PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

ATLAS GEOCHEMICZNY POZNANIA I OKOLIC

GEOCHEMICAL ATLAS OF POZNAŃ AND ENVIRONS

1 : 100 000

Józef Lis, Anna Pasieczna



Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ

WARSZAWA 2005

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

ATLAS GEOCHEMICZNY POZNANIA I OKOLIC

Gleby, osady wodne, wody powierzchniowe

GEOCHEMICAL ATLAS OF POZNAŃ AND ENVIRONS

Soils, water sediments, surface waters

1 : 100 000

Józef Lis, Anna Pasieczna

Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ

WARSZAWA 2005

Sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na zamówienie Ministra Środowiska

Projekt kartograficzny i typograficzny atlasu:

Teresa LIPNIACKA, Janina MAŁECKA, Włodzimierz OGRODOWCZYK, Andrzej SZEWCZYK

Akceptował do druku 21.03.2005

Dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego

prof. dr hab. Leszek MARKS

© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2005

Recenzent prof. dr hab. inż. Andrzej PAULO

Tłumaczenie Janina STARCZEWSKA-CZAPOWSKA

ISBN 83-7372-744-2

Druk Argraf Sp. z o.o. ul. Jagiellońska 76, 03-301 Warszawa

SPIS TREŚCI

Wstęp 5
Prace terenowe 5
Przygotowanie do badań i archiwizacja próbek 5
Prace laboratoryjne 6
Bazy danych 6
Konstrukcja map geochemicznych 6
Zarys budowy geologicznej i typy genetyczne gleb 7
Źródła zanieczyszczenia środowiska 7
Mapy geochemiczne 9
Podsumowanie 20
Summary 21
Literatura 24
Tablice 1–70

SPIS TABLIC
LIST OF PLATES

1. Mapa geologiczna. *Geological map*
2. Zabudowa. *Land development*
3. Użytkowanie. *Land use*

GLEBY. *SOILS*

4. Grupy składu mechanicznego gleb. *Soil textural classes*
5. pH – Kwasowość. *Acidity*
6. Al – Glin. *Aluminium*
7. As – Arsen. *Arsenic*
8. Ba – Bar. *Barium*
9. Ca – Wapń. *Calcium*
10. Co – Kobalt. *Cobalt*
11. Cr – Chrom. *Chromium*
12. Cu – Miedź. *Copper*
13. Fe – Żelazo. *Iron*
14. Hg – Rtęć. *Mercury*
15. Mg – Magnez. *Magnesium*
16. Mn – Mangan. *Manganese*
17. Ni – Nikiel. *Nickel*
18. P – Fosfor. *Phosphorus*
19. Pb – Ołów. *Lead*
20. S – Siarka. *Sulphur*
21. Sr – Stront. *Strontium*
22. Ti – Tytan. *Titanium*
23. V – Wanad. *Vanadium*
24. Zn – Cynk. *Zinc*

OSADY WODNE. *WATER SEDIMENTS*

25. Ag – Srebro. *Silver*
26. Al – Glin. *Aluminium*
27. As – Arsen. *Arsenic*
28. Ba – Bar. *Barium*
29. Ca – Wapń. *Calcium*
30. Cd – Kadm. *Cadmium*
31. Co – Kobalt. *Cobalt*
32. Cr – Chrom. *Chromium*
33. Cu – Miedź. *Copper*
34. Fe – Żelazo. *Iron*
35. Hg – Rtęć. *Mercury*
36. Mg – Magnez. *Magnesium*
37. Mn – Mangan. *Manganese*
38. Ni – Nikiel. *Nickel*
39. P – Fosfor. *Phosphorus*
40. Pb – Ołów. *Lead*
41. S – Siarka. *Sulphur*
42. Sr – Stront. *Strontium*
43. Ti – Tytan. *Titanium*
44. V – Wanad. *Vanadium*
45. Zn – Cynk. *Zinc*

WODY POWIERZCHNIOWE. *SURFACE WATERS*

46. pH – Kwasowość. *Acidity*
47. Przewodność elektryczna. *Conductivity*
48. Al – Glin. *Aluminium*
49. B – Bor. *Boron*
50. Ba – Bar. *Barium*
51. Ca – Wapń. *Calcium*
52. Cl – Chlor. *Chlorine*
53. Cu – Miedź. *Copper*
54. F – Fluor. *Fluorine*
55. Fe – Żelazo. *Iron*
56. HCO_3 – Wodorowęglany. *Hydrocarbonates*
57. K – Potas. *Potassium*
58. Li – Lit. *Lithium*
59. Mg – Magnez. *Magnesium*
60. Mn – Mangan. *Manganese*
61. Na – Sód. *Sodium*
62. NO_2 – Azotyny. *Nitrites*
63. NO_3 – Azotany. *Nitrates*
64. P – Fosfor. *Phosphorus*
65. SiO_2 – Krzemionka. *Silica*
66. SO_4 – Siarczany. *Sulphates*
67. Sr – Stront. *Strontium*
68. Zn – Cynk. *Zinc*
69. Anomalie geochemiczne w glebach. *Geochemical anomalies in soils*
70. Mapa przekroczeń wartości dopuszczalnych stężeń pierwiastków (As, Ba, Cr, Zn, Co, Cu, Ni, Pb i Hg) w glebach. *Map of permissible limits exceeding of elements (As, Ba, Cr, Zn, Co, Cu, Ni, Pb and Hg) in soils*

WSTĘP

W ramach programu kartografii geochemicznej obszarów zurbanizowanych i przemysłowych w Państwowym Instytucie Geologicznym w Warszawie w latach 2002–2005 zrealizowano zdjęcie geochemiczne Poznania i okolic. Prace sfinansował Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na zlecenie Ministerstwa Środowiska.

Atlas prezentuje stan chemizmu powierzchniowych środowisk Ziemi na terenie Poznania, Lubonia, Swarzędza, Puszczykowa i Mosiny oraz w ich rolniczo-leśnym otoczeniu. Jest to region o bardzo zróżnicowanej gospodarce.

Poznań jest jednym z największych ośrodków przemysłowych kraju; rozwinięty jest tu przemysł spożywczy, elektromaszynowy i elektroniczny, środków transportu (tabor kolejowy, samochody), metalowy oraz chemiczny. Swarzędz jest ośrodkiem przemysłu meblowego, w Luboniu produkuje się nawozy fosforowe i impregnaty do drewna. W Mosinie rozwinięta jest produkcja mebli, tekstyliów i materiałów budowlanych, a Puszczykowo spełnia rolę ośrodka turystyczno-wypoczynkowego.

Okolice Poznania, podobnie jak cała Wielkopolska, to rejon o wysokim poziomie produkcji rolniczej. Uprawia się głównie pszenicę, żyto, ziemniaki, buraki cukrowe, rzepak oraz warzywa i owoce, a wysokowydajne rolnictwo stało się podstawą rozwoju przemysłu spożywczego. Rozwinięta jest także hodowla trzody chlewnej, bydła i drobiu.

Rejon badań obejmuje około 900 km^2. Znajduje się w całości w województwie wielkopolskim. Pod względem zaludnienia Poznań jest piątym miastem w Polsce po Warszawie, Łodzi, Krakowie i Wrocławiu, zajmuje powierzchnię 261,31 km^2 (Miasta..., 2000). W pierwszym półroczu 2004 roku w Poznaniu mieszkało 573 tys. osób (Fakty..., 2005).

Tereny zabudowane stanowią 41% ogółu powierzchni Poznania, przy czym 29,28% to tereny osiedli. Natomiast użytki rolne, tereny leśne oraz tereny zielone łącznie zajmują 48,60% powierzchni miasta (Plan..., 2004).

Ponad 58% powierzchni Poznania znajduje się na terenach wysoczyznowych (powyżej 80 m n.p.m.), około 7% – na tarasie zalewowym doliny Warty, a niecałe 35% – na wyższych tarasach rzecznych oraz w obrębie rynien glacjalnych. Najwyższym punktem miasta jest położona w jego północnej części Góra Moraska (154 m n.p.m.), a najniższym dolina Warty (60 m n.p.m.) (Poznań..., 2003).

Przez Poznań przepływa wiele cieków: rzek, strumieni i potoków. Większymi ciekami są dopływy Warty: Bogdanka, Główna, Cybina, Głuszynka i strumień Junikowski. Gęsta jest także sieć małych cieków, częściowo zakrytych lub skanalizowanych. W północno-zachodniej części miasta, w dolinie Bogdanki, znajdują się dwa największe jeziora naturalne w Poznaniu: Kierskie i Strzeszyńskie. We wschodniej części miasta, w dolinie Cybiny i Głównej, położony jest największy sztuczny zbiornik – Jezioro Maltańskie.

Aglomeracja poznańska posiada znaczne zasoby wód podziemnych, przede wszystkim w utworach czwartorzędowych (np. ujęcie wody w Dębinie oraz częściowo w Mosinie) i trzeciorzędowych (eksploatowane przez zakłady przemysłowe dla potrzeb własnych). W Poznaniu występują również bogate zasoby artezyjskich wód termalnych o temperaturze 45–51°C (na głębokości 1100–1300 m) oraz o temperaturze 150°C (na głębokości do 4 km), zawierających znaczną ilość soli mineralnych (Poznań..., 2000).

Poznań należy do miast o dużym udziale terenów zielonych. Zajmują one prawie 71 km^2 (27% powierzchni miasta).

Na południu arkusza znaczną powierzchnię obszaru badań pokrywają rozległe zespoły leśne należące do Wielkopolskiego Parku Narodowego (WNP), a na jego północno-wschodnim krańcu znajduje się Park Krajobrazowy „Puszcza Zielonka".

Według podziału fizyczno-geograficznego teren badań należy do makroregionu **Pojezierzy Wielkopolskich**. W podziale na jednostki niższego rzędu zachodnia część arkusza rozpościera się na wysoczyznach morenowych **Pojezierza Poznańskiego**, oddzielonych **Poznańskim Przełomem Warty** od **Równiny Wrzesińskiej** na wschodzie (Kondracki, 1998).

Pojezierze Poznańskie charakteryzuje się znacznym urozmaiceniem. Teren budują utwory morenowe, wśród których położone jest Jezioro Kierskie. Na wysoczyźnie morenowej leży nowe śródmieście Poznania i jego dzielnice zachodnie.

Południowo-zachodnią część arkusza zajmuje **Wielkopolski Park Narodowy (WPN)** o bardzo urozmaiconym krajobrazie (różnorodne formy rzeźby polodowcowej zlodowacenia północnopolskiego) oraz bogactwie szaty roślinnej i świata zwierzęcego. Największą powierzchnię WNP tworzy wysoczyzna morenowa zbudowana z glin, piasków i żwirów zwałowych. Rozcinają ją rynny, w których położone są liczne jeziora (do największych należą jeziora: Witobelskie, Góreckie i Dymaszewskie). Powierzchnia WNP wraz z otuliną wynosi 14 840 ha (Wielkopolski..., 2005). Utworzono tu 18 obszarów ochrony ścisłej o łącznej powierzchni 260 ha. Ochroną objęte są rozmaite formy krajobrazu polodowcowego oraz naturalne zbiorowiska roślinne, a także związane z nimi zwierzęta.

Środkową część arkusza obejmuje przebiegający południkowo **Poznański Przełom Warty** o szerokości 2–4 km. Powyżej i poniżej Poznania dolina jest zalesiona, a w obrębie miasta zabudowana, zaś bieg Warty – uregulowany. W dolinie Warty leży poznańskie Stare Miasto, a na południe od Poznania – Luboń.

Równinę Wrzesińską charakteryzuje występowanie sandrów i niewielka liczba jezior. Jedynie w południowo-wschodniej części arkusza zaznacza się długa rynna kórnicka z jeziorami: Skrzyneckim Dużym, Kórnickim i Bnińskim.

W przygotowaniu *Atlasu* brali udział:

- **J. Lis, A. Pasieczna** – geochemia: koncepcja i projekt badań, nadzór i koordynacja prac, bazy danych, opracowanie map geochemicznych, interpretacja wyników;
- **J. Szyborska-Kaszycka, P. Kaszycki** – opróbowanie;
- **P. Pasławski, K. Jakimowicz-Hnatyszak** – prace analityczne: kierownictwo i koordynacja;
- **Z. Dobieszyńska, M. Cichorski, Z. Prasol, J. Duszyński** – mechaniczne przygotowanie próbek do analiz;
- **I. Witowska, E. Maciołek** – chemiczne przygotowanie próbek do analiz;
- **E. Górecka, M. Janasz, I. Jaroń, G. Jaskólska, D. Karmasz, J. Kucharzyk, B. Kudowska, M. Liszewska, E. Maciołek, A. Maksymowicz, E. Raczak, A. Sztuczyńska** – analizy chemiczne.

PRACE TERENOWE

Prace terenowe zostały wykonane w sezonach letnich 2002 i 2003 przez zespół pracowników Państwowego Instytutu Geologicznego. Grupa terenowa wyposażona była w mapy topograficzne, sprzęt i materiały do opróbowania oraz instrukcję prac terenowych.

Opróbowanie badanych środowisk powierzchniowych prowadzono w siatce 1×1 km. Do lokalizacji punktów pobierania próbek używano map topograficznych w układzie państwowym *1965* w skali 1:25 000. Każdy arkusz mapy podzielony był na 160 kwadratów o powierzchni 1 km^2. Z kwadratów tych pobierano próbki gleb, osadów wodnych i wód powierzchniowych. Obserwacje dotyczące zabudowy (tabl. 2) i sposobu użytkowania terenu (tabl. 3) w miejscach pobierania próbek glebowych, rodzaju zbiornika wodnego, charakteru petrograficznego pobieranego materiału oraz lokalizację punktu notowano w odpowiednich kartach opróbowania. Miejsca pobrania próbek zaznaczano na mapach i opisywano odpowiednimi numerami.

Lokalizację punktów pobrania próbek glebowych przedstawiają tablice 2 i 3, zaś rozmieszczenie punktów opróbowania osadów wodnych i wód powierzchniowych – tablice 25–68.

Próbki glebowe pobierano za pomocą ręcznej sondy o średnicy około 80 mm z głębokości 0,0–0,2 m. Pobrana gleba o masie około 1000 g była umieszczana w woreczku płóciennym, opisanym odpowiednim numerem.

Próbki osadów wodnych, o możliwie najdrobniejszym uziarnieniu i masie około 1000 g, były pobierane (do woreczków płóciennych) z różnych zbiorników wodnych: rzek, strumieni, rowów, kanałów i zbiorników wód stojących.

Próbki wód powierzchniowych pobierano w tych samych miejscach, w których opróbowano osady wodne. Technika pobierania i utrwalania próbek wód była zgodna z metodyką zalecaną w normach: PN-EN 25667-2, PN-EN ISO 5667-3, PN-ISO 5667-4, PN-ISO 5667-6. Próbki wód przeznaczone do oznaczania kationów były filtrowane w terenie przez filtry MILIPORE 0,45 μm, a po napełnieniu butelek o objętości 20 ml – zakwaszane HCl. Próbki do oznaczeń anionów (o objętości 500 ml) po przefiltrowaniu transportowano do laboratorium w schłodzonych pojemnikach.

PRZYGOTOWANIE DO BADAŃ I ARCHIWIZACJA PRÓBEK

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

PRACE LABORATORYJNE

Analizy chemiczne wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie, posiadającym akredytację PCA (nr AB 283). Procedury badawcze wykorzystane przy opracowaniu *Atlasu* przytoczono pod adresem internetowym www.pgi.gov.pl (Laboratorium PIG – zakres akredytacji, 2004).

Roztwarzanie próbek gleb i osadów wodnych przeprowadzono w wodzie królewskiej przez 1 godz. w temp. 95°C w termostatowanym bloku aluminiowym.

Oznaczenia stężenia pierwiastków i kwasowości. Oznaczenia Ag, Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V i Zn w glebach oraz osadach wodnych wykonano za pomocą spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-AES). Do analiz stosowano spektrometr JY 70 Plus Geoplasma firmy Jobin-Yvon.

Analizy Hg w próbkach gleb i osadów wodnych wykonano metodą spektrometrii absorpcji atomowej techniką zimnych par (CV-AAS) z użyciem spektrometru Perkin-Elmer 4100 ZL z systemem przepływowym FIAS-100.

Wartość odczynu gleb oznaczono zgodnie z akredytowaną procedurą badawczą PB-12.

Oznaczenia Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, SiO_2, Sr, V i Zn w wodach powierzchniowych przeprowadzono metodą ICP-AES stosując procedurę badawczą PB-28.

Analizy zawartości Br, Cl, F, NO_2, NO_3 i SO_4 w próbkach wód wykonano metodą chromatografii jonowej (HPLC) przy użyciu chromatografu cieczowego firmy Waters (procedura badawcza PB-04).

Pomiary pH i przewodności elektrycznej próbek wód wykonano metodami elektrochemicznymi zgodnie z procedurami badawczymi PB-01 i PB-02.

Zawartość HCO_3 oznaczono metodą spektrofotometryczną zgodnie z procedurą PB-07.

Zestawienie stosowanych metod analitycznych i granic oznaczalności pierwiastków i składników przedstawiono w tabelach 1 i 2. Szczegółowy opis metod analitycznych, wyników porównań międzylaboratoryjnych oraz eksperymentów dla porównania różnych sposobów trawienia próbek stałych omówiono w opracowaniach Góreckiej i in. (1993) oraz Jakimowicz-Hnatyszak i Pasławskiego (1996).

Tabela 1
Table

Metody analityczne oraz granice oznaczalności pierwiastków stosowane dla próbek gleb i osadów wodnych

Analytical methods and detection limits of elements used for soil and water sediment samples

Pierwiastek Element	Metoda analityczna Analytical method	Długość fali Wave length (nm)	Jednostka Unit	Granica oznaczalności Detection limit
pH	potencjometria			
Ag	ICP-AES	328,068	mg/kg	0,5
Al		308,215	%	0,01
As		193,695	mg/kg	5
Ba		455,403	mg/kg	1
Be		313,042	mg/kg	0,5
Ca		315,887	%	0,01
Cd		226,502	mg/kg	0,5
Co		228,616	mg/kg	1
Cr		267,716	mg/kg	1
Cu		324,754	mg/kg	1
Fe		259,940	%	0,01
Hg	CV-AAS	253,7	mg/kg	0,05
Mg	ICP-AES	383,829	%	0,01
Mn		257,610	mg/kg	1
Ni		231,604	mg/kg	2
P		178,224	%	0,005
Pb		220,353	mg/kg	5
S		182,000	%	0,005
Sr		407,771	mg/kg	1
Ti		337,279	mg/kg	1
V		290,881	mg/kg	1
Zn		213,856	mg/kg	1

ICP-AES – atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym
Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry
CV-AAS – atomowa spektrometria absorpcyjna z techniką zimnych par
Cold Vapour Atomic Absorption Spectrometry

BAZY DANYCH

Utworzono trzy oddzielne komputerowe bazy: współrzędnych punktów opróbowania, obserwacji polowych i danych laboratoryjnych.

Baza współrzędnych punktów opróbowania. Pomiary współrzędnych punktów wykonano na mapach opróbowania w skali 1:25 000 z użyciem programu Map Viewer. Uzyskane współrzędne w układzie państwowym *1965* przetransformowano na układ państwowy *1942*. Baza ta stanowiła podstawę generacji wszystkich map geochemicznych.

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

Tabela 2
Table

Metody analityczne oraz granice oznaczalności składników stosowane dla próbek wód powierzchniowych

Analytical methods and detection limits of components used for surface water samples

Składnik Component	Metoda analityczna Analytical method	Długość fali Wave length (nm)	Jednostka Unit	Granica oznaczalności Detection limit
Al	ICP-AES	308,215	mg/dm^3	0,01
As		189,042	mg/dm^3	0,01
B		208,893	mg/dm^3	0,01
Ba		455,403	$\mu g/dm^3$	1
Br	HPLC		mg/dm^3	0,1
Ca	ICP-AES	315,887	mg/dm^3	1
Cd		226,502	$\mu g/dm^3$	1
Cl	HPLC		mg/dm^3	0,5
Co	ICP-AES	228,616	$\mu g/dm^3$	2
Cr		267,716	$\mu g/dm^3$	3
Cu		324,754	$\mu g/dm^3$	2
F	HPLC		mg/dm^3	0,1
Fe	ICP-AES	259,940	mg/dm^3	0,01
HCO_3	spektrofotom.		mg/dm^3	0,1
HPO_4	HPLC		mg/dm^3	1
K	ICP-AES	766,491	mg/dm^3	0,1
Li		670,776	$\mu g/dm^3$	2
Mg	ICP-AES	383,829	mg/dm^3	0,1
Mn		257,610	$\mu g/dm^3$	1
Na	ICP-AES	589,592	mg/dm^3	0,5
Ni	ICP-AES	231,604	$\mu g/dm^3$	5
NO_2	HPLC		mg/dm^3	0,01
NO_3			mg/dm^3	0,01
P	ICP-AES	178,224	mg/dm^3	0,05
Pb			$\mu g/dm^3$	10
SiO_2		251,611	mg/dm^3	0,1
SO_4	HPLC		mg/dm^3	1
Sr	ICP-AES	407,771	$\mu g/dm^3$	1
V		311,071	$\mu g/dm^3$	2
Zn		213,856	$\mu g/dm^3$	3
pH	potencjometria			
Przewodność	konduktometria			

ICP-AES – atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym
Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry
HPLC – wysokosprawna chromatografia cieczowa
High Performance Liquid Chromatography

Baza danych laboratoryjnych. Wyniki analiz chemicznych przekazywane przez laboratorium były umieszczane w bazie analiz chemicznych. Baza zawiera 53 810 oznaczeń w 2148 próbkach.

KONSTRUKCJA MAP GEOCHEMICZNYCH

Podkład map geochemicznych. Jako podkładu map geochemicznych użyto mapę topograficzną w skali 1:100 000 w układzie państwowym *1942*. Odpowiednie matryce zakupiono w Zarządzie Topograficznym Sztabu Generalnego Wojska Polskiego.

Obliczenia statystyczne. Obliczenia parametrów statystycznych dla całych zbiorów i podzbiorów reprezentujących różne środowiska gleb, osadów wodnych i wód powierzchniowych wykonano za pomocą pakietu STATISTIKA. Wyliczano średnią arytmetyczną, średnią geometryczną, medianę oraz wartość minimalną i maksymalną. Dane te zestawiono dla poszczególnych środowisk w tabelach 3–6. Obliczone wskaźniki służyły do wyznaczenia parametrów statystycznych przy generacji map geochemicznych. Posługiwano się głównie medianą, gdyż parametr ten, jako mniej obarczony wpływem wartości ekstremalnych, najlepiej charakteryzuje badaną populację. Inne parametry, takie jak wariancja czy odchylenie standardowe, nie były przydatne, gdyż w przypadku omawianych map mamy do czynienia z bliżej nieokreślonymi rozkładami przyrodniczymi.

Opracowanie map geochemicznych. Monopierwiastkowe mapy geochemiczne opracowano używając programu SURFER, stosując metodę odwrotnej odległości z promieniem wyboru 5000 m. Dla prezentacji obrazu kartograficznego wybrano metodę izolinii. Klasy zawartości dobierano zgodnie z podziałem na percentyle: 25, 50, 75, 90, 95, 97 i 99. W przypadku mapy pH gleb przyjęto wartości klas zgodnie z podziałem stosowanym w gleboznawstwie (na gleby bardzo kwaśne, kwaśne, lekko kwaśne, obojętne i zasadowe). Na mapach geochemicznych osadów wodnych i wód powierzchniowych oprócz prezentacji w formie izolinii przedstawiono stężenia poszczególnych składników w punktach opróbowania w postaci kartodiagramów kołowych.

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ I TYPY GENETYCZNE GLEB

Powierzchnię obszaru badań pokrywają prawie w całości osady czwartorzędowe (tabl. 1). W ich bezpośrednim podłożu zalegają utwory neogenu, spoczywające na przekształconych tektonicznie i miejscami silnie zdenudowanych skałach mezozoicznych (Machowiak, 2003).

Osady **neogeńskie** (plioceńskie) są to głównie szaroniebieskie, szarozielone oraz pstre iły poznańskie, wyróżniające się smugami i plamami barwy żółtej i czerwonej. Ich miąższość jest zróżnicowana, od 30 do 100 m. Nieliczne wychodnie utworów neogenu występują na zboczach doliny Warty oraz na północ od Poznania (w rejonie Moraska i Suchego Lasu). Ich lokalne występowanie na powierzchni wiąże się z zaburzeniami glacitektonicznymi (Chmal, 1997).

Utwory **czwartorzędowe** (w większości plejstoceńskie) powstały w wyniku akumulacyjnej działalności lądolodów oraz erozyjnej i akumulacyjnej aktywności wód lodowcowych w okresach interglacjałów. Miąższość osadów jest zróżnicowana i zależna od morfologii podłoża podczwartorzędowego (Machowiak, 2003).

Profil plejstoceńskich osadów zlodowacenia południowopolskiego znany jest jedynie z wierceń (Bartczak, 1993; Chachaj,1996; Chmal, 1997).

Najstarsze osady odsłaniające się na powierzchni pochodzą z okresu zlodowaceń środkowopolskich (gliny zwałowe występujące głównie w obrębie miasta Poznania, wzdłuż obu brzegów Warty).

Zdecydowaną większość powierzchni arkusza pokrywają osady zlodowacenia północnopolskiego fazy leszczyńskiej i poznańskiej. Największe rozprzestrzenienie mają osady fazy leszczyńskiej, głównie gliny zwałowe. Są one silnie piaszczyste, mają barwę żółtą lub jasnobrązową, miejscami siwą. Ich miąższość wynosi 2–5 m, miejscami dochodzi do 10 m. W wielu rejonach gliny są silnie zwietrzałe do głębokości około 0,5 m, tworząc powierzchniowe osady eluwiów. Na znacznych obszarach wysoczyzny (zwłaszcza w okolicach Puszczykowa i Rogalinka) gliny zwałowe przykryte są piaskami i żwirami lodowcowymi o miąższości nieprzekraczającej 5 m.

Do osadów fazy leszczyńskiej należą też utwory związane z okresem deglacjacji lądolodu. Są to warstwowane piaski i żwiry wodnolodowcowe budujące rozległe pagóry (kemy) w okolicach Szreniawy, Komornik i Starego Puszczykowa. Profil fazy leszczyńskiej kończą osady wodnolodowcowe w południowo-wschodniej części arkusza. Są wykształcone w postaci różnoziarnistych piasków z domieszką żwirów barwy żółtej i rdzawożółtej. Do utworów fazy leszczyńskiej należą też osadzone w rynnach mułki i iły zastoiskowe – warwowe (Chmal, 1997).

Do najstarszych utworów fazy poznańskiej zaliczane są piaski, żwiry oraz gliny moren czołowych. Występują one pokrywowo w rejonie Suchy Las–Morasko–Czerwonak (na północ od Poznania), głównie na południowym obrzeżu strefy wzgórz powstałych przez glacitektoniczne spiętrzenie utworów neogenu. Zaznaczają się wyraźnie w morfologii terenu (Kondracki, 1998; Chmal, 1997; Machowiak, 2003), tworząc Wzgórza Owińsko-Kierskie z kulminacją w Górze Moraskiej (154 m n.p.m.). W obniżeniach rynnowych osadziły się piaski i żwiry wodnolodowcowe o miąższości dochodzącej do 10 m.

Do utworów, których tworzenie i rozwój przypada na schyłek plejstocenu i początek holocenu, należą wydmy, deluwia i eluwia glin zwałowych. Największe wydmy oraz rozległe powierzchnie piasków eolicznych powstały na powierzchni tarasu pradolinnego Warty (na południe od Mosiny).

Do osadów **holoceńskich** zaliczane są piaski różnoziarniste, mułki i torfy pokrywające tarasy dolin rzecznych i rynien lodowcowych oraz piaski i żwiry rzeczne, a także mady i mułki wypełniające dna dolin rzecznych. Stożki napływowe u wylotu dolinek erozyjnych nacinających krawędzie dolinne zbudowane są z zaglinionych piasków i żwirów (Bartczak, 1993). W rynnowej dolinie Głuszynki rozwinęły się rozległe torfowiska o miąższości 4–6 m. Mniejsze skupiska torfów występują w rejonie Dymaczewa i Chwaliszewa. Torfom towarzyszą namuły i gytie. Gytie występują zazwyczaj pod torfami lub je przewarstwiają. Namuły wypełniają także starorzecza, dna cieków i zagłębienia bezodpływowe.

Utwory polodowcowe pokrywające obszar badań stały się podłożem do wytworzenia różnych typów i rodzajów gleb. Na wysoczyznach polodowcowych dominują gleby płowe i brunatne wytworzone z glin zwałowych i piasków zaglinionych (Kowalkowski i in., 1994). W północno-wschodnim (zalesionym) fragmencie arkusza przewagę uzyskują gleby bielicowe i rdzawe, które powstały z piasków i żwirów wodnolodowcowych. Gleby te występują również w zachodniej części Poznania. Z piasków aluwialnych wykształciły się gleby bielicowe na tarasach w obrębie doliny Warty. Nieznaczne obszary pokrywają czarne ziemie, których skałami macierzystymi są iły jeziorne i utwory pyłowe.

W obniżeniach terenowych o wysokim poziomie wód gruntowych występują gleby wytworzone z torfów i gytii. Największy obszar ich występowania to otoczenie Kanału Mosińskiego i fragmenty dolin mniejszych cieków. Dna dolin rzecznych wypełniają mady i gleby torfowe.

W granicach administracyjnych Poznania gleby zostały w znacznym stopniu ukształtowane zależnie od sposobu ich użytkowania. Gleby użytkowane rolniczo (najbardziej zbliżone do naturalnych) stanowią 35% powierzchni miasta (Gleby..., 2005). W większości należą one do gleb lekkich i bardzo lekkich o odczynie kwaśnym (Czekała i in., 1998), podobnie jak gleby użytków leśnych i zadrzewień (14%). Gleby przeobrażone przez procesy antropogeniczne występują na osiedlach mieszkaniowych (21%), terenach komunikacyjnych (12%), terenach zurbanizowanych niezabudowanych (3%) oraz na innych obszarach miasta. Budowa obiektów przemysłowych i ciągów komunikacyjnych, a także osiedli mieszkaniowych spowodowała największe przekształcenia gruntów z powodu przemieszczania mas ziemnych i ich przemieszania z kruszywem, cementem, materiałami ceramicznymi, farbami, rozpuszczalnikami, asfaltem, olejami, metalami i innymi substancjami.

Rozmieszczenie gleb reprezentujących poszczególne grupy składu mechanicznego przedstawia tablica 4. Zdecydowaną przewagę mają wśród nich gleby piaszczyste (78,5%). Do gliniastych zaliczono 11% gleb, do pylastych – 0,3%, a do torfiastych – 1,2%. Na terenie Poznania przeważają grunty nasypowe, które stanowią 9% w grupie analizowanych próbek.

ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZENIA ŚRODOWISKA

Składowiska odpadów. Głównym źródłem powstawania odpadów komunalnych są gospodarstwa domowe oraz obiekty użyteczności publicznej. W skład odpadów komunalnych wchodzą: papier, karton, drewno, tkaniny, kości, odpady spożywcze, popiół, żużel, tworzywa sztuczne, skóra, guma, metale, szkło, zmiotki uliczne, a udział poszczególnych składników jest zmienny.

Odpady komunalne wytworzone i zbierane w postaci zmieszanej na terenie Poznania deponowane są na składowiskach w Suchym Lesie, Czmoniu, Goraninie, Białęgach i Rabowicach (Plan..., 2004). Największą ilościowo podgrupę stanowią odpady komunalne niesegregowane (zmieszane) – 95,9% masy ogółu odpadów komunalnych przyjętych na składowiska. W 2003 r. na jednego mieszkańca Poznania przypadało 373,3 kg odpadów komunalnych składowanych na składowisku, czyli około 1 kg dziennie.

Odpady komunalne Poznania trafiają głównie na składowisko położone na terenie gminy Suchy Las, w pobliżu północnej granicy miasta. W zasięgu 1,2 km od składowiska nie występuje zabudowa mieszkaniowa; otaczają je grunty rolne, leśne i nieużytki. Składowisko nie posiada zabezpieczenia przed odciekami. Jego podłoże stanowią gliny zlodowacenia północnopolskiego, bardzo słabo przepuszczalne i niewymagające foliowania. Składowisko powstało w 1984 r., a jego eksploatacja przewidywana jest do roku 2007. Dotychczasowe nagromadzenie odpadów na składowisku wynosi około 3,84 mln m^3 (Plan..., 2004).

Czmoń – drugie pod względem wielkości składowisko odpadów w okolicach Poznania, położone jest poza południową granicą arkusza.

Mniejsze ilości odpadów składowane są także na składowisku w Owińskach w gminie Czerwonak. Dotychczas zgromadzono tu około 24 145 tys. m^3 odpadów.

Większość gmin na obszarze badań prowadzi selektywną zbiórkę odpadów.

Odpady powstające w sektorze gospodarczym stanowią największy strumień odpadów wytwarzanych na terenie województwa wielkopolskiego i miasta Poznania. Według danych WIOŚ na terenie miasta Poznania dominują odpady przemysłu rolno-spożywczego, z procesów spalania, budowlane, remontów oraz infrastruktury drogowej. Do największych wytwórców odpadów przemysłowych należą: Zespół Elektrociepłowni Poznańskich S.A., Jedynka Skanska S.A., PWiK Sp. z o.o. (obecnie Aquanet Sp. z o.o.), Wrigley Poland Sp. z o.o., MAXER S.A. i H. Cegielski – Poznań S.A.

Na terenie Poznania i w jego okolicach znajdują się dwa składowiska odpadów przemysłowych. W Poznaniu zlokalizowane jest składowisko odpadów paleniskowych Zespołu Elektrociepłowni Poznańskich S.A. Odpady składowane tu od 1984 r. to głównie żużle, stałe odpady z wapniowych metod odsiarczania spalin oraz mieszanki popiołowo-żużlowe z mokrego odprowadzania odpadów paleniskowych. Są one w niemal 95% poddawane utylizacji (Plan..., 2004).

Drugie składowisko odpadów przemysłowych położone jest w Luboniu, na południe od Poznania. W latach 1971–1992 znajdowało się tam wylewisko ługów pokrystalicznych Zakładów Chemicznych Luboń S.A. Zostało ono wykonane w zagłębieniu terenu, na piaszczystych nieużytkach, w formie zbiornika z obwałowaniem o wysokości 4 m, bez uszczelnienia podłoża.

Największą grupę odpadów niebezpiecznych wśród odpadów przemysłowych wytworzonych na terenie miasta stanowią odpady ciekłych paliw i oleje odpadowe, odpady z hutnictwa ołowiu (zgary z produkcji pierwotnej i wtórnej) oraz baterie i akumulatory ołowiowe. Główny producent tych odpadów to Centra S.A. (Raport..., 2003b). Według danych WIOŚ odzysk ołowiu wynosi prawie 100% (Plan..., 2004).

Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego w postaci emisji dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, dwutlenku węgla i pyłu zawieszonego powodowane jest głównie przez procesy spalania paliw w elektrociepłowniach, kotłowniach i zakładach przemysłowych. Do zakładów w znacznym stopniu wpływających na stan zanieczyszczenia powietrza w Poznaniu należą: Zespół Elektrociepłowni Poznańskich – EC II Karolin, a także EC Garbary Poznań Nowe Miasto.

Duże zagrożenie stanowią skupiska źródeł niskiej emisji gazów i pyłów z terenów zabudowanych, które są szczególnie uciążliwe w sezonie grzewczym, zaś emisja liniowa występuje wzdłuż sieci dróg.

Znaczący wpływ na jakość powietrza w południowej i południowo-wschodniej części miasta mają zakłady przemysłowe Lubonia. Emitowane z nich zanieczyszczenia docierają do Śródmieścia ponad rzeką Wartą.

W 2002 r. na terenie Poznania i w jego okolicach w urządzeniach odpylających zatrzymano ponad 99% pyłów. Na terenie miasta oczyszczaniu poddaje się też około 30% emitowanych gazów (Raport..., 2003a).

Ścieki. Zanieczyszczenia wód i osadów wodnych wiążą się z odprowadzaniem ścieków komunalnych i przemysłowych do rzek oraz z obszarowymi spływami powierzchniowymi.

W 2002 r. na terenie powiatu poznańskiego oraz powiatu grodzkiego poznańskiego oczyszczano około 95% ścieków przemysłowych i komunalnych (Raport..., 2003a). Większość ścieków miejskich jest odprowadzana przez Centralną Oczyszczalnię Ścieków w Koziegłowach do wód Warty. Jest to oczyszczalnia mechaniczno-biologiczna z pełną przeróbką osadów. Do Warty kierowane są także niedostatecznie oczyszczone wody pościekowe z lewobrzeżnej mechanicznej oczyszczalni ścieków oraz część ścieków komunalnych (Folwarczny red., 2004). Warta przyjmuje też znaczną część ścieków przemysłowych oczyszczonych jedynie mechanicznie (między innymi z Zespołu Elektrociepłowni Poznańskich S.A. – EC II Karolin). Oczyszczalnię mechaniczno-chemiczną posiadają tylko Zakłady Chemiczne Luboń S.A. Około 5% ścieków przemysłowych trafia do zbiorników wód powierzchniowych w stanie nieoczyszczonym (Raport..., 2002, 2003a).

Do kanalizacji Poznania trafiają ponadto ścieki powstające poza granicami miasta, m.in. z Lubonia i Swarzędza oraz gmin wiejskich Suchy Las i Czerwonak.

Gminne oczyszczalnie mechaniczno-biologiczne zlokalizowane są Łęczycy, Borowcu, Mosinie, Rokietnicy i Baranowie.

Istotnym źródłem zanieczyszczenia wód powierzchniowych i osadów wodnych są duże fermy hodowlane, głównie przedsiębiorstwa Animex Wielkopolska należącego do amerykańskiej firmy Smithfield Foods, zlokalizowane na terenie gminy Dopiewo, poza zachodnią granicą obszaru badań.

Zakłady przemysłowe. Obiektami przemysłowymi powodującymi zanieczyszczenie środowiska są: Zakłady Papiernicze w Czerwonaku, PWiK Centralna Oczyszczalnia Ścieków w Koziegłowach, PWiK Lewobrzeżna Oczyszczalnia Ścieków w Poznaniu, Zespół Elektrociepłowni Poznańskich S.A. – EC II Karolin, Lotnisko Ławica, PKN Orlen S.A. Oddział w Poznaniu i Zakłady Produkcyjne w Luboniu (Folwarczny red., 2004).

Tabela 3
Table

Parametry statystyczne pierwiastków chemicznych i kwasowości w glebach Poznania i okolic

Statistical parameters of chemical elements and acidity in soils of Poznań and environs

Gleby Soils	Para-metry Para-meters	Ag mg/kg	Al %	As mg/kg	Ba mg/kg	Be mg/kg	Ca %	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Fe %	Hg mg/kg	Mg %	Mn mg/kg	Ni mg/kg	P %	Pb mg/kg	S %	Sr mg/kg	Ti mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg	pH
Gleby Poznania i okolic	a	<0,5	0,09	<5	4	<0,5	<0,01	<1	<1	<1	<1	0,09	<0,05	<0,01	<10	<2	0,009	<5	<0,005	1	25	<1	7	3,8
Soils of Poznań and environs	b	52,1	1,33	38	1180	1,8	13,91	2770	27	49	1800	9,83	712,00	0,40	12820	485	0,450	38890	0,270	417	328	43	18580	9,3
N = 974	c	<0,5	0,33	<5	40	<0,5	0,47	4	2	6	8	0,56	0,77	0,08	232	5	0,044	58	0,018	14	86	8	58	6,4
	d	<0,5	0,31	<5	29	<0,5	0,14	<1	2	5	4	0,49	<0,05	0,06	178	4	0,038	13	0,014	8	81	8	30	6,3
	e	<0,5	0,31	<5	27	<0,5	0,13	<1	2	5	4	0,47	<0,05	0,06	200	4	0,039	11	0,013	7	84	8	27	6,7
Gleby miejskie Poznania (w granicach administracyjnych)	a	<0,5	0,09	<5	7	<0,5	0,01	<1	<1	28	2	0,15	<0,05	0,01	12	<2	0,013	6	0,005	2	30	2	10	4,1
	b	52,1	1,06	38	1180	1,8	11,67	2770	27	49	1800	6,20	712,00	0,40	12820	485	0,280	38890	0,220	417	328	43	18580	9,3
Urban soils of Poznań (without the administrative city boundaries)	c	0,5	0,37	<5	62	<0,5	0,82	13	3	8	18	0,72	3,14	0,10	301	8	0,051	192	0,022	25	99	10	146	7,0
	d	<0,5	0,34	<5	42	<0,5	0,32	<1	2	7	8	0,63	<0,05	0,09	212	5	0,045	18	0,017	13	92	9	46	6,9
N = 232	e	<0,5	0,34	<5	38	<0,5	0,39	<1	2	7	7	0,59	<0,05	0,09	221	5	0,042	15	0,016	14	94	10	41	7,5
Gleby terenów o zabudowie miejskiej zwartej	a	<0,5	0,29	<5	19	<0,5	0,06	<1	2	5	3	0,48	<0,05	0,05	148	3	0,027	6	0,007	4	73	7	22	6,0
	b	1,1	0,68	5	100	<0,5	2,42	2	5	36	33	1,46	0,54	0,40	603	17	0,099	113	0,050	37	147	17	201	9,3
Soils of urban areas with compact development	c	<0,5	0,40	<5	51	<0,5	0,93	<1	3	11	14	0,78	0,11	0,14	241	8	0,049	31	0,020	21	107	11	77	7,8
	d	<0,5	0,39	<5	48	<0,5	0,74	<1	3	10	12	0,75	0,06	0,13	227	8	0,046	23	0,019	19	105	11	64	7,8
N = 21	e	<0,5	0,37	<5	51	<0,5	0,75	<1	3	9	11	0,71	0,06	0,13	222	8	0,041	19	0,020	19	106	11	62	7,9
Gleby terenów	a	<0,5	0,20	<5	12	<0,5	0,02	<1	<1	3	2	0,32	<0,05	0,03	28	<2	0,016	7	0,005	3	55	5	13	5,0
o zabudowie podmiejskiej	b	7,2	1,06	15	628	1,6	11,67	11	13	35	53	2,38	1,25	0,29	2287	32	0,280	396	0,096	269	278	43	1420	8,3
Soils in suburban areas	c	<0,5	0,41	<5	85	<0,5	1,04	<1	3	9	14	0,80	0,09	0,13	264	8	0,061	32	0,022	35	114	12	106	7,6
N = 70	d	<0,5	0,39	<5	62	<0,5	0,59	<1	3	8	11	0,74	0,05	0,11	226	7	0,053	22	0,018	23	107	11	71	7,5
	e	<0,5	0,40	<5	59	<0,5	0,64	<1	3	7	12	0,74	0,05	0,11	222	7	0,050	19	0,017	24	106	11	62	7,7
Gleby terenów o zabudowie przemysłowej	a	<0,5	0,26	<5	19	<0,5	0,04	<1	1	3	3	0,40	<0,05	0,03	99	3	0,020	9	0,007	4	50	5	27	5,5
	b	0,7	0,69	12	139	<0,5	3,31	<1	8	31	35	2,40	0,19	0,22	695	19	0,111	227	0,087	51	224	18	287	8,2
Soils in industrial areas	c	<0,5	0,40	<5	52	<0,5	1,03	<1	3	9	11	0,77	0,05	0,13	219	7	0,043	30	0,023	23	113	11	70	7, 6
N = 22	d	<0,5	0,39	<5	45	<0,5	0,58	<1	3	8	9	0,70	<0,05	0,12	199	7	0,039	19	0,017	18	107	10	57	7,5
	e	<0,5	0,35	<5	44	<0,5	0,95	<1	3	8	9	0,67	<0,05	0,15	192	7	0,038	18	0,016	23	119	11	57	7,8
Gleby pól uprawnych	a	<0,5	0,09	<5	7	<0,5	0,01	<1	<1	2	1	0,09	<0,05	<0,01	<10	<2	0,009	<5	<0,005	2	33	2	11	4,2
Cultivated soils	b	<0,5	0,78	12	594	<0,5	9,36	2	5	30	22	2,39	0,15	0,34	789	13	0,203	125	0,153	417	221	19	176	8,2
N = 395	c	<0,5	0,34	<5	34	<0,5	0,42	<1	2	6	5	0,51	<0,05	0,08	226	4	0,048	12	0,016	13	87	9	32	6,8
	d	<0,5	0,33	<5	29	<0,5	0,17	<1	2	6	4	0,48	<0,05	0,07	202	4	0,045	11	0,013	9	84	8	29	6,7
	e	<0,5	0,32	<5	27	<0,5	0,15	<1	2	5	4	0,46	<0,05	0,07	215	4	0,044	11	0,012	8	87	8	28	6,8
Gleby lasów	a	<0,5	0,11	<5	4	<0,5	<0,01	<1	<1	<1	<1	0,14	<0,05	<0,01	<10	<2	0,009	<5	<0,005	1	25	<1	7	3,8
Forest soils	b	0,8	1,10	10	368	1,7	10,42	<1	7	30	46	3,16	0,22	0,24	1783	20	0,141	51	0,138	275	203	27	152	7,9
N = 261	c	<0,5	0,27	<5	24	<0,5	0,19	<1	1	4	3	0,42	<0,05	0,04	178	3	0,029	14	0,015	6	74	6	22	5,0
	d	<0,5	0,26	<5	18	<0,5	0,04	<1	<1	4	3	0,38	<0,05	0,03	119	2	0,026	12	0,012	3	70	6	19	4,9
	e	<0,5	0,26	<5	17	<0,5	0,03	<1	1	4	2	0,37	<0,05	0,04	135	2	0,026	12	0,011	3	71	6	18	4,6
Gleby łąk	a	<0,5	0,09	<5	8	<0,5	0,01	<1	<1	1	1	0,15	<0,05	0,01	16	<2	0,012	<5	0,005	2	27	2	11	4,9
Meadow soils	b	<0,5	1,33	20	803	0,8	13,91	84	4	29	14	9,83	1,45	0,21	1235	52	0,449	2316	0,257	200	134	31	83	8,3
N = 47	c	<0,5	0,36	<5	58	<0,5	0,86	2	2	7	5	0,89	0,07	0,07	328	5	0,058	62	0,032	19	67	9	33	6,5
	d	<0,5	0,31	<5	36	<0,5	0,22	<1	2	6	4	0,60	<0,05	0,06	238	4	0,046	12	0,021	10	63	8	30	6,4
	e	<0,5	0,32	<5	32	<0,5	0,27	<1	2	5	4	0,56	<0,05	0,06	248	4	0,042	11	0,018	10	63	9	29	6,4
Gleby ugorów i nieużytków	a	<0,5	0,11	<5	7	<0,5	<0,01	<1	<1	2	<1	0,23	<0,05	0,01	28	<2	0,015	<5	<0,005	2	30	2	10	4,8
Fallow and barren land soils	b	52,1	1,00	38	1180	1,8	11,67	2770	27	49	1800	6,20	712	0,40	12820	485	0,220	38890	0,270	222	278	36	18580	8,3
N = 150	c	0,6	0,36	<5	53	<0,5	0,65	19	3	7	21	0,67	4,79	0,09	319	9	0,044	278	0,019	20	94	9	182	7,0
	d	<0,5	0,33	<5	35	<0,5	0,25	<1	2	6	6	0,57	<0,05	0,08	206	5	0,039	13	0,013	11	87	9	39	7,0
	e	<0,5	0,33	<5	29	<0,5	0,24	<1	2	6	5	0,53	<0,05	0,07	210	5	0,037	11	0,013	10	89	9	31	7,3
Gleby trawników przyulicznych	a	<0,5	0,22	<5	16	<0,5	0,05	<1	<1	3	2	0,32	<0,05	0,03	86	2	0,017	6	<0,005	4	39	1	16	5,5
	b	7,2	1,06	15	628	1,6	4,64	2	13	36	45	2,38	0,48	0,37	603	32	0,280	227	0,104	269	328	43	310	9,3
Lawn soils	c	<0,5	0,39	<5	69	<0,5	0,89	<1	3	9	12	0,74	0,07	0,12	218	8	0,055	26	0,021	29	109	11	82	7,6
N = 104	d	<0,5	0,37	<5	53	<0,5	0,63	<1	3	8	10	0,69	<0,05	0,11	208	7	0,049	20	0,018	21	102	10	65	7,6
	e	<0,5	0,36	<5	49	<0,5	0,68	<1	3	7	10	0,70	<0,05	0,11	213	7	0,048	18	0,017	21	104	10	61	7,7

Tabela 3 cd.
Table 3 cont.

Gleby Soils	Parametry Parameters	Ag mg/kg	Al %	As mg/kg	Ba mg/kg	Be mg/kg	Ca %	Ni mg/kg	P %	Pb mg/kg	S %	Sr mg/kg	Ti mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg	pH
Gleby parków miejskich	a	<0,5	0,19	<5	38	<0,5	0,32	4	0,037	14	0,013	14	57	6	31	6,6
City park soils	b	<0,5	0,63	7	109	<0,5	2,32	13	0,122	72	0,044	46	132	19	125	8,0
N = 11	c	<0,5	0,41	<5	79	<0,5	0,95	8	0,066	37	0,026	24	99	12	82	7,5
	d	<0,5	0,39	<5	75	<0,5	0,77	7	0,061	33	0,024	22	97	11	75	7,5
	e	<0,5	0,43	<5	87	<0,5	0,70	8	0,054	33	0,025	20	100	13	83	7,5
Gleby antropogeniczne	a	<0,5	0,22	<5	16	<0,5	0,12	3	0,024	6	0,006	6	52	4	20	7,0
Anthropogenic soils	b	52,1	1,06	38	1180	1,8	4,64	485	0,280	38890	0,220	269	328	43	18580	9,3
N = 88	c	0,9	0,43	<5	101	<0,5	1,27	14	0,058	473	0,026	40	121	12	319	7,8
	d	<0,5	0,41	<5	68	<0,5	1,00	8	0,049	25	0,021	29	113	11	82	7,8
	e	<0,5	0,40	<5	59	<0,5	1,13	8	0,045	23	0,021	29	112	11	67	7,9
Gleby Wielkopolskiego Parku	a	<0,5	0,15	<5	8	<0,5	0,01	<2	0,011	5	<0,005	1	44	2	9	4,1
Narodowego	b	<0,5	0,53	<5	97	<0,5	1,27	8	0,074	44	0,039	29	148	14	114	7,7
Soils of Wielkopolski National	c	<0,5	0,31	<5	23	<0,5	0,09	3	0,031	15	0,013	5	89	7	25	5,3
Park	d	<0,5	0,30	<5	21	<0,5	0,05	3	0,029	14	0,012	4	85	7	23	5,1
N = 66	e	<0,5	0,31	<5	21	<0,5	0,03	3	0,028	14	0,012	3	91	7	23	4,6

Gleby Soils	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Fe %	Hg mg/kg	Mg %	Mn mg/kg
Gleby parków miejskich	<1	2	4	5	0,51	<0,05	0,06	139
City park soils	<1	5	22	27	1,48	0,54	0,29	378
N = 11	<1	3	9	16	0,82	0,15	0,13	239
	<1	3	8	15	0,79	0,11	0,13	229
	<1	3	8	18	0,80	0,13	0,12	217
Gleby antropogeniczne	<1	1	3	3	0,35	<0,05	0,04	86
Anthropogenic soils	2770	27	44	1800	6,20	712	0,37	12820
N = 88	32	4	10	35	0,92	8,18	0,15	395
	<1	3	8	13	0,82	0,06	0,13	231
	<1	3	8	13	0,79	0,05	0,14	219
Gleby Wielkopolskiego Parku	<1	<1	2	1	0,21	<0,05	0,02	33
Narodowego	<1	3	9	14	0,78	0,09	0,20	403
Soils of Wielkopolski National	<1	1	5	4	0,41	<0,05	0,05	185
Park	<1	1	4	3	0,40	<0,05	0,05	156
N = 66	<1	1	4	3	0,39	<0,05	0,05	164

a – minimum; b – maksimum; c – średnia arytmetyczna; d – średnia geometryczna; e – mediana; N – liczba próbek
minimum maksimum arithmetic mean geometric mean median number of samples

MAPY GEOCHEMICZNE

Podstawą opracowania map geochemicznych były zbiory punktów opróbowania o znanych współrzędnych, z przypisanymi atrybutami zawartości pierwiastków. Korzystając z atlasu, należy pamiętać, że mamy do czynienia z obrazami zgeneralizowanymi. Obrazy przedstawione na mapach są wynikiem operacji matematycznych w przyjętym modelu interpretacji i nie zawsze w szczegółach są zgodne z rzeczywistą koncentracją pierwiastka w danym punkcie. Precyzja odwzorowania rzeczywistego obrazu zawartości pierwiastków zależy od gęstości obserwacji (opróbowania) i jest konsekwencją 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 o zawartościach pierwiastków mieszczących się w granicach lokalnego, naturalnego tła geochemicznego.

pH KWASOWOŚĆ

Gleby: tabl. 5, tab. 3
Wody powierzchniowe: tabl. 46, tab. 6

Zróżnicowanie odczynu gleb poza granicami miasta związane jest w znacznym stopniu ze sposobem ich użytkowania. Na polach uprawnych gleby wykazują najczęściej odczyn obojętny, rzadziej lekko kwaśny (4,2–8,2; mediana 6,8). Gleby lasów należą do bardzo kwaśnych i kwaśnych (3,8–7,9; mediana 4,6). Pokrywają one południowo-wschodnie i północno-wschodnie krańce arkusza. Odczyn gleb w obrębie granic administracyjnych Poznania jest znacznie zróżnicowany. Na dużym obszarze centrum miasta wyróżniają się gleby alkaliczne (pH > 7,4). Podobne wartości pH gleb miejskich w dolinie Warty (7,5–8,0) wykazały badania Lewandowskiego i współautorów (1998) oraz Komisarek (1999). Podwyższenie wartości pH należy wiązać z opadami alkalicznych pyłów emitowanych przez zakłady przemysłowe, głównie elektrociepłownie, oraz znacznym udziałem gleb antropogenicznych zanieczyszczonych materiałami budowlanymi o wysokiej zawartości wapnia (gruz, tynk, farby). Występowanie gleb o odczynie alkalicznym jest obserwowane na terenie dzielnic śródmiejskich wielu aglomeracji w Polsce (Lis, Pasieczna 1998a, b,1999). Gleby dzielnic peryferyjnych wykazały odczyn od obojętnego do kwaśnego (w rejonach zalesionych).

Pomimo generalnie małego zróżnicowania odczynu wód, dają się zaobserwować istotne różnice regionalne. Wody w południowej części arkusza są bardziej zasadowe w stosunku do pozostałych. Dotyczy to również wód rzeki Warty powyżej Lubonia. Do wód słabo zasadowych zaliczono 94,2% badanych próbek, 3,8% – do obojętnych, 1,6% – do słabo kwaśnych i po 0,2% – do kwaśnych i zasadowych (klasyfikacja wg Pazdro, 1983 *vide* Macioszczyk, 1987).

PRZEWODNOŚĆ ELEKTRYCZNA

Wody powierzchniowe: tabl. 47, tab. 6; mS/cm

Pomiar przewodności elektrycznej wód jest wskaźnikiem informującym o stopniu ich mineralizacji (zasolenia). Wartość ponad 1mS/cm wskazuje na zanieczyszczenie wód (Witczak, Adamczyk, 1994).

Analizowane wody należą do słodkich (95%) i półsłodkich (5%). Najwyższy stopień zasolenia, wyrażony przewodnością elektryczną 4,65 mS/cm, zanotowano w wodzie cieku drenującego teren rolniczy w sąsiedztwie wylewiska ścieków koło wsi Wiórek na SE od Lubonia. Woda tego cieku zawierała również brom (292 mg/dm^3), chlor (624 mg/dm^3), potas (70 mg/dm^3), mangan (2560 mg/dm^3), sód (150 mg/dm^3), nikiel (7 µg/dm^3) i cynk (210 µg/dm^3).

Wysoką przewodnością elektryczną (2,90 mS/m) charakteryzuje się woda niewielkiej sadzawki u podnóża wysypiska odpadów komunalnych w Suchym Lesie na północ od Poznania. Woda ta zawiera maksymalną dla arkusza zawartość chloru (728 mg/dm^3) oraz 392 mg/dm^3 sodu, 27 µg/dm^3 niklu, 0,35 mg/dm^3 azotynów i 1,90 mg/dm^3 azotanów. Innym punktowym źródłem zanieczyszczenia wody niewielkiego potoku są zakłady ogrodnicze w Koziegłowach, gdzie zanotowano przewodność elektryczną 2,67 mS/cm, a także wysokie zawartości chloru (447 mg/dm^3), sodu (265 mg/dm^3), azotynów (1,082 mg/dm^3), azotanów (50,42 mg/dm^3) i siarczanów (110,82 mg/dm^3).

Wysokie wartości przewodności elektrycznej notowano punktowo oraz w kilku anomaliach o charakterze obszarowym, głównie w wodach cieków drenujących tereny użytkowane rolniczo. Podwyższone zasolenie tych wód może być związane ze spływem powierzchniowym składników nawozów mineralnych stosowanych w rolnictwie. Obszary podwyższonych wartości przewodności elektrycznej w dużym stopniu pokrywają się z podwyższonymi zawartościami wapnia, magnezu, fosforu, siarki i strontu w glebach i osadach wodnych.

Ag SREBRO

Gleby: tab. 3; ppm = mg/kg = g/t
Osady wodne: tabl. 25; tab. 4; ppm = mg/kg = g/t

W większości badanych próbek gleb zawartość srebra nie przekracza 0,5 mg/kg. Z tego powodu nie wykonano mapy rozmieszczenia tego pierwiastka w glebach. Podwyższone koncentracje srebra (0,6–52,1 mg/kg) notowano w niektórych glebach Poznania. Maksymalne stężenie tego pierwiastka (52,1 mg/kg) stwierdzono w rejonie ulic Zawady i Nowe Zawady. Oprócz srebra gleby tego rejonu zawierają ekstremalnie wysokie zawartości rtęci (712 mg/kg), kadmu (2770 mg/kg), miedzi (1800 mg/kg), manganu (12 820 mg/kg), niklu (485 mg/kg), ołowiu (38 890 mg/kg) i cynku (18 890 mg/kg). Zanieczyszczone metalami grunty antropogeniczne tego rejonu miasta leżą prawdopodobnie na obszarze dawnego wysypiska śmieci.

Przeciętna zawartość srebra w osadach wodnych nie przekracza 0,5 mg/kg. Podwyższone koncentracje tego pierwiastka występują w kilkunastu próbkach pobranych z obszarów miejskich (0,5–18,9 mg/kg), a także w aluwiach cieków w rejonie węzła kolejowego Poznań Fra-

Tabela 4
Table

Parametry statystyczne pierwiastków chemicznych w osadach wodnych Poznania i okolic

Statistical parameters of chemical elements in water sediments of Poznań and environs

Osady wodne Water sediments	Para-metry Para-meters	Ag mg/kg	Al %	As mg/kg	Ba mg/kg	Be mg/kg	Ca %	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Fe %	Hg mg/kg	Mg %	Mn mg/kg	Ni mg/kg	P %	Pb mg/kg	S %	Sr mg/kg	Ti mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg
Osady wodne Poznania i okolic Water sediments of Poznań and environs N = 616	a	<0,5	0,05	<5	4	<0,5	0,04	<1	<1	<1	<1	0,07	<0,05	0,01	<10	<2	0,006	<5	<0,005	2	11	1	6
	b	18,9	7,93	99	854	2,3	23,75	21	164	806	2197	20,94	23,40	1,29	8570	488	1,272	2004	4,992	1058	725	229	1384
	c	<0,5	0,40	<5	65	<0,5	1,77	<1	3	11	23	0,98	0,11	0,16	414	8	0,087	26	0,248	33	113	11	88
	d	<0,5	0,31	<5	46	<0,5	1,04	<1	2	7	8	0,70	<0,05	0,11	201	5	0,057	13	0,108	22	100	9	51
	e	<0,5	0,31	<5	46	<0,5	1,16	<1	2	7	7	0,68	<0,05	0,12	203	5	0,054	13	0,096	23	105	9	46
Małe strumienie z nazwą Small streams (named) N = 70	a	<0,5	0,06	<5	9	<0,5	0,15	<1	<1	1	<1	0,08	<0,05	0,02	19	<2	0,009	<5	0,017	4	55	2	6
	b	12,1	1,15	33	231	0,7	7,01	3	10	106	1083	5,34	23,40	0,68	3455	72	0,765	247	1,691	129	304	32	796
	c	0,7	0,39	6	76	<0,5	2,30	<1	3	12	40	1,21	0,44	0,19	518	10	0,113	32	0,232	39	132	12	145
	d	<0,5	0,32	<5	60	<0,5	1,67	<1	3	8	14	0,95	0,05	0,15	274	7	0,076	19	0,126	32	119	11	88
	e	<0,5	0,33	<5	63	<0,5	1,95	<1	3	8	12	1,04	<0,05	0,16	260	7	0,075	17	0,107	35	112	12	86
Małe strumienie bez nazwy Small streams (unnamed) N = 282	a	<0,5	0,05	<5	7	<0,5	0,06	<1	<1	<1	<1	0,10	<0,05	0,01	<10	<2	0,012	<5	0,006	2	11	2	7
	b	18,9	4,17	54	854	1,3	8,67	21	164	806	2197	20,94	0,61	0,90	8570	62	1,272	2004	2,467	179	725	229	1384
	c	<0,5	0,49	5	80	<0,5	2,02	<1	4	13	29	1,21	0,06	0,18	596	8	0,109	29	0,223	35	121	14	95
	d	<0,5	0,40	<5	58	<0,5	1,33	<1	3	8	9	0,88	<0,05	0,14	296	6	0,070	14	0,113	26	108	11	55
	e	<0,5	0,41	<5	56	<0,5	1,56	<1	3	8	8	0,87	<0,05	0,14	281	7	0,064	14	0,111	27	112	12	48
Jeziora z nazwą Lakes (named) N = 57	a	<0,5	0,05	<5	4	<0,5	0,04	<1	<1	<1	<1	0,07	<0,05	0,01	<10	<2	0,006	<5	0,007	2	41	1	7
	b	0,5	7,93	40	291	0,7	10,12	3	10	26	40	1,80	1,50	0,64	391	25	0,324	493	1,540	239	186	34	487
	c	<0,5	0,35	<5	38	<0,5	1,39	<1	2	6	7	0,47	0,08	0,10	77	4	0,035	27	0,210	26	105	7	47
	d	<0,5	0,18	<5	21	<0,5	0,64	<1	1	4	4	0,33	<0,05	0,07	53	3	0,025	9	0,082	14	98	6	26
	e	<0,5	0,17	<5	17	<0,5	0,75	<1	<1	4	3	0,35	<0,05	0,07	54	3	0,023	7	0,074	14	105	6	19
Małe jeziora i sadzawki bez nazwy Small lakes and pools (unnamed) N = 103	a	<0,5	0,06	<5	9	<0,5	0,05	<1	<1	1	<1	0,08	<0,05	0,01	17	<2	0,006	<5	<0,005	3	15	1	9
	b	1,2	2,26	20	196	2,3	23,75	3	12	324	112	6,05	0,53	0,60	862	488	0,399	211	4,992	321	458	44	536
	c	<0,5	0,37	<5	47	<0,5	1,51	<1	2	11	14	0,77	0,07	0,14	159	11	0,056	26	0,395	29	104	10	81
	d	<0,5	0,29	<5	35	<0,5	0,75	<1	2	6	7	0,55	<0,05	0,10	112	5	0,042	14	0,147	18	90	8	47
	e	<0,5	0,28	<5	35	<0,5	0,76	<1	2	5	7	0,50	<0,05	0,09	105	5	0,043	14	0,136	15	92	8	42
Stawy rybne Fish ponds N = 9	a	<0,5	0,17	<5	12	<0,5	0,21	<1	1	3	2	0,34	<0,05	0,05	93	3	0,018	<5	0,007	5	58	6	14
	b	<0,5	0,80	99	272	<0,5	10,99	3	5	15	32	4,69	0,11	1,29	1154	16	0,112	221	3,317	1058	244	18	705
	c	<0,5	0,40	15	70	<0,5	3,50	<1	3	8	10	1,26	<0,05	0,33	291	8	0,050	41	0,485	148	138	11	154
	d	<0,5	0,36	<5	47	<0,5	2,27	<1	3	7	8	0,94	<0,05	0,22	213	7	0,043	14	0,119	42	126	10	64
	e	<0,5	0,33	<5	46	<0,5	2,99	<1	3	7	8	0,75	<0,05	0,28	169	6	0,039	13	0,176	44	119	10	35
Cybina The Cybina river N = 7	a	<0,5	0,07	<5	25	<0,5	0,52	<1	<1	<1	3	0,24	<0,05	0,04	54	2	0,019	7	0,047	13	14	3	20
	b	2,0	0,52	18	139	<0,5	3,10	2	6	66	40	1,66	0,28	0,28	919	15	0,338	68	1,768	70	129	14	253
	c	0,6	0,25	8	6,6	<0,5	1,51	<1	3	17	14	0,99	0,11	0,12	431	6	0,109	26	0,579	35	82	8	82
	d	<0,5	0,21	6	55	<0,5	1,31	<1	2	7	9	0,76	0,07	0,09	263	5	0,070	19	0,271	29	69	7	56
	e	<0,5	0,24	5	59	<0,5	1,16	<1	2	6	7	1,19	0,11	0,08	373	4	0,082	26	0,158	23	78	8	58
Główna The Główna river N = 9	a	<0,5	0,14	<5	21	<0,5	0,80	<1	<1	4	4	0,33	<0,05	0,08	155	3	0,031	9	0,049	13	92	5	22
	b	2,4	0,58	5	113	<0,5	3,88	7	4	10	37	1,43	0,14	0,23	2060	11	0,201	60	0,399	48	176	13	89
	c	<0,5	0,26	<5	44	<0,5	1,32	2	2	6	13	0,61	0,05	0,12	540	7	0,063	25	0,112	19	117	8	55
	d	<0,5	0,23	<5	38	<0,5	1,16	1	2	6	11	0,55	<0,05	0,11	402	6	0,052	20	0,086	17	115	7	50
	e	<0,5	0,20	<5	38	<0,5	0,97	1	2	6	10	0,52	<0,05	0,11	358	6	0,046	20	0,063	15	112	7	63
Głuszynka The Głuszynka river N = 8	a	<0,5	0,15	<5	26	<0,5	1,01	<1	<1	3	5	0,47	<0,05	0,10	67	3	0,058	<5	0,075	19	30	5	34
	b	1,0	0,37	24	78	<0,5	5,05	<1	2	7	49	1,78	0,16	0,19	289	6	0,164	18	2,721	111	92	8	234
	c	<0,5	0,25	5	53	<0,5	2,08	<1	2	5	16	0,88	0,06	0,14	191	4	0,112	10	0,770	43	68	7	79
	d	<0,5	0,23	<5	50	<0,5	1,80	<1	2	5	11	0,80	<0,05	0,14	171	4	0,106	9	0,311	36	62	6	61
	e	<0,5	0,24	<5	51	<0,5	1,64	<1	2	5	8	0,75	<0,05	0,13	209	4	0,104	10	0,158	32	81	6	47
Kanał Mosiński The Mosiński Canal N = 10	a	<0,5	0,10	<5	16	<0,5	0,23	<1	<1	2	<1	0,25	<0,05	0,03	40	<2	0,025	<5	0,015	6	69	2	10
	b	0,5	0,27	<5	120	<0,5	1,08	<1	3	6	8	1,44	0,09	0,09	688	12	0,207	11	0,184	25	119	7	52
	c	<0,5	0,16	<5	38	<0,5	0,46	<1	1	3	3	0,53	<0,05	0,05	176	3	0,062	<5	0,069	11	82	5	26
	d	<0,5	0,15	<5	31	<0,5	0,42	<1	<1	3	2	0,45	<0,05	0,05	127	2	0,047	<5	0,049	10	81	4	22
	e	<0,5	0,15	<5	27	<0,5	0,39	<1	<1	3	3	0,38	<0,05	0,04	134	<2	0,033	<5	0,039	10	79	4	20

Tabela 4 cd.
Table 4 cont.

Osady wodne Water sediments	Parametry Parameters	Ag mg/kg	Al %	As mg/kg	Ba mg/kg	Be mg/kg	Ca %	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Fe %	Hg mg/kg	Mg %	Mn mg/kg	Ni mg/kg	P %	Pb mg/kg	S %	Sr mg/kg	Ti mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg
Kopla	a	<0,5	0,12	<5	18	<0,5	0,48	<1	<1	2	2	0,30	<0,05	0,05	120	<2	0,034	<5	0,019	10	58	4	13
The Kopla river	b	<0,5	0,68	<5	82	<0,5	1,73	<1	4	12	9	1,20	0,50	0,30	444	9	0,142	11	0,151	30	135	16	74
N = 9	c	<0,5	0,32	<5	47	<0,5	1,05	<1	2	6	6	0,68	0,08	0,15	237	4	0,082	6	0,068	21	99	8	41
	d	<0,5	0,28	<5	43	<0,5	0,97	<1	2	5	5	0,61	<0,05	0,13	216	6	0,074	<5	0,057	20	96	7	36
	e	<0,5	0,30	<5	51	<0,5	1,20	<1	2	6	6	0,65	<0,05	0,15	219	4	0,078	5	0,063	23	96	7	41
Warta	a	<0,5	0,07	<5	13	<0,5	0,07	<1	<1	3	1	0,21	<0,05	0,01	41	<2	0,008	<5	0,007	3	36	1	14
The Warta river	b	5,9	0,30	<5	83	<0,5	0,98	4	3	79	313	0,93	0,94	0,16	468	10	0,146	186	0,102	20	141	10	237
N = 32	c	0,5	0,15	<5	36	<0,5	0,29	<1	1	16	22	0,48	0,10	0,05	230	3	0,060	17	0,037	10	63	4	53
	d	<0,5	0,14	<5	31	<0,5	0,25	<1	<1	12	7	0,44	0,05	0,04	187	2	0,050	8	0,031	9	60	4	44
	e	<0,5	0,13	<5	28	<0,5	0,23	<1	1	10	6	0,41	<0,05	0,04	195	3	0,047	7	0,033	10	58	4	41
Wirenka	a	<0,5	0,18	<5	24	<0,5	0,54	<1	1	3	3	0,39	<0,05	0,06	155	2	0,036	5	0,021	10	77	4	24
The Wirenka river	b	<0,5	0,54	<5	113	<0,5	4,22	<1	4	9	17	1,00	<0,05	0,37	733	8	0,140	20	0,324	50	150	13	96
N = 12	c	<0,5	0,34	<5	54	<0,5	2,17	<1	2	6	8	0,73	<0,05	0,20	434	5	0,068	11	0,118	31	115	8	47
	d	<0,5	0,32	<5	49	<0,5	1,69	<1	2	6	7	0,69	<0,05	0,17	382	5	0,062	10	0,090	28	113	8	43
	e	<0,5	0,36	<5	49	<0,5	2,04	<1	3	7	6	0,75	<0,05	0,21	461	6	0,060	11	0,097	37	119	8	38

a – minimum; b – maksimum; c – średnia arytmetyczna; d – średnia geometryczna; e – mediana; N – liczba próbek
minimum maksimum arithmetic mean geometric mean median number of samples

nowo. Próbka o maksymalnym stężeniu srebra (18,9 mg/kg) zawierała również znaczne ilości innych metali: 289 mg/kg baru, 2 mg/kg kadmu, 258 mg/kg miedzi, 62 mg/kg niklu, 186 mg/kg ołowiu i 1384 mg/kg cynku. W rejonie tej stacji kolejowej podwyższone stężenia srebra stwierdzono ponadto w trzech innych punktach w aluwiach małych cieków.

Al GLIN

Gleby: tabl. 6, tab. 3; %
Osady wodne: tabl. 26, tab. 4; %
Wody powierzchniowe: tabl. 48, tab. 5; ppm = mg/dm^3

Tło geochemiczne glinu w glebach (zakres percentyli 25–95) jest mało zróżnicowane i zawiera się w granicach 0,26–0,56%. Najniższe zawartości glinu występują w glebach leśnych (0,11–1,10%; mediana 0,26%). Nieco wyższe od przeciętnych zawartości glinu stwierdzono w glebach miejskich Poznania (0,29–0,68%; z medianą 0,37% w obszarach o zabudowie miejskiej zwartej). Podwyższone koncentracje glinu (>0,56%) w glebach tworzą małe obszary anomalne, rozproszone na terenie całego arkusza. Skupienie anomalii lokalnych w dolinie Warty w południowej części arkusza można wiązać z rozwojem gleb na madach rzecznych (Kowalkowski i in., 1994), obfitych w minerały ilaste.

Zróżnicowanie tła geochemicznego glinu w osadach wodnych badanego obszaru jest znaczne. Niskie zawartości glinu występują w osadach wodnych cieków drenujących obszary leśne. Wyraźnie podwyższone koncentracje tego pierwiastka zawierają osady z rejonu Luboń–Skórzewo–Stęszew oraz z okolic Robakowa, Szczepankowa i Swarzędza. Niskimi zawartościami glinu charakteryzują się aluwia Warty (mediana 0,13%) i Kanału Mosińskiego (mediana 0,15%). Wśród osadów wód stojących niskimi stężeniami glinu wyróżniają się osady większych jezior (mediana 0,17%). Maksymalną zawartość glinu (7,93%) stwierdzono w osadzie wodnym w północnej części starorzecza Warty (Kocie Doły) obok składowiska odpadów Poznańskich Zakładów Chemicznych w Luboniu, które w latach 70. i 80. produkowały fluorek glinu.

Wody powierzchniowe zawierają glin w niewielkich ilościach, zwykle nieprzekraczających 0,01 mg/dm^3. Podwyższone zawartości glinu w wodach (>0,01 mg/dm^3) występują w południowej części Poznania, w okolicach wsi Wiórek, w rejonie Kórnika na południu arkusza oraz na północy w rejonie Złotkowa i na skraju rezerwatu „Puszcza Zielonka" – Potasze.

As ARSEN

Gleby: tabl. 7, tab. 3; ppm = mg/kg = g/t
Osady wodne: tabl. 27, tab. 4; ppm = mg/kg = g/t
Wody powierzchniowe: tab. 5; ppb = $\mu g/dm^3$

Zawartość arsenu w glebach jest niska i na prawie całym badanym obszarze nie przekracza 5 mg/kg, podobnie jak w glebach terenów niezabudowanych Niżu Polskiego (Pasieczna, 2003). Badania użytkowanych rolniczo gleb Wielkopolski (Reimann i in., 2003) wykazały w warstwie powierzchniowej zawartość arsenu w granicach 1,9–2,5 mg/kg.

W południowo-wschodniej części Poznania (Fabianowo–Kotowo) występuje anomalia 11–35 mg/kg arsenu. Podwyższone zawartości arsenu występują też w kilku punktach na terenie miasta, w glebach rozwiniętych na madach i torfach w dolinie Warty (w południowym krańcu arkusza) oraz w rejonie Złotkowa (na północy arkusza).

Tło geochemiczne arsenu w osadach wodnych jest niskie (<5 mg/kg w 75% badanych próbek). Podobne wyniki zawartości przeciętnej arsenu (<5 mg/kg) wykazały badania osadów wodnych rzek i jezior na terenie RZGW Poznań (Bojakowska, Gliwicz, 2003).

Podwyższone koncentracje arsenu (>10 mg/kg) występują w kilku rejonach badanego obszaru. W północno-wschodniej części arkusza, w rejonie Bogucin–Kobylnica–Wierzenica –Mielno–Pławno zaznacza się anomalia arsenu (>5 mg/kg). Maksymalne stężenia tego pierwiastka zanotowano w aluwiach bezimiennych prawych dopływów rzeki Główna koło Wierzenicy (99 mg/kg) i Mielna (33 mg/kg) oraz strumienia w miejscowości Pławno (54 mg/kg). W zachodniej części arkusza podwyższone zawartości arsenu (12–17 mg/kg) występują na znacznym obszarze z maksimami w aluwiach górnego biegu Strumienia Różanego i jego zlewni (na południe od lotniska Ławica) oraz w aluwiach górnego Strumienia Junikowskiego i jego zlewni w okolicy Skórzewa (23–33 mg/kg). Kilka anomalii punktowych (>5 mg/kg) stwierdzono w aluwiach cieków w południowo-wschodniej części Poznania (między doliną Warty a Szczytnikami), w okolicy Moraska w północnej części miasta oraz w niektórych aluwiach Głuszynki. Cechą charakterystyczną osadów wodnych o podwyższonym, a niekiedy anomalnym stężeniu arsenu jest często spotykana w nich wysoka zawartość żelaza lub (i) manganu. Można przypuszczać, że koncentracje arsenu są naturalne – nagromadzone w osadach w wyniku sorpcji jonów tego pierwiastka przez wodorotlenki żelaza i manganu.

Inne jest źródło wzbogacenia w arsen (30 mg/kg) osadów rowu biegnącego wzdłuż ulicy Romana Maya w dzielnicy Mała Starołęka. Osady te są wzbogacone również w kobalt (164 mg/kg), chrom (86 mg/kg), miedź (1621 mg/kg), ołów (2004 mg/kg) i cynk (887 mg/kg). Źródłem arsenu (oraz innych pierwiastków) są prawdopodobnie ścieki Centralnego Laboratorium Akumulatorów i Ogniw przy ulicy Fortecznej. Arsen w osadach północnej części starorzecza Warty (Kocie Doły) pochodzi przypuszczalnie również ze źródeł antropogenicznych (sąsiedztwo składowiska odpadów Poznańskich Zakładów Chemicznych w Luboniu).

W wodach powierzchniowych zawartość arsenu rzadko przekracza 10 $\mu g/dm^3$. Tylko w kilku próbkach wód pierwiastek ten występował w podwyższonej ilości (do 20 $\mu g/dm^3$). Nie wykonano zatem mapy jego rozmieszczenia w wodach. Maksymalną zawartość arsenu zanotowano w wodzie cieku drenującego teren rolniczego wykorzystania ścieków koło wsi Wiórek na SE od Lubonia.

B BOR

Wody powierzchniowe: tabl. 49, tab. 6; ppm = mg/dm^3

Przeciętne zawartości boru w wodach badanego obszaru są podobne jak dla całej Polski (Lis, Pasieczna, 1995a) i wynoszą odpowiednio 0,06 i 0,04 mg/dm^3. Na terenie arkusza obserwuje się wyraźne zróżnicowanie regionalne koncentracji tego pierwiastka. Powyżej 0,10 mg/dm^3 boru stwierdzono w wodach znacznej części obszaru między doliną Warty a Kórnikiem, Swarzędzem i Koziegłowami. Szczególnie wysokimi stężeniami boru (0,14–0,48 mg/dm^3; mediana 0,22 mg/dm^3) wyróżniają się wody strumienia Kopla. Podwyższone koncentracje boru zanotowano też w wodach Głuszynki (0,04–0,22 mg/dm^3; mediana

Tabela 5
Table

Parametry statystyczne pierwiastków chemicznych w wodach powierzchniowych Poznania i okolic

Statistical parameters of chemical element contents in surface waters of Poznań and environs

Wody powierzchniowe Surface waters	Para-metry Para-meters	Al mg/dm^3	As µg/dm^3	B mg/dm^3	Ba µg/dm^3	Ca mg/dm^3	Cd µg/dm^3	Co µg/dm^3	Cr µg/dm^3	Cu µg/dm^3	Fe mg/dm^3	K mg/dm^3	Li µg/dm^3	Mg mg/dm^3	Mn µg/dm^3	Na mg/dm^3	Ni µg/dm^3	P mg/dm^3	Pb µg/dm^3	SiO_2 mg/dm^3	Sr µg/dm^3	V µg/dm^3	Zn µg/dm^3
Wody powierzchniowe Poznania i okolic Surface waters of Poznań and environs N = 558	a	<0,01	<10	<0,01	5	2	<1	<2	<3	<2	<0,01	<0,1	<2	0,4	<1	<0,5	<5	<0,05	<10	<0,1	5	<2	<3
	b	1,27	20	0,83	250	566	2	21	7	64	31,57	322,0	112	69,1	9051	409,9	27	42,50	10	59,8	1011	6	539
	c	0,02	<10	0,09	54	121	<1	<2	<3	2	0,37	13,0	8	18,2	283	34,5	<5	0,54	<10	10,4	292	<2	15
	d	<0,01	<10	0,06	49	107	<1	<2	<3	<2	0,04	8,1	5	16,0	69	26,0	<5	0,12	<10	6,8	263	<2	7
	e	<0,01	<10	0,06	47	118	<1	<2	<3	<2	0,04	7,9	6	17,5	79	26,6	<5	0,10	<10	10,6	276	<2	6
Małe strumienie z nazwą Small streams (named) N = 67	a	<0,01	<10	<0,01	7	8	<1	<2	<3	<2	<0,01	1,8	<2	0,5	3	1,8	<5	<0,05	<10	1,2	21	<2	<3
	b	0,28	<10	0,37	186	236	1	<2	7	64	1,35	62,7	23	38,8	6732	104,3	6	3,36	<10	25,4	643	3	167
	c	0,02	<10	0,09	56	134	<1	<2	<3	3	0,13	10,7	8	17,5	413	33,8	<5	0,38	<10	12,1	301	<2	22
	d	0,01	<10	0,07	52	119	<1	<2	<3	<2	0,07	8,0	6	14,4	119	27,9	<5	0,11	<10	10,9	265	<2	10
	e	<0,01	<10	0,07	53	129	<1	<2	<3	<2	0,06	8,3	7	15,7	117	26,6	<5	0,09	<10	11,8	270	<2	9
Małe strumienie bez nazwy Small streams (unnamed) N = 225	a	<0,01	<10	<0,01	7	19	<1	<2	<3	<2	<0,01	<0,1	<2	2,3	<1	4,6	<5	<0,05	<10	0,6	46	<2	<3
	b	1,27	20	0,83	240	566	1	9	7	32	31,57	322,0	37	47,8	9051	409,9	20	42,50	10	42,6	1011	6	292
	c	0,02	<10	0,09	59	148	<1	<2	<3	2	0,55	13,3	7	192,0	3144	355,0	<5	0,84	<10	13,1	310	<2	17
	d	<0,01	<10	0,06	53	138	<1	<2	<3	<2	0,06	7,2	5	178,0	893	257,0	<5	0,13	<10	11,2	290	<2	7
	e	<0,01	<10	0,05	50	145	<1	<2	<3	<2	0,05	7,3	5	186,0	120	244,0	<5	0,10	<10	12,4	278	<2	6
Jeziora z nazwą Lakes (named) N = 58	a	<0,01	<10	<0,01	7	4	<1	<2	<3	<2	<0,01	1,3	<2	1,3	1	2,5	<5	<0,05	<10	<0,1	11	<2	<3
	b	0,25	<10	0,29	123	180	<1	<2	<3	4	2,28	38,5	17	31,4	1636	137,0	7	1,05	<10	59,8	585	<2	63
	c	0,01	<10	0,07	47	84	<1	<2	<3	<2	0,07	9,8	6	19,4	72	33,1	<5	0,08	<10	5,0	255	<2	9
	d	<0,01	<10	0,05	43	75	<1	<2	<3	<2	0,01	8,2	5	17,5	18	26,8	<5	<0,05	<10	1,9	223	<2	5
	e	<0,01	<10	0,06	40	79	<1	<2	<3	<2	0,01	8,3	6	19,9	15	30,0	<5	<0,05	<10	2,1	267	<2	5
Małe jeziora i sadzawki bez nazwy Small lakes and pools (unnamed) N = 99	a	<0,01	<10	<0,01	6	2	<1	<2	<3	<2	<0,01	0,4	<2	0,4	1	<0,5	<5	<0,05	<10	<0,1	5	<2	<3
	b	0,51	11	0,76	250	354	2	21	<3	16	28,84	180,5	112	69,1	7320	392,9	27	6,08	<10	27,2	672	<2	539
	c	0,02	<10	0,09	54	94	<1	<2	<3	<2	0,63	18,7	6	17,9	435	33,9	<5	0,34	<10	6,7	243	<2	19
	d	0,01	<10	0,05	45	76	<1	<2	<3	<2	0,05	10,0	4	13,7	72	20,1	<5	0,11	<10	3,0	198	<2	7
	e	<0,01	<10	0,05	46	84	<1	<2	<3	<2	0,04	8,7	5	15,5	80	23,3	<5	0,10	<10	3,9	227	<2	6
Stawy rybne Fish ponds N = 9	a	<0,01	<10	0,01	28	38	<1	<2	<3	<2	<0,01	2,4	2	12,9	7	14,3	<5	<0,05	<10	0,3	171	<2	<3
	b	0,04	<10	0,36	61	121	<1	<2	<3	3	0,12	83,3	13	35,6	198	76,4	<5	1,55	<10	19,7	356	3	23
	c	0,01	<10	0,11	44	84	<1	<2	<3	<2	0,04	18,3	6	19,8	53	34,5	<5	0,26	<10	6,8	248	<2	9
	d	<0,01	<10	0,07	43	77	<1	<2	<3	<2	0,03	8,9	5	18,7	30	29,1	<5	0,08	<10	2,3	240	<2	5
	e	<0,01	<10	0,09	41	84	<1	<2	<3	<2	0,03	7,5	5	17,5	24	27,0	<5	0,05	<10	2,1	208	<2	5
Cybina The Cybina river N = 7	a	<0,01	<10	0,07	35	74	<1	<2	<3	<2	0,02	5,0	5	9,9	27	23,3	<5	<0,05	<10	1,0	290	<2	<3
	b	<0,01	<10	0,09	99	115	<1	<2	<3	3	0,03	7,4	8	19,8	214	31,1	<5	0,35	<10	14,2	536	<2	12
	c	<0,01	<10	0,08	61	93	<1	<2	<3	3	0,03	6,3	6	16,5	99	27,1	<5	0,12	<10	5,9	350	<2	7
	d	<0,01	<10	0,08	58	91	<1	<2	<3	<2	0,02	6,3	6	16,0	77	27,0	<5	0,09	<10	3,5	342	<2	6
	e	<0,01	<10	0,08	58	96	<1	<2	<3	<2	0,02	6,5	5	17,9	90	26,9	<5	0,10	<10	2,8	312	<2	6
Główna The Główna river N = 9	a	<0,01	<10	0,04	36	97	<1	<2	<3	<2	0,01	7,2	3	14,5	105	19,8	<5	0,09	<10	2,3	192	<2	<3
	b	0,02	<10	0,12	47	130	<1	<2	<3	<2	0,07	8,5	17	17,7	210	34,9	<5	0,23	<10	9,0	278	<2	47
	c	<0,01	<10	0,06	40	112	<1	<2	<3	<2	0,04	7,8	6	15,8	163	25,4	<5	0,14	<10	5,7	222	<2	9
	d	<0,01	<10	0,06	40	111	<1	<2	<3	<2	0,03	7,8	5	15,7	159	24,9	<5	0,14	<10	4,8	220	<2	5
	e	<0,01	<10	0,05	41	111	<1	<2	<3	<2	0,04	7,9	4	15,5	157	26,2	<5	0,13	<10	7,2	210	<2	5
Głuszynka The Głuszynka river N = 8	a	<0,01	<10	0,04	54	83	<1	<2	<3	<2	0,02	11,0	9	20,8	81	30,4	<5	0,19	<10	7,7	345	<2	<3
	b	0,03	<10	0,22	68	190	<1	<2	<3	4	0,32	25,9	9	23,9	936	56,5	<5	0,70	<10	9,9	424	<2	32
	c	0,01	<10	0,13	59	114	<1	<2	<3	2	0,07	13,7	9	22,7	211	43,6	<5	0,51	<10	8,4	366	<2	11
	d	0,01	<10	0,12	58	110	<1	<2	<3	<2	0,05	13,1	9	22,6	140	42,8	<5	0,47	<10	8,4	365	<2	7
	e	0,01	<10	0,11	55	111	<1	<2	<3	<2	0,04	11,4	9	22,7	113	41,2	<5	0,59	<10	8,1	360	<2	7
Kanał Mosiński The Mosiński Canal N = 10	a	<0,01	<10	0,06	63	96	<1	<2	<3	<2	0,01	9,2	9	17,2	59	24,4	<5	<0,05	<10	4,4	275	<2	<3
	b	0,01	<10	0,07	102	129	<1	<2	<3	2	0,16	11,1	12	22,1	392	31,4	<5	0,27	<10	10,1	363	<2	22
	c	<0,01	<10	0,06	79	120	<1	<2	<3	<2	0,04	9,8	10	21,1	273	28,2	<5	0,10	<10	8,2	337	<2	7
	d	<0,01	<10	0,06	78	120	<1	<2	<3	<2	0,03	9,7	10	21,0	239	28,1	<5	0,08	<10	7,9	336	<2	5
	e	<0,01	<10	0,06	77	127	<1	<2	<3	<2	0,02	9,6	10	21,8	314	27,9	<5	0,08	<10	9,2	349	<2	4

Tabela 5 cd.
Table 5 cont.

Wody powierzchniowe Surface waters	Parametry Parameters	Al mg/dm³	As µg/dm³	B mg/dm³	Ba µg/dm³	Ca mg/dm³	Cd µg/dm³	Co µg/dm³	Cr µg/dm³	Cu µg/dm³	Fe mg/dm³	K mg/dm³	Li µg/dm³	Mg mg/dm³	Mn µg/dm³	Na mg/dm³	Ni µg/dm³	P mg/dm³	Pb µg/dm³	SiO_2 mg/dm³	Sr µg/dm³	V µg/dm³	Zn µg/dm³
Kopla	a	<0,01	<10	0,14	43	122	<1	<2	<3	<2	<0,01	13,2	11	22,8	40	52,3	<5	1,11	<10	11,3	431	<2	<3
The Kopla river	b	<0,01	<10	0,48	97	156	<1	<2	<3	4	0,10	29,3	13	25,7	247	113,3	<5	8,55	<10	20,0	570	<2	11
N = 9	c	<0,01	<10	0,23	65	137	<1	<2	<3	<2	0,03	17,0	11	23,5	166	65,6	<5	3,27	<10	14,3	481	<2	5
	d	<0,01	<10	0,21	64	137	<1	<2	<3	<2	0,02	16,5	11	23,5	145	63,7	<5	2,63	<10	14,0	479	<2	4
	e	<0,01	<10	0,22	59	136	<1	<2	<3	<2	0,03	15,5	11	23,3	151	58,5	<5	2,82	<10	14,2	469	<2	4
Warta	a	<0,01	<10	0,05	27	62	<1	<2	<3	<2	<0,01	4,3	4	8,0	5	21,5	<5	<0,05	<10	2,6	247	<2	<3
The Warta river	b	0,08	<10	0,07	39	82	<1	<2	<3	4	0,11	6,9	5	10,1	163	30,7	<5	0,20	<10	15,4	298	<2	52
N = 36	c	0,01	<10	0,06	33	70	<1	<2	<3	<2	0,02	5,2	5	8,7	25	25,5	<5	0,11	<10	10,2	272	<2	8
	d	<0,01	<10	0,06	32	70	<1	<2	<3	<2	0,02	5,1	5	8,7	20	25,3	<5	0,10	<10	9,1	271	<2	5
	e	<0,01	<10	0,06	33	71	<1	<2	<3	<2	0,02	5,2	5	8,8	19	24,2	<5	0,12	<10	13,4	274	<2	5
Wirenka	a	<0,01	<10	0,09	39	131	<1	<2	<3	<2	0,02	11,4	6	14,8	6	27,1	<5	0,25	<10	13,4	296	<2	3
The Wirenka river	b	0,03	<10	0,15	63	151	<1	<2	<3	5	0,06	18,4	9	21,0	184	42,0	<5	0,60	<10	15,6	343	<2	25
N = 12	c	<0,01	<10	0,11	51	142	<1	<2	<3	2	0,04	14,3	8	18,0	69	34,2	<5	0,34	<10	14,8	321	<2	10
	d	<0,01	<10	0,11	50	142	<1	<2	<3	2	0,03	14,1	8	17,9	45	34,0	<5	0,33	<10	14,8	320	<2	8
	e	<0,01	<10	0,10	52	143	<1	<2	<3	2	0,04	14,5	8	18,4	52	34,1	<5	0,32	<10	15,1	322	<2	7

a – minimum; b – maksimum; c – średnia arytmetyczna; d – średnia geometryczna; e – mediana; N – liczba próbek;
minimum maksimum arithmetic mean geometric mean median number of samples

0,11 mg/dm³), a także w wodach w południowo-zachodnim krańcu Poznania, w okolicy Lubonia oraz miejscowościach Głuchowo i Palędzie. Maksymalne stężenie boru (0,83 mg/dm³) stwierdzono w wodzie lewego dopływu strumienia Samica Kierska koło wsi Sobota.

Ba BAR

Gleby: tabl. 8, tab. 3; ppm = mg/kg = g/t
Osady wodne: tabl. 28, tab. 4; ppm = mg/kg = g/t
Wody powierzchniowe: tabl. 50, tab. 5; ppb = µg/dm³

W obrazie kartograficznym rozmieszczenia baru w glebach (jak również wapnia, żelaza, siarki i strontu) istotną rolę odgrywa urbanizacja i sposób użytkowania gruntów. Najwyższe stężenia baru stwierdzono w glebach w centrum Poznania. Na przeważającym obszarze miasta zawartość baru przekracza 40 mg/kg, a w centrum miasta nawet 70 mg/kg. Wzbogacenie w bar stwierdzono w glebach trawników przyulicznych (16–628 mg/kg; mediana 49 mg/kg) i parków miejskich (38–109 mg/kg; mediana 87 mg/kg). Maksymalne stężenie tego pierwiastka (1180 mg/kg) zanotowano w rejonie ulic Zawady i Nowe Zawady (obszar dawnego wysypiska śmieci). Gleby tego rejonu zawierają również bardzo wysokie koncentracje innych metali cytowane przy opisie anomalii srebra.

Podwyższone koncentracje baru (>39 mg/kg) obserwuje się też w glebach mniejszych miejscowości, takich jak: Luboń, Puszczykowo, Mosina, Kórnik, Szreniawa, Komorniki, Swarzędz, Owińska, Rokietnica i inne. Źródłem tych wzbogaceń są prawdopodobnie pyły niskich emisji ze spalania węgla kamiennego. Z badań Różkowskiej i Ptak (1995) wynika, że węgle górnośląskie zawierają przeciętnie 196 mg/kg baru, a ich popioły nawet 1274 mg/kg. W literaturze znany jest fakt występowania podwyższonych koncentracji baru w obszarach miejskich. Według Patersona i Sanki (1996) na wzbogacenie gleb miejskich w bar wpływa ruch kołowy. W glebach trawników przyulicznych miast autorzy ci stwierdzali do 800 mg/kg baru, podczas gdy w glebach ogródków działkowych – 200 mg/kg.

Ilość baru w glebach na terenach otaczających miasto pozostaje w wyraźnym związku ze sposobem ich użytkowania – najmniej zawierają gleby leśne (4–368 mg/kg; mediana 17 mg/kg), nieco więcej gleby pól uprawnych (7–594 mg/kg; mediana 27 mg/kg) oraz gleby łąk (8–803 mg/kg; mediana 32 mg/kg).

Intensywne anomalie baru w glebach rozwiniętych na torfach i gytiach koło miejscowości Szczytniki (803 mg/kg), między Krzesinkami i Tulcami (594 mg/kg) oraz w dolinie Kanału Mosińskiego (koło Dymaczewa) są prawdopodobnie pochodzenia naturalnego. Ich lokalizacja pokrywa się z obszarami anomalnych zawartości wapnia i żelaza w glebach.

W 75% analizowanych próbek osadów wodnych koncentracje baru są niższe od 80 mg/kg, a w 5% próbek – przekraczają 193 mg/kg. Osady wodne z obszarów użytkowanych rolniczo wykazują zawartości baru nieco wyższe od przeciętnych (7–436 mg/kg; mediana 54 mg/kg). Niskie zawartości tego pierwiastka zanotowano natomiast w osadach wodnych z obszarów leśnych (4–229 mg/kg; mediana 35 mg/kg), a najmniej w osadach jeziornych (4–291 mg/kg; mediana 17 mg/kg). Niewielkie ilości baru wykryto też w aluwiach Warty (13–83 mg/kg; mediana 28 mg/kg) i Kanału Mosińskiego (16–120 mg/kg; mediana 26,5 mg/kg).

Wody powierzchniowe zawierają zróżnicowane ilości baru (5–250 µg/dm³), lecz jego przeciętna zawartość w poszczególnych typach zbiorników wodnych jest zbliżona – około 50 µg/dm³. Wyróżniają się jedynie wody Warty zawierające mniej baru (27–39 µg/dm³; mediana 33 µg/dm³) oraz wody Kanału Mosińskiego wzbogacone w ten pierwiastek (96–129 µg/dm³; mediana 127 µg/dm³). Wyraźnie anomalne zawartości Ba (>107 µg/dm³) zanotowano w wodach w okolicy Dymaczewa, Rogalina, Mleczewa i Kórnika na południu arkusza, między Krzesinkami a Robakowem na wschodzie i w okolicy Konarzewa na zachodzie.

Pomimo znacznego zróżnicowania koncentracji baru w wodach badanego regionu, jego przeciętna zawartość (47 µg/dm³) jest zbliżona do przeciętnej w wodach powierzchniowych Polski (55 µg/dm³; Lis, Pasieczna, 1995a).

Be BERYL

Gleby: tab. 3; ppm = mg/kg = g/t
Osady wodne: tab. 4; ppm = mg/kg = g/t

Zawartości berylu w glebach (<0,5–1,8 mg/kg; mediana <0,5 mg/kg) i osadach wodnych (<0,5–2,3 mg/kg; mediana <0,5 mg/kg) badanego obszaru są niskie i mało zróżnicowane. Nie wykonano więc map rozmieszczenia berylu w tych środowiskach.

Br BROM

Wody powierzchniowe: tab. 6; ppm = mg/dm³

Na całym badanym obszarze zawartość bromu w wodach jest niska (<0,10 mg/dm³); tylko w trzech próbkach jego koncentracja przekraczała granicę oznaczalności. W wodzie cieku drenującego teren rolniczego wykorzystania ścieków koło wsi Wiórek zanotowano ekstremalnie wysokie stężenie bromu (292 mg/dm³). Woda tego cieku zawierała również wysokie ilości chloru, potasu, manganu, sodu, niklu i cynku (przytoczone przy charakterystyce przewodności elektrycznej).

Wzbogacone w brom (30,5 mg/dm³), a także fluor (11,5 mg/dm³), fosfor (10,92 mg/dm³) i wodorowęglany (563,6 mg/dm³), są wody lewego dopływu Głuszynki we wsi Babki. W wodzie niewielkiego strumienia (rowu) obok ośrodka doświadczalnego PAN na północ od Kórnika zawartość bromu wynosi 12,05 mg/dm³. Woda ta jest też wzbogacona w fosfor (16,76 mg/dm³) i wodorowęglany (895,5 mg/dm³).

Ca WAPŃ

Gleby: tabl. 9, tab. 3; %
Osady wodne: tabl. 29, tab. 4; %
Wody powierzchniowe: tabl. 51, tab. 5; ppm = mg/dm³

Odziaływanie antropogenicznych czynników urbanizacyjnych i sposób użytkowania gruntów wyraźnie wpływają na zawartość wapnia (jak również baru, żelaza, magnezu, siarki i strontu) w glebach. Najmniejszymi zawartościami wapnia charakteryzują się gleby leśne (<0,01–10,42%; mediana 0,03%). Większe ilości tego pierwiastka występują w glebach pól uprawnych (0,01–9,36%; mediana 0,15%) oraz łąk (0,01–13,91%; mediana 0,27%). Wartość

Tabela 6
Table

Parametry statystyczne anionów, kwasowości i przewodności elektrycznej w wodach powierzchniowych Poznania i okolic

Statistical parameters of anions, total salinity, acidity and conductivity in surface waters of Poznań and environs

Wody powierzchniowe Surface waters	Parametry Parameters	Br mg/dm^3	Cl mg/dm^3	F mg/dm^3	HCO_3 mg/dm^3	NO_2 mg/dm^3	NO_3 mg/dm^3	SO_4 mg/dm^3	Przewodność elektryczna Conductivity mS/cm	pH
Wody powierzchniowe Poznania i okolic Surface waters of Poznań and environs	N	552	558	551	558	554	556	558	558	558
	a	<0,10	<0,5	<0,10	<0,10	<0,01	<0,01	<1	0,032	4,8
	b	292,00	728,0	11,50	1056,50	6,39	827,00	1450	4,650	9,3
	c	0,66	60,8	0,13	284,60	0,19	15,50	133	0,900	7,6
	d	<0,10	46,6	<0,10	252,70	0,05	1,53	100	0,817	7,6
	e	<0,10	49,7	<0,10	275,90	0,05	3,21	116	0,870	7,6
Małe strumienie z nazwą Small streams (named)	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67
	a	<0,10	1,7	<0,10	29,30	<0,01	<0,01	4	0,063	6,8
	b	<0,10	174,5	0,25	508,70	2,58	83,16	387	1,623	8,1
	c	<0,10	59,8	<0,10	296,10	0,30	13,66	154	0,946	7,5
	d	<0,10	47,4	<0,10	274,40	0,10	4,31	122	0,849	7,5
	e	<0,10	48,9	<0,10	294,00	0,12	8,09	138	0,888	7,5
Małe strumienie bez nazwy Small streams (unnamed)	N	221	225	221	225	223	223	225	225	225
	a	<0,10	5,3	<0,10	95,10	<0,01	<0,01	2	0,214	4,8
	b	292,00	624,0	11,50	1056,50	6,39	827,00	1450	4,650	8,9
	c	1,56	63,2	0,19	338,60	0,24	28,64	152	1,030	7,6
	d	<0,10	48,9	<0,10	321,10	0,05	3,44	118	0,972	7,5
	e	<0,10	53,0	<0,10	323,30	0,06	7,65	128	0,964	7,6
Jeziora z nazwą Lakes (named)	N	58	58	58	58	58	58	58	58	58
	a	<0,10	4,9	<0,10	<0,10	<0,01	<0,01	2	0,051	6,3
	b	<0,10	228,1	3,49	590,48	0,66	15,08	209	1,350	9,0
	c	<0,10	66,8	0,13	193,14	0,05	1,07	109	0,729	7,9
	d	<0,10	54,2	<0,10	153,03	0,02	0,20	90	0,666	7,9
	e	<0,10	60,3	<0,10	181,17	0,02	0,25	116	0,742	7,9
Małe jeziora i sadzawki bez nazwy Small lakes and pools (unnamed)	N	97	99	96	99	97	99	99	99	99
	a	<0,10	<0,5	<0,10	4,88	<0,01	<0,01	<1	0,032	5,1
	b	<0,10	728,0	2,23	856,44	1,05	95,33	1088	2,904	8,8
	c	<0,10	60,7	0,12	243,62	0,07	3,61	119	0,796	7,5
	d	<0,10	35,0	<0,10	204,05	0,02	0,15	64	0,664	7,5
	e	<0,10	37,4	<0,10	218,38	<0,01	0,11	83	0,704	7,6
Stawy rybne Fish ponds	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	a	<0,10	27,2	<0,10	71,98	0,01	0,10	29	0,499	7,3
	b	<0,10	108,3	0,31	477,02	0,35	18,88	160	1,323	9,3
	c	<0,10	61,3	0,10	221,50	0,10	3,21	100	0,757	8,1
	d	<0,10	55,3	<0,10	195,67	0,05	0,92	91	0,719	8,1
	e	<0,10	50,4	<0,10	190,32	0,06	1,25	97	0,629	7,9
Cybina The Cybina river	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	a	<0,10	33,3	<0,10	201,30	0,03	0,70	64	0,604	7,5
	b	<0,10	49,1	0,17	319,64	0,12	8,34	90	0,805	8,0
	c	<0,10	43,3	<0,10	252,37	0,06	3,65	78	0,701	7,8
	d	<0,10	43,0	<0,10	248,81	0,05	2,41	78	0,698	7,8
	e	<0,10	44,7	<0,10	248,88	0,06	1,98	79	0,708	7,9
Główna The Główna river	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	a	<0,10	43,4	<0,10	195,20	0,21	6,00	100	0,676	7,7
	b	<0,10	68,9	0,24	303,78	0,41	20,42	127	0,921	8,0
	c	<0,10	53,3	<0,10	252,13	0,29	12,24	116	0,796	7,8
	d	<0,10	52,6	<0,10	248,02	0,28	11,13	116	0,789	7,8
	e	<0,10	55,4	<0,10	285,48	0,27	13,25	119	0,816	7,8
Głuszynka The Głuszynka river	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	a	<0,10	47,7	<0,10	248,88	0,03	0,01	88	0,886	7,5
	b	<0,10	70,1	<0,10	583,16	0,63	13,75	139	1,174	7,8
	c	<0,10	63,8	<0,10	302,87	0,31	8,57	125	0,926	7,7
	d	<0,10	63,4	<0,10	290,14	0,23	3,49	124	0,922	7,7
	e	<0,10	66,4	<0,10	264,74	0,36	11,32	128	0,888	7,7
Kanał Mosiński The Mosiński Canal	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	a	<0,10	42,2	<0,10	248,88	0,04	1,87	106	0,740	7,5
	b	<0,10	54,8	<0,10	297,68	0,29	6,93	180	0,910	8,0
	c	<0,10	48,5	<0,10	280,72	0,16	4,67	140	0,869	7,8
	d	<0,10	48,4	<0,10	280,37	0,13	4,12	139	0,868	7,8
	e	<0,10	48,3	<0,10	281,21	0,16	5,25	141	0,890	7,8
Kopla The Kopla river	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	a	<0,10	56,4	<0,10	333,06	0,05	0,23	85	1,087	7,7
	b	<0,10	94,1	<0,10	646,60	1,97	38,38	150	1,578	7,9
	c	<0,10	74,1	<0,10	424,83	1,11	23,04	127	1,187	7,8
	d	<0,10	72,9	<0,10	414,88	0,79	14,28	125	1,179	7,8
	e	<0,10	75,8	<0,10	407,48	1,40	27,61	127	1,134	7,8

Tabela 6 cd.
Table 6 cont.

Wody powierzchniowe Surface waters	Parametry Parameters	Br mg/dm^3	Cl mg/dm^3	F mg/dm^3	HCO_3 mg/dm^3	NO_2 mg/dm^3	NO_3 mg/dm^3	SO_4 mg/dm^3	Przewodność elektryczna Conductivity mS/cm	pH
Warta	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36
The Warta river	a	<0,10	29,9	<0,10	14,64	<0,01	0,01	54	0,481	7,1
	b	<0,10	41,4	0,69	215,94	0,14	13,27	79	0,626	8,9
	c	<0,10	35,4	0,10	177,31	0,06	6,97	62	0,544	8,0
	d	<0,10	35,3	<0,10	168,69	0,04	3,37	62	0,542	8,0
	e	<0,10	34,7	<0,10	180,56	0,05	8,12	62	0,562	8,0
Wirenka	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12
The Wirenka river	a	<0,10	46,7	<0,10	267,18	0,05	5,30	155	0,886	7,5
	b	<0,10	68,7	0,26	306,22	0,25	21,07	179	1,067	8,1
	c	<0,10	59,4	<0,10	287,92	0,18	10,71	164	0,975	7,7
	d	<0,10	58,9	<0,10	287,71	0,15	9,71	164	0,973	7,7
	e	<0,10	60,5	<0,10	287,92	0,19	10,41	161	0,962	7, 8

a – minimum; b – maksimum; c – średnia arytmetyczna; d – średnia geometryczna; e – mediana; N – liczba próbek;
minimum maksimum arithmetic mean geometric mean median number of samples

przeciętnej (mediany) dla pól uprawnych obszaru badań nie odbiega istotnie od wartości tła geochemicznego tego pierwiastka dla gleb terenów niezabudowanych Niżu Polskiego – 0,11% (Pasieczna, 2003).

Gleby w otoczeniu miasta zawierają najczęściej wapń w ilości 0,04–0,44%, a większość gleb miejskich Poznania – w podwyższonej ilości (>0,44%). W centralnych dzielnicach miasta jego zawartość przekracza 1,15%. Wzbogacenia w wapń są najwyraźniejsze w glebach trawników przyulicznych (0,05–4,64%; mediana 0,68%) i parków miejskich (0,32–2,32%; mediana 0,70%). Podwyższone koncentracje wapnia (>0,44%) obserwuje się również w glebach mniejszych miejscowości, takich jak: Luboń, Puszczykowo, Kórnik, Szreniawa, Swarzędz, Owińska, Rokietnica i inne. Źródłem tych wzbogaceń są prawdopodobnie pyły niskich emisji ze spalania węgla kamiennego i rozproszenie materiałów budowlanych w gruntach antropogenicznych.

Intensywne anomalie wapnia w glebach torfiastych koło miejscowości Szczytniki (6,46%), w rejonie między Krzesinkami i Tulcami (9,36%) oraz w dolinie Kanału Mosińskiego koło Dymaczewa są prawdopodobnie pochodzenia naturalnego.

Na przeważającym obszarze zawartość wapnia w osadach wodnych nie przekracza 2,48%. Podwyższonymi zawartościami wyróżnia się rejon położony między Konarzewem i Komornikami na południu a Rokietnicą na północy oraz południowo-wschodnia część Poznania (między Starołęką a wschodnią granicą miasta). Źródłem wapnia w tych obszarach może być spływ powierzchniowy z pól uprawnych, gdzie dominują gleby o odczynie obojętnym prawdopodobnie na skutek intensywnego stosowania nawozów wapniowych.

Niskimi koncentracjami wapnia charakteryzują się osady wodne z obszarów leśnych (0,04–10,99%; mediana 0,59%) i miejskich (0,07–10,12%; mediana 1,03%), a najbardziej wzbogacone są osady cieków przepływających przez tereny pól uprawnych (0,06–23,75%; mediana 1,77%).

Analiza zawartości wapnia w osadach poszczególnych zbiorników wodnych wskazuje, że najmniej tego pierwiastka zawierają aluwia Warty (0,07–0,98%; mediana 0,23%) i Kanału Mosińskiego (0,23–1,08%; mediana 0,39%), a najwyższe jego stężenia zanotowano w stawach rybnych (0,21–10,99%; mediana 2,99%).

Przestrzenne rozmieszczenie wapnia w wodach powierzchniowych wykazuje znaczne podobieństwo do jego rozkładu w osadach wodnych. Wysokie koncentracje wapnia występują w wodach obszarów rolniczych (3,7–469,4 mg/dm^3; mediana 143,6 mg/dm^3), a niskie – w wodach terenów leśnych (1,2–566,1 mg/dm^3; mediana 102,2 mg/dm^3) i miejskich (32,7–142,7 mg/dm^3; mediana 94,8 mg/dm^3).

Cd KADM

Gleby: tab. 3; ppm = mg/kg = g/t
Osady wodne: tabl. 30, tab. 4; ppm = mg/kg = g/t
Wody powierzchniowe: tab. 5; ppb = µg/dm^3

Przeciętna zawartość kadmu w glebach badanego rejonu nie przekracza 1 mg/kg. Wyniki te są zgodne z badaniami gleb użytkowanych rolniczo na obrzeżach Poznania, w których stwierdzono średnią zawartość kadmu 0,94 mg/kg (Jakubus, Czekała, 1998).

Podwyższone koncentracje kadmu (>1 mg/kg) mają charakter wyraźnych anomalii antropogenicznych i dotyczą głównie terenów miejskich. Maksymalne stężenie kadmu (2770 mg/kg) stwierdzono w rejonie ulic Zawady i Nowe Zawady na obszarze dawnego wysypiska śmieci. Gleby tego rejonu zawierają również bardzo wysokie koncentracje innych metali przytoczone przy opisie rozmieszczenia srebra. We wcześniejszych badaniach zawartości kadmu w glebach miejskich (Grzebisz i in., 2002) stwierdzono jego występowanie w zakresie 0,01–9,95 mg/kg.

Wyjaśnienia wymaga intensywna anomalia kadmu koło miejscowości Nowy Dwór (84 mg/kg) na wschód od Janikowa. W rejonie anomalii gleby są wzbogacone również w rtęć (1,45 mg/kg), nikiel (52 mg/kg) oraz ołów (2316 mg/kg). Występowanie gleb zanieczyszczonych kadmem (11 mg/kg kadmu) i rtęcią (1,25 mg/kg) stwierdzono też koło Fortu IV (Karolin) przy ulicy Syreniej. Potencjalnym źródłem metali mogą być zakłady Centra S.A. usytuowane przy ulicy Gdyńskiej.

W 95% analizowanych osadów wodnych zawartość kadmu jest niższa od 1 mg/kg. Maksymalną ilość tego pierwiastka (21 mg/kg) zanotowano w aluwium niewielkiego cieku (lewego dopływu Warty) w pobliżu Umultowa, w północnej części Poznania. W wodzie tego strumienia stwierdzono także anomalną zawartość litu (33 µg/ dm^3). Źródłem zanieczyszczenia zarówno osadów, jak i wód może być pobliskie wysypisko śmieci usytuowane w nieczynnej żwirowni.

Podwyższone koncentracje kadmu stwierdzono również w aluwiach dolnego biegu rzeki Głównej, między Janikowem a ujściem do Warty (1–7 mg/kg) oraz w aluwiach Warty poniżej Centralnej Oczyszczalni Ścieków w Koziegłowach (do 4 mg/kg).

W wodach powierzchniowych jedynie w trzech punktach zawartość kadmu przekracza 1 µg/dm^3 (granicę wykrywalności w stosowanej metodzie analitycznej).

Cl CHLOR

Wody powierzchniowe: tabl. 52; ppm = mg/dm^3

Tło geochemiczne chloru mieści się w zakresie <0,5–74,1 mg/dm^3. W przestrzennym obrazie zróżnicowania jego zawartości wyróżniają się obszary, gdzie źródłem zwiększonej koncentracji (>74,1 mg/dm^3) może być spływ powierzchniowy. W zachodniej części arkusza jest to rejon Stęszew–Rosnówko–Palędzie–Komorniki–Konarzewo oraz Baranowo–Kiekrz–Rokietnica. Wysokie stężenia chloru obserwuje się też przy wschodniej granicy arkusza między Kórnikiem, Robakowem i Swarzędzem oraz w rejonie Krzesinki–Szczepankowo w południowo-wschodniej części Poznania. Najwyższe koncentracje chloru w postaci anomalii punktowych zanotowano w wodzie niewielkiej sadzawki u podnóża komunalnego wysypiska śmieci w Suchym Lesie (728 mg/dm^3) i niewielkiego strumienia w pobliżu terenu rolniczego wykorzystania ścieków koło wsi Wiórek (624 mg/dm^3).

Najmniej chloru (0,3–447,0 mg/dm^3; mediana 37,3 mg/dm^3) stwierdzono w wodach cieków terenów leśnych oraz Warty (29,9–41,4 mg/dm^3; mediana 34,7 mg/dm^3).

Co KOBALT

Gleby: tabl. 10, tab. 3; ppm = mg/kg = g/t
Osady wodne: tabl. 31, tab. 4; ppm = mg/kg = g/t
Wody powierzchniowe: tab. 5; ppb = µg/dm^3

Na przeważającym obszarze badań zawartość kobaltu w glebach nie przekracza 3 mg/kg, a nieco podwyższone jego ilości (3–4 mg/kg) obserwuje się w glebach w centrum Poznania. Tło geochemiczne kobaltu na terenie arkusza jest zatem nieco niższe w porównaniu z wynikami badań Czarnowskiej i Gworek (1987), gdzie zawartość przeciętną określono na 4,7 mg/kg.

W osadach wodnych koncentracje kobaltu są nieznacznie wyższe i bardziej zróżnicowane. W 97% osadów stwierdzono kobalt w ilości od <1 do 8 m/kg. Maksymalne stężenie tego metalu (164 mg/kg) wykryto w osadzie rowu biegnącego wzdłuż ulicy Romana Maya w dzielnicy Mała Starołęka. Osad ten był również zanieczyszczony arsenem (30 mg/kg), chromem (86 mg/kg), miedzią (1621 mg/kg), ołowiem (2004 mg/kg) i cynkiem (887 mg/kg). Źródłem kobaltu (oraz innych pierwiastków) są prawdopodobnie ścieki Centralnego Laboratorium Akumulatorów i Ogniw przy ulicy Fortecznej.

W wodach powierzchniowych zawartość kobaltu jest niska (<2 µg/dm^3); maksymalną jego ilość (21 µg/dm^3) stwierdzono w wodzie niewielkiej sadzawki koło Moraska.

Cr CHROM

Gleby: tabl. 11, tab. 3; ppm = mg/kg = g/t
Osady wodne: tabl. 32, tab. 4; ppm = mg/kg = g/t
Wody powierzchniowe: tab. 5; ppb = µg/dm^3

Tło geochemiczne chromu w glebach (roztwarzanych w wodzie królewskiej) jest niskie (<1–7 mg/kg dla 75% badanych próbek). Zawartości całkowite (oznaczone metodą XRF) w glebach użytków rolnych Wielkopolski wynoszą od <3,1 do 30,1 mg/kg (Reimann i in., 2003).

Podwyższone koncentracje (>7 mg/kg) chromu występują głównie w centrum Poznania, a wyraźne anomalie (>14 mg/kg) – w północnej części Starego Miasta i północnej części Nowego Miasta. Na południu arkusza bardzo wyraźne anomalie zanotowano w glebach aluwialnych doliny Warty.

Najniższymi zawartościami chromu charakteryzują się gleby leśne (<1–30 mg/kg; mediana 4 mg/kg), nieco wyższymi gleby pól uprawnych (2–30 mg/kg; mediana 5 mg/kg), zaś najwyższymi – gleby terenów o zabudowie miejskiej, zwartej (5–36 mg/kg; mediana 9 mg/kg).

Rozkład chromu w osadach wodnych podobny jest do jego rozmieszczenia w glebach, choć zawartości są wyższe. Można przypuszczać, że wzbogacenia w obu środowiskach są antropogeniczne.

Wysokie zawartości chromu (>25 mg/kg) zanotowano w obrębie silnie zurbanizowanych części Poznania. Do najwyższych należy koncentracja 324 mg/kg chromu stwierdzona w osadzie sadzawki (starorzecza Warty) na terenie ogródków działkowych przy ulicy Hetmańskiej. Osad ten zawierał również 112 mg/kg miedzi, 0,42 mg/kg rtęci, 211 mg/kg ołowiu oraz 2,95% siarki. W aluwium strumienia Górczynka (przy ulicy Głogowej) zanotowano 106 mg/kg chromu oraz 167 mg/kg miedzi, 1,67 mg/kg rtęci, 72 mg/kg niklu i 61 mg/kg ołowiu. Źródło pochodzenia maksymalnego zanieczyszczenia chromem (806 mg/kg) i miedzią (2197 mg/kg) aluwium niewielkiego strumienia w zlewni Jeziora Bnińskiego (na zachód od Kórnika) jest trudne do zidentyfikowania.

Wody powierzchniowe zawierają chrom w niewielkiej ilości (<3 µg/dm^3). W kilku próbkach jego zawartość wahała się w granicach <3–7 µg/dm^3.

Cu MIEDŹ

Gleby: tabl. 12, tab. 3; ppm = mg/kg = g/t
Osady wodne: tabl. 33, tab. 4; ppm = mg/kg = g/t
Wody powierzchniowe: tabl. 53, tab. 5; ppb = µg/dm^3

Zawartość miedzi w badanych glebach jest bardzo zróżnicowana (<1–1800 mg/kg; mediana 4 mg/kg). Podobne koncentracje miedzi w glebach użytków rolnych, średnio 6,5 mg/kg, wykazały badania Czarnowskiej i Gworek (1987) oraz Terelaka i in. (1997). Według badań Gworek (1985a, b) całkowita zawartość miedzi w glebach powstałych na glinach zwałowych Polski północnej jest znacznie wyższa i wynosi średnio 28 mg/kg.

Antropogeniczna koncentracja tego pierwiastka w glebach jest największa w dzielnicach Poznania o zwartej zabudowie, a stopień ich zanieczyszczenia rośnie w kierunku centrum. Maksymalną zawartość miedzi (1800 mg/kg) stwierdzono w rejonie ulic Zawady i Nowe Zawady (obszar dawnego wysypiska śmieci), gdzie gleby zawierają również ekstremalnie wysokie stężenia rtęci, srebra, baru, kadmu, manganu, niklu, ołowiu i cynku (przytoczone przy opisie rozmieszczenia srebra). Niższe nagromadzenia miedzi ze źródeł antropogenicznych obserwuje się na obszarach miejskich Lubonia, Swarzędza, Puszczykowa, Mosiny i innych mniejszych miejscowości. W miastach do najbardziej zanieczyszczonych miedzią należą gleby parków (5–27 mg/kg; mediana 18 mg/kg) i trawników (2–45 mg/kg; mediana 10 mg/kg). Zanieczyszczenia gleb miedzią są notowane w wielu miastach. W glebach miejskich Warszawy stwierdzono średnio 17 mg/kg Cu (Lis, 1992), Krakowa – 14 mg/kg (Lis, Pasieczna, 1995b), Wrocławia – 27 mg/kg (Tomassi-Morawiec i in., 1998), Szczecina – 10 mg/kg (Lis, Pasieczna 1998b), Lublany (Šajn i in., 1998) i miast Litwy – 12–15 mg/kg (Radzevičius i in., 2004).

Również w glebach użytkowanych rolniczo na obrzeżach Poznania zawartość miedzi jest podwyższona, średnio wynosi 17 mg/kg (Jakubus, Czekała, 1998).

Koncentracje miedzi nagromadzone w warstwie powierzchniowej gleb przenikają w dół profili glebowych, o czym mogą świadczyć zawartości dochodzące do 97 mg/kg tego pierwiastka w glebach z głębokości 0,4–0,6 m na terenach zielonych Starego Miasta (Pasieczna, 2003).

Intensywne anomalie punktowe miedzi zanotowano w obrębie żwirowisk (wysypisk śmieci?) w dolinie Cybiny (120 mg/kg), w zachodniej części Swarzędza oraz w Starym Puszczykowie (70 mg/kg).

W rolniczo-leśnym otoczeniu miasta zawartość miedzi zazwyczaj nie przekracza 7 mg/kg. Najmniej tego pierwiastka zawierają gleby leśne (<1–46 mg/kg; mediana 2 mg/kg), a nieco więcej – gleby pól uprawnych (1–22 mg/kg; mediana 4 mg/kg). W glebach Wielkopolskiego Parku Narodowego zawartości miedzi należą do najniższych (<3 mg/kg).

W osadach wodnych obserwuje się wysokie stężenia miedzi (>15 mg/kg) w obrębie silnie zurbanizowanych dzielnic Poznania, w Luboniu i w Swarzędzu. Szczególnie wysoką koncentrację tego pierwiastka stwierdzono w południowo-wschodniej części Poznania w osadzie rowu biegnącego wzdłuż ulicy Romana Maya w dzielnicy Mała Starołęka (1621 mg/kg), a także wysokie zawartości arsenu, kobaltu, chromu, ołowiu i cynku (cytowane przy rozkładzie zawartości arsenu w aluwiach). Źródłem tych zanieczyszczeń są prawdopodobnie ścieki Centralnego Laboratorium Akumulatorów i Ogniw przy ulicy Fortecznej.

W tej samej okolicy, w aluwiach Piaśnicy i Pokrzywki (rejon ulicy Bolesława Krzywoustego) stwierdzono miedź w ilości 1083 mg/kg i 258 mg/kg. Próbki tych aluwiów zawierały też odpowiednio 0,33 mg/kg i 0,23 mg/kg rtęci, 35 mg/kg i 62 mg/kg niklu, 247 mg/kg i 186 mg/kg ołowiu, 796 mg/kg i 1384 mg/kg cynku, a aluwium Pokrzywki – dodatkowo 18,9 mg/kg srebra.

Poza granicami Poznania anomalie miedzi (2197 mg/kg) stwierdzono w okolicy Kórnika w aluwium niewielkiego strumienia w zlewni Jeziora Bnińskiego (i 806 mg/kg chromu) oraz w aluwium strumienia (rowu) obok ośrodka doświadczalnego PAN (na północ od Kórnika) – 273 mg/kg miedzi, 981 mg/kg cynku i 2,47 % siarki. Woda z tego rowu zawierała 12,05 mg/dm^3 bromu, 20 µg/dm^3 miedzi i 895,48 mg/dm^3 wodorowęglanów.

Wody powierzchniowe zawierają miedź w ilości <3 µg/dm^3 (90% próbek). Punkty o podwyższonych koncentracjach miedzi (>3 µg/dm^3) są rozmieszczone dość równomiernie na obszarze arkusza, co może wskazywać, że należą one do normalnego tła geochemicznego. Wyraźnie anomalne stężenia tego metalu – 64 µg/dm^3 i 25 µg/dm^3 zanotowano w wodzie strumienia Górczynka (między ulicami Krajewskiego i Korfantego). Wody te zawierały również anomalne ilości cynku, odpowiednio 66 µg/dm^3 i 36 µg/dm^3. Źródłem zanotowanych zanieczyszczeń było wysypisko odpadów usytuowane w dolinie tego strumienia (zlikwidowane w 2003 r.). Do anomalnych zaliczyć należy stężenia miedzi w kilku próbkach wód z okolic Kórnika, w których również notowano anomalne zawartości tego pierwiastka w osadach wodnych. W tych wodach wykryto miedź w ilości 20–32 µg/dm^3 oraz cynk w ilości 20–73 µg/dm^3.

F FLUOR

Wody powierzchniowe: tabl. 54, tab. 6; ppm = mg/dm^3

Tło geochemiczne fluoru mieści się w granicach typowych dla wód powierzchniowych (przeciętnie 0,1 mg/dm^3). Podobne zawartości fluoru (0,09 mg/dm^3) stwierdzano w wodach strumieni drenujących osady czwartorzędowe Niemiec (Fauth i in., 1985). W wodach rzecznych Polski średnia zawartość fluoru określana jest na 0,22 mg/dm^3 (Kabata-Pendias, Pendias, 1999), a z terenu Czech – na 0,21 mg/dm^3 (Vesely, Majer, 1994).

Wyraźnie anomalne stężenia fluoru stwierdzono w Luboniu. W wodzie starorzecza Warty (Kocie Doły) i w niewielkiej sadzawce położonej na południe od Kocich Dołów stwierdzono odpowiednio 3,49 i 2,33 mg/dm^3 fluoru. Zbiorniki te są usytuowane obok składowiska odpadów Poznańskich Zakładów Chemicznych w Luboniu, które w latach 70. i 80. produkowały fluorek glinu. Maksymalną ilość fluoru (11,50 mg/dm^3) stwierdzono w wodzie lewego dopływu Głuszynki we wsi Babki. Woda ta była również wzbogacona w brom (17 mg/dm^3) i wodorowęglany (563,64 mg/dm^3). Powyżej 1 mg/ dm^3 fluoru notowano w okolicach Swarzędza oraz koło wsi Wierzonka i Mielno w północno-wschodniej części badanego obszaru.

Fe ŻELAZO

Gleby: tabl. 13, tab. 3; %
Osady wodne: tabl. 34, tab. 4; %
Wody powierzchniowe: tabl. 55, tab. 5; ppm = mg/dm^3

W glebach terenów wokół Poznania oznaczone ilości żelaza zazwyczaj nie przekraczają 0,62%. Najmniej tego pierwiastka zawierają gleby leśne (0,14–3,16%, mediana 0,37%), więcej – gleby pól uprawnych (0,09–2,39%; mediana 0,46%) oraz gleby łąk (0,15–9,83%, mediana 0,56%).

Podwyższonymi zawartościami (>0,62%) wyróżniają się gleby Poznania, głównie w obszarach o intensywnej zabudowie. Do najbogatszych w żelazo należą gleby trawników przyulicznych (0,32–2,38 %; mediana 0,70%) i parków miejskich (0,51–1,48%; mediana 0,80 %). Dla porównania, w Szczecinie w glebach trawników stwierdzono 0,48% żelaza, a w glebach parków miejskich – 0,58% (Lis, Pasieczna, 1998b).

Intensywne anomalie żelaza w pobliżu miejscowości Szczytniki (9,83%) oraz w dolinie Kanału Mosińskiego (koło Dymaczewa) w glebach torfiastych, zawierających również znaczne ilości baru i wapnia, są prawdopodobnie pochodzenia naturalnego.

W glebach doliny Warty (na południe od ujścia Kanału Mosińskiego) zanotowano bardzo wyraźne anomalie żelaza i chromu.

W obrazie rozmieszczenia żelaza w osadach wodnych wyróżnia się obszar o podwyższonych koncentracjach (>1,18%) rozciągający się od Palędzia na zachodzie, przez Skórzewo, Junikowo i Wildę, po Szczytniki na wschodzie. Mniejsze obszary podwyższonych koncentracji żelaza obserwuje się na zachód od Jeziora Kierskiego oraz między Moraskiem a Podolanami. Maksymalną ilość żelaza (20,94%) stwierdzono w aluwium niewielkiego cieku – lewego dopływu Kanału Olszynka na południowy zachód od Mosiny.

Najniższymi zawartościami żelaza charakteryzują się osady zbiorników wodnych w obszarach leśnych (0,07–6,05%; mediana 0,50%), zaś wyraźnie wyższe ilości zawierają osady wodne z terenów użytkowanych rolniczo (0,10–20,94%; mediana 0,83%).

Do niskich należą koncentracje żelaza w osadach jezior (0,07–1,18%; mediana 0,35%), Kanału Mosińskiego (0,25–1,44%; mediana 0,38%) i Warty (0,21–0,93%; mediana 0,41%). Wyższe stężenia zanotowano w aluwiach małych strumieni (0,08–0,34%; mediana 1,04%) oraz Cybiny (0,24–1,66%; mediana 1,19%).

Wody powierzchniowe zawierają żelazo w dość szerokim przedziale od <0,01 do 31,57 mg/dm^3, ale jego przeciętne stężenia w różnych zbiornikach utrzymują się na zbliżonym poziomie (ok. 0,04 mg/dm^3). Maksymalną ilość żelaza (31,57 mg/dm^3) stwierdzono w wodzie niewielkiego strumienia w pobliżu terenu rolniczego wykorzystania ścieków koło wsi Wiórek. W sadzawce po wschodniej stronie ulicy Dolna Wilda wykryto 28,84 mg/dm^3 żelaza, a w niewielkim cieku w dolinie Warty na południe od Świątnik zanotowano 23,81 mg/dm^3.

HCO_3 WODOROWĘGLANY

Wody powierzchniowe: tabl. 56, tab. 6; ppm = mg/dm^3

Na przeważającym obszarze analizowanego arkusza zawartość wodorowęglanów zawiera się w granicach <0,1–346,5 mg/dm^3. Na tle geochemicznym wyraźnie wyższymi koncentracjami wyróżniają się wody we wschodniej części arkusza między Swarzędzem a Kórnikiem, z maksimum 1056,5 mg/dm^3 w małym cieku koło Robakowa. Najmniej wodorowęglanów stwierdzono w wodach Warty (14,6–215,9 mg/dm^3; mediana 180,6 mg/dm^3), jezior (<0,1–590,5 mg/dm^3; mediana 181,2 mg/dm^3) i stawów rybnych (72,0–477,0 mg/dm^3; mediana 190,3 mg/dm^3).

Hg RTĘĆ

Gleby: tabl. 14, tab. 3; ppm = mg/kg = g/t
Osady wodne: tabl. 35, tab. 4; ppm = mg/kg = g/t

Tło geochemiczne rtęci w glebach arkusza jest niskie – dla 90% badanych próbek mieści się w granicach <0,05–0,06 mg/kg. Prawie identyczne zawartości tła rtęci (<0,05 mg/kg) występują w glebach obszarów niezabudowanych całego kraju (Lis, Pasieczna, 1995a). Podwyższone koncentracje rtęci (>0,06 mg/kg) mają charakter wyraźnych anomalii antropogenicznych i dotyczą terenów w centrum Poznania. Maksymalne stężenie rtęci (712 mg/kg) stwierdzono w rejonie ulic Zawady i Nowe Zawady (obszar dawnego wysypiska śmieci), gdzie gleby zawierały również ekstremalnie wysokie ilości baru, kadmu, srebra, manganu, miedzi, niklu, ołowiu i cynku (cytowane przy charakterystyce zawartości srebra). Warto również odnotować obecność 1,25 mg/kg rtęci i 11 mg/kg kadmu w glebie koło Fortu IV (Karolin) przy ulicy Syreniej. Potencjalnym źródłem zanieczyszczenia tego miejsca kadmem mogą być pobliskie zakłady Centra S.A. przy ulicy Gdyńskiej. Do terenów najbardziej zanieczyszczonych rtęcią w centrum Poznania należą gleby parków (<0,05–0,54 mg/kg; mediana 0,13).

Anomalie rtęci pochodzenia antropogenicznego znane są z innych aglomeracji. Dla porównania, w Warszawie występuje anomalia >2 mg/kg, a w niektórych punktach stwierdzono stężenie rtęci dochodzące do 10,72 mg/kg (Lis, 1992). Anomalie rtęci (>0,11 mg/kg, maksimum 5,82 mg/kg) występują na terenie Łodzi i Zgierza (Lis, Pasieczna, 1998a). W glebach terenów przemysłowych i parków Berlina przeciętna zawartość rtęci wynosi 0,17 mg/kg, a w rolniczym otoczeniu miasta tego miasta – 0,06 mg/kg (Birke, Rauch, 1994).

Dalszych badań i wyjaśnienia źródła wymaga anomalia rtęci koło miejscowości Nowy Dwór (1,45 mg/kg) na wschód od Janikowa. Próbka tej gleby zawierała również 84 mg/kg kadmu, 52 mg/kg niklu oraz 2316 mg/kg ołowiu.

W osadach wodnych rozmieszczenie rtęci jest bardzo podobne do jej rozkładu glebach. Tło geochemiczne mieści się w granicach <0,05–0,14 mg/kg. Zawartość przeciętna rtęci (<0,05 mg/kg) jest niska podobnie jak w osadach wodnych Polski (Lis, Pasieczna, 1995a). W osadach rzek zanieczyszczonych jej koncentracja jest znacznie wyższa. Na przykład w osadach Łaby osiąga 30 mg/kg (Szpadt red., 1994).

Wyższe koncentracje tego pierwiastka występują głównie na obszarze Poznania i Lubonia. Maksymalną ilość rtęci (23,40 mg/kg) zanotowano w aluwium Bogdanki na terenie parku Wodziczki. Źródłem zanieczyszczenia mogły być składowiska odpadów w rejonie ulic Gen. Maczka, Sokolej i Grudzieniec, zlikwidowane w 2003 r. Podobnej genezy jest wyraźnie anomalne stężenie rtęci (1,67 mg/kg) w aluwium strumienia Górczynka przy ulicy Głogowej. W dolinie tego strumienia usytuowane było wysypisko odpadów (zlikwidowane w 2003 r.). Znaczne ilości rtęci stwierdzono również w osadzie stawu Kajka (1,50 mg/kg).

Poza granicami Poznania anomalie rtęci (>0,23 mg/kg) występują w okolicach Owińsk na północy i Kórnika na południu.

Wśród rzek regionu najwyższe zawartości rtęci zanotowano w aluwiach Cybiny (<0,05–0,28 mg/kg; mediana 0,11 mg/kg). Aluwia Warty ubogie w rtęć w górnym biegu zawierają znaczne jej ilości (0,14–0,94 mg/kg) w dole rzeki. Źródłem rtęci jest prawdopodobnie Centralna Oczyszczalnia Ścieków w Koziegłowach.

K POTAS

Wody powierzchniowe: tabl. 57, tab. 5, ppm = mg/dm^3

Przestrzenny obraz zróżnicowania potasu w wodach powierzchniowych jest podobny do rozkładów chloru i sodu. Na tle geochemicznym (<0,1–15,0 mg/dm^3; mediana 7,9 mg/dm^3) wyróżniają się obszary, gdzie źródłem jego podwyższonych koncentracji (>15,0 mg/dm^3) jest spływ powierzchniowy. Przeciętna zawartość potasu jest nieco wyższa niż dla całej Polski (6,5 mg/dm^3) czy nieodległego rejonu Szczecina i okolic – 5 mg/dm^3 (Lis, Pasieczna, 1998b).

Przy zachodnim brzegu arkusza obszar podwyższonych stężeń potasu rozciąga się od Stęszewa przez Palędzie, Komorniki, Przeźmierowo do Rokietnicy (z maksimum w Konarzewie – 180,5 mg/dm^3 potasu oraz 208,3 mg/dm^3 chloru i 102,4 mg/dm^3 sodu). Na wschodzie arkusza wysokie koncentracje potasu obserwuje się między Kórnikiem a Krzesinkami i Szczepankowem.

Najwyższe stężenie potasu w postaci anomalii punktowej zanotowano w wodzie niewielkiego strumienia w pobliżu terenu rolniczego wykorzystania ścieków koło wsi Wiórek (322,0 mg/dm^3). Woda tego cieku zawierała również wysokie ilości chloru, bromu, manganu, sodu, niklu i cynku (przytoczone przy charakterystyce przewodności elektrycznej).

Najniższe zawartości potasu występują w wodach Warty (4,3–6,9 mg/dm^3; mediana 5,2 mg/dm^3) oraz cieków z terenów leśnych (0,05–56,4 mg/dm^3; mediana 5,6 mg/dm^3).

Li LIT

Wody powierzchniowe: tabl. 58, tab. 5; ppb = µg/dm^3

Przeciętna zawartość litu w wodach badanego obszaru wynosi 6 µg/dm^3, a tło geochemiczne waha się w granicach od <2 do 8 µg/dm^3. Obszary o podwyższonych koncentracjach litu (>8 µg/dm^3), których źródłem może być spływ powierzchniowy, występują w okolicy Przeźmierowa, Kiekrza i Rokietnicy w północno-zachodniej części badanego arkusza, między Kórnikiem, Wildą i Tulcami na wschodzie oraz w zlewni Kanału Mosińskiego (na południe od Mosiny).

Maksymalne stężenie litu (112 µg/dm^3) wykryto w wodzie niewielkiej sadzawki między ulicami Bałtycką i Suchą, w pobliżu zakładów Centra S.A. W niewielkim cieku (lewym dopływie Warty) w pobliżu Umultowa (w północnej części Poznania) zanotowano 33 µg/dm^3 litu, zaś w aluwium w tym miejscu stwierdzono zawartość 21 mg/kg kadmu. Źródłem zanieczyszczenia wód i osadów wodnych może być nieczynne wysypisko śmieci usytuowane w pobliżu w wyrobiskach żwirowni.

Mg MAGNEZ

Gleby: tabl. 15, tab. 3; %
Osady wodne: tabl. 36, tab. 4; %
Wody powierzchniowe: tabl. 59, tab. 5; ppm= mg/dm^3

Zawartość magnezu w glebach jest niska, dla 90% badanych próbek zawiera się w granicach od <0,01 do 0,15% (mediana 0,06%). Podwyższonymi koncentracjami wyróżniają się grunty centrum Poznania o zwartej zabudowie (0,05–0,40%; mediana 0,13%) oraz gleby terenów przemysłowych miasta (0,03–0,22%; mediana 0,15%). Podwyższone zawartości magnezu w glebach miejskich występują również w dzielnicach centralnych innych aglomeracji kraju. W glebach miejskich Szczecina zawartość przeciętna magnezu wynosi 0,07% (Lis, Pasieczna 1998b), Łodzi – 0,05% (Lis, Pasieczna 1998a), a Wrocławia – 0,09% (Tomassi-Morawiec i in., 1998). Sposób przestrzennego rozkładu podwyższonych stężeń magnezu we wszystkich aglomeracjach wskazuje na ich antropogeniczne źródła (z opadów pyłów).

Niskie zawartości magnezu stwierdzono w glebach leśnych (<0,01–0,24%; mediana 0,04%), a nieznacznie wyższe – w glebach pól uprawnych (<0,01–0,34%; mediana 0,07%) oraz łąk (0,01–0,21%; mediana 0,06%).

Tło geochemiczne magnezu w osadach wodnych zawiera się w granicach 0,01–0,20%. Podwyższonymi koncentracjami tego pierwiastka (>0,20%) wyróżnia się obszar między Konarzewem, Skórzewem, Przeźmierowem i Rokietnicą na zachodzie arkusza oraz od Starołęki (w Poznaniu) po Kórnik na południowym wschodzie. Podwyższone ilości magnezu występują w obszarach wzbogacenia osadów w wapń. Źródłem tych pierwiastków może być ich migracja w spływach powierzchniowych z terenów rolniczych poddawanych wapnowaniu.

Najmniej magnezu zawierają osady wodne z obszarów leśnych (0,01–1,29%; mediana 0,07%), a dwukrotnie większe jego ilości notowano w aluwiach cieków z terenów pól uprawnych (0,01–0,68%; mediana 0,17%).

Najniższymi stężeniami magnezu charakteryzują się aluwia Warty (0,01–0,16%; mediana 0,04%), Kanału Mosińskiego (0,03–0,09%; mediana 0,04%) i osady jezior (0,01–0,64%; mediana 0,07%). Najwyższe koncentracje tego pierwiastka zanotowano w osadach stawów rybnych (0,05–1,29%, mediana 0,28%).

Rozkład magnezu w wodach powierzchniowych wykazuje znaczne podobieństwo do jego rozmieszczenia w osadach wodnych. Przeciętne koncentracje magnezu wynoszą około 20 mg/dm^3. Podobnie niskie jego zawartości (9,7–29,5 mg/dm^3) stwierdzano w wodach powierzchniowych Łotwy drenujących osady czwartorzędowe (Klavis i in., 1996). Podwyższone koncentracje magnezu występują w wodach z obszarów rolniczych (0,9–69,1 mg/dm^3; mediana 20,7 mg/dm3), a niskie – w wodach z terenów leśnych (0,4–34,1 mg/dm^3; mediana 14,4 mg/dm^3).

Najuboższe w magnez są wody Warty (8,0–10,1 mg/dm^3; mediana 8,8 mg/dm^3), a najsilniejszą anomalię (>32,7 mg/dm^3) zanotowano w Średzkiej Strudze (lewym dopływie Kopli) i jej zlewni koło Szczodrzykowa.

Mn MANGAN

Gleby: tabl. 16, tab. 3; ppm = mg/kg = g/t
Osady wodne: tabl. 37, tab. 4; ppm = mg/kg = g/t
Wody powierzchniowe: tabl. 60, tab. 5; ppb = µg/dm^3

Na zróżnicowanym tle manganu w glebach (<5–271 mg/kg) można wyróżnić szereg punktowych anomalii (>530 mg/kg), które w większości przypadków są związane z występowaniem gleb torfiastych i torfów (dolina Warty, Głuszynki i innych rzek). Na przeciętną zawartość manganu (około 200 mg/kg) nie ma wpływu ani sposób użytkowania, ani stopień zurbanizowania. Do podobnych wniosków prowadzą wyniki badań zawartości manganu na terenie innych miast, gdzie wykazano, że jego koncentracja w glebach zależy głównie od zawartości w ich skałach macierzystych (Czarnowska i in., 1983, 1992; Czarnowska, Walczak, 1988; Lis, Pasieczna 1998a, b; Lenartowicz, 2001).

Zawartościami manganu niższymi niż przeciętne wyróżniają się gleby lasów (<10–1883 mg/kg; mediana 135 mg/kg). Maksymalną jego ilość (12 820 mg/kg) stwierdzono w glebie antropogenicznej na dawnym wysypisku odpadów w Zawadach.

Mangan w osadach wodnych i wodach powierzchniowych wykazuje znaczne podobieństwo regionalnych rozkładów. Źródłem manganu są prawdopodobnie gliny zwałowe, a jego zróżnicowanie, obok zasobności tego pierwiastka w wietrzejących skałach podłoża, jest uzależnione od warunków fizykochemicznych środowiska.

Na przeważającym obszarze arkusza zawartość manganu w osadach wodnych zmienia się od 5 do 440 mg/kg. Zawartość przeciętna manganu, 203 mg/kg, jest zbliżona do ilości przeciętnej w osadach wodnych Polski – 255 mg/kg (Lis, Pasieczna, 1995a). Obszary o wyższych (>440 mg/kg) i anomalnych stężeniach, przekraczających 1439 mg/kg, występują na północ od Stęszewa, między Komornikami i Palędziem, a także między Batorowem i Kobylnikami na zachodzie arkusza oraz w zbiornikach północnych i wschodnich dzielnic Poznania.

Najniższe koncentracje manganu zanotowano w osadach wodnych jezior (mediana 54 mg/dm^3). Osady mniejszych zbiorników wód stojących zawierają przeciętnie 105 mg/kg, a stawów rybnych – 169 mg/kg Mn. Do wzbogaconych w ten pierwiastek należą aluwia Wirenki (461 mg/dm^3) i Cybiny (373 mg/kg).

Regionalne tło geochemiczne manganu w wodach powierzchniowych zmienia się od <1 do 223 µg/dm^3 (mediana 79 µg/dm^3). Na silnie zróżnicowanym tle licznymi anomaliami (z maksimami przekraczającymi 1430 µg/dm^3) wyróżniają się obszary przylegające do północnej i południowej granicy Poznania, rejon położony na południe od Dąbrowy oraz na wschód od Robakowa.

Najmniej manganu zanotowano w wodach jezior (mediana 15 µg/dm^3) i stawów rybnych (mediana 24 µg/dm^3) oraz Warty (mediana 19 µg/dm^3). Wody innych zbiorników zawierają mangan w ilościach zróżnicowanych – od 52 µg/dm^3 dla Wirenki do 314 µg/dm^3 dla Kanału Mosińskiego.

Na SÓD

Wody powierzchniowe: tabl. 61, tab. 5; ppm = mg/dm^3

Przeciętna zawartość sodu na terenie arkusza (26,6 mg/dm^3) jest nieco wyższa niż w wodach całego kraju (16 mg/dm^3) (Lis, Pasieczna, 1995a) i w mało zanieczyszczonych wodach rzecznych z terenu Czech (25,2 mg/kg), analizowanych przez Veselego i Majera (1994).

Zwarty obszar podwyższonych koncentracji sodu (>39,1 mg/dm^3) występuje na południowym wschodzie regionu (Kórnik, Robakowo, Tulce), gdzie maksymalne stężenia zanotowano w małym cieku na północ od Kórnika (315,0 mg/dm^3) i w rowie bezodpływowym koło Robakowa (249,6 mg/dm^3). Źródłem anomalnych koncentracji sodu mogą być nielegalne zrzuty ścieków.

Podwyższonymi zawartościami sodu charakteryzują się też wody zbiorników w obrębie Poznania (na wschód od Warty) i przy jego południowej granicy z Luboniem oraz w rejonie Swarzędza, w okolicy Przeźmierowa, Sadów i Rokietnicy.

Najwyższą koncentrację sodu (409,9 mg/dm^3) w postaci anomalii punktowej zanotowano w wodzie niewielkiego strumienia w pobliżu terenu rolniczego wykorzystania ścieków koło wsi Wiórek. Woda tego cieku zawierała również wysokie ilości bromu, chloru, potasu, manganu, sodu, niklu i cynku (przytoczone przy charakterystyce przewodności elektrycznej).

Wysoką zawartość sodu stwierdzono w wodzie niewielkiej sadzawki u podnóża komunalnego wysypiska śmieci w Suchym Lesie (392,9 mg/dm^3), gdzie występuje również wysoka koncentracja chloru (728,0 mg/dm^3). Wzbogacone w sód są też wody niewielkiego cieku (lewego dopływu Warty) koło Umultowa (w północnej części Poznania) w pobliżu nieczynnego wysypiska odpadów.

Wyniki monitoringu z 2002 roku (Raport..., 2003a) wykazują wzrost ilości sodu w wodach Cybiny (średnia roczna 128,4 mg/l), w której w trakcie opróbowania do *Atlasu* stwierdzono sód w ilości przeciętnej 26,9 mg/kg.

Najniższe ilości sodu (0,25–264,8 mg/dm^3; mediana 19,59 mg/dm^3) są charakterystyczne dla wód cieków i zbiorników w terenach leśnych.

Ni NIKIEL

Gleby: tabl. 17, tab. 3; ppm = mg/kg = g/t
Osady wodne: tabl. 38, tab. 4; ppm = mg/kg = g/t
Wody powierzchniowe: tab. 5; ppb = µg/dm^3

Zawartość niklu w glebach badanego terenu jest niska – przeciętnie poniżej 2 mg/kg, a jego zmienność dla 95% badanych gleb mieści się w granicach <2–10 mg/kg. Stwierdzona ilość niklu jest znacznie niższa od średniej dla użytkowanych rolniczo gleb Polski – 6 mg/kg (Kabata-Pendias, Pendias, 1999).

Wyraźnie wzbogacone w nikiel są gleby dzielnic Poznania o zwartej zabudowie, a stopień ich zanieczyszczenia rośnie w kierunku centrum. Maksymalną zawartość niklu (485 mg/kg) stwierdzono w rejonie ulic Zawady i Nowe Zawady. Gleby obszarów o zwartej zabudowie oraz parków i trawników miejskich zawierają przeciętnie 7–8 mg/kg niklu, gleby lasów – 2 mg/kg, a gleby pól – 4 mg/kg. Identyczną zawartość średnią dla gleb pól uprawnych stwierdzono w badaniach Czekały i Jakubus (1997).

Poza Poznaniem podwyższone koncentracje niklu w glebach obserwuje się na terenie niektórych miejscowości (Luboń, Swarzędz, Kórnik, Szreniawa, Komorniki, Skórzewo, Rokietnica i in.), co może wskazywać, że źródłem tego metalu są pyły niskich emisji ze spalania węgla kamiennego.

Tło geochemiczne niklu w osadach wodnych arkusza zawiera się w granicach <2–9 mg/kg. Jego podwyższone koncentracje (>9 mg/kg) występują w obrębie uprzemysłowionych i gęsto zabudowanych części miasta. Maksymalną zawartość niklu (488 mg/kg) zanotowano w osadzie niewielkiej sadzawki przy ulicy Sucholeskiej w Suchym Lesie. Do wysokich należy zaliczyć koncentracje niklu w aluwiach Piaśnicy i Pokrzywki (w rejonie ul. Krzywoustego) – odpowiednio 33 mg/kg i 62 mg/kg, wzbogaconych również w miedź, rtęć, ołów i cynk.

Najmniej niklu stwierdzono w osadach jezior (mediana 3 mg/kg), w aluwiach Kanału Mosińskiego (mediana <2 mg/kg) i Warty (mediana 3 mg/kg).

Ze względu na zbyt wysoką granicę oznaczalności niklu w wodach (5 $\mu g/dm^3$) nie jest możliwe określenie jego tła geochemicznego. W wodach czystych rzek zawartość tego pierwiastka wynosi około 1 $\mu g/dm^3$ (Kabata-Pendias, Pendias, 1999), choć w wielu rzekach zachodniej Europy dochodzi nawet do koncentracji 75 $\mu g/dm^3$.

W pojedynczych próbkach na obszarze badań stwierdzano zawartości >5 $\mu g/dm^3$ niklu. Wyraźnie anomalne zanieczyszczenia antropogeniczne występują w wodzie niewielkiej sadzawki obok komunalnego wysypiska odpadów w Suchym Lesie (27 $\mu g/dm^3$) oraz w wodzie niewielkiego cieku (lewego dopływu Warty) koło Umultowa w północnej części Poznania, w pobliżu nieczynnego wysypiska odpadów (20 $\mu g/dm^3$).

NO_2 AZOTYNY

Wody powierzchniowe: tabl. 62, tab. 6; ppm = mg/dm^3

Przeciętne zawartości azotynów w badanych wodach powierzchniowych są stosunkowo wysokie – 75% próbek wykazało obecność NO_2 w ilościach od <0,01 do 0,14 mg/dm^3. Na tym tle obserwuje się obszary o podwyższonej zawartości tego jonu (>0,14 mg/dm^3) z anomaliami (>1,41 mg/dm^3), najczęściej o charakterze punktowym.

Największy obszar o podwyższonej koncentracji azotynów w wodach występuje na wschodzie arkusza między Szczodrzykowem i Wierzenicą a doliną Warty. W tym obszarze zawartości azotynów 1,42–6,39 mg/dm^3 zanotowano w niewielkich ciekach koło stacji kolejowej Poznań-Franowo, 2,58 mg/dm^3 – w strumieniu Spławka, 2,13 mg/dm^3 – w strumieniu Łążynka, 2,10 mg/dm^3 – w potoku Starynka obok Fortu 1. W rejonie między Garbami a Swarzędzem koncentracja azotynów osiąga 3,59 mg/dm^3 w wodach cieku w Garbach Wielkich i 2,90 mg/dm^3 w Żelasewie. Znaczne ilości azotynów niosą również wody rzeki Kopli, szczególnie w jej górnym biegu (do 1,97 mg/dm^3).

Obszary podwyższonych ilości NO_2 w wodach występują w okolicach Lubonia (do 1,68 mg/dm^3), między Komornikami a Konarzewem (do 0,94 mg/dm^3), w okolicy Sadów (do 1,54 mg/dm^3) oraz Rokietnicy (do 3,30 mg/dm^3). Te wysokie, często ponadnormatywne, stężenia NO_2 mogą być związane ze zrzutami ścieków.

Najwyższe przeciętne koncentracje azotynów wykazują wody Głuszynki (mediana 0,36 mg/dm^3) i Głównej (mediana 0,27 mg/dm^3). Niskie przeciętne zawartości azotynów zanotowano w wodach jezior (mediana 0,02 mg/dm^3), sadzawek (mediana <0,01 mg/dm^3), małych strumieni bez nazwy i stawów rybnych (mediana 0,06 mg/dm^3) oraz Warty (mediana 0,06 mg/dm^3).

NO_3 AZOTANY

Wody powierzchniowe: tabl. 63, tab. 6; ppm = mg/dm^3

Przestrzenny rozkład zawartości azotanów w badanych wodach jest generalnie podobny do rozmieszczenia azotynów. Ich tło geochemiczne zawiera się w zakresie od <0,01 do 13,10 mg/dm^3 (75% próbek). Dla porównania warto zacytować dane z innych państw. W obszarach użytkowanych rolniczo w południowej Finlandii ilości azotanów w wodach powierzchniowych wahają się od 0,1 do 0,3 mg/dm^3 (Lahermo i in., 1996). W wodach rzecznych Łotwy stwierdzano 0,23–1,20 mg/dm^3 azotanów (Klavins i in., 1996), a wodach rzek i strumieni Czech średnie zawartości tego jonu wynoszą odpowiednio 13,0 i 11,1 mg/dm^3 (Vesely, Majer, 1994).

Na stosunkowo wysokim tle geochemicznym wyróżnia się kilka obszarów z podwyższonymi zawartościami tego składnika w wodach. Na wschodzie arkusza jest to rejon między Tulcami, Swarzędzem, Szczytnikami i Franowem (do 79,76 mg/dm^3) oraz między Janikowem a Wierzonką w zlewni rzeki Głównej (do 95,41 mg/dm^3). Podwyższone koncentracje azotanów występują też w okolicy Lubonia (do 98,33 mg/dm^3) oraz na zachodzie – od Komornik do Przeźmierowa (do 121,93 mg/dm^3) i od Baranowa poprzez Rokietnicę do Złotnik (do 109,22 mg/dm^3).

Szczególnie wysokie koncentracje azotanów (75,10–827 mg/dm^3) stwierdzono w ciekach w okolicy Stęszewa (w zlewni Samicy Stęszewskiej) w obrębie Wielkopolskiego Parku Narodowego. Źródłem zanieczyszczeń są prawdopodobnie bezpośrednie zrzuty ścieków (gnojowicy). Zlewnia Samicy Stęszewskiej ma charakter typowo rolniczy. Grunty orne stanowią 70–80% powierzchni (Raport..., 2003b). Oprócz indywidualnych gospodarstw rolnych o powierzchni do 5 ha, w obrębie zlewni zlokalizowane jest przedsiębiorstwo Animex Wielkopolska, którego grunty położone są w okolicach wsi Więckowice i Trzcielin (poza zachodnią granicą arkusza) oraz Konarzewo. Zakład prowadzi ściółkową hodowlę trzody chlewnej, wytwarzającą 36 Mg/dobę obornika i 18 Mg/dobę gnojowicy. Wysokie zawartości azotanów (do 96,57 mg/dm^3) w wodach górnego biegu Samicy Stęszewskiej (poza zachodnią granicą arkusza) potwierdzają badania wykonane w 2003 r. (Raport..., 2003b). Powtórne opróbowanie wód dokonane w lutym 2005 r. w punktach anomalnych potwierdziło wysokie, choć niższe niż w opróbowaniu właściwym, zawartości azotanów (81,5–217 mg/dm^3). Zwraca uwagę fakt, że próbki z anomalnymi zawartościami azotanów zawierały bardzo niskie zawartości azotynów (<0,05 mg/dm^3). Koncentracja azotanów przy braku lub niewielkiej zawartości azotynów może wskazywać na odległe w czasie zanieczyszczenie wód (Macioszczyk, 1987).

Spływ powierzchniowy z pól uprawnych, jako źródło zanieczyszczenia wód rejonu Stęszewa azotanami, jest raczej wykluczony. Przemawiają za tym niewysokie ilości azotanów w wodach jezior położonych w sąsiedztwie (najczęściej <3 mg/dm^3, z maksimum 15,08 mg/dm^3 w wodzie z jeziora Rosnówek w Rosnówku).

Z większych rzek najwyższe przeciętne koncentracje azotanów wykazują wody Głównej (mediana 13,25 mg/dm^3) i Kopli (mediana 27,61 mg/dm^3), zaś niskie ich ilości zanotowano w wodach jezior (mediana 0,25 mg/dm^3), sadzawek (mediana <0,11 mg/dm^3), małych strumieni bez nazwy (mediana 7,65 mg/dm^3) i stawów rybnych (mediana 1,25 mg/dm^3) oraz Cybiny (mediana 1,98 mg/dm^3).

P FOSFOR

Gleby: tabl. 18, tab. 3; %
Osady wodne: tabl. 39, tab. 4; %
Wody powierzchniowe: tabl. 64, tab. 5; ppm = mg/dm^3

Tło geochemiczne fosforu w glebach mieści się w granicach 0,009–0,099% (mediana 0,039%). Zawartość przeciętna jest zbliżona do ilości tego pierwiastka w glebach innych regionów Polski zachodniej – 0,032% w okolicy Szczecina (Lis, Pasieczna, 1998b) i 0,044% w rejonie Wrocławia (Tomassi-Morawiec i in., 1998).

Najniższe ilości fosforu stwierdzono w glebach leśnych (0,009–0,141%; mediana 0,026%), nieco wyższe – w glebach pól uprawnych (mediana 0,044%) i glebach miejskich (mediana 0,041%).

Na zróżnicowanym tle fosforu w glebach można wyróżnić szereg punktowych anomalii (>0,099%). Część z nich związana jest z występowaniem gleb torfiastych i torfów, jak anomalia położona na południe od Dymaczewa lub między Szczytnikami a Tulcami. Antropogeniczne pochodzenie może mieć punktowa anomalia w północnej części Poznania (zakłady ogrodnicze w Naramowicach) oraz koło Rogalina i Sasinowa, gdzie źródłem fosforu są przypuszczalnie oczyszczalnie ścieków.

Tło geochemiczne fosforu w osadach wodnych zawiera się w granicach od 0,006 do 0,338% (mediana 0,054%). Koncentracjami niższymi niż przeciętne wyróżniają się osady wodne z obszarów leśnych (<0,007–0,379%; mediana 0,041%), a wyższymi – z obszarów pól uprawnych (<0,006–0,919%; mediana 0,063%).

W rozmieszczeniu fosforu podwyższonymi zawartościami (>0,099%; maksimum 0,820%) wyróżniają się obszary między Konarzewem, Komornikami, Skórzewem i Ławicą oraz między Przeźmierowem i Sadami na zachodzie arkusza. Na południowym wschodzie rejonem o podwyższonych koncentracjach fosforu jest teren między Robakowem, Szczytnikami i Starołęką (w Poznaniu). Źródłem fosforu może być spływ powierzchniowy z terenów użytkowanych rolniczo nawożonych nawozami fosforowymi. Maksymalne stężenie fosforu (1,272%) stwierdzono w aluwium strumienia (lewego dopływu Kopli) w pobliżu miejscowości Szczytniki.

Wśród aluwiów poszczególnych rzek najwyższymi stężeniami fosforu wyróżniają się osady Głuszynki (0,104%) i Cybiny (0,082%), zaś najniższymi – osady Kanału Mosińskiego (0,033%) i Warty (0,047%).

Rozkład stężeń fosforu w wodach powierzchniowych jest zbliżony do jego rozkładu w osadach wodnych, a jego zawartości na obszarze arkusza zmieniają się od <0,05 do 42,50 mg/dm^3 (mediana 0,10 mg/dm^3). Wody o podwyższonych koncentracjach fosforu (>0,29 mg/dm^3; z maksimum 2,85 mg/dm^3) występują w zachodniej części arkusza – od Stęszewa poprzez Konarzewo i Komorniki do Skórzewa oraz od Przeźmierowa poprzez Kiekrz po Rokietnicę (z maksimum 11,96 mg/dm^3). Na południowym wschodzie zwarty obszar podwyższonych i anomalnych zawartości fosforu rozciąga się od dzielnicy Starołęka w Poznaniu i miejscowości Czapury nad Wartą do Kórnika i Swarzędza. Największą intensywnością anomalii fosforu wyróżniają się wody cieków w zlewni Głuszynki i Kopli (między Kórnikiem a Kruszewnią). W tym obszarze maksymalne zawartości 24,32 mg/dm^3 fosforu i 249,6 mg/dm^3 sodu zanotowano w rowie bezodpływowym koło miejscowości Robakowo oraz w niewielkim strumieniu obok ośrodka doświadczalnego PAN (na północ od Kórnika), gdzie zawartość fosforu wynosiła 16,76 mg/dm^3, bromu – 12,05 mg/dm^3, a wodorowęglanów – 895,50 mg/dm^3.

W okolicy wsi Wiórek w wodzie cieku przepływającego przez teren rolniczego wykorzystania ścieków zanotowano maksymalne stężenie fosforu – 42,50 dm^3. W wodzie z lewego dopływu Głuszynki (we wsi Babki) koncentracja fosforu wynosiła 10,92 mg/dm^3, bromu – 30,7 mg/dm^3, fluoru – 11,5 mg/dm^3 i wodorowęglanów – 563,6 mg/dm^3.

Pb OŁÓW

Gleby: tabl. 19, tab. 3; ppm = mg/kg = g/t
Osady wodne: tabl. 40, tab. 4; ppm = mg/kg = g/t
Wody powierzchniowe: tab. 5; ppm = $\mu g/dm^3$

Tło geochemiczne ołowiu w glebach jest mało zróżnicowane, zawiera się w granicach od <5 do 16 mg/kg (mediana 11 mg/kg). W glebach lasów przeciętna zawartość ołowiu wynosi 12 mg/kg, w glebach pól uprawnych i łąk – 11 mg/kg. Są to ilości zbliżone do średniej zawartości w glebach terenów niezabudowanych Niżu Polskiego, wynoszącej 10 mg/kg (Pasieczna, 2003). Nieco wyższą zawartość naturalną ołowiu (14 mg/kg) dla gleb terenów rolniczych Polski podają Terelak i in.(1995) oraz Kabata-Pendias i Pendias (1999).

Podwyższone, a niekiedy bardzo wysokie, koncentracje tego pierwiastka (>48 mg/kg) występują na terenie Poznania. Maksymalna zawartość, 38 890 mg/kg, występuje w glebach z rejonu ulic Zawady i Nowe Zawady (obszar dawnego wysypiska śmieci). Zanieczyszczone ołowiem są gleby parków miejskich (mediana 33 mg/kg) oraz trawników przyulicznych i terenów przemysłowych (18 mg/kg). Na terenie Swarzędza, Lubonia i Puszczykowa gleby również są wzbogacone w ołów (>16 mg/kg).

Stwierdzone zawartości przeciętne są wyższe w stosunku do wyników badań z roku 1996 (Błachowiak i in., 1996), w których ilość ołowiu w glebach terenów zielonych (6–25 cm) określono na 48 mg/kg, a w glebach użytkowanych rolniczo na obrzeżach miasta – na 32 mg/kg (Jakubus, Czekała, 1998).

Wyjaśnienia wymaga intensywna anomalia punktowa (2316 mg/kg) koło miejscowości Nowy Dwór (na wschód od Janikowa), gdzie gleby zawierają również kadm (84 mg/kg), rtęć (1,45 mg/kg) i nikiel (52 mg/kg). Punktowe anomalie ołowiu w glebach zanotowano również w Palędziu obok toru kolejowego (125 mg/kg) oraz koło miejscowości Świątniki w gminie Mosina (111 mg/kg).

Przeważająca ilość próbek osadów wodnych w otoczeniu Poznania zawiera ołów w granicach <5–24 mg/kg. Zawartość przeciętna, 13 mg/kg, jest zbliżona do wartości średniej dla osadów wodnych Polski – 15 mg/kg (Lis, Pasieczna, 1995a) oraz identycznej ilości zanotowanej w wyniku monitoringu osadów na terenie RZGW Poznań w latach 1991–2002 (Bojakowska, Gliwicz, 2003).

W zbiornikach i ciekach z terenu miasta zawartość ołowiu zazwyczaj przekracza 24 mg/kg, a we wschodnich dzielnicach – 49 mg/kg. Zawartość maksymalną (2004 mg/kg) zanotowano w osadzie rowu biegnącego wzdłuż ulicy Romana Maya (w dzielnicy Mała Starołęka), wzbogaconym również w arsen (30 mg/kg), kobalt (164 mg/kg), chrom (86 mg/kg), miedź (1621 mg/kg) i cynk (887 mg/kg). Źródłem metali jest prawdopodobnie Centralne Laboratorium Akumulatorów i Ogniw przy ulicy Fortecznej. Również gleby z tego rejonu (ul. Pstrowskiego) są wzbogacone w ołów – do 396 mg/kg.

Anomalie punktowe (213 mg/kg) występują w północnej części starorzecza Warty – Kocie Doły, obok składowiska odpadów Poznańskich Zakładów Chemicznych w Luboniu oraz w aluwium niewielkiego strumienia między Sypniewem a Piotrowem (162 mg/kg).

Do najmniej zanieczyszczonych ołowiem należą osady Kanału Mosińskiego (<5 mg/kg) oraz Kopli (5 mg/kg) i Warty (7 mg/kg). Najwyższe koncentracje ołowiu występują w osadach Cybiny (26 mg/kg) i Głównej (20 mg/kg).

Ze względu na zbyt wysoką granicę oznaczalności ołowiu w wodach (10 g/dm^3) nie było możliwe określenie jego tła geochemicznego.

S SIARKA, SO_4 SIARCZANY

Gleby: tabl. 20, tab. 3; %
Osady wodne: tabl. 41, tab. 5; %
Wody powierzchniowe: tabl. 66, tab. 6; ppm = mg/dm^3

Tło geochemiczne siarki w glebach zmienia się od <0,005 do 0,019% (mediana 0,013%). Wartość mediany jest niższa w stosunku do median całego kraju – odpowiednio 0,025% i 0,035% – dla gleb lekkich i ciężkich, wyznaczonych w wyniku monitoringu (Motowicka-Terelak, Terelak, 1998). Zawartość maksymalną siarki (0,273%) zanotowano w rejonie między Dąbrową a Batorowem na zachodzie arkusza.

Podwyższone koncentracje siarki (>0,019%) występują na terenie Poznania (dochodząc do 0,127%) oraz w postaci anomalii punktowych w otoczeniu miasta. Źródłem siarki są głównie emisje SO_2 ze spalania węgla i innych paliw. Bilans emisji dwutlenku siarki w Polsce (Ochrona..., 2002) wskazuje, że 70,8% tego gazu dostaje się do atmosfery ze źródeł energetycznych.

W glebach napływowych doliny Warty (powyżej ujścia Kanału Mosińskiego) zawartość tego pierwiastka osiąga 0,129 mg/kg, a na południe od Dymaczewa w glebach torfowych w dolinie Kanału Mosińskiego zaznacza się anomalia (>0,42%) z maksimum 0,138%. Z występowaniem gleb torfiastych i torfów związanych jest kilka innych anomalii lokalnych – w dolinie Kopli koło miejscowości Szczytniki (0,257%), w dolinie Michałówki koło miejscowości Żerniki (0,153%), na zachód od Jeziora Skrzyneckiego Dużego (do 0,105%) oraz w okolicy Złotkowa (0,107%).

Zawartość siarki w osadach wodnych jest bardzo zróżnicowana, od <0,005 do 4,992% (mediana 0,096%). Na znacznym obszarze arkusza jej ilość w analizowanych próbkach nie przekracza 0,254%. W osadach niektórych cieków i zbiorników wodnych siarka osiąga koncentracje ponadprzeciętne (>0,254%), a niekiedy anomalne (>0,964%). Maksymalną jej ilość (4,992%) zanotowano w osadzie sadzawki przy ulicy Majakowskiego (przy południowym krańcu Jeziora Maltańskiego). Intensywne, anomalne stężenia siarki stwierdzono w osadzie stawu rybnego koło Wierzenicy w gminie Swarzędz (3,32%), sadzawki i niewielkiego jeziora w okolicy Moraska (odpowiednio 3,31% i 2,19%) oraz sadzawki przy ulicy Droga Dębińska w Poznaniu (2,20%).

W aluwiach Głuszynki koło wsi Borówiec zawartości siarki wynoszą 2,72 i 1,99%, zaś w rowie bezodpływowym w okolicach ośrodka PAN koło Kórnika jej ilość przekracza 2%. Te koncentracje związane są prawdopodobnie z lokalnymi nagromadzeniami substancji organicznej w osadach.

Najniższe zawartości siarki wykazują aluwia Warty (0,007–0,102%; mediana 0,033%) i Kanału Mosińskiego (0,015–0,184%; mediana 0,039%). Aluwia pozostałych rzek zawierają siarkę w przeciętnych ilościach od 0,063% (Główna) do 0,158% (Cybina i Głuszynka). Wysokie stężenia tego piewiastka w osadach stawów rybnych (0,007–3,317%; mediana 0,176%) mogą być wywołane gniciem wysokobiałkowej karmy nie zjedzonej przez ryby.

Tło geochemiczne siarczanów w wodach powierzchniowych zawiera się w granicach <1–165 mg/kg (mediana 116 mg/dm^3), a na nim wyróżniają się anomalie o charakterze punktowym i obszarowym, z maksimami przekraczającymi 337 mg/dm^3. Anomalie te zanotowano w okolicach Lubonia (do 387 mg/dm^3), między Konarzewem a Dąbrową (do 1450 mg/dm^3), w okolicy Kiekrza (do 365 mg/dm^3), między Wildą, Swarzędzem i Szczodrzykowem (do 554 mg/dm^3) oraz na południe od Mosiny (do 855 mg/dm^3). Intensywną, punktową anomalię siarczanów (1088 mg/dm^3) stwierdzono też w wodzie niewielkiej sadzawki w okolicy Moraska, której osady zawierają 3,31% siarki.

SiO_2 KRZEMIONKA

Wody powierzchniowe: tabl. 65, tab. 5; ppm = mg/dm^3

Przeciętne zawartości krzemionki w badanych wodach są typowe dla wód kwaśnych i obojętnych – 97% próbek zawierało od <0,1 do 26,2 mg/dm^3 (mediana 10,6 mg/dm^3). Obszary występowania wód o wyższych koncentracjach krzemionki (>18,0 mg/dm^3) rozmieszczone są w sposób przypadkowy na terenie arkusza. Wyraźne anomalie o charakterze obszarowym zanotowano między Batorowem a Rokietnicą (do 40,9 mg/dm^3) oraz koło Robakowa (do 42,6 mg/dm^3). Ilości krzemionki wyższe od przeciętnych występują w małych strumieniach z nazwą (mediana 11,8 mg/dm^3) i małych strumieniach bez nazwy (mediana 12,4 mg/dm^3). Stężeniami krzemionki znacznie niższymi od przeciętnych charakteryzują się zbiorniki wód stojących: jezior (mediana 2,1 mg/dm^3), sadzawek (mediana 3,9 mg/dm^3) i stawów rybnych (mediana 2,1 mg/dm^3).

Sr STRONT

Gleby: tabl. 21, tab. 3; ppm = mg/kg = g/t
Osady wodne: tabl. 42, tab. 4; ppm = mg/kg = g/t
Wody powierzchniowe: tabl. 67, tab. 5; ppb = µg/dm^3

Rozmieszczenie strontu w glebach arkusza jest bardzo podobne do rozkładu baru, wapnia, żelaza, magnezu i siarki. Gleby rolniczo-leśnego otoczenia Poznania zawierają najczęściej stront w zakresie 1–14 mg/kg (mediana 7 mg/kg), w dzielnicach peryferyjnych miasta – w ilościach podwyższonych (>14 mg/kg), a w dzielnicach centralnych – >45 mg/kg. Fakt ten potwierdzają dane statystyczne. W glebach trawników przyulicznych i parków miejskich zawartości strontu są najwyższe – odpowiednio 4–269 mg/kg (mediana 21 mg/kg) i 14–46 mg/kg (mediana 20 mg/kg). Na terenach mniejszych miejscowości (Luboń, Puszczykowo, Mosina, Kórnik, Szreniawa, Komorniki, Swarzędz, Owińska, Rokietnica) również występują podwyższone koncentracje strontu (>14 mg/kg). Źródłem tych wzbogaceń są prawdopodobnie pyły niskich emisji ze spalania węgla kamiennego.

Najniższymi zawartościami strontu charakteryzują się gleby leśne (<1–275 mg/kg; mediana 3 mg/kg), a wyższymi – gleby pól uprawnych (2–417 mg/kg; mediana 8 mg/kg) oraz łąk (2–222 mg/kg; mediana 10 mg/kg).

Intensywne anomalie strontu w glebach torfiastych (wzbogaconych również w bar, wapń i żelazo) koło miejscowości Szczytniki (200 mg/kg), między Krzesinkami i Tulcami (417 mg/kg) oraz w dolinie Kanału Mosińskiego koło Dymaczewa (do 275 mg/kg) są prawdopodobnie pochodzenia naturalnego.

Rozkład zawartości strontu w osadach wodnych jest zdecydowanie odmienny od jego przestrzennego rozmieszczenia w glebach. Tło geochemiczne waha się od 2 do 42 mg/kg (mediana 23 mg/kg). Nieco niższą zawartość przeciętną strontu – 17 mg/kg na obszarze RZGW Poznań stwierdzono podczas monitoringu (Bojakowska, Gliwicz, 2003).

Podwyższonymi koncentracjami tego pierwiastka wyróżniają się obszary między Komornikami, Palędziem i Plewiskami (do 147 mg/kg) oraz między Batorowem a Rokietnicą (do 321 mg/kg) na zachodzie arkusza. W południowo-wschodniej części Poznania (między Starołęką a granicami miasta) zawartość strontu osiąga 149 mg/kg. Jego maksymalne stężenie (1058 mg/kg) zanotowano w osadzie stawu rybnego w miejscowości Wierzonka (na północ od Kobylnicy).

Najmniej strontu notowano w osadach wodnych z obszarów leśnych (2–1058 mg/kg; mediana 14 mg/kg), zaś obfitują w ten pierwiastek osady cieków drenujących obszary pól uprawnych (2–321 mg/kg; mediana 30 mg/kg). Niskie stężenia strontu stwierdzono w aluwiach Warty (3–20 mg/kg; mediana 10 mg/kg) i Kanału Mosińskiego (6–25 mg/kg; mediana 10 mg/kg), a najwyższe – w stawach rybnych (5–1058 mg/kg; mediana 44 mg/kg).

W wodach powierzchniowych tło geochemiczne strontu zmienia się od 45 do 348 µg/dm^3 (mediana 276 µg/dm^3), wykazując podobieństwo do jego rozkładu w osadach wodnych. Anomalie o charakterze przestrzennym zanotowano między Konarzewem a Dąbrową (do 783 µg/dm^3), między Sadami a Rokietnicą (do 552 µg/dm^3), w Swarzędzu (do 640 µg/dm^3), na południe od Mosiny (do 1011 µg/dm^3) oraz między Małą Starołęką i Piotrowem (w Poznaniu) a Kórnikiem i Gowarzewem (do 643 µg/dm^3).

Wyraźnie podwyższone ilości strontu występują w obszarach rolniczych (11–1011 µg/dm^3; mediana 310 µg/dm^3) w stosunku do terenów leśnych (4–783 µg/dm^3; mediana 218 µg/dm^3).

Ti TYTAN

Gleby: tabl. 22, tab. 3; ppm = mg/kg = g/t
Osady wodne: tabl. 43, tab. 4; ppm = mg/kg = g/t

Zróżnicowanie zawartości tytanu w glebach jest niewielkie (25–328 mg/kg; mediana 84 mg/kg). W przestrzennym rozmieszczeniu tego pierwiastka wyróżniają się gleby w centrum Poznania (>102 mg/kg, liczne maksima >150 mg/kg). Podwyższone ilości tytanu stwierdzono koło Rosnówka, Szreniawy i Rokietnicy na zachodzie arkusza, koło Szczodrzykowa na wschodzie oraz w obszarze położonym na północ od Suchego Lasu.

Tytan zanotowano w niewielkich ilościach w glebach łąk i lasów (odpowiednie mediany – 63 mg/kg i 71 mg/kg), nieco więcej w glebach pól uprawnych (mediana 87 mg/kg) i najwięcej – w glebach miejskich o zabudowie zwartej (mediana106 mg/kg) i przemysłowej (mediana 119 mg/kg).

Najniższe koncentracje tytanu (<65 mg/kg) występują w glebach rozwiniętych na plejstoceńskich piaskach i żwirach rzecznych w dolinie Kanału Mosińskiego i Warty (na południe od Lubonia oraz między Koziegłowami a Owińskami).

Wyraźne jest podobieństwo przestrzennego rozmieszczenia tytanu w osadach wodnych i w glebach. Na przeważającym obszarze arkusza (75% próbek) zawartość tytanu nie przekracza 136 mg/kg. Obszar podwyższonych (>136 mg/kg) i wysokich (>214 mg/kg) koncentracji tytanu występuje na terenie Poznania. Podwyższone zawartości tego pierwiastka obserwuje się też w Luboniu (do 232 mg/kg), koło Komorników (do 230 mg/kg) i Swadzimia (do 580 mg/kg). Punktowe anomalie (>237 mg/kg) są rozrzucone w wielu miejscach arkusza. Osady wodne południowej części arkusza wyróżniają się najniższymi zawartościami tytanu (<75 mg/kg), podobnie jak gleby.

V WANAD

Gleby: tabl. 23, tab. 3; ppm = mg/kg = g/t
Osady wodne: tabl. 44, tab. 4; ppm = mg/kg = g/t
Wody powierzchniowe: tab. 5; ppb = µg/dm^3

Zawartość wanadu w glebach badanego terenu jest niska (<1–43 mg/kg; mediana 8 mg/kg). Jego podwyższonymi koncentracjami (>10 mg/kg) wyróżniają się gleby centrum Poznania (z maksimum 43 mg/kg w rejonie Fabianowa). Anomalie punktowe wanadu występują na południu arkusza – przy ujściu Kanału Mosińskiego do Warty (31 mg/kg) i w rejonie Świątnik (27 mg/kg).

W grupach użytkowania najniższymi zawartościami wanadu charakteryzują się gleby leśne (mediana 6 mg/kg), zaś najwyższymi – gleby parków miejskich (mediana 13 mg/kg).

Przeciętne zawartości wanadu w osadach różnych typów zbiorników wodnych są mało zróżnicowane. Najwięcej tego pierwiastka zawierają osady małych strumieni (mediana 12 mg/kg). Mediany zawartości wanadu w aluwiach Cybiny, Głównej, Głuszynki i Wirenki mieszczą się w granicach 6–10 mg/kg. Najmniej wanadu notowano w aluwiach Warty i Kanału Mosińskiego (mediana 4 mg/kg).

Maksymalne stężenie tego pierwiastka – 229 mg/kg – stwierdzono w osadzie rowu biegnącego wzdłuż ulicy Romana Maya w dzielnicy Mała Starołęka. Osad ten zawierał również 2004 mg/kg ołowiu, 30 mg/kg arsenu, 164 mg/kg kobaltu, 86 mg/kg chromu, 1621 mg/kg miedzi i 887 mg/kg cynku. Źródłem tych zanieczyszczeń jest prawdopodobnie Centralne Laboratorium Akumulatorów i Ogniw przy ulicy Fortecznej.

Wody powierzchniowe zawierają wanad w niewielkich ilościach (<2 $\mu g/dm^3$). Tylko w kilku próbkach stwierdzono obecność wanadu osiągającą 6 $\mu g/dm^3$.

Zn CYNK

Gleby: tabl. 24, tab. 3; ppm = mg/kg = g/t
Osady wodne: tabl. 45, tab. 4; ppm = mg/kg = g/t
Wody powierzchniowe: tabl. 68, tab. 5; ppb = $\mu g/ dm^3$

Tło geochemiczne cynku w glebach obszaru badań zmienia się od 7 do 40 mg/kg (mediana 27 mg/kg), zaś w niezanieczyszczonych glebach Polski przeciętna jego ilość oceniana jest na 30–40 mg/kg (Terelak i in., 1995).

W rozmieszczeniu cynku, podobnie jak w przypadku innych metali, znaczącą rolę odgrywa czynnik antropogeniczny. Gleby miejskie (szczególnie z warstwy powierzchniowej) są zanieczyszczone cynkiem w niemal wszystkich miastach Polski (Pasieczna, 2003). Gleby zieleńców Warszawy zawierają do 298 mg/kg cynku (Czarnowska, 1999). Przeciętne zawartości tego metalu w glebach o zabudowie miejskiej wynoszą: w Gdańsku 73 mg/kg (Lis, Pasieczna, 1999), we Wrocławiu 132 mg/kg (Tomassi-Morawiec i in., 1998), w Łodzi 46 mg/kg (Lis, Pasieczna, 1998a), w Częstochowie 113 mg/kg (Lenartowicz, 2001), a w Bydgoszczy mieszczą się w granicach 14–207 mg/kg (Malczyk i in., 1996).

W Poznaniu podwyższone i wysokie koncentracje tego pierwiastka (>110 mg/kg) występują przede wszystkim w centralnej części miasta. Maksymalną zawartość cynku (18 890 mg/kg) stwierdzono w rejonie ulic Zawady i Nowe Zawady (obszar dawnego wysypiska śmieci), gdzie zanotowano również ekstremalnie wysokie stężenie rtęci, srebra, baru, kadmu, manganu, miedzi, niklu i ołowiu (cytowane przy charakterystyce rozkładu zawartości srebra w glebach).

Podwyższone stężenia cynku występują również w glebach Lubonia (do 176 mg/kg), Mosiny (do 137 mg/kg), Puszczykowa (do 230 mg/kg), Kórnika (do 137 mg/kg), Swarzędza (do 137 mg/kg) oraz na terenach innych mniejszych miejscowości (do 252 mg/kg w Komornikach).

Z punktu widzenia sposobu użytkowania gruntów najniższymi zawartościami cynku charakteryzują się gleby leśne (7–152 mg/kg; mediana 18 mg/kg), gleby upraw rolnych (11–176 mg/kg; mediana 28 mg/kg) i gleby łąk (11–83 mg/kg; mediana 29 mg/kg). W miastach najwyższe koncentracje zanotowano w glebach parków (31–125 mg/kg; mediana 83 mg/kg).

W w osadach wodnych wysokie zawartości cynku (>91 mg/kg) obserwuje się w obrębie silnie zurbanizowanych dzielnic Poznania, w Luboniu i Swarzędzu. Szczególnie wysokie stężenia tego pierwiastka występują w osadach południowo-wschodniej części Poznania. W osadzie rowu biegnącego wzdłuż ulicy Romana Maya (w dzielnicy Mała Starołęka) stwierdzono 887 mg/kg cynku (oraz wysokie zawartości arsenu, kobaltu, chromu, miedzi i ołowiu przytaczane wcześniej). W osadzie tego samego rowu, w punkcie położonym około 1 km na północ, zawartość cynku osiąga 541 mg/kg, 103 mg/kg miedzi i 130 mg/kg ołowiu. Źródłem metali jest prawdopodobnie Centralne Laboratorium Akumulatorów i Ogniw przy ulicy Fortecznej. W aluwiach Piaśnicy i Pokrzywki (w rejonie ulicy Bolesława Krzywoustego) stwierdzono cynk w ilości, odpowiednio, 796 mg/kg i 1384 mg/kg, miedź – 1083 mg/kg i 258 mg/kg, rtęć – 0,33 mg/kg i 0,23 mg/kg, nikiel – 35 mg/kg i 62 mg/kg, ołów – 247 mg/kg i 186 mg/kg, a aluwium Pokrzywki – dodatkowo 18,9 mg/kg srebra.

Poza granicami Poznania anomalię cynku (981 mg/kg) stwierdzono w okolicy Kórnika w aluwium strumienia obok ośrodka doświadczalnego PAN. Osad ten zawierał również 273 mg/kg miedzi i 2,47% siarki, a woda z tego punktu była wzbogacona w brom (12,05 mg/dm^3), miedź (20 $\mu g/dm^3$), fosfor (16,76 mg/dm^3), wodorowęglany (895,48 mg/dm^3) i cynk (74 $\mu g/dm^3$).

W aluwium cieku w Konarzewie notowano 451 mg/kg cynku oraz 109 mg/kg miedzi. Podwyższone ilości cynku stwierdzono też w osadzie małej sadzawki w Palędziu (497 mg/kg), w aluwium strumienia Przeźmierka koło Swadzimia (549 mg/kg cynku i 106 mg/kg miedzi) i w osadzie stawu rybnego koło miejscowości Wierzonka (705 mg/kg).

Niskimi zawartościami cynku wyróżniają się osady jezior (mediana 19 mg/kg) oraz aluwia Kanału Mosińskiego (mediana 19,5 mg/kg).

Wody powierzchniowe zawierają cynk w szerokich granicach od <3 do 539 $\mu g/dm^3$, choć jego przeciętne zawartości w różnych typach zbiorników utrzymują się na zbliżonym poziomie (4–9 $\mu g/dm^3$). Cechą charakterystyczną rozmieszczenia cynku w wodach jest wyraźne zróżnicowanie przestrzenne. Na tle niskich zawartości (<12 $\mu g/dm^3$) można wyróżnić rejony o podwyższonych (>12 $\mu g/dm^3$) i anomalnych (>79 $\mu g/dm^3$) koncentracjach cynku. Należy do nich południowa część Poznania (do 167 $\mu g/dm^3$), Luboń (do 79 $\mu g/dm^3$), rejon Swarzędza (do 122 $\mu g/dm^3$), Dąbrowy (do 292 $\mu g/dm^3$), Sadów i Przeźmierowa (do 149 $\mu g/dm^3$), obszar między Suchym Lasem a Rokietnicą (do 539 $\mu g/dm^3$) oraz okolice Kórnika (do 74 $\mu g/dm^3$).

W wodzie strumienia w pobliżu terenu rolniczego wykorzystania ścieków koło wsi Wiórek zawartość cynku osiąga 211 $\mu g/dm^3$. Jego źródłem, obok spływu powierzchniowego, są prawdopodobnie bezpośrednie zrzuty ścieków do wód powierzchniowych.

PODSUMOWANIE

Gleby. Skałami macierzystymi gleb Poznania i okolic są różnorodne litologicznie osady polodowcowe (gliny zwałowe, fluwioglacjalne utwory piaszczysto-żwirowe), piaski i żwiry rzeczne oraz torfy i namuły holoceńskie – głównie w dolinie Warty i Kanału Mosińskiego. Wytworzyły się z nich różne typy i rodzaje gleb (gleby płowe, brunatne, bielicowe, torfowe). Jednak wpływ składu chemicznego podłoża gleb nie zaznacza się w sposób wyraźny w ich geochemii (oprócz nielicznych wyjątków). Głównymi czynnikami determinującymi zawartość i rozkład przestrzenny badanych pierwiastków jest stopień zurbanizowania i sposób użytkowania gruntów oraz wiążący się z tym odczyn gleb.

Anomaliami geogenicznymi wyróżniają się gleby utworzone na torfach – charakteryzują się one wysokimi zawartościami baru, wapnia, żelaza, magnezu, manganu, fosforu, siarki i strontu.

Gleby rozwinięte na piaskach i żwirach rzecznych górnego plejstocenu, występujące w dolinie Kanału Mosińskiego i Warty (na południe od Lubonia oraz między Koziegłowami a Owińskami) zaznaczają się niskimi zawartościami tytanu.

Do wzbogaceń pochodzenia naturalnego należą też podwyższone koncentracje glinu, baru, chromu, żelaza, manganu, wanadu i cynku zanotowane w glebach aluwialnych utworzonych na holoceńskich madach w dolinie Warty (na południe od Lubonia).

Odczyn badanych gleb jest zróżnicowany i w znacznym stopniu uwarunkowany sposobem ich użytkowania. Gleby pól uprawnych wykazują najczęściej odczyn obojętny, rzadziej lekko kwaśny (mediana 6,8), a gleby lasów należą do bardzo kwaśnych i kwaśnych (mediana 4,6). W obrębie granic administracyjnych Poznania, szczególnie w dzielnicach centralnych, występują gleby alkaliczne (pH >7,4). Alkalizację należy wiązać z opadami alkalicznych pyłów emitowanych przez zakłady przemysłowe, głównie elektrociepłownie, oraz znacznym udziałem gleb antropogenicznych, zanieczyszczonych materiałami budowlanymi z wysoką zawartością wapnia (gruz, tynk, farby itp.).

Na zawartość wielu pierwiastków w glebach wpływa przede wszystkim sposób ich użytkowania. Najniższymi zawartościami oznaczanych pierwiastków charakteryzują się gleby leśne, wyższymi – gleby upraw rolnych i użytków zielonych, a najwyższymi – gleby miejskie trawników przyulicznych i parków.

Na obszarze Poznania, szczególnie w rejonach zwartej zabudowy, gdzie przeważają grunty antropogeniczne, zaznaczają się podwyższone pola koncentracji szeregu pierwiastków (≥75 percentyla). Stwierdzono tu podwyższone ilości glinu (>0,39%), baru (>39 mg/kg), wapnia (>0,44%), kobaltu (>3 mg/kg), chromu (>7 mg/kg), miedzi (>7 mg/kg), żelaza (>0,62%), rtęci (>0,06 mg/kg), magnezu (>0,09%), niklu (>5 mg/kg), fosforu (>0,051%), ołowiu (>16 mg/kg), siarki (>0,019%), strontu (>14 mg/kg), tytanu (>102 mg/kg), wanadu (>10 mg/kg) i cynku (>40 mg/kg). Na tak zarysowanym lokalnym tle geochemicznym wyróżniają się liczne anomalie punktowe, rzadziej obszarowe (na poziomie 95 percentyla), baru, chromu, miedzi, niklu, rtęci, ołowiu i cynku.

Ze względu na niski poziom wykrywalności w stosowanej metodzie analitycznej (0,5 mg/kg dla srebra, 5 mg/kg dla arsenu i 1 mg/kg dla kadmu) możliwe było jedynie wykrycie wyraźnych anomalii tych pierwiastków na terenie Poznania.

Rozkład przestrzenny manganu jest mniej wyrazisty, choć w niektórych częściach miasta zaobserwowano jego podwyższone zawartości (>271 mg/kg).

Gleby na terenie mniejszych miejscowości są również wzbogacone w wiele pierwiastków ze źródeł antropogenicznych:

- Luboń – bar, wapń, chrom, miedź, żelazo, nikiel, ołów, siarka, stront, cynk,
- Puszczykowo – bar, wapń, chrom, miedź, ołów, stront, cynk,
- Mosina – bar, miedź, ołów, cynk,
- Swarzędz – bar, wapń, chrom, miedź, rtęć, nikiel, ołów, stront, cynk,
- Kórnik – bar, wapń, miedź, nikiel, cynk,
- Szreniawa – bar, wapń, miedź, nikiel, stront, cynk,
- Komorniki – bar, miedź, żelazo, nikiel, stront, cynk,
- Palędzie – bar, wapń, stront,
- Rokietnica – bar, wapń, chrom, miedź, żelazo, rtęć, nikiel, stront,
- Owińska – bar, wapń, stront, cynk.

Głównymi źródłami antropogenicznego wzbogacenia gleb w niektóre pierwiastki w obszarach zurbanizowanych są opady pyłów przemysłowych, głównie ze spalania węgla kamiennego (w tym pyły z niskich emisji) oraz transportu samochodowego i kolejowego.

Dla zobrazowania rozmieszczenia terenów o glebach najbardziej zanieczyszczonych na tablicy 69 przedstawiono zasięg anomalii (wygenerowanych na poziomie 95 percentyla). Są to obszary, gdzie zawartość arsenu przekracza 5 mg/kg, baru – 101 mg/kg, chromu – 12 mg/kg, miedzi – 18 mg/kg, rtęci – 0,11 mg/kg, niklu – 10 mg/kg, ołowiu – 37 mg/kg i cynku – 110 mg/kg.

Na obszarze Poznania anomalie (nakładające się na siebie całkowicie lub częściowo) ułożone są szerokim pasem po obu stronach Warty – od granic miasta na południu do Naramowic na północy. Łączną powierzchnię tego zespołu anomalii oszacowano na 70 km^2, co stanowi około 26,7% powierzchni miasta. Zróżnicowane jest położenie przestrzenne i powierzchnie anomalii poszczególnych pierwiastków. Gleby zanieczyszczone arsenem zajmują około 8 km^2, barem –16 km^2, chromem –15 km^2, miedzią – 23 km^2, niklem – 10 km^2, ołowiem – 32 km^2 i cynkiem – 28 km^2.

Ekstremalnie wysoką antropogeniczną anomalię geochemiczną stwierdzono w glebie w centrum Poznania w rejonie ulic Zawady i Nowe Zawady (obszar dawnego wysypiska śmieci). Próbka tej gleby zawierała: 712 mg/kg rtęci, 52,1 mg/kg srebra, 1180 mg/kg baru, 2770 mg/kg kadmu, 1800 mg/kg miedzi, 12 820 mg/kg manganu, 485 mg/kg niklu, 38 890 mg/kg ołowiu i 18 890 mg/kg cynku.

Punktowe antropogeniczne anomalie rtęci, niklu i ołowiu zanotowano też w Nowym Dworze na wschód od Janikowa, a anomalię rtęci – w rejonie wysypiska odpadów w Owińskach.

Na obszarze arkusza występują też anomalie naturalne (geogeniczne), najczęściej jednopunktowe. Należą do nich anomalie baru (a niekiedy arsenu i rtęci) koło Dymaczewa, Szczytnik i Krzesinek oraz anomalia arsenu koło Złotkowa w glebach torfowych. Pochodzenie naturalne mają również anomalie chromu i arsenu w glebach aluwialnych doliny Warty na południe od Lubonia.

Do oceny zanieczyszczenia gleb, zgodnie z aktualnie obowiązującym prawem, zastosowano wartości dopuszczalnych stężeń metali (arsenu, baru, kadmu, kobaltu, chromu, miedzi, rtęci, niklu, ołowiu i cynku) dla określonych grup użytkowania zawarte w Załączniku do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów gleby oraz standardów jakości Ziemi (Rozporządzenie..., 2002) – tablica 70. Przy klasyfikacji stosowano zasadę zaliczania gleb do grup B i C, gdy zawartość co najmniej jednego pierwiastka przewyższała dolną granicę wartości dopuszczalnej w tych grupach. Na mapie umieszczono symbole pierwiastków decydujących o zanieczyszczeniu gleb z danego miejsca.

Wśród zbadanych próbek gleb 91,8% zaliczono do grupy użytkowania A, 5,6% – do grupy B (tereny użytków rolnych, tereny leśne, nieużytki, tereny zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych i terenów komunikacyjnych) oraz 2,3% – do grupy C (tereny przemysłowe, użytki kopalne i tereny komunikacyjne). Przekroczenie dopuszczalnych granic stężeń pierwiastków dla grupy użytkowania C stwierdzono jedynie w trzech próbkach (0,3% populacji). Najczęściej metalami zanieczyszczającymi gleby są cynk, ołów i miedź. Zanieczyszczone gleby występują głównie na terenie Poznania – 15,1% próbek zaliczono do grupy B, a 5,6% – do grupy C. W dwu próbkach stężenia metali przekroczyły wartości dopuszczalne dla grupy C.

Osady wodne. Zróżnicowanie zawartości pierwiastków w osadach wodnych badanego obszaru jest znaczne (tab. 4). Różnice między przeciętnymi zawartościami pierwiastków dla osadów różnych typów zbiorników wodnych są na ogół znacznie mniejsze niż różnice wartości minimalnych i maksymalnych stężeń pierwiastków dla poszczególnych typów zbiorników. Skutkiem tego w kartograficznych obrazach dominują obszarowe rozkłady stężeń pierwiastków nad liniowymi (z nielicznymi wyjątkami).

Na zróżnicowanym tle geochemicznym poszczególnych pierwiastków wyróżniają się anomalie typu obszarowego lub punktowego.

Podwyższone i anomalne stężenia srebra (>0,5 mg/kg), kadmu (>1mg/kg), chromu (>11 mg/kg), miedzi (>15 mg/kg), rtęci (>0,07 mg/kg), ołowiu (>24 mg/kg), tytanu (>136 mg/kg) oraz w znacznym stopniu arsenu (>5 mg/kg), kobaltu (>4 mg/kg), żelaza (>1,18 %), niklu (>9 mg/kg), siarki (>0,254 %), wanadu (>14 mg/kg) i cynku (>91 mg/kg) występują na obszarze Poznania i Lubonia (a dla niektórych pierwiastków również Swarzędza). Osady wodne uległy tu wzbogaceniu w pierwiastki w wyniku oddziaływania czynników antropogenicznych związanych z urbanizacją i działalnością przemysłu.

Na terenie Poznania do szczególnie zanieczyszczonych antropogenicznie należą aluwia drobnych cieków w rejonie stacji kolejowej Poznań-Franowo. Osady te zawierają maksymalnie 18,9 mg/kg srebra, 289 mg/kg baru, 2 mg/kg kadmu, 258 mg/kg miedzi, 62 mg/kg niklu, 186 mg/kg ołowiu i 1384 mg/kg cynku.

W osadach rowu biegnącego wzdłuż ulicy Romana Maya (w dzielnicy Mała Starołęka) koncentracja arsenu osiąga 30 mg/kg, kobaltu –164 mg/kg, chromu – 86 mg/kg, miedzi –1621 mg/kg, ołowiu – 2004 mg/kg i cynku – 887 mg/kg. Źródłem zanieczyszczeń może być usytuowane w pobliżu (przy ulicy Fortecznej) Centralne Laboratorium Akumulatorów i Ogniw. W tej samej okolicy w aluwiach Piaśnicy i Pokrzywki zanotowano do 18,9 mg/kg srebra, 1083 mg/kg miedzi, 0,33 mg/kg rtęci, 62 mg/kg niklu, 247 mg/kg ołowiu i 1384 mg/kg cynku.

W centrum miasta, w starorzeczu Warty (na terenie ogródków działkowych przy ulicy Hetmańskiej) występuje koncentracja szeregu pierwiastków w aluwiach: 324 mg/kg chromu, 112 mg/kg miedzi, 0,42 mg/kg rtęci, 211 mg/kg ołowiu i 2,95% siarki.

W południowej części Poznania w aluwium potoku Górczynka przy ulicy Głogowej zawartość chromu dochodzi do 106 mg/kg, miedzi – do 167 mg/kg, rtęci – do 1,67 mg/kg, niklu – do 72 mg/kg i ołowiu – do 61 mg/kg. Źródłem zanieczyszczeń mogą tu być „dzikie" wysypiska odpadów.

Na terenach użytkowanych rolniczo (głównie w zachodniej i wschodniej części arkusza) występują wzbogacenia osadów wodnych w glin (>0,52%), bar (>80 mg/kg), wapń (2,48%), magnez (>0,20%), mangan (>440 mg/kg), fosfor (>0,099%), siarkę (>0,254%), stront (>42 mg/kg) i wanad (>14 mg/kg). Źródłem podwyższonych zawartości tych pierwiastków jest spływ powierzchniowy składników dostarczanych do gleb w wyniku intensywnego nawożenia (wapń, magnez, bar, stront, fosfor) lub ich ługowanie ze skał macierzystych (glin, mangan, wanad).

Niskimi zawartościami badanych pierwiastków charakteryzują się osady jezior, aluwia Kanału Mosińskiego i Warty.

Wody powierzchniowe. Badane wody charakteryzuje zmienność regionalna zarówno pod względem zawartości pierwiastków chemicznych, jak i ich odczynu i przewodności elektrycznej, a zróżnicowanie parametrów fizykochemicznych zależy głównie od sposobu użytkowania terenu w danej zlewni.

Odczyn wód różnicuje się w niewielkim stopniu – należą głównie do wód słabo zasadowych (94,2%). Do wód zasadowych zaliczono 0,2% próbek, do obojętnych – 3,8% próbek, do słabo kwaśnych – 1,6% i do kwaśnych – 0,2%. Wody o najwyższym odczynie występują w południowej części arkusza (dotyczy to również wód Warty poniżej Lubonia).

Pomiary przewodności elektrycznej wód informujące o stopniu ich mineralizacji (zasolenia) wykazały, że na badanym obszarze występują wody słodkie (95%) i półsłodkie (5%). Wody o wysokich wartościach przewodności elektrycznej występują lokalnie w postaci anomalii punktowych oraz anomalii obszarowych – głównie na terenach użytkowanych rolniczo. Podwyższone zasolenie można wiązać ze spływem powierzchniowym składników nawozów mineralnych stosowanych w rolnictwie. Przemawia za tym fakt, że obszary występowania wód o podwyższonej przewodności elektrycznej w dużym stopniu pokrywają się z rejonami anomalii wapnia, magnezu, fosforu, siarki i strontu w glebach i osadach wodnych.

Przestrzenne rozkłady większości badanych pierwiastków w wodach są zbliżone do ich przestrzennych rozkładów w osadach wodnych. Niektóre pierwiastki odznaczają się jednak odmienną charakterystyką geochemiczną. Należy do nich glin, którego podwyższone zawartości (>0,013 mg/dm^3) występują w wodach na znacznym obszarze Poznania i Lubonia, choć jego ilość w osadach wodnych jest niska. Podobna rozbieżność koncentracji glinu w wodach i osadach wodnych jest wyraźna na terenie Wielkopolskiego Parku Narodowego, rezerwatu „Puszcza Zielonka" oraz terenu między Kórnikiem a Robakowem.

Anomalne koncentracje składników chemicznych wód wiążą się ze zrzutami ścieków bytowych i przemysłowych oraz pochodzących z hodowli zwierząt. Innym źródłem zanieczyszczeń wód jest spływ powierzchniowy dostarczający składników nawozów w obszarach intensywnego rolnictwa.

Podwyższone i wysokie zawartości żelaza i cynku (a niekiedy również manganu i sodu) wiążą się z oddziaływaniem urbanizacji. Anomalie tych pierwiastków występują na peryferiach Poznania, w Luboniu i w okolicach Swarzędza. Ich źródłem są prawdopodobnie bezpośrednie zrzuty ścieków do wód powierzchniowych, a w mniejszym stopniu spływ powierzchniowy z terenów rolniczych.

Lokalizacja anomalii boru wskazuje, że jego podwyższone zawartości mogą pochodzić z przemysłowych źródeł punktowych na obszarach Poznania, Lubonia, Swarzędza, Przeźmierowa oraz ze spływu powierzchniowego na terenach użytkowanych rolniczo.

Wyraźne antropogeniczne anomalie fluoru występują w Luboniu, gdzie w wodzie starorzecza Warty (Kocie Doły) i w pobliskiej sadzawce jego zawartość wynosi odpowiednio 3,49 i 2,33 mg/dm^3. Źródłem fluoru są składowiska odpadów Poznańskich Zakładów Chemicznych w Luboniu, które w latach 70. i 80. produkowały fluorek glinu.

Podwyższone zawartości azotynów, występujące głównie we wschodniej części analizowanego obszaru (na terenach lokalizacji zakładów przemysłowych), mogą być związane ze zrzutami ścieków.

W nielicznych wodach stwierdzono występowanie arsenu, kadmu, kobaltu, chromu, miedzi, niklu i wanadu w stężeniach przekraczających granice wykrywalności w stosowanej metodzie analitycznej (ICP-AES). Wzbogacenia te mają najczęściej genezę antropogeniczną. W wodach obszarów użytkowanych rolniczo występują podwyższone zawartości baru (>63 µg/dm^3), wapnia (>151 mg/dm^3), chloru (>74,1 mg/dm^3), wodorowęglanów (>346,5 mg/dm^3), potasu (>15 mg/dm^3), litu (>8 µg/dm^3), magnezu (>0,20 mg/dm^3), sodu (39,1 mg/dm^3), azotynów (>0,14 mg/dm^3), azotanów (>13,1 mg/dm^3), fosforu (>0,29 mg/dm^3), siarczanów (>165 mg/dm^3) i strontu (>348 µg/dm^3). Wzbogacenie wód w te pierwiastki można wiązać z nawożeniem nawozami sztucznymi i naturalnymi.

Wysokie koncentracje azotanów (75,10–827 mg/dm^3) stwierdzone w obrębie Wielkopolskiego Parku Narodowego wiążą się z bezpośrednimi zrzutami ścieków (gnojowicy).

Wody o podwyższonej zawartości fosforu i siarczanów występują głównie w ciekach drenujących tereny pól uprawnych. Ich źródłem jest przede wszystkim spływ powierzchniowy składników nawozów sztucznych.

Trudne do określenia są źródła podwyższonych zawartości bromu. Anomalia punktowa (292 mg/dm^3) jest zlokalizowana na terenie rolniczego wykorzystania ścieków koło wsi Wiórek. Wzbogacenia w ten pierwiastek występują też w wodzie lewego dopływu Głuszynki we wsi Babki (30,5 mg/dm^3) oraz niewielkiego strumienia obok ośrodka doświadczalnego PAN (na północ od Kórnika) – 12,05 mg/dm^3.

Stosując klasyfikację według stopni czystości wód powierzchniowych (Rozporządzenie..., 2004), do klas I–III zaliczono 59,50% analizowanych wód, do klasy IV – 16,31% i do klasy V – 24,19%. Wody zaliczone do klas IV i V występują głównie na obszarach rolniczych, a zanieczyszczającymi je związkami chemicznymi są azotany, azotyny, fosfor ogólny, siarczany i wapń. Spośród metali zanotowano zanieczyszczenia żelazem i manganem.

SUMMARY

INTRODUCTION

Polish Geological Institute has realised between 2002 and 2005 – as one of the topics programme of geochemical mapping of urban and industrial areas – the geochemical mapping of Poznań and environs, financed by the National Found for Environmental Protection and Water Management by the order Ministry of the Environment.

The atlas presents chemical conditions of surficial Earth's environments in the following towns and cites: Poznań, Luboń, Swarzędz, Puszczykowo, Mosina and their agricultural-forestry surroundings. The region is characterized by very diversified economy. Poznań is one of the biggest industrial centres of Poland, where important representatives of food-industry, electronic, electrical, transport (rail rolling stock, cars) metallurgical and chemical producers are located. Swarzędz is a centre of furniture production, Luboń is the important producer of phosphate fertilizers and wood impregnates. In Mosina furniture, textiles and building materials are produced; Puszczykowo is well-known tourist-recreation centre.

Poznań environs as well as the whole Wielkopolska region are the areas of intense agricultural production of wheat, rye, potatoes, white beets, cole, vegetables and fruits, being the base for food-industry. Also the breeding of cattle, poultry and swine is developed. The southern and the north-eastern parts of the area presented in *Atlas* are covered by extent forest complexes.

The survey area approximates 900 km^2.

FIELD WORK

Field work was carried out during the summer seasons 2002 and 2003. The sampling pattern followed a 1×1 km grid. Topographic maps at the scale 1:25,000 were used to locate any sampling sites. Suitable sampling data cards were used to record observations dealing with land development (Plate 2), land use (Plate 3), a type of surface water body, petrographic character of sampled material, and the site location.

Plates 2 and 3 show the location of soil sampling sites while plates 25–45 show the distribution sampling sites for water sediments and surface waters.

The soil samples (approx. 1,000 g each) were collected at the depth of 0,0–0,2 m with 80 mm hand penetrometer.

The water sediment samples (approx. 1,000 g each and composed of possibly finest material) were collected from different water bodies such as rivers, streams, ditches and stagnant water reservoirs. Both the surface water samples and the water sediment samples were collected at the same sampling sites.

Surface waters sampling followed the procedures defined in the standards: PN-EN 25667-1, PN-EN 25667-2, PN-EN ISO 5667-3, PN-ISO 5667-4, PN-ISO 5667-6. In the field, the water samples for examination of cations were filtered through 0.45 µm MILIPORE filters and, after placing in 20 ml bottles, acidified with HCl. Samples for examination of anions (500 ml each) were transported (after filtering) to the laboratory in cooled containers.

PREPARATION AND STORING OF SAMPLES

After preliminary drying in the field, the samples of soils and water sediments were transported to the sample storehouse, where they were dried at the room temperature. Then, the soil samples were sieved using the 2 mm nylon sieves and the 0.2 mm sieves for water sediments ones. The screened material was quartered and placed in polyethylene containers (ca 100 g).

LABORATORY WORK

Chemical analyses were made at the Central Chemical Laboratory of the Polish Geological Institute, Warsaw (Accreditation PCA no AB 283). Analytical procedures applied for *Atlas* preparation are listed in the web site (PIG Laboratory – accreditation 2004).

Soil and water sediment samples were digested in aqua-regia for one hour at a temperature of 95°C in the aluminium thermostatic block.

In soil and water sediment samples such elements as: Ag, Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V and Zn were determined with Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES) method. The Hg content both in the soil and water sediment samples was measured using Cold Vapour Atomic Absorption Spectrometry (CV-AAS) method. Soil acidity was defined after the accredited procedure PB-12.

The surface water samples were examined for Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, SiO_2, Sr, V, and Zn using the ICP-AES method (the procedure PB-28). A High Performance Liquid Chromatography (HPLC) method was used for measuring the contents of Br, Cl, F, HCO_3, NO_2, NO_3, and SO_4 in water samples (the procedure PB-04).

Acidity and conductivity of surface water samples were measured with electrochemical methods after the procedures PB-01 and PB-02. HCO_3 content was determined with the spectrophotometric method according to the procedure PB-07.

The analytical methods applied along with detection limits of measured elements and compounds are listed in Tables 1 and 2. Details of analytical methods applied for this *Atlas* preparation, results of inter-laboratory comparisons, and experiments carried out for comparing different procedures of solid sample extraction are discussed in works by Górecka and others (1993) and Jakimowicz-Hnatyszak & Pasławski (1996).

DATABASES

Three separate computer databases were established: the sampling sites co-ordinate database, the field observation database, and the analytical database.

Determinations of co-ordinates of sampling sites were made on sampling site location maps (1:25,000) using the Map Viewer software.

Field data, listed in suitable sampling data cards, were entered into the field observation database, in which each particular observation was marked with a numerical code. This database enables creation of subsets for further statistical computing after different environmental criteria (such as concentrations of elements in cultivate soils, forest soils, urban soils, sediments and waters of particular surface water bodies, etc.).

The results of chemical analyses were collected in analytical data base. It contains 53,810 laboratory determinations made on 2,148 samples.

CONSTRUCTION OF GEOCHEMICAL MAPS

A topographic map at the scale of 1:100,000 was used as a base map.

Statistical parameters of whole data sets and subsets (representing cultivated soils, urban soils, forest soils or different types of water bodies) were calculated using the STATISTICA software. Arithmetic and geometric means, median, and maximum and minimum values were derived and respective values for particular environments are listed in Tables 3–6.

The calculated parameters constitute as a base for construction of the geochemical maps. A median value was mainly applied because this parameter, being less influenced by extreme values, is the best to characterize the studied populations.

Sets of sampling sites, with known co-ordinates and attributable element content provided a basis for the construction of geochemical maps.

Isoline geochemical maps (Plates 5–70) were constructed using the SURFER for Windows software with a kriging method. Concentration levels followed a division into percentiles (25, 50, 75, 90, 95, 97 and 99). In case of the pH map of soils the acidity classes followed the criteria used in the soil science (strongly acidic, acidic, slightly acidic, neutral, and alkaline). In the geochemical maps of water sediments and surface waters the concentration of any element were presented both as isolines and circular diagrams.

OUTLINE OF GEOLOGICAL STRUCTURE AND GENETIC SOIL TYPES

Almost all area of studied map sheet is covered by Quaternary deposits (Plate 1), underlain by the Neogene ones, which overlain the tectonically deformed and locally intensively denudated the Mesozoic basement rocks (Machowiak, 2003).

Neogene deposits constituted mainly of clays from 30 to 100 m thick (Chmal, 1997), rarely outcropped along the slopes of Warta river valley and northward from Poznań.

Quaternary deposits (mostly Pleistocene in age) were generated due to accumulation activity of ice sheets as well as due to erosion and accumulation of glaciofluvial waters during the interglacials. Their variable thickness is strongly related to morphology of sub-Quaternary basement (Machowiak, 2003).

The succession of Pleistocene deposits, dated as the South-Polish Glaciation, is known only from boreholes (Bartczak, 1993; Chachaj, 1996; Chmal, 1997).

The oldest outcropped deposits are dated as the Middle-Polish Glaciation and are represented by glacial tills occurred mainly along the Warta river banks in the area of Poznań city.

Most of the map area is covered by sediments of youngest glaciation, developed mainly as sandy glacial tills with thickness varied from 2 m to 5 m, the maximum – up to 10 m. In many places they are intensively weathered down to 0.5 m and transformed into eluvia deposits. The significant part of upland area glacial tills are overlain by glacial sands and gravels with thickness up to 5 m.

At the end of Pleistocene and at the beginning of Holocene dunes, diluvia and eluvia deposits originated, the last two due to glacial tills weathering. The largest dunes and aeolian sand fields developed on the surface of Warta river valley terrace. Bottoms of river valleys and glacial troughs are covered with varigrained sands and gravel, silts, muds and peats.

Locally the extended bogs developed with peats, muds and gyttjas.

*
* *

Differentiated postglacial deposits became a substrate for generation of various soil types.

In postglacial uplands the predominant types of soils are cambisols and luvisoils that developed from glacial tills and sands (Kowalkowski *et al.*, 1994). In the north-eastern (forested) part of the map prevail podzols soils formed from glaciofluvial sands and gravel. Such soils occur also in the western part of Poznań city. Alluvial sands of terraces in the Warta river valley have transformed into podzols soils. Mollic gleysols generated from clays and silts sediments cover small areas.

Field depressions with a high ground water level are covered by soils developed from peats and gyttijas. Muds and peaty soils are common in the river valleys.

In the city Poznań the soils are mostly transformed according to their use. Cultivated soils (the most comparable to the natural ones) cover 35% of the whole city area. The soils represent mostly the light and very light acidity (Czekała *et al.*, 1998), in similar way as the forest soils whose area equals 14% of the city. Soils transformed by anthropogenic processes occur in the housing estates (21% of city area), communication areas (12%), unsettled urban areas (3%) and other ones. Construction of industrial objects and communication tracts as well as housing estates have produced the highest grounds transformation due to relocation of ground masses and their mixing with raw materials, concrete, ceramic materials, paints, solvents, asphalt, oils, metals and other substances.

Plate 4 illustrates distribution of soil textural classes. Sandy soils predominate (78.5%), the clayey (11%), silty and peaty ones represent respectively 0.3% and 1.2% of all studied soils. The made grounds, accounting 9% of analysed samples, prevail in the Poznań area.

SOURCES OF ENVIRONMENTAL POLLUTION

Land fills. The main sources of communal wastes are the house holdings and the objects of public usage. Communal wastes include paper, cardboard, wood, cloths, bones, food wastes, ash, sinter, synthetics, skin, gum, metals, glass, street sweepings in varied proportions.

Communal wastes of Poznań city are collected mainly in the dump "Suchy Las", located in the Suchy Las parish nearby the northern city boundary. The most volume waste subgroup consists of the communal non-segregated (mixed) wastes, equalling 95.9% of whole communal wastes supplied to the dump. None houses are located in the distance of 1.2 km from the dump and it is surrounded by the cropland and forest grounds and barren land. This dump has no protection against refluxes, its basement is composed of weakly permeable tills so the special protection by foliation is unnecessary.

Wastes produced by the economic sector are the main source of wastes generated in the area of Wielkopolska province and the Poznań city. The main types of wastes in the Poznań area are wastes from the agricultural-food industry, thermal processing, buildings/constructions, repairs workshops and road infrastructure. The biggest producers of industrial wastes are following enterprises: the Group of Poznań Thermal-Electric Power Plants S.A., Jedynka Skanska S.A., PWiK Sp. z o.o. (actually Aquanet Sp. z o.o.), Wrigley Poland Sp. z o.o., MAXER S.A. and H. Cegielski-Poznań S.A.

In the Poznań area and its environs two industrial waste dumps are located. At the first one furnace wastes from the thermal-electric power plants are stored (slag, solid wastes from a carbonate desulphurisation of combustion gasses and ash-slag mixtures from a wet disposal of furnace wastes). These wastes are in 95% recovered. The second dump of industrial wastes is located in Luboń, southwards from Poznań. In 1971–1992 chemical lye from the chemical entertainment from Luboń were placed there. This dump was excavated in a field depression, in a sandy barren area, as a basin with an embankment up to 4 m high, without the basement sealing.

The most valid group of hazardous wastes within the industrial ones produced in Poznań area, are wastes from liquid fuels and used oils. Significant wastes amount is delivered by lead smelting, lead cells and accumulators.

Pollution of atmospheric air by emission of sulphur dioxide, nitrogen dioxide, carbon dioxide and suspended dust results from a combustion of fuels in thermal-electric power stations, stokeholds and factories. One of the most polluting enterprises in Poznań is the group of thermal-electric power stations. Another source of air pollution, especially during the heating season, is house-heating emission from urban areas. Existing road network is a constant source of linear emission.

Industrial enterprises of Luboń significantly determine the air conditions in the southern and the south-eastern parts of Poznań because they emit pollutions reaching the downtown behind the river.

Sewages. Pollution of waters and water sediments results from disposal of communal and industrial sewages into rivers as well as from surface sheet flows.

About 95% of industrial and communal sewages are treated and delivered directly to Warta river. Sewerage of Poznań receives also sewages produced outside city limits e.g. from towns Luboń and Swarzędz and from the parishes Suchy Las and Czerwonak.

The significant pollution source of surface waters and water sediments are large breeding farms (mainly belonged to the American investment Smithfield Foods), located behind the northern boundary of discussed map sheet, in the Dopiewo parish area.

CONCLUSIONS

Results of the study were demonstrated as the mono-element geochemical maps. Soil acidity and content of individual elements are presented by the isoline maps (Plates 4–24). The geochemical maps of water sediments (Plates 25–45) and of surface waters (Plates 46–69) present both the data expressed by isolines and the concentrations of individual components in sampled sites illustrated with circle diagrams.

Soils. Parent rocks for soils of Poznań and its environs are differentiated glacial deposits (glacial tills, fluvioglacial sands and gravel), fluvial sands and gravel as well as Holocene peats and muds. They are substrate for various soil types (brown soils, podzols soils, luvisoils, peaty soils) and soil textural classes (loamy soils, sandy soils, silty soils, peaty soils) but their geochemistry distinctly reflects the chemical composition of the substrate only in single cases. Main factors determining the content and distribution of studied elements are the urbanization, the soils use and the related soil reaction.

Geochemical anomalies are characteristic for soils developed from peats – high content of barium, calcium, iron, magnesium, manganese, phosphorus, sulphur and strontium can be observed.

In soils developed from the Upper Pleistocene fluvial sands and gravels (occurred in valleys of the Warta river and the Mosina Canal – southwards from Luboń and between Koziegłowy and Owińska) the low content of titanium is a characteristic feature.

Higher concentrations of aluminium, barium, chromium, iron, manganese, vanadium and zinc, being of natural provenience, were registered in alluvial soils, developed from Holocene muds in the Warta river valley (southwards from Luboń).

Reaction of studied soils is variable and strongly controlled by their use. Cultivated soils have commonly a neutral reaction and seldom – a low acid one (median 6.8) but forest soils are very acid and acid (median 4.6). In the administrative boundary of Poznań, but particularly in its central part, the alkaline soils occur with pH >7.4. Such alkalinity results form a drop of alkaline dusts emitted by plants, especially the thermal-electric power plants, and with a significant participation of anthropogenic soils, polluted by building materials with a high calcium content (debris, plaster, paints etc.).

Content of many elements in soils is mainly determined by their use. The lowest concentration of many elements is typical for forest soils, the higher one – for cultivated soils and the highest values are characteristic for urban soils (especially of lawns and parks soils).

In Poznań area, particularly in areas with compact development where anthropogenic soils dominate, the high (75 percentile) content of following elements were registered: aluminium (>0.39 %), barium (>39 mg/kg), calcium (>0.44 %), cobalt (>3 mg/kg), chromium (>7 mg/kg), copper (>7 mg/kg), iron (>0.62 %), mercury (>0.06 mg/kg), magnesium

(>0.09 %), nickel (>5 mg/kg), phosphorus (>0.051 %), lead (>16 mg/kg), sulphur (>0.019 %), strontium (>14 mg/kg), titanium (>102 mg/kg), vanadium (>10 mg/kg) and zinc (>40 mg/kg). In this geochemical background of soils the numerous point anomalies – and less frequently the territorial ones (>95 percentile) were noticed representing such elements as barium, chromium, cooper, nickel, mercury and zinc.

Only very distinct anomalies of silver, arsenic and cadmium in Poznań area were possible to detect because in most surveyed soils the content of these elements was below their detection limits (0.5 mg/kg for silver, 5 mg/kg for arsenic and 1 mg/kg for cadmium) in the used analytical method.

Distribution pattern of manganese is less expressed although in some parts of the city its high concentration was observed (>271 mg/kg).

Soils from small towns are also enriched with following elements derived from anthropogenic sources:

– Luboń – barium, calcium, chromium, copper, iron, nickel, lead, sulphur, strontium, zinc,
– Puszczykowo – barium, calcium, chromium, copper, lead, strontium, zinc,
– Mosina – barium, cooper, lead, zinc,
– Swarzędz – barium, calcium, chromium, copper, nickel, mercury, lead, strontium, zinc,
– Kórnik – barium, calcium, copper, nickel, zinc,
– Szreniawa – barium, calcium, copper, nickel, strontium, zinc,
– Komorniki – barium, copper, iron, nickel, strontium, zinc,
– Palędzie – barium, calcium, strontium,
– Rokietnica – barium, calcium, chromium, copper, iron, nickel, mercury, strontium,
– Owińska - barium, calcium, strontium, zinc.

Main anthropogenic sources of soil enrichment with some elements in urban areas are falls of industrial dusts, most of which results from coal combustion (including the dusts from low emissions), and from rail and road transport.

The extent of the most significant anomalies in soils (>95 percentile) is illustrated in Plate 69. In the areas of the anomalies the content of the elements exceed following values: arsenic – 5 mg/kg, barium – 101 mg/kg, chromium – 12 mg/kg, copper – 18 mg/kg, mercury – 0.11 mg/kg, nickel – 10 mg/kg, lead – 37 mg/kg and zinc – 110 mg/kg.

In the Poznań area anomalies make a wide belt on both banks of the Warta river from the city boundary in the South up to Naramowice in the North. Their total area was calculated as 70 km^2, that equals 26.7% of total Poznań city area. Location and extent of individual elements anomalies are differentiated – arsenic anomalies occupy approx. 8 km^2, barium – 16 km^2, chromium – 15 km^2, cooper – 23 km^2, nickel – 10 km^2, lead – 32 km^2 and zinc – 28 km^2.

Extreme high anthropogenic geochemical anomaly was noticed in soils in the Poznań centre, at streets Zawady and Nowe Zawady (the area of former land fill). Soil samples from this location contain: mercury – 712 mg/kg, silver – 52,1 mg/kg, barium – 1180 mg/kg, cadmium – 2770 mg/kg, copper – 1800 mg/kg, manganese – 12,820 mg/kg, nickel – 485 mg/kg, lead – 38,890 mg/kg and zinc – 18,890 mg/kg.

Anthropogenic point-type geochemical anomalies of mercury, nickel and lead were also detected in Nowy Dwór eastwards from Janików and the single mercury anomaly – nearby the land fill in Owińska.

Natural (geogenic) anomalies, mostly the point ones, are also presented in the studied map sheet. They are represented by the barium anomalies (and locally accompanied by arsenic and mercury) nearby Dymaczewo, Szczytniki and Krzesinki and the arsenic anomaly nearby Złotkowo. The chromium and arsenic anomalies found in the alluvial soils within the Warta river valley southwards from Luboń are also of natural origin.

Soil pollution was estimated – after the obligatory law – using the permissible concentration values of elements (arsenic, barium, cadmium, cobalt, chromium, copper, mercury, nickel, lead and zinc) in defined groups of land use (The Decree of the Ministry of Environment …, 2002) – Plate 70. Symbols of elements, determining soil pollution in a studied place, were listed on the map.

91.8% of analysed soil samples were classified to the land use group A, 5.6% – to the group B (cultivated fields, forest land, waste land and urban areas without the industrial, communication and mining areas) and 2.3% – to the group C (industrial, communication and mining areas). Higher – than permissible limits for the group C – content of elements was registered only in three samples (0.3% of whole sample set). Most common metals, polluting soils, are zinc, lead and copper. Polluted soils occur mainly in the Poznań area.

Water sediments. Differentiation of element contents in water sediments from studied area is noticeable (Table 4). In the maps the spatial distributions of elements are more common than the linear ones except for a few cases.

Territorial and point-type anomalies of particular elements can be observed within the differentiated geochemical background.

High contents of silver (>0,5 mg/kg), cadmium (>1 mg/kg), chromium (>11 mg/kg), copper (>15 mg/kg), mercury (>0,07 mg/kg), lead (>24 mg/kg), titanium (>136 mg/kg) as well as arsenic (>5 mg/kg), cobalt (>4 mg/kg), iron (>1.18 %), nickel (>9 mg/kg), sulphur (>0.254 %), vanadium (>14 mg/kg) and zinc (>91 mg/kg) are observed in the areas of Poznań and Luboń (and for some elements – also in Swarzędz). Water sediments from these places were enriched with elements due to the anthropogenic activity accompanying urbanization and industry.

Water sediments of small streams located nearby the rail station Poznań-Franowo are the most polluted. They contain up to 18,9 mg/kg of silver, 289 mg/kg of barium, 2 mg/kg of cadmium, 258 mg/kg of cooper, 62 mg/kg of nickel, 186 mg/kg of lead and 1384 mg/kg of zinc.

Water sediments of ditch situated along the Roman May street contain the concentrations of: arsenic – 30 mg/kg, cobalt – 164 mg/kg, chromium – 86 mg/kg, copper – 1621 mg/kg, lead – 2004 mg/kg and zinc – 887 mg/kg. The pollution source may be the laboratory of accumulators and batteries , located nearby. In this area in alluvia of small streams maximum contents of silver – 18,9 mg/kg, copper – 1083 mg/kg, mercury – 0,33 mg/kg, nickel – 62 mg/kg, lead – 247 mg/kg and zinc – 1384 mg/kg were detected.

In the Poznań centre in alluvia of abandoned Warta river canal following concentrations of the elements were noticed: chromium – 324 mg/kg, copper – 112 mg/kg, mercury – 0.42 mg/kg, lead – 211 mg/kg and sulphur – 2.95%.

In alluvia of small streams (in southern part of Poznań) the contents of following elements are: chromium – 106 mg/kg, copper – 167 mg/kg, mercury – 1.67 mg/kg, nickel – 72 mg/kg and lead – 61 mg/kg. The "wild" waste fill may be the pollution source there.

In the agricultural areas, located mainly in the western and the eastern parts of the map sheet, the studied water sediments are enriched with the following elements: aluminium (>0.52%), barium (>80 mg/kg), calcium (>2.48%), magnesium (>0.20%), manganese (>440 mg/kg), phosphorus (>0.099 %), sulphur (>0.254%), strontium (>42 mg/kg) and vanadium (>14 mg/kg).

The sources of these enrichments are components supplied into soils by an intense fertilization (calcium, magnesium, barium, strontium and phosphorus) as well as their leaching from parent rocks (aluminium, manganese and vanadium).

Low concentrations of studied elements are characteristic for lacustrine sediments and alluvium of the Mosina Canal and the Warta river.

Surface waters. Studied waters exhibit the regional variability of elements contents, their reaction and conductivity. Differentiation of their physical-chemical parameters depends mainly on the character of land usage in the drainage area.

Water reaction is weakly differentiated and analysed waters are mostly a low basic (94.2%). Basic waters are represented by 0.2% of whole water samples, the neutral waters – by 3.8% of samples number, the light acid ones – by 1.6% and the acid ones - by – 0.2%. Waters with the highest reaction occur in the southern part of map sheet (also in the Warta river below Luboń).

Conductivity measurement of waters, defining their mineralization (salinity) rate, evidenced that fresh (95%) and semi-fresh (5%) waters are typical for the area studied. Waters with high conductivity occurre locally as point-type and area-type anomalies mainly located in croplands. Observed increased salinity may result from the surface sheet flow containing components of mineral fertilizers. Such interpretation is confirmed by the aerial correspondence of water occurrences with a higher conductivity to the anomalies of such elements as calcium, magnesium, phosphorus, sulphur and strontium registered in soils and water sediments.

Distribution patterns of most studied elements in waters and water sediments are similar, but some elements have a different geochemical characteristics, e.g. aluminium. The high concentration of aluminium (>0,013 mg/dm^3) was detected in waters of streams in Poznań and Luboń although its content in water sediments in these areas is low.

Similar difference can be observed in the area of Wielkopolski National Park, the "Zielonka Forest" reserve and in the area between Kórnik and Robaków.

The source of anomalous concentrations of chemical components in waters are communal, industrial and animal-breeding sewages. Another pollution source is a run flow supplying the fertilizer components into waters from the areas of intense land cultivation.

Increased and high contents of iron and zinc (but locally also of manganese and sodium) are connected with the land urbanization. Anomalies of these elements were noticed in the Poznań peripheries suburbs, in Luboń and the vicinities of Swarzędz and they probably result from direct sewage inflows into surface waters but also a surface sheet flow from cultivated areas plays a minor role .

Location of boron anomalies indicates that its higher content is connected with boron delivery from its point industrial sources in areas of Poznań, Luboń, Swarzędz and Przeźmierów as well as the run flow from arable lands.

The distinct anthropogenic anomalies of fluorine were registered in Luboń, where its content in waters of Warta river abandoned canal and in the nearby pond equals 3.49 mg/dm^3 and 2.33 mg/dm^3 correspondingly. Fluorine sources are the waste dumps of the Poznań Chemical Investments at Luboń, produced in seventies and eighties the aluminium fluoride.

Increased content of nitrites detected mainly in the eastern part of the studied area (occupied by industrial plants) possibly results from sewage supply.

Waters of arable lands contain high contents of barium (>63 µg/dm^3), calcium (>151 mg/dm^3), chlorine (>74,1 mg/dm^3), hydrocarbons (>346.5 mg/dm^3), potassium (>15 mg/dm^3), (lithium >8 µg/dm^3), magnesium (>0.20 mg/dm^3), sodium 39.1 mg/dm^3), nitrites (>0.14 mg/dm^3), nitrates (>13.1 mg/dm^3), phosphorus (>0.29 mg/dm^3), sulphates (>165 mg/dm^3) and strontium (>348 µg/dm^3). Such elements increases could be interpreted as a result of intensive usage of natural and artificial fertilizers.

High concentrations of nitrates (75.10–827 mg/dm^3) noticed in the area of Wielkopolski National Park result from direct inflows of manure sewage.

Waters with high contents of phosphorus and sulphates occur in streams that drain cultivated fields (these elements were mainly delivered by surface flow containing components of artificial fertilizers).

Sources of increased bromine content are difficult to define. The point-type anomaly (292 mg/dm^3 bromine) was detected in the area of fertilization waste use. Similar enrichments were observed in waters of the left tributary of Głuszynka creek (30.5 mg/dm^3) and in waters of small creek located nearby the experimental centre of the Polish Academy of Science (northwards from Kórnik) where bromine concentration is 2.05 mg/dm^3.

Assessment of water purity (according to the recommendation of the Ministry of the Environment) shows that 59.50% of analysed water samples represent the classes I–III, 16.31% of them – the class IV and 24.19% were included into the class V. Waters of two last classes occur mainly in the agricultural areas and polluted chemical components are nitrates, nitrites, phosphorus, sulphates, calcium, iron and manganese.

LITERATURA
REFERENCES

BARTCZAK E., 1993 — Objaśnienia do arkusza Kórnik Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

BIRKE M., RAUCH U., 1994 — Geochemical investigation in the urban area of Berlin. Federal Institute of Geosciences and Natural Resources. Berlin.

BŁACHOWIAK A., GRZEBISZ W., POTARZYCKI J., 1996 — Ocena stanu geochemicznego gleb i gruntów Poznania. W: Środowisko naturalne miasta Poznania. Część I: 107–122. Urząd Miejski w Poznaniu.

BOJAKOWSKA I., GLIWICZ T., 2003 — Wyniki geochemicznych badań osadów wodnych Polski w latach 2000–2002. Biblioteka Monitoringu Środowiska. IOŚ, Warszawa.

CHACHAJ J., 1996 — Objaśnienia do arkusza Mosina Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

CHMAL R.,1997 — Objaśnienia do arkusza Poznań Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

CZARNOWSKA K., 1999 — Metale ciężkie w glebach zieleńców Warszawy. *Rocz. Glebozn.* **50**, 1: 31–39.

CZARNOWSKA K., GWOREK B., 1987 — Metale ciężkie w niektórych glebach środkowej i północnej Polski. *Roczn. Glebozn.* **38**, 3: 41–57.

CZARNOWSKA K., GWOREK B., KOZANECKA T., LATUSZEK B., SZAFRAŃSKA E., 1983 — Heavy metals in soils as indicator of urbanization. *Pol. Ecol. Stud.* **9**: 63–70.

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**: 27–32.

CZARNOWSKA K., WALCZAK J., 1988 — Distribution of zinc, lead and manganese in soils of Łódź city. *Roczn. Glebozn.* **39**, 1: 19–27.

CZEKAŁA J., JAKUBUS M., 1997 — Kadm i nikiel w glebach województwa poznańskiego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, **448a**: 61–67.

CZEKAŁA J., JAKUBUS M., DIATTA J., 1998 — Właściwości chemiczne gleb uprawnych miasta Poznania ze szczególnym uwzględnieniem związków próchnicznych i rozmieszczenia w nich metali ciężkich. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*,**460**: 45–60.

FAKTY i liczby, 2005. Internet:http://www.city.poznan.pl/

FAUTH H., HINDEL R., SIEWERS U., ZINNER J., 1985 — Geochemisher Atlas Bundesrepublik Deutschland. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Hannover.

FOLWARCZNY M. (red.), 2004 — Mapa sozologiczna Polski 1:50 000, arkusz Poznań. Główny Urząd Geodezji i Kartografii, Warszawa.

GLEBY, 2005. W: Program ochrony środowiska Poznania. Internet: http://www.city.poznan.pl/

GÓRECKA E., HNATYSZAK K., PASŁAWSKI P., 1993 — Metody analityczne zastosowane w Centralnym Laboratorium Chemicznym przy opracowywaniu atlasów geochemicznych. *Prz. Geol.* **41**, 10: 719–721.

GRZEBISZ W., CIEŚLA L., KOMISAREK J., POTARZYCKI J., 2002 — Geochemical assessment of heavy metals pollution of urban soils. *Pol. J. Environ. Stud.*, **5**: 493–499.

GWOREK B., 1985a — Pierwiastki śladowe (Mn, Zn, Cr, Cu, Ni, Co, Pb i Cd) w glebach uprawnych wytworzonych z glin zwałowych i utworów pyłowych północno-wschodniego regionu Polski. Cz. II. Ogólna zawartość pierwiastków śladowych w glebach wytworzonych z glin zwałowych. *Rocz. Glebozn.*, **36**, 2: 33–59.

GWOREK B., 1985b — Pierwiastki śladowe w glebach uprawnych wytworzonych z utworów pyłowych północno-wschodniego regionu Polski. *Rocz. Glebozn.*, **36**, 3: 41–50.

JAKIMOWICZ-HNATYSZAK K., PASŁAWSKI P., 1996 — Metody analizy wód naturalnych stosowane przez Centralne Laboratorium Chemiczne w badaniach monitoringowych. *Prz. Geol.*, **44**, 3: 242–248.

JAKUBUS M., CZEKAŁA J., 1998 — Metale ciężkie i siarka w glebach uprawnych miasta Poznania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, **460**: 249–258.

KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1999 — Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN. Warszawa.

KLAVINS M., KLAVINA I., RODINOV V., 1996 — Pollution of the surface waters of Latvia with heavy metals. Symposium Proceedings. Third International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe: 811–813. Warsaw.

KOMISAREK J., 1999 — Spatial soil variability of heavy metal content in soils of the city of Poznań. *Rocz. AR Pozn., Melior. Inż. Środ.*, **310**: 67–76.

KONDRACKI J., 1998 — Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.

KOWALKOWSKI A., TRUSZKOWSKA R., BORZYSZKOWSKI J., 1994 — Mapa regionów morfogenetyczno-glebowych Polski w skali 1:500 000. Pol. Tow. Glebozn. Warszawa.

LABORATORIUM Państw. Inst. Geol. Zakres akredytacji, 2004 — Internet: http:/pgi.gov.pl/

LAHERMO P., VÄÄNÄNEN P., TARVAINEN T., SALMINEN R., 1996 — Geochemical atlas of Finland, part 3: Environmental geochemistry – stream waters and sediments. Geological Survey of Finland. Espoo.

LENARTOWICZ L., 2001 — Atlas geochemiczny Częstochowy i okolic 1:100 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

LEWANDOWSKI P., BURGHARDT W., ILNICKI P., 1998 — Metale ciężkie w glebach doliny Warty w obrębie miasta Poznania. *Rocz. Glebozn.*, **49**:19–29.

LIS J., 1992 — Atlas geochemiczny Warszawy i okolic 1:100 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

LIS J., PASIECZNA A., 1995a — Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

LIS J., PASIECZNA A., 1995b — Atlas geochemiczny Krakowa i okolic 1:100 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

LIS J., PASIECZNA A., 1998a — Atlas geochemiczny aglomeracji łódzkiej 1:100 000. Cz. I. Gleby, osady wodne, wody powierzchniowe. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

LIS J., PASIECZNA A., 1998b — Atlas geochemiczny aglomeracji szczecińskiej 1:200 000, cz. I. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

LIS J., PASIECZNA A., 1999 — Atlas geochemiczny Pobrzeża Gdańskiego 1:250 000. Cz. I. Gleby, osady wodne, wody powierzchniowe. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

MACHOWIAK W., 2003 — Inwentaryzacja ognisk zanieczyszczeń gruntów i wód podziemnych na terenie aglomeracji poznańskiej. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

MACIOSZCZYK A., 1987 — Hydrogeochemia. Wyd. Geol. Warszawa.

MAKOWSKA A., 1983 — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, arkusz Gniezno. Wyd. A. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

MALCZYK P., KĘDZIA P., NOWAK M., 1996 — Metale ciężkie w glebach miasta Bydgoszczy. *Rocz. Glebozn.*, **47**, 3/4: 195–202.

MIASTA w liczbach, 2000. Główny Urząd Statystyczny. Warszawa.

MOJSKI J. E., 1980 — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, arkusz Poznań. Wyd. A. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

MOTOWICKA-TERELAK T., TERELAK H., 1998 — Siarka w glebach Polski – stan i zagrożenie. Biblioteka Monitoringu Środowiska, PIOŚ, Warszawa.

OCHRONA środowiska. Informacje i opracowania statystyczne, 2002. GUS, Warszawa.

PASIECZNA A., 2003 — Atlas zanieczyszczeń gleb miejskich w Polsce. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

PATERSON E., SANKA M., 1994 — Urban soils as pollutant sinks – a case study from Aberdeen, Scotland. *Appl. Geoch.*, **11**, 1/2: 129–131.

PLAN gospodarki odpadami dla miasta Poznania, 2004. Poznań.

PN-EN 25667-2: 1999 — Jakość wody. Pobieranie próbek. Wytyczne dotyczące technik pobierania próbek.

PN-EN ISO 5667-3: 2002 — Jakość wody. Pobieranie próbek. Część 3: Wytyczne dotyczące utrwalania i postępowania z próbkami.

PN-EN ISO 5667-4: 2003 — Jakość wody. Pobieranie próbek. Część 4: Wytyczne dotyczące pobierania próbek z jezior naturalnych i sztucznych zbiorników zaporowych.

PN-EN ISO 5667-6: 2003 — Jakość wody. Pobieranie próbek. Część 6: Wytyczne dotyczące pobierania próbek z rzek i strumieni.

POZNAŃ 2003. Raport o stanie miasta. Internet: http//www.city.poznan.pl

RADZEVIČIUS A., GREGORAUSKIENĖ V., KADŪNAS V., PUTYS P., 2004 — Geochemical atlas of Panevežys County. Vilnius–Panevezys.

RAPORT o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2001 (praca zbiorowa), 2002. Biblioteka Monitoringu Środowiska. IOŚ, Poznań.

RAPORT o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2002 (praca zbiorowa), 2003a. Biblioteka Monitoringu Środowiska. IOŚ, Poznań.

RAPORT o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2003b. Internet: http://www.poznan.pios.pl/publikacje/raport 2003/

REIMANN C., SIEWERS U., TARVAINEN T., BITUKOVA L., ERIKSSON J., GILUCIS A., GREGORAUSKIENE V., LUKASHEV V., MARTINIAN N.N., PASIECZNA A., 2003 — Agricultural soils in Northern Europe. A geochemical atlas. Geologisches Jahrbuch. Sonderhefte.Reihe d, Heft SD5. Hannover.

ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. DzU 2002 nr 165, poz. 1359.

ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. DzU 2004 nr 32, poz. 284.

RÓŻKOWSKA A., PTAK B., 1995 — Bar w węglach kamiennych Górnego Śląska. *Prz. Geol.*, **43**, 3: 223–226.

ŠAJN R., BIDOVEC M., ANDJELOV., PIRC S., GOSAR M., 1998 — Geochemical atlas of Ljubljana and environs. Inštitut za Geologijo, Geotehniko in Geofiziko. Ljubljana.

SZPADT R. red,. 1994 — Zanieczyszczenie środowiska rtęcią. Biblioteka Monitoringu Środowiska. PIOŚ, Rzeszów–Wrocław.

TERELAK H., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., STUCZYŃSKI T., BUDZYŃSKA K., 1995 — Zawartość metali ciężkich i siarki w glebach użytków rolnych Polski oraz ich zanieczyszczenie tymi składnikami. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, **418**: 45–60.

TERELAK H., STUCZYŃSKI T., PIOTROWSKA M., 1997 — Heavy metals in agricultural soils in Poland. *Pol. J. Soil Sc.*, **30**, 2: 35–42.

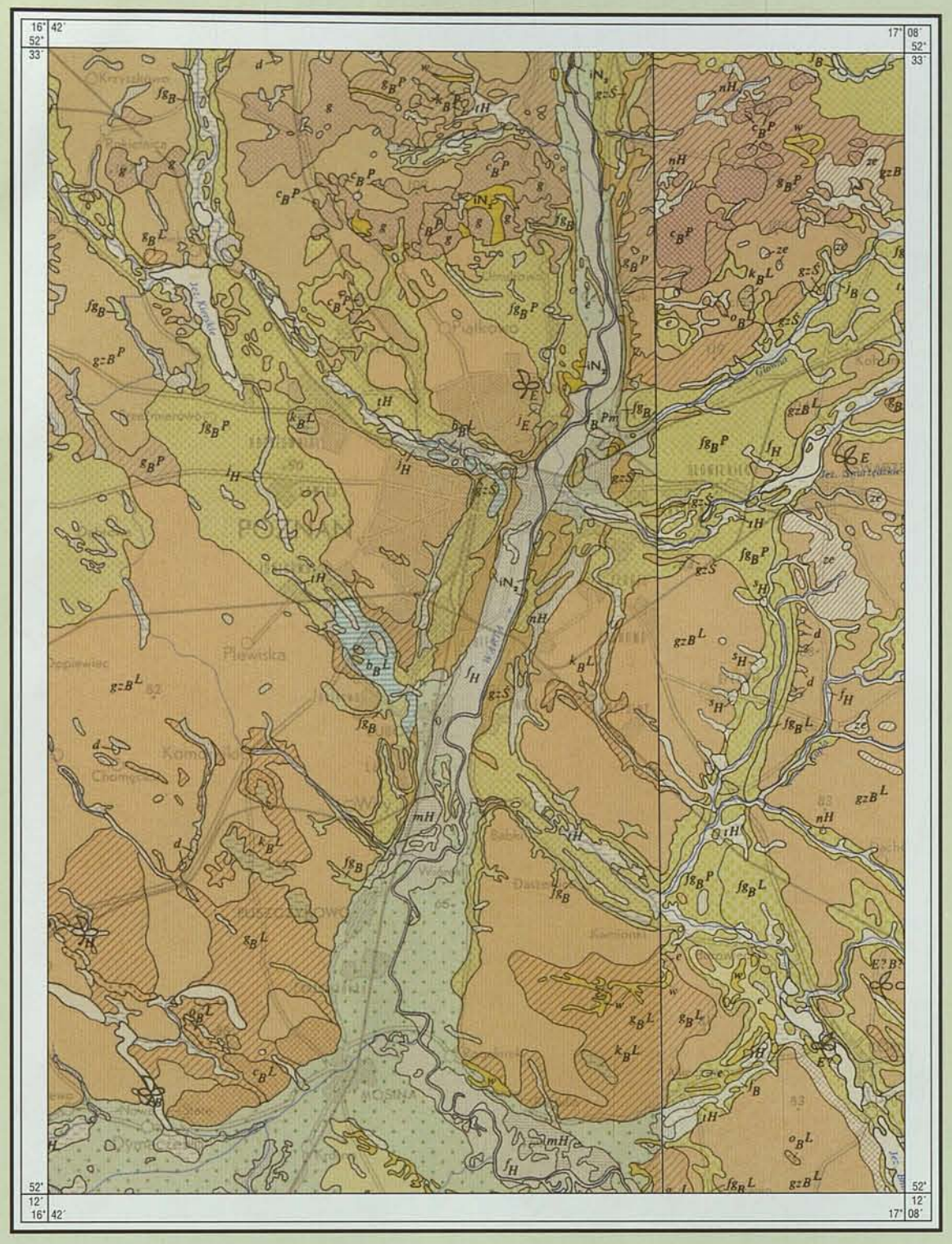
TOMASSI-MORAWIEC H., LIS J., PASIECZNA A., 1998 — Atlas geochemiczny Wrocławia i okolic 1:100 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

VESELY J., MAJER V., 1994 — The effect of pH and atmospheric deposition on concentrations of trace elements in acidified freshwaters: a statistical approach. *Water, Air and Soil Pollution* **88**: 227–246.

WIELKOPOLSKI PARK NARODOWY, 2005. Internet. http://www.city.poznan.pl/turystyka/wpn/park/

WITCZAK S., ADAMCZYK A., 1994 — Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. PIOŚ. Warszawa.

MAPA GEOLOGICZNA
GEOLOGICAL MAP



1 : 200 000

CZWARTORZĘD

HOLOCEN
- Torfy
- Namuły
- Iły, mułki, piaski i kreda jeziorna
- Piaski i żwiry stożków napływowych
- Mady rzeczne
- Mułki, piaski i żwiry rzeczne

- Eluwia glin zwałowych
- Piaski i gliny deluwialne
- Piaski eoliczne
- Piaski eoliczne w wydmach

PLEJSTOCEN

NEOPLEJSTOCEN
- Iły, mułki i piaski jeziorne
- Mady, mułki, piaski i żwiry rzeczne
- Piaski i żwiry wodnolodowcowe
- Piaski i żwiry rzeczne
- Piaski i żwiry wodnolodowcowe
- Mułki, piaski i żwiry kemów
- Piaski i żwiry ozów
- Piaski, żwiry i głazy moren czołowych, miejscami głównie glina zwałowa (g)
- Piaski, żwiry i głazy lodowcowe
- Glina zwałowa

CZWARTORZĘD

PLEJSTOCEN

NEOPLEJSTOCEN
- Piaski, mułki i iły zastoiskowe
- Piaski i żwiry wodnolodowcowe
- Mułki, piaski i żwiry kemów
- Piaski i żwiry ozów
- Piaski, żwiry i głazy moren czołowych
- Piaski, żwiry i glazy lodowcowe
- Glina zwałowa
- Iły, mułki i piaski jeziorne
- Glina zwałowa

TRZECIORZĘD

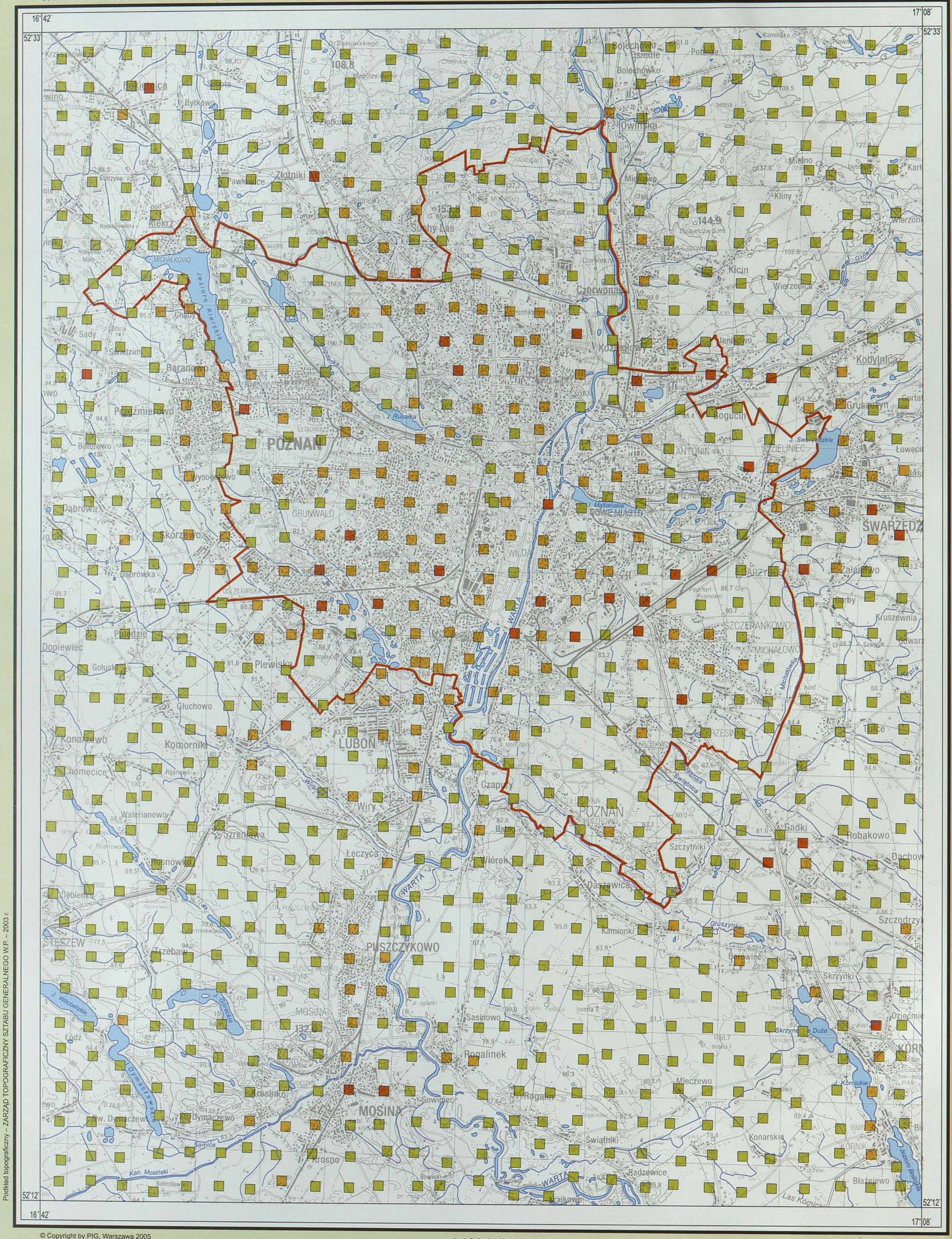
NEOGEN
- Iły

Stanowiska flory (H – holocen, B – zlodowacenia północnopolskie, E – interglacjał eemski)

Skorowidz wykorzystanych materiałów

1	2

1. Mapa geologiczna Polski 1:200 000, wydanie A, ark. Poznań – J. E. Mojski,1980.
2. Mapa geologiczna Polski 1:200 000, wydanie A, ark. Gniezno – A. Makowska, 1983.



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

ZABUDOWA
LAND DEVELOPMENT

- Brak zabudowy, zabudowa wiejska — Undeveloped areas, village development
- Zabudowa miejska — Urban development
- Zabudowa przemysłowa — Industrial development

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

UŻYTKOWANIE TERENU
LAND USE

- Pola uprawne — Cultivated fields
- Lasy — Forests
- Łąki — Meadows
- Nieużytki, ugory — Fallows, barren land
- Trawniki — Lawns
- Ogródki działkowe — Allotments

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

GRUPY SKŁADU MECHANICZNEGO GLEB
SOIL TEXTURAL CLASSES

- Gleby piaszczyste — Sandy soils
- Gleby gliniaste — Loamy soils
- Gleby pylaste — Silty soils
- Gleby torfiaste, torfy — Peaty soils, peats
- Gleby nasypowe — Bank soils

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

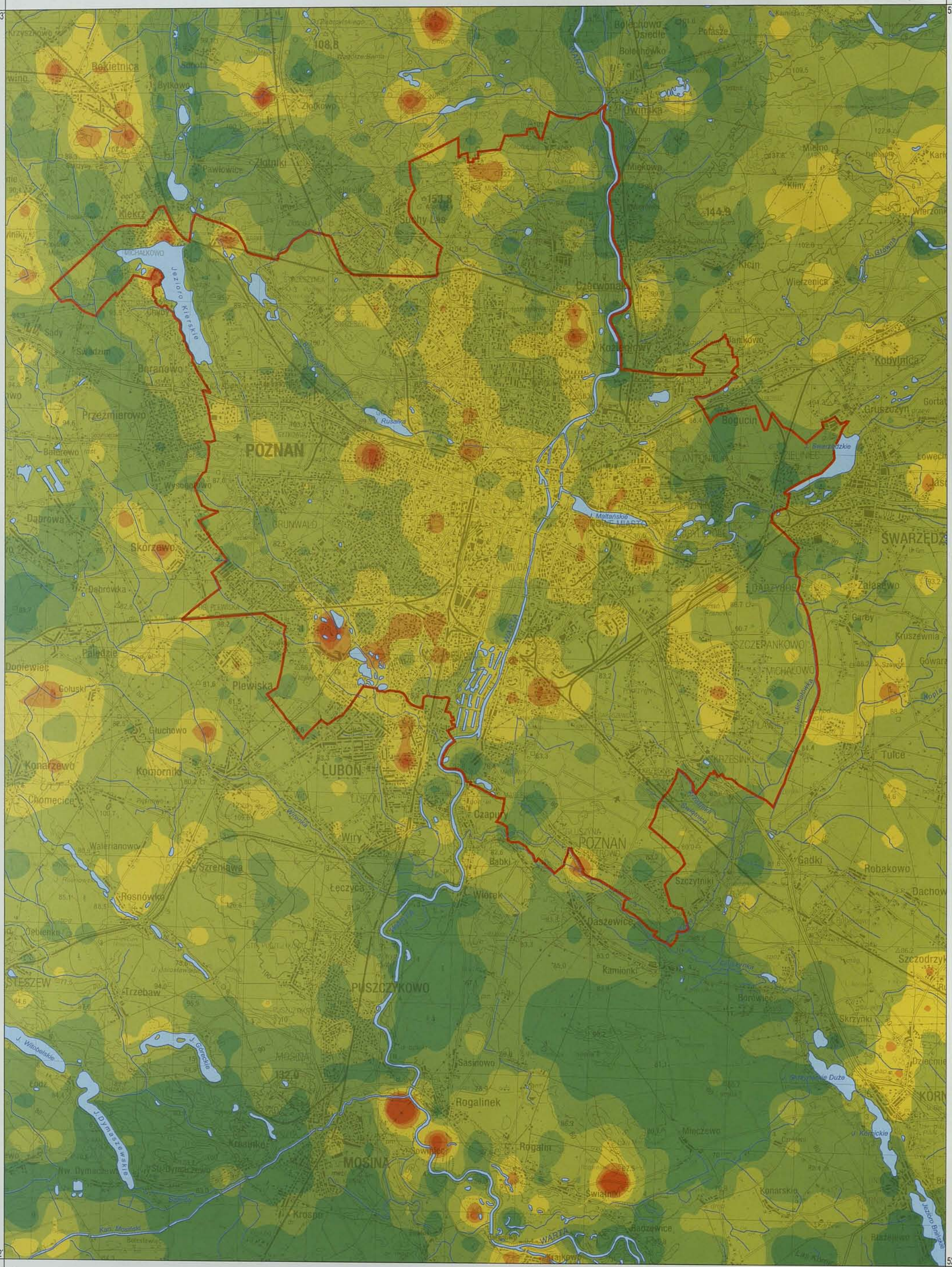
1:100 000

pH KWASOWOŚĆ / ACIDITY

bardzo kwaśne	kwaśne	lekko kwaśne	obojętne	alkaliczne
min. 3,8 – 5,0	5,0 – 6,0	6,0 – 6,7	6,7 – 7,4	7,4 – 9,3

GLEBY / SOILS N = 974

16°42′ 17°08′
52°33′ 52°12′



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Al GLIN / ALUMINIUM

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. 0,09	0,26	0,31	0,39	0,49	0,56	0,62	1,33 %

GLEBY / **SOILS** N = 974

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

As ARSEN
ARSENIC

95 97 100 Percentyl/Percentile
5 6 38 mg/kg

GLEBY
SOILS

N = 974

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

POZNAN LUBON PUSZCZYKOWO MOSINA SWARZĘDZ

WARTA

Jezioro Kierskie

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Ba BAR / BARIUM

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. 4	19	27	39	69	101	131	1180 mg/kg

GLEBY / SOILS N = 974

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Bokietnica Bytkowo Złotniki Pawłowice Kiekrz MICHAŁKOWO Jezioro Kierskie Sady Swadzim Baranowo Przeźmierowo Batorowo POZNAŃ Wysogotowo Dąbrowa Skórzewo Dąbrówka Palędzie Dopiewiec Goluski Plewiska Głuchowo Konarzewo Komorniki Chomęcice Walerianowo Szreniawa Rosnówko Trzebaw LUBOŃ Łęczyca Wiry Wirenka Wiorek Czapury Babki Daszewice Kamionki PUSZCZYKOWO Sasinowo Rogalinek Rogalin MOSINA Krosno Nw. Dymaczewo St. Dymaczewo Samica Kan. Mosiński Świątniki Radzewice Graikowo Borowiec Skrzynki Miłczewo Konarskie Błażejewo Las Kórnicki Czerwonak Kozielewy Kicin Kliny Mieleszyn Dwińska Bolechowo Osiedle Bolechowo Mieleszynek Wierzenica Główna Kobylnica Bogucin Gruszczyn Gortat Łowęcin ANTONIN ZIELINIEC SWARZĘDZ DĄBRÓWKA Załasewo Garby Kruszewnia Gowarz Tulce Dachowo Szczodrzyk Dziećmiec KÓRNIK Jeziorko Bnińskie Wysoczyzna Gnieźnieńska Las Rogaliński Las Kiekrzański Las Suchy Las Las Kobylnicki Las Czerwonacki Las Kozielewski Las Antoninek Las Zielniec Las Grunwaldzki Las Dąbrowski Las Kamionecki Las Mosiński Las Krzesiński Las Kórnicki Las Rogaliński Las Suchy Las Las Kobylnicki Las Czerwonacki Las Kozielewski Las Antoninek Las Zielniec Las Grunwaldzki Las Dąbrowski Las Kamionecki Las Mosiński Las Krzesiński Las Kórnicki Las Rogaliński

WARTA Bogdanka J. Rusałka J. Swarzędzkie J. Maltańskie Michałówka Krzesinka Świątnica Wirenka Kopla Głuszynka J. Witobelskie J. Górzyckie J. Dymaszewskie J. Skrzynieckie Duże J. Kórnickie Jezioro Bnińskie

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

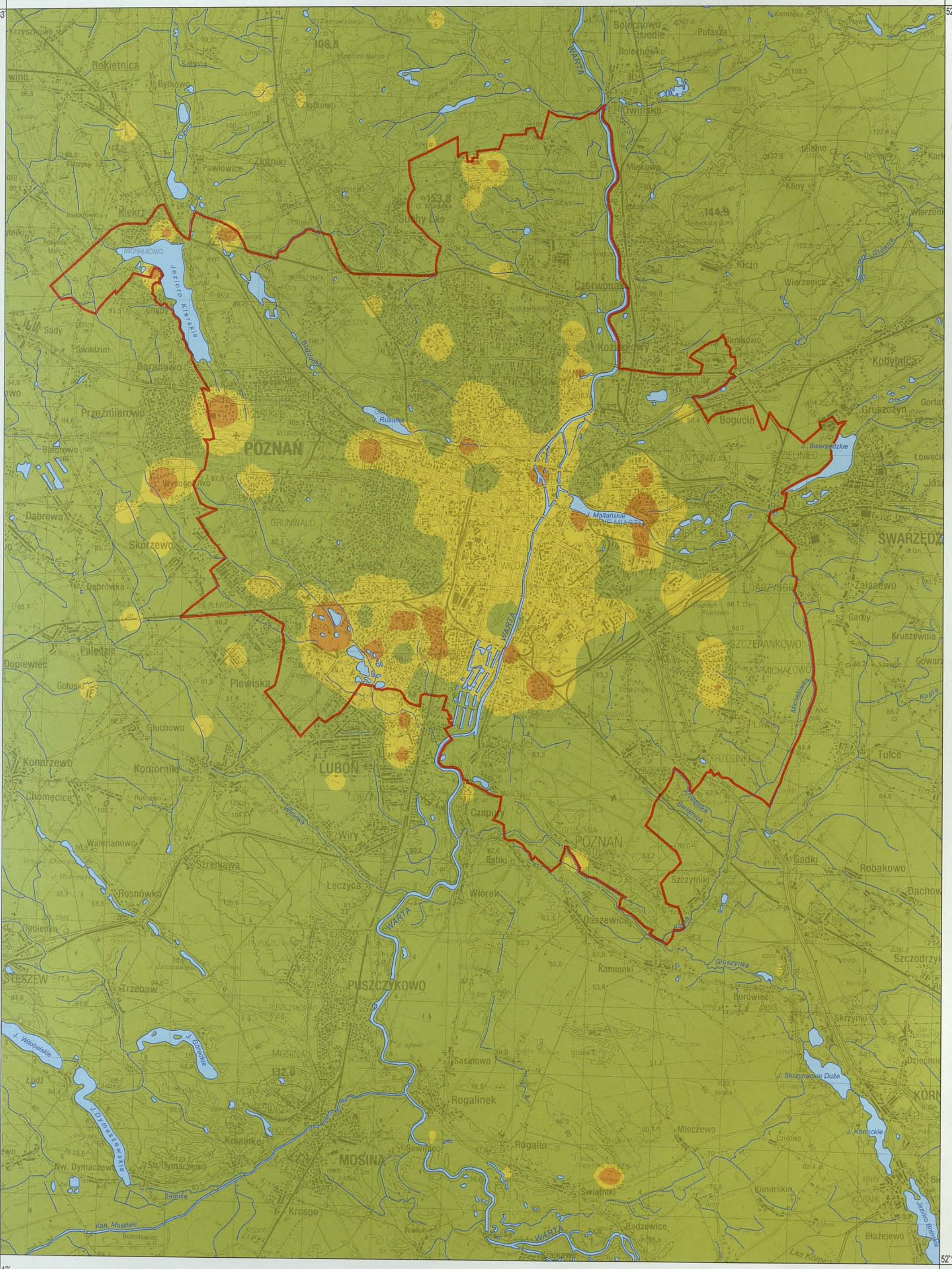
1:100 000

Ca WAPŃ / CALCIUM

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min.< 0,01	0,04	0,13	0,44	1,15	1,96	2,49	13,91 %

GLEBY / SOILS N = 974

16°42′ 17°08′
52°33′ 52°12′



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Co **KOBALT**
COBALT

90 97 100 Percentyl/Percentile
min.<1 3 4 27 mg/kg

GLEBY
SOILS

N = 974

16°42′ 17°08′
52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Cr CHROM
CHROMIUM

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min.< 1	4	5	7	9	12	14	49 mg/kg

GLEBY
SOILS

N = 974

16°42′ 17°08′
52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Cu MIEDŹ / COPPER

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min.<1	3	4	7	12	18	21	1800 mg/kg

GLEBY / SOILS N = 974

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

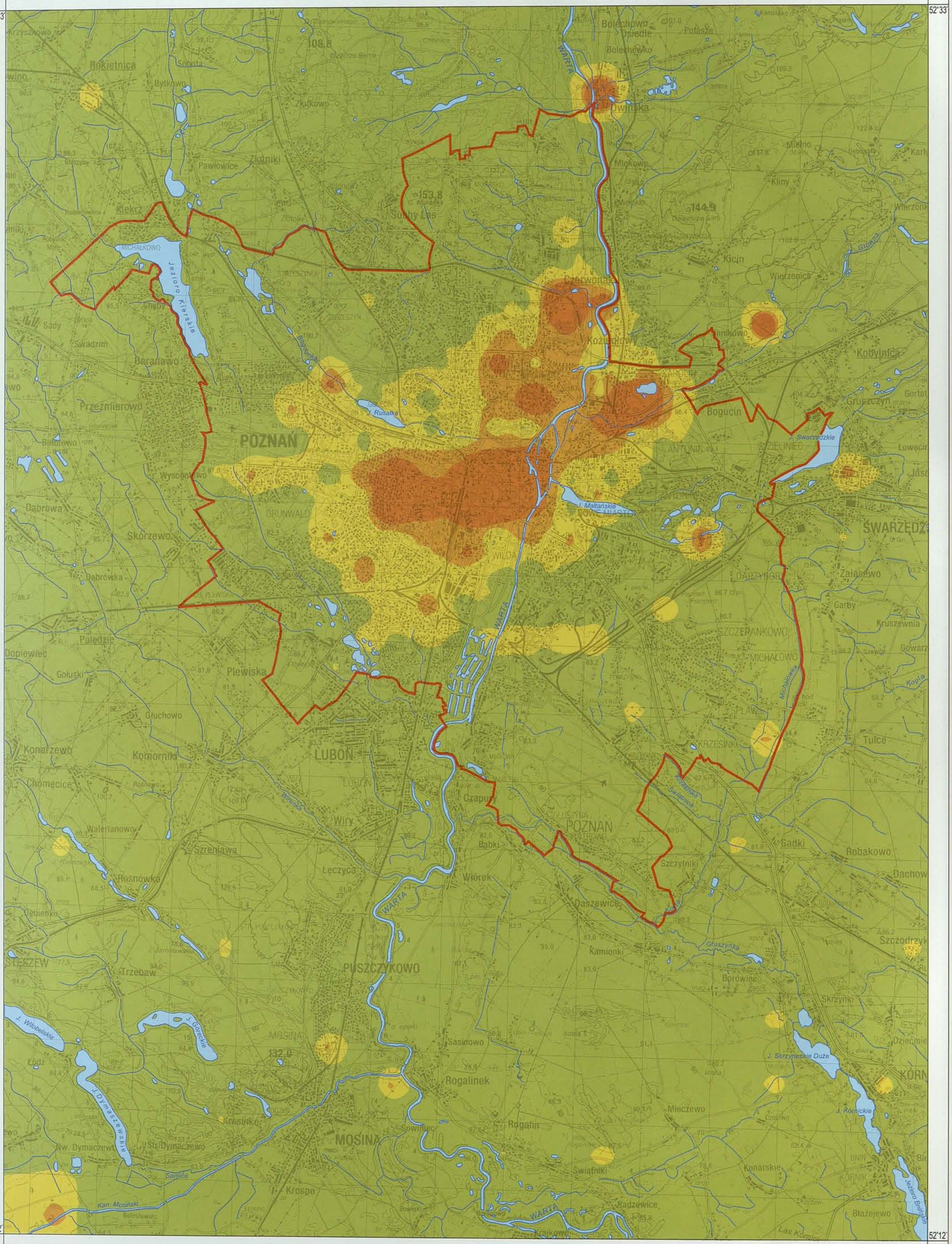
1:100 000

Fe ŻELAZO / IRON

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. 0,09	0,37	0,47	0,62	0,87	1,07	1,23	9,83 %

GLEBY / SOILS N = 974

16°42'
17°08'
52°33'
52°12'



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

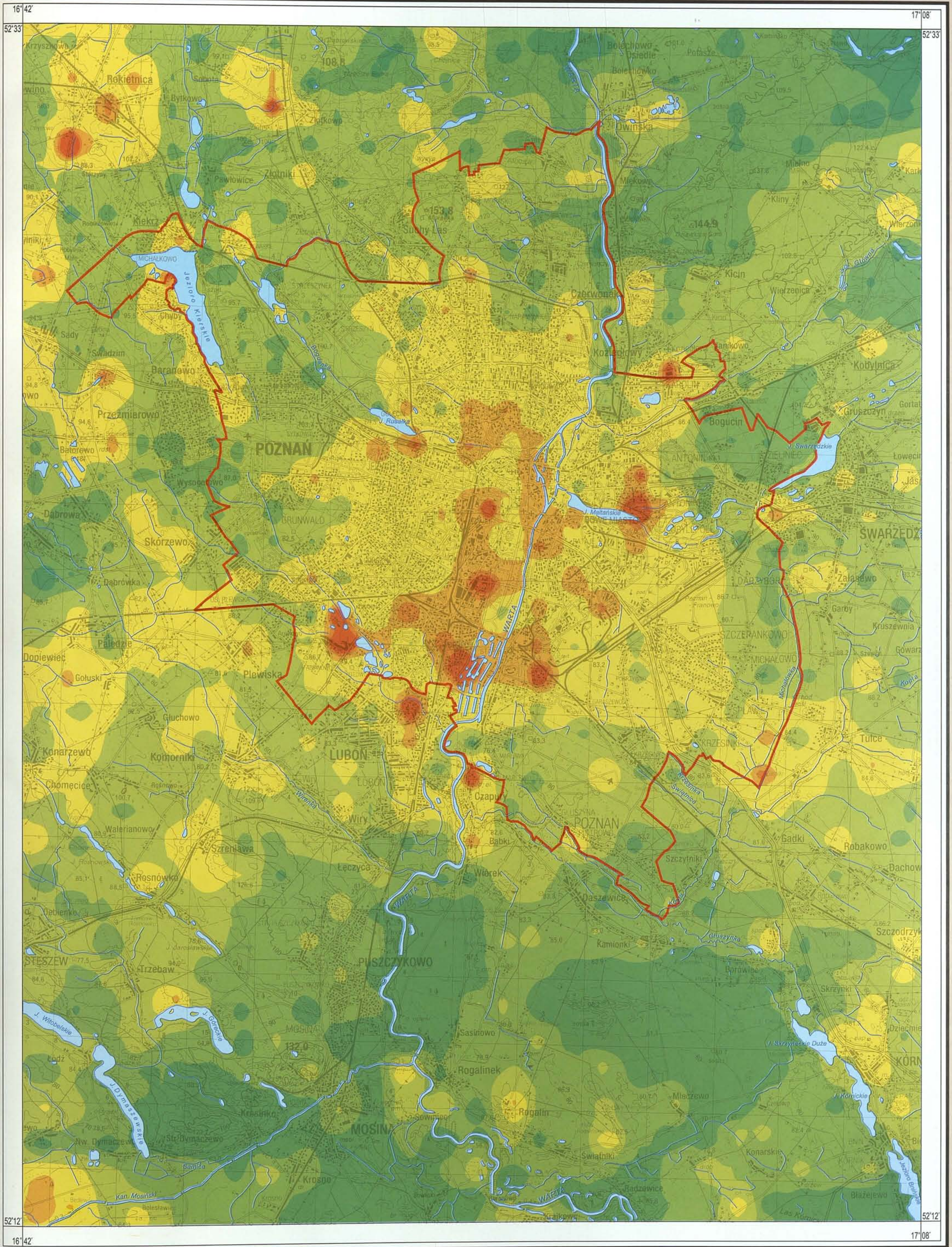
1:100 000

Hg RTĘĆ
MERCURY

90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min.< 0,05	0,06	0,11	0,15	712,00 mg/kg

GLEBY
SOILS

N = 974



© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Mg MAGNEZ MAGNESIUM

	25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. < 0,01	0,04	0,06	0,09	0,15	0,18	0,20	0,40 %

GLEBY
SOILS

N = 974

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

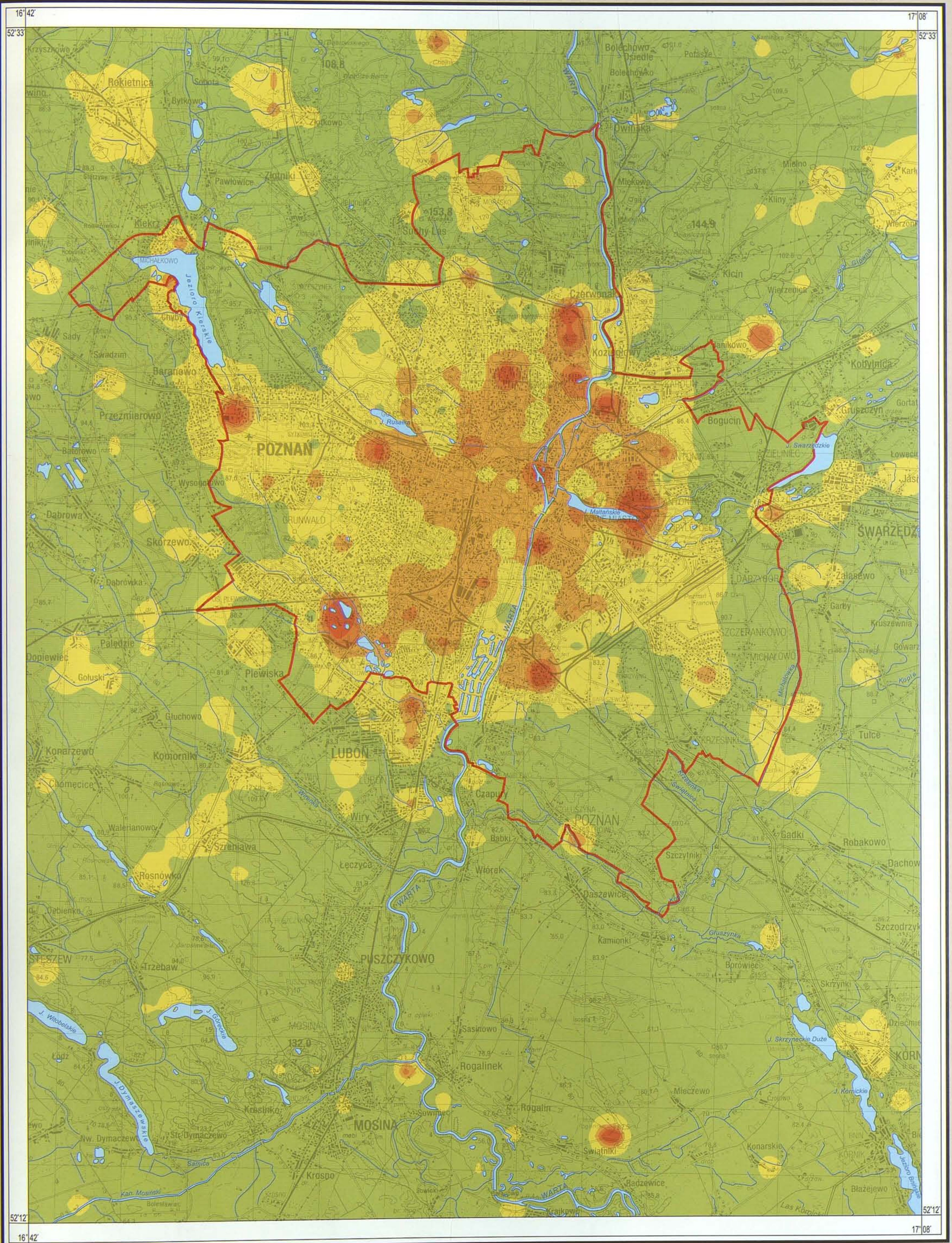
Mn MANGAN
MANGANESE

25 50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. 5 132 200 271 360 437 530 12 820 mg/kg

GLEBY
SOILS

N = 974



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Ni NIKIEL
NICKEL

Percentyl/Percentile	75	90	95	97	100
mg/kg	min. < 2 – 5	5 – 8	8 – 10	10 – 12	12 – 485

GLEBY
SOILS

N = 974

16°42′ 17°08′
52°33′ 52°12′

POZNAN
LUBOŃ
MOSINA
PUSZCZYKOWO
SWARZĘDZ
STESZEW
KORNIK

1:100 000

P **FOSFOR**
PHOSPHORUS

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. 0,009	0,029	0,039	0,051	0,068	0,084	0,099	0,449 %

GLEBY
SOILS
N = 974

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

POZNAŃ LUBOŃ PUSZCZYKOWO MOSINA SWARZĘDZ

1:100 000

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

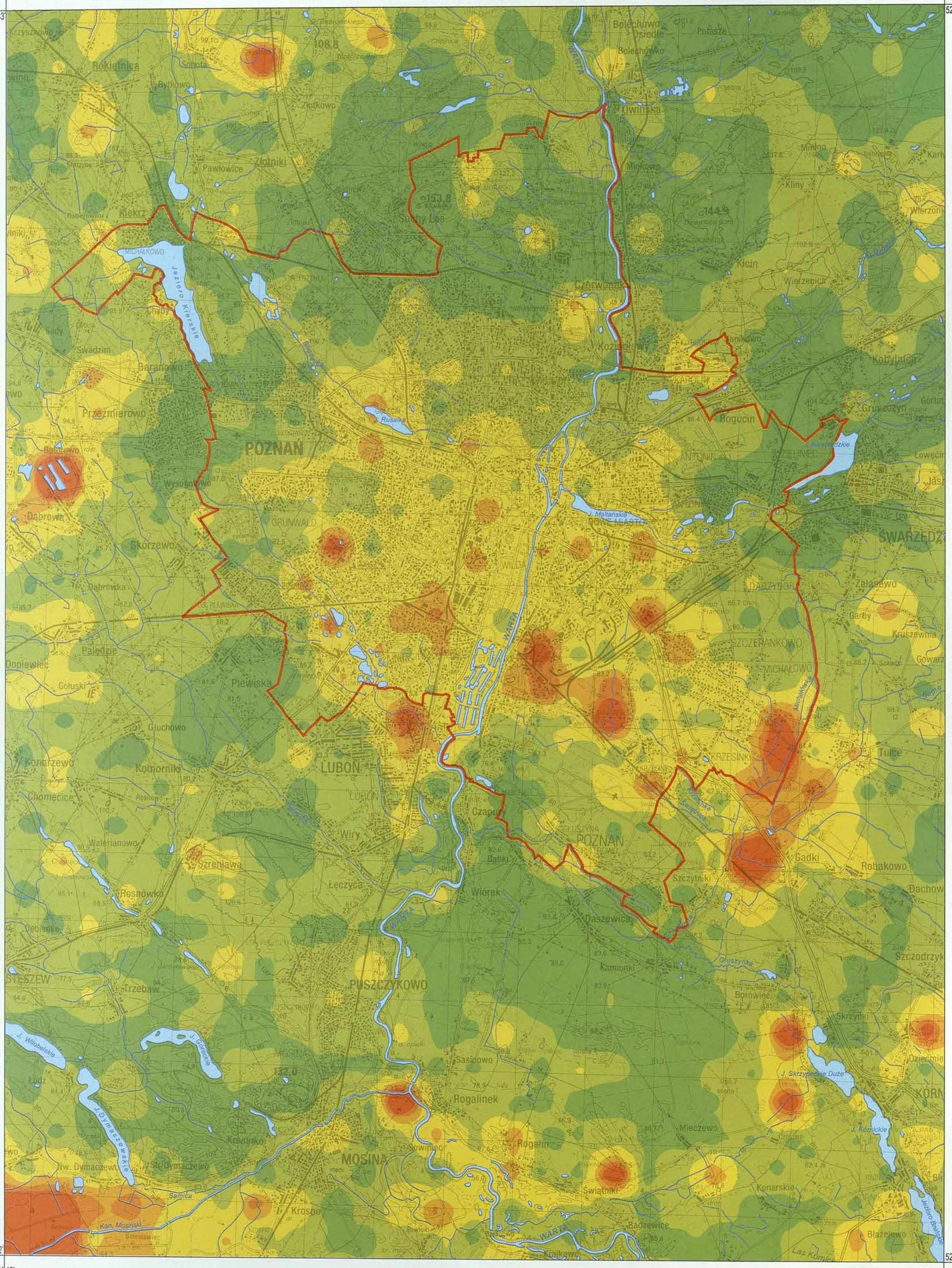
Pb OŁÓW / LEAD

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min.<5	9	11	16	25	37	48	38 890 mg/kg

GLEBY / SOILS N = 974

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′



© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

S SIARKA / SULPHUR

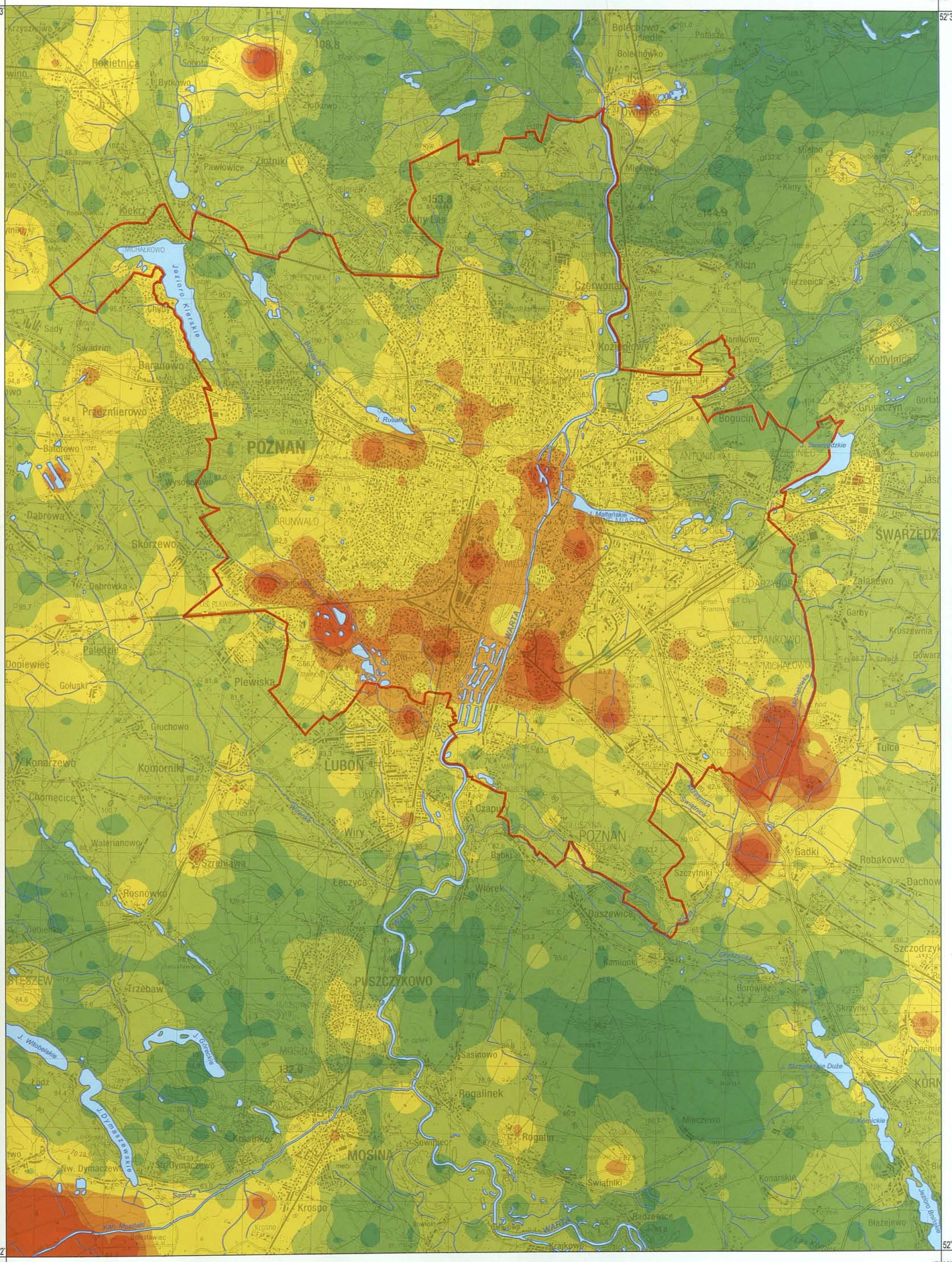
50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. < 0,005 | 0,013 | 0,019 | 0,031 | 0,042 | 0,054 | 0,273 %

GLEBY / SOILS

N = 974

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Sr **STRONT**
STRONTIUM

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. 1	4	7	14	31	45	61	417 mg/kg

GLEBY
SOILS
N = 974

16°42′ 17°08′
52°33′ 52°12′

POZNAŃ
LUBOŃ
MOSINA
PUSZCZYKOWO
SWARZĘDZ
STĘSZEW
KÓRNIK

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Ti TYTAN
TITANIUM

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. 25	65	84	102	120	135	150	328 mg/kg

GLEBY
SOILS

N = 974

16°42'
17°08'
52°33'
52°12'

POZNAŃ
LUBOŃ
MOSINA
PUSZCZYKOWO
SWARZĘDZ
Rokietnica
Bytkowo
Złotkowo
Pawłowice
Złotniki
Kiekrz
Suchy Las
Owińska
Mieleszyn
Mieleszynek
Kliny
Kicin
Wierzenica
Czerwonak
Koziegłowy
Kobylnica
Bogucin
Gruszczyn
Przeźmierowo
Baranowo
Swadzim
Sady
Chyby
Dąbrowa
Skórzewo
Dąbrówka
Palędzie
Dopiewiec
Gołuski
Głuchowo
Konarzewo
Komorniki
Chomęcice
Rosnówko
Walerianowo
Szreniawa
Łęczyca
Wiórek
Daszewice
Trzebaw
Krosno
Rogalinek
Rogalin
Sowiniec
Młoczewo
Konarskie
Świątniki
Radzewice
Błażejewo
Tulce
Gadki
Robakowo
Szczytniki
Dachowo
Żalasewo
Garby
Kruszewnia
Szczodrzyków
Borowiec
Skrzynki
Dziećmierowo
Kamionki
Sasinowo
Krajkowo
Jezioro Maltańskie
Jezioro Kierskie
Jezioro Góreckie
Jezioro Witobelskie
Jezioro Dymaszewskie
Jezioro Durowskie Duże
Jezioro Rusałka
Jezioro Strzeszyńskie
Jezioro Świętnickie
Jezioro Bnińskie
Warta
Wirenka
Samica
Kan. Mosiński
Cybina
Bogdanka
Strumień Junikowski
Strumień Michałkowski
Strumień Krzesinki
Strumień Świętnicki
Michałkowo
Krzesinki
Szczepankowo
Antonin
Zielniec
Darzybór
Franowo
Junikowo
Wilda
Grunwald
Jeżyce
Łazarz
Stare Miasto
Nowe Miasto
Piątkowo
Krzesiny
Marlewo
Strzeszyn
Wysogotowo
Dąbrowa
Plewiska
Trzebaw
Stęszew
Łódź
Nw. Dymaczewo
Str. Dymaczewo
Krosno
Rogalinek
Sowiniec
Rogalin
Młoczewo
Konarskie
Świątniki
Radzewice
Błażejewo
Tulce
Gadki
Robakowo
Szczytniki
Dachowo
Żalasewo
Garby
Kruszewnia
Szczodrzyków
Borowiec
Skrzynki
Dziećmierowo
Kamionki
Sasinowo
Krajkowo
Jezioro Maltańskie
Jezioro Kierskie
Jezioro Góreckie
Jezioro Witobelskie
Jezioro Dymaszewskie
Jezioro Durowskie Duże
Jezioro Rusałka
Jezioro Strzeszyńskie
Jezioro Świętnickie
Jezioro Bnińskie
Warta
Wirenka
Samica
Kan. Mosiński
Cybina
Bogdanka
Strumień Junikowski
Strumień Michałkowski
Strumień Krzesinki
Strumień Świętnicki
Michałkowo
Krzesinki
Szczepankowo
Antonin
Zielniec
Darzybór
Franowo
Junikowo
Wilda
Grunwald
Jeżyce
Łazarz
Stare Miasto
Nowe Miasto
Piątkowo
Krzesiny
Marlewo
Strzeszyn
Wysogotowo
Dąbrowa
Plewiska
Trzebaw
Stęszew
Łódź
Nw. Dymaczewo
Str. Dymaczewo
Krosno

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

V WANAD
VANADIUM

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. < 1	6	8	10	13	15	17	43 mg/kg

GLEBY
SOILS
N = 974

16°42′ 17°08′
52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

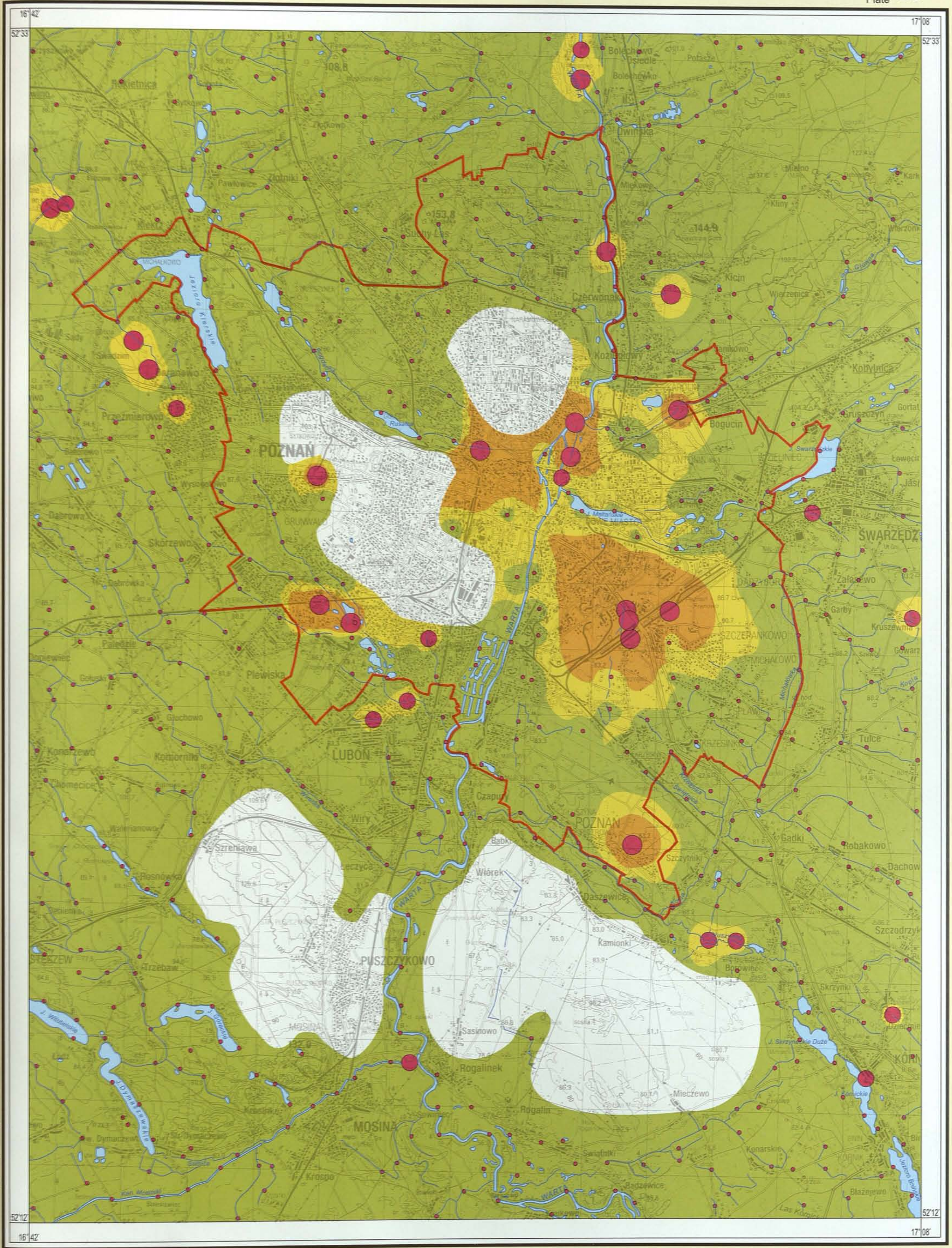
© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Zn CYNK / ZINC

min. 7	20	27	40	67	110	137	18 580 mg/kg
	25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile

GLEBY / SOILS N = 974



© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Ag SREBRO SILVER

95	97	100 Percentyl/Percentile
min. < 0,5	0,5 – 1,0	1,0 – 18,9 mg/kg

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

POZNAŃ LUBOŃ PUSZCZYKOWO MOSINA SWARZĘDZ

1:100 000

Al GLIN ALUMINIUM

25 50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. 0,05 0,18 0,31 0,52 0,76 0,93 1,05 7,93 %

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

As ARSEN
ARSENIC

75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile
min. < 5 5 10 14 18 99 mg/kg

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Ba BAR
BARIUM

25 50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. 4 25 46 80 135 193 223 854 mg/kg

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

POZNAN
LUBON
MOSINA
PUSZCZYKOWO
SWARZEDZ
Kiekrz
Michałkowo
Sady
Swadzim
Baranowo
Przeźmierowo
Pawłowice
Złotniki
Dąbrowa
Skórzewo
Dąbrówka
Paledzie
Plewiska
Luchowo
Konarzewo
Komorniki
Chomęcice
Rosnówko
Trzebaw
Łódź
Krosno
Rogalinek
Rogalin
Mieczewo
Sasinowo
Kamionki
Wiórek
Szreniawa
Wiry
Czapury
Babki
Daszewice
Szczytniki
Kicin
Wierzenica
Kobylnica
Bogucin
Miłkowo
Owińska
Boleszkowo
Mosina
Rusałka
Warta
Jez. Maltańskie
Jez. Swarzędzkie
Jez. Skrzynskie Duże
Jez. Dymaczewskie
Jez. Górzyckie
Jez. Wilczyńskie
Jez. Kórnickie
Jez. Bnińskie
Michałkowski Kanał
Kanał Mosiński
Strumień Kiekrzyński
Strumień Krzesinicki
Strumień Krzesinka
Strumień Głowna
Strumień Wierzenica
Strumień Kopla

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Ca WAPŃ / CALCIUM

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. 0,04	0,48	1,16	2,48	4,07	5,25	6,01	23,75 %

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

16°42′ 17°08′ 52°33′



52°12′ 16°42′ 17°08′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Cd KADM
CADMIUM

95 97 100 Percentyl/Percentile
min. < 1 1 2 21 mg/kg

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

1:100 000

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

Co KOBALT
COBALT

25 50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. <1 1 2 4 5 7 8 164 mg/kg

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

16°42'
17°08'
52°33'
52°12'

POZNAŃ
LUBOŃ
PUSZCZYKOWO
MOSINA
SWARZĘDZ
Jezioro Kierskie
Rusałka
WARTA

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Cr **CHROM**
CHROMIUM

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. < 1	4	7	11	17	25	32	806 mg/kg

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Cu MIEDŹ / COPPER

25 50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. <1 4 7 15 33 59 83 2197 mg/kg

OSADY WODNE / WATER SEDIMENTS

N = 616

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

POZNAŃ LUBOŃ PUSZCZYKOWO MOSINA SWARZĘDZ

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Fe ŻELAZO
IRON

25 50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. 0,07 0,42 0,68 1,18 1,79 2,26 2,93 20,94 %

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

16°42'
17°08'
52°33'
52°12'

POZNAŃ
LUBOŃ
PUSZCZYKOWO
MOSINA
SWARZĘDZ
GRUNWALD
SZCZERANKOWO
MICHAŁKOWO
Jezioro Kierskie
WARTA
Rusałka
Bolechowo-Osiedle
Bolechowo
Pobłaże
Dwińska
Mielno
Kliny
Kicin
Wierzenica
Czerwonak
Koziegłowy
Hanikowo
Kobylnica
Bogucin
Gortatowo
Łowęcin
Jasin
Zalasewo
Garby
Kruszewnia
Tulce
Gadki
Robakowo
Dachowo
Szczodrzyki
Skrzynki
Mieczewo
Konarskie
Błażejewo
Las Kozielski
Świątniki
Radzewice
Rogalinek
Rogalin
Sasinowo
Kamionki
Wiórek
Daszewice
Czapury
Wiry
Szreniawa
Łęczyca
Rosnówko
Krosno
Krosinko
Stęszew
Trzebaw
Dąbrowa
Skórzewo
Dąbrówka
Paledzie
Plewiska
Głuchowo
Komorniki
Konarzewo
Walerianowo
Dopiewiec
Goluski
Przeźmierowo
Wysogotowo
Suchy Las
Pawłowice
Złotniki
Żytkowo
Bytkowo
Rokietnica
Sady
Swadzim
Baranowo
Tarnowo
Trzebienko
Łubinowo
Jez. Wtóbelskie
Jez. Gorzeckie
Jez. Dymaczewskie
Jez. Durowskie
Kan. Mosiński
Samica
Strumień
Kopla
Michałówka
Krzesinka
Świdnica
Jez. Bnińskie
Jez. Skrzynieckie Duże
Jez. Kórnickie
Kórnik
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

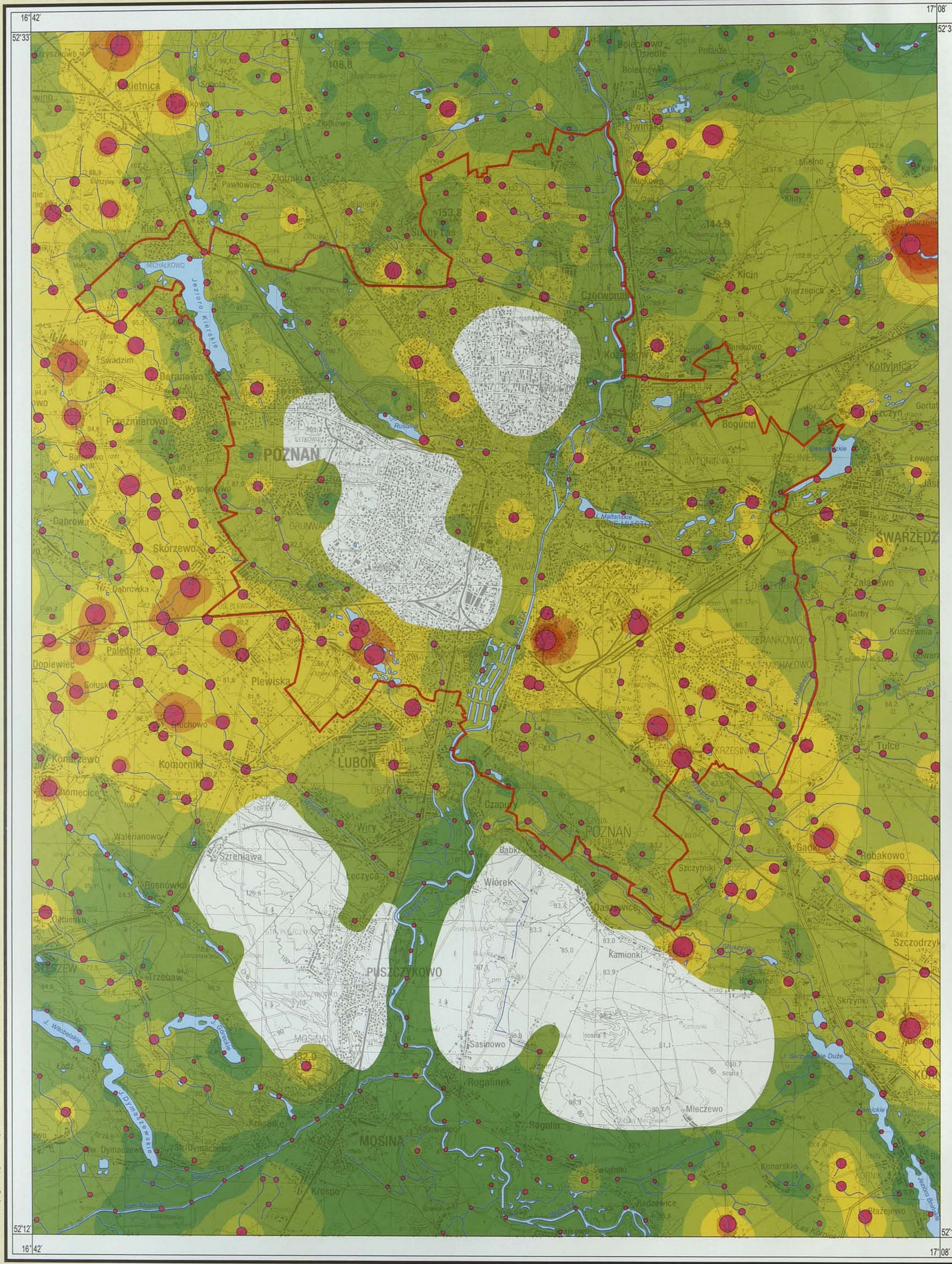
1:100 000

Hg RTĘĆ / MERCURY

75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. < 0,05	0,07	0,14	0,23	0,33	23,40 mg/kg

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616



© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Mg MAGNEZ MAGNESIUM

	25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. 0,01	0,07	0,12	0,20	0,33	0,43	0,49	1,29 %

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

POZNAŃ LUBOŃ PUSZCZYKOWO MOSINA SWARZĘDZ

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Mn MANGAN
MANGANESE

25 50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile
min. 5 93 203 440 858 1439 1897 8570 mg/kg

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Ni NIKIEL
NICKEL

25 50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile
min. < 2 3 5 9 13 19 22 488 mg/kg

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

POZNAŃ LUBOŃ PUSZCZYKOWO MOSINA SWARZĘDZ

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

P **FOSFOR**
PHOSPHORUS

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. 0,006	0,032	0,054	0,099	0,164	0,259	0,338	1,272 %

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

POZNAŃ LUBOŃ PUSZCZYKOWO MOSINA SWARZĘDZ

1:100 000

Pb **OŁÓW** **LEAD**

25 50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

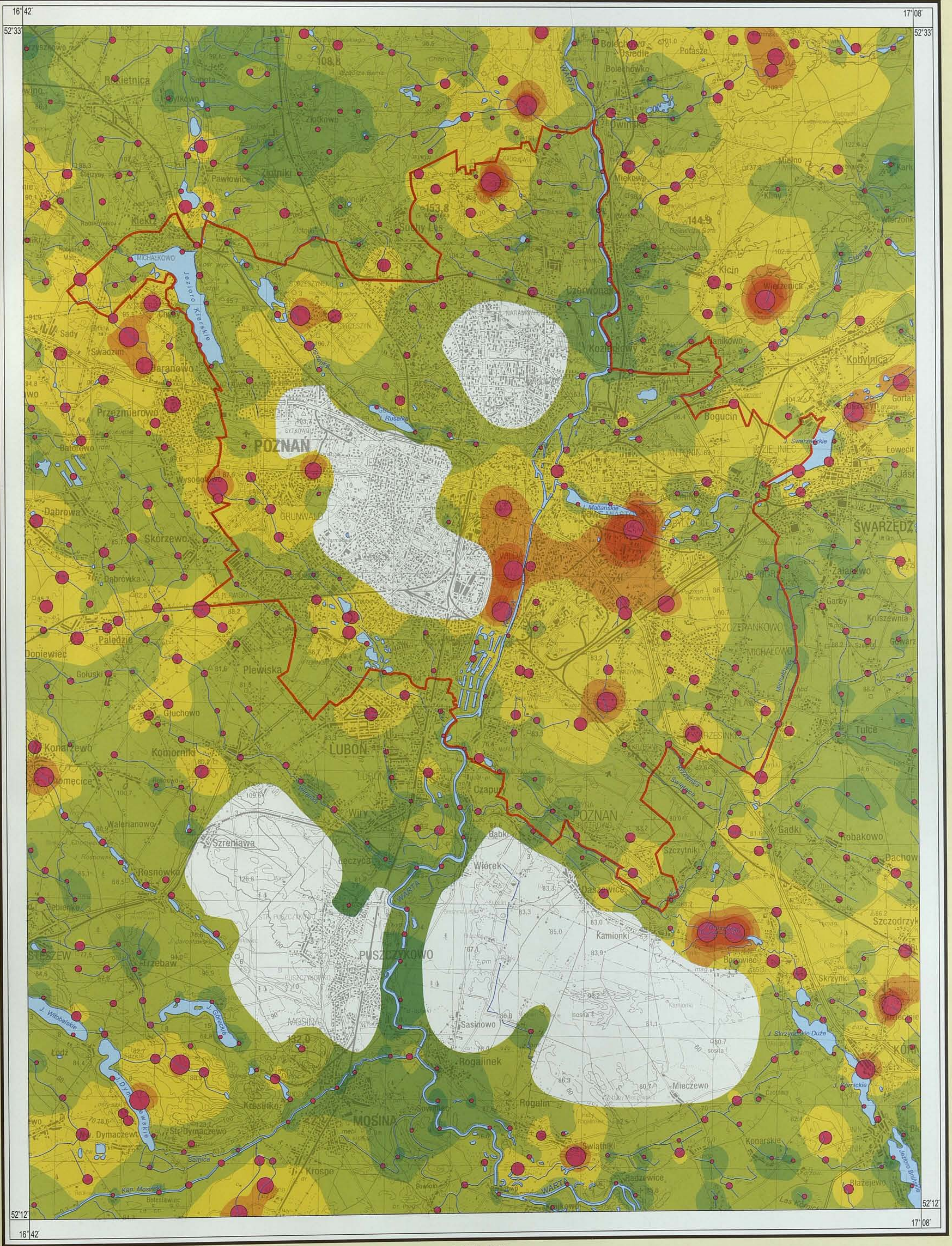
min. < 5 7 13 24 49 72 130 2004 mg/kg

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

S SIARKA
SULPHUR

min. < 0,005	25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
	0,043	0,096	0,254	0,651	0,964	1,185	4,992 %

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

16°42′ 17°08′
52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Sr STRONT
STRONTIUM

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. 2	12	23	42	67	83	107	1058 mg/kg

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

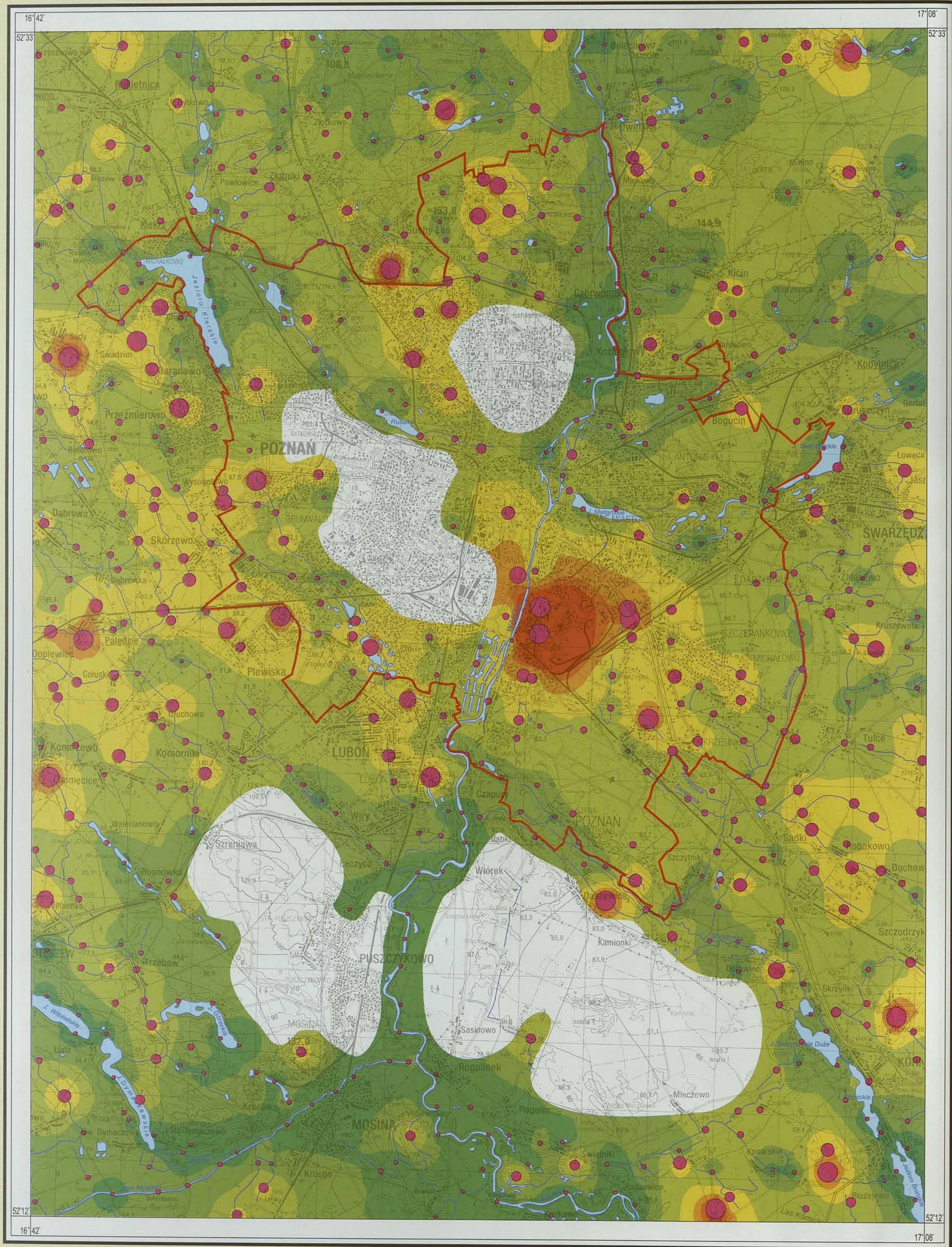
Ti TYTAN
TITANIUM

25 50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. 11 75 105 136 175 214 237 725 mg/kg

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

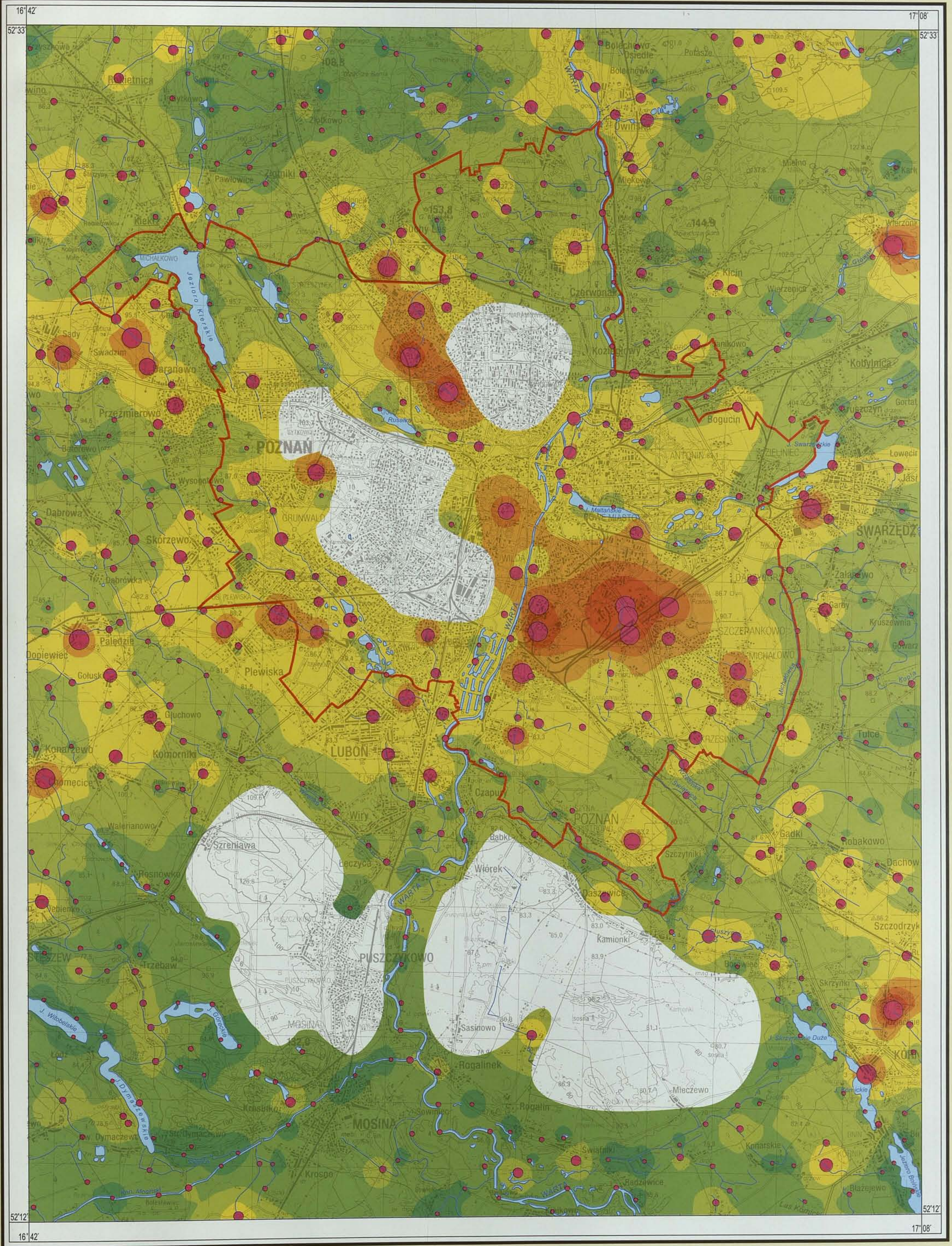
1:100 000

V **VANAD**
VANADIUM

Percentyl/Percentile	25	50	75	90	95	97	100
mg/kg	min. 1 – 6	9	14	20	25	28	229 mg/kg

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Zn CYNK ZINC

	25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. 6	26	46	91	206	314	439	1384 mg/kg

OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

N = 616

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

pH KWASOWOŚĆ
ACIDITY

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. 4,8	7,4	7,6	7,9	8,1	8,3	8,4	9,3

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

POZNAŃ LUBOŃ PUSZCZYKOWO MOSINA SWARZĘDZ KOSTRZYN Krzyszkowo Pawłowice Złotniki Michałkowo Jezioro Kierskie Sady Swadzim Baranowo Przeźmierowo Wysogotowo Dąbrowa Skórzewo Dąbrówka Paledzie Dopiewiec Gołuski Plewiska Głuchowo Komorniki Chomęcice Rosnówko Trzebaw Łubowo Szreniawa Wiry Czapury Babki Włorek Daszewice Kamionki Rogalinek Rogalin Mieczewo Sasinowo Krosno Świątniki Radzewice Konarskie Błażejewo Bogucin Kicin Wierzenica Kotylnica Gruszczyn Łowęcin Jasin Dąbrówka Leśna Żabinko Garby Kruszewnia Szczepankowo Tulce Gadki Rabakowo Dachowo Szczodrzyki Skrzynki Borowiec Mleczewo Konarskie Jezioro Bnińskie Rusałka Warta Wirynka Swiątnicka Strumień Michałowski Jez. Maltańskie Jez. Swarzędzkie Jez. Skrzynskie Duże Jez. Kornickie

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

PRZEWODNOŚĆ ELEKTRYCZNA
CONDUCTIVITY

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. 0,03	0,66	0,87	1,07	1,33	1,50	1,64	4,65 mS/cm

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Al **GLIN**
ALUMINIUM

75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. < 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,06 | 0,07 | 1,27 mg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

POZNAŃ LUBOŃ PUSZCZYKOWO MOSINA SWARZĘDZ KOBYLNICA KICIN BOGUCIN CZERWONAK OWIŃSKA MIŁKOWO MIŁNO WIERZENICA MICHAŁKOWO SZCZERANKOWO DĄBRYBÓR ANTONIN ZIELINIEC GRUNWALD JEZIORO KIERSKIE WARTA

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

B **BOR**
BORON

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. < 0,01	0,04	0,06	0,10	0,18	0,28	0,33	0,83 mg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

POZNAŃ LUBOŃ PUSZCZYKOWO MOSINA SWARZĘDZ KOBYLNICA KOMORNIKI

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Ba BAR
BARIUM

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. < 1	37	47	63	84	107	128	250 µg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

POZNAŃ
LUBOŃ
PUSZCZYKOWO
MOSINA
SWARZĘDZ
KORNIK
Krzyszkowo
Radlietnica
Sokola
Sytkowo
Złotkowo
Pawłowice
Złotniki
Kleszczyn
Rokietnica
Michałkowo
Jezioro Kierskie
Sady
Swadzim
Baranowo
Przeźmierowo
Wysogotowo
Dąbrowa
Skórzewo
Dąbrówka
Paledzie
Dopiewiec
Gołuski
Plewiska
Głuchowo
Kondrzewo
Komorniki
Chomęcice
Walerianowo
Szreniawa
Rosnówko
Dębienko
Trzebaw
Wiry
Łęczyca
Rusałka
Sytkowo
Bolechowo-Osiedle
Bolechowo
Potasze
Dwińska
Mokowo
Miasto
Kliny
Sucha Las
Czerwonak
Koziegłowy
Kicin
Wierzenica
Manikowo
Kobylnica
Bogucin
Świerczyńskie
Maltańskie
Dąbrowa
Garby
Kruszewnia
Szczepankowo
Michałowo
Gowarzewo
Tulce
Czapury
Wirek
Daszewice
Gadki
Robakowo
Szczytniki
Dachowo
Kamionki
Sasinowo
Rogalinek
Rogalin
Mieczewo
Konarskie
Świątniki
Radzewice
Błażejewo
Skrzynki
Jezioro Durowskie Duże
Jezioro Durowskie Małe
Jezioro Rosnowskie
Jezioro Dymaczewskie
Jezioro Górzyckie
Jezioro Witobelskie
Jezioro Kamionki
Jezioro Bnińskie
Kanał Mosiński
Samica
Wilda
Warta
Cybina
Bogdanka
Głuszynka
Las Kobylnicki
108,8
153,8
144,9

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

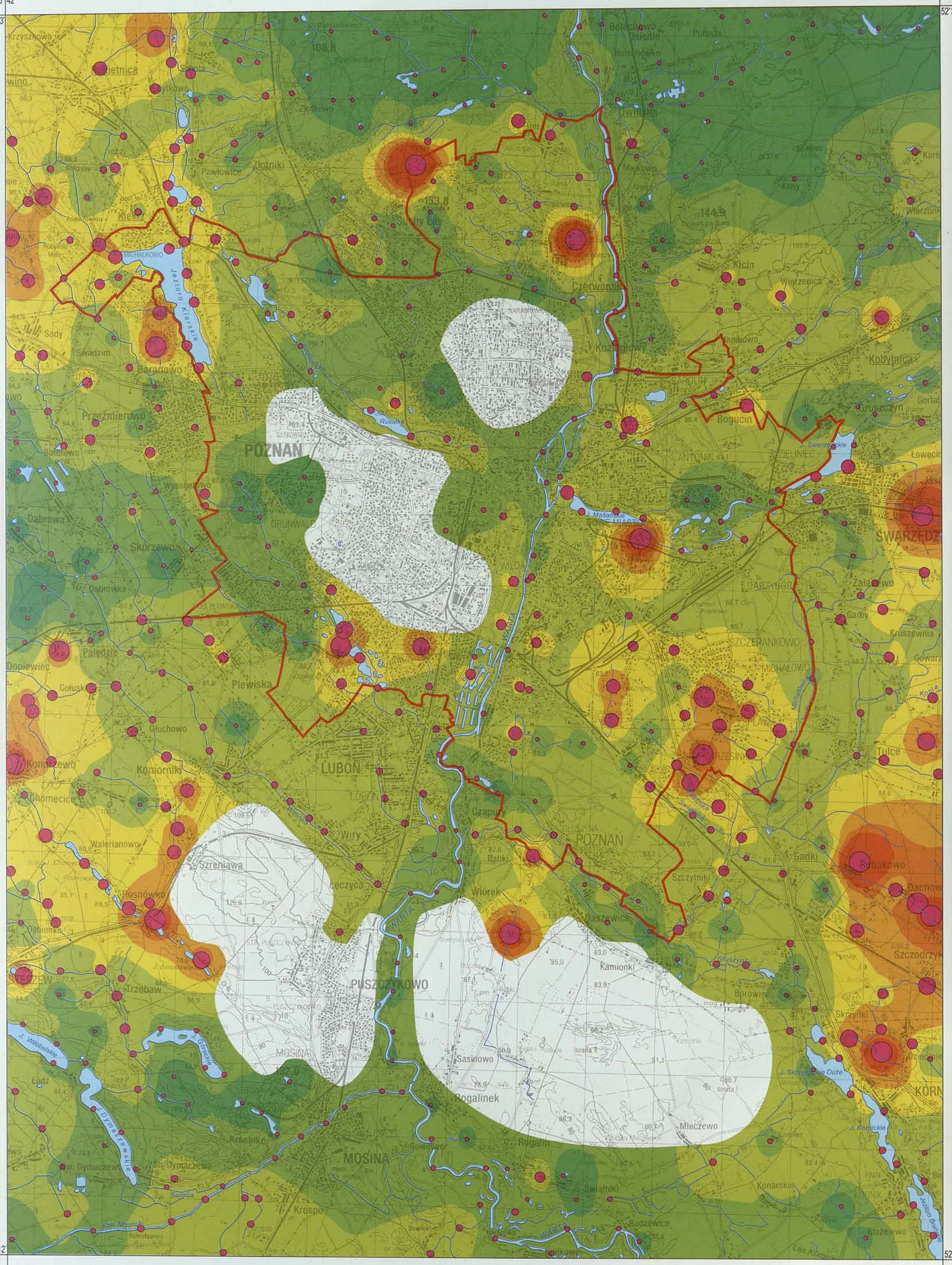
Ca WAPŃ / CALCIUM

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. < 2	79	118	151	184	209	223	566 mg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42′ 17°08′
52°33′ 52°33′



52°12′ 52°12′
16°42′ 17°08′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Cl **CHLOR**
CHLORINE

25 50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. < 0,5 | 33,4 | 49,7 | 74,1 | 96,6 | 127,4 | 153,1 | 728,0 mg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Cu MIEDŹ / COPPER

90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. < 2 3 5 6 64 µg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

F **FLUOR**
FLUORINE

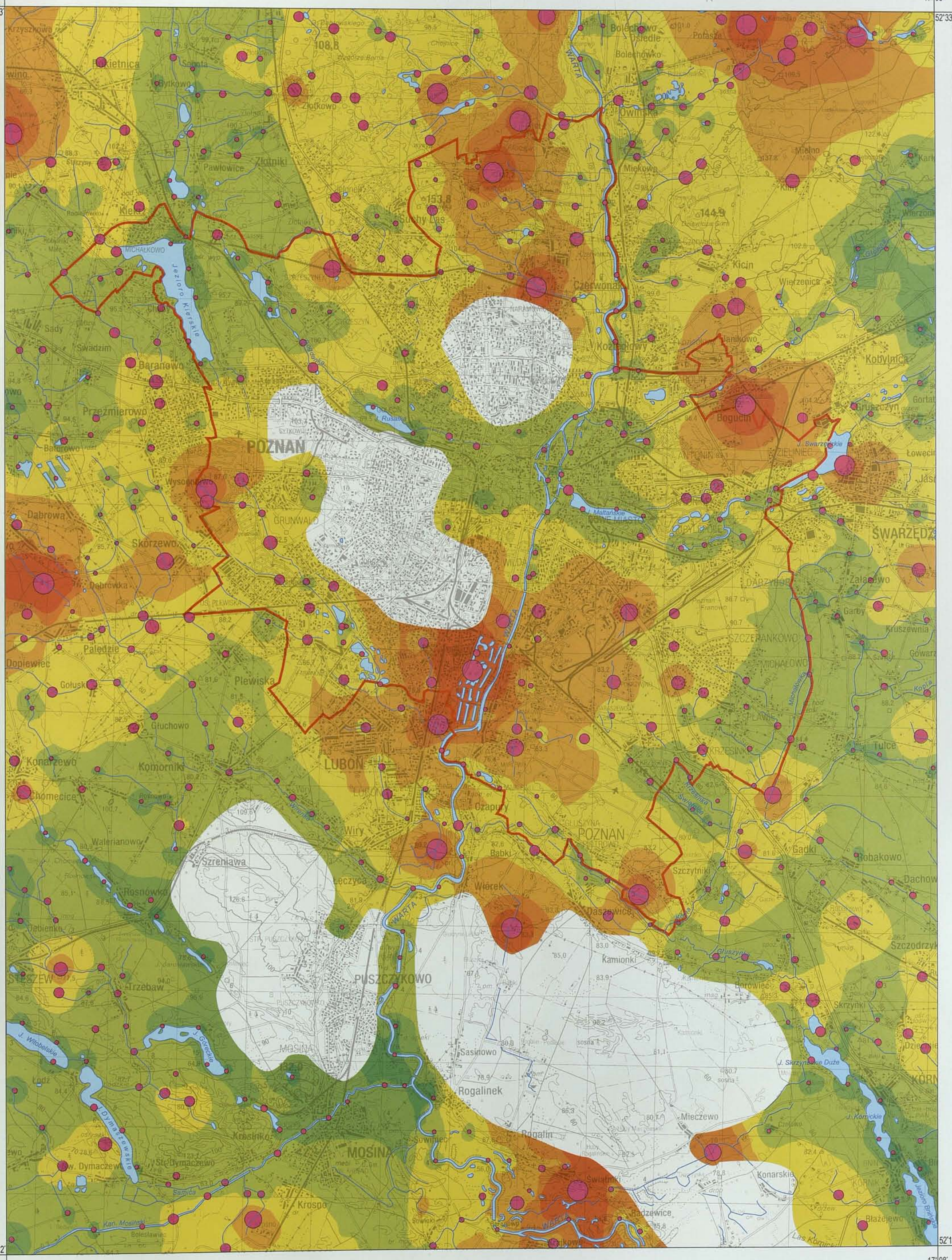
90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. < 0,1 0,2 0,3 0,5 11,5 mg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 551

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′



1:100 000

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

Fe **ŻELAZO** **IRON**

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. < 0,01	0,02	0,04	0,11	0,31	0,83	1,64	31,57 mg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42'
17°08'
52°33'
52°12'

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

HCO_3 WODOROWĘGLANY
HYDROCARBONATES

25 50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. < 0,1 | 203,7 | 275,9 | 346,5 | 433,1 | 488,0 | 525,8 | 1056,5 mg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

POZNAN LUBON PUSZCZYKOWO MOSINA SWARZEDZ

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

K POTAS
POTASSIUM

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. < 0,1	4,6	7,9	15,0	25,9	38,0	51,0	322,0 mg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Li LIT
LITHIUM

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. < 2	4	6	8	12	16	17	112 µg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42'
17°08'
52°33'
52°12'

POZNAŃ
LUBOŃ
PUSZCZYKOWO
MOSINA
SWARZĘDZ
Bogucin
Rogalinek
Sasinowo
Szreniawa
Trzebaw
Wiry
Tulce
Rabakowe
Dachowa
Szczodrzyk
Mieczewo
Konarskie
Kobylnica
Jezioro Kierskie
Jezioro Strzeszyńskie
Jezioro Wirynskie
Jezioro Dymaczewskie
Jezioro Rogalinskie
Jezioro Sasinowskie
Jezioro Kiekrskie
Jezioro Swarzędzkie
Jezioro Kórnickie
Jezioro Swiętokrzyskie
Jezioro Dymaczewskie Nowe
Jezioro Rogalinskie Duże
Jezioro Sasinowskie Duże
Jezioro Kórnickie
Jezioro Swiętokrzyskie
Jezioro Dymaczewskie Nowe
Jezioro Rogalinskie Duże
Jezioro Sasinowskie Duże
Jezioro Kórnickie

Podkład topograficzny = ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. - 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Mg MAGNEZ
MAGNESIUM

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. 0,43	12,40	17,54	22,71	27,79	32,68	37,91	69,14 mg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Mn MANGAN
MANGANESE

25 50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. < 1 | 21 | 79 | 223 | 662 | 1121 | 1430 | 9051 µg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

1:100 000

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

Na SÓD / SODIUM

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. < 0,5	19,2	25,6	39,1	58,5	80,8	104,3	409,9 mg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

NO_2 **AZOTYNY**
NITRITES

50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. < 0,01 | 0,05 | 0,14 | 0,39 | 0,70 | 1,41 | 6,39 mg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 554

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Krzyszkowo · Rokietnica · Pawłowice · Złotniki · Kiekrz · MICHAŁKOWO · Jezioro Kierskie · Sady · Swadzim · Baranowo · Przeźmierowo · Batorowo · Wysogotowo · Dąbrowa · Skórzewo · Dąbrówka · Paledzie · Dopiewiec · Gołuski · Głuchowo · Konarzewo · Komorniki · Chomęcice · Walerianowo · Rosnówko · Szreniawa · Łęczyca · Wirek · Wiry · Czapury · Babki · Daszewice · Szczytniki · Gadki · Robakowo · Dachowo · Kamionki · Sasinowo · Rogalinek · Rogalin · Mieczewo · Konarskie · Świątniki · Radzewice · Błażejewo · Krosno · Kosinko · Dymaczewo · Stęszew · Łódź · Bolechowo Osiedle · Bolechowo · Potasznia · Owińska · Miękowo · Kliny · Mieleno · Kicin · Wierzenica · Czerwonak · Koziegłowy · Kotylnica · Bogucin · Gortatowo · Łowęcin · Jastrzębiec · ŚWARZĘDZ · Zalasewo · Kruszewnia · Gowarzewo · Tulce · Dąbrowy · Kruszyn · Antoninek · Zielniec · Dąbrowa Franowo · Szczerbankowo · Michałowo · Krzesiny · Kopla · Michałówka · Swiernia · Krzesinka · Dąbrowa Rusiecka · Grunwald · Wilda · Jeżyce · Piątkowo · Strzeszyn · Strzeszynek · Sytkowo · Stary Las · Nowe Miasto · Dąbrowa Biskupia · Jeziorko · Jeziorko Małe · Jeziorko Wielkie · Jeziorko Strzeszyńskie · Jeziorko Rusałka · Jeziorko Maltańskie · Jeziorko Świerczewskie · Jeziorko Dębiec · Jeziorko Dębiniec · Jeziorko Antoninek · Jeziorko Bogucińskie · Jeziorko Swarzędzkie · Jeziorko Skrzynieckie Duże · Jeziorko Kórnickie · Jeziorko Bnińskie · Jeziorko Wielkie · Jeziorko Małe · Jeziorko Dymaczewskie · Jeziorko Głuszyna · Jeziorko Kamionki · Jeziorko Sasinowo · Jeziorko Rogalinek · Jeziorko Mieczewo · Jeziorko Konarskie · Jeziorko Świątniki · Jeziorko Radzewice · Jeziorko Błażejewo · Jeziorko Krosno · Jeziorko Kosinko · Jeziorko Dymaczewo · Jeziorko Stęszew · Jeziorko Łódź · Jeziorko Bolechowo Osiedle · Jeziorko Bolechowo · Jeziorko Potasznia · Jeziorko Owińska · Jeziorko Miękowo · Jeziorko Kliny · Jeziorko Mieleno · Jeziorko Kicin · Jeziorko Wierzenica · Jeziorko Czerwonak · Jeziorko Koziegłowy · Jeziorko Kotylnica · Jeziorko Bogucin · Jeziorko Gortatowo · Jeziorko Łowęcin · Jeziorko Jastrzębiec · Jeziorko Zalasewo · Jeziorko Kruszewnia · Jeziorko Gowarzewo · Jeziorko Tulce · Jeziorko Dąbrowy · Jeziorko Kruszyn · Jeziorko Antoninek · Jeziorko Zielniec · Jeziorko Dąbrowa Franowo · Jeziorko Szczerbankowo · Jeziorko Michałowo · Jeziorko Krzesiny · Jeziorko Kopla · Jeziorko Michałówka · Jeziorko Swiernia · Jeziorko Krzesinka · Jeziorko Dąbrowa Rusiecka · Jeziorko Grunwald · Jeziorko Wilda · Jeziorko Jeżyce · Jeziorko Piątkowo · Jeziorko Strzeszyn · Jeziorko Strzeszynek · Jeziorko Sytkowo · Jeziorko Stary Las · Jeziorko Nowe Miasto · Jeziorko Dąbrowa Biskupia · Jeziorko Jeziorko · Jeziorko Jeziorko Małe · Jeziorko Jeziorko Wielkie · Jeziorko Jeziorko Strzeszyńskie · Jeziorko Jeziorko Rusałka · Jeziorko Jeziorko Maltańskie · Jeziorko Jeziorko Świerczewskie · Jeziorko Jeziorko Dębiec · Jeziorko Jeziorko Dębiniec · Jeziorko Jeziorko Antoninek · Jeziorko Jeziorko Bogucińskie · Jeziorko Jeziorko Swarzędzkie · Jeziorko Jeziorko Skrzynieckie Duże · Jeziorko Jeziorko Kórnickie · Jeziorko Jeziorko Bnińskie · Jeziorko Jeziorko Wielkie · Jeziorko Jeziorko Małe · Jeziorko Jeziorko Dymaczewskie · Jeziorko Jeziorko Głuszyna · Jeziorko Jeziorko Kamionki · Jeziorko Jeziorko Sasinowo · Jeziorko Jeziorko Rogalinek · Jeziorko Jeziorko Mieczewo · Jeziorko Jeziorko Konarskie · Jeziorko Jeziorko Świątniki · Jeziorko Jeziorko Radzewice · Jeziorko Jeziorko Błażejewo · Jeziorko Jeziorko Krosno · Jeziorko Jeziorko Kosinko · Jeziorko Jeziorko Dymaczewo · Jeziorko Jeziorko Stęszew · Jeziorko Jeziorko Łódź · POZNAŃ · LUBOŃ · PUSZCZYKOWO · MOSINA · WARTA · Kan. Mosiński · Jeziorko Wielkie · Jeziorko Małe · Jeziorko Dymaczewskie · Jeziorko Głuszyna · Jeziorko Kamionki · Jeziorko Sasinowo · Jeziorko Rogalinek · Jeziorko Mieczewo · Jeziorko Konarskie · Jeziorko Świątniki · Jeziorko Radzewice · Jeziorko Błażejewo · Jeziorko Krosno · Jeziorko Kosinko · Jeziorko Dymaczewo · Jeziorko Stęszew · Jeziorko Łódź

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

NO_3 AZOTANY
NITRATES

50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. < 0,01 3,21 13,10 32,25 61,09 87,15 827,00 mg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 556

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

1:100 000

P FOSFOR
PHOSPHORUS

50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. < 0,05 | 0,10 | 0,29 | 0,91 | 1,99 | 3,06 | 42,50 mg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

POZNAŃ LUBOŃ PUSZCZYKOWO MOSINA SWARZĘDZ KÓRNIK

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

SiO_2 KRZEMIONKA
SILICA

25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. < 0,1	4,8	10,6	14,3	18,0	22,4	26,2	59,8 mg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

SO_4 **SIARCZANY**
SULPHATES

25 50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. < 1 71 116 165 227 301 337 1450 mg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Sr STRONT
STRONTIUM

25 50 75 90 95 97 100 Percentyl/Percentile

min. 45 219 276 348 438 535 576 1011 µg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

Zn CYNK / ZINC

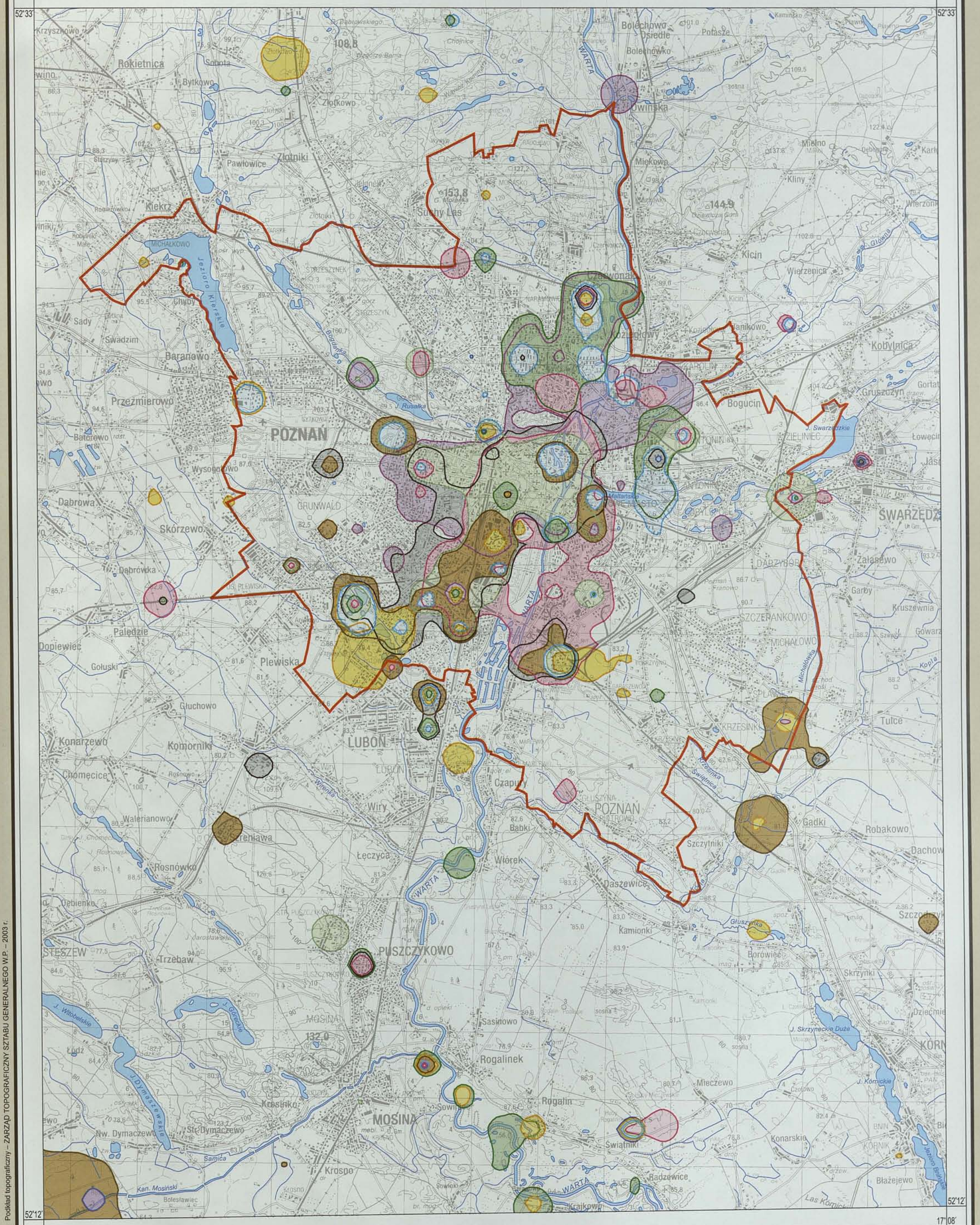
25	50	75	90	95	97	100 Percentyl/Percentile
min. < 3	4	6	12	36	64	79	539 µg/dm³

WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 558

Anomalie geochemiczne w glebach
Geochemical anomalies in soils

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

1:100 000

As>5 mg/kg
Ba>101 mg/kg
Cr>12 mg/kg
Cu>18 mg/kg
Hg>0,11 mg/kg
Ni>10 mg/kg
Pb>37 mg/kg
Zn>110 mg/kg

16°42′ 17°08′ 52°33′ 52°12′

1:100 000

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2003 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

DOPUSZCZALNE GRANICE STĘŻEŃ PIERWIASTKÓW (As, Ba, Cr, Zn, Cd, Co, Cu, Ni, Pb i Hg) DLA GRUP UŻYTKOWANIA GLEB (Rozp. MŚ z dnia 09.09.2002 r., Dz. U. 165, poz. 1359)

PERMISSIBLE ELEMENT CONCENTRATION LIMITS (As, Ba, Cr, Zn, Cd, Co, Cu, Ni, Pb and Hg) FOR SOIL USE GROUPS (The Decree of the Ministry of the Environment of 9th September 2002, The Governmental Gazette No 165, Item 1359)

Grupa A / A group
Grupa B / B group
Grupa C / C group
Przekroczone dopuszczalne stężenia pierwiastków dla grupy C / Concentration of elements exceeding permissible limits for C group

ISBN 83-7372-744-2