasmami wzgórz polodowcowych Wału Mużakowskiego i Wzgórz Żarskich znajduje się równina sandrowa Wysoczyzny Żarskiej oraz pradolinne obniżenie Równiny Gozdnickiej. Niewielki obszar terenu na północnym zachodzie, znajdujący się pomiędzy Wałem Mużakowskim a doliną Nysy Łużyckiej, obejmuje fragment Kotliny Zasięckiej, równinnego obszaru pradolinnego, o wysokościach w granicach od 110 m do 132 m n.p.m. Teren ten jest słabo uprzemysłowiony, a jego urbanizacja jest niewielka. Ponad połowa powierzchni zajęta jest przez obszary leśne. [Wojciechowska 2002].

Kilkanaście sztucznie utworzonych zbiorników wodnych, powstało w wyniku intensywnej eksploatacji węgla brunatnego, jaka miała miejsce na tym obszarze [Jędrzak, 1992]. Eksploatacja była prowadzona metodą podziemną jak i odkrywkową, wzajemne nałożenie się tych dwóch metod eksploatacji spowodowało powiększenie powierzchni zalanych. Stąd niektóre ze zbiorników osiagają powierzchnie powyżej 20 ha, natomiast ich głębokość dochodzi nawet do 25m. Skródą częściowo odwadnia ten teren, poprzez liczne rowy melioracyjne [Asani, Kołodziejczyk 2006].

W strefie wokół zalanych wyrobisk dochodzi do intensywnych procesów wietrzenia fizycznego, jak i chemicznego oraz erozji. Zbiorniki wpłynęły na degradację środowiska, a wody powierzchniowe w nich gromadzące się, zakwaszone są w skrajnych przypadkach do wartości pH poniżej 3. Wokół zbiorników brak jest poprawnie wykształconej struktury glebowej, co powoduje zwiększenie spływów powierzchniowych, a co za tym idzie, przyśpieszenie erozji gruntów. Podczas rekultywacji tego terenu popełniono błędy, do których można zaliczyć złe uformowanie zboczy, których długość dochodzi nieraz do około 200 m, a kąt ich nachylenia jest zbyt duży (fot.1). Przy tak długich zboczach dodatkowo dochodzi do nasilenia erozji. Ponadto, zastosowano zbyt niską dawkę azotu przed sadzeniem roślin - wyniosła ona 50 kg N/ha. Okazała się ona zbyt niska dla dobrego rozwoju roślin. Gleba na tym terenie posiada bardzo szeroki zakres udziału C:N, wynoszący średnio 60:1, a nawet powyżej 100:1. Na skutek czego duża część azotu podlegała silnej sorpcji biologicznej, a tylko niewielka jego część była pobierana przez rośliny [Asani i inni 2007].



*Fot. 1. Skarpy nad jednym ze zbiorników eksploatacyjnych [fot. M. Labus]
Photo 1. Slope over one of exploited reservoir*

Działy wodne zbiorników pokopalnianych, są działami III rzędu i wyznaczone są przez zlewnie rzek: Skródy, Chwaliszówki, Trzewnej oraz przyrzecza Nysy Łużyckiej. Sieć hydrograficzna jest dobrze rozwinięta, obejmuje ona system większych i drobnych cieków, kanałów i rowów melioracyjnych, będących naturalnymi i sztucznymi dopływami głównych rzek. Na terenie tym licznie występują podmokłości, sezonowe rozlewiska, czy obszary bagienne.

Rzeka Skróda, będąca prawobrzeżnym dopływem Nysy Łużyckiej, posiada skomplikowany układ hydrograficzny, na który składa się sieć naturalnych cieków o uregulowanym często przebiegu wraz z rowami melioracyjnymi. Powierzchnia zlewni wynosi 219,2 km², przepływ średni 1,15m³/s. Rzeka płynie z kierunku NE na SW i niesie wody drugiej klasy czystości. Dopływy Skródy oraz cieki wyższego rzędu odwadniają wschodnie stoki moreny czołowej Wału Mużakowskiego oraz południowe i zachodnie stoki Wzniesień Żarskich. Wszystkie drobne cieki na opisywanym obszarze zostały pogłębiane, a ich koryta wyprostowane [Asani, Kołodziejczyk 2006].

Skróda stanowi główny system odwodnieniowy tego terenu, który jest obszarem bezodpływowym, o charakterze ewapotranspiracyjnym. Zbiorniki pokopalniane są zasilane wodami podziemnymi i opadowymi, niektóre z nich posiadają odpływy powierzchniowe. Większość z nich wypełniona jest wodami pozaklasowymi, silnie zakwaszonymi (pH od 2,3 do 4,3), o wysokiej mineralizacji i twardości ogólnej. Szczególnie wysokie są zawartości żelaza (do 33 mg/dm³) i siarczanów (do 1500 mg/dm³) [Wojciechowska 2002].

Budowa geologiczna

Na obszarze zlewni rzeki Skródy występuje pokrywa osadowa, zbudowane z utworów trzeciorzędu i czwartorzędu. Kompleks osadów trzeciorzędowych, o miąższości maksymalnie 279,2 m, reprezentuje w pełni rozwinięty profil, charakterystyczny dla basenu niżowej części Polski, reprezentowany przez oligocen, miocen oraz pliocen. Osady trzeciorzędu leżą niezgodnie na utworach triasu i kredy i są przykryte osadami czwartorzędowymi lub występują na powierzchni terenu. Na obszarze Wału Mużakowskiego i Wzniesień Żarskich, zostały zaburzone glacitektonicznie [Bartczak, Gancarz 2001].

Czwartorzęd jest reprezentowany przez utwory plejstoceniowe zlodowaceń południowopolskich, środkowopolskich i północnopolskich. Wyróżnia się między nimi: gliny zwałowe, osady zastoiskowe, piaski i żwiry pochodzenia lodowcowego, wodnolodowcowego i rzeczno oraz wydmy i piaski eoliczne. Seria czwartorzędowa ma zróżnicowaną miąższość od 0 do 163 m. Najbardziej rozprzestrzenione są osady zlodowaceń środkowopolskich (piaski, żwiry i gliny), które poza Łukiem Mużakowa tworzą zwartą i ciągłą pokrywę. Utwory

zlodowaceń południowopolskich i północnopolskich oraz osady holocenijskie mają ograniczony zasięg, występują lokalnie i na niewielkich obszarach. Najmłodsze osady zlodowacenia północnopolskiego i osady holocenijskie występują wzdłuż cieków powierzchniowych i w zagłębieniach bezodpływowych Wału Mużakowskiego. W rejonie Wału i jego południowo-wschodniego przedpoła, w osadach kenozoicznych, zaznaczają się zjawiska tektoniki glacialnej, które zaburzają chronologię trzeciorzędu i starszego czwartorzędu. Strefa intensywnych zafałdowań obejmuje kompleks skalny o miąższości, co najmniej 150 m. Przeważają fałdy obalone ku wschodowi i południowemu-wschodowi. Najbardziej intensywne zaburzenia występują w rejonie Łęknicy, Żarek Wielkich i Chwaliszowic. W kierunku północy intensywność zaburzeń maleje [Wojciechowska 2002].

Metodyka badań

Osady denne rzeki Skródy pobrano, za pomocą przeznaczonych do tego celu sondy, w trzech punktach (rys.1), w każdym po dwie próbki w różnych odległościach od brzegu.



Rys. 1 Miejsca poboru próbek (oznaczone strzałkami).

Fig.1. Points of sampling

Punkt 1 (próbki 1a, 1b) obrano około 30 m od ujścia rzeki Skródy do Nysy Łużyckiej. Średnia głębokość rzeki na tym odcinku wynosi około 1,2 m, szerokość około 5 m. Punkt 2 (próbki 2a i 2b) zlokalizowany był ok. 200 m od ujścia. W tym rejonie charakter rzeki nie ulega dużej zmianie, jednak wpływające na tym odcinku wody z licznych rowów melioracyjnych, mogą w sposób znaczący zmieniać charakter osadów.

Próbki 3a i 3b zostały pobrane w górnym odcinku rzeki, w pobliżu mostu, w znacznej odległości od pozostałych miejsc poboru. Rzeka w tym miejscu ma szerokość około 4,5 m, a głębokość wzrasta do średnio 2,4 m. Wszystkie próbki były pobierane w tej samej odległości od brzegu (0,5 m; 1,2 m), natomiast głębokości były różne, co było spowodowane różną konfiguracją dna.

Wszystkie pobrane osady to skały luźne, w przeważającej części piasek, z niewielką domieszką mułu, którego barwa jest lekko rdzawa, ze względu na obecność związków żelaza. Taki sam odcień ma barwa wody. Na miejscu w czasie pobierania osadów zostały wykonane pomiary pH i Eh (potencjał redox), za pomocą urządzenia wielofunkcyjnego Elmetron CX-742. Poboru próbek dokonano jesienią, w listopadzie 2008 roku.



Fot. 2. Miejsce pobrania próbek 2a i 2b [fot. A. Mrowiec]

Photo 2. Point of taking samples 2a and 2b

W pobranych osadach oznaczono zawartości żelaza, glinu, manganu, chromu i arsenu, przy zastosowaniu ekstrakcji sekwencyjnej, umożliwiającej specjację metali. Uzyskane w czasie analizy specjacji ekstrakty zostały przebadane za pomocą spektrometru emisyjnego ICP-AES JY 2000.

Poszczególne etapy ekstrakcji przedstawiono w tabeli 1. Ekstrakcję przeprowadzono wg zmodyfikowanego modelu ekstrakcji sekwencyjnej Tessiera [Bojanowska, Świerk 2003]. Do badania użyto po 1 gramie z każdej

próbki. Osady zostały uprzednio wysuszone do stanu powietrzno-suchego, a następnie przesiane przez sito o wymiarach oczek 0,1 mm.

Granice wykrywalności poszczególnych pierwiastków w spektrometrze podano tabeli 2.

Tab. 1. Przebieg zastosowanej ekstrakcji sekwencyjnej

Table 1. Course of sequent extraction

Frakcja	Forma wiązania metali	Metodyka analityczna (masa próbki 1,0 g)
I	Frakcja wymienna – metale wymienialne	20 cm ³ 1M CH ₃ COONH ₄ , pH = 7, czas wytrząsania 1h, temperatura pokojowa
II	Frakcja węglanowa - metale związane z węglanami	40 cm ³ 1M CH ₃ COONH ₄ , pH = 5, czas wytrząsania 5h, temperatura pokojowa
III	Frakcja redukcyjna – metale związane z tlenkami żelaza i manganu	40 cm ³ 0,04M NH ₂ OH w 25% CH ₃ COOH, czas wytrząsania 5h, temperatura 95°C
IV	Frakcja utleniająca – metale związane z substancjami organicznymi	1) 10 cm ³ 0,02M HNO ₃ +10cm ³ 30% H ₂ O ₂ , pH = 2, czas wytrząsania 2h, temperatura 85°C 2) 10 cm ³ 30% H ₂ O ₂ , pH = 2, czas wytrząsania 2h, temperatura 85°C 3) 20 cm ³ 3,2M CH ₃ COONH ₄ w 20% HNO ₃ , czas wytrząsania 0,5h, temperatura pokojowa
V	Frakcja pozostała – metale związane z pozostałymi substancjami	Mineralizator mikrofalowy „Plazmotronika”

Tab. 2. Granica wykrywalności pierwiastków w spektrometrze emisyjnym ICP-AES JY 2000

Table 2 Limits of detection of metals in ICP-AES JY 2000 spectrometer

Metal	Granica wykrywalności [ppb]
Fe	7
Mn	2
Cr	20
As	70
Al	20

Wyniki badań

Podczas poboru próbek w terenie dokonano pomiarów wartości pH i Eh (tab.3).

W miejscach pomiaru wartości Eh wody były dodatnie (co świadczy o warunkach utleniających) i mieściły się w zakresie 415 – 490 mV. Wartość pH wynosiła 6,5 – 6,6. Wyniki oznaczeń spektrometrycznych zostały przedstawione w tabeli 4.

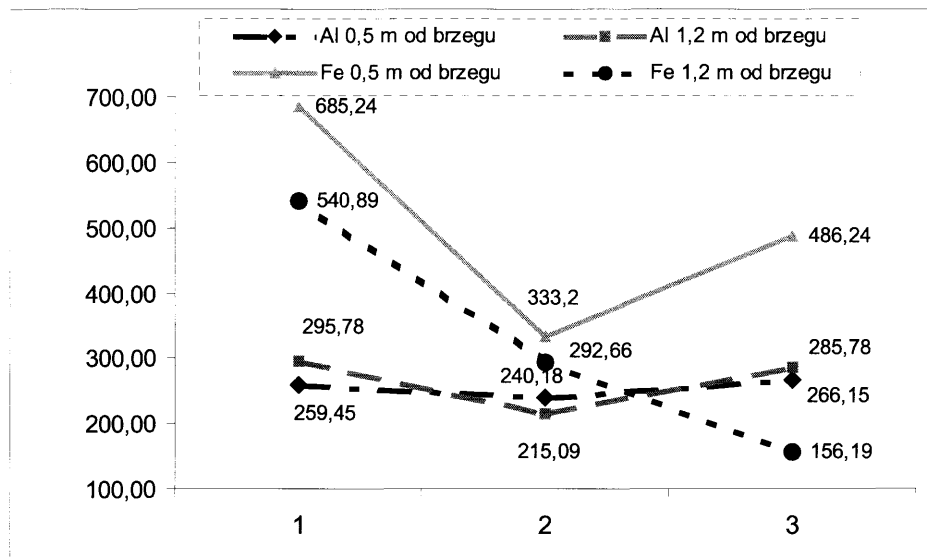
Tab. 3. Wyniki pomiarów terenowych

Table 3. Results of field measurements

Miejsce poboru	pH	Eh [mV]
1	6,6	415
2	6,6	420
3	6,5	490

Zawartość żelaza w badanych próbkach waha się w przedziale od 156,19 mg/dm³ do 685,24 mg/dm³. Wyższe stężenia występują w bliżej brzegu rzeki, niższe w odległości 1,2 m (rys. 2). Większa koncentracja występuje w dolnym biegu rzeki Skródy, u jej ujścia do Nysy Łużyckiej. W punkcie 2 stężenie spada, jednak przy ujściu ilość żelaza rośnie do maksymalnych wartości. Może to być spowodowane dostawaniem się jonów żelaza, powstałych w wyniku utlenianiu pirytu znajdującego się w odpadach pogórnicych, wraz z wodami opadowymi, które rowami melioracyjnymi spływają do Skródy. Ich ujście znajduje się między drugim, a trzecim punktem poboru. Jednak stężenia żelaza nie przekraczają wartości granicznej dla tła geochemicznego w osadach wodnych Polski, jak i wartości tła na badanym obszarze [Lis, Pasieczna 1995]. Przeważającą większość stanowi frakcja pozostała bo aż 93,4 % w próbce 1a, jednak w próbce 2a udział ten spada do 76 %. Frakcja pozostała, na którą składają się metale trwale związane z minerałami, wbudowane w ich sieć krystaliczną, jest niedostępna dla organizmów żywych, i nie dochodzi do jej ponownego uwolnienia, a tym samym wtórnego zanieczyszczenia wód rzeki jonami żelaza. Udział frakcji wymiennej i węglanowej jest nieznaczny. Zarówno frakcja I jak i II są łatwo dostępne, i przy zmianie pH mogą łatwo przejść ponownie do roztworu; jednak ich niski udział powoduje, iż w tym przypadku biodostępność żelaza jest niewielka. Frakcja III – metale związane z tlenkami żelaza i manganu, podobnie jak frakcje I i II może przejść ponownie z osadu do wody, jednak uruchomienie żelaza będącego w formie III jest bardzo trudne. Musiały by zajść warunki silnie niekorzystne, jak spadek odczynu, deficyt tlenowy i pojawienie się warunków redukcyjnych. Udział frakcji

redukcyjnej jest wyraźny i wynosi od 5,9 % w próbce 1a, do aż 22,6 % w próbce 2a. Żelazo związane z substancjami organicznymi (frakcja IV), a więc zaadsorbowane na powierzchni materii organicznej, lub w nią wbudowane, stanowią niewielki procent, maksymalny udział wynosi 1,2 % w próbce 3b. Metale występujące w tej formie są unieruchomione, a ich ponowne przejście z osadu do roztworu może zajść tylko w wyniku mineralizacji. Są to frakcje znacznie mniej mobilne [Loska i inni 2003; Sobczyński, Siepak 2001].



Rys. 2. Zmiany stężeń żelaza i glinu w kolejnych punktach poboru próbek
Fig.2. Changes of iron and aluminum concentration in sample points

Zawartości manganu w badanych osadach zawierały się w przedziale od 5,89 mg/dm³ dla próbki 2a, do 50,33 mg/dm³ w próbce 2b. Więcej manganu zawiera się w próbkach pobranych z większych głębokości. Na odcinku pomiędzy drugim a trzecim punktem poboru zawartość manganu wzrasta, a potem stopniowo maleje. Stężenie manganu jest znacznie niższe niż tło geochemiczne w osadach wodnych Polski, (770 mg/dm³), i tło w obszarze badań (około 500 mg/dm³) [Lis, Pasieczna 1995]. Jak w przypadku żelaza, duży udział, bo aż 98,4 % w próbce 1b, ma frakcja pozostała. Minimalny jej udział wynosi 86 % dla próbki 2a. Przeważająca część manganu jest trwale związana w osadach.

W przypadku arsenu, różnice zawartości w poszczególnych punktach poboru są niewielkie (1,41 mg/dm³ do 1,69 mg/dm³). Większe wartości występują w

osadach pobranych z płytszych głębokości. Stężenia arsenu są znacznie mniejsze

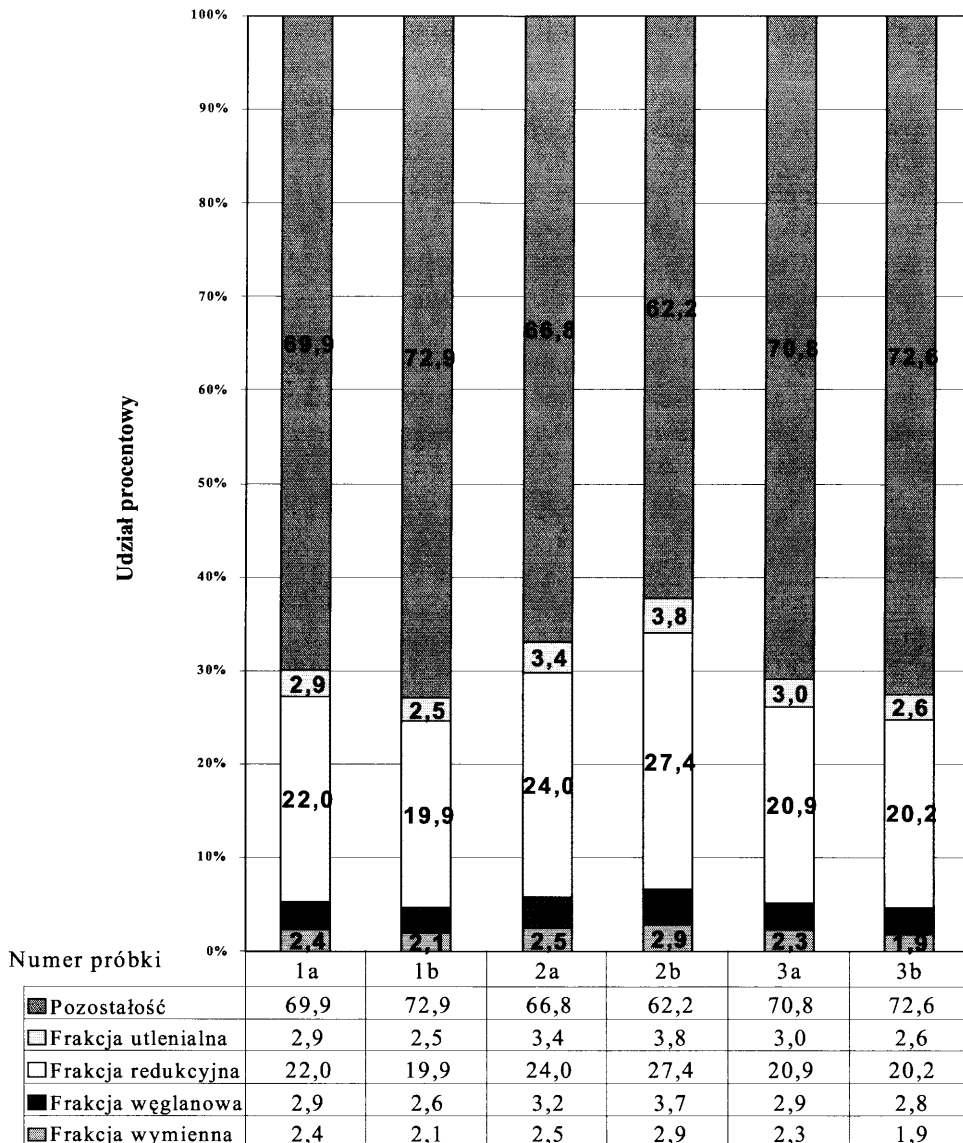
Tab. 4. Zawartość wybranych metali w osadach

Table 4. Content of selected metals in sediments

Nr próbki	Metal	Frakcja wymienna [mg/dm ³]	Frakcja węglanowa [mg/dm ³]	Frakcja redukcyjna [mg/dm ³]	Frakcja utleniająca [mg/dm ³]	Pozostałość [mg/dm ³]	Suma [mg/dm ³]
1a	Fe	0,845	2,23	40,16	1,72	640,29	685,24
1b		0,899	2,19	32,8	2,16	502,84	540,89
2a		0,843	2,45	75,2	1,54	253,17	333,20
2b		0,849	4,88	51,6	1,81	233,52	292,66
3a		0,879	4,76	34	1,8	444,80	486,24
3b		0,831	4,76	21,5	1,87	127,23	156,19
1a	Mn	0,018	0,048	0,31	0,017	5,807	6,20
1b		0,071	0,042	0,29	0,017	25,110	25,53
2a		n.o.	0,064	0,75	0,010	5,066	5,89
2b		0,146	0,272	1,38	0,028	48,504	50,33
3a		0,183	0,158	0,56	0,018	10,321	11,24
3b		0,023	0,042	0,65	0,014	15,311	16,04
1a	As	0,00401	0,00491	n.o.	0,00403	1,67705	1,69
1b		0,00417	0,00492	n.o.	0,00433	1,49658	1,51
2a		0,00408	0,00504	n.o.	0,00427	1,58661	1,60
2b		0,00452	0,00506	n.o.	0,0043	1,50612	1,52
3a		0,00185	0,00448	n.o.	0,00427	1,5694	1,58
3b		0,00365	0,00493	n.o.	0,00433	1,39709	1,41
1a	Al	6,18	7,53	57,0	7,40	181,34	259,45
1b		6,18	7,68	58,9	7,46	215,56	295,78
2a		6,12	7,74	57,7	8,07	160,55	240,18
2b		6,24	8,06	59,0	8,08	133,71	215,09
3a		6,19	7,68	55,7	8,07	188,51	266,15
3b		5,49	7,89	57,6	7,46	207,34	285,78
1a	Cr	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
1b		n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	1,80	1,80
2a		n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	4,32	4,32
2b		n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	2,76	2,76
3a		n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	1,40	1,40
3b		n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	4,49	4,49

od wartości granicznej dla tła w osadach Polski, jak i dla tła na badanym obszarze [Lis, Pasieczna 1995]. We wszystkich próbkach ponad 99 % stanowi frakcja pozostała, prawie cały arsen jest związany z minerałami wtórnymi jak i

pierwotnymi, co zabezpiecza przed ewentualnym uwolnieniem jonów ponownie do wód powierzchniowych. Biodostępność arsenu nie odgrywa roli; udział frakcji wymiennej i węglanowej nie przekracza 0,3 %. W próbkach nie stwierdzono obecności frakcji redukcyjnej.



Rys. 3. Zawartość procentowa glinu w poszczególnych formach występowania
Fig.3. Percentage content of aluminum in particular forms

Zawartość glinu w osadach dochodzi do 295,78 mg/dm³. Najwyższe wartości występują w dolnym odcinku rzeki, przy ujściu do Nysy Łużyckiej, poniżej rowów odwadniających „pojezierze antropogeniczne”. W środkowej części rzeki dochodzi do niewielkiego spadku stężenia glinu. Znaczne obecności glinu w osadach można wytłumaczyć zachodzącymi, w skarpace zbiorników pokopalnianych procesami wietrzenia chemicznego pirytu. Powstający w procesie kwas siarkowy sprzyja rozkładowi glinokrzemianów. Następnie w wyniku erozji powierzchniowej następuje migracja glinu do wód powierzchniowych [Jachimko, 2007]. Na rys. 3 przedstawiono zawartość procentową glinu w poszczególnych formach występowania. Największy udział ma frakcja pozostała, jednak jej wielkość jest mniejsza niż w przypadku reszty metali i wynosi od 62,2 % w próbce 2b do 71,9 % w próbce 1b. W przypadku frakcji redukcyjnej, maksymalna wartość dochodzi do 27,4 % dla próbki 2b. Frakcję utleniającą stanowią połączenia metalu z substancjami organicznymi i do jej uwolnienia może dojść w przypadku mineralizacji substancji organicznej. Glin w porównaniu do pozostałych analizowanych metali ma największy udział frakcji łatwo dostępnych (frakcja I i II), jednak jego mobilność nie jest duża, gdyż maksymalna sumaryczna wartość tych frakcji wynosi 6,6 % dla próbki 2b.

Udział chromu waha się od <20 ppb w próbce 1a do 4,49 mg/dm³ w próbce 3b. Zawartość chromu maleje w przyujściowym odcinku rzeki, co wynika prawdopodobnie z faktu, iż chrom zostaje związany w osadach i nie dochodzi do jego ponownego uwolnienia na badanym odcinku rzeki. Stężenie chromu mieści się w przedziale zawartości tego pierwiastka w osadach rzek Polski w latach 2003-2005, (od 2 mg/dm³ do aż 450 mg/dm³) [Lis, Pasieczna 1995]. Występowanie chromu w osadach może się wiązać ze stosowaniem preparatów do zwalczania szkodników, zawierających związki tego pierwiastka [Bojakowska i inni 2006]. Cały chrom jest związany w frakcji pozostałej, a zatem praktycznie można przyjąć, że jest niedostępny dla organizmów żywych i w realnym, przewidywalnym czasie nie zostanie ponownie uwolniony [Sobczyński, Siepak 2001].

Podsumowanie

Zastosowana do oceny stopnia zanieczyszczenia metoda ekstrakcji sekwencyjnej, pozwoliła nie tylko na oszacowanie sumy zawartości danego składnika w osadzie, ale także na określenie udziału poszczególnych form, w jakich badany metal występuje. Dzięki pięciostopniowej ekstrakcji możliwa była ocena udziału każdej z frakcji, i w konsekwencji określenie potencjalnego wpływu na środowisko wodne.

W badanych osadach stwierdzono obecność żelaza, manganu, arsenu, glinu, i chromu. Zawartość tych metali, poza glinem, jest niższa od tła geochemicznego na badanym obszarze. W formach występowania glinu zwraca uwagę obecność frakcji wymiennej i węglanowej, stanowiących sumarycznie 6,6 %. Glin występujący w tej formie, bardzo łatwo się uwalnia i przechodzi do środowiska wodnego. W takim przypadku, będą to ilości przekraczające wartość graniczną dla tła wód powierzchniowych Polski, wynoszącą 0,3 mg Al/dm³. Wysokie stężenie glinu może być związane z zachodzącymi w skarpach zbiorników pokopalnianych procesami wietrzenia chemicznego siarczków, głównie pirytu. Powstający w procesie kwas siarkowy sprzyja rozkładowi glinokrzemianów.

W przypadku żelaza, manganu, arsenu i chromu stężenie w osadach nie przekracza tła geochemicznego dla danego obszaru. Jednak w przypadku uwolnienia frakcji wymiennej i węglanowej dla żelaza i manganu nastąpiłoby przekroczenie wartości granicznej dla klasy I czystości wód powierzchniowych.

Literatura

- ASANI A., KOŁODZIEJCZYK U.: *Hydrografia obszaru pojezierza antropogenicznego w rejonie Łęknicy w województwie lubuskim*, [w:] Woda - Ścieki - Odpady w Środowisku : IX Konferencja Naukowo-Techniczna : Woda w Środowisku. Zielona Góra, 2006
- ASANI A., HUDAK M., KOŁODZIEJCZYK U.: *Zmienność litologiczna gruntów występujących w obrębie pojezierza antropogenicznego w Łęknicy*, Zesz. Nauk. Inżynieria Środowiska, nr 133 (13), 237--246 Zielona Góra 2007
- BARTCZAK E., GANCARZ A.: *Objaśnienia Do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski Arkusz Łęknica (645) i Trzebiel (646)*, Warszawa, Państwowy Instytut Geologiczny 2001
- BOJAKOWSKA I., GLIWICZ T., MAŁECKA K.: *Wyniki geochemicznych badań osadów wodnych Polski w latach 2003-2005*, Warszawa, Biblioteka Monitoringu Środowiska 2006
- BOJANOWSKA I., ŚWIERK K.: *Analiza specjacyjna metali ciężkich zawartych w osadach przemysłowych*, Gdańsk, Zakład Inżynierii Środowiska Wydział Chemii Uniwersytet Gdański 2003
- JACHIMKO B.: *Wpływ procesów wietrzenia hałd pokopalnianych na migracje żelaza i wapnia do wód powierzchniowych*, Zesz. Nauk. Inżynieria Środowiska, nr 133 (13), 181—187, Zielona Góra, 2007
- JĘDRCZAK A.: *Skład chemiczny wód pojezierza antropogenicznego w Łuku Mużakowskim*, Zielona Góra, Wyd. Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Zielonej Górze 1992

- LIS J., PASIECZNA A.: *Atlas geochemiczny Polski*, Warszawa, Państwowy Instytut Geologiczny 1995
- LOSKA K., WIECHUŁA D., PECIAK G.: *Wykorzystanie analizy specjacyjnej w badaniu biodostępności metali w osadzie dennym Zbiornika Rybnickiego*, Problemy Ekologii r.7, nr 2, 69—74, 2003
- SOBCZYŃSKI T., SIEPAK J.: *Badanie kumulacji związków biogenicznych i specjacji metali w osadach dennych jezior Wielkopolskiego Parku Narodowego*, Poznań, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, 2001
- WOJCIECHOWSKA R.: *Objaśnienie Do Mapy Hydrogeologicznej Polski Arkusz Łęknica (645) I Trzebiel (646)*, Warszawa, Państwowy Instytut Geologiczny 2002

BOTTOM SEDIMENTS OF SKRÓDA RIVER AND THEIR ROLE IN THE METALS CIRCULATION IN THE ENVIRONMENT

S u m m a r y

In the paper some metals content in the bottom sediments of Skróda river was discussed. The contamination of the bottom sediments is influenced by the dump material of the "anthropogenic lake district" in the Łęknica region. The analysis of sequential extraction used in this research allowed to define the share of the individual occurrence forms of the metals, and thereby to estimate the presumptive mobility of the components in the environment and the connected risk. Samples of the sediments were tested for Fe, Mn, As, Al and Cr content. The metals are present in the sediments but their content is mostly (apart from Al) beneath the geochemical background in the region. Among the elements only an elevated amount of aluminum was noticed. Its high content might be related to the process of chemical weathering of pyrite, taking place in the waste dumps. Sulfuric acid arisen during the process induces the decay of aluminosilicates. The other metals could be released in case of changing the geochemical conditions, and expand to the aquatic environment.

Key words: bottom sediments, metals, waste material, Muskau Bend