

# Projekt GEMAS — zdjęcie geochemiczne gleb użytkowanych rolniczo w Europie

Anna Pasieczna<sup>1</sup>, Paweł Kwecko<sup>1</sup>



A. Pasieczna

P. Kwecko

**GEMAS project — geochemical mapping of agricultural and grazing land soil of Europe.**  
Prz. Geol., 58: 397–400.

*Abstract.* GEMAS (GEOchemical Mapping of Agricultural Soils and Grazing Lands in Europe) Project is realized by EuroGeoSurveys (EGS) Geochemistry Working Group. The project will deliver good quality and comparable exposure data of metals in agricultural and grazing land soil, and of properties determining the bioavailability and toxicity of metals (and other elements) in soil at the European scale.

**Keywords:** Europe, soil, heavy metals, pollution

Od lat 90. XX wieku europejskie służby geologiczne gromadzą wspólne dane dotyczące występowania pierwiastków i związków chemicznych w środowiskach powierzchniowych Ziemi oraz zagrożeń powodowanych przez ich nadmierne koncentracje. Celem prac jest z jednej strony określenie tła geochemicznego gleb, podglebia, osadów strumieniowych i wód powierzchniowych w skali kontynentu europejskiego, z drugiej — próba opracowania jednolitych, międzynarodowych standardów oceny zanieczyszczeń tych środowisk. Wcześniejsze dane nie mogą być ze sobą porównywane, ponieważ służby poszczególnych krajów stosowały różne sposoby pobierania próbek oraz odmienne metody analityczne, kryteria interpretacji wyników i oceny ryzyka zdrowotnego.

W wyniku kilkuletniej realizacji Projektu FOREGS (*Forum of European Geological Surveys*) zespół geochemików opracował dwutomowy *Atlas geochemiczny Europy* (Salminen i in., 2005; De Vos & Tarvainen i in., 2006), zawierający podstawowe informacje o charakterystyce geochemicznej gleb, wód powierzchniowych i osadów strumieniowych na terenie całego kontynentu. Badania gleb użytkowanych rolniczo były prowadzone tylko w krajach nadbałtyckich (Reimann i in., 2003).

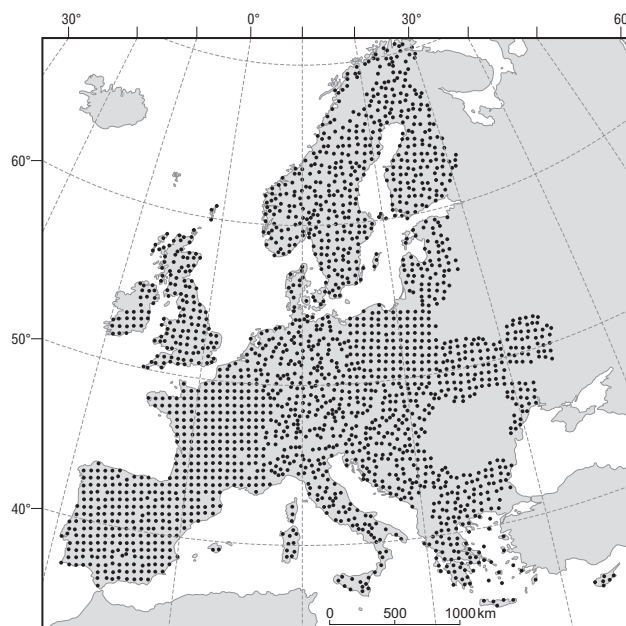
Projekt GEMAS (*GEOchemical Mapping of Agricultural Soils and Grazing Lands in Europe*) jest kolejnym wspólnym opracowaniem grupy ekspertów EuroGeo-Surveys (EGS), realizowanym od 2008 r. w kooperacji z organizacjami zewnętrznymi (*Alterra* z Holandii, *Norwegian Forest and Landscape Institute*, *CSIRO Land and Water* z Australii, a także ministerstwami środowiska i wydziałami uniwersyteckimi nauk o Ziemi kilku krajów). W projekcie GEMAS nie biorą udziału eksperci z Al-banii, Białorusi, Rumunii, Rosji i Malty.

## Cel projektu

Ilość i jakość produkowanej żywności zależy od właściwości użytków rolnych. Znajomość stanu gleb na terenach rolniczych jest bardzo istotna, gdyż ma wpływ na podejmowanie wszelkich decyzji prawnych dotyczących tych terenów. Tego typu informacje są również wykorzystywane w chemii sądowej, na przykład do ustalania źródeł pochodzenia żywności. Realizowany projekt dostarczy porównywalnych danych dotyczących zawartości wielu substancji w glebach na obszarze całej Europy (ryc. 1). Jego celem jest też określenie czynników determinujących

biodostępność i toksyczność pierwiastków dla roślin. Informacje zgromadzone w jednolitej bazie danych będą pomocne w opracowaniu i wdrażaniu dyrektywy glebowej (*Soil Protection Directive*) Unii Europejskiej.

Głównym celem realizowanego opracowania jest zatem określenie zawartości kilkudziesięciu pierwiastków chemicznych (i wybranych parametrów fizykochemicznych) w glebach i podglebiu na terenach pól uprawnych i łąk (pastwisk). W skali kontynentu europejskiego wartości tła geochemicznego poszczególnych pierwiastków chemicznych w glebach zmieniają się w szerokich granicach (niekiedy o kilka rzędów wielkości). Badania chemiczne prowadzone przez gleboznawców skupiają się przede wszystkim na zawartości w glebach pierwiastków istotnych dla prawidłowego funkcjonowania roślin i toksycznych koncentracji pierwiastków śladowych. W wyniku tych badań została określona maksymalna dopuszczalna zawartość wielu pierwiastków w glebach uprawnych oraz w odpadach ściekowych wykorzystywanych jako nawóz. Często jednak nie tylko nadmiar pierwiastków, ale również i ich niedobory mają równie poważny wpływ na funkcjonowanie roślin i zwierząt, a także zdrowie ludzi.



**Ryc. 1.** Lokalizacja miejsc poboru próbek gleb użytkowanych rolniczo w Europie

<sup>1</sup>Państwowy Instytut Geologiczny — Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; anna.pasieczna@pgi.gov.pl

## Realizacja projektu

Zakres i warunki realizacji projektu *GEMAS* uzgodniono na kolejnych spotkaniach grup roboczych *EGS*. Służby geologiczne poszczególnych państw pokryły koszty prac terenowych na obszarze swojego terytorium oraz koszty transportu próbek do laboratorium służby geologicznej Słowacji. Koszty analiz chemicznych są finansowane przez konsorcjum przemysłowe *Eurometaux*. Koszty opracowania baz danych, obliczeń statystycznych oraz przygotowania map i interpretacji wyników będą pokryte z budżetu służb poszczególnych krajów.

**Pobieranie próbek.** Na spotkaniu roboczym w Berlinie w marcu 2008 r. ustalono szczegóły realizacji projektu (procedury prac terenowych, rejestracji danych) oraz przeprowadzono szkolenie w zakresie pobierania próbek zgodnie z instrukcją *Field Manual EGS 2008*.

Opróbowanie terenu całej Europy przeprowadzono w sezonie letnim 2008 r. — pobierano 1 próbkę/2500 km<sup>2</sup> (ryc. 1). Na obszarze całego kontynentu wyznaczono poligony o rozmiarach 50 x 50 km. Próbkę pobierano jak najbliżej środka poligonu reprezentowały przeważający w nim typ gleby. Zasadą było, by pola uprawne lub łąki wytypowane do pobrania próbek charakteryzowały się wymiarami nie mniejszymi niż 25 x 50 m, leżały na możliwie płaskim terenie, poza dolinami i zagłębieniami i były w jak najmniejszym stopniu narażone na oddziaływanie czynników antropogenicznych. Wybór miejsca do pobierania próbek dyskwalifikowały:

- ❑ przekształcenia antropogeniczne terenu (rejonyskładowisk, przeróbki kopalni, zrzutu ścieków — widoczne lub wyczuwalne zapachem);
- ❑ instalacje i infrastruktura przemysłowa (minimalna odległość 2 km);
- ❑ autostrady i drogi (minimalna odległość 200 m);
- ❑ linie energetyczne (minimalna odległość 100 m).

Próbki gleb pobierano do torebek *Rilsan* (pokrytych warstwą teflonową) i opatrywano etykietami, na których kodowano kraj, numer próbki i sposób użytkowania (ryc. 2). Trzy pierwsze litery na etykietce oznaczają państwo, cyfry — numer próbki, a kolejne litery — sposób użytkowania (grunt orny, łąka lub pastwisko).

Z każdego poligonu pobierano dwie próbki:

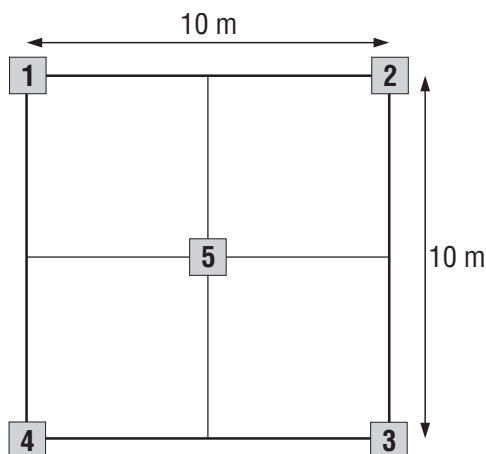
- ❑ próbkę gleby z pola (oznaczaną Ap), pochodzącą z warstwy ornej, z głębokości 0–20 cm, a gdy głębokość warstwy ornej była większa, to z profilu sięgającego jej dolnej granicy;
- ❑ próbkę gleby z łąki lub pastwiska (oznaczaną Gr), pochodzącą z głębokości 0–10 cm, pozbawioną części korzeniowych roślin.

W miejscu poboru próbek wyznaczano kwadrat o bokach 10 x 10 m. Próbkę pobierano z czterech naroży oraz środka kwadratu (ryc. 3), stalowym szpadłem bez farby. Następnie uśredniano próbki poprzez mieszanie, usuwano z nich żwir, kamienie oraz korzenie i umieszczano je

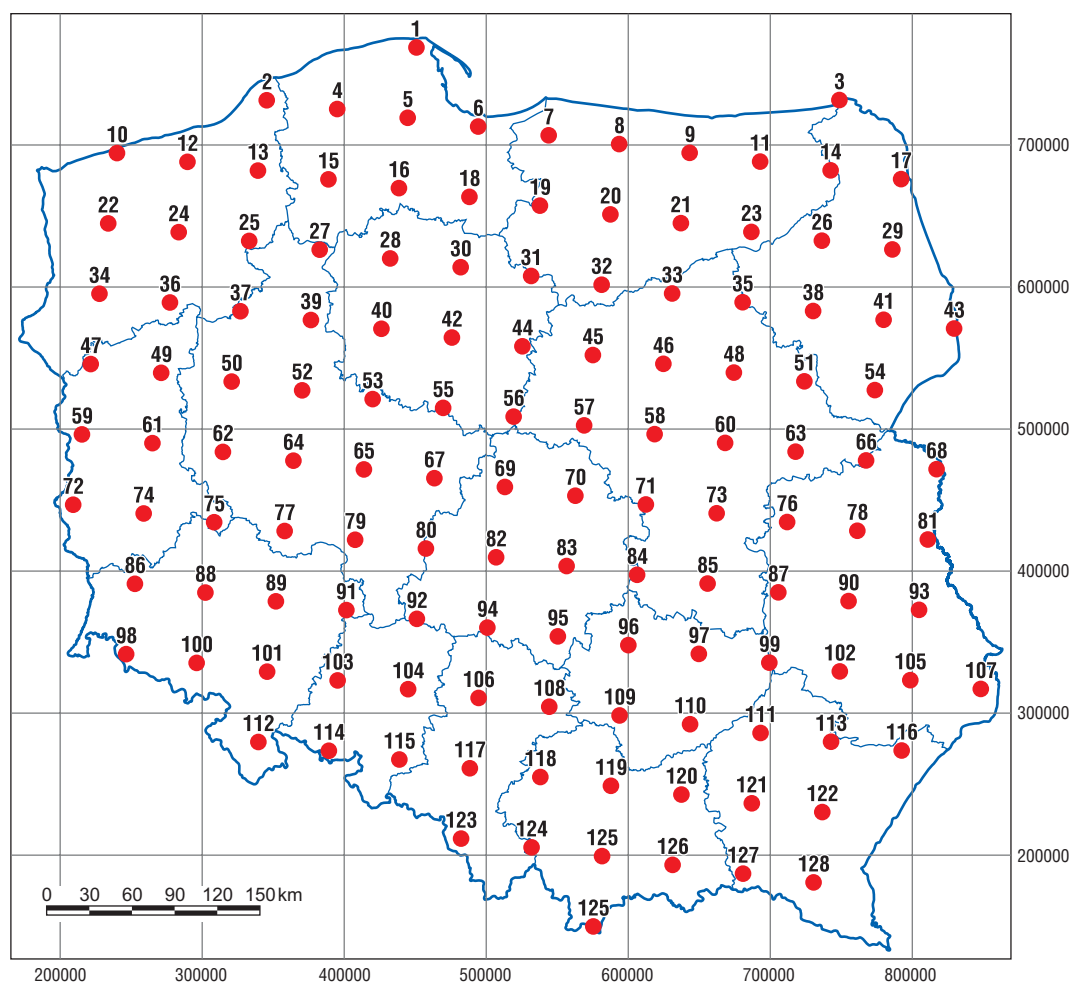


Ryc. 2. Kod próbki na zdjęciu dokumentującym krajobraz wokół miejsca jej poboru (A) i profil gleby (B)

w torebce *Rilsan*. Po pobraniu próbki zbiorczej (o masie 2–2,5 kg) wewnątrz torebki umieszczano w foliowym opakowaniu kartonik z numerem próby (*tag*) i szczelnie zamknięto specjalnym zaciskiem (*zip-lock*).



Ryc. 3. Miejsca poboru próbek gleby (1–5) w obrębie kwadratu wyznaczonego zgodnie z instrukcją



Ryc. 4. Numeracja i lokalizacja miejsc pobrania próbek w Polsce

Po pobraniu dwudziestu próbek pobierano próbki kontrolne (duplikaty) z tego samego poligonu, z którego pobierano zwykłą próbkę. Z tym, że nieznacznie zmieniano miejsca poboru duplikatów — naroża i środek kwadratu, z którego pobrano próbkę, przesuwano o 1–2 m.

Liczba próbek zebranych w poszczególnych krajach (tab. 1) różni się od liczby planowanej. Niedobory próbek powstały na skutek niemożności pobrania gleb w niektórych regionach, wynikającej na przykład ze zmiany użytkowania terenu, a większa liczba próbek od planowanej jest skutkiem pobrania próbek kontrolnych. Na obszarze Polski próbki pobrano ze 128 miejsc (ryc. 4).

**Dokumentacja terenowa.** Po pobraniu próbki wypełniano kartę zawierającą datę, opis miejsca pobrania próbki (kraj, nr próbki, rozmiar pola, typ uprawy, rodzaj podłoża) i współrzędne (rejestrowane w układzie WGS 84) oraz nanoszono miejsce poboru na mapę.

Kolejną czynnością było wykonanie serii zdjęć dokumentacyjnych. Wobec tak dużej liczby bardzo podobnych fotografii, w celu uniknięcia pomyłek w każdym miejscu pobierania próbki stosowano tę samą kolejność wykonywania zdjęć:

- zbliżenie numeru próby na specjalnej tabeli przedstawianej, pełniące rolę klipsa filmowego (ryc. 2A);
- profil glebowy ze zunifikowaną skalą (ryc. 2B);
- zbliżenie powierzchni gleby, prezentujące rodzaj uprawy (grunt orny) czy trawy (pastwisko);
- krajobraz wokół miejsca poboru próbki.

Rejestrując numery zdjęć na karcie terenowej podawano ich orientację w stosunku do kierunków świata.

**Przygotowanie próbek do badań.** Próbki gleb po wysuszeniu zostały dostarczone do laboratorium służby geologicznej Słowacji, gdzie przesiano je przez nylonowe sito o średnicy oczka < 2 mm, zhomogenizowano i podzielono na podpróbki:

- 4 podpróbki (o objętości 200 ml każda) przeznaczono do celów archiwalnych;
- 2 podpróbki (o objętości 100 ml każda) oraz 4 podpróbki (o objętości 50 ml każda) przeznaczono do analiz chemicznych.

**Analizy chemiczne.** Dotychczas wykonano oznaczenia 53 pierwiastków (Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, Hg, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn, Zr) w laboratorium ACME w Kanadzie. Próbki o masie 15 g roztrawiano w 90 ml wody królewskiej i utrzymywano przez 1 godzinę w kąpeli wodnej (95° C). Po schłodzeniu roztwór był dopełniany do 300 ml 5% HCl. Stosunek masy próbki do objętości roztworu wynosił 1 g na 20 ml. Analizy wykonano metodą: ICP-AES — spektrometr *Spectro Ciros Visio* i ICP-MS — spektrometr *Perkin Elmer Elan 6000/9000* (Reiman i in., 2009).

Tab. 1. Zestawienie próbek pobranych w ramach realizacji projektu GEMAS

Kraj	Kod	Powierzchnia (km <sup>2</sup> )	Przewidywana liczba próbek gleb ornych	Przewidywana liczba próbek z łąk lub pastwisk	Liczba próbek zebranych
Austria	AUS	83 859	34	34	74
Belgia	BEL	30 518	12	12	28
Bośnia i Hercegowina	BOS	51 209	20	20	28
Bułgaria	BUL	111 002	44	44	94
Chorwacja	CRO	56 538	23	23	62
Czechy	CZR	78 860	32	32	68
Cypr	CYP	9 251	4	4	8
Dania	DEN	43 094	17	17	36
Estonia	EST	43 432	17	17	36
Finlandia	FIN	304 530	122	122	198
Francja	FRA	543 965	218	218	458
Macedonia	FOM	25 713	10	10	20
Niemcy	GER	357 027	143	143	309
Grecja	HEL	131 626	53	53	174
Węgry	HUN	93 029	37	37	82
Irlandia	IRL	70 273	28	28	54
Włochy	ITA	301 336	121	121	247
Łotwa	LAV	64 589	26	26	54
Litwa	LIT	65 300	26	26	54
Luxemburg	LUX	2 586	1	1	2
Czarnogóra	MON	13 812	6	6	12
Norwegia	NOR	386 308	155	155	271
Holandia	NEL	33 873	14	14	30
Polska	POL	312 685	125	125	270
Portugalia	PTG	91 906	37	37	76
Serbia	SRB	88 361	35	35	68
Słowacja	SKA	49 035	20	20	42
Słowenia	SLO	20 173	8	8	20
Hiszpania	SPA	504 790	202	202	333
Szwecja	SWE	410 934	164	164	369
Szwajcaria	SIL	41 285	17	17	36
Wielka Brytania	UNK	343 820	138	138	290
Ukraina	UKR	603 628	241	241	506

W trakcie realizacji są analizy granulometryczne, oznaczenia odczynu, węgla organicznego, zawartości całkowitej siarki i węgla, izotopów ołowiu, zawartości całkowitej 40 składników metodą XRF oraz składników organicznych w wybranych próbkach metodą analizy spektroskopowej w podczerveniu.

Po statystycznym opracowaniu wyników zostaną wykonane monopierwiastkowe mapy geochemiczne, a ich uzupełnieniem będą obszernie komentarze tekstowe. Efektem projektu ma być wydanie atlasu geochemicznego gleb użytkowanych rolniczo w Europie, które jest planowane na rok 2013.

### Literatura

DE VOS W., TARVAINEN T., (eds), SALMINEN R., REEDER S., DE VIVO B., DEMETRIADES A., PIRC S., BATISTA M., J., MARSINA K., OTTESEN R.T., O'CONNOR P.J., BIDOVEC M., LIMA A., SIEWERS U., SMITH B., TAYLOR H., SHAW R., SALPETEUR I., GREGORAUSKIENE V., HALAMIC J., SLANINKA I., LAX K., GRAVESEN P., BIRKE M., BREWARD N., ANDER E.L., JORDAN G., DURIS M., KLEIN P., LOCUTURA J., BEL-LAN A., PASIECZNA A., LIS J., MAZREKU A., GILUCIS A., HEITZMANN P., KLAVER G. & PETERSELL V. 2006 — Geochemical atlas of Euro-

pe. Part 2. Geological Survey of Finland, Espoo; <http://www.gtk.fi/publ/foregsatlas/>

**Field Manual**, 2008 — EuroGeoSurveys Geochemical mapping of agricultural and grazing land soil of Europe (GEMAS) — NGU Report 2008.038. Geological Survey of Norway, Trondheim.

REIMANN C., DEMETRIADES A., EGGEN O.A., FILZMOSER P. & THE EGS GEOCHEMISTRY EXPERT GROUP, 2009 — The EuroGeo-Surveys geochemical mapping of agricultural and grazing land soils project (GEMAS) Evaluation of quality control results of aqua regia extraction analysis. NGU Report 2009.049. Geological Survey of Norway, Trondheim.

REIMANN C., SIEWERS U., TARVAINEN T., BITYUKOVA L., ERIKSSON J., GILUCIS A., GREGORAUSKIENE V., LUKASHEV V., MATINIAN N.N. & PASIECZNA A. 2003 — Agricultural Soils in Northern Europe: A Geochemical Atlas — 2003. Geologisches Jahrbuch, Sonderhefte, Reihe D, Heft SD 5, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 279p.

SALMINEN R. (ed.), BATISTA M.J., BIDOVEC M., DEMETRIADES A., DE VIVO B., DE VOS W., DURIS M., GILUCIS A., GREGORAUSKIENE V., HALAMIC J., HEITZMANN P., LIMA A., JORDAN G., KLAVER G., KLEIN P., LIS J., LOCUTURA J., MARSINA K., MAZREKU A., O'CONNOR P.J., OLSSON S.A., OTTESEN R.T., PETERSELL V., PLANT J.A., REEDER S., SALPETEUR I., SANDSTRÖM H., SIEWERS U., STEENFELT A. & TARVAINEN T. 2005 — Geochemical Atlas of Europe. Part I. Geological Survey of Finland, Espoo; <http://www.gtk.fi/publ/foregsatlas/>

Praca wpłynęła do redakcji 02.12.2009 r.

Po recenzji akceptowano do druku 02.02.2010 r.