

Określenie migracji pozostałości pestycydów i metali ciężkich z mogilników do wód naturalnych

*Katarzyna Ignatowicz
Politechnika Białostocka*

1. Wstęp

Pestycydy są to toksyczne związki chemiczne przeznaczone do zwalczania różnego rodzaju chorób i szkodników. Związki te, będące z założenia związkami toksycznymi mają własności kancerogenne, teratogenne, embriotoxyczne oraz mutagenne. Związki te wykrywane są we wszystkich elementach środowiska przyrodniczego: atmosferze, hydrosferze, geosferze, florze, faunie, nie wyłączając człowieka [3, 9, 16]. W celu określenia stopnia zagrożenia środowiska przyrodniczego pestycydami, niezbędne są wielokierunkowe badania dotyczące dróg ich rozprzestrzeniania się oraz ich wpływu na poszczególne jego elementy. Dzięki tym badaniom znane są zarówno źródła, jak i sposoby migracji tych toksyn w przyrodzie, a także istnieje możliwość rozpoznania najbardziej szkodliwych środków w celu ich ewentualnego wycofania z obrotu lub zastąpienia mniej toksycznymi [1]. Na migracje pestycydów wpływa szereg czynników zewnętrznych oraz własności fizyczno-chemiczne tych związków. Czynnikiem zewnętrznymi są: temperatura, ilość tlenu, rodzaj gleby, odczyn, wilgotność, nasłonecznienie, prędkość i kierunek wiatru, rodzaj i zabudowa terenu, stopień zalesienia itp. [2, 3, 7, 10, 13, 14, 17]. Wśród własności fizyczno-chemicznych preparatów pestycydowych wymienia się: zdolność ulatniania się, rozpuszczalność w wodzie, podatność na sorpcję i desorpcję cząstek pestycydowych z gleby za pomocą wody [2, 3, 7, 10, 13, 14, 17].

Przeterminowane lub nie wykorzystane stają się odpadami i to odpadami bardzo niebezpiecznymi, które niewłaściwie składowane przedostają się w sposób niekontrolowany do środowiska przyrodniczego powodując zagrożenie wszystkich form życia [1, 7, 9, 14, 16]. W związku z tym stworzono Dekla-

rację Sofijską, w której podkreślono utrzymujący się negatywny wpływ trwałych zanieczyszczeń organicznych, nieprzydatnych środków ochrony roślin i innych związków niebezpiecznych na zdrowie ludzi, środowisko, zwierzęta i zasoby naturalne, takie jak gleba i wody gruntowe i są świadomi konsekwencji ekonomicznych z tym związanych [17]. Nawoływano w niej o przyspieszenie działań zmierzających do usunięcia trwałych zanieczyszczeń organicznych, nieprzydatnych środków ochrony roślin i innych związków niebezpiecznych. Zaapelowano do rządów oraz organizacji krajowych działających w danym regionie, aby usunięcie trwałych zanieczyszczeń organicznych, nieprzydatnych środków ochrony roślin i innych związków niebezpiecznych stało się działaniem priorytetowym oraz zaapelowano także do Unii Europejskiej oraz innych sponsorów o wspieranie krajowych inicjatyw wdrażających strategię usuwania trwałych zanieczyszczeń organicznych, nieprzydatnych środków ochrony roślin i innych związków niebezpiecznych [17].

Miniona epoka pozostawiła po sobie dziesiątki tysięcy ton nagromadzonych odpadów pestycydowych, które są składowane nieprzerwanie od lat pięćdziesiątych. Zapasy te powstały między innymi w latach siedemdziesiątych kiedy ze względów ekologicznych i toksykologicznych wycofano z obrotu handlowego i stosowania w rolnictwie wiele środków. Przyczyniła się do tego także zła gospodarka środkami ochrony roślin, wadliwa dystrybucja czy niekontrolowany import. Część środków pozostała w magazynach, część umieszczono w mogiłnikach, których budowę rozpoczęto w latach siedemdziesiątych w postaci studzienek o głębokości 3-4 m, zbudowanych z kręgów betonowych o średnicy 1-3 m lub też w postaci konstrukcji ceglanych, które po wypełnieniu zasypywano warstwą ziemi grubości około 0,5 m [1, 11]. Według szacunków Ministerstwa Ochrony Środowiska łączna masa odpadów pestycydowych w Polsce może sięgać nawet 60 tysięcy ton. W około 350 mogiłnikach zgromadzono 10 tysięcy ton substancji, w tym wiele wysoce toksycznego DDT. Do tej pory nie określono dokładnie ilości i składu nagromadzonych trucizn. Inwentaryzację istniejących mogiłników rozpoczął w 1993 roku Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu wspólnie z wojewódzkimi inspektorami Inspekcji Ochrony Środowiska i Inspekcji Ochrony Roślin. Zinwentaryzowano dopiero 133 mogiłniki znajdujące się na terenie 19 z 49 byłych województw. Największe ilości odpadów znajdują się na terenie byłego województwa szczecińskiego, koszalińskiego, bydgoskiego i toruńskiego. Z dotychczasowych kontroli stanu technicznego mogiłników wynika, że najgorsza sytuacja jest na wschodzie Polski. Na terenie byłego województwa białostockiego znajduje się 8 mogiłników i 13 magazynów z odpadami pestycydowymi. Do 1998 roku w sprawozdaniach Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Środowiska wykazywano co najwyżej 2 mogiłniki. Łącznie pod ziemią zgromadzono tu 42 tony odpadów, w tym 6 ton stanowią puste opakowania. Tragicznie sytuacja przedstawia się także w byłym woje-

282 ————— *Środkowo-Pomorskie Towarzystwo Naukowe Ochrony Środowiska*

wództwie szczecińskim, gdzie większość składowisk jest na terenach zagrożonych i nawiedzanych przez powódzie. W byłym województwie gdańskim katastrofą ekologiczną grożą zbiorniki w okolicy Wejherowa [1, 6, 11, 12, 15].

Projektując w przeszłości mogilniki nie uwzględniono długotrwałych skutków ich eksploatacji. Lokalizując te magazyny nie brano pod uwagę warunków hydrogeologicznych ani charakterystyki otaczającego terenu, warunków środowiskowych oraz nie prowadzono badań geologicznych, co spowodowało ich posadawianie na utworach geologicznych o dużej przepuszczalności, a niekiedy wręcz na warstwach wodonośnych. Kontrola SANEPID-u stwierdziła, iż 1/3 mogilników nie spełnia warunków lokalizacji. Znajdują się one bliżej niż 300 m od ujęć wody, zbiorników wodnych czy terenów rolniczych. Co najmniej 75 mogilników znajduje się w pobliżu rzek i jezior, 100 sąsiaduje z ujęciami wody pitnej, około 140 znajduje się blisko siedzib ludzkich. Mogilnik odkryto nawet w Chorzowskim Parku Rozrywki. Największym jednak zagrożeniem są magazyny na terenie byłych PGR-ów. Są to zwykle jamy ziemne bez żadnego zabezpieczenia, kontroli i nadzoru. Stan techniczny tych składowisk jest katastrofalny. Dochodzi do emisji toksyn i trucizn do środowiska naturalnego: do gleby, wody i powietrza. W okolicach mogilników skażone są wody gruntowe i powierzchniowe, a przede wszystkim zbiorniki wód podziemnych [7]. W ten sposób chemikalia przenikają do warstw wodonośnych, niejednokrotnie powodując zagrożenie zdrowia i życia ludzi, np. w byłym województwie kaliskim Jaraczewie i Młynowie.



Rys. 1. Mogilnik w gminie Zabłudów

Fig. 1. Burial ground in Zabłudów commune

Według Ministerstwa Środowiska w Polsce znajduje się około 340 mogilników oraz 1000 magazynów, w których składowane są przeterminowane środki ochrony roślin. Spośród 16 składowisk pestycydów na Podlasiu, 7 znajduje się w obszarze zlewni Górnej Narwi, a pozostałe w bezpośrednim sąsiedztwie innych cieków powierzchniowych. Komory większości mogilników są nieszczelne, o czym świadczą wyniki analiz próbek gleb i wody z przeprowadzonych sądownich kontrolnych [6, 8, 12, 15, 17]. Z upływem czasu istnieje także możliwość pogarszania się stanu konstrukcji oraz wystąpienia korozji betonowych bunkrów i betonowych studni, w których zdeponowano przeterminowane pestycydy, a w konsekwencji pojawienie się toksycznego przecieku. Wyciek ten podlega transportowi w wodach podziemnych i następnie w postaci tzw. dopływu podziemnego podlega przechwyceniu przez sieć wód powierzchniowych. Składowiska przeterminowanych pestycydów, nawet po opróżnieniu, jeszcze przez wiele lat będą stanowiły potencjalne źródło zagrożenia i zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego. Nagromadzenie substancji toksycznych w jednym miejscu oraz potwierdzona emisja pestycydów do wód podziemnych powodują poważne zagrożenie środowiska i okolicznych mieszkańców. W mogilniku znajduje się mieszanina różnych substancji, które wchodząc w reakcje dają produkty często bardziej toksyczne i mutagenne od wyjściowych. W okolicy mogilników często nie jest prowadzony monitoring jakości wody, gleby czy powietrza. W związku z tym przeprowadzono analizy próbek wód naturalnych pobranych w okolicach mogilników w celu stwierdzenia możliwości migracji przeterminowanych pestycydów z nieszczelnych, skorodowanych betonowych zbiorników.

2. Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono na wybranych obiektach zlokalizowanych w Folwarkach Tylwickich na Podlasiu. Jest to czynny mogilnik zbudowany z trzech zbiorników składających się z betonowych kręgów studziennych izolowanych papą i lepikiem. Analizowane zbiorniki miały następujące objętości: 1,26, 1,8 oraz 1,8 m³. W mogilniku tym zdeponowano 500 kg przeterminowanych pestycydów oraz 10 kg odczynników z Wojewódzkiej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej Sanepid w Białymstoku. Składowisko to posadowione zostało w piaskach różnoziarnistych i średnioziarnistych, które posiadają dobrą przepuszczalność (współczynnik filtracji $k=10^{-3} - 10^{-4}$ m/s). W takich utworach bez większych trudności mogą migrować wraz z wodami opadowymi wszelkie substancje niebezpieczne wydostające się z nieszczelnych komór. Mogilnik posadowiony jest na głębokości około 1,6 m, przy czym głębokość zalegania wód podziemnych wynosi tu 2 m.

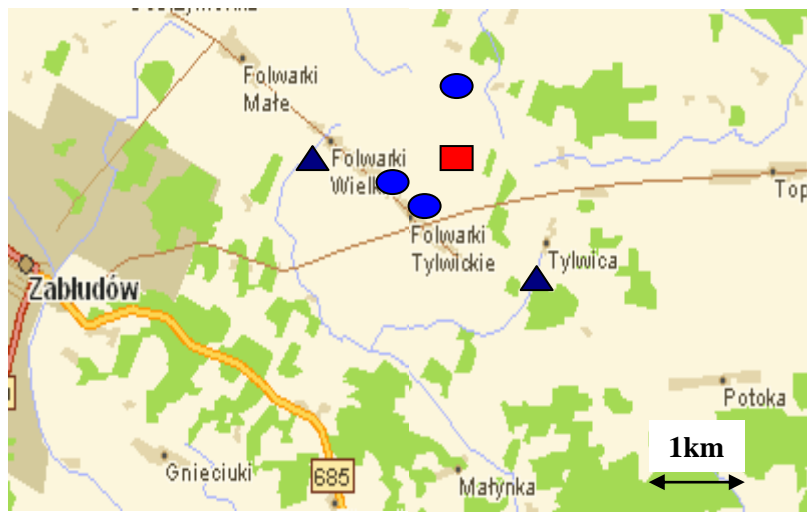
Ujęcie wód powierzchniowych znajduje się w odległości około 4,5 km, zaś gruntowych około 1 km (najbliższa studnia wiercona w odległości 1000 m, zaś studnie kopane 800 m). W pobliżu (około 1,5 km) płynie rzeka Małynka. Mogilniki usytuowane są wśród zarośli bezpośrednio w polu uprawnym, w pobliżu obszarów chronionych i zabudowy zwartej.

W bezpośrednim otoczeniu składowiska przeterminowanych pestycydów przeprowadzono analizy próbek wód naturalnych, między innymi wody spożywanej przez okolicznych mieszkańców. Zgodnie z Dyrektywą 79/869/EWG z dnia 9.10.1979 roku dotyczącą metod poboru i częstotliwości pobierania próbek oraz analizy wód powierzchniowych przeznaczonych do pobierania wody pitnej minimalna częstotliwość poboru próbek przy monitorowaniu zanieczyszczeń pestycydowych w celu ustalenia aktualnego stężenia, wynosi cztery razy w roku z zaznaczeniem monitorowania w okresie stosowania oraz silnych opadów, zaś zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 29.03.2007 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi minimalna częstotliwość pobierania próbek wody do badań przy monitoringu przeglądowym wynosi jeden raz na rok. Analizie na zawartość pozostałości pestycydów poddano wody z ujęcia ze studni wierconej znajdującej się w gospodarstwie produkcji rolnej (4 próbki), z kopanych studni gospodarskich zlokalizowanych we wsi Folwarki Tylwickie (po 4 próbki z dwóch studni) oraz z rzeki Małynki (8 próbek w dwóch punktach). W próbkach pobieranych z poziomu wód gruntowych w obrębie mogilnika, z okolicznych gospodarskich studni kopanych, wód powierzchniowych oznaczono stężenie pestycydów oraz metali ciężkich, które często były komponentami środków ochrony roślin (np. w pestycydach rtęcioorganicznych). Materiał do badań pobierano w 2006 roku. Pobrane, nie przesączone próbki wód zbadano na zawartość 47 biologicznie czynnych substancji aktywnych pochodzących z różnych grup chemicznych pozostałości pestycydów: chloroorganicznych, fosforoorganicznych, pyretroidów, nitrofenoli, triazyn i fenoksykwasów, będących składnikami preparatów najczęściej składowanych (tabela 1). W analizowanych próbkach wody oznaczono także metale ciężkie takie glin, arsen, bor, bar, beryl, bizmut, kadm, kobalt, chrom, miedź, żelazo, gal, rtęć, lit, mangan, molibden, nikiel, ołów, selen, stront, tal, wanad oraz cynk. Wszystkie prace analityczne wykonano zgodnie z obowiązującą metodyką z wykorzystaniem chromatografu gazowego GC/MS/MS 4000 sprzężonego ze spektrofotometrem masowym, chromatografu gazowego AGILENT6890, analizatora węgla organicznego TOC 1200 THERMO-EURO oraz spektrofotometru FAAS Varian.

Tabela 1. Wykaz substancji aktywnych i metody oznaczania w pobranych próbkach wody. (H – herbicydy, IC – insektycydy karbami-
nowe, OC – insektycydy chloroorganiczne, OP – insektycydy fosforoorganiczne, P – pyretroidy, LD – limit detekcji)

Table 1. List of substances determined in water samples (H – herbicides, IC – insecticides carbamate, OC insecticides organoch-
lorine, OP – organophosphate, P – pyrethroids, LD – limit of detection)

Active substance		Method of detection	LD [mg/dm ³]	Active substance		Method of detection	LD [mg/dm ³]	
H	Atrazine	GC - NP	0.0001	OC	HCB	GC - EC	0.0001	
	Chlorpropham	GC - NP	0.0006		α - HCH	GC - EC	0.0001	
	Dichlorprop	GC - EC	0.0038		β - HCH	GC - EC	0.0002	
	Dinoseb	GC - NP	0.0015		γ - HCH	GC - EC	0.0001	
	DNOK	GC - NP	0.0010		δ - HCH	GC - EC	0.0001	
	MCPA	GC - EC	0.0020		Methoxychlor	GC - EC	0.0001	
	Mecoprop	GC - EC	0.0033		Bromfenvinfos	GC - EC	0.0004	
	Simazine	GC - NP	0.0001		Chlorfenvinfos	GC - EC	0.0003	
IC	2,4 - D	GC - EC	0.0010	Chlorpyrifos	GC - EC	0.0002		
	Carbaryl	GC - NP	0.0030	Chlorpyrifos - methyl	GC - EC	0.0002		
	Carbofuran	GC - NP	0.0004	Diazinon	GC - NP	0.0001		
	Pirimicarb	GC - NP	0.0001	Dimethoate	GC - NP	0.001		
OC	Propoxur	GC - NP	0.0005	OP	Fenthion	GC - NP	0.0002	
	Chlorfenson	GC - EC	0.0002		Fenitrothion	GC - NP	0.0002	
	p,p' - DDD	GC - EC	0.0002		Heptenophos	GC - NP	0.0004	
	o,p' - DDT	GC - EC	0.0002		Izofenphos	GC - NP	0.0001	
	p,p' - DDE	GC - EC	0.0001		Methidation	GC - NP	0.0052	
	p,p' - DDT	GC - EC	0.0002		Parathion	GC - NP	0.0001	
	Dieldrine	GC - EC	0.0010		Thiometon	GC - NP	0.0001	
	DMDT	GC - EC	0.0010		Triazophos	GC - NP	0.0002	
	endrine	GC - EC	0.0010		P	Cypermethrin	GC - EC	0.0004
	α - β Endosulfan	GC - EC	0.0001			Deltamethrin	GC - EC	0.0005
	Endosulfan - sulfate	GC - EC	0.0001	Fenpropathrin		GC - EC	0.0003	



Rys. 1. Lokalizacja mogilnika oraz punktów poboru próbek wody

Fig. 1. Location of burial ground and sampling points

■ – Mogilnik / Burial ground

● – Studnie kopane i wiercone / Wells drilled and dug

▲ – Punkty poboru wody z rzeki Małyńki / Water saling point from Małyńka river

3. Wyniki badań i dyskusja

Przeprowadzone analizy potwierdziły obecność pestycydów w środowisku otaczającym mogilnik w Folwarkach Tyłwickich. Wykryte stężenia pestycydów podano w tabeli 2. Analizowany mogilnik usytuowano na zboczu morfologicznym. Poziom wód gruntowych sięga 1,5-2,0 m. Spływ wód jest zgodny z ukształtowaniem terenu w kierunku doliny rzeki Małyńki oraz Supraśli. Analizie na zawartość pozostałości pestycydów poddano wody z ujęcia ze studni wierconych znajdujących się w gospodarstwie produkcji rolnej, z kopanych studni gospodarskich zlokalizowanych we wsi Folwarki Tyłwickie oraz z rzeki Małyńki. W badanych próbkach wody stwierdzono obecność 27,66% z 47 badanych substancji aktywnych. Najbardziej zanieczyszczone były próbki wody powierzchniowej z rzeki Małyńki, w której stwierdzono występowanie herbicydu MCPA w ilości $23,4 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ i $10,0 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ mecopropu oraz próbki wody ze studni kopanych. Znaczne stężenie MCPA w rzece można tłumaczyć nie tylko przeciekiem z nieszczelnego mogilnika, ale także spływem powierzchniowym z pól uprawnych po zabiegach agrochemicznych. Analiza pobranych próbek wody ze studni kopanych wykazała ich nieprzydatność do celów spożywczych,

gdyż zgodnie z obowiązującymi normami stężenie pojedynczego pestycydy nie może przekraczać $0,1 \mu\text{g}/\text{dm}^3$, zaś suma wszystkich $0,5 \mu\text{g}/\text{dm}^3$. Analizy pestycydów w próbkach wód pobranych ze studni wierconej nie potwierdziły występowania żadnego z 47 oznaczanych pestycydów. Potwierdziło to przypuszczenie, że mogilnik spowodował zanieczyszczenie wód podziemnych pierwszego poziomu wodonośnego oraz wód powierzchniowych.

W mogilniku w Folwarkach Tylwických najwięcej zdeponowano pestycydów z grupy insektycydów chloroorganicznych [11], co odzwierciedla obecność tych toksyn i ich metabolitów w otaczającym środowisku. Bardzo charakterystyczne jest występowanie izomeru p,p' DDT w stężeniu od 0,11 do $0,16 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ oraz γ -HCH (lindan) ($0,15$ - $0,18 \mu\text{g}/\text{dm}^3$), który jest najtrudniej degradable ze wszystkich metabolitów HCH [18, 19]. Te bardzo toksyczne związki charakteryzują się długim okresem rozkładu i trudno ulegają biodegradacji. Czas rozkładu 95% DDT w środowisku wynosi od 4 do 30 lat, zaś γ -HCH od 3 do 10 lat [1, 3, 9, 16, 17]. Porównywalne wyniki analiz uzyskał Wołkowicz [15] badając wody i gleby w okolicach mogilników w Młynowie, Wagowie, Poznaniu oraz Stobiecki [12] i Morzycka [8] w Wąsoczku na Podlasiu.

Tabela 2. Stężenia pestycydów wykrytych w pobranych próbkach
Table 2. Concentration of pesticides determined in water samples

Substancja aktywna	Wartości dopuszczalne w wodzie pitnej	Studnie kopane	Studnie wiercone	Rzeka
	Max concentration [$\mu\text{g}/\text{dm}^3$]			
Atrazine	pojedynczy 0,1 suma 0,5	2,23	nw	3,35
Chlorpropham				1,50
Dinoseb				3,90
MCPA		30,0		23,0
Mecoprop				10,9
Propoxur		0,02		0,03
p,p' - DDD		3,60		
o,p' - DDT		0,25		0,35
p,p' - DDT		0,16		0,20
α - HCH		13,60		
γ - HCH		0,15		0,18
δ - HCH		21,70		
Methoxychlor				0,03

nw – nie wykryto

Tabela 3. Stężenia metali w pobranych próbkach wody
Table 3. Concentration of metals determined in water samples

Parameter	Stężenie w wodzie			
	Wartości dopuszczalne w wodzie pitnej	Studnie kopane	Studnie wiercone	Rzeka
pH	6,5-9,5	7,94	7,28	7,88
Conduct [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	2500	527	477	596
TOC [mg/dm^3]	5,0	22,46	20,10	15,28
Metal [mg/dm^3]				
Ag	0,010	0,00833	0,08218	<0,002
Al	0,200	0,02585	<0,01	0,076
As	0,010	<0,02	<0,02	<0,02
B	1,000	0,15690	<0,05	<0,05
Ba	-	0,02705	0,03424	0,03108
Be	-	<0,003	<0,003	<0,003
Bi	-	<0,010	<0,010	<0,010
Cd	0,005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Co	-	<0,002	<0,002	<0,002
Cr	-	<0,002	<0,002	<0,002
Cu	2,000	<0,002	<0,002	<0,002
Fe	0,200	0,2526	0,0381	0,0834
Ga	-	<0,006	<0,006	<0006
Hg	0,001	0,00018	0,00002	0,00025
Li	-	0,01752	0,00693	0,00136
Mn	0,050	0,32813	0,05487	0,0044
Mo	-	<0,005	<0,005	<0,005
Ni	0,020	<0,002	<0,002	<0,002
Pb	0,025	<0,00027	<0,00027	<0,00027
Se	-	<0,03	<0,03	<003
Sr	0,010	0,59959	0,1027	0,125
Tl	-	<0,010	<0,010	<0,010
V	-	<0,002	<0,002	<0,002
Zn	-	0,11858	1,4257	<0,020

W pobranych próbkach wody wykonano także oznaczenia wybranych parametrów fizyczno-chemicznych oraz analizy metali ciężkich (tabela 3). Uzyskane wyniki nie wykazały generalnie istnienia podwyższonych wartości stężeń zarówno oznaczanych parametrów fizycznych (pH, przewodność) jak i poszczególnych metali. Zdecydowanie przekroczone zostały normy wody pitnej w pobranych próbkach wody ze studni wierconych i kopanych dotyczące zawartości substancji organicznych TOC (OWO) oraz manganu (tabela 3), a także żelaza i strontu w próbkach wody ze studni kopanych oraz srebra i strontu w próbkach wody ze studni wierconych.

4. Podsumowanie

Na podstawie uzyskanych wyników analiz można przypuszczać, że w ciągu minionych lat nastąpiła korozja betonowych ścian mogilnika i dochodzi do emisji zanieczyszczeń do otaczającego środowiska przyrodniczego. Stwierdzono, że wody w pobliskich studniach kopanych nie nadają się do spożycia przez ludzi ze względu na zawartość pestycydów, manganu i strontu wielokrotnie przekraczającą wartość dopuszczalną oraz dużą ilość związków węgla oznaczanego jako OWO. Należało by podjąć kroki mające na celu poprawę jakości wody pitnej poprzez zastosowanie systemu oczyszczania wody, a także zatrzymanie dalszej emisji toksyn z mogilnika do środowiska poprzez likwidację mogilnika oraz stworzenie barier ochronnych.

Literatura

1. **Biziuk M.:** *Pestycydy. Występowanie, oznaczanie i unieszkodliwianie*. WNT, Warszawa 2001.
2. **Croll B.T.:** *Pesticides in surface waters and groundwaters*. „Journal of The Institution of Water And Environmental Management” 1991 v 5 (4).
3. **Feng K., Yu B.Y., Ge D.M., Wong M.H., Wang X.C., Cao Z.H.:** *Organochlorine pesticide (DDT and HCH) residues in the Taihu Lake Region and its movement in soil-water system – I. Field survey of DDT and HCH residues in ecosystem of the region* Chemosphere, vol 50(6), 2003, pp. 683-687(5).
4. **Foster S.S.D., Chilton P.J., Stuart M.E.:** *Mechanisms of groundwater pollution by pesticides*. Journal of The Institution of Water And Environmental Management 5(2), 1991.
5. <http://www.fws.gov/endangered/i/b/msab0h.html>.
6. **Ignatowicz K.:** *Evaluation of pesticide remains and heavy metals concentrations near burial grounds*. Polish Journal of Environmental Studies Vol. 16, 2007.
7. **Jankowska M.:** *Występowanie pestycydów w wodach naturalnych*. „Ochrona Środowiska” 1998 nr 1.

8. **Morzycka B.:** *Influence of burial grounds on the environment on the basis of examining water samples from water intakes and farm wells from the vicinity of burial grounds in podlaskie voivodship.* Report, Plant Protection Institute, Poznań 2001, 2002.
9. National Report on Exposure to Environmental Chemicals. Centers for Disease Control and Prevention 2005.
10. **Schulhof P.:** *Pesticides in water: a real problem or not?* „PCM Ponts et chaussées et mines”. 1990 v. 88 nr 11.
11. **Siłowski A.:** *Iwentaryzacja odpadów środków ochrony roślin Mat. IOR, projekt w ramach Projektu GEF w Polsce, 1999.*
12. **Stobiecki S.:** *Raport z badania próbek wód i gleby pobranych z terenu wokół mogiłników w Wąsocczu.* IOR w Poznaniu. TSD w Białymstoku, Białystok 2002.
13. USDA, Pesticide Data Program Annual Summary Calendar Year 2005, November 2006.
14. **Witczak S., Adamczyk A.:** *Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania.* Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 1995.
15. **Wolkowicz S., Wolkowicz W., Choromański D.:** *Badanie wpływu przeterminowanych środków ochrony roślin (mogiłników) na środowisko geologiczne (III etap).* Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa 2003.
16. World Health Organization. Vector Control - Methods for Use by Individuals and Communities. Lice. Retrieved on 2006-03-15, 1997.
17. 8th International HCH and Pesticides Forum Sofia, Bułgaria 26-28.05.2005.