

ANNA ŚWIERCZ

# ANTROPOGENICZNE ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNYCH GLEB NA WYBRANYCH POWIERZCHNIACH OBNIŻEŃ CHĘCIŃSKICH

## ANTHROPOGENIC CHANGES IN CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS ON SELECTED AREAS OF THE CHĘCIŃSKIE LOWLAND

Samodzielny Zakład Ochrony i Kształtowania Środowiska,  
Akademia Świętokrzyska w Kielcach

*Abstract:* In order to determine dynamics of transformations of soils exposed to strong many-years' industrial pressure, comparative studies were conducted on five soil profiles located 400 m–2,5 km away from the “Nowiny” Cement Plant. Some properties of soils determined in 1978 were compared with respective values from 2005. The studies were conducted on 5 profiles with diverse mechanical composition, pedogenesis and profile structure. Significant changes in  $\text{CaCO}_3$ , Corg and total phosphorus contents, pH value, exchangeable and hydrolytic acidity and saturation of sorption complex with alkaline cations were revealed. These changes were the largest in the active surface soil horizons to the depth of 25 cm in Haplic Podzol and Haplic Luvisol soils with low buffering capacity.

*Słowa kluczowe:* właściwości chemiczne, gleby uprawne, przekształcenia antropogeniczne.

*Key words:* chemical properties, cultivated soils, anthropogenic transformations.

### WSTĘP

Zmiany właściwości chemicznych i fizycznych w glebach uprawianych rolniczo dają się zauważyć w przypadku gleb piaszczystych po 10–15 latach [Reiman i in. 1974; Szafranek 2000] lub po upływie 20 lat w przypadku gleb wytworzonych z osadów gliniastych [Porębska, Ostrowska 2000]. Zmiany, szczególnie właściwości chemicznych, można stwierdzić w zdecydowanie krótszym czasie, jeżeli na przekształcenia właściwości gleb poddawanych zabiegom agrotechnicznym nakładają się dodatkowo emisje przemysłowe [Szerszeń i in. 2004; Stojek 2005; Świercz 2005a,b]. Często zmiany te prowadzą do silnej degradacji gleb i całkowitego przemodelowania pierwotnych

właściwości gleby [Siuta, Kucharska 1996]. Problem zakresu i trwałości zmian chemicznych jest bardzo złożony, ze względu na wielość przyczyn, nakładanie się procesów i wzajemnych zależności wewnątrz trójfazowego tworzywa glebowego.

Celem pracy było porównanie podstawowych właściwości fizykochemicznych gleb uprawnych o różnym składzie granulometrycznym, odmiennej genezie i przynależności typologicznej pozostających pod wpływem alkalicznej emisji pyłów cementowo-wapiennych w porównaniu z wynikami badań archiwalnych.

## MATERIAŁ I METODY

Zakres prac obejmował prace terenowe, pobranie próbek glebowych i analizę właściwości fizykochemicznych. Badania porównawcze wykonano w 5 profilach zlokalizowanych w odległości od 400 m do 2,5 km od Cementowni „Nowiny” w obrębie mikroregionu Obniżenia Chęcińskie.

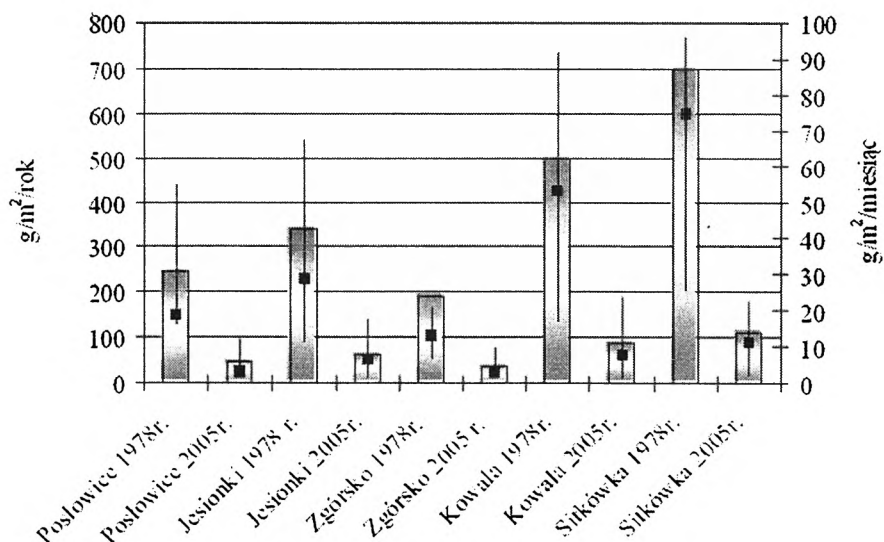
W powietrznie suchych próbkach zbadano: uziarnienie części szkieletowych i frakcji piasków metodą sitową, zaś frakcji pyłowych i spławialnych – metodą areometryczną Casagrande`a w modyfikacji Prószyńskiego, pH w  $H_2O$  oraz  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  KCl metodą potencjometryczną, zawartość  $CaCO_3$  metodą objętościową Scheiblera, zawartość węgla organicznego w poziomach mineralnych metodą Tiurina, zaś w poziomach organicznych – metodą Altena, zawartość azotu ogólnego po mineralizacji metodą Kjeldahla, kwasowość hydrolityczną (Hh) metodą Kappena w  $0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  roztworze  $Ca(CH_3COO)_2$ , sumę zasadowych kationów wymiennych (S) w roztworze  $0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $NH_4Cl$  o pH 8,2. Obliczono pojemność sorpcyjną (T) i stopień wysycenia gleb zasadami (V). Oznaczono także zawartość składników przyswajalnych:  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  wg metody Egnera-Riehma oraz  $MgO$  wg metody Schachtschabela [Kowalkowski, Swańdek 1991].

Obliczono także średnioroczne wartości opadu pyłu w miejscach poboru próbek glebowych (na podstawie pomiarów Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej za rok 1978 oraz badań własnych i laboratorium chemicznego Cementowni Nowiny za rok 2005).

Wyniki badań z 1977 i 1978 r. pochodzą z opracowania archiwalnego (niepublikowany maszynopis) dra M. Swańdka oraz dra I. Janowskiego z Instytutu Geografii Akademii Świętokrzyskiej.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Głównym źródłem zanieczyszczenia gleb w badanym rejonie są cementownia „Nowiny” oraz zakłady wapiennicze Kowala i Trzuskawica, zakłady produkcji elementów budowlanych w Dyminach oraz szereg drobnych kamieniołomów rozproszonych w terenie [Świercz 2005]. Na obszarze badań w 1978 r. całkowita emisja pyłów cementowo-wapienniczych wahała się od 55 do 90 000 ton, a ponadnormatywny opad pyłów (przekraczający  $250 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2}$ ) obejmował ponad  $38 \text{ km}^2$  [Janowski, Swańdek 1978]. Do gleb dostawało się miesięcznie od 11,1 do  $91,9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  pyłu, przy depozycji rocznej wahającej się od  $190,7$  do  $651,4 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  (rys. 1). W 2005 r.



RYSUNEK 1. Rzeczywisty roczny oraz miesięczny opad pyłu w  $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$  w wybranych punktach badawczych

FIGURE 1. The real one year's and monthly dust fall in chosen study points

depozycja roczna zmalała około 6-krotnie i wahała się w zależności od odległości od emitorów pyłów od  $35,2$  do  $111,5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ , przy wartościach miesięcznych nieprzekraczających  $10,9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ .

Badane gleby należą do gleb litogenicznych, autogenicznych, hydrogenicznych i napływowych. Powstały z różnych utworów macierzystych, charakteryzują się odmienną gospodarką wodną i są użytkowane rolniczo (tab. 1).

Nie stwierdzono różnic systematycznych między wynikami archiwalnymi i obecnymi jedynie nazwy poziomów glebowych obowiązujące w 1978 r. dostosowano do współczesnych standardów. Rozbieżności w wynikach analizy składu granulometrycznego nie przekraczają 3–4% i mieszczą się w zakresie błędu analitycznego (tab. 2).

Uziarnienie badanych gleb jest zróżnicowane. Są to gleby wytworzone z utworów piaszczystych (profil 3, 4), utworów pyłowych (profil 1, 2) oraz gliniastych (profil 5). Wieloletnia emisja pyłów cementowo-wapienniczych odznaczających się znaczną gęstością właściwą  $>2,9 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  [Świercz 2005] nie wpływa na zmianę składu granulometrycznego omawianych gleb, choć zjawisko wzrostu agregacji cząstek glebowych pod wpływem intensywnego wapnowania gleb leśnych w wyniku silnego „zaszlamowania” ich poziomów powierzchniowych było opisywane w literaturze [Persson i in. 1995].

Działalność człowieka w rejonie eksploatacji surowców wapienniczych spowodowała istotne zmiany właściwości chemicznych i zakłócenie rytmu naturalnych przemian zachodzących w środowisku glebowym. Wyrazem tych zmian są obecne właściwości chemiczne gleb (tab. 3) odbiegające od stwierdzonych w 1978 r.

Jednym ze wskaźników antropopresji w glebach jest odczyn. W 1978 r. badane gleby odznaczały się zróżnicowanym  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  zawierającym się w przedziale 4,35 do 7,30.

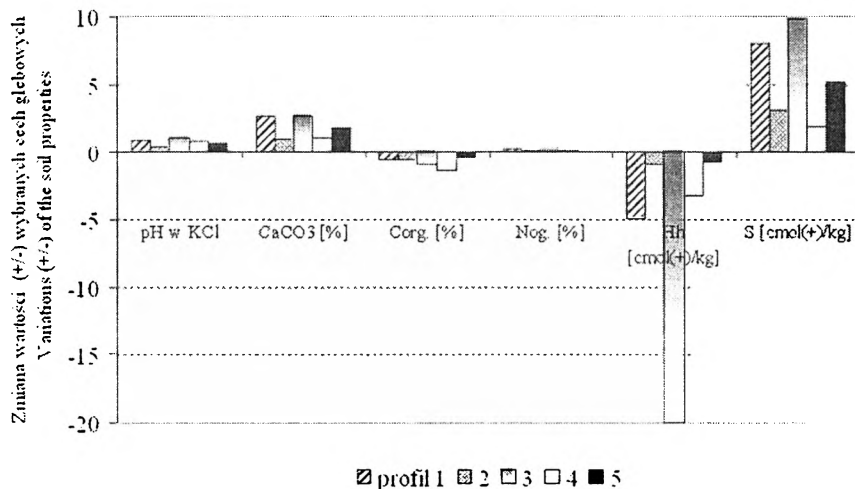
TABELA 1. Ogólna charakterystyka gleb  
TABLE 1. General characteristic of soils

| Nr Profilu<br>Profile No | Poziomy genetyczne<br>Genetic horizons | Typ i podtyp<br>Type                               | Rodzaj<br>Kind                                | Gatunek<br>Species  | Rodzaj użytku<br>Kind of the use    |
|--------------------------|--|--|---|---|-------------------------------------|
| Profil 1<br>Posłowice    | Ap-Eet-Bt-BC                           | Płowa właściwa*<br><i>Haplic Luvisol</i> **        | less loess                                    | pył zwykły<br>basic silt  | użytek rolny<br>farm land<br>RIVa P |
| Profil 2<br>Jesionki     | Ap-AC-CA-Cgg                           | Mada rzeczna próchniczna<br><i>Mollic Fluvisol</i> | aluwia rzeczne<br>fluvial alluvia             | pył zwykły na piaskach gliniastych mocnych<br>basic silt covering loamy sands                               | użytek zielony<br>grassland<br>3zF  |
| Profil 3<br>Zgórsko      | Ap-Ees-Bhfe-C                          | Bielicowa właściwa<br><i>Haplic Podzol</i>         | piaski fluwio-glacjane<br>fluvioglacial sands | piasek słabo gliniasty przewarstwiony piaskiem luźnym<br>poorly loamy sands covering stratified loose sands | użytek rolny<br>farm land<br>RV A   |
| Profil 4<br>Kowala       | AM-Amu-Gr                              | Murszowata właściwa<br><i>Arenti-humic gleysol</i> | piaski rzeczne<br>fluvial sands               | piasek gliniasty lekki<br>light loamy sands   | użytek zielony<br>grassland<br>3zM  |
| Profil 5<br>Sitkówka     | Ap-ACca-Cca                            | Rędzina właściwa<br><i>Rendzic Leptosol</i>        | wapień dewońskie<br>Devonian limestones       | glina lekka, szkieletowa na utworze szkieletowo-gliniastym<br>medium clay covering skeleton clay            | użytek rolny<br>farm land<br>RIVb G |

\*Systematyka Gleb Polski 1989, \*\* WRB 2003

W 2005 r. pH gleb uległo wyraźnemu wzrostowi i kształtowało się od 6,03 do 8,01  $pH_{KCl}$ , przy czym wszystkie poziomy próchniczne odznaczały się odczynem obojętnym i zasadowym. Wartość pH uległa najsilniejszej zmianie w profilu gleby bielicowej, a następnie płowej. Należy zauważyć, że zwykle w glebach uprawianych rolniczo, szczególnie w przypadku gleb wytworzonych z utworów piaszczystych, pH ma tendencję do obniżania się [Hanes 1995; Szafranek, Skłodowski 1998; Stojek 2005]. Jedynie w profilu rędziny właściwej (rys. 2), będącej glebą o wysokich zdolnościach buforowych i naturalnie wysokim pH, odczyn zmienił się w najmniejszym stopniu.

W 1978 r. węglany były obecne w powierzchniowych poziomach glebowych (profil 1, 2, 3, 5) w ilościach od 0,08 do 15,89%. Jedynie w profilu rędziny właściwej zawartość  $CaCO_3$  należy uznać za względnie naturalną. Pomiary przeprowadzone w 1978 r.



RYSUNEK 2. Zmiana wartości (+/-) cech glebowych w poziomie A badanych profili w latach 1978–2005

FIGURE 2. Variations (+/-) of the selected soil properties in the A horizons in the years 1978–2005

TABELA 2. Skład granulometryczny badanych gleb  
TABLE 2. Granulometric composition of investigated soils

| Profil nr<br>Profile<br>No. | Poziom<br>genetyczny<br>Genetic<br>horizon | Głębokość<br>Depth<br>[cm] | % frakcji o średnicy w mm – % of fraction with dia in mm |             |              |               |                |                 |        |
|-----------------------------|--|----------------------------|--|-------------|--------------|---------------|----------------|-----------------|--------|
|                             |  |                            | >1,0   | 1,0<br>–0,1 | 0,1<br>–0,05 | 0,05<br>–0,02 | 0,02<br>–0,005 | 0,005<br>–0,002 | <0,002 |
| 1                           | A  | 0–15                       | 0,2  | 26,0        | 11,0         | 36,0          | 14,0           | 4,0             | 9,0    |
|                             | Eet  | 15–45                      | 0,3  | 29,0        | 19,0         | 36,0          | 7,0            | 3,0             | 6,0    |
|                             | Bt   | 45–60                      | 0,3  | 26,0        | 24,0         | 32,0          | 9,0            | 1,0             | 8,0    |
|                             | BC   | 60–120                     | 0,0  | 14,0        | 9,0          | 45,0          | 16,0           | 6,0             | 10,0   |
| 2                           | A  | 0–17                       | 0,3  | 34,0        | 16,0         | 30,0          | 10,0           | 5,0             | 5,0    |
|                             | AC   | 17–30                      | 0,4  | 59,0        | 14,0         | 16,0          | 4,0            | 1,0             | 6,0    |
|                             | CA   | 30–50                      | 0,0  | 77,0        | 10,0         | 8,0           | 1,0            | 1,0             | 3,0    |
|                             | Cgg  | 50–70                      | 0,1  | 63,0        | 7,0          | 10,0          | 2,0            | 3,0             | 15,0   |
| 3                           | A  | 0–12                       | 0,0  | 89,0        | 5,0          | 1,0           | 2,0            | 2,0             | 1,0    |
|                             | Ees  | 12–28                      | 0,2  | 90,0        | 4,0          | 2,0           | 1,0            | 1,0             | 2,0    |
|                             | Bhfe                                       | 28–48                      | 0,3  | 89,0        | 4,0          | 1,0           | 1,0            | 3,0             | 2,0    |
|                             | C  | 48–110                     | 0,2  | 92,0        | 3,0          | 2,0           | 1,0            | 1,0             | 1,0    |
| 4                           | AM   | 0–16                       | 0,0  | 71,0        | 8,0          | 9,0           | 4,0            | 4,0             | 4,0    |
|                             | Amu  | 16–55                      | 0,0  | 68,0        | 13,0         | 5,0           | 4,0            | 2,0             | 8,0    |
|                             | Gr   | 55–110                     | 0,2  | 86,0        | 7,0          | 3,0           | 1,0            | 1,0             | 2,0    |
| 5                           | A  | 0–10                       | 12,7   | 47,0        | 10,0         | 19,0          | 1,0            | 10,0            | 13,0   |
|                             | Acca                                       | 10–21                      | 18,3   | 45,0        | 15,0         | 2,0           | 5,0            | 8,0             | 25,0   |
|                             | Cca  | 21–35                      | 28,0   | --          | --           | --            | --             | --              | --     |

TABELA 3a. Niektóre właściwości chemiczne badanych gleb (wyniki analiz z 1978 r.)  
 TABLE 3a. Some chemical properties of the investigated soils (results of analyses from the year 1978)

| Nr<br>profilu<br>Profile<br>No. | Poziom<br>genetyczny<br>Genetic<br>horizon | Głębokość<br>Depth<br>[cm] | pH               |      | CaC <sub>3</sub><br>[%] | C <sub>org</sub><br>Org.C<br>[g · kg <sup>-1</sup> ] | N <sub>ow</sub><br>N <sub>tot</sub> | C :<br>N | Hh<br>[cmol (+) · kg <sup>-1</sup> ] | S<br>BC | T<br>CEC | V<br>BS<br>[%] | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>[mg · kg <sup>-1</sup> ] | K <sub>2</sub> O | Mg O |
|---------------------------------|--|----------------------------|------------------|------|-------------------------|--|-------------------------------------|----------|--------------------------------------|---------|----------|----------------|---|------------------|------|
|                                 |  |                            | H <sub>2</sub> O | KCl  |                         |  |                                     |          |                                      |         |          |                |   |                  |      |
|                                 |  |                            |                  |      |                         |  |                                     |          |                                      |         |          |                |   |                  |      |
| 1                               | A  | 0-15                       | 7,12             | 6,11 | 0,17                    | 179,1  | 89,2                                | 2,0      | 8,02                                 | 13,2    | 21,22    | 62,21          | 5,05  | 6,0              | 3,70 |
|                                 | Eet  | 15-45                      | 7,21             | 5,91 | 0,08                    | 111,4  | 23,2                                | 4,8      | 2,31                                 | 7,1     | 9,4      | 75,53          | 0,20  | 5,0              | 9,75 |
|                                 | Bt   | 45-60                      | 6,91             | 5,99 | 0,12                    | 88,0-  | 11,4                                | 8,0      | 3,12                                 | 11,4    | 14,4     | 78,2           | 0,10  | 3,0              | 7,15 |
|                                 | BC   | 60-120                     | 6,88             | 5,89 | 0,0                     | -  | -                                   | -        | 3,70                                 | 7,10    | 10,8     | 65,7           | 0,12  | 2,2              | 5,92 |
| 2                               | A  | 0-17                       | 7,18             | 7,00 | 0,12                    | 302,1  | 91,1                                | 3,3      | 2,90                                 | 10,7    | 13,6     | 78,68          | 5,52  | 5,0              | 2,00 |
|                                 | AC   | 17-30                      | 5,67             | 4,71 | 0,0                     | 290,0  | 12,0                                | 24,2     | 1,11                                 | 9,6     | 10,7     | 89,72          | 1,00  | 1,50             | 5,95 |
|                                 | CA   | 30-50                      | 5,91             | 5,98 | 0,0                     | 186,2-   | 9,1                                 | 20,7     | 0,80                                 | 14,8    | 15,6     | 94,87          | 0,30  | 2,50             | 3,25 |
|                                 | Cgg  | 50-70                      | 5,78             | 5,61 | 0,0                     | -  | -                                   | -        | 1,30                                 | 7,3     | 8,6      | 84,90          | 0,10  | 2,15             | 2,50 |
| 3                               | A  | 0-12                       | 7,21             | 6,51 | 1,10                    | 207,1  | 87,0                                | 2,4      | 21,72                                | 26,7    | 48,4     | 55,17          | 13,00   | 10,0             | 5,10 |
|                                 | Ees  | 12-28                      | 6,51             | 5,89 | 0,0                     | 41,1   | 6,3                                 | 6,8      | 2,15                                 | 5,12    | 7,27     | 70,43          | 0,70  | 0,50             | 2,12 |
|                                 | Bhfe                                       | 28-48                      | 5,21             | 4,50 | 0,0                     | 32,0-  | 4,4                                 | 8,0      | 4,57                                 | 1,12    | 5,69     | 19,68          | 0,10  | 0,50             | 4,22 |
|                                 | C  | 48-110                     | 5,19             | 4,35 | 0,0                     | -  | -                                   | -        | 5,14                                 | 0,75    | 5,89     | 3,10           | 0,10  | 0,31             | 2,10 |
| 4                               | AM   | 0-16                       | 6,51             | 6,11 | 0,0                     | 998,0-   | 89,4                                | 11,2     | 10,60                                | 44,3    | 54,9     | 80,69          | 2,40  | 5,00             | 7,40 |
|                                 | Amu  | 16-55                      | 6,05             | 6,07 | 0,0                     | 212,1  | 13,9                                | 16,3     | 2,81                                 | 21,2    | 24,01    | 88,30          | 0,70  | 4,00             | 6,20 |
|                                 | Gr   | 55-110                     | 6,00             | 5,77 | 0,0                     | -  | -                                   | -        | 2,10                                 | 16,2    | 18,3     | 88,50          | 0,55  | 3,30             | 4,10 |
| 5                               | A  | 0-10                       | 8,02             | 7,30 | 15,89                   | 264,3  | 114,8                               | 2,3      | 2,66                                 | 66,6    | 69,26    | 96,16          | 0,41  | 5,0              | 3,95 |
|                                 | Acca                                       | 10-21                      | 8,66             | 7,41 | 13,6                    | 13,1   | 34,0                                | 3,9      | 0,96                                 | 38,3    | 39,26    | 97,55          | 0,51  | 5,5              | 4,10 |
|                                 | Cca  | 21-35                      | 8,78             | 7,71 | -                       | -  | -                                   | -        | -                                    | -       | -        | -              | -   | -                | -    |

TABELA 3 b. Wyniki analiz z 2005 r. – TABLE 3b. Results of analyses with the year 2005

| Nr profilu<br>Profile No. | Poziom genetyczny<br>Genetic horizon | Głębokość<br>Depth [cm] | pH               |      | CaC <sub>3</sub> [%] | C <sub>org</sub><br>Org.C [g · kg <sup>-1</sup> ] | N <sub>og</sub><br>N <sub>tot</sub> | C : N | Hh   | S BC  | T CEC | V BS [%] | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Mg O  |
|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------|------------------|------|----------------------|---|-------------------------------------|-------|------|-------|-------|----------|-------------------------------|------------------|-------|
|                           |                                      |                         | H <sub>2</sub> O | KCl  |                      |   |                                     |       |      |       |       |          |                               |                  |       |
| 1                         | A                                    | 0-15                    | 7,66             | 6,97 | 2,78                 | 124,0   | 109,2                               | 1,1   | 3,12 | 21,21 | 24,33 | 87,18    | 3,55                          | 8,30             | 5,00  |
|                           | Eet                                  | 15-45                   | 8,02             | 6,55 | 1,39                 | 97,0  | 35,1                                | 2,8   | 0,98 | 10,09 | 11,07 | 91,15    | 0,10                          | 6,60             | 12,00 |
|                           | Bt                                   | 45-60                   | 7,03             | 6,41 | 1,98                 | 53,0  | 22,1                                | 2,4   | 2,11 | 15,90 | 18,01 | 88,28    | 0,10                          | 4,20             | 9,67  |
|                           | BC                                   | 60-120                  | 7,00             | 6,03 | 0,03                 | –   | –                                   | –     | 2,96 | 8,41  | 11,37 | 73,97    | –                             | 3,0              | 7,80  |
| 2                         | A                                    | 0-17                    | 7,65             | 7,44 | 1,12                 | 249,2   | 107,0                               | 2,3   | 2,00 | 13,81 | 15,81 | 87,35    | 5,30                          | 5,55             | 2,11  |
|                           | AC                                   | 17-30                   | 6,27             | 6,05 | 0,03                 | 245,2   | 25,9                                | 10,2  | 0,70 | 10,77 | 11,47 | 93,90    | 0,85                          | 2,03             | 6,4   |
|                           | CA                                   | 30-50                   | 6,12             | 6,02 | –                    | 133,3   | 7,1                                 | 19,0  | 0,45 | 16,11 | 16,56 | 97,28    | 0,25                          | 3,31             | 4,00  |
|                           | Cgg                                  | 50-70                   | 6,03             | 6,00 | –                    | –   | –                                   | –     | 1,10 | 8,09  | 9,19  | 88,03    | 0,13                          | 2,27             | 3,02  |
| 3                         | A                                    | 0-12                    | 7,87             | 7,58 | 3,79                 | 115,3   | 98,0                                | 1,2   | 1,71 | 36,56 | 38,27 | 95,53    | 7,18                          | 14,7             | 9,11  |
|                           | Ees                                  | 12-28                   | 7,22             | 7,03 | 23,42                | 32,1  | 9,1                                 | 5,8   | 0,64 | 10,24 | 10,88 | 94,12    | 0,55                          | 1,10             | 4,23  |
|                           | Bhfe                                 | 28-48                   | 7,11             | 7,09 | 2,47                 | 9,0   | 5,1                                 | 1,8   | 0,23 | 1,91  | 2,14  | 89,25    | 0,05                          | 0,90             | 5,90  |
|                           | C                                    | 48-110                  | 6,32             | 5,96 | 0,18                 | –   | –                                   | –     | 1,12 | 0,94  | 2,06  | 45,63    | –                             | 0,42             | 2,70  |
| 4                         | AM                                   | 0-16                    | 7,04             | 6,89 | 1,08                 | 861,3   | 97,0                                | 8,9   | 7,33 | 46,21 | 53,54 | 86,31    | 2,10                          | 6,11             | 8,56  |
|                           | Amu                                  | 16-55                   | 6,91             | 6,77 | 0,03                 | 200,4   | 22,3                                | 9,1   | 1,79 | 27,90 | 29,69 | 93,97    | 0,34                          | 4,89             | 7,00  |
|                           | Gr                                   | 55-110                  | 6,44             | 6,12 | –                    | –   | –                                   | –     | 1,55 | 18,66 | 20,21 | 92,33    | 0,30                          | 4,00             | 4,30  |
| 5                         | A                                    | 0-10                    | 8,44             | 8,01 | 17,62                | 222,0   | 113,2                               | 2,0   | 1,99 | 71,8  | 73,79 | 97,30    | 0,36                          | 6,11             | 4,11  |
|                           | Acca                                 | 10-21                   | 8,70             | 7,55 | 14,62                | 129,1   | 37,3                                | 3,5   | 0,78 | 40,0  | 40,78 | 98,09    | 0,45                          | 7,23             | 5,34  |
|                           | Cca                                  | 21-35                   | 8,88             | 7,80 | –                    | –   | –                                   | –     | –    | –     | –     | –        | –                             | –                | –     |

obejmowały gleby już zmienione przez depozycje pyłów węglanowych, bowiem Cementownia „Nowiny” rozpoczęła swoją działalność w 1966 r. emitując ogółem do  $980 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  pyłów w skali roku. Pomiary przeprowadzone w 2005 r. wykazały znaczny wzrost zawartości  $\text{CaCO}_3$  nie tylko w poziomach próchnicznych (rys. 2), ale i mineralnych analizowanych gleb. W poziomach powierzchniowych zawartość węglanów wynosiła od 1,12 do 17,62%. Węgla antropogenicznego pochodzenia stwierdzono także w glebie murszowatej do głębokości 50 cm (w 1978 r. gleba ta nie zawierała  $\text{CaCO}_3$ ). Rozmieszczenie  $\text{CaCO}_3$  w profilu glebowym wskazuje, że pył cementowy jest stosunkowo słabo podatny na rozpuszczające działanie roztworów glebowych, a maksymalna jego koncentracja sięga do 20–50 cm.

Nienaturalnie wysoka zawartość węglanów wpłynęła na zawartość substancji organicznej znajdującej się w glebie. W badanych glebach w ciągu 27 lat stwierdzono spadek ilości materii organicznej wahający się w poziomie próchnicznym od 0,42 do 1,37% (rys. 2). Najwyższy spadek zawartości Corg. stwierdzono w glebie murszowatej i biellicowej. Obniżenie zasobności gleb w substancję organiczną pod wpływem intensywnego wapnowania i nawożenia gleb znajduje potwierdzenie w literaturze [Reimann i in. 1974; Persson i in. 1995; Świercz 2003; Stojek 2005]. Jednym ze wskaźników jakości gleby jest też stosunek zawartości węgla organicznego w powierzchniowym poziomie gleby do jego zawartości w poziomie sąsiednim – mineralnym [Turski, Witkowska-Walczak 2004]. W glebach uprawnych przyjmuje się, że im ten stosunek jest wyższy („*stratification ratio*”), tym lepsza jest jakość gleby [Franzluebbers 2002]. Wskaźnik startyfikacji badanych gleb w 1978 r. był niski i wahał się od 1,0 do 5,0, zaś w 2005 r. jeszcze się obniżył do wartości 4,3.

Zawartość azotu ogółem zmieniła się w niewielkim stopniu, z zachowaniem tendencji do niewielkiego wzrostu akumulacji w poziomach próchnicznych.

Właściwości sorpcyjne współdecydują o odporności gleb na degradację i żyzność. Badane gleby odznaczały się w 1978 r. wysokim wysyceniem kompleksu sorpcyjnego zasadami (V) wahającym się w poziomach powierzchniowych od 19,7 do 96,2% oraz prawie pełnym – powyżej 87% – wysyceniem kompleksu sorpcyjnego gleb stwierdzonym w 2005 r. Suma zasadowych kationów w kompleksie sorpcyjnym była najwyższa w glebie murszowatej i rędzinie, a najwyraźniej wzrosła w ciągu 27 lat w glebie biellicowej (rys. 2). Kwasowość hydrolityczna na przestrzeni lat badań wykazywała tendencję spadkową, najsilniej zaznaczoną również w profilu gleby biellicowej i płowej. Aktualne właściwości gleby biellicowej wskazują na istniejącą sprzeczność pomiędzy budową profilu wynikającego z historii pedogenezy a obecnymi właściwościami fizykochemicznymi. Gleby wytworzone z piasków o małej pojemności buforowej charakteryzują się niską wolną energią wymiany i słabym wiązaniem jonów Ca, które łatwo migrują w głąb profilu potęgując efekt alkalizacji. Oddziaływanie pyłów z cementowni odbija się także na obniżeniu zawartości przyswajalnych form fosforu oraz wzroście zawartości potasu i magnezu. Zawartość przyswajalnych form fosforu jest dobrym wskaźnikiem działalności antropogenicznej [Brzeziński i in. 1983].

Rozpuszczalność fosforanów, a równocześnie ich przyswajalność przez rośliny jest zależna przede wszystkim od odczynu roztworu glebowego wyrażonego wartością pH [Reimann i in. 1974; Turski, Witkowska-Walczak 2004]. Wszystkie badane gleby w



2005 r. odznaczały się odczynem obojętnym i zasadowym do głębokości 17 cm. W ciągu 27 lat stwierdzono obniżenie się zasobów fosforu ogółem we wszystkich poziomach glebowych (od 0,05 do 5,82 mg · kg<sup>-1</sup>, tab. 2). W warunkach alkalicznych, przy pH równym 6,5 i więcej, występują nierozpuszczalne fosforany wapnia, a przy obecności węgla wapnia – formy węglanowo-fosforanowe, powstałe przez zastąpienie węgla fosforanem w sieci krystalicznej. Wzrost wartości pH gleb spowodował uwstecznienie przyswajalnego fosforu, szczególnie wyraźnie widoczne w glebie bielicowej i płowej wytworzonej z lessu. Z kolei depozycja pyłów cementowo-wapienniczych na powierzchni gleb zawierających w swym składzie MgO i K<sub>2</sub>O, zwiększyła zawartość przyswajalnych form magnezu i potasu od 4,7 do 0,6 mg · kg<sup>-1</sup>, najwyraźniej widoczną w poziomach powierzchniowych.

Okres 27 lat, jaki poprzedził przeprowadzone badania gleboznawcze w rejonie silnego oddziaływania przemysłu cementowo-wapienniczego, wydaje się być wystarczający do stwierdzenia zaistniałych zmian. Imisja pyłu cementowo-wapienniczego trwająca nieprzerwanie od 1966 r. spowodowała wyraźne zmiany w naturalnej kwasowości badanych gleb oraz wpłynęła na ich właściwości chemiczne. Stopień oddziaływania pyłów alkalicznych zależy nie tylko od ich koncentracji i aktywności, ale także od stanu i rodzaju uprawianych roślin oraz stosowanych metod agrotechnicznych. Przeprowadzone badania będą mogły być przydatne do porównań jako dane wyjściowe oraz do dalszego monitoringu powierzchni znajdujących się w warunkach obniżonej depozycji alkalicznej.

W celu wzrostu wydajności powierzchni użytkowanych rolniczo należałoby ograniczyć w strukturze zasiewów rośliny, które są wrażliwe na zasadowość gleby.

## WNIOSKI

1. Zmiany, które stwierdzono na przestrzeni 27 lat w badanych glebach, dotyczyły przede wszystkim wzrostu wartości pH, CaCO<sub>3</sub>, wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami, obniżenia zasobności w materię organiczną, kwasowości hydrolytycznej i zasobności w fosfor przyswajalny.
2. Wysoka alkalizacja gleb, z wyjątkiem rędzin z natury zasadowych, jest cechą nabytą, zależną od ilości deponowanych pyłów.
3. Wyraźniejsze zmiany właściwości chemicznych gleb stwierdzono w profilach położonych w bezpośrednim sąsiedztwie emitorów, przede wszystkim w glebie bielicowej i płowej właściwej.
4. Najmniej radykalne zmiany zaszły w rędzinie właściwej oraz madzie – najdalej (ponad 2,5 km) odsuniętej od emitorów pyłów i odznaczającej się wysokimi zdolnościami buforowymi.

## LITERATURA

- BRZEZIŃSKI W., DULINICZ M., KOBYLŃSKI Z. 1983: Zawartość fosforu w glebie jako wskaźnik dawnej działalności ludzkiej. *Kwartalnik Historii Kultury Materialnej* **31**: 277–297.
- HANES J. 1995: Anthropogenic effects on the properties of agricultural soils. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* **418**: 201–208.
- FRANZLUEBBERS A. J. 2002: Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soils quality. *Soil & Tillage Research* **66**: 95–207.
- JANOWSKI I., SWAŁDEK M. 1978: Wpływ emisji pyłów na gleby orne i użytki zielone „Białego Zagłębia”. Instytut Geografii WSP, dokumentacja mpis + zał.: 1–18.
- KOWALKOWSKI A., SWAŁDEK M. 1991: Analiza podstawowych chemicznych właściwości gleb z elementami analityki. WSP, Kielce: 243 ss.
- PERSSON T., RUDEBECK A., WIREN A. 1995: Pools and fluxes of carbon and nitrogen in 40-year-old forest liming experiments in Southern Sweden. *Water, Air, Soil Pollution* **85**: 901–906.
- PORĘBSKA G., OSTROWSKA A. 2000: Właściwości sorpcyjne gleb w Stacji KMŚ Puszcza Borecka. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, IOŚ, Warszawa: 188 ss.
- REIMANN B., BARTOSZEWICZ S., DRZYMAŁA S. 1974: Zmiany w glebach w ciągu 15-letniego użytkowania rolniczego. *Rocz. Glebozn.* **25**, 3: 183–189.
- SIUTA J., KUCHARSKA A. 1996: Wieloczynnikowa degradacja środowiska. *Biblioteka Monitoringu Środowiska*. PIOŚ, IOŚ, Warszawa: 211 ss.
- STOJEK B. 2005: Zmiany właściwości chemicznych i fizykochemicznych w glebach użytkowanych rolniczo. *Prace i Studia Geograficzne* **36**: 97–106.
- SZAFRANEK A. 2000: Wpływ użytkowania rolniczego na właściwości fizykochemiczne gleb płowych Wysoczyzny Kałuszyńskiej. *Rocz. Glebozn.* **51**, 3/4: 97–105.
- SZAFRANEK A., SKŁODOWSKI P. 1998: Wpływ użytkowania rolniczego na właściwości fizykochemiczne gleb rdzawych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **460**: 303–314.
- SZERSZEŃ L., CHODAK T., KABAŁA C. 2004: Zmiany zawartości miedzi, ołowiu i cynku w glebach w rejonie hut miedzi Głogów i Legnica w latach 1972–2002. *Rocz. Glebozn.* **55**, 3: 195–205.
- ŚWIERCZ A. 2003: Wpływ pyłów cementowych na zmiany właściwości gleb bielicoziemnych. *Rocz. Glebozn.* **54**, 3: 61–72.
- ŚWIERCZ A. 2005a: Zmiana zawartości i zapasu węgla organicznego w glebach zalkalizowanych. W: A. Kostrzewski, R. Kolander (red.) Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Funkcjonowanie geosystemów Polski w warunkach klimatu i różnokierunkowej antropopresji. *Biblioteka Monitoringu Środowiska*: 563–575.
- ŚWIERCZ A. 2005b: Analiza procesów glebowych i przekształceń roślinnych w zalkalizowanych siedliskach leśnych regionu świętokrzyskiego. Komitet „Człowiek i Środowisko” przy Prezydium PAN **39**: 1–215.
- TURSKI M., WITKOWSKA-WALCZAK B. 2004: Fizyczne właściwości gleb płowych wytworzonych z utworów pyłowych różnej genezy. *Acta Agrophysica* **101**, *Rozprawy i Monografie* 54.

Dr hab. Anna Świercz prof. AŚ  
Samodzielny Zakład Ochrony i Kształtowania Środowiska  
Akademia Świętokrzyska w Kielcach  
ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce  
e-mail: swierczag@poczta.onet.pl