

## WPŁYW EMITOWANYCH PRZEZ CEMENTOWNIE PYŁÓW NA WARUNKI SIEDLISKOWO-PRODUKCYJNE UŻYTKÓW ZIELONYCH (na przykładzie cementowni Ogrodzieniec k. Zawiercia)

*Stanisław Grzyb*

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych

Cementownie stwarzają znaczne zagrożenie środowiska przyrodniczego z racji emisji znacznych ilości pyłów powstających w trakcie produkcji cementu. Przy obecnie stosowanych technologiach produkcji cementu eliminacja zapylenia stwarza bardzo duże techniczne trudności. Dlatego liczyć się należy jeszcze przez długi czas z występowaniem, a nawet dalszym nasileniem tego niekorzystnego zjawiska z racji systematycznego wzrostu liczby cementowni w kraju i powiększenia produkcji w już istniejących. Uzasadnia to potrzebę bliższego zainteresowania się oddziaływaniem pyłów emitowanych z cementowni na użytki zielone, tym bardziej, że z racji rzadko stosowanej uprawy gleby, osadzanie pyłów na runi łąkowo-pastwiskowej, stanowiącej paszę zjadaną bezpośrednio przez zwierzęta, oddziaływanie pyłów na gleby oraz paszę pozyskiwaną z użytków zielonych może być nawet większe jak na polach ornym.

Przedstawione w niniejszej pracy wyniki dotyczą strefy zagrożonej przez stosunkowo niedużą, ale starszego typu (z początku XX w.) cementownię w Ogrodzieńcu k. Zawiercia. Emitowane przez cementownię pyły pochodzą prawie wyłącznie z produkcji tzw. klinkiera cementowego, gdyż mielenie (>90% tego produktu) odbywa się w innych zakładach poza Ogrodzieńcem.

Ilość emitowanych i opadających pyłów z cementowni Ogrodzieniec jest wysoka i równocześnie zmienna w przestrzeni i czasie, co charakteryzują następujące dane z obserwacji służb ochrony środowiska cementowni w latach 1974-1975 (tab. 1).

W oparciu o wyniki z obserwowanych 10 stanowisk, uzupełnione analizą bilansu emitowanych przez cementownię pyłów ( $\pm 60$  tys. ton rocznie) można wydzielić następujące 3 strefy zagrożenia: I-sza zapylna najsilniej o promieniu  $r$  — 0,5-0,7 km od źródła emisji i wielkości zapylenia

5-8 ton/ha rocznie; II-ga — pośrednia r — 0,7-1,5 km, 2,5-5,0 t/ha rocznie; III-cia — zapyłona najslabiej r —  $> 1,5$  km roczne zapylenie  $< 2,5$  t/ha rocznie.

Tabela 1

Liczba obserwo- wanych stanowisk	Odległość od źródła emisji w km	Ilość opadających pyłów kg/ha				
		średnio rocznie razem	w tym w miesiącach (średnie z 2 lat)			
			IV-V	VI-VII	VIII-IX	
7	0,21-0,5	średnio	8 057	1 348	1236	1180
		wahania	6 470-	788-	851-	458-
		od-do	10 513	2356	1921	1564
3	1,0-1,2	średnio	3781	630	544	587
		wahania	2674-	443-	283-	325-
		od-do	4358	889	872	713

#### UŻYTKI ZIELONE W REJONIE CEMENTOWNI

Warunki klimatyczne rejonu są sprzyjające dla użytków zielonych. Suma roczna opadów wynosi bowiem średnio 700 mm, a w okresie wegetacyjnym (15 III-30 IX) 450 mm. Okres wegetacyjny trwa średnio 220 dni, a średnia roczna temperatura wynosi  $7,6^{\circ}\text{C}$ .

Dominują w rejonie wiatry słabe (60% notowań o prędkościach 0,1-2 m/sek i dalsze 20% — 2-5 m/sek) z kierunku NW.

Cementownia położona jest w rejonie pofałdowanej Jury Krakowsko-Wieluńskiej.

Pomimo wododziałającego położenia (Warta — Czarna Przemsza) dolinki małych dopływów i przyźródłowego odcinka Czarnej Przemszy są dobrze wykształcone, a użytków zielonych w rejonie cementowni (r—2,5 km) jest stosunkowo dużo — około 550 ha. Około 25% użytków zielonych występuje w stanowiskach pozadolinowych — na stokach i wierzchołkach użytkowanych polowo.

We wszystkich stanowiskach dominują łąki ( $> 95\%$ ), przy czym są one w większości wypadków bardzo zaniedbane, w gorszych siedliskach w ogóle niesprzątane. Zaledwie 20% użytków zielonych pielęgnuje się, nawozi i sprząta normalnie. Z dalszych 25—30% pozyskuje się jeden późno koszony (VII-VIII) pokos lub bardzo słaby wypas „wygon”. Reszta, a więc około 50% obszaru u.z. jest w ogóle niesprzątana ani też pielęgnowana. Przyczyn istniejącego stanu jest zapewne wiele, ale do najważniejszych zaliczyć należy odpływ ludności z rolnictwa, a zwłaszcza zaniecha-

nie chowu bydła i w związku z tym brak zapotrzebowania na pasze z u.z. Obecny stan u.z. nie uzasadnia bowiem charakteru siedlisk i zbiorowisk, które jak wykazują obserwacje można na większości obszaru stosunkowo szybko i znacznie poprawić przez samo nawożenie połączone z racjonalnym użytkowaniem. Przemawiają też za tym dane liczbowe z 450 ha u.z. objętych systematyczną inwentaryzacją.

Skład botaniczny zbiorowisk roślinnych na poszczególnych rodzajach łąk (tab. 3) nie różni się od spotykanego powszechnie w innych rejonach kraju. Z wyjątkiem łągów rozlewiskowych i zastoiskowych oraz około 1/3 grądów podmokłych (zbyt liczny udział śmiałka darniowego) przy średnim poziomie nawożenia i normalnym użytkowaniu można uzyskać średnie plony na poziomie 65-75 q/ha w przeliczeniu na siano. Takie plony uzyskuje się obecnie tylko na  $\pm 10\%$  obszaru. Na dalszych 15% obszaru uzyskuje się plony na poziomie 45-50 q/ha, a reszta łąk (jednokośne i niesprzątane) roczny przyrost masy biologicznej kształtuje się na poziomie 25-35 q/ha (w przeliczeniu na siano).

#### WPŁYW ZAPYLEŃ Z CEMENTOWNI NA UŻYTKI ZIELONE

Jak to wynika z danych zestawionych w tabeli 2 podstawowym składnikiem pyłów z cementowni Ogrodzieniec jest wapń, który stanowi prawie 84% masy określonych w nich pierwiastków (bez  $O_2$  i  $H_2$ ). Drugie miejsce zajmują K i Fe oraz Mg (zawartość odpowiednio — 8,0, 6,2, 2,2%) trzecie — P i Na (zawartość po około 0,3%). Z grupy tak zwanych mikroelementów zwraca uwagę znaczna zawartość manganu, cynku, ołowiu i kadmu. Nawet w strefie o wysokim rocznym opadzie (tab. 2) pierwiastki zawarte w pyłach nie powinny stwarzać zagrożenia dla gleb, natomiast pyły osadzone bezpośrednio na roślinach mogą już w znaczny sposób dla żywienia, a nawet zdrowia zwierząt, podnosić ich zawartość w paszy. Oce-

Tabela 2

Skład chemiczny pyłów kominowych z analizowanej cementowni przedstawiał się następująco:  
(oznaczenia w 1975 r.)

	Roczny *)		Roczny*)		Roczny*)		Roczny*)				
	%	opad kg/ha	%	opad kg/ha	ppm	opad kg/ha	ppm	opad kg/ha			
Ca	30,7	919,5	Mg	0,84	25,2	Mn	560	1,68	Co	15	0,045
K	2,99	89,7	P	0,11	3,3	Zn	460	1,38	Pb	202	0,606
Fe	2,32	69,6	Na	0,10	3,0	Cu	24	0,072	Cd	53	0,016

\*) Zakładając średni roczny opad pyłów 3 t/ha.

nę wpływu zapyleń na użytki zielone występujące w pobliżu cementowni Ogrodzieniec wykonano w oparciu o następujące obserwacje i analizy:

— zawartość niektórych pierwiastków w poziomie darniowym 5-10 cm oraz 10-20 cm gleb w 10 reprezentowanych stanowiskach.

— zawartość niektórych pierwiastków w roślinach — z 18 stanowisk sprzątniętych przed I (początek czerwca) i przed II (IX) pokosem.

— obserwacje wzrostu oraz budowy anatomicznej kupkówki pospolitej opylonej (sztucznie) wysoką dawką pyłów z cementowni.

— analizę porównawczą składu botanicznego oraz żywotności runi w różnych stanowiskach.

Tabela 3

## Rodzaje łąk — typy zbiorowisk roślinnych

Rodzaje wg podziału typologicznego	Udział w %	Typy zbiorowisk roślinnych
Naturalne w dolinach		
Grądy właściwe	32,8	wielogatunkowe trawiasto-ziółowe, dobrze zadarnione
Grądy podmokłe	31,3	turzycowo-trawiaste, słaboskępione
Łęgi właściwe	1,6	trawiaste wyczyńcowo-wiechlinowe
Łęgi rozlewiskowe i zastoiskowe	10,0	turzycowe, mannowe, trzcinowe
W stanowiskach polowych		
Trwałe grądowe	17,1	trawiasto-ziółowe, wielogatunkowe
Przemienne	7,2	trawiaste kupkówkowo-wiechlinowe i rajgrasu wyniosłego

Tabela 4

Gleby		
Typ, rodzaj	Udział w %	Uwagi
Murszowate i murszowe właściwe	16	na piasku luźnym i słabo gliniastym
Glejowe właściwe i mułowo-glejowe	19	z piasku gliniastego próchnicznego
Glejowe właściwe i mułowo-glejowe mocne	16,5	
Pseudoglejowe mocne i ciężkie	20	
Czarne ziemie mocne	28,5	

Wyniki analiz (zbiorcze) próbek glebowych zestawiono w tabeli 5.

Zarówno oznaczenia polowe (kolorymerycznie) w 21 profilach jak również oznaczenia pH w laboratorium (potencjometrycznie) w 20 próbkach pobranych laską Egnera z 10 stanowisk z poziomu 0-5 i 10-20 cm wykazały odczyn obojętny lub lekko alkaliczny gleb. Wydaje się, że zwłaszcza w glebach murszowych i glejowych właściwych znaczny wpływ na odczyn wywiera wapń zawarty w pyłach. Przemawia za tym także fakt, że zawartość tego pierwiastka w poziomie 0-5 cm jest wyraźnie wyższa jak w poziomie 10-20 cm (tab. 5) a więc odwrotnie jak spotyka się w normalnych siedliskach łąkowych. W pewnym zakresie dotyczy to także potasu, którego zawartość w badanych glebach jest stosunkowo duża. Istotne różnicowanie zawartości K w poszczególnych grupach próbek wiąże się jednak wyraźnie z rodzajem gleb, a zwłaszcza zawartością w nich części spławialnych. Znaczna zawartość i różnicowanie ilości Fe w badanych glebach wiążą się z rodzajami utworów i ich genezą, a w pewnym zakresie także związkami żelaza doprowadzonymi do gleb w pyłach cementowych. Zawartość P, Mg oraz Na w badanych glebach nie odbiega od przeciętnych, a stosunkowo nieduża ich ilość dostająca się do gleby w pyłach nie wywiera istotnego wpływu na zawartości tych pierwiastków w glebie, tym bardziej, że P, Mg i Na pobierane są z gleby w znacznych ilościach przez rośliny. Natomiast badane gleby charakteryzują się znaczną zawartością niektórych mikroelementów, a zwłaszcza Zn, Pb, Mn, Cd i Ni. Wyraźnie wyższa zawartość tych pierwiastków w poziomie 0-5 cm jak 10-20 cm przemawia za wysunięciem tezy, że pochodzą one z atmosfery. Ponieważ zbyt wysoką (uważaną za szkodliwą) zawartość niektórych pierwiastków stwierdzono także w roślinach (pasza) podjęto próbę bardziej szczegółowej analizy tego zjawiska, która doprowadziła do wysunięcia następującego przypuszczenia:

— Zwiększona zawartość metali, a zwłaszcza Zn, Pb, Cd w glebie i roślinach jest wynikiem zanieczyszczeń atmosfery, ale tylko ich część pochodzi z pyłów emitowanych przez cementownię. Znaczna część pochodzi zapewne z innych licznych zakładów przemysłowych występujących w rejonie Zawiercia. Za przyjęciem takiego przypuszczenia przemawia niezgodność różnicowania ilościowego wymienionych pierwiastków w glebie i roślinach z ilością w opadających pyłach z cementowni.

— Niezgodność bilansowania pomiędzy ilością Zn, Pb, Cd zawartych w pyłach z cementowni, a ilością tych pierwiastków nagromadzonych w glebie w poziomie 0-5 cm (w stosunku do ilości zawartej w poziomie 10-20 cm). Czas potrzebny do nagromadzenia obserwowanej ilości (przy opadzie pyłów  $\pm 3$  t/ha/rok) w glebie dla Ca wynosi 13 lat, a Zn, Pb, Cd od 110-160 lat.

Tabela 5

Liczba stanowisk	Rodzaj gleby	Poziom	Zawartość w % w a.s.m. gleby										Zawartość w ppm w a.s.m. gleby				
			Ca	Fe	K	Mg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Na	Mn	Zn	Pb	Cu	Cd	Co	Ni		
4	hydrogeniczne murszowe i glejowe właściwe	0-5	1,11	0,75	0,064	0,08	0,093	0,04	333	287	82,2	6,2	4,0	0,40	7,0		
		10-20	0,19	0,46	0,04	0,06	0,052	0,003	109	159	51,2	3,1	2,2	0,21	4,4		
4	pseudoglejowe i czarne ziemie mocne	0-5	1,05	1,74	0,51	0,19	0,141	0,01	237	275	77,2	10,1	3,4	0,74	13,7		
		10-20	0,29	1,73	0,49	0,18	0,102	0,009	230	191	55,1	7,8	2,5	0,68	13,6		
2	mulowo-glejowe mocne	0-5	0,83	2,15	0,48	0,18	0,256	0,012	1233	480	108,0	14,5	5,0	1,28	16,4		
		10-20	0,28	1,90	0,43	0,16	0,167	0,01	1005	305	80,0	10,8	3,8	1,14	14,7		

## WYNIKI ANALIZ MATERIAŁU ROŚLINNEGO (ZBIORCZE)

Cechą charakterystyczną składu chemicznego materiału roślinnego ze zbiorowisk i stanowisk łąkowych (tab. 6) w rejonie cementowni jest bardzo wysoka zawartość CaO oraz Zn i Fe zwłaszcza w II pokosie. Zawartość K<sub>2</sub>O i MgO utrzymuje się w normie, ale biorąc pod uwagę, że > 80% łąk z których pobrano próbki była od wielu lat nienawożona, można uznać, że zwłaszcza zawartość K<sub>2</sub>O uległa podwyższeniu z racji zapyleń. Zawartość CaO, Zn i Fe w drugim pokosie była zdecydowanie wyższa jak w pierwszym.

— Wiąże się to prawdopodobnie ze znacznie dłuższym (prawie 2-krotnie) okresem odrostu pokosu II co przy zbliżonym nasileniu emisji pyłów w jednostce czasu doprowadziło do większego nagromadzenia pyłów na roślinach sprzątanym w pokosie II. Pewien wpływ na zróżnicowanie składu chemicznego roślin w różnych siedliskach oraz pokosach miał także przebieg pogody w 1975 r., a zwłaszcza większa ilość opadów w miesiącu maju (zmywanie) i stosunkowo suche lato.

Obserwacje wizualne wskazują, że również skład botaniczny, a zwłaszcza cechy morfologiczne poszczególnych gatunków roślin (wielkość, kształt i kąt nachylenia liści i pędów, owłosienie czy żeberkowanie itp.) mogą mieć znaczny wpływ na zróżnicowanie ilości osadzoonych pyłów na roślinach.

## OBSERWACJE NAD WPŁYWEM PYŁÓW NA WZROST I BUDOWĘ ANATOMICZNA TRAW

Przeprowadzono je w Jaktorowie w sierpniu—wrześniu 1975 r. Po sprzęcie II pokosu posypywano ośmiokrotnie odrastającą ruń kupkawkową w odstępach 7 dniowych. Jednorazowo stosowano 200 g pyłów kominowych na 1 m<sup>2</sup>, co w przeliczeniu na rok wynosi około 120 t/ha. Kontrolę stanowiły rośliny nie posypywane. W okresie dwumiesięcznych ob-

Tabela 6

Strefa odległości	Liczba stanowisk próbek	Pokosy	Zawartość w a.s.m. %					Zawartość w a.s.m. ppm.			
			K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	Fe	Mn	Cu	Zn
I 0-0,7 km	6	I*	2,71	0,475	3,10	0,33	0,05	747	28	6,1	127
		II**	1,63	0,35	3,36	0,33	0,04	860	74	4,2	263
II 0,7-1,5 km	6	I*	2,60	0,476	2,18	0,40	0,04	346	25	5,8	51
		II**	1,91	0,36	3,22	0,41	0,05	463	89	3,6	275
III >1,5 km	6	I*	2,71	0,40	1,74	0,42	0,08	293	16	6,2	82
		II**	2,24	0,541	3,80	0,58	0,07	586	77	4,9	322

\* Próbki pobrano w dniu 3-4 VI 1975 r. — po obfitych opadach, które zmyły z roślin część pyłów.

\*\* Próbki pobrano w dniu 16-17 IX 1975 r. po dłuższym okresie bezdeszczowym.

serwacji nie stwierdzono różnic ani w szybkości odrostu, ani też zmian anatomicznych w pędach i blaszkach liściowych kupkówki. Być może, że dłuższy okres obserwacji zwłaszcza wiosną kiedy wzrost traw jest najbardziej intensywny, pyły kominowe mogą spowodować zmiany w rozmieszczeniu aparatów szparkowych i budowie miękiszu asymilującego lub nawet w intensywności krzewienia traw. Wymagałoby to jednak potwierdzenia w szczegółowych wieloletnich badaniach.

#### WYCENA PLONÓW METODĄ PRÓBNYCH UKOSÓW (10 STANOWISK)

Wycena uzupełniona opisem zbiorowisk roślinnych w 40 różnych (siedliskowo i florystycznie) stanowiskach łąkowo-pastwiskowych o różnym poziomie nawożenia, użytkowania i pielęgnowania wskazuje, że nawet intensywne zapylenia (strefa I) nie powodują widocznej obniżki plonów lub regresu wartościowych zbiorowisk np. na łąkach zagospodarowanych. Dotyczy to jednak warunków średnio wysokiego poziomu produkcji przy przeciętnych plonach 60—80 q/ha. Przy tym poziomie produkcji przede wszystkim warunki wodno-glebowe, nawożenie oraz użytkowanie decydują o wielkości plonów i składzie botanicznym runi.

Szczegółowych badań poprzedzających wymaga natomiast udzielenie odpowiedzi odnośnie wpływu (bezpośredniego i pośredniego) zapyleń — na ruń, trwałość łąk i pastwisk oraz ich plonowanie w warunkach produkcji bardzo intensywnej.

#### WNIOSKI

1. Stwierdzono istotny wpływ zapyleń na odczyn gleb oraz zawartość w nich CaO, Zn, Pb, Cd i Ni.
2. Emitowane z cementowni pyły wpływają w sposób istotny na wzrost zawartości w paszy łąkowo-pastwiskowej CaO, Zn oraz Fe.
3. Niezbędna jest ocena zootechniczna wartości i przydatności paszowej karmy pozyskiwanej z łąk i pastwisk położonych w pobliżu cementowni.

*С. Гжыб*

#### ВЛИЯНИЕ ПЫЛИ ИСПУСКАЕМЫХ ЦЕМЕНТНЫМ ЗАВОДОМ НА РАЗВИТИЕ ЛУГОПАСТВИЩНОГО ТРАВСТОЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПАСТВИЩНЫХ УГОДИЙ

(на примере цементного завода Огороденец)

#### Резюме

Среднее количество пыли испускаемых цементным заводом Огороденец составляет: г — 0-0,7 км — 5-8 тонн, г — 0,7-1,5 км — 2,5-5 тонн и г > 1,5 км < 2,5 тонн(гектар)год.



Испускаемые пыли содержат очень много Ca, значительное количество Zn, Pb, Cd, Ni, Mn и среднее количество K, Mg, Fe. В исследованном районе до 2 км от источника эмиссии наблюдается значительное влияние испускаемых пыли на пастбищные угодья:

почвы — повышение рН, рост содержания Ca, Fe, Zn, Pb, Cd, Ni, Mn.

корм — 2-3 кратное повышение содержания Ca, Zn, Fe.

В условиях среднеинтенсивного производства не наблюдается отрицательного влияния испускаемых пыли на развитие лугопастбищного травостоя.

*S. Grzyb*

EFFECT OF DUSTS EMITTED BY THE CEMENT PLANT ON THE COMMUNITY  
AND PRODUCTIVITY OF GRASSLAND  
(case of the cement plant Ogradzieniec)

S u m m a r y

The average quantity of dusts emitted by the cement plant Ogradzieniec amount to:  $r = 0 - 0.7$  km — 5 - 8 tons;  $r = 0.7 - 1.5$  km — 2.5 - 5 tons and  $r > 1.5$  km < 2.5 tons/ha/year.

Dusts emitted content a lot of Ca, considerable amount of Zn, Pb, Cd, Ni, Mn and average amount of K, Mg and Fe. In the investigated area to 2 km from the source of emission a considerable influence of dusts emitted on grasslands was observed:

soils — increase of pH, increase of Ca, Fe, Zn, Pb, Cd, Ni and Mn contents;

fodder — two-threefold increase of Ca, Zn and Fe contents.

A undue influence of dusts emitted on growth of meadow-pasture communities, as a result of moderate intensive production was not observed.