PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

ATLAS GEOCHEMICZNY CZĘSTOCHOWY I OKOLIC

GEOCHEMICAL ATLAS OF CZĘSTOCHOWA AND ENVIRONS

1 : 100 000

Ludwik Lenartowicz

Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ

WARSZAWA 2001

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

ATLAS GEOCHEMICZNY CZĘSTOCHOWY I OKOLIC

Gleby, osady wodne, wody powierzchniowe

GEOCHEMICAL ATLAS OF CZĘSTOCHOWA AND ENVIRONS

Soils, water sediments, surface waters

1 : 100 000

Ludwik Lenartowicz

Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ

WARSZAWA 2001

Sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Praca wykonana na zamówienie Ministra Środowiska

Redaktor Anna PRASZCZAŁEK

Akceptował do druku 20.02.2001 r.
p.o. Dyrektor Naczelny Państwowego Instytutu Geologicznego
doc. dr hab. Marek NARKIEWICZ

© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

ISBN 83-86986-54-9

Tłumaczenie Krzysztof LESZCZYŃSKI

Opracowanie komputerowe map Andrzej SZEWCZYK i Włodzimierz OGRODOWCZYK

Spis tablic

A. Mapa geologiczna • Geological map
B. Zabudowa terenu • Land development
C. Użytkowanie terenu • Land use
D. Grupy składu mechanicznego gleb • Textural classes of soils

GLEBY I OSADY WODNE • SOILS AND WATER SEDIMENTS

1. pH — Kwasowość • Acidity
2. Ag — Srebro • Silver
3. Al — Glin • Aluminium
4. As — Arsen• Arsenic
5. Ba — Bar • Barium
6. Ca — Wapń • Calcium
7. Cd — Kadm • Cadmium
8. Co — Kobalt • Cobalt
9. Cr — Chrom • Chromium
10. Cu — Miedź • Copper
11. Fe — Żelazo • Iron
12. Hg — Rtęć • Mercury
13. Mg — Magnez • Magnesium
14. Mn — Mangan • Manganese
15. Ni — Nikiel • Nickel
16. P — Fosfor • Phosphorus
17. Pb — Ołów • Lead
18. S — Siarka • Sulphur
19. Sr — Stront • Strontium
20. Ti — Tytan • Titanium
21. V — Wanad • Vanadium
22. Zn — Cynk • Zinc

WODY POWIERZCHNIOWE • SURFACE WATERS

23. Al — Glin • Aluminium
24. Ba — Bar • Barium
25. Ca — Wapń • Calcium
26. Co — Kobalt • Cobalt
27. Cr — Chrom • Chromium
28. Cu — Miedź • Copper
29. Fe — Żelazo • Iron
30. Mg — Magnez • Magnesium
31. Mn — Mangan • Manganese
32. Na — Sód • Sodium
33. Ni — Nikiel • Nickel
34. SiO_2 — Krzemionka • Silica
35. SO_4 — Siarczany • Sulphates
36. Sr — Stront • Strontium
37. Zn — Cynk • Zinc

SUMMARY

The Geochemical Atlas of Częstochowa and its Environs, scale 1:100 000, shows chemical contaminations of the surface layer of the Earth's crust across one of the most highly contaminated areas of Poland. The area mapped covers 306 km^2. The mapping project was ordered by Ministry of the Environment and financed by the National Fund for Environmental Protection and Water Management.

The sampling followed a regular grid pattern with one soil sample and, if possible, water sediment and surface water sample site collected per 1 km^2. Soil and alluvial sediment samples were

treated with HCl 1:4. The analyses were performed by the Central Chemical Laboratory at the Polish Geological Institute in Warsaw.

The geochemical data have been input into the computer database. The data include coordinates of sampling points, field observations and results of laboratory analyses. Statistical tests for data sets and subsets representing soil, water sediment and surface water data were made using the STATGRAPHICS software package. The results are shown for particular environments separately — Tables II–IV.

The SURFER for Windows software was used in order to produce geochemical maps of soils, water sediments and surface waters. Geochemical maps of soils have been constructed using the inverse distance method. The isoline method was employed to illustrate the cartographic image. Content levels used were determined according to the percentile division: 15, 25, 50, 75, 90, 95, 97 and 99%, reflecting the contribution of samples with a given content of the chemical element. Boundary values in acidity (pH) maps were assumed according to the soil science standard classification: strongly acidic soil, acidic soil, slightly acidic soil, neutral soil and alkaline soil. Contents of chemical elements in water sediment and surface water maps are shown as circular diagrams using the percentile division.

The discussion of cartographic images of particular chemical elements in various environments is based on parameters shown in tables II–IV. Concentration values of chemical elements were compared with analogous data typical of the area of Poland and its individual regions. Contents of heavy metals and sulphur, recommended by the IUNG at Puławy (Tables VI–VII), as well as the standards of boundary contents of contaminants, recommended by the German Institute of Hygiene in Ruhr (Table VIII), are shown in order to illustrate the degree of contamination of arable land soils.

The results of geochemical investigations are highly dependent on chemical composition of parent soils and human activity-made pollutions. Contents of chemical elements ranging within the limits of the geochemical background are dominant over arable land and forested areas. The lowest concentrations are associated with highly acid and forest acid soils. Contents slightly higher than the average are characteristic of cultivable land soils enriched in some chemical elements due to fertilization. These are the background for distinct zones of increased and anomalous concentrations caused by human activity.

More or less extensive areas of increased and anomalous contents of calcium, magnesium, barium, strontium, lead, zinc, copper and titanium in soils (Plates 1–22) are observed throughout the town of Częstochowa. Additional anomalous zones of iron, manganese, nickel, cobalt, vanadium and chromium occur around the Smelting Works "Częstochowa".

Similar distinct anomalies of calcium, magnesium, barium, strontium, titanium, manganese, chromium, aluminium and mercury are observed in the northeastern part of the study area. This region is under the influence of pollution emission from the "Rudniki" Cement Works. There are also increased contents of copper, lead, zinc, iron and vanadium.

Anomalies of copper, manganese, nickel, cobalt, vanadium, chromium, lead, magnesium and sulphur contents occur in the south. Areas of increased concentrations of cadmium, copper, zinc, mercury, titanium, barium, strontium and phosphorus are less accentuated. This area is characterized by the occurrence of dumping sites associated with iron ore mining.

The degree of contamination of arable land soils (cultivable land and meadows) is shown in Tables IX and X. About 30% of cultivable land soils show increased content of heavy metals — cadmium, zinc and lead. 1% of the soils is also slightly contaminated by zinc. 12% of soil samples collected from meadows show increased content of cadmium and zinc. A few percent of soils should also be assigned to the classes of increased contents and weakly contaminated because of sulphur content.

Water sediment maps show increased and anomalous contents of all the chemical elements found in soils and, in addition, increased point concentrations of aluminium, silver, cadmium, mercury and phosphorus in the Częstochowa area and around the Smelting Works "Częstochowa".

Increased contents of all the chemical elements are observed beneath the industrial wastes outfall of the Smelting Works "Częstochowa" and municipal sewage-treatment plant. Point anomalies of iron, manganese, nickel, cobalt, vanadium, chromium, titanium, copper, lead, zinc, barium, strontium, aluminium, arsenic, cadmium and silver occur also in the vicinity of Liszka Dolna and Kawodrze. Alluvial sediments of the stream, flowing close to the dumping site at Pałysz, are enriched in arsenic, cobalt, iron, manganese, nickel and zinc.

Mean contents of aluminium, arsenic, cadmium, cobalt, chromium, copper, nickel and lead measured in surface waters (Plates 23–40) are below the detection limit. Only aluminium, cobalt, nickel, cadmium, chromium and copper locally form higher concentrations. Increased concentrations of aluminium, calcium, iron, magnesium, manganese, sodium, silicon, silica and zinc are recorded in the Warta River waters beneath the Smelting Works "Częstochowa" and Mirów sewage-treatment plant. The latter chemical elements also occur as point concentrations of anomalous values in the southern part of the study area, especially at Liszka Dolna and Konopiska. The stream waters, flowing north of the Sobuczyna-Młynek dumping site, show anomalous concentrations of calcium, magnesium, manganese, sodium, silica, strontium and zinc.

LITERATURA

BARDZIŃSKI W., LEWANDOWSKI J., WIĘCKOWSKI R., ZIELIŃSKI T., 1985 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Częstochowa. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

BARDZIŃSKI W., LEWANDOWSKI J., 1986 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Częstochowa. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

BIERNAT S., HAISIG J., LEWANDOWSKI J., WILANOWSKI S., 1980 — Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Częstochowa, wyd. A. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

BILANS zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce, pod redakcją S. Przeniosły, 2000 — Państw. Inst. Geol. Warszawa.

BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., 1994 — Wyniki monitoringu geochemicznego osadów wodnych Polski w latach 1991–1993. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.

BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., SZTYRAK T., 1992 — Metale ciężkie we współczesnych osadach aluwialnych Wisły, Odry, Warty i Bugu. *Prz. Geol.* nr 6.

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

HAISIG J., WILANOWSKI S., 1980 — Objaśnienia do Mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. Częstochowa. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

INFORMACJA o stanie środowiska przyrodniczego województwa częstochowskiego w 1994 roku (praca zbiorowa) 1995. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Częstochowa.

INFORMACJA o stanie środowiska przyrodniczego na terenie województwa częstochowskiego w latach 1991–1995 (praca zbiorowa) 1996. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Częstochowa.

INFORMACJA o stanie środowiska przyrodniczego na terenie województwa częstochowskiego w latach 1996–1997 (praca zbiorowa) 1998. WIOŚ Częstochowa.

INFORMACJA o stanie czystości powierzchniowych wód płynących województwa śląskiego w 1999 r. Internet http:/www.Katowice.pios.gor.pl./raport 1999.

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

KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1979 — Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. PWN. Warszawa.

KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1993 — Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN. Warszawa.

KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., MALISZEWSKA-KORDYBACH B., FILIPIAK K., KRAKOWIAK A., PIETRUCH C., 1995 — Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka i WWA. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.

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

LENARTOWICZ L., 1994 — Atlas geochemiczny Kielc 1:50 000. Państw. Inst. Geol., Oddz. Świętokrzyski. Kielce.

LENARTOWICZ L., 2000 — Lokalny monitoring środowiska w rejonie Elektrociepłowni Kielce. Monitoring gleb i aluwiów. Arch. PIG. Kielce.

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

LIS J., PASIECZNA A., 1995a — Atlas geochemiczny Górnego Śląska 1:200 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

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

LIS J., PASIECZNA A., 1995c — 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. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

LIS J., PASIECZNA A., 1998b — Atlas geochemiczny Szczecina i okolic 1:100 000, cz. I. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

LIS J., PASIECZNA A., 1999 — Atlas geochemiczny Pobrzeża Gdańskiego 1:250 000, cz. I. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

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

NORMA branżowa BN-75/9180-03, 1975 — Agrotechnika. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie wartości pH. *W*: Dziennik Norm i Miar nr 7/1975, poz. 9. Warszawa.

OSIKA R., 1954 — Badania geologiczne iłów rudonośnych Jury Krakowsko-Częstochowsko-Wieluńskiej. *Biul. Inst. Geol.* t. 1.

PASIECZNA A., SIEMIĄTKOWSKI J., LIS J., 1996 — Atlas geochemiczny Wałbrzycha i okolic 1:50 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

PIECUCH T. (red.), 1979 — Badania nad możliwością i celowością utylizacji posyderytowych hałd rejonu Częstochowy. Arch. Inst. Inżynierii Ląd. Politech. Częstoch.

RATAJCZAK T., GŁADYSZ J., KORONA W., 1997 — Inwentaryzacja i analiza materiałów geologicznych z obszarów dawnej eksploatacji rud żelaza rejonu częstochowskiego. Arch. Urz. Woj. Katowice.

RATAJCZAK T., KORONA W., 2000 — Charakterystyka mineralogiczno-chemiczna i surowcowa z hałd po kopalnictwie rud żelaza w rejonie Częstochowy. *Prz. Geol.* nr 7.

ROCZNIK statystyczny Województwa Częstochowskiego. Urząd Statystyczny w Częstochowie 1998. Rok XVII. Częstochowa.

ROSICKA E., 1981 — Surowce użyteczne Częstochowy i możliwości ich wykorzystania. Arch. Urz. Woj. Katowice.

RÓŻKOWSKA A., PTAK B., 1995 — Bar w węglach kamiennych Górnego Śląska. *Prz. Geol.* nr 3.

RÓŻYCKI S.Z., 1953 — Górny dogger i dolny malm. *Pr. Inst. Geol.* t. 17.

TAYLOR R., BOGACKA T., RYBIŃSKI J., NIEMIRYCZ E., ŻELECHOWSKA A., MAKOWSKI Z., KORZEC E., 1992 — Rolnicze zanieczyszczenia obszarowe w wodach powierzchniowych. Biblioteka Monitoringu Środowiska. PIOŚ. Warszawa.

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

ZNOSKO J., 1955 — Retyk i lias między Krakowem a Wieluniem. *Pr. Inst. Geol.* t. 14.

WSTĘP

Atlas geochemiczny Częstochowy i okolic w skali 1:100 000 jest kolejną pozycją serii wydawnictw Państwowego Instytutu Geologicznego z dziedziny kartografii geochemicznej. Prezentuje stan zanieczyszczeń chemicznych powierzchniowej warstwy jednego z najbardziej skażonych obszarów Polski. Na tym obszarze od wielu dziesięcioleci intensywnie rozwijały się różne gałęzie przemysłu, negatywnie oddziaływujące na stan środowiska naturalnego. Do szczególnie szkodliwych dla zewnętrznej warstwy litosfery należą zanieczyszczenia spowodowane przez: przemysł wydobywczy, hutniczo-metalurgiczny, energetyczny i przez gęstą sieć szlaków komunikacyjnych. Wyniki badań zanieczyszczeń środowisk powierzchniowych w Polsce, przedstawione w Atlasie geochemicznym Polski w skali przeglądowej 1:2 500 000 przez J. Lisa i A. Pasieczną (1995b), sygnalizowały w rejonie Częstochowy podwyższone zawartości wielu pierwiastków, co wskazywało na konieczność przeprowadzenia bardziej szczegółowych prac badawczych. Uzyskane obecnie wyniki badań będą źródłem informacji dla odpowiednich organów służb administracji państwowej i samorządów przy podejmowaniu działań i decyzji w zakresie produkcji rolnej, leśnictwa, ochrony zdrowia i planowania przestrzennego.

Obszar badań znajduje się w obrębie podprowincji — Wyżyna Śląsko-Krakowska — na pograniczu trzech jednostek fizjograficznych niższego rzędu: Wyżyny Wieluńskiej, Wyżyny Częstochowskiej i Obniżenia Górnej Warty (Kondracki J., 1998). Wyżynę Wieluńską od Częstochowskiej oddziela górny bieg rzeki Warty. Granice jednostek fizjograficznych mają założenia tektoniczne, wyrażające się licznymi progami i stopniami denudacyjnymi. Zbudowane są z utworów jurajskich, monoklinalnie zapadających ku północnemu wschodowi.

Wyżyna Wieluńska charakteryzuje się znacznym zróżnicowaniem i zasypaniem utworami czwartorzędowymi. Wyżyna Częstochowska od zachodu góruje nad Obniżeniem Górnej Warty, ku któremu opada kilkudziesięciometrowym progiem. Płaskie doliny są wypełnione piaskami plejstoceńskimi, a ostańce wapienne tworzą malownicze skałki objęte ochroną w ramach Parku Krajobrazowego Orlich Gniazd.

Obniżenie Górnej Warty jest subsekwentną bruzdą wypreparowaną w iłach rudonośnych wezulu i batonu, przykrytych piaskami i glinami czwartorzędowymi. Z lekko falistego dna obniżenia sterczą ostańce zbudowane z odpornych na wietrzenie wapieni jurajskich. Na obszarze badań do tej jednostki zalicza się również całe dorzecze Stradomki z Konopką.

Obszar wykonanego zdjęcia geochemicznego obejmuje 306 km^2. Opróbowania gleb, osadów wodnych i wód powierzchniowych dokonano w siatce 1×1 km. Realizację tematu rozpoczęto w 1999 r. na zlecenie Ministerstwa Środowiska ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

W realizacji atlasu brali udział:

L. Lenartowicz: geochemia — koncepcja i projekt badań, nadzór i koordynacja prac, interpretacja wyników,

E. Kotlarski, W. Paciura, L. Lenartowicz: bazy danych, przetwarzanie danych, generacja map geochemicznych,

L. Lenartowicz, E. Kotlarski, M. Kuleta, S. Zbroja: opróbowanie,

P. Pasławski, K. Jakimowicz-Hnatyszak: prace analityczne — kierownictwo i koordynacja,

A. Jaklewicz, I. Jaroń, D. Karmasz, J. Kucharzyk, B. Kudowska, M. Liszewska, E. Maciołek: analizy chemiczne.

*

* *

W metodyce badań, a także konstrukcji i interpretacji map geochemicznych wykorzystano doświadczenie zdobyte przez autorów wielu atlasów geochemicznych regionalnych i Atlasu geochemicznego Polski — **Józefa Lisa** i **Annę Pasieczną**. Wykonawcy Atlasu Częstochowy i okolic poczuwają się do miłego obowiązku podziękowania Im za życzliwe zainteresowanie i bezinteresowną pomoc przy jego realizacji.

PRACE TERENOWE

Prace terenowe zostały wykonane w czerwcu 1999 r. przez zespół pracowników Oddziału Świętokrzyskiego Państwowego Instytutu Geologicznego w Kielcach. W pracach terenowych posługiwano się mapą topograficzną 1:25 000 w układzie *1965*. Obszar badań podzielono na kwadraty o boku 1 km. Z każdego kwadratu pobrano próbkę gleby i w miarę możliwości osadu wodnego (aluwiów) i wody powierzchniowej. Obserwacje terenowe dotyczące zabudowy i pokrycia terenu, sposobu użytkowania i rodzaju gleb, źródeł zanieczyszczeń, starych robót górniczych, lokalizacji hałd itp., odnotowywano na karcie opróbowania. Miejsca pobrania próbek znaczono na mapie i opisywano wcześniej ustalonym numerem.

Próbki gleb o masie około 500 g pobierano za pomocą ręcznej sondy geologicznej z głębokości 0,0–0,2 m i pakowano do plastikowych torebek opatrzonych odpowiednim numerem. Miejsce pobrania próbki ustalano w terenie w zależności od najbardziej charakterystycznego dla danego kwadratu pokrycia.

Próbki współczesnych osadów wodnych, o możliwie najdrobniejszej frakcji i również o masie około 500 g, pobierano drewnianą łyżką i pakowano do opisanych plastikowych torebek. We wnętrzu torebki dodatkowo umieszczano strunowo zamkniętą plakietkę z analogicznym numerem.

Próbki wód powierzchniowych pobierano ze zbiorników wód stojących (zalewy, sadzawki, glinianki) i wód bieżących (rzeki, strumienie, cieki, rowy) w tych samych miejscach, w których opróbowano aluwia. Wodę pobierano strzykawką z filtrem Milipore 0,45 μm do odpowiednio przygotowanych (zakwaszonych HCl) butelek o pojemności 20 ml.

PRZYGOTOWANIE DO BADAŃ I ARCHIWIZACJA PRÓBEK

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

Próbki zmagazynowano w archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie, w odpowiednio przygotowanym pomieszczeniu. Każdej próbce nadano numer analityczny.

PRACE LABORATORYJNE

Analizy chemiczne wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Roztwarzanie próbek. Do roztwarzania próbek gleb i aluwiów zastosowano ługowanie za pomocą kwasu solnego (HCl 1:4) w temperaturze 90°C w ciągu 1 godziny (E. Górecka i in., 1993). Podatność pierwiastków na proces ługowania została szczegółowo omówiona w Atlasie geochemicznym Polski (J. Lis, A. Pasieczna, 1995b).

Tabela I
Table

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

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

Pierwiastek Element	Metoda analityczna Analytical method	Długość fali Wave lenght (nm)	Próbki gleb i osadów wodnych Soil and water sediment samples		Próbki wód powierzchniowych Surface water samples	
			Jednostki Unit	Granica oznaczalności Detection limit	Jednostki Unit	Granica oznaczalności Detection limit
pH	potencjometria	–	–	–	–	–
Al	ICP-AES	308.215	%	0,01	ppb	20
Ag		328.068	ppm	1	–	–
As		193.695	ppm	5	–	–
		189.042	–	–	ppb	50
Ba		455.403	ppm	1	ppb	10
Ca		315.887	%	0,01	ppm	1
Cd		226.502	ppm	0,5	ppb	3
Co		228.616	ppm	1	ppb	8
Cr		267.716	ppm	1	ppb	5
Cu		324.754	ppm	1	ppb	5
Fe		259.940	%	0,01	ppm	0,01
Hg	CV-AAS	253.700	ppm	0,05	–	–
Mg	ICP-AES	383.829	%	0,01	ppm	0,1
Mn		257.610	ppm	1	ppm	0,001
Na		589.592	–	–	ppm	1
Ni		231.604	ppm	1	ppb	15
P		178.224	%	0,005	–	–
Pb		220.353	ppm	5	ppb	50
SiO		251.611	–	–	ppm	0,3
S (SO)		182.000	%	0,005	ppm	1
Sr		407.771	ppm	1	ppb	1
Ti		337.279	ppm	1	–	–
V		290.881	ppm	1	–	–
Zn		213.856	ppm	1	ppb	5

ICP-AES — atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym
Inductively Compled Plasma Atomic Emission Spectrometry

CV-AAS — atomowa spektrometria absorpcyjna z techniką zimnych par
Cold Vapour Atomic Absorption Spectrometry

Oznaczanie pierwiastków i kwasowości. Oznaczeń Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe. Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V i Zn w próbkach gleb i osadów wodnych dokonano za pomocą spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-AES). Do analiz stosowano spektrometr JY 70 Plus Geoplasma firmy Jobin-Yvon.

Oznaczenia 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.

Kwasowość gleb (pH) w środowisku wodnym oznaczono według normy branżowej stosowanej w gleboznawstwie.

Oznaczenia Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, SO_4, SiO_2, Sr i Zn w wodach powierzchniowych wykonano metodą ICP-AES na spektrometrze JY 70 Plus Geoplasma firmy Jobin-Yvon.

Zestawienie oznaczonych pierwiastków, stosowanych metod analitycznych i uzyskiwanych granic oznaczalności, przedstawiono w eli I. Metodyka stosowanych badań chemicznych przedstawiona jest w opracowaniu E. Góreckiej i innych (1993), K. Jakimowicz-Hnatyszak i P. Pasławskiego (1996) oraz w Normie branżowej (1975).

BAZY DANYCH

Materiały wyjściowe do opracowania map geochemicznych zostały zestawione w komputerowych bazach: współrzędnych punktów opróbowania, obserwacji terenowych i wyników badań laboratoryjnych.

Pomiaru współrzędnych punktów opróbowania dokonano na podkładzie topograficznym w skali 1:100 000 w układzie państwowym *1942* przy wykorzystaniu oprogramowania Arc/Info.

Dane terenowe zanotowane na kartach opróbowania pod odpowiednim kodem liczbowym wprowadzono do bazy. Baza służy do wydzielania podzbiorów przy wykonywaniu obliczeń statystycznych, według różnych kryteriów badanych środowisk, np. zawartości pierwiastków w dorzeczu Kocinki, glebach leśnych, ogródkach działkowych itp.

Wyniki badań laboratoryjnych zestawiono w bazie analiz chemicznych. Baza zawiera 11 387 oznaczeń pierwiastków w 544 próbkach gleb, osadów wodnych i wód powierzchniowych.

KONSTRUKCJA MAP GEOCHEMICZNYCH

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

Obliczenia statystyczne. Za pomocą pakietu STATGRAPHICS, na podstawie danych zestawionych w bazach, obliczono parametry statystyczne dla całych zbiorów i podzbiorów reprezentujących gleby, osady wodne i wody powierzchniowe. Obliczono średnią arytmetyczną, średnią geometryczną, medianę oraz wartość minimalną i maksymalną. Uzyskane dane zestawiono oddzielnie dla poszczególnych środowisk w tabelach II–IV. Posłużyły one do wyznaczania odpowiednich parametrów przy konstrukcji map geochemicznych.

Opracowanie map geochemicznych. Do generacji map geochemicznych gleb, osadów wodnych i wód powierzchniowych użyto programu SURFER for Windows.

Mapy geochemiczne gleb wykonano metodą odwrotnej odległości. Do prezentacji ich obrazu kartograficznego zastosowano metodę izoliniową. Poziomy zawartości dobierano zgodnie z podziałem na percentyle: 15, 25, 50, 75, 90, 95, 97 i 99%, obrazujące udział próbek o danym stężeniu pierwiastka.

Tabela II
Table

Parametry statystyczne pierwiastków chemicznych i kwasowości gleb Częstochowy i okolic

Statistical parameters of chemical elements and acidity in soils of Częstochowa and the environs

Gleby Soils	Parametry Parameters	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Ca %	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe %	Hg ppm	Mg %	Mn ppm	Ni ppm	P %	Pb ppm	S %	Sr ppm	Ti ppm	V ppm	Zn ppm	pH
Gleby Częstochowy i okolic Soils of Częstochowa and environs n=306	a	<1	0,02	<5	3	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	0,02	<0,05	<0,01	1	<1	<0,005	5	<0,005	<1	4	1	5	3,5
	b	4	0,74	107	220	4,58	3,3	16	100	176	7,23	1,91	0,29	1956	85	0,113	535	0,189	61	104	103	933	8,3
	c	<1	0,28	<5	41	0,22	<0,5	2	6	6	0,67	0,07	0,04	239	5	0,034	33	0,015	8	29	8	62	6,0
	d	<1	0,25	<5	31	0,09	<0,5	2	3	4	0,49	<0,05	0,03	185	4	0,031	25	0,013	5	26	7	48	5,9
	e	<1	0,28	<5	34	0,09	<0,5	2	4	4	0,48	0,05	0,03	206	4	0,032	23	0,012	5	34	7	42	5,8
Gleby terenów bez zabudowy Soils in un-urbanized areas n=147	a	<1	0,02	<5	3	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	0,02	<0,05	<0,01	1	<1	<0,005	5	<0,005	<1	4	1	5	3,5
	b	4	0,70	107	220	1,17	3,3	16	56	23	6,11	1,91	0,19	1956	43	0,099	291	0,189	39	60	103	258	7,9
	c	<1	0,27	<5	35	0,10	<0,5	2	5	4	0,61	0,07	0,03	232	4	0,031	30	0,016	6	26	8	45	5,4
	d	<1	0,23	<5	27	<0,01	<0,5	<1	3	3	0,42	<0,05	0,03	183	3	0,030	22	0,012	5	22	6	33	5,4
	e	<1	0,27	<5	29	0,04	<0,5	2	4	3	0,44	<0,05	0,03	205	3	0,029	21	0,011	4	23	6	31	5,3
Gleby terenów o zabudowie wiejskiej Soils in areas of village development n=89	a	<1	0,08	<5	9	<0,01	<0,5	<1	2	<1	0,22	<0,05	<0,01	31	<1	0,007	7	<0,005	1	7	3	12	3,8
	b	1	0,74	15	147	2,93	1,5	13	100	21	4,43	0,59	0,20	832	21	0,113	535	0,044	61	61	21	285	7,7
	c	<1	0,29	<5	37	0,19	<0,5	2	6	5	0,65	<0,05	0,04	243	5	0,038	30	0,016	8	27	8	52	6,0
	d	<1	0,27	<5	33	<0,01	<0,5	<1	5	4	0,53	<0,05	0,03	204	4	0,035	23	0,013	6	24	8	42	5,9
	e	<1	0,28	<5	35	0,09	<0,5	2	4	4	0,49	0,05	0,03	215	4	0,036	23	0,012	6	25	7	45	5,9
Gleby terenów miejskich i podmiejskich Soils in urban and suburban areas n=32	a	<1	0,12	<5	12	<0,01	<0,5	<1	2	2	0,20	<0,05	<0,01	33	1	0,012	9	<0,005	1	10	3	11	5,0
	b	<1	0,40	6	216	2,62	1,3	5	12	23	1,04	0,60	0,12	396	13	0,082	127	0,025	41	104	12	270	8,0
	c	<1	0,29	<5	55	0,43	<0,5	2	5	8	0,58	0,08	0,05	188	6	0,037	35	0,013	13	39	7	89	6,9
	d	<1	0,27	<5	45	<0,01	<0,5	<1	5	6	0,53	<0,05	0,04	162	5	0,033	28	0,012	10	35	7	68	6,9
	e	<1	0,29	<5	52	0,24	<0,5	2	5	6	0,53	0,06	0,04	194	5	0,035	26	0,012	10	35	7	67	7,3
Gleby terenów o zabudowie miejskiej zwartej Soils in urban areas with compact development n=17	a	<1	0,22	<5	32	0,09	<0,5	1	4	5	0,48	<0,05	0,04	123	5	0,020	17	0,009	5	22	6	42	5,8
	b	<1	0,45	7	143	1,13	1,5	4	10	176	1,23	0,22	0,12	303	11	0,095	109	0,030	41	88	12	353	7,7
	c	<1	0,32	<5	72	0,51	0,6	3	6	20	0,70	0,10	0,07	226	7	0,047	44	0,015	17	51	8	140	7,2
	d	<1	0,32	<5	65	0,38	<0,5	3	6	11	0,67	0,08	0,06	219	7	0,042	39	0,014	13	48	8	113	7,2
	e	<1	0,33	<5	54	0,51	0,6	3	5	9	0,60	0,10	0,06	228	6	0,038	36	0,015	10	45	8	99	7,5
Gleby terenów o zabudowie przemysłowej Soils in industrial areas n=21	a	<1	0,12	<5	13	<0,01	<0,5	<1	2	2	0,23	<0,05	0,01	37	2	0,005	7	<0,005	2	9	3	17	5,3
	b	<1	0,62	23	194	4,58	1,6	12	43	80	7,23	0,80	0,29	1722	85	0,064	331	0,027	53	63	29	933	8,3
	c	<1	0,28	<5	56	0,63	0,5	3	11	15	1,36	0,09	0,08	368	15	0,030	53	0,014	16	30	10	121	7,1
	d	<1	0,26	<5	45	<0,01	<0,5	2	6	7	0,74	<0,05	0,05	225	7	0,025	32	0,013	11	27	8	73	7,0
	e	<1	0,24	<5	43	0,26	0,5	2	6	6	0,51	0,05	0,04	196	5	0,027	27	0,013	8	23	8	61	7,5

cd. tabeli II
continued Table

Gleby Soils	Parametry Parameters	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Ca %	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe %	Hg ppm	Mg %	Mn ppm	Ni ppm	P %	Pb ppm	S %	Sr ppm	Ti ppm	V ppm	Zn ppm	pH
Gleby pól uprawnych Cultivated soils n=120	a	<1	0,02	<5	3	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	0,02	<0,05	<0,01	1	<1	<0,005	5	<0,005	<1	4	1	5	3,9
	b	4	0,63	12	147	1,02	1,5	7	14	15	1,63	1,91	0,09	606	16	0,103	85	0,031	18	55	18	163	7,9
	c	<1	0,28	<5	34	0,10	<0,5	2	4	4	0,46	0,06	0,03	231	4	0,037	21	0,012	5	30	7	38	5,8
	d	<1	0,26	<5	30	<0,01	<0,5	2	4	3	0,42	<0,05	0,03	193	3	0,035	20	0,012	4	27	7	32	5,7
	e	<1	0,27	<5	31	0,05	<0,5	2	4	3	0,43	<0,05	0,03	219	3	0,036	19	0,012	4	30	6	32	5,6
Gleby lasów Forest soils n=37	a	<1	0,04	<5	3	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	0,07	<0,05	<0,01	4	<1	<0,005	5	<0,005	<1	8	1	5	3,5
	b	<1	0,55	107	220	1,75	3,0	16	56	80	7,23	0,28	0,29	1722	85	0,075	291	0,189	42	60	103	232	7,8
	c	<1	0,20	<5	39	0,12	<0,5	2	5	6	0,71	<0,05	0,03	224	6	0,019	53	0,019	5	23	8	58	5,0
	d	<1	0,16	<5	22	<0,01	<0,5	<1	3	3	0,34	<0,05	<0,01	78	4	0,015	30	0,010	3	20	5	32	4,9
	e	<1	0,15	<5	22	0,01	<0,5	1	2	2	0,26	<0,05	<0,01	120	2	0,014	26	0,008	2	19	4	25	4,8
Gleby łąk Meadow soils n=51	a	<1	0,08	<5	9	<0,01	<0,5	<1	1	1	0,09	<0,05	<0,01	14	<1	0,011	6	<0,005	2	7	2	17	4,4
	b	<1	0,74	20	91	2,93	1,2	13	14	23	6,11	1,38	0,16	832	26	0,099	51	0,065	61	49	31	155	7,9
	c	<1	0,31	<5	36	0,23	<0,5	3	5	5	0,92	0,07	0,04	245	6	0,035	26	0,021	10	20	10	55	6,0
	d	<1	0,28	<5	32	<0,01	<0,5	<1	5	4	0,69	0,05	0,03	174	4	0,031	24	0,019	7	18	8	48	5,9
	e	<1	0,29	<5	33	0,14	<0,5	2	5	4	0,59	0,06	0,03	177	4	0,033	25	0,017	9	19	9	54	5,9
Gleby ugorów i nieużytków Fallow soils n=47	a	<1	0,06	<5	8	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	0,07	<0,05	<0,01	13	<1	0,005	7	<0,005	1	4	2	7	3,8
	b	1	0,62	25	103	2,37	3,3	16	100	21	4,43	0,59	0,20	1956	39	0,113	535	0,151	53	61	29	285	8,3
	c	<1	0,29	<5	38	0,19	<0,5	2	7	5	0,78	0,05	0,04	261	6	0,033	37	0,017	8	27	8	63	6,0
	d	<1	0,25	<5	31	<0,01	<0,5	<1	<1	4	0,55	0,05	0,03	181	4	0,029	23	0,015	5	23	7	44	5,9
	e	<1	0,29	<5	38	0,07	<0,5	2	5	4	0,50	0,05	0,03	214	4	0,029	23	0,011	5	23	7	43	5,9
Gleby parków miejskich City park soils n=2	a	<1	0,28	<5	32	0,18	<0,5	2	5	6	0,60	0,12	0,04	155	5	0,024	18	0,010	6	33	8	42	7,0
	b	<1	0,32	<5	53	0,21	0,9	3	5	9	0,64	0,60	0,05	289	6	0,032	44	0,018	8	41	8	97	7,2
	c	<1	0,30	<5	43	0,20	<0,5	3	5	8	0,62	0,36	0,05	222	6	0,028	31	0,014	7	37	8	70	7,1
	d	<1	0,30	<5	41	0,19	<0,5	2	5	7	0,62	0,27	0,04	212	5	0,028	28	0,013	7	37	8	64	7,1
	e	<1	0,30	<5	43	0,20	<0,5	3	5	8	0,62	0,36	0,05	222	6	0,028	31	0,014	7	37	8	70	7,1
Gleby trawników i skwerów Lawn soils n=44	a	<1	0,12	<5	13	0,01	<0,5	<1	2	2	0,21	<0,05	0,01	37	2	0,007	9	<0,005	3	13	3	21	5,1
	b	<1	0,45	9	216	2,62	1,6	9	43	176	7,23	0,80	0,29	1722	85	0,095	331	0,030	42	104	21	933	7,9
	c	<1	0,30	<5	69	0,56	0,6	3	7	16	0,82	0,09	0,07	240	9	0,040	50	0,014	17	45	8	135	7,2
	d	<1	0,29	<5	57	0,34	<0,5	<1	6	9	0,65	0,07	0,05	192	6	0,034	37	0,014	13	41	8	97	7,1
	e	<1	0,29	<5	54	0,49	0,6	2	6	9	0,58	0,08	0,05	203	6	0,036	36	0,014	14	42	8	92	7,5
Gleby ogródków działkowych Allotment soils n=5	a	<1	0,19	<5	58	0,05	<0,5	1	5	4	0,43	0,06	0,02	161	4	0,037	18	0,010	4	27	5	48	5,5
	b	<1	0,45	5	74	4,58	1,0	3	27	10	0,74	0,18	0,10	383	8	0,062	58	0,018	53	42	11	130	7,7
	c	<1	0,31	<5	65	1,09	0,6	2	10	8	0,54	0,11	0,05	299	6	0,049	34	0,013	18	35	7	92	6,8
	d	<1	0,30	<5	65	0,32	<0,5	2	8	8	0,53	0,10	0,04	287	6	0,048	31	0,012	12	35	7	86	6,7
	e	<1	0,31	<5	65	0,33	0,7	3	6	9	0,47	0,10	0,04	327	6	0,048	28	0,012	10	35	7	109	7,2

cd. tabeli II
continued Table II

Gleby Soils	Parametry Parameters	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Ca %	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe %	Hg ppm	Mg %	Mn ppm	Ni ppm	P %	Pb ppm	S %	Sr ppm	Ti ppm	V ppm	Zn ppm	pH
Gleby piaszczyste Sandy soils n=127	a	<1	0,02	<5	3	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	0,02	<0,05	<0,01	1	<1	<0,005	5	<0,005	<1	4	1	5	3,5
	b	4	0,55	107	220	1,75	3,0	16	56	80	7,23	1,38	0,29	1722	85	0,095	331	0,189	42	88	103	933	8,0
	c	<1	0,22	<5	38	0,18	<0,5	2	5	6	0,62	<0,05	0,03	181	5	0,030	36	0,015	8	26	7	68	5,8
	d	<1	0,19	<5	26	<0,01	<0,5	<1	3	4	0,42	<0,05	0,02	110	4	0,025	25	0,012	4	22	6	41	5,7
	e	<1	0,20	<5	25	0,05	<0,5	1	3	3	0,41	<0,05	0,02	147	3	0,027	24	0,011	4	21	5	42	5,5
Gleby gliniasto-piaszczyste Loamy-sandy soils n=159	a	<1	0,06	<5	3	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	0,09	<0,05	<0,01	8	<1	<0,005	5	0,006	<1	5	2	5	3,9
	b	1	0,74	15	147	2,62	1,6	9	100	176	7,23	1,91	0,29	1722	85	0,113	535	0,044	42	104	21	353	8,3
	c	<1	0,30	<5	42	0,19	<0,5	2	6	6	0,58	0,08	0,04	257	5	0,036	30	0,014	7	33	8	53	6,0
	d	<1	0,29	<5	37	<0,01	<0,5	<1	4	4	0,50	0,05	0,04	206	4	0,031	23	0,013	5	29	7	41	6,0
	e	<1	0,29	<5	38	0,09	<0,5	2	5	4	0,47	0,05	0,04	237	4	0,033	22	0,012	5	33	7	40	5,9
Gleby gliniaste Loamy soils n=15	a	<1	0,28	<5	19	0,05	<0,5	<1	4	3	0,51	<0,05	0,02	55	3	0,023	14	0,013	4	7	6	35	4,7
	b	<1	0,62	23	103	2,93	1,0	16	18	15	6,11	0,12	0,20	1956	39	0,076	42	0,050	61	61	29	203	7,7
	c	<1	0,43	7	48	0,53	<0,5	6	8	7	1,60	0,06	0,08	461	12	0,038	27	0,027	18	20	14	66	6,0
	d	<1	0,42	<5	44	0,24	<0,5	<1	7	6	1,22	0,06	0,06	298	8	0,035	26	0,024	13	16	13	59	6,0
	e	<1	0,39	6	45	0,21	0,6	5	7	5	1,13	0,06	0,05	316	7	0,033	26	0,025	13	15	13	54	6,1
Gleby pylaste Silty soils n=3	a	<1	0,45	<5	64	0,40	0,6	3	10	5	0,74	0,08	0,08	287	8	0,037	22	0,015	11	21	11	52	6,7
	b	<1	0,70	17	91	4,58	1,2	11	27	10	2,14	0,12	0,16	418	16	0,099	36	0,065	53	36	31	130	7,7
	c	<1	0,59	7	76	1,85	0,8	6	17	8	1,25	0,10	0,11	359	11	0,065	29	0,033	34	31	18	103	7,3
	d	<1	0,58	<5	76	1,02	0,8	5	15	8	1,11	0,10	0,11	355	10	0,060	28	0,026	28	30	16	95	7,3
	e	<1	0,63	5	74	0,58	0,7	4	13	9	0,87	0,09	0,10	372	8	0,058	28	0,018	39	35	12	128	7,6
Gleby torfiaste, torfy Peaty soils n=2	a	<1	0,46	13	55	0,32	1,2	2	5	7	0,85	0,09	0,03	32	5	0,047	77	0,037	14	22	15	258	4,6
	b	<1	0,50	14	76	0,35	3,3	4	11	8	4,43	0,13	0,14	811	12	0,080	97	0,151	31	44	17	285	6,7
	c	<1	0,48	14	66	0,34	2,3	3	8	8	2,64	0,11	0,09	422	9	0,064	87	0,094	23	33	16	272	5,7
	d	<1	0,48	13	65	0,33	2,0	3	7	7	1,94	0,11	0,06	161	8	0,061	86	0,075	21	31	16	271	5,6
	e	<1	0,48	14	66	0,34	2,3	3	8	8	2,64	0,11	0,09	422	9	0,064	87	0,094	23	33	16	272	5,7
Gleby Polski[1] Soils of Poland n=10 840	a	<1		<5	<1	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	<0,01	<0,05	<0,01	<1	<1	<0,005	<3	<0,005	<1	<1	<1	<1	2,1
	b	41		3444	1777	25,45	253,3	46	1873	6401	9,57	7,55	4,90	24270	146	1,613	16972	3,263	1298	1542	266	91110	9,7
	c	<1		<5	48	0,47	0,8	3	6	10	0,67	0,06	0,010	267	6	0,042	35	0,017	17	34	8	88	6,0
	d	<1		<5	32	0,17	<0,5	2	4	5	0,50	<0,05	0,06	173	4	0,033	16	0,012	8	26	6	40	5,9
	e	<1		<5	32	0,18	<0,5	2	4	5	0,51	<0,05	0,06	217	4	0,034	13	0,012	8	26	7	35	6,1

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

Na mapie kwasowości (pH) gleb poziomy wartości przyjęto zgodnie z podziałem stosowanym w gleboznawstwie: gleby bardzo kwaśne, kwaśne, lekko kwaśne, obojętne i zasadowe.

Mapy geochemiczne osadów wodnych i wód powierzchniowych skonstruowano również za pomocą tego samego programu, stosując do ich prezentacji formę kartodiagramów kołowych.

Klasom odpowiadającym zakresom zawartości pierwiastków z podziałem na percentyle ≤ 15, 25, 50, 75, 90, 95, 97, 99 i 100% przyporządkowano odpowiednie średnice kółek.

Tabela III
Table

Parametry statystyczne pierwiastków chemicznych w osadach wodnych Częstochowy i okolic

Statistical parameters of chemical elements in water sediments of Częstochowa and the environs

Osady wodne Water sediments	Parametry Parameters	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Ca %	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Fe %	Hg ppm	Mg %	Mn ppm	Ni ppm	P %	Pb ppm	S %	Sr ppm	Ti ppm	V ppm	Zn ppm
Częstochowy i okolic Częstochowa and environs n=122	a	<1	0,09	<5	11	0,05	<0,5	<1	3	1	0,26	<0,05	<0,01	19	3	0,008	<5	0,010	3	8	3	13
	b	6	2,13	80	540	23,70	14,3	146	843	255	16,06	0,77	0,42	10581	216	0,809	506	0,563	280	137	125	1555
	c	<1	0,54	11	101	0,75	1,5	11	24	18	2,55	0,11	0,10	662	26	0,109	48	0,104	26	44	18	277
	d	<1	0,45	<5	78	0,41	<0,5	4	12	10	1,70	<0,05	0,07	314	15	0,074	26	0,066	19	36	14	169
	e	<1	0,50	7	75	0,39	1,1	5	10	10	1,63	0,08	0,08	293	13	0,066	33	0,060	18	34	13	180
Kocinki The Kocinka river n=19	a	<1	0,15	<5	27	0,14	<0,5	<1	3	2	0,26	<0,05	0,02	19	3	0,021	8	0,015	6	10	3	32
	b	1	2,13	29	379	2,33	14,3	47	32	19	2,80	0,28	0,19	5073	55	0,292	87	0,180	65	87	39	816
	c	<1	0,63	<5	99	0,61	1,9	7	11	8	1,12	0,06	0,07	593	13	0,097	31	0,078	22	51	15	165
	d	<1	0,49	<5	76	0,46	<0,5	<1	9	6	0,90	<0,05	0,07	270	8	0,073	26	0,056	18	46	12	99
	e	<1	0,41	<5	77	0,47	<0,5	3	8	7	0,97	0,05	0,07	248	7	0,071	24	0,044	18	53	10	79
Stradomki z Gorzelnianką The Stradomka and Gorzelnianka river n=20	a	<1	0,14	<5	35	0,10	<0,5	3	4	1	0,75	<0,05	0,03	92	5	0,024	8	0,014	6	14	5	35
	b	3	1,19	80	540	1,88	7,0	146	140	255	16,06	0,38	0,42	5448	192	0,462	506	0,563	66	132	69	1555
	c	<1	0,52	15	153	0,58	1,5	15	20	33	3,08	0,11	0,11	618	33	0,151	68	0,151	27	48	19	385
	d	<1	0,43	<5	110	0,44	<0,5	7	12	13	2,12	<0,05	0,08	331	16	0,102	37	0,092	22	39	14	237
	e	<1	0,46	8	97	0,45	1,1	5	10	12	1,64	0,09	0,08	238	9	0,095	32	0,090	20	36	13	194
Konopki The Konopka river n=33	a	<1	0,14	<5	25	0,06	<0,5	1	3	2	0,64	<0,05	0,03	36	3	0,016	11	0,023	7	12	5	30
	b	2	1,01	78	340	1,13	8,8	144	17	40	15,66	0,75	0,27	10581	216	0,260	98	0,402	62	76	65	756
	c	<1	0,55	17	90	0,43	1,3	17	10	10	4,07	0,11	0,10	969	31	0,093	35	0,136	22	28	20	215
	d	<1	0,50	<5	76	0,36	<0,5	8	10	8	2,80	<0,05	0,08	337	18	0,071	30	0,094	19	25	17	149
	e	<1	0,53	12	71	0,34	1,1	7	10	8	2,37	0,09	0,09	346	16	0,068	28	0,089	20	24	19	179
Warty The Warta river n=16	a	<1	0,14	<5	31	0,12	<0,5	3	7	3	0,79	<0,05	0,02	163	7	0,028	12	0,016	4	14	4	117
	b	4	1,21	27	223	1,12	7,4	33	103	77	5,94	0,33	0,36	2813	80	0,809	163	0,488	45	74	62	1286
	c	<1	0,40	11	97	0,47	2,1	11	36	28	2,51	0,15	0,10	733	34	0,160	73	0,090	18	43	16	512
	d	<1	0,33	<5	85	0,40	<0,5	9	24	20	2,13	<0,05	0,07	538	26	0,106	56	0,056	15	40	12	402
	e	<1	0,33	10	81	0,37	1,4	10	21	22	2,19	0,12	0,07	521	23	0,114	49	0,044	15	43	12	392
Kucelinki The Kucelinka river n=6	a	<1	0,09	<5	20	0,06	<0,5	3	5	2	0,58	0,07	<0,01	169	7	0,023	6	0,016	3	10	3	101
	b	<1	0,52	7	132	2,57	1,8	9	30	44	3,26	0,35	0,32	1137	17	0,050	164	0,071	49	137	16	378
	c	<1	0,33	5	67	0,82	1,1	6	14	18	1,78	0,17	0,12	444	13	0,041	54	0,035	22	60	11	218
	d	<1	0,27	<5	58	0,36	<0,5	5	12	12	1,56	0,13	<0,01	344	12	0,040	35	0,031	15	41	9	201
	e	<1	0,32	6	60	0,26	1,1	6	11	16	1,69	0,08	0,07	302	14	0,043	32	0,030	14	35	13	205
Małych zbiorników i cieków okresowych bez nazwy Small reservoirs and intermittent streams n=27	a	<1	0,15	<5	11	0,05	<0,5	<1	3	2	0,26	<0,05	0,02	23	3	0,008	<5	0,010	3	8	4	13
	b	6	1,83	80	367	23,70	5,5	23	843	76	6,13	0,77	0,36	2707	117	0,469	252	0,257	280	136	125	1007
	c	<1	0,60	9	88	1,54	1,1	7	50	17	1,59	0,10	0,13	387	21	0,093	48	0,072	38	54	19	234
	d	<1	0,49	<5	65	0,45	<0,5	2	15	11	1,17	<0,05	0,10	221	14	0,058	11	0,051	20	43	14	137
	e	<1	0,58	<5	64	0,42	<0,5	5	10	12	1,13	0,07	0,12	242	11	0,058	42	0,059	21	43	13	172
Osady wodne Polski [1] Water sediments of Poland n=12 778	a	<1		<5	<1	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	<0,01	<0,05	<0,01	<0,1	<1	<0,005	<5	<0,005	<1	<1	<1	<1
	b	117		6215	1794	43,15	8736,0	357	12251	15460	31,14	11,00	10,62	63719	1298	5,866	43878	8,610	7628	5345	427	407501
	d	<1		<5	52	0,84	0,6	3	6	7	0,75	<0,05	0,11	255	6	0,064	15	0,047	21	31	7	73

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

[1] J. Lis, A. Pasieczna, 1995b

Tabela IV
Table

Parametry statystyczne pierwiastków chemicznych w wodach powierzchniowych Częstochowy i okolic
Statistical parameters of chemical elements in surface waters of Częstochowa and the environs

Wody powierzchniowe Surface waters	Parametry Parameters	Al ppb	As ppb	Ba ppb	Ca ppm	Cd ppb	Co ppb	Cr ppb	Cu ppb	Fe ppm	Mg ppm	Mn ppm	Na ppm	Ni ppb	Pb ppb	SO4 ppm	SiO2 ppm	Sr ppb	Zn ppb
Wody powierzchniowe Częstochowy i okolic Surface waters of Częstochowa and environs n=116	a	<20	<50	<10	13,8	<3	<8	<5	<5	<0,01	1,7	<0,003	1	<15	<50	5	0,3	67	<5,0
	b	1860	120	420	438,8	6	142	15	28	58,97	97,2	19,960	169	218	<50	1283	126,0	1443	1295,0
	c	47	<50	51	76,9	<3	<8	<5	<5	1,95	16,7	0,910	20	<15	<50	144	10,0	264	37,0
	d	<20	<50	28	65,5	<3	<8	<5	<5	0,08	11,4	0,210	15	<15	<50	93	7,0	209	5,0
	e	<20	<50	50	58,7	<3	<8	<5	<5	0,31	9,7	0,260	17	<15	<50	81	8,5	182	15,5
Kocinka The Kocinka river n=18	a	<20	<50	20	37,1	<3	<8	<5	<5	<0,01	1,7	0,011	1	<15	<50	34	2,6	98	<5,0
	b	120	<50	110	128,3	<3	23	<5	<5	11,75	10,0	3,841	21	<15	<50	115	17,6	1406	32,0
	c	<20	<50	39	76,2	<3	<8	<5	<5	0,93	4,6	0,545	12	<15	<50	59	11,0	245	7,7
	d	<20	<50	35	73,2	<3	<8	<5	<5	0,03	4,2	0,137	10	<15	<50	56	10,2	190	5,0
	e	<20	<50	30	69,3	<3	<8	<5	<5	0,11	3,9	0,126	11	<15	<50	50	12,2	179	5,5
Stradomka z Gorzelnianką The Stradomka and Gorzelnianka river n=19	a	<20	<50	10	38,7	<3	<8	<5	<5	0,01	6,0	0,012	8	<15	<50	51	5,0	126	<5,0
	b	200	<50	60	110,2	<3	<8	<5	<5	0,88	53,4	4,251	40	56	<50	263	16,2	327	211,0
	c	23	<50	45	57,5	<3	<8	<5	<5	0,43	14,7	0,567	18	<15	<50	102	9,0	205	35,1
	d	<20	<50	43	55,1	<3	<8	<5	<5	0,31	12,7	0,287	16	<15	<50	91	8,5	197	6,5
	e	20	<50	50	51,7	<3	<8	<5	<5	0,47	13,8	0,287	18	<15	<50	84	8,7	182	27,0
Konopka The Konopka river n=32	a	<20	<50	<10	13,8	<3	<8	<5	<5	0,03	3,0	0,069	5	<15	<50	21	4,6	67	<5,0
	b	1860	<50	420	438,8	6	142	6	5	58,97	97,2	19,955	56	218	<50	1283	19,9	1443	1295,0
	c	80	<50	62	101,2	<3	8	<5	<5	4,44	29,2	1,807	21	17	<50	259	10,7	379	63,6
	d	<20	<50	22	71,2	<3	<8	<5	<5	0,79	20,4	0,671	16	<15	<50	135	10,3	268	5,0
	e	<20	<50	50	65,4	<3	<8	<5	<5	0,66	23,8	0,555	17	<15	<50	115	10,8	243	17,5
Warta The Warta river n=15	a	<20	<50	30	42,1	<3	<8	<5	<5	0,05	8,1	0,059	10	<15	<50	64	3,4	141	10,0
	b	70	<50	50	66,9	<3	<8	15	<5	0,98	10,6	0,474	33	16	<50	90	8,9	170	37,0
	c	25	<50	44	55,8	<3	<8	<5	<5	0,30	9,5	0,286	21	<15	<50	80	6,6	160	23,1
	d	<20	<50	43	55,2	<3	<8	<5	<5	0,21	9,5	0,254	19	<15	<50	80	6,4	160	21,9
	e	20	<50	50	56,9	<3	<8	<5	<5	0,18	9,5	0,256	18	<15	<50	82	6,6	158	22,0
Kucelinka The Kucelinka river n=6	a	<20	<50	20	44,2	<3	<8	<5	<5	<0,01	7,3	0,006	12	<15	<50	80	4,6	140	<5,0
	b	130	<50	50	58,0	<3	<8	<5	5	0,43	9,6	0,508	51	<15	<50	115	6,7	192	32,0
	c	57	<50	45	51,6	<3	<8	<5	<5	0,25	9,1	0,266	21	<15	<50	88	5,8	156	19,8
	d	<20	<50	43	51,4	<3	<8	<5	<5	<0,01	9,0	0,137	18	<15	<50	87	5,8	155	5,0
	e	55	<50	50	52,4	<3	<8	<5	<5	0,35	9,4	0,294	13	<15	<50	82	6,0	154	23,5
Małe zbiorniki i cieki okresowe bez nazwy Small reservoirs and intermittent streams n=26	a	<20	<50	<10	26,9	<3	<8	<5	<5	<0,01	3,3	<0,003	1	<15	<50	5	0,3	73	<5,0
	b	710	120	150	153,3	<3	24	11	28	44,38	78,3	10,906	169	98	<50	559	126,3	844	479,0
	c	49	<50	54	77,9	<3	<8	<5	<5	1,92	16,5	0,738	25	<15	<50	137	10,8	262	38,0
	d	<20	<50	18	71,2	<3	<8	<5	<5	<0,01	11,8	0,046	15	<15	<50	93	4,1	215	5,0
	e	<20	<50	50	61,8	<3	<8	<5	<5	0,08	9,6	0,104	18	<15	<50	87	4,6	207	8,0
Wody powierzchniowe Polski[1] Surface waters of Poland n=12 955	a	<100	<40	<1	3,0	<3	<5	<5	<5	<0,02	0,2	0,001	<1	8	<30	2	<0,3	4	<5
	b	1200	6770	3470	3470,0	238	136	4445	32975	438,72	833,8	12,096	5723	1326	1870	7085	549,9	26078	16414
	d	100	<40	55	55,0	<3	<5	<5	<5	0,52	11,5	0,107	16	8	<30	58	10,2	263	36,0

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

[1] J. Lis, A. Pasieczna, 1995b

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Badany obszar miasta i okolic Częstochowy wchodzi w skład monokliny śląsko-krakowskiej, zajmuje jej skrajny południowo-wschodni rejon w pobliżu granicy z nidziańską częścią niecki szczecińsko-łódzko-nidziańskiej.

Monoklina zbudowana jest z utworów triasu i jury, zapadających pod niewielkim kątem w kierunku północno-wschodnim pod kredowe osady niecki nidziańskiej. Dominuje tu tektonika uskokowa, głównie o prostopadłym kierunku do biegu warstw, która porozbijała monoklinę na szereg bloków, tworząc liczne struktury o charakterze rowów i zrębów. Utwory triasowo-jurajskie leżą na starszym sfałdowanym podłożu paleozoicznym i przykryte są osadami czwartorzędowymi o miąższości dochodzącej miejscami do kilkudziesięciu metrów. Spod pokrywy czwartorzędowej wyłaniają się liczne wychodnie jurajskiego wapiennego podłoża, tworząc charakterystyczne dla regionu izolowane wzgórza, oddzielone od siebie zagrzebanymi dolinami krasowymi — tablica A.

Najstarszymi utworami, rozpoznanymi w rejonie Częstochowy otworami wiertniczymi, są osady **triasu górnego — kajpru**. Wykształcone są jako pstre iłowce o barwach brunatnych, czerwonych i seledynowych, przewarstwiane piaskowcami zawierającymi wkładki wapienne. Występujące powyżej ciemnoszare i szare iłowce z przewarstwieniami piaskowców reprezentują utwory **jury dolnej** (J. Znosko, 1955). Osady **jury środkowej** rozpoznano także w wychodniach powierzchniowych, zlokalizowanych w południowo-zachodniej części miasta i jego okolic. Najniższa część profilu określana jest regionalną nazwą jako warstwy kościeliskie. W strefie wychodni są to żelaziste piaski i piaskowce różnoziarniste, rdzawobrunatne i żółtoszare o spoiwie żelazistym. Powyżej występuje ilasta seria rudonośna obejmująca piętra od aalenu do bajosu po baton górny (S.Z. Różycki, 1953). Są to iłowce i łupki ilaste, ciemnoszare lub rzadziej szarozielonkawe, przeważnie piaszczyste z przewarstwieniami piaskowców, sferosyderytów ilastych, syderytów ilastych i piaszczystych. Syderyty i sferosyderyty występujące w obrębie tej serii były przedmiotem wydobycia i przeróbki od kilkuset lat. Wychodnie tych osadów występują u podnóża ostańcowych wzgórz wapiennych Jasnej Góry, Ostatniego Grosza, w Kawodrzy, Gnaszynie, Michalinie oraz Zaciszu.

Najwyższa część profilu **jury środkowej — kelowej** — reprezentowana jest przez wapienie szarozielonkawe lub szarożółte, piaszczyste, przechodzące ku górze w wapienie dolomityczne i margle glaukonitowe zakończone charakterystyczną „warstwą bulastą" (J. Haisig, S. Wilanowski, 1980). Odsłaniają się na powierzchni w Szarlejce, na Jasnej Górze, Ostatnim Groszu, Błesznie i Choroniu.

Osady **jury górnej — oksfordu** — występujące głównie w północno-wschodniej i wschodniej części Częstochowy i okolic, tworzą liczne wychodnie, na których zlokalizowane były kamieniołomy wapienia, m.in. w Rędzinach i Rudnikach (W. Bardziński i in., 1985, 1986). We wschodniej i południowej części obszaru badań utwory górnojurajskie tworzą izolowane skałki — ostańce, otoczone iłami doggeru w rejonie Błeszna, Rakowa, Jasnej Góry i Ostatniego Grosza. Wykształcone są głównie jako wapienie skaliste oraz litograficzne, płytowe, gruzłowe, oolitowe i margliste. Na obszarze przeważającej części Częstochowy i okolic osady oksfordu, a w części południowo-wschodniej także jury środkowej, przykryte są utworami czwartorzędowymi.

Pokrywę czwartorzędową tworzą osady **plejstoceńskie** związane ze zlodowaceniami środkowopolskimi, a następnie północnopolskimi, a także utwory powstałe w **holocenie** (W. Bardziński i in., 1986; J. Haisig, S. Wilanowski, 1980). Największe rozprzestrzenienie na badanym obszarze mają piaski i żwiry wodnolodowcowe zlodowacenia środkowopolskiego, występujące głównie w centralnej i południowo-zachodniej części miasta. Mniejszy udział wykazują piaski, żwiry i głazy lodowcowe oraz glina zwałowa, które występują w większości w zachodniej części Częstochowy. W północnej części badanego obszaru znajduje się pas wzgórz i izolowane płaty osadów moreny czołowej. Procesy erozyjne wytworzyły w słabo zwięzłych skałach podłoża liczne wgłębienia i pradoliny, m.in.: Warty, Konopki, Gnaszyna-Białej i Bugaja, które podczas zlodowacenia północnopolskiego zostały wypełnione rzecznymi piaskami różnoziarnistymi i żwirami, a następnie — w holocenie — piaskami średnio- i drobnoziarnistymi oraz mułkami.

ZŁOŻA RUD ŻELAZA I SUROWCÓW SKALNYCH

Syderytowe rudy żelaza na obszarze Częstochowy wydobywane były od średniowiecza. Eksploatowane były początkowo metodą odkrywkową. Po wyczerpaniu płytko zalegających rud zaczęto je wydobywać metodą szybikową, a od lat pięćdziesiątych na dużą skalę metodą podziemną za pomocą szybów i sztolni.

W osadach doggeru występują trzy zasadnicze poziomy rud syderytowych (R. Osika, 1954). Idąc od góry są to: poziomy stropowe Ia i Ib, poziom środkowy i poziom spągowy. Poziomy stropowe (Ia i Ib) charakteryzują się zmiennym wykształceniem i nieciągłością pokładów. Syderyty tworzą soczewki lub nieciągłe pokłady złożone ze sferosyderytów. Średnia zawartość żelaza w tych poziomach wynosi 27,5 %. Te poziomy nie były przedmiotem eksploatacji rud żelaza, ale stanowią bazę surowcową dla przemysłu czerwonej ceramiki budowlanej (E. Rosicka, 1981). Poziom środkowy ma dość stabilną miąższość, ale zmienną zawartość żelaza. Średnie zawartości żelaza wynoszą 27%. Poziom spągowy miał największe znaczenie surowcowe. Charakteryzuje się dużym rozprzestrzenieniem, małą zmiennością składu chemicznego i stosunkowo dużą zawartością żelaza — około 33–35%. W ostatnich latach eksploatacji w granicach miasta znajdowały się trzy obszary złożowe rud żelaza: Dźbów, Kawodrza i Osiny. Rudy wydobywane były w kilku podziemnych kopalniach. Zaniechanie eksploatacji i zamknięcie ostatnich kopalń na terenie miasta nastąpiło w latach siedemdziesiątych XX wieku.

W najbliższej okolicy Częstochowy zlokalizowanych jest kilkanaście punktów odkrywkowej eksploatacji surowców: okruchowych, ceramiki budowlanej i wapieni (Bilans..., 2000). Surowce okruchowe — piaski i gliny polodowcowe — wydobywane są w złożu Latosówka-Rudniki II. Złoże wapieni Grabówka II, w którym eksploatuje się wapienie górnej jury, zlokalizowane jest we wschodniej części badanego obszaru. Surowce ilaste — iły i łupki ilaste doggeru — wydobywane są w dziesięciu punktach zlokalizowanych na obszarze pokrywającym się z dawnym wydobyciem syderytowych rud żelaza. Iły i łupki ilaste towarzyszące syderytom stanowią bazę surowcową dla przemysłu ceramiki budowlanej. Aktualnie produkcja cegły, pustaków i dachówek odbywa się w kilku cegielniach, m.in. Gnaszyn, Kawodrza i Michalina.

GŁÓWNE ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZEŃ

Do podstawowych źródeł zanieczyszczeń środowiska występujących na obszarze badań należą: składowiska odpadów komunalnych i przemysłowych, hałdy pogórnicze, ścieki, emisje gazowe i pyłowe oraz nawożenie pól uprawnych i stosowanie środków chwastobójczych.

Składowiska odpadów. Odpady komunalne Częstochowy składowane są na największym w północnej części województwa śląskiego składowisku Sobuczyna-Młynek, położonym na terenie gminy Poczesna, w pobliżu południowej granicy obszaru badań. Mniejsze ilości składowane są także na składowisku w Pałyszu — między Liszką Dolną a Konopiskami.

Odpady przemysłowe z Huty Częstochowa i Cementowni „Rudniki" są składowane w obrębie zakładów. Żużle z kotłowni osiedlowych i zakładowych, a także z Huty Częstochowa częścio-

wo są używane do utwardzania lokalnych dróg. W Częstochowie ponadto znajduje się składowisko po Zakładach Chemicznych „Erg", natomiast w Rudnikach — po Zakładach Chemicznych „Rudniki", produkujących do lat siedemdziesiątych związki chromu.

Hałdy pogórnicze zlokalizowane w południowej części obszaru badań pozostały po eksploatacji rud żelaza, prowadzonej tu od średniowiecza do połowy lat siedemdziesiątych XX wieku. W zależności od sposobu eksploatacji mają one różne wielkości i kształty: od małych kopczyków, poprzez długie wały, do stożków osiągających 50 m wysokości. Ze względu na rodzaj i źródło powstania odpadów oraz sposób przetwarzania rud żelaza podzielono je na trzy typy:

— hałdy poeksploatacyjne — zlokalizowane zazwyczaj przy kopalniach, zawierają skały współwystępujące z rudami żelaza. Są to: iły i iłołupki z serii rudonośnych, podścielające je piaskowce kościeliskie, rzadziej piaski i gliny czwartorzędowe. Głównym składnikiem mineralnym są iły i gliny pylaste z domieszką kwarcu, minerałów ciężkich (turmalin, rutyl, cyrkon), gipsów oraz obfitym pigmentem związków żelaza. Obecność gipsu przy braku pirytu wskazuje na zmiany chemiczne zachodzące w hałdach, prowadzące do rozkładu siarczków żelaza;

— hałdy mieszane poprzeróbcze i poeksploatacyjne — zlokalizowane są także głównie przy kopalniach. Poza materiałem poeksploatacyjnym zawierają wysiewki surowe po wzbogacaniu rud. Tylko lokalnie (kopania „Kuźnica") składają się wyłącznie z materiału pozostałego po przeróbce;

— hałdy zakładów wzbogacania i przetwarzania rud w piecach prażalniczych (kopalnie „Dźbów", „Osiny") — składają się z materiału pochodzącego z wysiewek prażonych, żużlu polgrudowego, a także mułków pohydrocyklonowych. Miejscami wzbogacano rudę w bezpośrednim sąsiedztwie kopalń, poddając ją prażeniu w tzw. mielerzach; wzbogacanie polegało na przesypywaniu surowej rudy miałem węglowym. Większość hałd powstałych z odpadów po wzbogacaniu została zlikwidowana (wyeksploatowana) na początku lat dziewięćdziesiątych, ponieważ zawierały odpady wzbogacone w tlenki żelaza, miejscami przekraczające 20% Fe_2O_3 (T. Ratajczyk i in., 1997; T. Ratajczak, W. Korona, 2000; T. Piecuch, 1979).

Ścieki. Główne zanieczyszczenia wód i osadów wodnych pochodzą ze ścieków komunalnych i przemysłowych oraz spływów zanieczyszczeń obszarowych upraw rolnych. Wody Stradomki są zanieczyszczane ściekami przemysłowymi z Blachowni, Zakładów Przemysłu Lekkiego WIGOLEN, Spółki Tapety Gnaszyn oraz przez zrzuty ścieków kanalizacji deszczowej Częstochowy. Do Stradomki wpływają wody Konopki ze ściekami z rejonu Brzezin i Dźbowa. Mniejsze zakłady przemysłowe zlokalizowane na terenie Częstochowy odprowadzają ścieki do miejskich urządzeń kanalizacyjnych, a następnie ze ściekami komunalnymi do Centralnej Oczyszczalni Ścieków Przemysłowej Spółki Wodnej „Warta" w Częstochowie, zlokalizowanej w Mirowie. Przepustowość eksploatacyjna oczyszczalni wynosi 100 000 m^3/dobę. W roku 2000 zakład oczyszczał około 80 000 m^3/dobę. Huta Częstochowa ze swojej oczyszczalni zrzuca ścieki bezpośrednio do wód Warty (Rocznik statystyczny, 1998; R. Taylor i in., 1992).

Według danych WIOŚ w Częstochowie (Informacja..., 1995, 1996, 1998) i ŚWIOŚ w Katowicach (Informacja..., 1999) wody Stradomki i Warty w ostatnich latach należały do wód pozaklasowych. Jedynie wody Konopki pod względem zanieczyszczeń chemicznych i sanitarnych zostały zaliczone do II klasy czystości.

Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego spowodowane jest głównie pyłami, tlenkami węgla i azotu oraz węglowodorami. Pyły powstające podczas spalania paliw zawierają znaczące ilości metali ciężkich i innych pierwiastków chemicznych. Występujący w powietrzu dwutlenek węgla — główny produkt spalania paliw — nie jest gazem toksycznym, ale jego zawartość w powietrzu nie jest normowana. Antropogeniczne zanieczyszczenia powietrza są rezultatem energetycznego spalania paliw (emisja SO_2, NO_2, pyłów i CO_2), produkcji wyrobów przemysłowych (główna emisja lotnych związków organicznych, SO_2, NO_2, pyłów), transportu ludzi i towarów, ogrzewania budynków mieszkalnych i obiektów użyteczności publicznej oraz produkcji rolnej (amoniak, metan, tlenek azotu). Największy wpływ na opad pyłów w rejonie badań ma Huta Częstochowa i Cementownia „Rudniki" — obiekty zaliczane do osiemdziesięciu najbardziej uciążliwych w Polsce. Mniejszy wpływ wywierają kotłownie osiedlowe i zakładowe, huty szkła, Odlewnia Żeliwa Wulkan i pozostałe zakłady przemysłowe. Badania przeprowadzone przez WIOŚ w Częstochowie (Informacja..., 1996) wykazały, że najbardziej zanieczyszczonymi rejonami są miasto Częstochowa i okolice Rudnik, gdzie przekroczone zostały normy zanieczyszczeń pyłowych i gazowych. Oprócz czynników lokalnych wpływ na zanieczyszczenie atmosfery ma napływ zanieczyszczeń z uprzemysłowionych rejonów Katowic i Opola.

Emisja pyłów, wskutek instalowania urządzeń odpylających, wykazuje w ostatnich latach tendencję spadkową. Mimo tego Częstochowa nadal należy do najbardziej zanieczyszczonych miast w Polsce. W centrum Częstochowy występują przekroczenia norm dopuszczalnych stężeń dwutlenku azotu. Główny wpływ na ten stan ma emisja zanieczyszczeń ze źródeł mobilnych (Informacja..., 1999).

MAPY GEOCHEMICZNE

Mapy geochemiczne badanych pierwiastków w glebach, aluwiach i wodach powierzchniowych opracowano techniką komputerową na podstawie zbiorów punktów opróbowania z przypisanymi im zawartościami pierwiastków. Na mapach gleb koncentracje pierwiastków przedstawiono w sposób powierzchniowy, natomiast na mapach osadów wodnych i wód powierzchnio-

Tabela V
Table

Podział na grupy gleb mineralnych (wg FS i pH w 1n KCl) i organicznych (wg OS) (wg A. Kabaty-Pendias i in., 1995)

Division of mineral soils (after FS and pH in 1n KCl) and organic soils (after OS) (after A. Kabata-Pendias *et al.*, 1995)

		pH			
		<4,5	4,6–5,5	5,6–6,5	>6,5
FS (%)	<10	AG	AG	AG	AG
	10–20	AG	AG	AG	BG
	20–35	BG	BG	CG	CG
	35–55	BG	BG	CG	CG
OS[a] (%)	6–10	BG	BG	BG	BG
	>10	CG	CG	CG	CG

[a] — w glebach organicznych nie uwzględnia się wpływu pH; pH is not considered for organic

FS — granulometryczna frakcja spławiania, OS — substancja organiczna
granulometric fluming fraction, organic matter

AG — gleby lekkie, BG — gleby średnie, CG — gleby ciężkie
light soils, medium soils, heavy soils

Tabela VI
Table

Ocena zawartości metali ciężkich (mg/kg) w powierzchniowej warstwie gleb uprawnych (wg A. Kabaty-Pendias i in., 1995)

Assessment of heavy metals (MC) content (mg/kg) in surficial layer of cultivated soil (after A. Kabata-Pendias *et al.*, 1995)

Metal Metal	Grupa gleby Soil group	Stopień zanieczyszczenia gleb Soil pollution degree					
		0*	I	II	III	IV	V
Cd	AG**	0,3	1,0	2	3	5	>5
	BG	0,5	1,5	3	5	10	>10
	CG	1,0	3,0	5	10	20	>20
Cu	AG	10	30	50	80	300	>300
	BG	20	50	80	100	500	>500
	CG	25	70	100	150	750	>750
Cr	AG	20	40	80	150	300	>300
	BG	30	60	150	300	500	>500
	CG	50	80	200	500	1000	>1000
Ni	AG	10	30	50	100	400	>400
	BG	25	50	75	150	600	>600
	CG	50	75	100	300	1000	>1000
Pb	AG	20	70	100	500	2500	>2500
	BG	40	100	250	1000	5000	>5000
	CG	60	150	300	2000	7000	>7000
Zn	AG	50	100	200	700	1500	>1500
	BG	70	150	300	1000	3000	>3000
	CG	100	250	500	2000	5000	>5000

* O — gleby nie zanieczyszczone o naturalnych zawartościach metali ciężkich (MC); gleby nadają się pod wszystkie uprawy ogrodnicze i rolnicze, a zwłaszcza pod uprawy roślin przeznaczonych dla dzieci i niemowląt; obszary z takimi glebami należy objąć szczególną ochroną przed wprowadzaniem antropogenicznych MC;

I — gleby o podwyższonej zawartości MC mogą być przeznaczone do pełnego wykorzystania rolniczego, z wyłączeniem upraw roślin do produkcji żywności o szczególnie małej zawartości pierwiastków i substancji szkodliwych;

II — gleby słabo zanieczyszczone; rośliny uprawiane na takich glebach mogą zawierać nadmierne ilości MC z punktu widzenia toksykologicznego; szczególnie wykluczyć należy uprawę warzyw, jak np. sałata, szpinak, kalafior, marchew; dozwolona jest uprawa

III — gleby średnio zanieczyszczone; wszystkie uprawy na takich glebach mogą ulec skażeniu MC; dopuszczalna jest uprawa roślin zbożowych, okopowych i pastewnych pod warunkiem okresowej kontroli poziomu metali w konsumpcyjnych częściach roślin; zalecane są uprawy roślin przemysłowych i traw nasiennych; wody gruntowe mogą być narażone na zanieczyszczenia MC, w tym szczególnie — kadmem, cynkiem i niklem; w przypadku pastwisk należy także kontrolować pobieranie MC przez zwierzęta;

IV — gleby silnie zanieczyszczone; gleby takie, a zwłaszcza gleby lekkie, powinny być wyłączone z produkcji rolniczej oraz zadarnione lub zadrzewione; na glebach lepszych należy uprawiać rośliny przemysłowe (np. len, konopie, wiklina, sizal), w zależności od ich wymagań siedliskowych; także dopuszcza się produkcję materiału siewnego zbóż i traw oraz ziemniaków dla przemysłu spirytusowego (spirytus energetyczny) i rzepaku na olej techniczny; wykorzystanie na pastwiska należy ograniczać; zaleca się zabiegi rekultywacyjne, a przede wszystkim wapnowanie i wprowadzanie substancji organicznej;

V — gleby bardzo silnie zanieczyszczone; powinny być wyłączone z produkcji rolniczej i użytkowania pastwiskowego; należy liczyć się z potrzebą zabiegów rekultywacyjnych; konieczne jest zadarnienie i zadrzewienie takich gleb, między innymi ze względu na zagrożenie przenoszenia zanieczyszczeń wraz z pyłkami glebowymi; na odpowiednich glebach można uprawiać rośliny przemysłowe, podobnie jak na glebach o IV stopniu zanieczyszczenia.

** AG — gleby lekkie, BG — gleby średnie, CG — gleby ciężkie
light soils medium soils heavy soils

wych zastosowano kartodiagramy kołowe. Obserwacje terenowe dotyczące zabudowy terenu, użytkowania i rodzaju gleb przedstawiono na tablicach B, C i D.

Przy omawianiu obrazów kartograficznych poszczególnych pierwiastków w różnych środowiskach korzystano z danych zestawionych w tabelach II–IV. Wielkości te porównywano z analogicznymi parametrami charakteryzującymi całą Polskę i poszczególne regiony (L. Lenartowicz, 1994; J. Lis, 1992; J. Lis, A. Pasieczna, 1995a, b, c, 1998a, b, 1999; H. Tomassi-Morawiec i in., 1998; A. Pasieczna i in., 1996). W celu łatwiejszej orientacji w stopniu zanieczyszczenia gleb użytkowanych rolniczo przytoczono wskaźniki zalecane przez IUNG w Puławach, dotyczące zawartości metali ciężkich (A. Kabata-Pendias i in., 1995) i siarki (T. Motowicka-Tere-

Tabela VII
Table

Graniczne zawartości siarki całkowitej (mg/100 g) w powierzchniowej warstwie gleb (wg T. Motowickiej-Terelak i H. Terelaka, 1998)

Boundary values of sulphur content (mg/100 g) in the surficial layer of soils (after T. Motowicka-Terelak and H. Terelak, 1998)

Symbol grupy Symbol of group	Grupa gleb Soil group	Klasy zawartości Class of content			
		0	1	2	3
A	Gleby lekkie (0–20% frakcji <0,02 mm) Light soils	≤15,0	16,0–50,0	51,0–100,0	>100,0
B	Gleby średnie (21–35% frakcji< 0,02 mm) Medium soils	≤20,0	21,0–75,0	76,0–150,0	>150,0
C	Gleby ciężkie (>35% frakcji <0,02 mm) Heavy soils	≤25,0	26,0–100,0	101,0–200,0	>200,0
D	Gleby mineralno-organiczne (1–20% materii organicznej) Mineral-organic soils	≤50,0	51,0–100,0	101,0–250,0	>250,0
E	Gleby organiczne (>20% materii organicznej) Organic soils	≤100,0	101,0–250,0	251,0–450,0	>450,0

Klasy zawartości: 0 — zawartość naturalna, 1 — zawartość podwyższona,
Class of content natural content increased content,
2 — zanieczyszczenie słabe, 3 — zanieczyszczenie silne
weakly contaminated highly contaminated

Tabela VIII
Table

Orientacyjne wartości graniczne zawartości substancji szkodliwych w glebach w odniesieniu do sposobu ich użytkowania (ppm) (wg T. Eikmanna, A. Kloke, 1991)

Approximate values of permissible concentrations of harmful substances in soils, with respect to land use (ppm) (after T. Eikmann, A. Kloke, 1991)

Sposób użytkowania Soil use	Klasa Class	As	Be	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Możliwość wielofunkcyjnego użycia Multifunctional use possibilities	gw1*	20	1	1	50	50	0,5	40	100	150
Place i miejsca zabaw dzieci	gw2	20	1	2	50	50	0,5	40	200	300
Children's playgrounds	gw3	50	5	10	250	250	10	200	1000	2000
Ogródki przydomowe i działkowe	gw2	40	2	2	100	50	2	80	300	300
Domestic gardens and allotments	gw3	80	5	5	350	200	20	200	1000	600
Boiska sportowe i pola gier	gw2	35	1	2	150	100	0,5	100	200	300
Sports an playing fields	gw3	90	2,5	5	350	300	10	250	1000	2000
Parki i tereny rekreacyjne	gw2	40	5	4	150	200	5	100	500	1000
Parks and recreational areas	gw3	80	15	15	600	600	15	250	2000	3000
Tereny przemysłu ciężkiego i lekkiego (zakłady czynne)	gw2	50	5	10	200	300	10	200	1000	1000
Industrial areas (heavy and light)	gw3	150	20	20	800	1000	20	500	2000	3000
Tereny przemysłu lekkiego i ciężkiego (zrekultywowane i porośnięte roślinnością)	gw2	50	10	10	200	500	10	200	1000	1000
Industrial areas (heavy and light) — covered and overgrown	gw3	200	20	20	800	2000	50	500	2000	3000
Tereny rolnicze i wielkotowarowego ogrodnictwa	gw2	40	10	2	200	50	10	100	500	300
Agriculturally used areas, orchard market gardens	gw3	50	20	5	500	200	50	200	1000	600
Tereny ekosystemów nierolniczych	gw2	40	10	5	200	50	10	100	1000	300
Non-agricultural eco-systems	gw3	60	20	10	500	200	50	200	2000	600

* gw1 — zawartości podstawowe, tło; gw2 — zawartości tolerowane; gw3 — zawartości toksyczne
basis value — tolerance value — toxicity value

lak, H. Terelak, 1998) — tabele V–VII. Zacytowano też normy granicznych zawartości substancji szkodliwych rekomendowanych przez Instytut Higieny w Ruhr według T. Eikmanna i A. Kloke (*vide* J. Lis, A. Pasieczna, 1998a) — tabela VIII.

Przy korzystaniu z atlasu należy zwrócić uwagę, że przedstawione na mapach obrazy są zgodne z rzeczywistością jedynie w miejscu pobrania próbki. W pozostałej części są rezultatem przyjętego sposobu interpretacji. Nie należy zwłaszcza wyciągać wniosków dotyczących obiektów niewielkich rozmiarów. Bardziej jednoznaczne rezultaty reprezentują anomalie aluwialne. Najwyższe koncentracje metali w osadach wodnych występują w bezpośrednim sąsiedztwie ich źródeł. Metoda ta pozwala na precyzyjną lokalizację obiektów wywołujących skażenia.

pH KWASOWOŚĆ

Gleby: tablica 1, tabela II

Przedstawione na mapie kwasowości obszary odpowiadają stosowanemu w gleboznawstwie podziałowi na gleby bardzo kwaśne (<5), kwaśne (5–6), lekko kwaśne (>6–6,7), obojętne (>6,7–7,4) oraz zasadowe (>7,4). Ich odczyn w dużym stopniu zależy od typu gleb uwarunkowanego litologią skał podłoża, pokryciem powierzchni terenu oraz sposobem ich użytkowania. Dominujące w śródmieściu Częstochowy i w północno-wschodniej części obszaru badań gleby zasadowe i obojętne są rezultatem opadu pyłów atmosferycznych zawierających wapń i obecności na powierzchni lub pod niewielkim przykryciem skał węglanowych środkowej i górnej jury. Koncentrycznie otaczają je gleby lekko kwaśne oraz kwaśne i bardzo kwaśne. Gleby bardzo kwaśne związane są głównie z glebami bielicowymi, rozwiniętymi na piaszczystych utworach czwartorzędowych, pokrytych kompleksami leśnymi.

Wartość pH jest głównym stymulatorem oddziaływującym na przejście jonów metali do roztworu lub ich wytrącanie się. Przy niskich wartościach pH pierwiastki przechodzą do roztworów wodnych, natomiast przy zbliżonych do obojętnych lub zasadowych są absorbowane przez minerały ilaste, składniki humusowe, wodorotlenki żelaza i glinu, tlenki manganu i fosforu, a także wszelkiego typu koloidy obdarzone ładunkami elektrycznymi.

Ag SREBRO

Gleby: tablica 2, tabela II. **Osady wodne**: tablica 2, tabela III; ppm = mg/kg

Średnia zawartość tego pierwiastka w glebach nie przekracza 1 ppm. Podwyższoną koncentrację (do 4 ppm) stwierdzono tylko w jednej próbce zlokalizowanej w rejonie Kawodrzy. Również w zdecydowanej większości próbek osadów wodnych jego akumulacja jest niższa od 1 ppm. Zawartości wyższe stwierdzono w różnych strumieniach oraz w zamkniętym zbiorniku w centrum Częstochowy i rozmieszczone są dość przypadkowo. Na uwagę zasługują podwyższone zawartości srebra w aluwiach Warty poniżej zrzutu ścieków z oczyszczalni miejskiej. Jego nagromadzenia wynoszą od 1 do 5 ppm i podobnie jak w glebach mają charakter antropogeniczny.

Al GLIN

Gleby: tablica 3, tabela II. **Osady wodne**: tablica 3, tabela III; %

Wody powierzchniowe: tablica 23, tabela IV; ppb = $\mu g/dm^3$

Zróżnicowanie zawartości glinu w powierzchniowych środowiskach skorupy ziemskiej, jako podstawowego składnika większości minerałów, związane jest z występującymi w podłożu skałami macierzystymi i powstałymi z nich typami gleb. Zawartości glinu rozpuszczalnego w HCl w glebach Częstochowy i okolic są mało zróżnicowane. Wartość lokalnego tła geochemicznego wynosi 0,25%. Najniższe zawartości związane są z glebami piaszczystymi (0,16%) pokrytymi lasami na obszarze Parku Krajobrazowego Orlich Gniazd, natomiast znacznie wyższe (0,42 i 0,58%) z glebami gliniastymi i pylastymi zlokalizowanymi w rejonie Wyczerpa–Rudniki. Niewielkie obszary o

zawartościach podwyższonych i anomalnych występują też w południowej części obszaru badań i pokrywają się z rejonami hałdowania iłów rudonośnych towarzyszącym rudom żelaza.

Nagromadzenia glinu w osadach aluwialnych wynoszą od 0,09 do 2,13%, a jego zawartość przeciętna wynosi 0,45%. Wyższe koncentracje związane są z aluwiami Konopki i małych zbiorników oraz w mniejszym stopniu z osadami Kocinki. Maksymalne nagromadzenia występują w bezimiennym cieku w okolicach Lgoty (1,65 i 2,13%), w stawie na terenie Częstochowy (1,83%) i w okolicy Sobuczyny (1,46%). Najniższe koncentracje zlokalizowano w osadach Warty i w jednym z cieków dorzecza Kocinki.

Obecność glinu w wodach powierzchniowych okolic Częstochowy stwierdzono w około 40% próbek. W pozostałych występuje w ilościach niższych od granicy wykrywalności (20 ppb). Jego zawartość średnia (58 ppb) jest niższa od obliczonej przez J. Lisa i A. Pasieczną (1995b) dla wód powierzchniowych Polski (100 ppb). W większości przypadków uzyskane koncentracje są niewielkie — w granicach 100 ppb. Jedynie w okolicy Konopisk i Liszki w kilku próbkach występuje w ilościach podwyższonych.

As ARSEN

Gleby: tablica 4, tabela II. **Osady wodne**: tablica 4, tabela III; ppm = mg/kg

Wody powierzchniowe: tabela IV; ppb = μ/dm^3

Przeciętne zawartości arsenu w glebach Częstochowy i okolic są niskie i rzadko przekraczają 5 ppm. W obrazie kartograficznym zawartości podwyższone tworzą strefę anomalną na zachód od wysypiska miejskiego w Pałyszu, pomiędzy Liszką Dolną a Konopiskami oraz na niewielkich obszarach zlokalizowanych w południowej części rejonu badań. Strefę anomalną w okolicy Konopisk należy wiązać z działalnością antropogeniczną. Świadczą o tym licznie tu występujące, częściowo zrekultywowane, stare hałdy i składowiska odpadów przemysłowych po dawnej eksploatacji rud żelaza. Pozostałe miejsca o podwyższonej zawartości arsenu są rezultatem niekontrolowanego (dzikiego) składowania różnorodnych odpadów przez okoliczną ludność — zjawiska dość często rejestrowanego podczas pobierania próbek do badań.

Koncentracje arsenu w osadach wodnych są dość wysokie. Grupują się głównie w południowo-zachodniej części obszaru badań w aluwiach Konopki i Stradomki. Wysokie zawartości stwierdzono w obszarach źródliskowych położonych wokół anomalii glebowej stwierdzonej w rejonie Konopisk i wynoszą 20–30 ppm, rzadziej 40–50 ppm. Najwyższe nagromadzenia stwierdzono w okolicy Liszki Dolnej (80 ppm) i Zawodzia (78 ppm) — w sąsiedztwie składowiska odpadów. W aluwiach Warty i Kucelinki podwyższone zawartości arsenu pojawiają się w okolicy Huty Częstochowa i nieznacznie wzrastają poniżej zrzutu wód z oczyszczalni miejskiej.

W środowisku wodnym, arsenu na omawianym obszarze nie stwierdzono. Jedynie w niewielkim cieku, biorącym początek w okolicy stacji rozrządowej w Rudnikach, występuje w ilości 120 ppb.

Ba BAR

Gleby: tablica 5, tabela II. **Osady wodne**: tablica 5, tabela III; ppm = mg/kg

Wody powierzchniowe: tablica 24, tabela IV; ppb = $\mu g/dm^3$

Przeciętne zawartości baru w glebach Częstochowy i okolic są zbliżone do zawartości w glebach Polski (odpowiednio 31 i 32 ppm). W stosunku do innych regionów Polski są wyższe od zawartości baru w glebach Szczecina i Łodzi, ale niższe niż w aglomeracji krakowsko-górnośląskiej i wrocławskiej (J. Lis, A. Pasieczna 1995a, b; 1998a, b). Najwyższymi koncentracjami charakteryzują się gleby miejskie i w ogródkach działkowych (przeciętnie 65 ppm), natomiast najniższymi — gleby leśne (średnio 22 ppm). Powyższe dane liczbowe ilustruje obraz kartograficzny: strefy podwyższonej zawartości baru i anomalne występują w glebach na obszarze całej Częstochowy i w pobliżu głównych szlaków komunikacyjnych. W rejonach tych zlokalizowane są też częstochowskie ogrody działkowe, niekiedy założone na obszarach dawnych osadników. Anomalie genetycznie są związane ze spalaniem paliw płynnych i węgli wzbogaconych w bar (A. Kabata-Pendias, H. Pendias, 1979, 1993). Potwierdzają to badania A. Różkowskiej i B. Ptak (1995), które wykazały, że przeciętna koncentracja baru w węglach górnośląskich wynosi 176 ppm, natomiast w popiołach wzrasta do 1274 ppm. W pyłach pobranych z elektrofiltrów Elektrociepłowni w Kielcach zawartość baru przekraczała 2000 ppm (L. Lenartowicz, 2000).

W sposób podobny jak w glebach bar występuje także w osadach wodnych. Zawartość średnia w aluwiach na obszarze badań wynosi 78 ppm i jest znacznie wyższa od przeciętnej zawartości w glebach Polski (54 ppm) podanej przez J. Lisa i A. Pasieczną (1995b). Podwyższone zawartości baru w rejonie badań sygnalizuje także I. Bojakowska i in. (1992, 1994). Najwyższe koncentracje (powyżej 300 ppm) wykazały próbki pobrane na obszarze Częstochowy. Zawartości wyższe od przeciętnych dominują również w osadach Warty, na północ od Huty Częstochowa.

W wodach powierzchniowych bar tworzy koncentrację o połowę niższą od wartości przeciętnej w wodach Polski (55 ppb). Zawartości o podwyższonych i anomalnych koncentracjach stwierdzono w różnych częściach obszaru badań. Jedynie w lokalnym cieku między Sobuczyną a Kuźnicą tworzą ciąg anomalny.

Ca WAPŃ

Gleby: tablica 6, tabela II. **Osady wodne**: tablica 6, tabela III; %

Wody powierzchniowe: tablica 25, tabela IV; ppm = mg/dm^3

Średnia zawartość wapnia w badanych glebach wynosi 0,09% i jest niższa od zawartości przeciętnej w glebach Polski (0,17%) i jedną z najniższych wartości regionalnych. Wapń w ilościach podwyższonych — przekraczających 0,22% — występuje przede wszystkim w glebach Częstochowy oraz w północno-wschodniej części obszaru badań, w pasie Rudniki–Jaskrów. Są to gleby rozwinięte na wychodniach skał węglanowych środkowej i górnej jury, będących skałą macierzystą i głównym źródłem wapnia w omawianych glebach. Dodatkowym jego źródłem są opady pyłów atmosferycznych zawierające wapń uwalniany w czasie spalania węgla (energetyka cieplna, Huta Częstochowa) i produkcja cementu (Cementownia „Rudniki"). W obrazie kartograficznym jego rozkład pokrywa się z występowaniem gleb zasadowych i obojętnych (tabl. 1). W obrębie aglomeracji częstochowskiej najwyższe zawartości wapnia stwierdzono w glebach na obszarach o zabudowie miejskiej zwartej i przemysłowej (0,38%), natomiast ze względu na ich użytkowanie — w glebach pobranych z trawników i skwerów (0,34%) oraz ogródków działkowych (0,32%).

Tło geochemiczne wapnia w osadach wodnych w porównaniu z glebami jest wyższe i tylko nieznacznie zróżnicowane: od 0,39% w osadach Kucelinki do 0,46% w osadach Kocinki. Do znaczniejszych koncentracji dochodzi w próbkach pobranych w rejonach charakteryzujących się podwyższoną jego zawartością w glebach: w okolicach Gnaszyna (3,34%), Białej (2,33%) i Huty Częstochowa (2,57%). Maksymalną zawartość (23,70%) stwierdzono w rejonie Rudnik.

Zawartość wapnia w wodach powierzchniowych zmienia się w granicach od 13,8 do 438 ppm, a jego koncentracja przeciętna wynosi 76,9 ppm i jest zbliżona do zawartości w wodach po-

wierzchniowych Polski (79 ppm). W większości przypadków są to nagromadzenia w granicach kilkudziesięciu ppm; w kilkunastu próbkach tworzą koncentrację około 100 ppm, a w bezimiennym cieku między Starą Hutą a Szczekaczką osiągają kilkaset ppm. W wodach tego cieku występują też wyższe nagromadzenia magnezu, siarczanów i strontu.

Cd KADM

Gleby: tablica 7, tabela II. **Osady wodne**: tablica 7, tabela III; ppm = mg/kg

Wody powierzchniowe: tabela IV; ppb = μ/dm^3

Przeciętne zawartości kadmu w glebach Częstochowy i okolic (<0,5 ppm) nie odbiegają od zawartości średnich stwierdzonych w innych regionach Polski. Akumulacje podwyższone i anomalne mają charakter lokalny i są zgrupowane w pobliżu zakładów przemysłowych. Maksymalne zawartości stwierdzono w okolicach Liszki Dolnej (3,3 ppm) i na południe od Korwinowa (2,8–3,0 ppm). W innych rejonach i w pobliżu Huty Częstochowa jego zawartości dochodzą do 1,6 ppm.

W osadach wodnych kadm występuje w ilości od <0,5 do 14,3 ppm (średnio <0,5 ppm). Wysokie zawartości zanotowano w kilku miejscach obszaru badań. Maksymalną koncentrację (14,3 ppm) wykryto w okresowym cieku w okolicy Lgoty. Również wysokie nagromadzenia stwierdzono w osadach Warty poniżej Huty Częstochowa (7,4 ppm), w lokalnym dopływie Gorzelnianki koło Wielkiego Boru (7 ppm), w pobliżu Wąsosza (8,8 ppm) i w osadach dorzecza Konopki. Powyższe rezultaty badań nie odbiegają od wyników badań kontrolnych uzyskiwanych przez WIOŚ w Częstochowie.

Obecność kadmu w wodach powierzchniowych stwierdzono tylko w próbce pobranej w okolicy Wygody, charakteryzującej się również podwyższonymi zawartościami kobaltu, niklu, cynku, strontu, żelaza, a także glinu, wapnia magnezu i siarczanów. Jego zawartości przeciętne w wodach Częstochowy i okolic mieszczą się poniżej granicy wykrywalności (3 ppb), a pojawiające się w pojedynczych próbkach wyższe zawartości kadmu świadczą o wpływie czynników antropogenicznych.

Co KOBALT

Gleby: tablica 8, tabela II. **Osady wodne**: tablica 8, tabela III; ppm = mg/kg

Wody powierzchniowe: tablica 26, tabela IV; ppb = $\mu g/dm^3$

Zawartość kobaltu w glebach (po ługowaniu kwasem solnym) jest niska i zmienia się w granicach od 1 do 16 ppm. Średnia wartość tła geochemicznego wynosi 2 ppm i jest porównywalna z zawartością arsenu w glebach całej Polski. Wyższe zawartości obserwuje się w południowo-zachodniej części obszaru badań i pokrywają się z rozmieszczeniem starych wyrobisk i hałd związanych z eksploatacją rud żelaza. W tej części stwierdzono również podwyższone zawartości innych metali. Strefy anomalne są zlokalizowane również na północ od Konopisk, w okolicy Starej Huty oraz w rejonie Łojek i Huty Częstochowa.

Zawartości kobaltu w osadach wodnych charakteryzują się dość znacznym zróżnicowaniem, a jego średnia koncentracja (4 ppm) jest dwukrotnie wyższa od stwierdzonej w glebach. Najniższe nagromadzenia związane są z dorzeczem Kocinki i małymi zbiornikami wodnymi (średnia <1 ppm). Jedynie w kilku próbkach w okolicach Lgoty jego zawartość wrasta i wynosi maksymalnie 47 ppm. Wyższe koncentracje związane są z dorzeczem Konopki, Stradomki i Warty. Na uwagę zasługują maksymalne zawartości w rejonie Liszki Dolnej (146 ppm) i w okolicach komunalnego składowiska odpadów (110 i 144 ppm) w Pałyszu.

Kobalt w wodach powierzchniowych powyżej granicy wykrywalności (8 ppb) notowany jest sporadycznie. Wyższe zawartości występują w południowo-zachodniej części obszaru badań — w próbkach o wysokiej zawartości żelaza i manganu.

Cr CHROM

Gleby: tablica 9, tabela II. **Osady wodne**: tablica 9, tabela III; ppm = mg/kg

Wody powierzchniowe: tablica 27, tabela IV; ppb = $\mu g/dm^3$

Obszar badań charakteryzuje się niskim tłem geochemicznym (3 ppm), zbliżonym do zawartości średnich stwierdzonych w glebach Polski. Pewne zróżnicowanie zawartości chromu zaznacza się w zależności od zabudowy i użytkowania gleb. W glebach o zabudowie miejskiej i przemysłowej przeciętne koncentracje chromu są dwukrotnie wyższe od tła, a w glebach ogródków działkowych wartość ta jest wyższa i osiąga 8 ppm. Gleby leśne wykazują przeciętne zawartości, natomiast w glebach pól uprawnych nagromadzenia nieco wzrastają. W obrazie kartograficznym zaznacza się kilka anomalii o niewątpliwie antropogenicznym pochodzeniu i wysokich zawartościach maksymalnych: Kiedrzyn (100 ppm), Rudniki (2704 ppm — próbka poza obszarem badań), Liszka Dolna (56 ppm) i Huta Częstochowa (43 ppm). Obecność wysokich nagromadzeń chromu w rejonie Rudnik potwierdzają także badania WIOŚ w Częstochowie (maksymalnie 7075,5 ppm). Są one związane z produkcją związków chromu w byłych Zakładach Chemicznych „Rudniki". Obecnie produkcja jest zaniechana, jednak chrom nadal powoduje skażenia wskutek wypłukiwania z pozostałej hałdy odpadów poprodukcyjnych.

Średnia zawartość chromu w osadach wodnych wynosi 12 ppm i jest dwukrotnie wyższa od zawartości średniej stwierdzonej w aluwiach Polski. Jego rozkład charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem. Najwyższe nagromadzenia występują w osadach Warty (średnio 24 ppm). Na uwagę zasługuje zmniejszenie się zawartości chromu w aluwiach Stradomki, podobnie jak cynku i innych metali ciężkich. Badania wykonane w 1993 r. przez WIOŚ w Częstochowie wykazały jego zawartość w granicach 11,1–44,9 ppm. Obecnie akumulacje chromu, z wyjątkiem jednej próbki o zawartości 20 ppm, mieszczą się w granicach tła geochemicznego. Maksymalne koncentracje na obszarze badań stwierdzono w okolicach Rudnik (843 ppm), na obszarze Częstochowy (106 i 139 ppm) i w pobliżu Liszki Dolnej (79 ppm).

Obraz rozmieszczenia chromu w wodach powierzchniowych jest bardzo monotonny. Jedynie w kilku próbkach tworzy on nagromadzenia wyższe od granicy wykrywalności wynoszącej 5 ppb. Próbki te charakteryzują się również podwyższoną zawartością żelaza, manganu i niklu.

Cu MIEDŹ

Gleby: tablica 10, tabela II. **Osady wodne**: tablica 10, tabela III; ppm = mg/kg

Wody powierzchniowe: tablica 28, tabela IV; ppb = $\mu g/dm^3$

Gleby Częstochowy i okolic charakteryzują się średnią zawartością miedzi (4 ppm), zbliżoną do przeciętnej zawartości w glebach Polski, określoną przez J. Lisa i A. Pasieczną (1995b) na 5 ppm. Spośród analogicznych badań wykonanych na obszarze Polski jedynie średnia zawartość miedzi w glebach Szczecina i okolic (3 ppm) jest niższa od stwierdzonej w Częstochowie. Strefy o podwyższonych i anomalnych zawartościach wykazują wyraźne związki z obszarami zurbani-

zowanymi i Hutą Częstochowa. Jej zawartość w tych rejonach zmienia się w granicach od kilkunastu do kilkudziesięciu ppm, a maksymalną koncentrację (176 ppm) stwierdzono w okolicy dworca kolejowego w Częstochowie. Na terenach o zabudowie podmiejskiej spada do 5–10 ppm, natomiast na terenach o zabudowie wiejskiej, na polach uprawnych i w lasach nie przekracza kilka ppm. Niewielkie podwyższenia zaznaczają się także w okolicach Rudnik, Konopisk i na południe od Korwinowa — w obszarach zanieczyszczonych przez zakłady przemysłowe i prace eksploatacyjno-przeróbcze rud żelaza.

W próbkach gleb pobranych przez WIOŚ w Częstochowie z kompleksów leśnych wchodzących w skład Parku Krajobrazowego Orlich Gniazd (okolice Jaskrowa, Góry Ossona i Skrajnicy) stwierdzono stosunkowo wysokie zawartości miedzi — od 8,1 do 28,4 ppm (Informacja..., 1995). Są one wyższe od przedstawionych na omawianej mapie. W pozostałych okolicach (Rudniki, śródmieście Częstochowy, Huta Częstochowa, okolice Starej Huty) wyniki są porównywalne.

Zanieczyszczenie osadów wodnych miedzią jest podobne do przedstawionego w glebach. Jej zawartość przeciętna wynosi 10 ppm, a zawartości maksymalne stwierdzono w odosobnionych próbkach pobranych w dorzeczu Gorzelnianki w okolicach Wielkiego Boru (136 ppm) i Gnaszyna (255 ppm). Wyższe akumulacje (40–70 ppm) występują w osadach wodnych Warty — pojawiają się na wysokości Huty Częstochowa i utrzymują w dalszym jej biegu. Są kilkakrotnie wyższe od nagromadzeń podawanych przez WIOŚ w Częstochowie dla aluwiów Warty z okolic Mirca. Porównywalne są natomiast wyniki w osadach wodnych Stradomki. Zmieniają się one w granicach od kilkunastu do 50 ppm.

Obecność miedzi w wodach powierzchniowych odnotowano tylko w kilku próbkach powyżej granicy wykrywalności w okolicy Huty Częstochowa i Konopisk.

Fe ŻELAZO

Gleby: tablica 11, tabela II. **Osady wodne**: tablica 11, tabela III; %

Wody powierzchniowe: tablica 29, tabela IV; ppm = mg/dm^3

Zawartości żelaza w badanych glebach zmieniają się od 0,02 do 7,23%. Lokalne tło geochemiczne o średniej wartości 0,49% jest prawie identyczne z przeciętną zawartością żelaza obliczoną dla gleb Polski. W obrazie kartograficznym zawartości podwyższone i anomalne grupują się w południowo-zachodniej części obszaru badań i są związane z eksploatacją rud żelaza, a zwłaszcza ze składowaniem odpadów poeksploatacyjnych i powstających przy procesie wzbogacania rud. W czasie eksploatacji w rejonie kopalń działały zakłady przeróbcze (sortownie, kruszarnie, wysiewki, flotacje, prażenie w mielerzach, itp.) dostarczające olbrzymie ilości odpadów zawierających żelazo i inne towarzyszące mu pierwiastki. Największe zakłady znajdowały się w okolicach Konopisk, Dźbowa, Sabinowa i Osin (na południe od Wrzosowej). Koncentracje żelaza w glebach na tych obszarach bardzo często sięgają kilka procent. Wyraźna anomalia zaznacza się na terenie Huty Częstochowa.

Przeciętna zawartość żelaza w osadach wodnych w okolicach Częstochowy wynosi 1,7% i jest najwyższą zawartością w regionie. W stosunku do zawartości przeciętnej w glebach Polski jest przeszło dwukrotnie wyższa. W rozkładzie powierzchniowym podwyższone i anomalne nagromadzenia żelaza w osadach wodnych korelują się z analogicznymi zawartościami w glebach. Najwyższe zawartości występują w aluwiach Konopki (2,8%), w mniejszym stopniu Warty i Stradomki, natomiast najniższe w aluwiach Kucelinki (0,90%) i małych zbiorników wód stojących (1,17%).

W wodach powierzchniowych zawartość żelaza wynosi od <0,01 do 58,97 ppm, a jego zawartość średnia — 0,08 ppm. Podobnie jak w osadach wodnych zawartości podwyższone i anomalne występują głównie w wodach dorzecza Stradomki i Konopki, a genetycznie związane są z przemywaniem hałd powstałych przy eksploatacji i wzbogacaniu rud żelaza.

Hg RTĘĆ

Gleby: tablica 12, tabela II. **Osady wodne**: tablica 12, tabela III; ppm = mg/kg

Zawartość rtęci w glebach Częstochowy i okolic zmienia się w granicach od <0,05 do 1,91 ppm. Wartość jej tła jest niska i nie przekracza 0,05 ppm. Nagromadzenia tego rzędu dominują na całym obszarze badań z wyjątkiem aglomeracji miejskiej. W terenie zabudowanym i uprzemysłowionym koncentracje wzrastają i najczęściej wynoszą 0,07–0,15 ppm. W kilku miejscach występują lokalne anomalie: Grabówka–Kiedrzyn (maksymalnie 1,91 ppm), Rędziny (maksymalnie 1,38 ppm), Rudniki (maksymalnie 1,54 ppm), Huta Częstochowa (maksymalnie 0,28 ppm). Na szczególną uwagę zasługuje obszar anomalny Grabówka–Kiedrzyń, charakteryzujący się także podwyższonymi zawartościami chromu, ołowiu i wapnia. Wyjaśnienie genezy tej anomalii wymaga dalszych, bardziej szczegółowych badań.

Zawartości rtęci w osadach wodnych również nie należą do wysokich, a średnia koncentracja jest porównywalna z tłem osadów wodnych Polski. Obszary o akumulacjach anomalnych nie zawsze pokrywają się z podwyższonymi koncentracjami rtęci w glebach. Do takich należą wystąpienia w okolicy Woli Hankowskiej (0,28 ppm), Rząsawy (0,18 ppm), Wielkiego Boru (0,77 ppm) i Konopisk (0,75 ppm). Na uwagę zasługuje wyraźny wzrost koncentracji w aluwiach Warty poniżej Huty Częstochowa i poniżej zrzutu ścieków komunalnych z oczyszczalni miejskiej.

Mg MAGNEZ

Gleby: tablica 13, tabela II. **Osady wodne**: tablica 13, tabela III; %

Wody powierzchniowe: tablica 30, tabela IV; ppm = mg/dm^3

Średnie zawartości magnezu w glebach Częstochowy i jej okolic są dwukrotnie niższe od przeciętnej zawartości w glebach Polski i wynoszą 0,03%. Należą do najniższych spośród dotychczas badanych aglomeracji miejskich. Powierzchniowy rozkład koncentracji magnezu w bardzo dużym stopniu powtarza rozmieszczenie wapnia i jest rezultatem współwystępowania obydwu mikroelementów w skałach macierzystych badanych gleb. Zróżnicowanie zawartości w zależności od zabudowy i użytkowania gleb jest znikome. Wyjątek stanowią gleby leśne, charakteryzujące się wysoką kwasowością i najniższymi nagromadzeniami magnezu (średnio <0,01%).

Wartość tła w osadach wodnych jest wyższa niż w glebach i wynosi 0,07%. Zróżnicowanie zawartości w poszczególnych dorzeczach jest niewielkie, a najwyższe stwierdzono w śródmieściu Częstochowy (0,32%), w pobliżu Huty Częstochowa (0,22–0,36%) i w okolicach Szczekaczki (0,36%).

Średnia zawartość magnezu w wodach powierzchniowych wynosi 11,4 ppm i jest prawie identyczna jak średnia zawartość w wodach Polski. Akumulacje wyższe od przeciętnych grupują się prawie wyłącznie w dorzeczu Konopki i Stradomki. Na uwagę zasługują zawartości anomalne w bezimiennym cieku między Starą Hutą a Szczekaczką oraz w rejonie Konopisk.

Mn MANGAN

Gleby: tablica 14, tabela II. **Osady wodne**: tablica 14, tabela III; ppm = mg/kg

Wody powierzchniowe: tablica 31, tabela IV; ppm = mg/dm^3

Zróżnicowanie zawartości manganu w badanym rejonie jest niewielkie, a średnia wartość lokalnego tła geochemicznego (185 ppm) jest zbliżona do średniej zawartości w glebach Polski (173 ppm). Najniższymi nagromadzeniami charakteryzują się gleby piaszczyste (średnio 110 ppm), natomiast większymi gleby gliniaste (298 ppm) i pylaste (355 ppm). Zabudowa terenu wywiera niewielki wpływ na akumulację manganu, natomiast istotny jest sposób użytkowania. W glebach leśnych zawartości przeciętne są najniższe (78 ppm), wrastają natomiast w glebach ogródków działkowych (287 ppm) i parków miejskich (212 ppm). W obrazie kartograficznym w północno-wschodniej części obszaru badań znajduje się strefa podwyższonych i anomalnych nagromadzeń manganu. Jej lokalizacja między Hutą Częstochowa a Cementownią „Rudniki" może przemawiać za jej antropogenicznym pochodzeniem. Strefy anomalne w południowo-zachodniej części obszaru badań wiążą się z eksploatacją i przeróbką rud żelaza.

Wartość średnia tła geochemicznego w osadach wodnych (314 ppm) należy do wyższych i jest wyższa od przeciętnej wartości w aluwiach Polski. Najbardziej zanieczyszczone manganem są osady wodne Warty (średnio 538 ppm). Ponadto wysokie zawartości odnotowano w okolicach: Liszki Dolnej (5448 ppm), składowiska odpadów komunalnych w Pałyszu (2706 i 5293 ppm), Dźbowa (10581 ppm) i Huty Częstochowa (2813 ppm). Na uwagę zasługuje także zanieczyszczenie aluwiów w lokalnych ciekach w okolicy Lgoty, w których zawartość manganu zmienia się w granicach od 1173 do 5073 ppm.

Powinowactwo geochemiczne żelaza i manganu sprawia, że obraz kartograficzny obydwu pierwiastków jest bardzo podobny. Zawartości podwyższone i ciągi anomalne w wodach powierzchniowych genetycznie związane są z zaniechaną eksploatacją jurajskich rud żelaza i rozwojem przemysłu hutniczego. Zawartość manganu w wodach powierzchniowych wynosi od <0,003 do 19,960 ppm, a jego zawartość przeciętna — 0,210 ppm — jest prawie dwukrotnie wyższa od zawartości w wodach Polski (0,107 ppm).

Na SÓD

Wody powierzchniowe: tablica 32, tabela IV; ppm = mg/dm^3

Sód stwierdzono we wszystkich badanych próbkach w ilości od 1 do 169 ppm. Jego zawartość średnia wynosi 15 ppm i jest porównywalna z koncentracją przeciętną w wodach powierzchniowych Polski (16 ppm). Podwyższone i anomalne zawartości stwierdzono w ciekach w okolicach Starej Huty (51–56 ppm) i Sobuczyna–Kuźnic (43–55 ppm) oraz w zbiornikach wód stojących pomiędzy Rędzinami a Rudnikami (85–169 ppm).

Ni NIKIEL

Gleby: tablica 15, tabela II. **Osady wodne**: tablica 15, tabela III; ppm = mg/kg

Wody powierzchniowe: tablica 33, tabela IV; ppb = $\mu g/dm^3$

Tło geochemiczne niklu w badanych glebach wynosi 4 ppm i pokrywa się z tłem obliczonym dla obszaru Polski. Nieznacznie wyższe zawartości dominują na obszarze aglomeracji miejskiej Częstochowy i terenów zabudowanych, co wskazuje na jego antropogeniczne pochodzenie. Obszary o wyraźnie wyższej zawartości zlokalizowane są w rejonie Huty Częstochowa i w południowo-zachodniej części obszaru badań — pomiędzy Liszką Dolną a Konopiskami — w rejonie hałd poeksploatacyjnych i składowisk odpadów przemysłowych po nieczynnym górnictwie rud żelaza. Dominują w nich koncentracje rzędu kilkunastu ppm, a nagromadzenia maksymalne w tych obszarach osiągają odpowiednio 85 i 43 ppm.

Średnia zawartość niklu w osadach wodnych wynosi 15 ppm, jest wyższa od przeciętnej w aluwiach Polski (6 ppm) i jedną z najwyższych zawartości regionalnych. Największe zawartości wykazują osady wodne dorzecza Konopki, lokalnych dopływów Stradomki oraz Warty poniżej Huty Częstochowa. Maksymalne zawartości stwierdzono w próbkach pobranych w sąsiedztwie składowiska odpadów i anomalii glebowej w Pałyszu (188 i 216 ppm), Liszki Dolnej (192 ppm) oraz w śródmieściu Częstochowy (117 i 151 ppm).

Przedstawione zawartości niklu w glebach i osadach wodnych Częstochowy i okolic są porównywalne z wynikami badań kontrolnych WIOŚ uzyskanymi w śródmieściu Częstochowy, w okolicach Rudnik, Huty Częstochowa i składowiska odpadów Sobuczyna-Młynek (Informacja..., 1995, 1996). Również zawartości niklu w aluwiach Warty i Stradomki są zbliżone.

Nikiel w większości badanych próbek wód powierzchniowych występuje w ilości poniżej granicy wykrywalności. W niewielkich ilościach jego obecność odnotowano w dorzeczu Konopki.

P FOSFOR

Gleby: tablica 16, tabela II. **Osady wodne**: tablica 16, tabela III; %

Zawartości fosforu na obszarze badań są zróżnicowane (<0,005–0,113%), a jego koncentracja przeciętna wynosi 0,031% i jest zbliżona do zawartości przeciętnych w glebach Polski. W obrazie kartograficznym fosfor tworzy liczne nieregularne strefy o podwyższonej zawartości. Większych rozmiarów anomalia zaznacza się w śródmieściu Częstochowy.

Również w osadach wodnych zróżnicowanie zawartości fosforu jest znaczne. Koncentracje wyższe od zawartości średniej (0,074%) występują w osadach Warty i Stradomki (0,106 i 0,102%), natomiast najniższe w małych zbiornikach i ciekach okresowych (0,058%). Nagromadzenia ekstremalne występują w próbkach pobranych w pobliżu stref anomalnych stwierdzonych w glebach. Zawartość fosforu wyraźnie wzrasta w aluwiach Warty poniżej zrzutu ścieków z oczyszczalni miejskiej.

Pb OŁÓW

Gleby: tablica 17, tabela II. **Osady wodne**: tablica 17, tabela III; ppm = mg/kg

Wody powierzchniowe: tabela IV; ppb = $\mu g/dm^3$

Obraz powierzchniowego rozmieszczenia ołowiu w glebach Częstochowy i jej okolic jest stosunkowo silnie zróżnicowany. Strefy o podwyższonych i anomalnych nagromadzeniach wykazują bezpośredni związek z infrastrukturą urbanistyczno-przemysłową. Zawartości w granicach tła geochemicznego (15–30 ppm) wykazują obszary niezabudowane i o zabudowie miejskiej oraz lasy. Zawartość średnia (25 ppm) jest wyższa od średniej zawartości ołowiu w glebach Polski oraz od zawartości średnich stwierdzonych w wielu regionach. Jedynie w glebach Górnego Śląska, Kielc i Wałbrzycha nagromadzenia ołowiu występują w większych ilościach. Strefy anomalne zlokalizowane są w rejonie Kiedrzyna (maksymalnie 535 ppm), w śródmieściu Częstochowy (102, 127 ppm), w okolicy Huty Częstochowa (260 ppm), Brzezin Wielkich (97 ppm) i na południowy wschód od Korwinowa (190–220, 260–290 ppm). WIOŚ w Częstochowie w latach

1991–1995 (Informacja..., 1996) przeprowadzał badania gleb na zawartość metali ciężkich w ramach kontroli zanieczyszczeń emitowanych przez zakłady przemysłowe i transport samochodowy. W rejonie Zakładów Chemicznych „Rudniki", w glebach na północ od Wyrazowa, zawartości ołowiu wynosiły od 9,6 do 1090 ppm, w rejonie Huty Częstochowa wahały się między 39,3 a 255,1 ppm, w śródmieściu Częstochowy w pobliżu trasy szybkiego ruchu zmieniały się między 18,37 a 198,6 ppm, a na obszarze Parku Krajobrazowego Orlich Gniazd objętego badaniami wynosiły 24,8 i 32,2 ppm. Badano także oddziaływanie składowiska odpadów Sobuczyna-Młynek na okoliczne gleby. Próbki pobrane w rejonie Starej Huty zawierały 24,8–29,0 ppm ołowiu. Powyższe wyniki, z wyjątkiem maksymalnej zawartości ołowiu, stwierdzonej w pobliżu hałdy odpadów Zakładów Chemicznych „Rudniki", są porównywalne z rezultatami uzyskanymi w ramach opracowania atlasu.

Średnia zawartość ołowiu w osadach wodnych Częstochowy jest wyższa niż w osadach Polski (odpowiednio 26 i 15 ppm). Spośród rzek najwyższymi koncentracjami charakteryzują się aluwia Warty (średnio 56 ppm) i Stradomki z Gorzelnianką (średnio 37 ppm). Najniższe stwierdzono w zbiornikach wód stałych i ciekach okresowych (średnio 11 ppm). W osadach Warty i Kucelinki wzrost zaznacza się poniżej Huty Częstochowa i zrzutu oczyszczonych ścieków z oczyszczalni miejskiej.

W wodach powierzchniowych ołów na całym obszarze badań występuje w ilościach mniejszych od granicy oznaczalności (50 ppb).

S SIARKA

Gleby: tablica 18, tabela II. **Osady wodne**: tablica 18, tabela III; %

Przeciętna koncentracja siarki (0,013%) — rozpuszczalnej w kwasie solnym — w badanych glebach zbliżona jest do zawartości w innych regionach Polski. Jej obraz kartograficzny przypomina rozkład nagromadzeń żelaza i wanadu. Zawartości podwyższone i anomalne związane są z południowo-zachodnią częścią obszaru badań, na którym prowadzono eksploatację, a następnie proces wzbogacania rud żelaza. Jej zróżnicowanie ze względu na zabudowę i użytkowanie gleb jest znikome. Jedynie gleby łąk charakteryzują się podwyższoną zawartością (0,019%). Wyraźnie natomiast zmieniają się jej akumulacje w zależności od gatunku gleby. Najwyższe nagromadzenia stwierdzono w glebach torfiastych (0,075%), pylastych (0,026%) i gliniastych (0,024%). T. Motowicka-Terelak i H. Terelak (1998) podają zawartości graniczne siarki siarczanowej i całkowitej dla różnych grup gleb w różnych klasach zawartości. Procentowy udział próbek gleb pól uprawnych i łąk w zależności od ilości siarki ogólnej zawiera tabela X.

Średnia zawartość siarki w osadach wodnych na obszarze badań jest wyższa niż w osadach Polski. Spośród badanych dorzeczy najwyższe średnie stężenia występują w aluwiach Konopki (0,094%) i Stradomki z Gorzelnianką (0,092%), natomiast najniższe w aluwiach Kucelinki (odgałęzienie Warty), która przepływa przez obszar Huty Częstochowa.

SiO_2 KRZEMIONKA

Wody powierzchniowe: tablica 34, tabela IV; ppm = mg/dm^3

Przeciętne zawartości krzemionki (7 ppm) są zbliżone do obserwowanych w wodach krajowych (10,2 ppm). Wyższe nagromadzenia występują w ciekach dorzecza Kocinki i Konopki, natomiast niższe w korycie Warty i Stradomki.

SO_4 SIARCZANY

Wody powierzchniowe: tablica 35, tabela IV; ppm = mg/dm^3

Obraz kartograficzny rozmieszczenia siarki w wodach powierzchniowych powiela jej rozmieszczenie w glebach i aluwiach. Zawartości podwyższone i anomalne rozmieszczone są głównie w południowo-zachodniej części obszaru badań, a przede wszystkim w dorzeczu Konopki. Średnia zawartość SO_4 w jej wodach wynosi 135 ppm, natomiast koncentracje maksymalne, tworzące ciąg anomalny w cieku miedzy Starą Hutą a Szczekaczką, wynoszą 559–1283 ppm.

Sr STRONT

Gleby: tablica 19, tabela II. **Osady wodne**: tablica 19, tabela III; ppm = mg/kg

Wody powierzchniowe: tablica 36, tabela IV; ppb = $\mu g/dm^3$

Powinowactwo geochemiczne strontu i wapnia powoduje, że ich obrazy kartograficzne są podobne. Stront w warunkach hipergenicznych stosunkowo łatwo sorbują minerały ilaste i związki organiczne. Zjawisko to znajduje potwierdzenie w glebach badanego obszaru. Maksymalne koncentracje występują w glebach torfowych i pylastych (po 16 ppm) oraz w glebach gliniastych (13 ppm), przy średniej zawartości wynoszącej 5 ppm. Wartość ta jest jedną z najniższych stwierdzonych na obszarze Polski. W rozkładzie powierzchniowym strefy podwyższonej zawartości i anomalne zlokalizowane są w centrum Częstochowy (30–40 ppm) oraz w rejonach starych hałd związanych z eksploatacją rud żelaza (25–30 ppm, maksymalnie 53 ppm). Strefy anomalne, podobnie jak w przypadku wapnia i magnezu, należy wiązać z emisją pyłów wytwarzanych przez spalanie węgla w zakładach przemysłowych (Huta Częstochowa, Cementownia „Rudniki") oraz w kotłowniach osiedlowych i domach indywidualnych.

W osadach wodnych zawartość strontu wynosi od 3 do 280 ppm, a średnio — 19 ppm i jest porównywalna z koncentracjami w innych regionach Polski. Nagromadzenia w poszczególnych dorzeczach są zbliżone, a zawartości maksymalne występują w obrębie lub w pobliżu stref anomalnych zlokalizowanych w glebach.

Średnia zawartość strontu w wodach powierzchniowych wynosi 265 ppb i jest prawie identyczna z obliczoną dla wód powierzchniowych Polski. Obszar podwyższonej koncentracji zlokalizowany jest w dorzeczu Stradomki oraz Konopki i pokrywa się z obszarem charakteryzującym się podwyższonymi zawartościami pierwiastków z grupy żelaza. Wysokimi zawartościami anomalnymi charakteryzuje się lokalny ciek pomiędzy Starą Hutą a Szczekaczką.

Ti TYTAN

Gleby: tablica 20, tabela II. **Osady wodne**: tablica 20, tabela III; ppm = mg/kg

Nagromadzenia tytanu w glebach Częstochowy i okolic wynoszą od 4 do 104 ppm. Zawartość średnia wynosi 26 ppm i jest identyczna z obliczoną dla obszaru Polski. Obszar badań ze względu na koncentrację tytanu dzieli się na część południową i północną. W części południowej dominują akumulacje zdecydowanie niższe od zawartości przeciętnej, natomiast w części północnej przeważają nagromadzenia wyższe najczęściej w granicach 20–40 ppm. Zawartości anomalne i podwyższone stwierdzono w śródmieściu Częstochowy i w szerokim pasie od Osiedla Północ przez Rząsawy i Rudniki w północno-wschodniej części obszaru badań.

Geochemia tytanu jednoznacznie wskazuje na antropogeniczne pochodzenie tej anomalii: tytan w strefie hipergenicznej zachowuje się biernie, pozostając nierozpuszczalny w produktach wietrzenia. Powstanie anomalii należy więc łączyć najprawdopodobniej z działalnością lokalnych zakładów przemysłowych — emisją pyłów lub nieodpowiednim składowaniem odpadów.

Również zawartość standardowa tytanu w osadach wodnych (36 ppm) jest zbliżona do zawartości przeciętnej (31 ppm) w aluwiach Polski. Średnie zawartości w poszczególnych dorzeczach są podobne. Jedynie aluwia Warty poniżej Huty Częstochowa charakteryzują się nieznacznym wzrostem jego koncentracji. Maksymalne nagromadzenia stwierdzono w okolicach: Rudnik (136 ppm), Wielkiego Boru (132 ppm), Kawodrzy (129 ppm) i Huty Częstochowa (137 ppm).

V WANAD

Gleby: tablica 21, tabela II. **Osady wodne**: tablica 21, tabela III; ppm = mg/kg

Przestrzenne rozmieszczenie wanadu w glebach jest podobne do rozkładu żelaza. Średnia zawartość wanadu w glebach na obszarze badań wynosi 7 ppm i jest prawie identyczna jak jego przeciętna zawartość na obszarze Polski. Wanad nie wykazuje zróżnicowania w zależności od zabudowy i użytkowania gleb. Wyraźnie natomiast zaznaczają się zależności od ich rodzaju. Koncentracje anomalne są związane z glebami gliniasto-pylastymi zlokalizowanymi w południowo-zachodniej części omawianego obszaru. Ich geneza wiąże się ze skłonnościami wanadu do gromadzenia się w minerałach ilastych i osadowych złożach rud żelaza, szeroko eksploatowanych w tym rejonie do połowy lat siedemdziesiątych ubiegłego stulecia.

Przeciętna zawartość wanadu w osadach wodnych wynosi 14 ppm. Koncentracje podwyższone i anomalne zlokalizowane są na obszarach charakteryzujących się analogicznymi akumulacjami w glebach. Maksymalne koncentracje (125 ppm) występują w okolicach Liszki Dolnej, a nieco niższe w aluwiach Konopki i Warty.

Zn CYNK

Gleby: tablica 22, tabela II. **Osady wodne**: tablica 22, tabela III; ppm = mg/kg

Wody powierzchniowe: tablica 37, tabela IV; ppb = $\mu g/dm^3$

Kartograficzny obraz geochemiczny cynku w glebach jest zbliżony do obrazu geochemicznego ołowiu. Jego zawartość wynosi od 5 do 933 ppm (średnio 48 ppm). Najniższe koncentracje stwierdzono w glebach pól uprawnych i lasów (średnio 32 ppm), a najwyższe w glebach miejskich o zabudowie zwartej (średnio 113 ppm). Wysokie koncentracje stwierdzono także w glebach parków miejskich, skwerów i trawników oraz ogródków działkowych. W obrazie przestrzennym zaznacza się duża anomalia obejmująca centrum Częstochowy i okolice Huty Częstochowa. Nagromadzenia cynku w jej obrębie często wynoszą kilkaset (100–300) ppm. Maksymalna koncentracja (933 ppm) występuje w pobliżu Huty Częstochowa. Wysokimi nagromadzeniami — w granicach 200 ppm, charakteryzuje się także anomalia położona w kierunku południowo-wschodnim od Korwinowa.

Wyniki zbliżone do cytowanych zarejestrował WIOŚ w Częstochowie w ramach prowadzonych badań kontrolnych (Informacja..., 1996) w pobliżu Zakładów Chemicznych „Rudniki", Huty Częstochowa i wysypiska Sobuczyna–Młynek. Nieco wyższe nagromadzenia cynku — w granicach 124,4–218,1 ppm — stwierdzono w glebach pobranych w Parku Krajobrazowym Orlich Gniazd (Informacja..., 1995).

Średnia zawartość cynku w osadach wodnych badanego obszaru wynosi 169 ppm i jest prawie identyczna z przeciętną dla aluwiów Krakowa (168 ppm). Wyższe koncentracje występują na Górnym Śląsku (J. Lis, A. Pasieczna, 1995a). W obrazie kartograficznym zaznacza się wyraźna korelacja między nagromadzeniami tego pierwiastka w glebach i osadach wodnych: podwyższonym i anomalnym zawartościom cynku w glebach odpowiadają takie same zawartości w aluwiach. Najwyższe koncentracje średnie związane są z aluwiami Warty (402 ppm) i Stradomki z Gorzelnianką (237 ppm), natomiast najniższe ze zbiornikami wód stałych (137 ppm). Cynk, podobnie jak wiele innych pierwiastków, pojawia się w podwyższonych ilościach w osadach Warty poniżej Huty Częstochowa i ponownie wzrasta po zasileniu jej wód oczyszczonymi wodami z miejskiej oczyszczalni ścieków. Analogiczne rezultaty w aluwiach Warty uzyskał WIOŚ w Częstochowie (Informacja..., 1995). Porównanie aktualnych zawartości cynku w osadach wodnych Stradomki z analogicznymi badaniami sprzed sześciu lat wskazuje na wyraźne zmniejszenie się jego zawartości. Według danych zawartych w „Informacji o stanie środowiska..." (1995), cynk w aluwiach tej rzeki występował w granicach 348,3–856,6 ppm (cykl badań wiosennych) i 312,0–1047,5 ppm (cykl badań jesiennych).

Cynk w wodach powierzchniowych występuje w ilościach od <5 ppb do 1295 ppb, a jego zawartość średnia wynosi 37 ppb i jest prawie identyczna z nagromadzeniem przeciętnym w wodach powierzchniowych Polski (36 ppb — J. Lis, A. Pasieczna, 1995b). Zawartości niższe, w granicach do kilkunastu ppb, grupują się w północnej części obszaru badań, natomiast wyższe w południowej. Ekstremalne stężenia występują w górnych odcinkach dopływów Konopki i Stradomki.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania geochemiczne gleb omawianego obszaru wskazują, że głównym czynnikiem mającym wpływ na uzyskane wyniki jest rodzaj podłoża geologicznego oraz zanieczyszczenia związane z działalnością człowieka. Zawartości w granicach tła geochemicznego dominują na obszarach gruntów użytkowanych rolniczo oraz na terenach leśnych. Najniższe koncentracje wielu pierwiastków są związane z bardzo kwaśnymi i kwaśnymi glebami leśnymi, natomiast nieco wyższe od zawartości średnich występują w glebach pól uprawnych wzbogaconych w pierwiastki w procesie nawożenia. Na ich tle zarysowują się strefy o zawartościach podwyższonych i anomalnych wywołane działalnością antropogeniczną.

W glebach (tabl. 1–22) na obszarze miasta Częstochowa występują mniej lub bardziej rozległe strefy o zawartościach podwyższonych i anomalnych: wapnia, magnezu, baru, strontu oraz ołowiu, cynku, miedzi i tytanu. W bezpośrednim sąsiedztwie Huty Częstochowa, oprócz anomalii wymienionych pierwiastków, dodatkowo występują strefy anomalne żelaza, manganu, niklu, kobaltu, wanadu i chromu.

W północno-wschodniej części obszaru badań, będącego pod dominującym wpływem emisji Cementowni „Rudniki", wyraźne anomalie, podobnie jak w Częstochowie, tworzą: wapń, magnez, bar, stront i tytan, a ponadto mangan, chrom, glin i rtęć. W mniejszych ilościach występuje też miedź, ołów, cynk, żelazo i wanad.

W południowej części obszaru badań, charakteryzującej się obecnością licznych hałd pozostałych po eksploatacji osadowych rud żelaza i różnorodnych procesach przeróbczo-wzbogacających, obserwuje się zróżnicowanie na część zachodnią i wschodnią. W części zachodniej — między Liszką Dolną a Konopiskami — dominują anomalie pierwiastków z grupy żelaza (żelazo, mangan, kobalt, nikiel, chrom i wanad) oraz siarka, arsen, magnez i glin, natomiast w części wschodniej na południe od Korwinowa z wymienionych pierwiastków wyraziste anomalie tworzą

Tabela IX
Table

Procentowy udział próbek gleb z Częstochowy i okolic w zależności od stopnia zanieczyszczenia wg zaleceń IUNG w Puławach (A. Kabata-Pendias i in., 1995)

Percentage contribution of soil samples collected from Częstochowa and the environs according to the degree of contamination recommended by the IUNG in Puławy (A. Kabata-Pendias *et al.*, 1995)

Metal	Stopień zanieczyszczenia Degree of pollution					
	0	I	II	III	IV	V
Pola uprawne Cultivable land n = 120						
Cd	84,17	15,83	–	–	–	–
Cu	100,00	–	–	–	–	–
Cr	100,00	–	–	–	–	–
Ni	100,00	–	–	–	–	–
Pb	95,00	5,00	–	–	–	–
Zn	89,17	10,00	0,83			
Łąki Meadows n = 51						
Cd	96,08	3,92	–	–	–	–
Cu	100,00	–	–	–	–	–
Cr	100,00	–	–	–	–	–
Ni	100,00	–	–	–	–	–
Pb	100,00	–	–	–	–	–
Zn	92,16	7,84	–	–	–	–

n — liczba próbek
number of samples

tylko żelazo, magnez i siarka, natomiast pojawiają się anomalie: baru, wapnia, kadmu, rtęci, ołowiu, tytanu i cynku. Powyższe zróżnicowanie nie jest spowodowane pierwotnym składen chemicznym rud żelaza. Może ono być natomiast wywołane procesami wzbogacania, np. przez prażenie rudy żelaza z dodatkiem miału węglowego w tzw. mielerzach. Proces ten tłumaczy wystąpienie anomalii: wapnia, baru, ołowiu i cynku, a w mniejszym stopniu także innych pierwiastków.

Stopień zanieczyszczenia gleb użytkowanych rolniczo (pola uprawne i łąki) przedstawiają tabele IX i X. Wśród gleb pól uprawnych około 30% to gleby o podwyższonej zawartości metali ciężkich: kadmu, cynku i ołowiu oraz około 1% gleb słabo zanieczyszczonych cynkiem. W około 12% próbek glebowych pobranych z łąk stwierdzono podwyższoną zawartością kadmu i cynku. Również ze względu na zawartość siarki kilka procent gleb pól uprawnych i łąk należy zaliczyć do klas o zawartościach podwyższonych i słabo zanieczyszczonych.

Tabela X
Table

Procentowy udział próbek gleb z Częstochowy i okolic w zależności od stopnia zanieczyszczenia siarką ogólną wg zaleceń IUNG w Puławach (T. Motowicka-Terelak, H. Terelak, 1998)

Percentage contribution of soil samples from Częstochowa and the environs according to the degree of sulphur content recommended by the IUNG in Puławy (T. Motowicka-Terelak, H. Terelak, 1998)

Rodzaj gleb Soil type	Liczba próbek Number of samples	Klasa zawartości Class of content			
		0	1	2	3
Pola uprawne B Cultivable land	120	97,50	2,50	2,50	–
Łąki D Meadows	51	96,08	3,92	3,92	–

Na mapach osadów wodnych, w próbkach pobranych z obszaru Częstochowy i bezpośredniego otoczenia Huty Częstochowa, oprócz pierwiastków wymienionych w glebach, podwyższone i anomalne koncentracje punktowe tworzy także: glin, srebro, kadm, rtęć i fosfor. Poniżej zrzutu ścieków z Huty Częstochowa i centralnej oczyszczalni ścieków komunalnych wzrastają zawartości wszystkich badanych pierwiastków. Anomalie punktowe: żelaza, manganu, niklu, kobaltu, wanadu, chromu, tytanu, miedzi, ołowiu, cynku, baru, strontu, a także glinu, arsenu, kadmu i srebra występują w okolicach Liszki Dolnej i Kawodrzy. W cieku przepływającym obok składowiska odpadów w Pałyszu w aluwiach wzrasta zawartość: arsenu, kobaltu, żelaza, manganu, niklu i cynku.

W wodach powierzchniowych (tabl. 23–37) średnie zawartości: glinu, arsenu, kadmu, kobaltu, chromu, miedzi, niklu i ołowiu znajdują się poniżej granicy ich oznaczalności. Jedynie glin, kobalt i nikiel w kilku próbkach, a kadm, chrom i miedź w pojedynczych — tworzą wyższe akumulacje. W wodach Warty poniżej Huty Częstochowa i oczyszczalni komunalnej w Mirowie wzrasta koncentracja: glinu, wapnia, żelaza, magnezu, manganu, sodu, krzemionki, siarczanów i cynku. Powyższe pierwiastki tworzą też punktowe koncentracje anomalne w południowej części obszaru badań, zwłaszcza w okolicach Liszki Dolnej i Konopisk. W cieku położonym na północ od komunalnego wysypiska odpadów Sobuczyna-Młynek ciągi anomalne tworzy: wapń, magnez, mangan, sód, siarczany, stront i cynk.

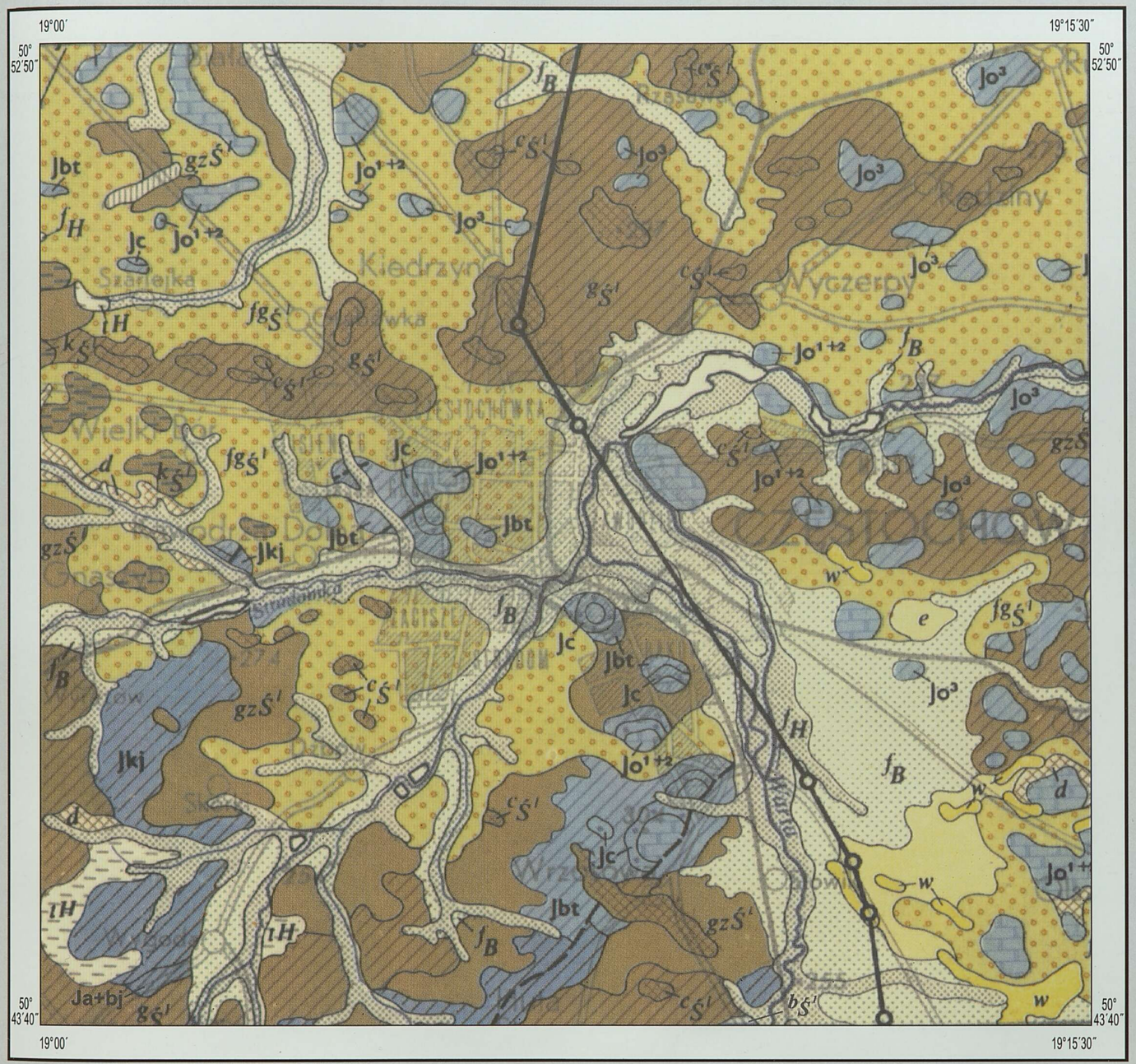
SUMMARY

The Geochemical Atlas of Częstochowa and its Environs, scale 1:100 000, shows chemical contaminations of the surface layer of the Earth's crust across one of the most highly contaminated areas of Poland. The area mapped covers 306 km^2. The mapping project was ordered by Ministry of the Environment and financed by the National Fund for Environmental Protection and Water Management.

The sampling followed a regular grid pattern with one soil sample and, if possible, water sediment and surface water sample site collected per 1 km^2. Soil and alluvial sediment samples were

Tablica A
Plate

Mapa geologiczna
Geological map



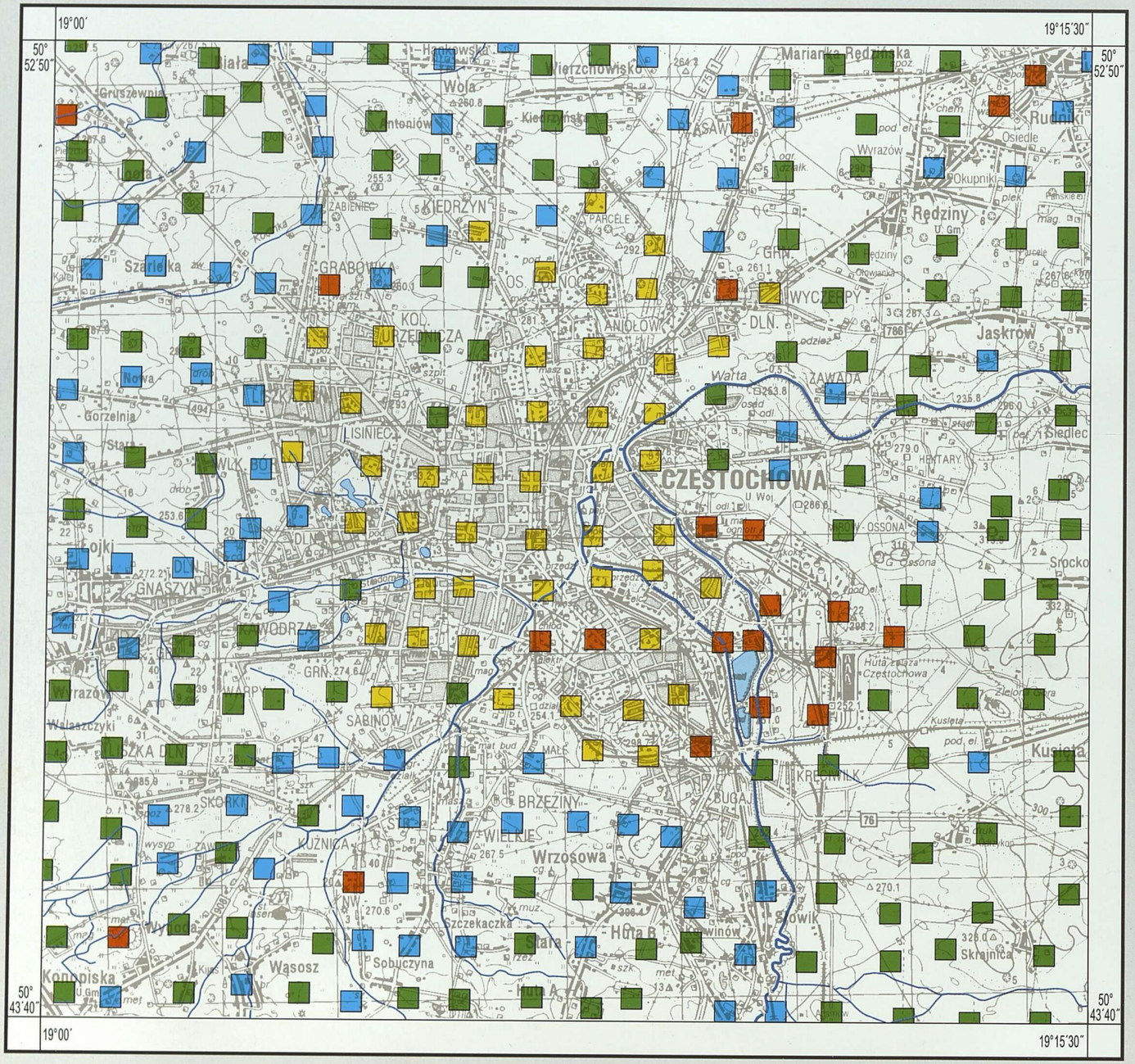
© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

Na podstawie Mapy geologicznej Polski 1:200 000, wyd. A, ark. Częstochowa –S. Biernat, J. Haisig, J. Lewandowski, S. Wilanowski, 1978 r.

1 : 100 000

CZWARTORZĘD	HOLOCEN	tH	Torfy
		nH	Namuły
		fH	Piaski, mułki i żwiry rzeczne
		d	Piaski i gliny deluwialne
		e	Piaski eoliczne
		w	Piaski eoliczne w wydmach
	PLEJSTOCEN	fB	Piaski i żwiry rzeczne
	NEOPLEJSTOCEN	kŚ¹	Piaski, żwiry i mułki kemów
		cŚ¹	Piaski, żwiry i głazy moren czołowych
		gŚ¹	Piaski, żwiry i głazy lodowcowe
		gzŚ¹	Glina zwałowa
		fgŚ¹	Piaski i żwiry wodnolodowcowe
		bŚ¹	Piaski, mułki i iły zastoiskowe
JURA	JURA GÓRNA	Jo³	Wapienie skaliste, litograficzne, rafowe, oolitowe, margliste i pasiaste, lokalnie margle
		Jo¹⁺²	Wapienie skaliste, płytowe, gruzłowe, piaszczyste, margliste oraz margle glaukonitowe, ornatowe i gąbkowe
	JURA ŚRODKOWA	Jc	Wapienie piaszczyste i margle glaukonitowe
		Jbt	Iły z syderytami ilastymi, mułowce, piaskowce, margle i wapienie
		Jkj	Iły, łupki ilaste i mułowce z syderytami ilastymi oraz piaskowce
		Ja+bj	Piaski i piaskowce żelaziste

Zabudowa terenu
Land development



Tereny bez zabudowy
Undeveloped areas

Tereny z zabudową wiejską
Village development

Tereny z zabudową miejską
Urban development

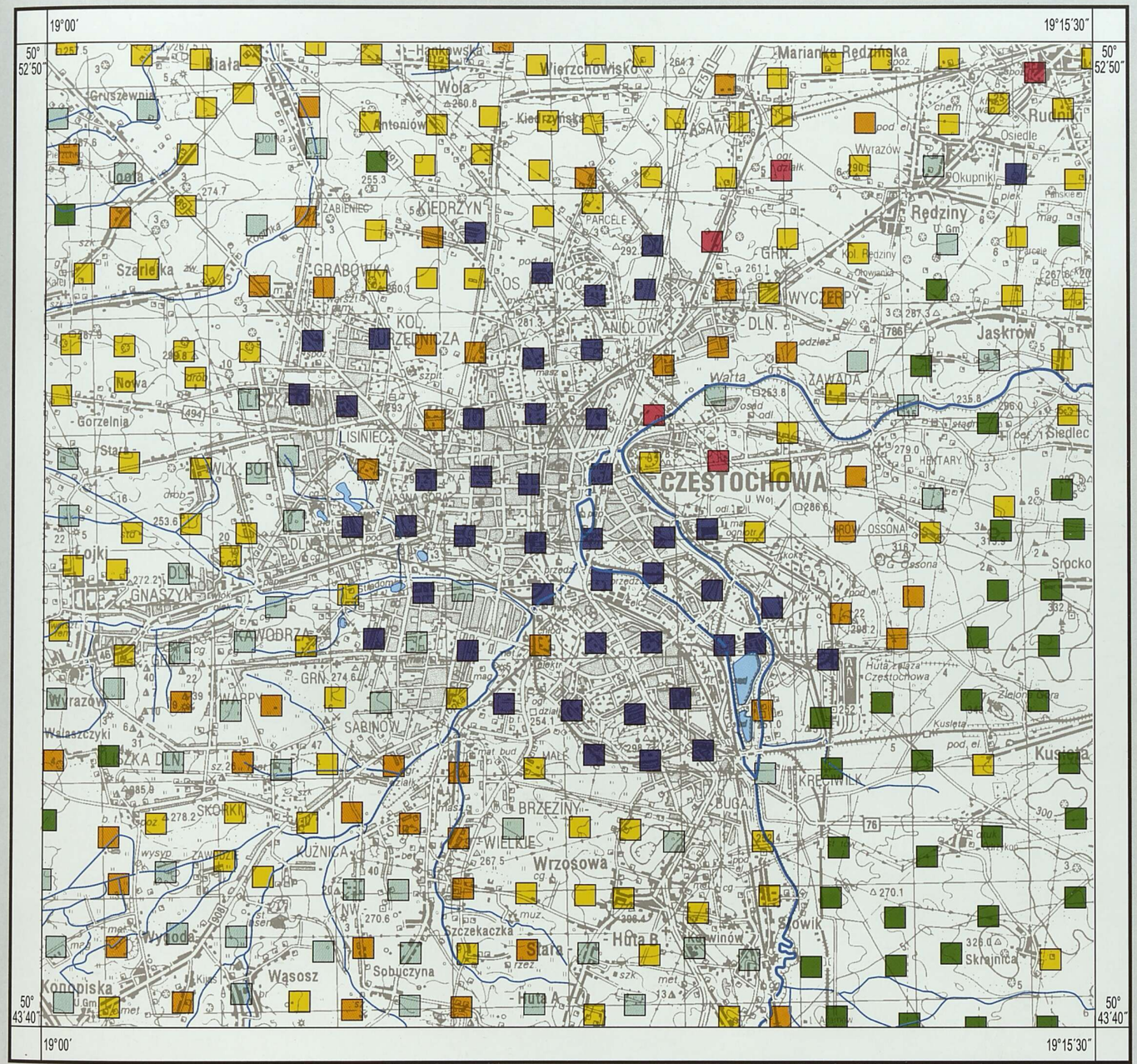
Tereny z zabudową przemysłową
Industrial development

© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Użytkowanie terenu
Land use

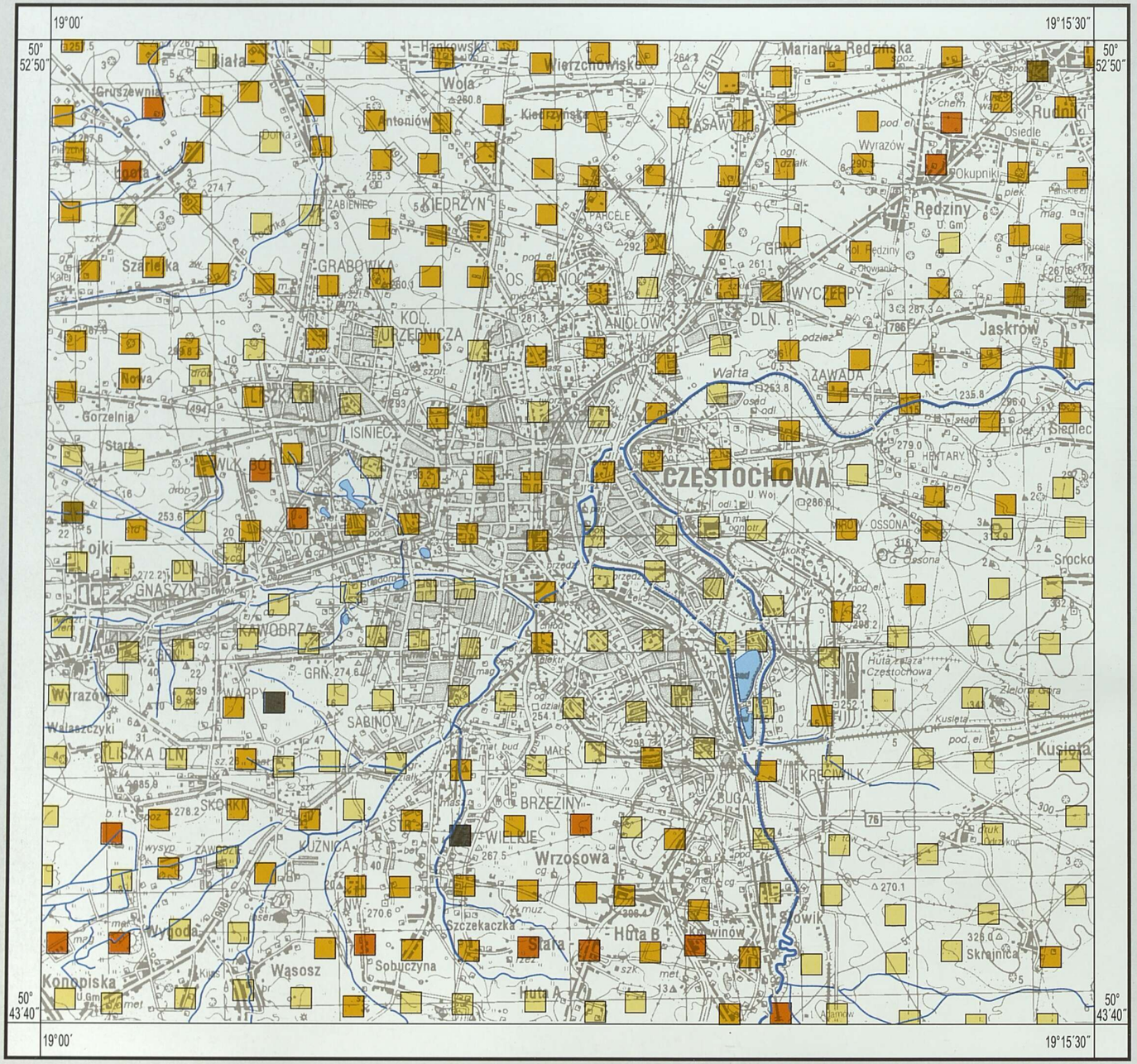


© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Grupy składu mechanicznego gleb
Soil textural classes



Gleby piaszczyste, piasek
Sandy soils, sand

Gleby gliniasto-piaszczyste
Loamy and sandy soils

Gleby gliniaste
Loamy soils

Gleby pylaste
Silty soils

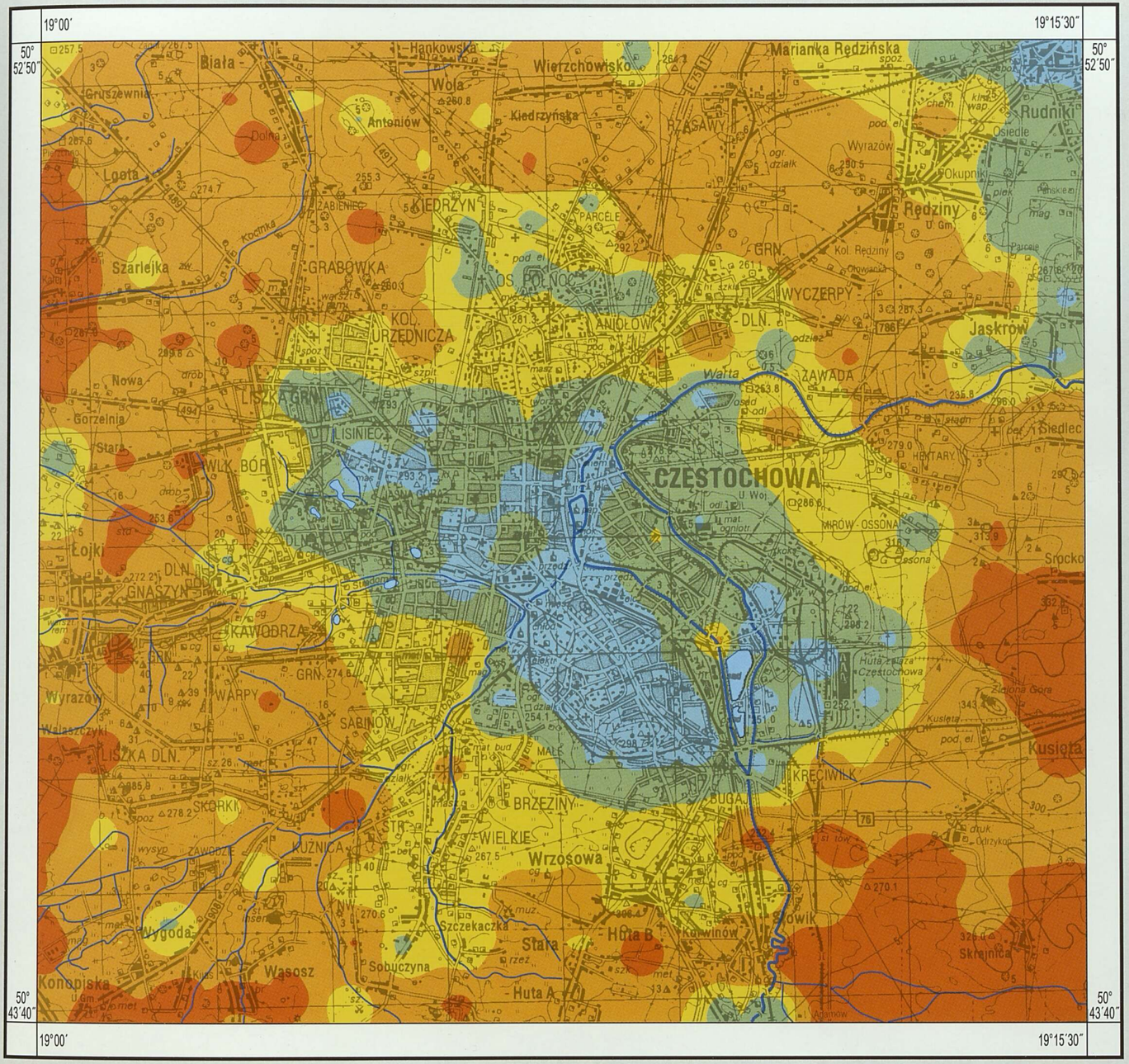
Gleby torfiaste, torfy
Peaty soils, peats

© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Kwasowość gleb
Acidity of soils

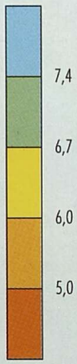


© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

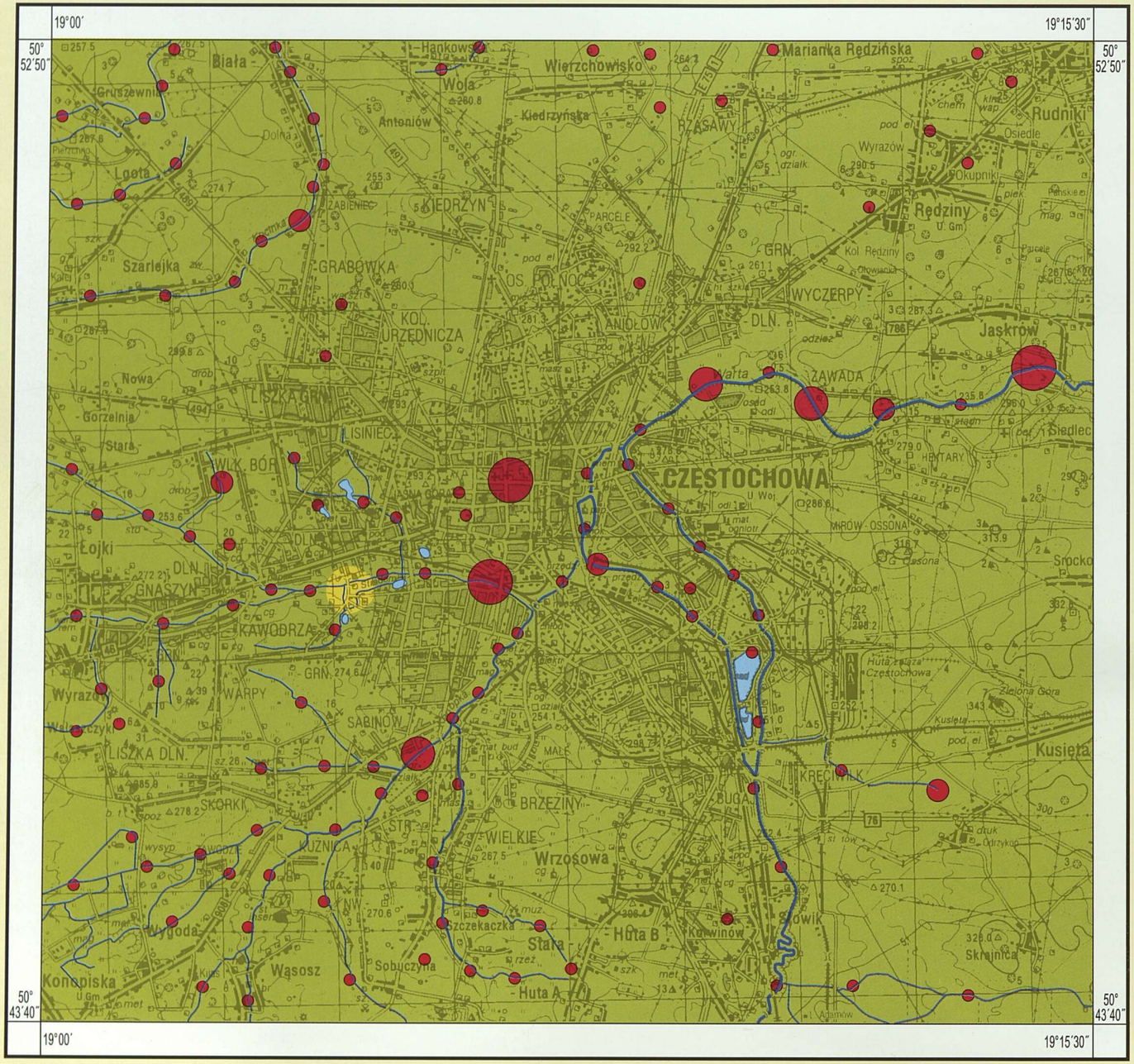
1 : 100 000

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

pH KWASOWOŚĆ GLEB
ACIDITY OF SOILS



Srebro w glebach i osadach wodnych
Silver in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

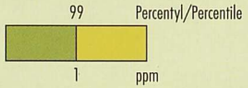
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Ag SREBRO SILVER

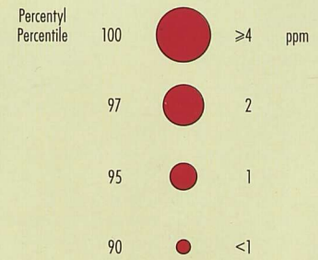
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	<1	Minimum
Maksimum	4	Maximum
Średnia arytmetyczna	<1	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	<1	Geometric mean
Mediana	<1	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit

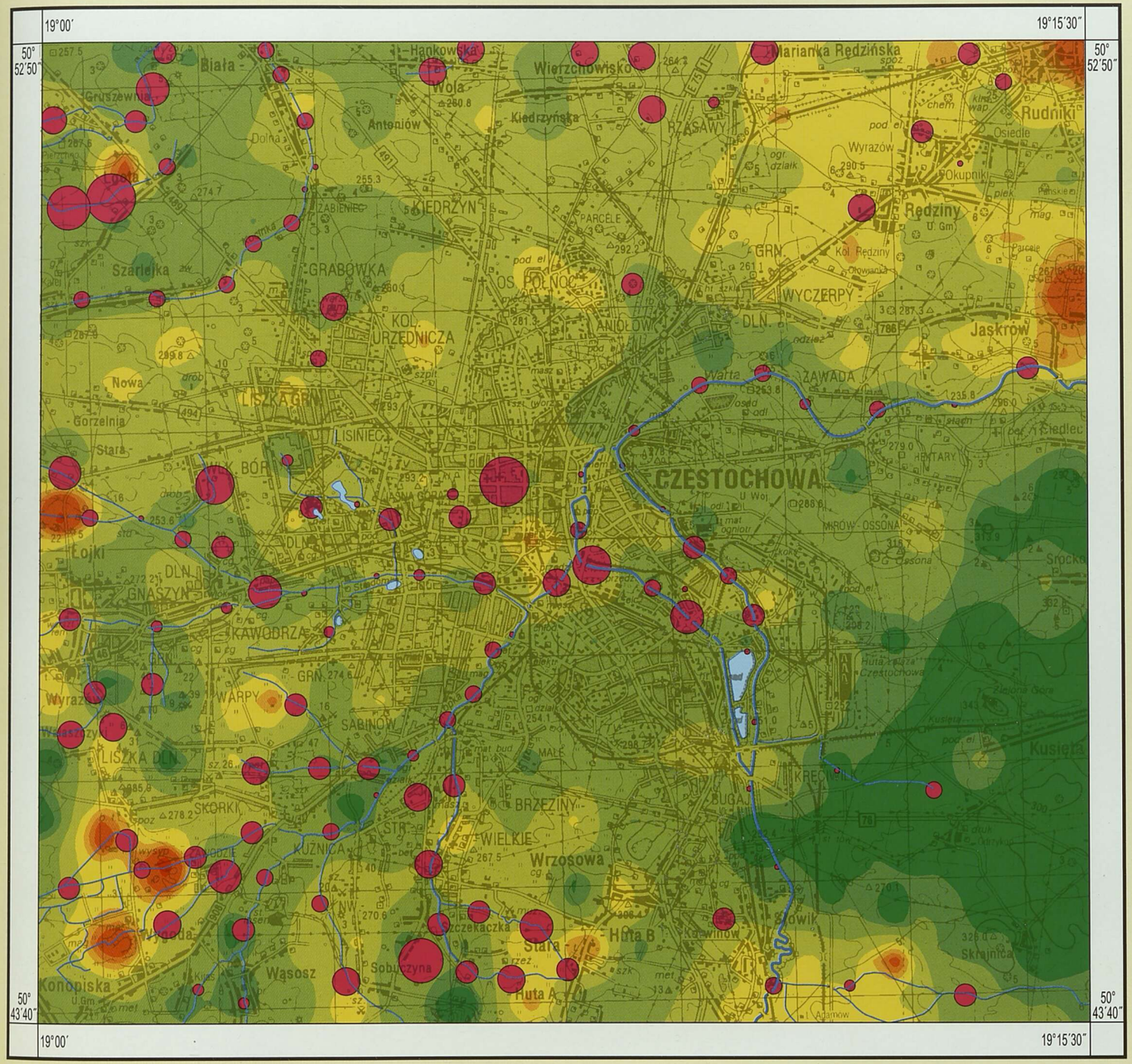


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	<1	Minimum
Maksimum	6	Maximum
Średnia arytmetyczna	<1	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	<1	Geometric mean
Mediana	<1	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



Glin w glebach i osadach wodnych
Aluminium in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

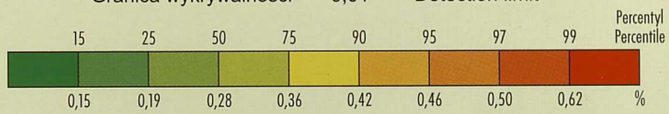
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Al GLIN ALUMINIUM

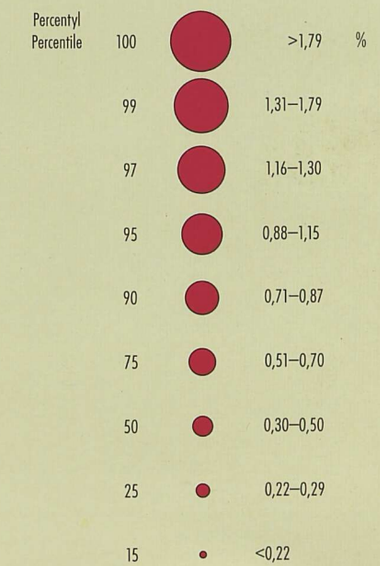
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
%

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	0,02	Minimum
Maksimum	0,74	Maximum
Średnia arytmetyczna	0,28	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	0,25	Geometric mean
Mediana	0,28	Median
Granica wykrywalności	0,01	Detection limit

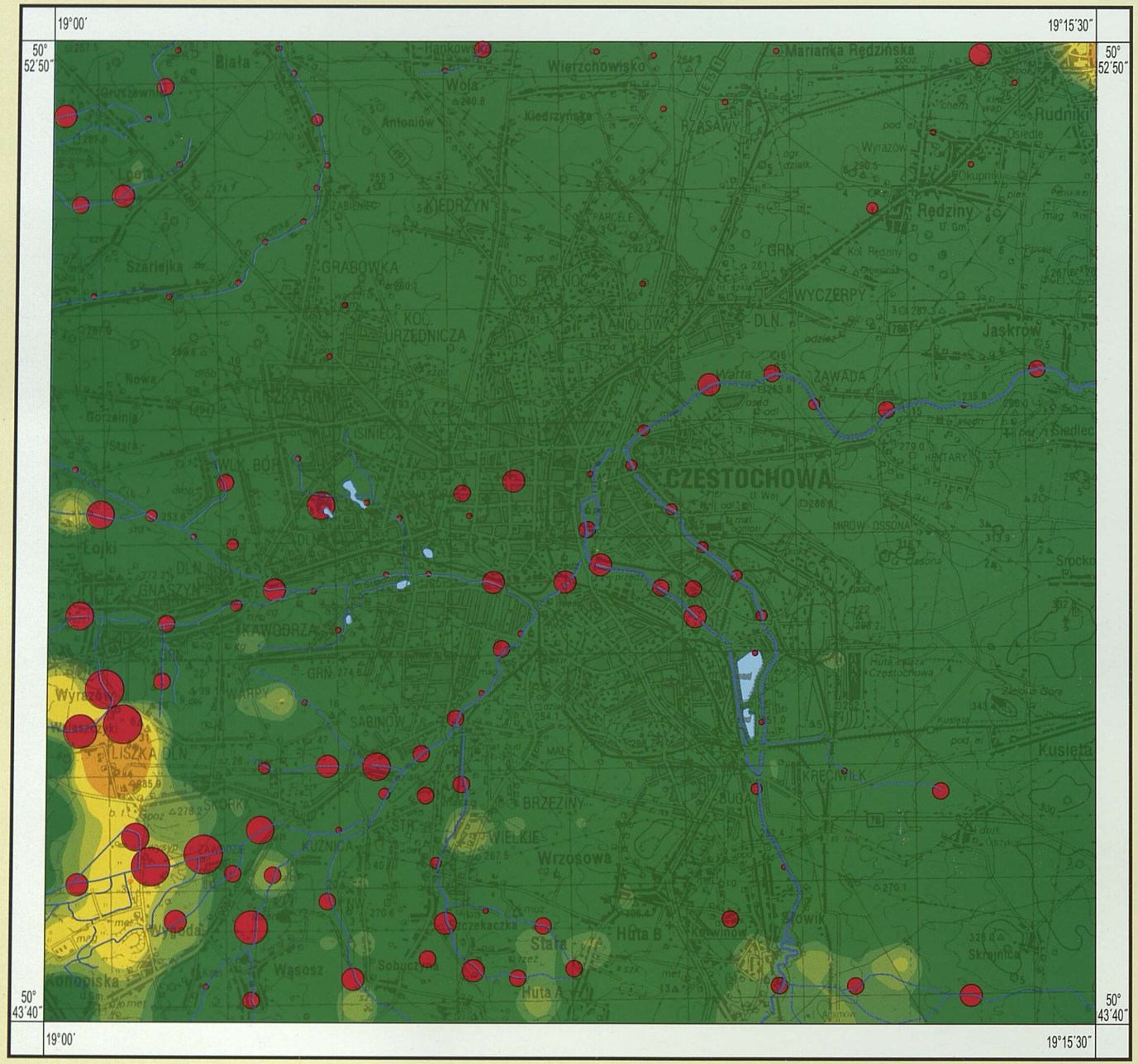


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
%

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	0,09	Minimum
Maksimum	2,13	Maximum
Średnia arytmetyczna	0,54	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	0,45	Geometric mean
Mediana	0,50	Median
Granica wykrywalności	0,01	Detection limit



Arsen w glebach i osadach wodnych
Arsenic in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

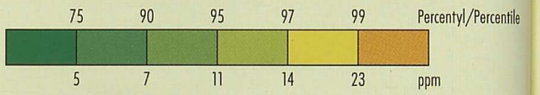
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

As ARSEN
ARSENIC

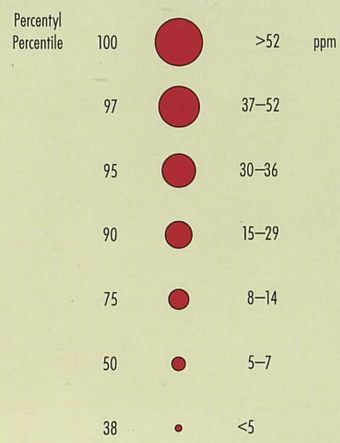
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	<5	Minimum
Maksimum	107	Maximum
Średnia arytmetyczna	<5	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	<5	Geometric mean
Mediana	<5	Median
Granica wykrywalności	5	Detection limit

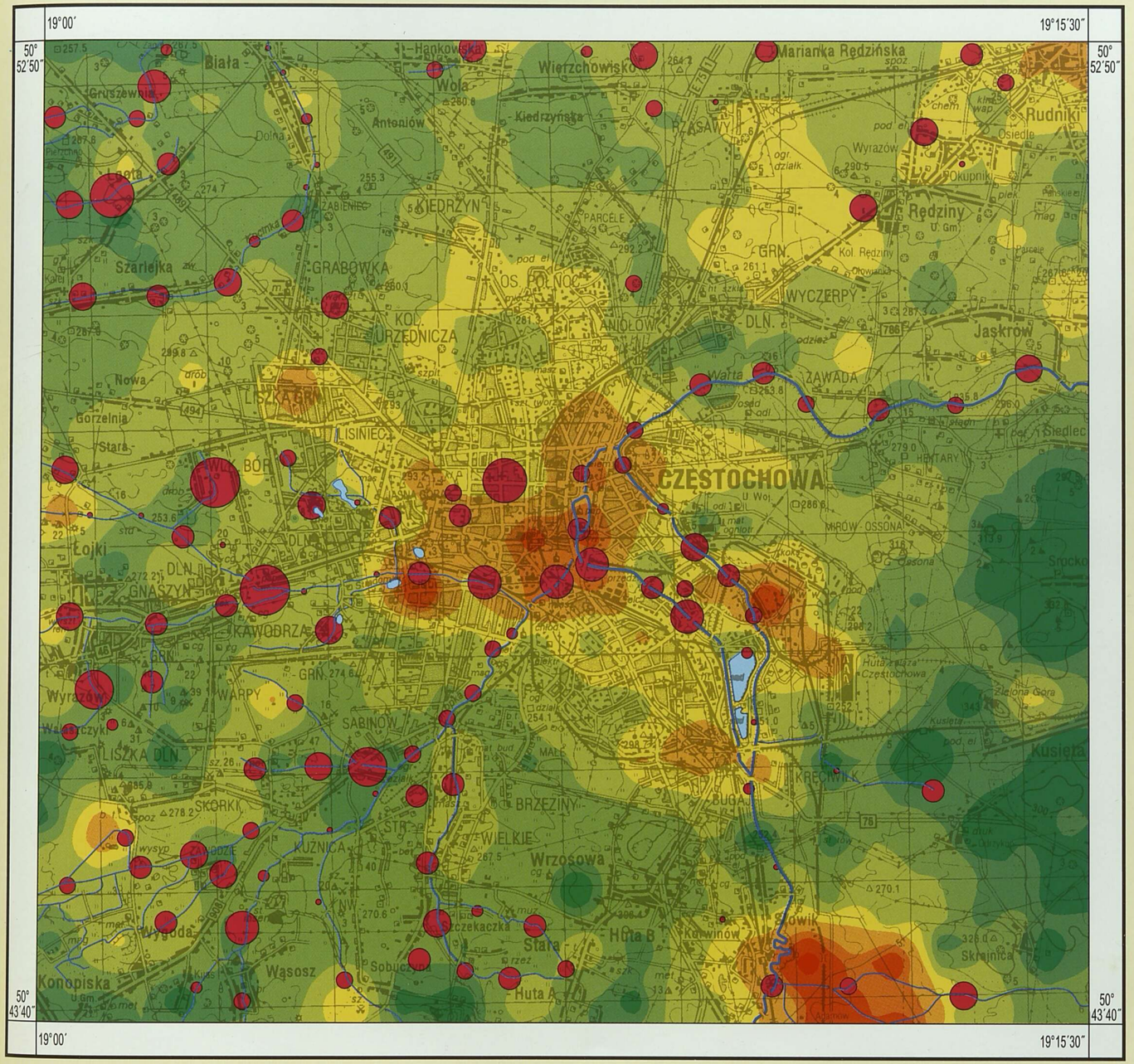


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	<5	Minimum
Maksimum	80	Maximum
Średnia arytmetyczna	11	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	<5	Geometric mean
Mediana	7	Median
Granica wykrywalności	5	Detection limit



Bar w glebach i osadach wodnych
Barium in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

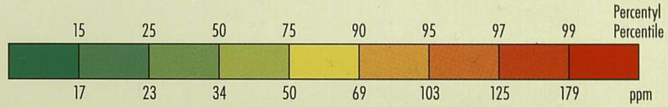
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Ba BAR BARIUM

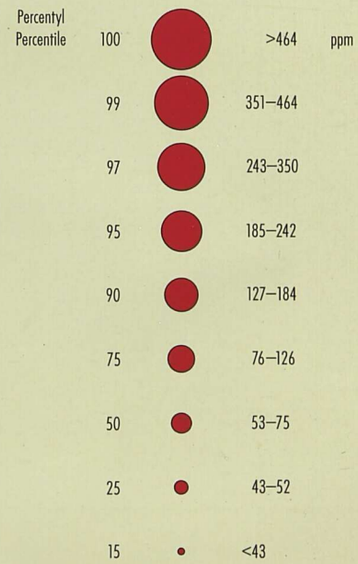
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	3	Minimum
Maksimum	220	Maximum
Średnia arytmetyczna	41	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	31	Geometric mean
Mediana	34	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit

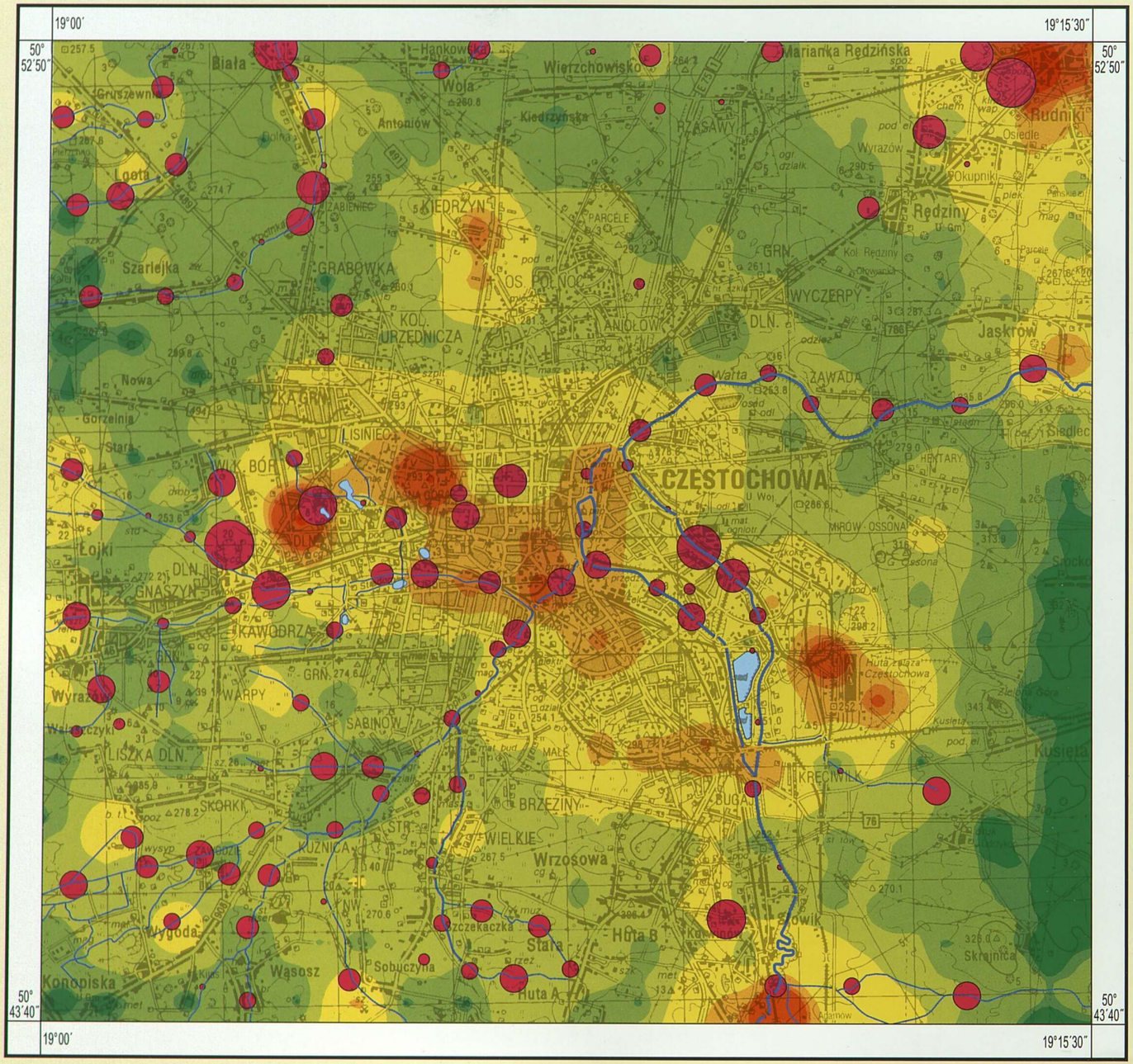


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	11	Minimum
Maksimum	540	Maximum
Średnia arytmetyczna	101	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	78	Geometric mean
Mediana	75	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



Wapń w glebach i osadach wodnych
Calcium in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

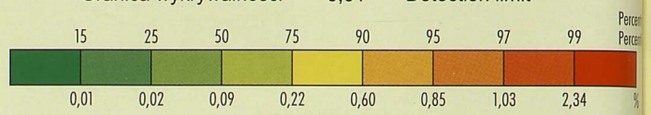
1 : 100 000

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

Ca WAPŃ CALCIUM

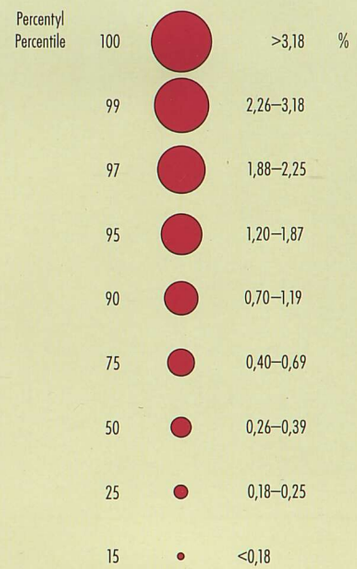
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
%

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	0,01	Minimum
Maksimum	4,58	Maximum
Średnia arytmetyczna	0,22	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	0,09	Geometric mean
Mediana	0,09	Median
Granica wykrywalności	0,01	Detection limit

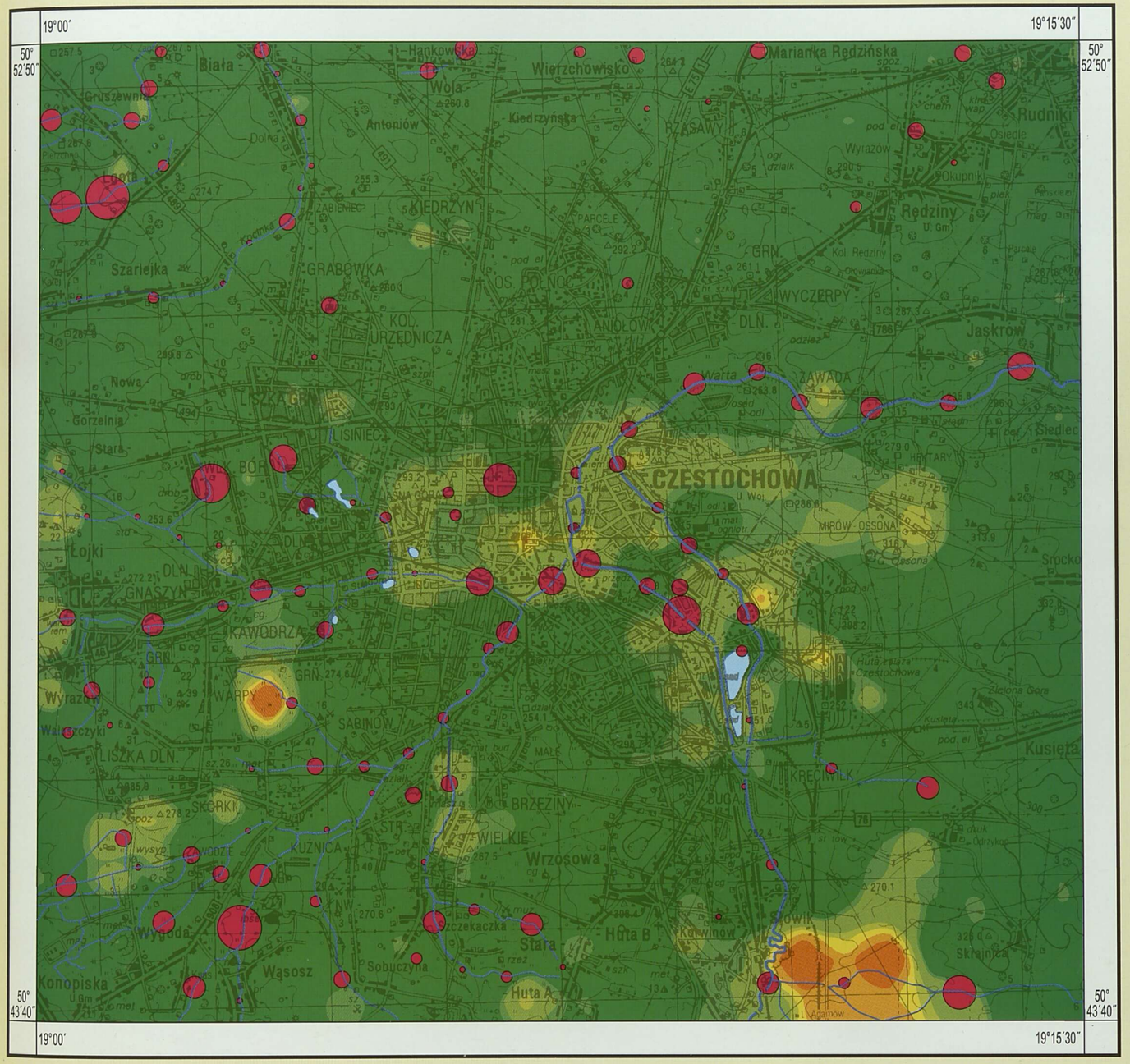


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
%

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	0,05	Minimum
Maksimum	23,70	Maximum
Średnia arytmetyczna	0,75	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	0,41	Geometric mean
Mediana	0,39	Median
Granica wykrywalności	0,01	Detection limit



Kadm w glebach i osadach wodnych
Cadmium in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

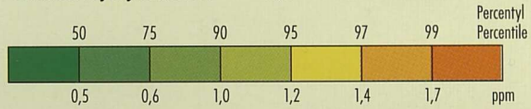
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Cd KADM CADMIUM

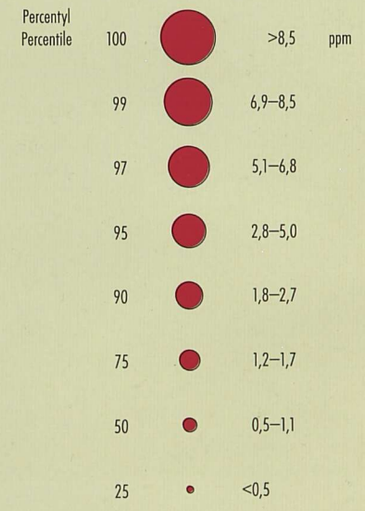
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	<0,5	Minimum
Maksimum	3,3	Maximum
Średnia arytmetyczna	<0,5	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	<0,5	Geometric mean
Mediana	<0,5	Median
Granica wykrywalności	0,5	Detection limit

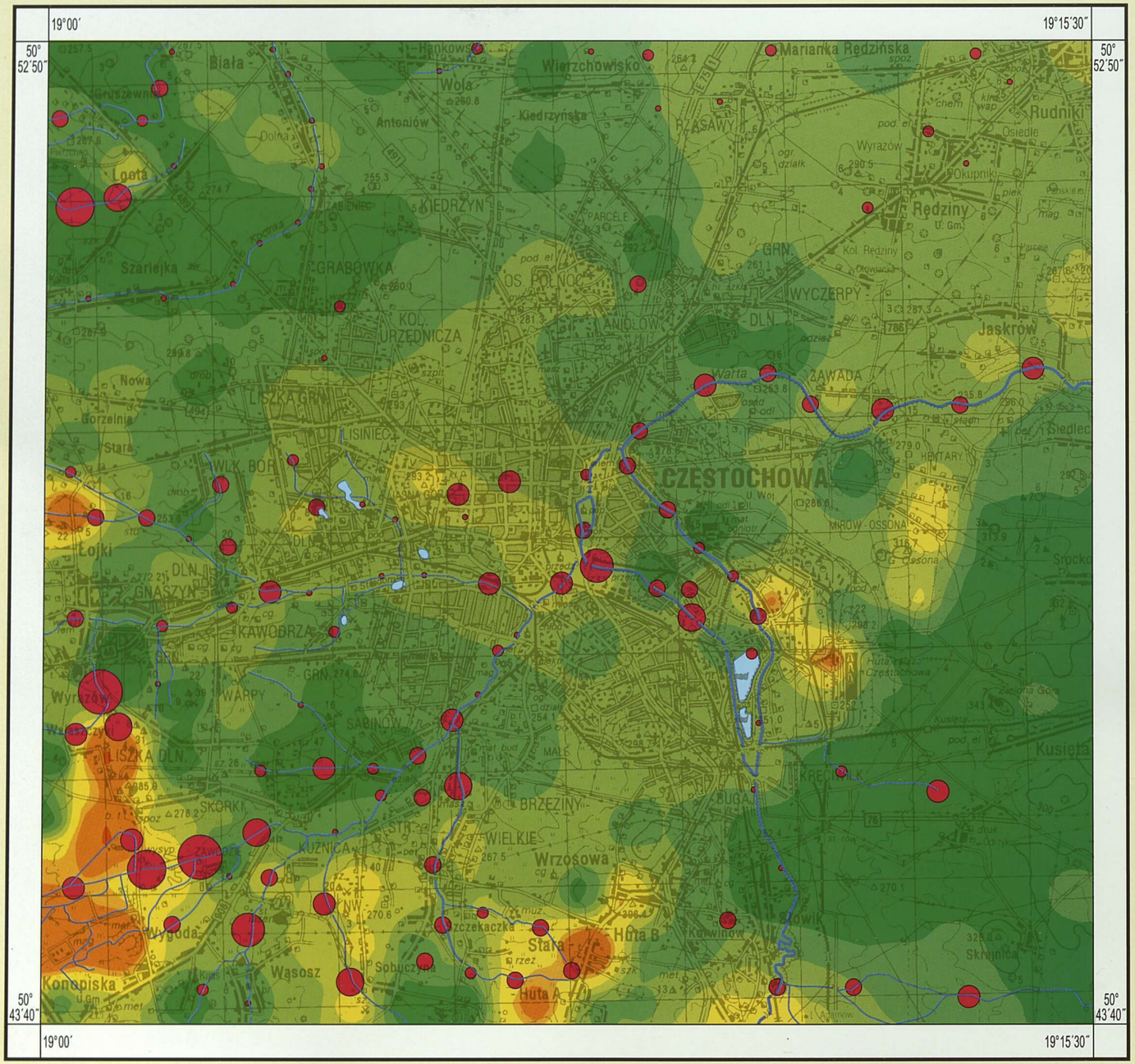


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	<0,5	Minimum
Maksimum	14,3	Maximum
Średnia arytmetyczna	1,5	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	<0,5	Geometric mean
Mediana	1,1	Median
Granica wykrywalności	0,5	Detection limit



Kobalt w glebach i osadach wodnych
Cobalt in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

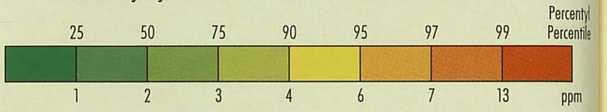
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Co KOBALT COBALT

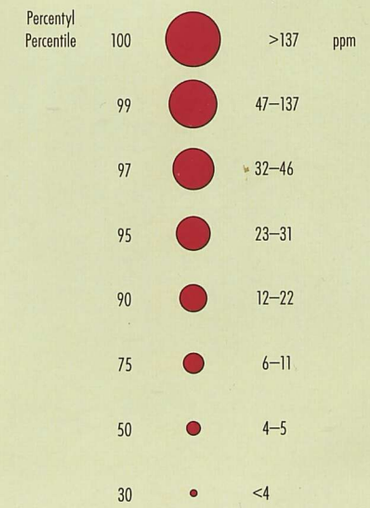
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	<1	Minimum
Maksimum	16	Maximum
Średnia arytmetyczna	2	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	2	Geometric mean
Mediana	2	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit

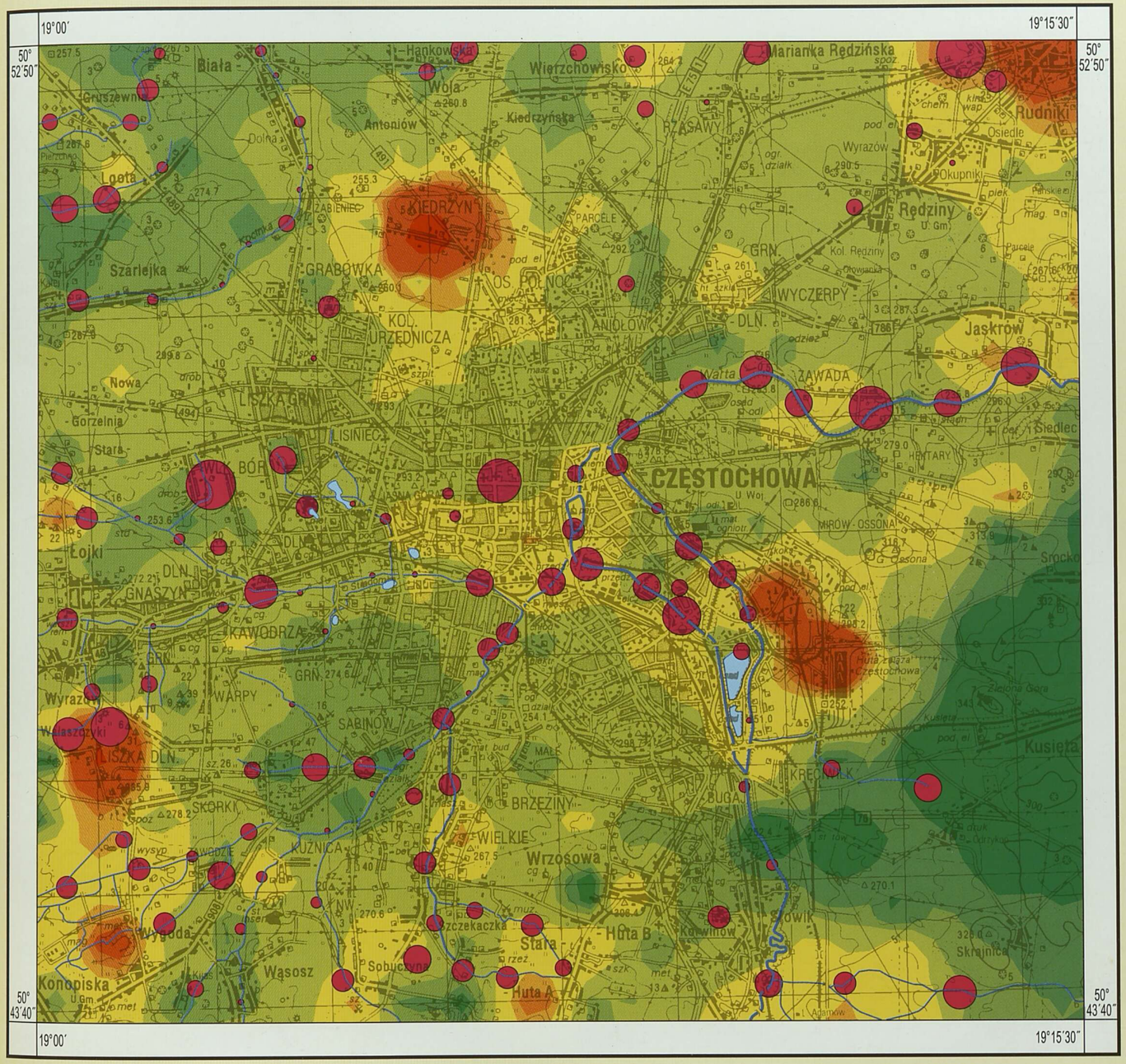


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	<1	Minimum
Maksimum	146	Maximum
Średnia arytmetyczna	11	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	4	Geometric mean
Mediana	5	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



Chrom w glebach i osadach wodnych
Chromium in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

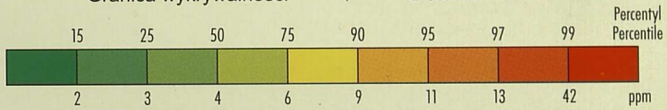
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Cr CHROM CHROMIUM

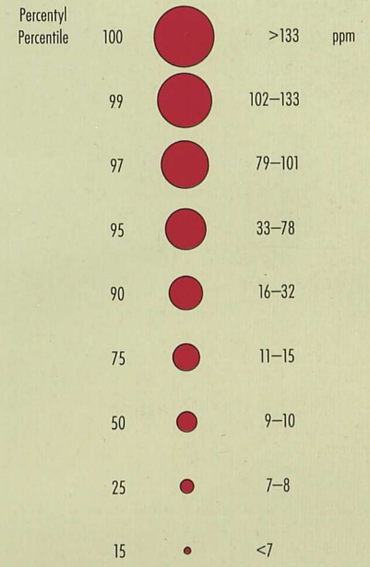
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	<1	Minimum
Maksimum	100	Maximum
Średnia arytmetyczna	6	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	3	Geometric mean
Mediana	4	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit

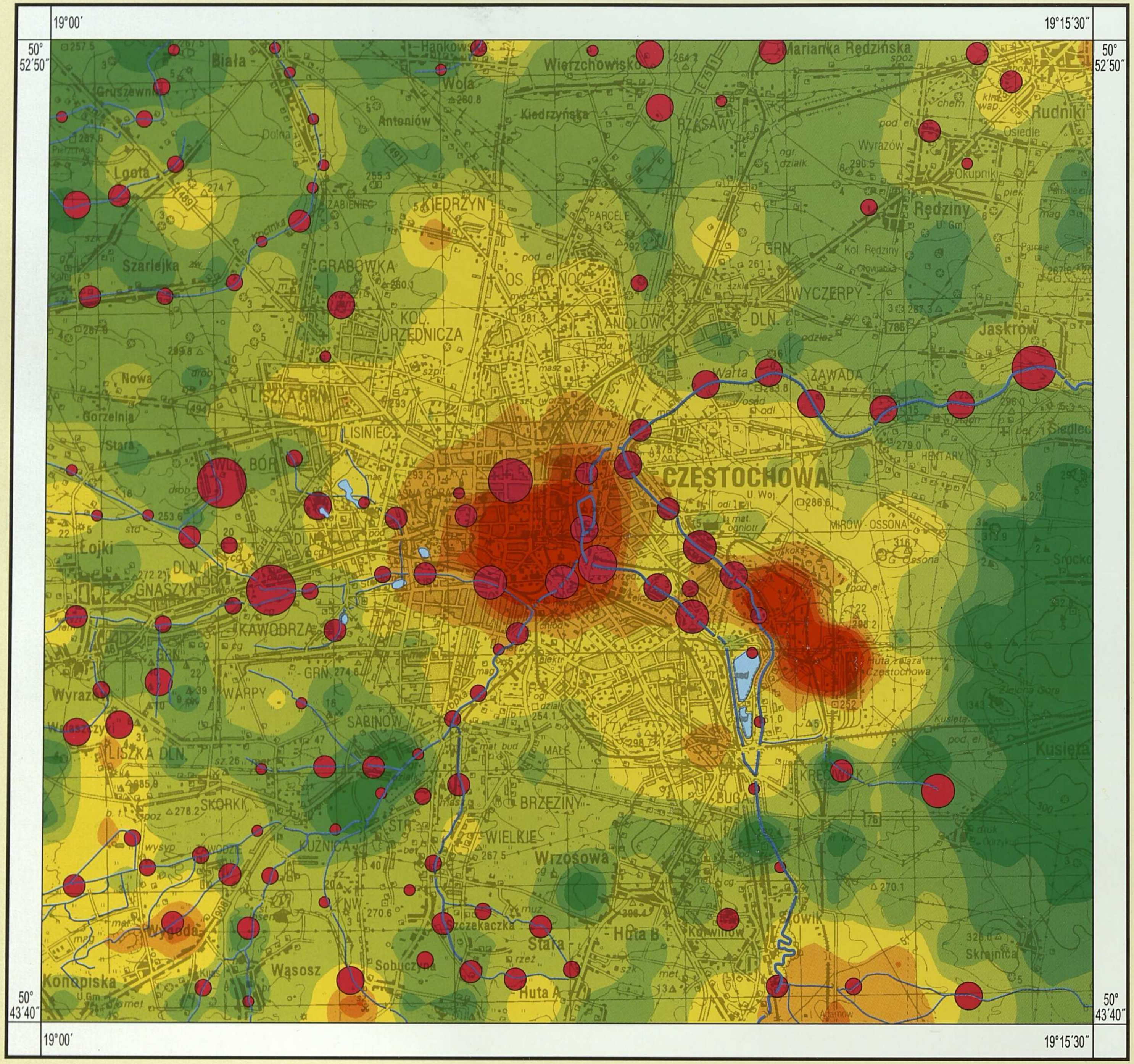


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	3	Minimum
Maksimum	843	Maximum
Średnia arytmetyczna	24	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	12	Geometric mean
Mediana	10	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



Miedź w glebach i osadach wodnych
Copper in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

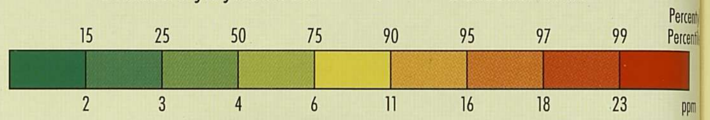
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Cu MIEDŹ COPPER

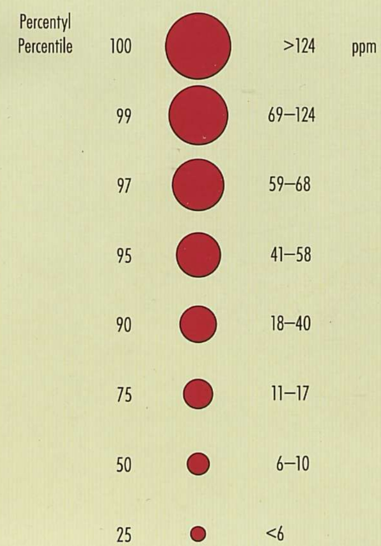
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	<1	Minimum
Maksimum	176	Maximum
Średnia arytmetyczna	6	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	4	Geometric mean
Mediana	4	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit

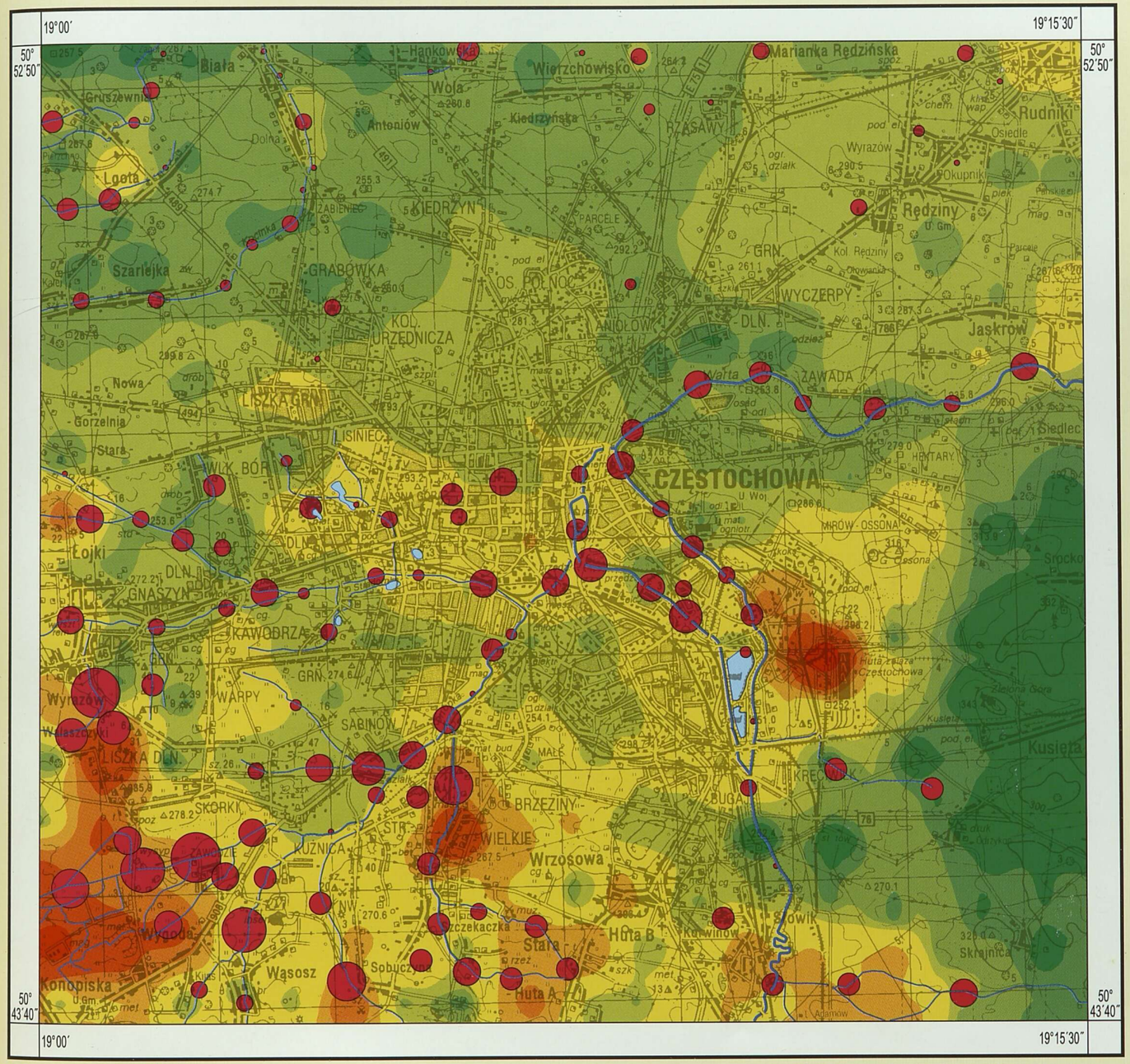


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	1	Minimum
Maksimum	255	Maximum
Średnia arytmetyczna	18	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	10	Geometric mean
Mediana	10	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



Żelazo w glebach i osadach wodnych
Iron in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

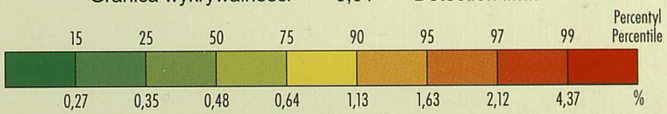
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Fe ŻELAZO IRON

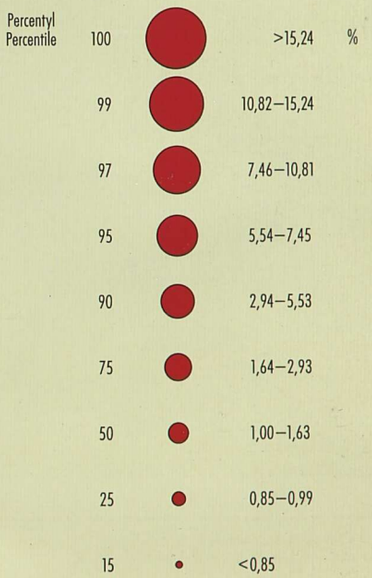
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
%

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	0,02	Minimum
Maksimum	7,23	Maximum
Średnia arytmetyczna	0,67	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	0,49	Geometric mean
Mediana	0,48	Median
Granica wykrywalności	0,01	Detection limit

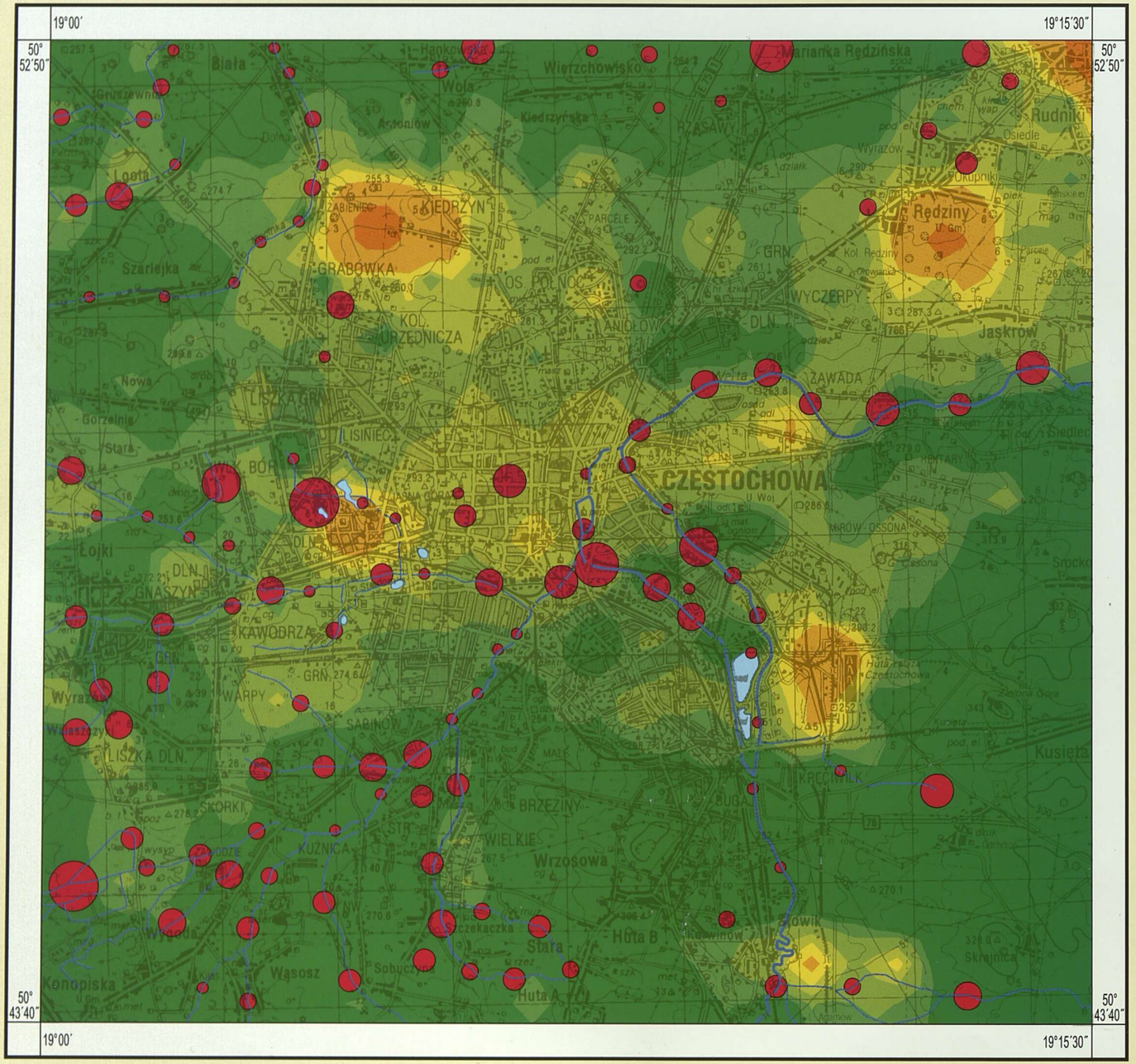


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
%

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	0,26	Minimum
Maksimum	16,06	Maximum
Średnia arytmetyczna	2,55	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	1,70	Geometric mean
Mediana	1,63	Median
Granica wykrywalności	0,01	Detection limit



Rtęć w glebach i osadach wodnych
Mercury in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

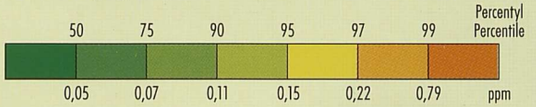
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Hg RTĘĆ MERCURY

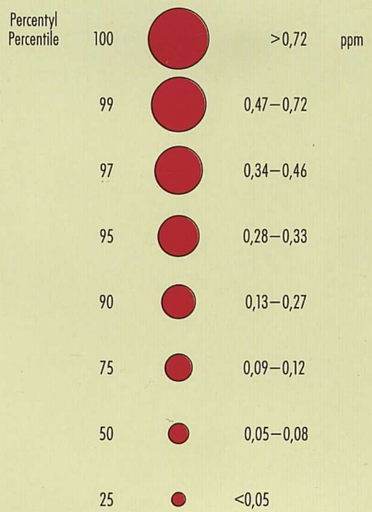
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	<0,05	Minimum
Maksimum	1,91	Maximum
Średnia arytmetyczna	0,07	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	<0,05	Geometric mean
Mediana	0,05	Median
Granica wykrywalności	0,05	Detection limit

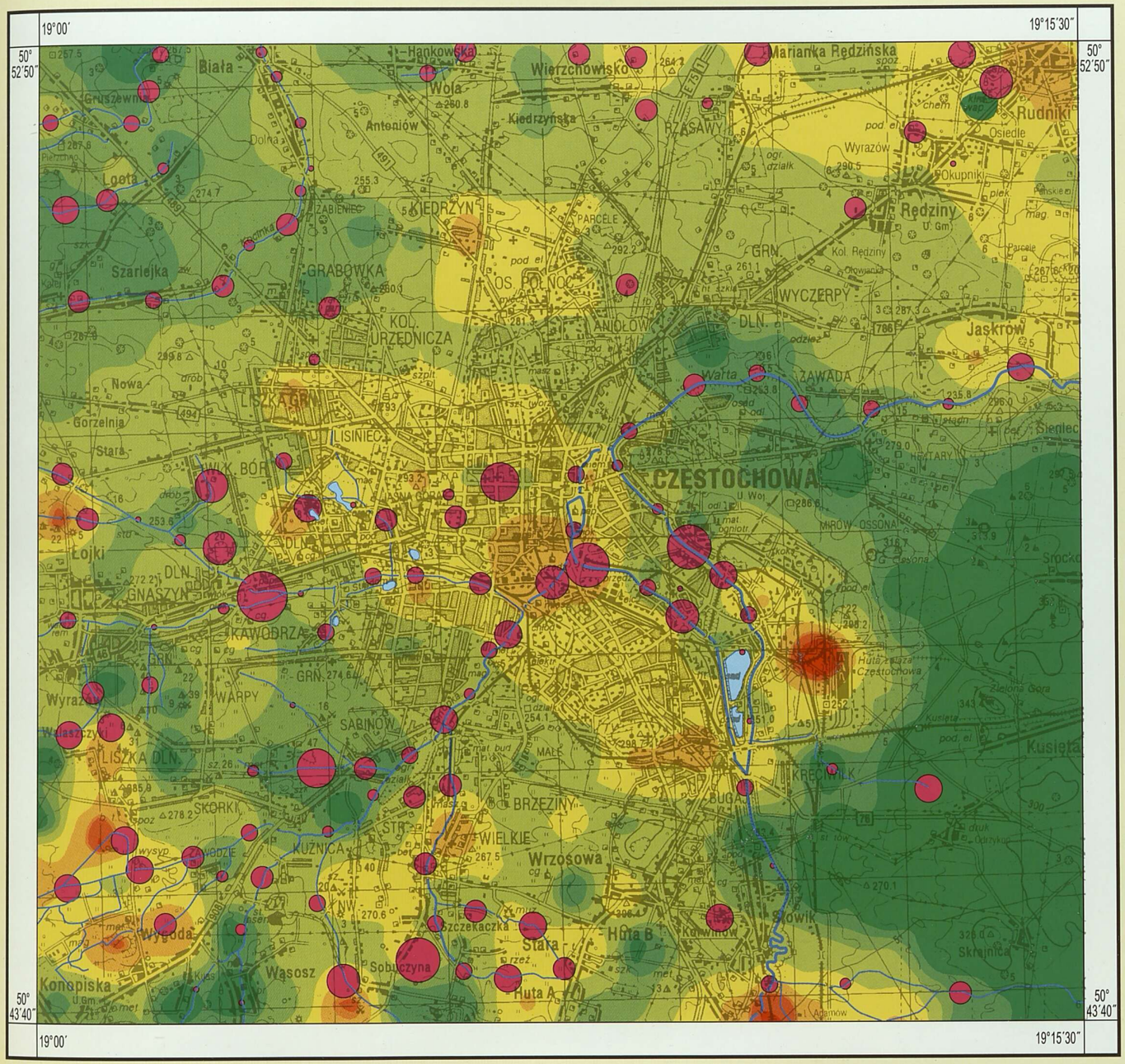


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	<0,05	Minimum
Maksimum	0,77	Maximum
Średnia arytmetyczna	0,11	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	<0,05	Geometric mean
Mediana	0,08	Median
Granica wykrywalności	0,05	Detection limit



Magnez w glebach i osadach wodnych
Magnesium in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

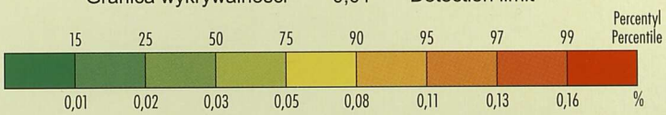
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Mg MAGNEZ MAGNESIUM

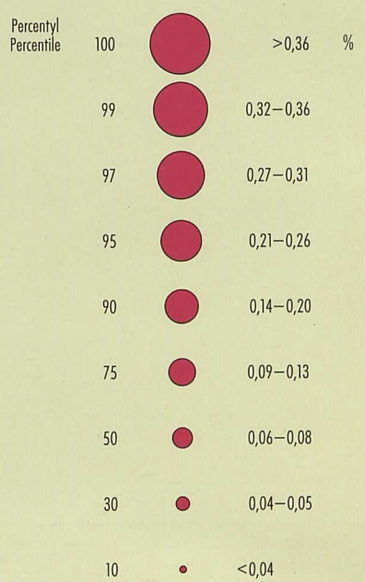
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
%

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	<0,01	Minimum
Maksimum	0,29	Maximum
Średnia arytmetyczna	0,04	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	0,03	Geometric mean
Mediana	0,03	Median
Granica wykrywalności	0,01	Detection limit

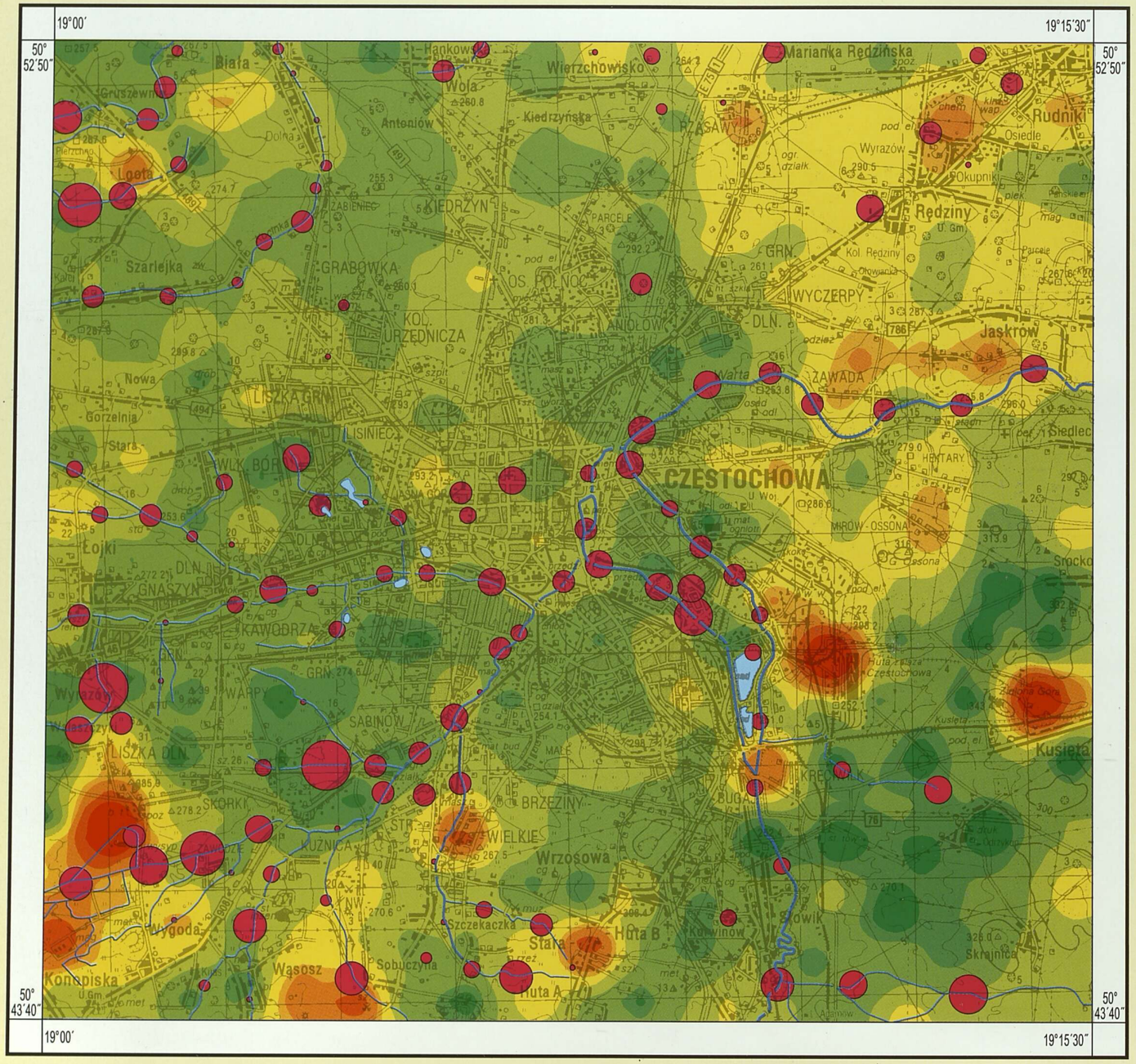


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
%

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	<0,01	Minimum
Maksimum	0,42	Maximum
Średnia arytmetyczna	0,10	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	0,07	Geometric mean
Mediana	0,08	Median
Granica wykrywalności	0,01	Detection limit



Mangan w glebach i osadach wodnych
Manganese in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

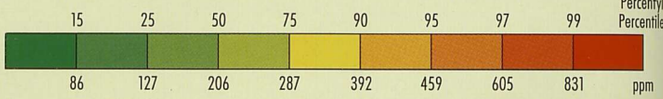
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Mn MANGAN MANGANESE

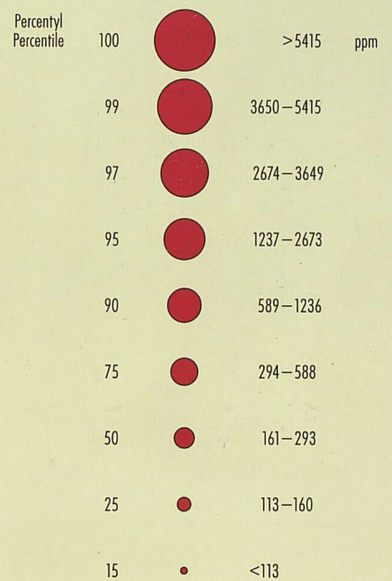
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	1	Minimum
Maksimum	1956	Maximum
Średnia arytmetyczna	239	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	185	Geometric mean
Mediana	206	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit

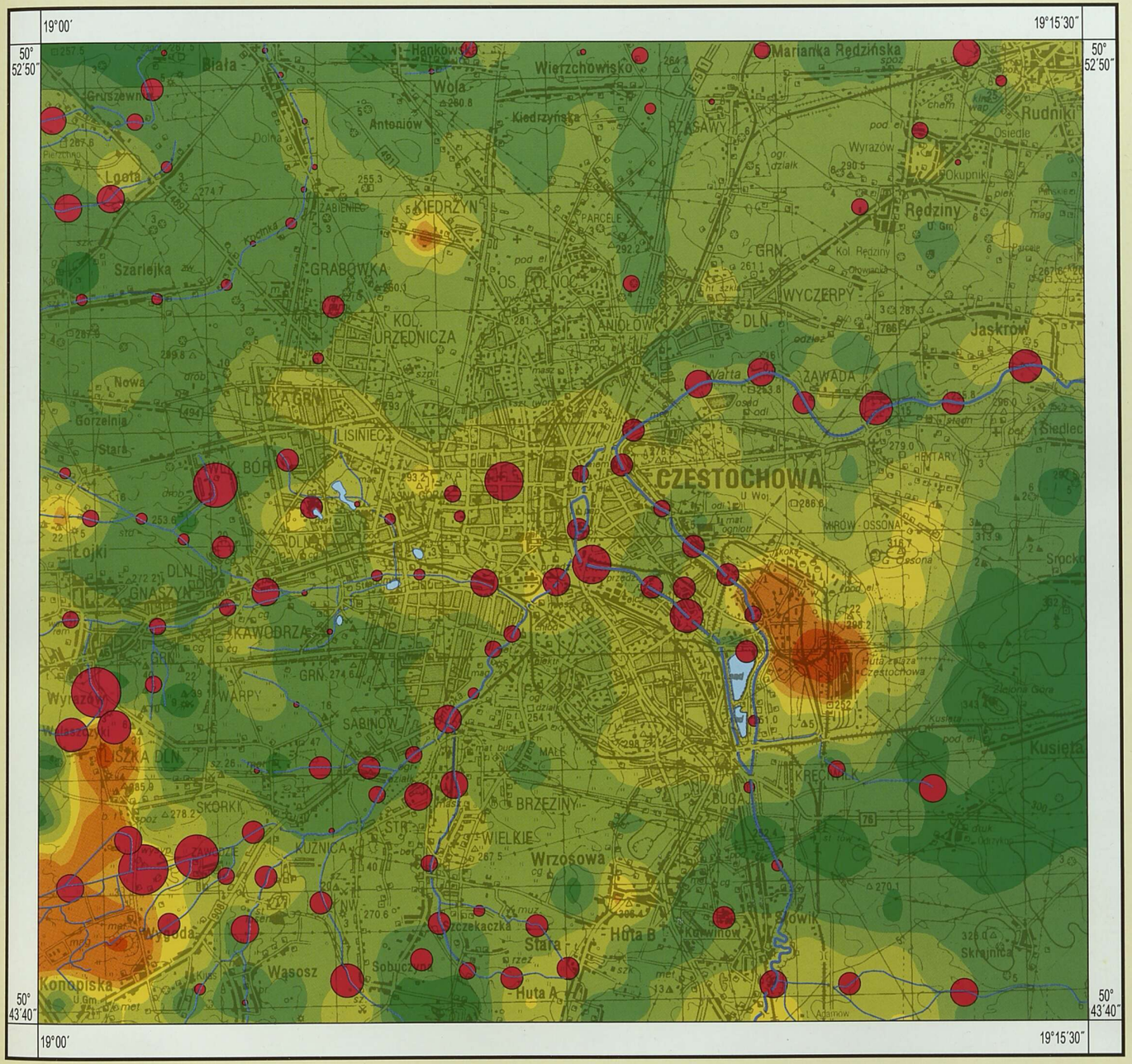


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	19	Minimum
Maksimum	10581	Maximum
Średnia arytmetyczna	662	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	314	Geometric mean
Mediana	293	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



Nikiel w glebach i osadach wodnych
Nickel in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

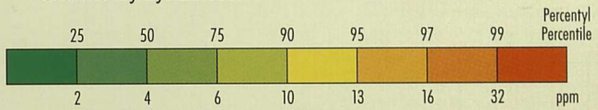
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Ni NIKIEL NICKEL

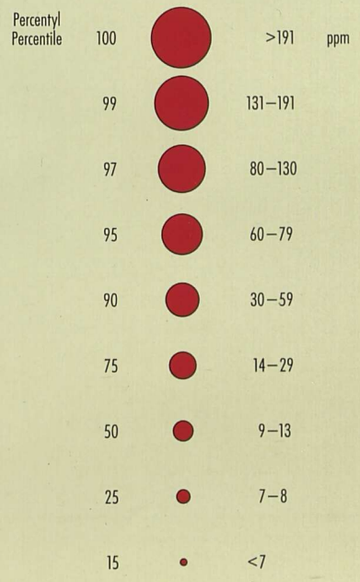
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	<1	Minimum
Maksimum	85	Maximum
Średnia arytmetyczna	5	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	4	Geometric mean
Mediana	4	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit

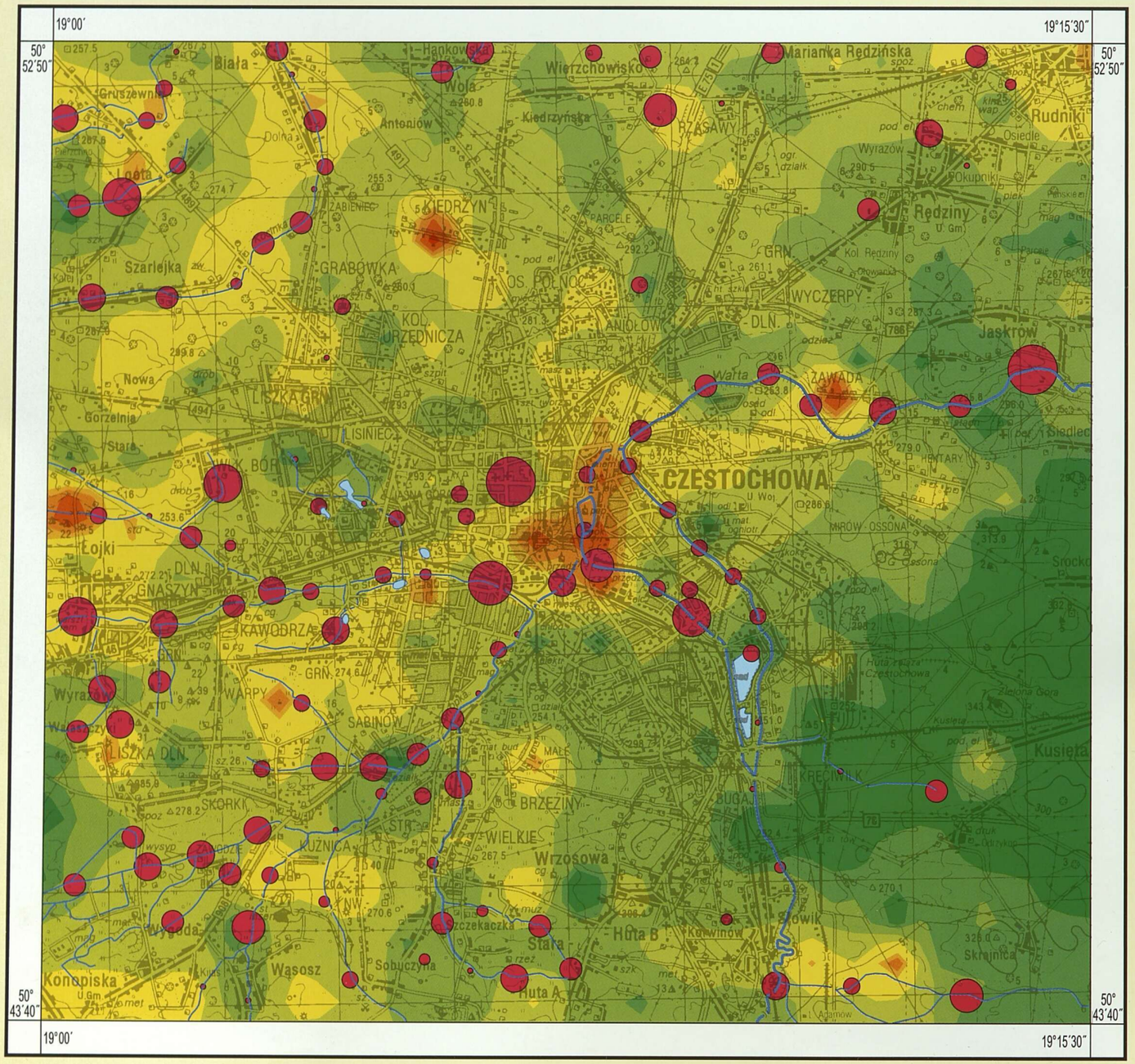


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	3	Minimum
Maksimum	216	Maximum
Średnia arytmetyczna	26	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	15	Geometric mean
Mediana	13	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



Fosfor w glebach i osadach wodnych
Phosphorus in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

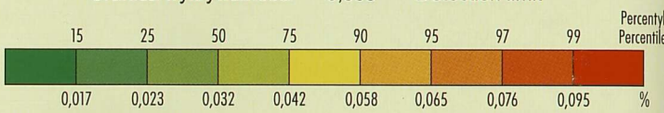
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

P FOSFOR PHOSPHORUS

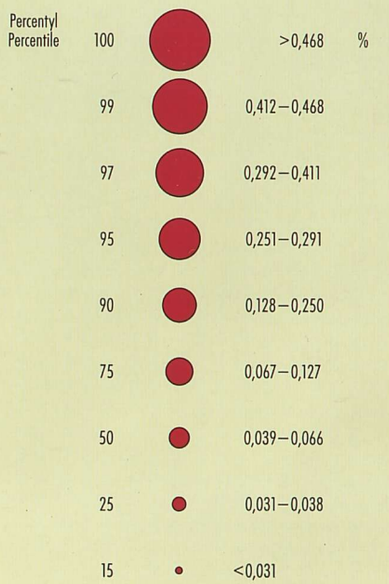
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
%

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	<0,005	Minimum
Maksimum	0,113	Maximum
Średnia arytmetyczna	0,034	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	0,031	Geometric mean
Mediana	0,032	Median
Granica wykrywalności	0,005	Detection limit

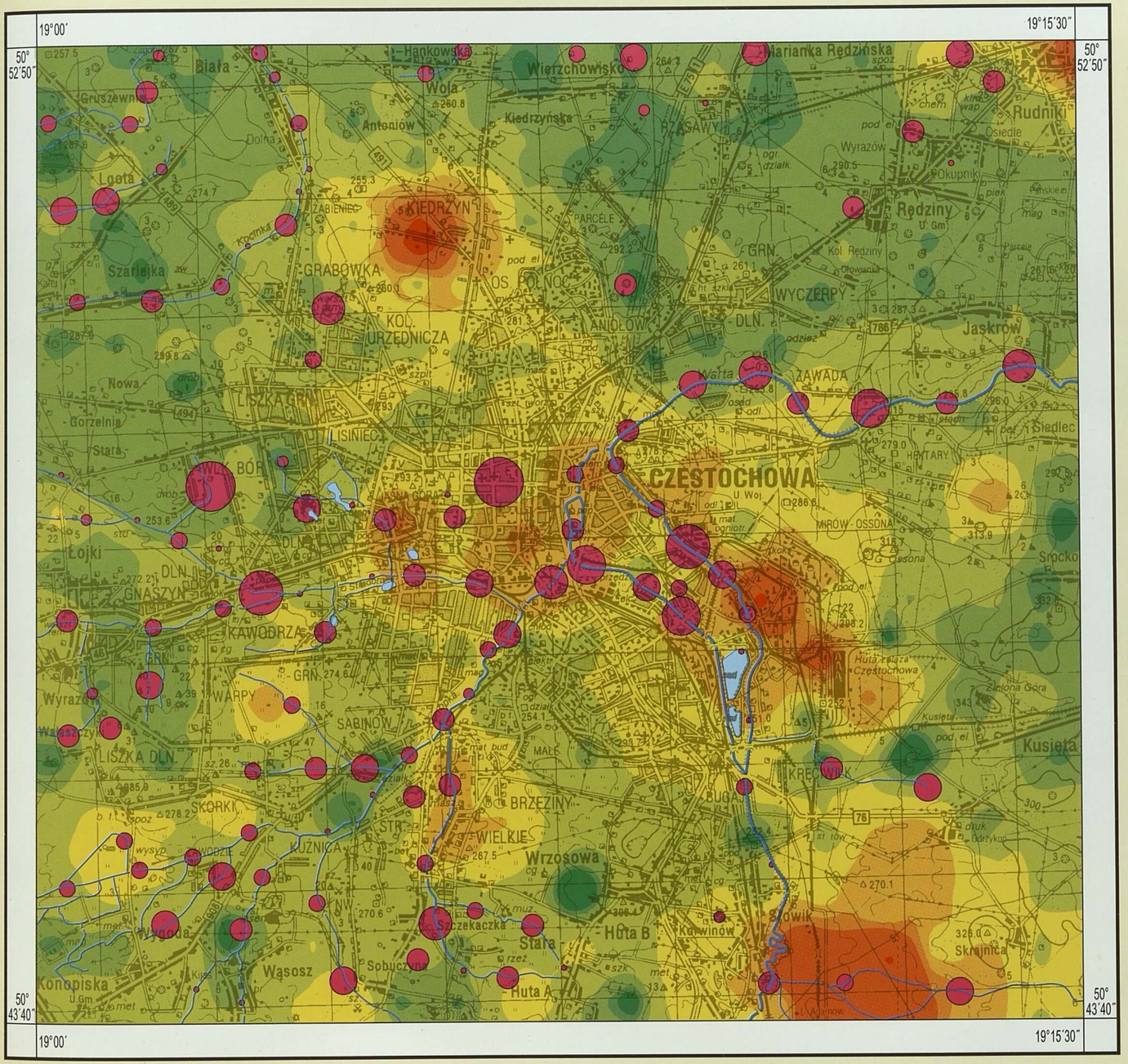


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
%

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	0,008	Minimum
Maksimum	0,809	Maximum
Średnia arytmetyczna	0,109	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	0,074	Geometric mean
Mediana	0,066	Median
Granica wykrywalności	0,005	Detection limit



Ołów w glebach i osadach wodnych
Lead in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Pb OŁÓW LEAD

Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	5	Minimum
Maksimum	535	Maximum
Średnia arytmetyczna	33	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	25	Geometric mean
Mediana	23	Median
Granica wykrywalności	5	Detection limit

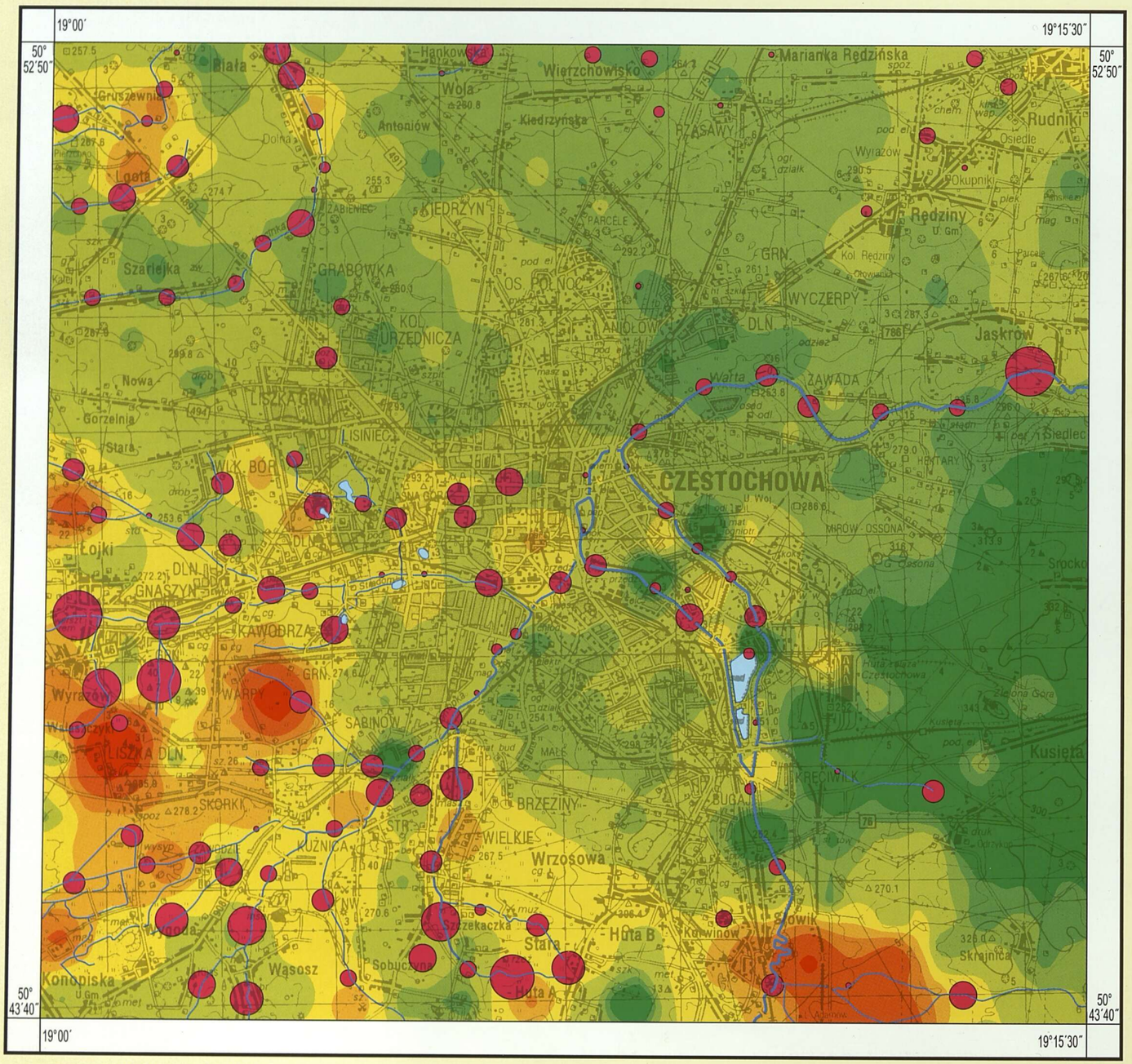
Percentyl Percentile	15	25	50	75	90	95	97	99	
ppm	14	17	23	32	49	79	108	265	

Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	<5	Minimum
Maksimum	506	Maximum
Średnia arytmetyczna	48	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	26	Geometric mean
Mediana	33	Median
Granica wykrywalności	5	Detection limit

Percentyl Percentile		
100	>240	ppm
99	164–240	
97	153–163	
95	96–152	
90	53–95	
75	34–52	
50	21–33	
25	17–20	
17	<17	

Siarka w glebach i osadach wodnych
Sulphur in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

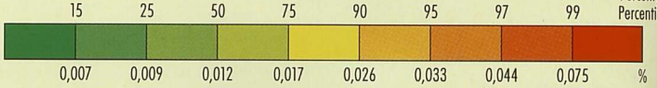
1 : 100 000

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

S SIARKA SULPHUR

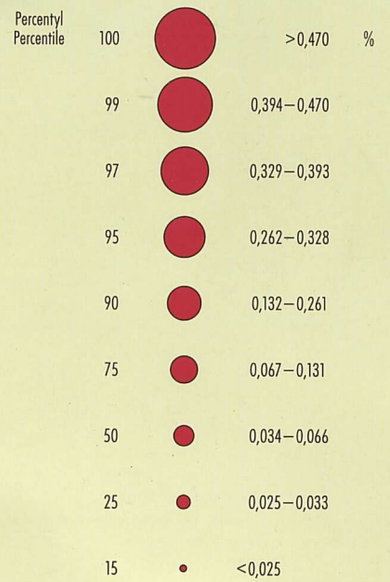
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
%

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	<0,005	Minimum
Maksimum	0,189	Maximum
Średnia arytmetyczna	0,015	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	0,013	Geometric mean
Mediana	0,012	Median
Granica wykrywalności	0,005	Detection limit

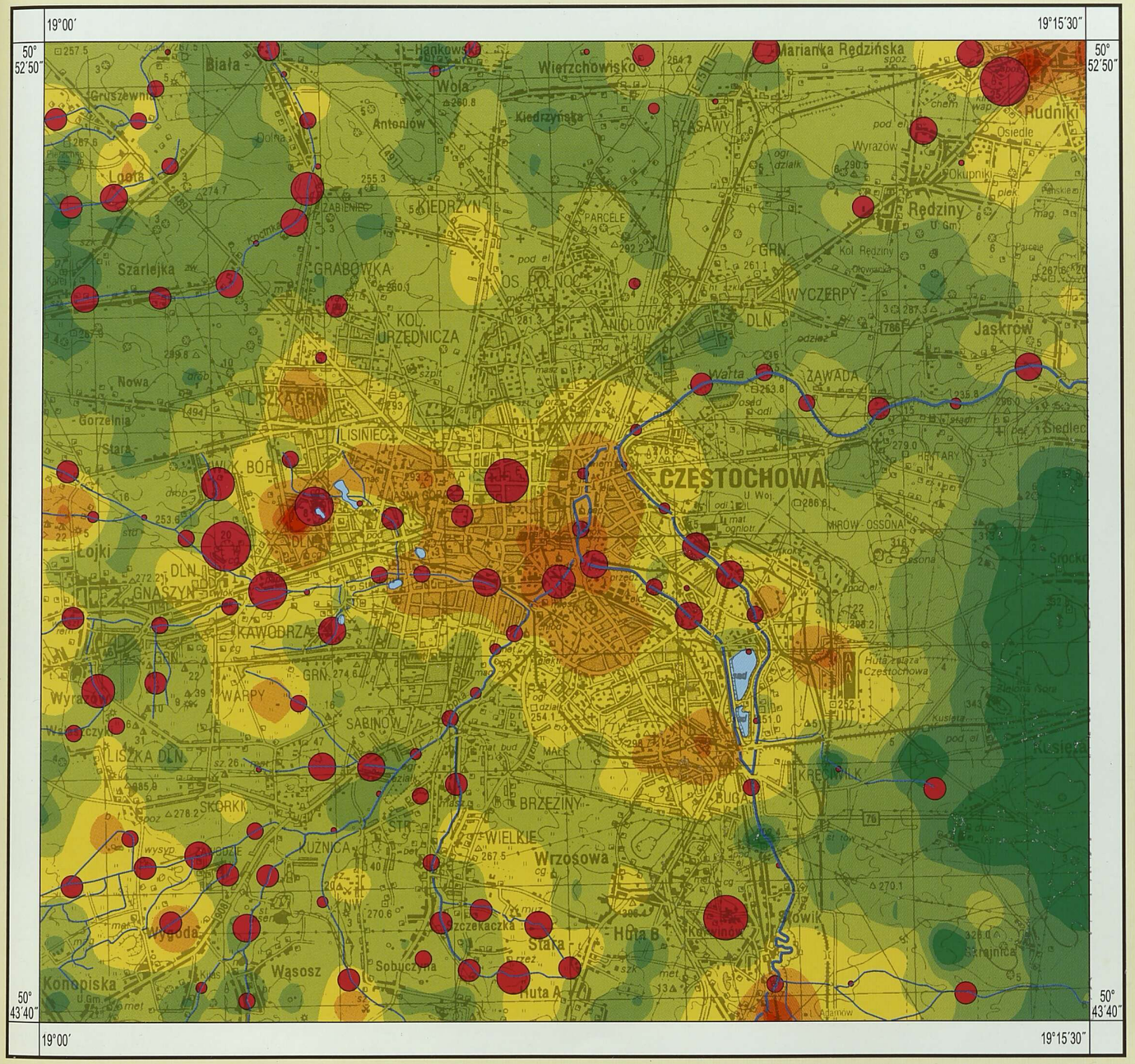


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
%

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	0,010	Minimum
Maksimum	0,563	Maximum
Średnia arytmetyczna	0,104	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	0,066	Geometric mean
Mediana	0,066	Median
Granica wykrywalności	0,005	Detection limit



Stront w glebach i osadach wodnych
Strontium in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

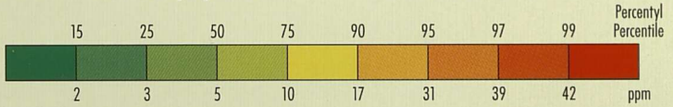
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Sr STRONT STRONTIUM

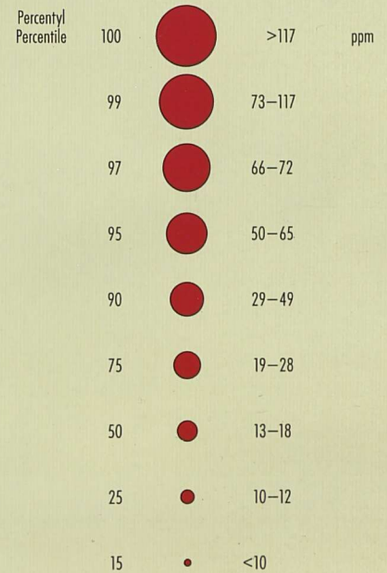
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	<1	Minimum
Maksimum	61	Maximum
Średnia arytmetyczna	8	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	5	Geometric mean
Mediana	5	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit

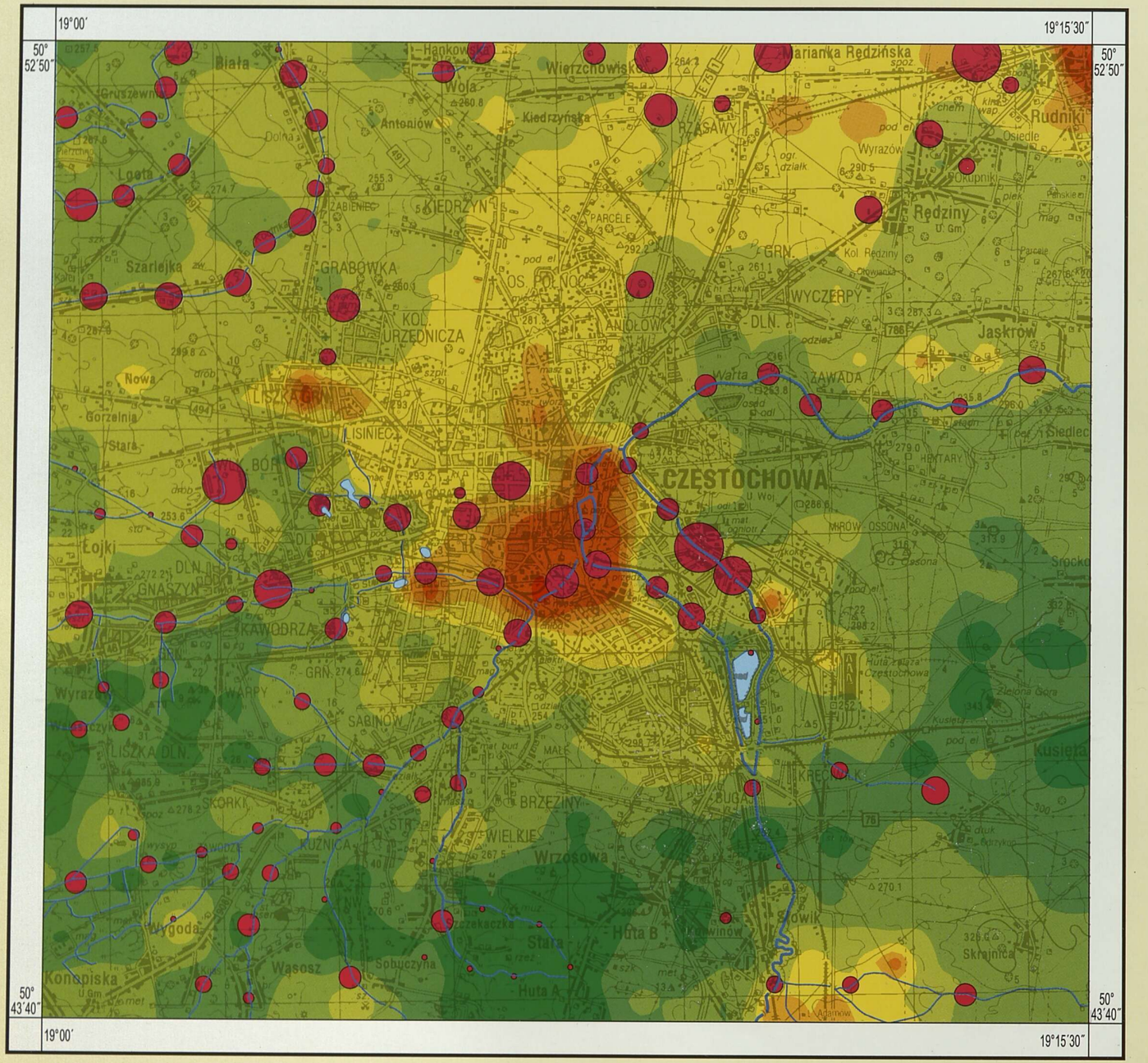


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	3	Minimum
Maksimum	280	Maximum
Średnia arytmetyczna	26	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	19	Geometric mean
Mediana	18	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



Tytan w glebach i osadach wodnych
Titanium in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Ti TYTAN TITANIUM

Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	4	Minimum
Maksimum	104	Maximum
Średnia arytmetyczna	29	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	26	Geometric mean
Mediana	34	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit

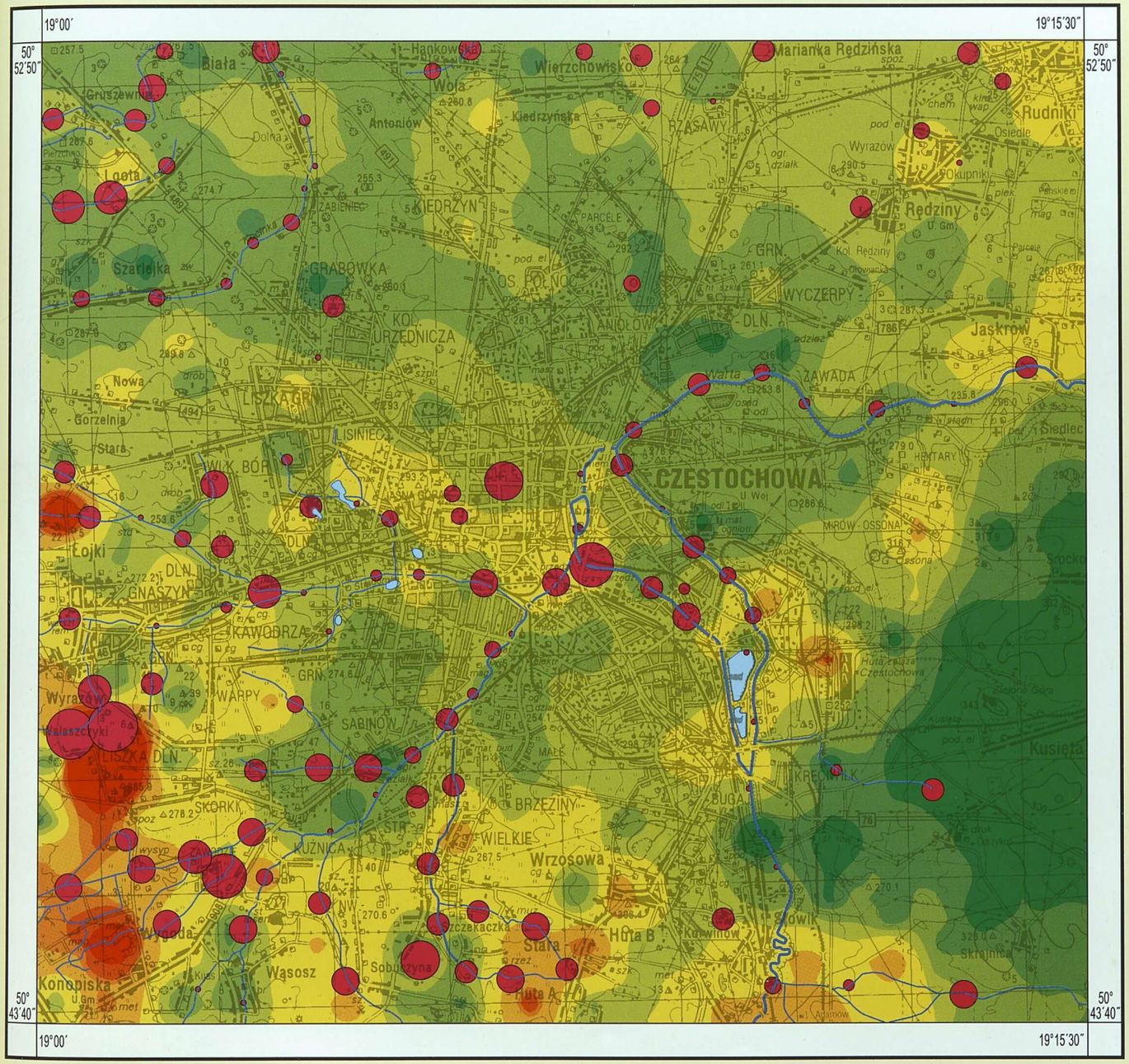
Percentyl / Percentile	15	25	50	75	90	95	97	99
ppm	13	18	27	40	48	54	61	85

Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	8	Minimum
Maksimum	137	Maximum
Średnia arytmetyczna	44	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	36	Geometric mean
Mediana	34	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit

Percentyl / Percentile		
100	>135	ppm
99	130–135	
97	117–129	
95	78–116	
90	59–77	
75	35–58	
50	24–34	
25	20–23	
15	<20	

Wanad w glebach i osadach wodnych
Vanadium in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

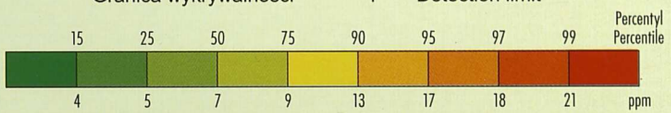
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

V WANAD VANADIUM

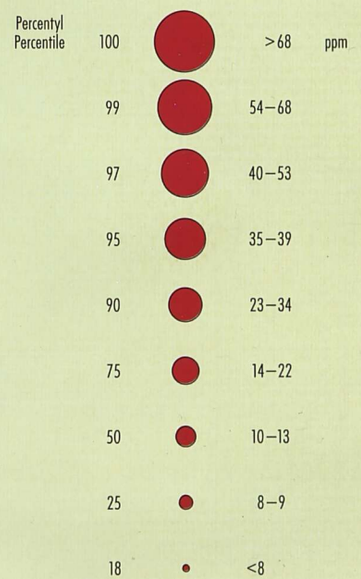
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	1	Minimum
Maksimum	103	Maximum
Średnia arytmetyczna	8	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	7	Geometric mean
Mediana	7	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit

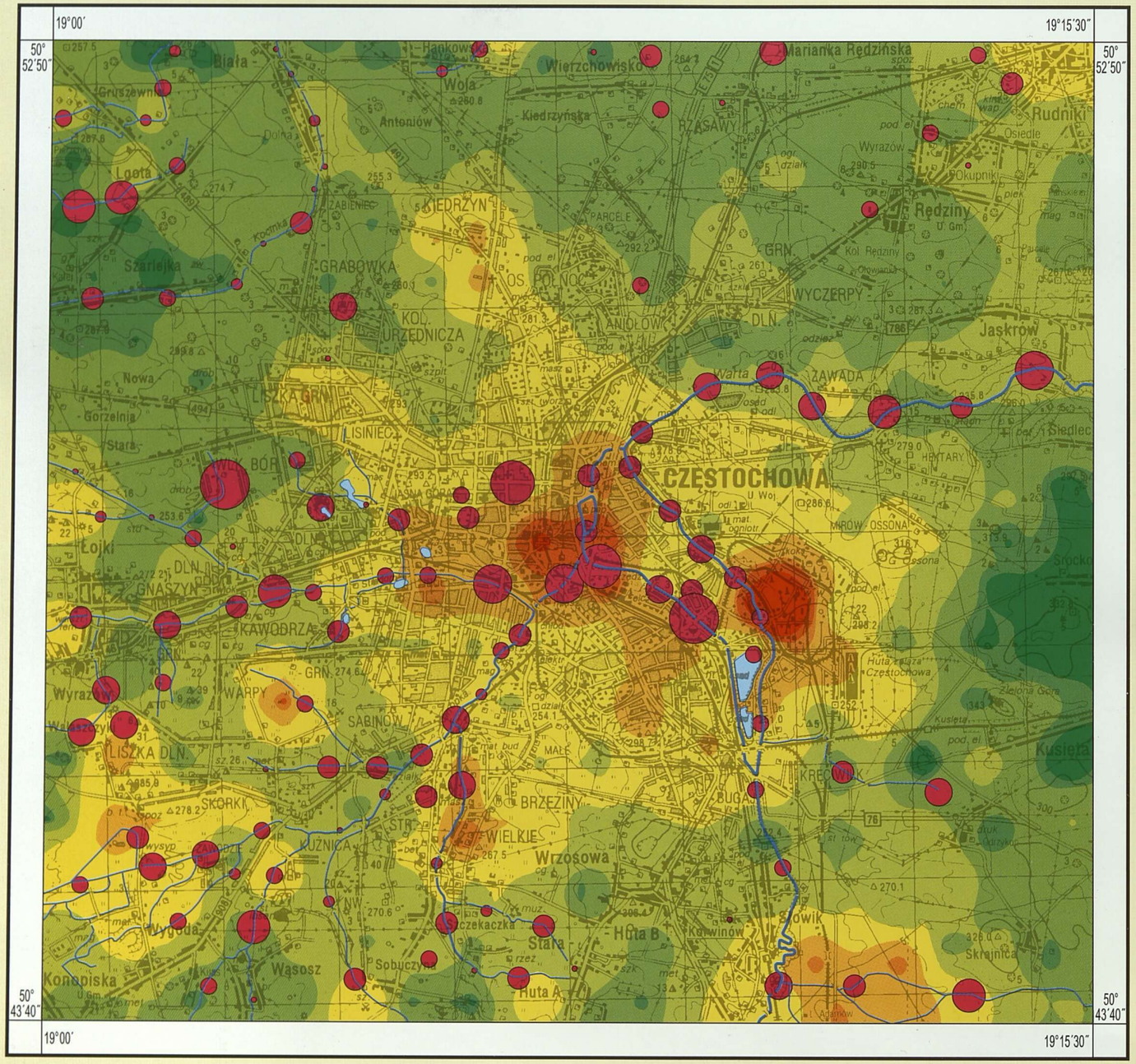


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	3	Minimum
Maksimum	125	Maximum
Średnia arytmetyczna	18	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	14	Geometric mean
Mediana	13	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



Cynk w glebach i osadach wodnych
Zinc in soils and water sediments



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

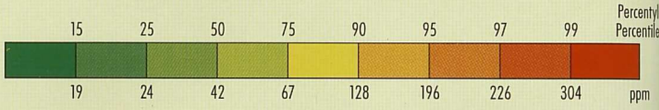
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Zn CYNK ZINC

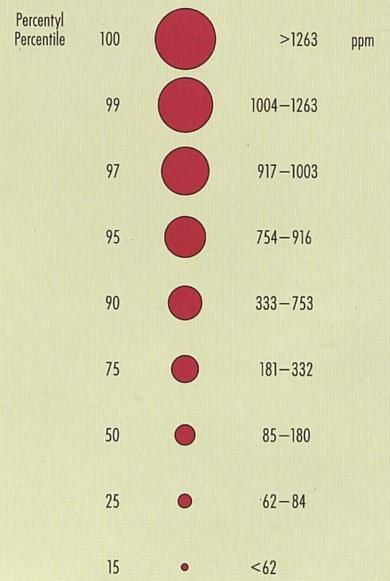
Gleby – parametry statystyczne
Soils – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	306	Number of samples
Minimum	5	Minimum
Maksimum	933	Maximum
Średnia arytmetyczna	62	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	48	Geometric mean
Mediana	42	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit

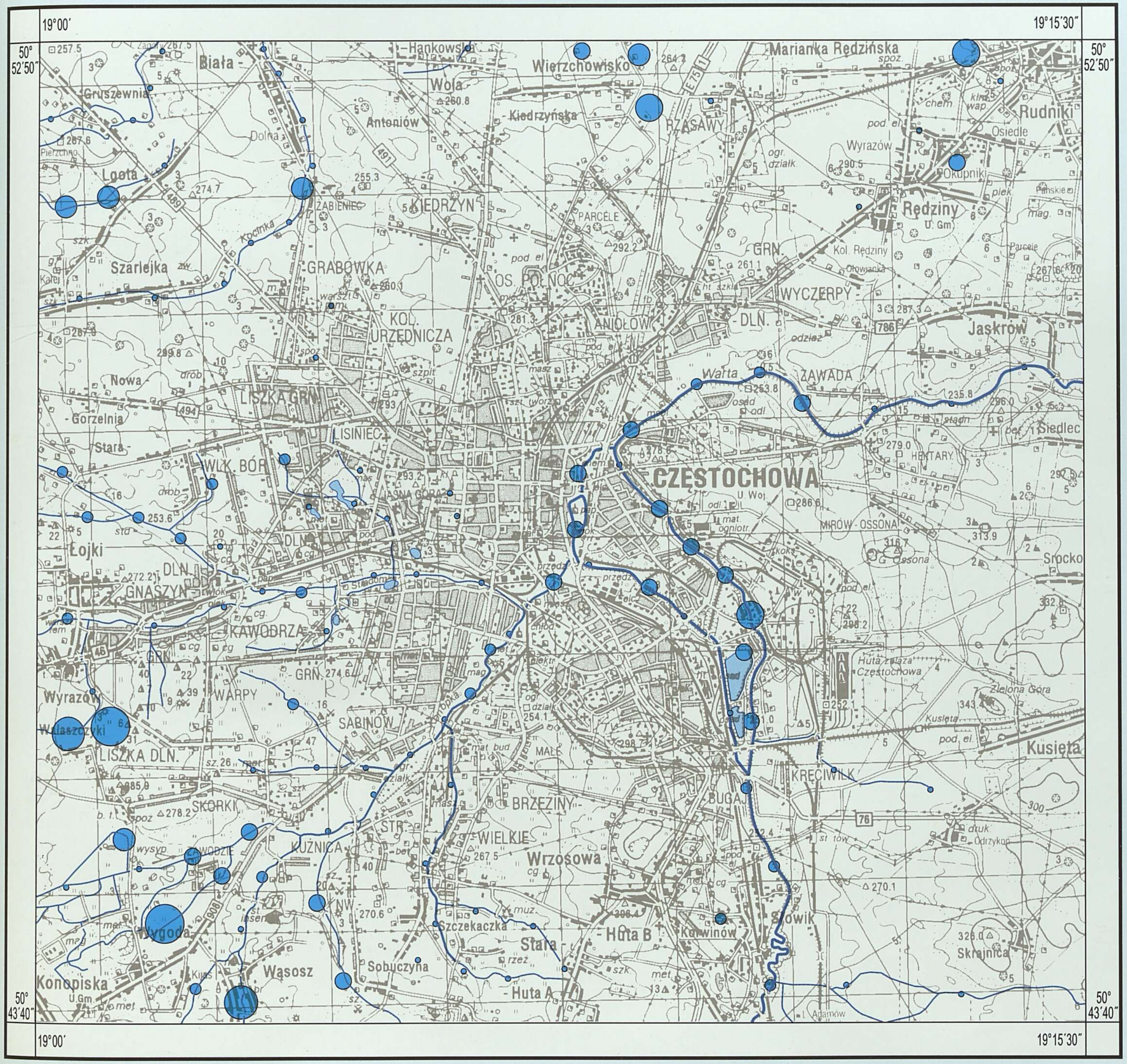


Osady wodne – parametry statystyczne
Water sediments – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	122	Number of samples
Minimum	13	Minimum
Maksimum	1555	Maximum
Średnia arytmetyczna	277	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	169	Geometric mean
Mediana	180	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



Glin w wodach powierzchniowych
Aluminium in surface waters



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

1 : 100 000

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

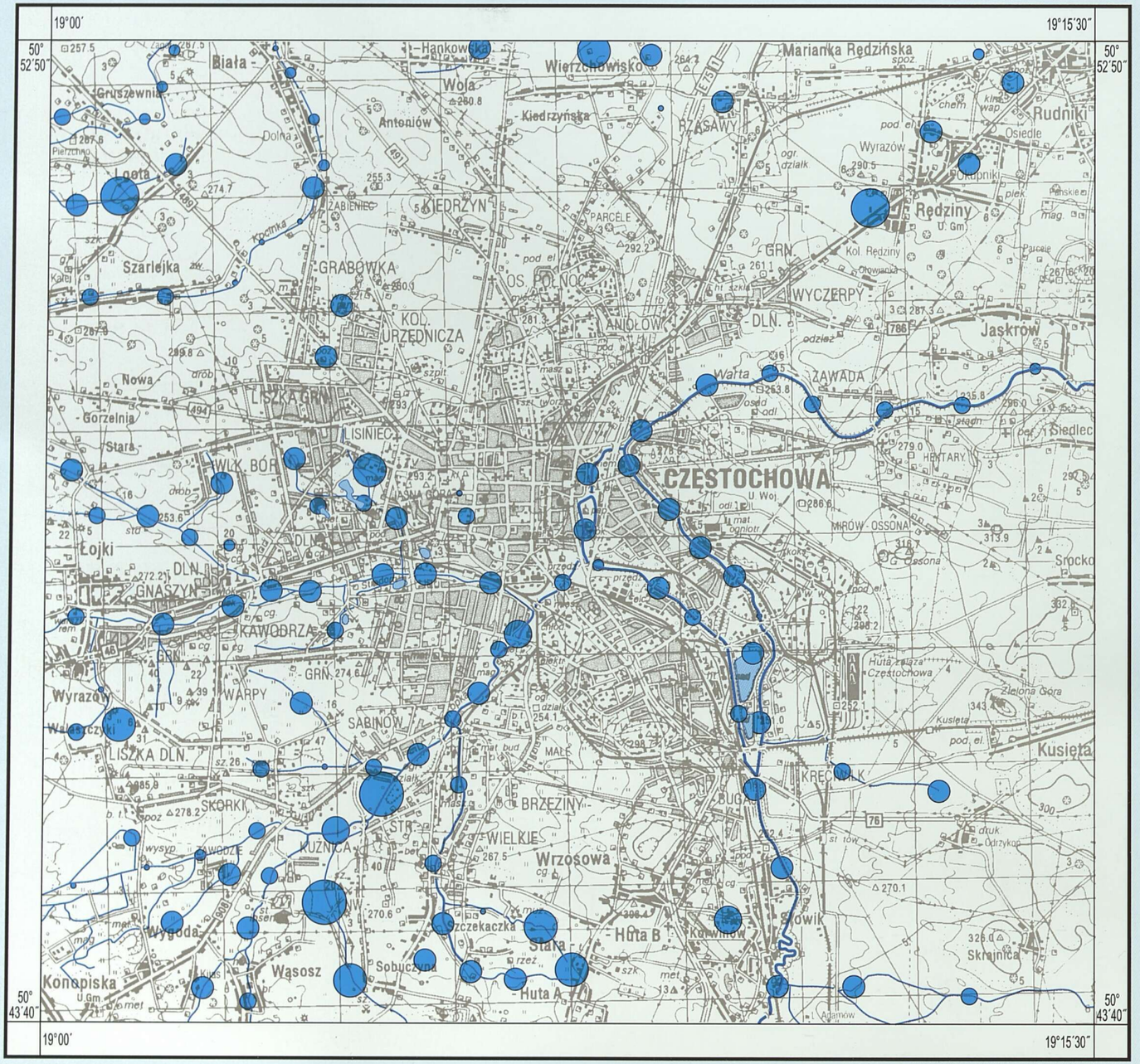
Al GLIN ALUMINIUM

Wody powierzchniowe – parametry statystyczne
Surface waters – statistical parameters
ppb = µg/dm^3

Liczba próbek	116	Number of samples
Minimum	<20	Minimum
Maksimum	1860	Maximum
Średnia arytmetyczna	47	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	<20	Geometric mean
Mediana	<20	Median
Granica wykrywalności	20	Detection limit

Percentyl / Percentile	ppb
100	>639
99	170–639
97	131–169
95	86–130
90	41–85
75	20–40
50	<20

Bar w wodach powierzchniowych
Barium in surface waters



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

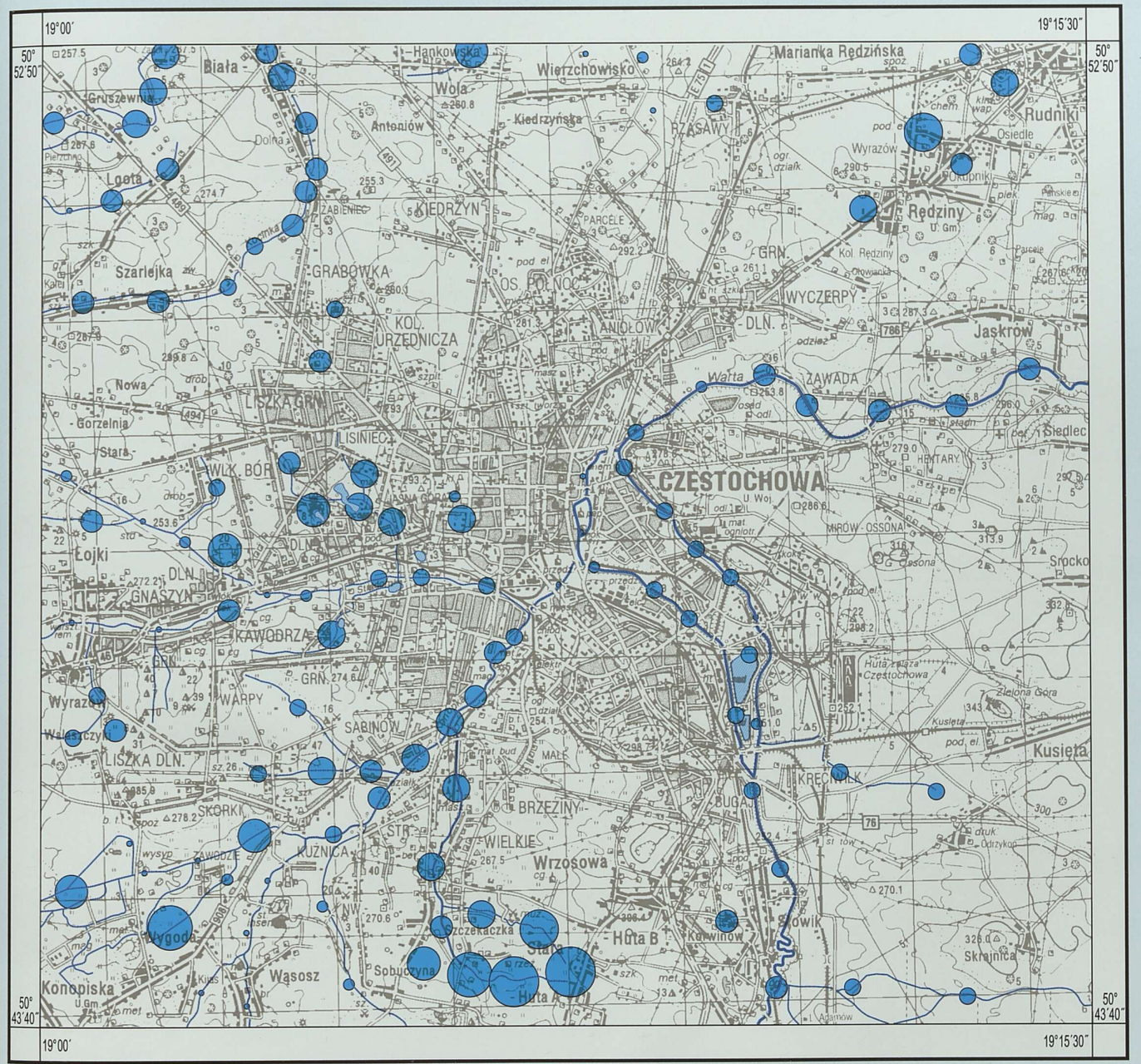
Ba BAR BARIUM

Wody powierzchniowe – parametry statystyczne
Surface waters – statistical parameters
ppb = µg/dm³

Liczba próbek	116	Number of samples
Minimum	<10	Minimum
Maksimum	420	Maximum
Średnia arytmetyczna	51	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	28	Geometric mean
Mediana	50	Median
Granica wykrywalności	10	Detection limit

Percentyl Percentile		
100	>167	ppb
99	102–167	
97	81–101	
95	71–80	
90	51–70	
75	41–50	
50	31–40	
19	<31	

Wapń w wodach powierzchniowych
Calcium in surface waters



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

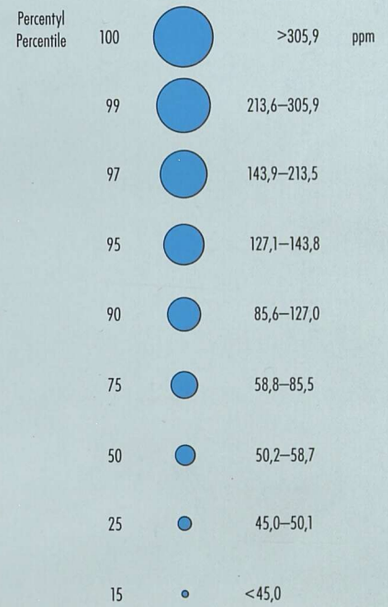
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

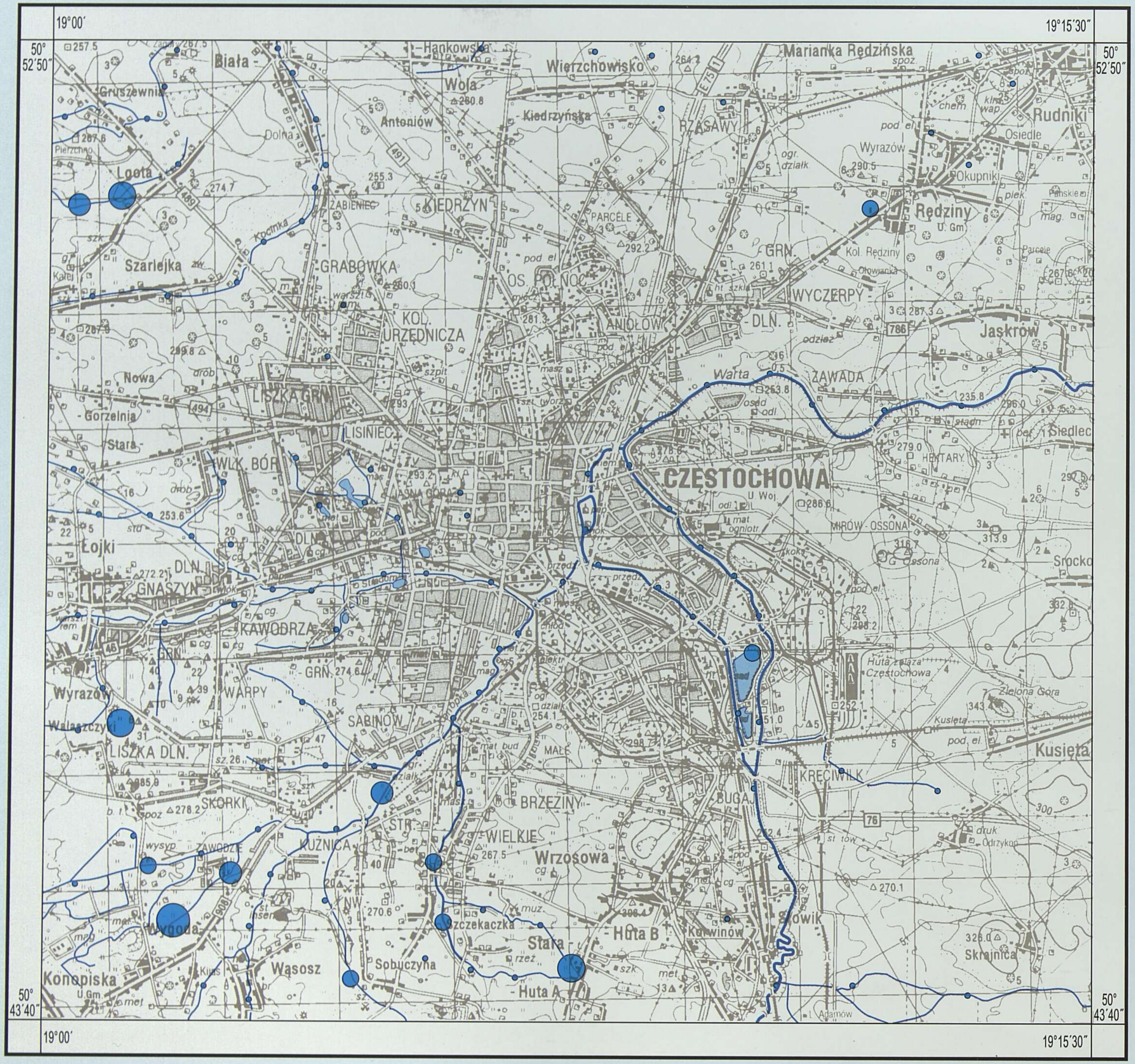
Ca WAPŃ CALCIUM

Wody powierzchniowe – parametry statystyczne
Surface waters – statistical parameters
ppm = mg/dm^3

Liczba próbek	116	Number of samples
Minimum	13,8	Minimum
Maksimum	438,8	Maximum
Średnia arytmetyczna	76,9	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	65,5	Geometric mean
Mediana	58,7	Median
Granica wykrywalności	1,0	Detection limit



Kobalt w wodach powierzchniowych
Cobalt in surface waters



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

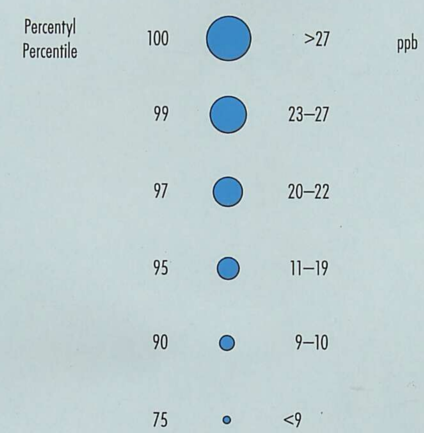
1 : 100 000

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

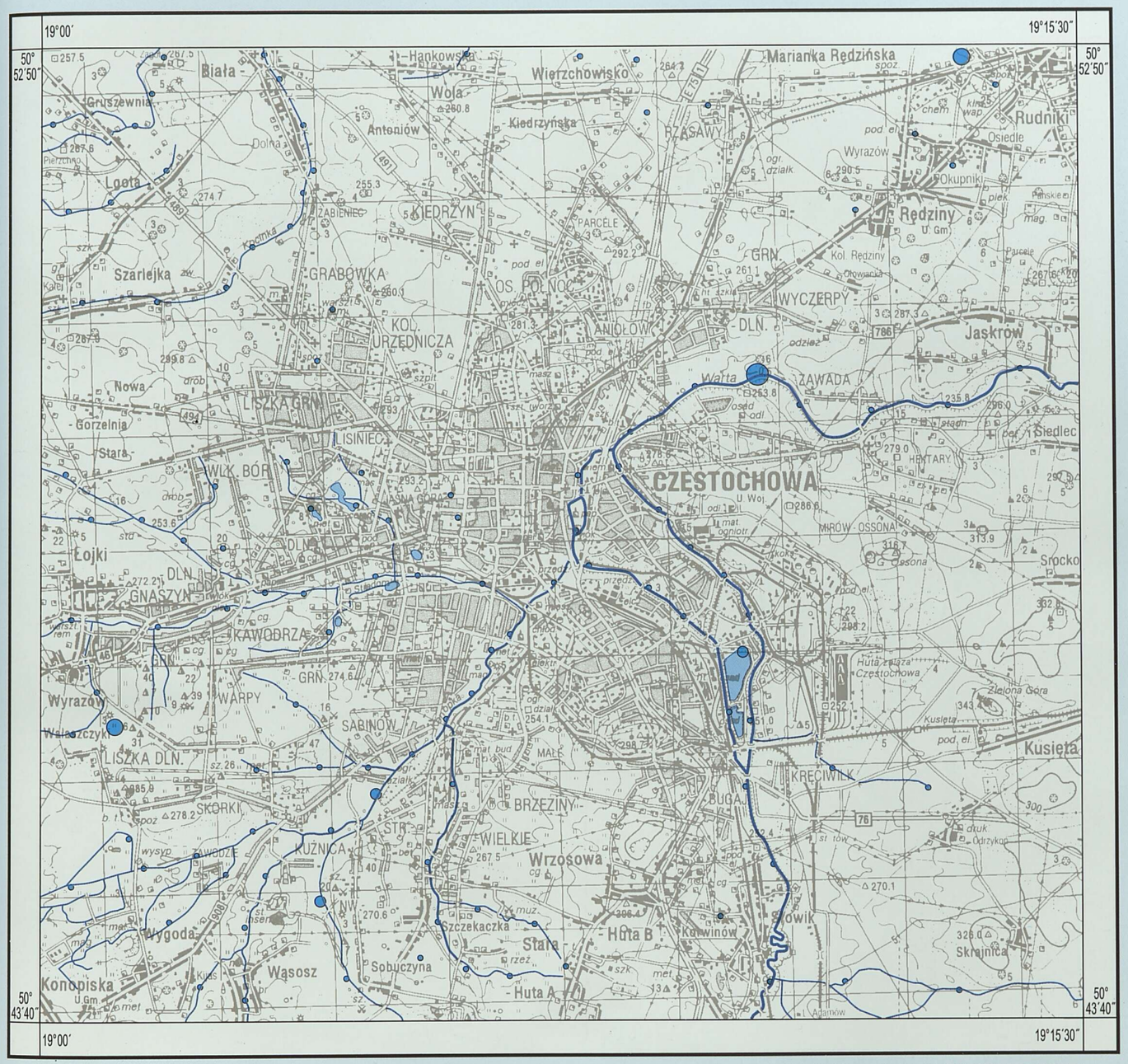
Co KOBALT COBALT

Wody powierzchniowe – parametry statystyczne
Surface waters – statistical parameters
ppb = µg/dm^3

Liczba próbek	116	Number of samples
Minimum	<8	Minimum
Maksimum	142	Maximum
Średnia arytmetyczna	<8	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	<8	Geometric mean
Mediana	<8	Median
Granica wykrywalności	8	Detection limit



Chrom w wodach powierzchniowych
Chromium in surface waters



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

1 : 100 000

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

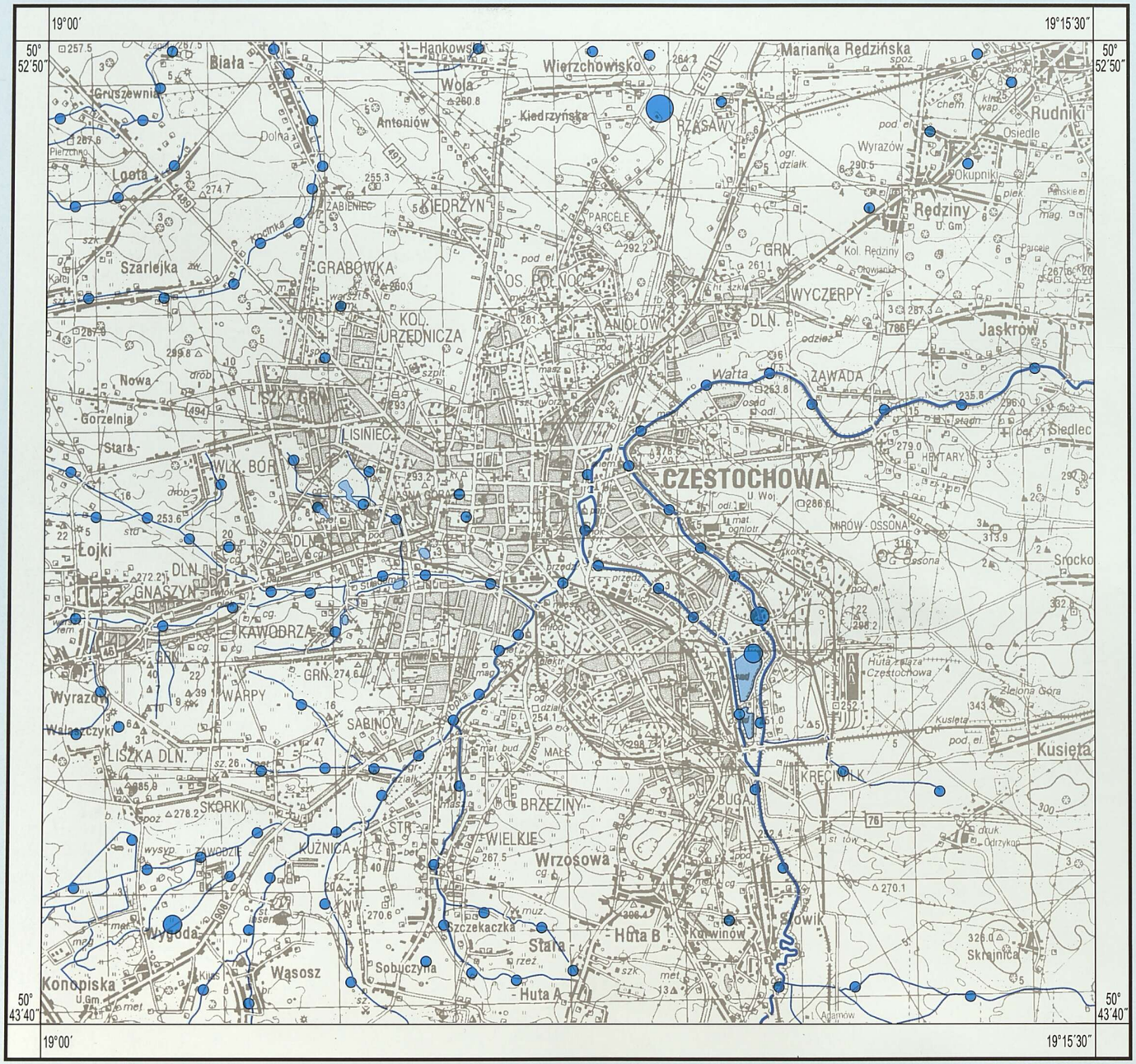
Cr CHROM CHROMIUM

Wody powierzchniowe – parametry statystyczne
Surface waters – statistical parameters
ppb = µg/dm³

Liczba próbek	116	Number of samples
Minimum	<5	Minimum
Maksimum	15	Maximum
Średnia arytmetyczna	<5	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	<5	Geometric mean
Mediana	<5	Median
Granica wykrywalności	5	Detection limit

Percentyl Percentile		
100	>11	ppb
99	7–11	
97	5–6	
95	<5	

Miedź w wodach powierzchniowych
Copper in surface waters



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

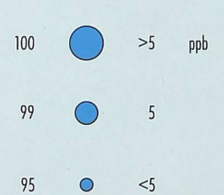
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

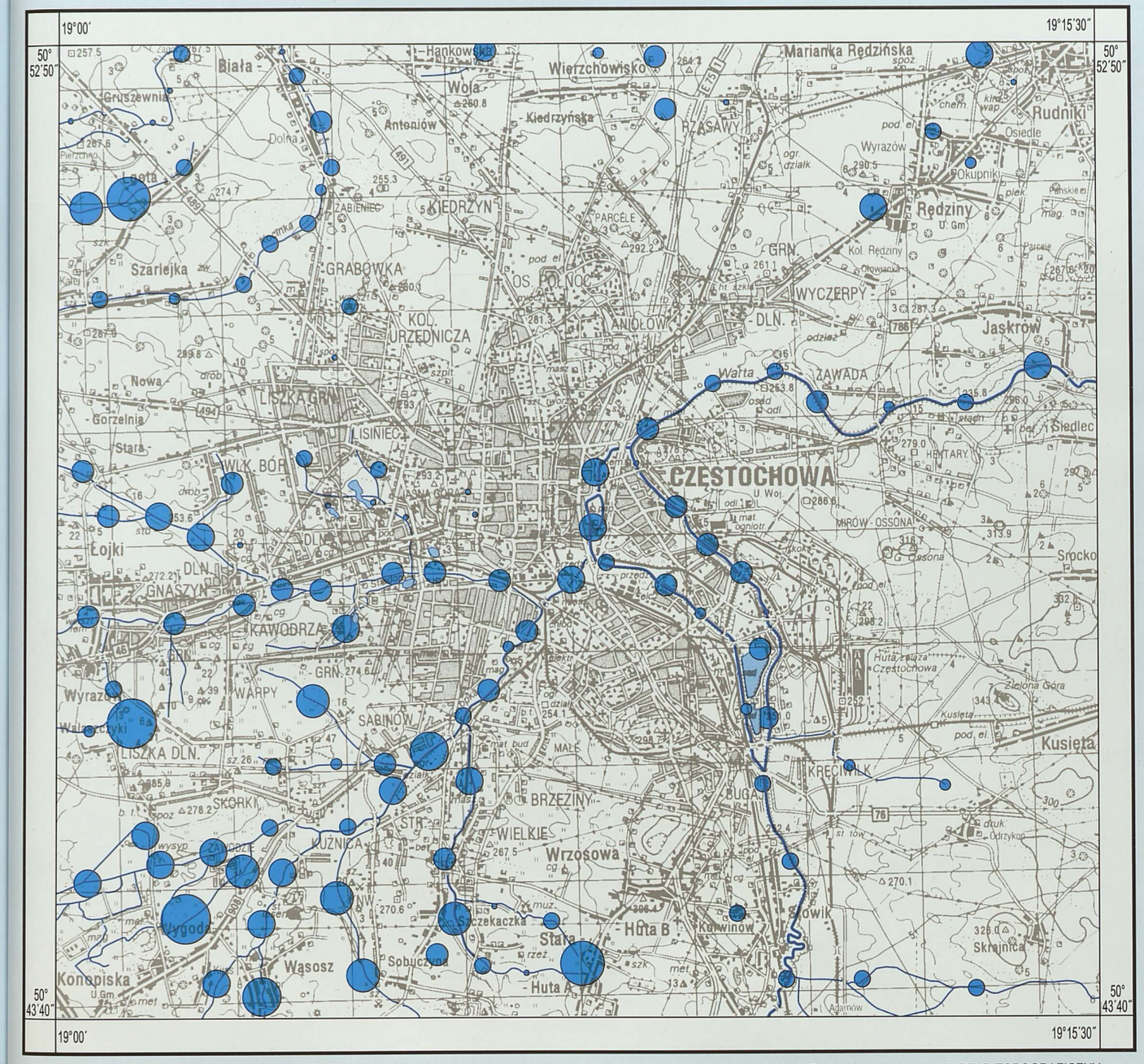
Cu MIEDŹ COPPER

Wody powierzchniowe – parametry statystyczne
Surface waters – statistical parameters
ppb = µg/dm^3

Liczba próbek	116	Number of samples
Minimum	<5	Minimum
Maksimum	28	Maximum
Średnia arytmetyczna	<5	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	<5	Geometric mean
Mediana	<5	Median
Granica wykrywalności	5	Detection limit



Żelazo w wodach powierzchniowych
Iron in surface waters



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

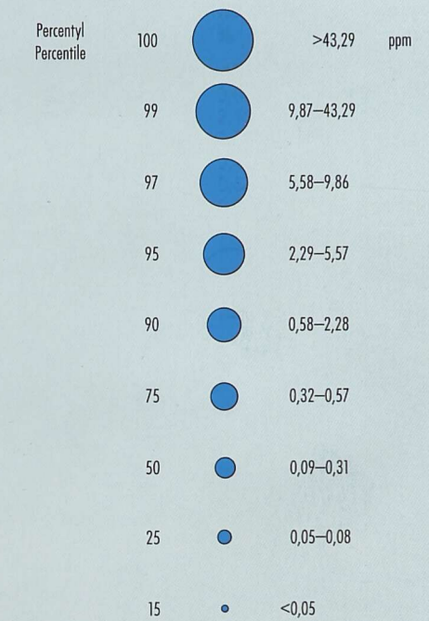
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

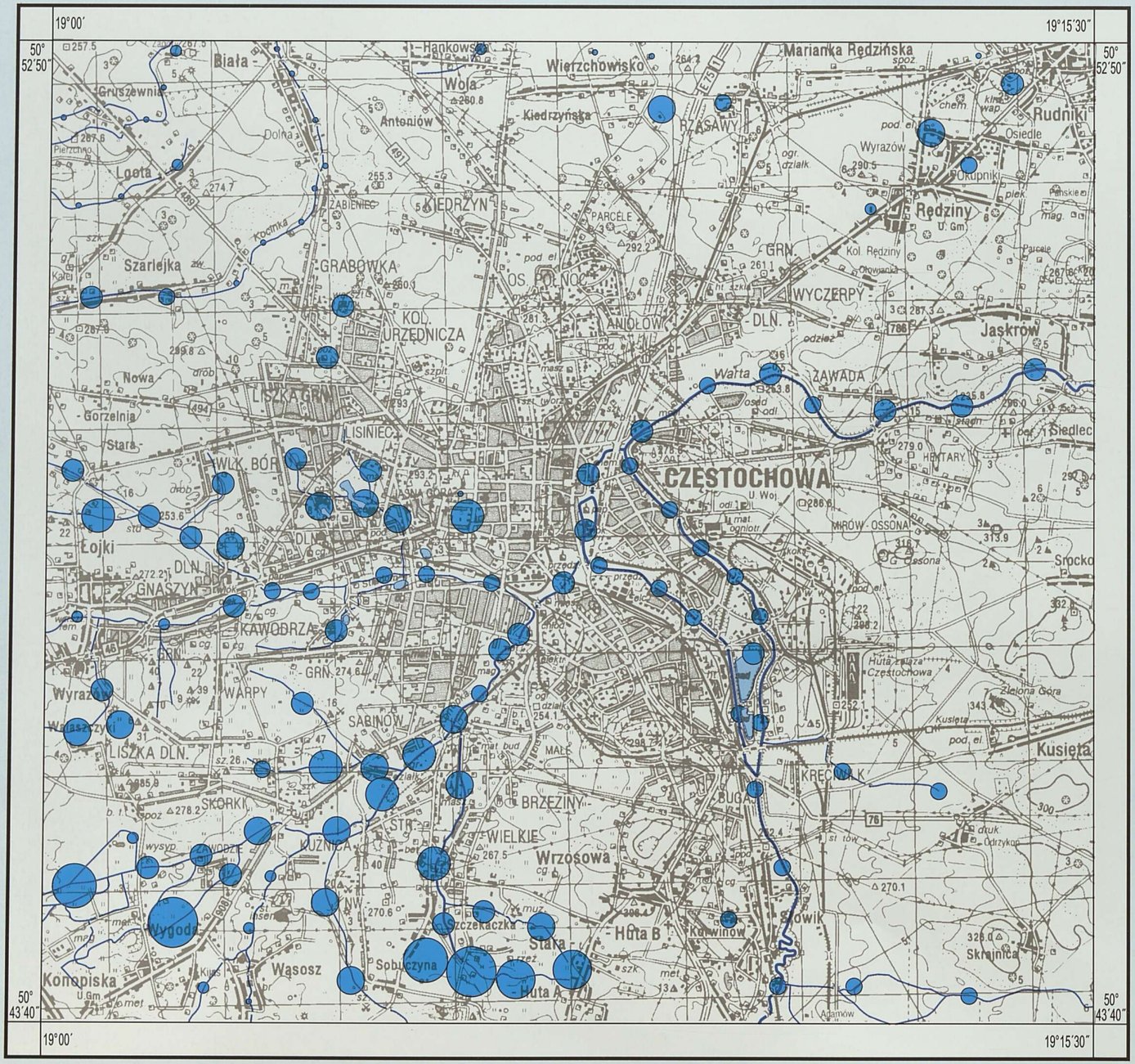
Fe ŻELAZO IRON

Wody powierzchniowe – parametry statystyczne
Surface waters – statistical parameters
ppm = mg/dm^3

Liczba próbek	116	Number of samples
Minimum	<0,01	Minimum
Maksimum	58,97	Maximum
Średnia arytmetyczna	1,95	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	0,08	Geometric mean
Mediana	0,31	Median
Granica wykrywalności	0,01	Detection limit



Magnez w wodach powierzchniowych
Magnesium in surface waters



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

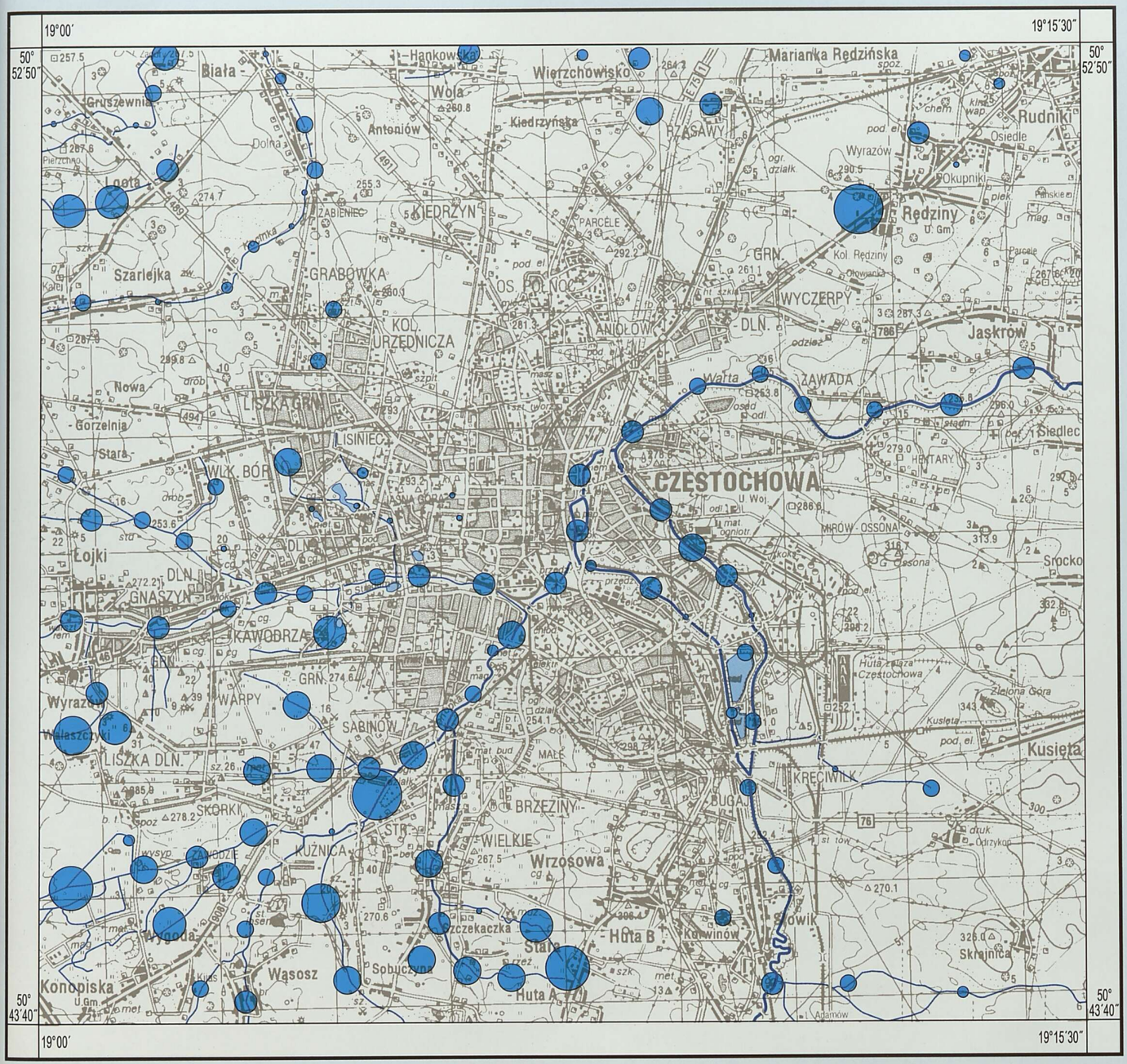
Mg MAGNEZ MAGNESIUM

Wody powierzchniowe – parametry statystyczne
Surface waters – statistical parameters
ppm = mg/dm^3

Liczba próbek	116	Number of samples
Minimum	1,7	Minimum
Maksimum	97,2	Maximum
Średnia arytmetyczna	16,7	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	11,4	Geometric mean
Mediana	9,7	Median
Granica wykrywalności	0,1	Detection limit

Percentyl Percentile		
100	>79,0	ppm
99	66,1–79,0	
97	55,1–66,0	
95	39,1–55,0	
90	17,1–39,0	
75	9,8–17,0	
50	7,0–9,7	
25	4,5–6,9	
15	<4,5	

Mangan w wodach powierzchniowych
Manganese in surface waters



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

1 : 100 000

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

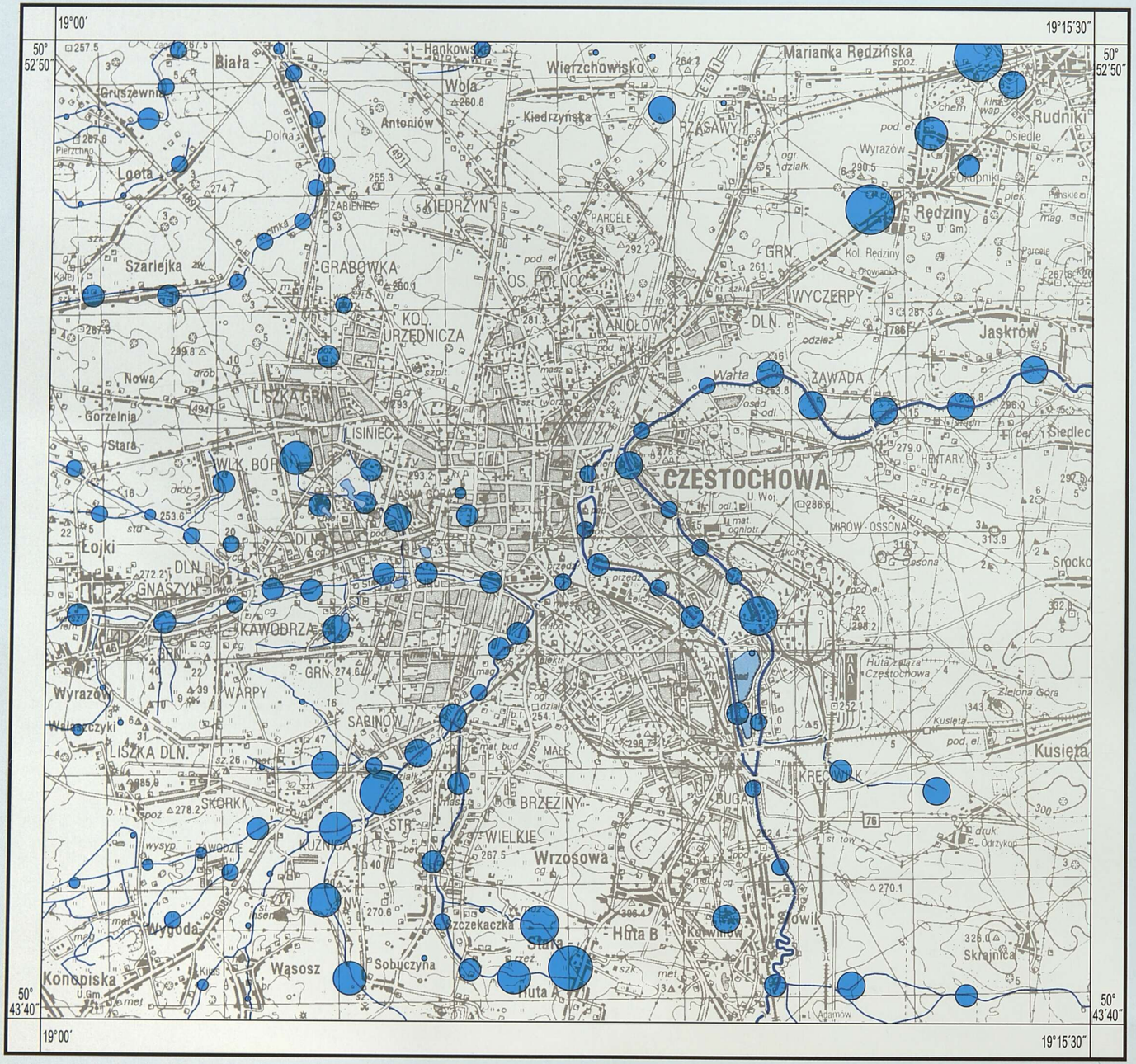
Mn MANGAN MANGANESE

Wody powierzchniowe – parametry statystyczne
Surface waters – statistical parameters
ppm = mg/kg

Liczba próbek	116	Number of samples
Minimum	<0,003	Minimum
Maksimum	19,960	Maximum
Średnia arytmetyczna	0,910	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	0,210	Geometric mean
Mediana	0,260	Median
Granica wykrywalności	0,001	Detection limit

Percentyl Percentile		
100	>10,366	ppm
99	4,678–10,366	
97	3,947–4,677	
95	1,838–3,946	
90	0,488–1,837	
75	0,270–0,487	
50	0,107–0,269	
25	0,081–0,106	
15	<0,081	

Sód w wodach powierzchniowych
Sodium in surface waters



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

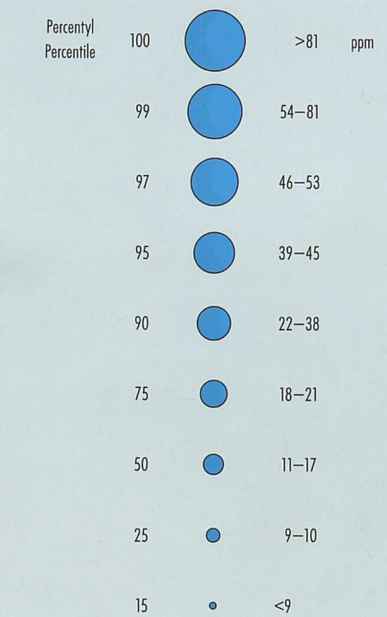
1 : 100 000

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

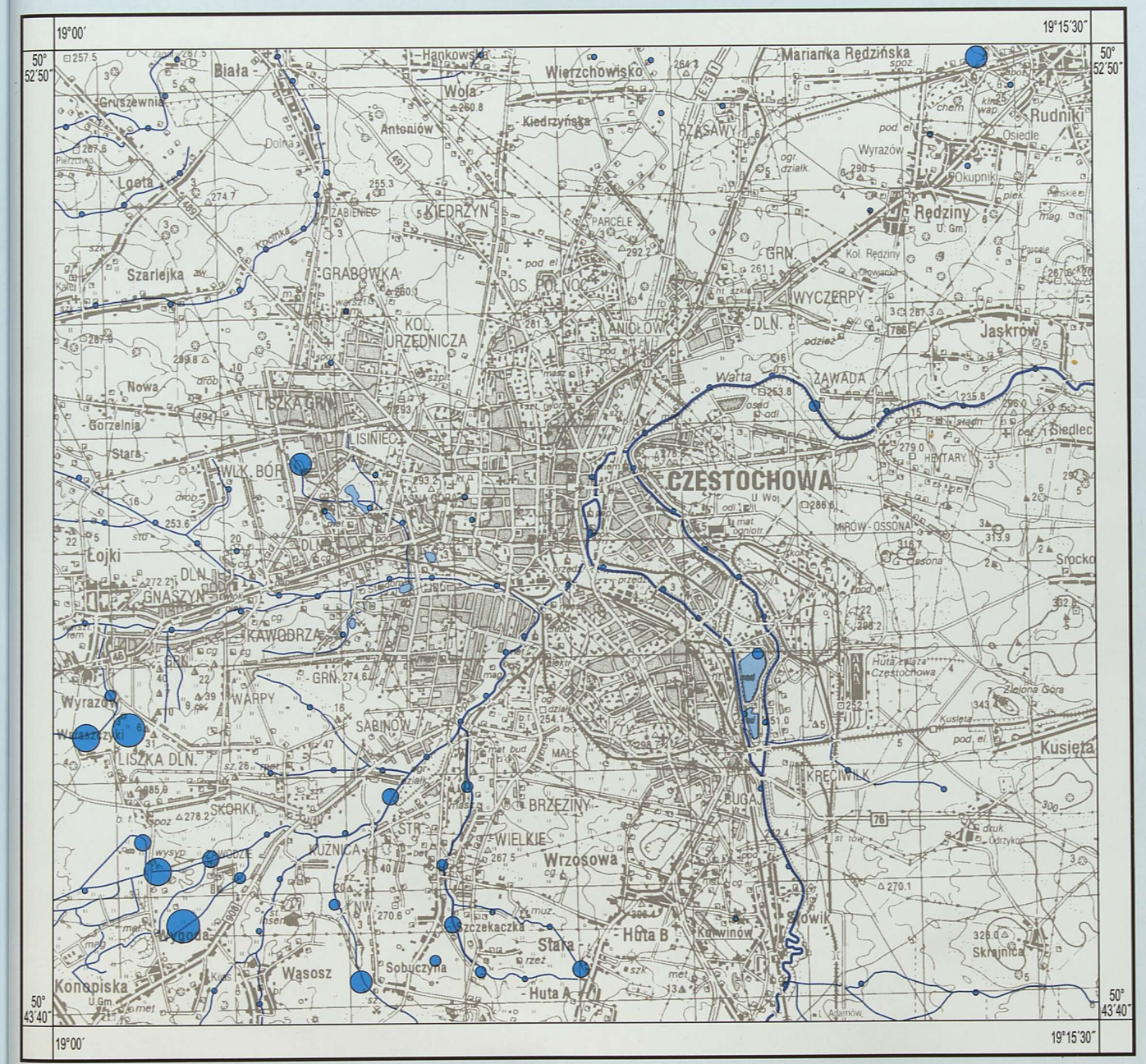
Na SÓD SODIUM

Wody powierzchniowe – parametry statystyczne
Surface waters – statistical parameters
ppm = mg/dm^3

Liczba próbek	116	Number of samples
Minimum	1	Minimum
Maksimum	169	Maximum
Średnia arytmetyczna	20	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	15	Geometric mean
Mediana	17	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



Nikiel w wodach powierzchniowych
Nickel in surface waters



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

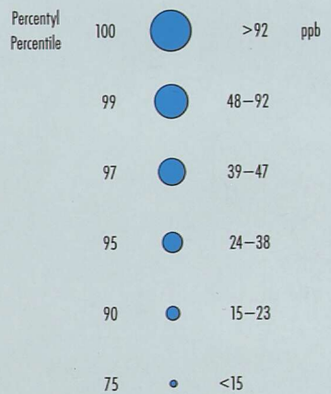
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

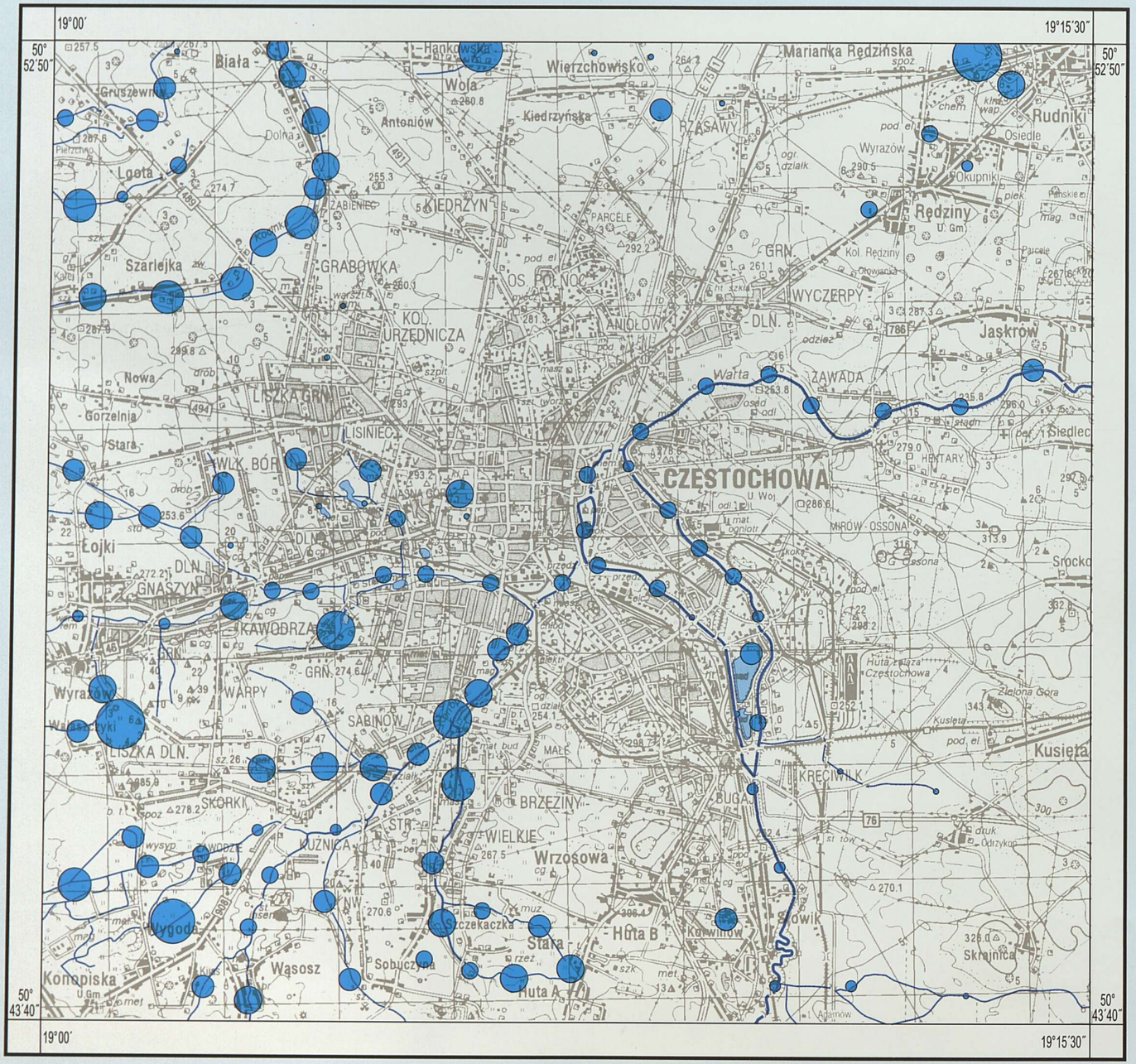
Ni NIKIEL
NICKEL

Wody powierzchniowe – parametry statystyczne
Surface waters – statistical parameters
ppb = µg/dm^3

Liczba próbek	116	Number of samples
Minimum	<15	Minimum
Maksimum	218	Maximum
Średnia arytmetyczna	<15	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	<15	Geometric mean
Mediana	<15	Median
Granica wykrywalności	15	Detection limit



Krzemionka w wodach powierzchniowych
Silica in surface waters



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

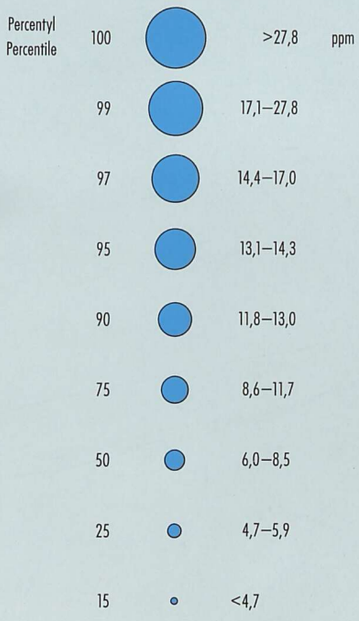
1 : 100 000

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

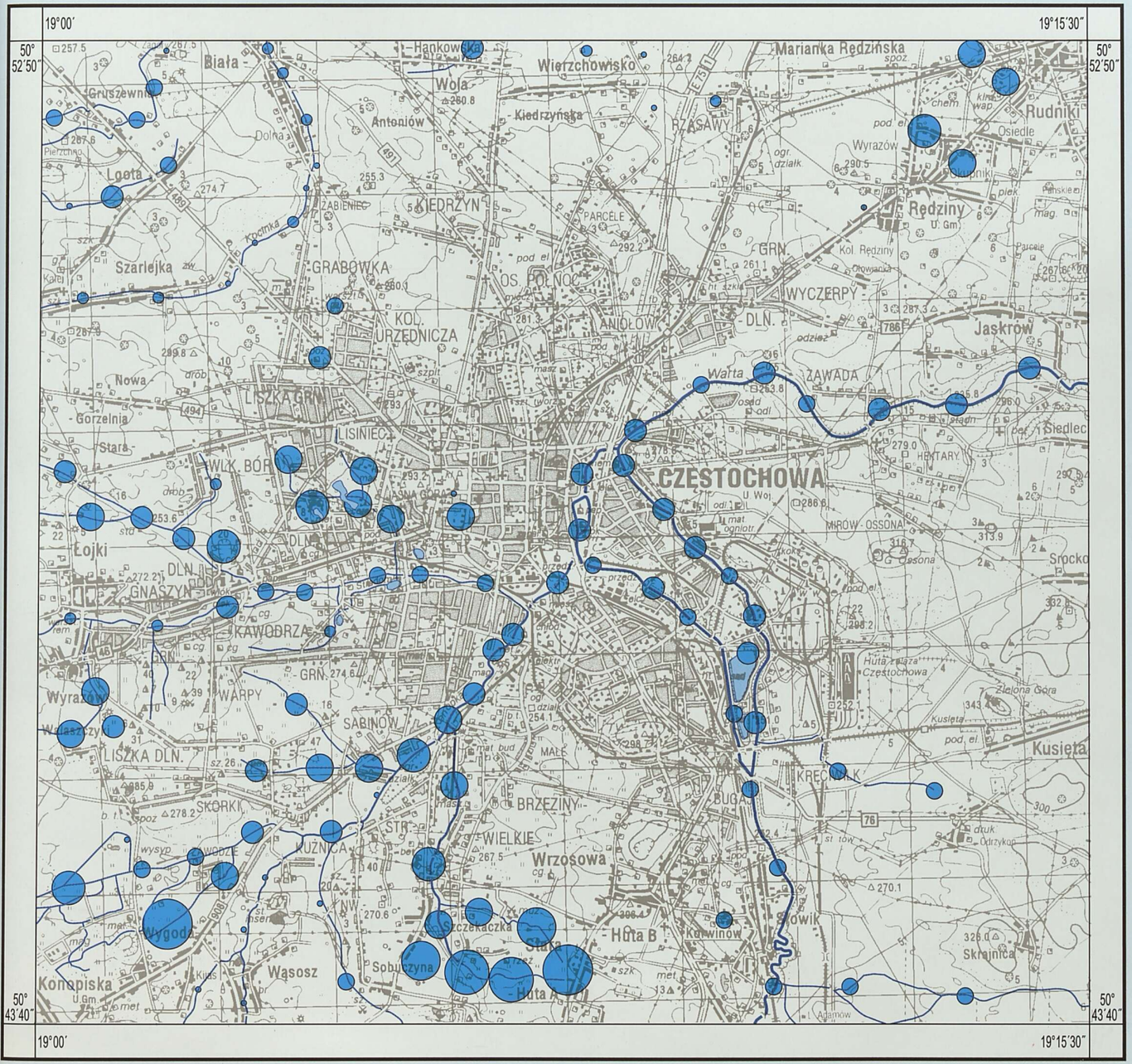
SiO_2 KRZEMIONKA SILICA

Wody powierzchniowe – parametry statystyczne
Surface waters – statistical parameters
ppm = mg/dm^3

Liczba próbek	116	Number of samples
Minimum	0,3	Minimum
Maksimum	126,0	Maximum
Średnia arytmetyczna	10,0	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	7,0	Geometric mean
Mediana	8,5	Median
Granica wykrywalności	0,3	Detection limit



Siarczany w wodach powierzchniowych
Sulphates in surface waters



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

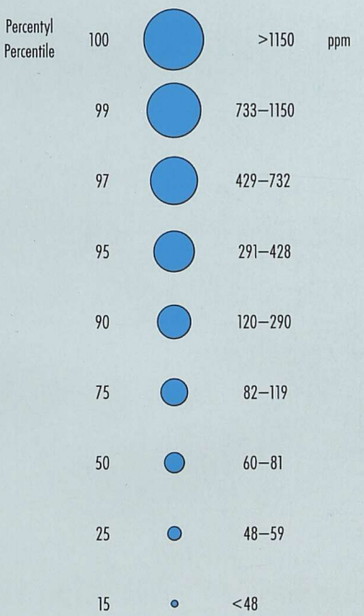
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

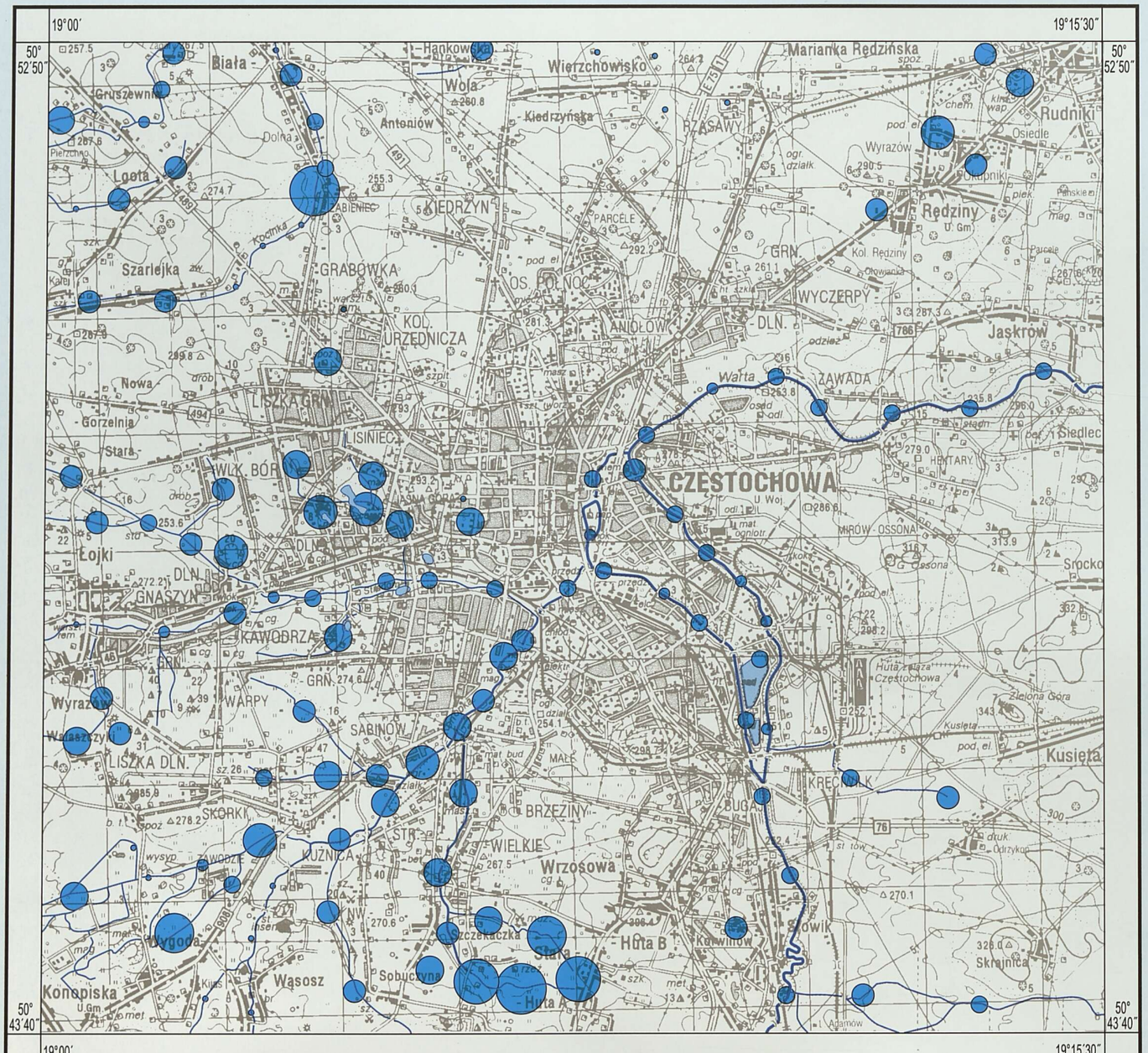
SO_4 SIARCZANY SULPHATES

Wody powierzchniowe – parametry statystyczne
Surface waters – statistical parameters
ppm = mg/dm^3

Liczba próbek	116	Number of samples
Minimum	5	Minimum
Maksimum	1283	Maximum
Średnia arytmetyczna	144	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	93	Geometric mean
Mediana	81	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



Stront w wodach powierzchniowych
Strontium in surface waters



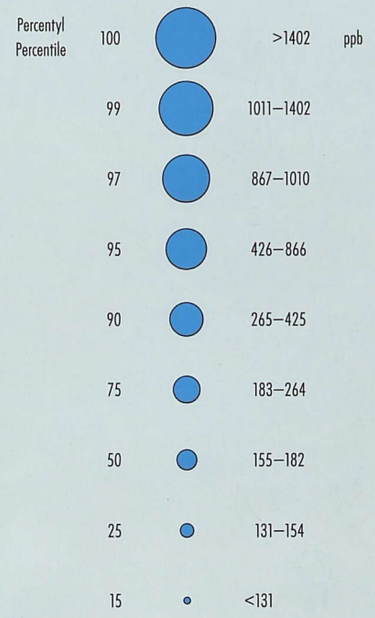
© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

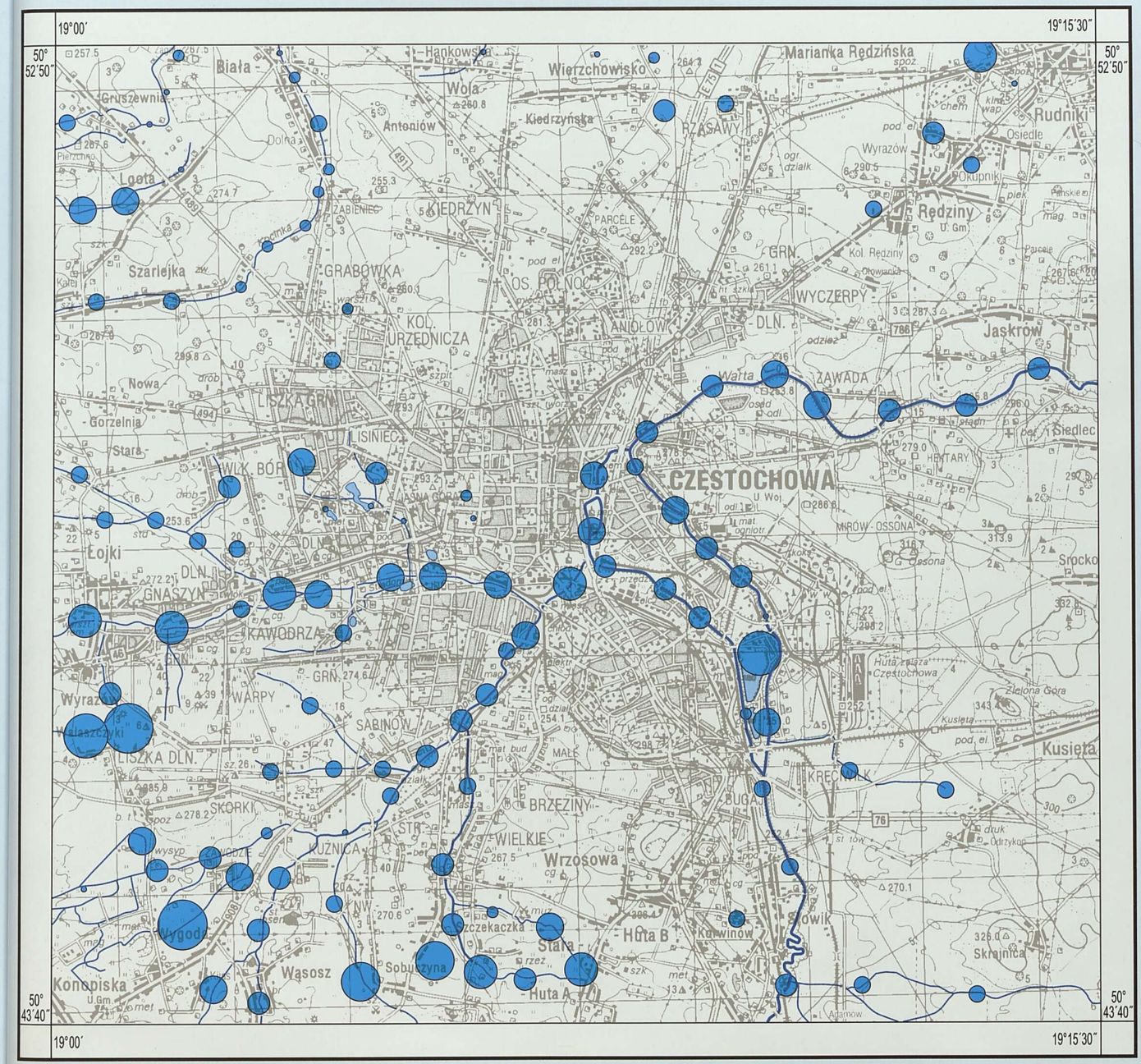
Sr STRONT STRONTIUM

Wody powierzchniowe – parametry statystyczne
Surface waters – statistical parameters
ppb = µg/dm³

Liczba próbek	116	Number of samples
Minimum	67	Minimum
Maksimum	1443	Maximum
Średnia arytmetyczna	264	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	209	Geometric mean
Mediana	182	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



Cynk w wodach powierzchniowych
Zinc in surface waters



© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny
and Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001

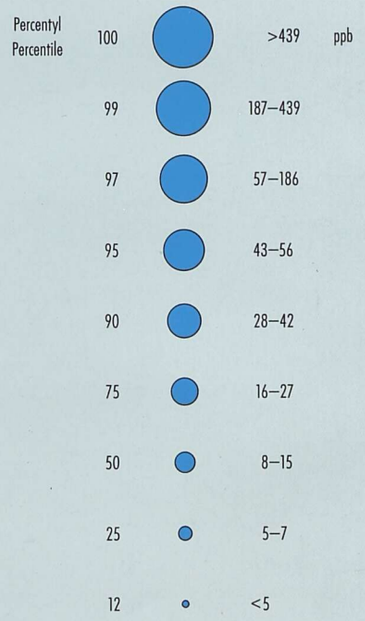
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY
SZTABU GENERALNEGO W.P. – 2000 r.

1 : 100 000

Zn CYNK ZINC

Wody powierzchniowe – parametry statystyczne
Surface waters – statistical parameters
ppb = µg/dm³

Liczba próbek	116	Number of samples
Minimum	<5,0	Minimum
Maksimum	1295,0	Maximum
Średnia arytmetyczna	37,0	Arithmetic mean
Średnia geometryczna	5,0	Geometric mean
Mediana	15,5	Median
Granica wykrywalności	5,0	Detection limit



ISBN 83-86986-54-9