

STUDIA I RAPORTY IUNG-PIB

ZESZYT 51(5): 41-56

2017

Bożena Smreczak, Jan Jadczyzyn

*Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*BADANIA WŁAŚCIWOŚCI GLEB UŻYTKOWANYCH ROLNICZO
W LATACH 1992-1997 I ICH WYKORZYSTANIE
W OCENACH ROLNICZEJ PRZESTRZENI PRODUKCYJNEJ***Słowa kluczowe:** zanieczyszczenie, zrównoważony rozwój, monitoring, ochrona gleb**Wstęp**

Druga połowa XX w. to okres powstania wielu inicjatyw, które miały zwrócić uwagę światowej opinii publicznej na potrzebę racjonalnej gospodarki glebami i ich ochrony dla przyszłych pokoleń. Podkreślano konieczność podjęcia szeroko zakrojonych działań w zakresie oceny oddziaływania przemysłu i rolnictwa na jakość siedliska glebowego i wodnego. 30 maja 1972 r. Rada Europy przyjęła Europejską Kartę Gleb, a w 1981 r. Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia uchwaliła Światową Kartę Gleb (14). W obu dokumentach podkreślano, że gleba jest jednym z najcenniejszych dóbr człowieka oraz zdefiniowano jej funkcje i czynniki degradujące gleby. Po raz pierwszy oficjalne dokumenty o tak szerokiej skali wskazywały jak ważne są działania na rzecz właściwego planowania i gospodarowania zasobami glebowymi, ochrony gleb oraz pogłębiania wiedzy i podejmowania działań edukacyjnych w tym zakresie (14). Bardzo ważne znaczenie dla późniejszych działań politycznych w zakresie ochrony gleb miały konferencje Organizacji Narodów Zjednoczonych. 14 czerwca 1972 r. na konferencji ONZ w Sztokholmie podjęto uchwałę zwaną potocznie Deklaracją Sztokholmską, która uznała prawo ludzi do życia w czystym środowisku, ale również ich pełną odpowiedzialność za jego ochronę. Wyraźnie stwierdzono, że nieodnawialne zasoby środowiska przyrodniczego, w tym gleby, muszą być wykorzystywane w sposób racjonalny, który nie powoduje ich nadmiernego wyczerpywania. Podkreślano również, że emisja substancji szkodliwych do powietrza i wód musi zostać powstrzymana, aby nie powodować nieodwracalnych szkód w ekosystemach

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.3 oraz 1.5 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

(10). Kolejnym bardzo ważnym krokiem ludzkości w zakresie ochrony środowiska była Konferencja ONZ „Środowisko i Rozwój”, która odbyła w Rio de Janeiro w czerwcu 1992 r. nazywana potocznie Szczytem Ziemi (10). Konferencja wprowadziła nowy styl myślenia o środowisku przyrodniczym i jego związkach z rozwojem gospodarczym. Promowała w skali globalnej potrzebę rozwoju zrównoważonego. Efektem konferencji był m.in.: Globalny Plan Działań, Agenda 21. W II części tego dokumentu podkreślono potrzebę ochrony gleb (1). Jednym z najważniejszych przesłań tej konferencji było stwierdzenie, że w skali globalnej należy zapobiegać szkodom, nie zaś usuwać skutki degradacji środowiska (10).

Na początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku brakowało wystarczająco szerokiej i rzetelnej wiedzy na temat skali degradacji gleb na świecie, dlatego w ramach Programu Środowiskowego Organizacji Narodów Zjednoczonych powstał projekt „*Global Assessment of Soil Degradation*”, akronim GLASOD, który był koordynowany przez International Soil Reference and Information Centre (ISRIC) z siedzibą w Wageningen, Holandia (13). Wynikiem realizacji tego projektu była mapa „*World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation*” wydana w 1990 r. (30). Mapa ta przedstawiała przestrzenne rozmieszczenie obszarów, które są narażone na degradację lub w różnym stopniu uległy degradacji na skutek działalności człowieka. Opracowanie miało zwrócić uwagę polityków oraz osób zarządzających środowiskiem na skalę problemów związanych z degradacją gleb, ale przede wszystkim wskazać obszary, na których muszą zostać wdrożone programy naprawcze (13). W legendzie mapy wyróżniono cztery grupy procesów w największym stopniu degradujących środowisko: 1) procesy powodujące przemieszczanie się materiału glebowego z wierzchniej warstwy gleb, głównie w wyniku występowania erozji wodnej i erozji wietrznej, 2) procesy powodujące zmiany właściwości chemicznych gleb m.in. w wyniku ubytku makro i mikroelementów, ubytku materii organicznej, zasolenia, zakwaszania się gleb oraz zanieczyszczenia 3) procesy prowadzące do zmiany właściwości fizycznych gleb, w tym m.in. zasklepienie i zagęszczenie gleb pod wpływem używania m.in. ciężkich maszyn rolniczych oraz 4) procesy powodujące zmiany właściwości biologicznych gleb, w tym utratę równowagi mikrobiologicznej w powierzchniowej warstwie spowodowaną nadmiernym wylesianiem terenów czy stosowaniem nadmiernej ilości nawozów (13). Na mapie tej obszar Polski był przedstawiony jako silnie zdegradowany (21, 22, 25, 26), w tym głównie w wyniku zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi z dodatkowym wskazaniem, że gleby na tych obszarach mają znacznie ograniczone możliwości produkowania wysokiej jakości płodów rolnych. Jak podaje T e r e l a k i n. (26) wiązało się to z poważnymi konsekwencjami oraz zagrażało ograniczeniu eksportu krajowych produktów rolnych na rynki zagraniczne. W odpowiedzi na opublikowaną mapę, ówczesne Ministerstwo Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej podjęło decyzję o przeprowadzeniu szczegółowych badań właściwości gleb i roślin z terenów użytkowanych rolniczo w ramach pracy *Właściwości gleb użytków rolnych i zawartość pierwiastków toksycznych w glebach i roślinach*, którą realizowano w latach 1992-1997.

Celem opracowania jest przedstawienie zakresu prac wykonanych w latach 1992-1997, ze szczególnym uwzględnieniem utworzonej bazy danych o właściwościach gleb oraz przykładów jej wykorzystania do opracowań i analiz przestrzennych na potrzeby rolnictwa i ochrony środowiska.

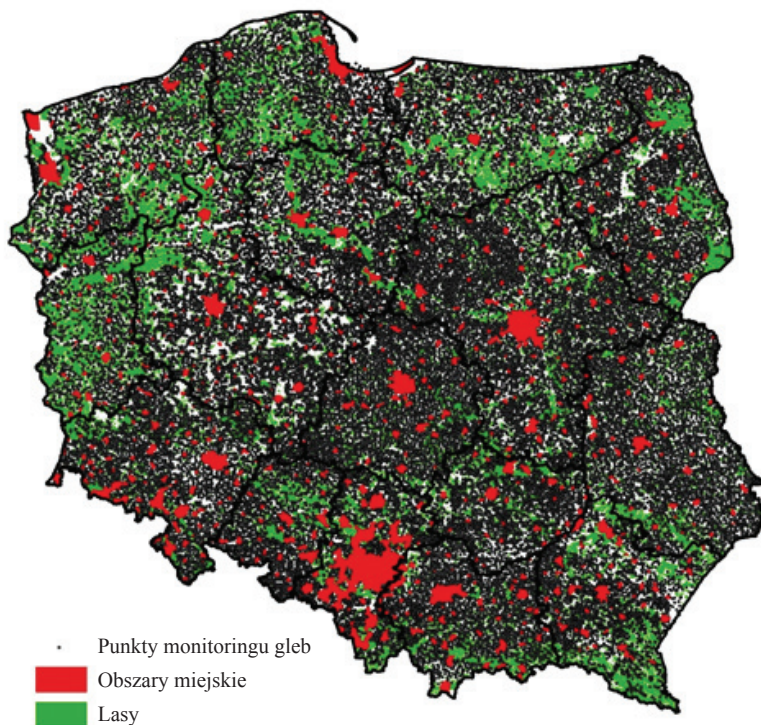
Zakres prac dotyczących badań właściwości chemicznych gleb i roślin w latach 1992-97

Intensywny rozwój przemysłu energetycznego, chemicznego i hutniczego emitującego do atmosfery znaczne ilości pyłowych i gazowych zanieczyszczeń spowodował w niektórych regionach kraju znaczny wzrost zanieczyszczenia gleb pierwiastkami śladowymi i siarką (Terelak i in., 1998). Publikacja *World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation* (30) oraz informacje prasowe i głosy organizacji ekologicznych ugruntowały w krajowej opinii publicznej przeświadczenie o silnym zanieczyszczeniu gleb Polski (21, 22, 25, 26) i ich małej przydatności do uzyskiwania wysokiej jakości płodów rolnych (4). Pomimo, że środowiska naukowe w kraju wielokrotnie podkreślały, że *World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation* (30) wykonano na podstawie wybiórczych i niepełnych danych przestrzennych, które następnie uogólniono do użytków rolnych w całym kraju, to potrzebne były aktualne i niepodważalne dane w tym zakresie.

Badania właściwości gleb i roślin oficjalnie rozpoczęły się w 1992 r. i były realizowane etapami do 1997 r. (15). Prace terenowe i analizy właściwości chemicznych gleb i roślin Ministerstwo Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej powierzyło Stacjom Chemiczno-Rolniczym, a nadzór merytoryczny nad programem pracownikom Zakładu Gleboznawstwa i Ochrony Gruntów IUNG pod kierownictwem prof. dr T. Witka, a następnie prof. dr hab. H. Terelaka. Program realizowano w bardzo dużej skali, ponieważ docelowa liczba punktów do badań gleb i roślin miała osiągnąć ponad 45 000 (26). Miejsca pobierania próbek glebowych i roślin były wyznaczane co roku z wykorzystaniem informacji z mapy glebowo-rolniczej w skali 1:5000 i 1:25 000 oraz dodatkowych danych terenowych, uwzględniających lokalizacje zakładów przemysłowych, które mogą oddziaływać na tereny rolnicze. W czasie realizacji programu niedostępne były urządzenia GPS, dlatego nowatorskim podejściem było wykorzystanie map topograficznych w skali 1:100 000, udostępnionych przez Wojskowy Instytut Geograficzny (WIG). Z map topograficznych odczytywano współrzędne geograficzne dla punktów pobierania próbek gleb i roślin. Tego typu rozwiązanie umożliwiło w późniejszym okresie wykonanie interpolacji wyników badań i opracowanie cyfrowych map obrazujących zawartości pierwiastków śladowych, siarki czy odczynu gleb w skali kraju.

Skala prac terenowych i laboratoryjnych zrealizowanych przez Stacje Chemiczno-Rolnicze była imponująca. W ciągu pięciu lat na gruntach ornych i trwałych użytkach zielonych wyznaczono ponad 48 000 punktów kontrolnych (Rys. 1), pobrano ponad 60 000 próbek glebowych, w tym głównie z warstwy orno-próchnicznej (0-20 cm) oraz dla wybranych lokalizacji również z warstwy podornej (20-40 cm).

W wyznaczonych lokalizacjach pobrano do badań ponad 22 000 próbek materiału roślinnego, w tym ziarno i sianę zbóż, trawy, ziemniaki, buraki cukrowe i pastewne, warzywa i inne (15).



Rys. 1. Przestrzenne rozmieszczenie punktów badań na potrzeby oceny stanu ekologicznego gleb użytków rolnych w Polsce, w latach 1992-1997 (n=45 278)
Źródło: Terelak i Motowicka-Terelak, 2000 (15)

Wynikiem realizacji programu była obszerna baza danych, zawierająca następujące właściwości chemiczne i fizyczne gleb: zawartość węgla organicznego, odczyn w 1 mol KCl·dm⁻³, skład granulometryczny, zawartość żelaza, manganu oraz pięciu pierwiastków śladowych: kadmu, miedzi, niklu, ołowiu i cynku, jak również siarki siarczanej S-SO₄ (15). W niektórych punktach kontrolnych przeprowadzono również pomiar radioaktywności. Równoległe z pracami monitoringowymi, w IUNG trwały prace pod kierunkiem prof. dr hab. A. Kabaty-Pendias nad opracowaniem kryteriów oceny stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin pierwiastkami śladowymi (9). Opracowanie kryteriów było w tamtych czasach bardzo ważnym osiągnięciem. Należy dodać, że dopuszczalne zawartości dla poszczególnych pierwiastków były znacznie niższe, a limity bardziej restrykcyjne niż w innych krajach Europy. Podobne liczby graniczne zawartości siarki w glebach i roślinach opracował zespół pod kierunkiem prof. dr hab. T. Motowickiej-Terelak (12).

W trakcie realizacji programu Ministerstwo Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej zobowiązywało IUNG do opracowania programów komputerowych dla

Stacji Chemiczno-Rolniczych pozwalających na utworzenie bazy danych o glebach i roślinach w sposób jednolity dla całego kraju. Baza ta jest archiwizowana w IUNG-PIB pod nazwą *Monitoring chemizmu gleb*.

Korygowanie złej opinii, w kraju i za granicą, o stanie zanieczyszczenia gleb Polski nie tylko pochłonęło znaczne nakłady finansowe, ale zajęło wiele lat (6). Ocena stanu ekologicznego gleb użytków rolnych w Polsce, przeprowadzona w latach 1992-1997, jednoznacznie wykazała, że informacja zawarta na *World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation* jest nieprawdziwa (26). Znaczne obszary gleb zanieczyszczonych metalami i siarką stwierdzono np. w byłym województwie katowickim, ale nawet w tym regionie skala zanieczyszczenia była mniejsza niż zakładano (26). W przypadku siarki, program wskazał nie tylko obszary, na których gleby zawierały znaczne ilości tego pierwiastka, ale również tereny, które zdaniem Terelaka i in. (26) będą w przyszłości wykazywać deficyt $S-SO_4$. Warto zaznaczyć, że stan zanieczyszczenia gleb na terenach rolniczych jest nieprzerwanie kontrolowany od 1995 r. w ramach programu „*Monitoring chemizmu gleb ornych w Polsce*” realizowanego na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (20).

W trakcie programu i po jego zakończeniu powstały liczne publikacje naukowe (11, 21, 22, 25-27) oraz mapy tematyczne prezentujące m.in. zawartość pierwiastków śladowych (28) i siarki (24) odczynu gleb (29) i zawartości materii organicznej w glebach Polski (23). W 1996 r. Minister Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej przyznał nagrodę I stopnia za pracę pt: „*Rozpoznanie i określenie stopnia zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego (gleby i rośliny) metalami ciężkimi i siarką*” zespołowi w składzie: prof. dr hab. H. Terelak (kierownik zespołu), mgr K. Budzyńska, prof. dr hab. A. Kabata-Pendias, prof. dr hab. T. Motowicka-Terelak, mgr Cz. Pietruch, dr W. Sroczynski, prof. dr T. Witek i prof. dr hab. M. Piotrowska.

Przykłady wykorzystania bazy danych *Monitoring chemizmu gleb* do analiz przestrzennych w skali kraju i regionów

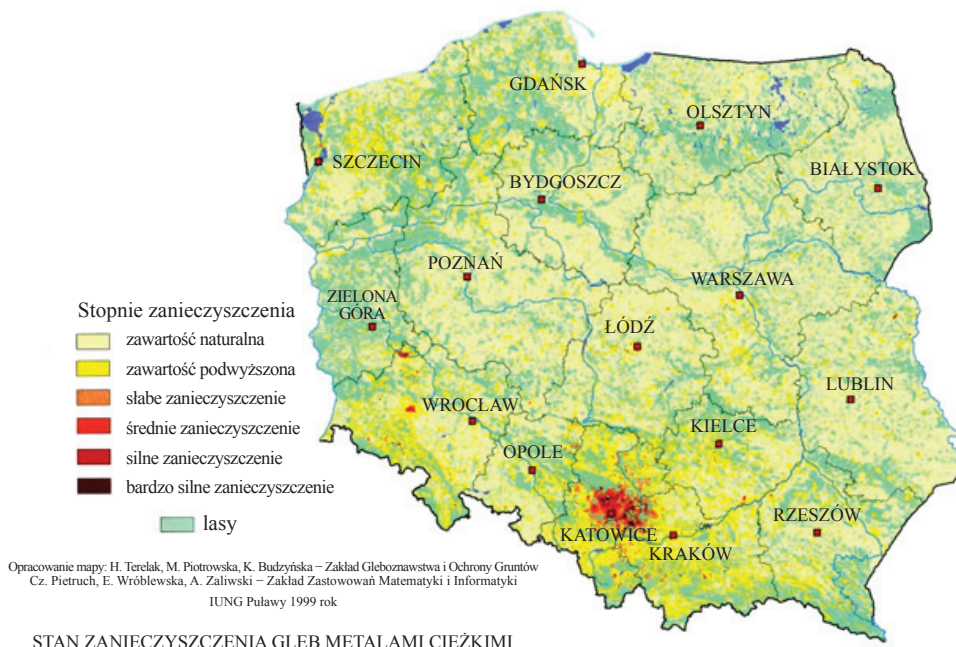
Dynamiczny rozwój narzędzi analitycznych w postaci geograficznych systemów informacji (GIS) pod koniec lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku stwarzał dobre warunki do szczegółowej analizy przestrzennej bazy danych *Monitoring chemizmu gleb* i wielowarstwowej prezentacji wyników. W latach 1998-2000 we współpracy z Instytutem Geodezji i Kartografii oraz Geosystems Polska Sp. z o.o. IUNG tworzył podstawy Zintegrowanego Systemu Informacji o Rolniczej Przestrzeni Produkcyjnej w Polsce (5, 6, 19, 30). Wdrażane w ramach tego projektu standardowe aplikacje GIS, specjalnie opracowane dla potrzeb analiz środowiskowych i rolniczych, oraz dodatkowe bazy danych charakteryzujące warunki przyrodnicze i potencjał produkcji rolniczej, dały jeszcze większe możliwości analizy danych przestrzennych zgromadzonych podczas prac w latach 1992-1997 i wykorzystanie ich w kontekście oceny degradacji środowiska glebowego i oddziaływania rolnictwa na środowisko.

Baza danych *Monitoring chemizmu gleb* ze względu na duże zagęszczenie punktów i jednolity system gromadzenia informacji w skali kraju umożliwiła prowadzenie analiz

i ocen przestrzennych w różnych skalach. W dotychczasowych analizach stosowano zarówno oceny pojedynczych czynników, tj. wybranych cech charakteryzujących właściwości chemiczne gleb, jak i podejmowano próby łączenia cech z bazy monitoringu z np. informacją zawartą na mapie glebowo-rolniczej, czy danymi pogodowymi itp. Metody badawcze przetwarzania i prezentacji danych były zróżnicowane w zależności od zakresu informacji czy specyfiki analizowanych procesów i zjawisk zachodzących w środowisku, a także oddziaływania przemysłu i produkcji rolniczej na zasoby glebowe i wodne. Dane z monitoringu w pierwszej kolejności zostały wykorzystane do oceny stanu zanieczyszczenia gleb użytków rolnych pierwiastkami śladowymi (9).

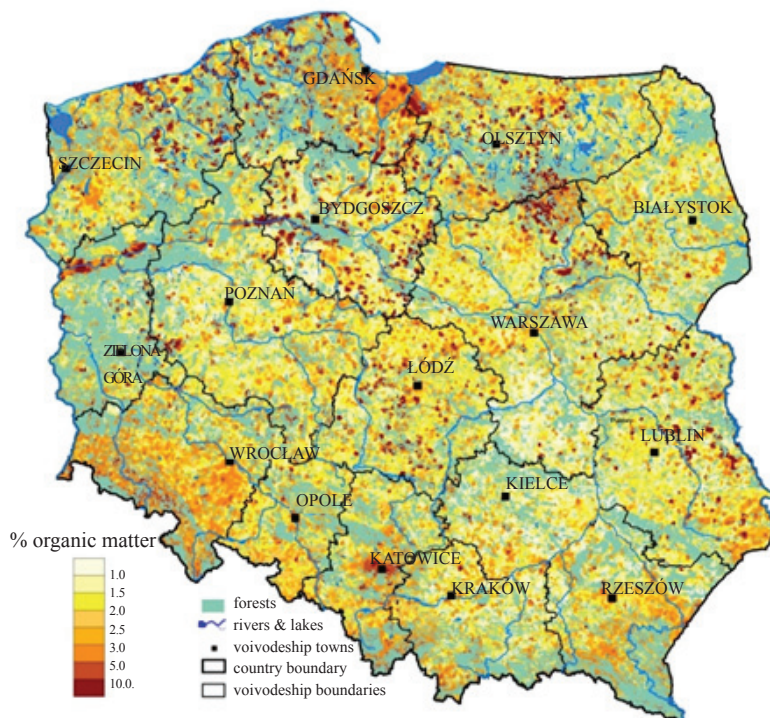
W oparciu o geostatystyczną metodę interpolacji danych przestrzennych opracowano dla Polski mapy zanieczyszczenia gleb poszczególnymi pierwiastkami Cd, Cu, Ni, Pb, Zn oraz mapę syntetyczną zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi łącznie (28) – Rys. 2, mapę zawartości materii organicznej (23) – Rys. 3, oraz mapę odczynu gleb użytków rolnych (29) – rys. 4.

Na Rys. 2 przedstawiono syntetyczną mapę zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi, z której wynika, że problem zanieczyszczenia w różnym stopniu występuje na około 3% powierzchni użytkowanych rolniczo w Polsce, przy czym degradacja w stopniu dużym i bardzo dużym (28) obejmuje tylko 0,5% ich powierzchni (25). Areał gleb zanieczyszczonych skupiony jest w większości w południowej części kraju obejmując swym zasięgiem teren woj. śląskiego, a w mniejszym stopniu północno-zachodnią część woj. małopolskiego – Rys. 2.



Rys. 2. Syntetyczna mapa zanieczyszczenia gleb użytkowanych rolniczo metalami ciężkimi
Źródło: Terelak i in., 1999 (28)

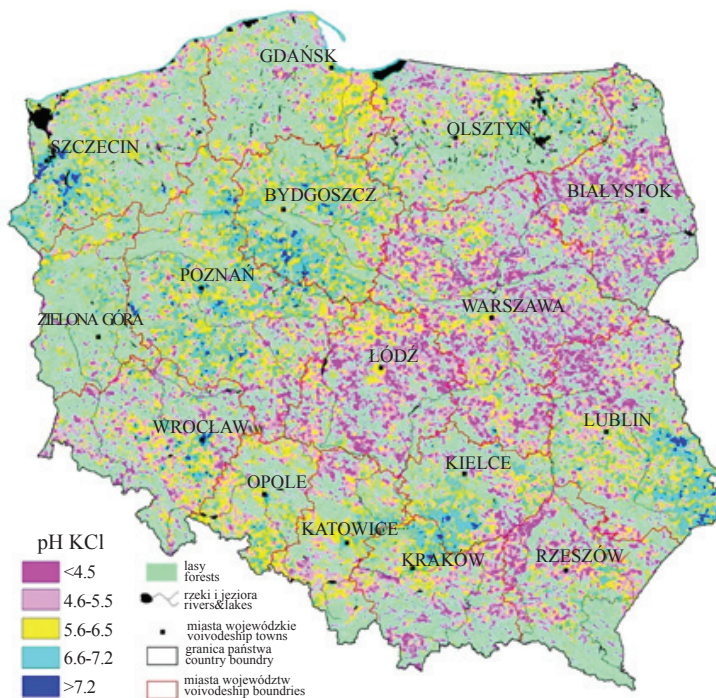
Analizy przeprowadzone na podstawie bazy danych *Monitoring chemizmu gleb* wykazały bardzo duże przestrzenne zróżnicowanie zawartości materii organicznej (MO) w warstwie orno-próchnicznej gleb (Rys. 3). Średnia zawartość MO w skali kraju wynosi 1,95%, przy czym ponad 60% gleb mineralnych lekkich i bardzo lekkich zawiera w warstwie ornej mniej niż 2% próchnicy (8, 18, 23).



Rys. 3. Mapa zawartości substancji organicznej w glebach użytkowanych rolniczo w Polsce
Źródło: Terelak i in. 2001 (23).

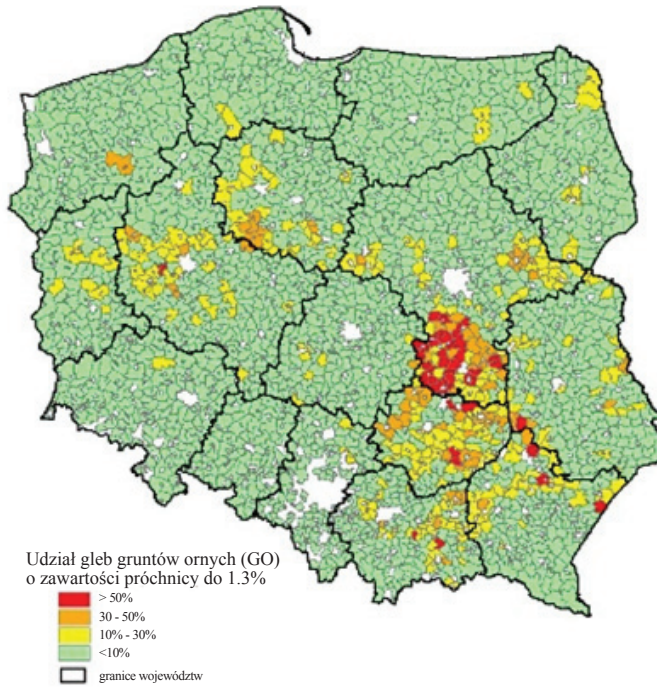
Dane z *Monitoringu chemizmu gleb* wykorzystywano wielokrotnie do analizy jakości i waloryzacji użytków rolnych (18) oraz oceny zagrożeń i degradacji środowiska (17). Wykorzystano je również do wydzielenia w skali kraju obszarów problemowych rolnictwa (OPR); (2, 3, 7). Zgodnie z przyjętymi kryteriami opracowano mapy tematyczne w odniesieniu do granic gmin, w tym: mapę użytków rolnych o bardzo niskiej zawartości próchnicy $< 1,3\%$ (Rys. 5); (8), mapę użytków rolnych o glebach silnie zakwaszonych o $\text{pH} < 4,5$ (Rys. 6); (3), oraz mapy zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi w gminach z uwzględnieniem kryteriów rozporządzenia Ministra Środowiska z 9 września 2002 roku (Rys. 7); (17).

Szczegółowa analiza zawartości materii organicznej wykazała, że w 37 gminach w kraju gleby o zawartości próchnicy do 1,3 % zajmują ponad 50% powierzchni gruntów ornych (Rys. 5), a w kolejnych 61 gminach stanowią od 30 do 50% użytków rolnych (8). W oparciu o mapę zakwaszenia gleb w ujęciu gminnym stwierdzono, że gleby o odczynie bardzo kwaśnym ($\text{pH} < 4,5$) aż w 176 gminach zajmują ponad 50 % użytków rolnych, a w kolejnych 220 gminach ich udział zawiera się w przedziale 30 – 50% UR (Rys. 6).



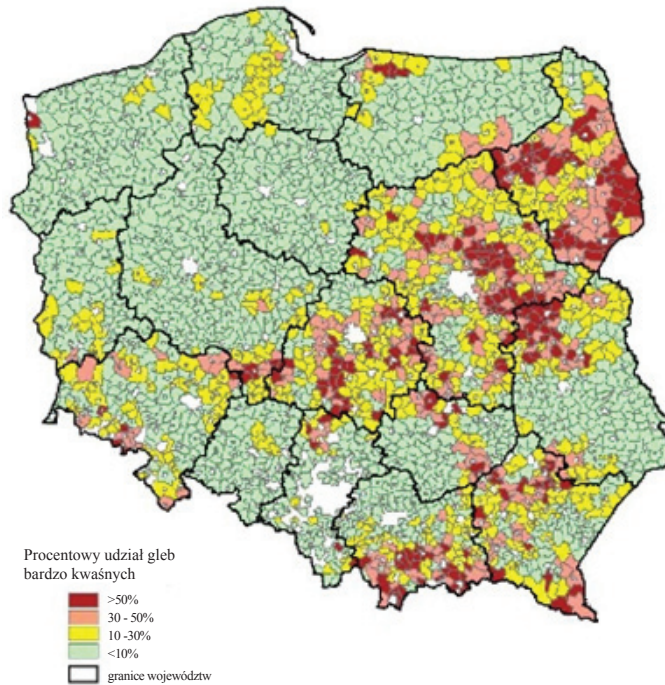
Rys. 4. Mapa odczynu gleb użytkowanych rolniczo w Polsce

Źródło: Terelak i in., 2001 (29)



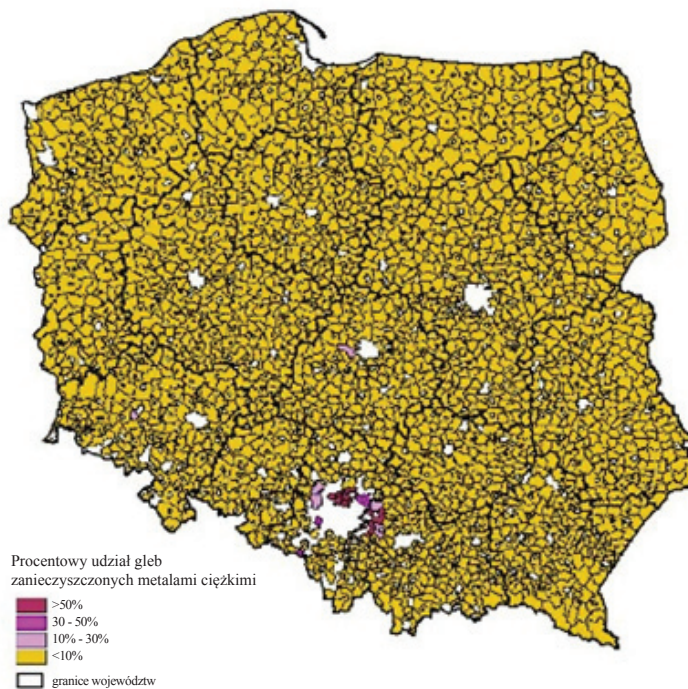
Rys. 5. Mapa udziału gleb o bardzo niskiej zawartości próchnicy w glebie < 1.3% wg gmin, obszary OPR – próchnica

Źródło: Jończyk i in., 2008 (8)



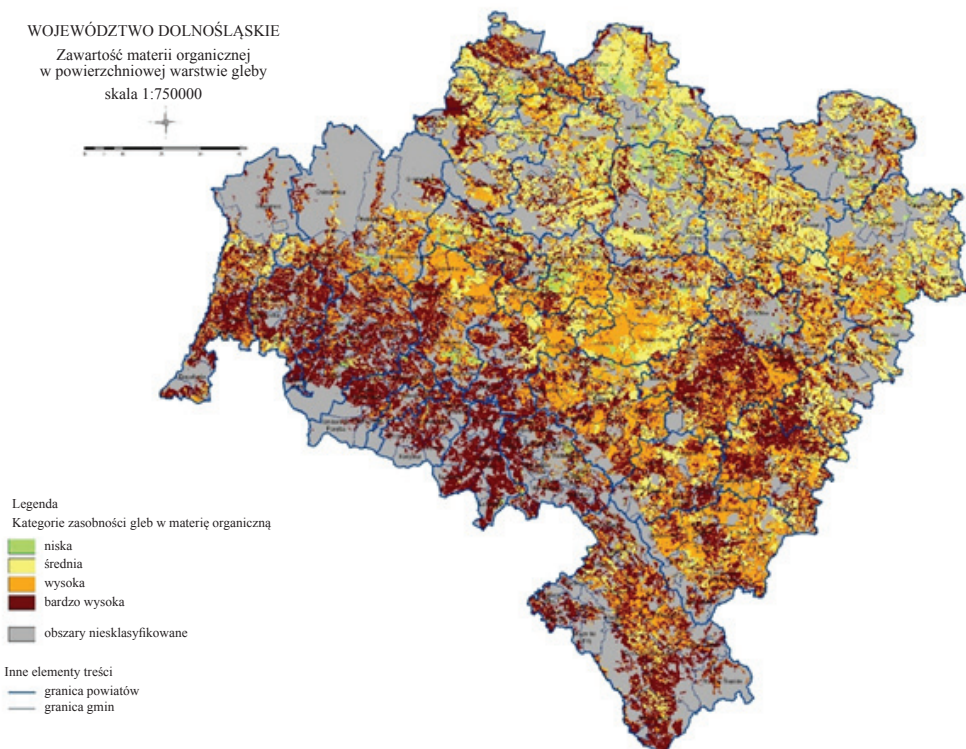
Rys. 6. Mapa gleb bardzo kwaśnych pH < 4.5 wg gmin, obszary OPR – pH

Źródło: Filipiak, 2008 (2)



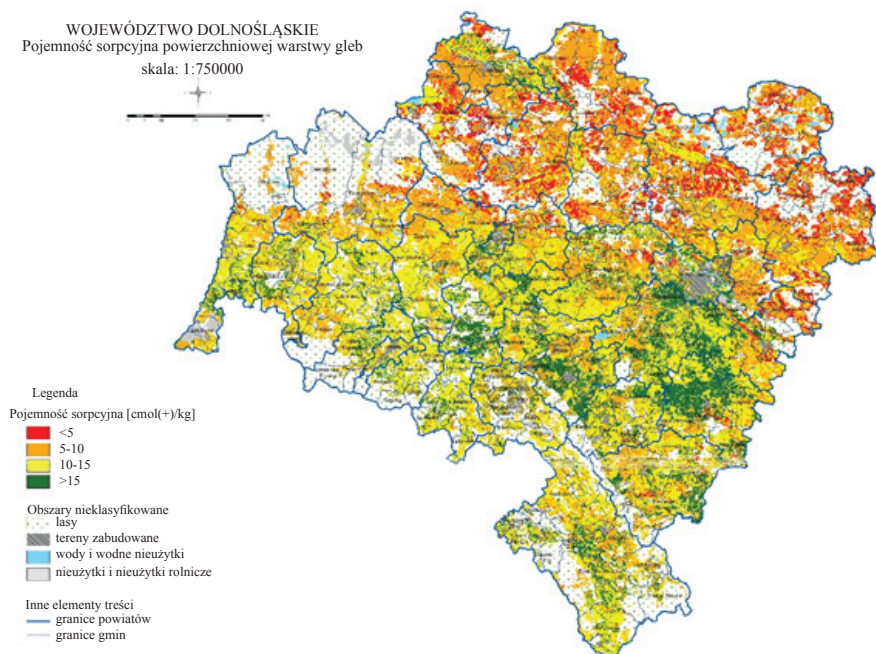
Rys. 7. Mapa zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi wg gmin, obszary OPR- zanieczyszczenia
Źródło: Siebielec i in., 2008 (17)

Dane z bazy *Monitoring chemizmu gleb* były szeroko wykorzystywane do oceny stanu środowiska glebowego również w ujęciu regionalnym. W ramach współpracy IUNG-PIB z Urzędem Marszałkowskim Województwa Dolnośląskiego wykonano kompleksową ocenę właściwości fizykochemicznych i wybranych wskaźników żyzności gleb (18). Na podstawie bazy danych dla woj. dolnośląskiego (ponad 3000 pkt.) oraz mapy glebowo-rolniczej w skali 1:25000 opracowano mapę zawartości materii organicznej w wierzchniej warstwie gleby (Rys. 8). Na podstawie tego samego zbioru danych opracowano również mapę pojemności sorpcyjnej gleb w województwie dolnośląskim (Rys. 9). Do obliczenia pojemności sorpcyjnej wykorzystano równanie regresji wielokrotnej opisującej jej zależność od udziału części spławalnych (< 0,02 mm), części koloidalnych (< 0,002 mm) zawartości próchnicy i odczynu gleby (16), tj. właściwości gleb, które nie ulegają szybkim zmianom w czasie.



Rys. 8. Mapa zawartości materii organicznej w wierzchniej warstwie gleby
w woj. dolnośląskim

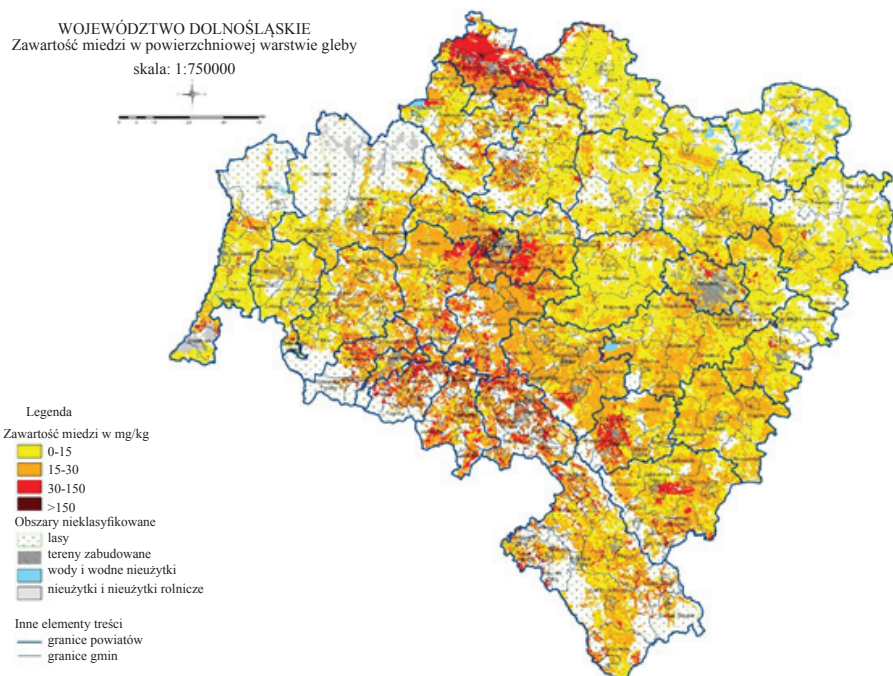
Źródło: Stuczyński i in., 2007 (18)



Rys. 9. Mapa pojemności sorpcyjnej wierzchniej warstwy gleb w województwie dolnośląskim
Źródło: Stuczyński i in., 2007 (18)

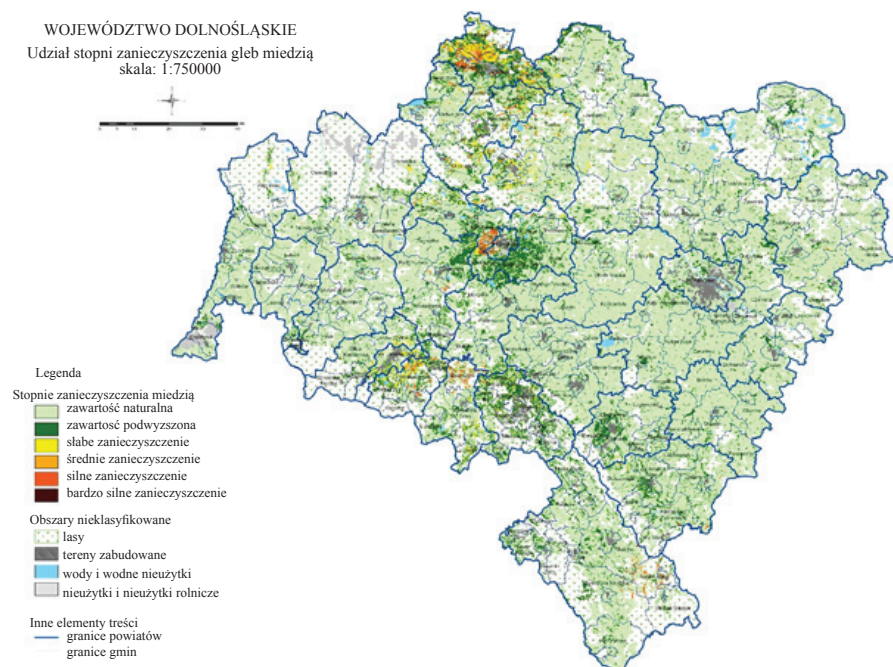
W woj. dolnośląskim wykonano również szczegółową analizę zawartości poszczególnych pierwiastków śladowych w glebie (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn). Do analizy przestrzennego rozmieszczenia pierwiastków wykorzystano zarówno dane z bazy *Monitoring chemizmu gleb* jak i dane badań regionalnych w zakresie zanieczyszczenia gleb. Badania regionalne przeprowadzono głównie w latach 2004-2005 w powiatach: wołowskim, średzkim, zgorzeleckim, głogowskim i polkowickim (18). Łącznie do oceny stanu zanieczyszczeń gleb metalami śladowymi wykorzystano 4245 próbek. Mapy zawartości pierwiastków śladowych powstały poprzez przyporządkowanie analizowanych punktów monitoringu do reprezentatywnych poligonów na mapie glebowo-rolniczej w skali 1:25 000 o najbardziej zbliżonych właściwościach fizycznych i produkcyjnych.

Na podstawie map zawartości pierwiastków śladowych opracowano mapy zanieczyszczenia gleb zgodnie ze standardami rozporządzenia Ministra Środowiska (Dz. U. Nr 165, poz. 1359). Na Rys. 10 przedstawiono mapę zawartości miedzi w glebach województwa dolnośląskiego, a na Rys. 11 mapę zanieczyszczenia gleb tym pierwiastkiem. Przykład analizy przestrzennej zawartości miedzi w glebie i poziomu jej zanieczyszczenia przedstawiono z uwagi na występujące złoża, przemysł wydobywczy i ryzyko przemieszczania pierwiastka w środowisku.



Rys. 10. Mapa zawartości miedzi w wierzchniej warstwie gleby

Źródło: Stuczyński i in., 2007 (18)



Rys. 11. Mapa zanieczyszczenia gleb miedzią

Źródło: Stuczyński i in., 2007 (18)

Podsumowanie

Badania stanu ekologicznego gleb użytków rolnych w Polsce, przeprowadzone w latach 1992-1997 odegrały bardzo istotną rolę w ocenie stanu środowiska glebowego, zarówno w skali kraju jak i poszczególnych regionów. Dostarczyły jednoznacznych dowodów dla opinii publicznej w kraju i na świecie, że tylko niewielkie obszary gleb użytkowanych rolniczo w Polsce można uznać za zanieczyszczone pierwiastkami śladowymi. Ponadto uzyskane dane były podstawą oceny zasobów materii organicznej i oceny stanu zakwaszenia gleb użytkowanych rolniczo w Polsce. Stały się nieocenionym źródłem informacji w zakresie oceny stopnia zanieczyszczenia gleb metalami śladowymi oraz siarką, szczególnie w regionach zwiększonego ryzyka emisji tych pierwiastków. Oceny przestrzennej zmienności analizowanych czynników dały podstawy do tworzenia ogólnokrajowych oraz regionalnych strategii w zakresie racjonalnej gospodarki materią organiczną, programu wapnowania i podnoszenia odczynu gleb zakwaszonych. Były szeroko wykorzystywane przy opracowywaniu działań ochronnych w ramach programów rolnośrodowiskowych i realizacji całego PROW. Stały się podstawą oceny ryzyka przemieszczania metali śladowych do roślin i produkcji żywności nie spełniającej obecnych standardów jakościowych na obszarach zanieczyszczonych. Przyczyniły się do ograniczenia emisji przemysłowych i przyspieszenia badań oraz prac wdrożeniowych nad opracowaniem skutecznych metod rekultywacji terenów poprzemysłowych i zdegradowanych stwarzających ryzyko uciążliwego oddziaływania na środowisko przyrodnicze i zdrowie człowieka. Dane zgromadzone w bazie *Monitoring chemizmu gleb* są materiałem porównawczym do oceny bieżących zmian zachodzących w środowisku glebowym naszego kraju.

Literatura

1. Berkowska E., Sobolewski M.: Realizacja polityki ekologicznej w kontekście postanowień Szczytu Ziemi w Rio, Kancelaria Sejmu, Biuro Studiów i Ekspertyz, 1995. http://biurose.sejm.gov.pl/teksty_pdf_95/i-291.pdf; tekst z dnia 01.02.2017 r.
2. Filipiak K., Jadczyzyn J.: Kryteria wyboru i ocena obszarów problemowych rolnictwa. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2008, **12**: 103-111.
3. Filipiak K.: Uwarunkowania produkcji rolniczej na obszarach gleb silnie zakwaszonych. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2008, **12**: 113-122.
4. Fotyma M., Igras J.: Narodowy program wapnowania gleb w Polsce na lata 2007-2013. Raporty PIB "Wybrane aspekty agrochemicznych badań gleby", 2006, **1**: 45-48.
5. Jadczyzyn J., Stuczyński T., Kukuła S., Zawadzka B., Korzeniowska-Puculek R.: Wykorzystanie zintegrowanego systemu informacji w województwie świętokrzyskim do opracowania programu ochrony gruntów na przykładzie powiatu sandomierskiego, (w:) Wybrane problemy geografii społeczno-ekonomicznej i regionalnej, Prace Instytutu Geografii AŚ w Kielcach, 2003, **10**: 97-109
6. Jadczyzyn J., Stuczyński T.: Wykorzystanie numerycznej mapy glebowo-rolniczej do analizy obszarów wiejskich. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2008, **12**: 55-64.
7. Jadczyzyn J.: Regionalne zróżnicowanie obszarów problemowych rolnictwa (OPR) w Polsce. Wyd. IUNG-PIB Puławy, 2009, **P(163)**, ss. 80.

8. Jończyk K., Jadczyzyn J., Filipiak K., Stuczyński T.: Przestrzenne zróżnicowanie zawartości materii organicznej w glebach Polski w kontekście ochrony gleb i ich rolniczego wykorzystania. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2008, **12**: 145-154.
9. Kabata-Pendias A., Motowicka-Terelak T., Piotrowska M., Terelak H., Witek T.: Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi i siarką. Ramowe wytyczne dla rolnictwa. Wyd. IUNG Puławy, 1993, Seria **P(53)**: ss. 20
10. Kordulska I.: Poradnik prawny obrońcy środowiska, Kraków, 1999: <http://www.zb.eco.pl/bzb/34/rozd1.htm#1> tekst z dnia 08.03.2017.
11. Motowicka-Terelak T., Terelak H. Sulphur contamination of soils: a threat to agroecosystems. *Polish Journal of Soil Science*, 2000, **XXXIII/2**: 39-45.
12. Motowicka-Terelak T., Terelak H., Witek T.: Liczby graniczne do wyceny zawartości siarki w glebach i roślinach, Puławy Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, 1992, ss.5.
13. Oldeman L.R., Hakkeling R.T.A., Sombroek W.G.: World map of the status of human-induced soil degradation. An Explanatory note. 1990, http://www.isric.org/sites/default/files/Explan-Note_1.pdf tekst z dnia 1.02.2017.
14. Piasecka J.: Problemy erozji gleb w prawie unijnym i polskim. *Przegląd Geograficzny*, 2014, **86(3)**: 393-403.
15. Pietruch Cz.: Utworzenie w poszczególnych Okręgowych Stacjach Chemiczno-Rolniczych relacyjnych baz danych ze zbiorów znajdujących się w stacjach. Opracowanie wykonane w ramach Umowy Nr 1/96/Pr-OSChR z dnia 5 lipca 1996 punkt 2, Puławy 1999, ss.10.
16. Pondel H., Terelak H., Terelak T., Wilkos S.: Właściwości chemiczne gleb Polski. *Pam. Puł.* 1979, Sup. do z. 71. 1979.
17. Siebielec G., Stuczyński T., Terelak H., Filipiak K., Koza P., Korzeniowska-Puculek R., Łopatka A., Jadczyzyn J.: Uwarunkowania produkcji rolniczej w regionach o dużym udziale gleb zanieczyszczonych metalami śladowym. *Raporty IUNG-PIB*, 2008, **12**: 123-143.
18. Stuczyński T. (praca zbiorowa): Stan i zmiany właściwości gleb użytkowanych rolniczo w Województwie Dolnośląskim w latach 2000-2005, Puławy-Wrocław, 2007.
19. Stuczyński T., Kukuła S., Kukuła H., Jadczyzyn J., Zaliwski A., Gawrysiak L., Federowicz-Jackowski W., Bielecka E.: System informacji o rolniczej przestrzeni produkcyjnej podstawą strategii rozwoju regionalnego. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie*, 2001, **377**: 69-86.
20. Terelak H., Motowicka-Terelak T., Pondel H., Maliszewska-Kordybach B., Pietruch Cz.: Monitoring chemizmu gleb ornych Polski – Program badań i wyniki wstępne: Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 1999, ss. 70.
21. Terelak H., Motowicka-Terelak T., Stuczyński T., Pietruch C.: Pierwiastki śladowe (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) w glebach użytków rolnych Polski. *Biblioteka Monitoringu Środowiska*. Warszawa, 2000, ss. 69.
22. Terelak H., Motowicka-Terelak T., Stuczyński T.: Zawartość metali ciężkich i siarki w glebach użytków rolnych Wielkopolski na tle ich występowania w glebach Polski. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 1998, **460**: 23-39.
23. Terelak H., Motowicka-Terelak T., Wróblewska E., Gawrysiak L., Pietruch Cz.: Mapa zawartości substancji organicznej w glebach użytków rolniczych Polski. IUNG, Puławy, 2001.
24. Terelak H., Motowicka-Terelak T., Wróblewska E., Gawrysiak L., Pietruch Cz.: Mapa zawartości siarki w glebach użytków rolniczych Polski. IUNG, Puławy, 2001.
25. Terelak H., Motowicka-Terelak T.: The heavy metals and sulphur status of agricultural soils in Poland, M.J. Wilson and B. Maliszewska-Kordybach, [in:] *Soil Quality., Sustainable Agriculture and Environmental Security in Central and Eastern Europe*, Kluwer Academic Publisher, 2000: 37-47.
26. Terelak H., Stuczyński T., Motowicka-Terelak T., Piotrowska M.: Zawartość Cd, Cu, Ni, Pb, Zn i S w glebach województwa katowickiego i Polski, *Archiwum Ochrony Środowiska*, 1997, **3-4**: 167-180.

27. Terelak H., Motowicka-Terelak T.: Występowanie pierwiastków śladowych i siarki w glebach użytków rolnych byłego województwa konińskiego i Polski. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, 2000, **CCCXVII**: 65-75.
28. Terelak H. Piotrowska M., Budzyńska K., Pietruch Cz.: Mapa stanu zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi. IUNG, Puławy, 1999.
29. Terelak H. Piotrowska M., Wróblewska E., Pietruch Cz.: Polska. Odczyn gleb użytków rolnych, IUNG, Puławy, 2001.
30. World map on human-induced degradation. 1990. UNEP/ISRIC, Wageningen, Holandia.
31. Zaliwski A., Stuczyński T., Jadczyżyn J., Bielecka E., Federowicz-Jackowski W.: Zintegrowany system informacji o rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski. Geodeta, 2000, **10(185)**: 35-39.

Autorzy składają serdeczne podziękowania: prof. dr hab. Teresie Motowickiej-Teralak, mgr Krystynie Budzyńskiej i mgr Czesławowi Pietruchowi za sugestie, informacje i materiały wykorzystane w pracy.

Adres do korespondencji:

*dr Bożena Smreczak
Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel. 81 4786 918
e-mail: bozena@iung.pulawy.pl*