

## WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE GLEB TORFOWO-MURSZOWYCH WYSTĘPUJĄCYCH W BEZPOŚREDNIM SĄSIĘDZTWIE SKŁADOWISKA POPIOŁÓW POCHODZĄCYCH ZE SPALANIA WĘGLA KAMIENNEGO W ELEKTROWNI „DOLNA ODRA”

*Edward Niedźwiecki*<sup>1</sup>, *Mikołaj Protasowicki*<sup>2</sup>, *Edward Meller*<sup>1</sup>,  
*Ryszard Malinowski*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Katedra Gleboznawstwa, Akademia Rolnicza w Szczecinie

<sup>2</sup> Katedra Toksykologii, Akademia Rolnicza w Szczecinie

### Wstęp

Produkcja energii elektrycznej w Elektrowni „Dolna Odra” wiąże się ze spalaniem węgla kamiennego, emisją  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$  i innych niebezpiecznych składników, a także z powstawaniem pyłów lotnych. Źródłem pyłów jest głównie materiał nieorganiczny, występujący w węglu kamiennym w postaci skał kaolinitowych, stanowiących tzw. przerosty. Podczas spalania w temperaturze 1400–1600°C niepalne cząstki lotne unoszone są wraz ze spalinami w kierunku komina, gdzie są wtrącane elektrostatycznie za pomocą elektrofiltrów (aktualnie ich sprawność wynosi 99,75%), a następnie są transportowane na składowisko odpadów. Stąd, w początkowym okresie funkcjonowania elektrowni, zwłaszcza przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych, były wywiewane przez wiatr i transportowane m.in. na przyległy teren gleb torfowo-murszowych doliny Odry. Duża podatność na pylenie złożonych na składowisku popiołów wynika z ich właściwości, na co zwracają uwagę STARSKI [1977] oraz ROSIK-DULEWSKA i DULEWSKI [1989]. Badania NIEDŹWIECKIEGO i in. [1995], MELLERA i in. [1999] dowodzą, że zawartość w popiołach Elektrowni „Dolna Odra” pierwiastków śladowych, zwłaszcza As, Pb, Co, Ni i Zn jest znacznie wyższa aniżeli w glebach; stąd możliwość nagromadzenia metali ciężkich w ich powierzchniowych warstwach. Problem pylenia popiołów ze składowiska popiołów nabrał większego znaczenia, gdy w 1993 roku został powołany Polsko-Niemiecki Park Krajobrazowy „Dolina Dolnej Odry”. Składowisko odpadów paleniskowych elektrowni znalazło się wówczas w jego sąsiedztwie. Staraniem dyrekcji elektrowni zostało ono w całości (poza kwaterą aktualnie eksploatowaną) zabezpieczone przed pyleniem matami trawiastymi.

Celem pracy było ukazanie składu chemicznego gleb torfowo-murszowych oraz porastającej je roślinności łąkowej, podlegającej wieloletniemu oddziaływaniu składowiska popiołów.

## Materiał i metody

Badaniami objęto gleby torfowo-murszowe narażone na pylenie popiołów ze składowiska oraz roślinność łąkową z tych gleb. W ich obrębie, na ustalonym transekcie, wytypowano 6 powierzchni badawczych i wykonano 6 głębokich wierceń, z których pobrano materiał glebowy do badań laboratoryjnych. Główną uwagę zwrócono na miąższość gleby w powierzchniowej 150 cm warstwie, z której pobrano próbki z głębokości: 0–5, 5–10, 10–20, 20–30, 30–50, 50–100, 100–150 cm. Głębsze partie złoża torfu (średnio do 400 cm) reprezentowały próbki pobierane z warstw o miąższości 50 cm.

W pobranym materiale glebowym oznaczono: pH w roztworze KCl o stężeniu 1 mol·dm<sup>-3</sup> straty przy wyżarzaniu, ogólną zawartość C, N i innych makroskładników (K, P, Mg, Ca) oraz pierwiastków śladowych (Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Co i Mn). Ogólną zawartość K, P, Mg, Ca oraz wymienionych pierwiastków śladowych uzyskano mineralizując glebę w mieszaninie stężonych kwasów HNO<sub>3</sub> + HClO<sub>4</sub>, a oznaczenia wykonano spektrometrem absorpcji atomowej (Unicam Solar 929). Fosfor natomiast oznaczono kolorymetrycznie. Skład chemiczny roślinności z powierzchni badawczych uzyskano mineralizując masę roślinną w mieszaninie stężonych kwasów HNO<sub>3</sub> + HClO<sub>4</sub> i stosując do oznaczenia także spektrometr absorpcji atomowej.

Uzyskane wyniki porównywano z danymi podobnych gleb torfowo-murszowych w Marwicach, znajdujących poza zasięgiem oddziaływania składowisk popiołów [NIEDŹWIECKI i in. 1999].

## Wyniki badań

Wykonane wiercenia dowiodły, że badane złożo do głębokości 400 cm wypełnia przeważnie torf turzycowiskowy, który tylko w pobliżu Odry Wschodniej (Regalicy), w powierzchniowej warstwie jest silnie zamulony, a na głębokości 250–400 cm jest zagytiony, bądź podścielony gytią detrytusową. Dlatego wiercenie wykonane w pobliżu Regalicy zostało wyłączone z przedstawianego omówienia wyników badań. Jednorodność pod względem składu botanicznego i popielności masy torfowej w złożu oraz podobny stopień jej zmurszenia w części powierzchniowej, umożliwiły przedstawienie uzyskanych wyników składu chemicznego w postaci średnich wartości z 5 pozostałych wierceń (tab. 1, 2).

Przeprowadzone badania dowodzą, że materia organiczna w poziomie darniowo-murszowym tych gleb najczęściej utrzymuje się w granicach 51,46–61,19% i dochodzi na większych głębokościach do 85,73%, a stosunek C:N od 12,0 : 1 do 15,0 : 1; przy czym stosunek ten na odcinku 20–200 cm wzrasta wraz z głębokością profilu (tab. 1).

W badanych glebach na głębokości 0–20 cm pH w roztworze KCl utrzymywało się w granicach 5,5–6,5 i było typowe dla gleb torfowo-murszowych doliny Regalicy. Stwierdzona stabilność odczynu prawdopodobnie wynikała z wprowadzenia w wyniku pylenia stosunkowo niewielkich dawek popiołów [MELLER i in. 1999] oraz z wysokich zdolności buforowych badanych gleb. Stan ten potwierdza ukazana w tab. 1 zawartość wapnia, która w poziomie darniowo-murszowym badanych gleb średnio nie przekraczała 0,3% i była tylko nieznacznie podwyższona w stosunku do podobnych gleb torfowo-murszowych, występujących poza zasięgiem oddziaływania elektrowni w Marwicach [NIEDŹWIECKI i in. 1999].

Tabela 1; Table 1

Odczyn, zawartość materii organicznej, ogólnego węgla i azotu oraz makropierwiastków w glebach organicznych przyległych do Elektrowni „Dolna Odra” – Regalica w sąsiedztwie kanału zasilania

Reaction organic matter, total carbon and nitrogen and macroelements contents in organic soils adjacent to „Dolna Odra” power plant in vicinity of water supply canal

Głębokość; Depth (cm)	pH <sub>KCl</sub>	Straty przy wyżarzaniu; Ignition losses (%)					C	N	K	P	Mg	Ca
		mg/100 g <sup>-1</sup> s.m.; DM										
0-5	5,70-6,62	61,19	30,33	2,081	180,0	237,2	294,5	2881	140,6-361,0	2217-3633		
		52,47-66,48	23,59-46,74	1,848-2,548	82,8-234,5	142,9-401,6	140,6-361,0	2217-3633				
5-10	6,33-6,49	52,77	23,86	1,980	217,8	190,9	293,9	2771	145,7-436,2	1988-3741		
		41,70-64,15	18,81-29,92	1,694-2,506	92,2-292,1	111,3-261,0	145,7-436,2	1988-3741				
10-20	5,51-6,81	51,46	27,90	1,856	274,2	193,3	353,0	2795	166,7-538,9	1697-3991		
		33,39-69,08	15,43-42,18	1,162-2,380	93,2-616,9	83,9-320,7	166,7-538,9	1697-3991				
20-30	5,28-6,88	72,68	34,41	2,510	92,7	155,0	190,6	3306	139,2-249,4	2749-4072		
		65,58-78,72	30,50-37,62	2,268-2,828	63,3-119,8	101,2-227,1	139,2-249,4	2749-4072				
30-50	5,14-6,14	84,81	43,31	2,631	23,2	122,3	136,4	3458	101,7-168,5	2513-3853		
		80,52-88,33	36,86-48,60	2,380-2,800	11,9-50,9	82,4-198,8	101,7-168,5	2513-3853				
50-100	5,15-5,74	84,26	43,80	2,551	31,3	70,9	145,3	3191	90,0-206,8	2425-3887		
		76,46-87,58	42,46-45,15	2,394-2,737	13,7-86,4	62,1-82,7	90,0-206,8	2425-3887				
100-150	5,20-5,61	84,30	46,01	2,456	27,4	67,3	156,8	3409	121,8-206,8	3196-3697		
		76,46-88,72	40,97-53,01	2,142-2,814	8,3-86,4	62,1-84,2	121,8-206,8	3196-3697				
150-200	5,28-5,61	71,88	45,56	1,995	12,2	53,4	140,1	3140	84,5-174,8	2276-3857		
		49,55-87,89	32,35-53,83	1,358-2,408	8,3-15,8	35,3-63,2	84,5-174,8	2276-3857				
200-250	5,57-6,02	78,49	46,55	2,233	11,1	65,9	161,9	3477	144,1-184,2	3039-4167		
		64,01-89,59	41,61-50,16	1,785-2,464	7,3-15,8	50,8-92,8	144,1-184,2	3039-4167				
250-300	5,71-5,85	85,73	49,02	2,457	8,8	73,4	170,8	3696	157,3-184,2	3224-4167		
		81,86-89,59	47,88-50,16	2,450-2,464	7,3-10,3	54,0-92,8	157,3-184,2	3224-4167				
300-350	5,80-6,38	81,87	42,61	2,268	13,0	130,3	182,2	5336	171,7-192,6	3261-7410		
		74,87-88,86	41,04-44,17	2,240-2,296	11,0-15,0	29,8-230,7	171,7-192,6	3261-7410				
350-400	5,80-6,38	81,87	42,59	2,268	13,0	130,3	182,2	5336	171,7-192,6	3261-7410		
		74,87-88,86	41,01-44,17	2,240-2,296	11,0-15,0	29,8-230,7	171,7-192,6	3261-7410				

Tabela 2; Table 2

Ogólna zawartość pierwiastków śladowych w glebach organicznych przyległych do Elektrowni „Dolina Odra” – Regalica  
w sąsiedztwie kanału zasilania

Total trace element contents in organic soils adjacent to „Dolina Odra” power plant  
in vicinity of water supply canal

Głębokość; Depth (cm)	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Mn
0-5	0,53 0,18-1,00	49,3 42,1-68,6	152,6 112,3-187,0	20,0 14,6-28,2	15,6 8,8-23,8	4,96 2,82-7,58	1415 893-1943
5-10	0,45 0,12-1,00	60,0 46,5-79,9	144,1 101,1-188,1	19,6 11,8-30,7	17,8 7-26,6	5,93 2,52-8,68	1341 686-1983
10-20	0,26 0,12-0,40	49,4 26,1-68,5	102,9 37,5-141,2	16,6 8,9-24,4	18,8 7,5-32,0	5,39 2,49-8,26	991 358-1684
20-30	0,13 0,10-0,20	26,1 9,3-41,9	43,9 18,1-75,2	10,4 4,3-17,7	10,4 3,8-18,0	2,89 1,77-3,67	804 446-1362
30-50	0,09 0,07-0,11	3,2 0,6-7,8	13,7 8,4-21,8	6,4 3,7-12,3	4,7 1,9-10,6	1,39 0,30-1,99	540 287-819
50-100	0,08 0,07-0,08	3,2 1,4-5,6	14,0 9,5-21,2	6,2 3,7-11,6	3,8 1,8-9,5	1,37 0,84-2,02	435 236-551
100-150	0,07 0,06-0,09	2,3 0,6-5,6	13,3 10,2-21,2	5,8 3,1-11,6	3,9 1,5-9,5	1,08 0,54-1,73	375 202-509
150-200	0,06 0,05-0,09	0,9 0,5-1,7	8,7 5,1-12,5	5,0 3,1-8,1	2,9 1,5-5,2	0,85 0,04-1,96	224 192-282
200-250	0,065 0,05-0,09	0,8 0,6-1,1	7,5 5,7-9,3	4,9 3,4-8,1	3,3 0,6-5,2	0,52 0,11-0,83	406 180-899
250-300	0,05 0,05-0,06	0,6 0,6-0,7	7,5 5,7-9,3	3,6 3,4-3,9	1,6 0,6-2,7	0,40 0,11-0,70	539 180-899
300-350	0,06 0,06-0,06	0,3 0,3-0,4	11,1 8,8-13,4	4,8 4,2-5,5	1,3 0,3-2,3	0,69 0,44-0,95	230 145-316
350-400	0,06 0,06-0,06	0,3 0,3-0,4	11,1 8,8-13,4	4,8 4,2-5,5	1,3 0,3-2,3	0,69 0,44-0,95	230,5 145-316

Natomiast spośród badanych makropierwiastków, w wyniku pylenia składowiska popiołów, w przyległych glebach wyraźnie zwiększyła się zawartość magnezu, przy czym zawartość tego pierwiastka w popiołach wynosiła 0,41–0,75%. W poziomie darniowo-murszowym najczęściej utrzymywała się ona w granicach 294,5–353,0 mg·100 g<sup>-1</sup> s.m. osiągając miejscami 538,0 mg·100 g<sup>-1</sup> s.m. (tab. 1), podczas gdy w tym samym poziomie, w obrębie obiektu porównawczego w Marwicach, wynosiła średnio 251,0 mg·100 g<sup>-1</sup> s.m.

Oddziaływanie składowiska popiołów na przyległy teren wyraziło się także, w poziomie darniowo-murszowym (0–20 cm) przede wszystkim zwiększoną ilością ołowiu (zawartość tego pierwiastka w świeżych popiołach wynosiła do 60 mg·kg<sup>-1</sup> s.m.) oraz cynku (w popiołach do 350 mg·kg<sup>-1</sup> s.m.). W wymienionym poziomie gleby ołów najczęściej utrzymywał się w granicach 49,3–60,0 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. a cynk 102,9–152,6 mg·kg<sup>-1</sup>, podczas gdy w obrębie obiektu porównawczego w Marwicach wynosił średnio (w mg·kg<sup>-1</sup> s.m.) 29,2 – Pb i 91,3 – Zn.

W świetle granicznych zawartości metali śladowych w powierzchniowej warstwie gleby, opracowanych przez IUNG w Puławach [KABATA-PENDIAS i in. 1995], stwierdzone w glebach, w pobliżu składowiska popiołów ilości ołowiu i cynku nie były wysokie. W przypadku cynku świadczą tylko o zawartości podwyższonej tego pierwiastka, przy której gleby mogą być przeznaczone pod wszystkie uprawy polowe, zgodnie z zasadami racjonalnego wykorzystywania przestrzeni produkcyjnej.

Zawartość innych badanych pierwiastków śladowych w glebach przyległych do składowiska (tab. 2) zasadniczo nie różniła się od ich poziomu stwierdzonego w glebach obiektu porównawczego w Marwicach. Wykazują więc one naturalną zawartość Cd, Cu, Ni, Co, Mn (stopień zanieczyszczenia 0).

Analizując uzyskane wyniki (tab. 1, 2), zwraca uwagę fakt znacznego wzbogacenia w makroelementy (K, P, Mg) oraz w pierwiastki śladowe (Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Co i Mn) poziomu darniowo-murszowego badanych gleb na tle warstw głębiej położonych. Są to skutki antropopresji ujawniające się pomimo, iż omawiane użytki zielone od wielu lat były użytkowane ekstensywnie, a od 7 lat po zaprzestaniu pratotechniki ulegają dewastacji i zakrzaczeniu.

Stwierdzony, w pobliżu składowiska popiołów, dość korzystny stan środowiska glebowego potwierdziły badania roślinności łąkowej, tzw. „runi ogólnej”. Wykazała ona średnio zawartość: K – 1,12; P – 0,19; Mg – 0,22; Ca – 0,62% oraz Zn – 29,1; Cu – 50 i Mn – 97,3 mg·kg<sup>-1</sup>. Przytoczone dane wg CZUBY i MURZYŃSKIEGO [1989], FALKOWSKIEGO i in. [1990] oraz KABATY-PENDIAS i PENDIAS [1999] świadczą, poza niedoborem potasu, o stosunkowo korzystnym składzie chemicznym badanej roślinności. Przy tym wśród badanych gatunków roślinności największą koncentrację składników stwierdzono w żywokoście lekarskim (*Symphytum officinale* L.).

## Podsumowanie

Oddziaływanie składowiska popiołów na pobliskie gleby torfowo-murszowe w sposób wyraźny nie zmieniło ich odczynu. Przyczyniło się natomiast do wzbogacenia poziomu darniowo-murszowego gleby w ogólny magnez oraz ołów i cynk. Nagromadzenie wymienionych pierwiastków śladowych nie było wysokie i w przypadku cynku według norm granicznych IUNG Puławy, świadczy tylko o zawartości podwyższonej (stopień zanieczyszczenia I). Wzrost zawartości metali ciężkich nie spowodował jednak pogorszenia składu chemicznego roślinności łąkowej.

## Literatura

- CZUBA R., MURZYŃSKI J. 1989. *Zmiany w zawartości składników pokarmowych w sianie i glebie łąkowej w okresie 15-letniego intensywnego nawożenia mineralnego* Cz. II. Rocz. Glebozn. 40(2): 171–188.
- FALKOWSKI M., KUKUŁKA I., KOZŁOWSKI S. 1990. *Właściwości chemiczne roślin łąkowych*. Akademia Rolnicza Poznań.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., MALISZEWSKA-KORDYBACH T., FILIPIAK K., KRAKOWIAK A., PITRUCH Cz. 1995. *Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb – metale ciężkie, siarka i WWA*. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- MELLER E., NIEDŹWIECKI E., MELLER J. 1999. *Właściwości popiołów ze spalania węgla kamiennego w Elektrowni „Dolna Odra” zgromadzonych na składowisku przyzakładowym*. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis. 201 Agricultura (78): 167–178.
- NIEDŹWIECKI E., MELLER E., MELLER J. 1995. *Możliwości wykorzystania popiołów ze spalania węgla kamiennego w Elektrowni „Dolna Odra” w rekultywacji wysypisk odpadów komunalnych*. Mat. konf. nauk.-tech. nt. „Rekultywacja terenów zdegradowanych w województwie szczecińskim”, 16 IX 1995, Nowe Czarnowo: 104–109.
- NIEDŹWIECKI E., PROTASOWICKI M., ZABŁOCKI Z., WOJCIESZCZUK T., CIERESZKO W., CZYZ H., TRZASKOŚ M., MELLER E., PODLĄSIŃSKA J., MALINOWSKI R., ŁYSKO A. 1999. *Ocena niektórych komponentów środowiska przyrodniczego w sąsiedztwie elektrowni „Dolna Odra” w Nowym Czarnowie (II etap opracowania)*, Akademia Rolnicza w Szczecinie, maszynopis: 98 ss.
- ROSİK-DULEWSKA C., DULEWSKI J. 1989. *Możliwości rekultywacji biologicznej składowisk odpadów z elektrowni*. Przegl. Nauk. Liter. Roln. i Leśnej 35(2): 218–226.
- STARSKI B. 1977. *Wyniki badań nad możliwością zastosowania popiołów po węglu brunatnym i kamiennym w rolnictwie i leśnictwie*. Post. Nauk Rol. 4: 131–151.

**Słowa kluczowe:** składowiska popiołów, chemiczne właściwości gleb torfowo-murszowych, skład chemiczny roślinności łąkowej

## Streszczenie

W badaniach przedstawiono skład chemiczny gleby torfowo-murszowej (tab. 1, 2) i porastającej je roślinności w pobliżu składowiska popiołów ze spalania węgla kamiennego w Elektrowni „Dolna Odra” w Nowym Czarnowie. Badania wykazały, że pylenie popiołów nie zmieniło odczynu gleby, natomiast przyczyniło się, w poziomie darniowo-murszowym (0–20 cm) do zwiększenia zawartości ogólnego magnezu oraz ołowiu i cynku. Jednakże nagromadzenie wymienionych pierwiastków śladowych nie były wysokie i w przypadku cynku, według norm granicznych IUNG Puławy, świadczy tylko o zawartości podwyższonej.

Badana roślinność łąkowa wykazywała średnio: K – 1,12; P – 0,19; Mg – 0,22; Ca – 0,62% oraz Zn – 29,1; Cu – 5,0 i Mn – 97,3 mg·kg<sup>-1</sup>, a więc jej skład chemiczny, poza niedoborem potasu, był stosunkowo korzystny.

## CHEMICAL PROPERTIES OF MUCKY-PEAT SOILS ON THE AREA ADJACENT TO DUMPING SITE OF FLY ASHES FROM BURNED HARD COAL IN „DOLNA ODRA” POWER PLANT

*Edward Niedźwiecki*<sup>1</sup>, *Mikołaj Protasowicki*<sup>2</sup>, *Edward Meller*<sup>1</sup>,  
*Ryszard Malinowski*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Soil Science Department, Agricultural University, Szczecin

<sup>2</sup> Toxicology Department, Agricultural University, Szczecin

**Key words:** dumping site of fly ashes, chemical properties of mucky-peat soils, chemical composition of meadow plants

### Summary

Chemical composition of mucky-peat soils (Table 1 and 2) and vegetation cover on the sites in vicinity of dumping site of fly ashes from of Dolna Odra power plant, located nearby Nowe Czarnowo, Gryfino county, was presented in this paper. The results show that fly ash dust did not change the soil reaction but increased the total magnesium as well as total lead and zinc contents in mucky sward surface layer (0–20 cm). Accumulation of these elements was not high and the content of zinc was only slightly elevated in relation to limits given by the Institute of Soil Science, Fertilization and Management in Puławy.

The mean contents of macro- and microelements in meadow vegetation were: K – 1.12; P – 0.19; Mg – 0.22; Ca – 0.62 (%) and Zn – 29.1; Cu – 5.0 and Mn – 97.3 (mg·kg<sup>-1</sup>). Chemical composition of the meadow plants was relatively positive except of potassium content which was too low.

Prof. dr hab. Edward **Niedźwiecki**

Katedra Gleboznawstwa

Akademia Rolnicza

ul. Słowackiego 17

71-434 SZCZECIN