

Józef LIS, Anna PASIECZNA

Państwowy Instytut Geologiczny, Zakład Geologii Środowiskowej, Warszawa

TŁO GEOCHEMICZNE I ANOMALIE W ŚRODOWISKACH POWIERZCHNIOWYCH ZIEMI W POLSCE

Streszczenie. Zróżnicowanie tła geochemicznego gleb Polski związane jest głównie ze zmiennym składem chemicznym skał macierzystych, z których powstały. Na tym tle można wydzielić szereg anomalii regionalnych i lokalnych pochodzenia geologicznego, antropogeniczno-geologicznego i antropogenicznego. Do najważniejszych należą regionalne anomalie geologiczne Niecki Nidy (Ca-Sr-S) i Wyżyny Lubelskiej (Ca-Sr), anomalia antropogeniczno-geologiczna Górnego Śląska (Pb-Zn-Cd) oraz anomalia antropogeniczna Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (Cu-Pb).

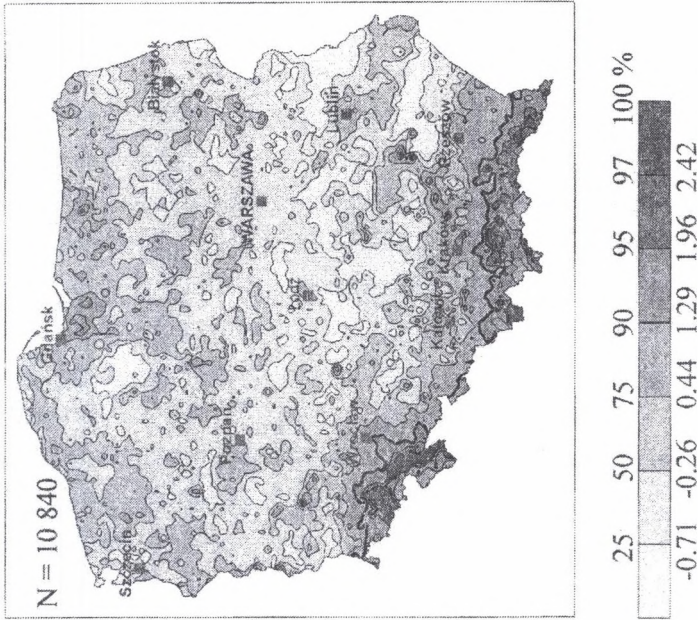
GEOCHEMICAL BACKGROUND AND ANOMALIES IN THE EARTH'S SURFACE ENVIRONMENTS IN POLAND

Summary. Chemical constitution of the substrate is the factor, which governs of soils background differentiation in Poland. Against this background the regional and local anomalies of diversified nature (geological, anthropogenic and mixed- geological and anthropogenic) can be distinguished. The most important are: the Nida Trough (Ca-Sr-S) and the Lublin Upland (Ca-Sr) regional geological anomalies, the Upper Silesia (Pb-Zn-Cd) geological and anthropogenic anomaly and the Legnica-Głogów Copper District anthropogenic anomaly.

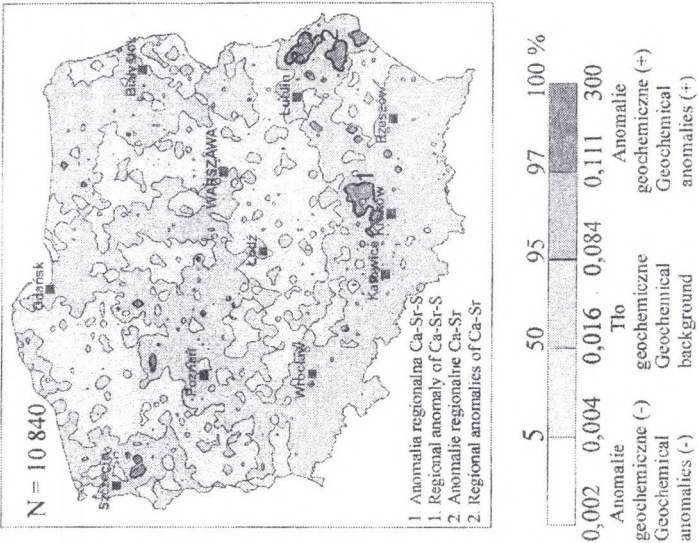
Tło geochemiczne i anomalie są pojęciami szeroko stosowanymi w badaniach geochemicznych zarówno podstawowych, jak również w technikach poszukiwań złóż oraz przy ocenie zanieczyszczeń środowiska substancjami chemicznymi. W najprostszej definicji tłem geochemicznym pierwiastka jest jego normalna zawartość w danym środowisku (skale, glebie, aluwium, wodzie, roślinie itp.), anomalią geochemiczną natomiast jest jego zawartość nienormalna - różna od tła. Istnieją zarówno anomalie dodatnie (powyżej tła geochemicznego), jak i ujemne (poniżej tła geochemicznego). Najczęściej rozpatrywane są anomalie geochemiczne dodatnie, wskazujące na obecność złóż metali (w poszukiwaniach) lub obecność źródeł zanieczyszczeń środowiska w wyniku działalności człowieka (badania środowiskowe). Anomalie geochemiczne ujemne odgrywają również bardzo ważną rolę. Wskazują na niedobór pierwiastków ważnych dla życia roślin, zwierząt i człowieka w środowisku przyrodniczym.

W celu określenia tła geochemicznego i wydzielenia anomalii geochemicznych stosowane są mniej lub bardziej skomplikowane techniki z dziedziny statystyki. Wymagają one znajomości charakteru rozkładu wyników oznaczeń chemicznych. Najczęściej przyjmowano, że zawartości pierwiastków chemicznych w środowiskach geologicznych mają charakter rozkładów log-normalnych. W takim przypadku po odpowiedniej transformacji danych tło geochemiczne i anomalie geochemiczne określano w przedziale: **średnia geometryczna $\pm 2 \sigma$** . Parametry te można wyznaczyć bądź metodą obliczeniową, bądź graficzną z użyciem siatki probabilistycznej [1]. W przypadku rozkładów wielomodalnych metoda graficzna pozwala na wydzielenie kilku odrębnych populacji i określenie odpowiadających im parametrów statystycznych [4]. Z tak idealnymi warunkami, pozwalającymi na określenie tła geochemicznego i anomalii w badaniach środowisk powierzchniowych, mamy do czynienia bardzo rzadko. Współczesny obraz geochemii tych środowisk jest wynikiem oddziaływania zarówno czynników naturalnych, przyrodniczych, jak i nakładających się na nie czynników antropogenicznych, co powoduje powstawanie skomplikowanych rozkładów wielomodalnych i skrajnie skośnych. W takich przypadkach najlepszymi miarami populacji są **mediana i percentyle**. W prezentowanej pracy zastosowano te miary statystyczne umownie wyznaczając tło geochemiczne w przedziale 5–95 percentyli, a dane powyżej i poniżej tych wartości zakwalifikowano jako ujemne i dodatnie anomalie geochemiczne. Słuszność przyjęcia takich kryteriów potwierdzają geochemiczne mapy zróżnicowania tła geochemicznego i anomalii geochemicznych (rys. 1–4).

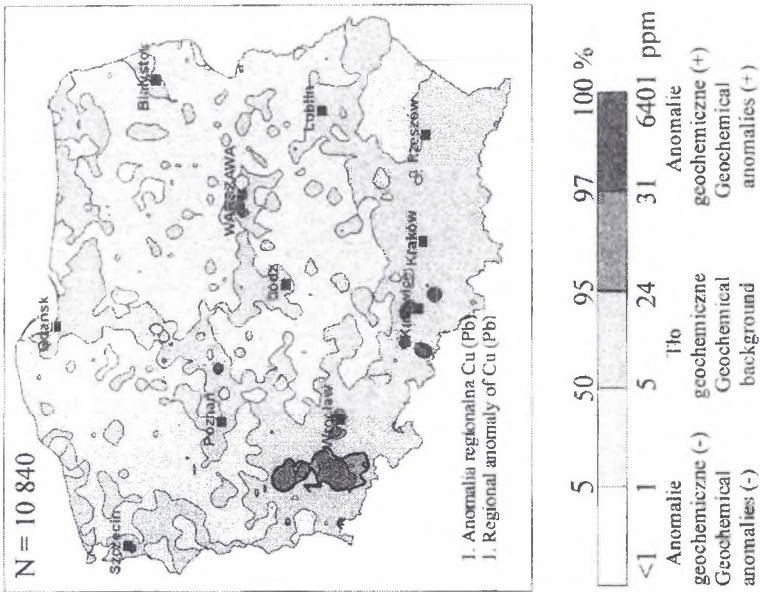
Mapy geochemiczne opracowano na podstawie danych z badań kartograficznych Polski w skali 1:500 000 wykonanych w latach 1991–1993 [2]. Dla zobrazowania generalnego tła geochemicznego gleb Polski posłużono się analizą czynnikową głównych składników z rotacją varimax. Najważniejszy czynnik F1 wyczerpujący 33,1 % całkowitej wariancji charakteryzuje zmienność Al, Ba, Co, Fe, Mg, Mn, Ni, Ti, V i Y i związany jest prawdopodobnie ze składem mineralnym badanych gleb. Rozkład przestrzenny tego czynnika (rys. 1) jest bardzo charakterystyczny. Wysokimi wartościami czynnika F1 wyróżniają się gleby Karpat, Sudetów i ich przedpola. Podwyższone wartości obserwuje się na Wyżynie Lubelskiej, w Górach Świętokrzyskich i w Polsce północnej. Zróżnicowanie tła geochemicznego wskazuje więc na wyraźny związek chemizmu gleb z budową geologiczną. Podwyższone wartości czynnika F1 w północnej Polsce świadczą o odrębności geochemicznej utworów polodowcowych zlodowacenia północnopolskiego. Pozostałe czynniki F2 i F3 obrazują zmienność Ca, S i Sr oraz Pb i Zn.



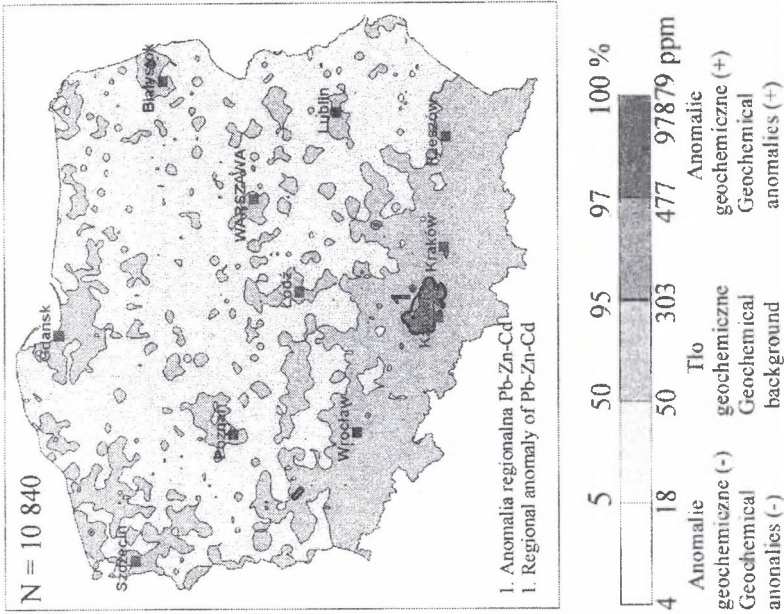
Rys. 2. Zróźnicowanie tła geochemicznego i anomalie Ca + Sr + S (wartości znormalizowane) w glebach Polski
 Fig. 2. Differentiation of geochemical background and anomalies of Ca + Sr + S (normalised values) in Polish soils



Rys. 1. Zróźnicowanie tła geochemicznego gleb Polski. Analiza czynnikowa.
 Czynniki FI - Al, Ba, Co, Fe, Mg, Mn, Ni, Ti, V, Y
 Fig. 1. Differentiation of geochemical background in Polish soils. Factor Analysis. Factor FI - Al, Ba, Co, Fe, Mg, Mn, Ni, Ti, V, Y



Rys. 3. Zróżnicowanie tła geochemicznego i anomalie Pb + Zn + Cd w glebach Polski
Fig. 3. Differentiation of geological background and anomalies of Pb + Zn + Cd in Polish soils



Rys. 4. Zróżnicowanie tła geochemicznego i anomalie Cu w glebach Polski
Fig. 4. Differentiation of geochemical background and anomalies of Cu in Polish soils

Analiza przestrzennego zróżnicowania tła geochemicznego i anomalii geochemicznych pozwoliła na wydzielenie szeregu anomalii regionalnych ($n \times 10 \text{ km}^2$ – $n \times 100 \text{ km}^2$) i lokalnych ($0, n \text{ km}^2$ – $n \text{ km}^2$). Genezę geologiczną mają anomalie Ca+Sr+S w glebach Niecki Nidy (rys. 2), związane z występowaniem gipsów i wapieni pogipsowych. Anomalia Ca+Sr na Wyżynie Lubelskiej jest podobnej natury. Zaznacza się w glebach rozwiniętych na podłożu węglanowych utworów kredy.

Rozległą anomalię geochemiczną Pb+Zn+Cd rozciągającą się na obszarze około 1600 km^2 zanotowano w glebach na Wyżynie Śląsko-Krakowskiej (rys. 3). Ma ona naturę mieszaną – geologiczno-antropogeniczną. Pierwotnym źródłem anomalii są tu wychodne utworów kruszczośnych środkowego triasu. Wielowiekowa eksploatacja złóż cynko-ołowiowych oraz hutnictwo metali doprowadziły do znacznego przemodelowania jej zasięgu i intensywności [3].

Regionalna anomalia miedzi i ołowiu (rys. 4) w glebach na obszarze Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego jest pochodzenia antropogenicznego. Głównym źródłem zanieczyszczeń gleb są tu huty miedzi w Legnicy i Głogowie, w mniejszym stopniu zakłady przeróbki rud w okolicy Rudnej, Lubina i Polkowic.

Anomalie lokalne, podobnie jak anomalie regionalne, mogą mieć różną genezę. Anomalie antropogeniczne obserwuje się najczęściej w glebach miast, gdzie związane są z działalnością przemysłową, transportem i innymi czynnikami np. urbanizacją. Mogą również występować lokalne anomalie geochemiczne związane z budową geologiczną.

LITERATURA

1. Lepeltier C.: A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. *Econ. Geol.* v. 64, 1969, p. 538 – 550.
2. Lis J., Pasieczna A.: Atlas geochemiczny Polski. 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa 1995.
3. Lis J., Pasieczna A.: Anomalie geochemiczne Pb-Zn-Cd w glebach na Górnym Śląsku. *Prz. Geol.* v.45, nr 2, 1997, s. 182 – 189.
4. Sinclair A., D.: Selection of threshold values in geochemical data using probability graphs. *J. Geochem. Explor.* v.3. 1974, p. 129 – 149.

Abstract

The natural geochemical background varies due to geological structure of the country (Fig. 1). Regional ($n \times 10 \text{ km}^2 - n \times 100 \text{ km}^2$) and local ($0.n \text{ km}^2 - n \text{ km}^2$) geochemical anomalies can be distinguished within the differentiated geochemical background of surface environments in Poland. Character of those anomalies is natural (geological), anthropogenic and/or mixed (geological and anthropogenic). The Nida Trough (Ca-Sr-S) and Lublin Upland (Ca-Sr) are exemplary cases of geological anomalies of natural origin (Fig.2). A Pb-Zn-Cd regional anomaly that developed in the Upper Silesia area (Fig.3) is a mixed type (geological and anthropogenic). Regional anomaly (Cu-Pb) within Lubin-Głogów Cooper District in Lower Silesia is anthropogenic origin (Fig.4).

Local anthropogenic anomalies are observed most often within towns and cities as well as in industrial areas. Their origin is connected with industry, transport and other urbanisation factors. Local geological anomalies appear within the outcrops of older geological formation of diversified nature.