

Łukasz BAŃK¹, Jarosław GÓRSKI¹, Anna RABAJCZYK² i Mirosław SZWED²

ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW METALI CIĘŻKICH W OSADACH DENNYCH ZBIORNIKA SUCHEDNIÓW

CONTENT OF HEAVY METAL COMPOUNDS IN THE BOTTOM SEDIMENTS OF THE SUCHEDNIÓW WATER RESERVOIR

Abstrakt: Zbiorniki wodne ulegają zamuleniu z różną intensywnością. W obrębie ich czas akumulowany jest materiał allochtoniczny (powstały poza obszarem sedymentacji), jak również autochtoniczny (utworzony w miejscu sedymentacji). W związku z powyższym po pewnym czasie wymagają one odmulenia. Powstaje wówczas problem zagospodarowania osadów wydobytych z dna zbiornika. Możliwość i sposób wykorzystania osadów dennych zależy od ich cech chemicznych, a zwłaszcza od zawartości metali ciężkich. Właściwości chemiczne osadów zależą w dużej mierze od charakteru zlewni zbiornika, stopnia jej zurbanizowania, a także warunków klimatycznych. W pracy przedstawiono wyniki badań zawartości metali ciężkich w osadach dennych zbiornika Suchedniów. Akwen ten charakteryzuje się niewielką głębokością średnią, wynoszącą 1,05 m oraz średnim rocznym przepływem w profilu zapory równym $0,63 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Na obszarze zlewni dominują lasy - 45% powierzchni zlewni, pola orne - 18%, a udział terenów zabudowanych nie przekracza 5%. W latach 2009-2011, na skutek składowania w pobliżu lokalnych cieków mas ziemnych, powstałych podczas budowy trasy ekspresowej S-7, doszło do jego intensywnego zamulenia, a ilość odłożonego materiału oszacowano na około 7,8 tys. m^3 . Do badań pobrano 9 próbek osadów, w których oznaczono zawartość następujących metali ciężkich: Pb, Cr, Cd, Cu, Ni, Zn, Fe, Mn. Osad pobrano w stanie quasi-nienaruszonym, do przezroczystych cylindrów, za pomocą próbopobieraka „Eijkelkamp”, co umożliwiło wykonanie analiz w warstewkach osadu o wysokości 20 cm. W celu oceny stanu zanieczyszczeń osadów metalami ciężkimi obliczono indeks geoakumulacji, współczynnik oraz stopień ich zanieczyszczenia. Określono także (na podstawie tabel dopuszczalnego, chemicznego zanieczyszczenia gleb) możliwość rolniczego wykorzystania osadów po ich wydobyciu z misy zbiornika.

Słowa kluczowe: zbiornik, zlewnia, osady denne, metale ciężkie

Wprowadzenie

W zbiornikach wodnych akumulowany jest materiał mineralny, organiczny oraz zanieczyszczenia chemiczne transportowane wraz z wodą. O ilości rumowiska dostarczanego i trwale zatrzymywanego w zbiorniku oraz ilości i rodzaju zanieczyszczeń decyduje wiele czynników, do których możemy zaliczyć m.in.: reżim hydrologiczny zlewni, procesy erozyjne, rodzaj gleb, zagospodarowanie i użytkowanie powierzchni terenu zlewni, działalność człowieka. Metale ciężkie dopływające wraz z wodami rzeczными gromadzą się głównie w osadach dennych w wyniku procesów sedymentacji i sorpcji [1]. Mogą one przedostawać się do środowiska wodnego wraz ze ściekami przemysłowymi, komunalnymi, a także opadowymi - jako spływy z pól, łąk (domieszki nawozów sztucznych, środków ochrony roślin), infrastruktury komunikacyjnej czy jako produkty emisji pyłów do atmosfery [2, 3]. W ściekach opadowych w największym stężeniu występują cynk i ołów, nieco mniejszym - miedź i chrom oraz śladowe ilości kadmu, niklu. Głównym źródłem skażenia metalami ciężkimi są ciągi komunikacyjne [4-7].

¹ Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki, Politechnika Świętokrzyska, al. 1000-lecia Państwa Polskiego 7, 25-314 Kielce, tel. 41 342 43 74, email: l.bak@tu.kielce.pl

² Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce, tel. 41 349 64 35, email: chromium@ujk.kielce.pl

Niekontrolowane wprowadzanie metali do środowiska wodnego jest szczególnie niebezpieczne, biorąc pod uwagę ich trwałość (nie ulegają biodegradacji) oraz zdolność do kumulowania w osadach, organizmach żywych (rośliny, zwierzęta), nawet gdy są dostarczane w niewielkich ilościach i okresowo [8]. Badania zawartości metali ciężkich w osadach dennych są szczególnie ważne w przypadku niewielkich zbiorników wodnych, które najczęściej nie są objęte badaniami monitoringowymi w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska, a tempo ich zamulania jest na tyle duże, że powstaje problem zagospodarowania usuniętych namulów.

Do źródeł zanieczyszczeń antropogenicznych badanego zbiornika w Suchedniowie możemy zaliczyć głównie ścieki bytowo-gospodarcze, odprowadzane z terenów nieskanalizowanych, oraz sptywy rolnicze. W latach 2009-2011 w zlewni Kamionki prowadzone były prace związane z budową drogi ekspresowej S7. W trakcie jej realizacji obserwowano znaczący wzrost objętości namulów deponowanych w czaszy zbiornika (łącznie 7828 m³) oraz pogorszenie jakości wody (duża zawartość zawiesiny mineralnej) [9]. Celem badań jest ustalenie zawartości metali ciężkich w osadach dennych oraz próba określenia przestrzennego ich rozkładu w czaszy zbiornika Suchedniów.

Materiał i metody

Opis obiektu

Zbiornik Suchedniów położony jest w gminie Suchedniów w powiecie skarżyskim w woj. świętokrzyskim. Utworzony został w latach 1965-1974 w wyniku przegrodzenia zaporą ziemną rzeki Kamionka (prawobrzeżny dopływ Kamiennej) w km 7+754. Od początku eksploatacji nie był odmulany. Miąższość osadów zdeponowanych w zbiorniku waha się od 0,15 m (w okolicach urządzeń upustowych zbiornika) do 1,2 m w części górnej zbiornika. Akwen charakteryzuje się niewielką głębokością średnią, wynoszącą 1,05 m, oraz średnim rocznym przepływem w profilu zapory równym 0,63 m³·s⁻¹. Przy normalnym poziomie piętrzenia NPP = 258,0 m n.p.m. powierzchnia lustra wody wynosi 21,40 ha przy pojemności 226 tys. m³ [10].

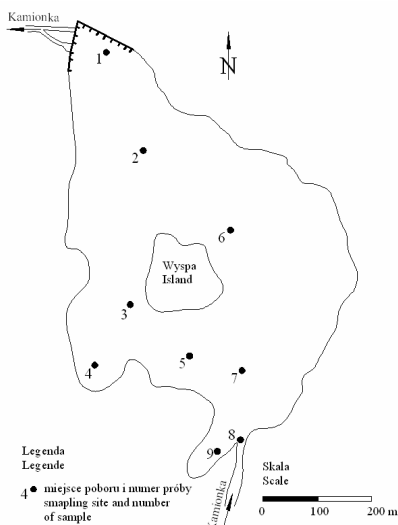
Powierzchnia zlewni Kamionki zamknięta zaporą w Suchedniowie wynosi 83 km². Na obszarze zlewni dominują: lasy - 45% i pola orne - 18% powierzchni całkowitej. Mimo że udział terenów zabudowanych jest niewielki i nie przekracza 5%, to przy bardzo małym stopniu ich skanalizowania stanowią one potencjalne źródło zanieczyszczeń rzeki Kamionki ściekami bytowo-gospodarczymi. Gleby w obrębie zlewni zaliczane są do mało żyznych i reprezentowane są przez: gleby brunatne z glin zwałowych lekkich i średnich, gleby bielcowe z piasków i żwirów luźnych, słabo gliniastych i gliniastych, z utworów pyłowych wodnego pochodzenia [10]. Średnia roczna suma opadów w zlewni wynosi 750 mm [11].

Metodyka badań

Próbki osadów dennych zbiornika Suchedniów pobrano w czerwcu 2012 r. w trzydziestym ósmym roku jego eksploatacji. Pobierano je z łodzi, do przezroczystych cylindrów, przy użyciu próbopobieraka „Ejkelkamp”. Pozwala on na pobranie namulów w stanie quasi-nienaruszonym. Do analizy pobrano osady z przyzaporowej części zbiornika (próbka nr 1), wzdłuż głównego nurtu przebiegającego po prawej stronie wyspy (próbki nr

2, 6, 7), z dopływu (próbka nr 8) oraz z płd. - zach. części czaszy (próbki nr 3-5, 9), w której znajduje się przystań dla sprzętu pływającego oraz kąpielisko. Lokalizację miejsc, w których dokonano pobrania osadów, przedstawiono na rysunku 1.

Po przewiezieniu cylindrów do laboratorium pobrany materiał dzielony był na warstewki o miąższości 20 cm, z których pobierano jednakowe objętości osadów w celu ich uśrednienia. W każdej uśrednionej próbce osadów oznaczono całkowitą zawartość wybranych metali ciężkich (Pb, Cr, Cd, Cu, Ni, Zn, Fe, Mn).



Rys. 1. Rozmieszczenie miejsc pobrania próbek osadów dennych

Fig. 1. Location of sites of bottom sediment sample collection

Tak przygotowane próbki suszono do stałej masy w temperaturze 60°C, a następnie ucierano w automatycznym młynku do frakcji poniżej 0,063 mm i poddawano procesowi mineralizacji całkowitej. Zawartość pierwiastków śladowych, w zależności od poziomu stężeń oraz otrzymanej matrycy, oznaczano technikami AAS z wykorzystaniem spektrometru AAS - SavantAA Sigma oraz spektrometru AAS - SavantAA Zeeman.

Do oceny stanu zanieczyszczenia osadów dennych metalami ciężkimi zastosowano, zgodnie z przyjętą metodą geochemiczną [12], następujące wskaźniki: indeks geoakumulacyjny (I_{geo}), współczynnik zanieczyszczenia (C_{deg}) oraz stopień zanieczyszczenia (C_{deg}).

Indeks geoakumulacji (I_{geo}) pozwala dokonać oceny zanieczyszczenia przez porównanie ilości metali ciężkich w glebach/osadach dennych z ilościami tzw. przedindustrialnymi [13]:

$$I_{geo} = \log_{10} \left(\frac{C_n}{1,5B_n} \right) \quad (1)$$

gdzie: C_n - zawartość danego metalu w glebie lub osadzie dennym, B_n - tło geochemiczne, 1,5 - naturalne wahania w zawartości danego metalu w środowisku, z małym wpływem antropogennym. Przyjęto następujące zawartości pierwiastków śladowych w osadach jak tło geochemiczne: ołów $15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, chrom $6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, kadm $0,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, miedź $7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, nikiel $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, cynk $73 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Stan zanieczyszczenia osadów dennych natomiast został oceniony za pomocą takich parametrów, jak: współczynnik zanieczyszczenia (C_f^i) oraz stopień zanieczyszczenia (C_{deg}) [14], które obliczono, korzystając z zależności:

$$C_f^i = \frac{C_{0-1}^i}{B_n} \quad (2)$$

gdzie C_{0-1}^i - zawartość metalu w osadzie dennym.

Suma poszczególnych współczynników C_f^i wyraża stopień zanieczyszczenia (C_{deg}) miejsca/obszaru. Określono także (na podstawie tabel dopuszczalnego, chemicznego zanieczyszczenia gleb) możliwość rolniczego wykorzystania osadów po ich wydobyciu z misy zbiornika.

Ponieważ wszystkie serie wyników zawartości badanych metali w osadach nie miały rozkładu normalnego, ocenę siły związków statystycznych między badanymi zmiennymi (uśrednione wartości wskaźników zanieczyszczeń) wykonano na podstawie korelacji rang Spearmana.

Wyniki badań

Wyniki badań zawartości wybranych pierwiastków śladowych w uśrednionych próbkach osadów dennych pobranych ze zbiornika Suchedniów zestawiono w tabeli 1.

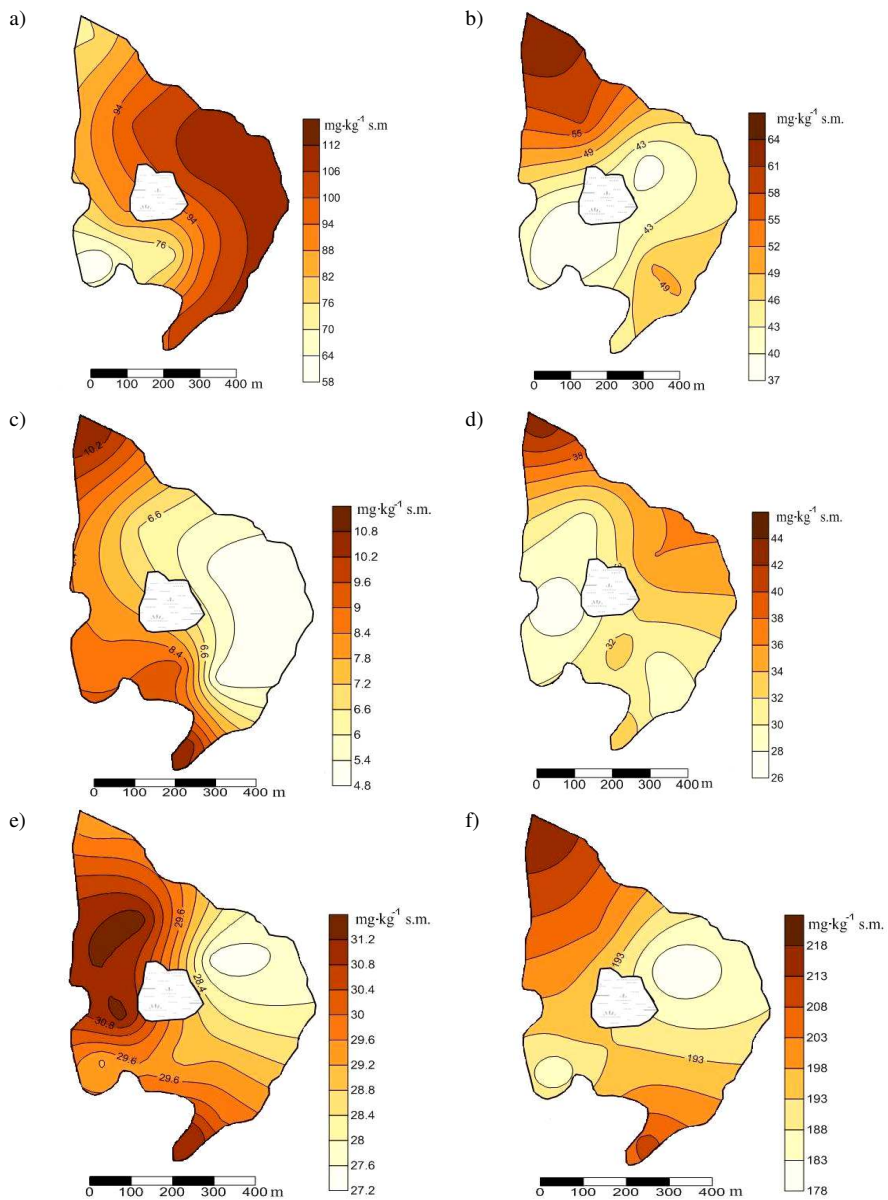
Tabela 1
Zawartość metali ciężkich w osadach dennych zbiornika Suchedniów pobranych w czerwcu 2012 r.

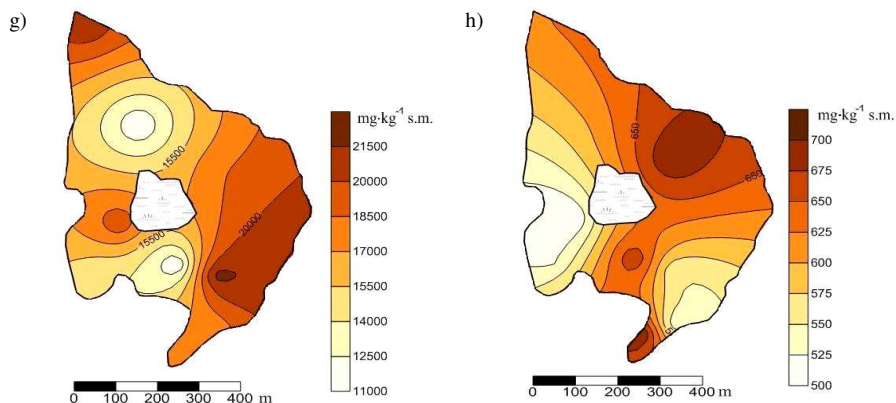
Table 1
Heavy metal content in Suchedniów reservoir bottom sediments collected in June 2012

| Nr | Pb | Cr | Cd | Cu | Mn | Ni | Zn | Fe |
|----|------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
| | [mg · kg ⁻¹ s.m.] | | | | | | | |
| 1 | 75,68 | 63,92 | 10,75 | 42,97 | 621,80 | 29,38 | 216,94 | 20 835 |
| 2 | 101,23 | 58,39 | 6,47 | 28,95 | 606,30 | 31,41 | 203,35 | 10 911 |
| 3 | 86,92 | 37,36 | 8,24 | 26,39 | 499,76 | 31,38 | 196,38 | 19 827 |
| 4 | 59,39 | 39,01 | 8,41 | 29,03 | 522,96 | 29,11 | 184,35 | 14 298 |
| 5 | 72,22 | 40,02 | 9,28 | 33,25 | 674,23 | 29,01 | 195,29 | 11 004 |
| 6 | 110,02 | 38,41 | 5,24 | 36,07 | 696,34 | 27,34 | 177,49 | 18 005 |
| 7 | 96,23 | 49,35 | 5,02 | 29,11 | 557,27 | 29,34 | 196,35 | 21 948 |
| 8 | 105,49 | 48,02 | 8,14 | 29,57 | 535,91 | 30,06 | 204,42 | 17 324 |
| 9 | 104,24 | 45,11 | 10,47 | 32,95 | 698,45 | 31,21 | 209,56 | 17 907 |

Analiza ilości metali ciężkich w uśrednionych próbkach wykazała, że najmniejszą zmienność uzyskanych wyników odnotowano w przypadku niklu. Zawartość tego pierwiastka w osadach nie przekraczała $32,00 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. W przypadku chromu i miedzi wahała się w przedziale $26,39\text{-}63,92 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. Zawartość ołowiu zawierała się w granicach $59,38\text{-}110,02 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, a cynku i manganu $177,49\text{-}698,45 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Największą zmienność analizowanych metali zaobserwowano w przypadku kadmu i żelaza. Wartości tych pierwiastków wahały się w szerokim zakresie - od 5,02 do 10,75 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ dla kadmu i 10911-21948 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ w przypadku żelaza.





Rys. 2. Rozkład przestrzenny zawartości metali ciężkich w uśrednionych próbkach osadów dennych zbiornika Suchedniów: a) Pb, b) Cr, c) Cd, d) Cu, e) Ni, f) Zn, g) Fe, h) Mn

Fig. 2. Spatial distribution of heavy metal content in averaged samples of Suchedniów reservoir bottom sediments: a) Pb, b) Cr, c) Cd, d) Cu, e) Ni, f) Zn, g) Fe, h) Mn

Osady dennie zbiornika Suchedniów charakteryzuje duże zróżnicowanie przestrzenne zawartości badanych metali (rys. 2). Największe ilości chromu, cynku, miedzi i kadmu zaobserwowano w próbce nr 1, pobranej w pobliżu zapory czołowej zbiornika. W przypadku żelaza w próbkach nr 1 i 7 (część dolna i górna zbiornika), niklu w próbce nr 3, a manganu i ołowiu w próbce nr 6 (środkowa część zbiornika). Najniższe wartości chromu, manganu i miedzi występowały w próbce nr 3, cynku i niklu w próbce nr 6, ołowiu na stanowisku nr 4, a kadmu i żelaza odpowiednio w próbkach nr 7 i 2.

Zawartość metali ciężkich w osadach zbiornika Suchedniów jest kilkakrotnie większa niż podawana przez Tarnawskiego i Michalca [15] dla zbiorników wodnych Małopolski i Podkarpacia oraz zbiornika Brzózki [16], a porównywalne z wynikami badań wykonanymi dla zbiorników Dzierżno Małe [17] i Goczałkowice [18]. Taki stan może świadczyć o występowaniu w zlewni dodatkowych źródeł zanieczyszczeń o podwyższonej zawartości metali ciężkich. Mogą to być ścieki komunalne wprowadzane do rzeki Kamionka, jak również ścieki deszczowe pochodzące z odwodnienia ulic miasta Suchedniów. Podczas przeprowadzonej wizji terenowej autorzy ujawnili kilka miejsc nielegalnego wprowadzania ścieków komunalnych do rzeki Kamionka powyżej zbiornika, jednakże nie udało się pobrać próbek do analizy pod kątem zawartości metali ciężkich.

W przypadku wszystkich metali z wyjątkiem par cynk-nikiel oraz mangan-miedź nie stwierdzono występowania silnego lub bardzo silnego związku statystycznie istotnego na poziomie $p = 0,05$ między wynikami w poszczególnych punktach. Dla par metali Zn-Ni oraz Mn-Cu odnotowano wysoką korelację ($r = 0,68-0,73$) statystycznie istotną na poziomie $p = 0,05$. Indeks geoakumulacji w przypadku wszystkich badanych metali, z wyjątkiem kadmu, zawierał się w przedziale 0-1, co wskazuje na nieznaczne zanieczyszczenie osadów dennych tymi metalami. W przypadku kadmu, dla próbek nr 1, 3, 4, 5, 8, 9, indeks ten przekracza wartość 1. Świadczy to o umiarkowanym zanieczyszczeniu osadów tym pierwiastkiem.

Współczynnik zanieczyszczenia pozwala na zakwalifikowanie osadów do odpowiedniej grupy w zależności od krotności przekroczenia tła geochemicznego. Zgodnie z kryterium opracowanym przez Håkansona [14], analizowane namuły charakteryzują się niskim współczynnikiem zanieczyszczeń dla Cr, Ni, Zn, umiarkowanym dla Pb, Cu oraz znacznym, a w przypadku próbki nr 1 bardzo dużym - dla Cd. Stopień zanieczyszczenia waha się w granicach 6-12, co według klasyfikacji Håkansona [14] świadczy o umiarkowanym stopniu zanieczyszczenia osadów metalami ciężkimi.

Zgodnie z klasyfikacją osadów wodnych opracowaną przez PIG [19], osady denne zbiornika Suchedniów zakwalifikowano do klasy II (osady miernie zanieczyszczone) ze względu na zawartość Cr, Cu, Ni, Zn, do klasy III (osady zanieczyszczone) ze względu na ilość Pb oraz do klasy IV (osady silnie zanieczyszczone) ze względu na zawartość Cd.

Odnosząc jakość osadów dennych zbiornika Suchedniów do wymogów Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. [20], można stwierdzić, że w próbkach nr 1, 3, 4, 5, 8, 9 została przekroczona graniczna zawartość kadmu, w związku z czym osad ten należy traktować jako zanieczyszczony. Z kolei, rozpatrując wymagania Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. [21], można wnioskować, że osady te w zależności od zawartości badanych metali ciężkich odpowiadają standardom jakości gleb grupy A lub B, co pozwala stosować je na gruntach użytkowanych rolniczo, gruntach leśnych oraz nieużytkach, nie stwarzając zagrożenia dla środowiska glebowego.

Wnioski

1. Osady zbiornika Suchedniów zanieczyszczone są metalami ciężkimi, a ich zawartość wykazuje silne zróżnicowanie przestrzenne. W osadach pobranych w pobliżu zapory czołowej zbiornika największe wartości występowały w przypadku: Cr, Zn, Cu, Cd i Fe, natomiast w górnych partiach akwenu dla: Pb, Cd, Ni, Fe.
2. Ocena stanu zanieczyszczenia osadów dennych przy użyciu indeksu geoakumulacji, współczynnika zanieczyszczenia, stopnia zanieczyszczenia, klasyfikacji opracowanej przez PIG oraz RMS wykazała, że są one różnie zanieczyszczone ze względu na zawartość oznaczonych pierwiastków śladowych. Osady denne, w zależności od przyjętego kryterium, można zakwalifikować do grupy osadów zanieczyszczonych w stopniu od umiarkowanego do silnie zanieczyszczonego. Porównując zawartość badanych metali z przyjętym tłem geochemicznym, można zauważyć, że w przypadku Cr, Cu, Ni, Zn nie jest ono przekroczone, jedynie dla Pb i Cd zaobserwowano jego przekroczenie. Udział tych dwóch pierwiastków w ogólnym zanieczyszczeniu osadów dennych jest największy.
3. Wyłącznie w przypadku par metali Zn-Ni oraz Mn-Cu stwierdzono występowanie silnego lub bardzo silnego korelacji istotnej statystycznie na poziomie $p = 0,05$.

Podziękowania

Badania zostały zrealizowane w ramach grantu NCN, umowa nr 2990/B/P01/2011/40.

Literatura

- [1] Yousef YA, Lin L, Lindeman W, Hvitved-Jacobsen T, Science Total Environ. 1994;146-147:485-491. DOI: 10.1016/0048-9697(94)90273-9.

- [2] Kajak Z. Hydrobiologia-limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych. Warszawa: Wyd. Nauk. PWN; 2001.
- [3] Wardas M, Budek L. Rybicka EH. Appl Geochem. 1996;11(1-2):197-202. DOI: 10.1016/0883-2927(95)00087-9.
- [4] Królikowski A, Garbarczyk K, Gwoździej-Mazur J, Butarewicz A. Osady powstające w obiektach kanalizacji deszczowej. Monografia 35. Lublin: PAN; 2005.
- [5] Kozłowska J, Petraitis E, Šerevičienė V. Proc ECOpole'12. 2012;6(1):99-103. DOI: 10.2429/proc.2012.6(1)013.
- [6] Rossa L, Sikorski M. Ochr Środow. 2006;2:47-52.
- [7] Bąk Ł, Górski J, Górski K, Szela B. Ochr Środow. 2012;34(2):49-52.
- [8] Tekin-Özan S. Environ Monit Assess. 2008;145:295-302. DOI: 10.1007/s10661-007-0038-z.
- [9] Bąk Ł, Górski J, Szela B. Acta Scientiarum Polonorum. Formatio Circumietus. 2012;11(1):23-36.
- [10] Bąk Ł, Dąbkowski SL, Górski J. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. 2011;11(4):19-30.
- [11] Atlas Hydrologiczny Polski. T. 1. Red. Stachý J. Warszawa: Wyd. Geologiczne; 1987.
- [12] Diatta JB, Grzebisz W, Apolinarska K. EJPAU. Environ Develop. 2003;6(2):1-9.
- [13] Müller G. Umschau. 1979;79:778-783.
- [14] Håkanson L. Water Res. 1980;14:975-1001.
- [15] Tarnawski M, Michalec B. Badania wybranych metali ciężkich w osadach dennych zbiorników wodnych Małopolski i Podkarpacia. Meteorologia, Hydrologia, Ochrona Środowiska - kierunki badań i problemy. Seria Monografie. Warszawa: IMGW; 2008: 392-397.
- [16] Wiatkowski M, Ciesielczuk T, Kusza G. Ecol Chem Eng. 2008;15(12):1369-1376.
- [17] Kostecki M, Domurad A, Kowalski E, Kozłowski J. Arch Ochr Środow. 1998;24(2):73-81.
- [18] Bojakowska I, Gliwicz T, Sokołowska G. Wyniki monitoringu geochemicznego osadów wodnych w Polsce w latach 1998 i 1999. Warszawa: Bibl Monit Środ IOŚ; 2000.
- [19] Bojakowska I. Przegl Geolog. 2001;49:213-218.
- [20] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. DzU Nr 165, poz. 1359.
- [21] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. w sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. DzU 2002, Nr 55, poz. 498.

CONTENT OF HEAVY METAL COMPOUNDS IN THE BOTTOM SEDIMENTS OF THE SUCHEDNIÓW WATER RESERVOIR

¹ Faculty of Environmental Engineering, Geomatics and Power Engineering, Kielce University of Technology

² Faculty of Mathematics and Science, The Jan Kochanowski University in Kielce

Abstract: Water reservoirs become silted at various intensity levels. Within the reservoir bowls, both allochthonic (built up outside the sedimentation area) and autochthonic (built up at the sedimentation area) matter is accumulated. As a result, reservoirs need desilting after a while. Then a problem arises how to manage the sludge removed from the reservoir bottom. The chemical properties of the bottom sludge, and particularly the content of heavy metals, decide whether it will be possible to use the sludge and in what way. The chemical properties of the bottom sludge depend, to a far extent, on the character of the reservoir basin, the level of its urbanisation, and also on the climatic conditions. The paper presents the results of investigations into the content of heavy metals in the bottom sediments in the Suchedniów water reservoir. This water body is characterised by small mean depth of 1.05 m and mean annual flow across the dam profile of 0.63 m³·s⁻¹. Forests dominate in of the reservoir basin covering 45% of its area, arable land constitutes 18%, and the percentage of built-up area does not exceed 5%. In recent years (2009-2011), the water reservoir has become much silted because of storing large soil masses near the local watercourses during the construction of S-7 expressway. The amount of stored soil is estimated at 7.8 thousand m³. For investigations, nine bottom sediments samples were collected, in which the content of the following heavy metals: Pb, Cr, Cd, Cu, Ni, Zn, Fe, Mn was determined. Quasi-undisturbed sludge was taken into transparent cylinders with Eijkelkamp sampler, which made it possible to conduct analysis in sediment layers 20 cm in height. In order to evaluate the sediment pollution with heavy metals, the geoaccumulation index, the pollution coefficient and level were calculated. On the basis of admissible chemical soil pollution tables, the possibility of the sludge use in agriculture after extracting it from the reservoir bowl was assessed.

Keywords: reservoir, reservoir basin, bottom sediments, heavy metals