

# ZMIANA KWASOWOŚCI GLEB LEŚNYCH POD WPŁYWEM EMISJI PRZEMYSŁU WAPIENNICZO-CEMENTOWEGO W ZLEWNI RZEKI BOBRZYCZKI

Alojzy Kowalkowski, Anna Świercz

Kowalkowski A., Świercz A., 1993: *Zmiana kwasowości gleb leśnych pod wpływem emisji przemysłu wapienniczno-cementowego w zlewni rzeki Bobrzyczki (Forest soil acidity changes under the influence of calcareous-cement industry emission in the Bobrzyczka river catchment)*. Monitoring Środowiska Regionu Świętokrzyskiego, nr 1, s. 109—115. Kieleckie Towarzystwo Naukowe. Kielce.

**Zarys treści:** W latach 1990–1991 przeprowadzono w 11 profilach glebowych, rozmieszczonych od 0,2 do ponad 8 km w kierunku NW od Zakładów Wapienniczno-Cementowych „Nowiny” w Sitkówce, badania nad wpływem emisji tych zakładów na kwasowości gleb leśnych, wytworzonych z piasków wodnolodowcowych i znajdujących się pod drzewostanami sosnowymi. W profilach kwaśnych gleb leśnych, wskutek emisji pyłu cementowego przez 25 lat nastąpiła alkalizacja górnych ich poziomów z następującą wzrastającą kolejnością:  $C, D \leq B_v < A_h B < O_1 < A_h 3 < A_h 2 < A_h 1 < O_{fh}$ . Stwierdzono prostą zależność liniową między zawartością  $CaCO_3$  allochtonicznego pochodzenia, a kwasowością gleb oraz odwrotne zależności między zawartością  $CaCO_3$ , a zawartością C org. i N og. w poszczególnych poziomach glebowych.

Alojzy Kowalkowski, Anna Świercz, Zakład Geografii Gleb i Ochrony Przyrody, Instytut Geografii, Wyższa Szkoła Pedagogiczna, ul. M. Konopnickiej 21, 25-406 Kielce.

## 1. WSTĘP

W zakwaszonych ekosystemach leśnych, współcześnie na stosunkowo dużych powierzchniach, przeprowadzane są zabiegi wapnowania w celu ich restabilizacji. Nowsze badania wykazały, że następstwem tego zabiegu w glebach są długotrwałe negatywne skutki, jak np. przyspieszający się rozkład próchnicy, wymywanie azotanów, uruchamianie minerałów ciężkich [Marschner i in. 1989, Kreutzer i in. 1989, Vandri i in. 1991]. Jednorazowe wprowadzanie wapnia na powierzchnię gleby wywołuje także długotrwałe — do 40 lat i więcej — pozytywne efekty sięgające do spągu poziomu  $B_v$  gleb rdzawych. Są to — wzrost pojemności wymiennej w stosunku do kationów i buforowości gleb na działanie kwasów, zwiększenie pojemności neutralizacji kwasów, wzrost potencjalnej i efektywnej dostępności składników odżywczych roślin [Derome i in. 1986, Vandri i in. 1991, Gensior i in. 1991]. Według Lityńskiego i in. [1961] nawożenie gleb pyłami odlotowymi cementowni powoduje podobne skutki pozytywne i ujemne, a według Borowca i Zabłockiego [1983] — zmniejszenie zapasu azotu ogółem w glebie.

Zupełnie inne, radykalnie negatywne, jest działanie stałej emisji pyłów odlotowych cementowni na powierzchnię gleb. Po krótkotrwałej, pozytywnej fazie odkwaszenia gleb, następuje trwała alkalizacja najbardziej aktywnych biologicznie powierzchniowych poziomów glebowych z jej wszyst-

kimi następstwami. Pomimo, że niektórzy autorzy uważają pyły z cementowni za nietoksyczne [Siuta i in. 1973], ze względu na niewielką aktywność jonową, w szacie roślinnej, szczególnie zbiorowisk borów, pojawiają się ujemne skutki.

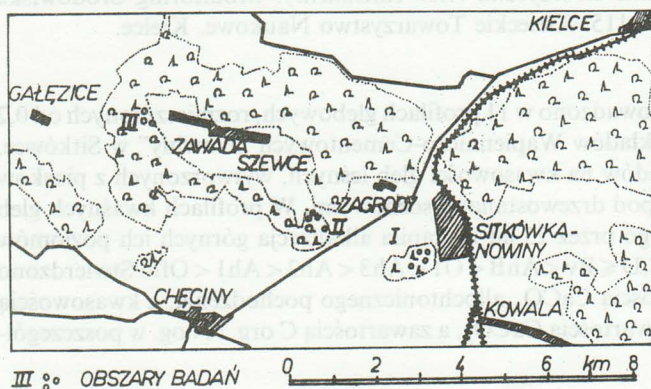
W celu poznania zakresu i zasięgu zmian kwasowości, spowodowanej w glebach długotrwałą emisją pyłów wapienniczno-cementowych, wykonano badania w zlewni rzeki Bobrzyczki, znajdującej się pod wpływem emisji Zakładów Wapienniczno-Cementowych „Nowiny” w Sitkówce [Kowalkowski, Rubinowski 1991]. W obszarze tym, wg badań Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Kielcach [1986], ponad 99% powierzchni zajmują gleby z  $pH > 6,5$ . Szczególnie podatne na alkalizację są gleby wytworzone z piasków, o małej pojemności buforowej.

## 2. OBIEKT I METODY BADAŃ

W latach 1990–1991 badano w 11 odkrywkach rozmieszczonych w odległości od 0,2 do 8,2 km w kierunku północno-zachodnim od Zakładów Wapienniczno-Cementowych „Nowiny” w Sitkówce, zgrupowanych w 3 obszarach



leśnych, gleby rdzawe właściwe i gleby rdzawe bielcowe oraz gleby rdzawe opadowoglejowe, utworzone z piasków wodnolodowcowych zlodowacenia środkowopolskiego (rys. 1). Gleby te znajdują się pod monokulturami sosnowymi 30–80 letnimi antropogenicznego pochodzenia. Według Żurowskiego i Cywickiej [1991] w latach 1980–1991 na obszarze ZWC „Nowiny” w Sitkówce i na terenach otaczających w promieniu 1 km opad pyłów wynosił ponad 304 t/km<sup>2</sup>/rok. W miejscowości Zagrody, na NW od źródeł emisji do odległości 2,5 km, opad wynosił jeszcze 184 t/km<sup>2</sup>/rok, a do odległości 10,2 km w tym kierunku na stacji Gałęzice — około 72 t/km<sup>2</sup>/rok. Dane Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Kielcach [Kamiński i in. 1986] wykazują 100% powierzchni gleb z odczynem obojętnym i alkalicznym na obszarze Sitkówka-Nowiny, 99% na obszarze wsi Zagrody i 80% na obszarze Gałęzice.



Rys. 1. Rozmieszczenie badanych obszarów leśnych, znajdujących się pod wpływem emisji Zakładów Wapienno-Cementowych „Nowiny” w Sitkówce.

Pyły odlotowe emitowane przez ZWC „Nowiny” w Sitkówce nieprzerwanie od 1965 r. mają stosunkowo stały skład chemiczny i zawierają 49,5% CaO, 15,4% SiO<sub>2</sub>, 3–6% K<sub>2</sub>O, 1,4% MgO, 0,3% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Natomiast pyły wapniowe, emitowane w kamieniołomach i z dróg transportu surowca, są bogatsze w CaO — 65%, SiO<sub>2</sub> — 22%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 5% oraz zawierają 8% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Pyły te są imitowane bezpośrednio na powierzchnię poziomu organicznego pokrywającego gleby mineralne, oraz pośrednio z opadem roślinnym, tworzącym ściółkę na powierzchni gleby. Uwagi godna jest dominacja w tym obszarze wiatrów zachodnich (27,7%) i południowo-zachodnich (16,5%) [Zaręba 1976], co wskazuje na możliwości dodatkowej emisji pyłów pochodzących z Cementowni Małogoszcz. Osiągające 650–700 mm roczne opady [Janiszewski 1973] są nieco wyższe lub równe wielkości potencjalnego wyparowania [Olecka-Bobrowska 1978], dzięki czemu gleby omawianego obszaru charakteryzują się okresowo-przemysłowym typem gospodarki wodnej, a w suchych porach roku — wyparnym.

Badania realizowano w 3 kompleksach leśnych w różnych odległościach od źródła emisji: I odkrywki 87, 88, 89, 90 w odległości 0,2–0,8 km, II odkrywki 57, 58, 76, 75 w odległości 2,6–2,8 km i III odkrywki 11, 12, 13 w odległości 7,2–8,2 km w kierunku NW (rys. 1). Próbkę do badań laboratoryjnych pobrano z poszczególnych poziomów genetycznych gleb. Uwzględniono rozmieszczenie w profilu glebowym materii organicznej, która szczególnie w mineralnej części gleby ubogiej we frakcję koloidalną, mogła mieć wpływ na migrację cząstek osadzanego pyłu i na procesy wymiany

jonowej, od której zależy kwasowość gleby. Próbkę w poziomach organicznych O1 i Ofh oczyszczono z korzeni roślin, rozdrabniano przez 6 minut w młynku i następnie analizowano. Z poziomów Ah pobierano na ogół 3 próbki z różnych powtarzalnych głębokości: Ah1 0–2 cm, Ah2 2–5 cm, Ah3 5–10 cm, a z poziomu Bv w jego środkowej części. Próbkę te, po uprzednim wybraniu pincetą korzeni, osiano przez sito o średnicy oczek 1,0 mm oddzielając do analizy części ziemiaste. W tak przygotowanych próbkach oznaczono: zawartość CaCO<sub>3</sub> metodą Scheiblera, pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub>, pH<sub>KCl</sub>, pH<sub>CaCl<sub>2</sub></sub> — metodą potencjometryczną przy użyciu elektrody szklanej i kalomelowej, kwasowość hydrolytyczną Hly — metodą Kappena, buforowość w zakresie kwasowym i zasadowym — metodą Arrheniusa w modyfikacji Brennera, C org. — metodą Tiurina, po zmieleniu materiału glebowego i przesianiu przez sito 0,25 mm, straty na żarzeniu przez spalanie w 600°C przez 4 godziny, N og. — metodą Kjeldahla.

### 3. WYNIKI BADAŃ

W profilach autogenicznych gleb utworzonych z przepuszczalnych i przewiewnych ubogich, niewęglanowych piasków wodnolodowcowych na ogół kwasowość maleje w głąb profilu od poziomu Ah, E lub Bv, a także jest mniejsza w warstwie nadkładu organicznego. W badanych glebach największą kwasowością czynną i wymienną charakteryzują się poziomy C i D, leżące na głębokości od 70 do 130 cm (rys. 2, 3). Między poszczególnymi badanymi obszarami zaznacza się niewielkie, aczkolwiek wyraźne, zróżnicowanie kwasowości z pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> 3,2–4,0 i pH<sub>KCl</sub> 3,2–3,6 w obszarze III, pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> 4,3–5,3 i pH<sub>KCl</sub> 4,2–4,9 w obszarze II oraz pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> 6,4–6,7 i pH<sub>KCl</sub> 5,4–6,8 w obszarze I leżącym najbliżej ZWC „Nowiny” w Sitkówce. Wraz z malejącą kwasowością w tych poziomach zmniejsza się zawartość C org., także N og. od pH > 4, poniżej tej wartości pH zawartość N og. maleje (rys. 3).

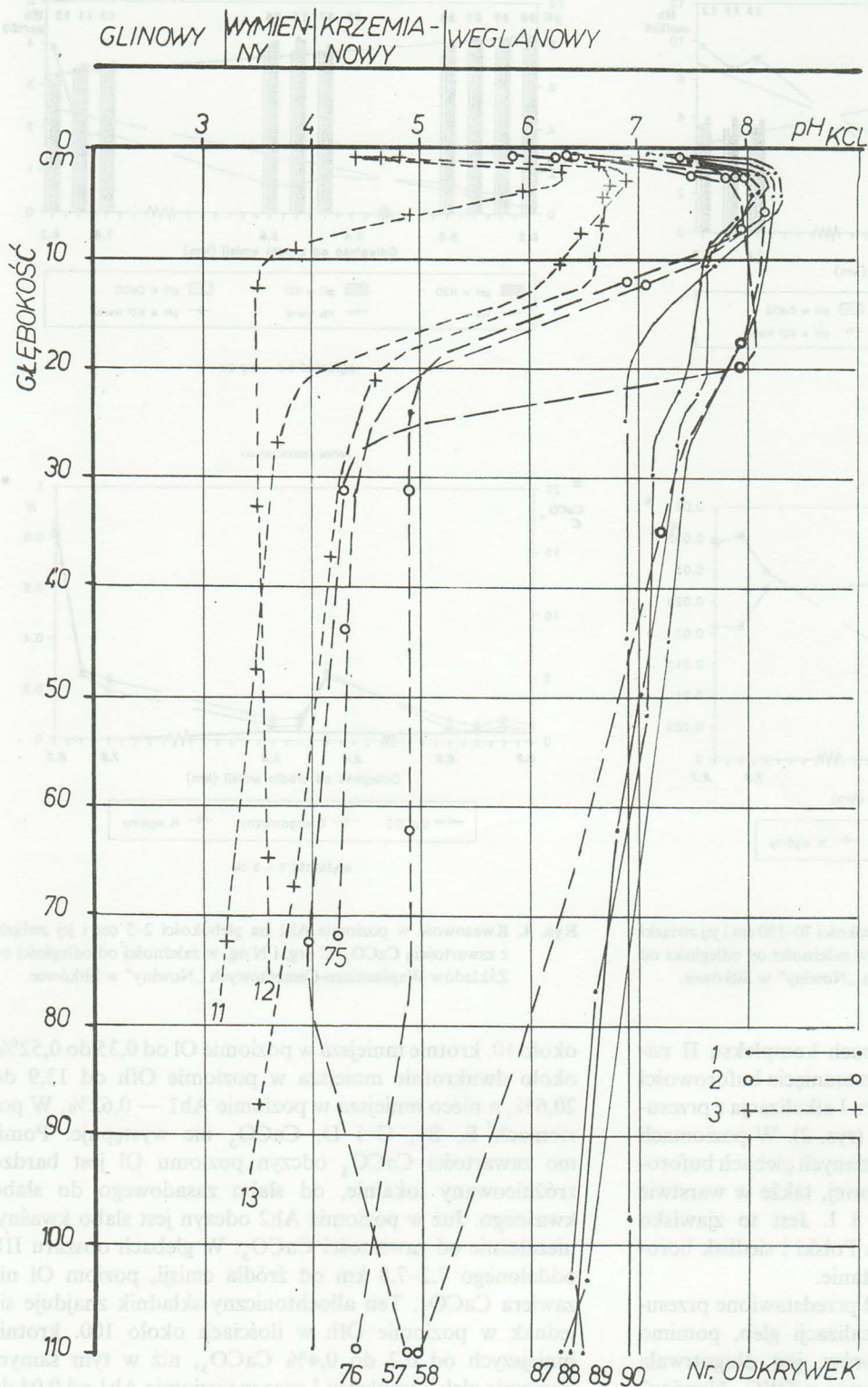
W poziomach E i Bv, na głębokości 30–40 cm, kwasowość jest nieco niższa, wykazuje podobne, aczkolwiek wyraźniejsze zróżnicowanie uzależnione wyraźnie od odległości od emitera. W obszarze III odczyn jest silnie kwaśny z pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> 4,2–4,5 i pH<sub>KCl</sub> 4,0–4,1, w obszarze II — średnio i słabo kwaśny z pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> 4,9–5,3 i pH<sub>KCl</sub> 4,3–4,9 oraz w obszarze I — obojętny do słabo zasadowego z pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> 6,8–7,5 i pH<sub>KCl</sub> 6,9–7,2.

Istotne zmiany stwierdzono w poziomach Ah1 na głębokości 2–5 cm, w którym widoczna jest alkalizacja środowiska w porównaniu z poziomami C i D. O zakresie zmian kwasowości świadczy różnica pH w III obszarze wynosząca między poziomami C i D a Ah1 dla pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> 2,5–3,2 jednostki a dla pH<sub>KCl</sub> 3,2–3,5 jednostek. W II obszarze różnica ta jest większa, dla pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> 2,7–3,8 jednostek i dla pH<sub>KCl</sub> 2,6–3,8 jednostek. W kompleksie I różnica ta jest najmniejsza, dla pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> 1,6–1,9 jednostek i dla pH<sub>KCl</sub> 1,2–2,5 jednostek. Zawartości C org. i N og. wykazują wyraźną tendencję do malejących wraz z malejącą kwasowością poziomom Ah (rys. 4).

W poziomach Ofh wszystkich badanych gleb całkowicie została zmieniona kwasowość, do ukształtowania odczynu obojętnego i słabo alkalicznego w III obszarze z pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub>



# ZAKRES BUFOROWOŚCI WG ULRICHA



Rys. 2. Kwasowość wymienna w 1990 r. w profilach gleb trzech badanych obszarów leśnych. Objaśnienia: 1 — Obszar I, 2 — Obszar II, 3 — Obszar III.

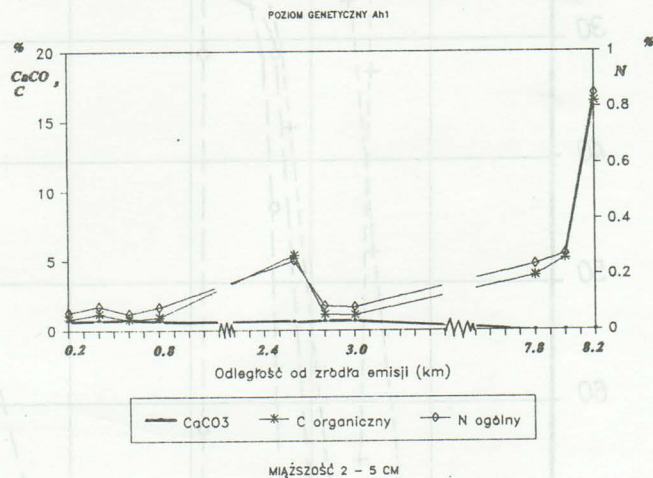
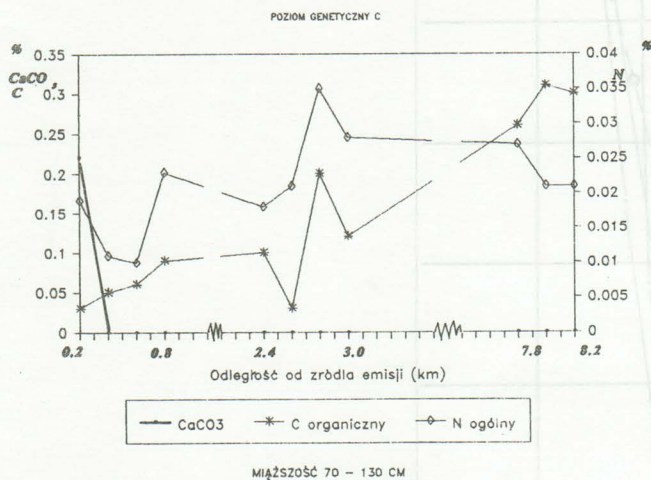
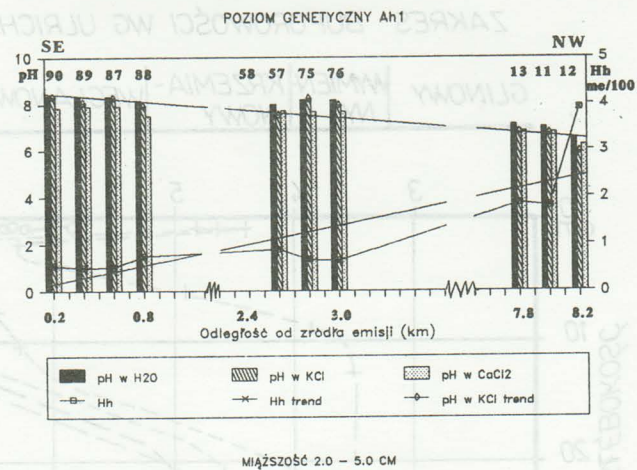
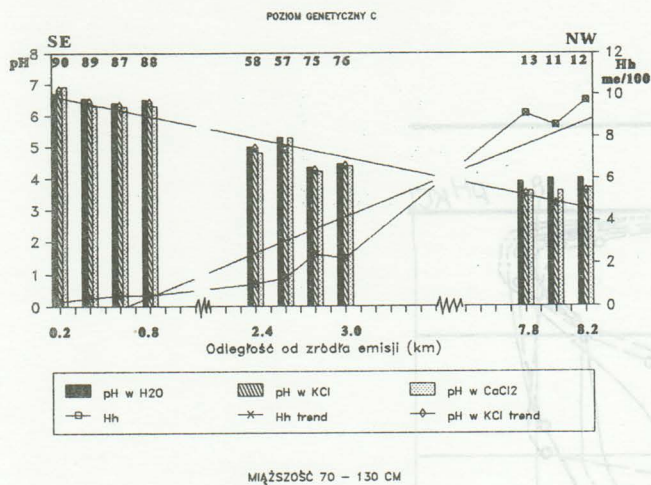
6,7–7,25 i  $pH_{KCl}$  6,3–6,9, słabo alkalicznego w obszarze II z  $pH_{H_2O}$  7,8–8,1 i  $pH_{KCl}$  7,6–8,0 oraz alkalicznego w obszarze I z  $pH_{H_2O}$  8,2–8,5 i  $pH_{KCl}$  8,2–8,3. W poziomie tym wyraźnie istnieje prosta liniowa zależność między zakumulowanym  $CaCO_3$  a odczynem gleby, odwrotna zależność istnieje między ilością  $CaCO_3$  a zawartością C org. i N og. (rys. 5).

Iglasta ściółka sosnowa w poziomie Ol w obszarze III, ma odczyn średnio kwaśny do bardzo silnie kwaśnego z  $pH_{H_2O}$  4,8–5,8 i  $pH_{KCl}$  4,4–4,8, w obszarze II odczyn średnio kwaśny do słabo zasadowego z  $pH_{H_2O}$  6,1–7,5

i  $pH_{KCl}$  5,9–7,4 oraz w obszarze I odczyn obojętny i słabo zasadowy z  $pH_{H_2O}$  7,1–7,3 i  $pH_{KCl}$  7,1–7,3. Podobnie, jak w poziomie Ofh zaznaczają się tu liniowe zależności między zakumulowanym  $CaCO_3$  a odczynem gleby i zawartością C org. i N og. (rys. 6).

Przesunięcie od odczynu kwaśnego w kierunku alkalizacji jest zatem następujące w poszczególnych poziomach glebowych: C,D ≤ Bv < AhBv < Ol < Ah3 < Ah2 < Ah1 < Ofh. Jeśli przyjmemy, że poziomy C,DiBv w glebach obszaru III mają kwasowość jeszcze najmniej zmienioną i zbliżoną do naturalnej z buforowością wymienną





Rys. 3. Kwasowość w poziomach C, D na głębokości 70-130 cm i jej związki z zawartością CaCO<sub>3</sub>, C org. i N og. w zależności od odległości od Zakładów Wapienniczo-Cementowych „Nowiny” w Sitkówce.

Rys. 4. Kwasowość w poziomie Ah1 na głębokości 2-5 cm i jej związki z zawartością CaCO<sub>3</sub>, C org. i N og. w zależności od odległości od Zakładów Wapienniczo-Cementowych „Nowiny” w Sitkówce.

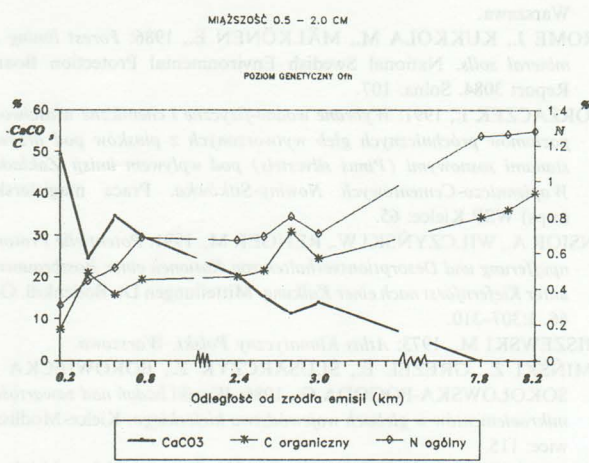
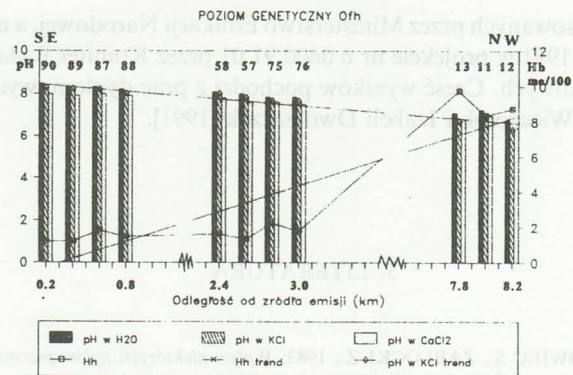
wg Ulricha [1981], wówczas w glebach kompleksu II nastąpiło zmniejszenie kwasowości i przesunięcie buforowości do krzemianowej, a w glebach obszaru I alkalizacja z przesunięciem do buforowości wapniowej (rys. 2). W poziomach Ah i Ofh natomiast we wszystkich badanych glebach buforowość została przesunięta do wapniowej, także w warstwie iglastej ściółki leśnej obszarów II i I. Jest to zjawisko nienaturalne dla warunków klimatu Polski i siedlisk borowych z dominacją sosny w drzewostanie.

Czynnikiem, który spowodował przedstawione przesunięcia kwasowości w kierunku alkalizacji gleb, pomimo istnienia zbiorowisk roślinnych borów, jest długotrwała emisja pyłu cementowego i węglanowego z ZWC „Nowiny” w Sitkówce. Otóż w obszarze I, położonym w odległości 0,2-0,8 km od źródła emisji, na całej głębokości badanych gleb do 135 cm stwierdzono obecność CaCO<sub>3</sub>, bardzo zróżnicowaną ilościowo i jakościowo w poszczególnych poziomach. W poziomie Ol zawartość CaCO<sub>3</sub> waha się od 5,2 do 8,1%, największa jest w poziomie Ofh od 24,4 do 49,4%, znacznie mniejsza w poziomie Ah1 od 0,6 do 0,7% w poziomie AhBv 0,4-0,5% i w poziomie C,D 0,2-0,4%. W najniższym położonym poziomie C,D, pomimo obecności CaCO<sub>3</sub> nieco mniejszej niż w poziomie Bv i E, odczyn jest słabo kwaśny. W glebach obszaru II w odległości 2,6-2,8 km od źródła emisji, zawartość CaCO<sub>3</sub> jest znacznie mniejsza,

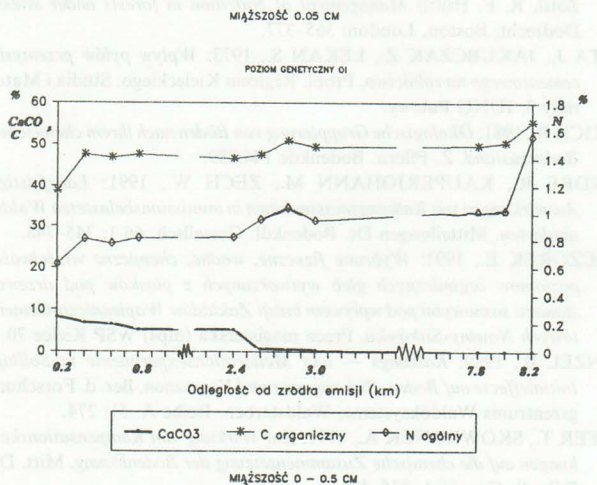
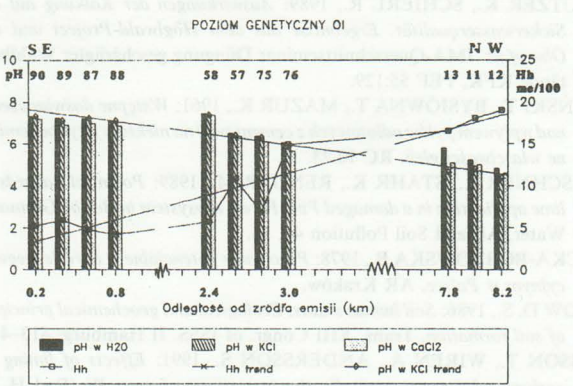
około 10.rotnie mniejsza w poziomie Ol od 0,35 do 0,52%, około dwukrotnie mniejsza w poziomie Ofh od 13,9 do 20,6%, a nieco mniejsza w poziomie Ah1 — 0,62%. W poziomach E, Bv, C i D, CaCO<sub>3</sub> nie występuje. Pomimo zawartości CaCO<sub>3</sub> odczyn poziomu Ol jest bardzo zróżnicowany lokalnie, od słabo zasadowego do słabo kwaśnego. Już w poziomie Ah2 odczyn jest słabo kwaśny, niezależnie od zawartości CaCO<sub>3</sub>. W glebach obszaru III, oddalonych 7,2-7,8 km od źródła emisji, poziom Ol nie zawiera CaCO<sub>3</sub>. Ten allochtoniczny składnik znajduje się jednak w poziomie Ofh w ilościach około 100.rotnie mniejszych od 0,2 do 0,4% CaCO<sub>3</sub>, niż w tym samym poziomie gleb kompleksu I oraz w poziomie Ah1 od 0,04 do 0,21 CaCO<sub>3</sub>, pomimo, że poziom te mają odczyn obojętny i słabo kwaśny.

Z przedstawionego omówienia rozmieszczenia CaCO<sub>3</sub> w profilach badanych gleb wynika, że pył cementowy jest stosunkowo słabo podatny na rozpuszczające działanie kwaśnego środowiska glebowego, dzięki czemu alkalizacja gleby następuje przy zawartości CaCO<sub>3</sub> większej od 0,5%. Migracja pyłu cementowego w profilu glebowym jest wydatnie ograniczona przez poziom Ofh. Ten poziom, zazwyczaj zasobniejszy w wodę, jest mechanicznym filtrem, absorbującym cząstki cementu. Przy większej ich zawartości następuje cementacja tego poziomu.

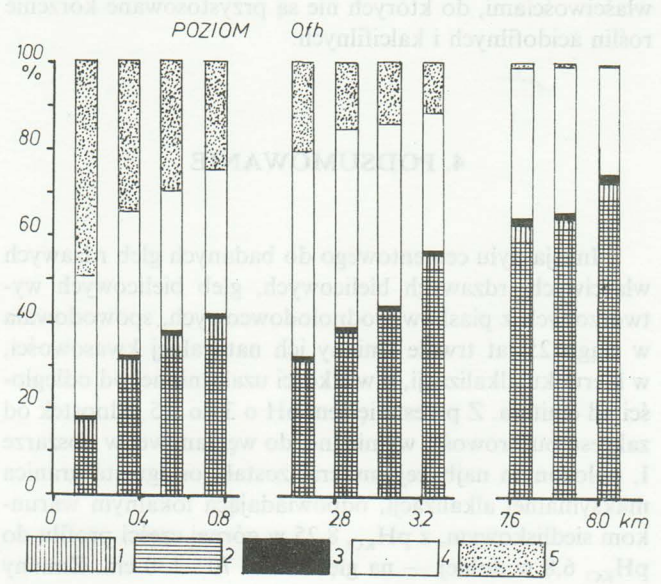
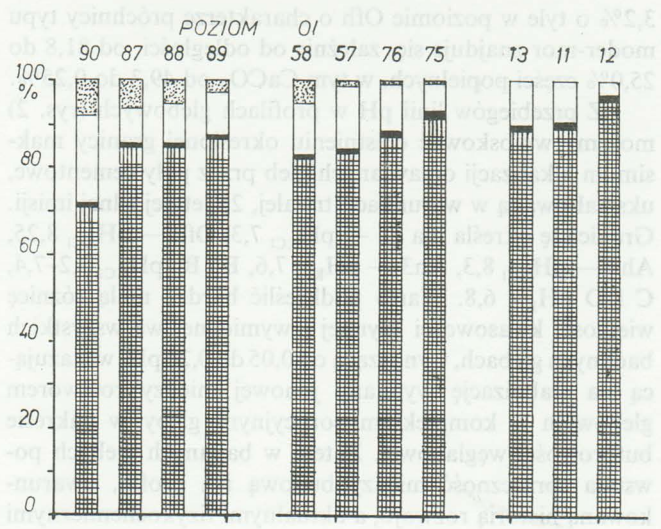




Rys. 5. Kwasowość w poziomie Ofh na głębokości 0,5-2 cm i jej związki z zawartością CaCO<sub>3</sub>, C org. i N og. w zależności od odległości od Zakładów Wapienniczo-Cementowych „Nowiny” w Sitkowie.



Rys. 6. Kwasowość w poziomie OI na głębokości 0-0,5 cm i jej związki z zawartością CaCO<sub>3</sub>, C org. i N og. w zależności od odległości od Zakładów Wapienniczo-Cementowych „Nowiny” w Sitkowie.



Rys. 7. Stosunki ilościowe materii organicznej i składników mineralnych w poziomach OI i Ofh w zależności od odległości od Zakładów Wapienniczo-Cementowych „Nowiny” w Sitkowie.

Objaśnienia: 1 — Straty na żarzeniu, 2 — Zawartość materii organicznej (C org. × 1724), 3 — Zawartość N og., 4 — Składniki popielne, 5 — Zawartość CaCO<sub>3</sub> w składnikach popielnych.

Przenikanie drobnych cząstek cementu przez filtr poziomu Ofh jest, według danych Weyera i Skowronka [1991], możliwe z wodami deszczowymi infiltrującymi w głąb gleby przesuszonej, znajdującej się w stanie hydrofobowym. Liczne doświadczenia z wapnowaniem lasów iglastych, np. Derome i in. [1986], Gensjora i in. [1991], Wenzela i in. [1989], Perssona i in. [1991], wskazują wprawdzie na jego długotrwałe działanie na właściwości gleb, głównie jednak w obrębie nadkładu organicznego i w poziomie Ah. Z rys. 2 wynika, że szybkość i zakres alkalizacji w środowisku gleb rdzawych i bielcowych wytworzonych z piasków, pod wpływem 25 lat trwającej emisji pyłów cementowych, zależała od wielkości opadu oraz zawartości i jakości materii organicznej w profilu glebowym. Najwyraźniej zależności te przedstawia porównanie stosunków ilościowych między materią organiczną, azotem i składnikami popielnymi, z zawartym w nich allochtonicznym CaCO<sub>3</sub> (rys. 7). O ile w świeżej ściółce leśnej, składającej się głównie z igliwia sosny, na powierzchni gleby zawartość części popielnych z CaCO<sub>3</sub> z odległością od źródła emisji maleje od 28,1 do



3,2% o tyle w poziomie Ofh o charakterze próchnicy typu moder-mor znajduje się, zależnie od odległości, od 81,8 do 25,0% części popielnych, w tym  $\text{CaCO}_3$  od 49,3 do 0,25%.

Z przebiegów linii pH w profilach glebowych (rys. 2) możemy wnioskować o istnieniu określonej granicy maksimum alkalizacji omawianych gleb przez pyły cementowe, ukształtowaną w warunkach trwałej, 25 letniej silnej imisji. Granicę tę określa dla Ol —  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  7,3, Ofh —  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  8,25, Ah1 —  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  8,3, Ah3 —  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  7,6, E i Bv  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  7,2–7,4, C i D  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  6,8. Warto podkreślić bardzo małą różnicę wielkości kwasowości czynnej i wymiennej we wszystkich badanych glebach, wynoszącą od 0,05 do 0,20 pH, wskazującą na stabilizację wymiany jonowej między roztworem glebowym a kompleksem sorpcyjnym gleby w zakresie buforowości węglanowej. Zatem w badanych glebach powstała sprzeczność między budową ich profili, uwarunkowaną historią rozwoju, a aktualnymi fizykochemicznymi właściwościami, do których nie są przystosowane korzenie roślin acidofilnych i kalcifilnych.

#### 4. PODSUMOWANIE

Imisja pyłu cementowego do badanych gleb rdzawych właściwych, rdzawych bielcowych, gleb bielcowych wytworzonych z piasków wodnolodowcowych, spowodowała w ciągu 25 lat trwałe zmiany ich naturalnej kwasowości, w kierunku alkalizacji, o wielkości uzależnionej od odległości od emitera. Z przesunięciem pH o 3 do 3,5 jednostek od zakresu buforowości wymiennej do węglanowej w obszarze I, położonym najbliżej emitera, została osiągnięta granica maksymalnej alkalizacji, odpowiadająca lokalnym warunkom siedliskowym, z  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  8,25 w górnej części profilu do  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  6,8 w dolnej — na głębokości 70–130 cm. Zmiany właściwości fizykochemicznych badanych gleb, szczególnie w obszarze I, należą do długotrwałych i trudno odwracalnych, co wiadomo z badań nad wpływem jednorazowego wapnowania na poziomy Ol, Ofh, Ah i Bv gleb leśnych. W latach suchych, w tych glebach nasyconych wapniem, mogą powstawać humiany wapnia o charakterze i właściwościach kwasów fulwowych, co wg Orłowa [1986] ma miejsce w suchych stepach i półpustyniach. Pomimo zachowania starej budowy profilu i egzystencji drzewostanów sosnowych, w dynamice procesów glebowych nastąpiło daleko idące przesunięcie w kierunku nowego środowiska. Do skutków tego przesunięcia należy zaznaczające się zmniejszanie zawartości materii organicznej ze wzrostem alkalizacji i akumulacji  $\text{CaCO}_3$  oraz malejące zasoby N og. W związku z tym następuje poszerzenie stosunków C:N, wskazujące na pogarszanie się warunków aktywności biologicznej w glebie, oraz wzrost znaczenia w rozwoju gleby abiotycznych procesów chemicznych i fizykochemicznych. Gleby wytworzone z piasków nasycone Ca charakteryzują się niską wolną energią wymiany i słabym wiązaniem tego pierwiastka, co przy dużej aktywności Ca w roztworze glebowym powoduje łatwą jego migrację w profilu glebowym, wchodzenie w reakcje z kwasami próchnicznymi i wolnymi pierwiastkami, szczególnie z metalami ciężkimi.

Podziękowanie. Przedstawiona praca jest fragmentem badań inwentaryzacyjnych w zlewni rzeki Bobrzyczy, realizowana w latach 1988–1990 w ramach badań wyprzedzających

finansowanych przez Ministerstwo Edukacji Narodowej, a od roku 1991 w projekcie nr 6 0600 91 01 przez Komitet Badań Naukowych. Część wyników pochodzi z prac dyplomowych Ewy Wieczorek i Izabeli Dworzaczek [1991].

#### 5. LITERATURA

- BOROWIEC S., ZABŁOCKI Z., 1983: *Wpływ niektórych pyłów przemysłowych na właściwości chemiczne gleb leśnych*. Roczn. Gleb. 24. 3. Warszawa.
- DEROME J., KUKKOLA M., MÄLKÖNEN E., 1986: *Forest liming on mineral soils*. National Swedish Environmental Protection Board. Report 3084. Solna: 107.
- DWORZACZEK I., 1991: *Wybrane wodno-fizyczne i chemiczne właściwości poziomów próchnicznych gleb wytworzonych z piasków pod drzewostanami sosnowymi (Pinus silvestris) pod wpływem imisji Zakładów Wapienniczo-Cementowych Nowiny-Sitkówka*. Praca magisterska, (mps) WSP Kielce: 65.
- GENSIOR A., WILCZYŃSKI W., RENGIER M., 1991: *Potentielle Protonepufferung und Desorptionsverhalten von Kationen einer Rostbraunerde unter Kiefernforst nach einer Kalkung*. Mitteilungen Dt. Bodenkdl. Ges. 66. 1:307–310.
- JANISZEWSKI M., 1973: *Atlas Klimatyczny Polski*. Warszawa.
- KAMIŃSKI Z., GREZEL E., ŚLUSARCZYK Z., BOROWIECKA J., SOKOŁOWSKA-POGODA G., 1986: *Wyniki badań nad zawartością mikroelementów w glebach województwa kieleckiego*. Kielce-Modliszewice: 115.
- KOWALKOWSKA A., RUBINOWSKI Z., 1991: *Ocena skutków oddziaływania przemysłu wydobywczego-przetwórczego surowców skalnych i komunalnej oczyszczalni ścieków w Sitkowie na środowisko przyrodnicze w centralnej części Kieleckiego Okręgu Eksploatacji*. Synteza. KTN. Kielce: 101.
- KREUTZER K., SCHIERL R., 1989: *Auswirkungen der Kalkung auf die Sickerwasserqualität. Ergebnisse aus dem Höghwald-Project und der Oberpfalz*. IMA-Querschnittseminar Düngung geschädigter Waldbestände KFK, PEF 55:129.
- LITYŃSKI T., BYSIÓWNA T., MAZUR K., 1961: *Wstępne doświadczenia nad wpływem pyłów odlotowych z cementowni na niektóre fizykochemiczne właściwości gleb*. RC 10.23.
- MARSCHNER R., STAHR K., RENGIER M., 1989: *Potential hazards of lime application in a damaged Pine Forest ecosystem in Berlin, Germany*. Water, Air and Soil Pollution 48, 25.
- OLECKA-BOBROWSKA B., 1978: *Parowanie potencjalne w okresie wegetacyjnym w Polsce*. AR Kraków.
- ORŁOW D. S., 1986: *Soil humus status, Ecological and geochemical principles of soil formation*. Trans. XIII Congr. of ISSS. II Hamburg: 413–414.
- PERSSON T., WIREN A., ANDERSSON S., 1991: *Effects of liming on carbon and nitrogen mineralisation in coniferous forests*. W: (Red. H. W. Zöttl, R. F. Hüttl) *Management of Nutrition in forests under stress*. Dordrecht, Boston, London: 365–377.
- SIUTA J., JAKUBCZAK Z., LEKAN S., 1973: *Wpływ pyłów przemysłu cementowego na rolnictwo*. Probl. Regionu Kieleckiego. Studia i Materiały 3. IUNG Puławy.
- ULRICH B., 1981: *Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand*. Z. Pflern. Bodenkde 144:289.
- VANDRE R., KAUPERJOHANN M., ZECH W., 1991: *Langfristige Auswirkungen von Kalkungsmaßnahmen in immissionsbelasteten Waldstandorten*. Mitteilungen Dt. Bodenkdl. Gessellsch. 66 1: 745–748.
- WIECZOREK E., 1991: *Wybrane fizyczne, wodne, chemiczne właściwości poziomów organicznych gleb wytworzonych z piasków pod drzewostanami sosnowymi pod wpływem imisji Zakładów Wapienniczo-Cementowych Nowiny-Sitkówka*. Praca magisterska (mps) WSP Kielce 70.
- WENZEL B., 1989: *Kalkungs — und Meliorationsexperimente in Solling. Initialeffekte auf Boden, Sickerwasser und Vegetation*. Ber. d. Forschungszentrums Waldökosysteme, Waldsterben. Reihe A. 51: 274.
- WEYER T., SKOWRONEK A., 1991: *Zur Wirkung von Kompensationskalkungen auf die chemische Zusammensetzung der Bodenlösung*. Mitt. Dt. Bdkndl. Ges. 66 1: 935–438.
- ZARĘBA R., 1976: *Zmiany w szacie roślinnej Polski oraz w składzie botanicznym biocenozy leśnych wywołane procesami gospodarczymi*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 177



ŻUROWSKI K., CYWICKA K., 1991: *Ekspertyza stanu zapylenia rejonu ograniczonego Pasmem Zgórsko-Dymińskim, drogą Kielce-Morawica i miastami: Brzeziny, Radkowice, Chęciny, Słowik w latach 1981–1989*. W: Red. A. KOWALKOWSKI, Z. RUBINOWSKI: *Ocena skutków oddziaływania przemysłu wydobywczo-przetwórczego surowców skalnych i komunalnej oczyszczalni ścieków w Sitkowie na środowisko przyrodnicze w centralnej części KOE*. Synteza. Kielce.

## Forest soil acidity changes under the influence of calcareous-cement industry emission in the Bobrzyczka river catchment

### SUMMARY

In three forest complexes (Fig. 1) situated in the direction NW to the distance 7,2–8,2 km from the emitter of the lime-cement Plant Nowiny-Sitkówka were investigated in the years 1990–1991 in the horizons O<sub>l</sub>, O<sub>fh</sub> and Ah of rusty and podzolic soils formed from fluvio-glacial sands, the content of CaCO<sub>3</sub>, pH, hydrolytic acidity, and the total content of organic carbon and nitrogen. From the plots of pH<sub>KCl</sub> in the profiles of the investigated soils, inferences were made about the formation (during 25 years of cement dust emission) of maximum border of alkalization which was for O<sub>l</sub> — pH 7,3, O<sub>fh</sub> — pH 8,25, Ah<sub>1</sub> — pH 8,3, Ah<sub>3</sub> — pH 7,6, E and B<sub>v</sub> — pH 7,2–7,4, C and D — pH 6,8 (Fig. 2). The quantities of active and exchange acidity display very small differences ranging from 0,05 to 0,20 pH (Fig. 3,4,5,6). A shift of pH value in all the investigated soils ranged 3 to 3,5 pH units from exchange to carbonate buffering capacity. In an area situated to 1 km from the emitter, the maximum level of soil alkalization was achieved. The succession increasing alkalization of the particular investigated horizons is as follows: C, D ≤ B<sub>v</sub> < AhB<sub>v</sub> < O<sub>l</sub> < Ah<sub>3</sub> < Ah<sub>2</sub> < Ah<sub>1</sub> < O<sub>fh</sub>. With an increasing CaCO<sub>3</sub> content and alkalization the resources of organic matter and nitrogen are decreasing, and the ratio C:N rises (Fig. 7). This indicates a deterioration of the conditions of biological activity and an increase in the importance of abiotic chemical and physical processes in the development of alkalized soils.