

Jan Siuta, Bogusław Żukowski\*

**ROZWÓJ I POTENCJALNE ZAGROŻENIA AGROEKOSYSTEMÓW  
CZĘŚĆ I. UWARUNKOWANIA AGROEKOLOGICZNEGO ROZWOJU  
GLEB MINERALNYCH**

**DEVELOPMENT AND POTENTIAL THREATS TO AGRO-ECOSYSTEMS  
PART I. AGRO-ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF THE  
DEVELOPMENT OF MINERAL SOILS**

**Słowa kluczowe:** agroekosystem, rozwój, zagrożenie, kwasowość, wapnowanie, melioracje.

**Key words:** Agro-ecosystems, development, threat, acidity, liming, melioration.

*Natural and man-made factors conditioning the agro-environmental development of post-forest mineral soil were considered using the regional approach within the country.*

*The following man-made factors were considered as most important:*

- 1) the development of tillage-humic horizon;*
- 2) excessive acidity of soils and the quantity of fertilizer lime used in individual regions, starting since 1975;*
- 3) performance and the present state of tilled soil melioration considered using the regional approach.*

*The resulting findings are as follows:*

- 1) regular (moderately intensive) liming have since long been applied only within the regions of most progressive agriculture; the lowest quantities of fertilizer lime have been used by farms with largest contribution of acid and very acid soils;*
- 2) drainage of mineral soils is most advanced within the areas of most progressive agriculture including areas with lowest precipitation (e.g. Wielkopolska) wherein high yields are usually obtained.*

---

\* *Prof. dr hab. Jan Siuta, mgr inż. Bogusław Żukowski – Instytut Ochrony Środowiska, ul. Krucza 5/11d, 00-548 Warszawa.*

## 1. ZARYS ZAGADNIENIA

Fizyczne, chemiczne i mineralogiczne właściwości glebotwórczych warstw ziemi, położenie ich w rzeźbie terenu, warunki klimatyczne determinują potencjalne możliwości rozwoju agroekosystemów przy stosowaniu dostępnych sposobów stymulowania (kształtowania) tego rozwoju.

Bardzo duża różnorodność budowy i właściwości powierzchniowych warstw ziemi oraz modyfikacji dokonanych przez naturalne zbiorowiska roślinności leśnej, trawiastej i mokradłowej ukształtowały dużą różnorodność właściwości gleb urolniczanych. Gleby mineralne ekosystemów hydrogenicznych i trawiastych obfitowały w próchnicotwórczą substancję organiczną oraz znaczne zasoby składników pokarmowych dla roślin, mikroorganizmów i fauny glebowej, toteż przystosowanie gleb do uprawy roślin polowych (ogrodniczych) nie wymagało szczególnie trudnych i długotrwałych zabiegów. Wystarczyło zlikwidować dotychczasową szatę roślinną oraz okresową lub trwałą podmokłość, zwiększyć dostępność tlenu atmosferycznego i zhumifikować pozostałości masy roślinnej. Rozwój biologicznej aktywności takiej gleby trwa jednak wiele lat, stosownie do postępu natleniania głębszych części profilu. Odnośne gleby dysponują znacznymi zasobami wody gruntowej ze względu na swe położenie w rzeźbie terenu. Mają więc znaczny potencjał agroekologicznego rozwoju. Nie dotyczy to jednak łatwo przepuszczalnych gleb piaszkowych, podatnych na przesuszenie i niedobór wody w porze letniej.

Przekształcenie poleśnych gleb mineralnych w urodzajne grunty orne było i jest nadal niełatwe. Tylko niewielkie powierzchnie gleb średniozwięzłych przekształcono w Polsce do stanu potencjalnej możliwości ich rozwoju, wynikającego z jakości glebotwórczej gruntu, położenia w rzeźbie terenu, opadów atmosferycznych, temperatury, nasłonecznienia oraz dotychczasowego poziomu agrotechniki. Taki stan agroekologicznego rozwoju wykazują gleby intensywnie przekształcone w niektórych gospodarstwach ogrodniczych (głównie warzywniczych), na działkach przyzagrodowych, w pracowniczych ogrodach działkowych.

Głęboka uprawa ziemi, intensywne nawożenie organiczne (w tym kompostowe), odkwaszające wapnowanie i prawidłowe nawożenie mineralne, stosowane od dawna, to podstawowe czynniki agroekologicznego rozwoju gleb mineralnych (w tym nawet piaszkowych). Nie bez istotnego znaczenia jest również nawadnianie plantacji.

Tak wysokiego poziomu rozwoju gleb uprawnych nie można oczekiwać na znacznych obszarach, ale należy mieć świadomość takiej możliwości w skali lokalnej, z wykorzystaniem dostępnych zasobów glebotwórczej materii organicznej. Znaczna część gruntów (głównie piaszkowych) wykazuje mały potencjał agroekologiczny. Dalsze rolnicze ich użytkowanie jest więc niezasadne ekonomicznie i ekologicznie. Należy je zalesić lub zagospodarować w inny sposób.

Potencjał agroekologicznego rozwoju poleśnych gleb mineralnych jest wyznaczony przez naturalne czynniki środowiska, modyfikowane sukcesywnie technicznymi i biologicznymi (agrotechnicznymi) działaniami poczynając od urolniczenia ziemi.

Jakość tworzywa glebowego i położenie w rzeźbie terenu mają znaczenie podstawowe. Najkorzystniejsze warunki agroekologicznego rozwoju mają gleby średniozwięzłe (gliniaste, lessowe, pyłowe różnego pochodzenia) w całym profilu (do głębokości 150 cm), zdolne do retencjonowania wody i składników pokarmowych oraz do oddawania ich roślinom. Gromadzenie i krążenie wody w tego rodzaju glebach w małym stopniu utrudnia cyrkulację fazy gazowej i dostęp tlenu atmosferycznego do korzeni roślin i mikroorganizmów glebowych. Nie dotyczy to oczywiście powierzchni bezodpływowych. Niekwaśny odczyn głębszych warstw profilu wraz z obecnością węglanu wapnia jest bardzo istotnym czynnikiem agrotechnicznego rozwoju gleby. Gleby o analogicznej budowie profilu, ale z natury intensywnie kwaśne do 100–150 cm, są mało podatne na postęp aktywizacji biologicznej warstw głębszych, co ogranicza ich możliwości agroekologicznego rozwoju.

Gleby gliniaste (wytworzone z glin lekkich i średniozwięzłych) pochodzenia lodowcowego są przeważnie silnie spiaszczone od powierzchni do około 30–45 cm. Zalicza się je wprawdzie do gleb wytworzonych z wyżej wymienionych glin, ale ich właściwości są bliższe piaskom gliniastym zalegającym na podłożach glin macierzystych [Siuta 1966]. Ta specyficzna dwuczłonowość tekstury (budowy) czyni splot niekorzystnych właściwości, limitujących potencjał agroekologicznego rozwoju gleby. Należą do nich:

- 1) bardzo duże zubożenie wierzchniej warstwy w koloidy oraz w składniki pokarmowe dla roślin i w związku żelaza niezbędne do kumulacji próchnicy i potencjału oksydoredukcyjnego,
- 2) łatwe namakanie warstwy spiaszczonej i utrudnione wsiąkanie wody do podległej, zagęszczonej (scementowanej) przez wodorotlenki żelaza i manganu oraz krzemionkę warstwy gliny,
- 3) utrudnione wsiąkanie wody z warstwy spiaszczonej do zagęszczonej warstwy gliny (poziomu wymycia) nasila beztlenowy rozkład substancji organicznej w wierzchniej warstwie gleby, czyniąc ostry niedostatek tlenu i obecność składników toksycznych dla korzeni roślin,
- 4) biogazy beztlenowego rozkładu substancji organicznej z mazistej warstwy przemieszczają się do atmosfery wynosząc z niej koloidalne i pyłowe części na powierzchnię ziemi, co jeszcze bardziej utrudnia dostęp tlenu atmosferycznego do gleby.

Glebotwórcza wadliwość silnie spiaszczonej gliny jest przeważnie znacznie większa od analogicznie dwuczłonowej gleby piaskowej zalegającej na glinie, ponieważ piasek gliniasty jest zwykle zasobniejszy w koloidy i nie zalega bezpośrednio na silnie uszczelnionej (scementowanej) warstwie gliny.

Negatywne znaczenie poziomu eluwialnego (wymycia) w silnie spiaszczonych glebach gliniastych jest od niepamiętnych czasów dobrze znane rolnikom, pod pojęciem „martwicy glebowej”, którą likwidowano zwiększając sukcesywnie głębokość orki oraz intensywne nawożenie organiczne. Każde pomniejszenie poziomu eluwialnego (martwicy) na korzyść warstwy ornej jest pożyteczna, ale nie czyni zasadniczego postępu do czasu całkowitej jego

likwidacji wraz z naruszeniem górnej zagęszczonej (scementowanej) warstwy gliny. Dopiero naruszenie tej uszczelnionej warstwy gliny i wymieszanie jej ze spiaszczoną warstwą, likwiduje (przynajmniej częściowo) negatywne skutki dwuczłonowości profilu glebowego.

W europejskich krajach i regionach przodującego rolnictwa znaczną część gruntów ornych o wadliwej (dwuczłonowej) budowie profilu glebowego już ulepszono. W Polsce mamy jeszcze dużo do zrobienia w tym zakresie. Wymagać to będzie nie tylko środków finansowych i technicznych, lecz także stosownej edukacji społeczeństwa, które w trosce o zachowanie naturalnego środowiska może być nieprzychylnie usuwaniu jego wad. Dotyczy to między innymi wapnowania gleb nadmiernie kwaśnych, ekologicznie zasadnych melioracji wodnych, ochrony przeciwerozyjnej, produkcji i energetycznego spalania biomasy na dużą skalę, mineralnego nawożenia i chemicznej ochrony roślin.

Działając na rzecz agroekologicznego rozwoju środowiska glebowego, należy mieć świadomość istnienia potencjalnie negatywnych (degradacyjnych) zjawisk, które będą się ujawniały nieoczekiwanie, w miarę intensyfikacji produkcji roślinnej, zwłaszcza wspieranej finansowo środkami publicznymi (np. uprawa roślin energetycznych).

## 2. AGROEKOLOGICZNA WALORYZACJA GLEB W POLSCE

Gleboznawcza klasyfikacja gruntów rolnych wraz z mapami glebowo-rolniczymi w skali 1:5000, sporządzona dla całego kraju, oraz rzeźba terenu i wyniki badań agroklimatu stanowiły podstawę do opracowania punktowej „Waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski według gmin” [1993].

W „Komentarzu do tabeli klas gruntów” [1963] szczegółowo opisano skład mechaniczny (teksturę) i cechy morfologiczne profili glebowych, próchniczość, warunki powietrzno-wodne, odczyn (pH), obecność (brak) węgla wapnia, położenie w rzeźbie terenu, stan kultury gleby.

Materiały źródłowe do sporządzania map glebowo-rolniczych stanowiła dokumentacja klasyfikacji gruntów oraz uzupełniające badania terenowe i laboratoryjne [Instrukcja... 1965].

Punktową waloryzację opracowano łącznie dla gruntów ornych i użytków zielonych. Na potrzeby niniejszej publikacji określono wskaźniki jakości gruntów ornych dla poszczególnych 49 byłych województw. Wynoszą one od 48,4 punktu w nowosądeckim do 89,8 w zamjowskiem i 69,3 punktu w skali kraju. Wskaźniki mniejsze niż 60,0 punktów mają województwa: nowosądeckie, ostrołęckie i piotrkowskie.

W przedziale punktów od 60,2 do 64,7 mieszczą się województwa: białostockie, łomżyńskie, konińskie, łódzkie, ciechanowskie, częstochowskie, siedleckie, warszawskie, sieradzkie, suwalskie, zielonogórskie, śląskie, gdańskie, piłskie, radomskie, białkopodlaskie, koszalińskie, skierniewickie.

W przedziale punktów od 65,7 do 68,5 mieszczą się województwa: kaliskie, krośnieńskie, gorzowskie, bielskie i wrocławskie.

W przedziale punktów od 70,5 do 74,7 mieszczą się województwa: kieleckie, katowickie, bydgoskie, płockie, chełmskie, szczecińskie, toruńskie i leszczyńskie.

W przedziale punktów od 75,2 do 79,2 mieszczą się województwa: rzeszowskie, tarnowskie, wałbrzyskie i tarnobrzskie.

Od 80,5 do 89,8 punktu mają województwa (według wzrastających wartości): lubelskie, legnickie, elbląskie, przemyskie, wrocławskie, opolskie, krakowskie i zamojskie (tab. 1).

Antropogeniczne czynniki rozwoju gleb ornych są wielorakie i niełatwe do wyodrębnienia, ale przewijają się w strukturze ziemi i w biologicznej aktywności profilu glebowego (roz-mieszczenie korzeni roślin i występowanie zwierząt). Cechy te ocenia się syntetycznie stop-niem kultury ziemi [Siuta 1995].

**Tabela 1.** Wskaźniki jakości gruntów ornych, gleby bardzo kwaśne (pH <4,5), zużycie CaO, zdre-nowane grunty orne

**Table 1.** Quality indices of tilled land, very acid soils (pH < 4.5), use of CaO, drained arable land

Kraj i Województwa	Wskaźnik jakości gruntów	Procentowy udział gleb bardzo kwaśnych w latach		Zużycie CaO w latach 1975–1998		Grunty zdrenowane w % stan w roku 1997
		1980	1991	kg/ha rocznie	suma q/ha	
POLSKA	69,3	23	27	118,6 – 202,0	23,6	28,1
Warszawskie	68,0	21	32	52,9 – 154,0	17,5	35,2
Białkopodlaskie	64,7	42	46	25,0 – 90,5	9,2	13,5
Białostockie	60,4	27	34	23,5 – 89,8	10,4	21,0
Bielskie	66,8	17	16	167,8 – 369,9	38,6	47,3
Bydgoskie	71,7	11	11	125,1 – 320,7	35,3	27,1
Chełmskie	73,2	16	28	21,7 – 108,0	12,2	6,3
Ciechanowskie	61,1	21	28	54,8 – 150,0	15,7	33,8
Częstochowskie	69,4	25	26	23,2 – 169,3	13,3	17,8
Elbląskie	84,1	19	17	115,2 – 287,0	30,1	48,9
Gdańskie	63,7	23	20	179,9 – 293,0	34,8	24,8
Gorzowskie	66,5	19	23	170,9 – 360,7	45,4	15,6
Jeleniogórskie	70,9	47	44	52,8 – 249,0	20,6	27,3
Kaliskie	65,7	29	20	88,1 – 217,0	23,6	50,5
Katowickie	71,0	5	5	101,7 – 226,0	24,4	33,3
Kieleckie	70,8	16	26	24,3 – 93,0	10,0	9,3
Konińskie	61,5	23	19	57,9 – 120,7	14,9	43,2

Koszalińskie	64,7	26	22	150,6 – 411,0	49,3	23,4
Krakowskie	89,1	18	24	43,0 – 323,4	24,0	17,8
Krośnieńskie	66,5	26	39	39,4 – 112,6	12,6	27,2
Legnickie	82,3	23	23	149,5 – 337,5	36,5	22,4
Leszczyńskie	74,7	14	11	161,8 – 255,0	35,8	57,5
Lubelskie	80,5	28	34	72,0 – 128,7	15,4	7,9
Łomżyńskie	60,2	25	30	10,6 – 84,4	9,0	28,1
Łódzkie	60,2	42	40	100,5 – 164,5	21,1	32,6
Nowosądeckie	48,4	41	45	36,2 – 124,0	12,3	16,4
Olsztyńskie	70,5	17	21	91,1 – 247,0	27,1	43,7
Opolskie	85,8	12	11	234,9 – 428,0	47,2	27,8
Ostrołęckie	50,0	33	46	18,4 – 102,0	8,9	15,9
Piłskie	63,8	17	18	143,0 – 295,0	33,5	36,0
Piotrkowskie	59,2	45	50	40,0 – 148,2	15,3	20,0
Płockie	72,5	17	22	79,4 – 204,0	23,4	57,6
Poznańskie	69,3	12	9	161,3 – 319,0	35,2	55,1
Przemyskie	84,7	20	38	53,1 – 150,0	14,1	14,3
Radomskie	63,9	33	46	55,2 – 124,0	12,9	17,2
Rzeszowskie	75,2	36	48	64,6 – 139,5	16,7	16,9
Siedleckie	61,2	37	54	25,4 – 63,0	6,8	22,9
Sieradzkie	61,2	38	37	53,4 – 118,3	14,1	38,4
Skierniewickie	64,7	34	40	74,4 – 165,2	17,3	37,6
Słupskie	63,1	27	23	157,4 – 424,0	46,6	20,0
Suwalskie	61,5	7	11	62,0 – 194,9	21,0	26,7
Szczecińskie	73,8	15	19	171,2 – 343,0	36,8	30,9
Tarnobrzeskie	79,2	22	35	56,3 – 140,0	15,8	6,9
Tarnowskie	75,3	41	37	83,9 – 353,3	21,5	28,7
Toruńskie	74,2	9	11	109,4 – 275,0	29,7	32,5
Wałbrzyskie	79,0	26	31	85,2 – 237,5	27,7	26,5
Włocławskie	68,5	16	18	61,5 – 287,0	26,2	44,3
Wrocławskie	85,0	20	23	115,3 – 348,6	33,5	29,3
Zamojskie	89,8	19	26	34,9 – 170,8	16,6	9,5
Zielonogórskie	61,9	35	32	193,4 – 405,3	44,6	18,1

### 3. KWASOWOŚĆ I WAPNOWANIE GLEB

Gleby bardzo kwaśne (pH 4,5) są zdecydowanie wadliwe, jeżeli chodzi o uprawę większości roślin, zwłaszcza gatunków i odmian o dużym potencjale plonotwórczym. Znacznie

mniej wadliwe są gleby kwaśne (pH 4,6 – 5,5), ale i te powinny być odkwaszane w drodze sukcesywnego wapnowania.

Stan i zmiany odczynu gleb użytkowanych rolniczo w czasie są analizowane i rozpoznane na terenie całego kraju przez stacje chemiczno-rolnicze oraz Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa. Wyniki badań umożliwiają ocenę potrzeb wapnowania gleb nadmiernie kwaśnych, rolniczą waloryzację (w tym klasyfikację) gleb, oraz monitorowanie zmian w środowisku glebowym. Okresowe raporty o stanie i zmianach w czasie odczynu (pH) środowiska glebowego w ujęciu regionalnym i krajowym stanowią cenne materiały do opracowywania syntez problemowych o znaczeniu wykraczającym poza ramy bezpośredniego przeznaczenia wyników badań [Pondel, Terelak, Wilkos 1979; Kern 1985; BMS 1993].

Porównanie procentowego udziału gleb bardzo kwaśnych (pH < 4,5) w latach 1980 i 1991 ujawniło postępujące zakwaszenie środowiska w obrębie 29 byłych województw. Korzystne zmiany odczynu stwierdzono w 19 województwach. Zmiany nie stwierdzono w województwie bydgoskim (tab. 1). O zmianie procentowego udziału gleb bardzo kwaśnych zdecydowały głównie:

- 1) zużycie wapna nawozowego,
- 2) kwasotwórcze działanie zanieczyszczeń atmosfery,
- 3) nawożenie mineralne.

Dysponujemy danymi o zużyciu wapna nawozowego (w przeliczeniu na CaO) i NPK na ha w poszczególnych województwach. Zwiększenie powierzchni gleb bardzo kwaśnych o ponad 5% od roku 1980 do 1991 stwierdzono w byłych województwach: warszawskim (11%), białostockim i chełmskim (12%), ciechanowskim i kieleckim (10%), krakowskim, krośnieńskim, lubelskim i ostrołęckim (13%), przemyskim (18%), radomskim (93%), rzeszowskim (12%), siedleckim (17%), skierniewickim i tarnobrzeskim (13%).

Procentowy udział gleb bardzo kwaśnych w ogólnej powierzchni gleb zmniejszył się do roku 1991 w województwach: bielskim, elbląskim, gdańskim, jeleniogórskim i kaliskim (9%), katowickim, konińskim, koszalińskim, leszczyńskim, łódzkim, opolskim, poznańskim, sieradzkim, słupskim, tarnowskim i zielonogórskim.

Zwiększenie i zmniejszenie procentowych udziałów gleb bardzo kwaśnych w ogólnej powierzchni gleb w latach 1980–1991 synchronizują ze zużyciem wapna nawozowego (w przeliczeniu na CaO) na hektar (tab. 1). Wśród województw stosujących bardzo duże ilości CaO/ha w latach 1975–1990 wyróżniły się województwa: opolskie (234–428 kg), zielonogórskie (168–404 kg), koszalińskie (150–411 kg), gdańskie (180–293 kg), słupskie (157–424 kg), szczecińskie (171–343 kg), bielskie (168–369 kg). Znikome zużycie CaO/ha rocznie w latach 1975–1990 stwierdzono natomiast w województwach: białkopodlaskim (20–90 kg), białostockim (14–90 kg), kieleckim (18–93 kg), łomżyńskim (11–84 kg), ostrołęckim (18–102 kg) i siedleckim (25–63 kg).

Średnie roczne zużycie CaO w latach od 1975 do 1990 wynosiło od 118,6 kg/ha (w 1976 r.) do 202 kg/ha (w 1989 r.), a w latach 1992 do 1998 roku od 104,7 do 193,0 kg/ha.

Roczne wymycie wapnia z gleby oszacowano na 81,0 kg CaO/ha w województwie ostrołęckim oraz do 211,6 kg CaO/ha w opolskim i zielonogórskim, a średnie roczne dla całego kraju na 141,8 kg CaO [Ochrona gleb... 1987].

Zużycie CaO/ha w całym okresie obowiązywania poprzedniego podziału kraju wyniosło od 0,93 t/ha w województwie siedleckim do 6,99 t/ha w województwie słupskim. Ponad 6 t CaO/ha zastosowano też w województwach koszalińskim i opolskim, a ponad 5 ton w województwach: bydgoskim, gorzowskim, poznańskim, szczecińskim i zielonogórskim. Ogólnokrajowe zużycie CaO w latach 1975–1998 wyniosło 3,37 t/ha. Wartości tej nie osiągnęło 26 województw, a mniej niż 1,5 CaO/ha zużyto w województwach: białkopodlaskim, białostockim, łomżyńskim, ostrołęckim i siedleckim.

Struktura przestrzenna w obowiązującym podziale kraju na 16 województw nieco utrudnia kontynuację oceny zmiany odczynu gleb po roku 1991.

Według danych Krajowej Stacji Chemiczno-Rolniczej [GUS 2007] gleby bardzo kwaśne (pH < 4,5) stanowiły 20% użytków rolnych w kraju. Jest to mniej o 3% niż w roku 1980 i o 7% mniej niż w roku 1991 [Stan gleb... 1993]. Nie należy oczekiwać, że jest to wyłączny efekt wapnowania gleb po roku 1991, a także odmiennego sposobu pozyskiwania i opracowania danych źródłowych. Udział gleb kwaśnych (pH 4,6–5,5) był również mniejszy (31%) niż w latach 1980 (36%) i 1991 (33%).

Na uwagę zasługują bardzo duży udział gleb bardzo kwaśnych i kwaśnych w województwach: małopolskim (34,3 + 28,5%), mazowieckim (36,5 + 32,9%), podkarpackim (36,2 + 29,8%), podlaskim (29,1 + 36,0%), łódzkim (33,0 + 34,9%) i warmińsko-mazurskim (20,5 + 37,3%).

Granice województwa opolskiego pozostały bez zmian, co daje możliwość poprawnej oceny zmiany odczynu gleb począwszy od roku 1980. Odczyn bardzo kwaśny (pH < 4,5) stwierdzono wówczas w 12% użytków rolnych. W roku 1991 udział ten zmniejszył się do 11%, a w latach 2002–2006 do 6,5%. Zmienił się też udział gleb kwaśnych (pH 4,6–5,5), odpowiednio z 43% w roku 1980 do 41% w roku 1991 i 24,1% w latach 2002–2006. Efekt intensywnego, systematycznego wapnowania gleb w tym województwie począwszy od roku 1975 (428 kg CaO/ha), przy całkowitym zużyciu 8,08 t CaO/ha w latach 1975–2007 jest ewidentny. W latach 1999 do 2007 średnie krajowe zużycie CaO zmniejszyło się z 104,2 kg/ha w roku 1999 do 37,4 kg/ha w roku 2007. W województwie opolskim odpowiednio z 200,8 do 104,2 kg/ha. Łącznie zastosowano 1607,3 kg/ha. Drugie miejsce (1436,9 kg/ha) należało do województwa dolnośląskiego, a trzecie (1118,1 kg/ha) do warmińsko-mazurskiego.

Nieoczekiwanie małe zużycie wapna odnotowano w województwie lubuskim (25,5–108,5 kg CaO/ha rocznie). W jego granicach mieszczą się byłe województwa zielonogórskie i gorzowskie, które stosowały dawniej wysokie dawki wapna nawozowego. Znajduje to zapewne odzwierciedlenie w stosunkowo małym udziale gleb bardzo kwaśnych (17%) i kwaśnych (17,2%) – zmniejszonym w stosunku do stanu w roku 1991, kiedy gleb bardzo kwaśnych było 32% w zielonogórskim i 23% w gorzowskim.



W województwach małopolskim, podkarpackim, podlaskim i świętokrzyskim zużyto w latach 1999–2006 mniej niż 1/3 wapna zastosowanego w województwie opolskim, mimo bardzo dużej potrzeby w tym zakresie.

**Tabela 2.** Gleby bardzo kwaśne (pH <4,5) i kwaśne (pH 4,6-5,5), zużycie wapna, zdrenowane grunty orne

**Table 2.** Very acid (pH < 4.5) and acid 4.6 – 5.5) soils, use of lime, drained tilled land.

Województwo	Procentowy udział gleb w latach 2002-2006		Zużycie CaO w latach 1999-2007		Grunty zdrenowane % stan w 2007 r.
	bardzo kwaśnych	kwaśnych	kg/ha rocznie	suma q/ha	
POLSKA	20,0	29,9	37,4 – 104,2	7,6	28,4
Dolnośląskie	16,7	30,1	76,6 – 189,8	14,4	27,6
Kujawsko-pomorskie	10,1	21,2	42,3 – 116,2	8,1	34,9
Lubelskie	22,7	26,7	38,5 – 75,1	5,7	9,3
Lubuskie	14,1	34,4	25,5 – 108,5	3,7	14,7
Łódzkie	33,0	34,9	40,2 – 133,0	8,4	37,8
Małopolskie	34,3	28,5	8,2 – 109,1	6,6	22,3
Mazowieckie	36,5	32,9	26,0 – 54,7	4,5	29,2
Opolskie	6,5	24,1	104,2 – 218,0	16,1	27,1
Podkarpackie	36,2	29,8	6,6 – 74,5	5,1	18,4
Podlaskie	29,1	36,4	11,7 – 64,2	4,5	23,1
Pomorskie	18,1	36,0	38,3 – 107,6	7,3	23,2
Śląskie	22,5	30,3	31,0 – 164,4	9,8	30,9
Świętokrzyskie	19,1	22,0	9,7 – 70,7	4,3	9,3
Warmińsko-mazurskie	20,5	37,3	30,1 – 178,4	11,2	41,8
Wielkopolskie	14,8	27,9	45,9 – 107,0	7,2	48,4
Zachodniopomorskie	14,3	31,0	10,4 – 185,4	9,3	27,7

Źródła: Ochrona Środowiska 2008. GUS;  
Rolnicze roczniki statystyczne 2000–2008, GUS.

#### 4. UDZIAŁ ZMELIOROWANYCH GRUNTÓW ORNYCH

Procentowy udział zmeliorowanych gruntów ornych (mineralnych) stanowi istotny wskaźnik agroekologicznego ulepszenia ziemi, pod warunkiem, że melioracje wykonano prawidłowo, stosownie do jakości gleb i potrzeb rolnictwa.

Udział zmeliorowanych gruntów ornych w 49 byłych województwach wynosił od 6,3% w chełmskim do 57,6% w plockim, przy średniej dla kraju 28,1% (tab. 1).

Poniżej 10% gruntów rolnych zmeliorowano w województwach: chełmskim (6,3%), tarnobrzesckim (6,9%), lubelskim (7,9%), kieleckim (9,3%) i zamojskim (9,5%).

Do 20% zmeliorowanych gruntów ornych ma ponadto 12 województw. Powyżej średniej krajowej (28,1%) zmeliorowanych gruntów ma 18 województw.

Ponad 35% udział zmeliorowanych gruntów ornych miały województwa: konińskie (43,2%), warszawskie (35,2%), piłskie (36,0%), kaliskie (50,5%), skierniewickie (37,6%), bielskie (47,3%), wrocławskie (44,3%), olsztyńskie (43,7%), poznańskie (55,1%), płockie (57,6%), leszczyńskie (57,5%) i elbląskie (48,9%).

W obecnej strukturze administracyjnej udział zmeliorowanych gruntów ornych wynosi od 11,2% w województwie lubelskim do 53,2% w wielkopolskim, a średnia krajowa 33,0% [Ochrona Środowiska 2008]. Województwa lubelskie i świętokrzyskie wyróżniają się wyjątkowo małym udziałem gleb zmeliorowanych. W przedziale 22,9% do średniej krajowej mieszczą się województwa: lubuskie, małopolskie, mazowieckie, podkarpackie, podlaskie i zachodniopomorskie [Ochrona Środowiska 2008]. Ponad 40% udział gruntów ornych zmeliorowanych stwierdzono w województwach: pomorskim, warmińsko-mazurskim (44,9%) i wielkopolskim (53,2%).

Statystyczne wskaźniki gruntów zmeliorowanych nie odzwierciedlają faktycznej roli tych urządzeń, ze względu na daleko idące potrzeby ich renowacji i modernizacji. Skrajnym przykładem tego stanu rzeczy jest teren Żuław Wiślanych, z glebami o bardzo dużym potencjale produktywności i takiej samej wrażliwości na okresowe (a tym bardziej na trwałe) stanu nadmiaru wody i wydatne ograniczenie dostępu tlenu atmosferycznego.

## 5. WNIOSKI

1. Potencjał agroekologicznego rozwoju gleb mineralnych zależy głównie od czynników naturalnych:
  - jakości materiału glebotwórczego,
  - położenia w rzeźbie terenu,
  - klimatu lokalnego,
  - warunków gruntowo-wodnych,
  - przedrolniczej szaty roślinnej,
  - kumulacji próchnicy (materii organicznej) glebowej,
  - biologicznej aktywności gleby.
2. Realizacja agroekologicznego rozwoju wymaga wielu działań zmierzających do optymalizacji warunków środowiska, stosownie do potrzeb roślin wysoko produktywnych. Zadanie tych działań polega głównie na usuwaniu barier ograniczających rozwój i wglębną penetrację biologicznej aktywności, między innymi przez: kumulację substancji organicznej, zwiększanie miąższości poziomu próchnicznego, neutralizację szkod-

- liwej kwasowości, regulację warunków powietrzno-wodnych, likwidowanie tak zwanej martwicy (poziomu wymycia i cementyzacji), utrudniającej wsiąkanie wody oraz wglębną penetrację korzeni roślin.
- Większość gleb wytworzonych z glin zwałowych wykazuje duże spiaszczenie warstwy powierzchniowej wraz z poziomem eluwialnym. Podpróchniczna martwa warstwa stanowi barierę w agroekologicznym rozwoju gleby. Jej zlikwidowanie jest niezbędne do agroekologicznego rozwoju gleby.
  - Duży udział gleb bardzo kwaśnych i kwaśnych ogranicza poważnie plonowanie i opłacalność uprawy roślin. Odpowiednio duże wapnowanie gleb kwaśnych stosuje się tylko w rejonach wysokiej kultury rolnej. Rejony o największym zakwaszeniu gleb zużywają najmniej wapna nawozowego. Interes szeroko pojętej ochrony środowiska wymaga stosownych działań władz publicznych w tym zakresie.
  - Melioracje wodne, zwłaszcza drenowanie mineralnych gleb zwięzłych, stanowią bardzo istotny czynnik rozwoju agroekosystemów i efektywności produkcji roślinnej. Przykładem jest Wielkopolska, w której zdrenowano ponad 50% gruntów ornych i osiągnięto wysokie plony roślin, mimo położenia na obszarze o najmniejszych opadach atmosferycznych i glebach średniej jakości.

## PIŚMIENNICTWO

- Instrukcja w sprawie wykonania map glebowo-rolniczych w skali 1:5000 i 1:25 000. Część I i II. 1965. Ministerstwo Rolnictwa i IUNG, Puławy.
- KERN H. 1985. Odczyn i zawartość węglanu wapnia w glebach użytków rolniczych Polski. IUNG, Puławy.
- Komentarz do tabeli klas gruntów 1963. Ministerstwo Rolnictwa.
- Ochrona gleb rolniczych i leśnych. Narodowy program ochrony środowiska i gospodarki wodnej do 2010 roku. 1987. IUNG, Puławy (maszynopis).
- Ochrona środowiska. 2008. GUS.
- PONDEL H., TERELAK H., TERELAK T., WILKOS S. 1979. Właściwości chemiczne gleb Polski. Pam. Puł. Supplement do z. 71.
- SIUTA J. 1966. Współzależność między zróżnicowaniem składu mechanicznego w profilu a typem i właściwościami rolniczymi gleb. Pam. Puł. 22: 271-313.
- SIUTA J. 1995. Gleba – diagnozowanie stanu i zagrożenia. IOŚ, Warszawa.
- Stan gleb użytkowanych rolniczo w Polsce w latach 1980–1990. 1993. Biblioteka Monitoringu Środowiska. PIOŚ i MRiGŻ Warszawa.
- STRZEMSKI M., SIUTA J., WITEK T. i in. 1973. Przydatność rolnicza gleb Polski. PWRiL, Warszawa.
- Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej według gmin. 1993. IUNG. Puławy.