

## ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH METALI CIĘŻKICH W OSADACH OCZEK ŚRÓDPOLNYCH NA RÓWNIŃCE WEŁTYŃSKIEJ

*Joanna Podlasińska<sup>1</sup>, Marek Podlasiński<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska, Akademia Rolnicza w Szczecinie

<sup>2</sup>Katedra Eroзии i Rekultywacji Gleb, Akademia Rolnicza w Szczecinie

### Wstęp

Śródpolne i śródleśne oczka wodne są ważnym elementem krajobrazu. W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie nimi głównie jako użytkami ekologicznymi, w których bytuje i rozmnaża się wiele zwierząt oraz występuje duża różnorodność flory. Wcześniejsze opracowania dotyczyły głównie genezy powstania oczek, ich rozmieszczenia i transformacji, chemizmu wód i chemizmu osadów jako wskaźników przebiegu denudacji [BORÓWKA 1992; PIENKOWSKI, PODLASIŃSKI 2001; KALBARCZYK 2003; PIENKOWSKI 2003].

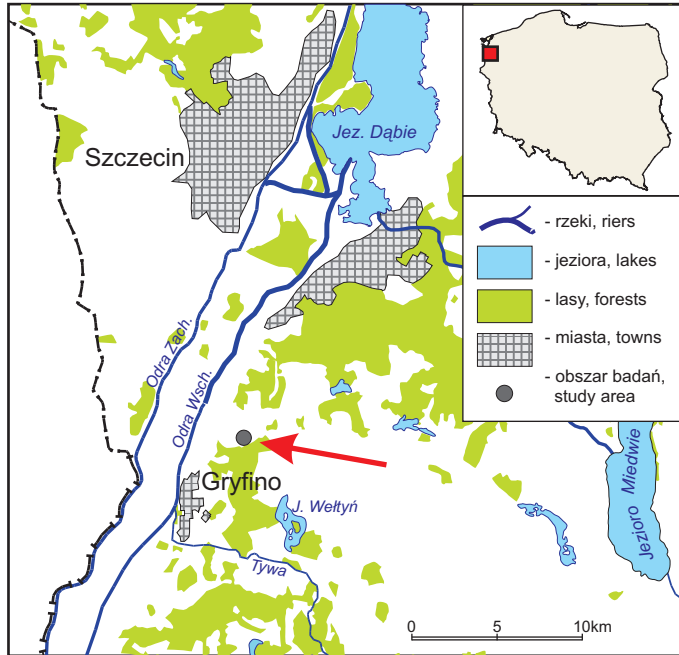
Oczka wodne są najczęściej końcowym miejscem w ruchu wód z zlewni. Gromadzą się w nich koloidy mineralne i próchniczne, które z kolei adsorbują wiele pierwiastków. Odgrywają zatem ważną rolę w ograniczaniu migracji pierwiastków i są zarazem miejscem ich akumulacji. Dotyczy to głównie tych pierwiastków, które uważane są za ruchliwe migranty wodne w środowisku utleniającym, a mało ruchliwe w środowisku redukującym [PERELMAN 1971]. Do pierwiastków tych zalicza się głównie cynk, miedź, ołów, kadm, rtęć i nikiel. Z powyższego wynika, że pierwiastki te powinny występować w osadach oczek w zwiększonej ilości w stosunku do skał macierzystych gleb będących w otoczeniu.

Celem badań było określenie akumulacji wybranych metali ciężkich (Hg, Pb, Zn i Cu) w oczkach, jako miejscach końcowych migracji osadów.

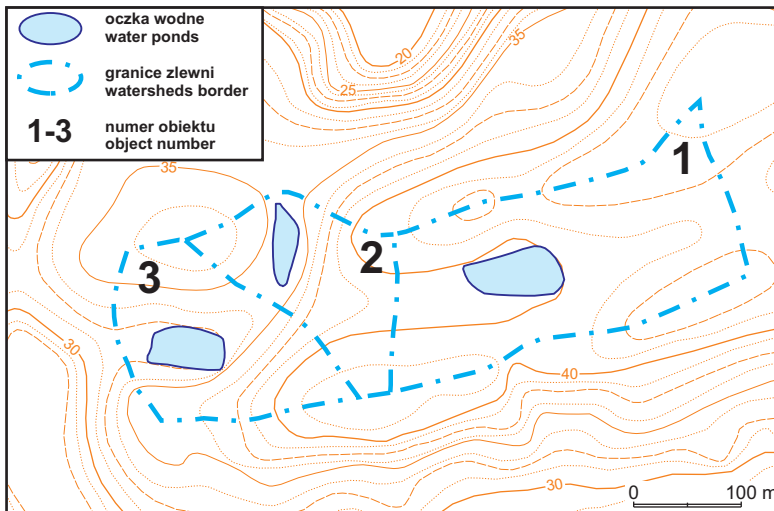
### Material i metody

Badania przeprowadzono na wybranym obszarze Równiny Wełtyńskiej w odległości około 6 km na NE od Gryfina (rys. 1). Obszar badań stanowi część płata wysoczyznowego, tej Równiny, ograniczonego dolinami Odry i jej prawego dopływu zwanego Wełtyńskim Strumieniem. Teren ten posiada urozmaiconą rzeźbę z licznymi zagłębieniami.

Do badań wybrano trzy obiekty stanowiące niewielkie zlewnie bez powierzchniowego odpływu położone w strefie wododziałowej, co minimalizuje dostawę materii do oczek drogą gruntową (rys. 2). Wszystkie trzy zlewnie położone są w obrębie jednego pola uprawnego, zbudowane są z glin zwałowych odgórnie spłaszczonych (tab. 1).



Rys. 1. Lokalizacja obszaru badań  
Fig. 1. Study area location



Rys. 2. Położenie badanych oczek i ich zlewni na tle mapy hipsometrycznej  
Fig. 2. Location of investigated midfield ponds and their watersheds on hipsometric map

Tabela 1; Table 1

Dane morfometryczne badanych mikrozewni  
Morphometrical characteristic of investigated micro-catchments

Numer obiektu Site number	Powierzchnia Area (ha)	Średnia wysokość Mean altitude (m n.p.m.; m a.s.l)	Średni spadek Mean slope inclination (%)
1	4,68	41,2	3,2
2	1,93	37,7	4,9
3	2,45	35,6	6,4

Próbki osadów pobrano próbnikiem żłobkowym Ejkelkamp. Do analiz użyto powietrznie suchej frakcji osadów o średnicy ziarn mniejszej niż 1. Zawartości badanych metali ciężkich: Pb, Zn, Cu i Hg, oznaczono metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej. Zawartość Pb, Zn i Cu w osadach oznaczono aparatem Solaar 929, po uprzedniej mineralizacji próbek w mieszaninie kwasów HNO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub> [SAPEK, SAPEK 1997]. Rtęć całkowitą oznaczono za pomocą aparatu AMA 254 [SYNEK i in. 2000]. Zawartość węgla całkowitego w glebie oznaczono przy użyciu analizatora elementarnego CHNS-O firmy Costech.

Wyliczono współczynniki korelacji prostoliniowej pomiędzy zawartością węgla całkowitego i poszczególnych metali ciężkich w poziomach mineralnych osadów (tab. 3).

## Wyniki i dyskusja

Podstawowe dane morfometryczne badanych obiektów podano w tabeli 1, natomiast zawartość rtęci, ołowiu, cynku i miedzi przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2; Table 2

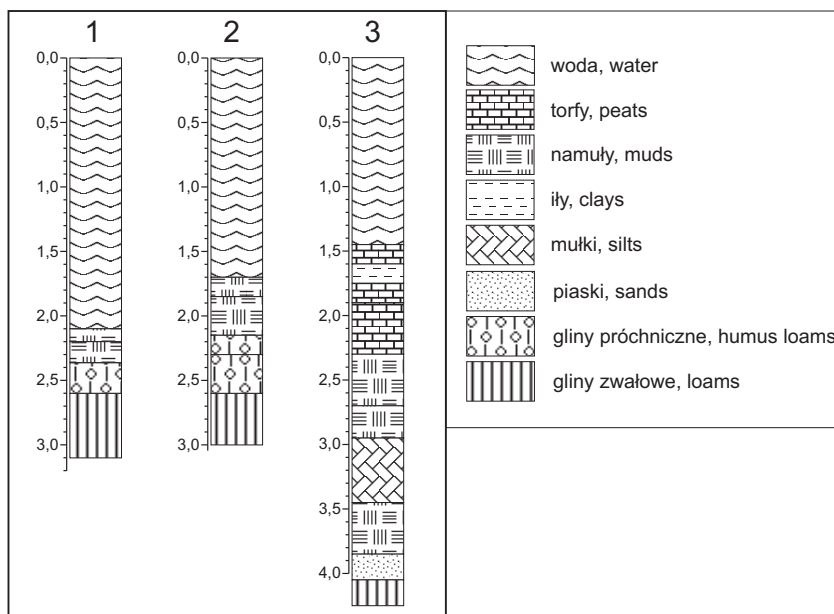
Zawartość węgla ogółem oraz wybranych metali ciężkich w badanych osadach oczek śródpolnych  
Total carbon and selected heavy metals contents in investigated sediments of midfield ponds

Głębokość pobrania prób * Depth of sampling *	Zawartość, Content				
	C	Hg	Pb	Zn	Cu
cm	g·kg <sup>-1</sup>	ng·g <sup>-1</sup>	mg·kg <sup>-1</sup>		
1	2	3	4	5	6
Zlewnia 1; Catchment 1					
210- 220	97,6	274,9	46,5	98,4	22,7
220- 237	28,8	34,0	12,5	120,2	19,5
237- 260	9,6	20,2	3,5	80,8	12,3
260- 300	1,1	11,9	4,7	41,2	5,4
Zlewnia 2; Catchment 2					
170- 185	71,0	145,5	50,4	130,8	22,5
185- 215	37,0	54,9	27,3	93,3	17,3
215- 230	8,2	27,9	5,2	54,4	9,0
230- 260	1,3	12,3	7,6	48,8	4,7
260- 280	1,6	23,2	7,9	45,0	9,5

1	2	3	4	5	6
Zlewnia 3; Catchment 3					
145- 160	126,0	159,2	40,7	193,5	19,4
160- 175	38,9	67,9	27,4	110,0	14,3
175- 190	150,7	93,1	33,1	197,4	16,0
190- 230	349,2	54,4	9,6	91,7	13,9
230- 270	81,1	21,8	7,5	94,5	17,9
270- 295	51,9	17,6	4,3	55,8	11,7
295- 345	30,9	9,2	1,3	40,2	7,2
345- 385	43,8	31,9	4,1	71,9	20,4
385- 405	2,8	6,9	1,2	18,1	4,2
405- 410	3,3	17,5	6,4	55,5	5,9

\* od powierzchni wody; measured from water surface

Mikrozlewnia nr 1 jest największa i najwyżej położona, ale zarazem cechownia się; najmniejszymi spadkami terenu (tab. 1, rys. 2). Mikrozlewnia 3 jest położona najniżej, jest prawie dwa razy mniejsza od obiektu 1 i charakteryzuje się największymi spadkami terenu.



Rys. 3. Budowa geologiczna badanych oczek wodnych  
Fig. 3. Geological structure of investigated water ponds

Wszystkie trzy zlewnie posiadają w najniżej położonych miejscach zagłębienia wypełnione wodą (oczka). Głębokość wody w ich obrębie jest dość wyrówna-

na i waha się od 1,4 do 2,1 m. Obiekty 1 i 2, to tak zwane pseudosolle, czyli oczka powstałe w średniowieczu [PIEŃKOWSKI, PODLASIŃSKI 2001] i są wypełnione tylko namulaniem i osadami mineralnymi o miąższości 50 cm (nr 1) i 60 cm (nr 2). Oczko w zlewni 3 powstało wcześniej, co dokumentują osady mineralno-organiczne oraz organiczne o miąższości około 240 cm (rys. 3). Zawartość rtęci, ołowiu, cynku i miedzi w wierzchnich poziomach akumulacyjnych oczek (odpowiednio: 145,5-274,9 ng-g<sup>-1</sup> oraz 40,7-50,4; 98,4-193,5 i 19,4-22,7 mg-kg<sup>-1</sup>), stwierdzona w badaniach własnych, jest wyższa od naturalnej zawartości tych metali w glebach [BEZAK-MAZUR 2001], co świadczy o ich akumulacji w oczkach, jako miejscach końcowych migracji osadów i o zanieczyszczeniu środowiska (tab. 2).

Wcześniejsze badania nad rozmieszczeniem rtęci w zlewni o powierzchni 22 ha i wyraźnych spadkach przekraczających 15%, gdzie corocznie obserwuje się rozwój procesów erozji wodnej, wykazały znaczne zwiększenie ilości rtęci w osadach oczka położonego w centrum zlewni [PODLASIŃSKI, PODLASIŃSKA 2003]. Osady erozyjne charakteryzują się obecnością węgla pochodzącego z poziomów próchnicznych erodowanych gleb zlewni. Istnieje wysoka korelacja pomiędzy wszystkimi badanymi metalami ciężkimi (Hg, Pb, Zn, Cu) a zawartością węgla w osadach mineralnych oczek (tab. 3). Wskazuje to na erozyjne zwiększenie zawartości badanych pierwiastków w oczkach.

Tabela 3; Table 3

Współczynniki korelacji prostoliniowej pomiędzy zawartością Hg, Pb, Zn i Cu a C całkowitego w warstwach mineralnych

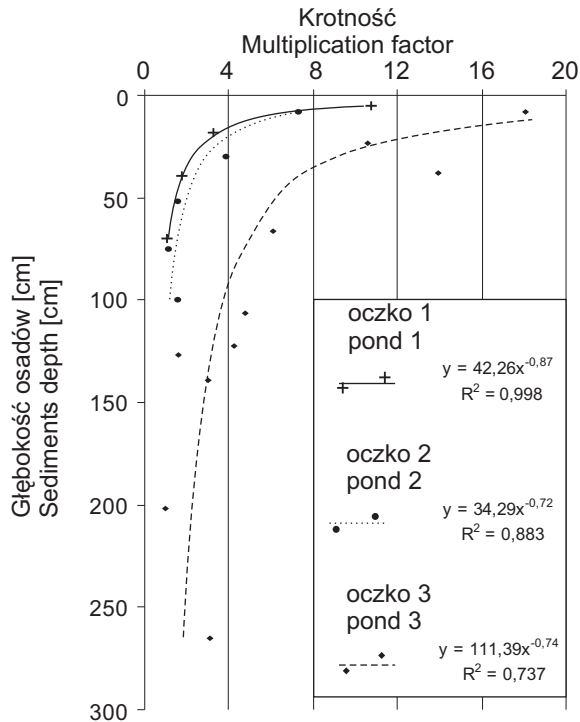
Linear correlation coefficients between Hg, Pb, Zn, Cu and total C contents in mineral layers

Numer obiektu Site number	Współczynniki korelacji; Correlation coefficients			
	C- Hg	C- Pb	C- Zn	C- Cu
1	0,981*	0,993**	0,504	0,836
2	0,973**	0,989**	0,998**	0,962**
3	0,781*	0,696	0,876**	0,785*
1-3	0,753**	0,720**	0,790**	0,780**

\* korelacja istotna; significant correlation

\*\* korelacja wysoce istotna; very significant correlation

Wszystkie cztery badane metale ciężkie wykazują wyraźne pionowe zróżnicowanie zawartości (tab. 2, rys. 4). Najwięcej jest ich w osadach powierzchniowych i ilość ich maleje wraz z głębokością, osiągając minimum w osadach przejściowych do skały podścielającej, które najczęściej stanowią pierwotny poziom próchniczny i są w stosunku do skał podścielających bardziej spiaszczone. Największe różnice w zawartości stwierdzono dla rtęci i ołowiu (20 do 30 razy więcej), a mniejsze dla cynku i miedzi (do 10 razy), co wynika z ich zróżnicowanej mobilności [PERELMAN 1971] (rys. 4). Pierwiastki o mniejszej mobilności są szybciej unieruchamiane i są silniej akumulowane i zatrzymywane w wierzchnich osadach. Analizując osady wierzchnie do głębokości 15 cm można zauważyć, że badane cztery metale akumulowane są w następującej kolejności Hg > Pb > Zn > Cu. Jednak obserwując całą sekwencję osadów - to ołów wykazuje największą akumulację w stosunku do jego ilości w skale macierzystej (tab. 2).



Rys. 4. Średnia zawartość Hg, Pb, Zn i Cu wyrażona jakorotność najniższej zawartości w osadach

Fig. 4. Mean Hg, Pb, Zn and Cu contents expressed as multiplication factor of lowest content values in sediments

Ogólnie można stwierdzić, że w oczkach młodych wypełnionych osadami mineralnymi wyraźna akumulacja badanych metali ciężkich (ponad czterokrotna w stosunku do skały macierzystej) występuje do głębokości 25–30 cm, natomiast w oczkach starszych do głębokości 100 cm (rys. 4).

### Wnioski

1. Najwyższe stężenia rtęci, ołowiu, cynku i miedzi stwierdzono w wierzchnich poziomach akumulacyjnych osadów badanych oczek. Zawartość ta jest wyższa od górnej granicy zakresu naturalnej zawartości tych metali ciężkich w glebach.
2. Badane metale ciężkie: rtęć, ołów, cynk i miedź wykazują wyraźne pionowe zróżnicowanie zawartości. Największe różnice w zawartości stwierdzono dla rtęci i ołowiu (20 do 30 razy więcej w poziomach wierzchnich niż materiale pierwotnym), a mniejsze dla cynku i miedzi (do 10 razy więcej).
3. Osady oczek wodnych przyczyniają się do zatrzymywania metali ciężkich, w

szczegółności rtęci i ołowiu, co ma duże znaczenie dla zmniejszenia się szybkości cyrkulacji tych pierwiastków w przyrodzie

### Literatura

- BEZAK-MAZUR E. 2001.** *Elementy toksykologii środowiskowej*. Wyd. Politech. Świętokrzyskiej, Kielce, 372: 1-172.
- BORÓWKA R.K. 1992.** *Przebieg i rozmiary denudacji w obrębie śródwysoczynowych basenów sedymentacyjnych podczas późnego wistulianu i holocenu*. Wyd. UAM w Poznaniu, Ser. Geog., t. 54 (rozpr. habilit.): 1-177.
- KALBARCZYK R. 2003.** *Oczka wodne w agroekosystemach*. *Aura* 12: 24-25.
- PERELMAN A.J. 1971.** *Geochemia krajobrazu*. PWN Warszawa: 1<sup>^</sup>-33.
- PIEŃKOWSKI R. 2003.** *Disapperance of the mid-field ponds as a result of agriculture intensification*. *Electron. J. Polish Agricult. Univ., ser. Environmental Development*, 6, 2: <http://www.ejpau.media.pl/series/volume6/issue2/environment/art-07.html>.
- PIEŃKOWSKI R., PODLASIŃSKI M. 2001.** *Podział i geneza śródpolnych oczek wodnych na przykładzie wybranych zbiorników strefy moreny czołowej*. *Folia- Univ. Agric. Stet.* 221, Ser. Agricultura 88: 223-230.
- PODLASIŃSKI M., PODLASIŃSKA J. 2003.** *Mercury content differentiation in soils in catchment without flow in Western Pomerania*, in: *Chemicals in sustainable agriculture IV*. H. Górecki, Z. Dobrzański, P. Kafarski (eds.), Pol-Czech-Trade: 439-445.
- SAPEK A., SAPEK B. 1997.** *Metody analizy chemicznej gleb organicznych*. Wyd. IMUZ Falenty: 1-80.
- SYNEK V., SUBRT P., MARECEK J. 2000.** *Uncertainties of mercury determination in biological materials using an atomic absorption spectrometer - AMA 254*. (Springer-Verlag 2000) *Accred. Qual. Assur.* 5: 58-66.

**Słowa kluczowe:** oczka śródpolne, osady, cynk, miedź, ołów, metale ciężkie

### Streszczenie

Celem badań było określenie akumulacji wybranych metali ciężkich (Hg, Pb, Zn i Cu) w osadach oczek śródpolnych. Do badań wybrano trzy obiekty stanowiące niewielkie zlewnie bez powierzchniowego odpływu położone w strefie wododziałowej. Wszystkie trzy zlewnie posiadają w najniższej położonych miejscach oczka wypełnione wodą. Badane metale ciężkie wykazują wyraźne pionowe zróżnicowanie zawartości. Najwięcej jest ich w osadach powierzchniowych i zawartość ich maleje wraz z głębokością. Największe różnice w zawartości stwierdzono dla rtęci i ołowiu (20 do 30 razy więcej), a mniejsze dla cynku i miedzi (do 10 razy).

Stwierdzona w badaniach własnych zawartość rtęci, ołowiu, cynku i miedzi w wierzchnich poziomach akumulacyjnych osadów (odpowiednio: 145,5- 274,9 ng·g<sup>-1</sup> oraz 40,7- 50,4; 98,4- 193,5 i 19,4- 22,7 mg·kg<sup>-1</sup>), jest wyższa od naturalnej zawartości tych metali w glebach.

CONTENTS OF SELECTED HEAVY METALS  
IN SEDIMENTS OF MIDFIELD PONDS  
ON WĘŁTYŃSKA PLAINE

*Joanna Podlasińska*<sup>1</sup>, *Marek Podlasiński*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Environment Protection and Reclamation,  
Agriculture University, Szczecin<sup>1</sup>

<sup>2</sup> Department of Soil Erosion and Reclamation, Agriculture University, Szczecin

Key words:    midfield ponds, sediments, zinc, copper, lead, heavy metals

Summary

The main goal of this research was to define the accumulation of selected heavy metals (Hg, Pb Zn and Cu) in sediments of midfield ponds. Three small catchments objects situated in watershed zone without surface runoff were selected to study. Midfield ponds filled with water were situated in the lowest parts of catchments. Strong vertical differentiation in the contents of tested heavy metals was observed; the highest contents occurred in the surface sediments and they decreased with the depth. The highest differences were stated for mercury and lead (20 to 30-fold), and lower for zinc and copper (up to 10-fold). Contents of mercury, lead, zinc and copper (145.5-274.9 ng·g<sup>-1</sup> and 40.7-50.4; 98.4-193.5 and 19.4-22.7 mg·kg<sup>-1</sup> respectively) in water pond surface sediments, found in our research, was higher than given for non-contaminated soils.

Dr inż. Joanna **Podlasińska**

Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska

Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa

Akademia Rolnicza

ul. Słowackiego 17

71-434 SZCZECIN

tel. 0-91 425-03-73

e-mail: [jpodlasinska@agro.ar.szczecin.pl](mailto:jpodlasinska@agro.ar.szczecin.pl)