



Przyrodnicze wykorzystanie osadów dennych w świetle obowiązujących przepisów

*Tomasz Ciesielczuk, Grzegorz Kusza, Urszula Karwaczyńska
Uniwersytet Opolski*

1. Wstęp

Prawo polskie definiuje nawozy zapisem Ustawy z dnia 10 lipca 2007 o nawozach i nawożeniu (Dz.U. Nr 147 poz. 1033) jako produkty przeznaczone do dostarczania roślinom składników pokarmowych lub zwiększenia żyzności gleb albo zwiększania żyzności stawów rybnych, którymi są nawozy mineralne, nawozy naturalne, nawozy organiczne oraz nawozy organiczno-mineralne. Definicja nawozów organicznych i naturalnych nie obejmuje osadów dennych. Są one postrzegane jako materiał który może być wykorzystywany do celów rolniczych, ale powinny wówczas spełniać standardy jakości gleb występujących w miejscu ich ostatecznego stosowania, a więc ich jakość powinna być zgodna z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 w sprawie standardów jakości gleby i standardów jakości ziemi (Dz.U. 2002 Nr 165 poz. 1359). W dobie intensywnego rolnictwa właściwie zbilansowane nawożenie jest konieczne. Alternatywą dla stosowanych nawozów mineralnych mogą stać się nawozy pochodzenia naturalnego mianowicie osady denne, które powstają w zbiornikach wodnych pod-

czas procesu sedymentacji. Powoduje to stopniowe wypływanie mnis, a zatem powstaje konieczność odmulania zbiorników i ich renowacji, a także późniejszego zagospodarowania urobku w postaci osadów [12].

Osady denne stanowią bowiem bardzo cenne źródło materii organicznej, a także biogenów łatwo przyswajalnych dla roślin. Jednak ze względu na trudności w pozyskaniu, znaczne uwodnienie czy możliwość znacznego ich zanieczyszczenia, np. metalami ciężkimi oraz związkami organicznymi (jak np. substancje ropopochodne, pestycydy czy WWA), wykorzystanie ich w tym celu staje się problematyczne [7]. Zanieczyszczenia osadów dennych substancjami ropopochodnymi są powszechne i mogą przekraczać 1 g/kg s.m. osadu [1]. Ponadto zgromadzone osady wykazują silną tendencję do zagniwania oraz tworzenia dużych ilości odcieków mogących niekorzystnie wpływać na otaczające komponenty środowiska (gleby i wody podziemne), w związku z czym musiałyby być wykorzystywane krótko po pozyskaniu [19]. Celem pracy była ocena możliwości wykorzystania osadów dennych jako nawozów na podstawie analizy chemicznej wybranych parametrów osadów pobranych ze zbiorników wodnych zlokalizowanych na terenie miasta Opola oraz zbiornika zaporowego Jezioro Turawskie Duże w Turawie.

2. Materiały i metodyka

Do badań pobrano osady denne pochodzące z 3 różnych stanowisk na terenie miasta Opola, jednego stanowiska na terenie gminy Stobrawa (OS 0) oraz jednego znajdującego się na terenie gminy Turawa. Próby oznaczone jako OS 0 pobrane na terenie leśnym stanowiły „próbę odniesienia” w stosunku do pozostałych, jako pochodzące z niezanieczyszczonej małej zlewni. Zbiornik ten zasilany jest wodą opadową i gruntową. Próby oznaczone jako OS I, pobrano z kanału Wińskiego oddzielającego tereny rekreacyjne Opola od pól uprawnych. Zbiornik ten zasilany jest wodami gruntowymi oraz opadowymi odprowadzanymi z terenów Wyspy Bolko gdzie zlokalizowany jest ogród zoologiczny. Próby oznaczone jako OS II pobrano ze zbiornika śródpolnego (bez nazwy) zlokalizowanego około 300 metrów od szosy, (tzw. Obwodnica północna), zasilanego wodami gruntowymi. Sporadycznie zbiornik ten pokrywają wody powodziowe rzeki Odry. Natomiast próbę OS III, pobrano ze zbiornika stanowiącego odbiornik ścieków deszczowych po-

chodzących z terenu dużego zakładu przemysłowego. Osad denny pobrany z tego zbiornika jest zanieczyszczony związkami ropopochodnymi z placu manewrowego zakładu. Ponadto akwen ten narażony jest na oddziaływanie pól uprawnych i cofkę wód powodziowych rzeki Odry. Próby oznaczone jako OS IV pobrano ze zbiornika zaporowego „Jezioro Turawskie Duże”, gdzie punkty poboru zlokalizowano w odległości 100÷150 metrów od zapory. Pobory osadów zostały wykonane w jesieni 2009 roku. Osady denne pobrano za pomocą czepacza osadów typu Eckmana-Birge'a, co pozwoliło na pobranie wierzchniej warstwy (o miąższości do 20 cm). Z każdego zbiornika pobrano 3 niezależne próby. Następnie osady zostały przewiezione do laboratorium oczyszczone z gałęzi i zanieczyszczeń mechanicznych (tworzywa sztuczne), zhomogenizowane, a następnie poddane analizie chemicznej. Oznaczono następujące parametry: odczyn (pH), suchą masę, ogólną zawartość substancji organicznej, a także wybranych metali ciężkich i pestycydów. Odczyn pobranych prób oznaczono metodą elektrometryczną, suchą masę metodą wagową, a zawartość substancji organicznej oznaczono jako straty prażenia w temperaturze 600°C w czasie 3 godzin, i regeneracji węglanów. Metale ciężkie oznaczono metodą spektroskopii absorpcji atomowej za pomocą aparatu PHILIPS-UNICAM PU 9100X, po mikrofalowej mineralizacji na mokro z wodą królewską. Mineralizację wykonano w bombach teflonowych w mineralizatorze MARS-X. Pestycydy chlorowane oznaczono metodą chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronu (GC-ECD) za pomocą aparatu Varian 3800 wyposażonego w kolumnę DB 1701 dł. 30 m. Ekstrakcji heksanem (POCH) poddano 20 g odważki prób świeżych suszonych za pomocą bezwodnego siarczanu sodowego. W celu oczyszczania ekstraktu zastosowano pył miedziany (Fluka) w ilości 0,5 g/próbę. W grupie pestycydów chlorowanych oznaczono: DDT, DDD, DDE, aldrynę, dieldrynę, endrynę, a-HCH, b-HCH oraz g-HCH. W tym przypadku temperatura dozownika chromatografu wynosiła 260°C, a detektora ECD – 330°C. Piec chromatografu rozpoczął pracę od 100°C, utrzymywanych przez 1min., a następnie przy naroście 5°C/min. osiągnęto 310°C, którą to temperaturę utrzymywano przez 5 min. Przepływ gazu nośnego (He) przez kolumnę chromatograficzną wynosił 1 ml/min.

3. Wyniki i dyskusja

Badane osady miały zróżnicowany charakter co przedstawia tabela 1. Uwodnienie osadów było wysokie i wynosiło od 30,8% w przypadku OS III, do 48,2% dla OS I. Odczyn wszystkich badanych prób był zbliżony do obojętnego. Cechą charakteryzującą próbę OS III było znaczne jej zaolejenie oraz występowanie dużych ilości nierozłożonych liści drzew w wyniku procesu petryfikacji. Zawartość substancji organicznej była wysoka i za wyjątkiem osadu OS I przekraczała 90% s.m. Zawartość analizowanych metali w próbach osadów była zróżnicowana. Ich zawartość była najwyższa w próbach OS III (w szczególności Cd, Cu, Pb i Zn), co prawdopodobnie było spowodowane bezpośrednim narażeniem na oddziaływanie sąsiadującego ze zbiornikiem zakładu przemysłowego. Ponadto zawartość kadmu w próbie OS IV kwalifikowała go do osadów znacznie zanieczyszczonych (przekroczenie poziomu prawdopodobnej toksyczności PEL wyznaczonego zarówno przez CCME (Canadian Council Ministers of Environment), jak i USEPA (United States Environment Protection Agency) ponad 10 razy). Tak wysokie stężenia kadmu w próbie OS IV zanotowano prawdopodobnie w wyniku wieloletniej presji ze strony hałdy odpadów huty w miejscowości Ozimek (tabela 2). Krawędź hałdy opiera się o brzeg rzeki Małapanew będącej głównym dopływem badanego zbiornika. W organicznych osadach dennych pochodzących z tego akwenu we wcześniejszych badaniach zanotowano szczególnie wysokie zawartości tego pierwiastka. Maksymalna zanotowana ilość kadmu w jednej z prób pierwotnych wynosiła 270 mg/kg s.m. [Ciesielczuk dane niepubl.]. Pomimo, że w trzech pozostałych próbach zanotowane stężenia metali nie odbiegają od spotykanych w osadach dennych zbiorników wodnych będących pod wpływem zanieczyszczeń antropogenicznych [5], to sporadycznie notowano przekroczenia wartości zalecanych PEL i poziomu progowego toksyczności TEL. Wyjątek stanowiła próba „odniesienia” OS 0, nie wykazująca ponadnormatywnych ilości badanych metali. Podwyższone ilości zanieczyszczeń mogą być także efektem oddziaływania wód powodziowych niosących allochtoniczną materię nawet ze znacznych odległości [14].

Osady dennie mogą być zanieczyszczone metalami w różnym stopniu, który głównie zależy od charakteru zlewni oraz sposobu i intensywności użytkowania zbiornika. W osadach Jeziora Balaton notowano

stosunkowo wysokie zawartości dwóch metali – miedzi i ołowiu, które wynosiły odpowiednio 153 mg i 612 mg w kg s.m. osadu [7]. W niniejszej pracy nawet osady obciążone ściekami z terenu przemysłowego nie zawierały tak znacznych ilości ołowiu. W osadach jeziora Turtle Creek zanotowano natomiast podwyższone ilości niklu (77 mg/kg) i ołowiu (160 mg/kg). Zanotowane ilości pozostałych analizowanych metali były niższe lub podobne do zanotowanych w niniejszych pracach [8, 14, 15]. Jednak podstawą do zakwalifikowania osadów do wykorzystania przyrodniczego są zapisy rozporządzenia z dnia 9.09.2002 (Dz.U. 2002 nr 165 poz. 1359). W tym przypadku rozpatrzyć należy możliwość zastosowania osadów do polepszania właściwości gleb użytkowanych rolniczo. W odniesieniu do tych danych (tabela 2) jedynie trzy pierwsze (OS 0, OS I i OS II) zawierają metale w normatywnych ilościach. Spodziewano się jednak, iż próby pochodzące ze zbiornika śródpolnego, okresowo zalewane wodami powodziowymi, będą zawierały większe ilości metali ciężkich. Potwierdza to znikomy udział nanosów powodziowych we wzbogacaniu osadów w pierwiastki śladowe [10]. Osady OS III i OS IV zawierają więcej metali w szczególności cynku, miedzi, kadmu i ołowiu, których zawartość kilkukrotnie przekracza ilość dopuszczalną.

Tabela 1. Podstawowe parametry badanych osadów dennych

Table 1. Basic parameters of investigated bottom sediments

Parametr	OS 0	OS I	OS II	OS III	OS IV
Odczyn (pH)	7,28	7,59	7,49	6,53	7,85
Sucha masa [%]	54,74	51,82	61,81	69,20	65,5
Substancje organiczne [% s.m.]	92,80	73,47	94,69	92,37	90,45

Takie ilości mogą stanowić znaczne zagrożenie dla ekosystemu, ponieważ w badaniach laboratoryjnych stwierdzono toksyczność badanych w niniejszej pracy osadów na kiełkowanie i wzrost siewek roślin testowych (*Lepidium*, *Sinapsis*), jednak w celu szczegółowego określenia możliwości migracji, a co za tym idzie możliwości pobierania ich przez rośliny należy wykonać ekstrakcję sekwencyjną [11, 16]. Zanotowane ilości metali stwarzają w przypadku ich zastosowania do celów nawozowych, możliwość wzmożonego pobierania tych pierwiastków przez ro-

śliny, a co za tym idzie negatywnie wpływać na wysokość i jakość uzyskiwanych plonów [2, 3]. Zawartość chlorowanych pestycydów w badanych osadach jest zróżnicowana (tabela 3). W pracy analizowano związki zawarte w rozporządzeniu (Dz.U. 2002 Nr 165 poz. 1359) będące efektem uprawy roli oraz rozpowszechnionego w latach 1945÷1975 stosowania popularnego insektycydu DDT (Azotoxu) do zwalczania owadów nie tylko w uprawach rolniczych ale także w gospodarstwach domowych.

Tabela 2. Zawartość metali ciężkich w badanych osadach dennych [mg/kg s.m.]
Table 2. Heavy metals content in investigated bottom sediments [mg/kg dw]

Miejsce poboru osadów	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Cr
OS 0	< 0,50	15,6	6,7	8,4	116,9	10,2
OS I	1,39	46,5	31,2	63,2	622,2	61,1
OS II	< 0,50	13,3	12,8	11,3	105,5	15,4
OS III	4,81	174,7	33,6	205	986	88,1
OS IV	44,1	85	22,5	183	1128	30,8
TEL	0,6	35,7	-	35	123	nn
Klasyfikacja CCME PEL	3,5	197	-	91,3	315	
TEL	0,68	18,7	15,9	30,2	124	52,3
Klasyfikacja USEPA PEL	4,21	108	42,8	112	271	160
Dz.U. 2008 Nr 119 poz. 765	5	nn	60	140	nn	100
Dz.U. 2002 Nr 165 poz. 1359	4	150	100	100	300	150

TEL – Threshold Effect Level – zawartość pierwiastka, która może wykazywać toksyczne działanie na organizmy

PEL – Probable Effect Level – zawartość pierwiastka toksycznie oddziałująca na organizmy

nn – wartość nie normowana

Tabela 3. Zawartość pestycydów chlorowanych w badanych osadach dennych [mg/kg s.m.]

Table 3. Organochlorine pesticides content in investigated bottom sediments [mg/kg dw]

Miejsce poboru osadów	DDT i metabolity	Aldryna	Dieldryna	Endryna	a-HCH	b-HCH	g-HCH
OS 0	0,0021	0,0002	< 0,0001	0,0012	0,0005	0,0011	< 0,0001
OS I	0,0045	0,0003	< 0,0001	0,0021	0,0005	0,0018	0,0007
OS II	0,0061	0,0002	0,0006	0,0029	0,0004	0,0009	0,0005
OS III	0,0283	0,0307	0,0748	0,0220	0,0018	0,0028	0,0029
OS IV	0,0255	0,0136	0,0079	0,0311	0,0016	0,0034	0,0018
Dz.U. 2002 Nr 165 poz.1359	0,025	0,025	0,005	0,01	0,025	0,01	0,0005

W szczególności wysokie zawartości zanotowano w próbach OS III oraz OS IV. Przekroczenia dopuszczalnych ilości zanotowano w przypadku DDT, DDE, DDD, aldryny, dieldryny oraz endryny, co można wyjaśnić biorąc pod uwagę podatność na degradację tej grupy związków [20]. Związek DDT oraz jego metabolity mogą stanowić nawet ponad 90% pestycydów chlorowanych notowanych w osadach jeziornych zbiorników sąsiadujących ze zlewnią intensywnie użytkowaną rolniczo [4]. Przekroczenia dopuszczalnej ilości DDT i jego metabolitów zanotowano także w przypadku osadów OS I i OS II, jednak były one niewielkie. Notowane ilości są spotykane także w osadach dennych innych jezior, ale często są one bardzo niskie, szczególnie aldryny i dieldryny, jednak rozpowszechnienie DDT jest nadal duże i związek ten notowany jest nawet w osadach jezior górskich w zlewniach, w których związek ten nigdy nie był stosowany [1, 8, 18]. Podobne ilości chlorowanych pestycydów zanotowano w osadach rzeki Odry, gdzie średnie ich stężenie wyniosło 0,0121 mg/kg [17]. Zawartość pestycydów w znacznym stopniu wynika z ich dopływu ze zlewni, nie tylko w przypadku zbiorników położonych na nizinach, ale także w przypadku jezior górskich, gdzie dominującym związkiem tej grupy jest DDT i jego pochodne, notowane w ilościach dochodzących do 0,054 mg/kg s.m. [6]. W ekstremalnych przypadkach zanotowana ilość DDT wyniosła nawet 100 mg/kg [13]. Osady

zbiorników wodnych, a w szczególności zaporowych, które narażone są na dopływ dużych ilości zanieczyszczeń mogą zawierać nawet dziesięciokrotnie wyższe stężenia od notowanych w niniejszej pracy, co może być zagrożeniem dla organizmów, nie tylko w obrębie danego zbiornika, ale także rzeki z niego wypływającej [20]. W uzasadnionych przypadkach, równoległe do badań fizyko-chemicznych, wskazane są testy toksykologiczne mogące pomóc właściwie ocenić wpływ danego osadu na organizmy roślinne i zwierzęce [3, 9].

4. Wnioski

Wyniki przeprowadzonych badań metali ciężkich pozwalają zakwalifikować trzy spośród pięciu badanych osadów dennych jako możliwe do przyrodniczego wykorzystania na glebach użytkowanych rolniczo lub glebach terenów przemysłowych. Osady z Kanału Wińskiego (OS I) oraz ze zbiornika śródpolnego (OS II) mogą być z powodzeniem stosowane do nawożenia organicznego gleb. Jednak dwa kolejne badane osady zawierają ponadnormatywne ilości metali (cynku, kadmu i ołowiu) co eliminuje je z zastosowania nawozowego. Jednak zawartość pestycydów eliminuje wszystkie badane osady (za wyjątkiem prób OS 0) z użycia do zabiegów nawożenia gleb uprawnych z uwagi na znaczne przekroczenia dopuszczalnych stężeń DDT i jego metabolitów oraz g-HCH, aldryny i endryny. Natomiast osady OS I i OS II mogą być stosowane na glebach terenów uprzemysłowionych. W związku z tym każda partia osadu dennego, nawet ze zbiorników narażonych na antropopresję w niewielkim stopniu, powinna być szczegółowo zbadana przed zastosowaniem nawozowym. Działanie takie umożliwi szczegółowe wskazanie terenu, na którym mogą być stosowane lub podjęcie decyzji o zaniechaniu wykorzystania takiego materiału. Podobnie postępuje się z pozostałością po fermentacji metanowej, która ma być wykorzystana jako nawóz. Aby poszerzyć możliwości wykorzystania osadów dennych do celów nawozowych konieczna byłaby zmiana przepisów poprzez włączenie osadów do grupy nawozów naturalnych, oraz opracowanie dopuszczalnych stężeń zanieczyszczeń organicznych oraz nieorganicznych.

Literatura

1. **Aleksandryan A., Bunatyan Y., Hovhannisyan R., Khachatryan A.:** *Sevan Lake ecosystem pollution by persistent organic pollutants*. Abstracts / Toxicology Letters 172S S1–S240. 2007.
2. **Ciesielczuk T., Czerniawska-Kusza I., Kusza G.:** *Zawartość metali ciężkich w osadach dennych i możliwość ich bioakumulacji w roślinach*. (w) *Obieg Pierwiastków w Przyrodzie* red. B. Gworek, IOŚ, Warszawa 2005. 403÷406.
3. **Czerniawska-Kusza I., Ciesielczuk T., Kusza G., Cichoń A.:** *Comparison of the Phytotoxkit microbiotest and chemical variables for toxicity evaluation of sediments*. *Environmental Toxicology*, 21(4), 2006. 367÷372.
4. **Darko G., Akoto O., Oppong C.:** *Persistent organochlorine pesticide residues in fish, sediments and water from Lake Bosomtwi, Ghana*. *Chemosphere* 72. 2008. 21÷24.
5. **Ghrefat H., Yusuf N.:** *Assessing Mn, Fe, Cu, Zn, and Cd pollution in bottom sediments of Wadi Al-Arab Dam, Jordan*. *Chemosphere* 65 2006 2114÷2121
6. **Grimalt J.O., van Drooge B.L., Ribes A. Vilanova R.M., Fernandez P., Appleby P.:** *Persistent organochlorine compounds in soils and sediments of European high altitude mountain lakes*. *Chemosphere* 54. 2004. 1549÷1561
7. **Hlavay J., Polyak K.:** *Investigation on the pollution sources of bottom sediments in the Lake Balaton*. *Microchemical Journal* 73. 2002. 65÷78.
8. **Juracek K.E., Mau D.P.:** *Metals, trace elements, and organochlorine compounds in bottom sediment of Tuttle Creek Lake, Kansas, U.S.A.* *Hydrobiologia* 494. 2003. 277÷282.
9. **Kalinowski R., Załęska-Radziwiłł M.:** *Wyznaczanie standardów jakości osadów dennych na podstawie badań ekotoksykologicznych*. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* 40. 2009.
10. **Kusza G., Ciesielczuk T.:** *Wybrane właściwości fizyko-chemiczne nanosów mineralnych powstałych w wyniku powodzi w 1997 roku na terenie Powiatu Krapkowickiego*. *Rocznik Ochrona Środowiska* 10. 2008. 697÷705.
11. **Markiewicz E., Strzelczyk I., Terelak E., Hyper M., Wróż E., Ciesielczuk T., Kusza G.:** *Ocena wzrostu roślin uprawianych po zastosowaniu osadów dennych jako nawozów organicznych*. (w) *Studenckie Spotkania Odrzańskie w Aspekcie Woda-Człowiek Środowisko*, Opole, 2009. 67÷73.
12. **Olsson S., Regnell J., Persson A., Sandgren P.:** *Sediment-chemistry response to land-use change and pollutant loading in a hypertrophic lake, southern Sweden*. *Journal of Paleolimnology*, 17. 1997. 275÷294.

13. **Peris E., Requena S., de la Guardia M., Pastor A., Carrasco J.M.:** *Organochlorinated pesticides in sediments from the Lake Albufera of Valencia (Spain)*. Chemosphere 60 2005. 1542÷1549.
14. **Polechoński R.:** *Olów w ekosystemie Jeziora Ślawa – przemieszczanie kumulacja oraz próba bilansu w dziesięcioleciu 1993-2003*. Zeszyty Naukowe AR Wrocław. 497. 2004.
15. **Senze M., Kowalska-Górska M., Polechoński R., Pokorny P., Dobicki W.:** *Accumulation of selected heavy metals in bottom sediments of dolnośląskie province dam reservoirs* TeKa Kom. Ochr. Kszt. Środ. Przyr. OL PAN 5A. 2008. 126÷132.
16. **Stead-Dexter K., Ward N.I.:** *Mobility of heavy metals within freshwater sediments affected by motorway stormwater*. Science of the Total Environment 334÷335. 2004. 271÷277.
17. **Wolska L., Zygmunt B., Namiesnik J.:** *Organic pollutants in the Odra river ecosystem*. Chemosphere 53. 2003. 561÷569.
18. **Xue N., Zhang D., Xu X.:** *Organochlorinated pesticide multiresidues in surface sediments from Beijing Guanting reservoir*. Water Research 40 183÷194.
19. **Yuvanatemiya V., Boyd C.E.:** *Physical and chemical changes in aquaculture pond bottom soil resulting from sediment removal*. Aquacultural Engineering 35. 2006. 199÷205.
20. **ZoumisU T., Schmidt A., Grigorova L., Calmano W.:** *Contaminants in sediments: remobilisation and demobilization*. The Science of the Total Environment 266. 2001. 195÷202.

Natural Usage of Bottom Sediments on the base of Existing Law Rules

Abstract

This paper attempts to assess the quality of sediments derived from surface water, in order to assess their suitability for use as fertilizers or as material for ground reclamation procedures. Bottom sediments contain high amounts of organic matter and this base could be a potential source of easily accessible nutrients and organic matter, which could increase the water capacity of soil and moreover contribute to the stabilization of soil pH. The studied sediments came mostly from small water reservoirs (small lakes and canals) supplied by rainwater. Sample OS 0 (shown as “reference sample”) was taken from small reservoir

with small forest catchment area. Samples OS I – OS IV were exposed to the impact of: agriculture, rainwater coming from industrial areas, non-ferrous metal smelter and rainwater from city recreational areas. All samples were taken by Eckman-Birge sediment sampler. In the studied samples basic parameters for general characterization (pH, organic matter content, hydration) were defined. The main investigated parameters include heavy metals and organochlorine pesticides content, both of which are required for the analysis according to the polish law, enactment 2002 No. 165 pos.1359. The studied bottom sediments, although originated from different reservoirs, were organic and all belong to gyttia sediment type. High amounts of organic matter in all examined samples allowed the comparison of recorded concentrations of heavy metals and pesticides. One of the tested samples was different – sediment OS III. This sample was contaminated with petroleum compounds originating from the maneuver yard from industry plant. Obtained results indicates the high contents of heavy metal in samples exposed to industrial effluents and metal smelter. In this case, such deposits cannot be applied as fertilizers on agricultural soils. The content of pesticides in the studied sediments was high and all tested samples (except ‘reference’ sample OS 0), showed supranormal quantities. On this basis, the test samples OS I – IV OS are not suitable for the use on natural soils used for agriculture, but the first two investigated sediments (OS I OS II) can be used on soils of industrialized areas. In the group of chlorinated pesticides, in tested samples high concentrations of DDT and g-HCH compounds were recorded. The use of sediments as fertilizers, materials for improving soil parameters, or for ground reclamation is increasing, due to decreasing amounts of good quality organic fertilizers (e.g. manure) and difficulty in saving utilization sediments from dredging water reservoirs. The reported results indicate the real possibility of using bottom sediments as organic fertilizers, especially when they came from small reservoirs or lakes with uncontaminated catchment areas.

