

ADAM SAMMEL\*

**SKŁAD CHEMICZNY OSADÓW DENNYCH  
ZBIORNIKÓW WODNYCH SYRENIE STAWY  
AGLOMERACJI SZCZECIŃSKIEJ I MOŻLIWOŚCI  
ICH WYKORZYSTANIA**

*Streszczenie*

*W obrębie aglomeracji szczecińskiej występuje kilka sztucznych zbiorników wodnych, przez które przepływają nieduże cieki wodne. Zbiorniki te, co pewien okres wymagają oczyszczania dna w wyniku, czego pozyskuje się dużą masę osadów dennych, których składowanie i wykorzystywanie stwarza znaczne problemy. Osady denne dwóch takich zbiorników zwanych Syrenimi Stawami objęto badaniami laboratoryjnymi. Wykazały one, że osady tych zbiorników posiadały odczyn obojętny, dużą zawartość materii organicznej. Osady ze stawu 2 na ogół posiadały słabe zanieczyszczenie metalami ciężkimi. Zwiększoną koncentrację metali ciężkich w osadach stwierdzono w stawie 1. Po wydzieleniu osadów zanieczyszczonych i zdeponowaniu ich na odpowiednio urządzonym składowisku pozostały materiał należy przeznaczyć do kompostowania wspólnie z odpadami pozyskanymi z pielęgnacji zieleni miejskiej. Otrzymany kompost należy wykorzystać jako nawóz organiczny przede wszystkim na potrzeby miasta.*

Słowa kluczowe: zbiorniki wodne – jeziora, osady denne, skład chemiczny

**WSTĘP**

Aglomeracja Szczecińska jest stosunkowo bogata w jeziora i cieki wodne. Do głównych jezior należą: Dąbie, Głębokie, Portowe, Szmaragdowe, a ważniejsze cieki wodne to dolny bieg Odry Zachodniej i Wschodniej, a także liczne kanały i baseny portu szczecińskiego. Poza nimi w samym mieście Szczecinie spływają do Odry nieduże cieki wodne m.in. Osówka, Warszawiec, Bukowa i Glinianka.

Szczegółowy opis przepływu tych potoków i rys historyczny ich wykorzystywania do celów przemysłowych przedstawiają Białecki i Turek-

---

\* Katedra Gleboznawstwa Łąkarstwa i Chemii Środowiska, ZUT w Szczecinie

Kwiatkowska [1991]. Wody Osówki wypływające z zachodnich stoków Wzgórz Warszawskich w górnym biegu przepływają przez sztucznie uformowane zbiorniki retencyjne nazywane Syrenimi Stawami.

Ocena jakości wód zbiorników wodnych na terenie Szczecina była przedmiotem wielu prac, m.in. Hłyńczak i wsp. [1998] oraz Poleszczuka i Wawrzyńska [2002]. Z opracowań tych wynika, że podatność ich na degradację jest bardzo wysoka, a jego wody określono jako pozaklasowe, bądź w III klasie czystości. Przy czym autorzy zgodnie podkreślają, że chemizm wód w dużej mierze jest kształtowany przez wody zasilające te zbiorniki. W przypadku Syrenich Stawów są to wody ciekłu Osówka, w swych pracach Poleszczuk i wsp. 1997, Poleszczuk 2003 stwierdzili, iż wody przepływają przez Syrenie Stawy posiadają wyraźnie toksyczne właściwości.

Powszechnie uważa się, że wody powierzchniowe zbiorników wodnych w środowisku miejskim są szczególnie narażone na zanieczyszczenie różnymi substancjami. Stan ten jest wynikiem doprowadzania do nich ścieków komunalnych, ogrodowych i przemysłowych, a także nasilają go zjawiska erozji, zanieczyszczenia powietrza oraz przelewy burzowe wód z kanalizacji ogólnospływowych. W rezultacie małe zbiorniki wodne w miastach często z konieczności pełnią funkcje mechanicznych i biologicznych oczyszczalni ścieków, przyczyniając się w ich obrębie do nagromadzenia znacznych ilości osadów dennych.

Celem pracy była szczegółowa analiza chemiczna osadów dennych z omawianych zbiorników Syrenie Stawy oraz możliwości ich wykorzystania.

#### MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

W czasie cyklicznego oczyszczania dna dwóch zbiorników wodnych zwanych Syrenimi Stawami pobrano próbki osadów dennych do badań laboratoryjnych. Z dna tych zbiorników pobrano 18 próbek zbiorczych osadów (po 3 z części dopływowej, środkowej i ujściowej akwenu).

W pobranym materiale oznaczono: zawartość materii organicznej poprzez wyżarzanie w temperaturze 550°C,  $pH_{KCl}$  – potencjometrycznie, ogólną zawartość makroskładników (K, P, Mg, Ca i Na) oraz mikroelementów (Fe, Mn, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni i Co) analizowano po zmineralizowaniu próbek osadów w mieszaninie stężonych kwasów  $HNO_3+HClO_4$ . Zawartość potasu określono metodą fotometrii płomieniowej, a Ca, Mg i Na i metali ciężkich metodą absorpcji spektrometrii atomowej (FAAS) stosując spektrofotometr Salaar 929 firmy Unicam. Natomiast fosfor oznaczono kolorymetrycznie.

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Badane osady denne sztucznych zbiorników nazywanych Syrenimi Stawami są zasobne w materię organiczną; występuje ona w nich przeważnie powyżej 20%, a niekiedy, zwłaszcza przy ujściu dochodzi do ponad 65%. Można więc osady te zaliczyć do organicznych. Bardzo korzystnie przedstawia się także zawartość makroelementów po zmineralizowaniu osadów w mieszaninie stężonych kwasów  $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$  (tab. 1). Podobnie wysokie wartości potasu, fosforu i magnezu stwierdzono w osadach organiczno-mineralnych i organicznych Odry w obrębie kanałów i basenów portu szczecińskiego oraz w osadach toru wodnego Świnoujście-Szczecin, a także w miejscach odkładania urobku z pogłębiania na tzw. polach refulacyjnych [Niedźwiecki i in. 2001].

Na ogół uważa się, że osady o tak dużej zawartości materii organicznej i składników pokarmowych powinny być wykorzystywane do celów rolniczych. Jednakże szczegółowa analiza uzyskanych wyników (tab. 2) wykazuje, że badane osady, które zostały pobrane ze zbiornika położonego wyżej (staw 1), zawierają znaczne ilości metali ciężkich, zwłaszcza ołowiu, miedzi i cynku. Stwierdzona w stawie 1 zawartość ołowiu w osadach Kabata-Pendias i in. [1995] określają jako I<sup>o</sup> w strefie dopływowej i środkowej, oraz II<sup>o</sup> zanieczyszczenia w odcinku ujściowym. Największa koncentracja miedzi (994,1 mg·kg<sup>-1</sup> s.m.), została odnotowana w strefie wejściowej, tuż przy ujściu ciekłu Osówka do stawu 1 (tab. 2). Wykazane w tym miejscu nagromadzenie tego pierwiastka w osadach kwalifikuje je do bardzo silnie zanieczyszczonych (V<sup>o</sup> zanieczyszczenia). Natomiast zawartość cynku w osadach dennych stawu pierwszego wskazuje na ogół na ich słabe zanieczyszczenie (II<sup>o</sup>). Dotychczas tak wysoki stopień zanieczyszczenia stwierdzono tylko w osadach organiczno-mineralnych i organicznych kanałów i basenów portów w Szczecinie, Świnoujściu i w Policach oraz na niektórych odcinkach toru wodnego Świnoujście-Szczecin i w obrębie pól refulacyjnych [Niedźwiecki i in. 2001, Protasowicki i Niedźwiecki 1995, Protasowicki i in. 2001]. Natomiast osady nagromadzone w stawie 2, w porównaniu do osadów ze stawu 1, charakteryzowały się znacznie niższą zawartością metali ciężkich, co pozwoliło zakwalifikować je do 0 lub I stopnia zanieczyszczenia.

W toku oczyszczania dna omawianych zbiorników osady zgromadzone w stawie 1, które stanowią stosunkowo niewielką objętość, ze względu na koncentrację w nich metali ciężkich, należy wydzielać z ogólnej masy i deponować na odpowiednio urządzonym składowisku dla urobku zanieczyszczonego (Rozporządzenie Ministra Środowiska, 2002). Stwierdzone zawartości metali ciężkich w badanych osadach spełniają kryteria stawiane glebom zaliczanym do grupy B, a w przypadku wyższej koncentracji metali ciężkich grupy C, określonej w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 roku w sprawie standardów jakości gleb oraz standardów jakości ziemi (Dz. U. Nr 165 poz.

1359). Zgodnie z tym rozporządzeniem osady pochodzące z dna zbiorników powierzchniowych wód stojących lub wód płynących, powinny spełniać kryteria dopuszczalnych wartości stężeń dla gruntów występujących w miejscu przeznaczenia. Osady dennie Syrenich Stawów o zawartości podwyższonej, bądź o zanieczyszczeniu słabym należy przeznaczyć do kompostowania wspólnie z odpadami stanowiącymi cenne zasoby substancji organicznej i składników mineralnych pozyskiwanymi z pielęgnacji zieleni miejskiej.

*Tab. 1. Odczyn, zawartość materii organicznej i makroelementów w osadach dennych Syrenich Stawów w Szczecinie*

*Tab. 1. Reaction, content of organic matter and macroelements in bottom sediments of Syrenie Stawy in Szczecin*

Lokalizacja Localization		Straty przy żarzeniu Losses on ignition %	pH		K	P	Mg	Ca	Na
			H <sub>2</sub> O	KCl					
Staw 1 Pond 2	strefa dopływowa inflow zone	50,1	7,28	7,00	2,45	1,14	2,34	19,8	0,424
	Strefa środkowa central zone	26,4	7,08	7,04	2,78	1,34	2,88	23,1	0,629
	strefa ujściowa outcome zone	65,9	6,00	5,88	1,34	1,21	1,28	10,7	0,286
średnia mean		47,5	6,79	6,64	2,19	1,23	2,17	17,9	0,446
Staw 2 Pond 2	strefa dopływowa inflow zone	45,9	6,00	5,88	2,26	1,23	1,90	21,0	0,392
	Strefa środkowa central zone	11,1	7,26	7,18	3,83	1,19	3,00	23,0	0,367
	strefa ujściowa outcome zone	26,7	7,32	7,30	2,25	1,08	1,66	9,9	0,243
średnia mean		27,9	6,86	6,79	2,78	1,17	2,19	18,0	0,334

Tabela 2. Zawartość mikroelementów w osadach dennych Syrenich Stawów w Szczecinie

Table 2. Content of microelements in bottom sediments of Syrenie Stawy in Szczecin

Lokalizacja Localization		Fe	Mn	Cd	Pb	Cu	Zn	Ni	Co
		mg·kg <sup>-1</sup>							
Staw 1 Pond 1	strefa dopływowa inflow zone	15340	274,5	2,608	164,9	994,1	658,9	24,19	14,08
	strefa środkowa central zone	18850	293,1	3,437	152,8	876,1	931,8	28,38	16,92
	strefa ujściowa outcome zone	8715	177,7	0,788	206,2	462,1	275,4	11,36	2,813
średnia mean		14302	248,4	2,278	174,6	777,4	622,0	21,31	11,27
Staw 2 Pond 2	strefa dopływowa inflow zone	10095	234,7	0,843	6,477	42,99	25,02	31,58	4,300
	strefa środkowa central zone	18710	211,4	0,553	59,97	70,07	139,5	18,25	8,584
	strefa ujściowa outcome zone	9535	144,5	0,607	39,77	39,38	85,45	10,37	8,717
średnia mean		12780	196,9	0,668	35,41	50,81	83,32	20,07	7,200

Otrzymany kompost przede wszystkim należy przeznaczyć jako nawóz organiczny do wykorzystania w obrębie miasta na rabaty kwiatowe, zieleńce, potrzeby parkowe, cmentarze i inne. O przeznaczeniu jego do wykorzystywania w rolnictwie zadecyduje skład chemiczny i stosowne regulacje prawne. W przypadku niemożności kompostowania osadów gromadzonych przy oczyszczaniu omawianych zbiorników można je bezpośrednio wykorzystywać do rekultywacji biologicznej wysypisk odpadów komunalnych bądź do rekultywacji terenów zdewastowanych przeznaczonych na cele nierolnicze. Przede wszystkim jednak należy jak najszybciej poprawić jakość wód ciekłu Osówki, który w swym dalszym biegu zasila jezioro Rusałka stanowiące fragment Parku

Kasprowicza, miejsca szczególnie cenionego i wykorzystywanego do celów rekreacji przez mieszkańców Szczecina.

### WNIOSKI

1. Osady denne badanych zbiorników wodnych zwanych Syrenimi Stawami posiadają zróżnicowany skład chemiczny. Najwyższą koncentrację metali ciężkich stwierdzono w osadach stawu 1, z którego urobek należy uznać za zanieczyszczony.
2. Po wydzieleniu osadów zanieczyszczonych i zdeponowaniu ich na odpowiednio urządzonej składowisku pozostały materiał należy przeznaczyć do kompostowania wspólnie z odpadami pozyskanymi z pielęgnacji zieleni miejskiej. Otrzymany kompost należy wykorzystać jako nawóz organiczny przede wszystkim na potrzeby miasta, a o jego zastosowaniu w rolnictwie zadecyduje skład chemiczny i stosowne regulacje prawne.

### LITERATURA

1. BIAŁECKI T., TUREK-KWIATKOWSKA L., 1991: Szczecin stary i nowy (encyklopedyczny zarys dziejów historycznych dzielnic i osiedli oraz obiektów fizjograficznych miasta) t. I i II. Szczecin: 406 ss.
2. HŁYŃCZAK A.J., BARANOWSKA-BOSIACKA I., JANECKO A., 1998: Występowanie niektórych metali ciężkich w wybranych zbiornikach wodnych Szczecina. *Archiwum Ochrony Środowiska* v. 24, nr 1: 57-67.
3. 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 i WWA, Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska. *Bibl. Monit. Śr.* Warszawa: 41 ss.
4. NIEDŹWIECKI E., PROTASOWICKI M., WOJCIESZCZUK T., ZABŁOCKI Z., MELLER E., MALINOWSKI R., SAMMEL A., 2001: Osady denne z pogłębiania torów wodnych, kanałów portowych oraz możliwości ich wykorzystania na przykładzie pola refulacyjnego Ostrów Grabowski w Szczecinie. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 217, *Agricultura* (87): 159-164.
5. POLESZCZUK G., HŁYŃCZAK A.J., LASOCKI Z., MOŹDZER A., 1997: Ekologiczna rola małych zbiorników wodnych w aglomeracjach miejskich (na przykładzie Syrenich Stawów w Szczecinie). *Konf. Nauk.-Tech. nt. Ekologia w budownictwie – budownictwo w zgodzie z naturą.* Szczecin: 51-60.

6. POLESZCZUK G., WAWRZYNIAK W., 2002: Jezioro Rusałka w Szczecinie – Badania jakości wód w cztery lata po wybagrowaniu osadów dennych. W: Ekologia pogranicza. Towarzystwo Współpracy Polska-Niemcy w Zielonej Górze. Europejskie Towarzystwo Ekologiczne – Rada Główna w Gorzowie Wlkp. Instytut Badań i Ekspertyz Naukowych w Gorzowie Wlkp. Gorzów Wlkp.: 163-167.
7. POLESZCZUK G., 2003: Ocena klasowości wód Syrenich Stawów w Szczecinie (według kryteriów Systemu Oceny Jakości Jezior-SOJJ) w roku 2001. Zesz. Nauk. Uniw. Szczec. Nr 374, Acta Biologia nr 10: 161-172.
8. PROTASOWICKI M., NIEDŹWIECKI E., 1995: Zanieczyszczenie osadów dennych ujścia Odry metalami ciężkimi w świetle wieloletnich badań. W: Europejski ład ekologiczny a problemy ochrony środowiska krajów nadbałtyckich. ( red. J.C. Chojnacki i E.J. Pałyga), Bibl. Fund. im. J. Morzejewskiego, Folia Human. 14(6): 122-127.
9. PROTASOWICKI M., NIEDŹWIECKI E., GONET S., 2001: Distribution of Trace Elements In Sediment Cores of Dąbie Lake, Poland. In: Biogeochemical Processes and Cycling of Elements in Environment. Wrocław: 179-180.
10. ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska, z dnia 16 kwietnia 2002 roku, w sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. Dz. U. nr 55: 498.
11. ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 roku w sprawie standardów jakości gleby, oraz standardów jakości ziemi, Dziennik Ustaw Nr 165, poz. 1359.

## **CHEMICAL COMPOSITION OF BOTTOM SEDIMENTS OF WATER RESERVOIRS SYRENIE STAWY LOCATED WITHIN THE AREA OF SZCZECIN MUNICIPALITY AND POSSIBILITIES OF THEIR UTILIZATION**

### *S u m m a r y*

*Several artificial water reservoirs are located within the area of Szczecin municipality. The small streams are flowed through them. These water reservoirs need periodically cleaning of the bottom and substantial amounts of bottom sediments are collected during this process. Deposition and utilization of such material create of significant problems. The bottom sediments from two of such reservoirs named Syrenie Stawy were sampled for laboratory examination. The conducted chemical analysis of bottom sediments confirmed their neutral reaction, high content of organic matter. The contaminations of bottom sediments by heavy metals were low ( $10^0$  of contamination) in the pond 2. Elevated concentrations of heavy*

*metals were found in bottom sediments collected in the pond 1. After selection of contaminated bottom sediments and their deposition on organized dumping site remained material should be used for composting together with waste material gained during cultivation of plants within the area of Szczecin municipality. Produced compost should be utilized as organic fertilizer mainly for needs of green area in town such as parks, flower borders, cemetery and other places.*

Keywords: water reservoir, lake, sediments, chemical composition