PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

ATLAS GEOCHEMICZNY WAŁBRZYCHA I OKOLIC

GEOCHEMICAL ATLAS OF WAŁBRZYCH AND ENVIRONS

1:50 000

Anna Pasieczna, Jacek Siemiątkowski, Józef Lis

Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ

WYDAWNICTWO KARTOGRAFICZNE
POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A.

WARSZAWA 1996

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

ATLAS GEOCHEMICZNY WAŁBRZYCHA I OKOLIC

GEOCHEMICAL ATLAS OF WAŁBRZYCH AND ENVIRONS

1:50 000

Anna Pasieczna, Jacek Siemiątkowski, Józef Lis

KONCEPCJA I PROJEKT BADAŃ
CONCEPTS AND PROJECT PROPOSAL
Jacek SIEMIĄTKOWSKI

GEOCHEMIA
GEOCHEMISTRY
Józef LIS, Anna PASIECZNA

OPRÓBOWANIE
SAMPLING
Jacek SIEMIĄTKOWSKI

ANALIZY CHEMICZNE
CHEMICAL ANALYSES
Piotr PASŁAWSKI

PRZETWARZANIE DANYCH
DATA PROCESSING
Anna PASIECZNA, Józef LIS, Grzegorz PRZENIOSŁO

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ
OUTLINE OF GEOLOGY
Leszek SAWICKI

ZŁOŻA I ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZEŃ
MINERAL DEPOSITS AND POLLUTION SOURCES
Jacek SIEMIĄTKOWSKI

Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ

WYDAWNICTWO KARTOGRAFICZNE
POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A.

WARSZAWA 1996

Praca wykonana na zamówienie
Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa

Redaktor: mgr Barbara SŁOWAŃSKA,
mgr Janina MAŁECKA

Akceptował do druku 18.10.1996 r.
Dyrektor Naczelny Państwowego Instytutu Geologicznego
prof. dr hab. Stanisław SPECZIK

© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 1996

Recenzent prof. dr hab. inż. Andrzej PAULO

Tłumaczenie Zdzisław SIWEK

Druk ZPP Polskiej Agencji Ekologicznej S.A. Zlec. E-36

WSTĘP

„Atlas geochemiczny Wałbrzycha i okolic" w skali 1:50 000 jest kontynuacją serii wydawnictw Państwowego Instytutu Geologicznego z dziedziny kartografii geochemicznej. Prezentuje stan chemizmu powierzchniowych środowisk Ziemi w jednym z najbardziej uprzemysłowionych okręgów w Polsce. Położenie Wałbrzycha w kotlinie śródgórskiej stwarza specyficzne warunki mogące prowadzić do koncentracji zanieczyszczeń środowiska. Znajomość stopnia i zasięgu zanieczyszczenia gleb i osadów wodnych na obszarze miasta i w jego otoczeniu powinna być podstawą działań w dziedzinie rolnictwa, leśnictwa, ochrony zdrowia oraz decyzji administracyjnych w gospodarce przestrzennej, jak lokalizacje budowlane, inwestycyjno-przemysłowe, przekwalifikowanie użytkowania gruntów.

Państwowy Instytut Geologiczny rozpoczął prace nad „Atlasem geochemicznym Wałbrzycha i okolic" w 1994 r. W sezonie jesiennym wykonano opróbowanie gleb i osadów wodnych. Opróbowanie gleb prowadzono z gęstością 4 próbki /km^2 a osadów wodnych – około 1 próbka/8 km^2.

Prace laboratoryjne zostały wykonane w całości przez Centralne Laboratorium Chemiczne Państwowego Instytutu Geologicznego.

Powierzchnia wykonanego zdjęcia wynosi 200 km^2.

Prace finansowane były ze środków własnych Państwowego Instytutu Geologicznego (w 1994 r.) a następnie z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

W realizacji atlasu brali udział:

- **J. Siemiątkowski:** koncepcja i projekt badań, opróbowanie, źródła zanieczyszczeń, złoża kopalin,
- **J. Lis, A. Pasieczna:** geochemia – opracowanie map geochemicznych, interpretacja wyników, redakcja map i części tekstowej,
- **A. Pasieczna, J. Lis, G. Przeniosło:** bazy danych; przetwarzanie danych,
- **P. Pasławski, K. Jakimowicz-Hnatyszak:** prace analityczne – kierownictwo i koordynacja,
- **H. Bellok, E. Górecka, I. Jaroń, A. Jaklewicz, J. Kucharzyk, B. Kudowska, D. Lech, M. Liszewska, E. Maciołek:** analizy chemiczne,
- **B. Budzicka, B. Karolak, I. Witowska, L. Wojciechowski, D. Woźnica:** przygotowanie mechaniczne i chemiczne próbek,
- **L. Sawicki:** zarys budowy geologicznej.

PRACE TERENOWE

Prace terenowe zostały wykonane jesienią 1994 roku przez zespół pracowników Oddziału Dolnośląskiego PIG we Wrocławiu. Posługiwano się mapami topograficznymi w skali 1:25 000 (arkusze: 462.34 Walbrzych i 462.32 Świebodzice) w układzie państwowym 1965. Każdy arkusz mapy na obszarze opróbowania podzielony został na kwadraty o powierzchni 0,25 km^2, z których pobrano próbki gleby i w miarę możliwości osadu wodnego.

Obserwacje terenowe dotyczące zabudowy, sposobu użytkowania gruntu, rodzaju zbiornika wodnego, charakteru petrograficznego materiału oraz szkic lokalizacji punktu notowane były na kartach opróbowania. Lokalizację punktów pobrania próbek przedstawiono na tablicy 2. Próbki glebowe pobierano za pomocą ręcznej sondy o średnicy około 80 mm z głębokości 0,0–0,2 m. Pobrana gleba o masie około 500 g umieszczana była w woreczku płóciennym. Próbki osadów wodnych o możliwie najdrobniejszym uziarnieniu pobierane były czerpakiem z różnego rodzaju zbiorników wodnych; rzek, strumieni i stawów do woreczków płóciennych.

PRZYGOTOWANIE DO BADAŃ I ARCHIWIZACJA PRÓBEK

Próbki gleb i osadów wodnych po wstępnym wysuszeniu w terenie przewożone były do magazynu, gdzie suszono je w temperaturze pokojowej. Następnie próbki przesiewano przez nylonowe sita o oczkach 1 mm dla gleb i 0,2 mm dla osadów wodnych. Po skwartowaniu, próbki o masie około 100 g umieszczano w polietylenowych pojemnikach.

Próbki zmagazynowano w archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie w odpowiednio przygotowanym pomieszczeniu wyposażonym w regały z tackami. Każdej próbce nadano numer analityczny.

PRACE LABORATORYJNE

ROZTWARZANIE PRÓBEK

Po przeprowadzeniu eksperymentów w zakresie różnych sposobów trawienia próbek (E. Górecka i in., 1993) wybrano metodę trawienia kwasowego. Ługowanie kwasami pozwala bowiem na określenie mobilnej części pierwiastków, biorącej główny udział w migracji w powierzchniowych środowiskach Ziemi. Ta forma pierwiastków jest też najłatwiej przyswajana przez żywe organizmy.

Do roztwarzania zastosowano ługowanie za pomocą kwasu solnego (HCl 1:4), w temperaturze 90°C w ciągu 1 godziny. W procesie tym do roztworu uwalniana jest różna część pierwiastków, w zależności od formy występowania; waha się ona od kilku do 100%. Najtrudniej poddają się ługowaniu niektóre pierwiastki główne minerałów endogenicznych, takie jak: krzem, glin, potas i sód w skaleniach; żelazo, magnez, wapń zawarte w amfibolach i piroksenach; cyrkon, tytan, itr, tor w minerałach ciężkich gleb i osadów wodnych. Najłatwiej przechodzą do roztworu pierwiastki ze struktur minerałów węglanowych lub występujące w formach sorpcyjnych, słabo związanych. Forma sorpcyjna występowania pierwiastków jest najbardziej charakterystyczna dla gleb i osadów wodnych zanieczyszczonych w procesach antropogenicznych. Bardziej szczegółowo problem podatności na proces ługowania różnych pierwiastków kwasami został omówiony w Atlasie geochemicznym Polski (J. Lis, A. Pasieczna, 1995a).

OZNACZENIA PIERWIASTKÓW I KWASOWOŚCI

Oznaczenia Ag, Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V, Y i Zn w glebach oraz w osadach wodnych wykonano metodą spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP). Dla analizy gleb stosowano spektrometr PV 8060 firmy Philips, a dla analizy osadów wodnych – spektrometr JY 70 Plus Geoplasma firmy Jobin-Yvon.

Oznaczenia Hg wykonano metodą spektrometrii absorbcji atomowej techniką zimnych par z użyciem spektrometru Perkin-Elmer 4100 ZL z systemem przepływowym FIAS-100. Granice oznaczalności pierwiastków zestawiono w tabeli I.

Oznaczenia pH gleb w środowisku wodnym przeprowadzono według normy branżowej stosowanej w gleboznawstwie.

BAZY DANYCH

Za pomocą pakietu dBase III-plus utworzono trzy oddzielne komputerowe bazy: współrzędnych punktów opróbowania, danych obserwacji polowych i wyników badań analitycznych.

Pomiary współrzędnych punktów wykonano na mapach opróbowania w skali 1:25 000 na stole pomiarowym (dygimetrze) firmy Houston Instrument wykorzystując pakiet SINUS. Uzyskane współrzędne w układzie państwowym 1965 przetransformowano na układ państwowy 1942 oraz współrzędne kątowe. Utworzona w ten sposób baza zawiera współrzędne źródłowe (1965) oraz przetransformowane (1942 i geograficzne). Baza ta stanowiła podstawę generacji map geochemicznych.

Dane polowe zanotowane na kartach opróbowania zostały wprowadzone do bazy, w której poszczególnym elementom przypisano kody liczbowe zawarte w kartach opróbowania. Baza służy do wydzielania podzbiorów dla obliczeń statystycznych według różnych kryteriów środowiska (np. stężenia pierwiastków w glebach uprawnych, glebach leśnych, glebach miejskich itp.).

Wyniki analiz chemicznych przekazywane przez laboratorium były umieszczane w bazie analiz chemicznych. Baza zawiera 21 822 oznaczenia pierwiastków w 914 próbkach.

KONSTRUKCJA MAP GEOCHEMICZNYCH

PODKŁAD MAP GEOCHEMICZNYCH

Jako podkładu map geochemicznych użyto mapy topograficznej w skali 1:50 000 w układzie państwowym 1942. Odpowiednie matryce zakupiono w Zarządzie Topograficznym Sztabu Generalnego Wojska Polskiego.

OBLICZENIA STATYSTYCZNE

Obliczenia parametrów statystycznych zarówno dla całych zbiorów jak i podzbiorów reprezentujących różne środowiska gleb i osadów wodnych wykonano za pomocą pakietu STATGRAPHICS. Wyliczano średnią arytmetyczną, średnią geometryczną, medianę oraz wartość minimalną i maksymalną. Charakterystykę odpowiednich środowisk zestawiono w tabelach II i III.

Zbadano rozkład statystyczny całych zbiorów gleb i osadów wodnych i obliczono wartości percentyli 15, 25, 50, 75, 90, 95, 97, i niekiedy 99%. Posłużyły one do dobrania poziomów zawartości pierwiastków na mapach izoliniowych (gleby) i kółkowych (osady wodne).

OPRACOWANIE MAP GEOCHEMICZNYCH

Do generacji map geochemicznych użyto komputera klasy PC 486, HD 330 MB, 16 MB RAM. Monopierwiastkowe mapy geochemiczne gleb i osadów wodnych utworzono z użyciem programu SURFER for Windows.

Przy opracowywaniu map glebowych zastosowano metodę odwrotnej odległości. Dla prezentacji map wybrano metodę izoliniową. Poziomy zawartości pierwiastków dobierano kierując się obliczonymi wartościami percentyli.

W przypadku mapy pH gleb przyjęto wartości poziomów zgodnie z podziałem stosowanym w gleboznawstwie (na gleby bardzo kwaśne, kwaśne, lekko kwaśne, obojętne i zasadowe).

Skład osadów wodnych zaprezentowano w formie kartodiagramów kołowych. Identycznie jak dla gleb, obliczono wartości percentyli dla poszczególnych pierwiastków. Rozmiarami kółek na mapach wyróżniono klasy zawartości proporcjonalnie do stężeń pierwiastków.

Kreślenie map wykonano na ploterze atramentowym HP DesignJet 750C.

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Przedstawiony na mapie obszar (tablica 1) obejmuje fragmenty czterech jednostek strukturalnych. Są to: północna część depresji śródsudeckiej, południowo-wschodni fragment struktury kaczawskiej, środkowa część depresji Świebodzic oraz północno-zachodni fragment bloku sowiogórskiego. Niewielki obszar na północnym skraju mapy jest w całości przykryty utworami kenozoicznymi. W jego podłożu znajdują się utwory należące do bloku przedsudeckiego, jednostki strukturalnej nie pojawiającej się na powierzchni.

Za wyjątkiem wspomnianego obszaru utworów kenozoicznych na bloku przedsudeckim, całość terenu ma relief górzysty o budowie uwarunkowanej litologicznie. Orograficznie należy on do Sudetów. Wszystkie formacje skalne budujące ten obszar występują na powierzchni terenu w postaci licznych, naturalnych i sztucznych odsłonięć skalnych. Dzięki temu teren został dość dokładnie zbadany geologicznie. Szczegółowo rozpoznano podłoże południowej części obszaru, należącej do Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego, ze względu na intensywnie rozwinięte górnictwo węgla kamiennego i barytu.

DEPRESJA ŚRÓDSUDECKA

Środkowa i południowa część omawianego obszaru jest fragmentem depresji śródsudeckiej. Budują ją utwory młodszego paleozoiku powstałe w czasie prawie ciągłej sedymentacji od dolnego karbonu do środkowego czerwonego spągowca, z kilkoma poziomami wulkanitów. Osady te wykazują umiarkowany upad, generalnie ku południowi i południowemu zachodowi, zaburzony w lokalnych strukturach tektonicznych.

Najstarszymi osadami depresji śródsudeckiej są utwory wizenu wykształcone w facji kulmowej (formacje ze Szczawna i z Lubomina). Są to utwory lądowe o cechach stożków napływowych (zlepieńce, piaskowce) przewarstwiające się z osadami rzeczno-bagiennymi (mułowce), zawierające wkładki osadów morskich (zlepieńce, łupki). Podścielają one od północy utwory karbonu górnego, a występują w szerokim pasie od Jabłowa i Lubomina na zachodzie do Szczawna-Zdroju. Miąższość osadów formacji ze Szczawna wynosi około 400 m, a formacji z Lubomina nie przekracza 1500 m. Utwory facji kulmowej charakteryzują się urozmaiconym składem petrograficznym. Zawierają litoklasty różnych skał metamorficznych, wulkanicznych i osadowych (A. K. Teisseyre, 1968).

Utwory karbonu górnego zajmują główną część omawianego obszaru między Boguszowem, Walbrzychem i Jedliną-Zdrojem. Są to utwory lądowe, rzeczno-bagienne oraz osady stożków napływowych: zlepieńce, piaskowce, mułowce i iłowce z pokładami węgla, reprezentujące osady namuru, westfalu i stefanu. Skały klastyczne karbonu górnego charakteryzują się dużą dojrzałością transportową a większość klastów stanowią kwarc i kwarcyty, co odróżnia je od urozmaiconego składu facji kulmowych (W. Nemec, 1984; Bossowski A., i in., 1995). Tę sekwencję sedymentacyjną rozpoczyna formacja z Wałbrzycha o miąższości 200–250 m (namur A) zawierająca pokłady węgla. Powyżej zalegają utwory formacji z Żaclerza (namur C – westfal B) o miąższości 450–1100 m, również z ogniwami węglonośnymi. Ponad nimi występują wulkaniczne i detrytyczne utwory formacji z Glinika (westfal CD i stefan) o miąższości 460–1350 m oraz detrytyczna formacja ze Świerków (pogranicze karbonu i permu, stefan C – autun) o miąższości 230–720 m. W obrębie utworów osadowych westfalu występują wulkanity (ryolity, ryodacyty, trachybazalty) w formie silli, dajek i kominów wulkanicznych. Na ogół mają one niewielkie wymiary. Wyjątkiem jest tu potężny lakkolit ryolitowy Chełmca, budujący kopulaste wzgórze dominujące nad całym rejonem.

Utwory dolnego permu zajmują niewielki, południowo-zachodni fragment prezentowanego obszaru (na południe od Boguszowa). Są to utwory głównie rzeczno-jeziorne (piaskowce, mułowce – lokalnie tufogeniczne, iłowce z nielicznymi poziomami wapnistymi) zaliczone do formacji ze Świerków i formacji ze Słupca (o miąższości 100–300 m) oraz utwory formacji wulkanicznej Gór Kamiennych (latyty, trachyandezyty i tufy ryolitowe). Oprócz tych wulkanitów o pokładowym, konsekwentnym ułożeniu występują również wulkanity (ryolity, trachybazalty) w postaci kominów i żył pokładowych. Skały permu (ryolity i ich tufy) występują również w południowo-wschodniej części obszaru (Niedźwiadki i Wołowiec).

Serie skalne depresji śródsudeckiej o nieckowatym ułożeniu, z upadami skierowanymi ku południowi i południowemu-zachodowi, są lokalnie zaburzone w mniejsze struktury fałdowe. Należą do nich m.in. antyklina Jabłowa, synklina Gorców i synklina Sobięcina. Cały obszar jest pocięty licznymi uskokami.

Utwory depresji śródsudeckiej są ograniczone od północnego wschodu (to jest od depresji Świebodzic) dyslokacją – nasunięciem Strugi, przechodzącą ku SSE w uskok Szczawienko–Głuszyca, który oddziela depresję śródsudecką od bloku Gór Sowich (A. Bossowski, M. Czerski, 1988; A. Bossowski i in., 1995; A. Haydukiewicz i in., 1985; A. Grocholski, 1973).

DEPRESJA ŚWIEBODZIC

Północną część omawianego obszaru budują skały depresji Świebodzic w postaci silnie sfałdowanych utworów górnego dewonu i dolnego karbonu. Najstarsze górnodewońskie osady należące do formacji z Pogorzały i z Pełcznicy, to głównie piaskowce i zlepieńce polimiktyczne z przewarstwieniami skał drobnoziarnistych – mułowców i pyłowców, podrzędnie z soczewami wapieni. Miąższość osadów formacji z Pogorzały wynosi 1300–1500 m a formacji z Pełcznicy co najmniej 350 m (S. J. Porębski, 1981). Skały dewońskie występują w dwóch rejonach depresji: na południowym zachodzie w tzw. elemencie Strugi (wzdłuż nasunięcia Strugi) oraz na północnym wschodzie w okolicach Pełcznicy, wzdłuż granicy z jednostką Cieszowa.

Utwory karbonu dolnego (turneju dolnego, a przypuszczalnie też najwyższego dewonu) występują w środkowej części depresji. Są to skały formacji z Książa i z Chwaliszowa, reprezentowane przez gruboziarniste piaskowce oraz zlepieńce: gnejsowe we wschodniej części (formacja z Książa) i polimiktyczne w zachodniej (formacja z Chwaliszowa). Miąższość utworów formacji z Książa wynosi minimalnie 2000 m, a formacji z Chwaliszowa – 3000 m. Cechą charakterystyczną skał klastycznych tego terenu jest urozmaicony skład petrograficzny i szczególnie duża ilość litoklastów pochodzących z Gór Sowich (S. J. Porębski, 1981).

Skały depresji Świebodzic tworzą strome fałdy o osiach WNW–ESE (w części zachodniej) i WSW–ENE (w części wschodniej). Depresja jest oddzielona tektonicznie od sąsiednich jednostek a dyslokacje mają rozmaity charakter (A. Haydukiewicz i in., 1985, H. Teisseyre, 1973).

STRUKTURA KACZAWSKA

Niewielkie elementy należące do struktury kaczawskiej występują w północnej części omawianego obszaru. Obrzeżają one depresję Świebodzic od SW i N.

Na południowym zachodzie, w tzw. elemencie Strugi, są to staropaleozoiczne zieleńce przefałdowane z górnodewońskimi skałami depresji Świebodzic. We fragmencie północnym, w tzw. płacie Jaskulina, należącym do jednostki Cieszowa, są to skały epimetamorficzne starszego paleozoiku: łupki chlorytowo-serycytowe, łupki pstre, fyllity węglanowe i zieleńce. Niewielkie wystąpienia zieleńców znajdują się również na południe od Świebodzic. Są to płaty tektoniczne spoczywające na podłożu zbudowanym z górnodewońskich skał depresji Świebodzic.

Wzdłuż dyslokacji – nasunięcia ograniczającego płat Jaskulina od południa – występują grubsze strefy mylonitów i kataklazytów.

Elementy północne (płat Jaskulina, płaty Świebodzic) są fragmentami nasuniętej ku południowi starowaryscyjskiej struktury Gór Kaczawskich. Element południowy (Strugi) jest fragmentem podłoża (skał formacji z Chwaliszowa) o charakterze wysadu, tektonicznie wygniecionym również ku południowi (J. Oberc, 1972; H. Teisseyre, 1973).

BLOK GÓR SOWICH

W omawianym obszarze na E i SE od Szczawienka występuje niewielki fragment bloku Gór Sowich. Są to skały metamorficzne wyższych stopni metamorfozy – różnorodne paragnejsy z wkładkami skał maficznych i ultramaficznych, silnie zróżnicowane teksturalnie i strukturalnie, z powszechnymi objawami migmatyzacji (R. Kryza, 1981, A. Polański, 1955).

Główną odmianą są paragnejsy smużyste, drobnokrystaliczne, o teksturze równoległej; podrzędnie występują odmiany gruboziarniste, o teksturze kierunkowej. Skałami wyjściowymi paragnejsów sowiogórskich były przypuszczalnie osady grubo- i drobnoklastyczne wieku ryfejskiego, a ich deformacja i metamorfizm miały miejsce w dewonie.

W okolicy Poniatowa wyróżnia się pasmo leukognejsów (gnejsów alkalicznych) – skał jasnoszarych, o zróżnicowanej grubości ziarna, ubogich w łyszczyki; pochodzą one przypuszczalnie z metamorfozy kwaśnych skał magmatogenicznych.

Skały bloku sowiogórskiego są silnie sfałdowane w mikro- , mezo- i makrofałdy, wykazują foliację kilku generacji (przy zasadniczym kierunku głównej foliacji NE–SW), a ziarno mineralne wykazuje cechy lineacji.

Blok Gór Sowich jest oddzielony od depresji Świebodzic uskokiem Szczawienka – dyslokacją o skomplikowanym przebiegu. Od depresji śródsudeckiej oddziela go przedłużenie uskoku Strugi (tu nazywane uskokiem Szczawienko–Głuszyca). Jest on uskokiem inwersyjnym, wzdłuż którego skały bloku sowiogórskiego zostały nasunięte na utwory depresji śródsudeckiej. Wzdłuż tej dyslokacji występują w kilku miejscach grube, do 200 m, strefy mylonitów, kataklazytów i brekcji, powstałe w czasie ruchów młodowaryscyjskich. Są to skały złożone najczęściej z okruchów gnejsów zlepionych masą kataklastycznego kwarcu, serycytu i hematytu (A. Bossowski i in.. 1995; A. Haydukiewicz i in., 1985).

UTWORY KENOZOIKU

Osady trzeciorzędu nie występują bezpośrednio na powierzchni. Są one znane z wierceń na obszarze bloku przedsudeckiego, na północ od Świebodzic, gdzie stwierdzono mioceńskie osady ilaste serii poznańskiej oraz piaski i żwiry plioceńskiej serii Gozdnicy.

Osady czwartorzędowe zalegają zwartą pokrywą na obszarze przedsudeckim i wchodzą w głąb Sudetów wzdłuż dolin rzecznych. Są to glacjalne i fluwioglacjalne osady stadiału maksymalnego zlodowacenia środkowopolskiego (gliny, żwiry, piaski) oraz osady fluwialne (piaski, żwiry, namuły) stadiału Warty i holocenu. Gliny zwałowe zlodowacenia środkowopolskiego zalegające w dolinach Szczawnika, Pełcznicy, Złotego Potoku, Bystrzycy i ich źródłowych dopływów, a także liczne eratyki skandynawskie przedsudeckie i sudeckie świadczą o sięganiu lobów lodowcowych w głąb Sudetów, aż po okolice Wałbrzycha, Boguszowa i Głuszycy (H. Teisseyre, O. Gawroński, 1965, J. Wójcik, 1996).

Na obszarze aglomeracji miejskiej Wałbrzych–Boguszów znaczne powierzchnie terenu zajmują utwory antropogeniczne – hałdy odpadów z kopalń węgla i barytu oraz popiołów z elektrowni (J. Wójcik, 1993).

ZŁOŻA KOPALIN

W obrębie badanego obszaru występują złoża kopalin chemicznych (baryt), skalnych (porfiry, melafiry) oraz energetycznych (antracyt, węgiel kamienny). Eksploatacja i przeróbka tych kopalin wpływa na rozmieszczenie pierwiastków chemicznych w glebach i osadach wodnych. Największy wpływ wywierają złoża barytu i towarzysząca im mineralizacja kruszcowa, mniejszy – złoża węgla.

ZŁOŻA BARYTU

Baryt tworzy żyły w południowej części depresji śródsudeckiej, w Górach Sowich i w strefie dyslokacyjnej oddzielającej te jednostki. Z początkiem XX wieku i w okresie 1961–1965 eksploatowano złoże Jedlinka, wcześniej żyły kruszcowe z barytem w Górach Sowich (A. Paulo, 1994). Znaczenie złożowe mają żyły w Boguszowie. Złoże barytu Boguszów tworzy kilka żył o rozciągłości NNW–SSE zgodnej z kierunkiem dyslokacji przecinającej porfiry. Złoże to znajduje się na południowy zachód od kopuły wulkanicznej Chełmca (H. Gruszczyk.i in. 1970, A. Paulo, 1994). Strefa dyslokacyjna wykazuje miąższość od 1 do 30 m i zawiera kilka szczelin uskokowych o szerokości od 1 do 2 m a miejscami do 5 m wypełnionych barytem. Baryt wykazuje zmienną domieszkę $SrSO_4$ (0,5–1,4%). Towarzyszy mu kwarc (5–15%) oraz niewielkie ilości syderytu, kalcytu, fluorytu, pirytu. W żyłach barytowych występują też minerały kruszcowe (galena, sfaleryt, chalkopiryt i tetraedryt), które są nośnikami metali ciężkich (w tym rtęci). Zasoby barytu złoża Boguszów są w dużej części wyczerpane i wynoszą 322 tys. ton w kategorii $A+B+C_1$ oraz 335 tys. ton w kategorii C_2 (S. Przeniosło (red.), 1995). Przejawy mineralizacji barytowej występują również w Jabłowie, na północny zachód od Boguszowa (H. Gruszczyk, 1952) gdzie zasoby perspektywiczne D_2 spodziewane są na powierzchni 5 km^2 (B. Bąk, S. Przeniosło (red.), 1993).

Początki eksploatacji tych złóż sięgają XV wieku, kiedy eksploatowano kruszce dla uzyskania Pb, Cu i Ag, natomiast baryt w Boguszowie eksploatowany jest od 1867 roku do dziś (H. Gruszczyk, 1952, T. Dziekoński, 1972). Najbardziej intensywna eksploatacja prowadzona była w latach osiemdziesiątych dwudziestego wieku. Wynosiła 40–48 tys. ton/rok (A. Paulo, 1990). Wiek mineralizacji jest dyskusyjny, ale najczęściej przyjmuje się jej związek z intruzjami permsko-karbońskimi.

ZŁOŻA WĘGLI KAMIENNYCH

Złoża antracytu i węgla kamiennego występujące na badanym terenie są częścią Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego (DZW). Są one związane z górnokarbońską formacją węglonośną niecki śródsudeckiej, która na omawianym obszarze miała znaczenie przemysłowe w okolicy Gorców i Wałbrzycha. Obszar występowania złóż węgla kamiennego na badanym terenie wyznaczają wychodnie skał namuru A (tablica 1), stanowiące północną granicę oraz wychodnie skał westfalu CD i stefanu na południu (A. Ihnatowicz, M. Czerski, 1995). Jest to zarazem obszar występowania hałd i osadników związanych z wydobyciem i przeróbką węgla oraz barytu.

Formacja z Wałbrzycha, której węglonośność wynosi ok. 9 m dominuje na północy. Na południu występuje formacja z Żaclerza z maksymalną węglonośnością do 20 m.

Węgle te charakteryzują się wysokim stopniem uwęglenia, typy 34–38 stanowią 84% zasobów. Występują również węgle antracytowe (typu 41–42, stanowiące 13% ogólnych zasobów). Węgle DZW są głównie niskopopiołowe (14%) i o niskiej zawartości siarki (0,1–1,1%). W drugiej połowie XX w. wydobycie prowadziły kopalnie: Victoria, Mieszko i Thorez. Kopalnie węgla ulegają stopniowej likwidacji ze względów ekonomicznych. Wyjątek stanowi kopalnia antracytu Wałbrzych Gaj, uruchomiona w 1994 roku, w której udokumentowane zasoby w kategorii $A+B+C_1$ wynoszą (na dzień 31 XII 1994) 12 593 tys. ton, a w kategorii C_2 – 36 290 tys. ton (S. Przeniosło (red.) 1995). Średnia miąższość pokładów antracytu wynosi 1,9 m (R. Blajda, i in., 1994), a jego parametry jakościowe są bardzo wysokie. Węgle przetwarzane są w Wałbrzychu w koksowniach i zakładach energetycznych.

ZŁOŻA SUROWCÓW BUDOWLANYCH I DROGOWYCH

Surowców budowlanych i drogowych dostarczają głównie złoża porfirów i melafirów. Porfiry występują w udokumentowanym złożu Gorce o zasobach $A+B+C_1$ wynoszących 2430 tys. ton jak też w złożach zarejestrowanych: Boguszów – 230 tys. ton, Chełmiec i Mniszek – 755 tys. ton oraz Wałbrzych Podgórze – 764 tys. ton. Zarejestrowane złoża melafirów to Boguszów–Gorce o zasobach 629 tys. ton i Stary Lesieniec – 158 tys. ton (S. Przeniosło (red.) 1995).

GŁÓWNE ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZEŃ

Na obecny stan zanieczyszczenia środowiska na znacznej części obszaru wałbrzyskiego ma wpływ działalność związana z wydobyciem kopalin i ich przetwarzaniem. Już w XIV wieku wydobywano kruszce Pb i Ag związane z żyłami barytu w rejonie Boguszowa, a rozkwit nastąpił od XV w. po lata trzydzieste XVII wieku (T. Dziekoński, 1972). Węgiel kamienny zaczęto wykorzystywać już w XV wieku. Od połowy XVIII wieku rozpoczęto eksploatację węgli na skalę przemysłową (E. Piątek, Z. Piątek, 1979). Następny wiek to również rozwój przemysłu koksowniczego i gazowniczego (T. Piotrowski, 1979). Działalność tego przemysłu miała duży wpływ na przekształcenie krajobrazu. Na obszarze występowania złóż węgla (około 100 km^2) istnieją dziesiątki hałd po pracach poszukiwawczych i wydobywczych. Zajmują one powierzchnię ok. 280 ha (J. Wójcik, 1993). Najstarsze z nich poddano rekultywacji i zalesieniu, część jest współcześnie usypywana, zwiększając swoją objętość z zachowaniem zajmowanej powierzchni. Obecnie istnieje 17 hałd, z których 5 o powierzchni 108 ha jest czynnych, pozostałe są w różnym stadium rekultywacji (Raport... 1994). Hałdy powęglowe oddziaływują na środowisko poprzez zmiany hydrogeologiczne, pylenie i ich erozję.

Poważny problem w całym województwie wałbrzyskim stanowi gospodarka odpadami przemysłowymi z uwagi na trudności w uzyskiwaniu decyzji dotyczących lokalizacji wysypisk, co wiąże się z występowaniem na terenie województwa kompleksów uzdrowiskowych i obszarów chronionych. Powszechnie stosowane jest składowanie odpadów przemysłowych wspólnie z komunalnymi, przy czym te pierwsze stanowią aż 91,6%, zaś na odpady komunalne przypada 8,4%. Dotychczas nie rozwiązany jest też problem utylizacji i składowania odpadów uciążliwych dla środowiska takich jak odpady koksownicze, kondensaty z odwadniania gazu, surowe osady ściekowe z oczyszczalni ścieków, przeterminowane środki ochrony roślin i inne odpady chemiczne.

Poważnym zagrożeniem dla środowiska są pyły i gazy emitowane z zakładów przemysłowych. O skali tego zjawiska świadczą dane z roku 1993: kopalnia węgla Victoria wyemitowała 981 ton pyłów (znajduje się na liście najbardziej uciążliwych zakładów w Polsce), Zakłady Koksownicze Wałbrzych 427 ton, Miejskie Zakłady Energetyki Cieplnej 427 ton, Fabryka Porcelany Wałbrzych 189 ton a kopalnia węgla Julia 250 ton.

Zrzuty ścieków do wód powierzchniowych są następujące: ZG Victoria 2201 tys. m^3 na rok, ZG Julia 2403 tys. m^3, ZG Chrobry 3307 tys. m^3, Oczyszczalnia Ścieków Wałbrzych 4964 tys. m^3, Oczyszczalnia Rusinowa 120 tys. m^3 na rok. (Raport... 1994). Wpływ tych zakładów na środowisko naturalne będzie się zmniejszał, ponieważ przystąpiono do likwidacji kopalń i koksowni (W. Czabaj, L. Jarodzki, 1996). Efekty działalności przemysłowej, mimo jej ograniczenia, długo będą miały wpływ na zanieczyszczenia środowiska, w tym gleb i osadów wodnych (K. Mazurski., 1994).

MAPY GEOCHEMICZNE

Podstawą opracowania map geochemicznych były zbiory punktów opróbowania o znanych współrzędnych z przypisanymi atrybutami zawartości pierwiastków. Monopierwiastkowe mapy opracowano stosując obszarowy sposób przedstawienia zawartości pierwiastków w glebach, zaś dla osadów wodnych – kartodiagramy kołowe.

Przy doborze wydzielanych klas na mapach kierowano się obliczonymi percentylami zawartości pierwiastków. Dla generacji mapy pH w glebach przyjęto wartości graniczne klas zgodnie z podziałem stosowanym w gleboznawstwie.

Przy opisie obrazów kartograficznych poszczególnych pierwiastków (Tablice 5–28) zamieszczono dla porównania ich wartości minimalne, maksymalne i średnie obliczone dla obszaru całej Polski (J. Lis, A. Pasieczna, 1995a) oraz Górnego Śląska (J. Lis, A. Pasieczna, 1995b). Parametry statystyczne dla gleb Polski zostały obliczone na podstawie analiz 10 840 próbek, a dla Górnego Śląska wyliczano średnie z badań 1564 próbek. W przypadku osadów wodnych liczby porównywanych próbek wynosiły odpowiednio 12 778 oraz 1459.

Szczególnie ważne dla oceny stanu środowiska naturalnego są mapy geochemiczne osadów wodnych. Ich treść często można uznać za element wczesnego ostrzegania. Wynika to ze specyficznych właściwości tych osadów, zawierających w swym składzie substancje o wysokiej zdolności sorpcji pierwiastków. Dzięki temu w osadach tych wykrywa się pierwiastki jeszcze nieuchwytne w rutynowych analizach wód. Mapy geochemiczne osadów wodnych często pozwalają na lokalizację punktowych źródeł zanieczyszczeń.

Korzystając z atlasu należy pamiętać, że mamy do czynienia z obrazami zgeneralizowanymi. Obraz przedstawiony na mapach geochemicznych jest wynikiem operacji matematycznych w przyjętym modelu interpretacji i nie zawsze jest zgodny w szczegółach z rzeczywistą koncentracją pierwiastka w danym punkcie. Precyzja odwzorowania rzeczywistego obrazu zawartości pierwiastków zależy od gęstości obserwacji (opróbowania), a w konsekwencji od skali mapy.

Nie należy wyciągać wniosków dotyczących stanu zanieczyszczenia środowiska dla obiektów, których powierzchnia jest mniejsza niż wynikająca ze skali mapy i gęstości opróbowania. Przedstawiony obraz geochemiczny należy traktować jedynie jako sygnał do podjęcia bardziej szczegółowych badań i określenia rzeczywistego zasięgu naturalnych lub antropogenicznych anomalii (skażeń). Szczegółowe badania w odpowiedniej skali, mogą wykazać, że obraz geochemiczny jest bardziej

skomplikowany. Obok miejsc silnie skażonych, wystąpią rejony mieszczące się w granicach lokalnego, naturalnego tła geochemicznego.

Dla orientacji w stopniu zanieczyszczenia gleb w tekście objaśnień przytoczono wartości stężeń dopuszczalnych As, Cd, Cu, Hg, Pb, Zn dla gleb użytkowanych rolniczo, korzystając z norm kanadyjskich (8)*, norm EWG (12), oraz dostępnej literatury (14, 28).

pH KWASOWOŚĆ

Gleby: Tablica 5, tabela II, fig. 1

Wartości graniczne odczynu gleb (pH – H_2O), (45):

– gleby bardzo kwaśne	≤5
– gleby kwaśne	>5 – ≤6
– gleby lekko kwaśne	>6 – ≤6,7
– gleby obojętne	>6,7 – ≤7,4
– gleby zasadowe	>7,4

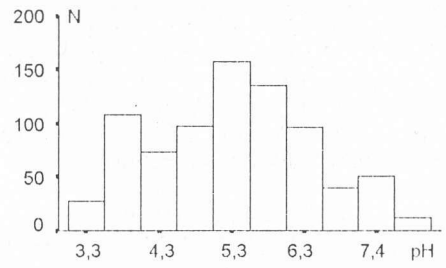


Fig. 1
Rozkład wartości pH w glebach
pH distribution in soils

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	3,1–8,1; średnio 5,2**
– gleby Górnego Śląska	2,2–9,7; średnio 6,2
– gleby Polski	2,1–9,7; średnio 5,9

Na odczyn gleb wpływają zarówno czynniki naturalne (geologiczne), jak i sposób użytkowania gleb. Niska kwasowość gleb rejonu Walbrzycha uwarunkowana jest przede wszystkim litologią, bowiem w podłożu występują na znacznych obszarach krzemionkowe skały karbonu i permu (zlepieńce, piaskowce, mułowce), prekambryjskie gnejsy oraz permskie i karbońskie kwaśne skały wulkaniczne.

Sposób użytkowania gleb wydaje się równie istotnym czynnikiem wpływającym na odczyn gleb badanego obszaru (tabela II). Gleby leśne charakteryzują się najniższymi wartościami pH (średnia 4,1). W glebach pól uprawnych stwierdzono średnie pH – 5,8. Najwyższe wartości pH wykazały gleby terenów miejskich i przemysłowych (6,2–6,3).

Na przeważającej części arkusza występują gleby kwaśne i lekko kwaśne (pH od 5 do 6,7). Gleby bardzo kwaśne (pH <5) zaobserwowano w południowej, lesistej części arkusza (Góry Kamienne i Góry Wałbrzyskie oraz Góra Chełmiec i Góra Mniszek). Bardzo niską kwasowością odznaczają się też gleby leśne rejonu gór: Ptasia Kopa i Lisi Kamień oraz gleby lasów położonych na zachód od drogi Lubomin–Struga. Płat gleb bardzo kwaśnych występuje też na południowy zachód od Świebodzic, na terenie Książańskiego Parku Krajobrazowego.

Gleby obojętne (pH >6,7) występują jako niewielkie płaty w centrum Wałbrzycha, w dzielnicy Podzamcze oraz w centrum Świebodzic. O obojętnym charakterze gleb miejskich i przemysłowych decydują niewątpliwie czynniki antropogeniczne. Alkalizacja tych gleb związana jest prawdopodobnie z opadami pyłów przemysłowych (głównie ze spalania węgla z elektrociepłowni, zakładów przemysłowych i palenisk domowych).

Ag SREBRO (ppm)

Gleby: Tablica 6, tabela II; fig. 2;

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	<1– 5; średnio <1
– gleby Górnego Śląska	<1–13; średnio <1
– gleby Polski	<1–41; średnio <1

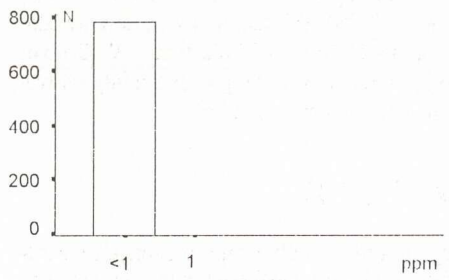


Fig. 2
Rozkład częstości srebra w glebach
Frequency distribution of silver in soils

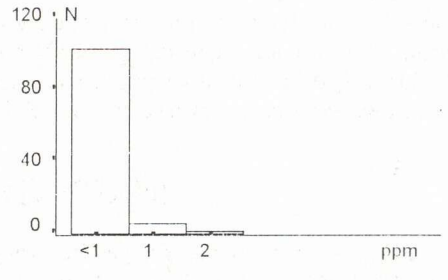


Fig. 3
Rozkład częstości srebra w osadach wodnych
Frequency distribution of silver in water sediments

Zawartości srebra ługowalnego kwasem solnym nie przekraczają 1 ppm. Podwyższone ilości Ag (do 5 ppm) występują w kilku próbkach gleb z okolic Jabłowa, gdzie znane są od dawna wystąpienia srebronośnego tetraedrytu w żyłach barytu przecinających szarogłazy kulmu (H. Traube, 1888, A. Sachs 1906).

Eksploatację rud srebra w licznych kopalniach rejonu Jabłowa prowadzono z przerwami od XIV do XIX wieku. W analizowanych tetraedrytach stwierdzono zawartość srebra od 2,15 do 5,33% (A. Sachs, 1906), a nawet do 28% według starszych danych (Th. Schuchardt, 1857).

Osady wodne: Tablica 6, tabela III, fig. 3

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	<1– 7; średnio <1
– osady wodne Górnego Śląska	<1–117; średnio <1
– osady wodne Polski	<1–117; średnio <1

W większości badanych próbek zawartość srebra jest niższa od 1 ppm. Podwyższone zawartości srebra (4–7 ppm) wystąpiły w kilku próbkach osadów Pełcznicy w pobliżu punktów zrzutu ścieków przemysłowych. Podobnie jak w przypadku gleb, podwyższone zawartości Ag występują też w osadach cieków w pobliżu Jabłowa.

---

* Pozycje literatury dotyczące danych cytowane numerami ze spisu literatury.

** Wszystkie wartości średnie wyrażone są w postaci średnich geometrycznych.

Al GLIN (%)

Gleby: Tablica 7, tabela II, fig. 4

Dane dla badanego obszaru:

– gleby Wałbrzycha i okolic	0,11–2,04; średnio 0,62

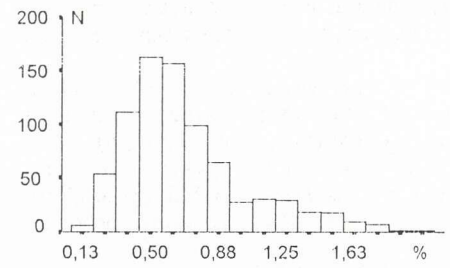


Fig. 4
Rozkład częstości glinu w glebach
Frequency distribution of aluminium in soils

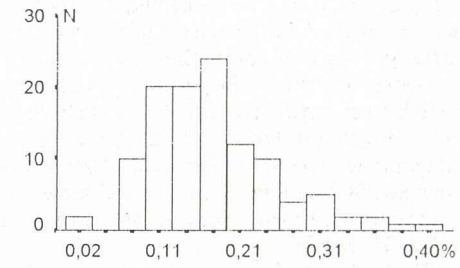


Fig. 5
Rozkład częstości glinu w osadach wodnych
Frequency distribution of aluminium in water sediments

Zawartości glinu rozpuszczalnego w HCl są znacznie zróżnicowane i uzależnione od litologii podłoża.

Najwyższe zawartości Al, przekraczające 0,82%, obserwuje się w glebach na skałach metamorficznych bloku Gór Sowich (na wschód od linii Rusinowa–Piaskowa Góra) i w glebach północnej części niecki śródsudeckiej, na zlepieńcach i piaskowcach dolnego karbonu (Kozice–Konradów–Jabłów). Strefa gleb o podwyższonej zawartości Al (0,61–1,22%) występuje też w rejonie od Jabłowa przez Boguszów–Gorce do Góry Dzikowiec. Podobnie podwyższone zawartości glinu obserwuje się w glebach na skałach górnego dewonu w północnej części arkusza.

Niskimi koncentracjami glinu, <0,61% charakteryzują się gleby południowo-wschodniej części arkusza (rejon Wałbrzycha) i krańca południowo-zachodniego (w okolicach Grzęd). Są to gleby występujące na skałach karbonu produktywnego oraz na kwaśnych skałach wulkanicznych. Niskimi zawartościami glinu charakteryzują się też gleby między Lubominem a Strugą (na zlepieńcach i piaskowcach karbonu). W rejonie Podzamcza oraz na północ od Świebodzic występują piaszczyste gleby na osadach czwartorzędowych o równie niskich zawartościach glinu.

Osady wodne: Tablica 7, tabela III, fig. 5

Dane dla badanego obszaru:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	0,02–1,95; średnio 0,65

W obrazie kartograficznym daje się zauważyć znaczne zróżnicowanie regionalne zawartości glinu w aluwiach i innych osadach wodnych. Najwyższe zawartości Al, przekraczające 1%, występują w osadach wodnych strumieni przepływających przez blok Gór Sowich (wschodnia zlewnia Pełcznicy). Niższe koncentracje glinu (0,50–0,80%) zostały stwierdzone w osadach wodnych cieków zlewni Leska (Leśnej Wody) drenujących kwaśne wulkanity permu. Obecność podwyższonych stężeń tego pierwiastka należy prawdopodobnie łączyć z warunkami kwasowości środowiska. Glin uruchomiany w silnie kwaśnym środowisku jest częściowo redeponowany na dnie zbiorników wodnych w formie hydroglinokrzemianów a częściowo wędruje w postaci subtelnych zawiesin w wodach.

As ARSEN (ppm)

Gleby: Tablica 8, tabela II, fig. 6

Orientacyjne wartości graniczne (14, 28):

– gleby uprawne	≤20; toksyczne	≥50
– gleby miejsc zabaw dla dzieci	≤20; toksyczne	≥50
– gleby parków i terenów rekreacyjnych	≤40; toksyczne	≥80
– gleby pod zabudowę mieszkaniową	≤40; toksyczne	≥80
– gleby pod zabudowę przemysłową	≤50; toksyczne	≥200

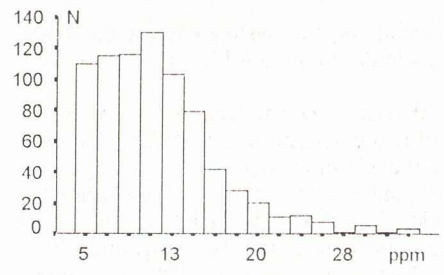


Fig. 6
Rozkład częstości arsenu w glebach
Frequency distribution of arsenic in soils

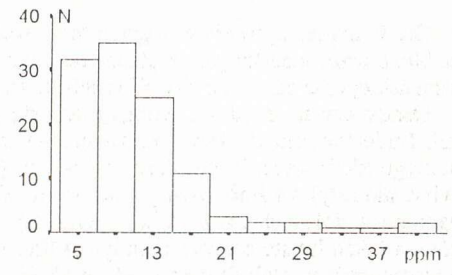


Fig. 7
Rozkład częstości arsenu w osadach wodnych
Frequency distribution of arsenic in water sediments

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	<5– 150; średnio 10
– gleby Górnego Śląska	<5– 238; średnio <5
– gleby Polski	<5–3444; średnio <5

Przeciętne zawartości arsenu w glebach Walbrzycha i okolic są wysokie. Połowa badanych próbek wykazała zawartości wyższe od 10 ppm. Gleby o zawartości arsenu przekraczającej tę wartość występują w południowej i środkowej części arkusza oraz na południe od Świebodzic. W południowej części arkusza podwyższone zawartości As występują w rejonie wychodni warstw węglonośnych karbonu, co wiązać można z częstą mineralizacją arsenopirytową na granicy skał węglonośnych z porfirami (B. Kwiecińska, 1968) lub z biogeniczną koncentracją arsenu w węglach. Podwyższone zawartości arsenu (często powyżej 15 ppm) charakterystyczne są dla gleb w zewnętrznych partiach niecki śródsudeckiej (strefa Kozice–Konradów–Jabłów).

W zachodniej części tej strefy (Jabłów) stwierdzono położenie maksimum anomalii (150 ppm As) związane z obecnością mineralizacji kruszcowej w tym rejonie. Anomalia w rejonie Góry Paluch na północ od Lubiechowa (z maksimum 86 ppm) wymaga dokładniejszego zbadania w celu wyjaśnienia jej genezy. W rejonie Lubiechów–Mokrzeszów znane jest wystąpienie pirytu w łupkach i mułowcach dewonu (K. Łydka, 1963). Być może oprócz pirytu w opisanych skałach występują też minerały arsenu.

W obszarach o podwyższonej zawartości arsenu w części gleb stwierdzono przekroczenie wartości dopuszczalnej dla gleb uprawnych (20 ppm). Do tych obszarów należą: rejon Góry Paluch, okolice Jabłowa i teren hałd węglowych w Boguszowie.

Osady wodne: tablica 8, tabela III, fig. 7

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	<5– 41; średnio 9
– osady wodne Górnego Śląska	<5– 915; średnio 6
– osady wodne Polski	<5–6215; średnio <5

Osady wodne w badanym obszarze zawierają dość wysokie zawartości arsenu (przeciętnie 9 ppm). Najwyższe stężenie (41 ppm) zaobserwowano w aluwiach Jabłonicy na południowy-zachód od Jabłowa. Koncentracja powyżej 29 ppm zanotowana została w osadach cieku bez nazwy, w zlewni Lubiechowskiej Wody oraz w osadach tej ostatniej – do 38 ppm As (na północ od Góry Paluch), gdzie występuje również maksimum anomalii arsenowej w glebach. Bardzo wysoką zawartość arsenu (39 ppm) wykryto również w osadach małego cieku bez nazwy zbierającego odcieki z hałd kopalni Bolesław Chrobry.

Ba BAR (ppm)

Gleby: Tablica 9, tabela II; fig. 8

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	11– 851; średnio 110
– gleby Górnego Śląska	2–1777; średnio 54
– gleby Polski	<1–1777; średnio 32

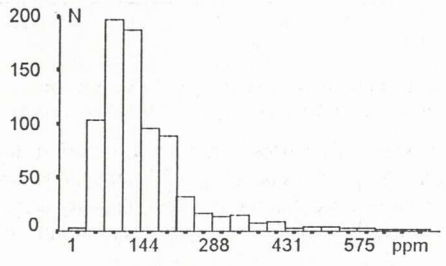


Fig. 8
Rozkład częstości baru w glebach
Frequency distribution of barium in soils

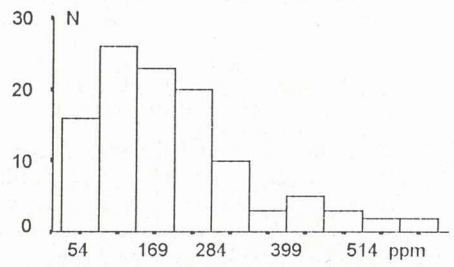


Fig. 9
Rozkład częstości baru w osadach wodnych
Frequency distribution of barium in water sediments

W obrazie kartograficznym wyróżnia się anomalia z maksimum powyżej 450 ppm Ba w okolicy kopalni barytu w Boguszowie oraz na południowych stokach Góry Dzikowiec (latyty permu). W południowej części obszaru większość gleb rozwiniętych na utworach karbonu wykazuje zawartości baru wyższe od 100 ppm. Gleby o niższych zawartościach baru (poniżej 100 ppm) występują na południowo-zachodnich i południowo-wschodnich krańcach obszaru, gdzie podłoże stanowią kwaśne skały permu. Podobne ilości baru są charakterystyczne dla gleb północnej części badanego obszaru (na utworach górnego dewonu i czwartorzędu).

Osady wodne: Tablica 9, tabela III, fig. 9

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	27–1026; średnio 174
– osady wodne Górnego Śląska	3–1794; średnio 93
– osady wodne Polski	<1–1794; średnio 52

Zawartości baru w osadach wodnych badanego rejonu są znacznie zróżnicowane. Ilości niższe od 430 ppm są charakterystyczne dla 75% badanych próbek. Zanotowano je w osadach północnej i wschodniej części arkusza.

Podwyższonymi zawartościami Ba charakteryzują się osady strumieni spływających z Chełmca (maksymalnie do 1026 ppm) oraz cieków rejonu Góry Dzikowiec. Fakt ten można wiązać z obecnością znacznych ilości wietrzejących skaleni z latytów, ryolitów i ich tufów, występujących w podłożu na tym terenie. Na podwyższenie zawartości baru mogą też wpływać wystąpienia barytu w postaci żyłek i gniazd w latytach oraz w strefach intruzji porfirów w osady karbonu produktywnego (A. Paulo, 1967).

Be BERYL (ppm)

Gleby: Tablica 10, tabela II, fig. 10

Dane dla badanego obszaru:

– gleby Wałbrzycha i okolic <0,5–7,8; średnio <0,5

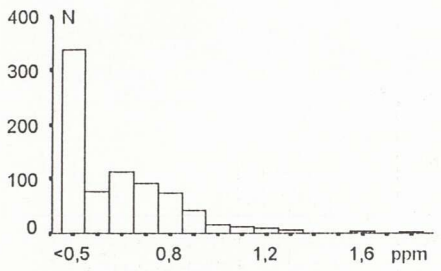


Fig. 10
Rozkład częstości berylu w glebach
Frequency distribution of beryllium in soils

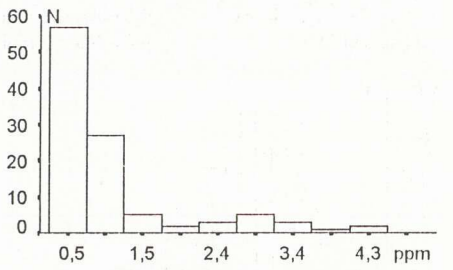


Fig. 11
Rozkład częstości berylu w osadach wodnych
Frequency distribution of beryllium in water sediments

Tło geochemiczne berylu w glebach badanego obszaru jest nieco zróżnicowane. W północnej części arkusza rzadko przekracza 0,5 ppm Be, podczas gdy w jego środkowej części mieści się w granicach 0,5–1,0 ppm.

Na tym tle zarejestrowano kilka niewielkich anomalii. Maksima anomalii (do 4,7 ppm Be) położonych w południowo-zachodniej części arkusza lokują się w pobliżu miejscowości Grzędy i na południe od Góry Dzikowiec. Równie wyraziste anomalie położone są na linii Suliszów–Kamieńsk w południowo-wschodniej części arkusza. W obydwu obszarach wśród utworów podłoża dominujące znaczenie mają ryolity, tufy ryolitowe i latyty. Sądzić zatem można, że na powstanie anomalii wpływa przede wszystkim czynnik geologiczny. Między miejscowościami Jabłów i Chełmiec zlokalizowane jest maksimum kolejnej anomalii związanej z wychodniami skał formacji węglonośnej. Mniej wyraźna anomalia widoczna jest na południe od Lubiechowa w glebach na utworach dewonu.

Anomalie w dzielnicy Wałbrzycha–Nowe Miasto (do 3,5 ppm) oraz w Boguszowie (z maksimum 2,2 ppm), mogą wiązać się ze spalaniem znacznych ilości węgla. Beryl jako pierwiastek biofilny jest łatwo sorbowany przez materię organiczną i podlega koncentracji w węglach (A. Kabata-Pendias, H. Pendias, 1979). W rejonie anomalii znajdują się też hałdy skał płonych z kopalń węgla kamiennego, mogące dodatkowo wpływać na podwyższenie koncentracji berylu.

Osady wodne: Tablica 10, tabela III, fig. 11

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	<0,5–31,6; średnio 1,0
– osady wodne Polski	<0,5–21,0; średnio <0,5
– osady wodne Górnego Śląska	<0,5–19,9; średnio 0,6

Podwyższonymi zawartościami Be (do 31,6 ppm) wyróżniają się osady wodne południowo-zachodniego krańca arkusza (rejon miejscowości Grzędy i Pasmo Dzikowca). Podobnie jak w przypadku gleb pochodzenie anomalii wiązać można z obecnością w badanych osadach materiału z erozji kwaśnych skał wulkanicznych.

Prawdopodobnie uruchamianiu Be, a następnie jego sorpcji przez minerały ilaste sprzyja silnie kwaśne środowisko.

Ca WAPŃ (%)

Gleby: Tablica 11, tabela II; fig. 12

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	<0,01– 3,89; średnio 0,13
– gleby Górnego Śląska	<0,01–13,47; średnio 0,23
– gleby Polski	<0,01–25,45; średnio 0,17

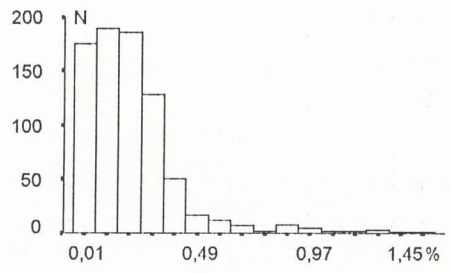


Fig. 12
Rozkład częstości wapnia w glebach
Frequency distribution of calcium in soils

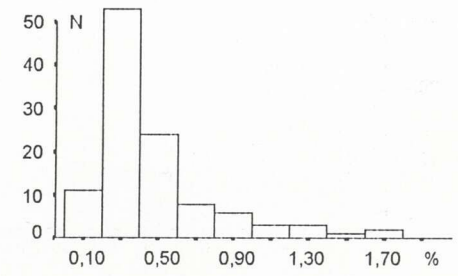


Fig. 13
Rozkład częstości wapnia w osadach wodnych
Frequency distribution of calcium in water sediments

Tło geochemiczne Ca w glebach badanego rejonu jest niskie. Zawartości wapnia mieszczą się w granicach <0,01–3,89%. Z czynnikiem geologicznym wiążą się bardzo niskie ilości Ca (nie przekraczające 0,17%), zaobserwowane w glebach leśnych rozwiniętych na kwaśnych utworach wulkanicznych karbonu i permu w południowej części arkusza, w rejonie Góry Chełmiec oraz w glebach lasów położonych na południe od Pelcznicy. Średnia zawartość Ca w tych glebach wynosi 0,04%. Wyższe zawartości wapnia występują w pasie od miejscowości Struga na zachodzie poprzez Szczawno-Zdrój do Nowego Julianowa na wschodzie oraz na północno-wschodnim krańcu obszaru.

Prawie dwukrotne wzbogacenie w wapń wykazują gleby miejskie (średnia 0,33%) i gleby terenów przemysłowych (średnia 0,40%). W obrazie kartograficznym maksima stężeń Ca (>0,90%) ulokowane są w centrum Świebodzic, Wałbrzycha i Boguszowa. Korzystne wzbogacenie gleb miejskich w wapń pochodzi z opadu pyłów przemysłowych, głównie ze spalania węgla.

Osady wodne: Tablica 11, tabela III, fig. 13

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	0,09– 4,54; średnio 0,40
– osady wodne Górnego Śląska	0,02–26,55; średnio 0,71
– osady wodne Polski	<0,01–43,15; średnio 0,84

W obrazie rozmieszczenia wapnia w osadach wodnych 90% próbek odznacza się niskimi zawartościami tego pierwiastka (<1%). Generalnie aluwia większych rzek i strumieni zawierają więcej wapnia (średnio 1,11%) niż aluwia i osady drobnych cieków i zbiorników wodnych (średnio 0,37%).

Cd KADM (%)

Gleby: Tablica 12, tabela II, fig. 14

Orientacyjne wartości graniczne (14, 28):

– gleby uprawne	1–5; toksyczne ≥5
– gleby miejsc zabaw dla dzieci	≤2; toksyczne ≥10
– gleby parków i terenów rekreacyjnych	≤4; toksyczne ≥15
– gleby pod zabudowę mieszkaniową	≤2; toksyczne ≥5
– gleby pod zabudowę przemysłową	≤10; toksyczne ≥20

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	<0,5– 2,8; średnio <0,5
– gleby Górnego Śląska	<0,5–253,3; średnio 1,4
– gleby Polski	<0,5–253,3; średnio <0,5

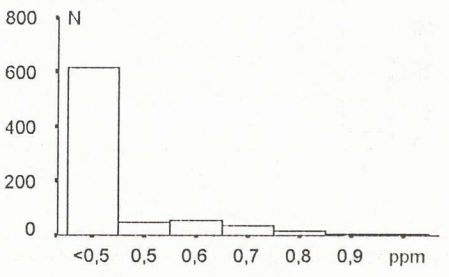


Fig. 14
Rozkład częstości kadmu w glebach
Frequency distribution of cadmium in soils

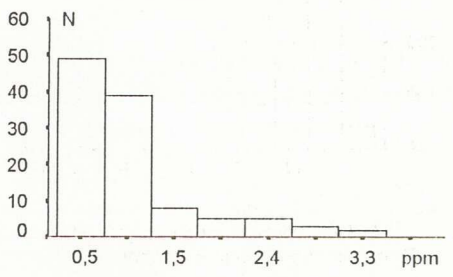


Fig. 15
Rozkład częstości kadmu w osadach wodnych
Frequency distribution of cadmium in water sediments

Przeciętne zawartości kadmu w glebach badanego rejonu (<0,5 ppm) są podobne jak w większości niezanieczyszczonych gleb innych obszarów Polski. W 90% badanych próbek gleb zawartość kadmu nie przekroczyła 0,9 ppm.

Na tle niskich zawartości wyróżnia się kilka anomalii lokalnych. Maksymalną zawartość kadmu (2,8 ppm) stwierdzono w próbce z południowej części Świebodzic w pobliżu zakładów metalowych. W południowej części Walbrzycha, w osiedlu Podgórze, zlokalizowane jest centrum niewielkiej anomalii (z maksimum 1,8 ppm). W pobliżu położona jest stacja Wałbrzych Główny towarowy oraz stara kopalnia węgla i jej hałdy. Kadm może stanowić domieszkę w sfalerycie, który spotykany jest w węglach (B. Kwiecińska, 1968). Podobnego pochodzenia jest zapewne anomalia w centrum Boguszowa zlokalizowana w pobliżu hałd i torów kolejowych.W barytach w Boguszowie oraz w porfirach w otoczeniu żyły barytu występuje sfaleryt (H. Gruszczyk i in., 1970, Kowalski W., 1976, Paulo A., 1994), który jest przypuszczalnie nośnikiem kadmu.

Niewielka anomalia występująca na południowy-wschód od Jabłowa może być związana z obecnością domieszki kadmu w żyłach kruszconośnych.

Osady wodne: Tablica 12, tabela III fig. 15

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	<0,5– 13,8; średnio 0,9
– osady wodne Górnego Śląska	<0,5–8736,0; średnio 2,8
– osady wodne Polski	<0,5–8736,0; średnio 0,6

W 75% badanych próbek zawartość kadmu była niższa od 1,2 ppm. Wysokie zawartości kadmu zanotowano w kilku próbkach osadów wodnych, na ogół w tych samych rejonach, gdzie wystąpiły anomalie tego pierwiastka w glebach. Maksymalną zawartość kadmu (13,8 ppm) wykryto w małym cieku odprowadzającym wody z okolicy hałd nieczynnej kopalni węgla w Gorcach. W osadach Leska notowano od 3,5 do 4,2 ppm kadmu, zaś w jego dopływie zbierającym również ścieki komunalne z Boguszowa zawartość kadmu wynosiła 6,3 ppm. Maksymalne stężenia kadmu wiążą się prawdopodobnie z wietrzeniem zawierającego ten pierwiastek sfalerytu, obecnego na hałdach skał płonych zarówno z kopalń barytu jak i węglowych. W niektórych próbkach osadów (szczególnie na terenie miast) zawartość kadmu przekraczała 2 ppm.

Co KOBALT (ppm)

Gleby: Tablica 13, tabela II, fig. 16

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	<1–43; średnio 6
– gleby Górnego Śląska	<1–21; średnio 2,0
– gleby Polski	<1–46; średnio 1,7

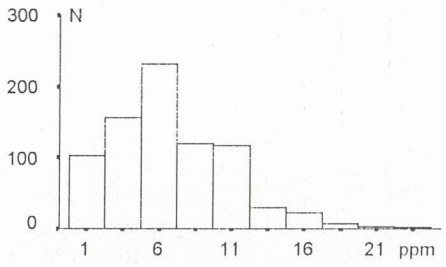


Fig. 16
Rozkład częstości kobaltu w glebach
Frequency distribution of cobalt in soils

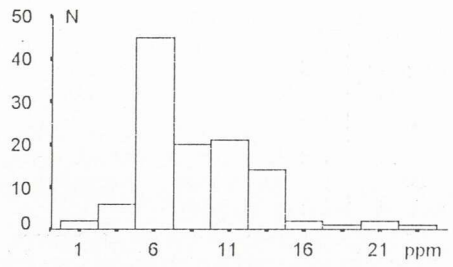


Fig. 17
Rozkład częstości kobaltu w osadach wodnych
Frequency distribution of cobalt in water sediments

W obrazie kartograficznym daje się zauważyć wyraźne zróżnicowanie regionalne tła geochemicznego kobaltu. Wyższe zawartości Co (6–17 ppm) stwierdzono w glebach utworzonych na skałach karbonu dolnego. W kierunku wschodnim, rozszerzający się pas gleb wzbogaconych w kobalt występuje też na skałach metamorficznych bloku sowiogórskiego. Podwyższone zawartości kobaltu w tym ostatnim rejonie wiązać się mogą z obecnością jego minerałów w żyłach kalcytowych w gnejsach, opisanych, np. w okolicach Dziećmorowic (J. Lis, H. Sylwestrzak, 1986). Podobne ilości kobaltu charakteryzują gleby rozwinięte na zlepieńcach i piaskowcach dewońskich, układające się skośnym pasem o kierunku NW–SE, na południe od Świebodzic. W zachodniej części pasa gleb wzbogaconych w kobalt maksimum jego zawartości występuje na południowy wschód od Jabłowa.

Zwarty obszar o niskich zawartościach Co (<6 ppm) obejmuje gleby leśne na skałach wulkanicznych karbonu i permu w południowej części arkusza.

Osady wodne: Tablica 13, tabela III, fig. 17

Porównanie regionalne

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	2– 25; średnio 8
– osady wodne Górnego Śląska	<1–164; średnio 4
– osady wodne Polski	<1–357; średnio 3

W 90% analizowanych próbek ilość kobaltu nie przekracza 14 ppm. Nieliczne punkty o podwyższonej zawartości (>15 ppm) zanotowano w osadach małych cieków bez nazwy, leżących w obszarze podwyższonych koncentracji Co w glebach. Wymienić tu można cieki w okolicy Jabłowa na zachodzie i Poniatowa na wschodzie. Podwyższone zawartości Co w kilku próbkach z południa arkusza mogą mieć związek z obecnością skał klastycznych wzbogaconych w ten pierwiastek (mułowce i piaskowce z Grzmiącej).

Cr CHROM (ppm)

Gleby: Tablica 14, tabela II, fig. 18

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	<1– 104; średnio 10
– gleby Górnego Śląska	<1– 95; średnio 5
– gleby Polski	<1–1873; średnio 4

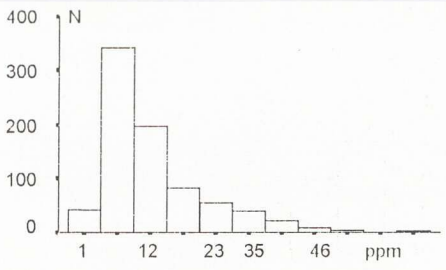


Fig. 18
Rozkład częstości chromu w glebach
Frequency distribution of chromium in soils

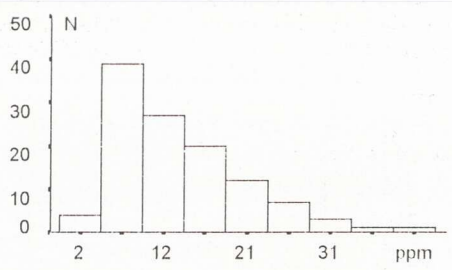


Fig. 19
Rozkład częstości chromu w osadach wodnych
Frequency distribution of chromium in water sediments

Zawartość chromu rozpuszczalnego w HCl jest wyraźnie zróżnicowana. W glebach północnej i wschodniej części obszaru koncentracje chromu mieszczą się najczęściej w zakresie 10–30 ppm. Te wyraźne podwyższenia obserwowane są na glebach bloku Gór Sowich oraz na utworach dewonu i kulmu. Maksymalne ilości chromu (do 104 ppm) stwierdzono w glebach na północ od Szczawienka i na północ od Strugi wykształconych na zlepieńcach polimiktycznych i piaskowcach wieku górny dewon–turnej. Podwyższenie koncentracji chromu na tych utworach wiąże się przypuszczalnie z obecnością litoklastów skał zasadowych i maficznych.

Gleby o niskiej zawartości chromu (<10 ppm) występują w południowej części arkusza. Północna granica ich występowania pokrywa się z granicą wychodni zlepieńców i piaskowców karbonu górnego. Minimalne zawartości związane są z glebami rozwiniętymi na ryolitach i ich tufach zarówno wieku karbońskiego, jak i permskiego.

Osady wodne: Tablica 14, tabela III, fig. 19

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	1– 38; średnio 11
– osady wodne Górnego Śląska	<1–12 251; średnio 10
– osady wodne Polski	<1–12 251; średnio 6

Rozkład zawartości chromu w osadach wodnych jest podobny do rozkładu tego pierwiastka w glebach. Podwyższone, głównie naturalne koncentracje Cr (>25 ppm), występują w środkowej części arkusza w kilku małych ciekach bez nazwy, drenujących skały obrzeżenia niecki śródsudeckiej i skały metamorficzne bloku Gór Sowich. Jest to również obszar wyższego tła geochemicznego chromu w glebach.

Przypuszczalnie pochodzenia antropogenicznego jest wysoka zawartości Cr w osadach Pełcznicy, zbierającej ścieki komunalne ze Świebodzic oraz cieku bez nazwy koło Rusinowej.

Cu MIEDŹ (ppm)

Gleby: Tablica 15, tabela II, fig. 20

Orientacyjne wartości graniczne (14, 28):

– gleby uprawne	50–150; toksyczne	≥200
– gleby miejsc zabaw dla dzieci	≤50; toksyczne	≥250
– gleby parków i terenów rekreacyjnych	≤200; toksyczne	≥600
– gleby pod zabudowę mieszkaniową	≤50; toksyczne	≥200
– gleby pod zabudowę przemysłową	≤200; toksyczne	≥2000

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	2– 133; średnio 16
– gleby Górnego Śląska	<1– 805; średnio 7
– gleby Polski	<1–6401; średnio 5

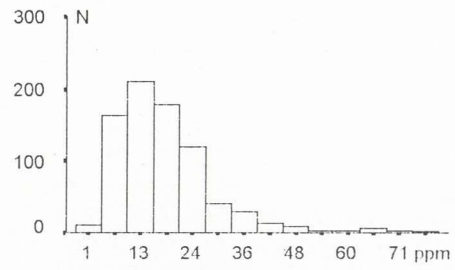


Fig. 20
Rozkład częstości miedzi w glebach
Frequency distribution of copper in soils

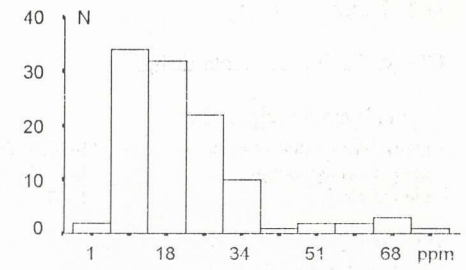


Fig. 21
Rozkład częstości miedzi w osadach wodnych
Frequency distribution of copper in water sediments

Tło geochemiczne miedzi w badanym rejonie jest wysokie. Zawartość średnia jest trzykrotnie wyższa w stosunku do innych rejonów Polski. Gleby o niższych zawartościach Cu (<16 ppm) występują głównie w południowej części arkusza, w rejonie wychodni skał permskich oraz w północnej części w pasie Lubiechów–Podzamcze. Podwyższonym tłem geochemicznym (15–25 ppm) wyróżniają się gleby na skałach bloku sowiogórskiego.

Obszary o najwyższych zawartościach miedzi wiążą się z czynnikiem antropogeniczno-geologicznym. Wskazują na to wartości średnie Cu obliczone dla gleb miejskich (25 ppm), parków i ogródków działkowych (28 ppm) oraz obszarów przemysłowych (33 ppm). W obrazie kartograficznym gleby o najwyższych stężeniach miedzi widoczne są w centrum Wałbrzycha (powyżej 50 ppm) oraz w centrach przemysłowych Boguszowa i Świebodzic. Źródłem miedzi może być chalkopiryt występujący w obszarze niecki wałbrzyskiej, szczególnie na kontaktach intruzji porfirowych z pokładami węgla oraz w brekcjach porfirowo-węglowych (J. Lis, H. Sylwestrzak, 1986). Występowanie chalkopirytu znane jest z kopalń węgla Bolesław Chroby i Mieszko (B. Kwiecińska, 1967) z kopalni barytu Boguszów (H. Gruszczyk i in., 1970, W. Kowalski, 1976, Pawłowska, 1970), a także z licznych dawnych wyrobisk w obszarze od Gorców poprzez Sobięcin, Kuźnice Świdnickie, Wałbrzych do Rusinowej i Jedliny-Zdroju (K. Hoehne, 1944, W. Kowalski, 1976). Również węgle z rejonu Wałbrzycha zawierają znaczne ilości miedzi. Badania H. Pendiasa (1964, 1966) wskazują na zawartość miedzi w popiołach węgli dochodzącą do 1200 ppm. Na skutek opadu pyłów po spalaniu węgla gleby w rejonach miejsko-przemysłowych są wyraźnie wzbogacone w miedź.

Osady wodne: Tablica 15, tabela III, fig. 21

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	1– 119; średnio 19
– osady wodne Górnego Śląska	1– 1 886; średnio 16
– osady wodne Polski	<1–15 460; średnio 8

Tło geochemiczne miedzi w osadach wodnych badanego rejonu jest stosunkowo niskie (średnia 19 ppm). Podwyższonymi zawartościami Cu wyróżniają się osady Szczawnika, gdzie zawartość maksymalna Cu wynosiła 119 ppm. Dość wysokie stężenia Cu (111–113 ppm) zanotowano też w osadach Leska i małego cieku w jego zlewni, zbierających odcieki z hałd i kopalń w rejonie Boguszowa. Punktowe anomalie miedzi mają niewątpliwie pochodzenie antropogeniczne. Świadczy o tym ich usytuowanie w pobliżu zakładów przemysłowych.

Fe ŻELAZO (%)

Gleby: Tablica 16, tabela II, fig. 22

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	0,12–5,70; średnio 1,34
– gleby Górnego Śląska	<0,01–5,06; średnio 0,56
– gleby Polski	<0,01–9,57; średnio 0,50

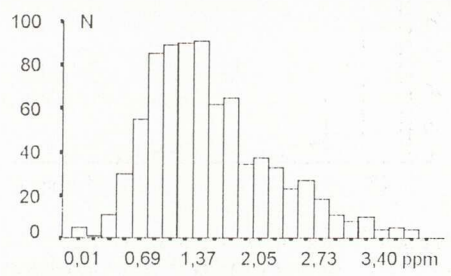


Fig. 22
Rozkład częstości żelaza w glebach
Frequency distribution of iron in soils

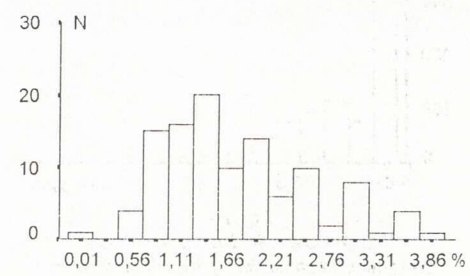


Fig. 23
Rozkład częstości żelaza w osadach wodnych
Frequency distribution of iron in water sediments

Zróżnicowanie zawartości żelaza w glebach Wałbrzycha i okolic zależne jest głównie od czynnika geologicznego oraz od sposobu użytkowania gleb. Niskie zawartości Fe (<1,34%) występują w południowej części arkusza, głównie w glebach leśnych, rozwiniętych na skałach karbonu i permu budujących nieckę śródsudecką. Podobnie niskie zawartości charakterystyczne są też dla gleb powstałych na piaszczystych utworach czwartorzędu w północno-wschodnim obszarze arkusza oraz na północ od Szczawna-Zdroju. Najniższe ilości Fe (<0,82%) spotykane są w glebach pokrywających ryolity i tufity ryolitowe permu.

Wyższymi koncentracjami żelaza 1,30–2,50% wyróżniają się gleby rejonów przemysłowych Boguszowa i zachodniej części Wałbrzycha. Przypuszczalnie te wzbogacenia są pochodzenia antropogenicznego. Znajduje to odzwierciedlenie w średniej zawartości Fe dla gleb terenów uprzemysłowionych, wynoszącej 1,56% (tab. II). Podobne zjawisko wzbogacenia w żelazo gleb terenów miejskich i przemysłowych zanotowano na Górnym Śląsku (J. Lis, A. Pasieczna, 1995b, E. Lorek, 1993) oraz w Krakowie (J. Lis, A. Pasieczna, 1995c, K. Tymińska-Zawora, M. Trafas, 1982).

Wysokie, przekraczające 2%, zawartości Fe zanotowano w glebach w rozległym pasie przebiegającym od Rusinowej, poprzez Piaskową Górę do Lubomina i Jabłowa. W rejonie Konradów–Lubomin występuje płat gleb o zawartości Fe przekraczającej 3,20%. Nagromadzenie żelaza jest w tym przypadku związane z czynnkiem geologicznym. Występuje w glebach utworzonych na skałach pogranicza karbonu dolnego i górnego oraz na skałach bloku Gór Sowich. Wzbogacenie gleb w żelazo (do 2,50%) widoczne jest też w glebach rejonu Szczawienko–Lubiechów–Świebodzice–Cieszów, położonego na zlepieńcach polimiktycznych i piaskowcach dewonu.

Osady wodne: Tablica 16, tabela III, fig. 23

Porównanie regionalne:

– osady wodneWałbrzycha i okolic	0,11– 4,69; średnio 1,57
– osady wodne Górnego Śląska	0,03–26,43; średnio 1,01
– osady wodne Polski	<0,01–31,14; średnio 0,75

Przeciętne zawartości Fe w osadach wodnych wynoszą około 1,5%. Kartograficzny obraz rozmieszczenia żelaza w osadach wodnych jest generalnie podobny jak w glebach. Najniższe stężenia (<1% Fe) występują licznie w południowej części arkusza. Wyższe koncentracje (>3,5%) wykazują aluwia małych cieków bez nazwy, odprowadzających wody z rejonów uprzemysłowionych Boguszowa i Wałbrzycha.

Hg RTĘĆ (ppm)

Gleby: Tablica 17, tabela II, fig. 24

Orientacyjne wartości graniczne (14, 28):

– gleby uprawne	1–2; toksyczne ≥10
– gleby miejsc zabaw dla dzieci	≤0,5; toksyczne ≥10
– gleby parków i terenów rekreacyjnych	≤5; toksyczne ≥15
– gleby terenów pod zabudowę mieszkaniową	≤2; toksyczne ≥20
– gleby pod zabudowę przemysłową	≤10; toksyczne ≥50

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	<0,05–3,22; średnio 0,13
– gleby Górnego Śląska	<0,05–4,00; średnio 0,08
– gleby Polski	<0,05–7,55; średnio <0,05

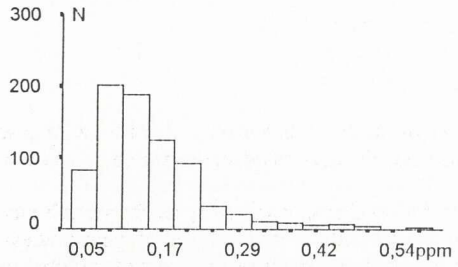


Fig. 24
Rozkład częstości rtęci w glebach
Frequency distribution of mercury in soils

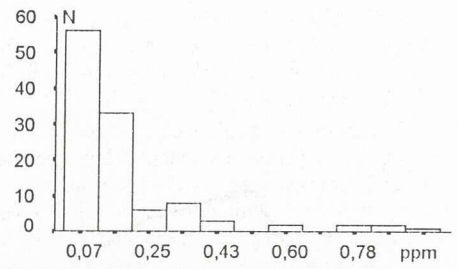


Fig. 25
Rozkład częstości rtęci w osadach wodnych
Frequency distribution of mercury in water sediments

Przeciętne zawartości rtęci w glebach Wałbrzycha i okolic wahają się od <0,05 do 3,22 ppm, średnio wynoszą 0,13 ppm. Tło geochemiczne rtęci w glebach badanego rejonu jest wyższe niż w innych częściach kraju. Podwyższenie zawartości rtęci widoczne jest szczególnie w glebach zachodniej części arkusza. Pas anomalnych stężeń rtęci w glebach ciągnący się od Jabłowa do Boguszowa pokrywa się ze strefą uskokową obfitującą w mineralizację barytowo-kruszcową. Z tego rejonu znane są wystąpienia cynobru i rtęci rodzimej w pokładach węgla i na kontaktach z porfirami (B. Kwiecińska, 1967) oraz w żyłach barytowych opisywanych z rejonu Boguszowa i Sobięcina gdzie obok cynobru występuje również metacynabaryt (A. Huyssen, 1863, C. Hintze, 1904, W. E., Petrascheck, 1933, A. Sachs, 1906). Pas anomalnych stężeń rtęci w glebach ciągnący się od Jabłowa do Boguszowa pokrywa się ze strefą uskokową obfitującą w mineralizację barytowo-kruszcową.

Wyraźnie zaznacza się również wpływ urbanizacji i przemysłu na zawartość tego pierwiastka. Gleby terenów miejskich zawierają średnio 0,18 ppm rtęci, podczas gdy dla pól uprawnych średnia wynosi 0,12 ppm Hg.

W obrazie kartograficznym podwyższonymi stężeniami Hg (>0,20 ppm) wyróżniają się gleby miejskie Wałbrzycha, Boguszowa i Świebodzic. Najbogatsze w rtęć (>1 ppm) są gleby z trawników miejskich Wałbrzycha. Maksymalne koncentracje (powyżej 3 ppm) stwierdzono w próbkach pobranych w pobliżu hałd (np. kopalni Bolesław Chrobry), elektrociepłowni, stacji kolejowych i składów przemysłowych. Pochodzenie rtęci jest niewątpliwie antropogeniczne, a jej źródłem jest przypuszczalnie spalanie dużych ilości węgla oraz złomowanie urządzeń elektrotechnicznych na wysypiskach. Podczas spalania prawie cała ilość rtęci z węgla emitowana jest do atmosfery w gazowej formie metalicznej (I. Bojakowska, H. Szczęśniak, 1993). Nawet przy niskiej koncentracji Hg w węglach przy masowym i wieloletnim spalaniu zachodzi niebezpieczeństwo skażenia środowiska tym metalem.

Osady wodne: Tablica 17, tabela III, fig. 25

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	<0,05– 1,26; średnio 0,13
– osady wodne Górnego Śląska	<0,05–10,50; średnio <0,05
– osady wodne Polski	<0,05–11,00; średnio <0,05

90% próbek osadów wodnych badanego regionu zawiera rtęć w ilościach niższych od 0,40 ppm. Wysokimi zawartościami Hg wyróżniają się osady Pełcznicy (do 0,88 ppm), przyjmującej większość ścieków komunalnych Wałbrzycha i Świebodzic.

Podwyższone zawartości rtęci (około 1 ppm) występują też w osadach Leska (Leśnej Wody) na południe od Boguszowa.

Analiza wartości średnich wskazuje, że osady małych cieków (średnia 0,12 ppm) są znacznie mniej zanieczyszczone rtęcią w porównaniu z osadami większych potoków i strumieni (średnia 0,53 ppm), w których dochodzi do jej akumulacji.

Mg MAGNEZ (%)

Gleby: Tablica 18, tabela II, fig. 26

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	<0,01–1,28; średnio 0,11
– gleby Górnego Śląska	<0,01–4,90; średnio 0,06
– gleby Polski	<0,01–4,90; średnio 0,06

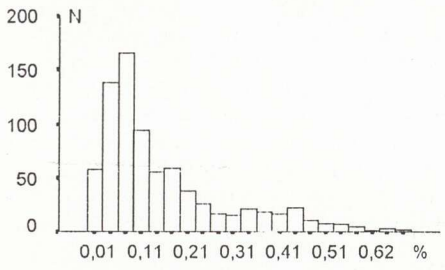


Fig. 26
Rozkład częstości magnezu w glebach
Frequency distribution of magnesium in soils

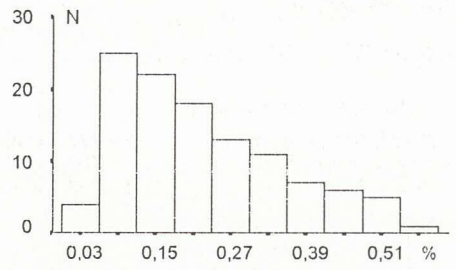


Fig. 27
Rozkład częstości magnezu w osadach wodnych
Frequency distribution of magnesium in water sediments

Średnie zawartości magnezu w glebach badanego rejonu są prawie dwukrotnie wyższe niż przeciętne dla całej Polski. W obrazie geochemicznym wyróżniają się dwa obszary o wyraźnie różnych zawartościach magnezu.

W północno-wschodniej części arkusza przeważają gleby o koncentracji magnezu 0,1– 0,5%. Najwyższe zawartości (do 1,2%) występują w glebach na zlepieńcach i piaskowcach dewonu (rejon Szczawienko–Lubiechów i okolice Strugi) oraz na zieleńcach struktury kaczawskiej (okolice wzgórz Grabnik–Sosnówka).

Gleby rejonu południowo-zachodniego wykazały zawartości magnezu na ogół poniżej 0,1% z wyjątkiem niewielkich płatów w centrum Wałbrzycha i w Górach Kamiennych o zawartościach 0,1–0,4%. Wzbogacenie w magnez gleb miejskich (centrum Wałbrzycha) pochodzi prawdopodobnie z opadu pyłów przemysłowych, głównie ze spalania węgla.

Gleby upraw rolnych zawierają przeciętnie 0,11% magnezu a gleby obszarów przemysłowych – 0,17%. Najuboższe w magnez są gleby leśne (średnia 0,07%).

Osady wodne: Tablica 18, tabela III, fig. 27

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	0,03– 0,74; średnio 0,19
– osady wodne Górnego Śląska	0,01– 5,87; średnio 0,13
– osady wodne Polski	<0,01–10,62; średnio 0,11

Zawartości magnezu w osadach wodnych rejonu są dość zróżnicowane. Obserwuje się zmiany koncentracji w zależności od rodzaju zbiornika wodnego. Najniższe zawartości Mg (średnio 0,19%) występują w osadach małych cieków bez nazwy. Osady większych potoków i strumieni wykazały średnią zawartość – 0,28%.

Na terenie arkusza najwyższymi zawartościami magnezu wyróżniają się osady niewielkich cieków w centrum Wałbrzycha (wzbogacenia antropogeniczne) oraz aluwia potoków drenujących blok sowiogórski (wzbogacenia naturalne).

Mn MANGAN (ppm)

Gleby: Tablica 19, tabela II, fig. 28

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	8– 3 439; średnio 438
– gleby Górnego Śląska	2– 7 000; średnio 186
– gleby Polski	<1–24 270; średnio 173

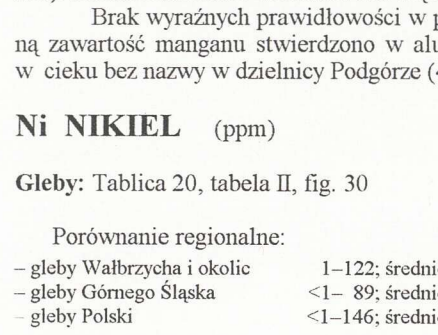


Fig. 28
Rozkład częstości manganu w glebach
Frequency distribution of manganese in soils

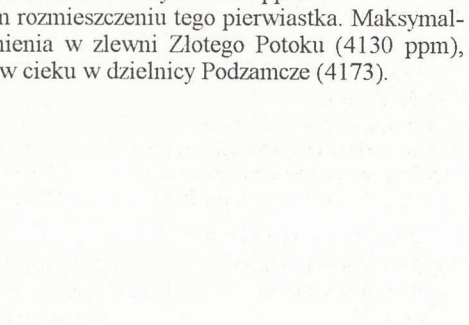


Fig. 29
Rozkład częstości manganu w osadach wodnych
Frequency distribution of manganese in water sediments

Zróżnicowanie zawartości manganu jest zależne głównie od litologii skał podłoża. W zdjęciu geochemicznym podwyższonymi zawartościami Mn (>500 ppm) odznacza się większość badanych gleb. Maksymalne stężenia Mn, przekraczające 3300 ppm, stwierdzono w glebach na wschód od Świebodzic rozwiniętych na mułowcach i zlepieńcach dewonu, zawierających soczewy wapieni oraz w niektórych płatach gleb na utworach węglonośnych karbonu.

Do obszarów o niskich zawartościach Mn w glebach (<500 ppm) należy rejon niecki wałbrzyskiej wypełniony głównie osadami węglonośnymi wesfalu AB oraz południowo-zachodniego krańca terenu zbudowanego na tufach ryolitowych permu. Gleby na utworach czwartorzędowych (rejon Podzamcza, Szczawienka i północnego krańca obszaru) również zawierają Mn w ilościach nie przekraczających 500 ppm.

Porównanie koncentracji manganu do innych rejonów Polski wskazuje na podwyższenie w obszarze Wałbrzycha i okolic. Średnia dla gleb Krakowa i okolic wynosi 257 ppm (J. Lis, A. Pasieczna, 1995c). Obserwacje K. Czarnowskiej i in. (1992) wykazały w czwartorzędowych glebach Pabianic zawartości od 17 do 460 ppm Mn (średnio 177). W glebach Warszawy średnia dla Mn wynosi 119 ppm (J. Lis, 1992). Gleby Łodzi zawierają średnio 189 ppm Mn (K. Czarnowska, J. Walczak, 1988) i zawartość ta została uznana przez autorów za niską.

Osady wodne: Tablica 19, tabela III, fig. 29

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	43– 4 173; średnio 459
– osady wodne Górnego Śląska	4–21 295; średnio 280
– osady wodne Polski	<1–63 719; średnio 255

Najwyższe zawartości średnie manganu zanotowano w małych ciekach bez nazwy (483 ppm Mn). Średnia zawartość obliczona dla większych potoków i strumieni wynosi 339 ppm.

Brak wyraźnych prawidłowości w przestrzennym rozmieszczeniu tego pierwiastka. Maksymalną zawartość manganu stwierdzono w aluwiach strumienia w zlewni Złotego Potoku (4130 ppm), w cieku bez nazwy w dzielnicy Podgórze (4119 ppm) i w cieku w dzielnicy Podzamcze (4173).

Ni NIKIEL (ppm)

Gleby: Tablica 20, tabela II, fig. 30

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	1–122; średnio 10
– gleby Górnego Śląska	<1– 89; średnio 4
– gleby Polski	<1–146; średnio 4

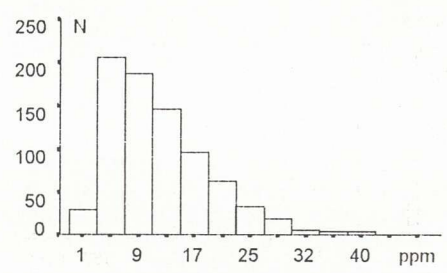


Fig. 30
Rozkład częstości niklu w glebach
Frequency distribution of nickel in soils

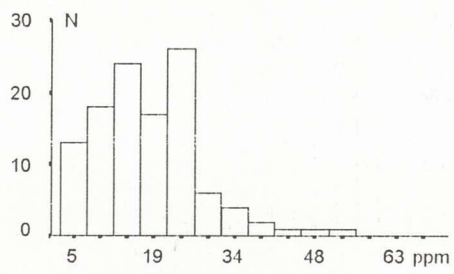


Fig. 31
Rozkład częstości niklu w osadach wodnych
Frequency distribution of nickel in water sediments

Połowa badanych próbek gleb wykazała zawartości niklu, ługowalnego kwasem solnym, poniżej 10 ppm. Gleby o tej zawartości grupują się w południowej części arkusza na podłożu skał ryolitowych i ich tufów permskich i karbońskich oraz na skałach osadowych westfalu CD i stefanu. Niskimi zawartościami niklu (<10 ppm) charakteryzują się też płaty gleb występujących na zachód od Podzamcza oraz na północ od Świebodzic, na podłożu czwartorzędu.

W północnej części arkusza tło geochemiczne jest znacznie wyższe (10–25 ppm Ni). Maksymalne koncentracje niklu (przekraczające 40 ppm) zanotowano, podobnie jak w przypadku chromu, w gle-

bach rozwiniętych na zlepieńcach polimiktycznych i piaskowcach górnego dewonu. Źródłem niklu w zlepieńcach mogą być otoczaki skał mafickich i ultramafickich z obrzeżenia kry sowiogórskiej oraz zieleńców z Gór Kaczawskich.

Na skład chemiczny skał podłoża jako główny czynnik wzbogacenia gleb w nikiel wskazują badania G. G. S.Holmgrena i in. (1993) nad rozmieszczeniem tego pierwiastka w glebach USA. Wykazały one, że zawartości średnie dla poszczególnych stanów wahają się od 10 do 94 ppm i są najwyższe w glebach rozwiniętych na serpentynitach.

Z czynnikiem antropogenicznym wiążą się podwyższenia zawartości niklu w glebach centrum Wałbrzycha i Boguszowa. Wskazuje na to wzrost zawartości średniej niklu w glebach terenów uprzemysłowionych (16 ppm) w stosunku do gleb użytkowanych rolniczo (11 ppm).

Osady wodne: Tablica 20, tabela III, fig. 31

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	3– 72; średnio 16
– osady wodne Górnego Śląska	<1– 795; średnio 10
– osady wodne Polski	<1–1298; średnio 6

Zróżnicowanie zawartości niklu w osadach wodnych jest niewielkie. Podwyższone koncentracje Ni (>30 ppm) obserwuje się w aluwiach cieków drenujących tereny o wyższym tle geochemicznym w glebach (północna i zachodnia część arkusza).

Antropogeniczne pochodzenie ma zapewne podwyższenie do 72 ppm zawartości niklu w osadach cieku w miejscowości Glinik Nowy.

P FOSFOR (%)

Gleby: Tablica 21, tabela II, fig. 32

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	0,006–0,336; średnio 0,043
– gleby Górnego Śląska	<0,005–0,476; średnio 0,027
– gleby Polski	<0,005–1,613; średnio 0,033

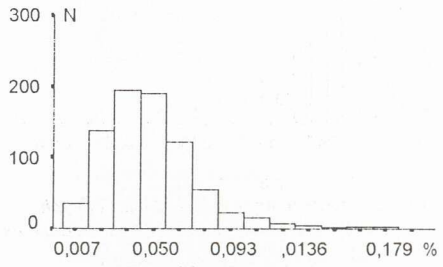


Fig. 32
Rozkład częstości fosforu w glebach
Frequency distribution of phosphorus in soils

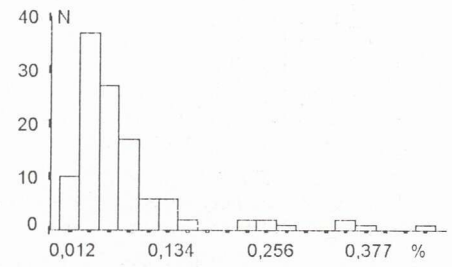


Fig. 33
Rozkład częstości fosforu w osadach wodnych
Frequency distribution of phosphorus in water sediments

Zawartości fosforu w glebach regionu są zróżnicowane w sposób mozaikowy. W obrazie kartograficznym przeplatają się ze sobą płaty gleb o niskich zawartościach fosforu (<0,045%) z obszarami o koncentracjach 0,050– 0,120%. Najniższe ilości fosforu występują w glebach leśnych (średnia 0,028%), zajmujących znaczny obszar na południu arkusza. W innych glebach zależnie od sposobu ich użytkowania, przeciętne zawartości zmieniają się od 0,055% (gleby pól uprawnych) do 0,081% (gleby ogródków działkowych).

Wyraźnie wyższe koncentracje fosforu wykazują gleby w południowo-zachodniej części arkusza rozwinięte na trachyandezytach i latytach permu, w których występuje sporo akcesorycznego apatytu (A. Nowakowski, 1968).

Osady wodne: Tablica 21, tabela III, fig. 33

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	<0,005–0,459; średnio 0,059
– osady wodne Górnego Śląska	<0,005–3,961; średnio 0,067
– osady wodne Polski	<0,005–5,866; średnio 0,064

Zawartości fosforu w osadach wodnych Wałbrzycha i okolic są niskie. 90% próbek wykazało zawartości poniżej 0,150%. Najwyższe średnie zawartości fosforu (0,148%) stwierdzono w większych strumieniach i potokach. Średnia dla małych cieków bez nazwy wynosi 0,053%.

Pb OŁÓW (ppm)

Gleby: Tablica 22, tabela II, fig. 34

Orientacyjne wartości graniczne (14, 28):

– gleby uprawne	≤100; toksyczne ≥1000
– gleby miejsc zabaw dla dzieci	≤200; toksyczne ≥1000
– gleby parków i terenów rekreacyjnych	≤500; toksyczne ≥2000
– gleby pod zabudowę mieszkaniową	≤300; toksyczne ≥1000
– gleby pod zabudowę przemysłową	≤1000; toksyczne ≥2000

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	7 – 325; średnio 39
– gleby Górnego Śląska	<3–16 972; średnio 53
– gleby Polski	<3–16 972; średnio 16

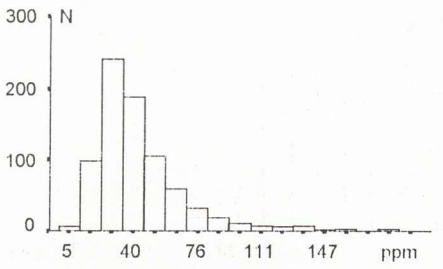


Fig. 34
Rozkład częstości ołowiu w glebach
Frequency distribution of lead in soils

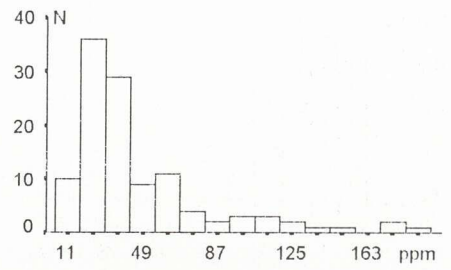


Fig. 35
Rozkład częstości ołowiu w osadach wodnych
Frequency distribution of lead in water sediments

Tło geochemiczne ołowiu w glebach Wałbrzycha i okolic mieści się w granicach od 5 do około 70 ppm (fig. 34). Średnie zawartości tego pierwiastka są dwukrotnie wyższe niż średnia dla gleb polskich (odpowiednio 39 i 16 ppm).

Rozmieszczenie anomalii i dane zawarte w tabeli II wskazują, że na stężenie Pb w glebach wpływa przede wszystkim urbanizacja, zaś źródłem ołowiu jest transport kołowy i działalność przemysłowa. Najwyższe zawartości wykazują gleby trawników przyulicznych (średnio 58 ppm Pb) i gleby terenów przemysłowych (średnio 49 ppm Pb).

W obrazie kartograficznym wyraźnie podwyższonymi zawartościami ołowiu wyróżniają się gleby południowej części arkusza, gdzie zlokalizowane są kopalnie barytu, kopalnie węgla i dzielnice mieszkaniowe Boguszowa i Wałbrzycha. Zawartości Pb w glebach tego rejonu zwykle przekraczają 40 ppm, a maksima anomalii dochodzą do 320 ppm.

W rejonie Jabłowa i Boguszowa na podwyższenie zawartości ołowiu wpływa czynnik geologiczny (obecność galeny w żyłach barytowch i kwarcowych). Podobne podwyższenie zawartości ołowiu w glebach (do 190 ppm) w rejonie Góry Chełmiec oraz na zachód od drogi Glinica–Kamieńsk można wiązać z obecnością żył kruszcowych z galeną.

W północnej części arkusza gleby są na ogół uboższe w ołów (<40 ppm). Wyjątkiem są gleby obszaru Świebodzic, gdzie w dzielnicach miejskich zawartości dochodzą do 80 ppm, a na wschód od miasta w pobliżu torów kolejowych zawierają maksymalnie 260 ppm Pb.

Dla porównania można przytoczyć wyniki badań gleb Warszawy i okolic (J. Lis, 1992), gdzie stwierdzono średnio 14 ppm Pb, zaś w obrazie kartograficznym w centrum miasta (wzdłuż tras komunikacyjnych) zaznaczają się anomalie o koncentracjach wyższych od 60 ppm. Podobna tendencja występowania anomalii ołowiu przy głównych ulicach zaznacza się w Łodzi (K. Czarnowska, J. Walczak, 1988). Analizy gleb Berlina i okolic (M. Birke i in., 1992) wykazały znacznie większe skażenie ołowiem gleb miejskich i podmiejskich (średnio 178 ppm). Autorzy przypisują skażenie wyłącznie czynnikowi antropogenicznemu, gdyż prowadzone równocześnie badania tła geochemicznego ołowiu w skałach okruchowych podłoża wykazały jego zawartość średnią 7,7 ppm.

Osady wodne: Tablica 22, tabela III, fig. 35

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	10– 193; średnio 38
– osady wodne Górnego Śląska	<5–43 878; średnio 72
– osady wodne Polski	<5–43 878; średnio 15

Podobnie jak w glebach, tło geochemiczne ołowiu w osadach wodnych okolic Wałbrzycha jest wyższe niż w innych rejonach Polski (poza obszarem Górnego Śląska). Większość badanych osadów wykazała zawartości ołowiu <100 ppm.

Spośród badanych zbiorników najniższymi zawartościami Pb charakteryzują się osady małych cieków (średnia 36 ppm) i małych zbiorników bezodpływowych (średnia 28 ppm). W aluwiach większych potoków średnia zawartość ołowiu wynosi 92 ppm. Zanieczyszczenia te związane są z ołowiem odprowadzanym w ściekach komunalnych i przemysłowych oraz w mniejszym stopniu z obecnością śladowej mineralizacji w drenowanych skałach. Bardzo wysokie koncentracje ołowiu (do 700 ppm) we frakcji <0,1 mm stwierdzono w potoku Kolskim, drobnym strumieniu w zlewni Leska, drenującym hałdy kopalni barytu w Boguszowie (S. Z. Mikulski 1996).

S SIARKA (%)

Gleby: Tablica 23, tabela II, fig. 36

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	0,006–0,126; średnio 0,020
– gleby Górnego Śląska	<0,005–0,516; średnio 0,015
– gleby Polski	<0,005–3,263; średnio 0,012

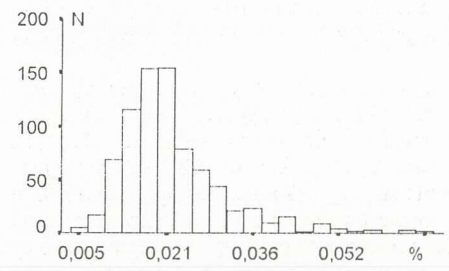


Fig. 36
Rozkład częstości siarki w glebach
Frequency distribution of sulphur in soils

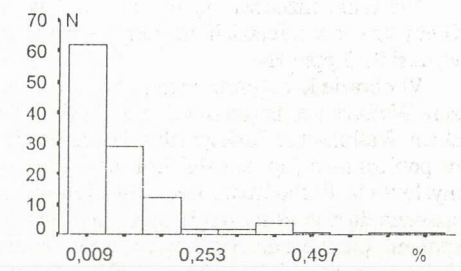


Fig. 37
Rozkład częstości siarki w osadach wodnych
Frequency distribution of sulphur in water sediments

Przeciętna zawartość siarki, rozpuszczalnej w kwasie solnym, w badanych glebach jest zbliżona do zawartości w glebach innych regionów Polski.

W obrazie kartograficznym wyraźnie wyróżnia się część południowa, gdzie zawartości siarki są znacznie wyższe i na przeważającym obszarze przekraczają 0,020%. Zgodnie z kryteriami granicznych zawartości siarki w glebach uprawnych (T. Motowicka-Terelak i in., 1993) tę zawartość można uznać za podwyższoną antropogenicznie. Ilości maksymalne (przekraczające 0,050%) zlokalizowane są w glebach najwyższych wzniesień: Chełmca, Mniszka, pasma Góry Dzikowiec na zachodzie oraz Góry Wołowiec i Czarnej Góry na południowym krańcu arkusza. To zjawisko wiązać można ze zwiększoną ilością opadów zawierających tlenki siarki w rejonie wymienionych gór.

W północnej części arkusza dominują gleby o zawartości siarki nie przekraczającej 0,020%.

Osady wodne: Tablica 23, tabela III, fig. 37

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	<0,005–0,764; średnio 0,057
– osady wodne Górnego Śląska	<0,005–2,193; średnio 0,064
– osady wodne Polski	<0,005–8,610; średnio 0,047

Zawartości siarki w osadach wodnych badanego rejonu są nieco wyższe niż przeciętnie dla osadów wodnych Polski. Próbki o podwyższonej zawartości siarki (>0,40%) zlokalizowane są głównie w ciekach w zachodniej części obszaru, gdzie koncentracje w glebach są również najwyższe. Wzbogacenie w siarkę wiązać można z wietrzeniem skał zawierających w swym składzie minerały siarczkowe jak i z emisjami atmosferycznymi (głównie ze spalania węgla).

Sr STRONT (ppm)

Gleby: Tablica 24, tabela II, fig. 38

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	<1– 277; średnio 10
– gleby Górnego Śląska	<1– 708; średnio 10
– gleby Polski	<1–1298; średnio 8

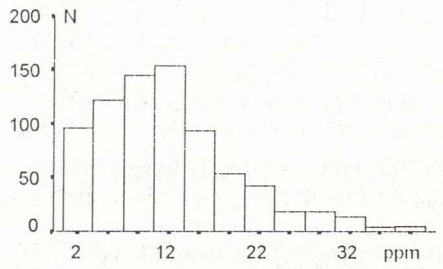


Fig. 38
Rozkład częstości strontu w glebach
Frequency distribution of strontium in soils

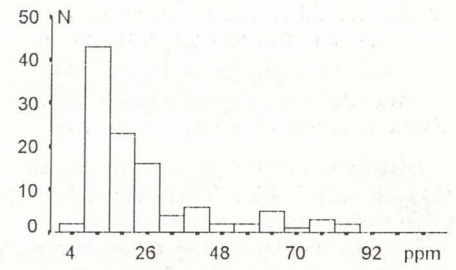


Fig. 39
Rozkład częstości strontu w osadach wodnych
Frequency distribution of strontium in water sediments

Rozkład zawartości strontu w glebach jest znacznie zróżnicowany i podobny do rozkładu wapnia. W obrazie kartograficznym podwyższonymi stężeniami strontu wyraźnie wyróżniają się gleby Świebodzic, Wałbrzycha i Boguszowa. W rejonie Boguszowa centrum anomalii pokrywa się z maksimum anomalii baru (tablice 9 i 11). Źródłem strontu może być tu mineralizacja barytowa. W barytach ze złoża w Boguszowie stwierdzono wysokie domieszki $SrSO_4$ w granicach 0,86–7,80% (A. Antoniewicz, A. Paulo, 1972; C. Harańczyk, L. Szostek, 1970; H. Ważny, 1970).

Wpływ czynnika antropogenicznego wyraża się wzrostem zawartości strontu w glebach trawników przyulicznych i parków (średnia 23 ppm) oraz terenów przemysłowych (średnia 27 ppm) w stosunku do gleb pól uprawnych (średnia 12 ppm). Najniższe zawartości Sr stwierdzono w glebach leśnych (średnia 5 ppm).

Osady wodne: Tablica 24, tabela III, fig. 39

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	6– 154; średnio 21
– osady wodne Górnego Śląska	1–1120; średnio 25
– osady wodne Polski	<1–7628; średnio 21

Zróżnicowanie strontu w osadach wodnych jest stosunkowo niewielkie. 75% próbek zawiera niskie ilości strontu (do 65 ppm). Na tym tle podwyższonymi stężeniami Sr wyróżniają się osady kilku potoków. Maksymalną zawartość, 154 ppm strontu, stwierdzono w małym cieku w pobliżu odprowadzenia wody z osadników koło dawnej kopalni Thorez. Anomalia ta pokrywa się z podwyższonymi zawartościami strontu w glebach. Wyraźnie zaznacza się też anomalia (do 139 ppm Sr) w aluwiach Pelcznicy w dzielnicy Wałbrzych Miasto. Pochodzenie tych dwu anomalii jest niewątpliwie antropogeniczne.

Ti TYTAN (ppm)

Gleby: Tablica 25, tabela II, fig. 40

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	4–1417; średnio 43
– gleby Górnego Śląska	1– 396; średnio 27
– gleby Polski	<1–1542; średnio 26

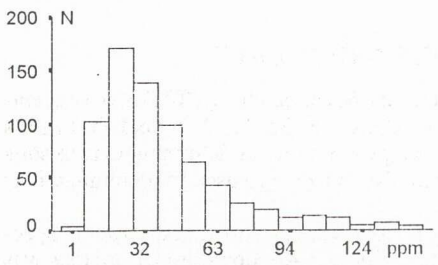


Fig. 40
Rozkład częstości tytanu w glebach
Frequency distribution of titanium in soils

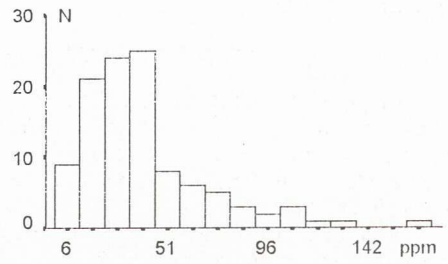


Fig. 41
Rozkład częstości tytanu w osadach wodnych
Frequency distribution of titanium in water sediments

Zawartości tytanu (ługowalnego kwasem solnym) w glebach badanego obszaru są bardzo wyraźnie zróżnicowane. W części północno-wschodniej arkusza tło geochemiczne tytanu mieści w zakresie 40–150 ppm, zaś w części południowo-zachodniej jest poniżej 35 ppm.

W obrazie kartograficznym wysokimi koncentracjami tytanu wyróżniają się gleby rozwinięte na skałach metamorficznych bloku sowiogórskiego, gdzie ilości tytanu przekraczają 430 ppm. Zarys występowania gleb o takich koncentracjach Ti pokrywa się prawie dokładnie z zarysem bloku sowiogórskiego. Źródłem tytanu są wietrzejące skały bogate w minerały maficzne.

Podwyższone zawartości Ti (150–430 ppm) występują też w glebach okolic Struga–Podzamcze–Lubiechów rozwiniętych na zlepieńcach i piaskowcach górnego dewonu depresji Świebodzic. Materiał klastyczny tworzący te skały w znacznym stopniu pochodzi z Gór Sowich (T. Gunia, 1968, S. Porębski, 1987). Podwyższenia te pokrywają się z maksymalnymi koncentracjami Cr i Ni (tablice 14 i 20) w tym rejonie.

Prawdopodobnie pochodzenia antropogenicznego są podwyższone zawartości tytanu w glebach na obszarze Wałbrzycha, a ich pochodzenie może być związane z opadami pyłów przemysłowych.

Osady wodne: Tablica 25, tabela III, fig. 41

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	1– 918; średnio 36
– osady wodne Górnego Śląska	3–3439; średnio 40
– osady wodne Polski	<1–5345; średnio 31

Zawartości tytanu (rozpuszczalnego w HCl) w osadach wodnych rejonu różnicują się podobnie jak w glebach. Punkty podwyższonych zawartości Ti (>100 ppm) obserwuje się w osadach cieków i potoków przepływających przez blok sowiogórski oraz rejonu wychodni skał dewonu i karbonu górnego na północy arkusza. W południowo-zachodniej części arkusza zarówno osady większych potoków, jak i małych cieków zawierają tytan w ilościach nie przekraczających 50 ppm.

V WANAD (ppm)

Gleby: Tablica 26, tabela II, fig. 42

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	3– 90; średnio 21
– gleby Górnego Śląska	<1– 94; średnio 8
– gleby Polski	<1–266; średnio 6

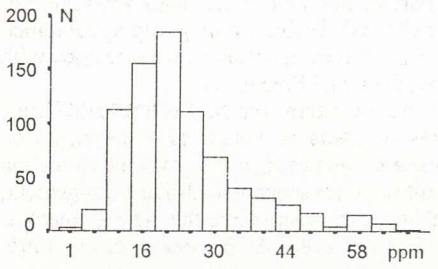


Fig. 42
Rozkład częstości wanadu w glebach
Frequency distribution of vanadium in soils

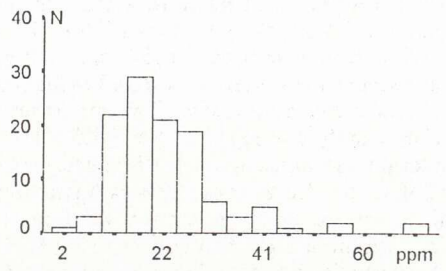


Fig. 43
Rozkład częstości wanadu w osadach wodnych
Frequency distribution of vanadium in water sediments

Zawartość wanadu (rozpuszczalnego w HCl) w glebach badanego terenu jest stosunkowo wysoka. Zróżnicowanie pozostaje w wyraźnym związku z budową geologiczną.

Najwyższymi koncentracjami wanadu (do 90 ppm) charakterteryzują się gleby rozwinięte na metamorficznych skałach Gór Sowich. Wysokie zawartości (do 40 ppm) występują również w glebach mających w podłożu skały zieleńcowe i mylonity metamorfiku kaczawskiego (rejon Góry Sosnówki i Strugi), klastyczne utwory górnego dewonu depresji Świebodzic oraz zlepieńce i piaskowce dolnokarbońskie.

Gleby występujące na utworach górnokarbońskich niecki wałbrzyskiej najczęściej zawierają wanad w mniejszych ilościach (<20 ppm). Pewne nieznaczne skoncentrowanie tego pierwiastka w glebach obserwuje się w środkowej części niecki między Starym Lesieńcem a Wałbrzychem. Minimalne zawartości (<13 ppm) związane są z glebami rozwiniętymi na ryolitach i ich tufach zarówno wieku karbońskiego, jak i permskiego.

Gleby utworzone na osadach czwartorzędowych w północnej części terenu również charakteryzują się niskimi zawartościami wanadu – poniżej 20 ppm.

Osady wodne: Tablica 26, tabela III, fig. 43

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	2– 72; średnio 20
– osady wodne Górnego Śląska	<1–155; średnio 11
– osady wodne Polski	<1–427; średnio 7

Stężenie wanadu w osadach wodnych omawianego rejonu podobnie jak w glebach związane jest z podłożem geologicznym.

Przeciętne zawartości wanadu w osadach wodnych wynoszą około 20 ppm. Wyższe koncentracje (>43 ppm) występują w osadach cieków drenujących blok sowiogórski oraz skały okalające nieckę śródsudecką (od Jabłowa poprzez Biały Kamień do Poniatowa). Wysoką koncentrację wanadu (72 ppm) stwierdzono też w próbce osadów w miejscowości Gaj, w pobliżu hałd i składów przemysłowych.

Y YTR (ppm)

Gleby: Tablica 27, tabela II, fig. 44

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	<1 –45; średnio 3
– gleby Polski	<0,5–62,0; średnio 6

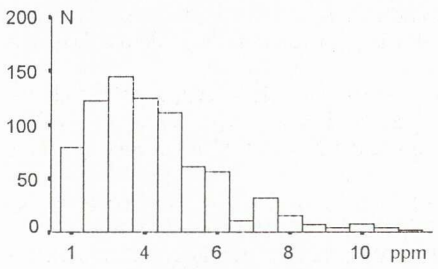


Fig. 44
Rozkład częstości itru w glebach
Frequency distribution of yttrium in soils

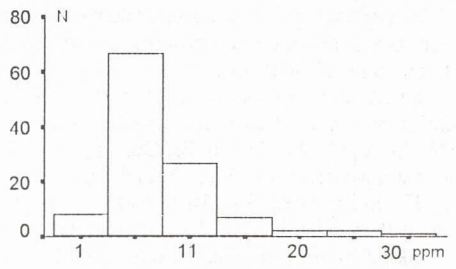


Fig. 45
Rozkład częstości itru w osadach wodnych
Frequency distribution of yttrium in water sediments

Obraz kartograficzny itru w glebach układa się w sposób mozaikowy a jego związek ze skałami podłoża jest dość trudny do wyjaśnienia. Tło geochemiczne Y zawiera się w granicach od 1 do 6 ppm.

Na tym tle zarejestrowano kilka punktów anomalnych (do 45 ppm Y) zlokalizowanych w południowo-wschodniej części arkusza na ryolitach i tufach ryolitowych czerwonego spągowca oraz koło Boguszowa i Jabłowa w południowo-zachodniej części arkusza na skałach formacji węglonośnej karbonu górnego.

Osady wodne: Tablica 27, tabela III, fig. 45

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	<0,5–31,6; średnio 1,0
– osady wodne Górnego Śląska	<0,5–19,9; średnio 0,6
– osady wodne Polski	<0,5–21,0; średnio <0,5

Podwyższonymi zawartościami Y (>15 ppm) wyróżniają się osady wodne niektórych cieków południowo-zachodniej części obszaru (rejon miejscowości Jabłów i Grzędy oraz Pasmo Dzikowca). Wyższe koncentracje itru (do 24 ppm) zanotowano również w małych ciekach w rejonie Glinicy. Podobnie jak w przypadku gleb, pochodzenie anomalii wiązać można z obecnością w badanych osadach materiału z erozji kwaśnych i alkalicznych skał wulkanicznych.

Zn CYNK (ppm)

Gleby: Tablica 27, tabela II, fig. 46

Orientacyjne wartości graniczne (14, 28):

– gleby uprawne	≤300; toksyczne ≥600
– gleby miejsc zabaw dla dzieci	≤300; toksyczne ≥2000
– gleby parków i terenów rekreacyjnych	≤1000; toksyczne ≥3000
– gleby pod zabudowę mieszkaniową	≤300; toksyczne ≥600
– gleby pod zabudowę przenysłową	≤1000; toksyczne ≥3000

Porównanie regionalne:

– gleby Wałbrzycha i okolic	7– 969; średnio 54
– gleby Górnego Śląska	5–87 500; średnio 121
– gleby Polski	<1–91 110; średnio 40

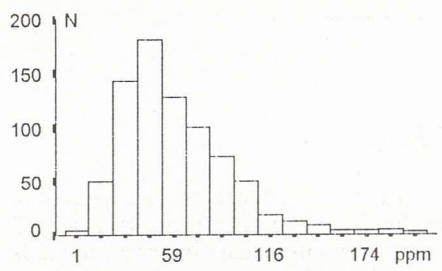


Fig. 46
Rozkład częstości cynku w glebach
Frequency distribution of zinc in soils

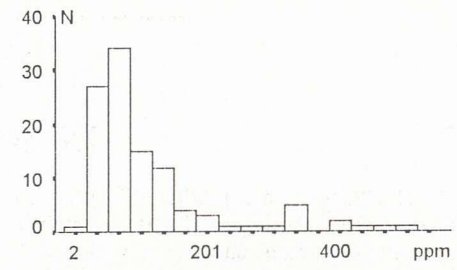


Fig. 47
Rozkład częstości cynku w osadach wodnych
Frequency distribution of zinc in water sediments

Rozmieszczenie cynku w glebach badanego regionu jest podobne do obrazów miedzi i ołowiu, a więc pierwiastków o wyraźnie zaznaczającym się wpływie czynnika antropogenicznego na ich koncentrację.

Tło geochemiczne cynku mieści się w granicach od 15 do 100 ppm. Dane zestawione w tabeli II sugerują znaczny wpływ urbanizacji na stężenie cynku w glebach. Najwyższe zawartości cynku zaobserwowano w glebach terenów przemysłowych (średnio 101 ppm), trawników i parków miejskich (średnio 107 ppm) oraz w glebach miejskich (96 ppm). Źródłem anomalii jest transport kołowy, kolejowy i emisje zakładów przemysłowych, głównie spalanie węgla.

W obrazie kartograficznym gleby o najwyższych zawartościach cynku (>100 ppm) występują na obszarze miast (Świebodzic, Boguszowa i Wałbrzycha). Wystąpienia anomalii cynku w glebach w rejonie Boguszowa można wiązać z mineralizacją sfalerytową w złożu barytu (H. Gruszczyk i in., 1970, Z. Migaszewski, 1972, W. Kowalski 1976) i w strefie dyslokacji na jego przedłużeniu. Liczne przejawy okruszcowania sfalerytem występują także w kopalniach rejonu Wałbrzycha, gdzie stwierdzano sfaleryt w brekcjach kontaktowych ze skałami intruzywnymi (B. Kwiecińska, 1968).

W rejonie na północ od Strugi występuje anomalia z maksimum 680 ppm cynku w glebach utworzonych na okruchowych skałach dewonu. Wymaga ona bardziej szczegółowego zbadania.

Najmniej cynku zawierają piaszczyste gleby leśne południowej części obszaru (<50 ppm), rozwinięte na wulkanitach i skałach osadowych karbonu i permu. Podobnie niskie zawartości cynku zanotowano w glebach na utworach czwartorzędowych, w północnej części arkusza.

Osady wodne: Tablica 28, tabela III, fig. 47

Porównanie regionalne:

– osady wodne Wałbrzycha i okolic	13– 1 224; średnio 95
– osady wodne Górnego Śląska	11–407 500; średnio 300
– osady wodne Polski	<1–407 500; średnio 73

Wśród osadów wodnych badanego regionu wysokimi zawartościami Zn wyróżniają się aluwia większych potoków (średnia 330 ppm) zbierających ścieki miejskie i przemysłowe regionu. W osadach Leśnej Wody (Leska) zbierającej ścieki z Boguszowa stwierdzono maksymalnie 953 ppm Zn. Również wysokie koncentracje cynku (do 3000 ppm) stwierdzono w aluwiach potoku Kolskiego w Boguszowie (Z. S. Mikulski, 1996). Podwyższonymi koncentracjami cynku wyróżniają się też osady Szczawnika (do 1091 ppm) w dzielnicy Walbrzych Podzamcze. W cieku spływającym od zakładów przemysłowych w centrum Świebodzic stwierdzono 1224 ppm Zn. Wysokim koncentracjom cynku w osadach tych potoków towarzyszą często wysokie zawartości olowiu, miedzi, srebra i siarki, co wskazuje na znaczny udział czynnika antropogenicznego w zanieczyszczeniu osadów.

PODSUMOWANIE

Zmienność geochemiczną badanych środowisk powierzchniowych Ziemi w Wałbrzychu i okolicach kształtują zarówno czynniki naturalne (geologiczne), jak i antropogeniczne. Decydująca jest rola chemizmu skał podłoża gleb.

Szczególny wpływ na zawartość szeregu pierwiasków w glebach wywiera obecność różnorodnych skał metamorficznych bloku sowiogórskiego. Naturalne tło geochemiczne szeregu pierwiastków (Cr, Mg, Al, V, Ni, Ti, Fe, Co, Sr, Ca, Zn, Cu, P i Mn) w glebach i osadach wodnych bloku sowiogórskiego jest najwyższe w obrębie badanego obszaru.

Nieco inny zespół podwyższonych koncentracji pierwiastków (Mg, Al, Ti, Co, Zn i Cu) charakteryzuje tło geochemiczne gleb utworzonych na skałach wieku dewońskiego w północnej części terenu.

Skład litologiczny zlepieńców i piaskowców (klasty skał maficznych i ultramaficznych z obrzeżenia kry sowiogórskiej) jest czynnikiem wpływającym na podwyższenie koncentracji Cr, Mg, Al, V, Ni, Fe, Co, Zn i Cu w glebach na skałach karbonu dolnego, a szczególnie formacji ze Szczawna.

Odmiennym składem chemicznym charakteryzują się gleby południowej części arkusza, wykształcone na kwaśnych skałach karbonu górnego i permu. Wyróżniają się bardzo niskim tłem geochemicznym prawie wszystkich badanych pierwiastków.

Szczególnym czynnikiem geologicznym wpływającym na powstanie anomalii niektórych pierwiastków w glebach i osadach wodnych jest mineralizacja kruszcowa żył barytu w strefach uskokowych w rejonie Jabłowa, gdzie występują anomalie srebra, arsenu, kobaltu, olowiu, rtęci i żelaza.

Górnictwo i przeróbka barytu, a wcześniej również wydobycie minerałów kruszcowych w Boguszowie, spowodowały powstanie rozległych anomalii baru, strontu, olowiu, cynku, kadmu, arsenu, miedzi i rtęci w glebach.

Górnictwo węgla kamiennego, koksownictwo i przemysł energetyczny wpłynęły na powstanie anomalii o naturze mieszanej (geologiczno-antropogenicznych). Wpływ walbrzyskiego okręgu przemysłowo-górniczego zaznacza się w obrazie kartograficznym gleb występowaniem rozległych anomalii rtęci, cynku, olowiu, miedzi i wapnia. Mniejsze obszary zajmują anomalie strontu i arsenu. Wymienione pierwiastki występują w mineralach towarzyszących węglom, a do gleb dostają się zarówno z warstw węglonośnych występujących na powierzchni, jak i poprzez opad pyłów ze spalania węgli.

Zaznacza się zmienność geochemiczna gleb badanego rejonu z punktu widzenia sposobu ich użytkowania. Gleby trawników i parków miejskich oraz gleby terenów przemysłowych charakteryzują się podwyższonymi zawartościami cynku, miedzi, olowiu, wapnia i strontu w stosunku do gleb pól uprawnych. Przyczyną podwyższonych koncentracji tych pierwiastków jest zarówno czynnik przyrodniczy (ich obecność w skałach podłoża a szczególnie jako mineralizacja kruszcowa węgli i barytów), jak i czynnik antropogeniczny (przeróbka barytu, spalanie i koksowanie węgli, transport kołowy i kolejowy, działalność zakładów przemysłowych).

Gleby uprawne i ugory badanego rejonu zawierają metale w ilościach znacznie wyższych niż gleby z innych, niezanieczyszczonych rejonów Polski. Daje się zaobserwować zwiększona zawartość arsenu, kobaltu, chromu, miedzi, żelaza, rtęci, niklu, olowiu, tytanu, wanadu i cynku (tabela II). Rzadko jednak stężenia te przekraczają zawartości dopuszczalne dla gleb uprawnych. Podobnie gleby leśne, w rejonie Wałbrzycha i okolic, charakteryzują się podwyższonymi w stosunku do innych rejonów zawartościami tych samych pierwiastków za wyjątkiem tytanu i cynku, ponadto baru, magnezu i manganu.

Zanieczyszczenie osadów wodnych wiąże się z tymi samymi czynnikami, które dostarczają podwyższonych koncentracji pierwiastków w glebach. Jest to asocjacja pierwiastków związana z okruszcowaniem żył barytowych oraz stref kontaktowych wulkanitów ze skałami formacji węglonośnej. Innymi źródłami zanieczyszczeń są ścieki komunalne i przemysłowe, komunikacja oraz rolnictwo. Na znaczną rolę czynnika urbanizacji w zanieczyszczeniu badanych osadów wskazuje wzrost średnich koncentracji wapnia, kadmu, chromu, miedzi, rtęci, niklu, olowiu, siarki, strontu i cynku w osadach Leska, Pełcznicy i Szczawnika w stosunku do osadów malych cieków i zbiorników bezodpływowych.

INTRODUCTION

The "Geochemical Atlas of Wałbrzych and environs" scaled to 1:50 000, is the continuation of the Polish Geological Institute's publication series in the area of geochemical cartography. It presents the actual chemical condition of the surficial Earth's environments in one of the most industrialised region of Poland. An intermontane basin where Wałbrzych is located creates specific conditions that may lead to considerable pollution of environment. The knowledge of both the degree and extent of pollution of soils and water sediments within the town and its environs will be a basis for action in the areas of agriculture, forestry, public health protection, as well as administration and land development (siting different type objects of building engineering, requalification of land use).

The Polish Geological Institute (the Lower Silesian Branch) commenced the work on this Atlas in 1994. Sampling was accomplished during the autumn season of the same year. Soils and water sediments were included in the study, and sampling was conducted with a density of 4 samples/km^2 for soils and approx. 1 sample/8 km^2 for water sediments. The Central Chemical laboratory of the Polish Geological Institute was involved in laboratory testing of samples. The area covered by this study equals to 200 km^2.

Preparation of samples to testing, their filing, as well as creation of data bases have been described in details in the "Geochemical Atlas of Poland", on the scale of 1:2 500 000 (J. Lis, A. Pasieczna, 1995a). As to this Atlas, its base of chemical analyses contains as much as 21 822 determinations of elements in 914 samples.

FIELD SURVEY

Special data forms were used to record field observations dealing with land development and land use, type of water body, petrographic character of sampled material, and a sketch of sampling point location. Plate 2 presents locations of the sampling points. Soil samples were collected using an 80 mm hand operated sampler; 0.0–0.2 m below the ground level was the sampling depth. As to water sediment samples, possibly the finest material was recovered from different surface water bodies such as reservoirs, rivers and streams, ponds.

LABORATORY WORK

LEACHING OF SAMPLES

The acid treatment was selected in this study to extract the samples. This method was selected because it allows determination of the mobile portions of elements playing a main part in migration through the surficial environments of the Earth. Also, such forms of elements are most easily assimilated by living organisms.

The hydrochloric acid (HCl 1:4) was used to leach the samples at the temperature of 90°C for an hour. There were variable amount of elements released by this process to the solution; this depended on the form of elements' occurrence and, in general, was in the range of several to 100%. Most resistant to leaching are some of such main elements being components of primary minerals as silicon, aluminium, potassium, and sodium in feldspars; iron, magnesium, and calcium contained in amphiboles and pyroxenes; and zirconium, titanium, yttrium, and thorium – contained in minerals of heavy soils and water sediments. Most ready to pass to the solution are the structure-making elements in carbonate minerals or those occurring in sorptive forms of weak bounds. The latter way of elements' occurrence is the most characteristic feature of soils and water sediments that have been polluted due to anthropogenic processes. More detailed discussion of the question of susceptibility of different elements to acid extraction has been presented in the "Geochemical Atlas of Poland" (J. Lis, A. Pasieczna, 1995a).

DETERMINATION OF ELEMENTS AND ACIDITY

A method of Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICIP-AES) was employed to determine Ag, Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Ni, S, Sr, Ti, V, Y, and Zn in soils and waters sediments. The PV 8060 spectrometer of Phillips type was used for determinations in soils whereas the JY 70 Plus Geoplasma spectrometer of the Jobin-Yvon made was used for determinations in water sediments.

Determinations of mercury contents were made using a Cold Vapour Atomic Absorption Spectrometry method. A Perkin-Elmer 4100 ZL spectrometer with a FIAS flow-through system was employed. A soil standard applied in soil sciences was followed when determining pH of soils in aquatic environment.

Limits of detectability have been compiled in Table 1.

OUTLINE OF GEOLOGICAL STRUCTURE AND MINERAL DEPOSIT

Area shown on the map (Plate 1) includes fragments of four structural units. They are: the northern part of the Intra-Sudetic Depression, the eastern fragment of the structure of the Góry Kaczawskie (Mts.), the middle part of the Świebodzice Depression, and the north-western fragment of the Sowie Góry (Mts.) Block. A small region in the northern edge of the map is entirely covered by the Cainozoic sediments. Formations belonging to the Fore-Sudetic Block (a structural unit not exposed on the surface) occur in substratum of this region.

Except for the cited area of the occurrence of Cainozoic formations within the Fore-Sudetic Block, the entire area represents a mountain relief with its structure being lithology-dependent. From orographic point of view, the area belongs to the Sudetes. All of the rock formations making up the area occur on the surface in a form of numerous natural and man-made outcrops. Due to such a situation, the area has thoroughly been recognised from geological point of view. The substratum of the southern part of the area belonging to the Lower Silesian Coal Basin has been recognised in detail due to the profound development of both coal and barite mining. The area is known from the occurrence of deposits of chemical raw materials (barite), rock raw materials (porphyries, melaphires) and energy raw materials (anthracite, hard coal). Extraction and processing of these minerals have an important bearing on distribution of elements under this study in soils and water sediments. The most effective in this respect are the deposits and signs of the occurrence of barite, less effective are the coal deposits, and the least effective – the deposits of the rock materials.

THE INTRA-SUDETIC DEPRESSION

Both the middle and southern parts of the area covered by this study are fragments of the Intra-Sudetic depression. It is built up of the younger Palaeozoic formations that had originated during almost continuous sedimentation taking place since the Lower Carboniferous through the Middle Rotliegendes; characteristic is the occurrence of several volcanite horizons interrupting the sedimentary sequence.

The Visean formations that developed as the Culm facies are the oldest ones. They are represented by terrestrial sediments showing a character of alluvial fans (conglomerates, sandstones), interbedded with fluvial-swampy sediments (mudstones) and containing inserts of such marine sediments as conglomerates and shales.

The Upper Carboniferous sediments occupy a main part of the area under study between Boguszów, Wałbrzych, and Jedlina-Zdrój. They are of terrestrial and fluvial-swampy origin, combined with such sediments as alluvial fans with conglomerates, sandstones, claystones and siltstones with coal seams; their origin is confined to the Namurian, Westphalian, and Stephanian.

Sediments of the Lower Permian occur within a small south-western fragment of presented area. They mainly developed as the fluvial-lacustrine sediments (sandstones, siltstones – tuffogenic on a local scale, and claystones with infrequent calcareous horizons – and rocks of the volcanic formation of the Góry Kaczawskie (Mts.). Apart from these volcanites of consequent bed-like arrangement, there are also occurring Permian volcanites (rhyolites, trachybasaltes) that pierce the older formations in the form of pipes and sills as well (A. Bossowski, M. Czerski, 1988; A. Bossowski et al., 1995; A. Haydukiewicz et al., 1985; A. Grocholski, 1973).

THE ŚWIEBODZICE DEPRESSION

The northern part of the area under consideration is built up of rocks of the Świebodzice Depression, that developed in the form of strongly folded formations belonging to the Upper Devonian and Lower Carboniferous. The oldest (Lower Devonian) sediments are mainly represented by sandstones and conglomerates interbedded with fine-grained rocks – mudstones and siltstones, with secondary lenses of limestones.

The Lower Carboniferous, possibly also the topmost Devonian, occur in the middle part of the Depression. They deposited as coarse-grained sandstones and conglomerates (A. Haydukiewicz et al. 1985; H. Teisseyre, 1973).

THE STRUCTURE OF THE GÓRY KACZAWSKIE (MTS.)

There are small elements of the structure of the Góry Kaczawskie (Mts.) that occur in the northern part of the area under this study.

It is the area of the occurrence of old-Palaeozoic greenstones overfolded with Upper Devonian rocks of the Świebodzice Depression, and of such epimetamorphic rocks of the older Palaeozoic as: chloritic-siricitic schists, spotted schists, carbonate phyllites, and greenstones (J. Oberc, H. Teisseyre, 1975).

THE SOWIE GÓRY (Mts.) Block

The area under this study includes a small fragment of the north-western corner of the Sowie Góry (Mts.) Block; it occurs to the east and south-east of Szczawienko. This fragment is made up of metamorphic rocks of higher degree of metamorphism represented by varied paragneisses of strong textural and structural differentiation, with common signs of migmatization (A. Bossowski et al., 1995; A. Haydukiewicz et al., 1985).

THE CAINOZOIC SEDIMENTS

The Tertiaty sediments cannot be found immediately on the land surface; however, they are known from boreholes drilled within the area of the Fore-Sudetic Block northwards of Świebodzice. The boreholes penetrated the Miocene clayey Poznań series as well as sands and gravels of the Pliocene series of Gozdnica.

The Quaternary sediments form a continuous cover in the fore-Sudetic area and extend deeply into the Sudetes along river valleys. They are deposited as glacial and fluvioglacial sediments of the Maximum Substage of the Middle Polish Glaciation (clays, gravels, sands) and as fluvial deposits (sands, gravels, fluvial outwash) of the Warta Phase and the Holocene as well (H. Teisseyre, O. Gawroński, 1965).

Considerable areas within the Wałbrzych–Boguszów urban agglomeration are occupied by such anthropogenic formations as mine dumps and waste dumps of the hard coal and barite mines.

BARITE DEPOSITS

A vein-type barite deposit at Boguszów, of NNW–SSE orientation, pierces porphyries of the Chełmiec volcanic dome (H. Gruszczyk et al., 1970). A dislocation zone is 1 to 30 m thick and contains several fault-type fractures the thickness of which is 1–2 m to 5 m in places. A filler of the fracture is composed of barite and such associated minerals as: quartz, calcite, fluorite, and secondary minerals that are: galena, sphalerite, chalcopyrite, pyrite, and tetrahedrite (occasionally only). Signs of the barite type mineralization have been found at Jabłów which is situated north-westwardly of Boguszów.

The beginning of exploitation dates back to the XV century, when exploitation of metal ore was aimed at recovering Pb and Ag; as to barite, its exploitation has been continued since 1867 (T. Dziekoński, 1972).

HARD COAL DEPOSITS

The Upper Carboniferous deposits of both anthracite and hard coal in the area under this study are the part of the Lower Silesian Coal Basin. Due to economic reason, coal mines are subject to gradual abandonment. An exceptional case deals with the Wałbrzych Gaj anthracite mine, where an average thickness of the anthracite beds is 1.9 m (R. Blajda, J. Górecki et al., 1994), and qualitative parameters of anthracite are very high.

DEPOSITS OF BUILDING AND ROAD STONES

The deposits of building and road stones are represented by porphyries and melaphyres.

MAIN SOURCES OF POLLUTION

Actual condition of geochemistry of the environment and its pollution over a considerable part of the area under this study is affected by the mining activity and ore processing aimed at recovering mineral raw materials. The earliest mining activity dealt with Pb and Ag connected with the barite veins in the region of Jabłów and Boguszów. Then, exploitation of hard coal followed (since XV century); this activity developed on an industrial scale since mid XVIII century (E. Piątek, Z. Piątek, 1979). The exploitation of coal has been accompanied by a coke and gas processing industry.

Operation of this industry has an important bearing on transformation of landscape. The area of hard coal occurrence (approx. 100 km^2) is affected by the existence of scores of mining dumps that have been left as the result of exploration and exploitation works. They occupy an area equal to approx. 280 ha. (J. Wójcik, 1993). The oldest mining dumps were subject to reclamation and afforestation; however, their significant part is still active and occupying the same area increases in volume of dumped material.

The most important threat to the environment is exerted by dusts and gases emitted from the industrial plants; disposal of effluents to surface waters is of the same importance.

GEOCHEMICAL MAPS

STATISTICAL CALCULATIONS

Calculation of statistical parameters was made using the STATGRAPHICS software package. The calculation deals with the entire data sets and sub-files representing different environments of soils and water sediments. Included in the calculation were: arithmetic and geometric means, median, and minimum and maximum values. Respective data is tabulated (Tables II and III) with reference to suitable environments.

Values of percentiles (15, 25, 50, 75, 90, 95, 97, and sometimes 99%) were also calculated for the entire soil and water sediment sets; they were used to adjust a level of elements' content on the isoline maps (soils) and on the maps with circular references (water sediments).

GENERATION OF GEOCHEMICAL MAPS

A topographic map of the 1942 State Co-ordinate System on the scale of 1: 50 000 was used as a base-map. The generation of maps was supported by the type PC 486, HD 330 MB, 16 MB RAM computer. A SURFER (for Windows) program was employed to generate maps dealing with one element only. A method of inverse distance was applied to work out soil maps. The method has been described in details in the "Geochemical Atlas of Poland", 1: 2 500 000 (J. Lis, A. Pasieczna, 1995a). An isoline method was selected to present the results. Levels of elements' contents were selected according to calculated percentile values. As to the map of soil acidity (Plate 5), the pH ranges applied in soil sciences were followed.

A circular diagram method of presentation was applied to geochemical maps of water sediments. Percentile values were calculated in the same way as that for soil maps. Size of circles on the maps are related to calculated concentrations of elements.

Sets of sampling points of known co-ordinates, with attributed element concentrations, made the basis applicable to map construction. The areal method of presenting the element content was used to construct the map dealing with one element only; a point (cicular) diagrams were used on the maps of water sediments.

Calculated percentiles of elements' concentrations were the factors governing the selection of classes distinguished on the maps. When generating soil acidity map, the criteria in common use in soil sciences were adapted.

When discussing the cartographic representation of particular elements (Plates 6–28), the text in Polish contains their comparative minimum, maximum, and average values for the entire area of Poland (J. Lis, A. Pasieczna, 1995a) and Uppper Silesia as well (J. Lis, A. Pasieczna, 1995b). Computation of statistical parameters for soils in Poland was based on the analyses of 10 840 samples; parameters for Upper Silesia were calculated from 1 564 sample analyses. As to water sediments, a total number of analysed samples was 12 778 and 1 459, respectively.

Of particular importance for the assessment of the actual condition of natural environment are the geochemical maps of water sediments. Their content can often be considered the element of "early warning". This is concluded from specific properties of these sediments composed of substances of high sorption ability of elements. These substances are capable of absorbing considerable amounts of elements from waters of increased concentrations, though not yet detectable in routine water analyses. Therefore, the water sediment maps allow to locate point sources of pollution.

It should be borne in mind, when making use of this Atlas, that it presents a general idea. The reflection of geochemical conditions on suitable maps results from mathematical operation according to adapted model of interpretation; for such reason, not always an agreement could be reached between details on the map and actual element concentration at a given point. Precision in cartographic representation of actual element concentration depends on density of observation (sampling), and consequently – on the scale of mapping.

No conclusions should be made on the state of environmental pollution for objects with the surface area less than that resulting from the map scale. The geochemical representation should be considered a signal for initiating a more detailed study and for determining actual extent of natural or anthropogenic anomalies (pollution). Expectation is that detailed study on a proper scale can reveal that the geochemical situation is much more complicated. Accordingly, regions within the limits of local natural geochemical background can exist next to places affected by heavy pollution.

In order to facilitate the making use of the geochemical maps from the view-point of pollution of soils with some metals (As, Cd, Cu, Hg, Pb, Zn), the text in Polish provides information on permissible metal concentrations in soils under agricultural use; the Canadian and European Community standards and available literature are the references.

RECAPITULATION

Geochemical changeability of the surficial Earth's environments in Wałbrzych and environs is governed by both the natural (geological) and anthropogenic factors. A decisive part is played by the chemical composition of rocks in the substratum being the basis for development of soils.

The occurrence of various metamorphic rocks of the Sowie Góry (Mts.) Block exerts particular influence on the content of a number of elements in soils (Plate 1). The natural geochemical background of a group of elements (such as Cr, Mg, Al, V, Ni, Ti, Fe, Co, Sr, Ca, Zn, Cu, P, and Mn) in soils and water sediments of the Sowie Góry Block is the highest within the area under study.

Slightly different set of increased element concentrations (dealing with Mg, Al, Ti, Co, Zn, and Cu) characterises the geochemical background of soils that developed on the Devonian rocks in the northern part of the area.

Also the lithology appears as a factor which has an effect on the increase of concentrations of Cr, Mg, Al, V, Ni, Fe, Co, Zn, and Cu in soils that developed on rocks of the Lower Carboniferous, in particular those belonging to the Szczawno Formation.

Soils in the southern part of the map sheet, that developed on the Upper Carboniferous and Permian rocks are characterised by different chemical composition. They distinguish themselves due to a very low geochemical background of almost all of the elements included in this study.

Barite mineralization is a specific geological factor having an important bearing on the occurrence of anomalies of some elements in soils and water sediments within the fault zone in the area of Jabłów; the anomalies deal with silver, arsenic, cobalt, lead, mercury, and iron.

Mining and processing of barite, also earlier mining of ore minerals (silver and lead) at Boguszów, have caused that extended anomalies of barium, strontium, lead, zinc, cadmium, arsenic, copper, and mercury have appeared in soils. Within the same area there are also distinct anomalies of zinc, cadmium, mercury, lead, and sulphur – the sources of which are mineral ore deposits.

Hard coal mining, coke engineering, and power industry have caused development of an anomaly of mixed nature (geological-anthropogenic one). The influence of the Wałbrzych industrial-mining district reflects in the cartographic soils' representation by the occurrence of extended anomalies of mercury, zinc, lead, copper, and calcium. Of lesser areal extent are anomalies of strontium and arsenic. The elements cited here occur in minerals that associate coals; they enter the soils from the coal-bearing strata cropping out on the surface as well as a fallout of dust produced in process of burning of coal.

From the view-point of land use, a distinct geochemical changeability of soils is observed in the area of this study. Soils in the lawns and city parks along with soils of industrial areas are characterised by the increased concentrations of zinc, copper, lead, calcium, and strontium as compared with soils in farmland. The natural factor (the presence of elements in the subsurface rocks and in particular, the ore mineralization of coal and barite) is the reason for the occurrence of increased concentrations of elements in soils; the second factor of the same effect is the anthropogenic one (including: processing of barite, burning and coking of coals, rail and road transport, operation of industrial plants).

Cultivated soils and fallows within the area under this study contain metals in higher concentrations than soils in other, non-polluted regions of Poland. It can be observed that some elements occur at increased concentrations, which is due to their high geochemical background. Arsenic, cobalt, chromium, copper, total iron, mercury, nickel, lead, titanium, vanadium, and zinc can be mentioned here (Table II). However, concentrations in excess of permissible limits for cultivated soils are scarce. Similarly, forest soils in the region of Walbrzych and environs are also characterised by concentrations higher in comparison with other regions; this deals with chromium, magnesium, vanadium, nickel, iron, cobalt, mercury, copper, sulphur, lead, barium, manganese, and arsenic.

Pollution of water sediments is bound up with the same factors that are the reason of increased elements' concentrations in soils. There is an association of elements that is connected with the mineralization of barite veins and contact zones of volcanites with the coal-bearing formation. Other sources of pollution include municipal and industrial wastes, communication, and agriculture. A role

of urbanization as a factor contributing to the pollution of investigated soils is indicated by a considerable increase of average concentrations of calcium, cadmium, chromium, copper, mercury, nickel, lead, sulphur, strontium, and zinc in the deposits of the Lesko, Pełcznica, and Szczawnik streams in relation to deposits of secondary water courses and stagnant ponds.

LITERATURA
REFERENCES

1. Antoniewicz A., Paulo A., 1972 – Oznaczanie strontu metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej w niektórych barytach dolnośląskich. *Spraw. z Pos. Kom. Nauk PAN Oddz. w Krakowie* T. 15/2.
2. Bąk B., Przeniosło S. (red.), 1993 – Zasoby perspektywiczne kopalin Polski wg stanu na 31 XII 1990 r. Państw. Inst. Geol. Warszawa
3. Birke M., Rauch U., Helmert M., 1992 – Umweltgeochemie des Ballungsraumes Berlin–Schöneweide. Teil 1: Bearbeitungsmethodik – Elementverteilung in Böden und Grundwässern. *Z. angew. Geol.*, 38, 2.
4. Blajda R., Górecki J., Kożuchowicz J., 1994 – Złoże antracytu w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym. *Prz. Geol.* 7.
5. Bojakowska I., Szczęśniak H., 1993 – Zagrożenie naturalnego środowiska w Polsce rtęcią w wyniku spalania węgli. *Prz.Geol.* 4.
6. Bossowski A., Czerski M., 1988 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Sudetów 1:25 000 ark. Boguszów. Wyd.Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
7. Bossowski A., Cymerman Z., Grocholski A., Ihnatowicz A., 1995 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Sudetów 1:25 000, ark. Jedlina-Zdrój. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
8. Criteres provisoires canadiens de qualité environnementale pour les lieux contamines, 1991 – Rapport CCME-EPC-CS34. Le Conseil canadien des ministres de l'environneent. Ottawa.
9. Czabaj W., Jarodzki L., 1996 – Warunki hydrogeologiczne w rejonie Wałbrzych–Szczawno Zdrój w 1995 r. (przed likwidacją kopalń węgla kamiennego) *Prz. Geol.* nr 2.
10. Czarnowska K., Gworek B., Majchrzak B., 1992 – Spatial distribution of lead, zinc, copper and manganese in Pabianice soils. *Ann. Warsaw Agricult. Univ. – SGGW, Agricult. 24.*
11. Czarnowska K., Walczak J., 1988 – Distribution of zinc, lead and manganese in soils of Łódź City. *Roczn. Glebozn.* T. 39 nr 1.
12. Directive du conseil du 12 juin 1986 relative á de l'environnement et notamment des sols, lors de l'utilisation des boues d'épuration en agriculture (86/278/CEE). *Journal officiel des Communautés européennes*, No L181/6. Bruxelles.
13. Dziekoński T., 1972 – Wydobycie i metalurgia kruszców na Dolnym Śląsku od XIII do połowy XX wieku. Wrocław.
14. Eikmann Th., Kloke A., 1991 – Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungswerte für (Schad)- Stoffe in Böden. Mitt. VDLUFA 1.
15. Górecka E., Hnatyszak K., Pasławski P., 1993 – Metody analityczne zastosowane w Centralnym Laboratorium Chemicznym przy opracowywaniu atlasów geochemicznych. *Prz. Geol.* 10.
16. Grocholski A., 1973 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Sudetów 1:25 000, ark. Mieroszów. Państw. Inst. Geol. Wyd. Geol.
17. Gruszczyk H., 1952 – Sprawozdanie z robót poszukiwawczych barytu na Dolnym Śląsku. *Geol. Biul. Inf.*, fasc. 2.
18. Gruszczyk H., Paulo A., Smolarska L., 1970 – Obecny stan wiadomości o budowie złoża barytu w Boguszowie na Dolnym Śląsku. *Prace Inst. Geol.* 59.
19. Gunia T., 1968 – Depresja Świebodzic. *W:* Budowa geologiczna Polski. T. 1. Stratygrafia. Wyd. Geol. Warszawa.
20. Harańczyk C., Szostek L., 1970 – Przejawy mineralizacji barytowej w obszarze śląsko-krakowskim. *Prace Inst. Geol.* 59.
21. Haydukiewicz A., Olszewski S., Porębski S., Teisseyre A., 1985 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Sudetów 1:25 000, ark. Wałbrzych. Wyd. Geol. Państw. Inst. Geol.
22. Hoehne K., 1944 – Über die Kontaktwirkung von Porphyr auf Steinkohlenflöze und die hydrothermalen Gangtrümmer im Waldenburger Bergbaugebiet. *Jb. Reichsamt Bodenforsch.* 62.
23. Hintze C., 1904 – Handbuch der Mineralogie. Erster Band. Erste Abtheilung. Elemente und Sulfide. Leipzig.
24. Holmgren G. G. S., Meyer M. W., Chaney R. L., Daniels R. B.,1993 – Cadmium, Lead, Zinc, Copper and Nickel in Agricultural Soils of the United States of America. *J. Environ. Qual.* 22.
25. Huyssen A., 1863 – Über das unweit Waldenburg entdeckte Quecksilbervorkommen. *Jber. Schles. Ges. Vaterl. Kult.* Bd 41.
26. Ihnatowicz A., Czerski M., 1995 – Atlas geologiczno-surowcowy z elementami ochrony środowiska depresji śródsudeckiej 1:50 000. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
27. Kabata-Pendias A., Pendias H., 1979 – Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. PWN. Warszawa.
28. Kabata-Pendias A., Pendias H., 1993 – Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN. Warszawa.
29. Kowalski W., 1976 – Geochemia, mineralogia i geneza dolnośląskich złóż wystąpień barytowych. Cz. I. *Arch. Miner.* T. 32, z. 2.
30. Kryza R., 1981 – Migmatyzacja w gnejsach północnej części Gór Sowich. *Geol. Sudetica* v. 16.
31. Kwiecińska B., 1967 – Węgle skoksowane Zagłębia Wałbrzyskiego. *Pr. Miner. Kom. Nauk Miner. PAN Oddz. w Krakowie* t. 11/1.
32. Kwiecińska B., 1968 – Przejawy mineralizacji na kontakcie intruzji magmowej z węglami w okolicy Wałbrzycha. *Spr. z Pos. Kom. Nauk PAN Oddz. w Krakowie* T. 11/1.
33. Lis J., 1992 – Atlas geochemiczny Warszawy i okolic 1:100 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
34. Lis J., Pasieczna A., 1995a – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
35. Lis J., Pasieczna A., 1995b – Atlas geochemiczny Górnego Śląska 1:200 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
36. Lis J., Pasieczna A., 1995c – Atlas geochemiczny Krakowa i okolic 1:100 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
37. Lis J., Sylwestrzak H., 1986 – Minerały Dolnego Śląska. Wyd. Geol. Warszawa.
38. Lorek E., 1993 – Kierunek i dynamika zmian procesów degradacji środowiska pod wpływem antropopresji w rejonie Górnego Śląska. *Pr. Nauk Akad. Ekonom.* Katowice.
39. Łydka K., 1963 – Petrografia i paleogeografia górnego dewonu synkliny Pogorzały (Sudety Środkowe). *Arch. Miner.* t. 24. z. 1.
40. Mazurski K. R., 1994 – Zagrożenia środowiska Dolnego Śląska. Wrocław.
41. Migaszewski Z., 1972 – Mineralizacja kruszcowa w złożu barytu w Boguszowie. *Rudy i Met. Nieżel.* nr 9.
42. Mikulski S. Z., 1996 – Wpływ górnictwa barytu i węgla kamiennego w Boguszowie na zanieczyszczenie metalami ciężkimi osadów rzecznych zlewni Leska (Sudety). *Prz. Geol.* 1.
43. Motowicka-Terelak T., Terelak H., Witek T., 1993 – Liczby graniczne do wyceny zawartości siarki w glebach i roślinach. *W:* Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. IUNiG. Puławy.
44. Nemec W., 1985 – Warstwy wałbrzyskie (dolny namur) w Zagłębiu Wałbrzyskim: analiza aluwialnej sedymentacji w basenie węglowym. *Geol. Sudetica*. v. 19 nr 2.
45. Norma branżowa BN-75/9180-03, 1975 – Agrotechnika. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie wartości pH. *W:* Dziennik Norm i Miar nr 7/1975 poz. 9. Warszawa.
46. Nowakowski A., 1968 – Wulkanity permskie Gór Suchych w niecce śródsudeckiej. *Geol. Sudetica* v. 4.
47. Oberc J., 1972 – Budowa geologiczna Polski, t. IV. Tektonika, cz. 2. Sudety i obszary przyległe. Wyd. Geol. Państw. Inst. Geol.
48. Paulo A., 1967 – Zmiany wtórne w porfirach okolic Wałbrzycha. *Kwart. Geol.* T. 11, 2.
49. Paulo A. 1990 – Gospodarka zasobami złóż barytu w Polsce. Mat. I Konf. AGH – Centrum PPGSMiE PAN. Kraków.
50. Paulo A., 1994 – Geology of barite veins in the Polish Sudetes. Seltmann, Kämpf & Möller (eds) Metallogeny of Collisional Orogens, Czech Geological Survey, Prague.
51. Pawłowska J, 1970 – Mineralizacja barytowa w północnej części niecki śródsudeckiej. *Prace Inst. Geol.* t. 59.
52. Pendias H., 1964 – Badania geochemiczne węgli warstw wałbrzyskich i białokamieńskich Zagłębia Wałbrzyskiego. *Kwart. Geol.* t. 8, nr 4.
53. Pendias H., 1966 – Badania geochemiczne węgli z pokładów warstw żaclerskich Zagłębia Wałbrzyskiego. *Kwart. Geol.* t. 10 nr 2.
54. Petrascheck W. E., 1933 – Die Erzlagerstätten des schlesischen Gebirges. *Arch. Lagerst. Forsch.* Bd 59.
55. Piątek E., Piątek Z., 1979 – Dolnośląskie górnictwo węgla kamiennego w latach 1760–1850. *Kronika wałbrzyska*. Wrocław.
56. Piotrowski T.,1979 – Koksownie wałbrzyskie. *Kronika wałbrzyska*. Wrocław.
57. Polański A., 1955 – Studia nad metamorfozą formacji krystalicznych Gór Sowich. *Arch. Miner.* t.18.
58. Porębski S. J., 1981 – Sedymentacja utworów górnego dewonu i dolnego karbonu depresji Świebodzic (Sudety Zachodnie). *Geol. Sudetica* v. 16.
59. Porębski S. J., 1987 – Środowisko depozycyjne i wpływ tektoniki na sedymentację dewonu–karbonu w depresji Świebodzic. Przewodnik 58 Zjazdu PTG. Wyd. AGH Kraków.
60. Przeniosło S. (red.), 1995 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31 XII 1994. MOŚZNiL, Państw. Inst. Geol. Warszawa.
61. Raport o stanie środowiska w woj. wałbrzyskim w 1993 roku. Państw. Inspektorat Ochr. Środ., Woj. Insp. Ochr. Środ. w Wałbrzychu. Bibl. Monit. Środ. Wałbrzych, 1994.
62. Sachs A., 1906 – Die Bodenschätze Schlesiens. Erze, Kohlen, nutzbare Gesteine, Leipzig.
63. Schuchardt Th., 1857 – Neu aufgefundene Erze in Niederschlesien. *Z. Deutsch. Geol. Ges.* Bd. 9.
64. Teisseyre A. K., 1968 – Charakterystyka sedymentologiczna najniższego kulmu lądowego w północnej części niecki śródsudeckiej.*Geol. Sudetica* v. 4.
65. Teisseyre H., 1973 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Sudetów 1:25 000, ark. Stare Bogaczowice Wyd. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
66. Teisseyre H., Gawroński O., 1965 – Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów 1:25 000, ark. Świebodzice. Wyd. Geol. Inst. Geol. Warszawa.
67. Traube H., 1888 – Die Minerale Schlesien. Breslau.
68. Tymińska-Zawora K., Trafas M., 1982 – Wstępne wyniki badań nad zmianami niektórych właściwości gleb wywołanymi opadem pyłu z Kombinatu Huta im. Lenina. *Zesz. Nauk. AGH* 684. *Sozologia i Sozotechnika* z. 14.
69. Ważny H., 1970 – Wyniki badań geochemicznych generacji barytowych z Jedlinki. *Kwart. Geol.* T. 14, 4.
70. Wójcik J., 1993 – Przeobrażenia ukształtowania powierzchni ziemi pod wpływem górnictwa w rejonie Wałbrzycha. *Studia Geograficzne* LIX *W: Acta Univ. Wratisl.* no 1557.
71. Wójcik J., 1996 – Transgresja lądolodu zlodowacenia środkowopolskiego w Sudetach. *Prz. Geol.* 6.

Tabela I
Table

Granice oznaczalności pierwiastków i metody analityczne stosowane dla próbek gleb i osadów wodnych

Detection limits of elements and analytical methods used for soil and water sediment testing

Pierwiastek Element	Metoda analityczna Analytical method	Długość fali (w nm) Wave length (in nm)	Jednostka Unit	Granica oznaczalności Detection limit
pH	potencjometryczna potentiometric			
Ag	ICP-AES	328.068	ppm	1
Al		308.215	%	0.01
As		193.695	ppm	5
Ba		455.403	ppm	1
Be		313.042	ppm	0.5
Ca		315.887	%	0.01
Cd		226.502	ppm	0.5
Co		228.616	ppm	1
Cr		267.716	ppm	1
Cu		324.754	ppm	1
Fe		259.940	%	0.01
Hg	CV-AAS		ppm	0.05
Mg	ICP-AES	383.829	%	0.01
Mn		257.610	ppm	1
Ni		231.604	ppm	1
P		178.224	%	0.005
Pb		220.353	ppm	3
S		182.000	%	0.005
Sr		407.771	ppm	1
Ti		337.279	ppm	1
V		290.881	ppm	1
Y		371.029	ppm	0.5
Zn		213.856	ppm	1

ICP-AES – atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym
Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry

CV-AAS – atomowa spektrometria absorbcyjna z techniką zimnych par
Cold Vapour Atomic Absorption Spectrometry

Tabela II
Table

Parametry statystyczne pierwiastków chemicznych i kwasowość w glebach Wałbrzycha i okolic
(Ag, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sr, Ti, V, Y, Zn w ppm), (Al, Ca, Fe, Mg, P, S w %)
Statistical parameters of chemical elements and acidity in soils of Wałbrzych and environs
(Ag, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sr, Ti, V, Y, Zn in ppm), (Al, Ca, Fe, Mg, P, S in %)

	Parametry Parameters	Ag	Al	As	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	Ni	P	Pb	S	Sr	Ti	V	Y	Zn	pH
Gleby Wałbrzycha i okolic	a	<1	0.11	<5	11	<0.5	<0.01	<0.5	<1	1	2	0.12	<0.05	<0.01	8	1	0.006	7	0.006	<1	4	3	<1	7	3.1
Soils of Wałbrzych and environs	b	5	2.04	150	851	7.8	3.89	2.8	43	104	133	5.70	3.22	1.28	3439	122	0.336	325	0.126	277	1417	90	45	969	8.1
n = 800	c	<1	0.69	12	138	<0.6	0.23	<0.5	7	13	19	1.50	0.17	0.17	595	12	0.050	46	0.022	14	87	24	4	66	5.3
	d	<1	0.62	10	110	<0.5	0.13	<0.5	6	10	16	1.34	0.13	0.11	438	10	0.043	39	0.020	10	43	21	3	54	5.2
	e	<1	0.61	10	108	0.5	0.17	<0.5	6	10	16	1.34	0.13	0.11	496	10	0.045	37	0.019	11	36	20	3	54	5.3
Gleby uprawne	a	<1	0.25	<5	19	<0.5	0.01	<0.5	2	2	3	0.37	<0.05	0.02	102	2	0.011	10	0.006	3	6	6	<1	16	3.9
Cultivated soils	b	5	2.04	150	696	2.1	1.53	1.2	23	104	64	5.02	1.30	0.94	2039	122	0.022	254	0.059	63	1417	77	24	198	7.9
n = 235	c	<1	0.76	10	118	0.5	0.24	<0.5	8	17	18	1.63	0.14	0.21	695	14	0.060	36	0.018	14	149	28	4	62	5.8
	d	<1	0.67	8	99	<0.5	0.20	<0.5	7	13	16	1.46	0.12	0.15	607	11	0.055	31	0.017	12	56	24	3	57	5.8
	e	<1	0.64	8	99	0.5	0.21	<0.5	7	12	17	1.46	0.11	0.14	626	12	0.054	30	0.017	12	40	22	3	59	5.9
Gleby terenów miejskich i pod-	a	<1	0.25	<5	34	<0.5	0.02	<0.5	2	3	6	0.57	<0.05	0.02	54	4	0.016	8	0.007	4	11	8	2	19	3.7
miejskich	b	<1	1.49	44	851	2.2	2.75	2.8	13	57	119	2.79	3.22	0.73	2013	65	0.336	325	0.044	277	677	56	17	969	7.7
Soils in urban and suburban	c	<1	0.60	11	169	0.7	0.47	<0.5	7	11	29	1.41	0.25	0.16	478	13	0.064	63	0.021	29	77	21	5	119	6.2
areas	d	<1	0.56	10	145	0.6	0.33	<0.5	6	10	25	1.34	0.18	0.12	423	12	0.054	54	0.020	21	55	20	4	96	6.2
n = 105	e	<1	0.57	11	137	0.7	0.30	<0.5	7	10	24	1.35	0.16	0.12	423	11	0.050	51	0.020	19	55	19	4	88	6.2
Gleby terenów o zabudowie	a	<1	0.29	<5	49	<0.5	0.03	<0.5	3	4	11	0.81	<0.05	0.03	114	5	0.022	14	0.007	3	20	11	2	43	4.1
przemysłowej	b	<1	1.11	37	324	1.6	1.01	2.8	17	47	68	3.20	3.03	0.46	1001	29	0.090	256	0.052	100	219	39	12	307	7.8
Soils in industrial areas	c	<1	0.60	13	166	0.8	0.43	0.6	9	12	35	1.65	0.34	0.18	406	16	0.046	61	0.024	37	90	20	5	114	6.3
n = 27	d	<1	0.59	12	169	0.8	0.40	<0.5	8	9	33	1.56	0.14	0.17	398	16	0.041	49	0.020	27	70	20	5	101	6.3
	e	<1	0.57	11	147	0.7	0.34	<0.5	8	10	30	1.57	0.17	0.16	377	14	0.042	51	0.021	29	73	19	5	98	6.2
Gleby lasów	a	<1	0.11	<5	11	<0.5	<0.01	<0.5	<1	1	2	0.12	<0.05	<0.01	8	1	0.006	8	0.006	<1	4	3	<1	7	3.1
Forest soils	b	1	1.85	43	795	4.7	3.19	1.5	34	39	133	3.36	2.66	0.78	3338	39	0.183	236	0.126	127	452	71	27	332	7.4
n = 242	c	<1	0.61	14	128	<0.5	0.09	<0.5	5	9	15	1.26	0.17	0.11	446	9	0.033	50	0.027	7	47	20	4	42	4.2
	d	<1	0.55	12	94	<0.5	0.04	<0.5	4	7	12	1.11	0.13	0.07	240	7	0.028	43	0.023	5	35	18	3	35	4.1
	e	<1	0.57	12	93	<0.5	0.03	<0.5	4	7	11	1.13	0.13	0.06	285	6	0.028	40	0.022	5	34	18	3	35	4.0
Gleby łąk	a	<1	0.23	<5	45	<0.5	0.01	<0.5	1	3	4	0.33	<0.05	0.01	70	2	0.020	7	0.007	2	7	7	1	14	4.1
Meadow soils	b	2	1.72	86	851	7.8	2.45	1.4	43	96	119	5.70	0.87	1.28	3439	112	0.209	179	0.054	208	1034	60	45	458	7.5
n = 139	c	<1	0.75	13	178	0.7	0.22	<0.5	8	14	18	1.64	0.17	0.18	724	14	0.053	44	0.023	15	56	25	5	67	5.4
	d	<1	0.69	10	142	0.6	0.18	<0.5	7	11	16	1.46	0.14	0.12	620	11	0.048	39	0.022	12	30	23	4	60	5.4
	e	<1	0.67	11	130	0.6	0.19	<0.5	8	10	17	1.42	0.13	0.11	649	12	0.047	36	0.021	12	24	22	4	60	5.2
Gleby ugorów	a	<1	0.16	<5	39	<0.5	<0.03	0.5	2	3	5	0.52	<0.05	<0.01	114	3	0.022	14	0.007	3	7	9	1	27	4.1
Fallow soils	b	<1	1.74	25	324	1.6	3.89	2.8	22	47	73	3.69	3.03	0.96	2332	37	0.098	100	0.052	94	486	90	14	681	8.1
n = 78	c	<1	0.65	11	117	0.6	0.35	<0.5	8	13	20	1.62	0.17	0.18	683	13	0.047	38	0.019	16	64	23	4	75	5.8
	d	<1	0.59	10	105	<0.5	0.19	<0.5	7	11	17	1.49	0.13	0.12	586	11	0.045	34	0.018	12	41	21	4	63	5.7
	e	<1	0.59	10	99	0.6	0.20	<0.5	8	11	16	1.48	0.12	0.13	576	12	0.046	33	0.018	11	39	21	4	57	5.6
Gleby trawników i parków	a	<1	0.27	<5	69	<0.5	0.06	<0.5	2	4	11	0.57	0.05	0.03	131	5	0.022	21	0.011	6	17	8	2	41	4.3
miejskich	b	<1	1.49	36	592	1.6	2.75	1.8	13	31	108	2.79	3.22	0.52	2013	29	0.176	325	0.050	277	677	56	14	969	7.7
City park and lawn soils	c	<1	0.63	11	179	0.7	0.48	<0.5	7	12	32	1.47	0.28	0.17	469	13	0.055	68	0.022	30	95	22	5	131	6.3
n = 64	d	<1	0.59	10	159	0.6	0.35	<0.5	7	11	28	1.39	0.19	0.14	408	12	0.050	58	0.021	23	67	20	5	107	6.2
	e	<1	0.58	10	155	0.7	0.35	<0.5	7	10	26	1.38	0.18	0.14	380	12	0.048	55	0.020	22	62	19	4	100	6.2
Gleby ogródków działkowych	a	<1	0.29	<5	34	<0.5	0.02	<0.5	3	5	6	0.60	0.05	0.04	195	4	0.020	8	0.007	4	15	8	2	19	3.7
Allotment soils	b	<1	1.69	26	324	1.3	1.64	1.4	17	36	70	3.53	1.48	0.49	1118	25	0.336	260	0.035	97	1173	67	10	352	7.8
n = 41	c	<1	0.66	11	134	0.6	0.48	<0.5	7	12	28	1.45	0.20	0.18	491	13	0.081	65	0.020	27	96	22	5	113	6.6
	d	<1	0.61	9	117	0.5	0.37	<0.5	6	11	23	1.34	0.15	0.15	457	11	0.070	50	0.019	21	57	20	4	94	6.6
	e	<1	0.62	11	110	0.6	0.40	<0.5	7	11	25	1.31	0.14	0.16	463	13	0.066	48	0.018	18	53	20	4	97	6.7
Gleby Polski[1]	a	<1		<5	<1		<0.01	<0.5	<1	<1	<1	<0.01	<0.05	<0.01	<1	<1	<0.005	<3	<0.005	<1	<1	<1		<1	2.1
Soils of Poland	b	41		3444	1777		25.45	253.3	46	1873	6401	9.57	7.55	4.90	24270	146	1.613	16972	3.263	1298	1542	266		91110	9.7
n = 10 840	c	<1		<5	48		0.47	0.8	3	6	10	0.67	0.06	0.10	267	6	0.042	35	0.017	17	34	8		88	6.0
	d	<1		<5	32		0.17	<0.5	2	4	5	0.50	<0.05	0.06	173	4	0.033	16	0.012	8	26	6		40	5.9
	e	<1		<5	32		0.18	<0.5	2	4	5	0.51	<0.05	0.06	217	4	0.034	13	0.012	8	26	7		35	6.1
Gleby uprawne Polski[1]	a	<1		<5	<1		<0.01	<0.5	<1	<1	<1	0.03	<0.05	<0.01	<1	<1	<0.005	<3	<0.005	<1	<1	<1		<1	2.8
Cultivated soils of Poland	b	12		168	1404		14.96	16.7	29	1873	2190	5.99	4.75	1.75	24270	146	0.476	2113	1.860	1179	968	58		2140	9.3
n = 4899	c	1		<5	41		0.43	<0.5	3	6	8	0.64	0.05	0.10	286	6	0.043	20	0.013	15	34	8		53	6.3
	d	1		<5	32		0.20	<0.5	2	5	5	0.52	<0.05	0.07	225	4	0.038	13	0.011	9	27	7		37	6.3
	e	1		<5	32		0.19	<0.5	2	5	5	0.53	<0.05	0.07	246	4	0.038	12	0.011	9	29	7		34	6.4
Gleby terenów miejskich i prze-	a	<1		<5	5		0.03	<0.5	<1	<1	<1	0.09	<0.05	<0.01	6	<1	0.005	5	<0.005	1	8	1		15	3.3
mysłowych Górnego Śląska[2]	b	13		238	1777		12.40	159.5	17	95	805	3.21	4.01	3.81	2229	89	0.254	16972	0.516	708	318	60		11899	8.6
Soils in urban and industrial areas	c	<1		12	144		0.96	6.9	4	9	30	0.98	0.20	0.21	440	10	0.044	320	0.026	43	63	12		719	7.3
of Upper Silesia	d	<1		7	105		0.54	2.7	3	7	17	0.83	0.13	0.13	314	7	0.035	110	0.019	26	49	10		306	7.2
n = 228	e	<1		7	116		0.59	2.8	3	7	16	0.87	0.14	0.13	338	8	0.035	102	0.019	27	49	11		317	7.6

a – minimum
minimum

b – maksimum
maximum

c – średnia arytmetyczna
arithmetic mean

d – średnia geometryczna
geometric mean

e – mediana
median

n – liczba próbek
number of samples

[1] J. Lis, A. Pasieczna 1995a; [2] J. Lis, A. Pasieczna 1995b

Tabela III
Table

Parametry statystyczne pierwiastków chemicznych w osadach zbiorników wodnych Wałbrzycha i okolic
(Ag, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sr, Ti, V, Y, Zn w ppm)
(Al, Ca, Fe, Mg, P, S, w %)

Statistical parameters of element contents in the sediments of water reservoirs of Wałbrzych and environs
(Ag, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sr, Ti, V, Y, Zn in ppm)
(Al, Ca, Fe, Mg, P, S in %)

Osady wodne Water sediments	Parametry Parameters	Ag	Al	As	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	Ni	P	Pb	S	Sr	Ti	V	Y	Zn
Osady wodne Wałbrzycha i okolic Water sediments of Wałbrzych and environs n = 114	a	<1	0.02	<5	27	<0.5	0.09	<0.5	2	1	1	0.11	<0.05	0.03	43	3	<0.005	10	<0.005	6	1	2	<1	13
	b	7	1.95	41	1026	31.6	4.54	13.8	25	38	119	4.69	1.26	0.74	4173	72	0.459	193	0.764	154	918	72	29	1224
	c	<1	0.72	11	218	1.9	0.53	1.2	9	13	25	1.77	0.19	0.23	711	19	0.080	47	0.095	29	62	23	8	151
	d	<1	0.65	9	174	1.0	0.40	0.9	8	11	19	1.57	0.13	0.19	459	16	0.059	38	0.057	21	36	20	7	95
	e	<1	0.67	9	177	0.8	0.35	0.9	8	11	19	1.54	0.12	0.20	496	17	0.059	36	0.047	18	35	20	7	77
Strumienie z nazwą Streams (named) n = 9	a	<1	0.34	5	93	<0.5	0.55	<0.5	6	8	18	1.32	0.09	0.14	204	15	0.072	33	0.024	17	13	13	4	98
	b	7	0.81	11	559	1.2	2.54	4.2	14	37	111	2.74	1.00	0.44	773	26	0.352	193	0.640	139	109	19	9	953
	c	2	0.54	7	177	0.8	1.24	2.0	9	17	59	1.81	0.60	0.30	365	20	0.167	102	0.273	76	60	16	6	410
	d	2	0.51	7	148	0.7	1.11	1.6	9	15	51	1.77	0.53	0.28	3349	19	0.148	92	0.175	66	51	16	6	330
	e	1	0.50	7	134	0.8	1.01	1.4	9	15	57	1.85	0.82	0.33	317	20	0.144	94	0.298	65	60	16	5	346
Małe cieki bez nazwy Small streams (unnamed) n = 81	a	<1	0.02	<5	42	<0.5	0.09	<0.5	2	1	1	0.11	<0.05	0.03	43	3	<0.005	14	0.011	6	1	2	<1	13
	b	1	1.95	39	1026	31.6	4.54	13.8	25	38	113	4.69	1.26	0.74	4173	72	0.342	181	0.764	154	918	72	29	1224
	c	<1	0.78	11	236	2.3	0.47	1.2	9	13	21	1.76	0.15	0.24	722	19	0.067	42	0.077	26	70	24	9	120
	d	<1	0.69	9	189	1.1	0.37	0.8	8	11	16	1.52	0.12	0.19	483	16	0.053	36	0.050	20	35	21	7	81
	e	<1	0.71	10	193	0.8	0.34	0.9	8	11	17	1.52	0.11	0.19	506	16	0.057	35	0.043	18	33	22	7	74
Małe zbiorniki bezodpływowe bez nazwy Small closed reservoires (unnamed) n = 16	a	<1	0.29	<5	27	<0.5	0.20	<0.5	5	7	9	0.88	<0.05	0.10	52	7	0.015	10	0.012	9	14	13	3	33
	b	<1	1.78	23	312	3.5	1.38	2.3	14	38	45	4.04	0.22	0.64	1510	35	0.226	75	0.416	64	918	68	11	233
	c	<1	0.74	8	134	0.9	0.44	0.8	8	16	22	2.08	0.11	0.26	530	16	0.069	33	0.123	20	99	26	6	102
	d	<1	0.66	6	114	0.7	0.38	0.6	7	14	20	1.82	0.09	0.22	345	15	0.053	28	0.081	17	45	23	6	84
	e	<1	0.71	8	126	0.7	0.31	0.7	7	13	22	1.85	0.11	0.20	305	14	0.056	27	0.104	15	38	20	5	85
Osady wodne Polski[1)] Water sediments of Poland n = 12778	a	<1		<5	<1	<0.5	<0.01	<0.5	<1	<1	<1	<0.01	<0.05	<0.01	<1	<1	<0.005	<5	<0.005	<1	<1	<1		<1
	b	117		6215	1794	21.0	43.15	8735.9	357	12251	15460	31.14	11.00	10.62	63719	1298	5.866	43878	8.610	7628	5345	427		407501
	d	<1		<5	52	<0.5	0.84	0.6	3	6	7	0.75	<0.05	0.11	255	6	0.064	15	0.047	21	31	7		73
Osady wodne Górnego Śląska[2)] Water sediments of Upper Silesia n = 1459	a	<1		<5	3	<0.5	0.02	<0.5	<1	<1	1	0.03	<0.05	0.01	4	<1	<0.005	<5	<0.005	1	3	<1		11
	b	117		901	1794	19.9	26.55	8735.9	164	12251	1886	26.43	10.50	5.87	21295	795	3.961	43878	2.193	1120	3439	155		407500
	d	<1		6	93	0.6	0.71	2.8	4	10	16	1.01	<0.05	0.13	280	10	0.067	72	0.064	25	40	11		259

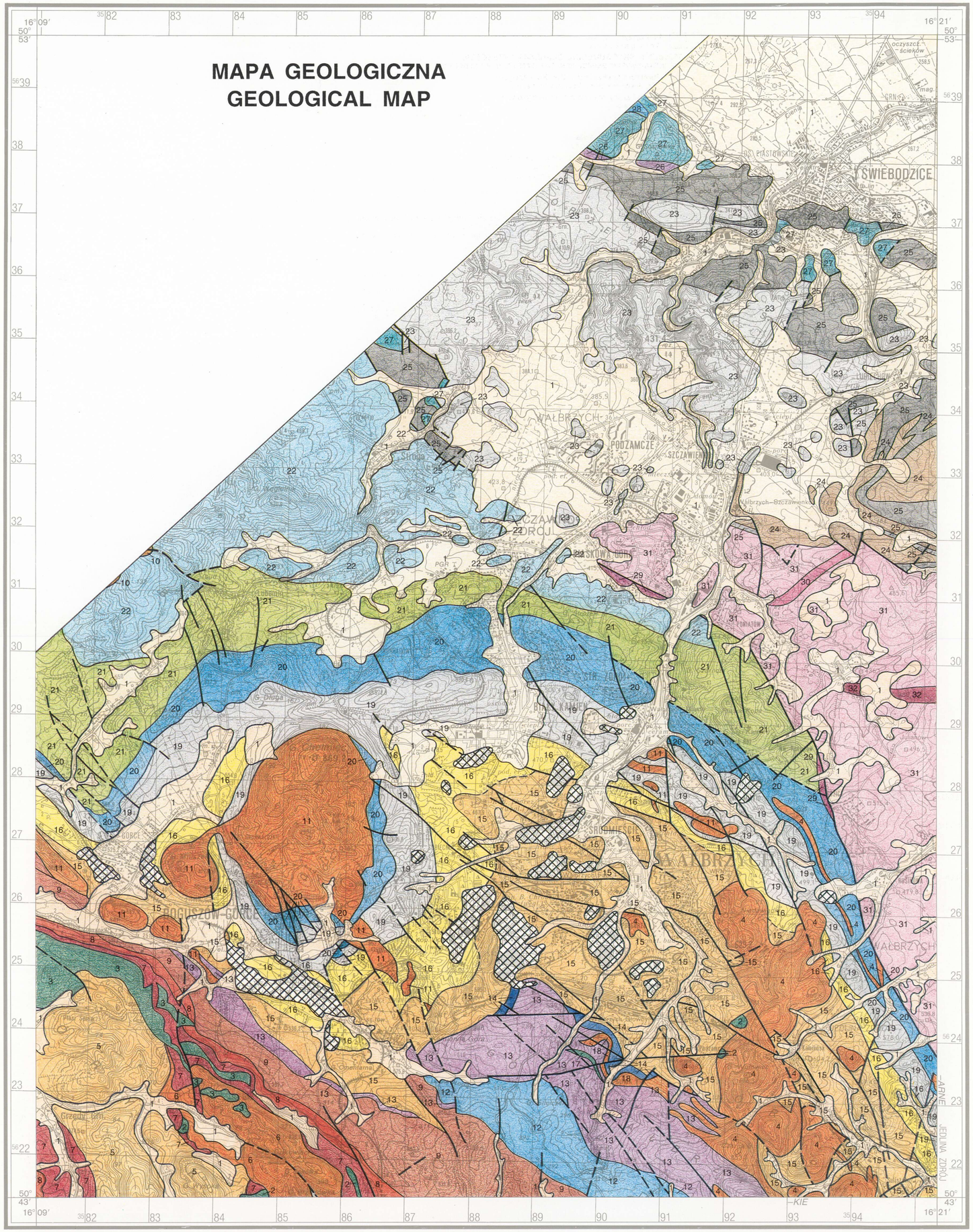
a – minimum (minimum) b – maksimum (maximum) c – średnia arytmetyczna (arithmetic mean) d – średnia geometryczna (geometric mean) e – mediana (median) n – liczba próbek (number of samples)

[1)] J. Lis, A. Pasieczna 1995a; [2)] J. Lis, A. Pasieczna 1995b

SPIS TABLIC
CONTENTS

1. Mapa geologiczna.Geological map.
2. Punkty opróbowania. Sampling points.
3. Zabudowa. Land development.
4. Użytkowanie gleb. Soils use.
5. pH – Kwasowość. Acidity.
6. Ag – Srebro. Silver.
7. Al – Glin. Aluminium.
8. As – Arsen. Arsenic.
9. Ba – Bar. Barium.
10. Be – Beryl. Beryllium.
11. Ca – Wapń. Calcium.
12. Cd – Kadm. Cadmium.
13. Co – Kobalt. Cobalt.
14. Cr – Chrom. Chromium.
15. Cu – Miedź. Copper.
16. Fe – Żelazo. Iron.
17. Hg – Rtęć. Mercury.
18. Mg – Magnez. Magnesium.
19. Mn – Mangan. Manganese.
20. Ni – Nikiel. Nickel.
21. P – Fosfor. Phosphorus.
22. Pb – Ołów. Lead.
23. S – Siarka. Sulphur.
24. Sr – Stront. Strontium.
25. Ti – Tytan. Titanium.
26. V – Wanad. Vanadium.
27. Y – Itr. Yttrium.
28. Zn – Cynk. Zinc.

MAPA GEOLOGICZNA
GEOLOGICAL MAP



CZWARTORZĘD
QUATERNARY

1 Piaski, żwiry, mady
Sands, gravels, muds

DEPRESJA ŚRÓDSUDECKA, DEPRESJA ŚWIEBODZIC
THE INTRA-SUDETIC DEPRESSION, THE ŚWIEBODZICE DEPRESSION

Formacja wulkaniczna Gór Kamiennych:
Góry Kamienne (Mts.) Volcanic Formation:

PERM
PERMIAN

Czerwony spągowiec środkowy i dolny (autun)
Middle and Lower Rotliegendes (Autunian)

2 Trachybazalty masywne i pęcherzykowate
Trachybasalts

3 Trachyandezyty
Trachyandesites

4 Ryolity i tufy ryolitowe
Rhyolites and rhyolitic tuffs

5 Tufy ryolitowe witroklastyczne i ignimbryty
Vitroclastic rhyolitic tuffs and ignimbrites

6 Latyty masywne, miejscami zalbityzowane
Latites, albitized in places

Formacja ze Słupca:
Słupiec Formation:

7 Piaskowce miejscami zlepieńcowate („piaskowce budowlane"), mułowce lokalnie tufogeniczne z wkładkami wapieni („łupki z Walchia")
Sandstones, conglomeratic in places ("building sandstones"), siltstones, locally tuffogenic with limestone intercalation ("Walchia shales")

Formacja ze Świerków:
Świerki Formation:

8 Zlepieńce, piaskowce, mułowce i iłowce lokalnie bitumiczne – ogniwo piaskowców z Krajanowa
Conglomerates, sandstones, siltstones and claystones, locally bituminous – Krajanów Sandstone Member

KARBON GÓRNY
UPPER CARBONIFEROUS

Autun dolny–Stefan C
Lower Autunian–Stephanian C

9 Zlepieńce, piaskowce, podrzędnie mułowce – ogniwo zlepieńców z Ludwikowic
Conglomerates, sandstones, subordinate siltstones – Ludwikowice Conglomerate Member

Formacja z Glinika:
Glinik Formation:

Stefan i Westfal CD
Stephanian and Westphalian CD

12 Zlepieńce i piaskowce – ogniwo zlepieńców z Łomnicy
Conglomerates and sandstones – Łomnica Conglomerate Member

13 Mułowce, iłowce i piaskowce – ogniwo piaskowców i mułowców z Grzmiącej
Siltstones and sandstones – Grzmiąca Sandstone And Siltstone Member

14 Zlepieńce – ogniwo zlepieńców z Petrovic
Conglomerates – Petrovice Conglomerate Member

Westfal
Westphalian

10,11,18 Ryolity i ryodacyty (10 – ryolity z Trójgarbu – karbon–perm)
Rhyolites and rhyodacites (10 – Trójgarb Rhyolites – Carbonian–Permian

17 Trachybazalty
Trachybasalts

Formacja z Żacleřa:
Žacleř Formation:

Westfal AB
Westphalian AB

15 Piaskowce, zlepieńce, mułowce i iłowce z pokładami węgla – ogniwo węglonośne z Gorców
Sandstones, conglomerates, siltstones and claystones with coal seams – Gorce Coalbearing Member

16 Piaskowce, mułowce i iłowce z pokładami węgla – ogniwo węglonośne z Boguszowa
Sandstones, siltstones and claystones with coal seams – Boguszów Coalbearing Member

Westfal A–Namur C
Westphalian A–Namurian C

19 Zlepieńce i piaskowce – ogniwo zlepieńców z Białego Kamienia
Conglomerates and Sandstones – Biały Kamień Conglomerate Member

Formacja z Wałbrzycha:
Wałbrzych Formation:

Namur A
Namurian A

20 Piaskowce, zlepieńce, mułowce i iłowce z pokładami węgla
Sandstones, conglomerates, siltstones and claystones with coal seams

Formacja ze Szczawna:
Szczawno Formation:

KARBON DOLNY
LOWER CARBONIFEROUS

Wizen górny i środkowy
Visean Middle and Upper

21 Zlepieńce, piaskowce, iłowce i mułowce
Conglomerates, sandstones, siltstones and claystones

Formacja z Lubomina:
Lubomin Formation:

22 Zlepieńce i piaskowce, podrzędnie iłowce i mułowce
Conglomerates and sandstones, subordinate siltstones and claystones

Formacje z Książa i z Chwaliszowa:
Książ Formation and Chwaliszów Formation:

23 Zlepieńce polimiktyczne i piaskowce gruboziarniste
Polimictic conglomerates and coarse-grained sandstones

Formacje z Pogorzały i z Pełcznicy:
Pogorzała Formation and Pełcznica Formation:

DEWON
DEVONIAN

Turnej–Dewon górny
Tournaisian–Upper Devonian

Dewon górny
Upper Devonian

24 Zlepieńce polimiktyczne i piaskowce gruboziarniste
Polymictic conglomerates and coarse-grained sandstones

25 Piaskowce i mułowce z wkładkami zlepieńców i soczewami wapieni
Sandstones and siltstones with conglomerate intercalations and limestone lenses

STRUKTURA KACZAWSKA:
GÓRY KACZAWSKIE (MTS.) METAMORPHIC COMPLEX:

MŁODSZY PALEOZOIK
LATE PALAEOZOIC

STARSZY PALEOZOIK
EARLY PALAEOZOIC

KAMBR (?)
CAMBRIAN (?)

26 Mylonity
Mylonites

27 Zieleńce
Greenschists

28 Łupki chlorytowo-serycytowe, łupki pstre, fyllity węglanowe
Chlorite-sericite slates, variegated slates, calcareous phyllites

BLOK GÓR SOWICH:
GÓRY SOWIE (MTS.) METAMORPHIC COMPLEX

MŁODSZY PALEOZOIK
LATE PALAEOZOIC

STARSZY PALEOZOIK–PROTEROZOIK
EARLY PALAEOZOIC–PROTEROZOIC

29 Mylonity, kataklazyty i brekcje
Mylonites, cataclasites and breccias

30 Leukognejsy
Leucocratic gneisses

31 Paragnejsy smużyste, częściowo zmigmatyzowane
Layered gneisses, partly migmatic

32 Paragnejsy warstewkowe gruboziarniste
Flaser gneisses, coarse-grained

a —— Granice geologiczne: a. pewne, b. przypuszczalne
b – – – Geological boundaries: a. established, b. inferred

a —— Uskoki: a. pewne, b. przypuszczalne
b – – – Faults: a. established, b. inferred

Hałdy
Dumps

Opracowano na podstawie:
Compilation is based on:

- Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów 1:25 000, arkusze: Boguszów (A. Bossowski, M. Czerski, 1985), Jedlina Zdrój (A. Bossowski, Z. Cymerman, A. Grocholski, A. Ihnatowicz, 1990), Mieroszów (A. Grocholski, 1971), Stare Bogaczowice (H. Teisseyre, 1969), Świebodzice (H. Teisseyre, O. Gawroński, 1965), Wałbrzych (A. Haydukiewicz, S. Olszewski, S. Porębski, A. Teisseyre, 1982).
- Mapa geologiczna depresji śródsudeckiej 1:50 000 (A. Ihnatowicz, 1995, w „Atlasie geologiczno-surowcowym z elementami ochrony środowiska depresji śródsudeckiej" – mat. arch. OD PIG).
- Mapa geologiczna 1:100 000 bloku Sowich Gór i przyległej części strefy Niemczy (A. Żelaźniewicz, 1993 – mat. arch. OD PIG).

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1:50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

PUNKTY OPRÓBOWANIA
SAMPLING POINTS

GLEBY
SOILS

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

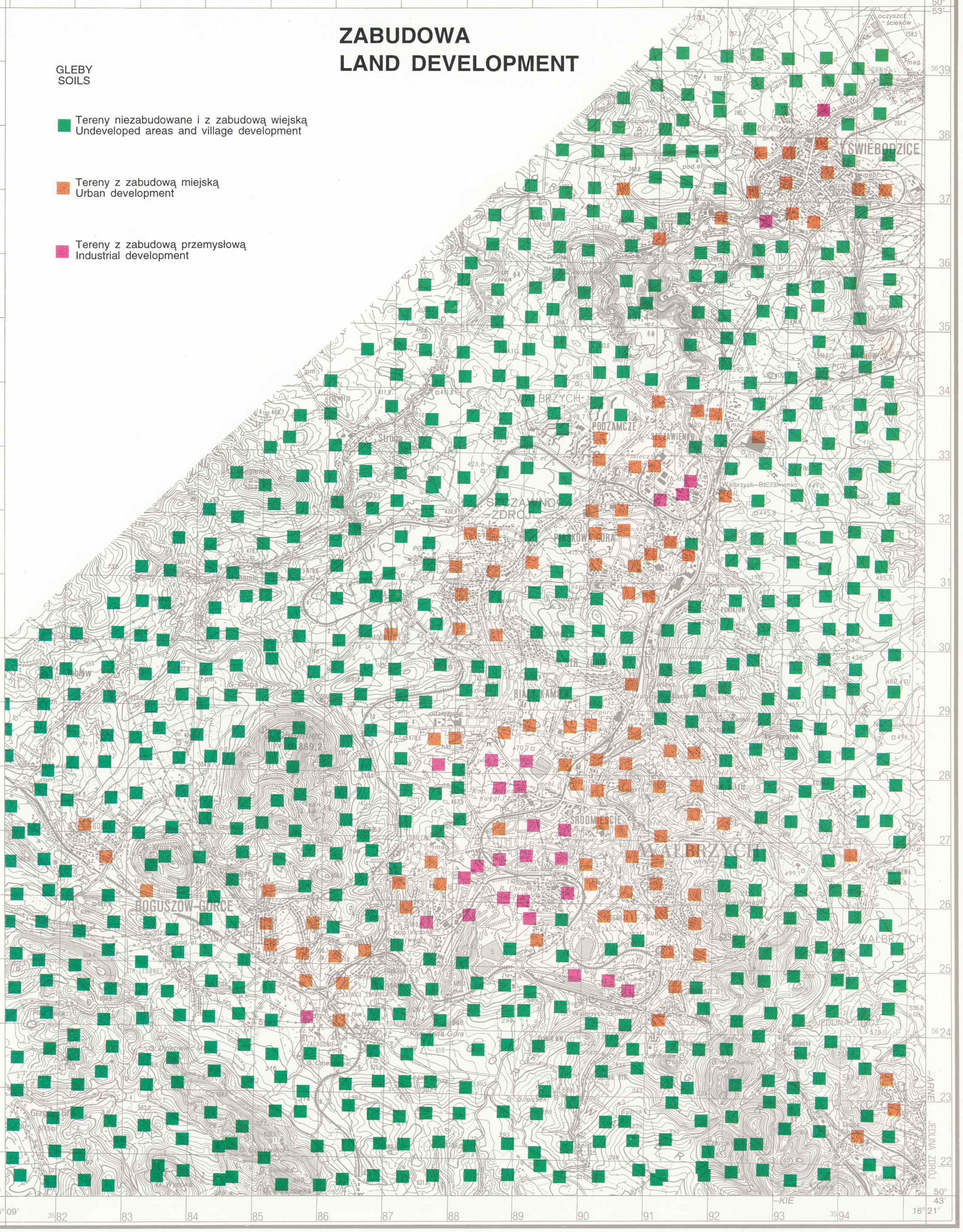
1: 50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

ZABUDOWA
LAND DEVELOPMENT

GLEBY
SOILS

- Tereny niezabudowane i z zabudową wiejską
  Undeveloped areas and village development
- Tereny z zabudową miejską
  Urban development
- Tereny z zabudową przemysłową
  Industrial development



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1: 50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

UŻYTKOWANIE GLEB
SOILS USE

GLEBY
SOILS

- Pola uprawne
  Cultivated fields
- Lasy
  Forests
- Łąki
  Meadows
- Ugory i nieużytki
  Fallows and barren land
- Trawniki i parki
  Lawns and city parks
- Ogródki działkowe
  Allotments

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1:50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

KWASOWOŚĆ
ACIDITY pH

GLEBY
SOILS

7,4

6,7

5,0

4,0

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1 : 50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

SREBRO SILVER Ag

GLEBY
SOILS

ppm

Percentyl/Percentile

99

1

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

ppm

Percentyl/Percentile

97	>3
95	1–3
<90	<1

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1: 50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

GLIN ALUMINIUM Al

GLEBY
SOILS

%

Percentyl/Percentile

97	1,53
95	1,42
90	1,22
75	0,82
50	0,61
25	0,46
15	0,38

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

%

Percentyl/Percentile

97	>1,53
95	1,42–1,53
90	1,20–1,41
75	0,85–1,19
50	0,67–0,84
25	0,50–0,66
15	0,42–0,49
<15	<0,42

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1:50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

ARSEN
ARSENIC As

GLEBY
SOILS

ppm

Percentyl/Percentile	ppm
97	30
95	25
90	19
75	14
50	10
25	7
15	6

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

ppm

Percentyl/Percentile	ppm
97	>35,3
95	27,5–35,3
90	18,5–27,4
75	13,3–18,4
50	9,0–13,2
25	6,0–8,9
15	5,0–5,9
<15	<5

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1:50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

BAR
BARIUM Ba

GLEBY
SOILS

ppm

Percentyl/Percentile	
97	451
95	363
90	249
75	167
50	108
25	71
15	57

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

ppm

Percentyl/Percentile	
97	>710
95	561,8–710,0
90	431,0–561,7
75	262,3–430,9
50	177,0–262,2
25	117,8–179,9
15	83,5–117,7
<15	<83,5

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1: 50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

BERYL
BERYLLIUM Be

GLEBY
SOILS

ppm

Percentyl/Percentile

97	1,3
95	1,1
90	0,9
75	0,7
50	0,5

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

ppm

Percentyl/Percentile

97	>10,9
95	8,2–10,9
90	4,0–8,1
75	1,3–3,9
50	0,8–1,2
25	0,5–0,7
<25	<0,5

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1 : 50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

WAPŃ
CALCIUM Ca

GLEBY
SOILS

%

Percentyl/Percentile

97	0,91
95	0,64
90	0,42
75	0,27
50	0,17
25	0,07
15	0,03

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

%

Percentyl/Percentile

97	>2,03
95	1,57–2,03
90	1,01–1,56
75	0,57–1,00
50	0,35–0,56
25	0,24–0,34
15	0,21–0,23
<15	<0,21

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1: 50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

KADM CADMIUM Cd

GLEBY
SOILS

ppm

Percentyl/Percentile	
97	0,9
95	0,8
90	0,7

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

ppm

Percentyl/Percentile		
97		>3,9
95		3,0–3,9
90		2,3–2,9
75		1,2–2,2
50		0,9–1,1
25		0,6–0,8
<25		<0,6

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1: 50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

KOBALT COBALT Co

GLEBY SOILS

ppm

Percentyl/Percentile

Percentyl/Percentile	ppm
97	17
95	15
90	12
75	9
50	6
25	4
15	3

OSADY WODNE WATER SEDIMENTS

ppm

Percentyl/Percentile

Percentyl/Percentile	ppm
97	>19,7
95	16,0–19,7
90	14,0–15,9
75	11,0–13,9
50	8,0–10,9
25	6,0–7,9
15	5,0–5,9
<15	<5,0

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1:50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

CHROM
CHROMIUM Cr

GLEBY
SOILS

ppm

Percentyl/Percentile	ppm
97	37
95	33
90	27
75	15
50	10
25	6
15	5

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

ppm

Percentyl/Percentile	
97	>31,7
95	27,5–31,7
90	24,0–27,4
75	18,0–23,9
50	11,0–17,9
25	8,0–10,9
15	6,0–7,9
<15	<6,0

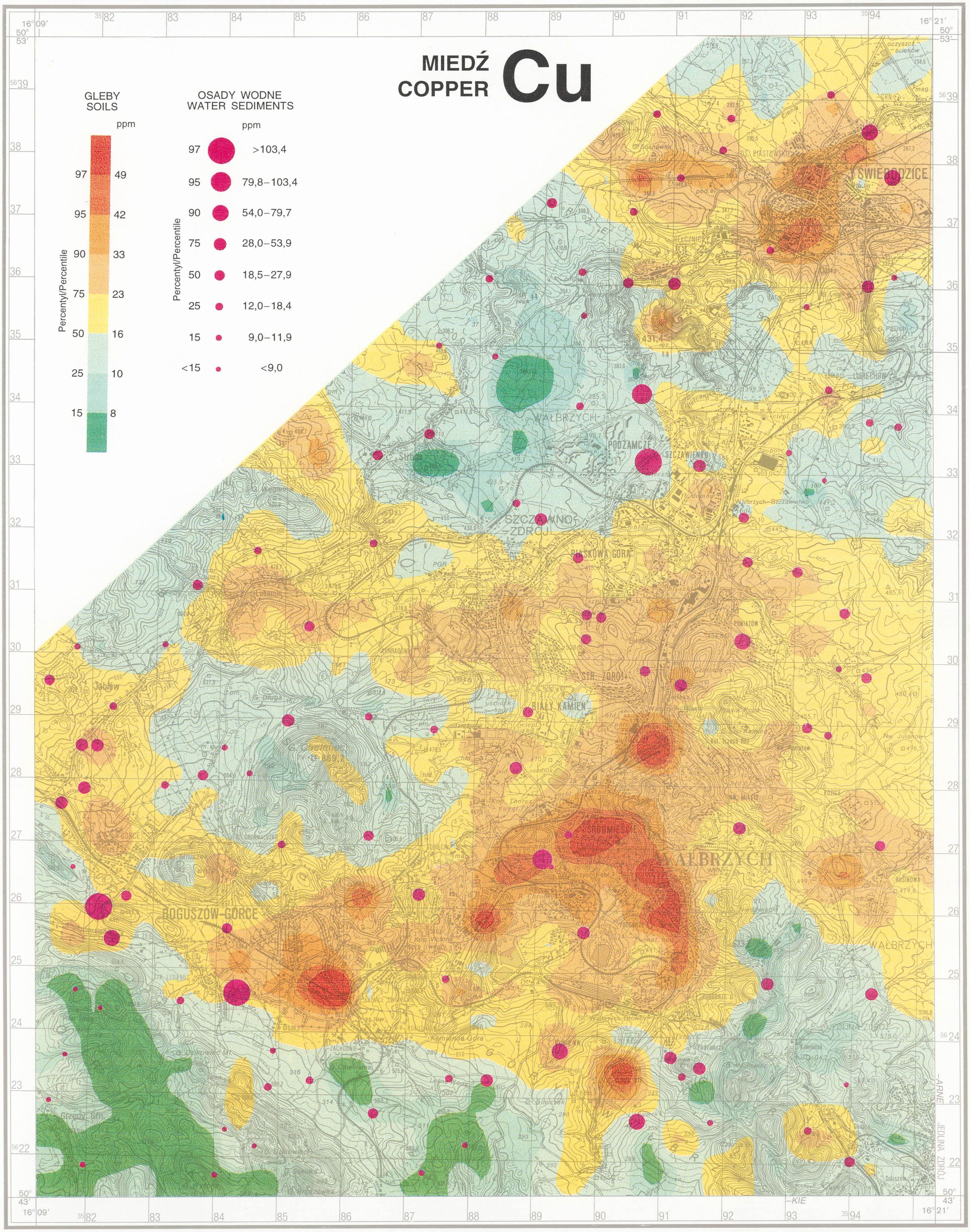
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1:50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

MIEDŹ COPPER Cu



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1: 50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

ŻELAZO IRON Fe

GLEBY
SOILS

%

Percentyl/Percentile

97	3,20
95	2,87
90	2,50
75	1,86
50	1,34
25	0,98
15	0,82

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

%

Percentyl/Percentile

97	>3,76
95	3,53–3,76
90	3,00–3,52
75	2,33–2,99
50	1,54–2,32
25	1,14–1,53
15	0,94–1,13
<15	<0,94

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1 : 50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

RTĘĆ MERCURY Hg

GLEBY
SOILS

ppm

Percentyl/Percentile

97	0,48
95	0,39
90	0,28
75	0,19
50	0,13
25	0,09
15	0,07

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

ppm

Percentyl/Percentile

97	>0,88
95	0,82–0,88
90	0,38–0,81
75	0,18–0,37
50	0,12–0,17
25	0,08–0,11
15	0,06–0,07
<15	<0,06

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1:50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

MAGNEZ MAGNESIUM Mg

GLEBY
SOILS

%

Percentyl/Percentile

Percentyl/Percentile	
97	0,56
95	0,49
90	0,41
75	0,22
50	0,11
25	0,06
15	0,04

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

%

Percentyl/Percentile

Percentyl/Percentile	
97	>0,54
95	0,50–0,54
90	0,46–0,49
75	0,32–0,45
50	0,20–0,31
25	0,12–0,19
15	0,10–0,11
<15	<0,10

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1: 50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

MANGAN MANGANESE Mn

GLEBY
SOILS

ppm

Percentyl/Percentile

97	1656
95	1420
90	1126
75	782
50	496
25	306
15	214

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

ppm

Percentyl/Percentile

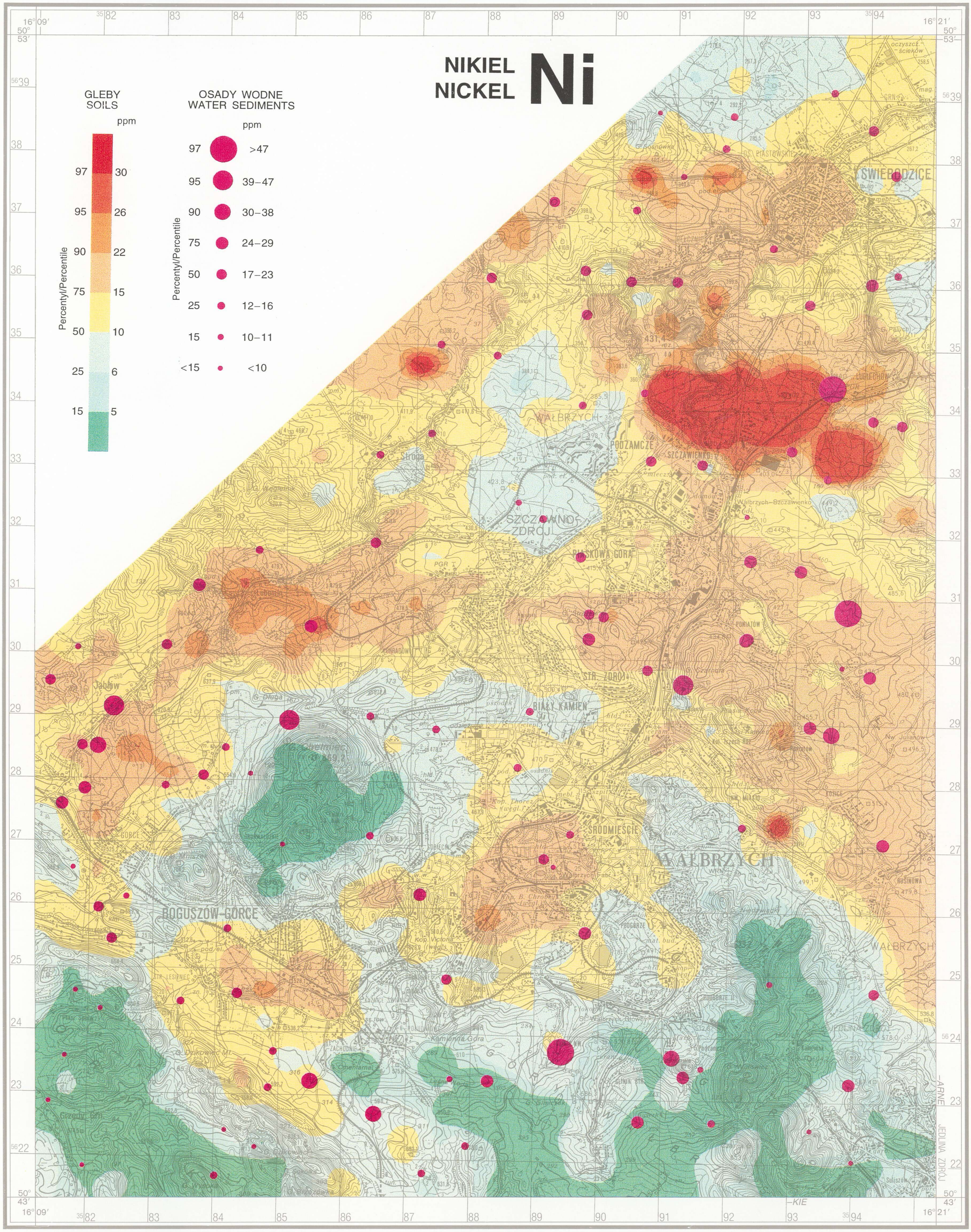
97	>3568
95	2009–3568
90	1480–2008
75	893–1479
50	496–892
25	251–495
15	191–250
<15	<191

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1:50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250



1: 50 000

© Copyright by PIG, Warszawa 1996
Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

FOSFOR
PHOSPHORUS P

GLEBY
SOILS

%

Percentyl/Percentile

97	0,119
95	0,102
90	0,081
75	0,063
50	0,045
25	0,031
15	0,025

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

%

Percentyl/Percentile

97	>0,348
95	0,265–0,348
90	0,151–0,264
75	0,090–0,150
50	0,059–0,089
25	0,036–0,058
15	0,029–0,035
<15	<0,029

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1:50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

OŁÓW LEAD Pb

GLEBY
SOILS

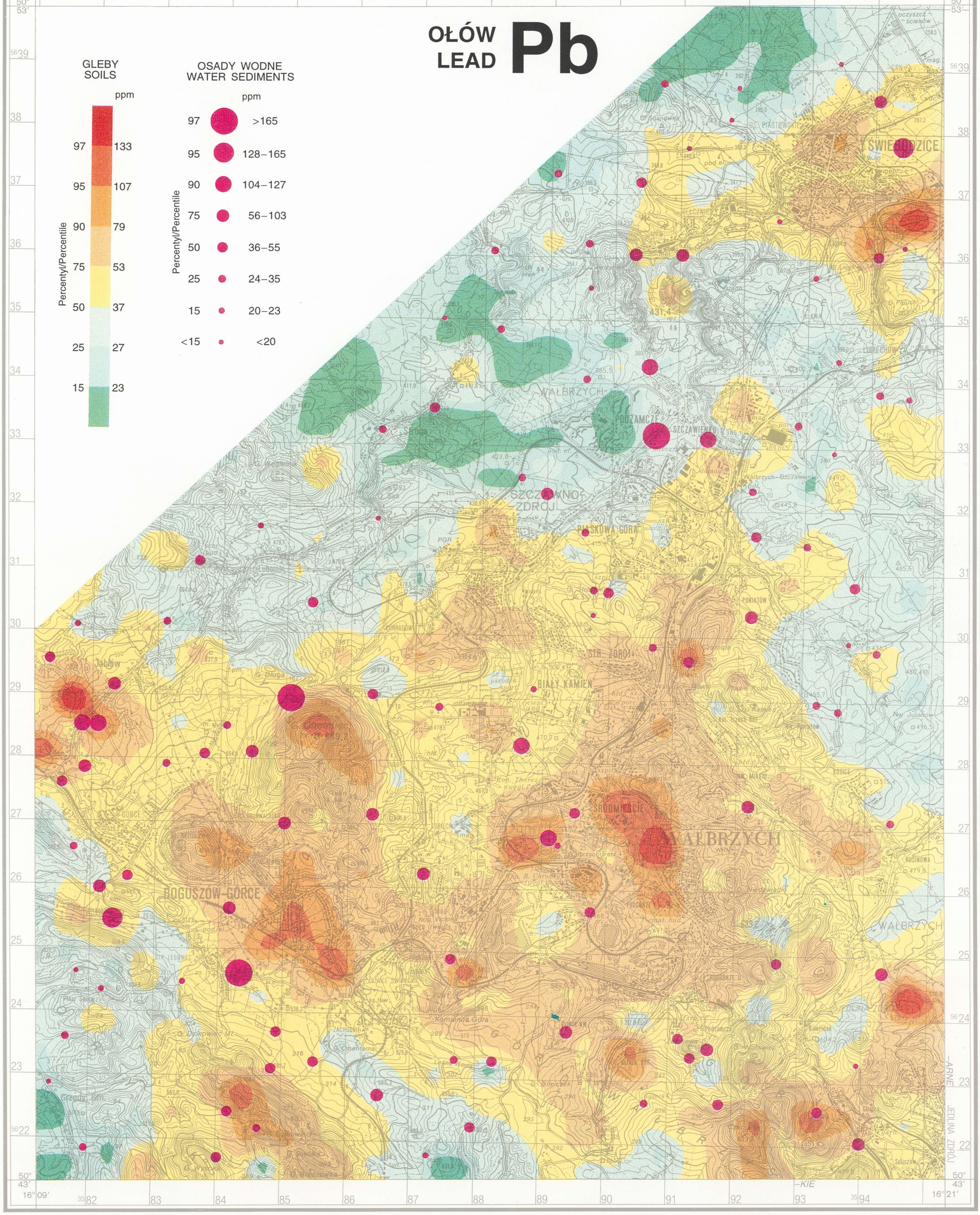
ppm

Percentyl/Percentile	
97	133
95	107
90	79
75	53
50	37
25	27
15	23

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

ppm

Percentyl/Percentile	
97	>165
95	128–165
90	104–127
75	56–103
50	36–55
25	24–35
15	20–23
<15	<20



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1: 50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

SIARKA SULPHUR S

GLEBY
SOILS

%

Percentyl/Percentile	
97	0,050
95	0,043
90	0,035
75	0,026
50	0,019
25	0,015
15	0,013

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

%

Percentyl/Percentile	
97	>0,462
95	0,417–0,462
90	0,212–0,416
75	0,108–0,211
50	0,047–0,107
25	0,030–0,046
15	0,024–0,029
<15	<0,024

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1:50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

STRONT
STRONTIUM Sr

GLEBY
SOILS

ppm

Percentyl/Percentile	
97	50
95	36
90	26
75	16
50	11
25	6
15	4

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

ppm

Percentyl/Percentile	
97	>128
95	97–128
90	66–96
75	30–65
50	18–29
25	12–17
15	10–11
<15	<10

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1:50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

TYTAN
TITANIUM Ti

GLEBY
SOILS

ppm

Percentyl/Percentile	ppm
97	585
95	429
90	167
75	64
50	36
25	22
15	17
0	

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

ppm

Percentyl/Percentile		
97		>444
95		185–444
90		100–184
75		54–99
50		35–53
25		22–34
15		16–21
<15		<16

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1:50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

WANAD
VANADIUM V

GLEBY
SOILS

ppm

Percentyl/Percentile	
97	56
95	48
90	41
75	28
50	20
25	15
15	13

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

ppm

Percentyl/Percentile	
97	>55,7
95	43,2–55,7
90	34,5–43,1
75	27,0–34,4
50	20,0–26,9
25	15,0–19,9
15	14,0–14,9
<15	<14,0

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1: 50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

ITR YTTRIUM Y

GLEBY
SOILS

ppm

Percentyl/Percentile

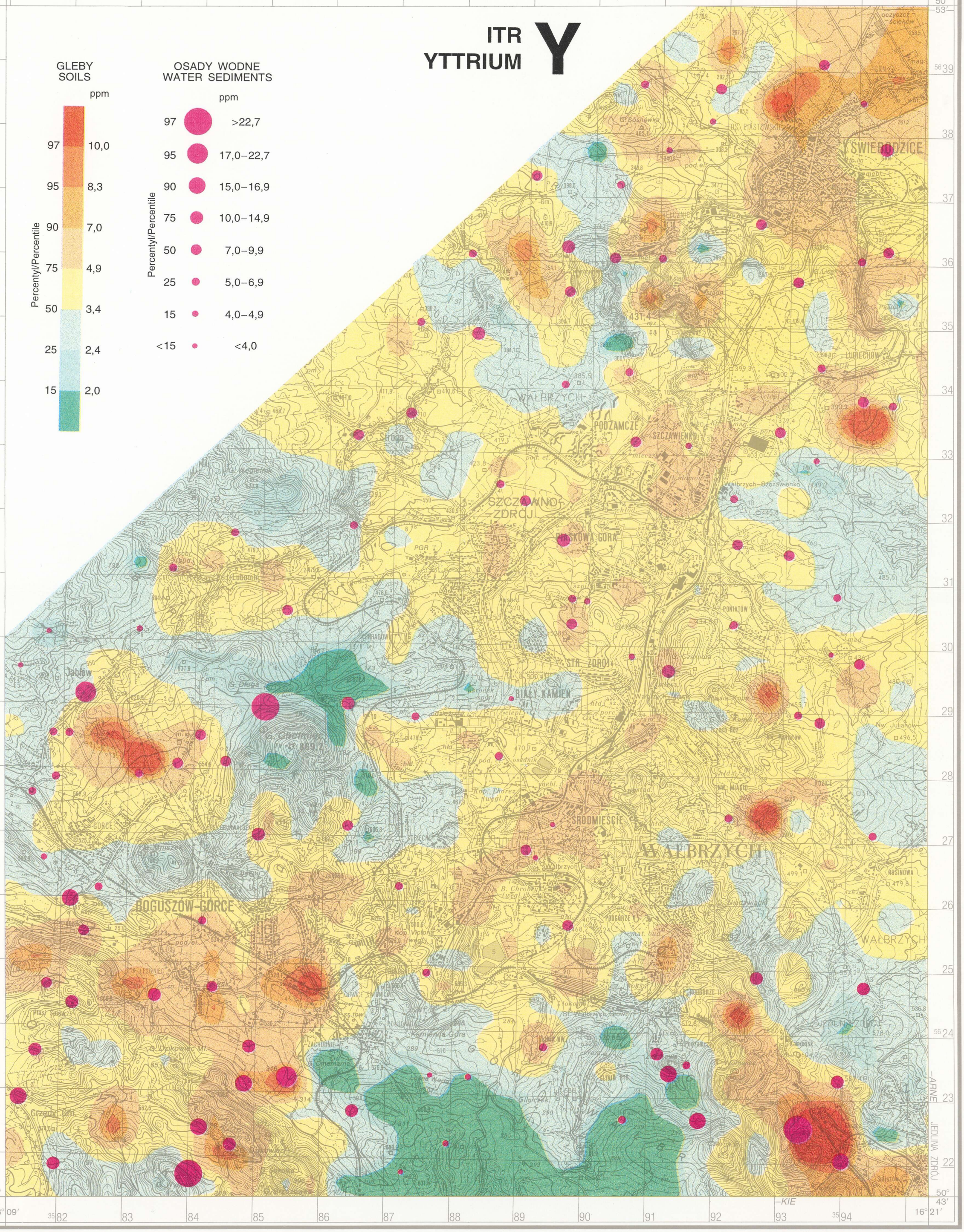
Percentyl/Percentile	ppm
97	10,0
95	8,3
90	7,0
75	4,9
50	3,4
25	2,4
15	2,0

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

ppm

Percentyl/Percentile

Percentyl/Percentile	ppm
97	>22,7
95	17,0–22,7
90	15,0–16,9
75	10,0–14,9
50	7,0–9,9
25	5,0–6,9
15	4,0–4,9
<15	<4,0



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1:50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250

CYNK
ZINC Zn

GLEBY
SOILS

ppm

Percentyl/Percentile

97	181
95	138
90	107
75	78
50	54
25	38
15	30

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

ppm

Percentyl/Percentile

97	>1002
95	532–1002
90	337–531
75	134–336
50	77–133
25	52–76
15	43–51
<15	<43

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1996 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 1996

1: 50 000

Druk ZPP POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A. – 1996 r.
Zlec. E-36 Egz. 250