

Grzegorz Kusza*, Tomasz Ciesielczuk*, Beata Gołuchowska*

**ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH METALI CIĘŻKICH W GLEBACH
OBSZARÓW PRZYLEGLYCH DO ZAKŁADÓW PRZEMYSŁU
CEMENTOWEGO W MIEŚCIE OPOLU**

**HEAVY METAL CONTENT IN SOILS FROM THE ADJACENT AREAS OF
CEMENT PLANTS IN THE CITY OF OPOLE**

Słowa kluczowe: metale ciężkie, cementownie, gleby miejskie.

Key words: heavy metal, cement plants, urban soils.

Cement industry belongs to the main branches of economy conditioning development of the Province of Opole. Location of cement and lime plants is directly connected to the occurrence of deposits of carbonate resources. In the Province Of Opole such deposits are situated in the central and eastern part of the region. The article describes the results of the research into soil contamination in the vicinity of two cement plants: Odra – still being in business, and Groszowice – which is closed at present. Soils in the surroundings of the plants were characterized by alkaline reaction, high content of humus and relatively low salinity. The influence of the cement plants on the environment was estimated taking into account the content of chosen trace elements in the samples taken from surface layer of the soil (0–30 cm). Investigations showed the increase in the content of lead (Pb), zinc (Zn) and cadmium (Cd) in the areas situated close to the cement plants, regardless of the activity of a plant. In addition, higher accumulation of metals was found in soils next to Odra cement plant.

1. WPROWADZENIE

Opolszczyzna należy do regionów o dynamicznie rozwijającym się przemyśle cementowo-wapiennym. Na obszarze tym występują bogate złoża surowców węglanowych,

* *Dr Grzegorz Kusza, tel.: 77 401 60 01; e-mail: grzegorz.kusza@uni.opole.pl; dr inż. Tomasz Ciesielczuk, tel.: 77 401 60 27; e-mail: tciesielczuk@uni.opole.pl; dr. Beata Gołuchowska, tel.: 77 401 60 27; e-mail: kopz@uni.opole.pl; Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi, Uniwersytet Opolski, ul. Oleska 22, 45-052 Opole.*

zwłaszcza wapień muszlowy i margle kredowe. Zakłady cementowo-wapiennicze zostały zlokalizowane na obszarze pomiędzy Opolem, Gogolinem i Strzelcami Opolskim. Silna presja przemysłu cementowego, szczególnie uwidacznia się ilością wybudowanych w Opolu cementowni. Z istniejących w tym mieście pięciu cementowni (Wróblin, Bolko, Piast, Groszowice i Odra) funkcjonuje do dnia dzisiejszego jeden zakład: Cementownia Odra – zlokalizowany w odległości 500 m od centrum. Takie umiejscowienie oraz zastosowana technologia może przyczyniać się do pogorszenia jakości gleb, zwłaszcza wzrostu w nich deponowanych technogennych zanieczyszczeń. Bezpośredni wpływ na ilość i jakość emisji zanieczyszczeń pyłowych z cementowni i wapienników ma rodzaj zastosowanej technologii oraz szczelność procesów, przede wszystkim załadunku – dział pakowni.

Prowadzone w kraju i zagranicą badania wskazują na istotne, ale tylko lokalne oddziaływanie cementowni [Przemeck 1970, Strzyszc 1982, Gołuchowska i Strzyszc 1999]. W pracy przeprowadzono analizę zawartości wybranych pierwiastków śladowych w glebach zlokalizowanych wokół dwóch zakładów, zamkniętej Cementowni Groszowice i funkcjonującej Cementowni Odra.

2. MATERIAŁY I METODY

Prace wykonano w 2008 r., próbki pobrano z gleb nieprzekształconych mechanicznie z warstwy 0–30 cm, na każdym obiekcie wydzielono pięć poletek badawczych o powierzchni ok. 100 m². Z każdego poletka pobrano jedną próbę mieszaną uśrednioną z 30 próbek indywidualnych. Miejsca pobrania zostały wytypowane z uwzględnieniem:

- naturalnego, nieprzekształconego układu poziomów genetycznych (powierzchnie zadarnione – trawniki);
- kierunku dominujących wiatrów,
- lokalizacji poszczególnych wydziałów technologicznych.

W próbkach gleb oznaczono podstawowe parametry fizykochemiczne:

- odczyn – potencjometrycznie,
- przewodnictwo właściwe – konduktometrycznie,
- skład granulometryczny metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego,
- zawartość węgla organicznego metodą Tiurina

oraz

- zawartość wybranych pierwiastków: ołowiu, miedzi, kadmu, chromu, niklu, cynku i rtęci, metodą Atomowej spektrometrii absorpcyjnej po uprzednim trawieniu wodą królewską.

3. WYNIKI BADAŃ I DISKUSJA

Jak wskazuje Strzyszc [1995] gleby w województwie opolskim są szczególnie narażone na oddziaływanie przemysłu cementowo-wapienniczego. Uwidacznia się ono w glebach wzrostem ilości pierwiastków śladowych oraz podniesieniem wartości pH.

Podobne wnioski wyciągnięto w pracach dotyczących wpływu przemysłu cementowo-wapienniczego w okolicach Kielc [Świercz 2009]. Wokół zakładów występują wytworzone z margli kredowych rędziny właściwe i czarnoziemne. Analizowane gleby charakteryzuje alkaliczny odczyn pH w KCl w przedziale od 7,21 do 7,48 (Cementownia Groszowice) i 7,3–7,61 (Cementownia Odra).

Emitowane z wymienionych zakładów pyły alkaliczne nie wpłynęły w istotny sposób na odczyn badanych gleb, przedstawione powyżej wartości pH są typowe dla rędzin.

Drugim mierzonym parametrem było przewodnictwo właściwe, stanowiące miarę zasolenia gleb. Największą wartość przewodnictwa odnotowano w próbce nr 3, pobranej w pobliżu Cementowni Odra, wynoszącą 0,972 mS·cm⁻¹. Pozostałe próbki charakteryzowało małe zasolenie, o przewodnictwie właściwym nieprzekraczającym 0,3 mS·cm⁻¹.

Istotnym czynnikiem wpływającym na jakość gleb jest ilość węgla organicznego. W badanych próbkach stwierdzono dużą zawartość węgla organicznego w zakresie od 1,88% do 7,01%, co jest charakterystyczne dla rędzin czarnoziemnych i częściowo właściwych. Stosunkowo duża zawartość próchnicy zwiększa odporność gleb na degradację chemiczną (Siuta 1995).

Tabela 1. Wybrane właściwości fizykochemiczne gleb pobranych w okolicach Cementowni Odra i Groszowice

Table 1. Selected physicochemical properties of soils collected near cement works of Odra and Groszowice

Cementownia	Numer powierzchni	Głębokość pobrania ppt [cm]	pH		Przewodnictwo właściwe (mS·cm ⁻¹)	C _{org} (%)
			w H ₂ O	w 1N KCl		
Groszowice	1	0–30	8,16	7,48	0,157	4,15
	2	0–30	7,81	7,42	0,145	2,21
	3	0–30	7,38	7,21	0,238	7,01
	4	0–30	7,75	7,35	0,126	4,58
	5	0–30	7,56	7,43	0,184	4,44
Odra	1	0–30	7,79	7,52	0,154	6,51
	2	0–30	7,75	7,61	0,137	3,74
	3	0–30	7,45	7,30	0,972	5,08
	4	0–30	7,60	7,40	0,132	1,88
	5	0–30	7,95	7,32	0,285	2,36

Objaśnienie: ppt – poniżej poziomu terenu.

Jednym z głównych parametrów warunkujących mobilność pierwiastków w profilu glebowym jest uziarnienie. W otoczeniu cementowni Groszowice stwierdzono występowanie gleb lekkich z przewagą grupy granulometrycznej zaklasyfikowanej do piasków gliniastych i słabo gliniastych. Gleby natomiast w otoczeniu Cementowni Odra charakteryzowała większa zawartość frakcji < 0,05 mm, co odpowiadało podgrupie granulometrycznej gliny piaszczystej, lekkiej i piaszczysto-ilastej.

Tabela 2. Skład granulometryczny próbek gleb pobranych w pobliżu Cementowni Odra i Groszowice

Table 2. Granulometric composition of soil samples collected near cement works of Odra and Groszowice

Cementownia	Numer powierzchni	Udział procentowy frakcji (mm)										
		>2	<2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,005	0,005-0,002	<0,002
Groszowice	1	6	94	3	21	23	16	19	5	6	3	4
	2	31	69	16	25	27	11	10	2	4	2	3
	3	24	76	5	23	19	22	16	11	7	5	2
	4	27	63	8	16	16	19	14	14	6	6	1
	5	9	91	6	18	18	25	13	10	3	5	2
Odra	1	6	94	6	13	14	16	13	19	6	6	7
	2	6	94	4	15	17	15	11	20	4	10	4
	3	8	92	4	13	14	18	16	16	11	4	4
	4	16	84	12	10	12	10	4	9	7	12	24
	5	10	90	8	9	10	14	16	15	4	12	12

Gleby zlokalizowane wokół cementowni charakteryzuje duże zróżnicowanie pod względem zawartości metali ciężkich. Największą ilość spośród wszystkich analizowanych pierwiastków stwierdzono w przypadku ołowiu ($1378,4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. gleby) w próbce nr 1, w pobliżu czynnej Cementowni Odra. Wartość ta przekracza dopuszczalną zawartość tego pierwiastka ($600 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. gleby) określoną w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleb oraz jakości ziemi [2002] dla obszarów przemysłowych. Mając na uwadze występowanie pozostałych pierwiastków odnotowano ich maksymalne wartości: cynku – $893,75 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, chromu – $48,39 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ i niklu – $27,82 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w próbce nr 3 przy Cementowni Odra, kadmu – $5,47 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w próbce nr 2, miedzi – $57,8 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w próbce nr 4 i rtęci – $0,812 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w próbce nr 5 w okolicach Cementowni Groszowice. Odnotowane ilości metali ciężkich wskazują na wymierny wpływ Wydziału Pakowni Cementowni Odra, w bezpośrednim sąsiedztwie, którego zlokalizowana została powierzchnia nr 3. Na wzrost zawartości metali na pozostałych powierzchniach miały wpływ inne czynniki, m.in. transport na terenie zakładu i lokalizacja jednej z głównych arterii komunikacyjnych miasta Opola. Gleby terenów sąsiadujących z zamkniętą Cementownią Groszowice nie wykazują natomiast przekroczenia wartości dopuszczalnych obowiązujących w naszym kraju.

W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono występowanie pierwiastków zgodnie z następującą sekwencją Zn>Pb>Cu>Cr>Ni>Cd>Hg. Przetworzona sekwencja pierwiastków wskazuje na istotną zawartość cynku, którego występowanie jest charakterystyczne dla emisji z zakładów przemysłu cementowo-wapienniczego.

Tabela 3. Zawartość wybranych pierwiastków śladowych w wierzchniej warstwie gleb zlokalizowanych przy Cementowni Odra i Groszowice

Table 3. Selected trace elements' content in the surface layer of soils near cement works of Odra and Groszowice

Cementownia	Numer powierzchni	Głębokość pobrania [cm]	mg·kg ⁻¹ s.m. gleby						
			Cr	Zn	Cd	Cu	Ni	Pb	Hg
Groszowice	1	0–30	7,58	44,80	0,26	8,62	7,84	14,63	0,018
	2	0–30	23,88	358,60	5,47	32,80	15,82	189,01	0,090
	3	0–30	8,61	203,41	1,23	18,14	6,76	240,77	0,202
	4	0–30	20,52	363,03	2,05	57,80	20,18	130,64	0,206
	5	0–30	26,93	192,83	1,02	50,30	21,09	76,47	0,812
Odra	1	0–30	32,63	842,83	2,76	43,66	15,16	1378,70	0,222
	2	0–30	24,70	255,20	1,30	42,89	11,70	102,25	0,126
	3	0–30	48,39	893,75	3,23	41,13	27,82	230,65	0,116
	4	0–30	23,58	108,33	<0,20	10,98	7,72	23,98	0,071
	5	0–30	20,28	187,91	0,83	17,80	6,62	39,32	0,074

4. WNIOSKI

Wielkość depozycji zanieczyszczeń pyłowych była uzależniona od rodzaju występującego procesu technologicznego oraz kierunku dominujących wiatrów. W badaniach stwierdzono istotny wpływ emisji zanieczyszczeń pyłowych na zwiększenie w glebach zawartości metali ciężkich, przede wszystkim cynku i ołowiu.

Bezpośredni czas oddziaływania cementowni jest istotnym czynnikiem warunkującym stopień degradacji gleb. W pracy stwierdzono większą kumulację pierwiastków śladowych w cementowni aktualnie funkcjonującej, stanowiącej nadal potencjalne źródło zanieczyszczeń.

Badane gleby cechują się dobrymi właściwościami, charakterystycznymi dla rędzin czarnoziemnych, zmniejszając potencjalne zagrożenie wywołane dużą zawartością metali ciężkich.

PIŚMIENNICTWO

GOŁUCHOWSKA B., STRZYSZCZ Z. 1999. Wpływ technologii produkcji klinkieru cementowego na zawartość metali ciężkich w pyłach powstających przy jego wypalaniu. *Chemia i Inż. Ekologiczna* 6(2/3): 217–227.

- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- PRZEMECK E. 1970. Wirkungen von Zementofenstaub-Immissionen auf landwirtschaftlich genutzte Boden. Zement-Kalk-Gips 3: 119–122.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleb oraz standardów jakości ziemi.** (Dz.U. 2002 Nr 165, poz.1359).
- SIUTA J. 1995. Gleba – diagnozowanie stanu i zagrożenia. IOŚ, Warszawa.
- STRZYSZCZ Z. 1982. Oddziaływanie przemysłu na środowisko glebowe i możliwości jego rekultywacji. Ossolineum, Wrocław.
- STRZYSZCZ Z. 1995. Przekształcenia chemiczne gleb województwa opolskiego. Ich skutki gospodarcze i ekologiczne. Przyroda i Człowiek 5: 93–118.
- ŚWIERCZA A. 2009. Heavy metals and selected physicochemical properties of Rendzic Leptosols of the Ponidzie Region (Southern Poland). Archives of Environmental Protection 35(2): 97–104.