

Czesława Jasiewicz, Agnieszka Baran

CHARAKTERYSTYKA OSADÓW DENNYCH DWÓCH ZBIORNIKÓW MAŁEJ RETENCJI WODNEJ

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza w Krakowie

WSTĘP

Osady denne są integralną częścią środowiska wodnego. Pełnią ważną funkcję w obiegu biogeochemicznym pierwiastków, są miejscem depozycji i chemicznych przemian wielu związków dostających się do wód oraz stanowią środowisko życia organizmów wodnych (KOSTECKI i in. 1998, BOJAKOWSKA 2001). Między tonią wodną a osadem ustala się stan równowagi, który w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych może ulegać zachwianiu i prowadzić do uwolnienia, zdeponowanych wcześniej, substancji toksycznych, np. metali ciężkich, pierwiastków biogennych (SOBCZYŃSKI, SIEPAK 2001), co może ograniczać lub uniemożliwiać wykorzystanie wody w gospodarce komunalnej, rolnictwie i przemyśle. Skład chemiczny osadów gromadzących się w małych zbiornikach jest wypadkową działania wielu czynników. Wśród nich ważną rolę odgrywają: budowa litologiczna zlewni, rodzaj pokrywy glebowej i ukształtowanie terenu, warunki klimatyczne oraz wewnętrzne czynniki panujące w zbiorniku (LIGEŻA, SMAL 2002). W zlewniach rolniczych skład osadów dennych jest uzależniony, przede wszystkim, od sposobu użytkowania i zagospodarowania obszaru zlewni rzeki. Dostające się do wód zanieczyszczenia wraz ze spływem powierzchniowym oraz zrzutami ścieków z ferm i gospodarstw rolnych mogą przyczyniać się do zmian w składzie osadów (KOSTECKI 2003). W obszarach zurbanizowanych skład chemiczny osadów

zależą od różnych form antropopresji. Są to: zrzuty ścieków przemysłowych i komunalnych, wycieki ze składowisk odpadów, zanieczyszczenia pyłowe i gazowe atmosfery (BOJAKOWSKA, SOKOŁOWSKA 1998). Osady kumulując substancje dostające się do zbiornika, stanowią tym samym ważne źródło informacji o stopniu antropopresji środowiska wodnego, a ich skład chemiczny jest istotnym wskaźnikiem sytuacji geochemicznej panującej w zlewni rzeki (SOBCZYŃSKI i in. 1996, SZAFRAN 2003). Celem badań było określenie wybranych właściwości chemicznych osadów dennych pochodzących z małych zbiorników wodnych.

MATERIAŁ I METODY

Badane osady pochodziły ze zbiorników: w Krempnej na rzece Wiśloce oraz w Zesławicach na rzece Dłubni. Obie rzeki należą do górnego dorzecza Wisły. Charakterystykę ww. zbiorników przedstawiono w tabeli 1. Obiekt w Krempnej położony jest w woj. podkarpackim, 35 km na południe od Jasła, w górnym odcinku rzeki Wiśłoki na 14,23 km jej biegu (BARTNIK, BEDNARCZYK 1998). Teren zlewni Wiśłoki, z przewagą gleb gliniasto-pylastych i gliniasto-ilastych, stanowią: w 80% użytki leśne, w 14% użytki zielone, grunty orne nie przekraczają 4% całej powierzchni zlewni (BARTNIK, BEDNARCZYK 1998). Zbiornik w Zesławicach jest zlokalizowany w woj. małopolskim na 9,03 km biegu Dłubni. Dominują tam gleby wytworzone z lessów. Obszar zlewni zajmują w 78% grunty orne, 9,5% lasy i 1,6% użytki zielone. Mała powierzchnia lasów i użytków zielonych, a także nieprawidłowa uprawa pól (orka wzdłuż spadku stoku) powodują niekorzystne warunki wodne na tym terenie, co sprzyja spływom powierzchniowym i zwiększa erozję gleb (BEDNARCZYK 1994).

Tabela 1
Table 1

Charakterystyka zbiorników
Profil of the reservoirs

Wskaźnik – Index	Zbiornik Reservoir Krempna	Zbiornik Reservoir Zesławice
Ciek zasilający Water course	rzeka Wiśłoka	rzeka Dłubnia
Powierzchnia zlewni Area of capture basin	165.3 km ²	218.1 km ²
Powierzchnia zbiornika Area of reservoir	3.2 ha	6 ha
Pojemność zbiornika Reservoir capacity	119 tys. m ³	228 tys. m ³
Przeznaczenie Purpose	rekreacja – retencja	retencja
	recreation – retention	

Próby osadów dennych pobrano w sezonie jesiennym 2005 r. z 4 poziomów: 0–15 cm, 15–25 cm, 25–35 cm, 35–45 cm ze zbiornika w Krempej oraz analogicznie z 3 poziomów ze zbiornika w Zesławicach. Próby osadów pobrano ze stanowisk zlokalizowanych wzdłuż zbiorników, w części środkowej. Każdą z prób otrzymano przez czterokrotne pobranie mniejszych próbek i ich uśrednienie. W powietrznie suchym materiale oznaczono pH_{KCl} i skład granulometryczny metodą Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego. Następnie materiał homogenizowano w moździerzu agatowym i określono w nim: materię organiczną metodą Turina, azot ogólny metodą Kjeldahla, całkowitą koncentrację wybranych pierwiastków. Zawartość całkowitą pierwiastków oznaczono po uprzedniej mineralizacji w piecu muflowym, a następnie w mieszaninie HNO_3 i HClO_4 (OSTROWSKA i in. 1991). Dodatkowo oznaczono formy rozpuszczalne mikroelementów w 1-molowym HCl . W uzyskanych roztworach stężenia wybranych pierwiastków oznaczono metodą ISP-AES w aparacie JY 238 ULTRACE Jobin Von Emission. Do oceny stopnia zanieczyszczenia osadów metalami ciężkimi wykorzystano: wartość tła geochemicznego (KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999), indeks geokumulacyjny Müllera (I_{geo}) (BOJAKOWSKA, SOKOŁOWSKA 1998, BOJAKOWSKA 2001) oraz 6-stopniową skalę zanieczyszczenia gleb opracowaną przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach (KABATA-PENDIAS i in. 1995). W celu określenia zależności między zawartością metali ciężkich a materią organiczną w osadach wyznaczono współczynnik korelacji Pearsona (STANISZ 1998).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W badanych osadach wyraźnie przeważały cząstki sypialne w zbiorniku Krempej oraz pyłowe w zbiorniku Zesławice, przy czym większe zróżnicowanie składu granulometrycznego zaobserwowano w pierwszym zbiorniku (tab. 2). Według klasyfikacji gleboznawczej, osady ze zbiornika w Krempej w zależności od poziomu zaliczono do utworów gliniastych średnich (0–15 cm) oraz ciężkich (15–25 cm i 25–35 cm). Natomiast osad z warstwy 35–45 cm miał charakter utworów piaszczystych, ze znaczną zawartością frakcji piasku –72%. Materiał ze zbiornika Zesławice był praktycznie jednorodny, i zakwalifikowano go do grupy utworów pyłowych zwykłych. Wysoka zawartość frakcji pyłu w tych osadach (średnio 64%) odzwierciedla dominację gleb wytworzonych z utworów pyłowych, tj. lessów, podatnych na erozję. Odczyn osadów ze zbiornika w Krempej był obojętny lub zasadowy, i pH_{KCl} zawierał się w przedziale 7,13–7,42 (tab. 2). Osady ze zbiornika Zesławice niezależnie od poziomu miały odczyn zasadowy, a wartość pH_{KCl} wahała się nieznacznie, tzn. odpowiednio od 7,35–7,40 (tab. 2). Najniższe pH stwierdzono w warstwach powierzchniowych osadów, które miały bezpośredni kontakt z wodą, natomiast w głębszych poziomach osadów wystąpiło stopniowe zwiększenie odczynu. Odwrotną zależność zaobserwowano w przypadku zawartości

Odczyn, zawartość materii organicznej oraz skład granulometryczny osadów
Content of organic matter, pH and granulometric formation of bottom sediments

Osad Sediment	Warstwa Layer	pH	Materia organ. Organic matter	Fracje i utwór granulometryczny Granulometric fractions and formation			
	(cm)			KCl	(%)	1-0.1	0.1-0.02
K ₁	0-15	7.13	3.520	11	43	46	glina średnia
K ₂	15-25	7.18	3.260	18	25	57	glina ciężka
K ₃	25-35	7.23	2.720	25	21	54	glina ciężka
K ₄	35-45	7.42	1.160	72	14	14	piasek gl. mocny
Z ₁	0-15	7.35	2.725	8	66	26	pył zwykły
Z ₂	15-25	7.38	2.637	7	63	30	pył zwykły
Z ₃	25-35	7.40	2.380	8	62	30	pył zwykły

*K – zbiornik Krempna – Krempna Reservoir

*Z – zbiornik Zesławice – Zesławice Reservoir

materii organicznej w osadach obu zbiorników: wraz ze wzrostem głębokości malała jej zasobność (tab. 2). W osadach zbiornika Krempna zawartość materii organicznej była znacznie zróżnicowana i zawierała się w granicach od 1,16% do 3,52%. Zawartość materii organicznej w osadach zbiornika Zesławice wynosiła od 2,38 do 2,725% (tab. 2). Osad o składzie granulometrycznym piasku (35-45 cm) w zbiorniku Krempna miał najniższą zawartość materii organicznej.

Z punktu widzenia funkcjonowania zbiornika wodnego i możliwości wykorzystania go do celów zaopatrzenia w wodę czy rekreacji, ważne jest określenie zawartości makro- i mikroelementów w osadach dennych. Analiza ta pozwala na określenie istniejących oraz potencjalnych zagrożeń wynikających z toksycznego działania biogenów i metali ciężkich na środowisko wodne i zdrowie człowieka. Zawartości makroelementów w osadach przedstawiono w tabeli 3. W badanych osadach stwierdzono stosunkowo niską zawartość azotu. Analizowane próbki osadu z zbiornika Krempna zawierały od 0,19 do 1,52 N g·kg⁻¹ (tab. 3). Najwyższą koncentrację azotu stwierdzono w warstwie powierzchniowej osadu, a wraz ze wzrostem głębokości zawartość zmniejszała się tak, że warstwa 35–45 cm zawierała 8-krotnie mniej makroelementu w porównaniu z warstwą 0–15 cm. Osady w zbiorniku Zesławice zawierały od 1,02 do 1,08 N g·kg⁻¹ (tab. 3). Zaobserwono odwrotną zależność – osady z warstwy 25–35 cm zawierały najwięcej azotu. Dla porównania, osady ze zbiornika Dobczyckiego (ujęcie wody dla miasta Krakowa) w 2003 r. zawierały od 2,06 do 2,44 N g·kg⁻¹, natomiast osady jezior Wielkopolskiego

Tabela 3
Table 3Zawartość makroelementów w osadach dennych
Macroelement content in bottom sediments

Osad Sediment	Warstwa Layer	N	P	Ca	Mg	K	Na
*K ₁	0-15	1.520	0.391	9.364	4.331	5.624	0.310
K ₂	15-25	1.390	0.440	8.768	4.580	5.620	0.304
K ₃	25-35	1.080	0.365	7.340	3.971	4.043	0.243
K ₄	35-45	0.190	0.220	3.160	2.381	2.034	0.149
*Z ₁	0-15	1.030	0.400	15.59	1.451	1.352	0.140
Z ₂	15-25	1.020	0.396	20.71	1.484	1.527	0.153
Z ₃	25-35	1.080	0.370	31.51	1.310	1.230	0.146

*K – zbiornik Krempna – Krempna Reservoir

*Z – zbiornik Zesławice – Zesławice Reservoir

Parku Narodowego (WPN) od 1,5 do 19,5 N g·kg⁻¹ (WIOŚ Kraków 2003, SOB CZYŃSKI i in. 2001). W badanych osadach stosunek zawartości węgla organicznego do zawartości azotu ogólnego (C/N) zmieniał się od 12,44 do 35,43 w zbiorniku Krempna oraz od 12,85 do 15,34 z zbiorniku Zesławice. Optymalny dla mikroorganizmów C/N wynosi 17, a niskie jego wartości powodują, że w procesie mikrobiologicznego rozkładu zawartej w osadzie materii organicznej następuje uwalnianie azotu do toni wodnej (SOB CZYŃSKI i in. 2001). Zawartość fosforu w próbkach osadów wahała się od 0,22 do 0,44 P g·kg⁻¹ w zbiorniku Krempna oraz od 0,37 do 0,40 P g·kg⁻¹ w zbiorniku Zesławice (tab. 3). W osadach zbiornika Dobczyckiego zawartość fosforu wyniosła 0,34 P g·kg⁻¹, a ww. osadach jeziornych WPN od 0,04 do 1,82 P g·kg⁻¹, średnio 1,02 P g·kg⁻¹ (WIOŚ Kraków 2003, SOB CZYŃSKI i in. 2001). Porównując powyższe wyniki, można stwierdzić, że badane osady miały nieznacznie podwyższoną zawartość fosforu wynikającą z presji antropogenicznej w zlewniach rzek Wisłoki i Dłubni. Zawartość pozostałych makroelementów w osadach wahała się od 3,16 do 31,51 g Ca, od 1,31 do 4,58 g Mg, od 1,23 do 5,62 g K oraz od 0,14 do 0,31 g Na·kg⁻¹ s.m. (tab. 3).

Zawartość pierwiastków śladowych w osadach przedstawiono w tabeli 4. Otrzymane wyniki świadczą o ich niskiej zawartości, wskazują jednak na wieloletni proces kumulowania się tych zanieczyszczeń w osadach. Koncentracja pierwiastków śladowych w osadach była zróżnicowana. Większe zróżnicowanie i wyższą ich zawartość stwierdzono w osadach ze zbiornika Krempna. W tym zbiorniku najwyższe koncentracje Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Fe, Mn wystąpiły w warstwie 0–15 cm osadu, a wraz ze wzrostem głębokości warstw zaobserwowano stopniowe zmniejszanie zawartości ww. metali. Najniższą zawar-

Zawartość mikroelementów w osadach wodnych
Content of microelements in bottom sediments

Osad Sediment	Warstwa Layer	Fe	Mn	Zn	Ni	Cu	Pb	Cd
		g·kg ⁻¹	mg·kg ⁻¹ s.m. (mg·kg ⁻¹ d.m.)					
*K ₁	0-15	27.26	860.5	97.44	46.53	40.74	20.23	1.561
K ₂	15-25	29.81	859.4	89.63	48.21	33.68	17.36	0.656
K ₃	25-35	26.10	739.8	86.60	45.62	28.90	15.16	0.374
K ₄	35-45	16.70	611.2	45.54	30.51	16.59	8.580	0.130
*Z ₁	0-15	7.55	144.0	76.31	11.00	12.23	12.85	0.36
Z ₂	15-25	8.38	144.1	79.22	11.86	15.99	14.06	0.370
Z ₃	25-35	6.33	94.5	125.9	9.290	9.020	18.15	0.638
Tło geochemiczne* Geochemical background		3-48	100-1000	10-120	5-90	2-60	3-40	0.05-0.35
Skala IUNG IUNG Criterion		-	-	<100	<50	<40	<70	<1
<i>I</i> _{geo}		Krempna		-0.62	-0.98	-0.56	-0.64	2
		Zesławice		-0.25	-2.92	-1.91	-0.80	0.75

*K – zbiornik Krempna – Krempna Reservoir

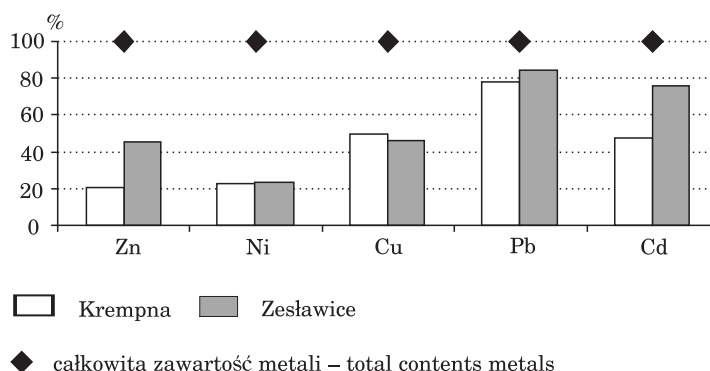
*Z – zbiornik Zesławice – Zesławice Reservoir

* skały osadowe – sedimentary rocks

tość metali ciężkich stwierdzono w piaszczystych osadach warstw (35–45 cm). W obliczeniach statystycznych wykazano dodatnią korelację między ilością materii organicznej a zawartością wszystkich analizowanych metali w osadach, o czym świadczą wartości współczynników korelacji od $r=0,78$ do $r=0,98$, $p \leq 0,05$. W zbiorniku Zesławice nie zaobserwowano zmniejszania koncentracji metali wraz ze wzrostem głębokości warstw osadu, jak to miało miejsce w zbiorniku Krempna. Najwyższą zawartość Fe, Mn, Ni, Cu stwierdzono w warstwie w 15-25 cm osadu, natomiast Zn, Pb i Cd w warstwie 25–35 cm. Najniższą koncentrację Zn, Pb, Cd wykazano w warstwie powierzchniowej (0–15 cm) osadów, co może wskazywać na brak dopływu tych metali do zbiornika i procesy kumulowania się ich w osadach. W osadach stwierdzono dodatnią korelację Cu, Mn, Ni, Fe względem zawartości materii organicznej. Potwierdzają to współczynniki korelacji, wynoszące odpowiednio 0,96, 0,81, 0,77, gdy $p \leq 0,05$.

Metale w osadach dennych charakteryzowały się znaczną potencjalną rozpuszczalnością (oznaczoną w ekstrakcji 1-mol HCl) mieszczącą się w zakresie: 19–23% zawartości całkowitej w przypadku Zn, 20–24% Ni, 40–60% Cu,

66–92% Pb, 17–70% Cd w zbiorniku Krempna oraz analogicznie w przypadku zbiornika Zesławice: 28–58% Zn, 20–25% Ni, 34–57% Cu, 80–87% Pb, 49–89% Cd. Średnie udziały form rozpuszczalnych w całkowitej zawartości metali przedstawiono na rysunku 1. W rozmieszczeniu metali ciężkich między formy rozpuszczone i związane z fazą stałą istotną rolę odgrywają: pH, Eh (potencjał redoks) i obecność substancji kompleksotwórczych (HELIOS-RYBICKA 1997). Zdaniem autorki (1997), największy wpływ na mobilność metali ma pH: im niższa wartość pH, tym większa rozpuszczalność poszczególnych metali. Można więc przypuszczać, że w zasadowym odczynie badane osady odgrywają rolę pułapki metali ciężkich (RZĘTAŁA 2003).



Rys. 1. Procentowy udział form rozpuszczalnych w ogólnej zawartości metali w osadach
Fig. 1. Share % of the soluble form heavy metals in bottom sediment

W próbach osadów zdecydowanie najczęściej było żelaza i manganu (tab. 4). Świadczy to o powszechności występowania tych pierwiastków w osadach dennych (SOBCZYŃSKI i in. 1996). Na szczególną uwagę zasługują zawartość Cd w osadach obu zbiorników oraz Zn w warstwie 25–35 cm osadu zbiornika Zesławice. Osady te miały wyższą zawartość Cd i Zn niż wynosi poziom ich tła geochemicznego (tab. 4). Pozostałe mikroelementy występowały w ilościach uznanych za naturalne. Innym wskaźnikiem określającym stopień zanieczyszczenia osadów jest indeks geokumulacyjny (I_{geo}), który określa stopień zanieczyszczenia osadu metalami przez porównanie obecnej koncentracji z poziomem tła geochemicznego. Indeks ten wyrażony jest wzorem:

$$I_{geo} = \log_2 C_n / 1,5 B_n$$

gdzie: C_n oznacza zawartość pierwiastka w osadzie, B_n jest poziomem geochemicznym danego pierwiastka (zawartość w łupkach ilastych), natomiast 1,5 to współczynnik uwzględniający zmienność litologiczną zlewni (BOJAKOWSKA,

SOKOŁOWSKA 1998, BOJAKOWSKA 2001). Indeks geokumulacyjny wyróżnia 7 klas: od klasy 0 ($I_{geo} < 0$) – osad praktycznie niezanieczyszczony do klasy VI ($I_{geo} > 5$) – osad ekstremalnie zanieczyszczony danym metalem. W niniejszej pracy obliczono I_{geo} maksymalnych zawartości metali ciężkich w osadach (tab. 4). Otrzymane wartości I_{geo} wskazują, że zagrożeniem dla osadów dennych obu zbiorników jest zanieczyszczenie Cd. Osady w zbiorniku Krempna wykazywały średni stopień zanieczyszczenia Cd (klasa II, 1–2 I_{geo}), a w zbiorniku Zesławice słaby stopień zanieczyszczenia Cd (klasa I, 0–1 I_{geo}). Osady w obu zbiornikach były praktycznie niezanieczyszczone Zn, Ni, Cu, Pb (klasa 0, $I_{geo} < 0$).

W ocenie IUNG – wyróżniającej 6 stopni zawartości metali ciężkich, z uwzględnieniem odczynu i składu granulometrycznego gleb – badane osady, podobnie jak wyżej, wykazały naturalną (stopień 0) zawartość metali ciężkich. Wyjątek stanowiła podwyższona zawartość Cd (stopień I) w powierzchniowej warstwie osadu zbiornika Krempna (tab. 4).

Skład chemiczny osadów wynikał przede wszystkim z naturalnych oraz antropogenicznych uwarunkowań panujących w zlewni. Rzeka zasilająca zbiornik ma istotny wpływ na jakość wód i przebieg odkładania się osadów. Ważną rolę odgrywają również spływy powierzchniowe z obszaru bezpośrednio przylegającego do zbiornika. Wpływ ww. czynników na skład chemiczny osadów dennych zaobserwowano również w analizowanych zbiornikach wodnych. Wyniki monitoringu prowadzonego przez WIOŚ wykazały, że Wisłoka w 75% prowadzi wody zadowalającej jakości, na poziomie III klasy, natomiast Dłubnia wody klasy IV o niezadowalającej jakości (WIOŚ Rzeszów 2005, WIOŚ Kraków 2005). W 2005 r. wody Dłubni wykazywały wysoki poziom zanieczyszczeń pochodzenia rolniczego i eutrofizacji, co potwierdza znaczny wpływ rolnictwa na jakość wód rzecznych. Zlewnię Wisłoki charakteryzuje znaczny udział obszarów o cennych walorach przyrodniczych i turystycznych – Magurski Park Narodowy, Jaślicki Park Krajobrazowy, a większą część jej powierzchni stanowią użytki leśne. Górski charakter zlewni, intensywna gospodarka leśna oraz niestosowanie zabiegów przeciwoerozyjnych na polach uprawianych przyczynia się do zwiększania spływu powierzchniowego w tym rejonie (BARTNIK, BEDNARCZYK 1998). Zbiornik Krempna – przyjmując część zanieczyszczeń wprowadzanych do Wisłoki w postaci spływów powierzchniowych, ścieków komunalnych i gospodarczych z działek rekreacyjnych i ośrodków wypoczynkowych zlokalizowanych na tym terenie – pełni funkcję osadnika. Stały dopływ zanieczyszczeń potwierdza najwyższa zawartość azotu i metali ciężkich w warstwie powierzchniowej osadu, w szczególności kadmu. Można więc stwierdzić znaczny wpływ antropopresji na skład chemiczny osadów zbiornika Krempna. Zbiornik Zesławice z uwagi na bardzo niską jakość wód przestał pełnić funkcję awaryjnego ujęcia wody dla wodociągu krakowskiego. Aktualnie służy on do wyrównania odpływu wód rzeki Dłubni (WIOŚ Kraków 2002). Pokrycie zlewni glebami lessowymi oraz jej rolniczy charakter sprzyjają silnej erozji powierzchniowej, co niewątpliwie wpływa na zmulanie zbiornika i skład chemiczny gromadzących się w nim osadów.

WNIOSKI

1. Skład chemiczny badanych osadów dennych zbiorników retencyjnych Krempna i Zesławice jest efektem naturalnych i antropogenicznych uwarunkowań występujących w zlewniach Wisłoki i Dłubni.

2. Osady ze zbiornika Krempna wykazywały większe zróżnicowanie składu chemicznego oraz wyższą zawartość materii organicznej i pierwiastków śladowych w porównaniu z osadami ze zbiornika Zesławice.

3. W osadach przeważały cząstki spławialne (zbiornik Krempna) i pyłowe (zbiornik Zesławice), jedynie w warstwie osadu 35–45 cm zbiornika Krempna piaszczyste.

4. Osady miały odczyn obojętny lub zasadowy. Zawartość materii organicznej w osadach wynosiła od 2,38% do 3,52%, i wraz ze wzrostem głębokości osadu jej zawartość malała do 1,16%.

5. Badane osady zawierały stosunkowo mało azotu ($0,19 - 1,52 \text{ N g} \cdot \text{kg}^{-1}$), lecz podwyższoną zawartość fosforu ($0,22$ do $0,44 \text{ P g} \cdot \text{kg}^{-1}$). Zawartość pozostałych makroelementów wahała się od 3,16 do 31,51 g Ca, od 1,31 do 4,58 g Mg, od 1,23 do 5,62 g K oraz od 0,14 do 0,31 g Na \cdot kg⁻¹.

6. W osadach stwierdzono naturalną koncentrację metali ciężkich (I_{geo} , skala IUNG) Jedynie zawartości Cd w osadach obu zbiorników oraz Zn w warstwie (25–35 cm) zbiornika Zesławice były wyższe niż wynosi poziom ich tła geochemicznego.

7. Stwierdzono dodatnią korelację ($p \leq 0,05$) między ilością materii organicznej a zawartością wszystkich oznaczonych metali w osadach zbiornika Krempna oraz Cu, Mn, Ni, Fe w osadach zbiornika Zesławice.

8. Metale w osadach wykazywały znaczną potencjalną rozpuszczalność, którą można uszeregować w następującej kolejności: Pb>Cu>Cd>Ni>Zn w osadach zbiornika Krempna oraz Pb>Cd>Cu>Zn>Ni w osadach zbiornika Zesławice.

PIŚMIENNICTWO

- BARTNIK W., BEDNARCZYK T. 1998. *Bilans transportu rumowiska w zlewni użytkowanej rolniczo w przekroju zbiornika wodnego na rzece Wisłoce*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Inż. Środ., 341 (18): 87-96.
- BEDNARCZYK T. 1994. *Określenie ilości unoszonego rumowiska w przekroju małego zbiornika wodnego w Zesławicach*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Inż. Środ., 291 (15): 6-17.
- BOJAKOWSKA I. 2001. *Kryteria oceny zanieczyszczenia osadów wodnych*. Prz. Geol., 49(3): 213-218.
- BOJAKOWSKA A.I., SOKOŁOWSKA G. 1998. *Geochemiczne klasy czystości osadów wodnych*. Prz. Geol., 46(1): 49-54.
- HELIOS-RYBICKA E. 1997. *Parametry określające rozkład metali ciężkich w systemie woda-osad. Geochemiczne zmiany w środowisku gruntowo-wodnym pod wpływem związków toksycznych*. Mat. IV Konf. Nauk. AGH, Kraków, 31-38.

- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 398 ss.
- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., MALISZEWSKA-KORDYBACH B., FILIPIAK K., KRAKOWIAK A., PIETRUCH CZ. 1995. *Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka*. WWA. PIOŚ i IUNG Puławy, Bibl. Monit. Środ., 42 ss.
- KOSTECKI M. 2003. *Alokacja i przemiany wybranych zanieczyszczeń w zbiornikach zaporowych hydrowęzła rzeki Kłodnicy i Kanale Gliwickim*. Inst. Podstaw Inż. Środ., PAN, 57: 120.
- KOSTECKI M., DOMARD A., KOWALSKI E., KOZŁOWSKI J. 1998. *Badania limnologiczne zbiornika zaporowego Dzierżono Małe. Cz. III. Metale ciężkie w osadach dennych zbiornika*. Arch. Ochr. Środ., 24 (2): 73-81.
- LIGĘZA S., SMAL H. 2002. *Zróźnicowanie pH i składu granulometrycznego osadów dennych Zalewu Zemborzycznego*. Acta Agroph., 70: 235-245.
- OSTROWSKA A., GAWLIŃSKI S., SZCZUBIAŁKA Z. 1991. *Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin*. Wyd. IOŚ, Warszawa, 333 ss.
- RZĘTAŁA M.A. 2003. *Procesy brzegowe i osady denne wybranych zbiorników wodnych w warunkach zróźnicowanej antropopresji (na przykładzie Wyżyny Śląskiej i jej obrzeży)*. Wyd. UŚ, 139 ss.
- SOBCZYŃSKI T., SIEPAK J. 2001. *Badania kumulacji związków biogenicznych i specjacji metali w osadach dennych jezior Wielkopolskiego Parku Narodowego*. Zesz. Nauk. Wydz. Budow. i Inż. Środ. Politechniki Koszalińskiej, 20: 256-290.
- SOBCZYŃSKI T., ZERBE J., ELBANOWSKA H., SAJEWSKA K., SIEPAK J. 1996. *Badania chemiczne osadów dennych jezior Wielkopolskiego Parku Narodowego w aspekcie oceny antropopresji*. Ekol. i Tech., 5-7: 17-22.
- Stan środowiska w województwie podkarpackim*. WIOŚ Rzeszów 2005.
- STANISZ A. 1998. *Przystępny kurs statystyki w oparciu o program Statistica PL na przykładach z medycyny*. Wyd. Stastoft Polska, 362 ss.
- SZAFRAN K. 2003. *Metale ciężkie w osadach dennych trzech płytkich jezior Łęczyńsko -Włodawskich*. Acta Agroph., 1(2): 329-337.
- http://www.wios.rzeszow.pl/monitoring_pliki/raporty/raport05_pliki/rozd4.pdf
- WIOŚ Kraków 2002, 2003, 2005 *Informacje o środowisku – wody powierzchniowe*: <http://www.krakow.pios.gov.pl/access/dostep02/wprog.htm>
- <http://www.krakow.pios.gov.pl/access/dostep03/zbior03.pdf>
- http://www.krakow.pios.gov.pl/access/dostep05/ocena1_opis.pdf

Czesława Jasiewicz, Agnieszka Baran

CHARAKTERYSTYKA OSADÓW DENNYCH DWÓCH ZBIORNIKÓW MAŁEJ RETENCJI WODNEJ

Słowa kluczowe: osad denny, skład granulometryczny, pH, materia organiczna, makroelementy, metale ciężkie.

Abstrakt

Analizowano skład chemiczny osadów dennych dwóch zbiorników retencyjnych: w Krempnej na rzece Wisłocze oraz w Żesławicach na rzece Dłubni. Próby osadów dennych pobrano w sezonie jesiennym 2005 r. z poziomów: 0–15 cm, 15–25 cm, 25–35 cm, 35–45 cm w zbiorniku

Krempna oraz 0–15 cm, 15–25 cm, 25–35 cm w zbiorniku Zesławice. W składzie granulometrycznym osadów wykazano przewagę cząstek spławialnych w zbiorniku Krempna oraz pyłowych w zbiorniku Zesławice. Odczyn osadów był obojętny lub zasadowy, a zawartość materii organicznej wynosiła od 1,16% do 3,52%. Ogólnie obserwowaną tendencją był wzrost pH i spadek zawartości materii organicznej wraz z głębokością. Osady zawierały: 0,19–1,52 g N, 0,22–0,44 g P, 3,16–31,51 g Ca, 1,31–4,58 g Mg, 1,23–5,62 g K i 0,14–0,31 g Na·kg⁻¹ s.m. W osadach stwierdzono niską koncentrację metali ciężkich, jedynie zawartości Cd oraz Zn w warstwie 25–35 cm zbiornika Zesławice były wyższe niż wynosi poziom ich tła geochemicznego. Metale w osadach wykazały znaczną potencjalną rozpuszczalność, mieszczącą się w zakresie 19–23% zawartości całkowitej w przypadku Zn, 20–24% Ni, 40–60% Cu, 66–92% Pb, 17–70% Cd w zbiorniku Krempna oraz 28–58% Zn, 20–25% Ni, 34–57% Cu, 80–87% Pb, 49–89% Cd w zbiorniku Zesławice.

CHARACTERIZATION OF BOTTOM SEDIMENTS OF TWO SMALL WATER RETENTION RESERVOIRS

Key words: bottom sediment, texture, pH, organic mater, macroelements, heavy metals

Abstract

This study includes the results of investigation on the chemical composition of bottom sediments in two small Reservoirs: one at Krempna on the Wisłoka River and the other one at Zesławice on the Dłubnia River. The investigations were carried out in autumn of 2005. The sediments were collected at the depth of 0–15 cm, 15–25 cm, 25–35 cm, 35–45 cm in Krempna Reservoir and 0–15 cm, 15–25 cm, 25–35 cm in Zesławice Reservoir. The results show that the granulometric composition of sediments were dominated by clay fraction dominated in Krempna Reservoir and silt in Zesławice Reservoir. All the sediments showed neutral and alkaline reaction. In both reservoirs, the organic matter content ranged from 1.16% to 3.52%. In general, the pH tended to increase while the content of the organic matter declined along with the depth. The concentrations of macroelements were: 0.19–1.52 g N, 0.22–0.44 g P, 3.16–31.51 g Ca, 1.31–4.58 g Mg, 1.23–5.62 g K and 0.14–0.31 g Na·kg⁻¹ d.m. The content of heavy metals in the bottom sediment was low (natural) except that of Cd and Zn in the layer at 25–35 cm in Zesławice Reservoir, which was higher than the level of their geochemical background. The metals in the sediments were characterized by considerably high potential solubility: 19–23% total content for Zn, 20–24% Ni, 40–60% Cu, 66–92% Pb, 17–70% Cd in Krempna Reservoir and 28–58% Zn, 20–25% Ni, 34–57% Cu, 80–87% Pb, 49–89% Cu in Zesławice Reservoir.

