



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

ATLAS GEOCHEMICZNY AGLOMERACJI ŁÓDZKIEJ

Część I

GEOCHEMICAL ATLAS OF ŁÓDŹ AGGLOMERATION

Part I

1:100 000

Józef Lis, Anna Pasieczna



Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ



WYDAWNICTWO KARTOGRAFICZNE
POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A.

WARSZAWA 1998



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

ATLAS GEOCHEMICZNY AGLOMERACJI ŁÓDZKIEJ

Część I: gleby, osady wodne, wody powierzchniowe

GEOCHEMICAL ATLAS OF ŁÓDŹ AGGLOMERATION

Part I: soils, water sediments, surface waters

1:100 000

Józef Lis, Anna Pasieczna



Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ



WYDAWNICTWO KARTOGRAFICZNE
POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A.

WARSZAWA 1998

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

Redaktor: mgr Barbara SŁOWAŃSKA

Akceptował do druku 07.09.1998 r.
Dyrektor Naczelny Państwowego Instytutu Geologicznego
prof. dr hab. Stanisław SPECZIK

© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 1998

Recenzent prof. dr hab. inż. Andrzej PAULO

Tłumaczenie mgr Zdzisław SIWEK

WYDAWNICTWO KARTOGRAFICZNE
POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ SA
Zlec. H-7

SUMMARY

INTRODUCTION

Development of geochemical mapping of urbanised areas dates back to the end of the 80's and the beginning of the 90's of the current century. The geochemical mapping is a modern sphere of geochemistry, serving mostly the purpose of environmental protection. Atlases and geochemical maps of urban agglomerations present the synthetic image of the state of hydrosphere and the lithosphere surface and create a background for determining the extent and reasons of possible contamination of natural or anthropogenic origin.

Abundant literature was published in recent years on spatial distribution of chemical elements in soils within urban and industrial areas (K. Czarnowska, 1980; T. Komornicki, 1986; K. Czarnowska, B. Gworek, 1988, 1991; K. Czarnowska, J. Walczak, 1988; T. Komornicki, W. Oleksynowa, 1989; Z. Czerwiński, J. Pracz, 1990; W.K. Łukaszew, Ł.W. Okuń, 1991; M. Birke, U. Rauch, M. Helmert, 1992; W. Lux, 1993; E. Peterson, M. Sanka, 1994); however, none of the publications has the cartographic character.

Infrequent cartographic works published so far usually dealt with soil environment only (M. Birke, U. Rauch, 1994; R. Sajn et al., 1994; R. Taraškevičius, 1994).

It was the Polish Geological Institute that have published works and studies concerning the chemistry of several environments (soils, water sediments, surface waters) within the urban and industrial areas. List of those publications includes the following items: "Geochemical atlas of Warsaw, 1:100 000" (J. Lis, 1991), "Geochemical atlas of Warsaw and environs, 1:100 000" (J. Lis, 1992), "Geochemical atlas of Kielce, 1:100 000" (L. Lenartowicz, 1994), "Geochemical atlas of Cracow and environs, 1:100 000" (J. Lis, A. Pasiieczna, 1995a) and "Geochemical atlas of Wałbrzych and environs, 1:50 000" (A. Pasiieczna, J. Siemiątkowski, J. Lis, 1996).

The "Geochemical atlas of Łódź agglomeration, 1:100 000" is a consecutive publication of the Polish Geological Institute in the field of geochemical mapping of urbanised areas. Apart from Łódź, the Atlas also covers Zgierz, Pabianice, Stryków, Konstantynów Łódzki and Aleksandrów Łódzki. The part I of the Atlas is devoted to chemical conditions of the surficial Earth's environments (soils, water sediments and surface waters) within administrative boundaries of towns mentioned above and their agro-forestal environs. The knowledge of the extent and the degree of pollution of environments under this study is helpful in such fields as: geology, agriculture and forestry, town and country planning, geomedicine and health care.

With respect to geographic position, the area covered by the Atlas lies in the intermediate zone constituting a borderland between uplands and lowlands of Poland. The eastern part of the map sheet belongs to that unit which is known as the Łódź Hills (J. Kondracki, 1980). They are built up of glacial and fluvioglacial sands and gravel. To the west, the Łódź Hills (or the Łódź Upland) border on the Łask Plateau being a denuded moraine plain. The town of Łódź is situated on the border between both regions mentioned. To the considerable extent, the land relief was shaped here during the North Polish Glaciation when both the denudation processes and glaciotectionics played a decisive part. All river channels within the area under consideration developed under the influence of postglacial conditions and manifest that deep erosion was active here (F. Różycki, S. Kluczyński, 1966).

The Poland's main water divide runs through the map sheet area, between catchment areas of the Vistula River (with the Bzura, the Czernańka, the Linda, the Malina, the Moszczenica, the Miazga and the Wolbórka Rivers) and the Odra River (the Ner, the Dobrzyńka and the Łódka).

The study area is highly industrialised. Out of the total population of the Łódź Province, 92% live in towns (T. Malinowski, 1993). Main ecological problems of this area include: insufficient drinking water supplies, specialised receiving waters non-existing, towns affected by great concentration of light industry plants, old urban structure, modern communication network non-existing, and very poor acreage of forests. The area of this study covers around 1249 km²; its dominant part belongs to the Łódź Province.

Sampling programme of the surficial environments under this study followed the 1×1 km grid.

The study was commenced in 1995 by the order from the Ministry of Environmental Protection, Natural Resources and Forestry. Financial support was offered by the National Fund for Environmental Protection and Water Management.

FIELD WORK

The field work was completed by a team of the Polish Geological Institute's workers during the 1996 summer season. Topographic maps of the 1965 State Co-ordinate System to the scale of 1:25 000, were applied to locate the sampling points. Accordingly, each map sheet of a total area of 160 km² was subdivided into 160 squares (1 km² each). Every square constituted a sampling point for collecting samples of soils, water sediments and surface waters. Field observations on land development (presented in Plate B), land use (presented in Plate C), type of surface water bodies, petrographic character of collected material were recorded in special field data forms and a sampling point location sketch was drawn (Fig. 1). Sampling points were given a suitable number.

An 80 mm hand operated penetrometer was applied to collect soil samples from a depth of 0.0–0.2 m. A standard weight of any sample was approx. 1000 g; each soil sample was packed in a cloth sack and was given a suitable number.

As to water sediments, a sample of possibly finest material was collected from different type water bodies including rivers and streams, ditches and stagnant water ponds of different sizes. A standard weight of a sample was approx. 1000 g; a cloth sack was used to protect the material sampled.

That each water sample be collected at the same water sediment sampling point was the principal rule governing the programme of surface water sampling. Water samples were filtered out through a 0.45 μm MILIPORE filters, then placed in 20 ml containers and treated with HCl. Field measurements at the sampling point included determination of acidity and electrical conductivity of water.

PREPARATION AND STORING OF SAMPLES

After preliminary drying in the field, the soil and water sediment samples were transported to a sample house and exposed at a room temperature to dry. Then, the samples were screened through 1.0 mm nylon sieves (in case of soil samples) and 0.2 mm nylon sieves (in case of water sediments). After quartering, 100 g samples were stored in polyethylene containers. All samples are stored in the archive of the Polish Geological Institute in Warsaw, where a suitable storage compartment have been secured.

LABORATORY WORK

Chemical analyses of samples were made at the Central Chemical Laboratory of the Polish Geological Institute in Warsaw.

Leaching of samples. A lot of experiments with different methods of sample leaching were carried out (E. Górecka et al., 1993) first, then the proper acid treatment was selected to extract the samples. The applicability of this method consists in the fact that it makes it possible to determine those mobile portions of elements that are taking part in the migration through the surficial Earth's environments. The mobile forms of elements are also most readily assimilated by living organisms.

The acid treatment consisted in the application of hydrochloric acid (HCl 1:4) at a temperature of 90°C for 1 hour. This process released different (as compared with the total contents) amounts of elements; their amounts passing into the solution could be in the range of several to 100% depending on the form of the elements' occurrence. Most resistant to acid treatment are some main elements occurring in primary minerals; this group of elements includes: silicon, aluminium, potassium and sodium in feldspars; iron, magnesium and calcium in amphiboles and pyroxenes; and zirconium, titanium, yttrium and thorium in heavy minerals in soils and water sediments. Most ready to pass to the solution are those elements that occur in the structure of carbonate minerals or those in sorptive forms with weak bounds. The latter form of the elements' occurrence is most characteristic for soils and water sediments polluted by anthropogenic processes. A question of susceptibility of different elements to acid treatment has been discussed in detail in the "Geochemical atlas of Poland" (J. Lis, A. Pasiieczna, 1995b).

Determinations of elements and acidity. The Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES) method was employed to determine Ag, Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V and Zn in soils and water sediments. Analyses were carried out using PV 8060 Philips and BLY 70 Plus Geoplasma (Jobin-Yvon) spectrometers. Their measuring capabilities are listed in Tables I and III along with the detectability limits of elements.

Mercury content in both soil and water sediment samples was measured using a Cold Vapour Atomic Absorption Spectrometry (CV-AAS) method. A Parkin-Elmer 4100 ZL spectrometer with a FIAS-100 flow-through system was the instrumentation applied. Table II contains a compilation of spectrometer capabilities and Table III – of detectability limits.

Acidity of soils in aquatic environment was defined with the use of standard procedure in common use in soil science (Agricultural and Chemical Analysis of Soil. Measurements of pH, BN-75 9180-83).

Soil samples were also subjected to examination of total carbon content. A coulometric method was employed and a Coulomat 702 C/S Ströehlein were applied.

The Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES) and the PV 8060 Philips spectrometer were utilised to determine the contents of Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, SiO₂, SO₄, Sr, Ti, V, Y and Zn in surface waters. K, Li and Na

content were measured by the Atomic Absorption Spectrometry (AAS) method with PU 9100x Unicam spectrometer. A compilation of detectability of elements in surface waters is presented in Table IV.

DATA BASES

Using the dBase III-plus package, three independent data bases were established: a sampling point co-ordinate base, a field data base, and a laboratory data base.

Sampling point co-ordinate base. Determinations of sampling point co-ordinates were made on the sampling point map to the scale of 1:25 000 using a digitizer. As co-ordinates were determined in the 1965 State Co-ordinate System, they were transformed into the 1942 State Co-ordinate System first, then they were transformed into angular co-ordinates by calculation. Respectively, the data base includes the original source data in the 1965 system and the transformed data (those of the 1942 system as well as the geographic co-ordinates). The sampling point co-ordinate base provides a basis for the generation of all geochemical maps.

Field data base. Field data were recorded in special field data forms first, then they were entered into the field data base. Particular elements of field data were given a numerical code. The field data base provides a basis for the subdivision of particular subsets applicable to statistical computation in respect of different environmental criteria (e.g. concentrations of elements in cultivated soils, forest soils, urban soils, etc.).

Laboratory data base. It is composed of results of chemical analyses provided by the laboratory. The data base contains 50 571 determinations of elements dealing with 2121 samples.

CONSTRUCTION OF GEOCHEMICAL MAPS

Base map. A topographic map to the scale of 1:100 000, of the 1942 State Co-ordinate System, was used as a base-map.

Statistical calculations. A STATGRAPHICS package was used to calculate statistical parameters for both complete data sets and subsets representing different environments of soils, water sediments and surface waters. Arithmetic and geometric means, median, and maximum and minimum values were calculated. A compilation of those data is shown in Tables V-X. The factors were used for calculation of suitable parameters applicable to the generation of geochemical maps. The geometric mean occurred to be most helpful since being less affected by extreme values it offers the best characteristics of given population under study. Other parameters such as variance or standard deviation occurred to be unsuitable to fit undeterminable natural distributions.

Generation of geochemical maps. A PC 486 HD 330 MB 16 RAM type computer was employed to generate the geochemical maps. A method of inverse distance was employed to generate geochemical maps of soils with the use of a SURFER for Windows software. A detailed discussion of the method was offered in the explanatory text to the "Geochemical atlas of Poland" (J. Lis, A. Pasieczna, 1995b). An isoline method was chosen to present the cartographic image. Levels of elements concentrations followed the division into percentiles (15, 25, 50, 75, 95, 97 and 99) reflecting the share of samples of given element concentration. As to maps showing a pH of soils, the acidity ranges were selected in line with the division in use in soil sciences (strongly acidic, acidic, slightly acidic, neutral and alkaline soils).

The construction of geochemical maps of water sediments and surface waters was based on a circular diagram methods. Suitable diameters of circles are directly related to the elements' concentrations that follow the division into percentiles (15, 25, 50, 75, 90, 95, 97, 99 and >99%).

OUTLINE OF GEOLOGICAL STRUCTURE; SOIL MATRICES

The area of this Atlas is covered with Quaternary (mostly Pleistocene) sediments (A. Klatkova, M. Piwocki, 1981) that constitute matrices for soils (Plate A). The Pleistocene was also that period of time when relief of land surface was shaped. The thickness of Quaternary sediments within the map sheet area is ranging from several to 160 m (H. Klatkova, 1993; B. Trzmiel, K. Nowacki, 1987). The Quaternary sediments cover the Tertiary which developed as clays, sands and silts with brown coal beds. A substratum of the Tertiary is built up of sedimentary rocks of Cretaceous and Jurassic age.

Pleistocene. The southern and central parts of the study area form a morainic plateau composed of glacial till; as to the northern and eastern parts - they are covered with land forms of fluvio-glacial origin such as outwash plains, kames and melt water plains (H. Brzeziński, 1992).

Dominant part of sediments within the given map sheet area has been assigned to the Middle Polish Glaciation; however, it should be noted that the view on detailed stratigraphy of these sediments is far from uniform.

In general, glacial tills are sandy with insignificant admixture of coarser material. It is rather common that boulders encountered in tills are of northern origin and have a characteristic red or rosy colour (F. Różycki, S. Kluczyński, 1966). The thickness of tills reaches 2-8 m within the morainic plateau whereas in the Ner valley it may reach as much as 15 m (B. Trzmiel, K. Nowacki, 1987). Glacial tills form one continuous bed over almost entire area of the map sheet. Sometimes, glacitectonic deformations can be found in tills.

Glacial till of the Mazovian-Podlasian Stadial is overlain by sandy-gravelly and sandy-silty series of sediments connected with the recession

of the ice sheet. Sediments of outwash plains are composed of variegated sands, most often of poor sorting and poor roundness, with individual gravel and grit grains. Quartz and feldspars are dominant in their composition.

To the south of Łódź and to the east of Pabianice there is an area with a number of isolated mounds; they are made up of sandy-gravelly sediments interbedded by series of silt. Mounds make a complex of kame formation reaching the thickness of several to scores of metres. Exposures of silts and sands occur in the Bzura and the Wolbórka valleys; these silts and sands are of flooding and lacustrine origin.

The period of the Middle Polish Glaciation left fluvial and slope wash sediments. They are represented by sands, silts and muds outcropping in the river valleys.

Holocene. The Holocene sediments do not cover large areas; they are confined to the river channels. Fluvial sands and gravels are dominant among those sediments. Sands are fine- and medium-grained, with a small admixture of organic matter (B. Trzmiel, K. Nowacki, 1987). River muds are represented by sandy-silty sediments deposited in places of poor runoff. Frequently, they are accompanied by peats.

Eolian sands in general and those in dune fields occur in the western and south-western sectors of the map sheet. In the Holocene they were repeatedly exposed to air-blow action and redeposition; it is not excluded that they could form already in the late glacial period. In principle, they are assigned to the Quaternary (undivided).

Two essential genetic types are representative among the Quaternary (mostly Pleistocene) sediments constituting the matrix of soils:

- sediments of glacial accumulation, with glacial tills, sands and gravel,
- reworked glacial formations deposited by melt-waters and post-glacial waters (sands in outwash plains, fluvio-glacial sands, silty sediments, ice-dammed lacustrine clays).

Mostly podsollic soils and brown soils (less frequent) developed from glacial tills (A. Musierowicz et al., 1960). Podsollic soils also developed from variegated glacial sands.

In general, rock fragments are missing in reworked glacial formations; for that reason the latter are poor in aluminosilicates but rich in quartz. They constitute a matrix for podsollic soils of very poor value for agriculture. Therefore, they are most often forest-grown. Forests cover 15% of the map sheet area and form the greatest complex in the study area extending in the vicinity of Ruda-Bugaj, Pustkowa Góra and Rosanów. Patches of podsollic soils that developed on silty formation of aqueous origin occur in the eastern part of the map sheet (A. Musierowicz et al., 1960; A. Kowalkowski, R. Truszkowska, J. Borzyszkowski, 1994). Some of those soils developed on sands overlying glacial tills and on glacial tills as well.

Holocene muds, humus sediments and peats in river valleys provided the background for development of muddy-boggy soils and peaty soils.

SOURCES OF ENVIRONMENTAL POLLUTION

Waste disposal sites. Municipal landfill sites and industrial waste sites are, in common opinion, arduous objects for the environment. They cause a number of disadvantageous phenomena including:

- accumulation of great amount of toxic substances,
- morphological re-shaping of land surface,
- contamination of surface waters, ground waters and atmospheric air,
- water inundation of adjacent areas.

An Act was entered into force on 1st January, 1997, which defines tasks of communes in neutralising and recycling of municipal wastes (Official Gazette No 132, item 622). However, till now the waste management of municipal and industrial wastes in the Łódź Province has been confined to dumping of wastes only (Report, 1997). Only in Łódź itself an action is conducted on a limited scale, aimed at selective waste collection.

A total of 8 municipal land fills exist in the study area (Report, 1997).

Currently, environmental conditions of the area adjacent to the municipal land fills are investigated by the Regional Inspectorate for Environmental Protection. Ground waters, atmospheric air and soils are the target of the investigation. As concluded from single soil sampling in the areas of inactive "Kasprowicza" and "Lublinek" land fills (with a set of 8 samples collected in each), soils have not been affected by pollution. Quality of ground waters pumped out from wells is being checked every year in the region of the "Nowosolna" land fill. Water analyses clearly demonstrate that waters are bacteriologically polluted and periodically exhibit the elevated contents of iron, manganese and ammonium salts (A. Bonikowski, 1993).

A greatest share (over 80%) in the structure of industrial wastes in the Łódź Province (with a total of 9 land fills, 1 sedimentation field, water treatment) is put down to ashes and slag produced at thermal-electric power stations and boiler houses. In part, they are utilised in the production of building materials, in land surface levelling and land fill reclamation. As the construction of new water treatment plants is under way, the volume of liquid wastes (frequently polluted by heavy metals and other toxic substances) shows an increasing trend.

Waste waters. Municipal and industrial waste waters are the sources of pollution of rivers and water sediments. It is also possible that percolation of polluting agents into alluvial soils in river valleys can also occur during high water flow.

Over 90% of wastes from the Łódź Province is received by the drainage basin of the Ner River, with this river as the main receiver. About 90% of wastes reach the drainage basin of the Bzura River (Report, 1997). The majority of wastes come from the discharge of the Collective

Sewage Treatment Plant at Smulsko. Despite the fact that in the province area different type treatment plants (mechanical, mechanical-chemical, and mechanical-biological) exist in industrial plants and housing estates, total volume of treated wastes reaches 6.2% only.

In the composition of wastes there are many constituents that are characteristic for chemical and textile industry (phenols, sulphides, sulphates, phosphates and heavy metals).

Pollution of atmospheric air with dust and gases is due to the operation of industry and communication. Despite modernisation (for several years) and replacement of electro-filters in particular thermo-electric power plants in Łódź and smaller towns, dust emission does not fall down essentially - which is due to the burning of great amount of fine coal (being a cheap energy material).

Quality of atmospheric air in towns (Łódź, Zgierz, Pabianice) is far from standards. A study of air pollution (J. Fokczyński, R. Rembowski, 1993) indicates that peak concentrations of dust, SO₂ and NO₃ occur within a dense urban development of the old town with small boiler houses still existing and dense pattern of chimneys of particular dwelling-houses.

GEOCHEMICAL MAPS

Sets of sampling points with given co-ordinates and attributes of elements' contents ascribed provided a basis for compilation of geochemical maps of the I part of this Atlas. Mono-element's type of maps was selected to show the element contents in soils whereas a method of circle diagrams was applied to water sediments and surface waters.

For the purpose of plotting the maps, calculated percentiles of element contents governed the division of their particular classes. When generating the map of a pH distribution, the boundary values were adopted from soil sciences.

For comparison, the description of cartographic representation of particular elements also contains minimum, maximum and average contents computed for the entire Poland's territory as well as for those areas of urban agglomerations for which relevant mapping was already published. Statistical parameters for soils in Poland were calculated from the results of analyses of 10 840 samples. As refers to water sediments and surface waters, respective sample numbers are 12 778 and 12 955.

Geochemical maps of water sediments are of great value for the assessment of conditions of the natural environment. Information contained in the maps can be considered the element of "early warning". This results from specific properties of these sediments as in their composition they contain substances of high sorption ability. Therefore, through the analyses of water sediments it is possible to trace the elements in smaller concentrations than their detectability limits, yet indeterminable in standard analyses of waters covering the water sediment. Thus, geochemical maps of water sediments frequently occur to be helpful in determining point sources of pollution.

It should be born in mind that the Atlas offers generalised images only. Geochemical representation shown on the maps results from mathematical operation in the frame of accepted interpretation model - and therefore, not always they are consistent with the true concentrations of given element in given point. Precision in presenting true concentrations of elements depends on sampling density and as a consequence of this - on the map scale.

No conclusion should be drawn on the state of environmental pollution in case of objects with surface area smaller than that resulting from the map scale and the sampling density. The geochemical representation produced should be considered a signal for carrying out a more detailed study and for determining the extent of the natural and anthropogenic anomalies (pollution). The detailed study on a suitable scale can demonstrate that the geochemical image is more complex. It may appear that regions of severe pollution adjoin such regions where the elements appear in concentrations consistent with the natural local geochemical background.

For better review of the degree of pollution affecting the environments under this study, the text in Polish contains the values of permissible elements' concentrations; reference is made here to standards in use in Canada (Critériés, 1991), European Community (Directive, 1986), and available relevant literature (Kabata-Pendias et al, 1995). See Tables XI-XIII.

RECAPITULATION

Towns such as Łódź, Pabianice and Zgierz and the industry (mostly textile and chemical) situated within their areas are the decisive factors governing the contemporary chemism of surficial environments under this study. The lack of metallurgical industry in the study area is the reason that the pollution of the urban soils with metals (such as cadmium, mercury, copper, lead and zinc) is poor and is mainly confined to the strongly urbanised town centres (this mostly deals with Łódź). Soils in peripheral zones of towns exhibit considerable smaller degree of pollution than that in town centres. The traffic is the main source of pollution affecting the urban soils. In general, cultivated soils are not affected by pollution with metals. Only a few samples were noted due to metal contents visibly higher than their geochemical background. Frequently, this relationship deals with the soil samples collected in the area within the administrative boundaries of towns. A degree of soil acidity in the study area is considerably high. Acid soils are dominant. Soils of very high acidity (pH ≤ 5) occur in the forest areas. Neutral and alkaline soils can be found only in the urban areas.

There is a close similarity of average elements' concentrations in water sediments in the study area and those for entire Poland. Against

such the background, alluvial sediments of some rivers are distinguishable by elevated contents of some metals; this is the case of those rivers that are recharged with municipal and industrial waste waters. Such practice is well known in Łódź, Pabianice and Zgierz. Alluvium of the Bzura River downstream of Zgierz belongs to heavily polluted with cadmium, copper, mercury, lead, sulphur and zinc. From the fact that the Bzura River receives only a small portion (approx. 9%) of wastes discharged to surface waters in the Łódź region a conclusion can be drawn that the degree of pollution of this river's alluvium is disproportionately high. It is likely that liquid wastes discharged by industrial plants in Zgierz are considerably metal-rich. The highest degree of pollution occurs in alluvium of the Łódka; cadmium, copper, chromium, lead and zinc are the main pollutants here. On the average, concentrations of these metals are several times as high as those in water sediments over entire Poland; in case of chromium the relation is seventeenfold. The peak cadmium content (4.1 ppm, on the average) was noted in alluvium of the Lubczyna. There are textile and chemical industries in Pabianice that pollute alluvial sediments of the Dobrzyńska (downstream of this town) and the Ner (downstream of the confluence with the Dobrzyńska) with cadmium, chromium, copper and mercury.

Average contents of elements traced in surface waters of the area covered by this study are similar or smaller than their concentrations in surface waters of entire Poland. There is similar situation to alluvial sediments – as the elevated contents of some elements are noted in those rivers that are the receivers of municipal and industrial wastes. However, with respect to the classification of surface water quality – the incidents of pollution at the degree exceeding the I purity class are infrequent. Phosphorus and manganese are the strongest pollutants of water; the first deals with 39.6% of waters of I purity class and 29% of substandard waters while the latter – with 54.4% of waters of I purity class and 3.9% of substandard waters. Most polluted with phosphorus are waters of the Lubczyna and the Łódka (respectively 141 and 20 times higher concentrations than the average for entire Poland).

LITERATURA REFERENCES

- BIRKE M., RAUCH U., HELMERT M., 1992 – Umweltgeochemie des Ballungsraumes Berlin-Schöneeweide. Teil 1: Bearbeitungsmethodik – Elementverteilung in Böden und Grundwässern. *Z. angew. Geol.*, 38, 2.
- BIRKE M., RAUCH U., 1994 – Geochemical investigation in the urban area of Berlin. Federal Institute of Geosciences and Natural Resources. Berlin.
- BOJAKOWSKA I., 1993 – Pierwiastki śladowe w osadach aluwialnych Bzury – profil Zgierz-Cicholewy. *Prz. Geol.* nr 9.
- BONIKOWSKI A., 1993 – Ekologiczne problemy składowania odpadów na przykładzie wysypiska „Nowosolna” w Łodzi. VI Konf. „Chemizm opadów atmosferycznych, wód powierzchniowych i podziemnych”, Łódź, 16–18 IX 1993, Łódź.
- BRZEZIŃSKI H., 1992 – Objaśnienia do ark. Główny Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- CRITERES provisoires canadiens de qualité environnementale pour les lieux contaminés, 1991 – Rapport CCME-EPC-CS34. Le Conseil canadien des ministres de l'environnement. Ottawa.
- CZARNOWSKA K., 1980 – Akumulacja metali ciężkich w glebach, roślinach i niektórych zwierzętach na terenie Warszawy. *Roczn. Glebozn.* t. 31 nr 1.
- CZARNOWSKA K., GWOREK B., 1988 – Zanieczyszczenie kadmem gleb Warszawy. *Roczn. Glebozn.* t. 39 nr 4.
- CZARNOWSKA K., GWOREK B., 1991 – Stan zanieczyszczenia cynkiem, ołowiem i miedzią gleb Warszawy. *Roczn. Glebozn.* t. 42 nr 1–2.
- CZARNOWSKA K., GWOREK B., MAJCHRZAK B., 1992 – Spatial distribution of lead, zinc, copper and manganese in Pabianice soils. *Ann. Warsaw Agricult. Univ. – SGGW, Agricult.* 24.
- CZARNOWSKA K., WALCZAK J., 1988 – Distribution of zinc, lead and manganese in soils of Łódź City. *Roczn. Glebozn.* t. 39 nr 1.
- CZERWIŃSKI Z., PRACZ J., 1990 – Zawartość cynku, ołowiu i miedzi w powierzchniowej warstwie gleb Warszawy. W: Problemy ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego na obszarach zurbanizowanych. Cz. I. Seminarium naukowe, Warszawa 28–29 VI 1990, Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- DIRECTIVE du conseil du 12 juin 1986 relative à la protection de l'environnement et notamment des sols, lors de l'utilisation des boues d'épuration en agriculture (86/278/CEE). *Journal officiel des Communautés européennes*, No L181/6. Bruxelles.
- Dziennik Ustaw nr 132, poz. 622, 1996 – Ustawa z dnia 13 września 1996 roku o utrzymaniu czystości i porządku w gminach.
- EIKMANN T., KLOKE A., 1991 – Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungswerte für (Schad-)Stoffe in Böden. *Mitt. VDLUFA* 1.
- FOKZYŃSKI J., REMBOWSKI K., 1993 – Stan imisji zanieczyszczeń powietrza w aglomeracji łódzkiej w roku, od kwietnia 1992 do marca 1993. VI Konf. „Chemizm opadów atmosferycznych, wód powierzchniowych i podziemnych”, Łódź, 16–18 IX 1993, Łódź.
- GÓRECKA E., Hnatyszak K., PASŁAWSKI P., 1993 – Metody analityczne zastosowane w Centralnym Laboratorium Chemicznym przy opracowywaniu atlasów geochemicznych. *Prz. Geol.* nr 10.

- 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.
- KLATKOWA H., 1980 – Arkusz Łódź Mapy geologicznej Polski 1:200 000., wyd. A. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KLATKOWA H., 1993 – Objaśnienia do arkusza Zgierz Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KLATKOWA H., PIWOŃKI M., 1981 – Objaśnienia do arkusza Łódź Mapy geologicznej Polski 1:200 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KOMORNICKI T., 1986 – Gleby Plant Krakowskich. *Roczn. Glebozn.* t. 37 nr 4.
- KOMORNICKI T., OLEKSYNOWA K., 1989 – Zawartość ołowiu i cynku w glebach Plant Krakowskich. *Roczn. Glebozn.* t. 40 nr 2.
- KONDRACKI J., 1980 – Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa.
- KOWALKOWSKI A., TRUSZKOWSKA R., BORZYSZKOWSKI J., 1994 – Mapa regionów morfogenetyczno-glebowych Polski w skali 1:500 000. Pol. Tow. Glebozn., Warszawa.
- LENARTOWICZ L., 1994 – Atlas geochemiczny Kielce 1:50 000. Państw. Inst. Geol., Oddz. Świętokrzyski. Kielce.
- LIS J., 1991 – Atlas geochemiczny Warszawy 1:100 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- 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., 1998 – Atlas geochemiczny Szczecina i okolic cz. I, 1:100 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- LUX W., 1993 – Long-term heavy metal and As pollution of soils, Hamburg, Germany. *Applied Geochemistry*. Suppl. Issue. no 2.
- ŁUKASZEW W.K., OKUŃ Ł.W., (Lukasev W.K., Okun L.W.), 1991 – Heavy metals in soils main cities of Belorussia. *Geochemistry* no 11 (in Russian).
- MALINOWSKI T., 1993 – Działania inwestycyjne i organizacyjne w dziedzinie ochrony środowiska w województwie łódzkim. VI Konf. „Chemizm opadów atmosferycznych, wód powierzchniowych i podziemnych”, Łódź, 16–18 IX 1993, Łódź.
- MUSIEROWICZ A., OLSZEWSKI Z., BROGOWSKI Z., CHLI-PALSKA E., KONECKA-BETLEY K., KĘPKA M., KRÓL H., KUŹNICKI F., LESZCZYŃSKA E., SKORUPSKA T., ŚWIĘCICKI C., TUSZUŃSKI M., 1960 – Gleby województwa łódzkiego. *Rocz. i Nauk Roln. Ser. D*, T. 86.
- NORMA branżowa BN-75/9180-03, 1975 – Agrotechnika. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczenie wartości pH. W: *Dziennik Norm i Miar* nr 7/1975, poz. 9. Warszawa.
- PATERSON E., SANKA M., 1994 – Urban soils as pollutant sinks. In: 3rd International Symposium on Environmental Geochemistry. Kraków.
- PASIECZNA A., SIEMIĄTKOWSKI J., LIS J., 1996 – Atlas geochemiczny Wałbrzycha i okolic 1: 50 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- RAPORT o stanie środowiska województwa łódzkiego w 1996 roku (praca zbiorowa), 1997 – Biblioteka Monitoringu Środowiska. Łódź.
- REJNIEWICZ I., 1994 – Determination of natural trace element concentrations in Dutch surface waters. In: 3rd International Symposium on Environmental Geochemistry. Kraków.
- ROZPORZĄDZENIE 503 Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5 listopada 1991 r. w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzane do wód lub do ziemi. *Dziennik Ustaw* nr 116. Warszawa.
- RÓŻYCKI F., KLUCZYŃSKI S., 1966 – Objaśnienia do arkusza Łódź Zachód Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- RÓŻKOWSKA A., PTAK B., 1995 – Bar w węglach kamiennych Górnego Śląska. *Prz. Geol.* nr 3.
- SAJN R., PIRC S., BIDOVEC M., 1994 – Geochemical atlas of the Ljubljana urban area. In: 3rd International Symposium on Environmental Geochemistry. Kraków.
- TARAŠKEVIČIUS R., 1994 – Pedogeochemical anomalies in Siauliai (Lithuania). In: 3rd International Symposium on Environmental Geochemistry. Kraków.
- TOMASSI-MORAWIEC H., LIS J., PASIECZNA A., 1998 – Atlas geochemiczny Wrocławia i okolic cz. I, 1:100 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- TRZMIEL B., NOWACKI K., 1987 – Objaśnienia do arkusza Łódź Wschód Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- VESELY J., 1991 – Contamination of river sediments in Bohemia by heavy metals. *Conf. Geoscience for Environmental Planning*. Prague.
- WAJDA S., ŻUREK J. (red.), 1993 – Klasyfikacja wód. Dyrektywy EWG: 77/440/EEC i 80/778/EEC. *Inst. Ochr. Środ.* Warszawa.

Spis tablic List of Plates

- Mapa geologiczna. Geological map
- Zabudowa. Land development
- Użytkowanie terenu. Land use

GLEBY. SOILS

- Grupy składu mechanicznego. Soil textural classes
- pH – Kwasowość. Acidity
- Al – Glin. Aluminium
- As – Arsen. Arsenic
- Ba – Bar. Barium
- Be – Beryl. Beryllium
- C – Węgiel. Carbon
- Ca – Wapń. Calcium
- Cd – Kadm. Cadmium
- Co – Kobalt. Cobalt
- Cr – Chrom. Chromium
- Cu – Miedź. Copper
- Fe – Żelazo. Iron
- Hg – Rtęć. Mercury
- Mg – Magnez. Magnesium
- Mn – Mangan. Manganese
- Ni – Nikiel. Nickel
- P – Fosfor. Phosphorus
- Pb – Ołów. Lead
- S – Siarka. Sulphur
- Sr – Stront. Strontium
- Ti – Tytan. Titanium
- V – Wanad. Vanadium
- Zn – Cynk. Zinc

OSADY WODNE. WATER SEDIMENTS

- Ag – Srebro. Silver
- Al – Glin. Aluminium
- As – Arsen. Arsenic
- Ba – Bar. Barium
- Be – Beryl. Beryllium
- Ca – Wapń. Calcium
- Cd – Kadm. Cadmium
- Co – Kobalt. Cobalt
- Cr – Chrom. Chromium
- Cu – Miedź. Copper
- Fe – Żelazo. Iron
- Hg – Rtęć. Mercury
- Mg – Magnez. Magnesium
- Mn – Mangan. Manganese
- Ni – Nikiel. Nickel
- P – Fosfor. Phosphorus
- Pb – Ołów. Lead
- S – Siarka. Sulphur
- Sr – Stront. Strontium
- Ti – Tytan. Titanium
- V – Wanad. Vanadium
- Zn – Cynk. Zinc

WODY POWIERZCHNIOWE. SURFACE WATERS

- pH – Kwasowość. Acidity
- Przewodność elektryczna. Electrical conductivity
- Al – Glin. Aluminium
- As – Arsen. Arsenic
- B – Bor. Boron
- Ba – Bar. Barium
- Ca – Wapń. Calcium
- Cd – Kadm. Cadmium
- Co – Kobalt. Cobalt
- Cr – Chrom. Chromium
- Cu – Miedź. Copper
- Fe – Żelazo. Iron
- K – Potas. Potassium
- Li – Lit. Lithium
- Mg – Magnez. Magnesium
- Mn – Mangan. Manganese
- Na – Sód. Sodium
- Ni – Nikiel. Nickel
- P – Fosfor. Phosphorus
- Pb – Ołów. Lead
- SiO₂ – Krzemionka. Silica
- SO₄ – Siarczany. Sulphates
- Sr – Stront. Strontium
- Ti – Tytan. Titanium
- V – Wanad. Vanadium
- Zn – Cynk. Zinc

WSTĘP

Rozwój kartografii geochemicznej obszarów zurbanizowanych przypada na koniec lat osiemdziesiątych i początek dziewięćdziesiątych naszego stulecia. Jest to nowoczesna dziedzina geochemii służąca głównie celom ochrony środowiska. Atlasy i mapy geochemiczne aglomeracji miejskich dają syntetyczny obraz stanu hydrosfery i powierzchni litosfery i stanowią podstawę ustalania zasięgu i przyczyn ewentualnych skażeń pochodzenia naturalnego lub antropogenicznego.

W ostatnich latach opublikowano szereg opracowań dotyczących przestrzennego rozmieszczenia pierwiastków chemicznych w glebach obszarów miejskich i przemysłowych (K. Czarnowska, 1980; T. Komornicki, 1986; K. Czarnowska, B. Gworek, 1988, 1991; K. Czarnowska, J. Walczak, 1988; T. Komornicki, K. Oleksynowa 1989; Z. Czerwiński, J. Prac, 1990; W.K. Łukaszew, Ł.W. Okuń, 1991; M. Birke i in., 1992; W. Lux, 1993; E. Paterson, M. Sanka, 1994). Publikacje te nie mają jednak formy opracowań kartograficznych.

Nieliczne dotychczas wydania kartograficzne dotyczyły zwykle tylko środowiska glebowego (M. Birke, U. Rauch, 1994; R. Sajm i in. 1994; R. Taraševičius, 1994).

Opracowania obejmujące badania chemizmu kilku środowisk (gleb, osadów wodnych i wód powierzchniowych) na obszarach miejskich i przemysłowych zostały opublikowane przez Państwowy Instytut Geologiczny. Należą do nich: „Atlas geochemiczny Warszawy 1:100 000” (J. Lis, 1991), „Atlas geochemiczny Warszawy i okolic 1:100 000” (J. Lis, 1992), „Atlas geochemiczny Kielc 1:100 000” (L. Lenartowicz, 1994), „Atlas geochemiczny Krakowa i okolic 1:100 000” (J. Lis, A. Pasieczna, 1995c), „Atlas geochemiczny Górnego Śląska 1:200 000” (J. Lis, A. Pasieczna 1995a) i „Atlas geochemiczny Wałbrzycha i okolic 1:50 000” (A. Pasieczna i in., 1996).

„Atlas geochemiczny aglomeracji łódzkiej” w skali 1:100 000 jest kolejnym opracowaniem Państwowego Instytutu Geologicznego z dziedziny kartografii geochemicznej obszarów zurbanizowanych i oprócz Łodzi obejmuje również Zgierz, Pabianice, Stryków, Konstancję Łódzką i Aleksandrów Łódzki. Część I atlasu prezentuje stan chemizmu powierzchniowych środowisk Ziemi w granicach administracyjnych tych miast i w ich rolniczo-leśnym otoczeniu; część II – wody podziemne. Znajomość zasięgu i stopnia zanieczyszczeń badanych środowisk jest pomocna w takich dziedzinach jak: geologia, rolnictwo i leśnictwo, planowanie przestrzenne, geomedyцина i ochrona zdrowia.

Pod względem geograficznym badany obszar leży w strefie przejściowej – na pograniczu wyżyn i nizin Polski. Część wschodnia arkusza należy do jednostki nazwanej Wzniesieniami Łódzkimi (J. Kondracki, 1980). Są one zbudowane z glin zwałowych oraz piasków i żwirów wodnolodowcowych. Od zachodu Wzniesienia Łódzkie (Wyżyna Łódzka) graniczą z Wysoczyzną Łąską, która jest zdenudowaną równiną morenową. Na granicy tych dwu regionów położona jest Łódź. Rzeźba terenu została w znacznej mierze ukształtowana w trakcie zlodowacenia północnopolskiego, kiedy to decydującą rolę odgrywały procesy denudacyjne oraz glaciektionika. Koryta wszystkich rzek omawianego obszaru powstały w warunkach peryglacialnych i świadczą o głębokiej erozji (F. Różycki, S. Kluczyński, 1966).

Przez obszar arkusza przebiega główny dział wodny Polski między dorzecziami Wisły (Bzura, Czarniawka, Linda, Malina, Moszczenica, Miazga, Wolbórka) i Odry (Ner, Dobrzyńka, Łódka).

Teren badań należy do obszarów o wysokim stopniu zurbanizowania. W województwie łódzkim 92% ludności mieszka w miastach (T. Malinowski, 1993). Do problemów ekologicznych tego terenu można zaliczyć: brak wystarczających zasobów wody pitnej, brak wyspecjalizowanych odbiorników ścieków, dużą koncentrację zakładów przemysłu lekkiego w miastach, starą strukturę urbanistyczną, brak nowoczesnych rozwiązań komunikacyjnych, bardzo mały udział lasów w pokryciu terenu. Obszar zajęcia wynosi około 1249 km² i obejmuje głównie województwo łódzkie.

Opróbowanie badanych środowisk powierzchniowych prowadzono w siatce 1×1 km.

Realizację tematu rozpoczęto w 1995 r. na zlecenie Ministerstwa Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

W realizacji części I atlasu brali udział:

- J. Lis, A. Pasieczna: geochemia – koncepcja i projekt badań, nadzór i koordynacja prac, opracowanie map geochemicznych, interpretacja wyników,
- J. Lis, M. Toczyński: bazy danych, przetwarzanie danych,
- M. Toczyński, P. Kaszycki, T. Kolecki: opróbowanie,
- P. Pasławski: prace analityczne – kierownictwo i koordynacja,
- H. Bellok, E. Górecka, K. Jakimowicz-Hnatyszak, A. Jaklewicz, I. Jaroń, J. Kucharzyk, B. Kudowska, D. Lech, M. Liszewska, E. Maciołek: analizy chemiczne,
- B. Budzicka, B. Karolak, I. Witowska, D. Woźnica: chemiczne przygotowanie próbek do analizy,
- M. Cichorski, Z. Dobieszynska, J. Duszyński, Z. Prasol: mechaniczne przygotowanie próbek do analizy.

PRACE TERENOWE

Prace terenowe zostały wykonane w sezonie letnim 1996 roku przez zespół pracowników Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie. Grupy terenowe wyposażone były w mapy topograficzne, sprzęt i materiały do opróbowania oraz instrukcję prac terenowych. Przed wyjazdem w teren pracownicy wykonujący opróbowanie zostali odpowiednio przeszkoleni.

Do lokalizacji punktów poboru próbek używano map topograficznych w układzie państwowym 1965 w skali 1:25 000. Każdy arkusz mapy, odpowiadający 160 km², podzielony był na 160 kwadratów o powierzchni 1 km². Z kwadratów tych pobierano próbki gleb, osadów wodnych i wód powierzchniowych. Obserwacje dotyczące zabudowy terenu (tablica B), sposobu jego użytkowania (tablica C), rodzaju zbiornika wodnego, charakteru petrograficznego pobieranego materiału oraz lokalizację punktu notowano w odpowiednich kartach opróbowania (fig. 1). Miejsca pobrania próbek zaznaczano krzyżkami na mapach i opisywano odpowiednimi numerami.

Fig. 1. Karta opróbowania
Fig. 1. Sampling card

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

Próbki współczesnych osadów wodnych, o możliwie najdrobniejszym uziarnieniu i masie około 1000 g, pobierane były z różnego rodzaju zbiorników wodnych – rzek, strumieni, rowów i zbiorników wód stojących różnej wielkości – do woreczków płóciennych.

Próbki wód powierzchniowych pobierano w tych samych miejscach, w których opróbowano osady wodne. Wody były filtrowane w terenie przez filtry MILIPORE 0,45 µm, a po umieszczeniu w pojemnikach o objętości 20 ml – zakwaszane HCl. W punkcie poboru wykonywano pomiar kwasowości i przewodności elektrycznej wody.

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 sита o oczkach 1 mm dla gleb i 0,2 mm dla osadów wodnych. Po skwarceniu, próbki o masie około 100 g umieszczano w polietylenowych pojemnikach. Próbki magazynowano 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.

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

Do roztwarzania zastosowano metodę ługowania za pomocą kwasu solnego (HCl 1:4), w temperaturze 90°C, w ciągu 1 godziny. W procesie tym, ilości pierwiastków uwalnianych do roztworu w stosunku do ich całkowitych zawartości są różne, w zależności od formy występowania, i wahają się od kilku do 100%. Najtrudniej poddają się ługowaniu niektóre pierwiastki główne minerałów pierwotnych, takie jak: krzem, glin, potas i sód w skaleniach; żelazo, magnez, wapń – w amfibolach i piroksenach; cyrkon, tytan, itr, tor – w minerałach ciężkich gleb i osadów wodnych. Najłatwiej przechodzą do roztworu pierwiastki ze struktur mineralnych węglanowych lub występujące w formach sorpcyjnych, słabo związanych. Ten ostatni sposób występowania pierwiastków jest w szczególności charakterystyczny dla gleb i osadów wodnych zanieczyszczonych

w procesach antropogenicznych. Problem podatności na proces ługowania różnych pierwiastków kwasami został omówiony bardziej szczegółowo w „Atlasie geochemicznym Polski” (J. Lis, A. Pasieczna, 1995b).

Oznaczenia pierwiastków i kwasowości. Oznaczenia Ag, Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V i Zn w glebach oraz osadach wodnych wykonano metodą spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-AES). Do analiz stosowano spektrometry: PV 8060 firmy Philips i BJY 70 Plus Geoplasma firmy Jobin-Yvon. Zestawienie parametrów pomiarowych aparatury oraz granic oznaczalności pierwiastków zawiera tabela I i III.

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. Parametry spektrometru zawiera tabela II, a granice oznaczalności – tabela III.

Tabela I
Table I
Parametry spektrometrów ICP-AES stosowanych do pomiarów zawartości pierwiastków w próbkach gleb, osadów wodnych i wód powierzchniowych
Parameters of ICP-AES spectrometers used for element contents measure in soil, water sediment and surface water samples

Model	PV 8060	BJY 70 Plus Geoplasma
Producent	Philips	Jobin-Yvon
Typ	sekwencyjno-równoczesny	sekwencyjno-równoczesny
Liczba kanałów	29	35
Polichromator Paschena-Rungego	1 m	0,5 m
Monochromator Czerny-Turnera	1 m	1 m
Siatka holograficzna	2160 rys/mm	3600 rys/mm
Zakres widma	165–485 nm	165–425 nm
RF generator	50 Mhz	40 Mhz
Moc generatora	0,7–2,2 kW	0,7–2,3 kW
Warunki analityczne		
Moc	1,0 kW	1,0 kW
Wysokość obserwacji	12 mm	12 mm
Gaz	argon	argon
Przepływ gazu plazmowego	12 l/min	11 l/min
Przepływ gazu nośnego	0,8 l/min	0,32 l/min przy p-2,4 bara
Nebulizer	typ „cross-flow”	typ „cross-flow”
Zasysanie próbki	2,0 ml/min	1,3 ml/min
Czas integracji	5 s	3 s

Tabela II
Table II
Parametry spektrometru AAS stosowanego do pomiaru zawartości rtęci w próbkach gleb i osadów wodnych
Parameters of AAS spectrometer used for mercury contents measure in soil and water sediment samples

Długość fali	253,7 nm
Szczelina	0,7 nm
Sygnal	PH (wysokość piksu)
Gaz nośny	argon (przepływ 100–150 ml/min)
Roztwór nośny	10% HCl (przepływ 9–11 ml/min)
Roztwór reduktora	0,1% NaBH ₄ w 0,02% NaOH (przepływ 5–7 ml/min)
Czas pomiaru	20 s
Zakres pomiarowy	0,5–100 ng Hg/ml

Tabela III
Table III
Metody analityczne oraz granice oznaczalności pierwiastków stosowane dla próbek gleb i osadów wodnych
Analytical methods and detection limits of elements used for soil and water sediment samples

Pierwiastek Element	Metoda analityczna Analytic method	Długość fali Wave length (in nm)	Jednostka Unit	Praktyczna granica oznaczalności Detection limit	
pH	potencjometria	–	–	–	
Ag	ICP-AES	328.068	ppm	0,5	
Al		308.215	%	0,05	
As		193.695	ppm	5	
Ba		455.403	ppm	1	
Ca		315.887	%	0,01	
Cd		226.502	ppm	0,5	
Co		228.616	ppm	1	
Cr		267.716	ppm	1	
Cu		324.754	ppm	1	
Fe		259.940	%	0,01	
Hg		CV-AAS	253,7	ppm	0,05
Mg		ICP-AES	383.829	%	0,01
Mn			257.610	ppm	1
Ni			231.604	ppm	1
P	178.224		%	0,005	
Pb	220.353		ppm	5	
S	182.000		%	0,005	
Sc	424.683		ppm	0,3	
Sr	407.771		ppm	1	
Ti	337.279		ppm	1	
V	290.881		ppm	1	
Zn	213.856	ppm	1		

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

Kwasowość gleb w środowisku wodnym oznaczono według normy stosowanej w gleboznawstwie (Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczenia wartości pH, BN-75 9180-83).

W próbkach gleb oznaczono też węgiel całkowity metodą kulometryczną z zastosowaniem analizatora Coulomat 702 C/S firmy Ströehlein.

Oznaczenia Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, SiO₂, SO₄, Sr, Ti, V, Y i Zn w wodach powierzchniowych przeprowadzono metodą spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym na spektrometrze PV 8060 firmy Philips. Oznaczenia K, Li i Na w wodach wykonano metodą absorpcji atomowej (AAS) na spektrometrze PU 9100x Unicam. Granice oznaczalności pierwiastków w wodach powierzchniowych zestawiono w tabeli IV.

Tabela IV
Table

Metody analityczne oraz granice oznaczalności pierwiastków stosowane dla próbek wód powierzchniowych
Analytical methods and detection limits of elements used for surface water samples

Pierwiastek Element	Metoda analityczna Analytic method	Długość fali (w nm) Wave length (in nm)	Jednostka Unit	Granica oznaczalności Detection limit
Al	ICP-AES USN	308.215	ppm	0.01
As	ICP-AES USN	189.042	ppb	10
B	ICP-AES	208.893	ppm	0.03
Ba		455.403	ppb	1
Ca	ICP-AES USN	315.887	ppm	1
Cd		226.502	ppb	1
Co		228.616	ppb	2
Cr		267.716	ppb	1
Cu	ICP-AES	324.754	ppb	1
Fe		259.940	ppm	0.01
K	AAS	766.491	ppm	0.5
Li	ICP-AES	670.776	ppb	1
Mg		383.829	ppm	0.1
Mn	AAS	257.610	ppb	1
Na		589.592	ppm	1
Ni	ICP-AES USN	231.604	ppb	3
P		178.224	ppm	0.04
Pb	ICP-AES		ppb	5
SiO ₂		251.611	ppm	0.1
SO ₄		182.000	ppm	1
Sr		407.771	ppb	1
Ti	ICP-AES USN	337.279	ppb	2
V		290.881	ppb	2
Zn		213.856	ppb	1

ICP-AES – atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym
Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry
ICP-AES USN – atomowa spektrometria emisyjna z użyciem nebulizera ultradźwiękowego
Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry with Ultrasonic Nebulizer
AAS – atomowa spektrometria absorcyjna
Atomic Absorption Spectrometry

BAZY DANYCH

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

Baza współrzędnych punktów opróbowania. Pomiary współrzędnych punktów wykonano na mapach opróbowania w skali 1:25 000 na stole pomiarowym (dygimetrze). Uzyskane współrzędne w układzie państwowym 1965 przetransformowano na układ państwowy 1942, a następnie przeliczono na współrzędne katowe. Utworzona w ten sposób baza zawiera współrzędne źródłowe (1965) oraz przetransformowane (1942 i geograficzne). Baza ta stanowiła podstawę generacji wszystkich map geochemicznych.

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

Baza danych laboratoryjnych. Wyniki analiz chemicznych przekazywane przez laboratorium były umieszczane w bazie analiz chemicznych. Baza zawiera 50 571 oznaczeń pierwiastków w 2121 próbkach.

KONSTRUKCJA MAP GEOCHEMICZNYCH

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

Obliczenia statystyczne. Obliczenia parametrów statystycznych zarówno dla całych zbiorów, jak i podzbiorów reprezentujących różne środowiska gleb, osadów wodnych i wód powierzchniowych, wykonano za pomocą pakietu STATGRAPHICS. Wylizano średnią arytmetyczną, średnią geometryczną, medianę oraz wartość minimalną i maksymalną. Dane te zestawiono dla poszczególnych środowisk w tabelach V–X. Obliczone wskaźniki posłużyły za podstawę dla wyznaczenia odpowiednich parametrów przy generacji map geochemicznych. Posługiwano się

głównie średnią geometryczną, gdyż parametr ten, jako mniej obciążony wpływem wartości ekstremalnych, najlepiej charakteryzuje badaną populację. Inne parametry, takie jak wariancja czy odchylenie standardowe, nie były przydatne, gdyż w przypadku omawianych map mamy do czynienia z bliżej nieokreślonymi rozkładami przyrodniczymi.

Opracowanie map geochemicznych. Do ich generacji użyto komputera klasy PC 486, HD 330 MB, 16 MB RAM. Mapy geochemiczne gleb utworzono z użyciem programu SURFER for Windows, stosując metodę odwrotnej odległości. Metoda ta została opisana bardziej szczegółowo w objaśnieniach do „Atlasu geochemicznego Polski” (J. Lis, A. Pasieczna, 1995b). Dla prezentacji obrazu kartograficznego zastosowano metodę izoliniową. Poziomy zawartości dobierano zgodnie z podziałem na procentyle: 15, 25, 50, 75, 90, 95, 97 i 99%, obrazującym udział próbek o danym stężeniu pierwiastka. W przypadku mapy pH gleb przyjęto wartości poziomów zgodnie z podziałem stosowanym w gleboznawstwie (na gleby bardzo kwaśne, kwaśne, lekko kwaśne, obojętne i zasadowe).

Mapy geochemiczne osadów wodnych i wód powierzchniowych utworzono stosując sposób prezentacji w formie kartodiagramów kołowych. Klasom odpowiadającym zakresom zawartości pierwiastków z podziałem na procentyle: 15, 25, 50, 75, 90, 95, 97, 99 i >99% przypisano odpowiednie średnice kółek.

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ I SKAŁY MACIERZYTE GLEB

Obszar badań położony jest w obrębie występowania na powierzchni utworów czwartorzędowych, głównie plejstoceniowych (H. Klatkova, M. Piwocki, 1981), stanowiących skały macierzyste gleb (tablica A). Również w okresie plejstocenu została w decydującym stopniu ukształtowana obecna rzeźba terenu. Miąższość osadów czwartorzędowych na badanym obszarze waha się od kilku do 160 m (H. Klatkova, 1993, B. Trzmiel, K. Nowacki, 1987). Pod utworami czwartorzędowymi zalegają trzeciorzędowe ropy, piaski i mulki z pokładami węgla brunatnego. Podłoże trzeciorzędowe zbudowane jest z osadów skał kredy i jury.

Plejstocen. Część południową i środkową obszaru tworzy wysoczyzna morenowa gliny zwałowej, zaś w rejonie północnym i wschodnim dominują formy pochodzenia wodnolodowcowego – równiny sandrowe, kemy, równiny wód roztopowych (H. Brzeziński, 1992).

Przeważającą część osadów przypowierzchniowych została zaliczona do utworów zlodowacenia środkowopolskiego, lecz poglądy na szczegółową stratyografię tych utworów nie są jednolite. Według F. Różyckiego i S. Kluczyńskiego (1966) największy udział w budowie wysoczyzny morenowej na południu omawianego obszaru ma glina zwałowa stadiału najstarszego (maksymalnego), najczęściej dwudzielna, zaś glina zwałowa stadiału mazowiecko-podlaskiego (Warty) została prawie całkowicie zniszczona. Natomiast według B. Trzmiela i K. Nowackiego (1987) gliny stadiału maksymalnego występują na powierzchni tylko w nielicznych wystąpieniach (dolina Miazgi), a wysoczyzna morenowa w części południowej zbudowana jest z utworów stadiału mazowiecko-podlaskiego.

Gliny zwałowe są na ogół piaszczyste z niewielką ilością materiału grubszego. Spotyka się w nich glazy pochodzenia północnego o barwie czerwonej lub różowej (F. Różycki, S. Kluczyński, 1966). Gliny te mają miąższości od 2 do 8 m na wysoczyźnie, a nawet 15 m w dolinie Neru (B. Trzmiel, K. Nowacki, 1987). Tworzą one jeden ciągle poziom na całym obszarze zdjęcia; niekiedy są zdeformowane glaciektogenicznie.

Na glinie zwałowej zalega seria piaszczysto-żwirowa i piaszczysto-pyłowa osadów związanych z recesją lądolodu. Równiny sandrowe zbudowane są z piasków o różnej granulacji, najczęściej źle wysortowanych i źle obtoczonych, z pojedynczymi ziarnami żwirów i glazików. W ich składzie przeważa kwarc i skalenie.

Na południe od Łodzi i na wschód od Pabianic występuje szereg izolowanych pagórków zbudowanych z utworów piaszczysto-żwirowych poprzedzielanych seriami mulków. Jest to kompleks utworów kemowych o miąższości od kilku do kilkudziesięciu metrów. W dolinie Bzury i Wolbórki odsłaniają się mulki i piaski rozlewiskowo-jeziorne.

Okres zlodowacenia północnopolskiego pozostawił osady rzeczne i deluwialne. Są to piaski, mulki i mady odsłaniające się w dolinach.

Holocen. Utwory holoceniowe zajmują małe powierzchnie, na dnie dolin. Przeważają piaski i żwiry rzeczne. Piaski są drobno- i średnioziarniste, z niewielką domieszką części organicznych (B. Trzmiel, K. Nowacki, 1987). Namuły rzeczne utworzone w miejscach słabego odpływu, mają uziarnienie piaszczysto-mulkowe. Często towarzyszą im torfy.

Piaski eoliczne oraz piaski eoliczne w wydmach występują w zachodniej i południowo-zachodniej części arkusza. Są utworami przewiewnymi i redeponowanymi w holocen, ale mogły się tworzyć jeszcze w okresie późnoglacialnym. Zaliczane są z reguły do czwartorzędowego nierozdzielonego.

Wśród utworów czwartorzędowych (głównie plejstoceniowych), stanowiących skały macierzyste gleb, występują dwa zasadnicze typy genetyczne:

- utwory akumulacji lodowcowej reprezentowane przez gliny zwałowe, piaski i żwiry,
- utwory wodnolodowcowe przemyte, osadzone przez wody roztopowe lodowców i wody polodowcowe (piaski sandrowe, utwory mulowe).

Z glin zwałowych wytworzyły się przeważnie gleby bielcowe i rzadziej brunatne (A. Musierowicz i in., 1960). Również z różnoziarnistych piasków w glinach zwałowych powstały gleby bielcowe.

Utwory wodnolodowcowe, przemyte, nie zawierają na ogół okruchów skał, dlatego też są bardzo ubogie w glinokrzemiany, a zasobne w kwarc. Są skalami macierzystymi gleb bielcowych, bardzo ubogich pod wzglę-

dem wartości rolniczej. Stąd też, najczęściej porastają je lasy pokrywające 15% powierzchni badanego terenu. W północno-zachodniej części arkusza tworzą największy na badanym obszarze kompleks leśny, rozciągający się między Rudą-Bugaj, Pustkową Górą i Rosanowem. W części wschodniej (Justynów-Nowosolna-Wilanów-Stryków) występują płaty gleb bielcowych wytworzonych z utworów pyłowych pochodzenia wodnego (A. Musierowicz i in., 1960; A. Kowalkowski i in., 1994). Niektóre z tych gleb powstały z piasków i glin zwałowych.

Na holoceniowych namulach, osadach próchnicznych i torfach powstały w dolinach rzek gleby mulowo-bagiennie i torfowe.

ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZENIA ŚRODOWISKA

Składowiska odpadów. Składowiska odpadów przemysłowych i komunalnych są uznawane powszechnie za obiekty uciążliwe dla środowiska. Wywołują one szereg niekorzystnych zjawisk, do których należą:

- nagromadzenie znacznych ilości substancji toksycznych,
- zanieczyszczenie wód powierzchniowych, gruntowych i powietrza,
- morfologiczne przekształcenia powierzchni terenu,
- podtapianie terenów przyległych.

Od 1 stycznia 1997 r. obowiązuje ustawa określająca zadania gmin w zakresie usuwania, unieszkodliwiania i wykorzystywania odpadów komunalnych (Dz.U. nr 132, poz. 622, 1996). Jednak dotychczas gospodarka odpadami komunalnymi i przemysłowymi w województwie łódzkim sprowadza się prawie wyłącznie do ich składowania (Raport, 1997). Jedynie na terenie miasta Łodzi prowadzona jest na niewielką skalę selektywna zbiórka odpadów.

Na obszarze badań zlokalizowane są następujące składowiska odpadów komunalnych (Raport, 1997):

- dwa składowiska w miejscowości Zgnile Błota (gmina Aleksandrów Łódzki),
- składowisko w Zgierzu (ul. Szczawińska),
- składowisko „Łaskowice” (Łódź) przyjmujące również odpady z Pabianickich Zakładów Farmaceutycznych „Polfa”,
- składowisko w Smolicach (gmina Stryków),
- składowisko „Nowosolna” (gmina Łódź) gromadzące też odpady przemysłowe likwidowanego Kombinat Maszyn Włókienniczych „Wifama” oraz Fabryki Pierścieni Tłokowych „Prima”,
- składowisko „Lublinek” (gmina Łódź),
- składowisko w Kalinku (gmina Rzgów).

Badania stanu środowiska wokół wysypisk komunalnych w Łodzi prowadzone są przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska. Obejmują one wody podziemne, powietrze i gleby. Jednorazowe analizy gleb z rejonu nieczynnego wysypiska „Kasprowicza” i wysypiska „Lublinek” (po 8 punktów wokół każdego z wysypisk) nie wskazują na zanieczyszczenie gleb. W rejonie wysypiska „Nowosolna” corocznie kontrolowany jest stan jakości wód pochodzących ze studzien w jego sąsiedztwie. Badane wody są wyraźnie zanieczyszczone bakteriologicznie, a okresowo wykazują podwyższone zawartości żelaza, manganu i soli amonowych (A. Bonikowski, 1993).

- Do składowisk odpadów przemysłowych należą:
- dwa składowiska Zakładów Przemysłu Barwników „Boruta” SA w Zgierzu (szlamy i masy pofiltracyjne, żużle, adsorbenty, masy jonitowe, sole wapnia i magnezu, smoly podestylacyjne, gipsy, popioły),
 - składowisko osadów ściekowych Miejskiej Oczyszczalni Ścieków w Zgierzu,
 - składowisko odpadów Fabryki Kotłów i Radiatorów „Fakora” we wsi Babichy, w gminie Rzgów (masy formierskie, rdzenie i żużle odlewnicze),
 - składowisko Zakładu Włókien Chemicznych „Chemitex-Anilana” w Pałczewie, gmina Brójce (tworzywa sztuczne, nici lateksowe, guma, ebonit) oraz składowisko osadów ściekowych „Chemitex-Anilana” położone na terenie zakładów w Łodzi,
 - składowisko odpadów paleniskowych Zakładów Energetyki Ciepłej w Łodzi we wsi Bryszewy, gmina Nowosolna (popioły lotne i żużle),
 - składowisko odpadów paleniskowych Zakładów Energetyki Ciepłej w Łodzi w Gospodarzu, gmina Rzgów (popioły lotne i żużle),
 - składowisko odpadów Fabryki Kwasu Cytrynowego „Cytrokwas” w Zgierzu (gips i grzybnia pofermentacyjna),
 - składowisko osadów ściekowych z Grupy Oczyszczalni Ścieków w Łodzi,
 - pola osadowe Stacji Uzdatniania Wody w Kalinku, gmina Rzgów (osady pokoagulacyjne z uzdatniania wody).

W strukturze odpadów przemysłowych województwa łódzkiego największy udział (ponad 80%) mają popioły i żużle z elektrowni i kotłowni. Częściowo są one zużywane w produkcji materiałów budowlanych, do niwelacji terenu i przy rekultywacji składowisk. Na skutek budowy nowych oczyszczalni ścieków zwiększa się ilość odpadów ściekowych, często zanieczyszczonych metalami ciężkimi i innymi substancjami toksycznymi.

Ścieki. Ścieki miejskie i przemysłowe są źródłem zanieczyszczenia wód i osadów wodnych. W okresach wylewów zanieczyszczonych rzek może dochodzić również do przenikania zanieczyszczeń do gleb aluwialnych w dolinach rzecznych.

Ponad 90% ścieków z województwa łódzkiego przyjmują rzeki zlewni Neru, a głównie bezpośrednio rzeka Ner, około 9% ścieków trafia do zlewni Bzury (Raport, 1997). Większość z nich pochodzi z wylotu Grupy Oczyszczalni Ścieków Smulsko. Pomimo istnienia na terenie województwa przy zakładach przemysłowych i osiedlach mieszkaniowych

Parametry statystyczne pierwiastków chemicznych i kwasowość w glebach aglomeracji łódzkiej
Statistical parameters of chemical elements and acidity in soils of Łódź agglomeration

Gleby Soils	Parametry Parameters	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Be ppm	C %	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 Łodzi i okolic Soils of Łódź and environs n = 1127	a	<1	0.03	<5	3	<0.5	0.09	<0.01	<0.5	<1	<1	<1	0.03	<0.05	<0.01	<1	<1	<0.005	<3	<0.005	<1	5	<1	5	3.1
	b	<1	0.95	13	605	8.0	28.15	8.00	3.0	6	93	185	2.29	5.82	0.66	785	38	0.127	361	0.223	188	174	30	965	8.1
	c	<1	0.23	<5	31	<0.5	1.64	0.19	<0.5	1	4	7	0.35	<0.05	0.04	167	3	0.035	14	0.009	8	34	5	36	5.6
	d	<1	0.21	<5	22	<0.5	1.38	0.07	<0.5	1	3	5	0.30	<0.05	0.03	122	2	0.031	12	0.008	4	30	4	25	5.5
	e	<1	0.22	<5	23	<0.5	1.32	0.07	<0.5	1	3	5	0.31	<0.05	0.04	154	3	0.032	11	0.008	4	31	5	23	5.5
Gleby pól uprawnych Cultivated soils n = 720	a	<1	0.03	<5	4	<0.5	0.32	<0.01	<0.5	<1	<1	1	0.04	<0.05	<0.01	3	<1	<0.005	<3	<0.005	<1	5	<1	6	5.1
	b	<1	0.95	13	605	8.0	28.15	8.00	1.6	6	65	53	2.29	0.66	0.66	785	16	0.127	58	0.154	188	174	22	205	7.7
	c	<1	0.23	<5	27	<0.5	1.44	0.14	<0.5	1	3	5	0.34	<0.05	0.04	186	3	0.037	11	0.009	6	32	5	26	5.5
	d	<1	0.21	<5	22	<0.5	1.26	0.07	<0.5	1	3	5	0.30	<0.05	0.03	147	2	0.034	10	0.008	4	29	4	23	5.5
	e	<1	0.22	<5	23	<0.5	1.20	0.07	<0.5	1	3	5	0.31	<0.05	0.04	174	2	0.034	10	0.008	4	31	5	22	5.5
Gleby terenów podmiejskich Soils in suburban areas n = 203	a	<1	0.06	<5	3	<0.5	0.09	<0.01	<0.5	<1	<1	1	0.05	<0.05	<0.01	3	<1	0.009	<3	<0.005	<1	7	<1	5	3.4
	b	<1	0.59	7	440	1.3	5.68	2.08	3.0	5	93	185	1.43	5.82	0.37	471	38	0.106	361	0.223	115	129	18	965	7.7
	c	<1	0.24	<5	38	<0.5	1.69	0.24	<0.5	1	4	10	0.37	0.08	0.05	152	4	0.034	19	0.009	11	38	5	55	5.9
	d	<1	0.22	<5	27	<0.5	1.45	0.10	<0.5	1	3	6	0.32	<0.05	0.03	120	3	0.030	14	0.008	6	34	5	33	5.8
	e	<1	0.23	<5	27	<0.5	1.44	0.10	<0.5	1	3	6	0.32	<0.05	0.04	138	3	0.030	12	0.008	6	36	5	27	5.9
Gleby terenów o zabudowie miejscowej zwartej Soils in urban areas with compact development n = 75	a	<1	0.11	<5	10	<0.5	0.33	0.03	<0.5	<1	1	2	0.12	<0.05	0.02	21	1	0.007	4	<0.005	2	18	2	11	4.2
	b	<1	0.49	9	210	2.1	7.74	3.03	1.1	5	15	155	1.28	0.39	0.20	304	16	0.119	105	0.056	81	99	16	339	7.7
	c	<1	0.26	<5	62	<0.5	2.26	0.59	<0.5	2	5	19	0.53	0.09	0.07	159	6	0.042	29	0.011	20	52	7	94	6.8
	d	<1	0.25	<5	49	<0.5	1.89	0.42	<0.5	2	4	13	0.48	0.07	0.07	146	5	0.038	23	0.009	15	48	6	73	6.8
	e	<1	0.25	<5	45	<0.5	1.94	0.44	<0.5	2	5	13	0.49	0.06	0.07	164	5	0.038	23	0.009	16	51	7	83	7.2
Gleby terenów o zabudowie przemysłowej Soils in industrial areas n = 22	a	<1	0.10	<5	10	<0.5	0.32	<0.01	<0.5	<1	1	2	0.13	<0.05	0.01	45	1	0.014	4	<0.005	1	17	1	12	4.2
	b	<1	0.40	5	122	1.2	7.06	1.15	1.0	3	49	26	0.78	0.28	0.16	313	11	0.102	60	0.016	38	90	12	165	8.0
	c	<1	0.25	<5	47	<0.5	2.00	0.50	<0.5	2	7	12	0.47	0.07	0.07	143	5	0.034	21	0.008	16	46	6	71	6.8
	d	<1	0.23	<5	37	<0.5	1.55	0.30	<0.5	2	4	10	0.42	0.05	0.06	127	4	0.030	17	0.007	11	44	5	52	6.6
	e	<1	0.25	<5	38	<0.5	1.60	0.47	<0.5	2	5	12	0.48	0.06	0.07	130	6	0.030	20	0.008	14	46	6	56	7.3
Gleby lasów Forest soils n = 169	a	<1	0.03	<5	3	<0.5	0.33	<0.01	<0.5	<1	<1	<1	0.03	<0.05	<0.01	<1	<1	<0.005	<3	<0.005	<1	5	<1	5	3.1
	b	<1	0.45	<5	51	<0.5	14.88	0.43	0.7	3	23	14	0.55	0.73	0.07	755	4	0.054	36	0.093	21	60	8	138	7.1
	c	<1	0.18	<5	14	<0.5	1.76	0.03	<0.5	<1	2	3	0.21	<0.05	0.02	100	1	0.021	10	0.007	2	24	3	14	4.4
	d	<1	0.16	<5	11	<0.5	1.44	0.01	<0.5	<1	1	3	0.18	<0.05	0.01	44	1	0.019	9	0.006	1	22	2	12	4.3
	e	<1	0.17	<5	11	<0.5	1.39	0.01	<0.5	<1	1	2	0.19	<0.05	0.02	67	1	0.020	9	0.006	1	22	3	11	4.3
Gleby łąk Meadow soils n = 21	a	<1	0.08	<5	6	<0.5	0.52	0.01	<0.5	<1	1	3	0.09	<0.05	<0.01	13	<1	0.019	4	<0.005	1	10	2	10	4.5
	b	<1	0.38	12	111	0.9	15.80	1.01	0.9	3	31	185	1.51	0.25	0.11	400	8	0.109	143	0.069	54	57	11	965	7.5
	c	<1	0.19	<5	31	<0.5	2.66	0.27	<0.5	<1	5	14	0.38	<0.05	0.03	145	3	0.038	18	0.014	11	24	5	71	6.1
	d	<1	0.17	<5	25	<0.5	1.94	0.14	<0.5	1	3	6	0.30	<0.05	0.02	106	2	0.035	13	0.011	7	22	4	28	6.0
	e	<1	0.18	<5	24	<0.5	1.72	0.19	<0.5	1	3	5	0.27	<0.05	0.03	148	2	0.035	11	0.011	8	19	5	25	6.0
Gleby ugorów i nieużytków Fallow soils n = 66	a	<1	0.09	<5	9	<0.5	0.09	<0.01	<0.5	<1	<1	2	0.09	<0.05	<0.01	30	<1	0.007	<3	<0.005	1	13	1	10	4.3
	b	<1	0.63	7	159	1.1	3.28	1.78	0.9	5	11	30	1.43	0.16	0.40	371	12	0.074	73	0.019	73	174	30	167	8.1
	c	<1	0.23	<5	33	<0.5	1.44	0.25	<0.5	1	3	8	0.37	<0.05	0.05	149	4	0.032	15	0.008	10	41	5	43	6.5
	d	<1	0.22	<5	27	<0.5	1.20	0.14	<0.5	1	3	6	0.32	<0.05	0.04	129	3	0.029	12	0.007	7	37	4	35	6.4
	e	<1	0.21	<5	26	<0.5	1.36	0.16	<0.5	1	3	6	0.33	<0.05	0.04	129	3	0.028	13	0.007	8	38	4	31	6.6
Gleby parków miejskich City park soils n = 10	a	<1	0.13	<5	29	<0.5	1.59	0.03	<0.5	<1	2	5	0.22	0.05	0.02	97	2	0.011	15	0.008	3	28	2	14	4.7
	b	<1	0.34	<5	79	0.9	3.96	0.86	0.6	3	14	34	0.61	0.28	0.10	327	6	0.047	39	0.014	20	63	9	168	7.6
	c	<1	0.25	<5	49	<0.5	2.19	0.31	<0.5	2	5	17	0.47	0.10	0.05	175	4	0.029	26	0.010	12	44	6	78	6.3
	d	<1	0.24	<5	46	<0.5	2.13	0.21	<0.5	2	5	15	0.45	0.09	0.05	164	4	0.028	25	0.010	11	42	6	64	6.2
	e	<1	0.27	<5	48	<0.5	2.07	0.25	<0.5	2	5	16	0.49	0.09	0.06	166	5	0.030	23	0.010	14	40	7	71	6.1
Gleby trawników i skwerów Lawn soils n = 136	a	<1	0.12	<5	11	<0.5	0.19	0.03	<0.5	<1	1	2	0.15	<0.05	0.01	37	1	0.011	5	<0.005	2	20	2	13	3.4
	b	<1	0.59	9	440	2.1	7.74	3.03	3.0	5	93	155	1.28	5.82	0.32	418	38	0.119	361	0.223	115	129	18	867	7.8
	c	<1	0.28	<5	69	<0.5	2.41	0.59	<0.5	2	6	18	0.54	0.13	0.08	166	6	0.040	32	0.013	23	53	7	103	6.8
	d	<1	0.26	<5	54	<0.5	2.06	0.41	<0.5	2	5	13	0.49	0.06	0.07	151	5	0.037	24	0.010	17	50	7	76	6.7
	e	<1	0.26	<5	54	<0.5	2.07	0.44	<0.5	2	5	13	0.51	0.06	0.07	165	5	0.037	25	0.009	19	51	7	74	7.2
Gleby ogródków działkowych Allotment soils n = 5	a	<1	0.20	<5	16	<0.5	0.82	0.08	<0.5	1	3														

Tabela VI
TableParametry statystyczne pierwiastków chemicznych i kwasowość w glebach badanych miast
Statistical parameters of chemical elements and acidity in soils of surveyed cities

Gleby Soils	Parametry Parameters	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Be ppm	C %	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 Łodzi Soils of Łódź n = 219	a	<1	0.03	<5	4	<0.5	0.19	<0.01	<0.5	<1	<1	2	0.04	<0.05	<0.01	4	<1	0.005	4	<0.005	<1	8	<1	7	3.7
	b	<1	0.50	9	210	2.1	7.74	3.03	3.0	5	93	155	1.28	5.82	0.37	755	38	0.119	361	0.223	81	120	16	339	8.1
	c	<1	0.26	<5	48	<0.5	1.92	0.38	<0.5	2	6	13	0.45	0.10	0.06	169	5	0.035	24	0.010	15	45	6	66	6.4
	d	<1	0.24	<5	38	<0.5	1.67	0.18	<0.5	1	4	9	0.40	0.05	0.05	143	4	0.032	19	0.008	9	41	6	46	6.3
	e	<1	0.25	<5	37	<0.5	1.70	0.21	<0.5	2	4	8	0.42	0.05	0.05	160	4	0.033	18	0.009	10	43	6	43	6.8
Gleby Pabianic Soils of Pabianice n = 24	a	<1	0.11	<5	4	<0.5	0.81	<0.01	<0.5	<1	<1	1	0.13	<0.05	<0.01	8	<1	0.015	6	<0.005	<1	14	1	10	3.4
	b	<1	0.62	6	232	3.8	6.76	1.48	1.2	6	8	33	1.53	0.16	0.22	374	16	0.102	40	0.029	84	174	21	224	7.3
	c	<1	0.27	<5	64	0.5	2.96	0.45	<0.5	2	4	12	0.48	0.05	0.07	146	5	0.045	21	0.013	22	49	7	79	5.3
	d	<1	0.25	<5	46	<0.5	2.47	0.29	<0.5	2	4	9	0.42	<0.05	0.05	116	4	0.040	19	0.011	14	42	6	59	5.2
	e	<1	0.24	<5	42	<0.5	2.36	0.40	<0.5	2	4	9	0.38	<0.05	0.06	129	4	0.047	19	0.013	13	42	7	60	5.1
Gleby Zgierza Soils of Zgierz n = 33	a	<1	0.10	<5	7	<0.5	0.32	<0.01	<0.5	<1	1	2	0.13	<0.05	<0.01	4	<1	0.010	4	<0.005	<1	17	1	10	3.8
	b	<1	0.63	7	159	1.2	7.06	1.67	0.9	5	24	185	0.91	0.25	0.40	755	12	0.050	143	0.029	73	174	30	965	7.8
	c	<1	0.24	<5	37	<0.5	1.52	0.25	<0.5	2	4	13	0.37	<0.05	0.05	169	3	0.029	20	0.008	10	45	6	76	5.8
	d	<1	0.22	<5	38	<0.5	1.28	0.08	<0.5	1	3	7	0.33	<0.05	0.03	144	3	0.027	14	0.007	5	39	5	37	5.7
	e	<1	0.23	<5	28	<0.5	1.32	0.08	<0.5	1	4	5	0.37	<0.05	0.04	160	3	0.027	11	0.007	4	41	5	26	6.0
Gleby Strykowa Soils of Stryków n = 7	a	<1	0.17	<5	12	<0.5	0.90	0.03	<0.5	<1	2	3	0.20	<0.05	0.02	100	2	0.033	7	0.005	2	26	3	12	4.5
	b	<1	0.33	<5	37	<0.5	1.65	0.29	<0.5	2	5	9	0.49	0.18	0.09	268	4	0.055	16	0.012	8	43	6	126	7.4
	c	<1	0.24	<5	25	<0.5	1.11	0.13	<0.5	1	4	6	0.33	0.06	0.05	176	3	0.039	12	0.007	5	36	5	39	6.0
	d	<1	0.23	<5	23	<0.5	1.08	0.10	<0.5	<1	4	6	0.32	<0.05	0.04	166	3	0.038	11	0.006	5	36	5	29	5.9
	e	<1	0.21	<5	24	<0.5	0.97	0.10	<0.5	1	3	6	0.33	<0.05	0.04	180	3	0.035	11	0.006	5	38	5	27	6.3
Gleby Konstantynowa Łódzkiego Soils of Konstantynów Łódzki n = 21	a	<1	0.13	<5	8	<0.5	0.71	0.01	<0.5	<1	1	2	0.09	<0.05	<0.01	12	<1	0.021	5	<0.005	1	14	2	9	4.6
	b	<1	0.40	<5	152	0.5	4.08	2.08	0.9	3	12	33	1.16	0.17	0.32	258	9	0.106	58	0.019	34	69	12	205	7.7
	c	<1	0.22	<5	33	<0.5	1.59	0.35	<0.5	1	4	8	0.37	<0.05	0.07	115	4	0.037	15	0.009	10	29	5	40	6.2
	d	<1	0.20	<5	24	<0.5	1.44	0.14	<0.5	<1	4	6	0.30	<0.05	0.04	85	3	0.035	12	0.008	6	27	5	27	6.1
	e	<1	0.20	<5	21	<0.5	1.41	0.18	<0.5	<1	4	6	0.27	<0.05	0.05	102	2	0.036	11	0.008	7	27	4	27	6.3

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

Tabela VII
TableParametry statystyczne pierwiastków chemicznych w osadach wodnych badanych miast
Statistical parameters of chemical elements in the water sediments of surveyed cities

Osady wodne Water sediments	Parametry Parameters	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Be 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
Osady wodne Łodzi Water sediments of Łódź n = 80	a	<1	0.05	<5	7	<0.5	0.05	<0.5	<1	1	2	0.09	<0.05	<0.01	17	1	0.010	<5	<0.005	3	9	1	10
	b	16	0.63	19	290	1.5	4.47	13.9	6	262	181	2.08	4.12	0.32	1600	55	0.196	347	1.700	88	127	27	957
	c	1	0.24	<5	59	<0.5	1.00	1.2	2	20	32	0.65	0.27	0.10	201	8	0.053	48	0.151	25	44	7	174
	d	<1	0.20	<5	47	<0.5	0.69	0.6	2	8	16	0.53	0.08	0.07	131	6	0.043	27	0.057	19	39	6	110
	e	<1	0.19	<5	55	<0.5	0.74	0.6	2	7	13	0.56	0.06	0.08	110	6	0.046	25	0.054	20	42	6	107
Osady wodne Pabianic Water sediments of Pabianice n = 18	a	<1	0.07	<5	12	<0.5	0.11	<0.5	<1	1	<1	0.16	<0.05	0.03	27	<1	0.013	<5	0.013	4	16	1	9
	b	3	0.73	15	484	1.0	6.49	26.5	46	478	242	4.76	11.70	0.25	2207	21	0.328	168	1.366	210	118	22	928
	c	1	0.30	<5	138	<0.5	1.84	4.0	12	102	55	1.21	2.33	0.15	339	9	0.117	65	0.220	64	58	10	315
	d	<1	0.26	<5	96	<0.5	1.26	1.9	6	28	28	0.83	0.50	0.12	173	7	0.085	42	0.089	42	51	8	194
	e	<1	0.26	<5	96	<0.5	1.19	2.1	6	22	39	0.77	0.59	0.14	167	9	0.088	57	0.051	49	57	8	251
Osady wodne Zgierza Water sediments of Zgierz n = 26	a	<1	<0.01	<5	3	<0.5	0.09	<0.5	<1	<1	2	0.03	<0.05	0.03	14	1	<0.005	<5	0.006	5	4	1	18
	b	6	1.35	28	338	3.1	16.90	4.7	9	93	155	4.48	7.80	0.92	692	345	0.418	237	7.400	234	528	27	1053
	c	1	0.27	<5	73	<0.5	1.62	1.0	2	15	36	0.77	0.78	0.12	172	23	0.072	44	0.473	36	64	7	189
	d	<1	0.20	<5	51	<0.5	0.72	0.6	2	7	17	0.50	0.11	0.08	115	7	0.045	24	0.082	22	43	6	107
	e	<1	0.21	<5	56	<0.5	0.79	0.4	2	5	15	0.48	0.07	0.06	108	6	0.050	23	0.034	22	40	6	81
Osady wodne Strykowa Water sediments of Stryków n = 4	a	<1	0.15	<5	19	<0.5	0.22	<0.5	<1	2	2	0.26	<0.05	0.03	71	2	0.014	8	0.016	5	11	4	15
	b	<1	0.32	7	74	<0.5	0.99	0.9	3	9	21	0.67	7.76	0.17	547	8	0.089	80	0.034	25	97	9	158
	c	<1	0.23	<5	51	<0.5	0.50	0.5	2	5	9	0.54	1.96	0.09	253	5	0.053	33	0.025	14	48	6	74
	d	<1	0.22	<5	45	<0.5	0.42	<0.5	1	4	6	0.50	0.10	0.07	195	4	0.044	21	0.023	11	37	6	46
	e	<1	0.23	<5	55	<0.5	0.39	<0.5	2	5	7	0.61	<0.05	0.07	197	5	0.055	21	0.024	12	42	6	62
Osady wodne Konstantynowa Łódzkiego Water sediments of Konstantynów Łódzki n = 21	a	<1	0.05	<5	8	<0.5	0.06	<0.5	<1	2	3	0.07	<0.05	0.01	6	<1	0.007	<5	0.006	3	11	1	11
	b	11	0.47	22	275	0.6	3.74	16.9	15	512	210	1.81	6.46	0.34	399	68	0.505	175	0.788	109	147	19	1232
	c	2	0.22	<5	76	<0.5	1.15	3.0	3	93	51	0.64	0.94	0.12	142	13	0.084	47	0.221	33	48	7	310
	d	<1	0.18	<5	57	<0.5	0.70	1.1	2	24	24	0.47	0.19	0.08	100	6	0.052	26	0.094	23	37	5	140
	e	<1	0.18	<5	61	<0.5	1.00	0.9	2	44	39	0.50	0.16	0.08	116	6	0.048	27	0.131	27	34	5	148

a – minimum; minimum b – maksimum; maximum c – średnia arytmetyczna; arithmetic mean d – średnia geometryczna

Tabela VIII
TableParametry statystyczne pierwiastków chemicznych w osadach wodnych aglomeracji łódzkiej
Statistical parameters of chemical elements in the water sediments of Łódź agglomeration

Osady wodne Water sediments	Parametry Parameters	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Be 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
Osady wodne Łódzi i okolic Water sediments of Łódź and environs n = 663	a	<1	<0.01	<5	3	<0.5	0.02	<0.5	<1	<1	<1	0.03	<0.05	<0.01	4	<1	<0.00	<5	<0.005	<1	4	<1	4
	b	198	3.74	906	484	4.0	16.90	59.6	46	977	1720	11.80	20.50	0.92	2896	345	5	10	7.400	269	528	77	84 900
	c	1	0.28	<5	58	<0.5	0.75	1.3	3	22	28	0.65	0.37	0.09	229	7	0.974	200	0.108	21	37	7	262
	d	<1	0.21	<5	42	<0.5	0.42	0.6	2	5	9	0.45	0.06	0.06	129	4	0.063	50	0.037	13	30	5	64
	e	<1	0.22	<5	44	<0.5	0.39	<0.5	2	5	8	0.47	<0.05	0.06	128	5	0.044	15	0.029	13	30	6	57
Małe ciekły bez nazwy Small streams (unnamed) n = 393	a	<1	0.05	<5	3	<0.5	0.02	<0.5	<1	<1	<1	0.03	<0.05	<0.01	4	<1	<0.00	<5	<0.005	<1	7	<1	4
	b	198	3.74	250	450	3.1	16.20	59.6	11	214	1070	7.19	7.76	0.92	2824	345	5	1490	1.270	269	528	77	1 330
	c	1	0.32	<5	55	<0.5	0.67	1.1	2	8	17	0.64	0.12	0.09	264	7	0.771	28	0.057	20	35	8	95
	d	<1	0.25	<5	42	<0.5	0.39	0.5	2	5	8	0.47	<0.05	0.07	156	4	0.062	15	0.029	13	29	6	57
	e	<1	0.28	<5	44	<0.5	0.38	0.5	2	5	7	0.51	<0.05	0.07	182	5	0.046	14	0.025	13	29	7	57
Małe zbiorniki bez nazwy – sadzawki Small reservoirs – pools (unnamed) n = 62	a	<1	0.05	<5	6	<0.5	0.06	<0.5	<1	<1	<1	0.07	<0.05	0.01	8	<1	0.005	<5	<0.005	2	10	1	8
	b	<1	0.64	906	453	0.6	3.74	18.1	6	950	1720	2.54	20.50	0.34	445	55	0.107	10	0.788	109	147	18	84 900
	c	<1	0.24	18	56	<0.5	0.62	1.0	2	24	28	0.54	0.39	0.08	108	7	0.032	200	0.085	19	39	6	2 839
	d	<1	0.20	<5	34	<0.5	0.36	<0.5	1	6	8	0.37	<0.05	0.06	76	4	0.025	198	0.032	12	32	5	47
	e	<1	0.22	<5	29	<0.5	0.31	<0.5	2	4	7	0.34	<0.05	0.06	84	4	0.024	13	0.026	10	33	4	34
Bzura The Bzura river n = 33	a	<1	0.04	<5	7	<0.5	0.06	<0.5	<1	1	2	0.09	<0.05	<0.01	13	1	0.007	<5	<0.005	3	9	<1	14
	b	6	0.39	73	372	0.7	3.13	13.9	12	166	536	11.80	7.80	0.33	396	25	0.974	581	1.602	68	85	25	1 610
	c	1	0.18	8	61	<0.5	0.82	2.9	3	39	120	1.03	1.32	0.07	89	7	0.084	115	0.317	23	38	5	437
	d	1	0.15	<5	45	<0.5	0.50	1.6	2	18	51	0.46	0.27	0.05	60	5	0.042	56	0.144	16	33	4	246
	e	<1	0.15	<5	56	<0.5	0.38	2.1	2	26	98	0.39	0.69	0.05	57	6	0.046	73	0.177	12	31	3	342
Czarniawka The Czarniawka river n = 11	a	<1	0.07	<5	11	<0.5	0.11	<0.5	<1	1	2	0.12	<0.05	0.02	48	<1	0.010	<5	<0.005	3	15	1	15
	b	<1	0.95	<5	73	0.7	1.45	0.7	8	23	17	1.61	0.09	0.45	342	20	0.079	16	0.035	29	70	25	70
	c	<1	0.24	<5	32	<0.5	0.43	<0.5	2	6	6	0.47	<0.05	0.08	139	4	0.028	7	0.016	10	34	6	29
	d	<1	0.18	<5	27	<0.5	0.30	<0.5	1	3	5	0.34	<0.05	0.04	115	2	0.024	5	0.014	8	29	4	25
	e	<1	0.15	<5	24	<0.5	0.24	<0.5	1	2	4	0.28	<0.05	0.03	99	2	0.024	6	0.014	7	30	3	18
Dobrzyńka The Dobrzyńka river n = 24	a	<1	0.05	<5	8	<0.5	0.07	<0.5	<1	2	1	0.06	<0.05	0.01	28	<1	0.008	<5	<0.005	2	9	1	11
	b	4	0.73	15	484	1.0	6.49	18.7	46	977	242	3.81	11.70	0.25	1 119	34	0.328	151	0.769	210	118	22	968
	c	1	0.21	<5	106	<0.5	1.24	3.2	12	167	47	0.74	2.04	0.10	179	8	0.089	45	0.146	45	43	7	258
	d	<1	0.16	<5	60	<0.5	0.61	1.1	4	17	14	0.46	0.32	0.06	112	5	0.053	18	0.047	21	31	5	101
	e	<1	0.15	<5	65	<0.5	0.61	1.2	7	22	27	0.46	0.40	0.07	101	5	0.045	30	0.039	25	31	5	118
Linda The Linda river n = 9	a	<1	0.05	<5	6	<0.5	0.04	<0.5	<1	<1	2	0.04	<0.05	<0.01	7	<1	<0.00	<5	<0.005	2	7	<1	8
	b	<1	0.48	18	139	0.7	1.91	2.2	13	10	76	1.77	<0.05	0.15	1 920	15	5	67	0.227	55	72	14	154
	c	<1	0.16	<5	34	<0.5	0.51	0.6	2	3	12	0.38	<0.05	0.05	284	4	0.126	13	0.064	15	25	4	40
	d	<1	0.12	<5	22	<0.5	0.24	<0.5	<1	2	5	0.20	<0.05	0.03	82	2	0.031	6	0.028	8	20	2	28
	e	<1	0.09	<5	23	<0.5	0.31	<0.5	<1	1	4	0.16	<0.05	0.03	71	1	0.017	<5	0.026	8	20	2	23
Lubczyzna The Lubczyzna river n = 9	a	<1	0.09	<5	26	<0.5	0.24	<0.5	<1	3	5	0.18	<0.05	0.03	39	1	0.031	<5	0.035	8	16	2	54
	b	<1	0.21	<5	303	<0.5	1.81	20.0	2	11	38	0.47	0.37	0.31	176	6	0.270	18	0.226	55	37	6	208
	c	<1	0.15	<5	127	<0.5	0.54	8.5	<1	8	15	0.31	0.18	0.07	77	2	0.134	13	0.099	28	24	3	122
	d	<1	0.14	<5	93	<0.5	0.44	4.1	<1	7	12	0.29	0.13	0.05	68	2	0.113	11	0.083	25	24	3	109
	e	<1	0.14	<5	106	<0.5	0.39	8.8	<1	9	10	0.30	0.16	0.04	68	1	0.133	14	0.079	23	23	3	122
Łódka The Łódka river n = 7	a	<1	0.12	<5	61	<0.5	0.74	0.9	1	66	39	0.29	0.20	0.05	49	6	0.039	27	0.354	21	33	3	277
	b	2	0.29	<5	128	0.8	2.34	2.2	5	192	165	2.08	0.64	0.19	261	20	0.148	330	0.669	61	116	11	526
	c	<1	0.19	<5	88	<0.5	1.26	1.3	2	107	76	0.84	0.39	0.10	125	11	0.082	111	0.454	36	63	6	368
	d	<1	0.19	<5	85	<0.5	1.18	1.2	2	102	67	0.70	0.35	0.09	109	10	0.074	81	0.438	34	58	6	358
	e	<1	0.17	<5	84	<0.5	1.07	1.1	2	106	63	0.78	0.30	0.09	98	9	0.068	85	0.379	36	67	6	319
Malina The Malina river n = 8	a	<1	0.08	<5	12	<0.5	0.09	<0.5	<1	<1	3	0.13	<0.05	0.01	47	<1	0.009	<5	0.006	3	13	1	16
	b	<1	0.38	<5	106	0.8	2.91	0.7	3	9	30	0.84	<0.05	0.19	138	14	0.039	51	0.202	58	129	10	192
	c	<1	0.21	<5	39	<0.5	0.92	<0.5	1	3	10	0.35	<0.05	0.06	85	4	0.024	14	0.046	21	48	5	66
	d	<1	0.18	<5	30	<0.5	0.48	<0.5	1	3	7	0.30	<0.05	0.04	79	3	0.022	7	0.023	14	37	4	45
	e	<1	0.18	<5	31	<0.5	0.49	<0.5	1	2	6	0.30	<0.05	0.06	77	4	0.023	8	0.019	17	43	4	41
Miazga The Miazga river n = 13	a	<1	0.06	<5	11	<0.5	0.05	<0.5	<1	<1	3	0.09	<0.05	<0.01	13	1	0.010	<5	0.013	3	9	1	19
	b	<1	0.97	8	205	1.7	2.43	5.7	27	22	46	1.80	0.08	0.46	2 896	21	0.154	336	0.449	48	179	28	316
	c	<1	0.36	<5	65	0.6	0.48	1.2	4	5	11	0.66	<0.05	0.09	581	7	0.050	71	0.080	13	51	8	94
	d	<1	0.24	<5	40	<0.5	0.28	0.7	2	3	7	0.44	<0.05	0.05	163	4	0.038	33	0.039	9	35	5	69
	e	<1	0.33	<5	36	<0.5	0.34	0.7	2	4	8	0.61	<0.05	0.06	154	5	0.039	30	0.026	10	40		

Parametry statystyczne pierwiastków chemicznych, kwasowości i przewodności elektrycznej wód powierzchniowych aglomeracji Łódzkiej
Statistical parameters of chemical elements, acidity and electrical conductivity in surface waters of Łódź agglomeration

Wody powierzchniowe Surface waters	Parametry Parameters	Al ppm	As ppb	B ppm	Ba ppb	Ca ppm	Cd ppb	Co ppb	Cr ppb	Cu ppb	Fe ppm	K ppm	Li ppb	Mg ppm	Mn ppb	Na ppm	Ni ppb	P ppm	Pb ppb	SiO ₂ ppm	SO ₄ ppm	Sr ppb	Ti ppb	V ppb	Zn ppb	pH	Prze- wodność Conductivity mS/m
Wody powierzchniowe Łodzi i okolic Surface waters of Łódź and environs n = 331	a	<0.01	<10	<0.03	8	6	<1	<2	<1	<1	<0.01	<1	<1	1.4	1	<1	<3	<0.04	<5	<0.1	4	28	<2	<2	<1	5.5	0.05
	b	1.07	12	2.42	682	296	2	145	390	65	17.17	157	665	50.2	18 425	527	177	163.90	40	31.6	711	1 300	81	109	1 643	10.2	4.25
	c	0.03	<10	0.10	50	81	<1	<2	6	2	0.28	7	7	8.5	280	33	4	1.66	<5	13.9	89	254	<2	<2	19	7.7	0.58
	d	0.02	<10	0.05	43	74	<1	<2	<1	1	0.08	4	4	7.5	81	17	<3	0.20	<5	10.9	68	213	<2	<2	7	7.7	0.49
e	0.02	<10	0.04	42	76	<1	<2	<1	1	0.07	4	4	7.8	92	12	<3	0.15	<5	14.6	66	204	<2	<2	7	7.7	0.44	
Małe cieki bez nazwy Small streams (unnamed) n = 132	a	<0.01	<10	<0.03	8	6	<1	<2	<1	<1	<0.01	<1	<1	1.4	1	<1	<3	<0.04	<5	<0.1	4	28	<2	<2	<1	5.5	0.05
	b	0.65	<10	2.42	171	225	2	8	108	17	17.17	157	665	36.1	9 003	232	34	93.00	6	30.7	471	1 208	9	109	384	10.2	1.56
	c	0.04	<10	0.10	46	83	<1	<2	2	2	0.35	7	10	9.2	293	23	<3	1.15	<5	13.4	85	232	<2	<2	17	7.6	0.51
	d	0.02	<10	0.05	42	74	<1	<2	<1	1	0.07	4	4	8.1	69	14	<3	0.14	<5	10.4	69	193	<2	<2	7	7.6	0.45
e	0.02	<10	0.04	44	83	<1	<2	<1	1	0.06	4	4	8.3	73	12	<3	0.13	<5	13.1	70	203	<2	<2	6	7.7	0.46	
Małe zbiorniki bez nazwy Small reservoirs (unnamed) n = 22	a	<0.01	<10	<0.03	17	19	<1	<2	<1	<1	<0.01	1	<1	3.7	2	4	<3	<0.04	<5	<0.1	20	59	<2	<2	<1	5.9	0.15
	b	0.29	<10	2.08	682	92	1	3	270	7	7.59	48	48	50.2	2 210	49	177	1.51	<5	25.3	238	1 300	5	3	47	10.2	0.79
	c	0.05	<10	0.20	87	54	<1	<2	13	2	0.59	9	7	10.5	228	18	10	0.18	<5	4.9	74	291	<2	<2	10	8.3	0.41
	d	0.02	<10	0.08	55	49	<1	<2	<1	2	0.08	6	4	8.5	30	14	<3	0.05	<5	1.6	57	217	<2	<2	5	8.2	0.37
e	0.04	<10	0.10	61	51	<1	<2	<1	2	0.04	6	4	8.8	28	12	<3	0.04	<5	2.2	50	228	<2	<2	5	8.4	0.39	
Bzura The Bzura river n = 26	a	<0.01	<10	<0.03	20	36	<1	<2	<1	<1	<0.01	2	1	4.5	13	11	<3	<0.04	<5	3.9	40	144	<2	<2	2	7.3	0.28
	b	0.21	<10	0.42	127	174	1	4	112	65	0.74	27	12	10.1	1 074	366	48	3.84	11	21.5	582	701	81	3	82	9.6	2.95
	c	0.04	<10	0.18	67	94	<1	<2	24	9	0.25	13	7	7.8	344	107	5	1.54	<5	16.1	179	407	4	<2	21	7.9	1.04
	d	0.02	<10	0.13	59	89	<1	<2	6	4	0.16	10	6	7.5	215	63	3	0.82	<5	15.0	128	352	<2	<2	14	7.8	0.86
e	0.02	<10	0.18	69	102	<1	<2	20	8	0.22	15	8	7.8	370	134	<3	0.92	<5	16.6	179	409	<2	<2	18	7.8	1.17	
Czarniawka The Czarniawka river n = 10	a	<0.01	<10	<0.03	17	50	<1	<2	<1	<1	0.02	1	1	2.9	7	7	<3	0.10	<5	12.1	25	114	<2	<2	<1	7.9	0.27
	b	0.03	<10	0.04	33	76	1	<2	<1	2	0.05	5	3	4.9	45	13	<3	0.24	<5	22.6	60	225	<2	4	13	10.1	0.43
	c	0.01	<10	<0.03	26	58	<1	<2	<1	<1	0.04	2	2	3.6	22	8	<3	0.18	<5	19.8	34	138	<2	<2	5	8.5	0.31
	d	<0.01	<10	<0.03	25	57	<1	<2	<1	<1	0.03	2	2	3.6	19	8	<3	0.17	<5	19.5	33	135	<2	<2	4	8.5	0.31
e	<0.01	<10	<0.03	26	54	<1	<2	<1	<1	0.04	2	2	3.5	23	7	<3	0.17	<5	20.4	32	130	<2	<2	5	8.3	0.31	
Dobrzyńka The Dobrzyńka river n = 16	a	<0.01	<10	<0.03	30	60	<1	<2	<1	<1	0.06	2	2	6.1	65	6	<3	0.06	<5	13.1	35	115	<2	<2	2	6.8	0.30
	b	1.07	<10	0.22	293	154	2	145	390	18	8.03	20	13	10.6	507	308	36	5.61	40	28.6	452	936	4	6	1 643	8.0	3.60
	c	0.08	<10	0.07	58	80	<1	13	45	2	0.63	5	7	7.8	151	51	5	1.14	5	17.7	84	327	<2	<2	118	7.4	0.73
	d	0.02	<10	0.05	46	78	<1	3	2	<1	0.15	4	6	7.7	129	21	<3	0.41	<5	17.3	64	259	<2	<2	9	7.4	0.53
e	0.01	<10	0.04	42	75	<1	<2	<1	1	0.10	3	7	7.1	129	10	<3	0.28	<5	16.0	68	204	<2	<2	5	7.4	0.37	
Linda The Linda river n = 10	a	<0.01	<10	<0.03	24	54	<1	<2	<1	<1	0.01	1	1	2.8	5	5	<3	<0.04	<5	5.1	33	133	<2	<2	1	7.4	0.27
	b	0.13	<10	0.04	56	74	<1	<2	<1	5	0.38	2	3	6.1	135	8	<3	0.20	<5	22.7	68	199	3	<2	20	8.9	0.42
	c	0.03	<10	<0.03	32	57	<1	<2	<1	1	0.09	1	2	3.5	48	7	<3	0.10	<5	12.7	45	151	<2	<2	6	8.0	0.32
	d	0.02	<10	<0.03	31	57	<1	<2	<1	<1	0.05	1	2	3.3	34	7	<3	0.08	<5	11.4	44	150	<2	<2	4	8.0	0.32
e	0.02	<10	<0.03	29	56	<1	<2	<1	<1	0.06	1	2	3.3	44	7	<3	0.08	<5	12.9	44	148	<2	<2	4	7.9	0.31	
Lubczyzna The Lubczyzna river n = 5	a	<0.01	<10	0.04	9	26	<1	<2	<1	<1	0.06	3	5	3.4	61	48	<3	11.03	<5	11.6	25	183	<2	<2	11	7.0	0.67
	b	0.02	<10	0.13	33	99	1	<2	10	8	1.15	11	18	12.6	262	527	47	163.90	6	27.4	131	439	<2	7	76	8.8	4.25
	c	0.01	<10	0.07	23	80	<1	<2	4	3	0.51	7	9	9.2	148	190	14	47.37	<5	18.2	85	307	<2	2	29	8.1	1.86
	d	0.01	<10	0.07	19	72	<1	<2	2	2	0.33	7	8	8.4	130	126	6	26.71	<5	17.4	73	292	<2	<2	21	8.0	1.53
e	0.01	<10	0.07	30	90	<1	<2	2	1	0.29	7	5	9.7	132	82	4	17.26	<5	16.3	82	309	<2	<2	13	8.2	1.34	
Łódka The Łódka river n = 7	a	<0.01	<10	0.20	61	98	<1	<2	<1	<1	0.07	8	8	11.2	102	35	<3	0.79	<5	12.3	86	331	<2	<2	4	6.8	0.71
	b	0.03	<10	0.22	127	116	<1	3	1	3	0.21	24	11	14.2	393	43	33	7.06	<5	14.4	92	390	<2	3	15	8.1	0.86
	c	0.02	<10	0.21	81	107	<1	<2	<1	1	0.14	15	9	12.6	258	38	7	3.70	<5	13.5	88	360	<2	<2	9	7.5	0.76
	d	0.01	<10	0.21	79	107	<1	<2	<1	1	0.13	14	9	12.5	236	38	4	2.69	<5	13.5	88	359	<2	<2	8	7.5	0.76
e	0.01	<10	0.21	79	108	<1	<2	<1	1	0.15	17	9	12.3	294	36	4	4.63	<5	13.4	89	352	<2	<2	8	7.7	0.72	
Malina The Malina river n = 6	a	<0.01	<10	<0.03	23	48	<1	<2	<1	<1	0.02	2	2	4.1	5	7	<3	0.07	<5	2.9	14	126	<2	<2	2	7.6	0.33
	b	0.02	<10	0.30	33	70	<1	<2	<1	2	0.07	3	3	9.2	137	13	<3	0.20	<5	17.3	78	157	<2	<2	12	9.0	0.40
	c	0.01	<10	0.08	26	60	<1	<2	<1	1	0.04	2	3	5.9	41</												

Parametry statystyczne pierwiastków chemicznych, kwasowości i przewodności elektrycznej wód powierzchniowych badanych miast
Statistical parameters of chemical elements contents, acidity and electrical conductivity in surface waters of surveyed cities

Wody powierzchniowe Surface waters	Parametry Parameters	Al ppm	As ppb	B ppm	Ba ppb	Ca ppm	Cd ppb	Co ppb	Cr ppb	Cu ppb	Fe ppm	K ppm	Li ppb	Mg ppm	Mn ppb	Na ppm	Ni ppb	P ppm	Pb ppb	SiO ₂ ppm	SO ₄ ppm	Sr ppb	Ti ppb	V ppb	Zn ppb	pH	Przewodność Conductivity mS/m
Wody powierzchniowe Łodzi Surface waters of Łódź n = 58	a	<0.01	<10	<0.03	20	30	<1	<2	<1	<1	<0.01	2	1	2.2	1	7	<3	<0.04	<5	0.2	23	82	<2	<2	2	6.7	0.20
	b	0.11	12	0.83	682	225	2	4	270	17	1.27	23	20	36.1	387	163	177	5.99	<5	25.6	315	1300	81	3	299	10.2	1.28
	c	0.02	<10	0.15	72	83	<1	<2	8	3	0.13	7	7	9.7	117	33	7	0.72	<5	11.2	83	290	2	<2	18	8.0	0.59
	d	0.02	<10	0.10	58	77	<1	<2	<1	2	0.06	6	6	8.4	63	25	<3	0.23	<5	8.3	71	258	<2	<2	9	8.0	0.54
	e	0.02	<10	0.11	57	81	<1	<2	<1	2	0.06	6	6	8.4	99	26	<3	0.24	<5	12.1	69	261	<2	<2	8	7.4	0.51
Wody powierzchniowe Pabianic Surface waters of Pabianice n = 9	a	<0.01	<10	0.03	40	73	<1	<2	<1	<1	0.03	2	6	6.7	11	8	<3	0.06	<5	15.3	28	197	<2	<2	2	6.8	0.35
	b	1.07	<10	0.20	293	154	2	145	22	18	8.03	11	13	16.4	507	308	10	2.54	40	25.5	452	936	4	6	1643	8.1	3.60
	c	0.13	<10	0.08	78	93	<1	18	3	3	1.07	5	9	9.3	214	50	<3	0.63	7	18.9	117	428	<2	<2	195	7.6	0.83
	d	0.02	<10	0.06	60	90	<1	2	<1	1	0.16	4	8	8.9	153	20	<3	0.20	<5	18.6	84	369	<2	<2	12	7.6	0.58
	e	0.01	<10	0.05	47	78	<1	<2	<1	1	0.08	3	8	8.3	192	16	<3	0.14	<5	18.5	71	399	<2	<2	5	7.8	0.44
Wody powierzchniowe Zgierz Surface waters of Zgierz n = 16	a	<0.01	<10	<0.03	17	38	<1	<2	<1	<1	<0.01	1	2	3.0	3	7	<3	<0.04	<5	2.9	14	107	<2	<2	2	7.3	0.33
	b	0.17	<10	2.42	171	156	<1	2	112	65	0.51	27	665	14.2	1074	366	34	3.84	11	22.2	582	1208	<2	109	133	10.2	2.95
	c	0.03	<10	0.27	62	78	<1	<2	8	5	0.09	7	47	8.3	140	51	5	0.79	<5	14.3	118	342	<2	8	20	8.0	0.69
	d	0.02	<10	0.12	48	74	<1	<2	<1	1	0.05	4	6	7.8	58	25	<3	0.28	<5	12.7	71	257	<2	<2	8	8.0	0.56
	e	0.02	<10	0.12	35	71	<1	<2	<1	1	0.06	4	4	8.1	92	18	<3	0.29	<5	15.3	61	198	<2	<2	6	7.9	0.43
Wody powierzchniowe Strykowa Surface waters of Stryków n = 2	a	<0.01	<10	<0.03	22	65	<1	<2	<1	<1	0.01	2	3	6.1	35	8	<3	0.15	<5	17.2	34	127	<2	<2	6	7.6	0.35
	b	0.01	<10	<0.03	29	67	<1	<2	<1	<1	0.06	2	3	6.1	83	8	<3	0.19	<5	19.8	46	131	<2	<2	9	8.9	0.41
	c	<0.01	<10	<0.03	26	66	<1	<2	<1	<1	0.04	2	3	6.1	59	8	<3	0.17	<5	18.5	40	129	<2	<2	8	8.2	0.38
	d	<0.01	<10	<0.03	25	66	<1	<2	<1	<1	0.02	2	3	6.1	54	8	<3	0.17	<5	18.4	39	129	<2	<2	7	8.2	0.38
	e	<0.01	<10	<0.03	26	66	<1	<2	<1	<1	0.04	2	3	6.1	59	8	<3	0.17	<5	18.5	40	129	<2	<2	8	8.2	0.38
Wody powierzchniowe Konstantynowa Łódzkiego Surface waters of Konstantynów Łódzki n = 15	a	<0.01	<10	0.04	53	28	<1	<2	<1	<1	0.01	4	4	4.4	6	14	<3	<0.04	<5	<0.1	29	202	<2	<2	<1	7.2	0.38
	b	0.06	10	2.08	190	116	<1	<2	32	6	0.23	37	48	50.2	393	78	9	7.06	<5	18.2	238	785	2	2	15	9.2	1.00
	c	0.03	<10	0.29	80	84	<1	<2	3	2	0.11	12	10	12.7	120	45	3	1.97	<5	11.6	88	376	<2	<2	10	8.2	0.74
	d	0.02	<10	0.18	76	81	<1	<2	1	1	0.08	10	8	10.8	71	41	<3	0.62	<5	7.1	80	360	<2	<2	8	8.2	0.72
	e	0.02	<10	0.19	74	87	<1	<2	<1	2	0.10	9	7	9.9	92	42	<3	1.16	<5	13.2	87	372	<2	<2	10	8.0	0.79

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

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

Nie należy wyciągać wniosków dotyczących stanu zanieczyszczenia środowiska dla obiektów, których powierzchnia jest mniejsza niż wynikająca ze skali mapy i gęstości opróbowania. Przedstawiony obraz geochemiczny należy traktować jedynie jako sygnał do podjęcia bardziej szczegółowych badań i określenia rzeczywistego zasięgu naturalnych lub antropogenicznych anomalii (skażeń). Szczegółowe badania w odpowiedniej skali mogą wykazać, że obraz geochemiczny jest bardziej skomplikowany. Obok miejsc silnie skażonych wystąpią rejon o zawartościach pierwiastków mieszczących się w granicach lokalnego, naturalnego tła geochemicznego.

Dla orientacji w stopniu zanieczyszczenia badanych środowisk w tekście objaśnień przytoczono wartości stężeń dopuszczalnych korzystając z norm kanadyjskich (Critères, 1991), norm EWG (Directive, 1986) oraz dostępnej literatury (A. Kabata-Pendias, H. Pendias, 1993).

W celu łatwej oceny stopnia zanieczyszczenia gleb użytkowanych rolniczo przytoczono wskaźniki zalecane przez IUNiG w Puławach (A. Kabata-Pendias i in., 1995), które zamieszczono w tabelach XI i XII wraz z normami granicznych zawartości substancji szkodliwych, rekomendowanymi przez Instytut Higieny w Ruhr – tabela XIII (T. Eikmann, A. Kloke, 1991).

Tabela XI
Table XI

Podział na grupy gleb mineralnych (wg FS i pH w 1 n KCl) i organicznych (wg OS)
(wg A. Kabaty-Pendias i in., 1995)
Groups of mineral soils (according to FS and pH in 1n KCl) and of organic soils (according to OS)
(after A. Kabata-Pendias et al, 1995)

	Odczyn (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.
FS – granulometryczna frakcja splotawialna
OS – substancja organiczna.

Tabela XII
Table XII

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 soils
(after A. Kabata-Pendias et al, 1995)

Metal	Grupa gleby	Stopień zanieczyszczenia gleb					
		0*	I	II	III	IV	V
Cd, kadm	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, miedź	AG	10	30	50	80	300	>300
	BG	20	50	80	100	500	>500
	CG	25	70	100	150	750	>750
Cr, chrom	AG	20	40	80	150	300	>300
	BG	30	60	150	300	500	>500
	CG	50	80	200	500	1000	>1000
Ni, nikiel	AG	10	30	50	100	400	>400
	BG	25	50	75	150	600	>600
	CG	50	75	100	300	1000	>1000
Pb, ołów	AG	20	70	100	500	2500	>2500
	BG	40	100	250	1000	5000	>5000
	CG	60	150	300	2000	7000	>7000
Zn, cynk	AG	50	100	200	700	1500	>1500
	BG	70	150	300	1000	3000	>3000
	CG	100	250	500	2000	5000	>5000

* 0 – 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 roślin zbożowych, okopowych i pastewnych oraz użytkowanie pastwiskowe;

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 nasienne; wody gruntowe mogą być narażone na zanieczyszczenie MC, w tym szczególnie – kadm, cynkiem i nikiem; 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, sida), w zależności od ich wymagań siedliskowych; także dopuszcza się produkcję materiału siewnego z bób 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 przeniesienia zanieczyszczeń wraz z pyłami glebowymi; na odpowiednich glebach można uprawiać rośliny przemysłowe, podobnie jak na glebach o IV stopniu zanieczyszczenia.

Tabela XIII
Table XIII

Orientacyjne wartości graniczne zawartości substancji szkodliwych w glebach w odniesieniu do sposobu ich użytkowania (ppm = g/t = mg/kg)
(wg T. Eikmann, A. Kloke, 1991)
Approximate values of permissible concentrations of harmful substances in soils, with respect to land use (ppm = g/t = mg/kg)
(after T. Eikmann, A. Kloke, 1991)

Sposób użytkowania	Klasa	As	Be	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Możliwości wielofunkcyjnego użycia	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
	gw3	50	5	10	250	250	10	200	1000	2000
Ogródki przydomowe i działkowe	gw2	40	2	2	100	50	2	80	300	300
	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
	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
	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
	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
	gw3	200	20	20	800	2000	50	500	2000	3000
Tereny rolnicze i wielkotorowego ogrodnictwa	gw2	40	10	2	200	50				

pH KWASOWOŚĆ

Gleby: tablica 2, tabele V, VI

Wartości graniczne odczynu gleb (pH - H₂O), (38)*:

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

Porównanie regionalne (29, 31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	3,1-8,1;	średnio 5,5**
- gleby miejskie Łodzi	3,7-8,1;	średnio 6,3
- gleby miejskie Pabianic	3,4-7,3;	średnio 5,2
- gleby miejskie Zgierza	3,8-7,8;	średnio 5,7
- gleby Warszawy i okolic	2,5-7,8;	średnio 5,8
- gleby miejskie Warszawy	5,0-7,8;	średnio 6,6
- gleby Krakowa i okolic	3,2-9,5;	średnio 6,5
- gleby miejskie Krakowa	4,9-9,5;	średnio 7,2
- gleby Wrocławia i okolic	2,8-8,2;	średnio 6,0
- gleby miejskie Wrocławia	5,1-7,9;	średnio 6,9
- gleby Szczecina i okolic	2,6-8,9;	średnio 5,5
- gleby miejskie Szczecina	3,5-7,9;	średnio 6,8
- gleby Polski	2,1-9,7;	średnio 5,9

Zróżnicowanie odczynu gleb w badanym obszarze związane jest w znacznym stopniu ze sposobem ich użytkowania. Gleby pól uprawnych wykazują najczęściej odczyn kwaśny, rzadziej lekko kwaśny (od 5,1 do 7,7; średnio 5,5). Do gleb bardzo kwaśnych należą głównie gleby leśne (od 3,1 do 7,1; średnio 4,3). Gleby o odczynie obojętnym występują na obszarze miasta Łodzi (obserwuje się tu również niewielkie obszary z glebami alkalicznymi) oraz na terenie Zgierza, Konstancinowa Łódzkiego, w mniejszym stopniu w Pabianicach, Strykowie i Aleksandrowie Łódzkim. Podwyższenie wartości pH gleb miejskich należy wiązać z opadami alkalicznych pyłów emitowanych przez zakłady przemysłowe, głównie elektrociepłownię. Zjawisko to jest obserwowane na terenie całego kraju, co dobrze ilustrują zamieszczone powyżej porównania regionalne.

Wody powierzchniowe: tablica 47, tabela IX, X

Dane dla badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	5,5-10,2;	średnio 7,7
--------------------------------------	-----------	-------------

Kwasowość wód powierzchniowych na badanym arkuszu jest zróżnicowana. Najniższym pH charakteryzują się wody drobnych cieków (5,5-10,2; średnio 7,6) oraz niektórych rzek: Dobrzyńska (6,8-8,0; średnio 7,4), Łódka (6,8-8,1; średnio 7,5), Miazga (6,4-7,3; średnio 7,0), Ner (6,6-8,1; średnio 7,5) i Olechówka (6,7-7,9; średnio 7,2). Najwyższe pH wykazują rzeki w północnej części arkusza: Czarniawka (7,9-10,1; średnio 8,5), Linda (7,4-8,9; średnio 8,0), Malina (7,6-9,0; średnio 8,1) oraz na zachodzie - Lubczyna (7,0-8,8; średnio 8,0). Podwyższonym pH wyróżniają się wody w obrębie miast: Łódź - 8,0, Zgierz - 8,0, Stryków - 8,2, Konstancinowa Łódzki - 8,2.

PRZEWODNOŚĆ ELEKTRYCZNA

Wody powierzchniowe: tablica 48, tabele IX, X; mS/cm

Dane dla badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	0,05-4,25;	średnio 0,49
--------------------------------------	------------	--------------

Pomiar przewodności elektrycznej wód jest wskaźnikiem informującym o stopniu ich mineralizacji (zasolenia). Obliczony współczynnik korelacji między wartościami przewodności a sumą stężeń głównych kationów wynosi 0,82. Najwyższymi wartościami przewodności (>1 mS/cm) charakteryzują się większe rzeki poniżej rzutu ścieków z ośrodków miejskich Łodzi, Zgierza i Pabianic. Do najsłabiej zmineralizowanych należą wody Bzury poniżej Zgierza, Lubczyny, Dobrzyńki poniżej Pabianic oraz Neru poniżej Łodzi. Do najsłabiej zmineralizowanych należą wody w zachodniej i północnej części arkusza w tym Miazgi, Moszczenicy, Czarniawki, Maliny i Lindy.

Ag SREBRO

Gleby: tabele V, VI; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	<1;	średnio <1
- gleby miejskie Łodzi	<1;	średnio <1
- gleby miejskie Pabianic	<1;	średnio <1
- gleby miejskie Zgierza	<1;	średnio <1
- gleby Krakowa i okolic	<1- 3;	średnio <1
- gleby miejskie Krakowa	<1- 2;	średnio <1
- gleby Wrocławia i okolic	<1- 9;	średnio <1
- gleby miejskie Wrocławia	<1- 9;	średnio <1
- gleby Szczecina i okolic	<1- 3;	średnio <1
- gleby miejskie Szczecina	<1;	średnio <1
- gleby Polski	<1-41;	średnio <1

Z uwagi na fakt, iż zawartość srebra lugowalnego kwasem solnym w badanych glebach nie przekracza 1 ppm (granica oznaczalności w stosowanej metodzie analitycznej) nie sporządzono mapy geochemicznej tego pierwiastka.

* Pozycje literatury cytowane numerami ze spisu literatury.

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

Osady wodne: tablica 25, tabele VII, VIII; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (31):

- osady wodne Łodzi i okolic	<1-198;	średnio <1
- osady wodne Polski	<1-117;	średnio <1

W przeciwieństwie do gleb, osady wodne wykazują niekiedy wysokie koncentracje srebra pochodzenia wyraźnie antropogenicznego. W aluwach Neru wysokie zawartości Ag obserwuje się na całej długości, poniżej miejscowości Rzgów. Aluwia tej rzeki zawierają przeciętnie 3 ppm Ag (maksymalnie do 13 ppm). Zanieczyszczenia srebrem obserwuje się również w aluwach Bzury na terenie Zgierza i poniżej tego miasta (przeciętnie 1 ppm, maksymalnie 6 ppm), w Pabianic i Dobrzyńce na terenie Pabianic i poniżej oraz w Olechówce w Łodzi. Najwyższe koncentracje srebra, dochodzące do 198 ppm, występują w aluwach niewielkiego potoku, lewego dopływu Neru w miejscowości Huta Wiskicka koło Rzgowa. Badane aluwia zawierają również znaczne ilości innych metali (As - 15 ppm, Cd - 7,8 ppm, Cu - 728 ppm, Ni - 39 ppm, Pb - 328 ppm i Zn - 129 ppm). Prawdopodobnym źródłem tego zanieczyszczenia może być jakiś warsztat galwaniczny lub niewielki zakład metalurgiczny.

Al GLIN

Gleby: tablica 3, tabele V, VI; %

Porównanie regionalne (31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	0,03-0,95;	średnio 0,21
- gleby miejskie Łodzi	0,03-0,50;	średnio 0,24
- gleby miejskie Pabianic	0,11-0,62;	średnio 0,25
- gleby miejskie Zgierza	0,10-0,63;	średnio 0,22
- gleby Krakowa i okolic	0,02-1,58;	średnio 0,41
- gleby miejskie Krakowa	0,10-1,41;	średnio 0,38
- gleby Wrocławia i okolic	0,04-1,63;	średnio 0,31
- gleby miejskie Wrocławia	0,14-1,00;	średnio 0,35
- gleby Szczecina i okolic	0,02-1,50;	średnio 0,15
- gleby miejskie Szczecina	0,04-0,57;	średnio 0,19

Zawartości glinu (rozpuszczalnego w HCl) w glebach są niskie. W obrazie kartograficznym badanego terenu obserwuje się jednak znaczne zróżnicowanie zawartości tego pierwiastka. W zasadzie można wyróżnić dwa zwarte obszary: jeden o stężeniach <0,22% obejmujący głównie zachodnią, południową i północną część arkusza oraz drugi o stężeniach Al >0,22% obejmujący środkową i wschodnią część arkusza, w tym tereny miejskie Łodzi, Zgierza i Pabianic. Niskie zawartości glinu (<0,14%) w glebach, obserwuje się między Grotnikami a Aleksandrowem Łódzkim, między Ciosnamą a Szczawinem Małym oraz na północny wschód od Tuszyńska. Gleby o tych niskich zawartościach Al porośnięte są w większości lasami.

Osady wodne: tablica 26, tabele VII, VIII; %

Dane dla badanego obszaru:

- osady wodne Łodzi i okolic	<0,01-3,74;	średnio 0,21
------------------------------	-------------	--------------

Przeciętne zawartości glinu rozpuszczalnego w HCl w aluwach i innych osadach wodnych badanego rejonu są niskie (0,21%). Jedynie 10% próbek wykazuje nieco podwyższone stężenia, przekraczające 0,60%. Nie stwierdzono również zróżnicowania wskazującego na uprzywilejowanie regionalne.

Wody powierzchniowe: tablica 49, tabele IX, X; ppm = mg/dm³

Orientacyjne wartości graniczne (18, 43):

- wody rzeczne	<0,06-0,30;	średnio 0,2
- wody rzeczne zanieczyszczone	>2,00	
- wody pitne	0,05-0,30	

Porównanie regionalne (31):

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	<0,01-1,07;	średnio 0,02
- wody powierzchniowe Polski	<0,1 -1,2;	średnio 0,1

Zawartości glinu w wodach powierzchniowych Łodzi i okolic są bardzo niskie (przeciętnie 0,02 mg/dm³). Jedynie pojedyncze próbki wykazują zawartości powyżej 0,48 mg/dm³. Maksymalną zawartość Al (1,07 mg/dm³) stwierdzono w wodach Dobrzyńki w Pabianicach.

As ARSEN

Gleby: tablica 4, tabele V, VI; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	<5- 13;	średnio <5
- gleby miejskie Łodzi	<5- 9;	średnio <5
- gleby miejskie Pabianic	<5- 6;	średnio <5
- gleby miejskie Zgierza	<5- 7;	średnio <5
- gleby Krakowa i okolic	<5- 29;	średnio <5
- gleby miejskie Krakowa	<5- 29;	średnio <5
- gleby Wrocławia i okolic	<5- 46;	średnio <5
- gleby miejskie Wrocławia	<5- 32;	średnio <5
- gleby Szczecina i okolic	<5- 178;	średnio <5
- gleby miejskie Szczecina	<5- 30;	średnio <5
- gleby Polski	<5-3444;	średnio 5

Przeciętne zawartości arsenu w glebach Łodzi i okolic są niskie (<5 ppm). Jedynie w kilku punktach stwierdzono obecność arsenu dochodzącą do 15 ppm.

Osady wodne: tablica 27, tabele VII, VIII; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (31):

- osady wodne Łodzi i okolic	<5- 906;	średnio <5
- osady wodne Polski	<5-6215;	średnio <5

Osady wodne w badanym obszarze zawierają bardzo niskie zawartości arsenu (przeciętnie <5 ppm). Spośród rzek tego rejonu jedynie aluwia

Bzury wykazują w niektórych punktach wyraźnie podwyższone zawartości As dochodzące do 73 ppm, przy przeciętnych stężeniach <5 ppm. W zlewni tej rzeki stwierdzono również najwyższe zawartości As w osadach sadzawki i kanału odprowadzającego wody z niewielkiego zakładu przemysłowego w miejscowości Radzibórz w gminie Parzęczew. Osady te zawierają odpowiednio 906 ppm i 250 ppm As. Bogate są również w kadm (do 26,7 ppm), chrom (do 950 ppm), miedź (do 1720 ppm), rtęć (do 20,5 ppm) i ołów (do 10 200 ppm). Podwyższone zawartości As (do 46 ppm) występują także w osadniku Zakładów Produkcji Wody w Kalinku koło Rzgowa. Stwierdzone jednocześnie niskie zawartości arsenu w glebach i osadach wodnych wskazują, że udział splotu powierzchniowego na zawartość tego pierwiastka w osadach jest nieznaczny, natomiast punktowe zanieczyszczenia pochodzą głównie z niekontrolowanych zrzutów ścieków do wód powierzchniowych. Konieczna jest kontrola działalności zakładu przemysłowego w Radziborzu.

Wody powierzchniowe: tablica 50, tabele IX, X; ppb = µg/dm³

Klasy czystości wód powierzchniowych (43):

I	≤50
II	≤50
III	>50-≤200

Dane dla badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	<10-12;	średnio <10
--------------------------------------	---------	-------------

Zawartości arsenu w wodach powierzchniowych badanego obszaru są niskie (przeciętnie <10 µg/dm³, maksymalnie 12 µg/dm³) i nigdzie nie przekraczają stężeń dopuszczalnych dla I klasy czystości wód powierzchniowych (50 µg/dm³).

B BOR

Wody powierzchniowe: tablica 51, tabele IX, X; ppm = mg/dm³

Klasy czystości wód powierzchniowych (43):

I-III ≤1

Porównanie regionalne (31):

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	<0,03- 2,42;	średnio 0,05
- wody powierzchniowe Polski	<0,02-12,87;	średnio 0,04

Tło geochemiczne boru w wodach badanego obszaru jest niskie (przeciętnie 0,05 mg/dm³). Tylko w dwóch próbkach stwierdzono obecność boru w ilościach przekraczających wartość graniczną dla pierwszej klasy czystości wód powierzchniowych (1 mg/dm³). Jedną z nich to woda pobrana w osadniku Zakładów Przemysłu Barwników „Boruta” SA w Zgierzu, a druga w sadzawce w pobliżu Fabryki Domów w Konstancinowie Łódzkim. Na ogólnie niskim tle boru w wodach powierzchniowych wyraźnie widoczny jest wpływ urbanizacji i przemysłu na jego zawartość. Wody powierzchniowe w obrębie aglomeracji miejskich zawierają przeciętnie dwukrotnie więcej boru (Łódź - 0,10 ppm, Zgierz - 0,12 ppm) a nawet prawie czterokrotnie więcej (Konstancinowa Łódzki - 0,18 ppm). Spośród większych rzek rejonu najwyższe przeciętne zawartości boru wykazują: Bzura (0,13 ppm), Łódka (0,21 ppm) i Ner (0,09 ppm).

Ba BAR

Gleby: tablica 5, tabele V, VI; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	3- 605;	średnio 22
- gleby miejskie Łodzi	4- 210;	średnio 8
- gleby miejskie Pabianic	4- 232;	średnio 46
- gleby miejskie Zgierza	7- 159;	średnio 38
- gleby Krakowa i okolic	3- 426;	średnio 50
- gleby miejskie Krakowa	10- 426;	średnio 57
- gleby Wrocławia i okolic	3-1105;	średnio 56
- gleby miejskie Wrocławia	33-1105;	średnio 115
- gleby Szczecina i okolic	2- 852;	średnio 19
- gleby miejskie Szczecina	6- 220;	średnio 44
- gleby Polski	<1-1777;	średnio 32

Przeciętne zawartości baru w glebach Łodzi i okolic są zbliżone do zawartości w glebach Polski (odpowiednio 22 ppm i 32 ppm). Wyraźnie niższymi stężeniami wyróżniają się gleby leśne w północno-zachodniej i północnej części arkusza (przeciętna 11 ppm), natomiast gleby miejskie wykazują podwyższone zawartości (Łódź - 38 ppm, Pabianice - 46 ppm, Zgierz - 38 ppm). Trudno w tej chwili rozstrzygnąć czy jest to wywołane antropopresją, czy też budową geologiczną podłoża glebowego. Na drugi czynnik wskazywałby obraz kartograficzny zawartości baru w glebach podobny do obrazów kartograficznych glinu i innych pierwiastków typowo litogenicznych.

Z literatury znany jest fakt występowania zwiększonych koncentracji baru w obszarach miejskich. Zjawisko to wiąże się z opadaniem pyłów pochodzących ze spalania węgla w zakładach energetycznych. Z badań A. Rózkowskiej i B. Ptak (1995) wynika, że przeciętna koncentracja baru w węglach górnośląskich wynosi 176 ppm, a w ich popiołach osiąga 1274 ppm. Według badań E. Patersona i M. Sanki (1994) na wzbogacenie gleb miejskich w bar w dość znacznym stopniu wpływa ruch kołowy. Autorzy ci zauważyli, że nawet w glebach miejskich słabo uprzemysłowionych miast (Aberdeen w Szkocji i Brno w Republice Czeskiej) bar może osiągać koncentracje dochodzące do 800 ppm w glebach trawników przyulicznych, podczas gdy w glebach ogródków działkowych tych miast maksymalne koncentracje dochodziły do 200 ppm.

Osady wodne: tablica 28, tabele VII, VIII; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (31):

- osady wodne Łodzi i okolic	3- 484;	średnio 42
- osady wodne Polski	<1-1794;	średnio 52

Na mały udział splotu powierzchniowego w koncentracji baru w osadach wodnych wskazują przeciętne jego zawartości w aluwach małych cieków i w osadach zbiorników wód stojących. Natomiast aluwia niektórych rzek w zlewni Neru wykazują bardzo wyraźne wzbogacenie w ten pierwiastek: Dobrzyńka (od 8 ppm do 484 ppm; przeciętnie 60 ppm), Lubczyzna (od 26 ppm do 303 ppm; przeciętnie 93 ppm), Łódka (od 61 ppm do 128 ppm; przeciętnie 85 ppm), Pabianka (od 22 ppm do 239 ppm; przeciętnie 84 ppm) oraz Ner (od 13 ppm do 275 ppm; przeciętnie 72 ppm). Rzeki w zlewni Bzury zawierają przeciętnie niższe zawartości Ba, zbliżone do tła geochemicznego.

Wody powierzchniowe: tablica 52, tabele IX, X; ppb = $\mu\text{g}/\text{dm}^3$

Orientacyjne wartości graniczne (6):
 - wody rzeczne 10-100
 - wody rzeczne zanieczyszczone ≤ 450
 - wody pitne 500-1500

Porównanie regionalne (31):
 - wody powierzchniowe Łodzi i okolic 8-682; średnio 43
 - wody powierzchniowe Polski <1-3470; średnio 55

Zawartości baru w wodach Łodzi i okolic są typowe dla wód powierzchniowych (przeciętnie $43 \mu\text{g}/\text{dm}^3$). Podwyższonymi stężeniami wyróżniają się wody Łódki (od 69 do $127 \mu\text{g}/\text{dm}^3$; przeciętnie $79 \mu\text{g}/\text{dm}^3$). Wyraźne znamiona antropogenicznego zanieczyszczenia barem wykazują również Bzura i Ner. Maksymalną zawartość Ba stwierdzono w wodzie stawu w centrum Łodzi w pobliżu zakładów przemysłu włókienniczego ($682 \mu\text{g}/\text{dm}^3$).

Dla porównania można przytoczyć za I. Rejniewicz (1994) wartości 48-121 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ Ba w powierzchniowych wodach holenderskich, uznawane za koncentracje naturalne. Badania wód powierzchniowych Wielkiej Brytanii (prowadzone przez P.R. Simpsona w 1993 r.) wykazały stężenia tego pierwiastka w granicach <8-50 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. Podwyższone koncentracje baru, wg badań tego autora, występowały tylko na obszarach, w podłożu których znaczną rolę odgrywały skały węglanowe.

Be BERYL

Gleby: tablica 6, tabele V, VI; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (32, 33, 48):
 - gleby Łodzi i okolic <0,5- 8,0; średnio <0,5
 - gleby miejskie Łodzi <0,5- 2,1; średnio <0,5
 - gleby miejskie Pabianic <0,5- 3,8; średnio <0,5
 - gleby miejskie Zgierza <0,5- 1,2; średnio <0,5
 - gleby Krakowa i okolic <0,5-17,0; średnio 0,5
 - gleby miejskie Krakowa <0,5-17,0; średnio 0,5
 - gleby Wrocławia i okolic <0,5- 4,3; średnio <0,5
 - gleby miejskie Wrocławia <0,5- 1,2; średnio <0,5
 - gleby Szczecina i okolic <0,5- 1,9; średnio <0,5
 - gleby miejskie Szczecina <0,5- 0,9; średnio <0,5

Zawartości berylu w glebach badanego obszaru są bardzo niskie (<0,5 ppm) i mało zróżnicowane. Zarejestrowano jedynie dwie niewielkie anomalie na terenach zurbanizowanych (>0,7 ppm) - w centrum Łodzi, w Pabianicach i w miejscowości Bedoń Przykościelny.

Osady wodne: tablica 29, tabele VII, VIII; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (31):
 - osady wodne Łodzi i okolic <0,5- 4,0; średnio <0,5
 - osady wodne Polski <0,5-21,0; średnio <0,5

Zawartości berylu w osadach wodnych badanego rejonu są bardzo niskie (<0,5 ppm) i tylko nieliczne (około 3%) próbki wykazują zawartości od >1 do 4 ppm.

C_{org} WĘGIEL ORGANICZNY

Gleby: tablica 7, tabele V, VI; %

Porównanie regionalne (32, 48):
 - gleby Łodzi i okolic 0,09-28,15; średnio 1,38
 - gleby miejskie Łodzi 0,19- 7,74; średnio 1,67
 - gleby miejskie Pabianic 0,81- 6,76; średnio 2,47
 - gleby miejskie Zgierza 0,32- 7,06; średnio 1,28
 - gleby Krakowa i okolic <0,01-40,19; średnio 1,77
 - gleby miejskie Krakowa 0,21- 8,27; średnio 1,53
 - gleby Wrocławia i okolic 0,05-18,74; średnio 1,66
 - gleby miejskie Wrocławia 0,54-16,42; średnio 2,45

Zasobność gleb badanego rejonu w węgiel organiczny jest wyraźnie zróżnicowana. Około 50% próbek gleb zawiera <1,32% węgla organicznego. Z punktu widzenia użytkowania gleb najwyższymi koncentracjami węgla charakteryzują się gleby miejskie o zwartej zabudowie w Łodzi i Pabianicach oraz gleby łąk i ogródków działkowych. Przeciętna zawartość węgla organicznego w glebach pól uprawnych wynosi 1,26%.

Ca WAPŃ

Gleby: tablica 8, tabele V, VI; %

Porównanie regionalne (31, 32, 33, 48):
 - gleby Łodzi i okolic <0,01- 8,00; średnio 0,07
 - gleby miejskie Łodzi <0,01- 3,03; średnio 0,18
 - gleby miejskie Pabianic <0,01- 1,48; średnio 0,29
 - gleby miejskie Zgierza <0,01- 1,67; średnio 0,08
 - gleby Krakowa i okolic 0,01-11,40; średnio 0,32
 - gleby miejskie Krakowa 0,01- 9,85; średnio 0,56
 - gleby Wrocławia i okolic <0,01-14,26; średnio 0,22
 - gleby miejskie Wrocławia 0,06- 1,82; średnio 0,48
 - gleby Szczecina i okolic <0,01-18,88; średnio 0,14
 - gleby miejskie Szczecina 0,02- 4,88; średnio 0,57
 - gleby Polski <0,01-25,45; średnio 0,17

Przeciętne zawartości wapnia w badanych glebach są bardzo niskie i mieszczą się w granicach <0,01-8,00%, przeciętnie 0,07%. Szczególnie niskimi zawartościami Ca charakteryzują się gleby leśne (średnio 0,01%). Z czynnikiem antropogenicznym należy wiązać wyższe zawartości Ca w glebach Łodzi, Pabianic i Konstancyna Łódzkiego. Wzbogaceni w wapń uległy w szczególności gleby trawników, parków i ogródków działkowych w stosunku do zawartości Ca w glebach pól uprawnych. Przyczyną wzbogacenia w wapń gleb miejskich jest prawdopodobnie opad pyłów przemysłowych, głównie pochodzących ze spalania węgla.

Osady wodne: tablica 30, tabele VII, VIII; %

Porównanie regionalne (31):
 - osady wodne Łodzi i okolic 0,02-16,90; średnio 0,42
 - osady wodne Polski <0,01-43,15; średnio 0,84

Osady wodne badanego obszaru zawierają przeciętnie o połowę mniej wapnia niż osady wodne z obszaru całej Polski (odpowiednio 0,42 i 0,84%). Na tle niskich, choć zróżnicowanych, stężeń tego pierwiastka wyróżniają się stężeniami podwyższonymi aluwia rzek drenujących obszary miejskie (Ner, Łódka, Dobrzyńka, Olechówka, Pabianka). Szczególnie wysoką zawartość Ca (>16%) zanotowano w osadniku Zakładów Przemysłu Barwników „Boruta” SA w Zgierzu. Generalnie, aluwia większych rzek i strumieni zawierają więcej wapnia niż aluwia i osady drobnych cieków i zbiorników wodnych.

Wody powierzchniowe: tablica 53, tabele IX, X; ppm = mg/dm³

Orientacyjne wartości graniczne (51):
 - wody powierzchniowe wykorzystywane jako źródło wody pitnej zalecane 100

Porównanie regionalne (31):
 - wody powierzchniowe Łodzi i okolic 6- 296; średnio 74
 - wody powierzchniowe Polski 3-6400; średnio 79

Zawartości wapnia w wodach badanego rejonu są mało zróżnicowane i wynoszą średnio 74 mg/dm³. Wyższe stężenia (>150 mg/dm³) notowano w wodach górnego Neru i w pojedynczych punktach w wodach Bzury, poniżej Zgierza.

Cd KADM

Gleby: tablica 9, tabele V, VI; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (29, 31, 32, 33, 48):
 - gleby Łodzi i okolic <0,5- 3,0; średnio <0,5
 - gleby miejskie Łodzi <0,5- 3,0; średnio <0,5
 - gleby miejskie Pabianic <0,5- 1,2; średnio <0,5
 - gleby miejskie Zgierza <0,5- 0,9; średnio <0,5
 - gleby Warszawy i okolic <0,3- 19,1; średnio <0,3
 - gleby miejskie Warszawy <0,3- 5,0; średnio <0,3
 - gleby Krakowa i okolic <0,5- 68,4; średnio 0,7
 - gleby miejskie Krakowa <0,5- 27,3; średnio 0,6
 - gleby Wrocławia i okolic <0,5- 37,3; średnio <0,5
 - gleby miejskie Wrocławia <0,5- 33,1; średnio 0,6
 - gleby Szczecina i okolic <0,5- 13,3; średnio <0,5
 - gleby miejskie Szczecina <0,5- 1,7; średnio <0,5
 - gleby Polski <0,5-253,3; średnio <0,5

Przeciętne zawartości kadmu w glebach badanego rejonu nie przekraczają 0,5 ppm. Niewielkie anomalie Cd (>1 ppm) stwierdzono w centrum Łodzi i na przedmieściach Pabianic, koło miejscowości Bedoń Przykościelny i Huta Wiskidzka oraz na wschód od Ksawerowa.

Osady wodne: tablica 31, tabele VII, VIII; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (31):
 - osady wodne Łodzi i okolic <0,5- 59,6; średnio 0,6
 - osady wodne Polski <0,5-8736,0; średnio 0,6

Osady wodne badanego obszaru zawierają kadm w ilościach od <0,5 do 59,6 ppm (średnio 0,6 ppm). Na tle niskich zawartości tego pierwiastka wyróżniają się wysokimi stężeniami aluwia niektórych rzek - Bzury, Lubczyzny, Dobrzyńki, Łódki i Neru. Nie są one zanieczyszczone na całej długości lecz poniżej miast: Zgierza, Łodzi i Pabianic. Wskazuje to, że źródłem kadmu w aluwach tych rzek są zrzuty ścieków przemysłowych i komunalnych. Maksymalną zawartość Cd (59,6 ppm) stwierdzono w sadzawce koło fabryki chemicznej w Rąbieniu na zachód od Łodzi. Wysokie zawartości kadmu (do 10,7 ppm) w aluwach Bzury, poniżej zrzutu ścieków z zakładów chemicznych „Boruta” SA w Zgierzu, stwierdzono w 1992 roku (I. Bojakowska, 1993).

Wody powierzchniowe: tablica 54, tabele IX, X; ppb = $\mu\text{g}/\text{dm}^3$

Klasy czystości wód powierzchniowych (43):

I ≤ 5
 II >5- ≤ 30
 III >30- ≤ 100

Porównanie regionalne (31):
 - wody powierzchniowe Łodzi i okolic <1- 2; średnio <1
 - wody powierzchniowe Polski <3-238; średnio <3

Zawartość kadmu w wodach powierzchniowych jedynie w kilku punktach jest wyższa niż $1 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ (granica wykrywalności).

Co KOBALT

Gleby: tablica 10, tabele V, VI; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (29, 31, 32, 33, 48):
 - gleby Łodzi i okolic <1- 6; średnio 1
 - gleby miejskie Łodzi <1- 5; średnio 1
 - gleby miejskie Pabianic <1- 6; średnio 2
 - gleby miejskie Zgierza 1- 5; średnio 1

- gleby Warszawy i okolic 1-10; średnio 1,6
 - gleby miejskie Warszawy 1- 7; średnio 2
 - gleby Krakowa i okolic <1-36; średnio 3,4
 - gleby miejskie Krakowa <1-36; średnio 3,4
 - gleby Wrocławia i okolic 1-18; średnio 3
 - gleby miejskie Wrocławia 2-10; średnio 4
 - gleby Szczecina i okolic <1-30; średnio 1
 - gleby miejskie Szczecina <1- 6; średnio 1,6
 - gleby Polski <1- 4; średnio 1,7

Mobilna część kobaltu luźnowalna kwasem solnym w glebach badanego rejonu jest bardzo niska i zawiera się w granicach od <1 do 6 ppm. Nieco podwyższone (>3 ppm) zawartości Co występują w glebach centrum Łodzi, w Zgierzu i w Pabianicach.

Osady wodne: tablica 32, tabele VII, VIII; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (31):
 - osady wodne Łodzi i okolic <1- 46; średnio 2
 - osady wodne Polski <1-357; średnio 3

Na tle niskich i mało zróżnicowanych zawartości Co w osadach wodnych wyróżniają się podwyższone (>10 ppm) zawartości w aluwach Dobrzyńki poniżej Pabianic.

Wody powierzchniowe: tablica 55, tabele IX, X; ppb = $\mu\text{g}/\text{dm}^3$

Orientacyjne wartości graniczne (18):

- wody rzeczne 0,04-8
 - wody pitne 0,01-0,13

Porównanie regionalne (31):
 - wody powierzchniowe Łodzi i okolic <2-145; średnio <2
 - wody powierzchniowe Polski <5-136; średnio <5

Większość próbek wód zawierała kobalt poniżej wykrywalności w stosowanej metodzie analitycznej (2 ppb). Obok kilku próbek o zawartości Co w granicach 3-5 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ wyróżniają się wody Dobrzyńki poniżej Pabianic o stężeniach kobaltu >5 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, w tym również próbka z maksymalną zawartością (145 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) pobrana obok zakładów włókienniczych.

Cr CHROM

Gleby: tablica 11, tabele V, VI; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (31, 32, 33, 48):
 - gleby Łodzi i okolic <1- 93; średnio 3
 - gleby miejskie Łodzi <1- 93; średnio 4
 - gleby miejskie Pabianic <1- 8; średnio 4
 - gleby miejskie Zgierza 1- 24; średnio 3
 - gleby Krakowa i okolic <1- 198; średnio 7
 - gleby miejskie Krakowa 2- 80; średnio 8
 - gleby Wrocławia i okolic 1- 109; średnio 6
 - gleby miejskie Wrocławia 3- 109; średnio 9
 - gleby Szczecina i okolic <1- 111; średnio 2
 - gleby miejskie Szczecina <1- 20; średnio 4
 - gleby Polski <1-1873; średnio 4

Zawartość chromu rozpuszczalnego w HCl w glebach badanego terenu, tak jak na obszarze Polski, jest niska (przeciętna 3 ppm). Tło geochemiczne tego pierwiastka jest jednak zróżnicowane - podobnie jak w przypadku innych pierwiastków litogenicznych. Najwyższe koncentracje Cr (>9 ppm) występują w glebach miejskich Łodzi i Zgierza.

Osady wodne: tablica 33, tabele VII, VIII; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (31):
 - osady wodne Łodzi i okolic <1- 977; średnio 5
 - osady wodne Polski <1-12 251; średnio 6

Na tle ogólnie niskich zawartości chromu w osadach wodnych (przeciętna 5 ppm) wyróżniają się aluwia szeregu rzek silnie zanieczyszczonych tym metalem. Źródłem zanieczyszczeń są niewątpliwie zrzuty ścieków do wód powierzchniowych. Najwyższe zawartości Cr stwierdzono w aluwach Łódki (od 66 do 192 ppm; średnio 102 ppm). Aluwia Neru zawierają chrom w ilościach od 1 do 565 ppm; średnio 21 ppm. W aluwach Dobrzyńki zawartości Cr mieszczą się w granicach od 2 do 977 ppm; średnio 17 ppm. W przypadku Dobrzyńki wysokie koncentracje chromu obserwuje się w próbkach zlokalizowanych w Pabianicach i poniżej tej miejscowości, natomiast w próbkach z Neru - poniżej ujścia Dobrzyńki. Wskazuje to, że źródłem zanieczyszczeń aluwii są zrzuty ścieków przemysłu włókienniczego zlokalizowanego w tym mieście. Źródłem zanieczyszczeń aluwii Bzury (od 1 do 166 ppm; średnio 18 ppm) są zakłady przemysłowe Zgierza. Wysokie zawartości chromu (do 135 ppm) w aluwach Bzury, poniżej zrzutu ścieków z zakładów „Boruta” SA w Zgierzu, stwierdzono w 1992 roku (I. Bojakowska, 1993).

W zlewni tej rzeki obserwowano również jedną z najwyższych zawartości Cr (950 ppm) w osadach sadzawki gromadzącej wody z niewielkiego zakładu przemysłowego w miejscowości Radzibórz w gminie Parzęczew. Osady te zawierają 906 ppm As.

Wody powierzchniowe: tablica 56, tabele IX, X; ppb = $\mu\text{g}/\text{dm}^3$

Klasy czystości wód powierzchniowych (43):

I ≤ 50
 II >50- ≤ 100
 III >100

Porównanie regionalne (31):
 - wody powierzchniowe Łodzi i okolic <1- 390; średnio <1
 - wody powierzchniowe Polski <5-4445; średnio <5

Prawie wszystkie wody omawianego rejonu mieszczą się w granicach pierwszego stopnia czystości dla chromu (przeciętna <1 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$). Niektóre próbki wody z Bzury i Dobrzyńki zawierają Cr w ilościach kwalifikujących je do II lub III klasy czystości, a nawet do wód pozaklasowych. Do

pozaklasowych należy również woda z małego strumienia poniżej zakładów przemysłowych w dzielnicy Teofilów (108 µg/dm³) oraz z sadzawki w dzielnicy Fabryczna w Łodzi (270 µg/dm³). Maksymalne stężenie 977 µg/dm³ Cr stwierdzono w wodach Dobrzyńki. Źródłem chromu są prawdopodobnie farbiarnie tkanin.

Cu MIEDŹ

Gleby: tablica 12, tabele V, VI; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (29, 31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	<1- 185;	średnio 5
- gleby miejskie Łodzi	2- 155;	średnio 9
- gleby miejskie Pabianic	1- 33;	średnio 9
- gleby miejskie Zgierza	2- 185;	średnio 7
- gleby Warszawy i okolic	1- 560;	średnio 6
- gleby miejskie Warszawy	1- 560;	średnio 17
- gleby Krakowa i okolic	1- 403;	średnio 11
- gleby miejskie Krakowa	2- 403;	średnio 14
- gleby Wrocławia i okolic	1- 601;	średnio 10
- gleby miejskie Wrocławia	6- 298;	średnio 27
- gleby Szczecina i okolic	<1- 191;	średnio 3
- gleby miejskie Szczecina	1- 80;	średnio 10
- gleby Polski	<1-6401;	średnio 5

Zawartości miedzi w glebach mieszczą się w granicach <1-185 ppm; średnio 5 ppm. Gleby o najniższych zawartościach Cu występują na obszarach lasów (średnia 3 ppm), nieco wyższe stężenia wykazują gleby pól uprawnych (średnia 5 ppm). Podwyższone stężenia (>13 ppm Cu) obserwuje się w glebach miejskich Łodzi, Zgierza, Pabianic, Konstancinowa Łódzkiego, Aleksandrowa Łódzkiego i Bedonia Przykościelnego. Badania wykonane na terenie Pabianic (K. Czarnowska i in., 1992) wykazały podobne stężenia miedzi w glebach miejskich (2-42,6 ppm; średnia 9,4 ppm).

Dla porównania warto przytoczyć wyniki badań gleb W. Luxa (1993) dotyczące aglomeracji Hamburga. W powierzchniowej warstwie gleb (0-5 cm) autor ten stwierdzał miedź w ilościach od <2 do 3688 ppm (średnio 103 ppm) przy zastosowaniu podobnego roztrawiania próbek (HCl). W glebach miejskich Warszawy stwierdzono średnio 17 ppm Cu (J. Lis, 1992). W glebach miast Białorusi pierwiastek ten występuje w ilościach średnich: 9,5 ppm w Brześciu, 16 ppm w Grodnie i Witebsku oraz 15 ppm w Homlu (W.K. Łukaszew, Ł.W. Okuń, 1991).

Osady wodne: tablica 34, tabele VII, VIII; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (31):

- osady wodne Łodzi i okolic	<1- 1 720;	średnio 9
- osady wodne Polski	<1-15 460;	średnio 8

Tło geochemiczne miedzi w osadach wodnych badanego rejonu jest stosunkowo niskie (średnia 9 ppm). Na tym tle podwyższonymi zawartościami Cu wyróżniają się aluwia: Bzury (do 536 ppm), Dobrzyńki (do 242 ppm), Łódki (do 165 ppm), Neru (do 210 ppm) i Olechówki (do 134 ppm). Podobnie jak w przypadku chromu źródłami zanieczyszczeń w tych aluwjach są zrzuty ścieków przemysłowych do wód powierzchniowych. Najwyższe stężenia Cu stwierdzono w osadach kanału i sadzawki odprowadzających wody z niewielkiego zakładu przemysłowego w miejscowości Radzibórz, w gminie Parzęczew. Osady te zawierają odpowiednio 1070 ppm i 1720 ppm miedzi oraz znaczne ilości arsenu (do 906 ppm); bogate są one również w kadm (do 26,7 ppm), chrom (do 950 ppm), rtęć (do 20,5 ppm) i ołów (do 10 200 ppm). Bardzo wysokie zawartości miedzi (124-424 ppm) w aluwjach Bzury, poniżej zrzutu ścieków z zakładów chemicznych „Boruta” SA w Zgierz, stwierdzono w 1992 roku (I. Bojakowska, 1993).

Wody powierzchniowe: tablica 57, tabele IX, X; ppb = µg/dm³

Porównanie regionalne (31):

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	<1- 65;	średnio 1
- wody powierzchniowe Polski	<5-32 975;	średnio <5

Prawie wszystkie wody omawianego rejonu mieszczą się w granicach pierwszego stopnia czystości dla miedzi (przeciętna 1 µg/dm³), oprócz jednej próbki wody z Bzury o stężeniu 65 µg/dm³ miedzi. Niektóre próbki wody z Bzury i Dobrzyńki zawierają podwyższone ilości Cu, przekraczające 10 µg/dm³. Zawartości miedzi w granicach od 3 do 17 µg/dm³ w wodach Bzury, na odcinku od zrzutu ścieków z zakładów „Boruta” SA w Zgierz do Chociszewa, stwierdzono również w 1992 roku (I. Bojakowska, 1993).

Fe ŻELAZO

Gleby: tablica 13, tabele V, VI; %

Porównanie regionalne (29, 31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	0,03- 2,29;	średnio 0,30
- gleby miejskie Łodzi	0,04- 1,28;	średnio 0,40
- gleby miejskie Pabianic	0,13- 1,53;	średnio 0,42
- gleby miejskie Zgierza	0,13- 0,91;	średnio 0,33
- gleby Warszawy i okolic	0,01-13,80;	średnio 0,42
- gleby miejskie Warszawy	0,10- 2,00;	średnio 0,61
- gleby Krakowa i okolic	0,02- 9,13;	średnio 0,77
- gleby miejskie Krakowa	0,18- 3,48;	średnio 0,74
- gleby Wrocławia i okolic	0,01- 6,23;	średnio 0,62
- gleby miejskie Wrocławia	0,42- 2,58;	średnio 0,80
- gleby Szczecina i okolic	<0,01-10,33;	średnio 0,34
- gleby miejskie Szczecina	0,09- 2,78;	średnio 0,47
- gleby Polski	<0,01- 9,57;	średnio 0,50

Zawartości żelaza rozpuszczalnego w HCl w glebach wynoszą 0,03-2,29%; średnio 0,30%. W obrazie kartograficznym obserwuje się jednak znaczne zróżnicowanie zawartości na badanym terenie. W zasadzie można wyróżnić dwa zwarte obszary, jeden - o stężeniach <0,31% obejmujący głównie zachodnie, południowe i północne obrzeża arkusza

oraz drugi - o stężeniach Fe >0,31% obejmujący środkową i wschodnią część arkusza, w tym tereny miejskie Łodzi, Zgierza i Pabianic. Szczególnie niskimi zawartościami żelaza (<0,17%) charakteryzują się gleby leśne. Wyraźnie anomalne stężenia Fe (>0,79%) występują w glebach centrum Łodzi.

Osady wodne: tablica 35, tabele VII, VIII; %

Porównanie regionalne (31):

- osady wodne Łodzi i okolic	0,03-11,80;	średnio 0,45
- osady wodne Polski	<0,01-31,14;	średnio 0,75

Przeciętne zawartości Fe w osadach wodnych są niskie i wynoszą 0,45%. Wyższe koncentracje wykazują aluwia niektórych rzek: Łódki (średnia 0,70%), Neru (średnia 0,66%) i Pabianki (średnia 1,11%)

Wody powierzchniowe: tablica 58, tabele IX, X; ppm = mg/dm³

Klasy czystości wód powierzchniowych (43):

I	≤1,0
II	>1,0-≤1,5
III	>1,5-≤2,0

Porównanie regionalne (31):

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	<0,01- 17,17;	średnio 0,08
- wody powierzchniowe Polski	<0,02-438,72;	średnio 0,52

Większość wód powierzchniowych omawianego obszaru zawiera żelazo w ilościach odpowiadających kryteriom pierwszej klasy czystości (średnia 0,08 mg/dm³). Jedynie w kilku punktach stwierdzono wody II i III klasy lub wody pozaklasowe. Najwyższą zawartość Fe (17,17 mg/dm³) stwierdzono w wodzie niewielkiego ciekła koło Dobronia.

Hg RTĘĆ

Gleby: tablica 14, tabele V, VI; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (29, 31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	<0,05- 5,82;	średnio <0,05
- gleby miejskie Łodzi	<0,05- 5,82;	średnio 0,05
- gleby miejskie Pabianic	<0,05- 0,16;	średnio <0,05
- gleby miejskie Zgierza	<0,05- 0,25;	średnio <0,05
- gleby Warszawy i okolic	0,01-10,78;	średnio <0,07
- gleby miejskie Warszawy	0,01-10,78;	średnio 0,22
- gleby Krakowa i okolic	<0,05- 3,13;	średnio 0,05
- gleby miejskie Krakowa	<0,05- 1,38;	średnio 0,06
- gleby Wrocławia i okolic	<0,05- 6,60;	średnio 0,07
- gleby miejskie Wrocławia	<0,05- 3,621;	średnio 0,18
- gleby Szczecina i okolic	<0,05- 1,40;	średnio <0,05
- gleby miejskie Szczecina	<0,05- 0,78;	średnio <0,09
- gleby Polski	<0,05- 7,55;	średnio <0,05

Przeciętne zawartości rtęci w badanych glebach są niskie (od <0,05 do 5,82 ppm), średnio wynoszą <0,05 ppm. Wyraźną anomalię Hg (>0,11 ppm, z maksimum 5,82 ppm) obserwuje się na terenach miejskich Łodzi. Podobne anomalie, lecz o mniejszej intensywności i rozprzestrzenieniu, występują w Pabianicach, Zgierz, Konstancinowie Łódzkim i miejscowości Huta Jagodnica. Dla porównania można przytoczyć dane zawartości rtęci z terenu Warszawy, gdzie występuje anomalia o zawartości Hg >2 ppm, a w niektórych punktach stwierdzono nawet do 10,78 ppm Hg (J. Lis, 1992). W glebach przemysłowych i parkach Berlina stwierdzono średnio 0,17 ppm Hg, zaś w rolniczym otoczeniu tego miasta - średnio 0,06 ppm (M. Birke, U. Rauch, 1994).

Szczegółowe zbadania wymaga stosunkowo wysoka (>0,28 ppm) anomalia Hg zlokalizowana w lesie, na północny zachód od Ustronia. Należy zwrócić uwagę, że anomalia ta leży w pobliżu miejscowości Radzibórz, gdzie w osadach wodnych stwierdzono także wysoką zawartość rtęci (>20 ppm). Wysokie zawartości rtęci obserwowano również w glebach aluwialnych doliny Bzury w Nowomyślnach (na południe od Radziborza, a na wschód od omawianej anomalii). Wykonano tam dwa profile prostopadłe do osi doliny, o długości 400 m każdy. W próbkach gleb pobieranych co 50 m stwierdzono obecność Hg od 0,42 do 1,63 ppm; średnio 1,19 ppm (profil 1) i od 0,05 do 3,65 ppm; średnio 1,56 ppm (profil 2). Próbkę te zawierały również znaczne ilości kadmu (do 27,8 ppm), miedzi (do 221 ppm), ołowiu (do 1380 ppm) i cynku (do 961 ppm).

Osady wodne: tablica 36, tabele VII, VIII; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (31):

- osady wodne Łodzi i okolic	<0,05-20,50;	średnio 0,06
- osady wodne Polski	<0,05-11,00;	średnio <0,05

W osadach wodnych z przeciętną zawartością 0,06 ppm Hg wyróżniają się współczesne aluwia wielu rzek silnie zanieczyszczonych tym metalem. W górnym biegu Neru aluwia zawierają Hg w granicach tła geochemicznego. Gwałtowny wzrost zawartości (do 6,80 ppm) obserwuje się dopiero od ujścia Olechówki. Podobnie, wzrost ilości Hg w aluwjach Dobrzyńki (do 11,70 ppm) następuje poniżej Pabianic, a w osadach Bzury (do 7,80 ppm) poniżej Zgierza. Źródłem tych zanieczyszczeń są niewątpliwie zrzuty ścieków do wód powierzchniowych. Aluwia wymienionych rzek są często zanieczyszczone również innymi metalami. Zanieczyszczenia wyłącznie rtęcią (do 2,60 ppm) wykazują natomiast aluwia Moszczenicy poniżej Strykowa, a w aluwium niewielkiego jej dopływu zlokalizowanego w pobliżu zakładów chemicznych wykryto nawet 7,76 ppm Hg.

Najwyższe stężenia Hg stwierdzono w osadach kanału i sadzawki odprowadzających wody z niewielkiego zakładu przemysłowego w miejscowości Radzibórz, w gminie Parzęczew. Osady te zawierają odpowiednio 1,02 ppm i 20,5 ppm Hg oraz znaczne ilości arsenu (do 906 ppm); bogate są one również w kadm (do 26,7 ppm), chrom (do 950 ppm), miedź (do 1720 ppm) i ołów (do 10 200 ppm). Zanieczyszczenie punktowe rtęcią

występuje w potoku Brzoza w Łagiewnikach (na wschód od Zgierza). Stwierdzono tam, w trzech blisko siebie położonych punktach, zawartości 6,53, 4,15 i 1,22 ppm Hg. Próbkę te zawierały również pokaźne zawartości Ni (do 204 ppm), Cr (do 257 ppm) i Cu (do 63 ppm). Ewentualnym źródłem tego zanieczyszczenia może być położony w pobliżu szpital.

Wysokie zawartości rtęci (do 4,70 ppm) w aluwjach Bzury, poniżej zrzutu ścieków z zakładów chemicznych „Boruta” SA w Zgierz, stwierdzono również w 1992 roku (I. Bojakowska, 1993).

Obserwacje monitoringowe podobnego typu prowadzone dla osadów Łaby wykazały koncentracje rtęci dochodzące do 15,5 ppm we frakcji <0,06 mm (J. Vesely, 1991).

K POTAS

Wody powierzchniowe: tablica 59, tabele IX, X; ppm = mg/dm³

Klasy czystości wód powierzchniowych (43):

I	≤10
II	>10-≤12
III	>12-≤15

Porównanie regionalne (31):

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	<1-157;	średnio 4
- wody powierzchniowe Polski	<1-473;	średnio 5

Pod względem zawartości potasu większość wód badanego rejonu można zaliczyć do I klasy czystości. Znacznie zanieczyszczone są wody Bzury (50% wód pozaklasowych) i Łódka (57% wód pozaklasowych). Maksymalną zawartość potasu (157 mg/dm³) stwierdzono w drobnym cieku koło oczyszczalni ścieków w Kraszewie, w gminie Andrespol. Woda ta zawierała również wysokie zawartości wapnia (218 mg/dm³), magnezu (16 mg/dm³), sodu (80 mg/dm³), fosforu (93 mg/dm³) oraz cynku (384 ppb). Wysoka mineralizacja wody znajduje wyraz również w przewodności elektrycznej (1,56 mS/cm).

Li LIT

Wody powierzchniowe: tablica 60, tabele IX, X; ppb = µg/dm³

Orientacyjne wartości graniczne (6, 18):

- wody wykorzystywane do nawadniania	≤2500
- wody rzeczne	<20
- wody podziemne	2-40

Dane dla badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	<1 - 665;	średnio 4
--------------------------------------	-----------	-----------

Przeciętne zawartości litu w wodach badanego obszaru wynoszą 4 µg/dm³. Obserwuje się jednak wyraźny wpływ czynnika antropogenicznego na wzrost zawartości tego pierwiastka w wodach powierzchniowych, do których odprowadzane są ścieki przemysłowe (Bzura, Dobrzyńka, Lubczyna, Łódka, Ner). Maksymalne stężenie - 665 µg/dm³ stwierdzono w wodzie osadnika zakładów chemicznych „Boruta” SA w Zgierz.

Mg MAGNEZ

Gleby: tablica 15, tabele V, VI; %

Porównanie regionalne (31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	<0,01-0,66;	średnio 0,03
- gleby miejskie Łodzi	<0,01-0,37;	średnio 0,05
- gleby miejskie Pabianic	<0,01-0,22;	średnio 0,05
- gleby miejskie Zgierza	<0,01-0,40;	średnio 0,03
- gleby Krakowa i okolic	0,01-1,45;	średnio 0,10
- gleby miejskie Krakowa	0,02-1,45;	średnio 0,11
- gleby Wrocławia i okolic	<0,01-1,66;	średnio 0,07
- gleby miejskie Wrocławia	0,03-0,32;	średnio 0,09
- gleby Szczecina i okolic	<0,01-0,81;	średnio 0,03
- gleby miejskie Szczecina	<0,01-0,20;	średnio 0,07
- gleby Polski	<0,01-4,90;	średnio <0,06

Zawartości magnezu w glebach badanego rejonu są niższe niż przeciętne dla całej Polski. W zdjęciu geochemicznym podwyższonymi zawartościami (>0,10%) wyróżniają się niektóre gleby na terenach miejskich (Łódź, Pabianice, Zgierz, Konstancinów Łódzki). Gleby upraw rolnych zawierają przeciętnie 0,03% Mg. Najuboższe pod względem zawartości magnezu są gleby leśne (średnia 0,01%).

Osady wodne: tablica 37, tabele VII, VIII; %

Porównanie regionalne (31):

- osady wodne Łodzi i okolic	<0,01- 0,92;	średnio 0,06
- osady wodne Polski	<0,01-10,62;	średnio 0,11

Zawartość magnezu w osadach wodnych rejonu jest mało zróżnicowana. W obrazie kartograficznym zwracają uwagę wyższe zawartości Mg w aluwjach zlewni Neru od zawartości tego pierwiastka w aluwjach w zlewni Bzury.

Wody powierzchniowe: tablica 61, tabele IX, X; ppm = mg/dm³

Orientacyjne wartości graniczne (51):

- wody powierzchniowe wykorzystywane jako źródło wody pitnej	zalecane 30; dopuszczalne 50
--	------------------------------

Porównanie regionalne (31):

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	1,4- 50,2;	średnio 7,5
- wody powierzchniowe Polski	0,2-833,8;	średnio 11,5

Zawartość magnezu w wodach powierzchniowych rejonu, podobnie jak w osadach wodnych, jest mało zróżnicowana. Zwracają uwagę wyższe zawartości Mg w wodach zlewni Neru od zawartości w wodach zlewni Bzury. Wyraźnie wyższe od przeciętnych stężenia Mg zawierają wody Łódki (średnio 12,5 mg/dm³). Maksymalną zawartość magnezu (50,2 mg/dm³) zanotowano w wodzie sadzawki koło fabryki domów w Konstancinowie Łódzkim.

Mn MANGAN

Gleby: tablica 16, tabele V, VI; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (29, 31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	<1- 785; średnio 122
- gleby miejskie Łodzi	4- 755; średnio 143
- gleby miejskie Pabianic	8- 374; średnio 116
- gleby miejskie Zgierza	4- 755; średnio 144
- gleby Warszawy i okolic	1- 2 172; średnio 119
- gleby miejskie Warszawy	9- 852; średnio 185
- gleby Krakowa i okolic	1- 6 440; średnio 257
- gleby miejskie Krakowa	46- 3 156; średnio 300
- gleby Wrocławia i okolic	1- 2 249; średnio 240
- gleby miejskie Wrocławia	103- 817; średnio 278
- gleby Szczecina i okolic	<1- 9 481; średnio 98
- gleby miejskie Szczecina	5- 437; średnio 120
- gleby Polski	<1-24 270; średnio 173

Obserwuje się wyraźne zróżnicowanie tła geochemicznego manganu w glebach. Gleby wschodniej części badanego obszaru są bogatsze w Mn (zwykle >154 ppm), podczas gdy gleby z zachodniej części arkusza są uboższe w ten pierwiastek. Z punktu widzenia użytkowania gleb, jedynie gleby leśne wyróżniają się bardzo niskimi zawartościami Mn (przeciętna 44 ppm).

Porównanie z wcześniejszymi danymi z literatury wykazuje zbliżone zawartości manganu w glebach badanych miast. Obserwacje K. Czarnowskiej i in. (1992) wykazały, że w glebach Pabianic zawartość manganu wynosi od 17 do 460 ppm (średnia arytmetyczna 177 ppm). Są to wartości nieco wyższe w stosunku do naszych danych (średnia arytmetyczna dla gleb Pabianic - 146 ppm). W glebach Łodzi określona średnia arytmetyczna zawartość manganu wynosi 189 ppm (K. Czarnowska, J. Walczak, 1988) i wartość ta jest zbliżona do naszych danych (średnia arytmetyczna dla gleb Łodzi - 169 ppm). W glebach Warszawy średnia geometryczna dla Mn wynosi 119 ppm (J. Lis, 1992), natomiast dla gleb miejskich Krakowa - 300 ppm.

Osady wodne: tablica 38, tabele VII, VIII; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (31):

- osady wodne Łodzi i okolic	4- 2 896; średnio 129
- osady wodne Polski	<1-63 719; średnio 255

Zawartości manganu w osadach wodnych na badanym obszarze są niższe (od 4 do 2896 ppm; średnio 129 ppm) niż przeciętne dla całej Polski. Brak wyraźnych prawidłowości w jego przestrzennym rozmieszczeniu. Wśród większych rzek najwyższymi przeciętnymi zawartościami Mn charakteryzuje się Pabianka (255 ppm). Maksymalną zawartość (2896 ppm Mn) stwierdzono w aluwium Miazgi, w pobliżu jej źródła.

Wody powierzchniowe: tablica 62, tabele IX, X; ppb = µg/dm³

Klasy czystości wód powierzchniowych (43):

I	≤100
II	>100-≤300
III	>300-≤800

Porównanie regionalne (31):

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	1-18 425; średnio 81
- wody powierzchniowe Polski	<1-34 500; średnio 107

Pomimo stosunkowo niskich przeciętnych zawartości (81 µg/dm³) manganu w wodach omawianego rejonu, niektóre wody są zanieczyszczone tym pierwiastkiem. Najczystsze są wody drobnych cieków (62% w I klasie, 24% w II klasie, 9% w III klasie i tylko 5% to wody pozaklasowe). Podobnie, wody małych zbiorników wód stojących należą głównie do I klasy czystości (77%), a tylko 2 próbki wód zaliczono do pozaklasowych. Najbardziej zanieczyszczoną manganem rzeką jest Bzura, szczególnie poniżej Zgierza: 27% próbek zaliczono do I klasy, 15% do II klasy, 50% do III klasy i 8% do wód pozaklasowych. Maksymalną zawartość Mn (18 425 µg/dm³) stwierdzono w Nerze, koło miejscowości Huta Wiskicka. Woda ta zawiera również znaczne ilości innych pierwiastków i charakteryzuje się wysoką przewodnością elektryczną.

Na SÓD

Wody powierzchniowe: tablica 63, tabele IX, X; ppm = mg/dm³

Klasy czystości wód powierzchniowych (43):

I	≤100
II	>100-≤120
III	>120-≤150

Porównanie regionalne (31):

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	<1- 527; średnio 17
- wody powierzchniowe Polski	<1-5723; średnio 16

Wody badanego rejonu charakteryzują się bardzo niskimi stężeniami sodu (przeciętnie 17 mg/dm³) i w większości (91,2%) należą do I klasy czystości. Wpływ przemysłu zaznacza się tu jednak bardzo wyraźnie. Wody zlewni Neru poniżej Pabianic zawierają Na w większych ilościach (choć rzadko przekraczają kryterium dla I klasy czystości). Podobnie podwyższone stężenia w zlewni Bzury obserwuje się jedynie w tej rzece poniżej Zgierza.

Ni NIKIEL

Gleby: tablica 17, tabele V, VI; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (29, 31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	<1- 38; średnio 2
- gleby miejskie Łodzi	<1- 38; średnio 4
- gleby miejskie Pabianic	<1- 16; średnio 4
- gleby miejskie Zgierza	<1- 12; średnio 3

- gleby Warszawy i okolic	1- 31; średnio 4
- gleby miejskie Warszawy	2- 26; średnio 7
- gleby Krakowa i okolic	<1- 59; średnio 8
- gleby miejskie Krakowa	<1- 30; średnio 8
- gleby Wrocławia i okolic	1- 52; średnio 6
- gleby miejskie Wrocławia	3- 52; średnio 10
- gleby Szczecina i okolic	<1- 61; średnio 2
- gleby miejskie Szczecina	<1- 16; średnio 4
- gleby Polski	<1-146; średnio 4

Mobilna część niklu, lęgowna kwasem solnym, w badanych glebach jest niska (przeciętna 2 ppm). Najniższe zawartości Ni stwierdzono w glebach leśnych (od <1 do 4 ppm; średnio 1 ppm.), najwyższe zaś - w glebach miejskich o zwartej zabudowie (od 1 do 16 ppm; średnio 5 ppm). Spośród przebadanych próbek gleb jedynie 5% zawiera Ni w ilościach >7 ppm. W obrazie kartograficznym podwyższone zawartości tego pierwiastka obserwuje się głównie w glebach miejskich centrum Łodzi, Pabianic i Zgierza.

Osady wodne: tablica 39, tabele VII, VIII; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (31):

- osady wodne Łodzi i okolic	<1- 345; średnio 4
- osady wodne Polski	<1-1298; średnio 6

Zawartości niklu w osadach wodnych badanego regionu są niskie (średnio 4 ppm), a 97% próbek zawiera ten metal w ilościach <24 ppm. Podwyższone koncentracje Ni obserwuje się w aluwach Neru (do 68 ppm) poniżej ujścia Dobrzyńki i w aluwach Dobrzyńki (do 34 ppm) poniżej Pabianic. Maksymalną zawartość (345 ppm Ni) stwierdzono w osadniku na południe od zakładów chemicznych „Boruta” SA w Zgierzu. Zanieczyszczenie punktowe niklem stwierdzono również w potoku Brzoza w Łagiewnikach (na wschód od Zgierza). W trzech blisko siebie położonych punktach obserwowano tam zawartości: 204 ppm, 94 ppm i 47 ppm Ni. Próbkę te zawierały również pokażne ilości Hg (do 6,53 ppm), Cr (do 257 ppm) i Cu (do 63 ppm). Źródłem zanieczyszczenia może być położony w pobliżu szpitala.

Wody powierzchniowe: tablica 64, tabele IX, X; ppb = µg/dm³

Klasy czystości wód powierzchniowych (43):

I-III ≤1000

Porównanie regionalne (31):

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	<3- 177; średnio <3
- wody powierzchniowe Polski	<8-1326; średnio <8

Nikiel w wodach powierzchniowych występuje w granicach tła geochemicznego (75% próbek zawiera ten pierwiastek w ilości mniejszej niż 3 µg/dm³). Ze względu na zbyt wysoką granicę oznaczalności (3 µg/dm³) nie jest możliwe bardziej precyzyjne określenie tła geochemicznego tego pierwiastka. W wodach czystych rzek jego stężenie wynosi 1-5 µg/dm³, lecz w wodach wielu rzek Europy zachodniej stężenie Ni dochodzi do 75 µg/dm³ (A. Kabata-Pendias, H. Pendias, 1993).

Wyraźne zanieczyszczenia antropogeniczne niklem w wodach (jednak znacznie poniżej granicy I klasy czystości wód powierzchniowych) stwierdzono w Nerze (do 9 µg/dm³), w Łódce (do 33 µg/dm³), w Dobrzyńce (do 36 µg/dm³), w Lubczynie (do 47 µg/dm³) i w Bzurze (do 48 µg/dm³). Maksymalne stężenie (177 µg/dm³) zanotowano w sadzawce w dzielnicy Fabryczna w Łodzi.

W 1992 roku w wodach Bzury, na odcinku od zrzutu ścieków z zakładów chemicznych „Boruta” SA w Zgierzu do Chociszewa, wykrywano zawartości niklu w granicach od 3 do 13 µg/dm³ (I. Bojakowska, 1993).

P FOSFOR

Gleby: tablica 18, tabele V, VI; %

Porównanie regionalne (31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	<0,005-0,127; średnio 0,031
- gleby miejskie Łodzi	0,005-0,119; średnio 0,032
- gleby miejskie Pabianic	0,015-0,0102; średnio 0,040
- gleby miejskie Zgierza	0,010-0,050; średnio 0,027
- gleby Krakowa i okolic	0,005-0,410; średnio 0,036
- gleby miejskie Krakowa	0,008-0,183; średnio 0,036
- gleby Wrocławia i okolic	<0,005-0,410; średnio 0,044
- gleby miejskie Wrocławia	0,014-0,174; średnio 0,057
- gleby Szczecina i okolic	<0,005-2,336; średnio 0,032
- gleby miejskie Szczecina	0,008-1,188; średnio 0,044
- gleby Polski	<0,005-1,616; średnio 0,033

Zawartości fosforu w glebach omawianego arkusza są mało zróżnicowane. Jedynie gleby leśne wykazują niższe stężenia fosforu (średnio 0,019%) i należy je zaliczyć do gleb ubogich w ten pierwiastek. W innych glebach, niezależnie od sposobu ich użytkowania, przeciętne zawartości mieszczą się w granicach od 0,028% (gleby parków) do 0,042% (gleby terenów miejskich o zabudowie zwartej). W obrazie kartograficznym rozmieszczenie fosforu ma charakter mozaikowy. Nieco wyższe koncentracje tego pierwiastka wykazują gleby we wschodniej części arkusza.

Osady wodne: tablica 40, tabele VII, VIII; %

Porównanie regionalne (31):

- osady wodne Łodzi i okolic	<0,005-0,974; średnio 0,044
- osady wodne Polski	<0,005-5,866; średnio 0,064

Tło geochemiczne fosforu w aluwach mieści się w granicach <0,005-0,449% (99% badanych próbek). Najwyższe koncentracje tego pierwiastka występują w aluwach Lubczyny (od 0,031 do 0,270%; średnio 0,083%), Łódki (od 0,039 do 0,148%; średnio 0,074%), Neru (od 0,011 do 0,505%; średnio 0,070%) i Pabianic (od 0,015 do 0,280%; średnio 0,082%). Prawie dwukrotnie wyższe zawartości fosforu w aluwach tych

rzek, do których odprowadzane są ścieki przemysłowe i komunalne, w stosunku do zawartości przeciętnych w osadach wodnych badanego rejonu sugerują, że fosfor ten jest pochodzenia antropogenicznego.

Wody powierzchniowe: tablica 65, tabele IX, X; ppm = mg/dm³

Klasy czystości wód powierzchniowych (43):

I	≤0,10
II	>0,10-≤0,25
III	>0,25-≤0,40

Porównanie regionalne (31):

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	<0,04-163,90; średnio 0,20
- wody powierzchniowe Polski	<0,04- 45,12; średnio 0,19

Wśród przebadanych wód powierzchniowych aż 29% zawiera fosfor w ilościach przekraczających kryteria dla III klasy czystości, a jedynie 39,6% próbek kwalifikuje się do I klasy. Do skrajnie zanieczyszczonych rzek należy Lubczyna (w 100% wody pozaklasowe; zawartości od 11,03 do 163,90 mg/dm³; średnio 26,71 mg/dm³) i Łódka (w 100% wody pozaklasowe; zawartości od 0,79 do 7,06 mg/dm³; średnio 2,69 mg/dm³). Równie silnie zanieczyszczone fosforem są: Ner poniżej Łodzi, Dobrzyńka poniżej Pabianic oraz Bzura poniżej Zgierza. Bardzo wysoką zawartość fosforu (93 mg/dm³) stwierdzono w niewielkim cieku koło oczyszczalni ścieków w Kraszewie, w gminie Andrespol. Woda ta zawierała również wysokie zawartości wapnia (218 mg/dm³), magnezu (16 mg/dm³), sodu (80 mg/dm³), potasu (157 mg/dm³) oraz cynku (384 ppb). Wysoka mineralizacja wody znajduje wyraz również w przewodności elektrycznej (1,56 mS/cm).

Pb OŁÓW

Gleby: tablica 19, tabele V, VI; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (29, 31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	<3- 361; średnio 12
- gleby miejskie Łodzi	4- 361; średnio 19
- gleby miejskie Pabianic	6- 40; średnio 19
- gleby miejskie Zgierza	4- 143; średnio 14
- gleby Warszawy i okolic	1- 401; średnio 14
- gleby miejskie Warszawy	5- 275; średnio 33
- gleby Krakowa i okolic	<3- 705; średnio 23
- gleby miejskie Krakowa	<3- 705; średnio 29
- gleby Wrocławia i okolic	<3- 514; średnio 20
- gleby miejskie Wrocławia	9- 227; średnio 52
- gleby Szczecina i okolic	<3- 810; średnio 12
- gleby miejskie Szczecina	5- 200; średnio 31
- gleby Polski	<3-16 972; średnio 16

Tło geochemiczne ołowiu w glebach Łodzi i okolic mieści się w granicach od <3 do około 50 ppm. Średnie zawartości tego pierwiastka są nieco niższe niż średnia dla gleb polskich (odpowiednio 12 i 16 ppm).

Na zdjęciu geochemicznym podwyższone koncentracje Pb (>25 ppm) występują na obszarze Łodzi, Zgierza i Pabianic. Badania gleb miejskich Łodzi wykonane dziesięć lat wcześniej, w 1985 roku (K. Czarnowska, J. Walczak, 1988), wykazały podobny zasięg gleb zanieczyszczonych ołowiem. Stwierdzone wówczas na tym obszarze wyższe koncentracje Pb (>50 ppm) wynikają z faktu, że przedmiotem badań były gleby z poziomu 0,00-0,05 m, podczas gdy nasze badania dotyczyły gleb z poziomu 0,0-0,2 m. W terenach miejskich najsilniejszemu zanieczyszczeniu metalami podlega bowiem powierzchniowa warstwa gleby, a wraz z głębokością zanieczyszczenia stopniowo zanikają. Mniejsze różnice między naszym zdjęciem geochemicznym (zawartości od 6 do 40 ppm; średnia arytmetyczna 21 ppm) a badaniami gleb wykonanymi w 1988 roku (K. Czarnowska i in., 1992), kiedy to przedmiotem badań były gleby z poziomu 0,00-0,10 m (zawartości od 3 do 63 ppm; średnia arytmetyczna 23 ppm) zanotowano dla obszaru miejskiego Pabianic. Z punktu widzenia użytkowania gleb najniższe zawartości ołowiu wykazują gleby leśne (średnio 9 ppm); gleby pól uprawnych zawierają przeciętnie 10 ppm. Przeszło dwukrotnie wyższe stężenia tego pierwiastka zanotowano w glebach parków, trawników przyulicznych i ogródków działkowych (odpowiednio: 25, 24 i 22 ppm).

Badania innych dużych aglomeracji wykazały, że zawartości ołowiu w glebach są bardzo zróżnicowane. Z analizy gleb Berlina i okolic (M. Birke i in., 1992) wynika, że znacznie większe skażenie ołowiem dotyczy gleb miejskich i podmiejskich (średnio 178 ppm). Autorzy przypisują skażenie wyłącznie czynnikiem antropogenicznym, gdyż prowadzone równocześnie badania tła geochemicznego ołowiu w skalach okruchowych podłoża wykazały jego średnią zawartość 7,7 ppm. W przeciwieństwie do Berlina, gleby miast Białorusi: Brześć, Grodna, Witebska, Homla i innych (W.K. Łukaszew, Ł.W. Okuń, 1991) zawierają średnio 8-16 ppm Pb.

Osady wodne: tablica 41, tabele VII, VIII; ppm = mg/kg = g/t

Porównanie regionalne (31):

- osady wodne Łodzi i okolic	<5-10 200; średnio 15
- osady wodne Polski	<5-43 878; średnio 15

Przeciętne zawartości ołowiu w osadach wodnych badanego obszaru są podobne do przeciętnych zawartości dla całej Polski (15 ppm), jednakże wysokie zawartości tego pierwiastka w aluwach niektórych rzek wskazują na zanieczyszczenia pochodzenia antropogenicznego. Do najsilniej zanieczyszczonych należą aluwia Bzury (od <5 do 581 ppm; średnio 56 ppm). Szczególnie wysokie zawartości Pb obserwuje się w tej rzece poniżej Zgierza. Również wysokie (od 59 do 262 ppm) zawartości tego pierwiastka w aluwach Bzury między Zgierzem a Chociszewem zaobserwowano w 1992 roku (I. Bojakowska, 1993). Autorka wiąże te zanieczyszczenia z działalnością oczyszczalni ścieków, która nie jest w stanie usunąć całego ładunku metali ciężkich. Podobnej natury są silne

zanieczyszczenia Neru (do 285 ppm), Łódki (do 330 ppm), Miazgi (do 336 ppm), Olechówki (do 151 ppm) i Pabianki (do 168 ppm). Niskie przeciętne zawartości ołowiu w aluwach małych cieków (15 ppm) i w osadach niewielkich zbiorników wód stojących (13 ppm) wskazują, że w zanieczyszczeniach osadów wodnych udział splotu powierzchniowego nie odgrywa większej roli, a głównym źródłem zanieczyszczeń są zrzuty ścieków przemysłowych i komunalnych. Obok zanieczyszczeń obejmujących aluwia całych rzek, lub ich odcinków, obserwuje się liczne zanieczyszczenia punktowe. Do takich należą np. najwyższe stężenia ołowiu stwierdzone w osadach kanału i sadzawki w pobliżu zakładu przemysłowego w miejscowości Radzibórz, w gminie Parzęczew. Osady te zawierają odpowiednio 1490 ppm i 10 200 ppm Pb oraz znaczne ilości arsenu (do 906 ppm); bogate są one również w kadm (do 26,7 ppm), chrom (do 950 ppm), miedź (do 1720 ppm) i rtęć (do 20,5 ppm).

Wody powierzchniowe: tablica 66, tabele IX, X; ppb = $\mu\text{g}/\text{dm}^3$

Klasy czystości wód powierzchniowych (43):

I-III ≤ 50

Dane dla badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic <5-40; średnio <5

Przeciętne zawartości ołowiu w wodach badanego rejonu są dość niskie (znacznie poniżej normy dla I klasy czystości wód powierzchniowych). Wyższą koncentrację ($40 \mu\text{g}/\text{dm}^3$) stwierdzono w wodach Dobrzyńki, nieco poniżej Pabianic.

S SIARKA

Gleby: tablica 20, tabele V, VI; %

Porównanie regionalne (31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	<0,005-0,223;	średnio 0,008
- gleby miejskie Łodzi	<0,005-0,223;	średnio 0,008
- gleby miejskie Pabianic	<0,005-0,029;	średnio 0,011
- gleby miejskie Zgierza	<0,005-0,029;	średnio 0,007
- gleby Krakowa i okolic	<0,005-1,030;	średnio 0,013
- gleby miejskie Krakowa	<0,005-1,030;	średnio 0,013
- gleby Wrocławia i okolic	<0,005-0,198;	średnio 0,013
- gleby miejskie Wrocławia	0,007-0,045;	średnio 0,015
- gleby Szczecina i okolic	<0,005-1,739;	średnio 0,011
- gleby miejskie Szczecina	<0,005-0,479;	średnio 0,013
- gleby Polski	<0,005-3,263;	średnio 0,012

Przeciętna zawartość siarki rozpuszczalnej w kwasie solnym w badanych glebach jest niższa (0,008%) od zawartości w glebach innych regionów Polski (0,012%). Nieco wyższe zawartości tego pierwiastka wykazują gleby łąkowe (0,011%), gleby parków i trawników przyulicznych (0,010%) oraz gleby ogródków działkowych (0,011%).

Osady wodne: tablica 42, tabele VII, VIII; %

Porównanie regionalne (31):

- osady wodne Łodzi i okolic	<0,005-7,400;	średnio 0,037
- osady wodne Polski	<0,005-8,610;	średnio 0,047

Zawartości siarki w osadach wodnych badanego rejonu są niższe (0,037%) niż przeciętne dla osadów wodnych Polski (0,064%). Prześnenny rozkład próbek o podwyższonej zawartości siarki wskazuje, że pochodzą one z punktowych źródeł zanieczyszczeń. Najsilniej zanieczyszczonymi są aluwia Bzury poniżej Zgierza (do 1,602%). Z podobnych źródeł pochodzi również siarka w aluwach Lubczyń (do 0,226%), Łódki (do 0,669%), Neru poniżej Łodzi (do 0,686%) i Pabianki (do 1,366%). Maksymalną zawartość siarki (7,400%) stwierdzono w jednym z osadników zakładów chemicznych „Boruta” SA w Zgierzu.

SO₄ SIARCZANY

Wody powierzchniowe: tablica 68, tabele IX, X; ppm = mg/dm^3

Klasy czystości wód powierzchniowych (43):

I ≤ 150
II >150-200
III >200-250

Porównanie regionalne (31):

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	4- 711;	średnio 68
- wody powierzchniowe Polski	2-7085;	średnio 58

Przeciętne zawartości SO₄ (68 mg/dm^3) w badanych wodach są podobne jak w innych wodach powierzchniowych Polski. Kwalifikują się one w 88,2% do I klasy czystości, w 3,9% do II klasy, 2,4% do III klasy i 5,5% do wód pozaklasowych. Zanieczyszczone siarczanami są głównie wody Bzury (od 40 do 582 mg/dm^3 ; średnio 128 mg/dm^3), szczególnie poniżej Zgierza. Silne zanieczyszczenie siarczanami (do 711 mg/dm^3) obserwuje się również w wodach górnego Neru, między miejscowościami Wandalin i Huta Wiskicka.

SiO₂ KRZEMIONKA

Wody powierzchniowe: tablica 67, tabele IX, X; ppm = mg/dm^3

Porównanie regionalne (31):

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	<0,1-31,6;	średnio 10,9
- wody powierzchniowe Polski	<0,3-83,1;	średnio 10,2

Przeciętne zawartości krzemionki są typowe dla wód powierzchniowych i mało zróżnicowane. Najwyższe zawartości średnie zanotowano w wodach Pabianic i Strykowa (>18 mg/dm^3).

Sr STRONT

Gleby: tablica 21, tabele V, VI; ppm = $\text{mg}/\text{kg} = \text{g}/\text{t}$

Porównanie regionalne (31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	<1- 188;	średnio 4
- gleby miejskie Łodzi	<1- 81;	średnio 9
- gleby miejskie Pabianic	<1- 84;	średnio 14
- gleby miejskie Zgierza	<1- 73;	średnio 5
- gleby Krakowa i okolic	<1-2712;	średnio 13
- gleby miejskie Krakowa	1-2712;	średnio 20
- gleby Wrocławia i okolic	<1- 233;	średnio 10
- gleby miejskie Wrocławia	6- 97;	średnio 23
- gleby Szczecina i okolic	<1-1474;	średnio 6
- gleby miejskie Szczecina	2- 889;	średnio 21
- gleby Polski	<1-1298;	średnio 8

Przeciętne zawartości strontu (4 ppm) w glebach badanego regionu są niższe niż w innych rejonach Polski. Wpływ czynnika antropogenicznego wyraża się wzrostem zawartości tego pierwiastka w glebach miejskich o zwartej zabudowie (średnio 15 ppm) i terenów przemysłowych (średnio 11 ppm). Najniższe zawartości strontu stwierdzono w glebach leśnych (średnio 1 ppm). W obrazie kartograficznym gleby o podwyższonych zawartościach Sr (>18 ppm) występują głównie na terenach miejskich Łodzi, Pabianic i Zgierza. Wyraźne anomalie strontu, pokrywające się z anomaliami wapnia (>1%), występują w okolicy Szynkielewa i Ksawerowa na północ od Pabianic, w rejonie rozwiniętego ogrodnictwa. Anomalie te mogą być zatem związane z intensywnym wapnowaniem gleb, o czym świadczy także obserwowana w pobliżu ich kwasowość (>7).

Osady wodne: tablica 43, tabele VII, VIII; ppm = $\text{mg}/\text{kg} = \text{g}/\text{t}$

Porównanie regionalne (31):

- osady wodne Łodzi i okolic	<1- 269;	średnio 13
- osady wodne Polski	<1-7628;	średnio 21

Przeciętne zawartości strontu w osadach wodnych regionu są niskie (13 ppm) w porównaniu z przeciętnymi zawartościami w osadach wodnych Polski (21 ppm). Stosunkowo bogatsze w ten pierwiastek są osady zlewni Neru, a głównie osady większych rzek: Neru poniżej ujścia Dobrzyńki (do 74 ppm; średnia 21 ppm), Dobrzyńki od Pabianic (do 210 ppm; średnia 21 ppm), Lubczyń (do 55 ppm; średnia 25 ppm), Łódki (do 61 ppm; średnia 34 ppm), Pabianki (do 136 ppm; średnia 32 ppm). Źródłem tych zanieczyszczeń są ścieki przemysłowe i komunalne. Jedne z najwyższych koncentracji strontu stwierdzono w osadniku zakładów chemicznych „Boruta” SA w Zgierzu (234 ppm) oraz koło zakładu uzdatniania wody w Kalinku (221 ppm), w gminie Rzgów.

Wody powierzchniowe: tablica 69, tabele IX, X; ppb = $\mu\text{g}/\text{dm}^3$

Porównanie regionalne (31):

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	28- 1 300;	średnio 213
- wody powierzchniowe Polski	4-26 078;	średnio 263

Rozmieszczenie stężeń strontu w wodach powierzchniowych jest bardzo podobne do rozmieszczenia tego pierwiastka w osadach wodnych. Podwyższone zawartości strontu stwierdzono w Bzurze, Dobrzyńce, Lubczyń, Łódce i Nerze.

Najwyższe koncentracje stwierdzono w postaci zanieczyszczeń punktowych w niewielkich ciekach i zbiornikach wód stojących; w osadniku koło zakładów chemicznych „Boruta” SA w Zgierzu (1208 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$), w drobnym cieku koło wsi Rębien (908 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$), w sadzawce w centrum Łodzi (1300 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) oraz w małym cieku w Aleksandrowie Łódzkim (997 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$). Zanieczyszczenie tych wód pochodzi ze źródeł lokalnych.

Zawartości strontu w granicach od 170 do 700 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ w wodach Bzury, na odcinku od zrzutu ścieków z zakładów chemicznych „Boruta” SA w Zgierzu do Chociszewa, stwierdzono w 1992 roku (I. Bojakowska, 1993).

Ti TYTAN

Gleby: tablica 22, tabele V, VI; ppm = $\text{mg}/\text{kg} = \text{g}/\text{t}$

Porównanie regionalne (31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	5- 174;	średnio 30
- gleby miejskie Łodzi	8- 120;	średnio 41
- gleby miejskie Pabianic	14- 174;	średnio 42
- gleby miejskie Zgierza	17- 174;	średnio 39
- gleby Krakowa i okolic	2- 382;	średnio 25
- gleby miejskie Krakowa	8- 382;	średnio 32
- gleby Wrocławia i okolic	2-5247;	średnio 25
- gleby miejskie Wrocławia	14- 70;	średnio 34
- gleby Szczecina i okolic	3-2971;	średnio 24
- gleby miejskie Szczecina	12- 118;	średnio 40
- gleby Polski	<1- 154;	średnio 26

Zawartości tytanu (ługowalnego kwasem solnym) w glebach występują w ilościach podobnych (średnio 30 ppm) jak w innych rejonach Polski. Obraz kartograficzny rozmieszczenia tytanu jest podobny do rozmieszczenia glinu. Podobnie jak dla glinu można wyróżnić dwa zwarte obszary: jeden - o stężeniach <31 ppm Ti występujący głównie w zachodniej, południowej i północnej części arkusza oraz drugi - o stężeniach >31 ppm Ti obejmujący część środkową i wschodnią, w tym tereny miejskie Łodzi, Zgierza i Pabianic. Szczególnie niskie zawartości tytanu (<18 ppm) w glebach obserwuje się w obszarach leśnych między Grotnikami a Aleksandrowem Łódzkim, od Grotnik poprzez Ciosny do Anielina Swędowskiego oraz na północny wschód od Tusznia.

Osady wodne: tablica 44, tabele VII, VIII; ppm = $\text{mg}/\text{kg} = \text{g}/\text{t}$

Porównanie regionalne (29, 31, 32, 33, 48):

- osady wodne Łodzi i okolic	4- 528;	średnio 30
- osady wodne Polski	<1-5345;	średnio 31

Zawartości tytanu, rozpuszczalnego w kwasie solnym, w osadach wodnych rejonu są podobne do zawartości w osadach wodnych całej Polski. Wyraźne podwyższenie zawartości Ti w aluwach niektórych rzek (Neru, Dobrzyńki, Łódki) wskazuje, że w jego koncentracji pewien udział mają ścieki przemysłowe. Najwyższą zawartość tego metalu (528 ppm) stwierdzono w osadniku zakładów chemicznych „Boruta” SA w Zgierzu.

Wody powierzchniowe: tablica 70, tabele IX, X; ppb = $\mu\text{g}/\text{dm}^3$

Porównanie regionalne (31):

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	<2-81;	średnio <2
- wody powierzchniowe Polski	<5-89;	średnio <5

Zawartość tytanu stwierdzana w badanych wodach była najczęściej poniżej granicy wykrywalności tego pierwiastka (<2 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$). W kilku próbkach wykryto tytan w granicach od 2 do 5 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. Maksymalną zawartość Ti (81 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) stwierdzono w wodzie Bzury koło miejscowości Nowomłyn.

V WANAD

Gleby: tablica 23, tabele V, VI; ppm = $\text{mg}/\text{kg} = \text{g}/\text{t}$

Porównanie regionalne (31, 32, 33, 48):

- gleby Łodzi i okolic	<1- 30;	średnio 4
- gleby miejskie Łodzi	<1- 16;	średnio 6
- gleby miejskie Pabianic	1- 21;	średnio 6
- gleby miejskie Zgierza	1- 30;	średnio 5
- gleby Krakowa i okolic	<1- 85;	średnio 10
- gleby miejskie Krakowa	1- 85;	średnio 10
- gleby Wrocławia i okolic	1- 41;	średnio 10
- gleby miejskie Wrocławia	14- 70;	średnio 34
- gleby Szczecina i okolic	<1-129;	średnio 5
- gleby miejskie Szczecina	<1- 61;	średnio 6
- gleby Polski	<1-266;	średnio 6

Pomimo niskich zawartości wanadu w glebach (od <1 do 30 ppm) obraz jego przestrzennego rozmieszczenia jest zróżnicowany, podobnie jak obraz rozmieszczenia glinu, tytanu i innych pierwiastków pochodzenia litogenicznego. Niewielkie przeciętne podwyższenie koncentracji tego pierwiastka (>10 ppm) obserwuje się w glebach na terenie Łodzi, Pabianic, Zgierza i Bedonia.

Osady wodne: tablica 45, tabele VII, VIII; ppm = $\text{mg}/\text{kg} = \text{g}/\text{t}$

Porównanie regionalne (31):

- osady wodne Łodzi i okolic	<1- 77;	średnio 5
- osady wodne Polski	<1-427;	średnio 7

Przeciętna zawartość wanadu w osadach wodnych wynosi około 5 ppm. Rozkład punktów o zróżnicowanych stężeniach na mapie tego pierwiastka jest całkiem przypadkowy i wskazuje na homogeniczność tła geochemicznego. Tylko jedną próbkę z osadnika zakładów chemicznych „Boruta” SA, zawierającą 77 ppm wanadu, można zaliczyć do zanieczyszczonych antropogenicznie.

Wody powierzchniowe: tablica 71, tabele IX, X; ppb = $\mu\text{g}/\text{dm}^3$

Klasy czystości wód powierzchniowych (43):

I-III ≤ 1000

Porównanie regionalne (31):

- wody powierzchniowe Łodzi i okolic	<2-109;	średnio <2
- wody powierzchniowe Polski	<8-243;	średnio <8

Większość próbek wód zawierała wanad poniżej wykrywalności w stosowanej metodzie analitycznej (2 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$); jedynie pojedyncze próbki przekraczały tę wartość. Maksymalne stężenie wanadu (110 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) stwierdzono w wodzie osadnika zakładów chemicznych „Boruta” SA w Zgierzu.

Zn CYNK

Gleby: tablica 24, tabele V, VI; ppm = $\text{mg}/\text{kg} = \text{g}/\text{t}$

Porównanie regionalne (29, 31, 32, 33, 48):

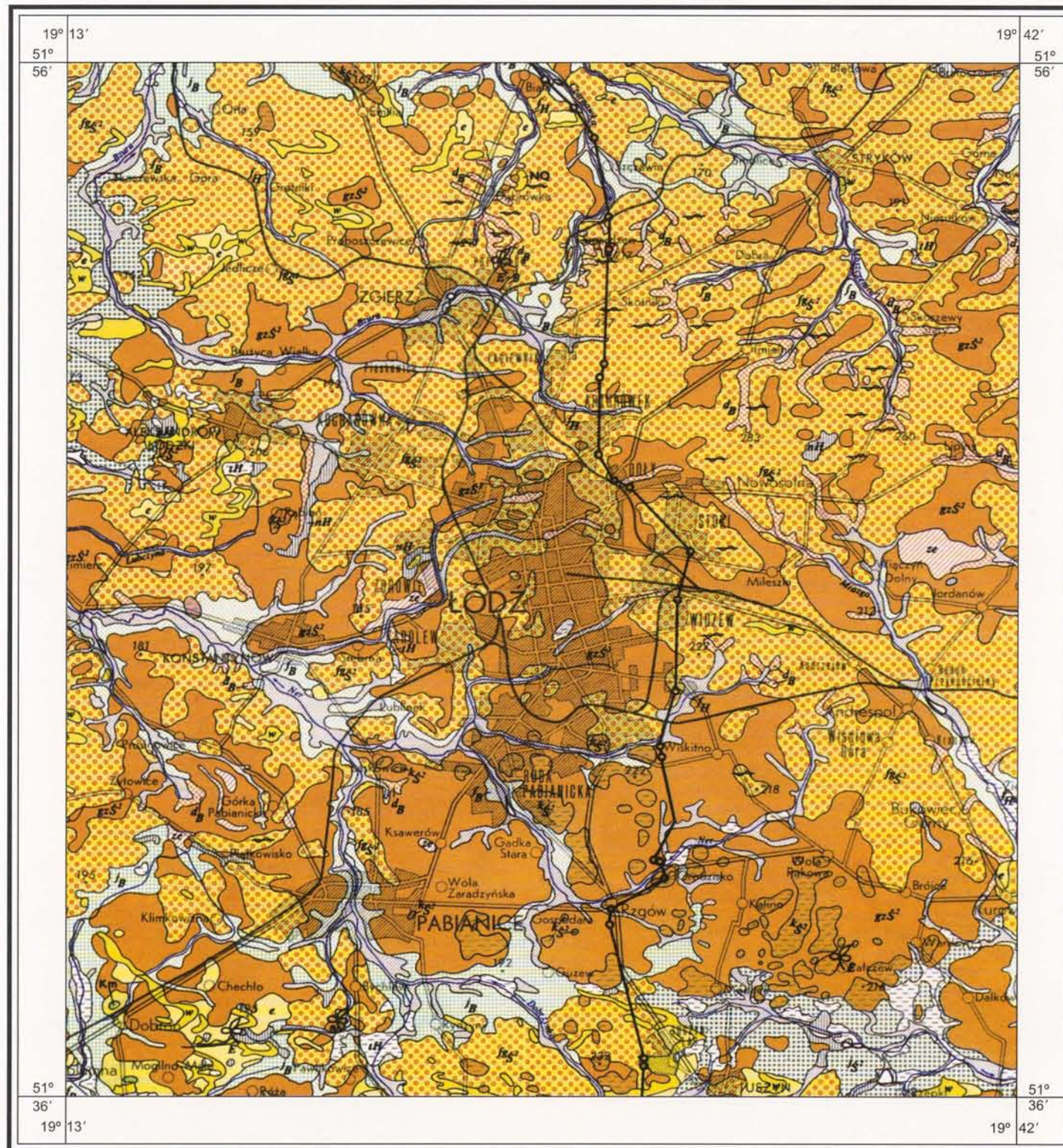
- gleby Łodzi i okolic	5- 965;	średnio 25
- gleby miejskie Łodzi	7- 339;	średnio 46
- gleby miejskie Pabianic	10- 224;	średnio 59
- gleby miejskie Zgierza	10- 965;	średnio 37
- gleby Warszawy i okolic	1- 1 432;	średnio 36
- gleby miejskie Warszawy	10- 1 300;	średnio 102
- gleby Krakowa i okolic	6- 3 664;	średnio 73
- gleby miejskie Krakowa	15- 3 664;	średnio 107
- gleby Wrocławia i okolic	6- 1 968;	średnio 42
- gleby miejskie Wrocławia	22- 1 968;	średnio 132
- gleby Szczecina i okolic	3- 1 176;	średnio 22
- gleby miejskie Szczecina	12- 330;	średnio 66
- gleby Polski	<1-91 110;	średnio 40

Tło geochemiczne cynku w glebach Łodzi i okolic mieści się w granicach od 5 do około 70 ppm. Średnie zawartości tego pierwiastka są niższe niż średnia dla gleb polskich (odpowiednio 25 i 40 ppm).

Na zdjęciu geochemicznym podwyższone koncentracje Zn (>70 ppm) występują na obszarze Łodzi, Zgierza i Pabianic. Badania gleb miejskich Łodzi wykonane dziesięć lat wcześniej, w 1985 roku (K. Czarnowska, J. Walczak, 1988), wykazały podobny zasięg gleb zanieczyszczonych cynkiem. Stwierdzone wówczas na tym obszarze stosunkowo wysokie koncentracje Zn (>100 ppm) wynikają z faktu, że przedmiotem badań były gleby z poziomu 0,00-0,05 m, podczas gdy nasze badania dotyczyły gleb z poziomu 0,0-0,2 m. W terenach miejskich najsilniej zanieczyszczona metalami jest bowiem powierzchniowa warstwa gleby, a wraz z głębokością zanieczyszczenia stopniowo zanikają. Mniejsze różnice między naszym zdjęciem geochemicznym (zawartości od 10 do 224 ppm;

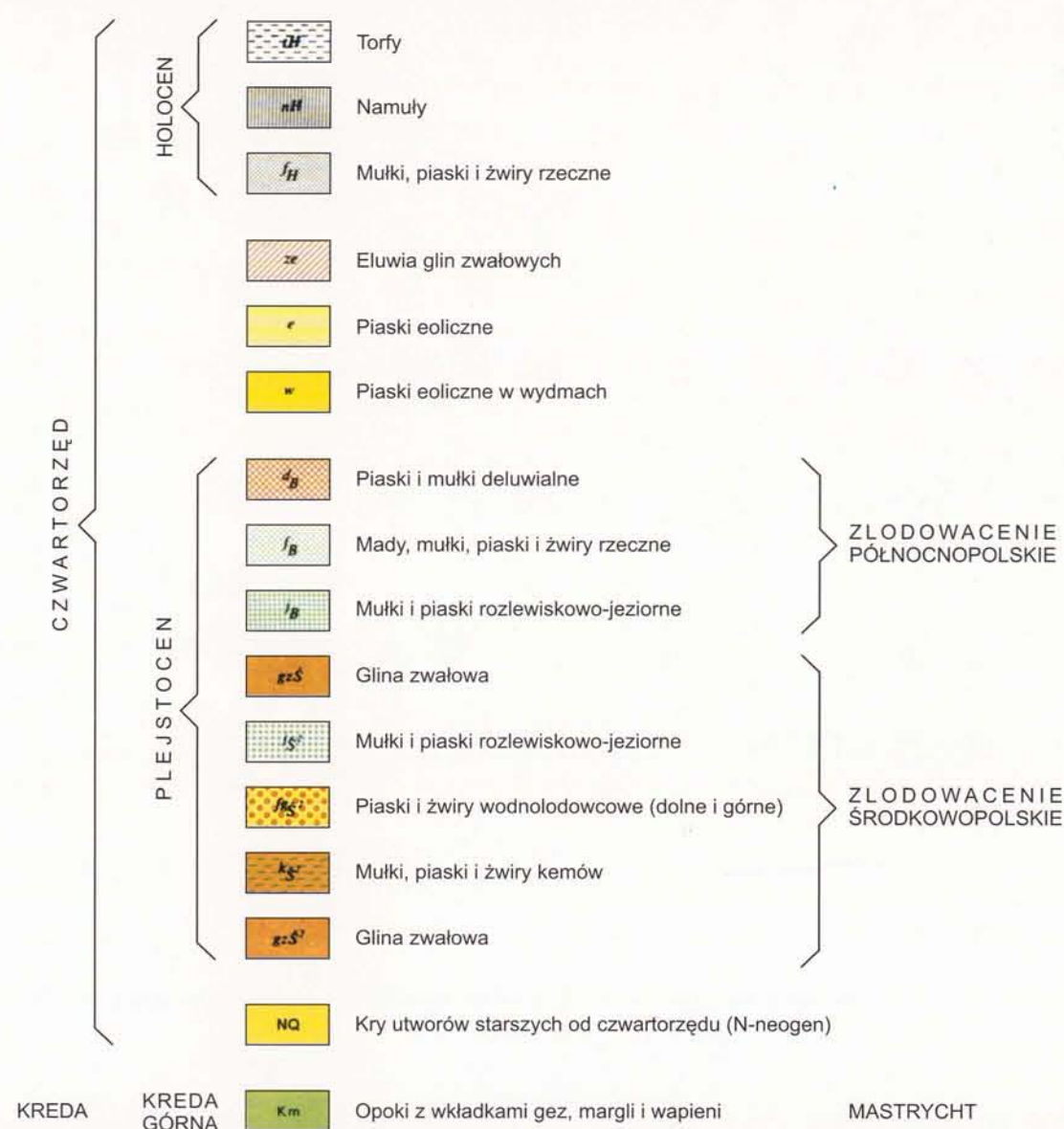
MAPA GEOLOGICZNA GEOLOGICAL MAP

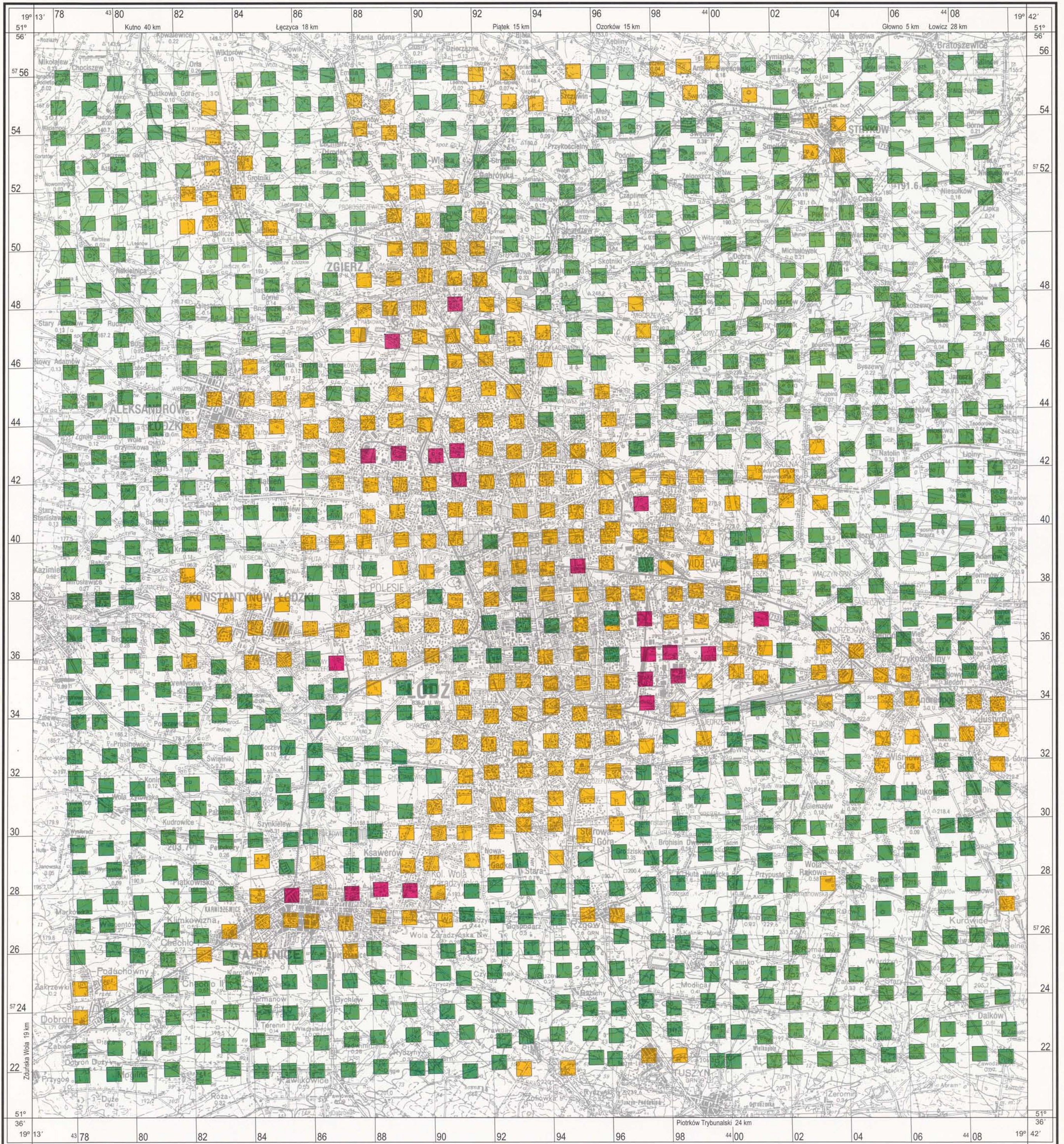
Według H. KLATKOWEJ (1978)
After H. KLATKOWA (1978)



© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:200000

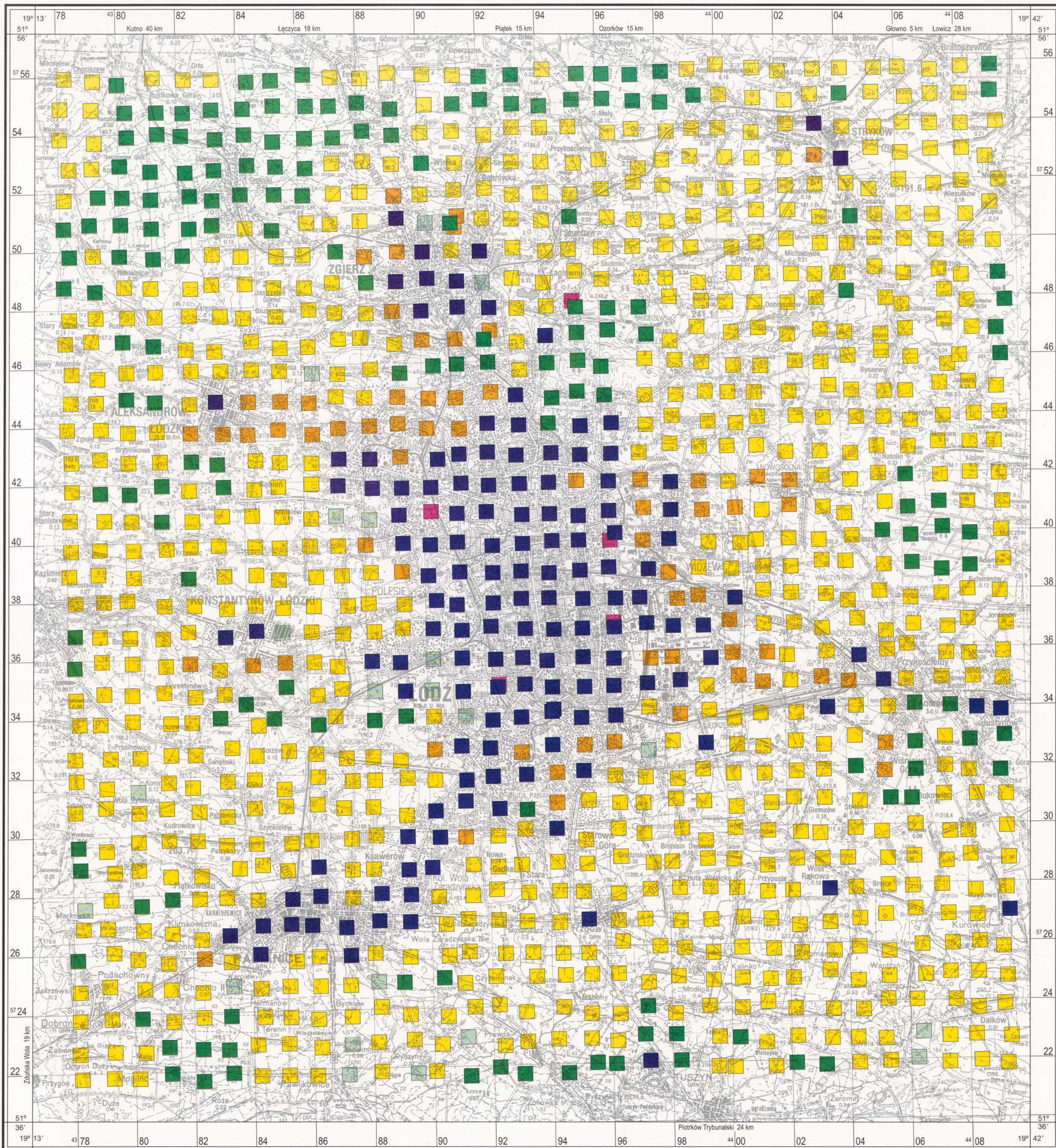




Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

ZABUDOWA
LAND DEVELOPMENT

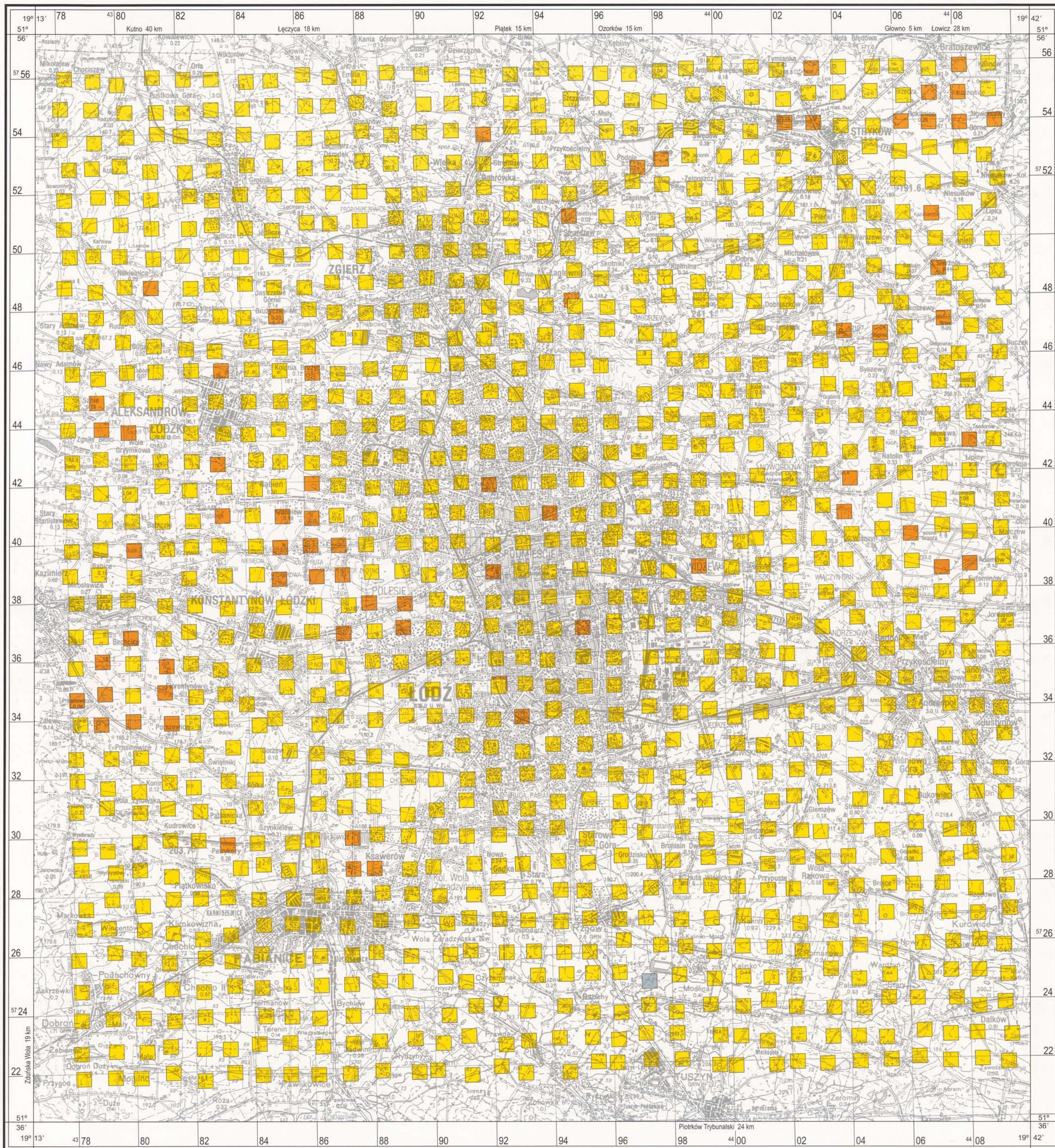
- Tereny niezabudowane i z zabudową wiejską – Undeveloped areas and village development
- Tereny z zabudową miejską – Urban development
- Tereny z zabudową przemysłową – Industrial development



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

UŻYTKOWANIE TERENU
LAND USE

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

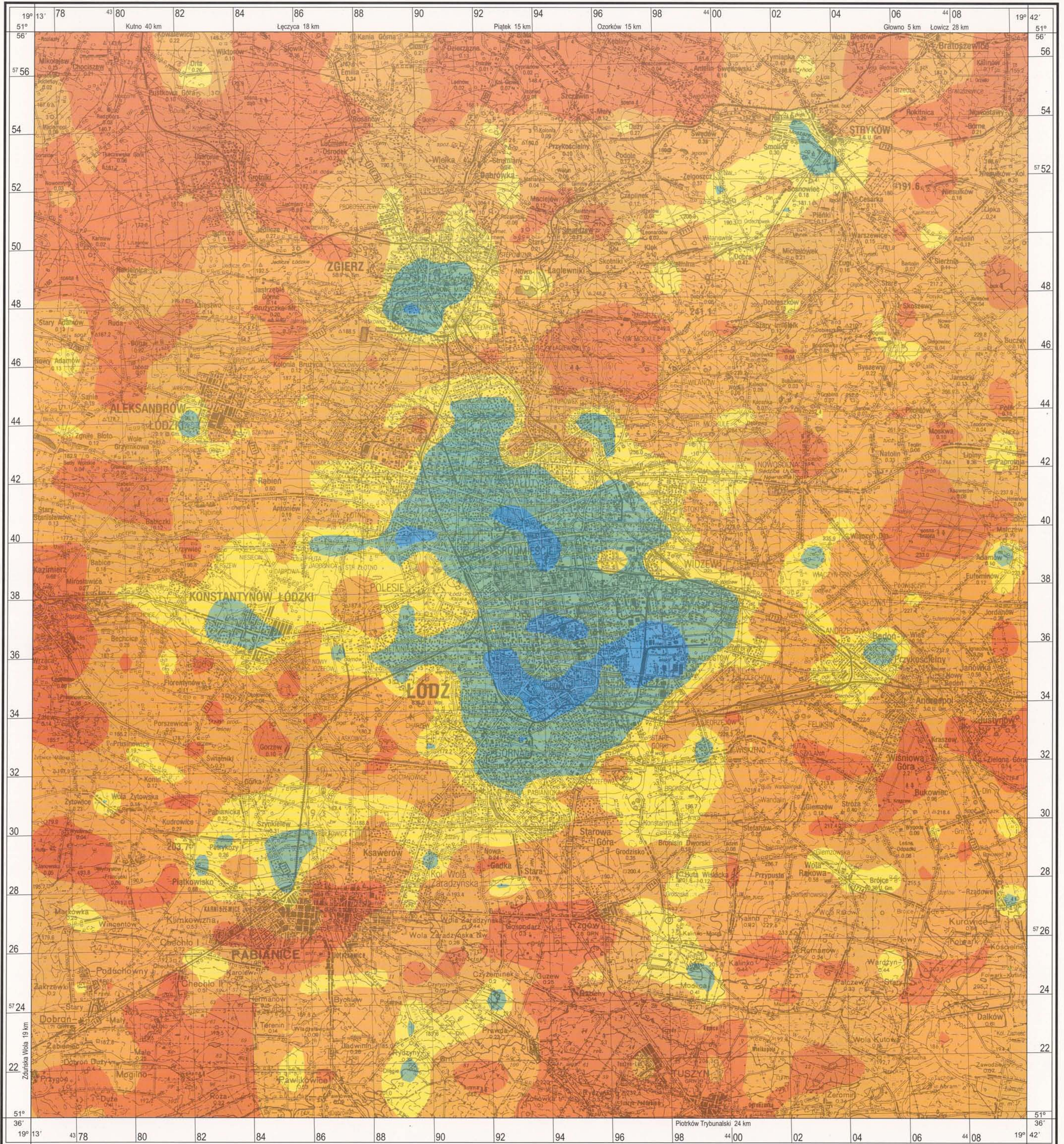


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

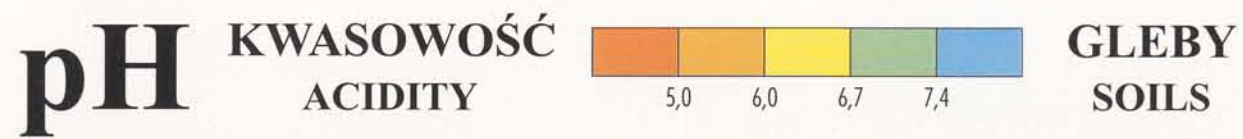
GRUPY SKŁADU MECHANICZNEGO
SOIL TEXTURAL CLASSES

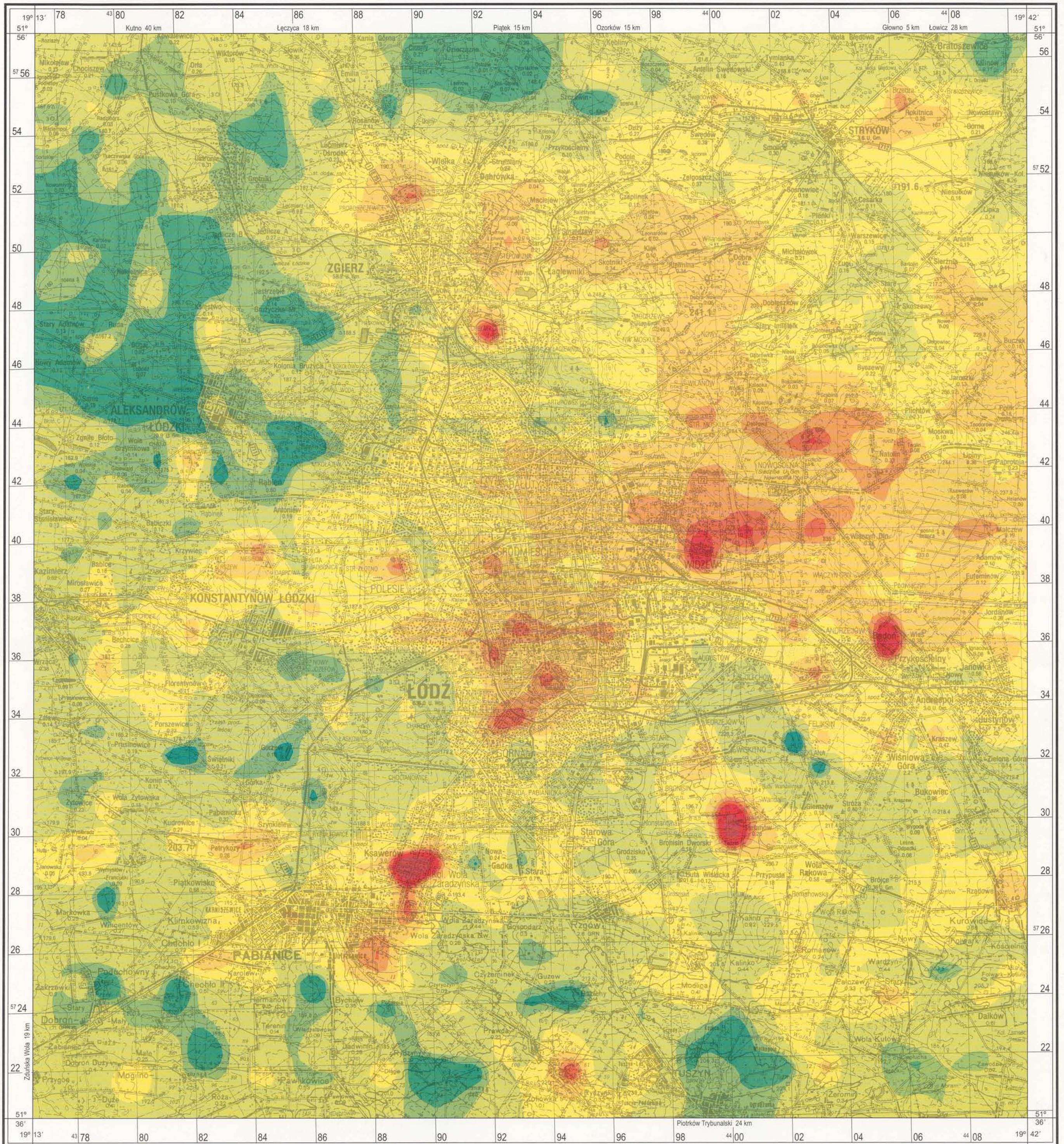
- Gleby piaszczyste – Sandy soils
- Gleby gliniaste – Loamy soils
- Gleby torfiaste – Peaty soils

GLEBY
SOILS



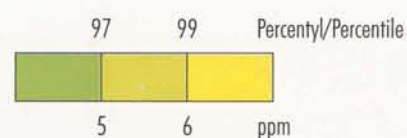
Podkład topograficzny - ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. - 1998





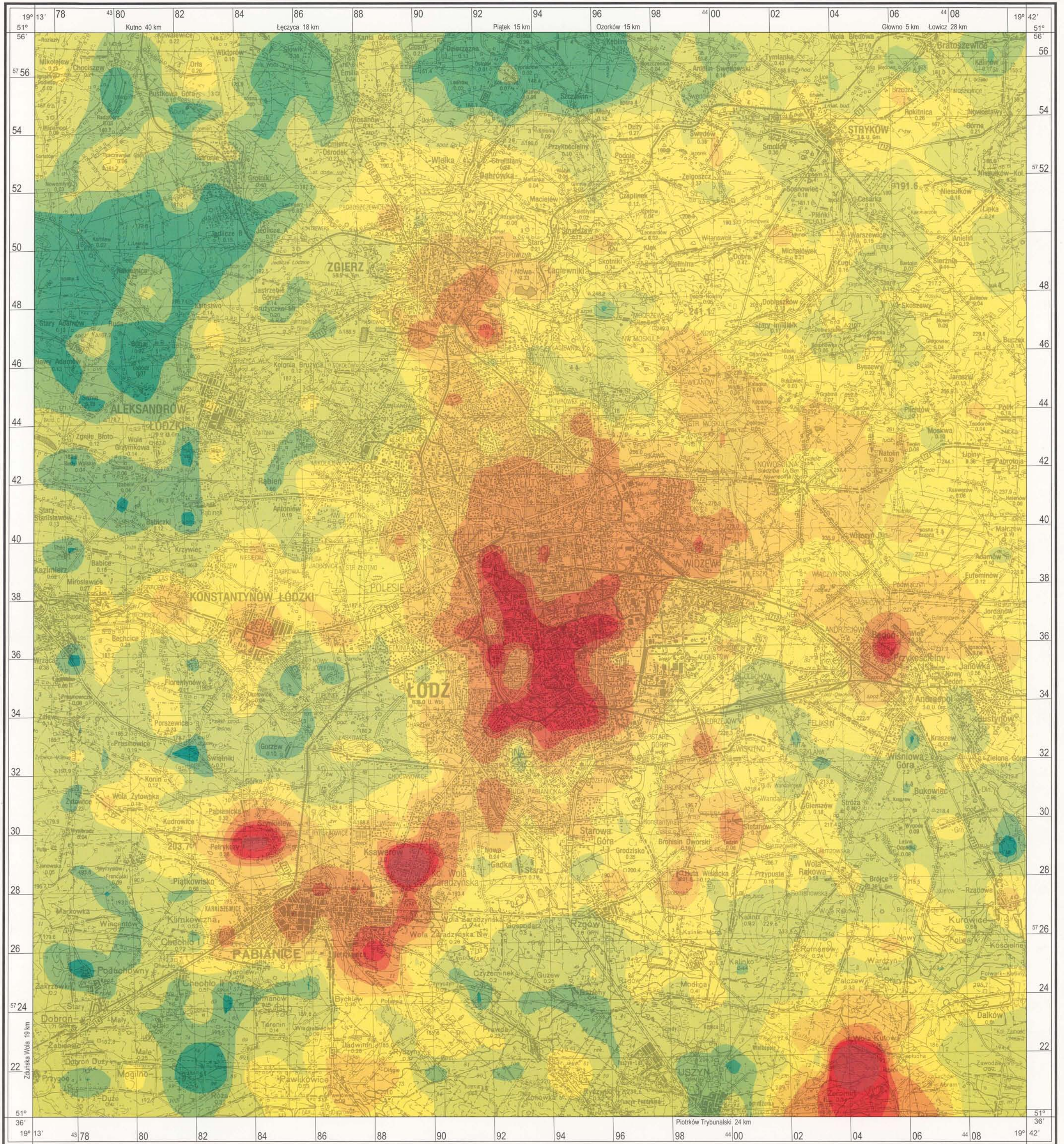


Pośklad topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998



As ARSEN
 ARSENIC

GLEBY
 SOILS

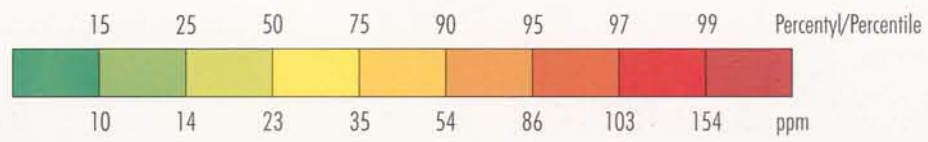


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

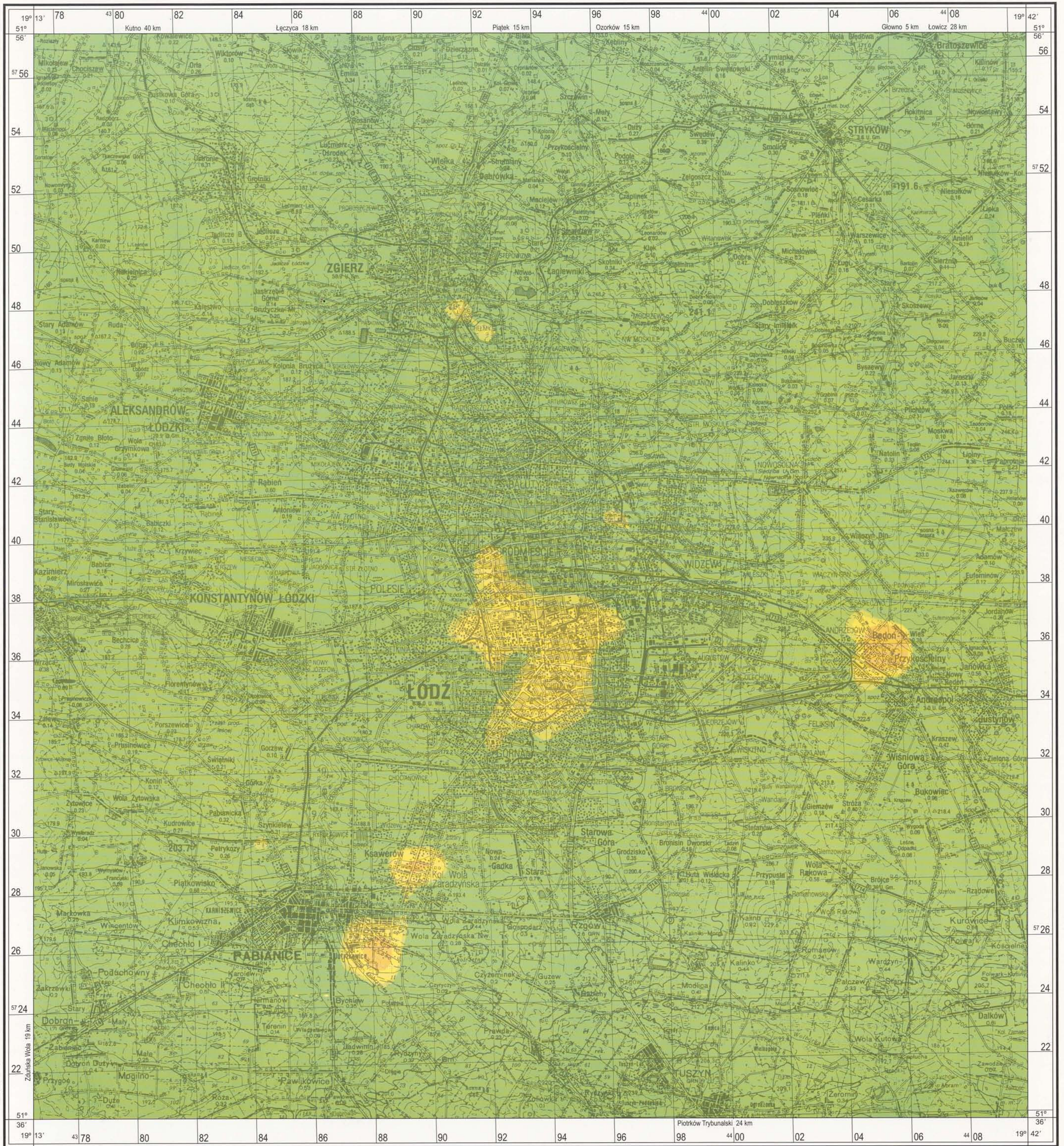
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

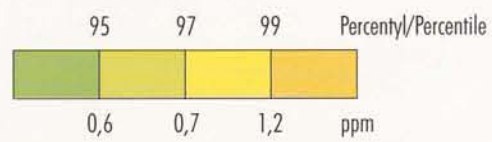
Ba BAR
 BARIUM



GLEBY
 SOILS

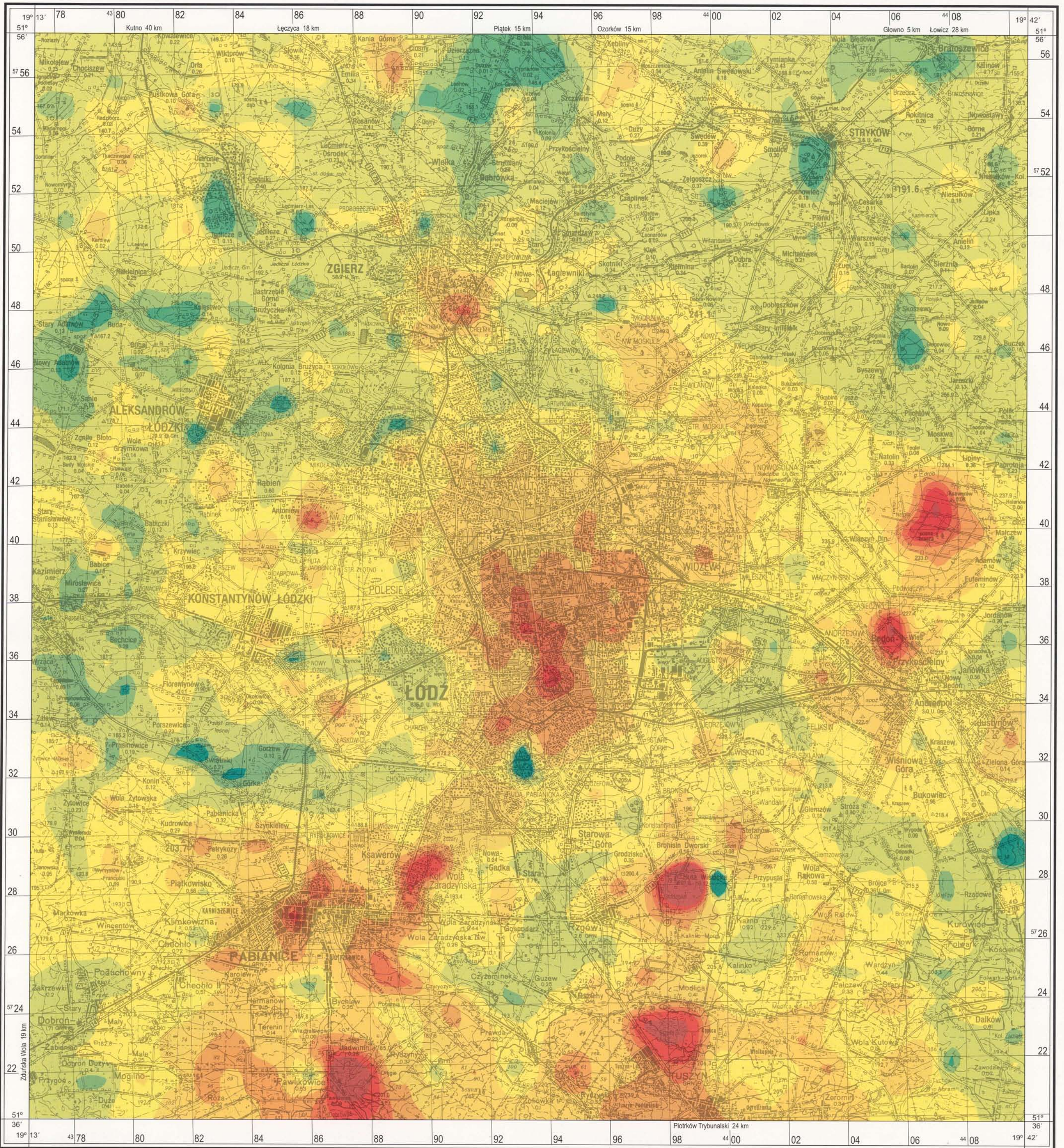


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998



Be BERYL
 BERYLLIUM

GLEBY
 SOILS

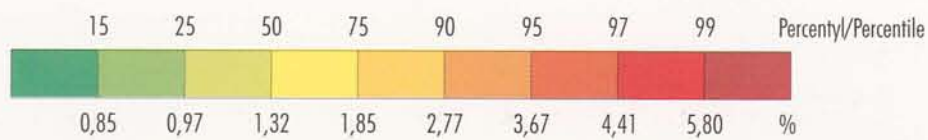


© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

C
org.

**WĘGIEL
CARBON**



**GLEBY
SOILS**

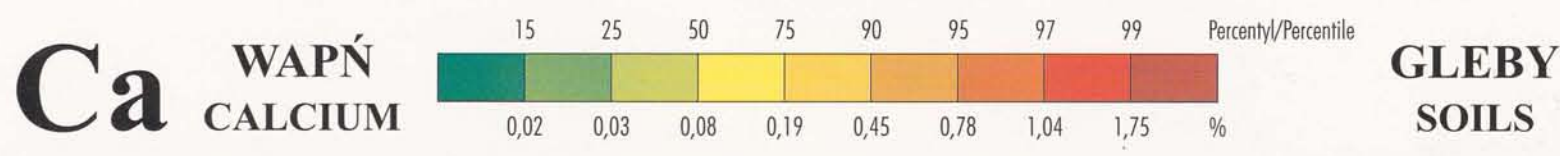
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998



Początek topograficzny – ZARZĄDZANIE TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

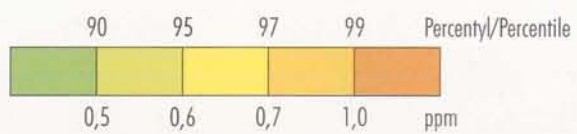


GLEBY
SOILS



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1988

Cd KADM
CADMIUM



GLEBY
SOILS

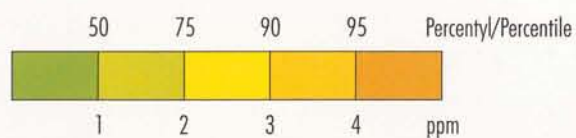


Podkład topograficzny - ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. - 1998

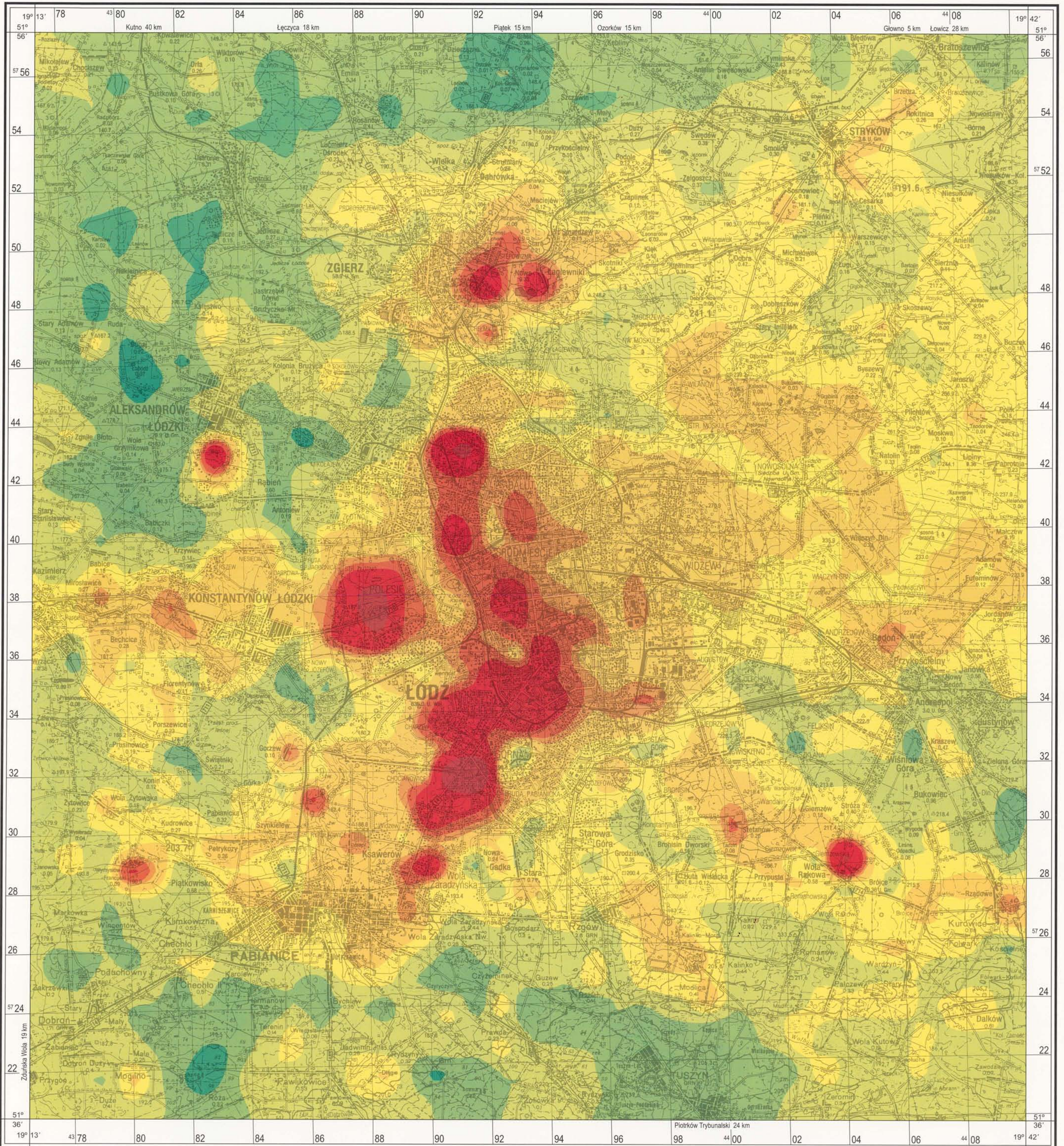
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Co KOBALT
 COBALT

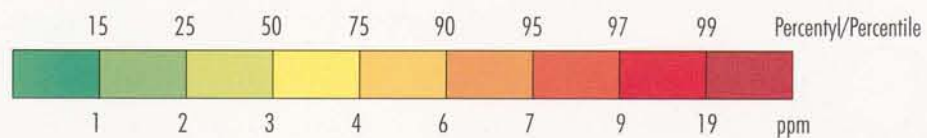


GLEBY
 SOILS



Początek topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

Cr CHROM
 CHROMIUM



GLEBY
 SOILS

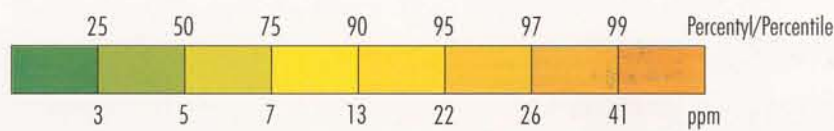


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABIU GENERALNEGO WP. – 1998

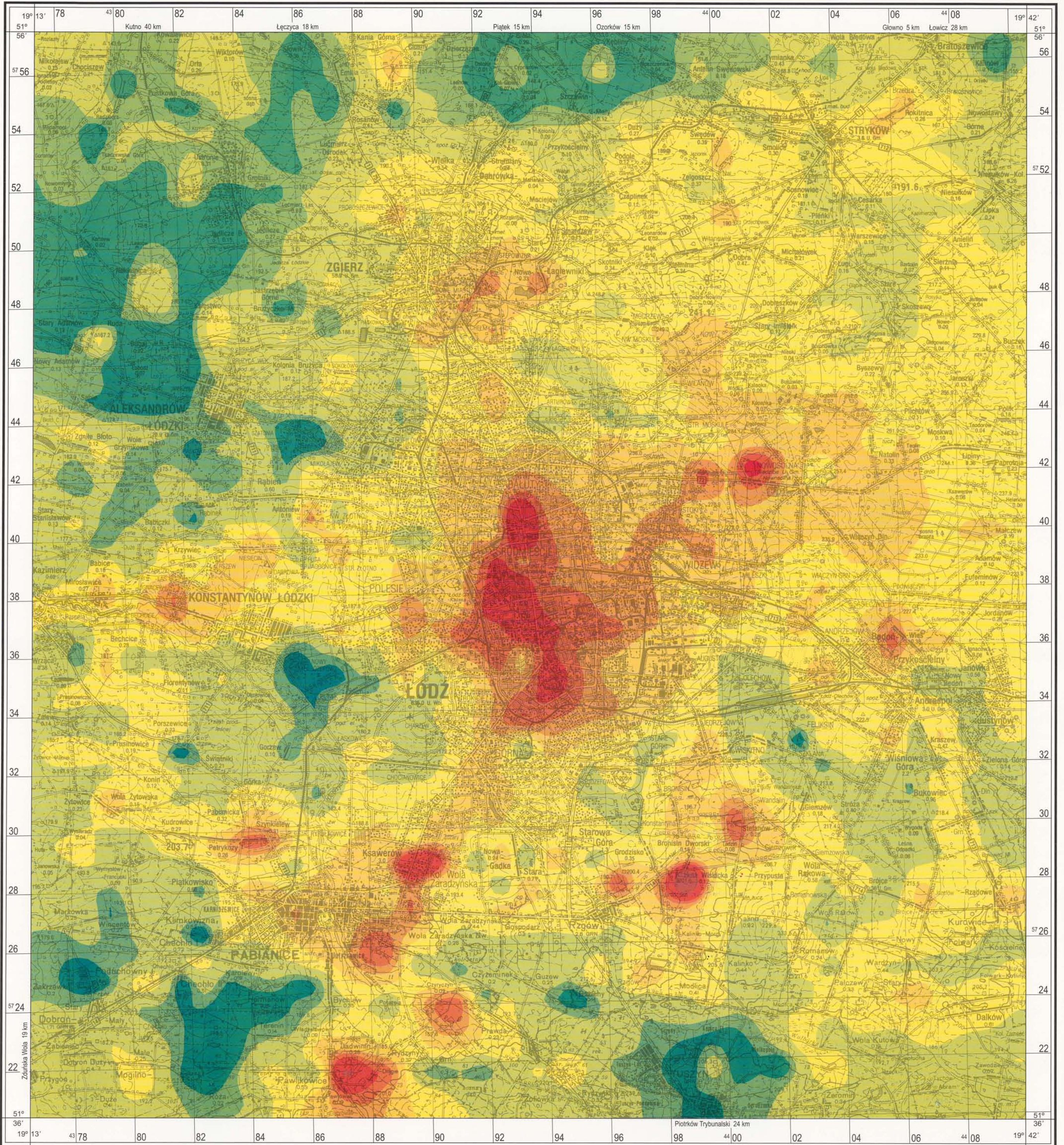
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Cu MIEDŹ
 COPPER



GLEBY
 SOILS

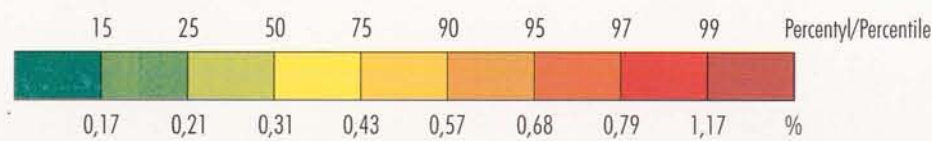


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1988

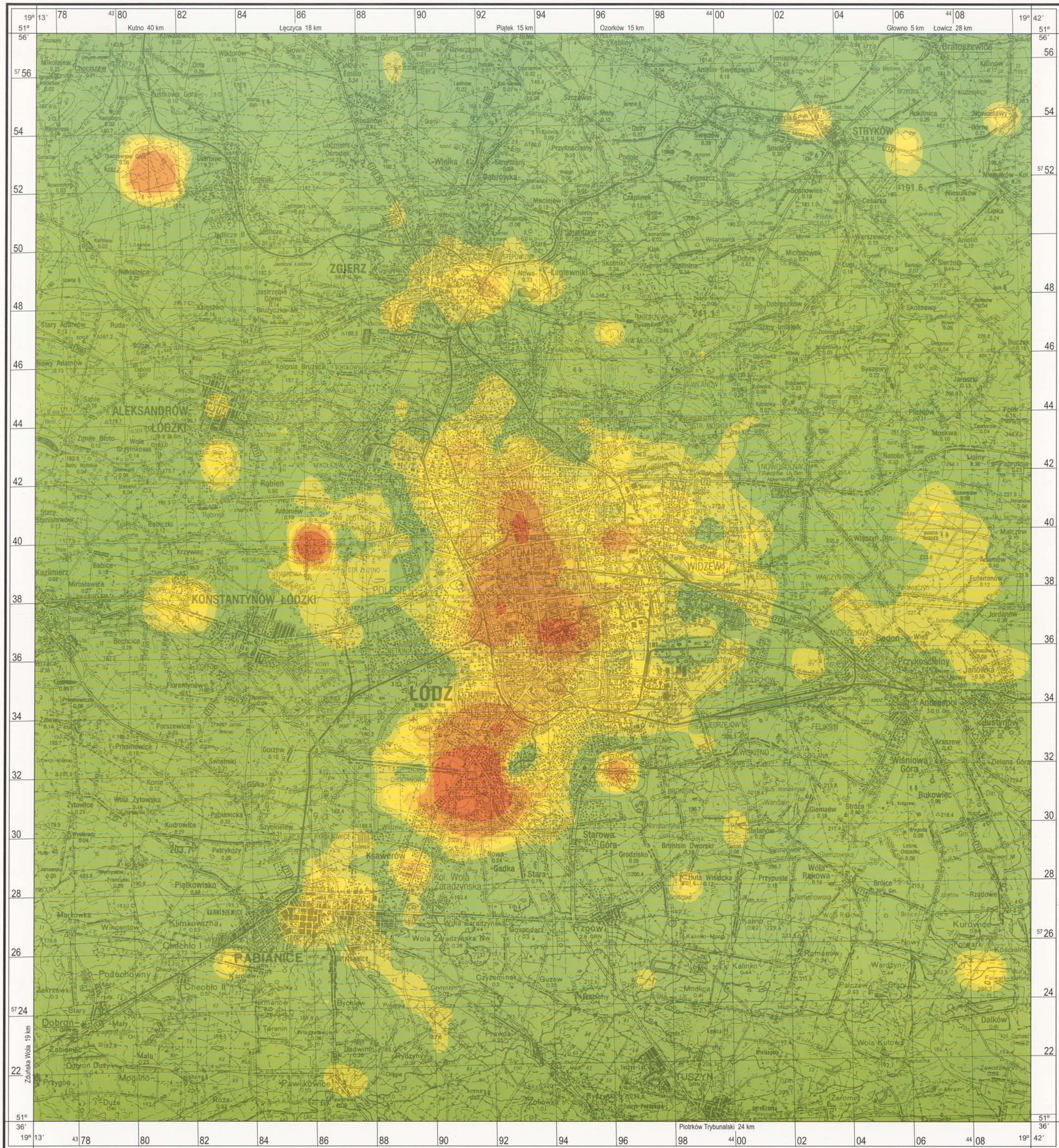
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Fe ŻELAZO
 IRON



GLEBY
 SOILS

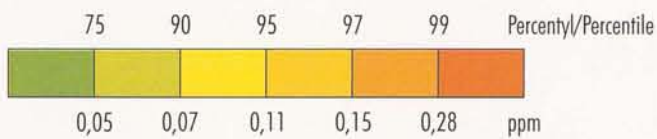


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

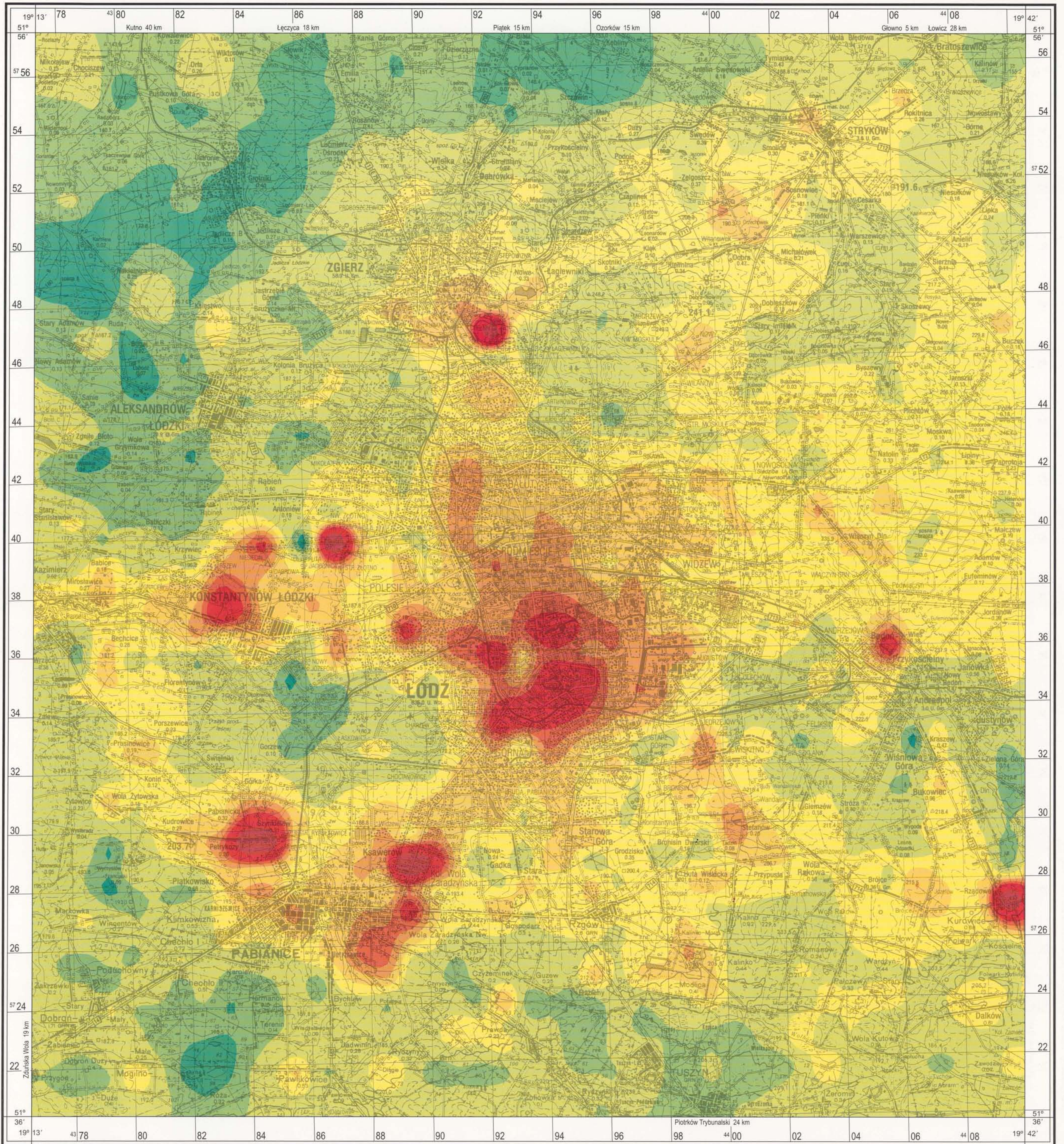
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Hg RĘĆ
 MERCURY



GLEBY
 SOILS

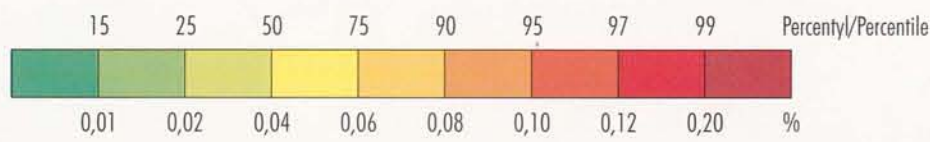


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

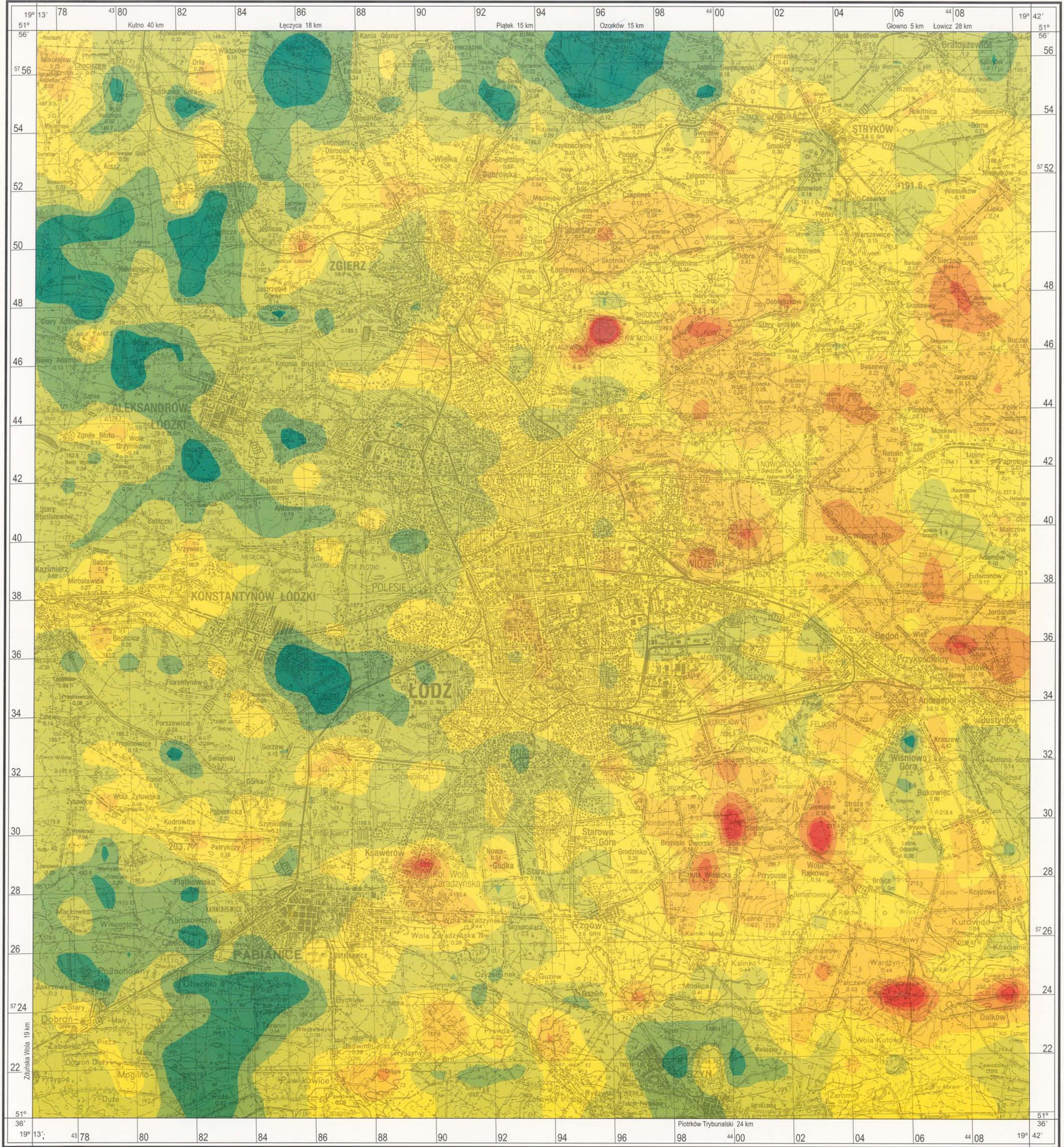
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100 000

Mg MAGNEZ
MAGNESIUM



GLEBY
SOILS

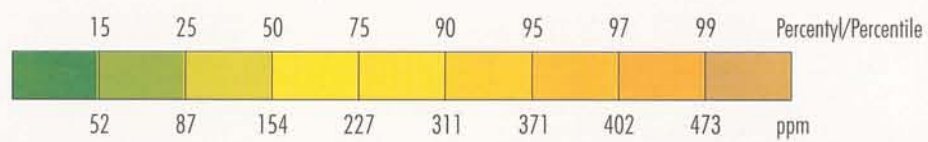


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

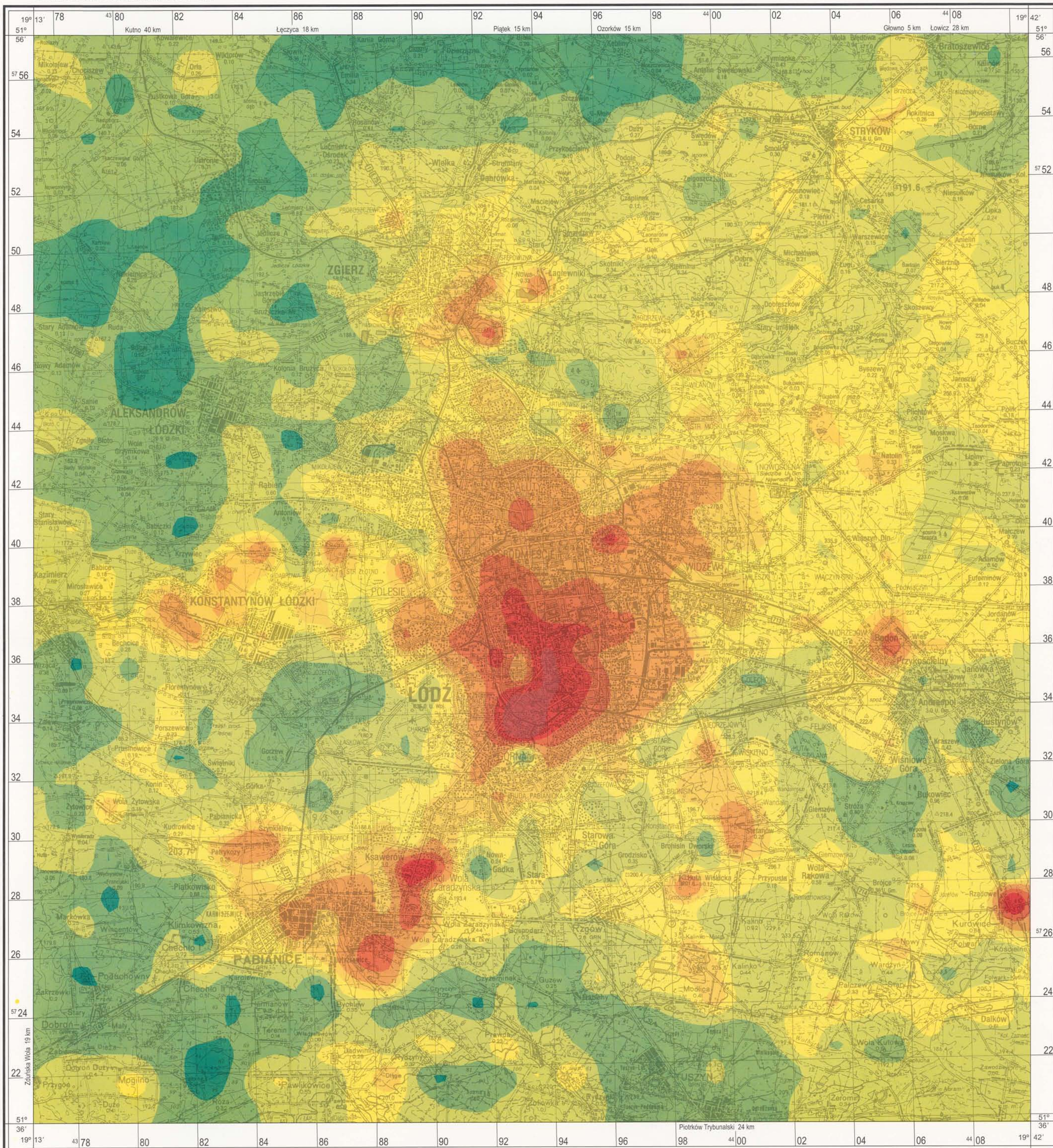
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100 000

Mn MANGAN
 MANGANESE



GLEBY
 SOILS

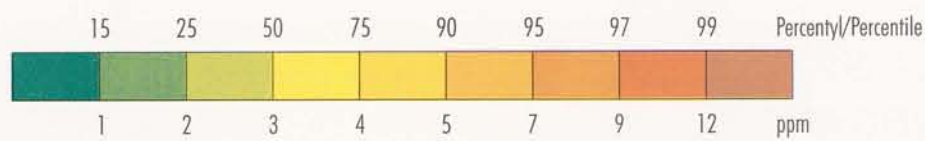


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

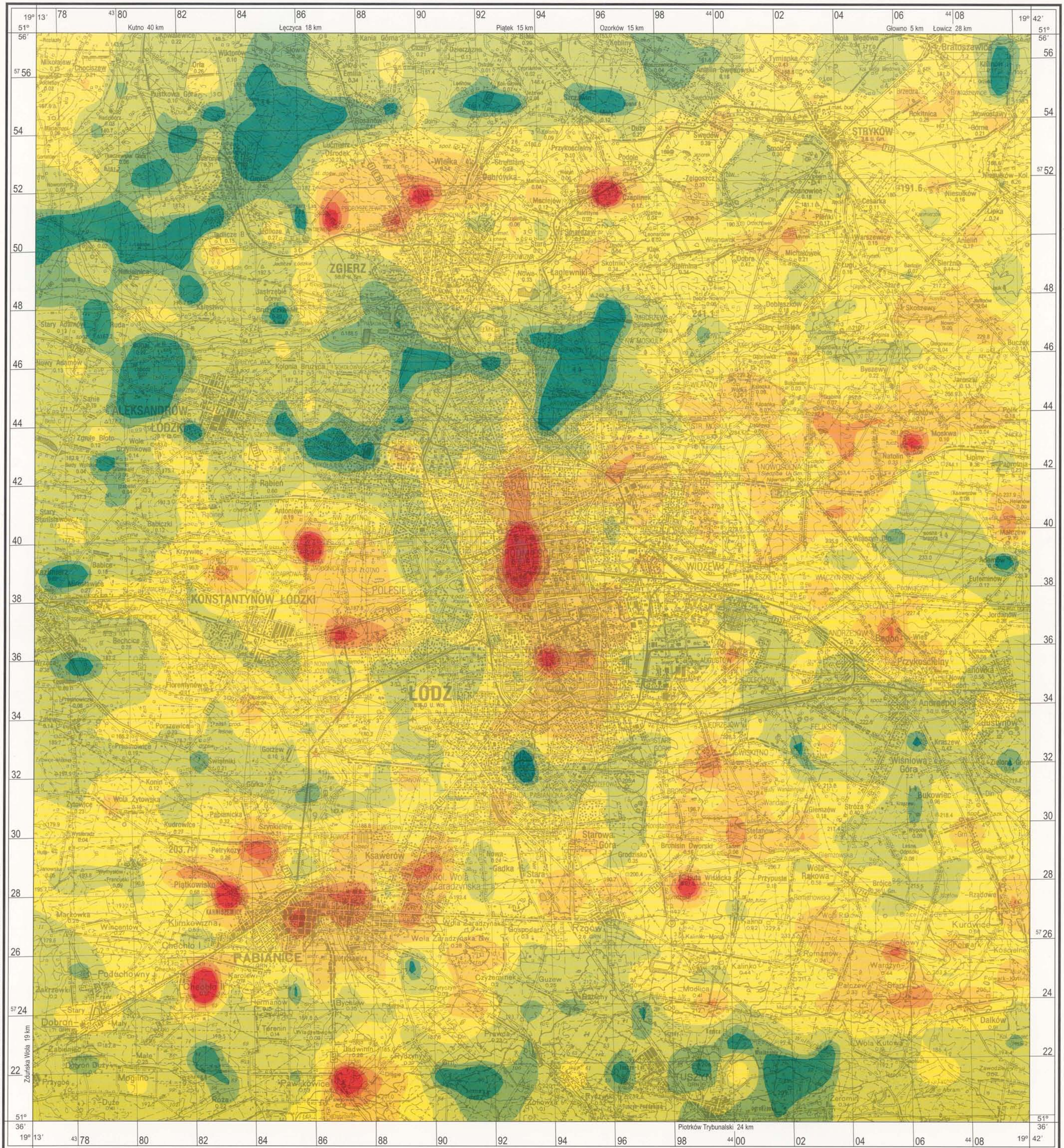
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100 000

Ni NIKIEL
 NICKEL



GLEBY
 SOILS

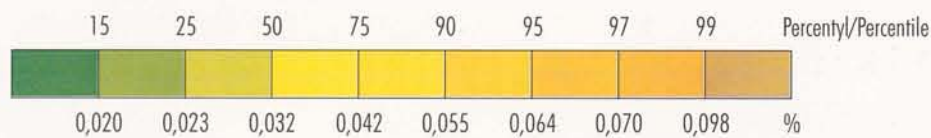


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1988

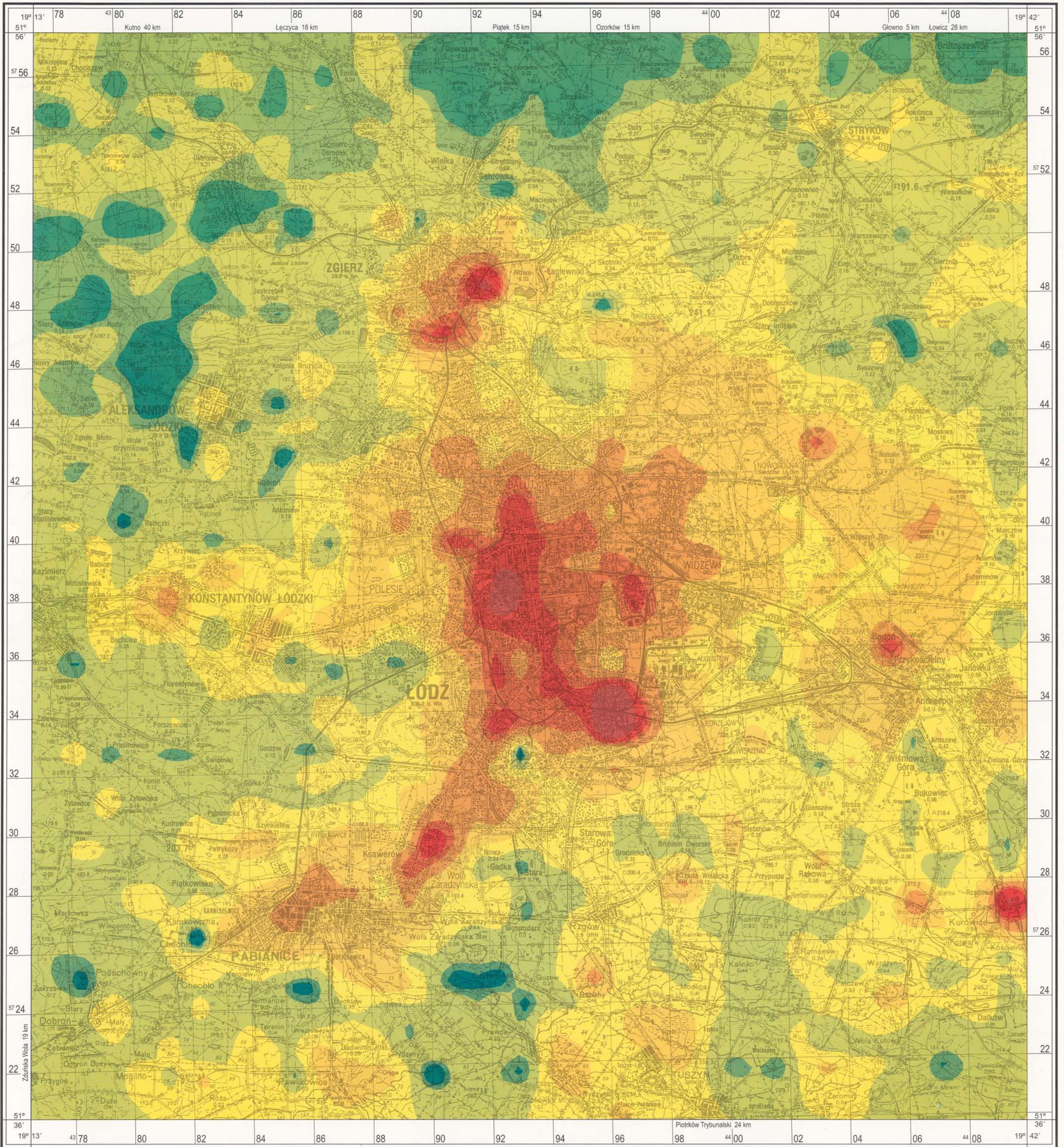
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100 000

P FOSFOR
 PHOSPHORUS



GLEBY
 SOILS

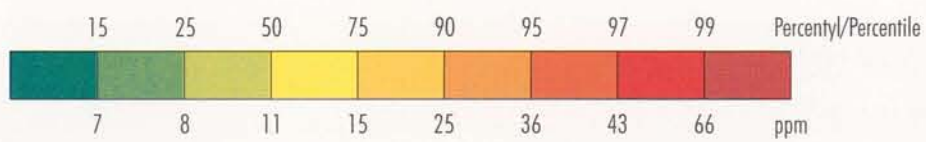


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

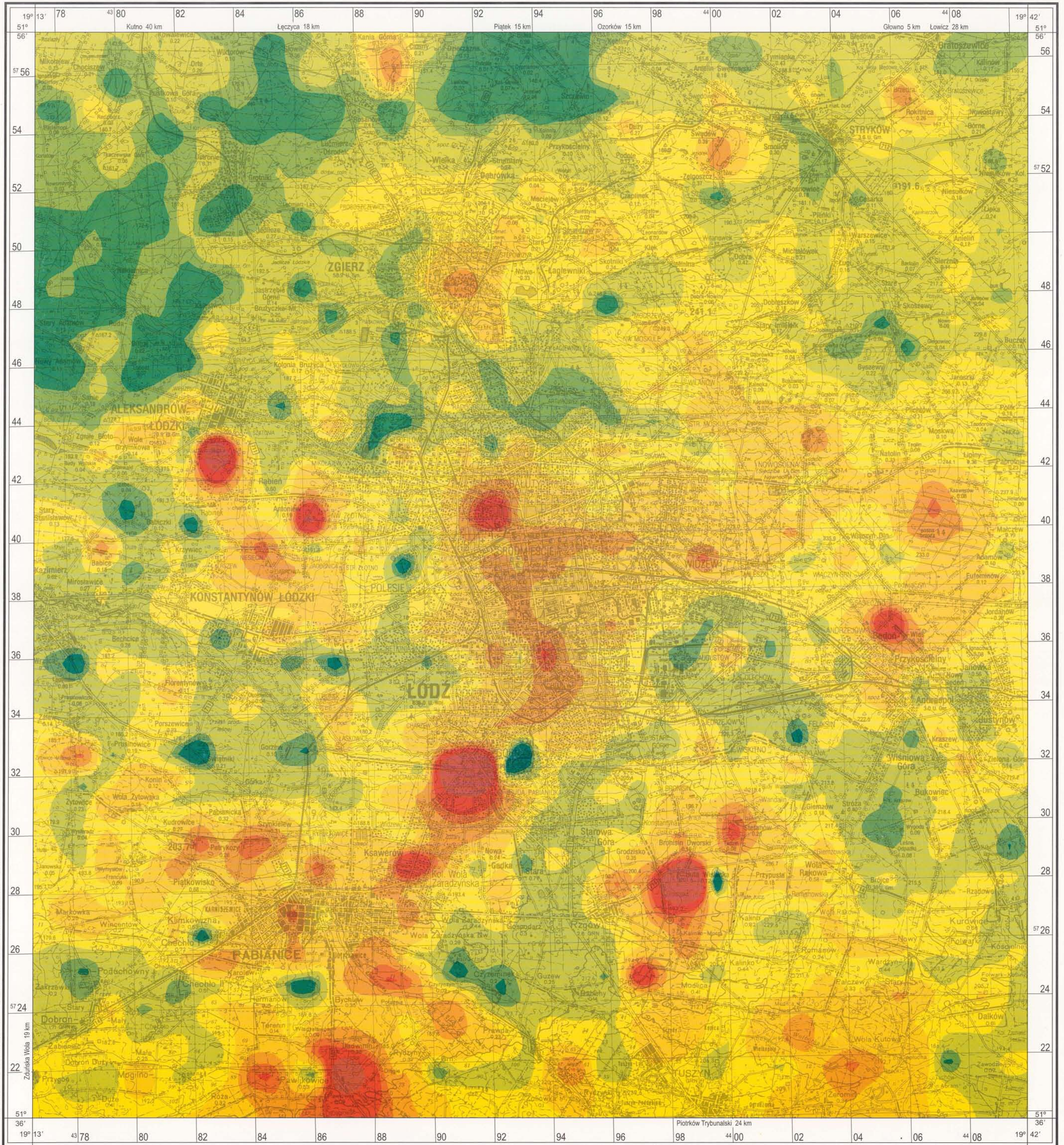
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Pb OŁÓW
 LEAD



GLEBY
 SOILS

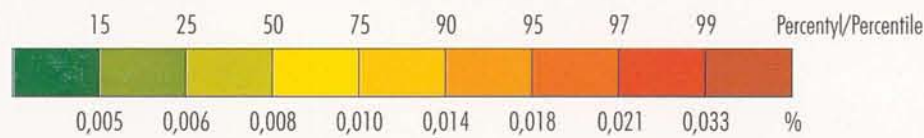


Podkład topograficzny - ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. - 1998

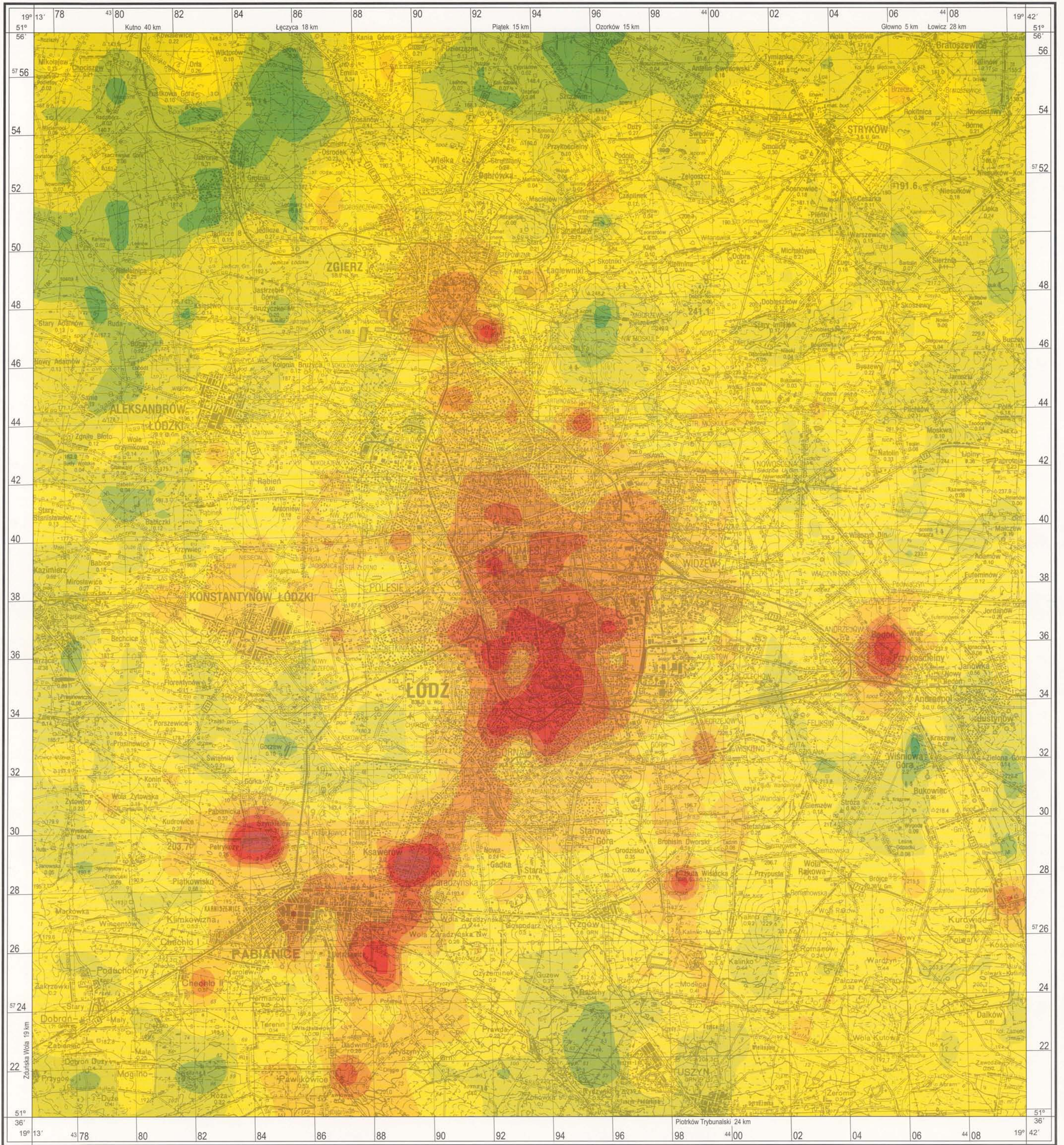
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

S SIARKA
 SULPHUR



GLEBY
 SOILS

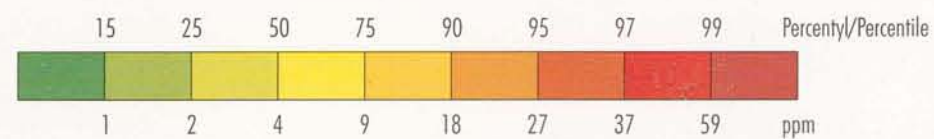


Początek topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

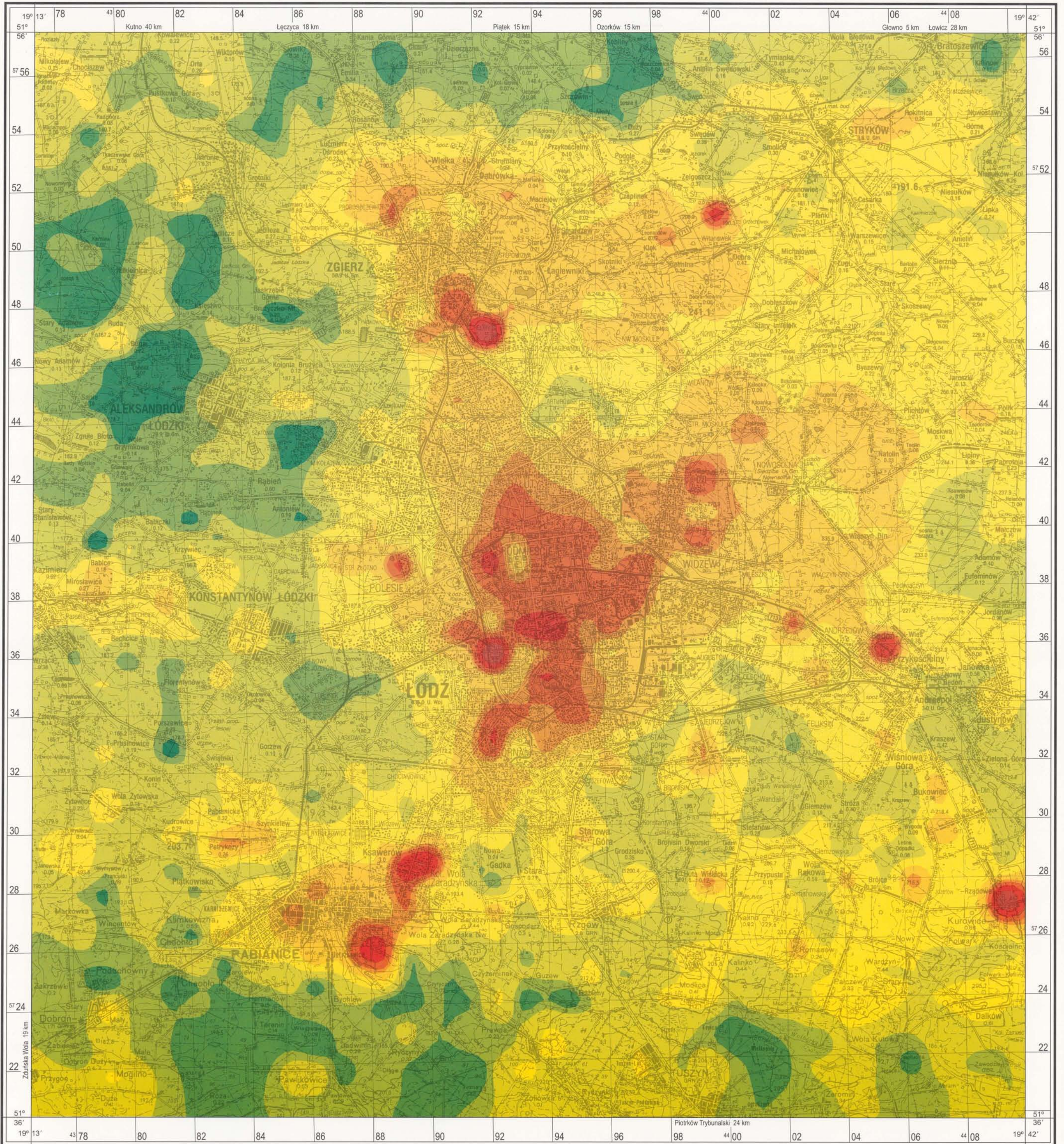
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Sr STRONT
 STRONTIUM



GLEBY
 SOILS

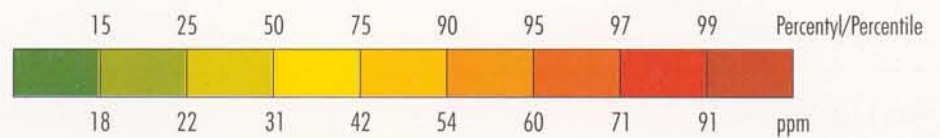


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1986

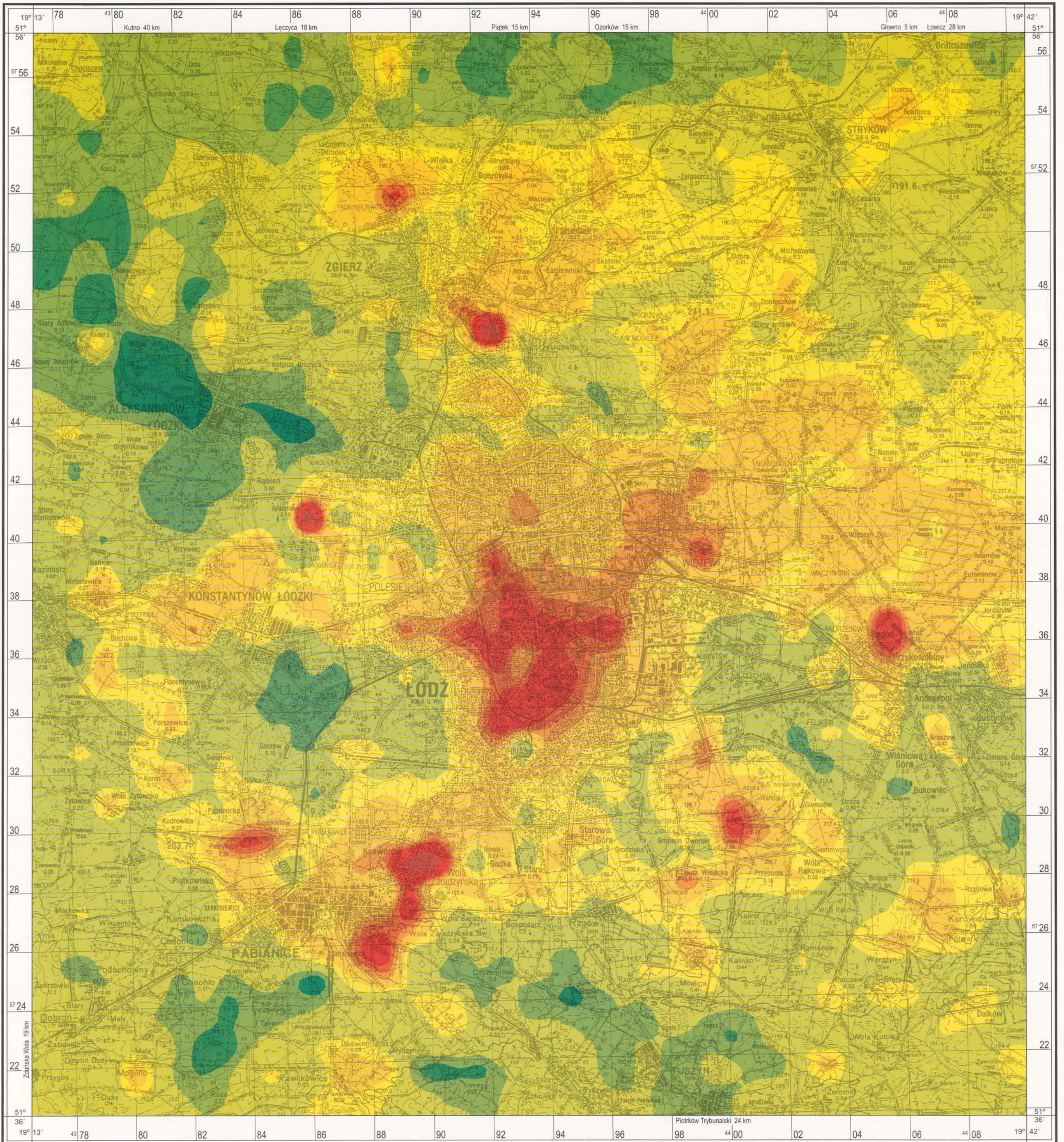
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100 000

Ti TYTAN
 TITANIUM



GLEBY
 SOILS

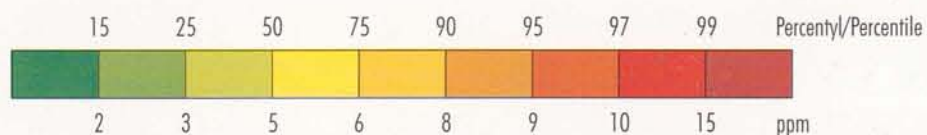


Podkład topograficzny - ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. - 1998

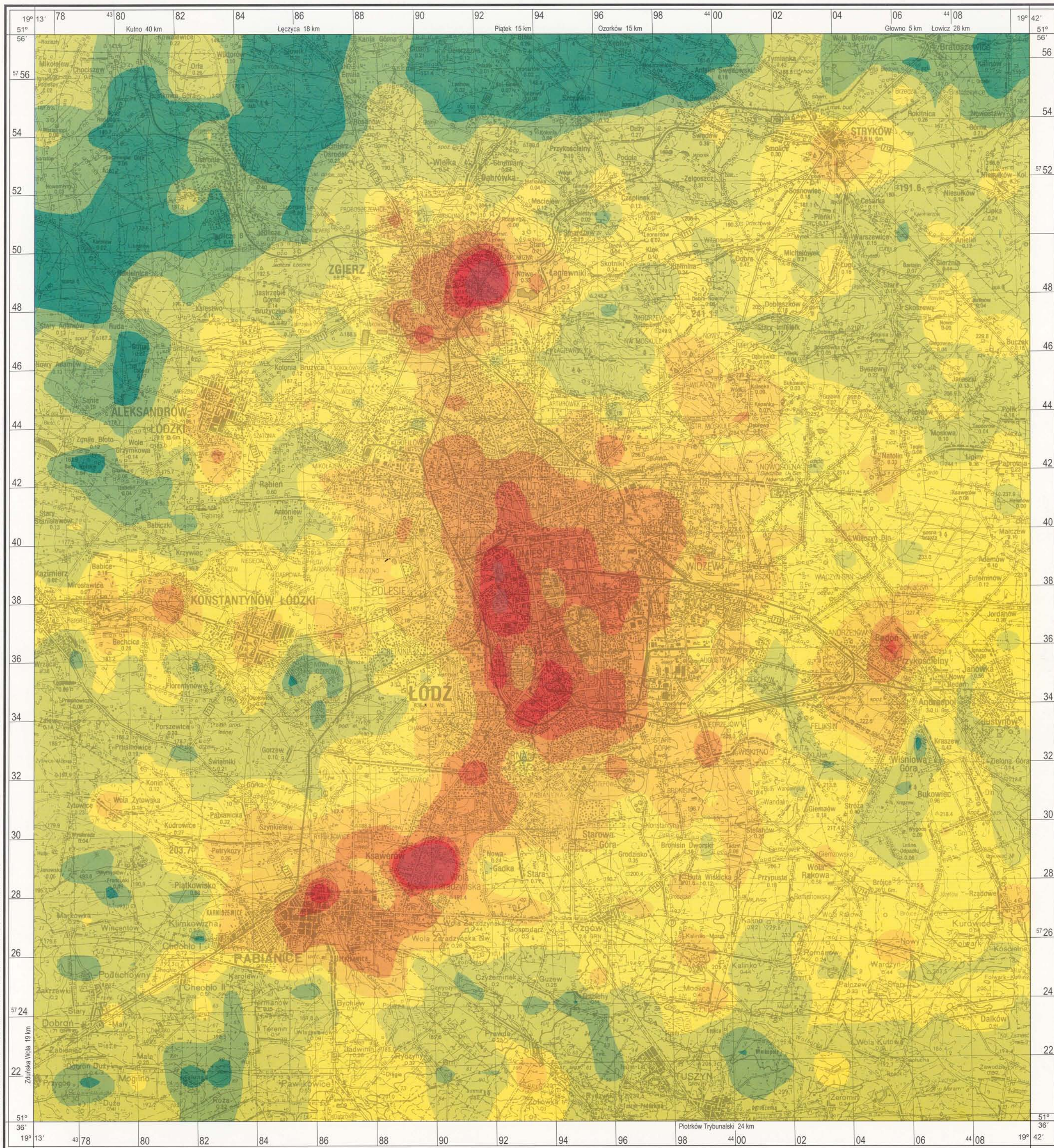
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100 000

V WANAD
VANADIUM



GLEBY
SOILS

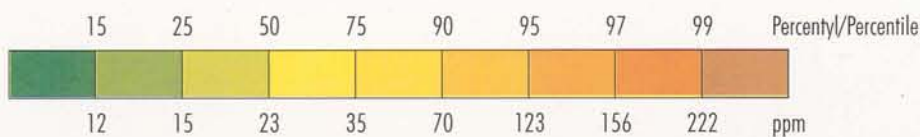


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Zn CYNK
 ZINC



GLEBY
 SOILS

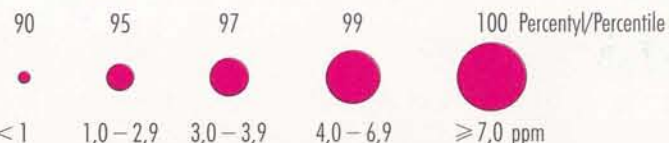


Podkład topograficzny - ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP - 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100 000

Ag SREBRO
SILVER



OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

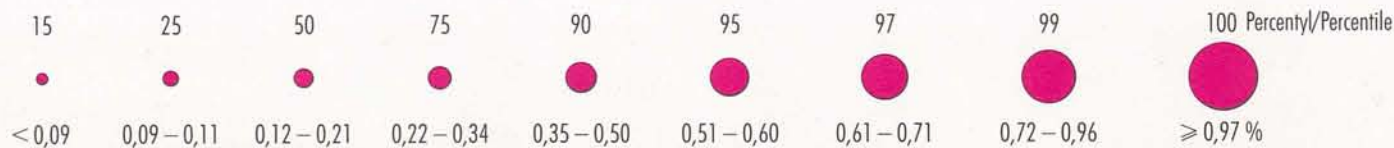


Podkład topograficzny - ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. - 1998

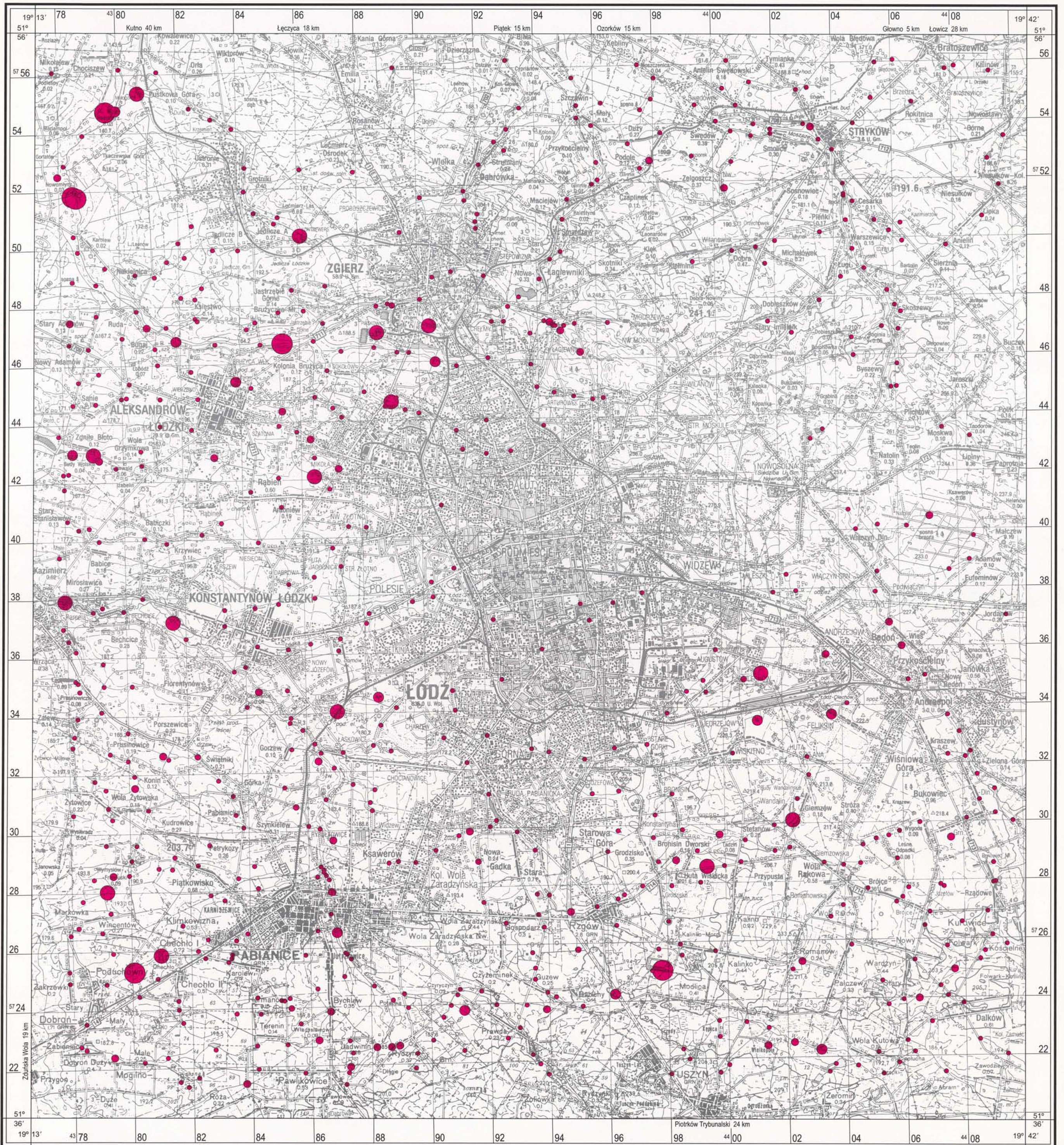
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Al GLIN
ALUMINIUM



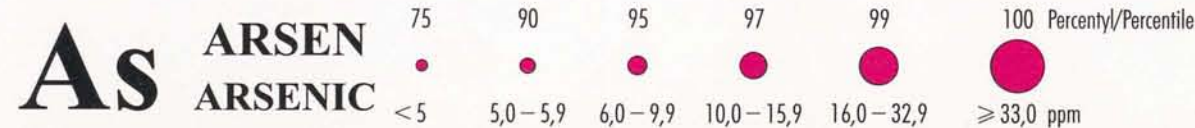
OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS



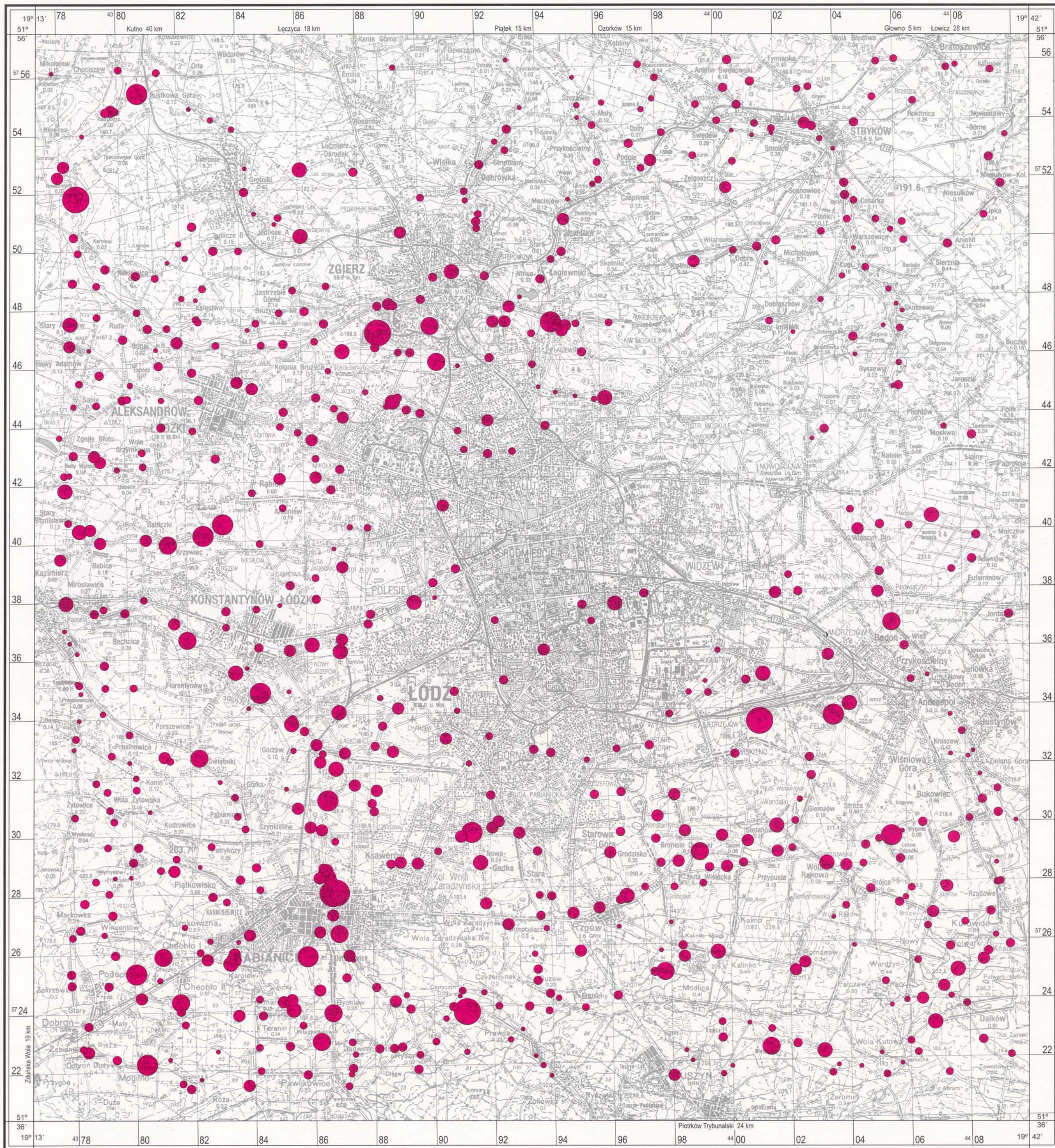
Początek topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000



**OSADY WODNE
 WATER SEDIMENTS**

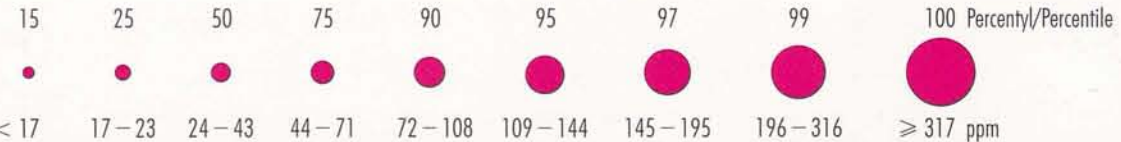


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

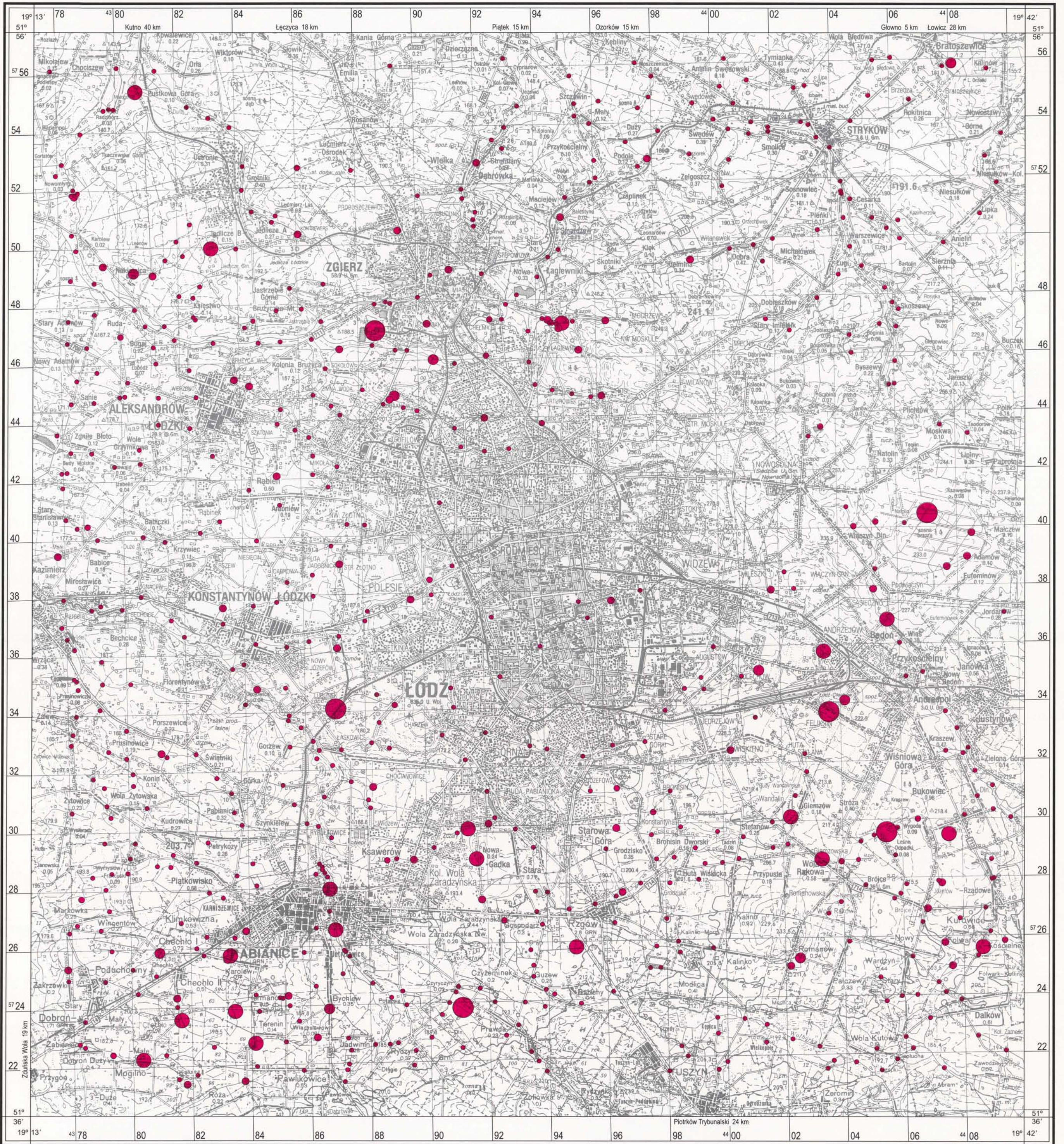
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100 000

Ba BAR
 BARIUM



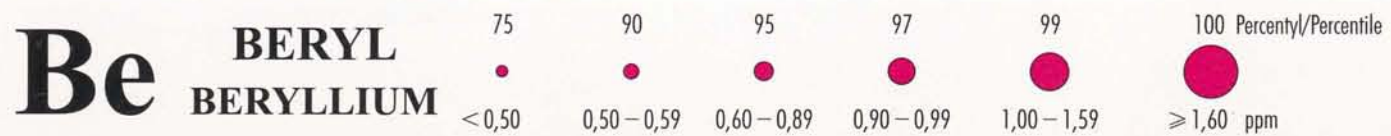
OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS



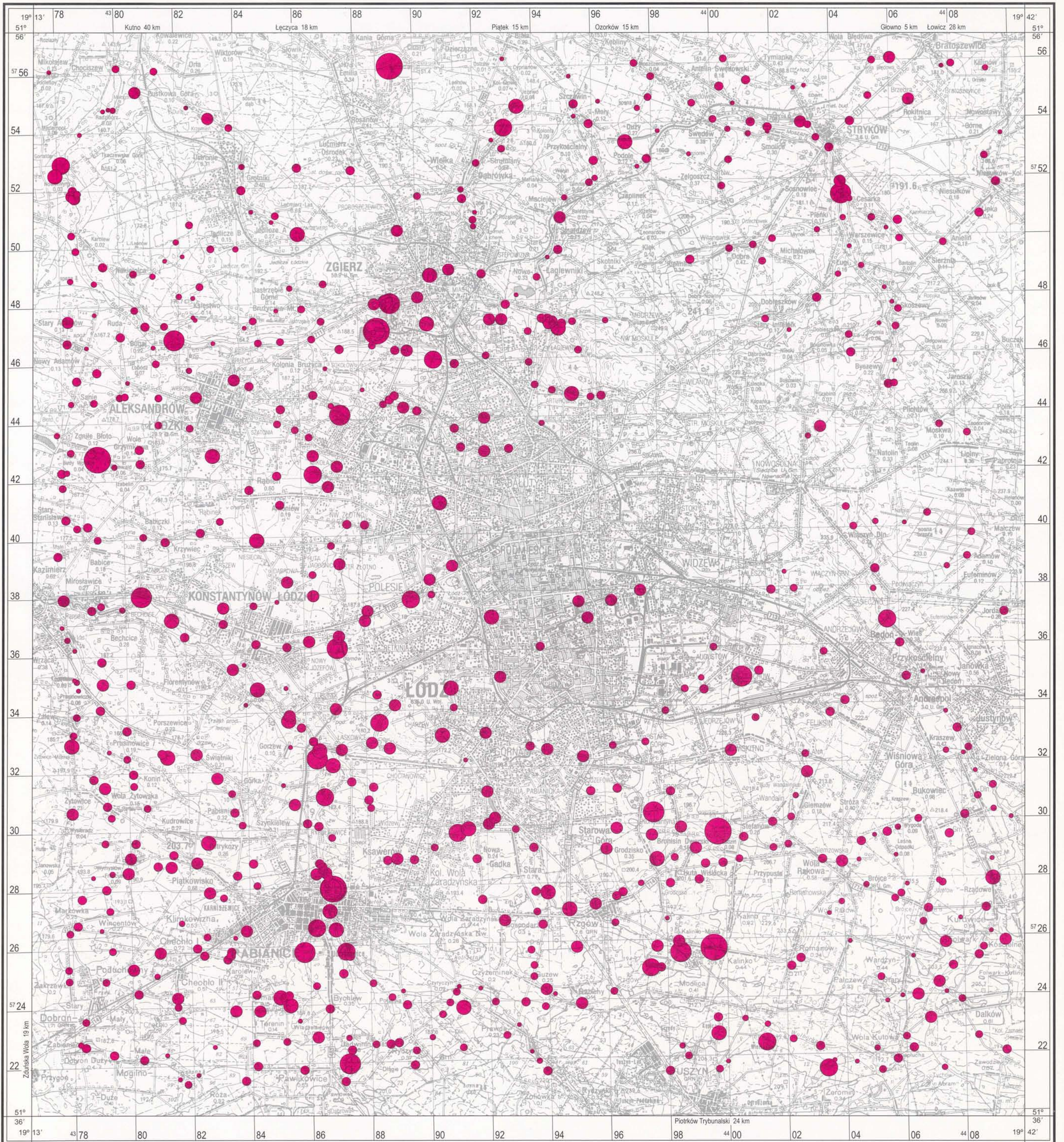
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000



OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

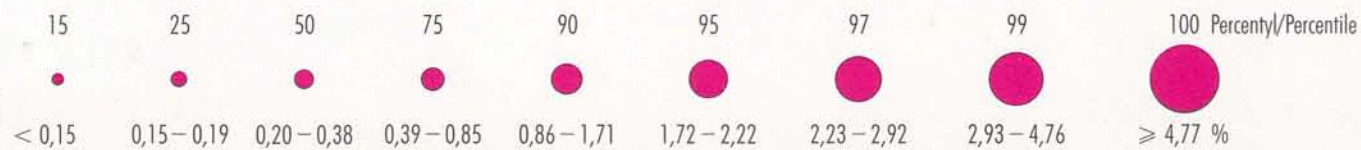


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100 000

Ca WAPŃ
 CALCIUM



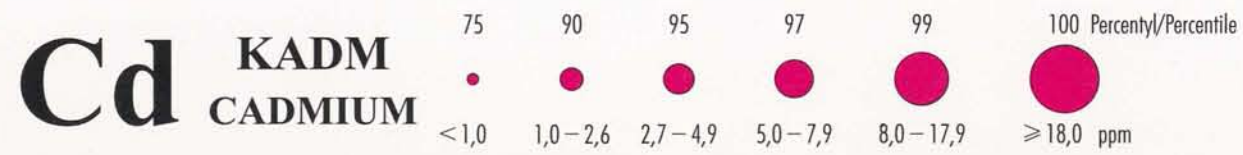
OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS



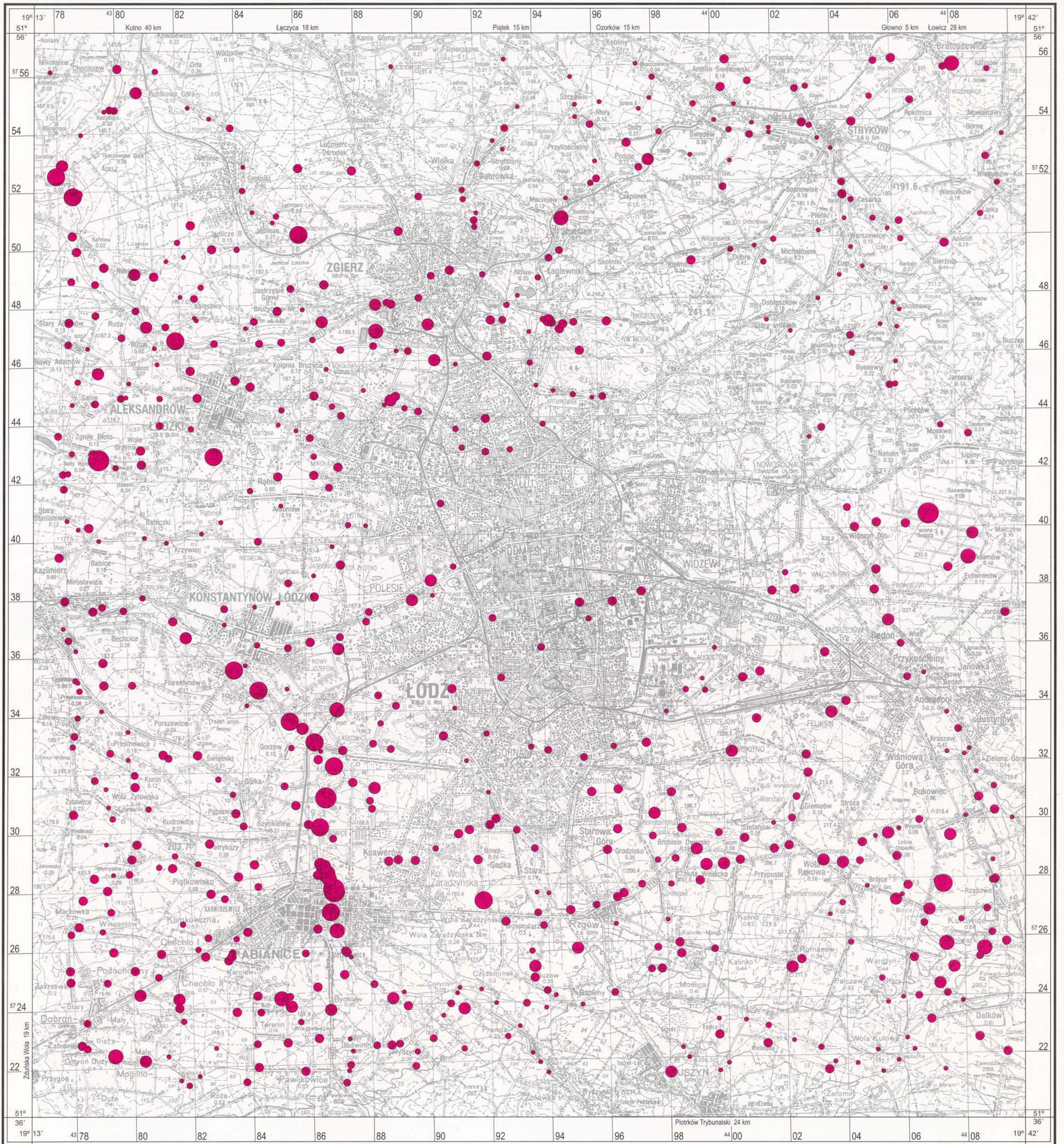
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABIU GENERALNEGO WP. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000



**OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS**



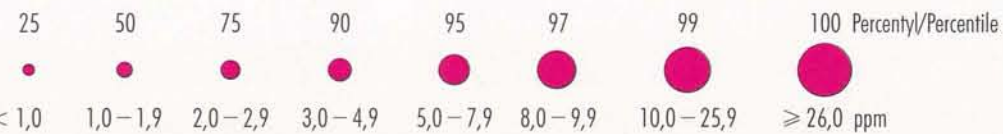
Podkład topograficzny - ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. - 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

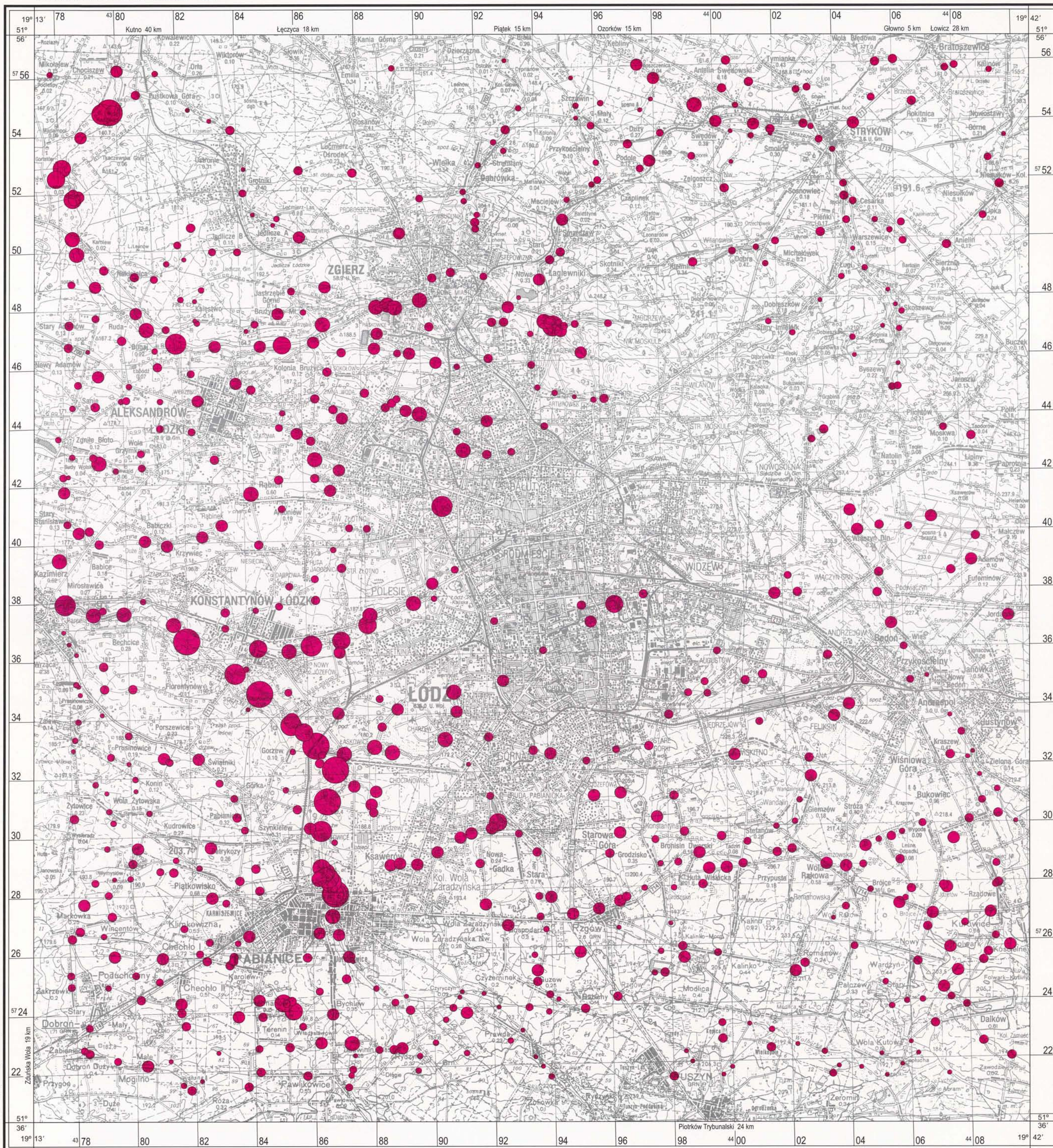
1:100 000

Co

**KOBALT
 COBALT**



**OSADY WODNE
 WATER SEDIMENTS**



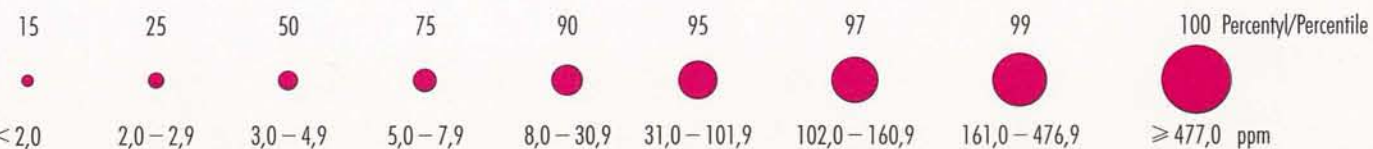
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

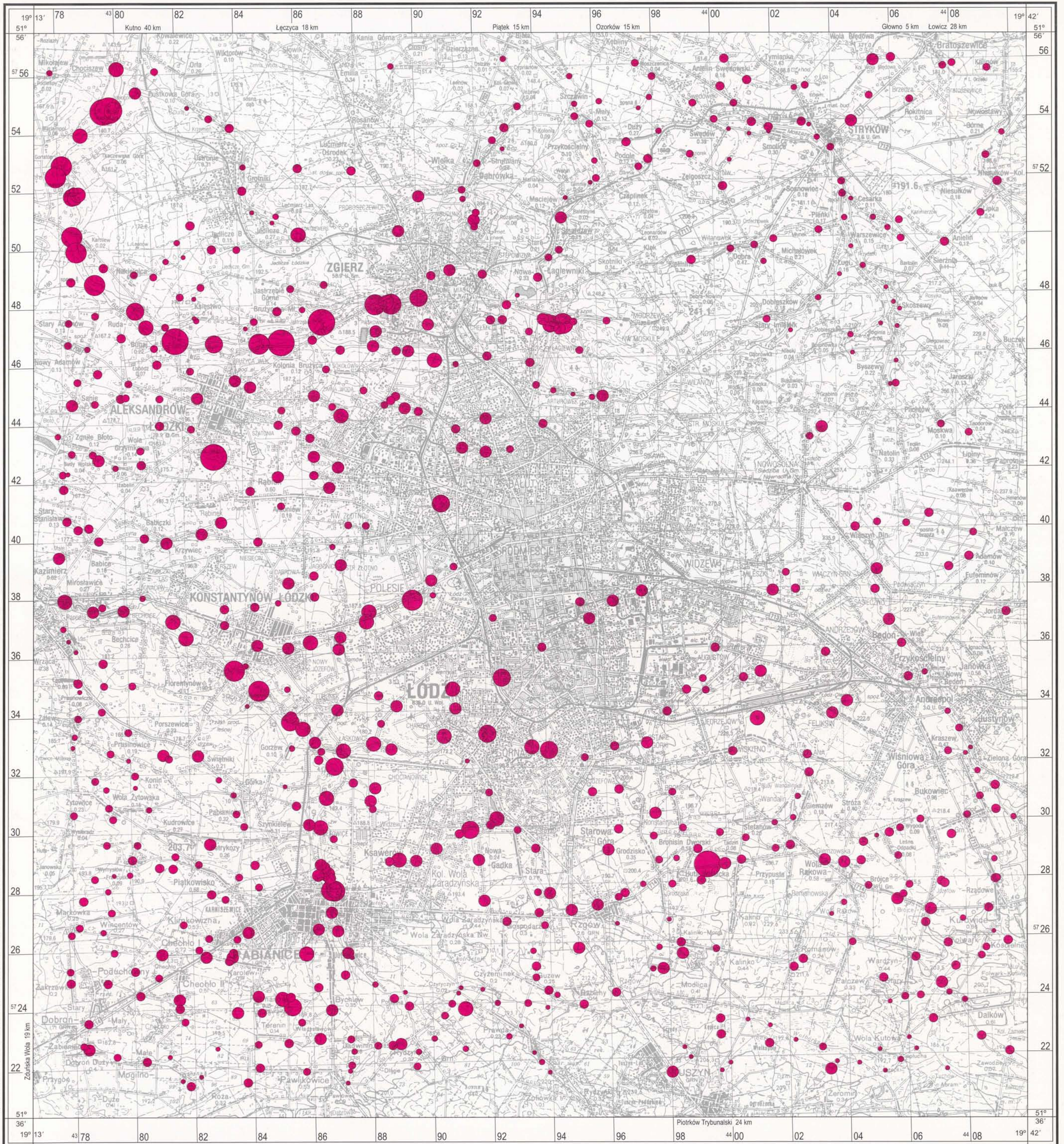
1:100000

Cr

CHROM
CHROMIUM



OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

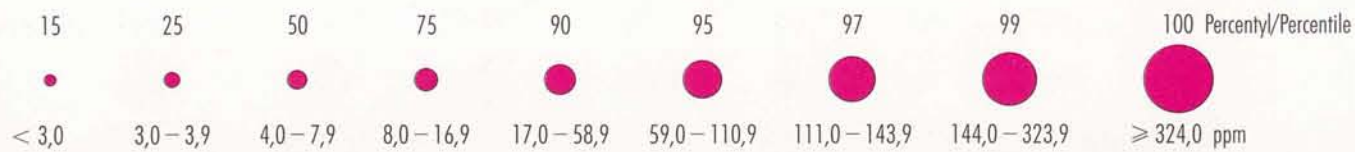


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

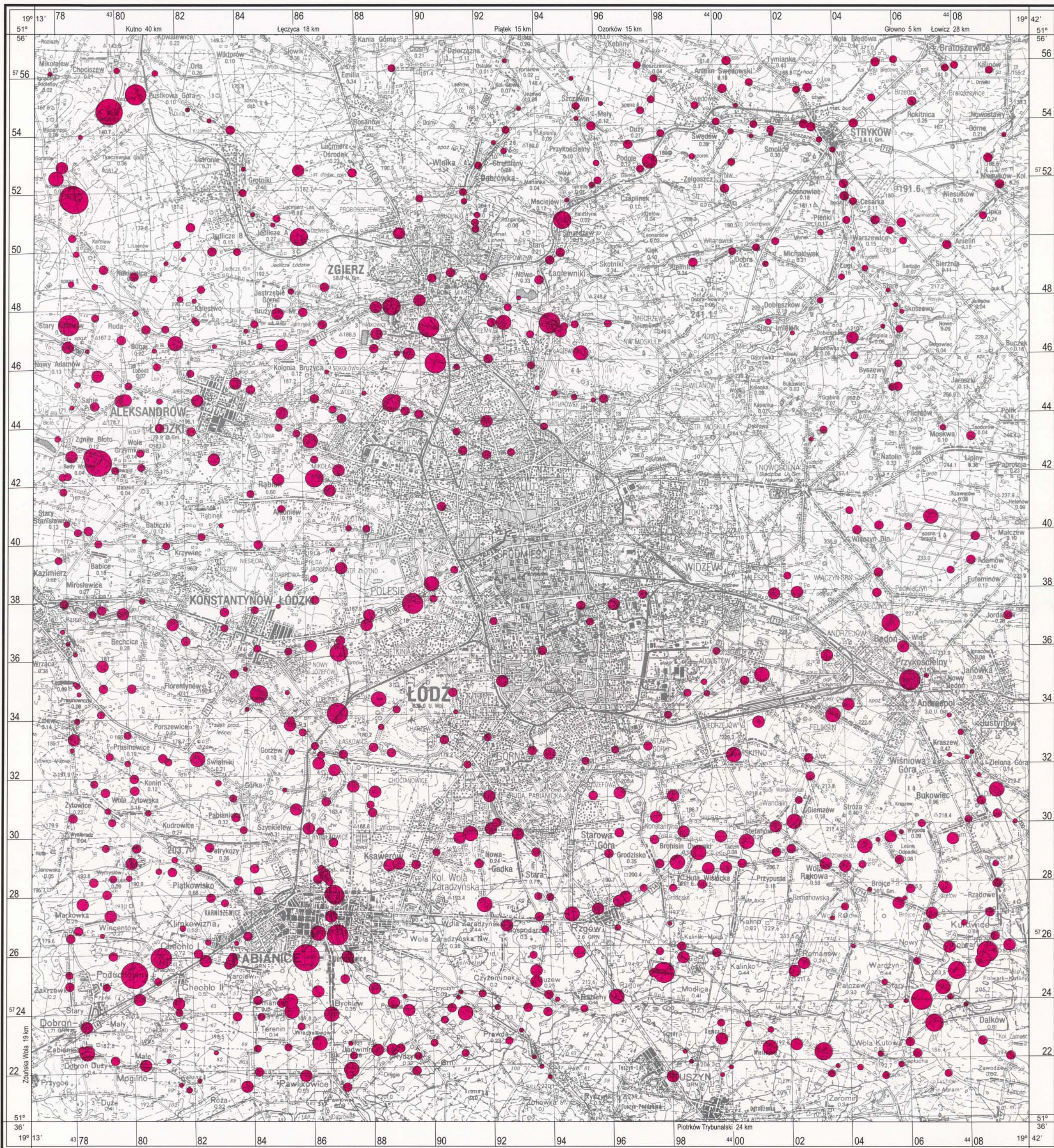
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Cu MIEDŹ
 COPPER



OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

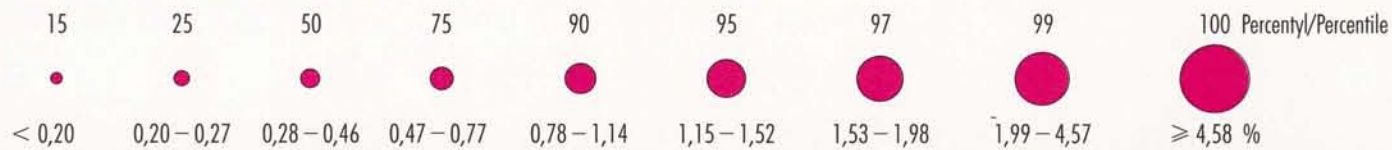


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

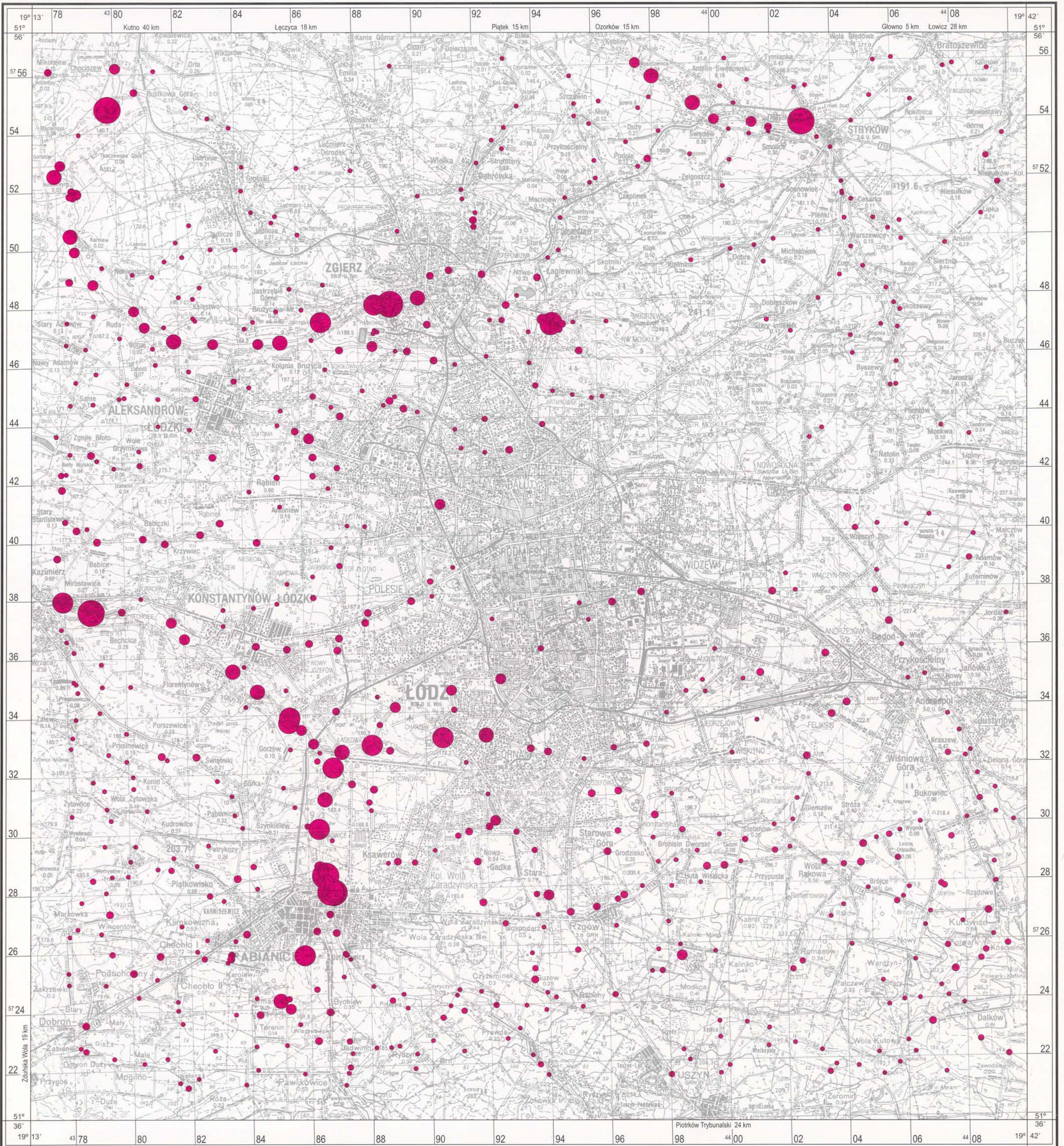
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Fe ŻELAZO
IRON



OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS



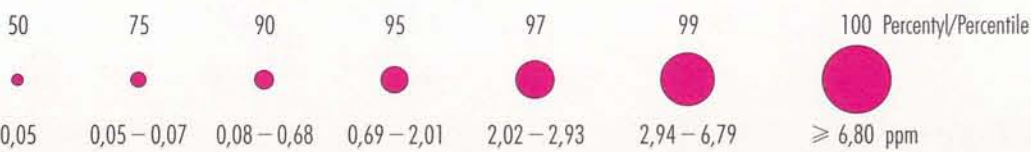
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1988

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

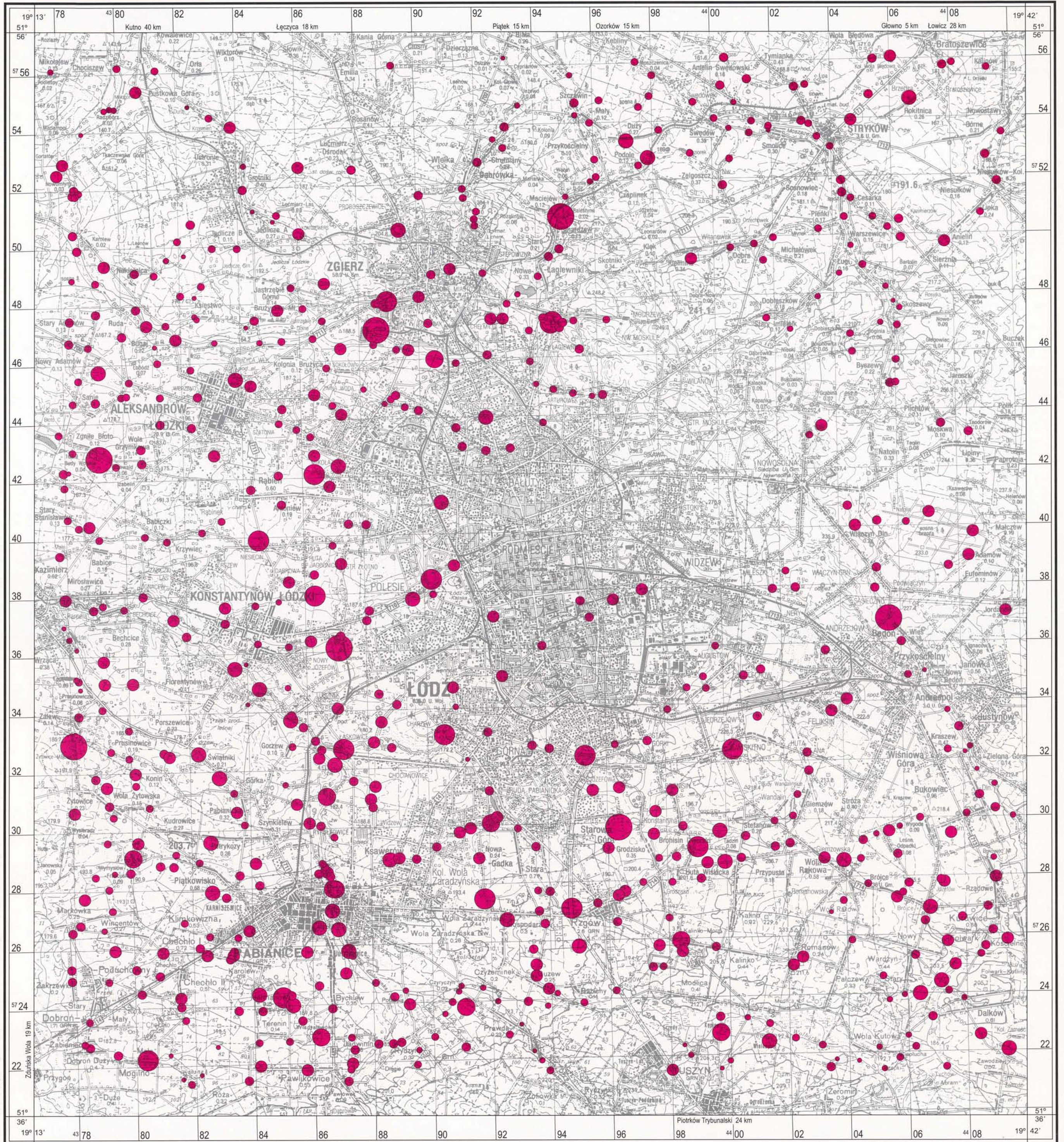
1:100000

Hg

**RTEĆ
 MERCURY**



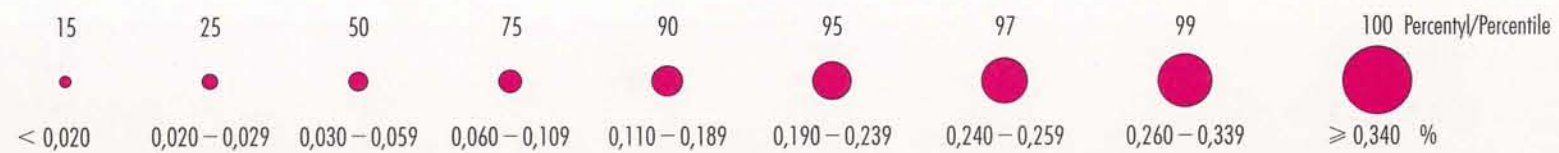
**OSADY WODNE
 WATER SEDIMENTS**



© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100 000

Mg MAGNEZ
 MAGNESIUM



OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

Podkład topograficzny – ZARZĄDZANIE TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1988

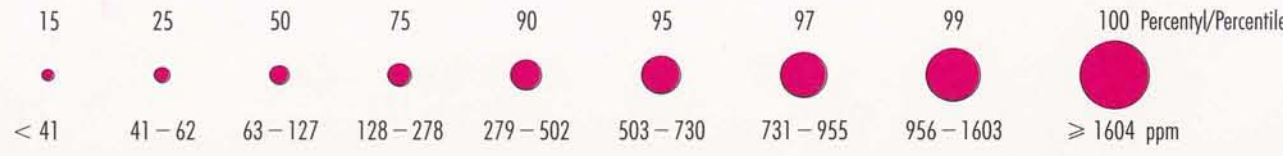


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

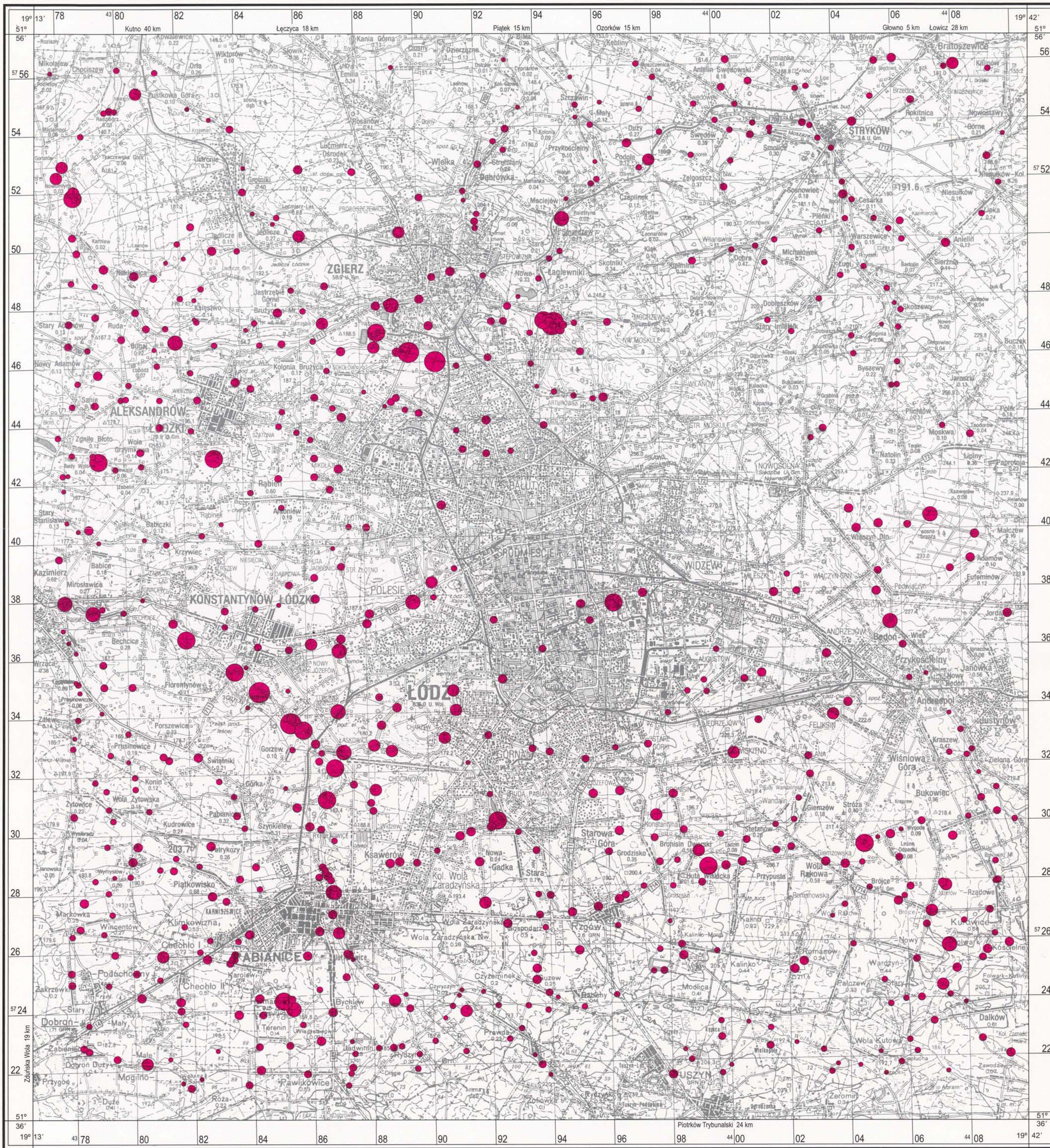
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Mn MANGAN
MANGANESE



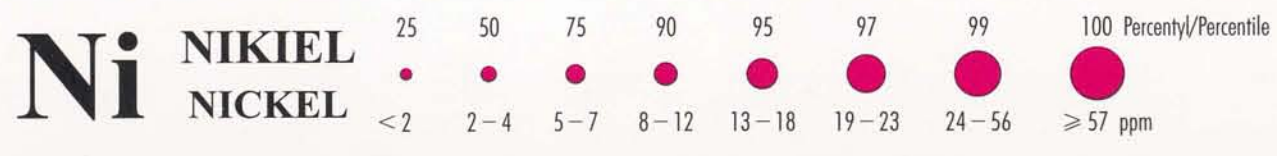
OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP – 1988

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000



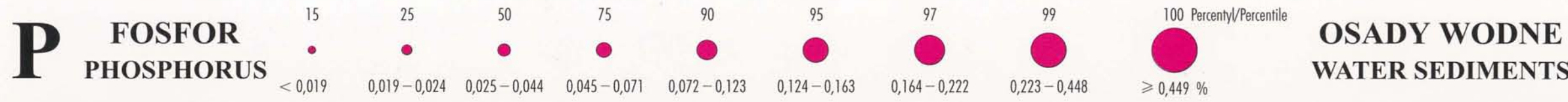
OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

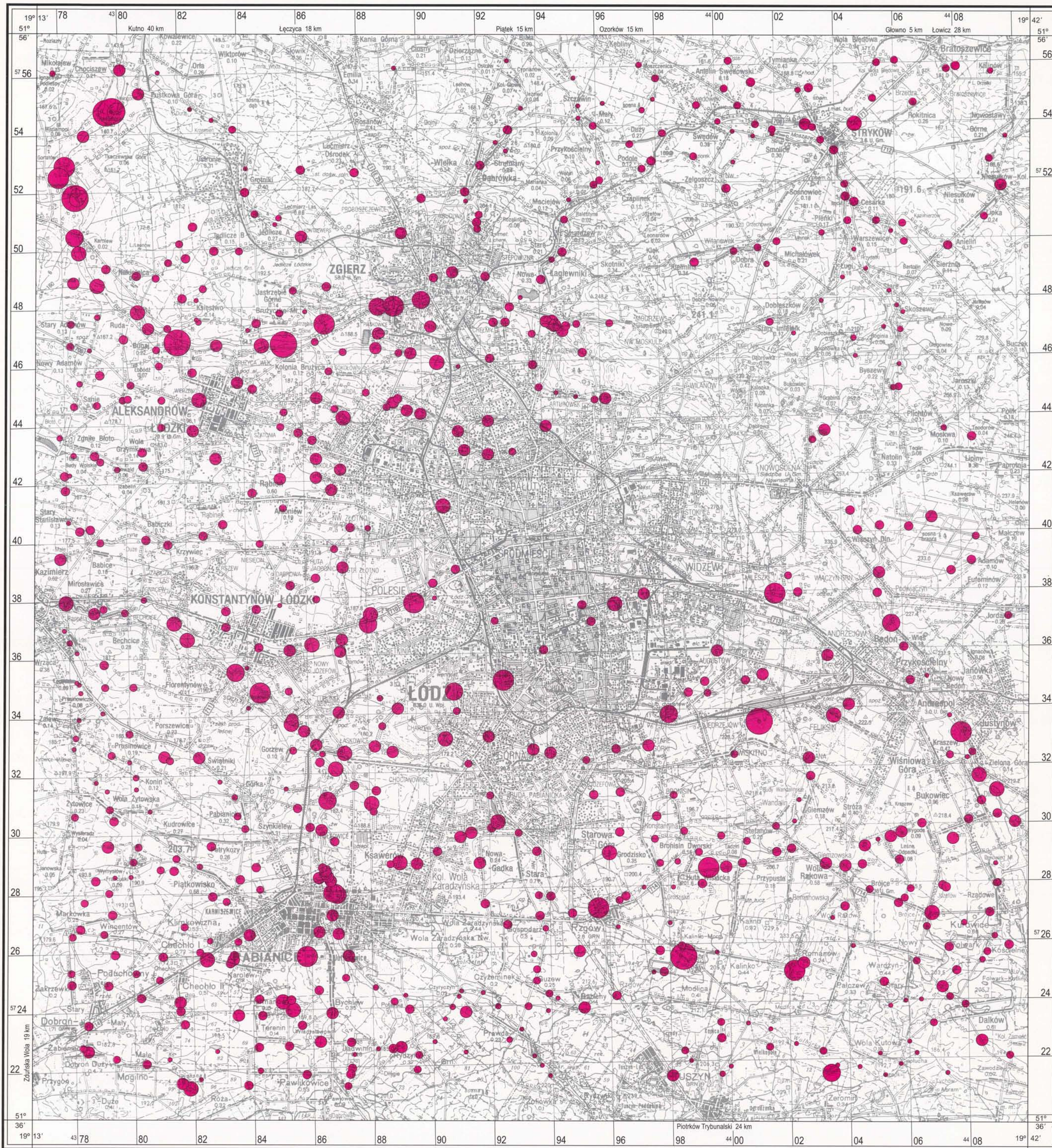


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000



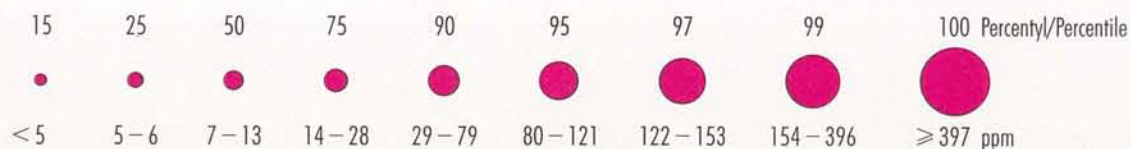


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

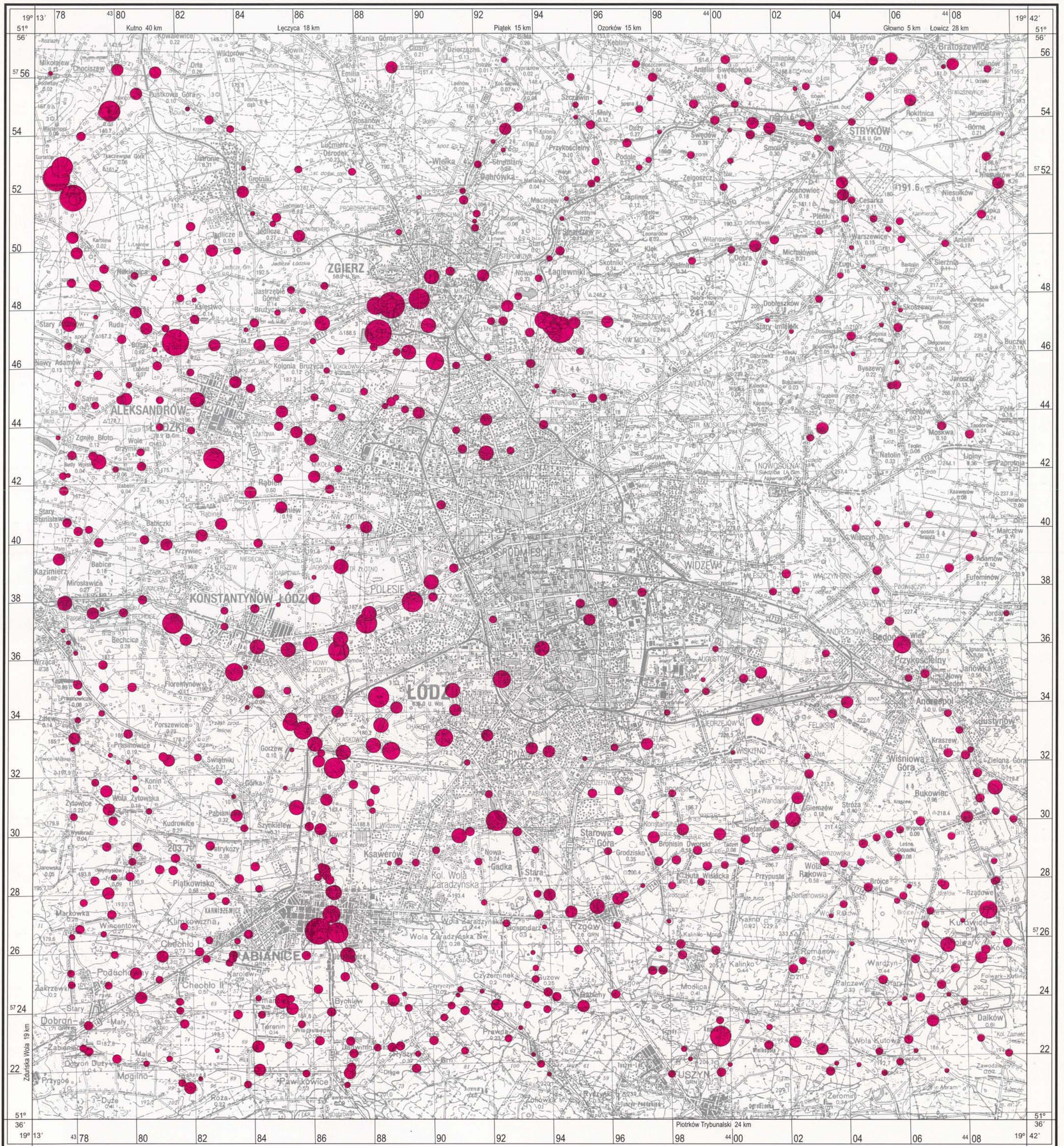
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Pb OŁÓW
 LEAD



OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

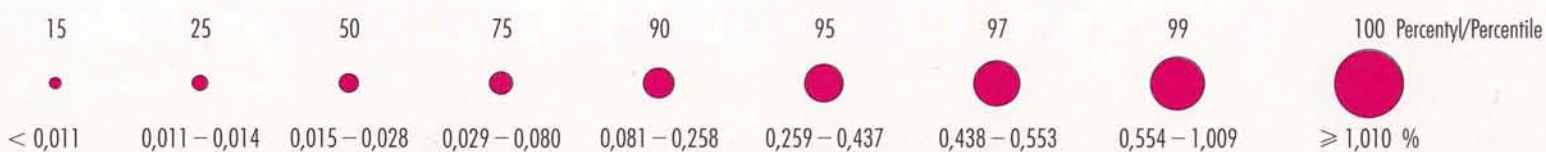


Podkład topograficzny - ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. - 1998

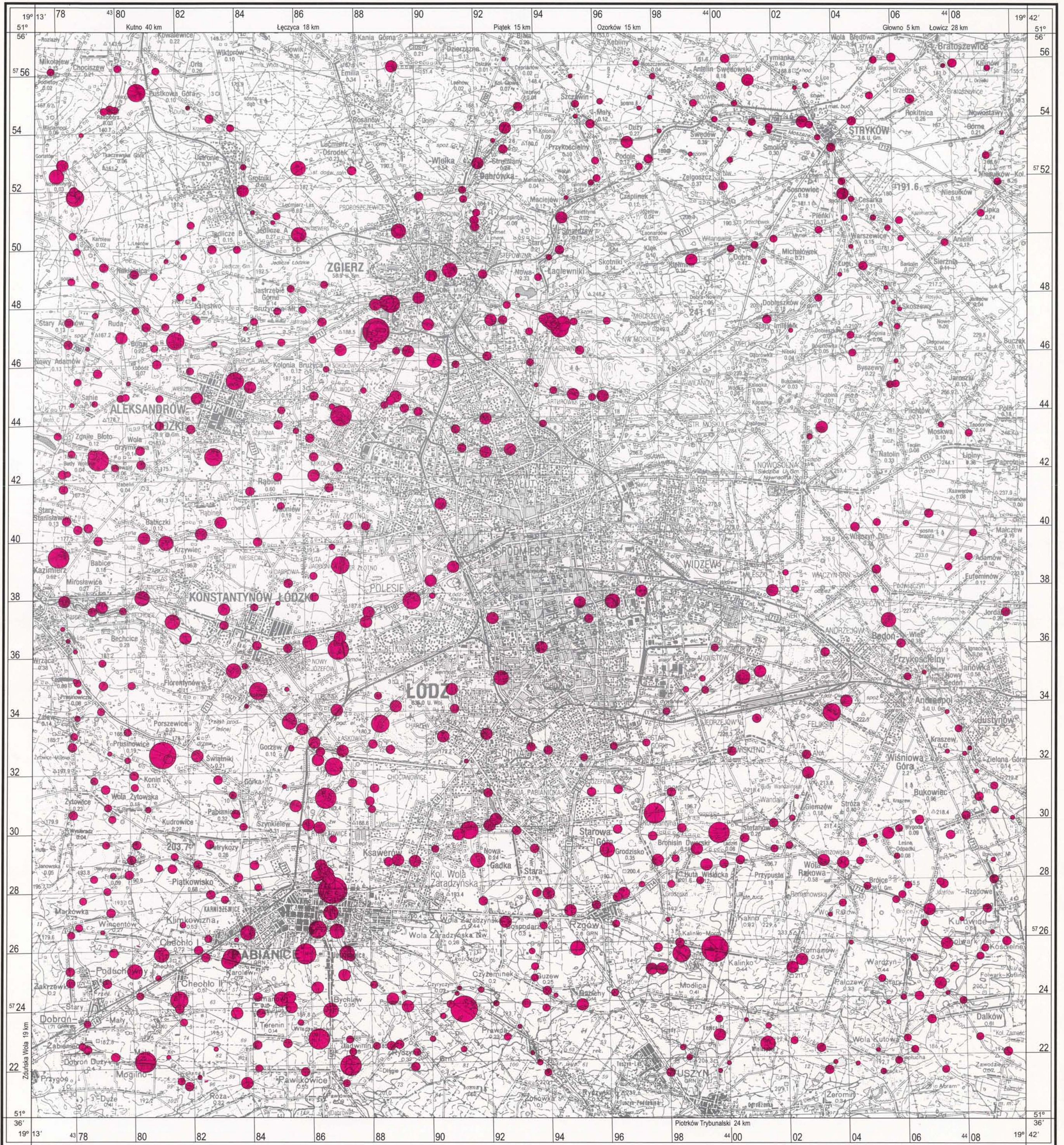
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100 000

S SIARKA
SULPHUR



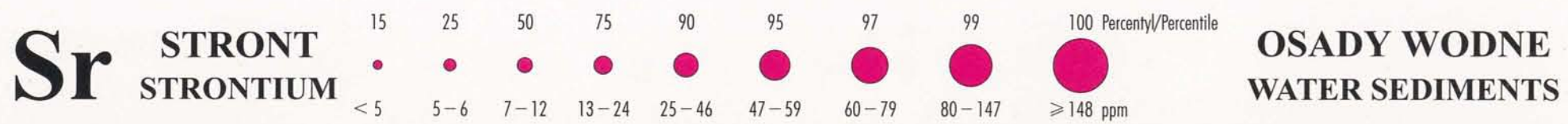
OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

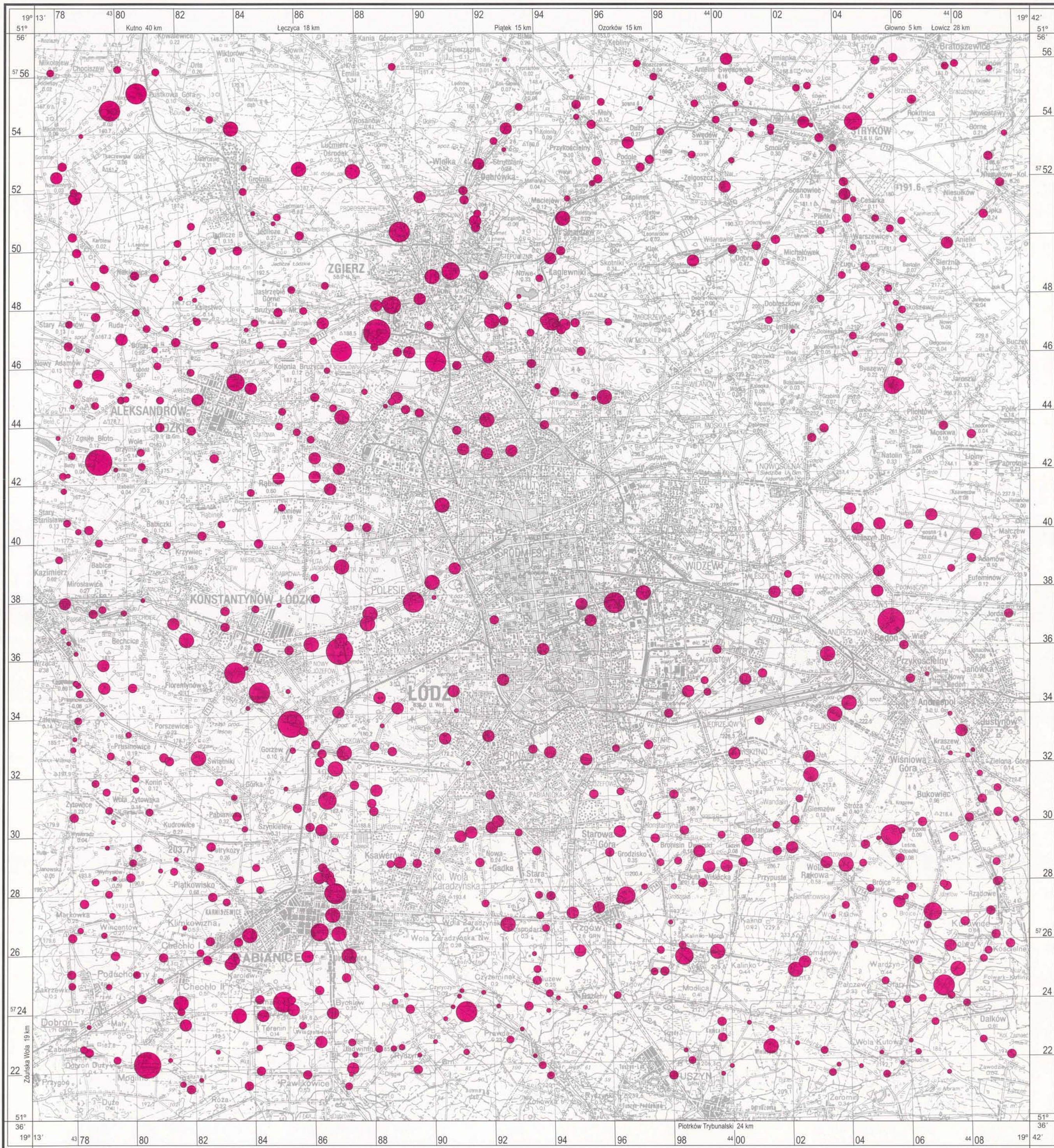


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000





Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Ti TYTAN
 TITANIUM



OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

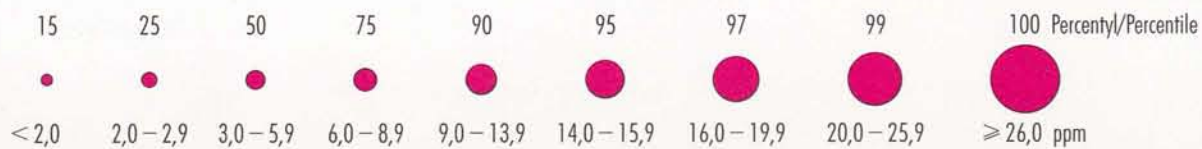


Podkład topograficzny - ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. - 1988

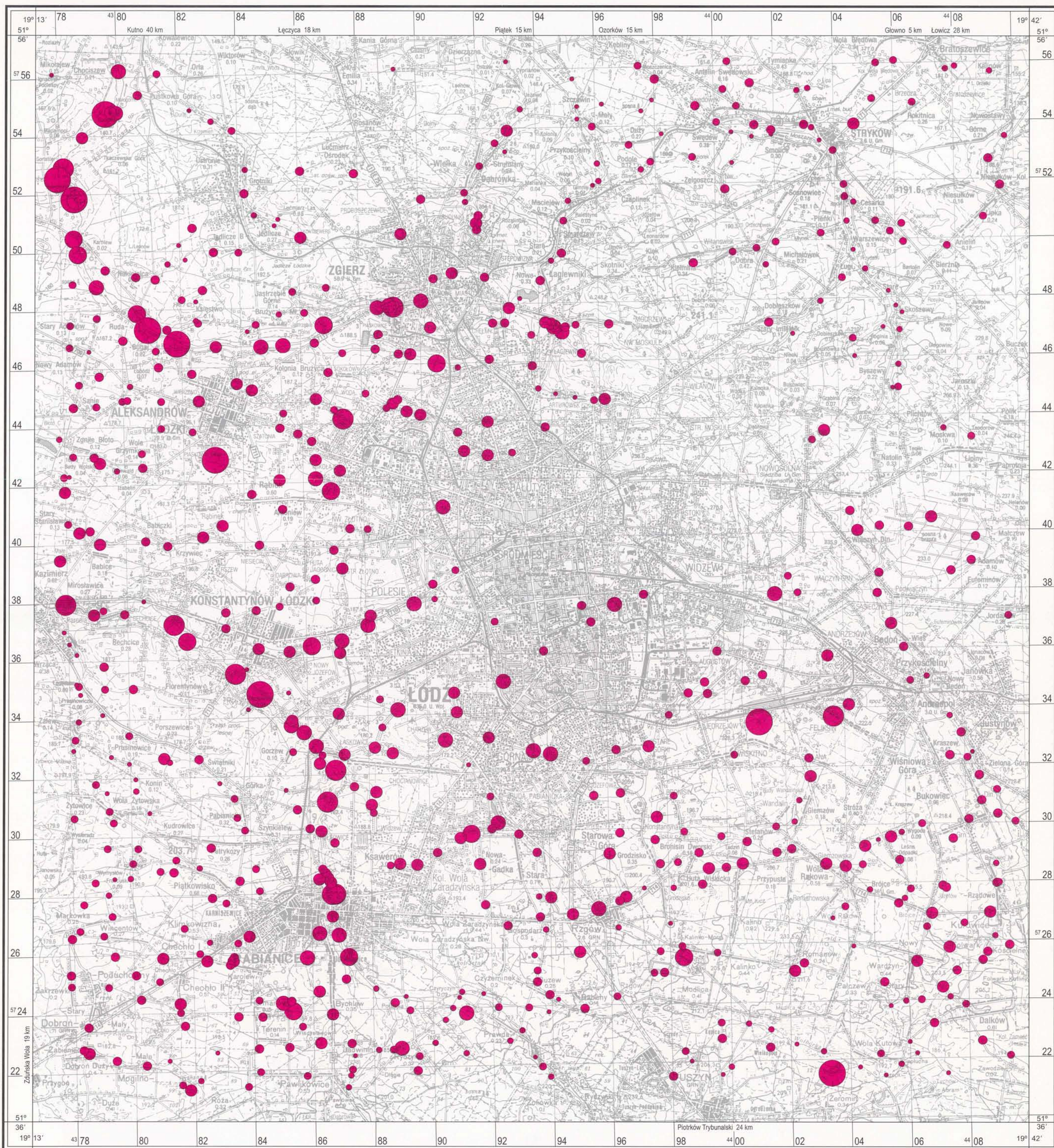
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

V WANAD
 VANADIUM



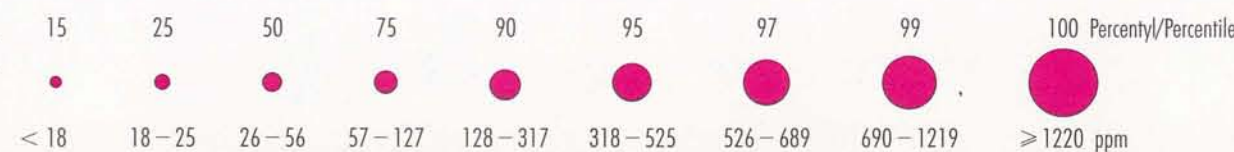
OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS



© Copyright by PIG, Warszawa 1998

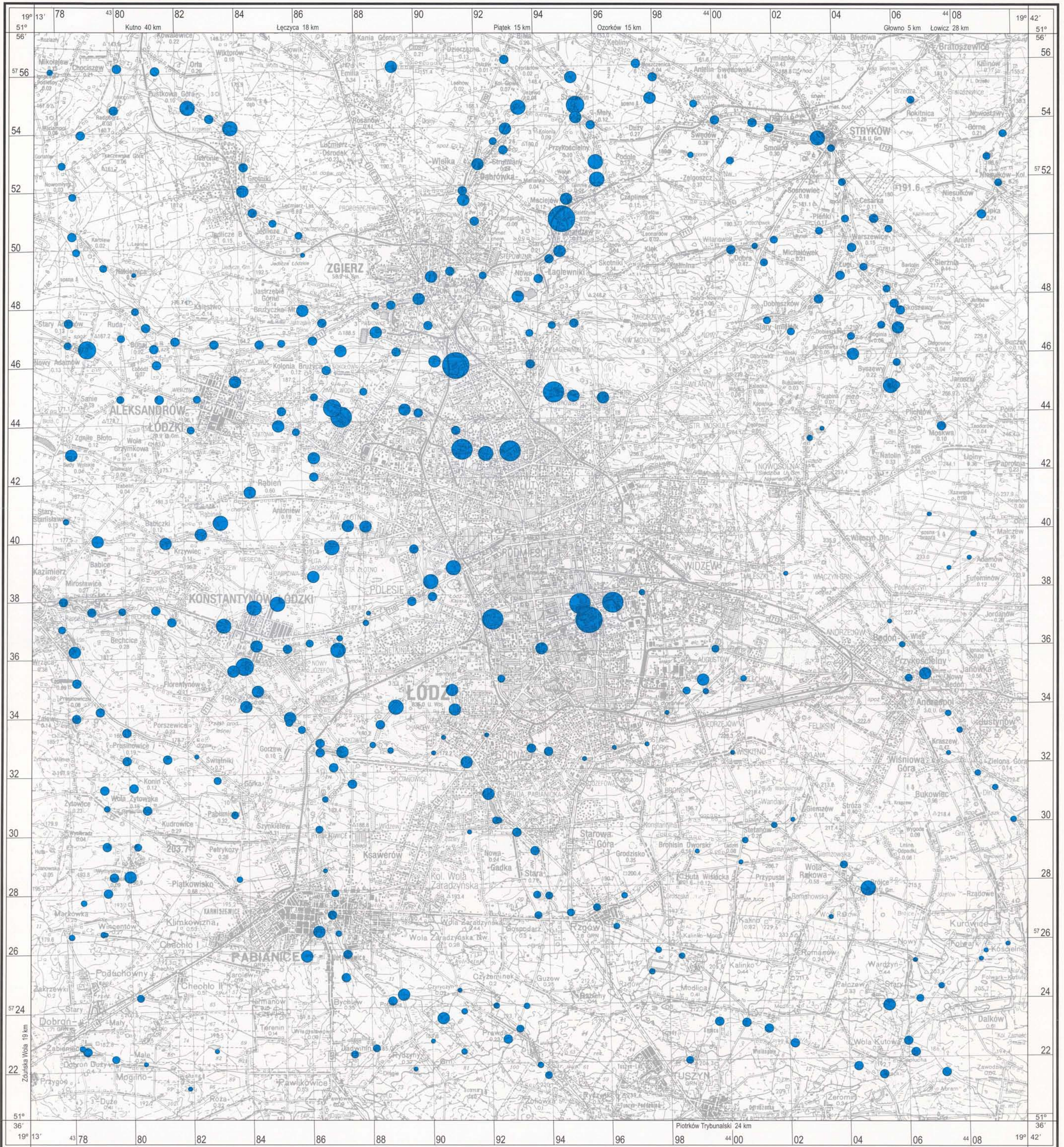
1:100000

Zn CYNK
 ZINC



OSADY WODNE
WATER SEDIMENTS

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998



© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

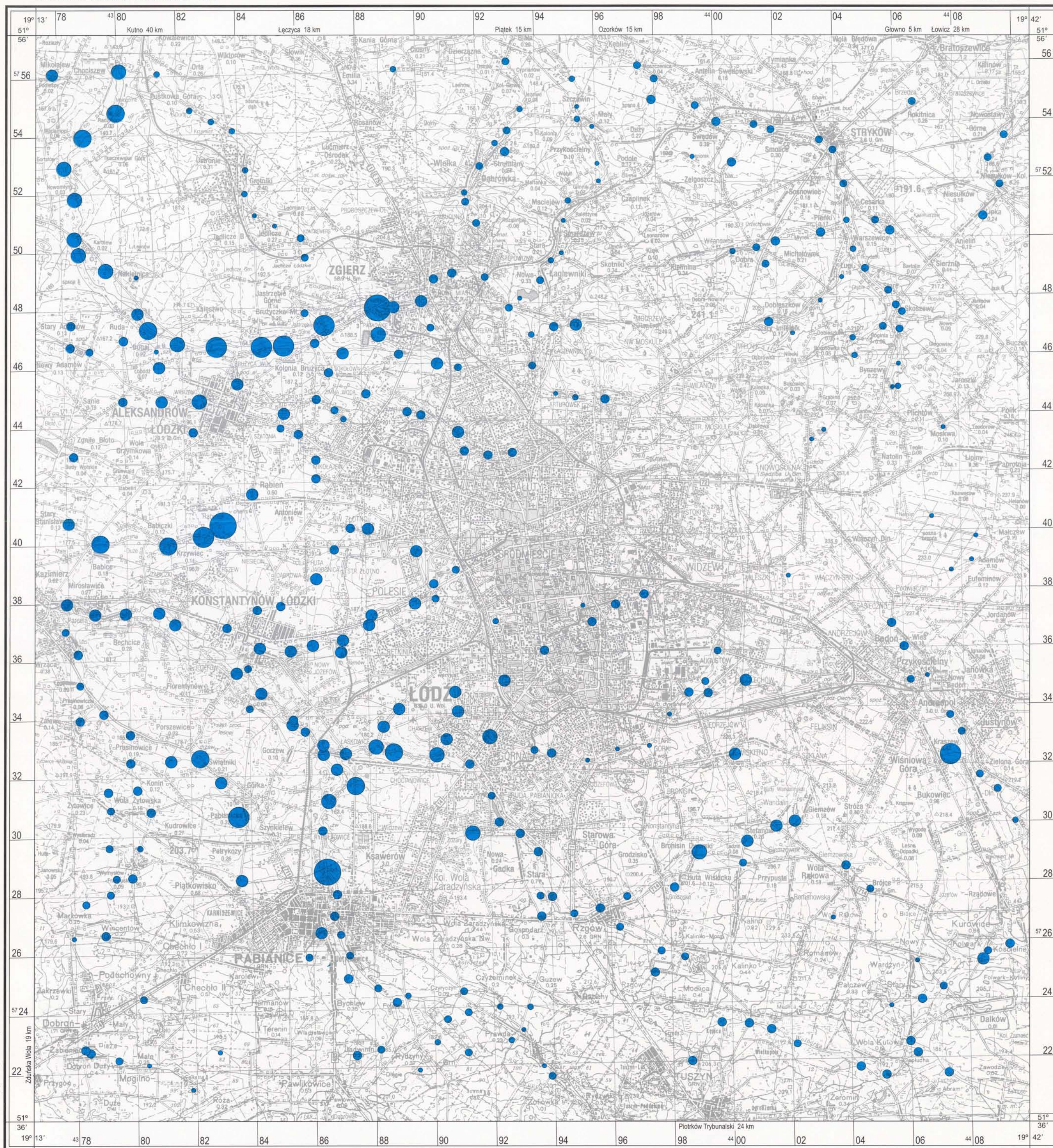
pH

KWASOWOŚĆ
ACIDITY



WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

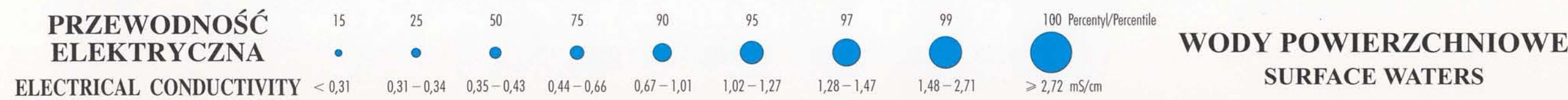
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP – 1988

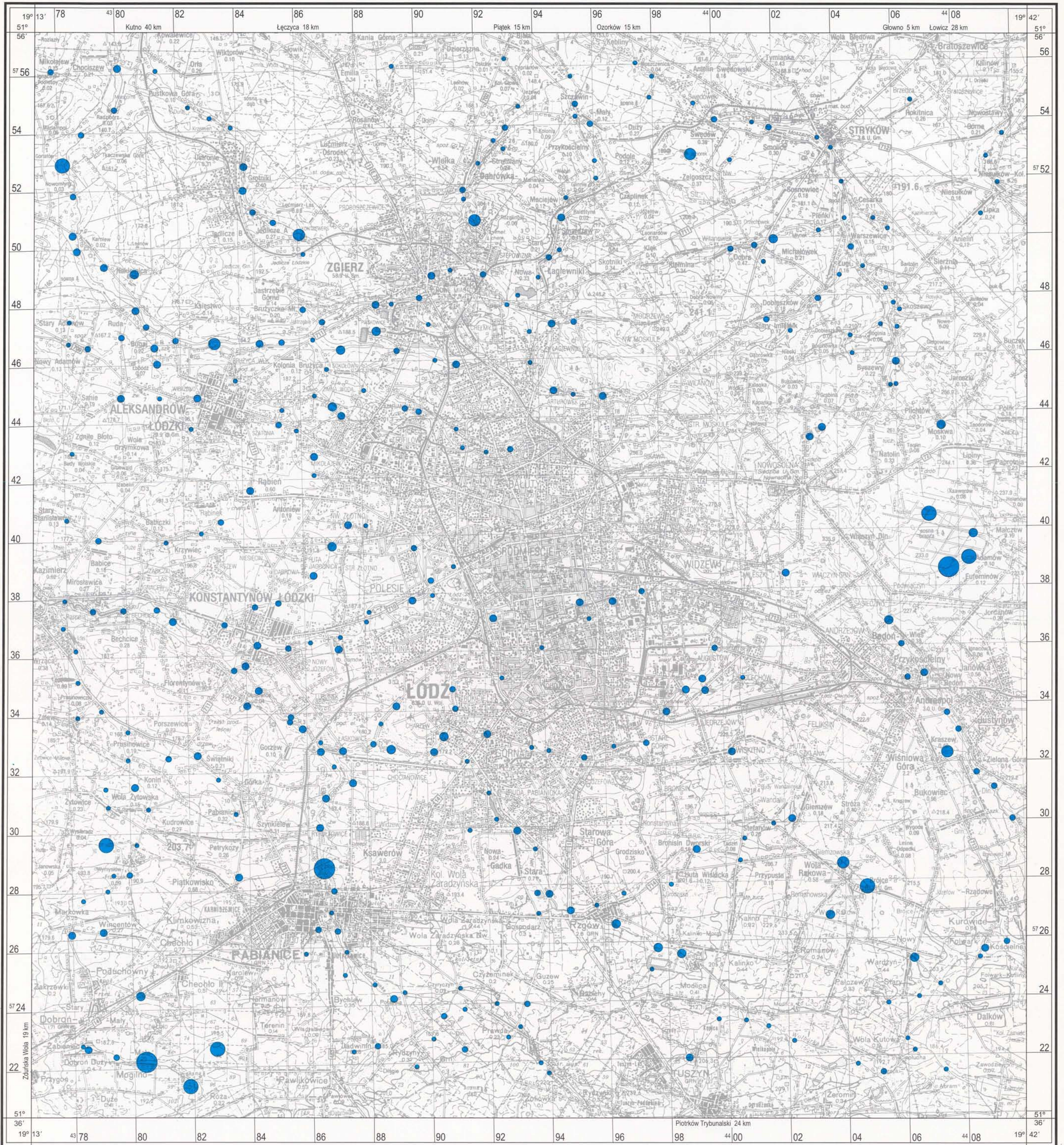


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100 000





Początek topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

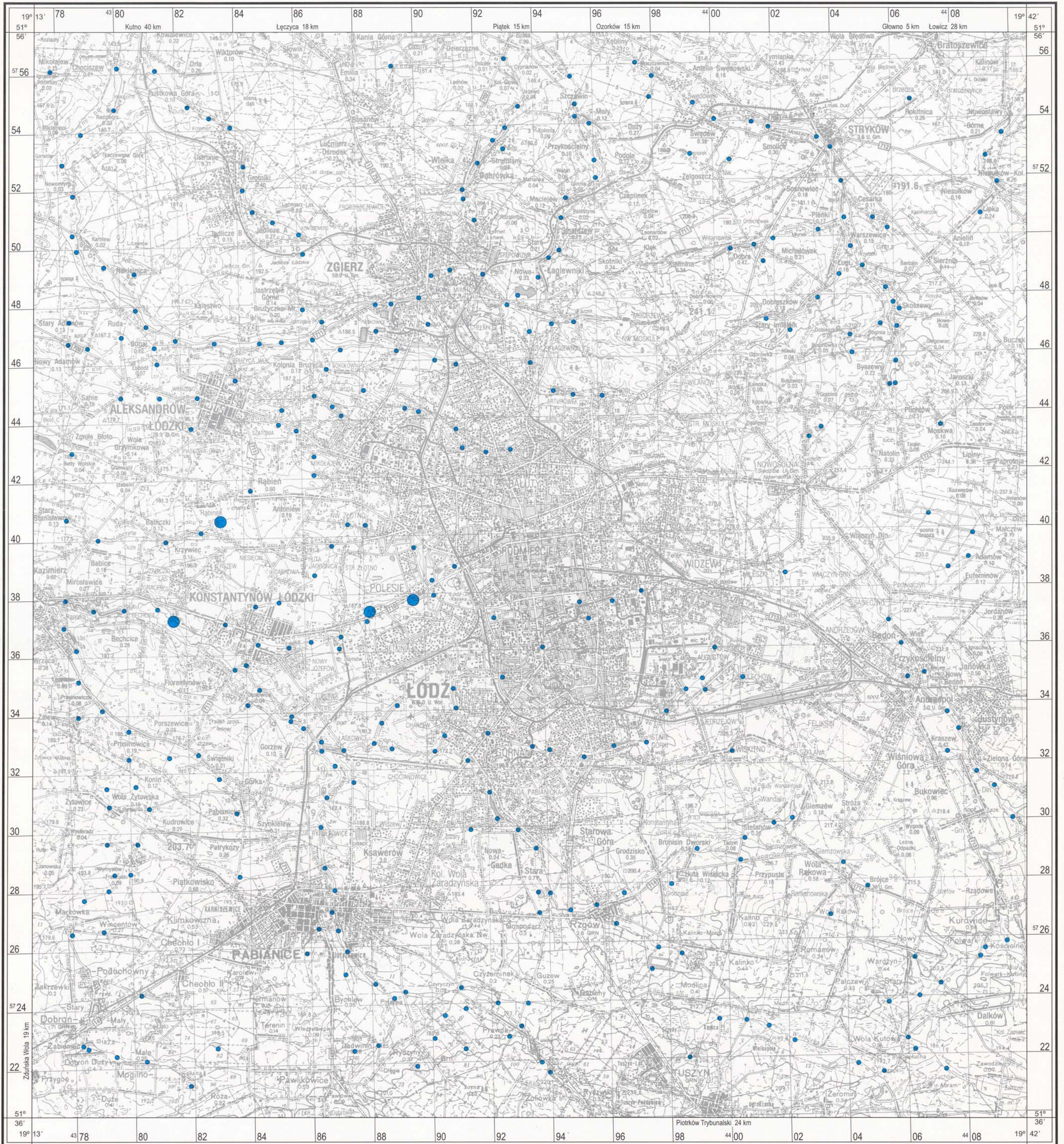
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Al GLIN
 ALUMINIUM



WODY POWIERZCHNIOWE
 SURFACE WATERS

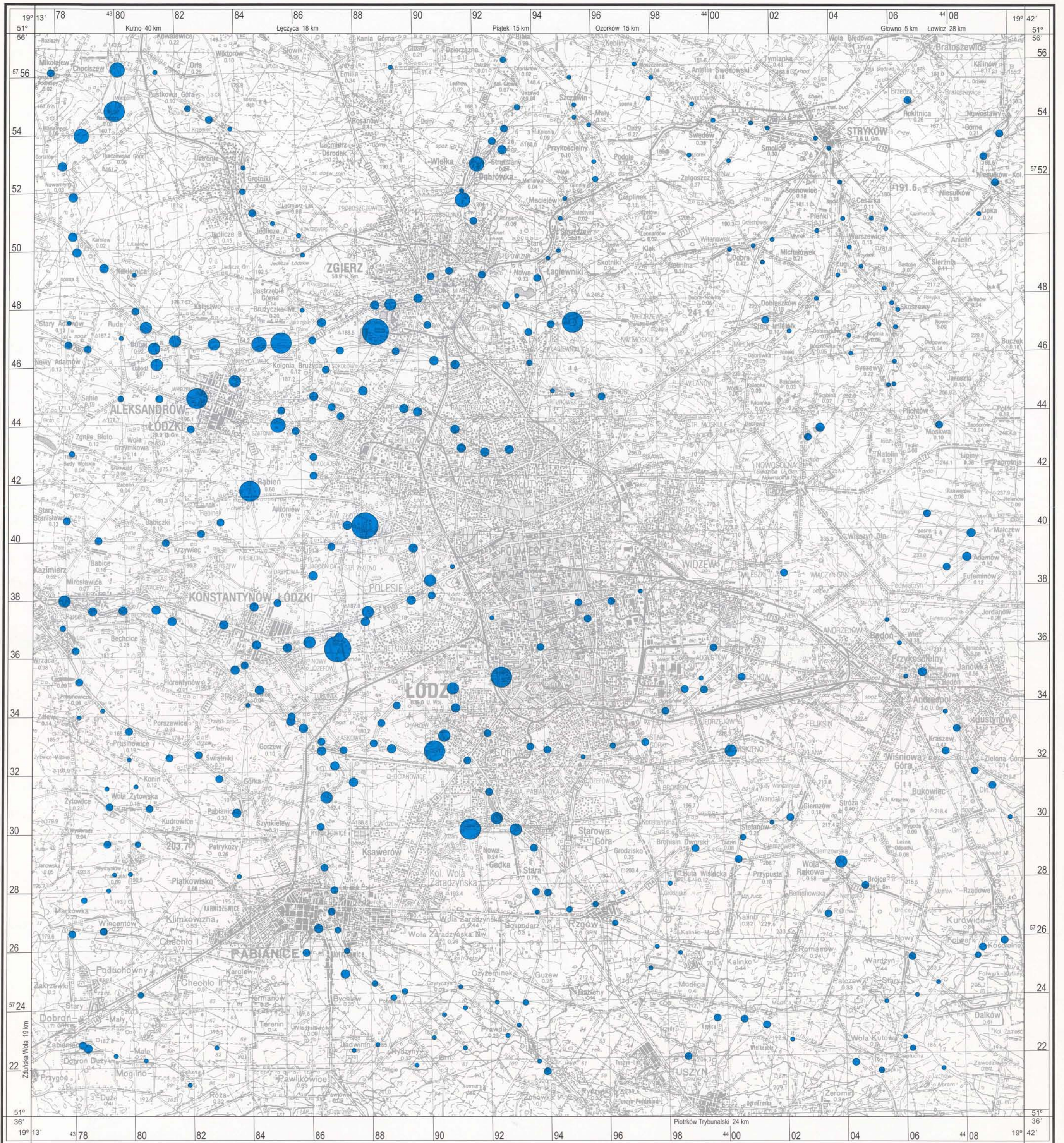


Podkład topograficzny - ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. - 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

As ARSEN 99
 ARSENIC < 10 100 Percentyl/Percentile
 WODY POWIERZCHNIOWE
 SURFACE WATERS
 ≥ 10 ppb



© Copyright by PIG, Warszawa 1998

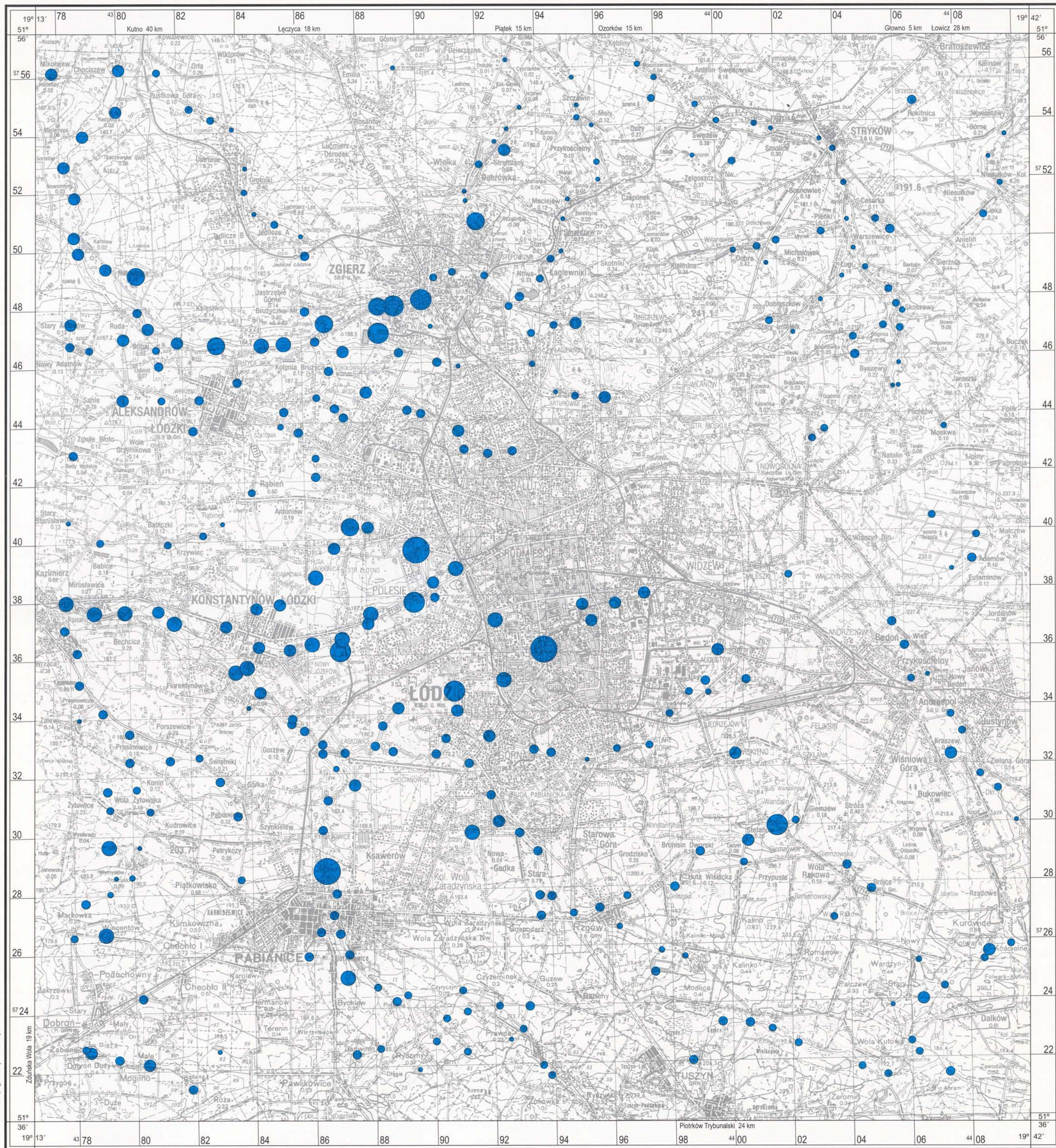
1:100000

B BOR
 BORON



WODY POWIERZCHNIOWE
 SURFACE WATERS

Podkład topograficzny - ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABIU GENERALNEGO WP. - 1988



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1988

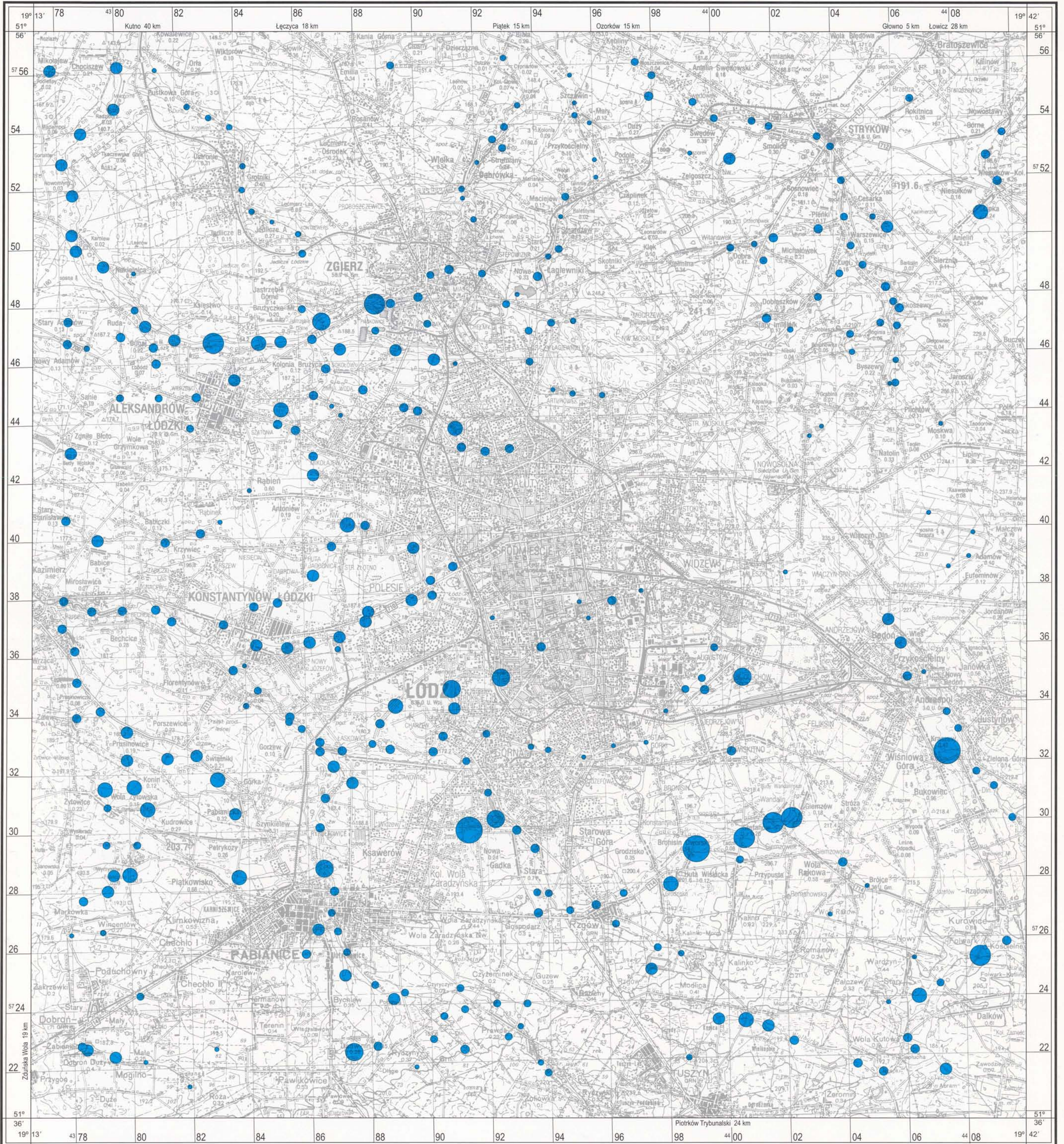
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Ba BAR
 BARIUM



WODY POWIERZCHNIOWE
 SURFACE WATERS



Podkład topograficzny – ZRZĄDZĄDZONY SZTABELU GENERALNEGO W.P. – 1998

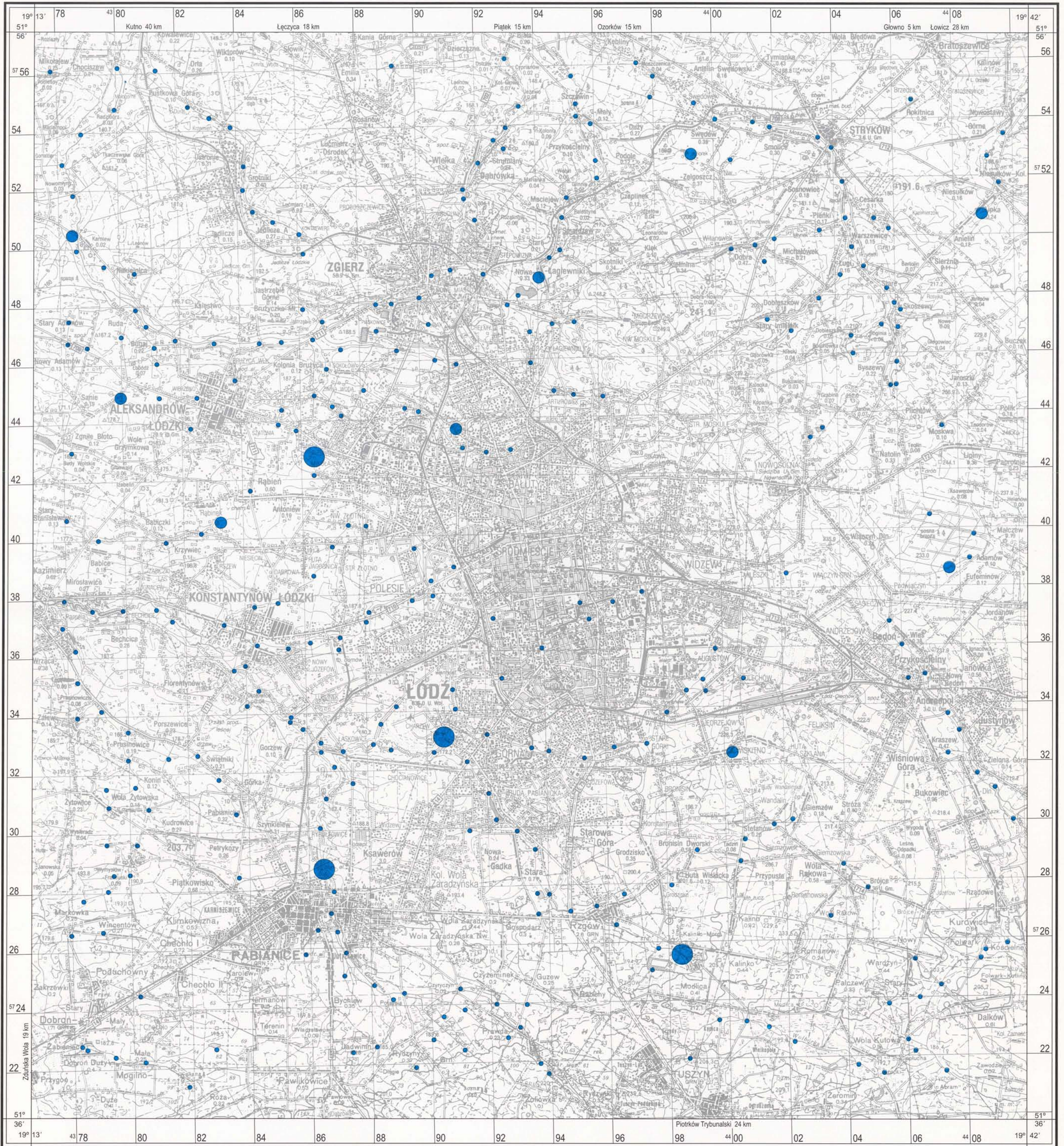
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Ca WAPŃ
CALCIUM



WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

Cd

KADM
CADMIUM

95

99

100

Percentyl/Percentile

•

•

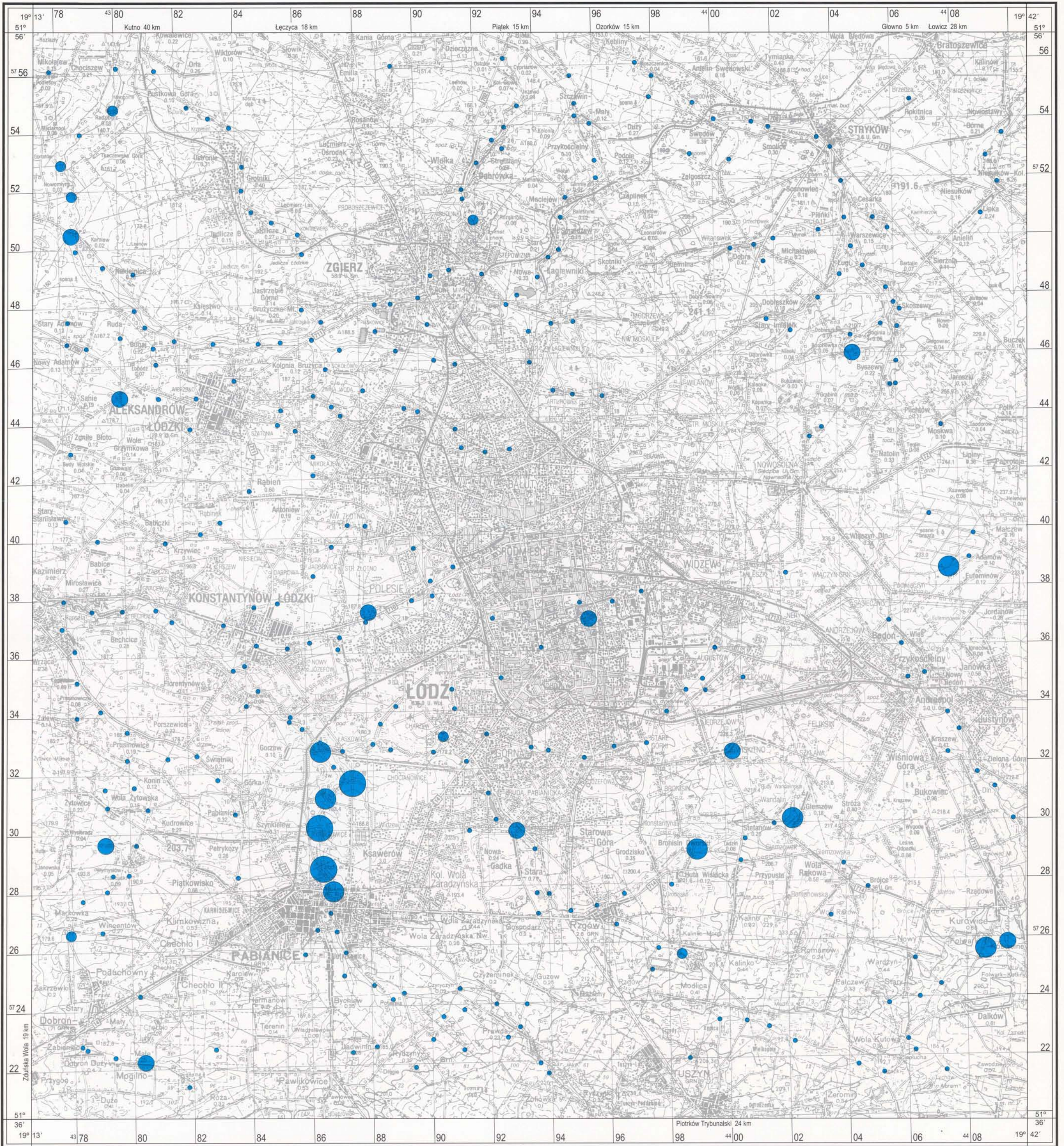
•

< 1,0

1,0 – 1,4

≥ 1,5 ppb

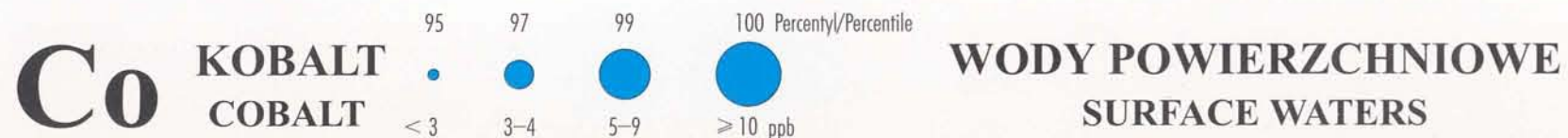
WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

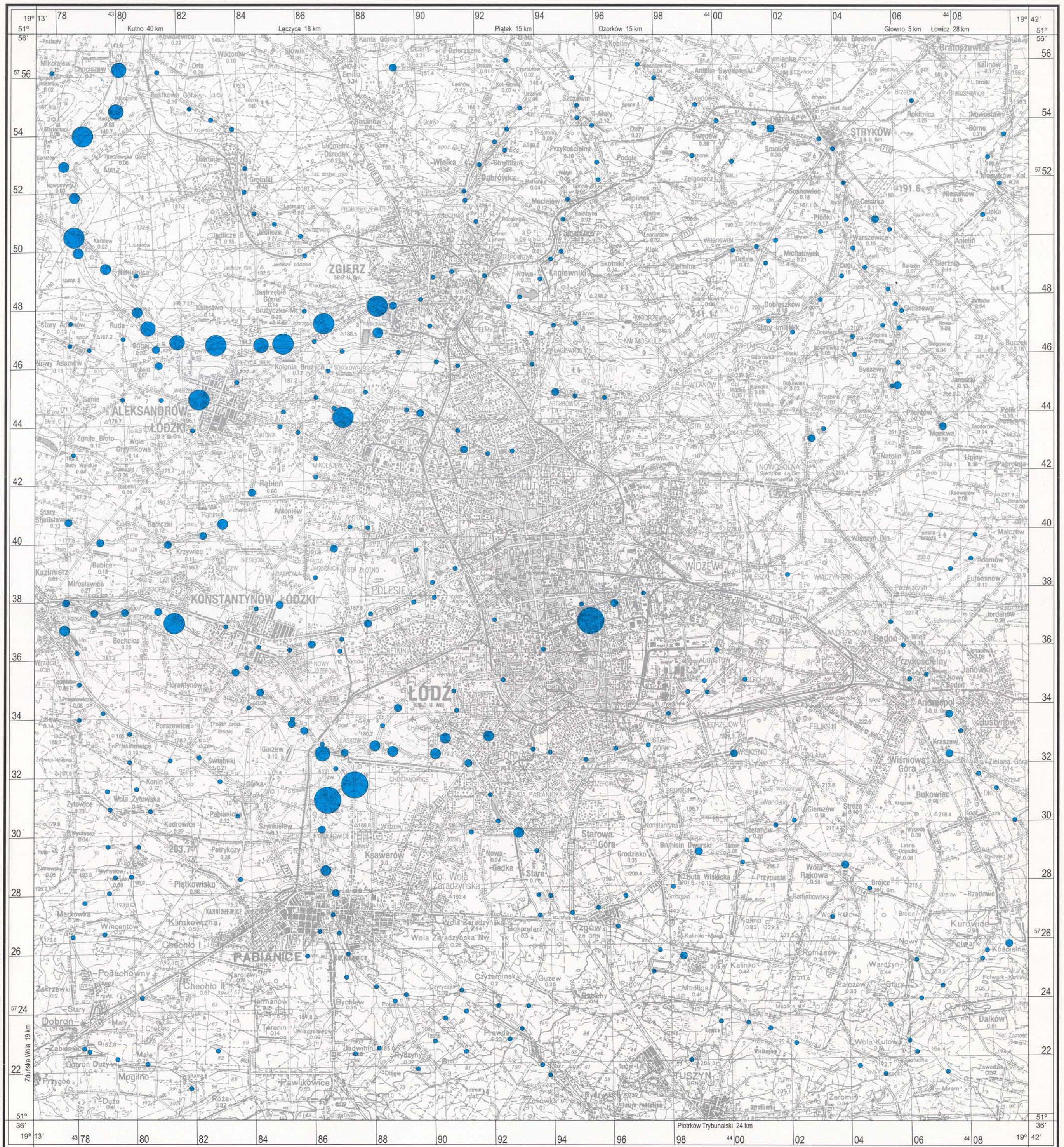


Początek topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000



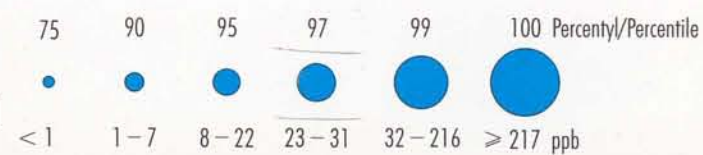


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

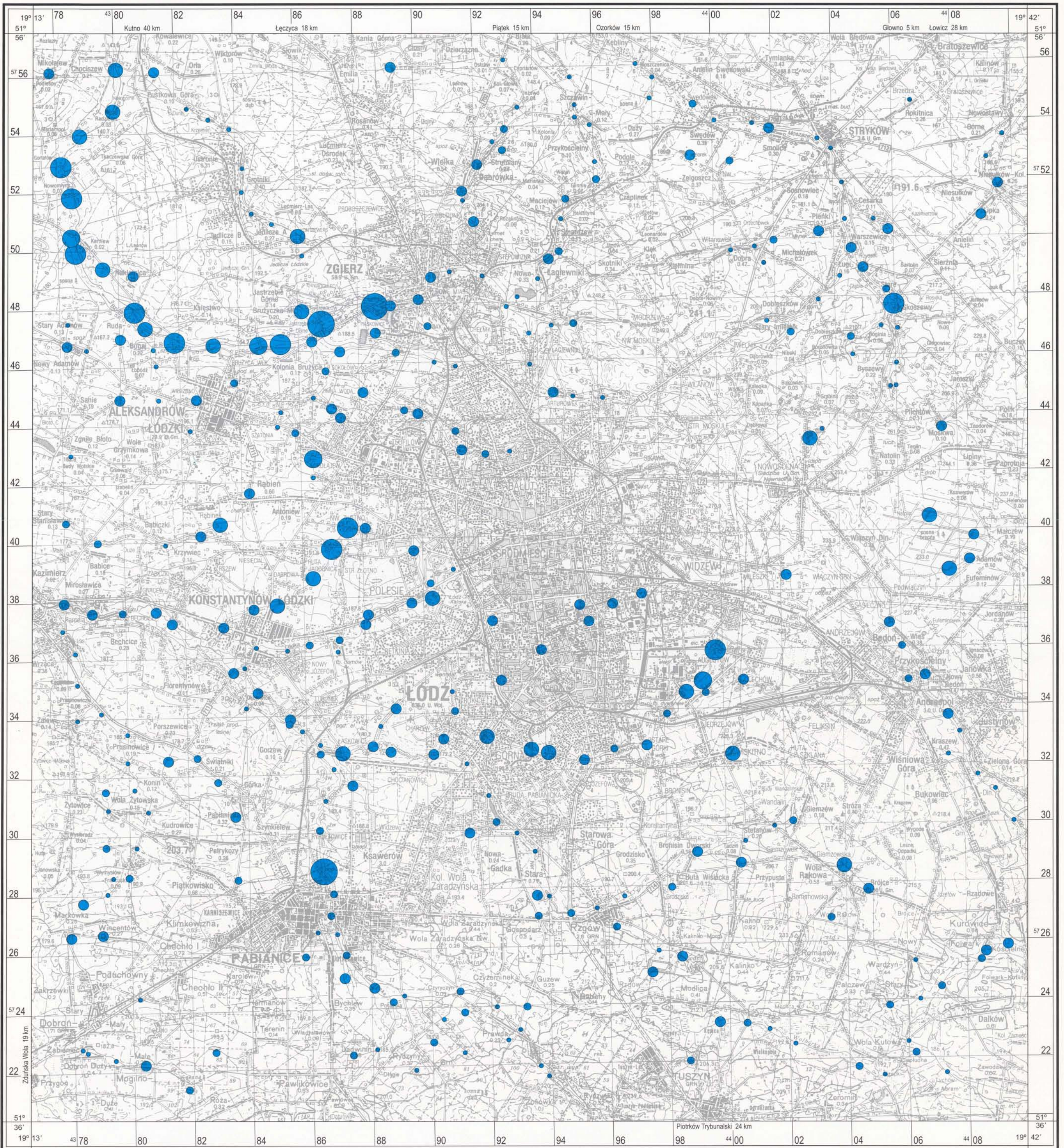
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Cr CHROM
 CHROMIUM



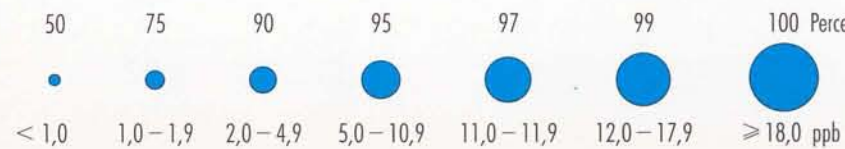
WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS



© Copyright by PIG, Warszawa 1998

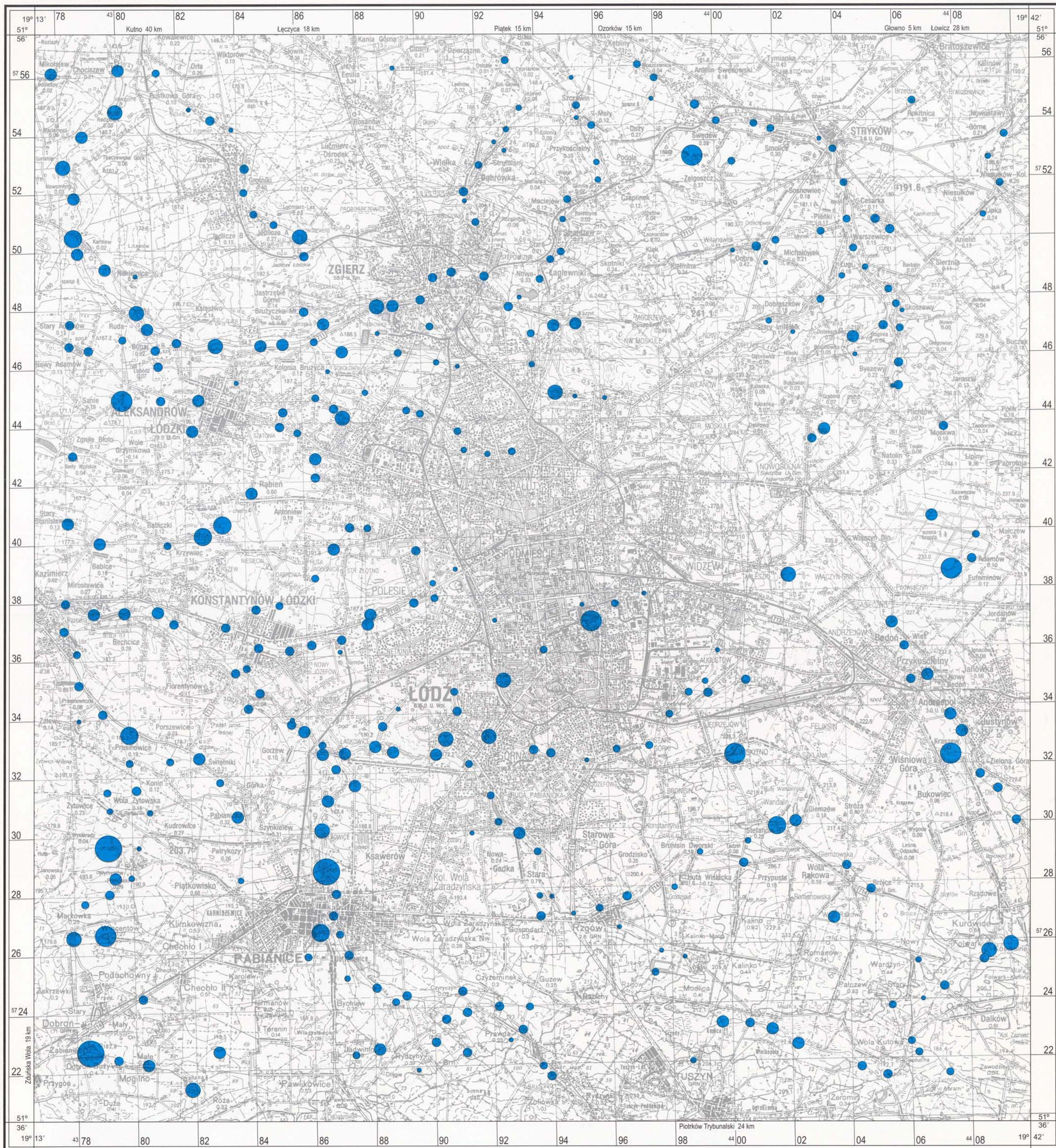
1:100000

Cu MIEDŹ
COPPER



WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1988



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

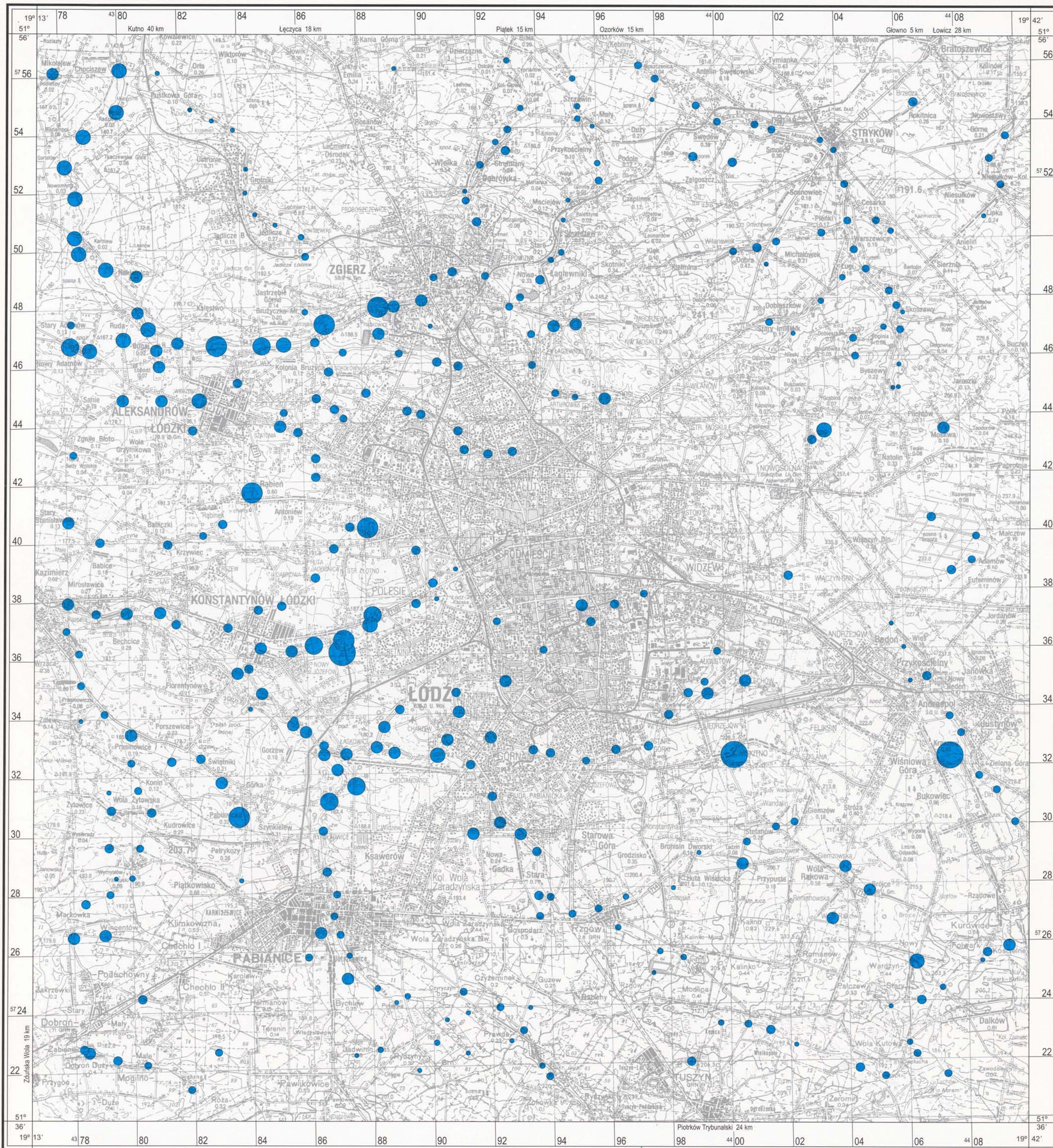
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Fe ŻELAZO
IRON



WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS



© Copyright by PIG, Warszawa 1998

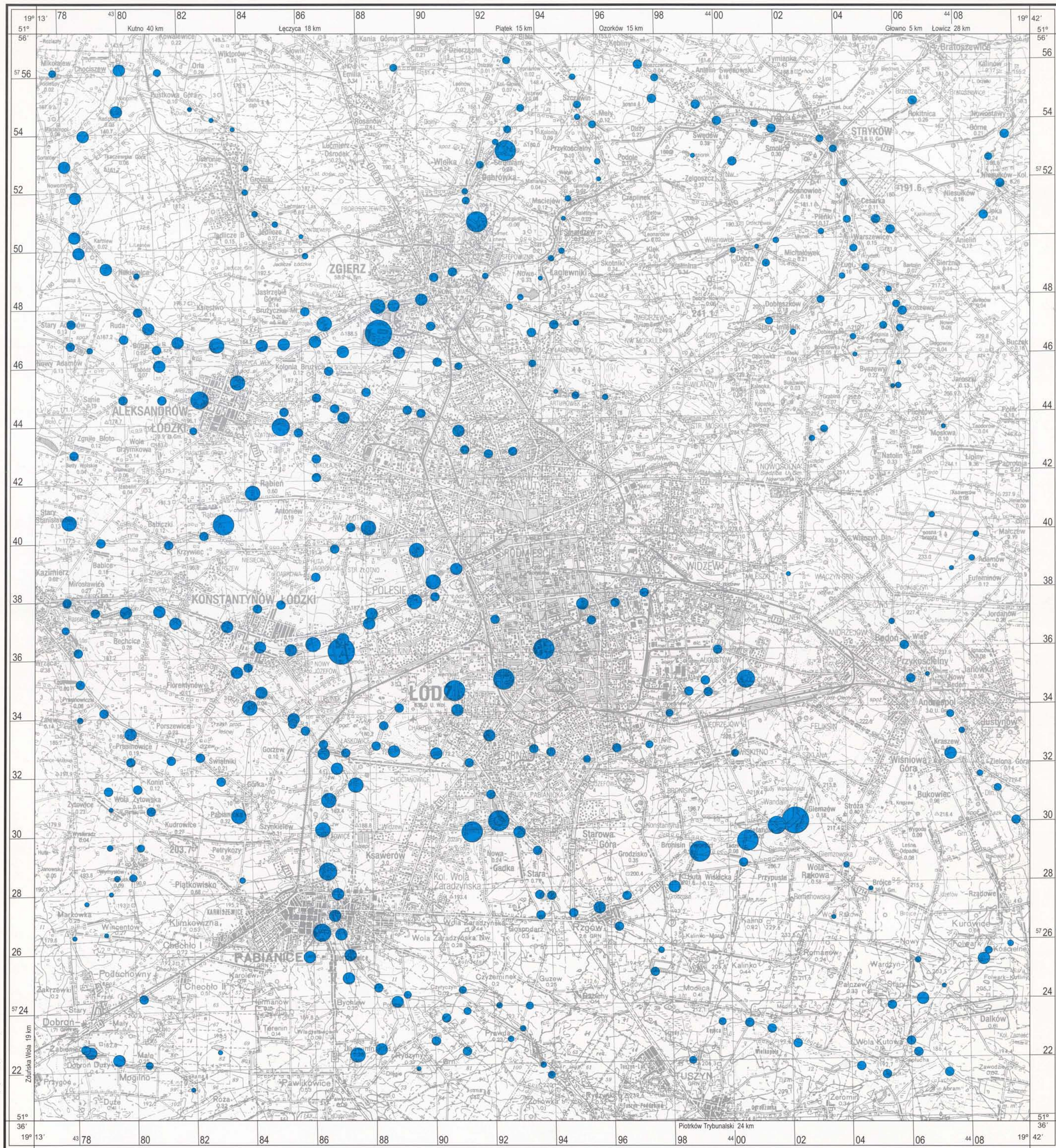
1:100000

K POTAS
POTASSIUM



WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

Początek topograficzny - ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. - 1988



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1988

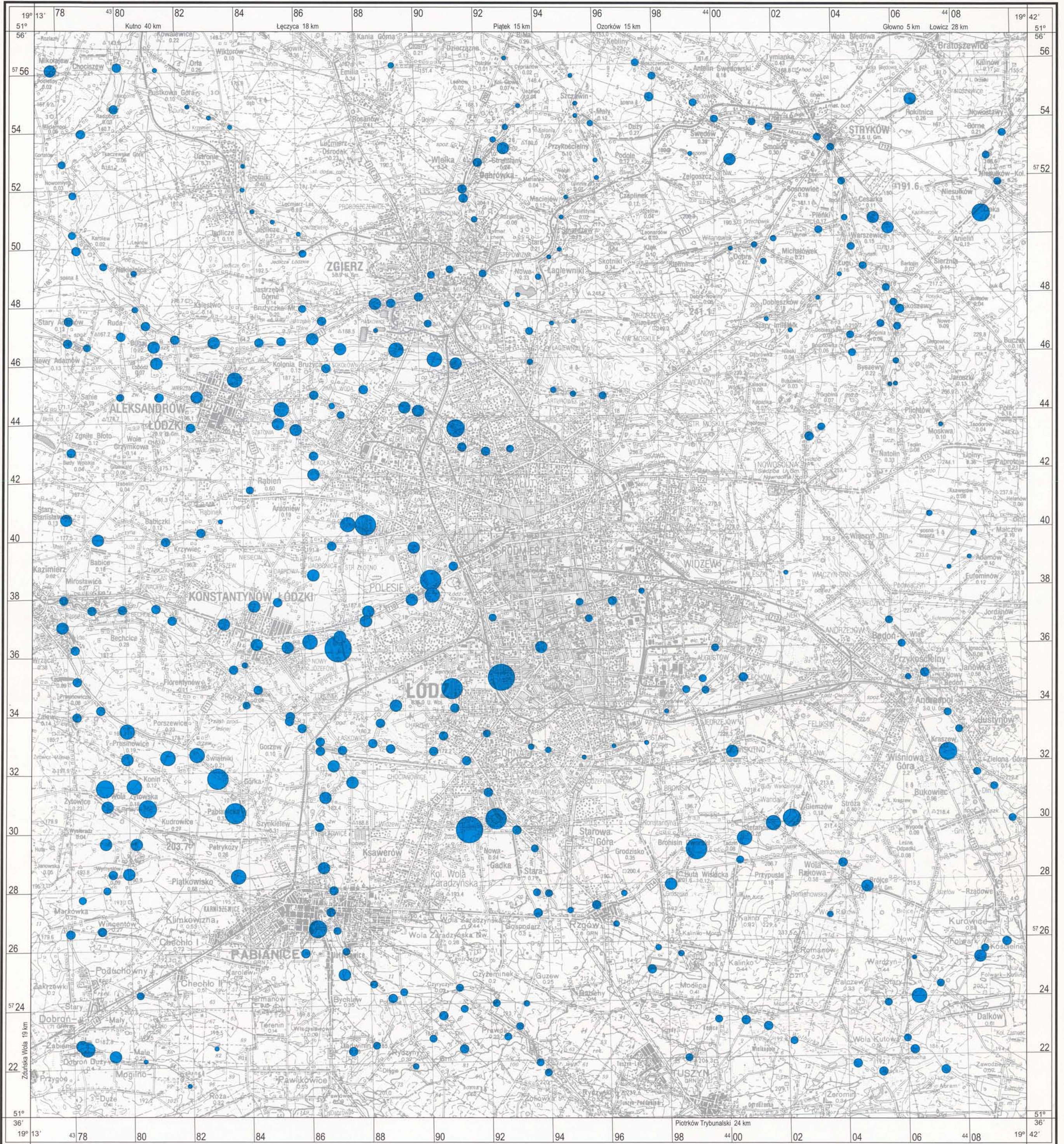
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Li LIT
LITHIUM



WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS



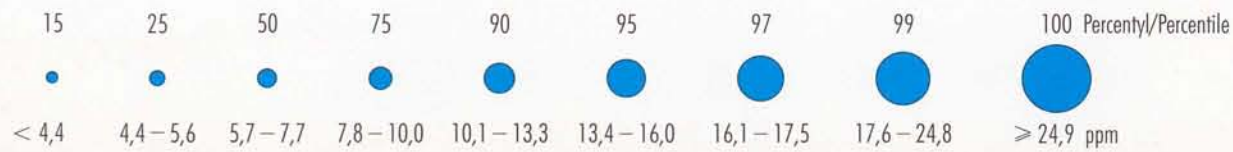
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

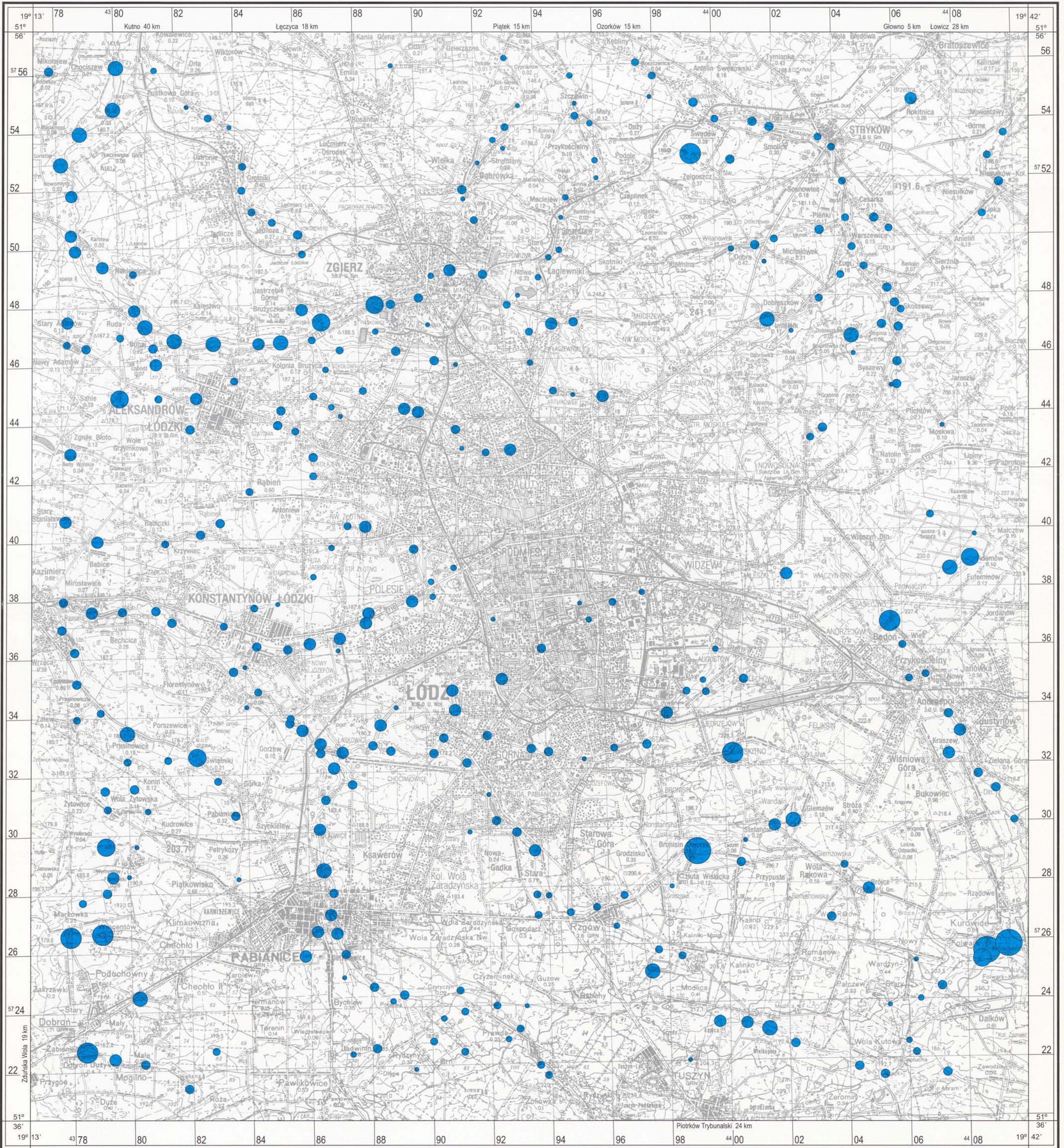
1:100000

Mg

**MAGNEZ
 MAGNESIUM**



**WODY POWIERZCHNIOWE
 SURFACE WATERS**

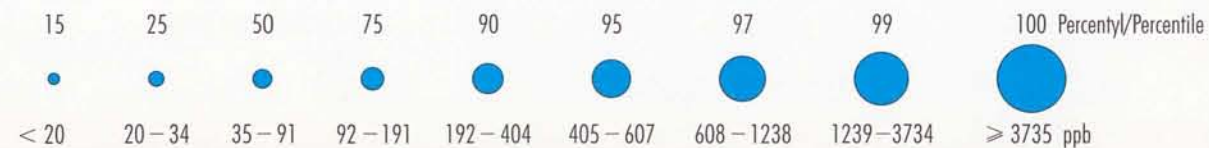


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

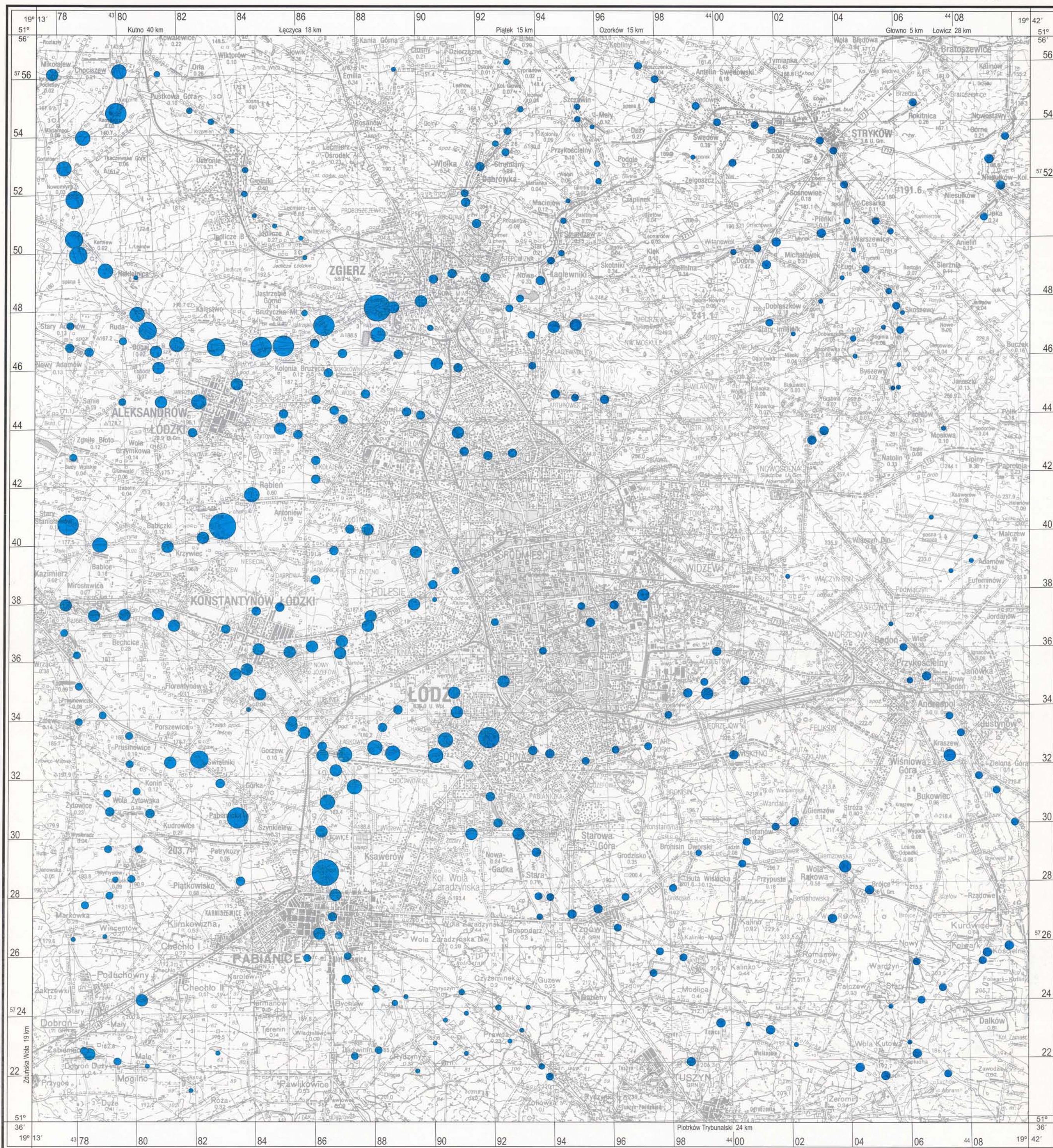
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Mn MANGAN
 MANGANESE



WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

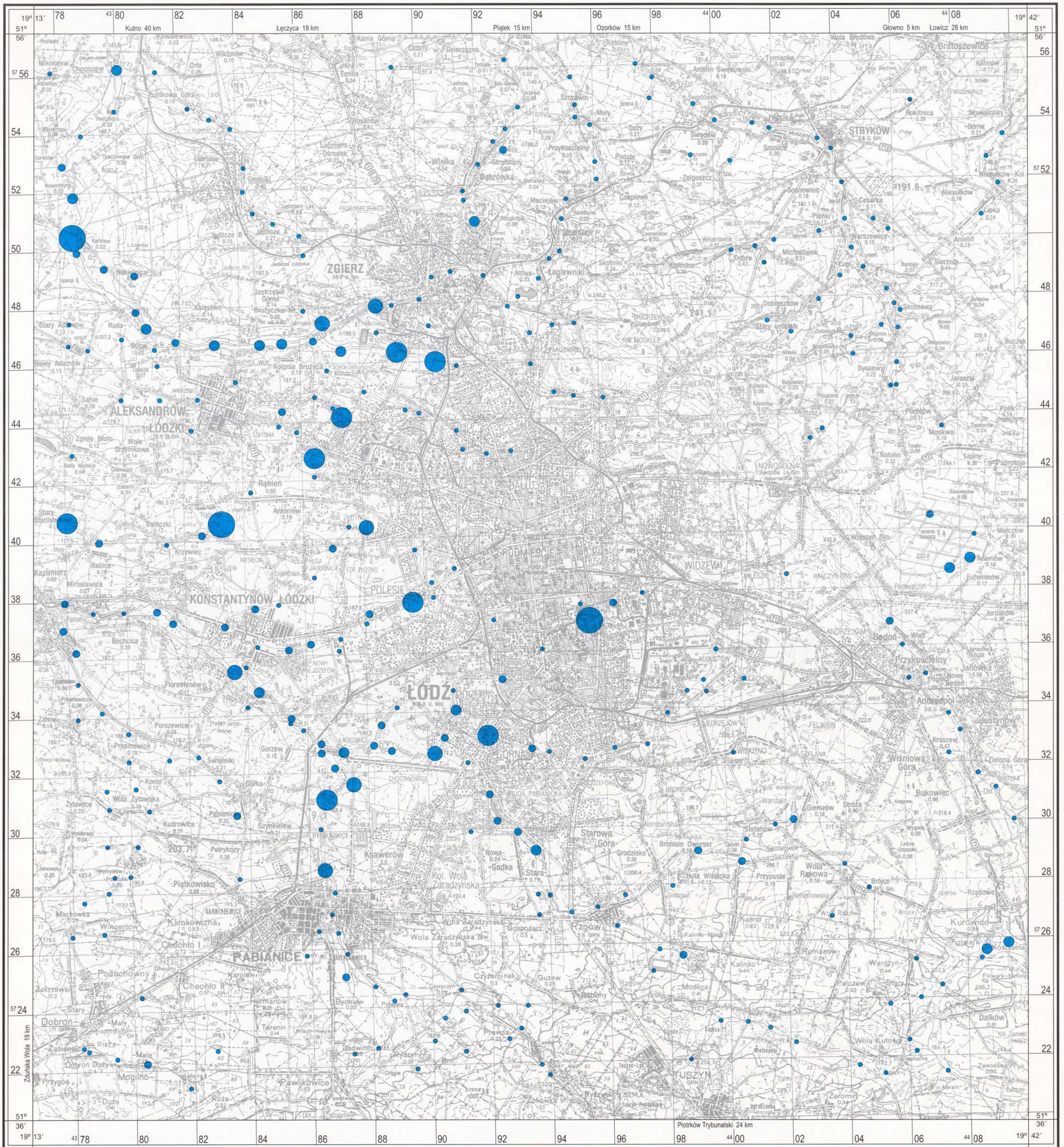


© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000



WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS



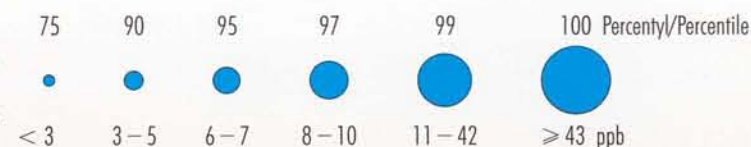
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABI GENERALNEGO WP. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

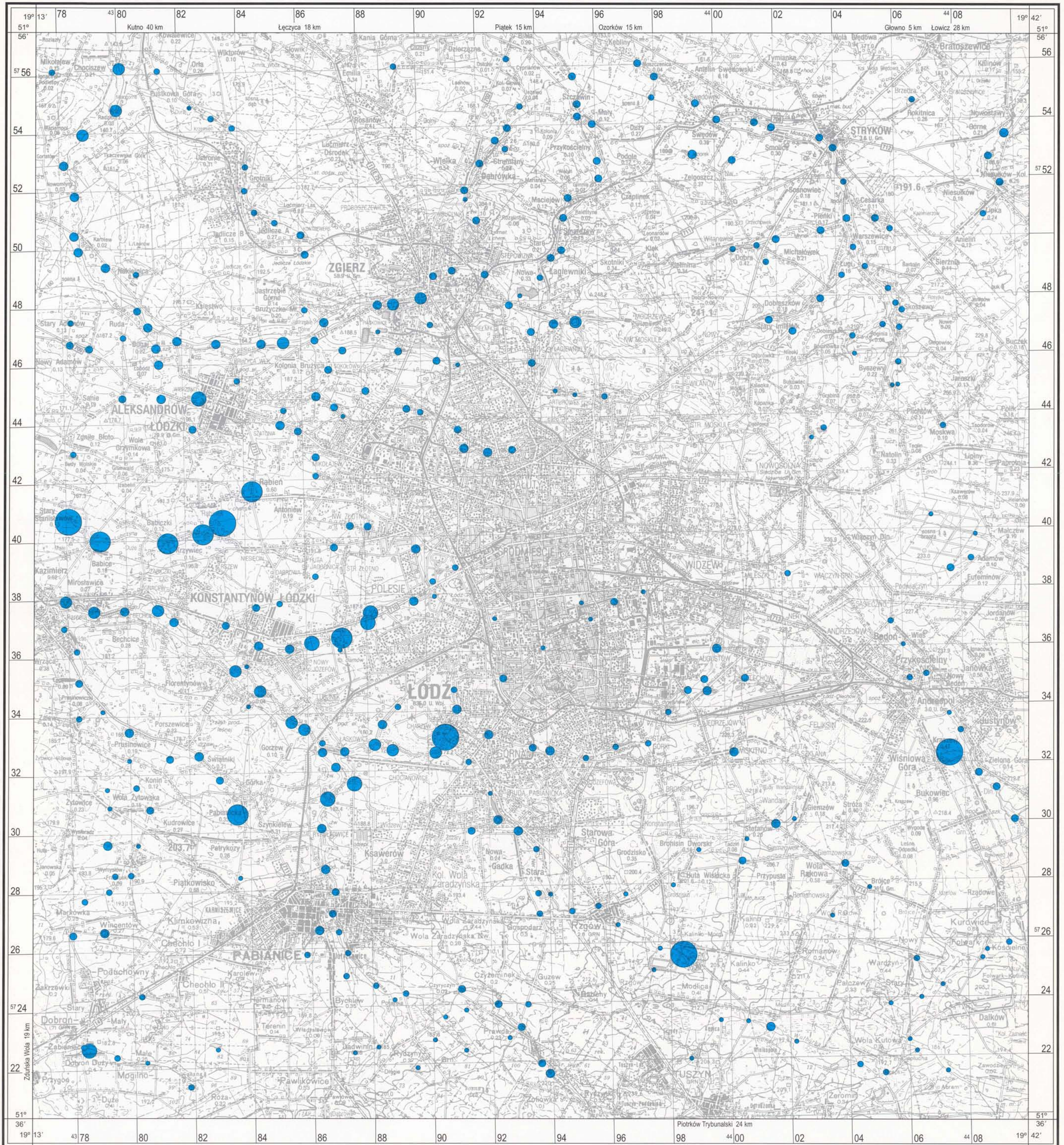
1:100000

Ni

**NIKIEL
 NICKEL**



**WODY POWIERZCHNIOWE
 SURFACE WATERS**



© Copyright by PIG, Warszawa 1998

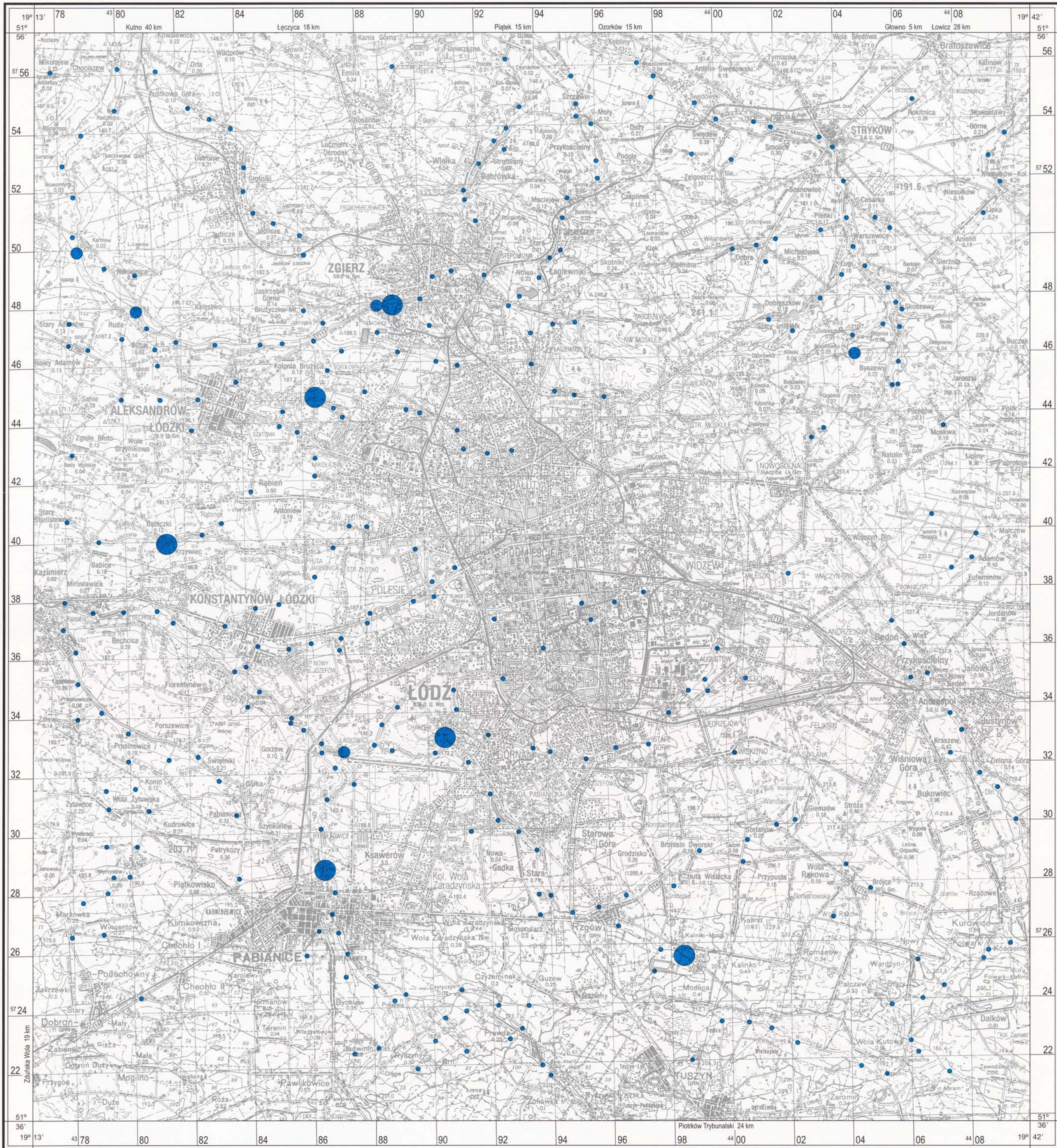
1:100000

P FOSFOR
PHOSPHORUS



WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

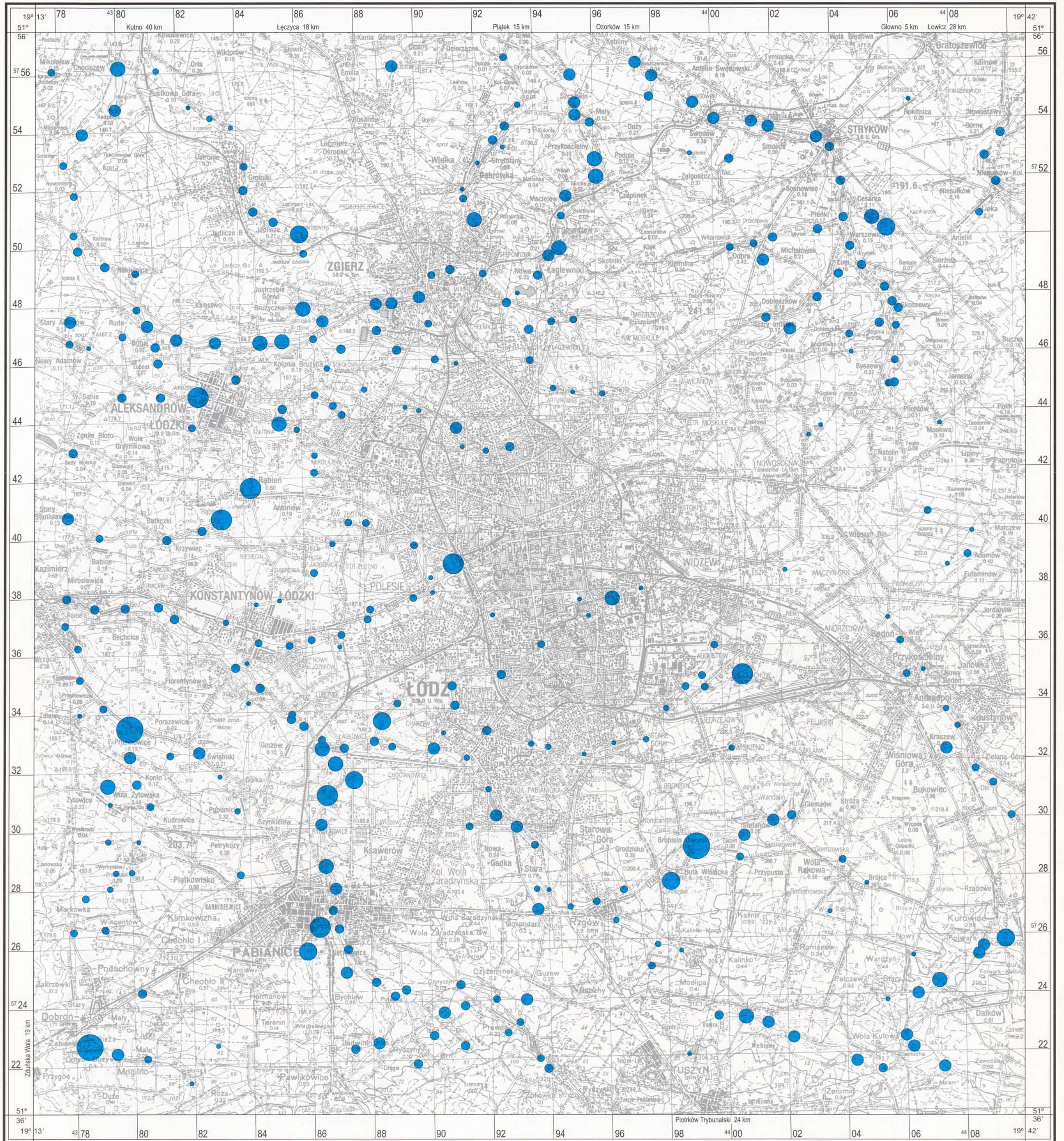


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Pb **OLÓW** **LEAD** 97 99 100 Percenty/Percentile
 • • •
 < 3 3–5 > 6 ppb **WODY POWIERZCHNIOWE**
SURFACE WATERS

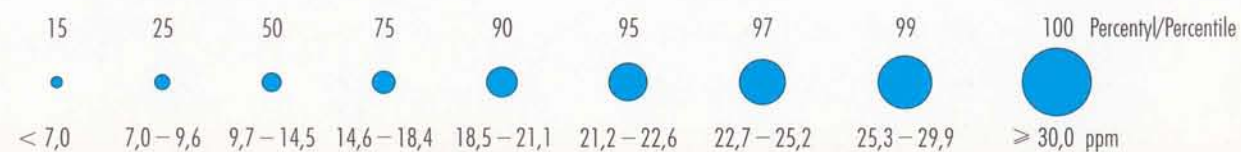


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

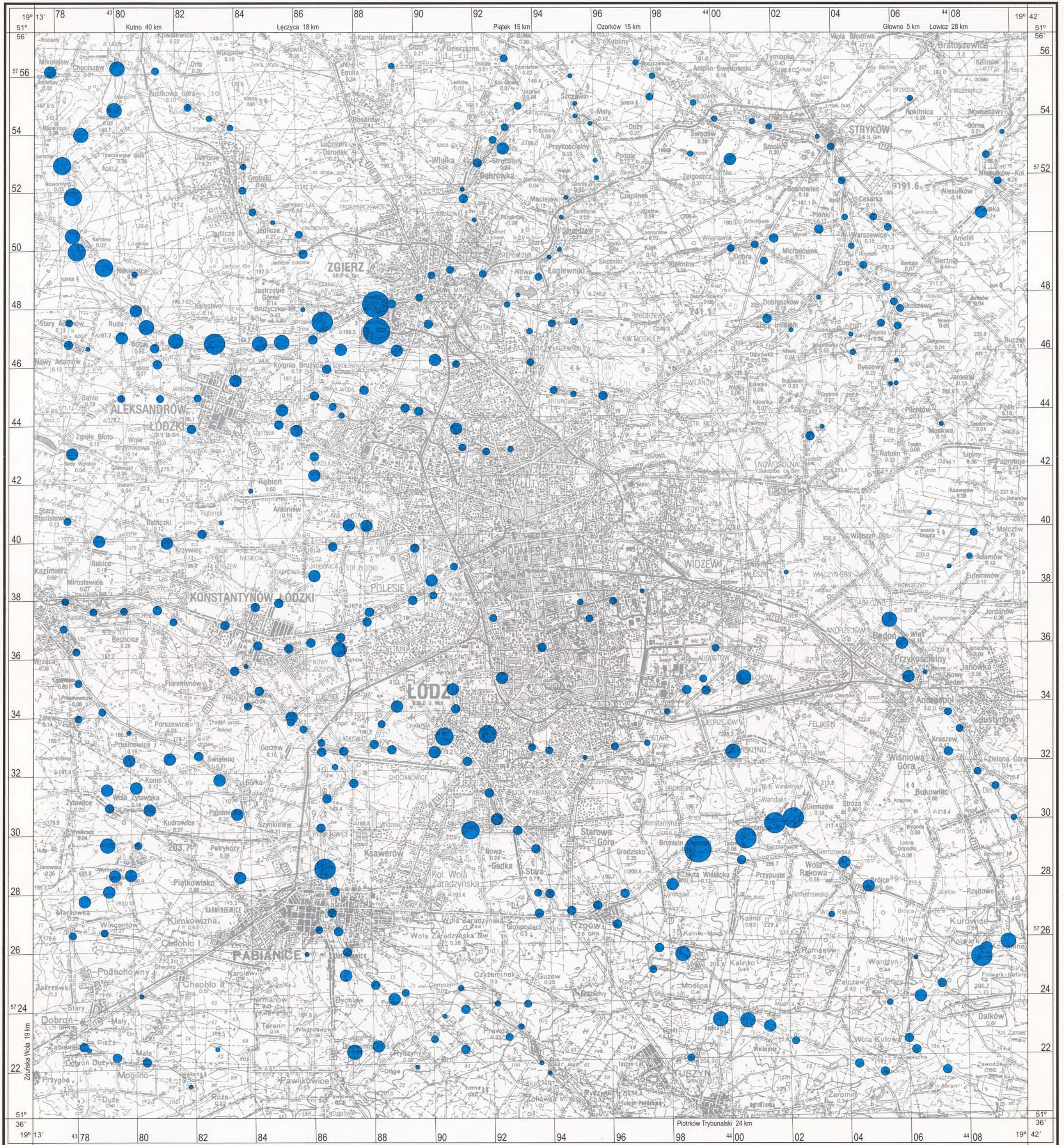
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

SiO₂ KRZEMIONKA
SILICA



WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS



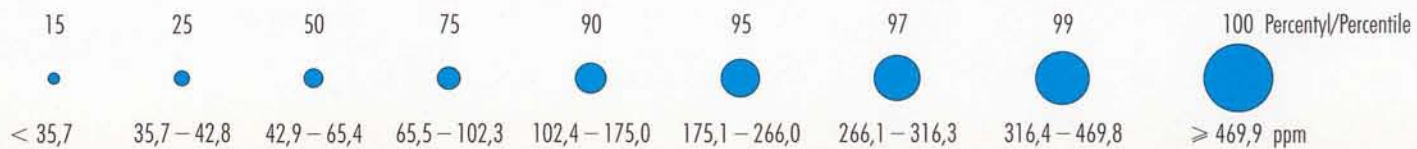
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

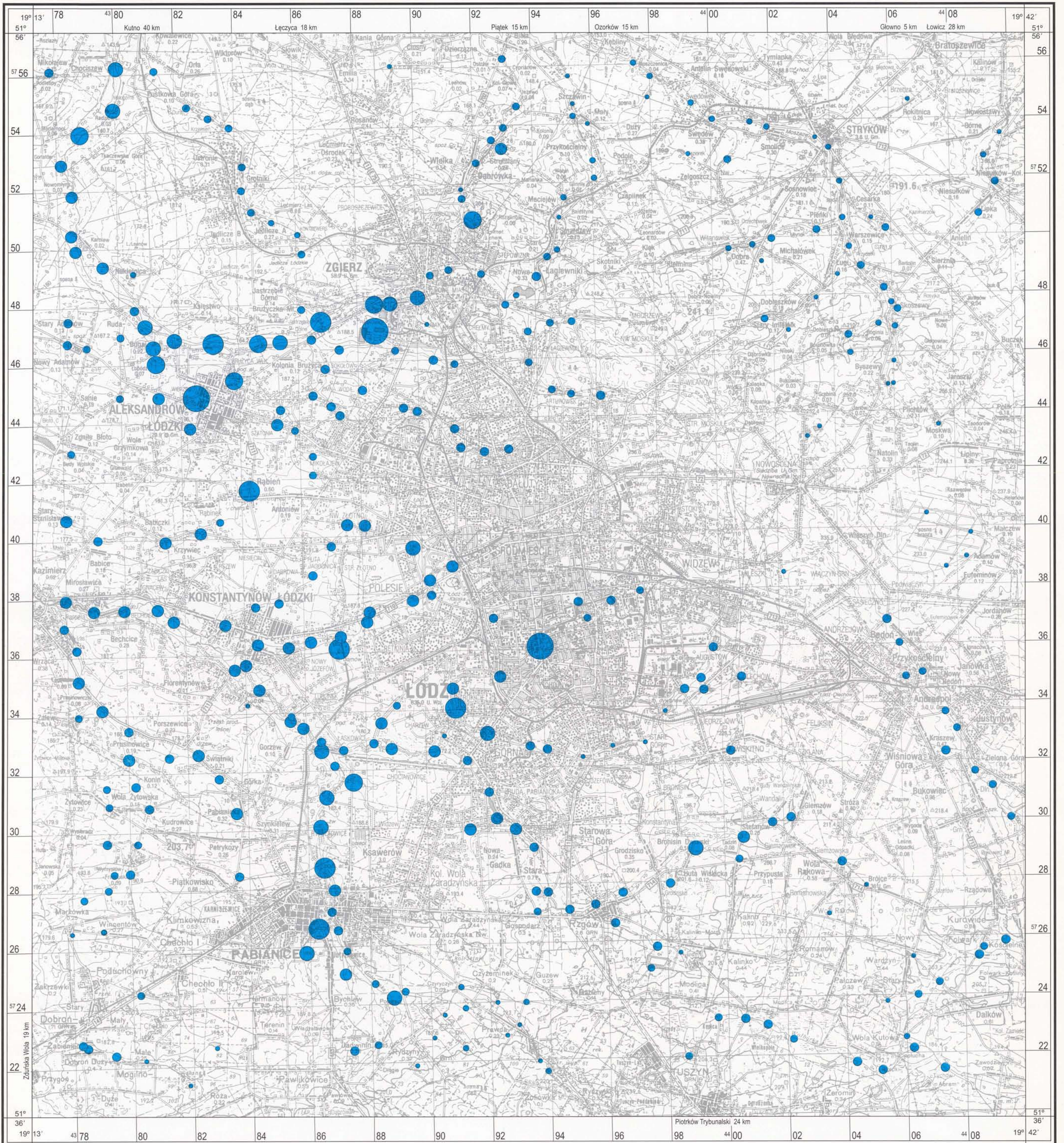
1:100000

SO₄

**SIARCZANY
 SULPHATES**



**WODY POWIERZCHNIOWE
 SURFACE WATERS**



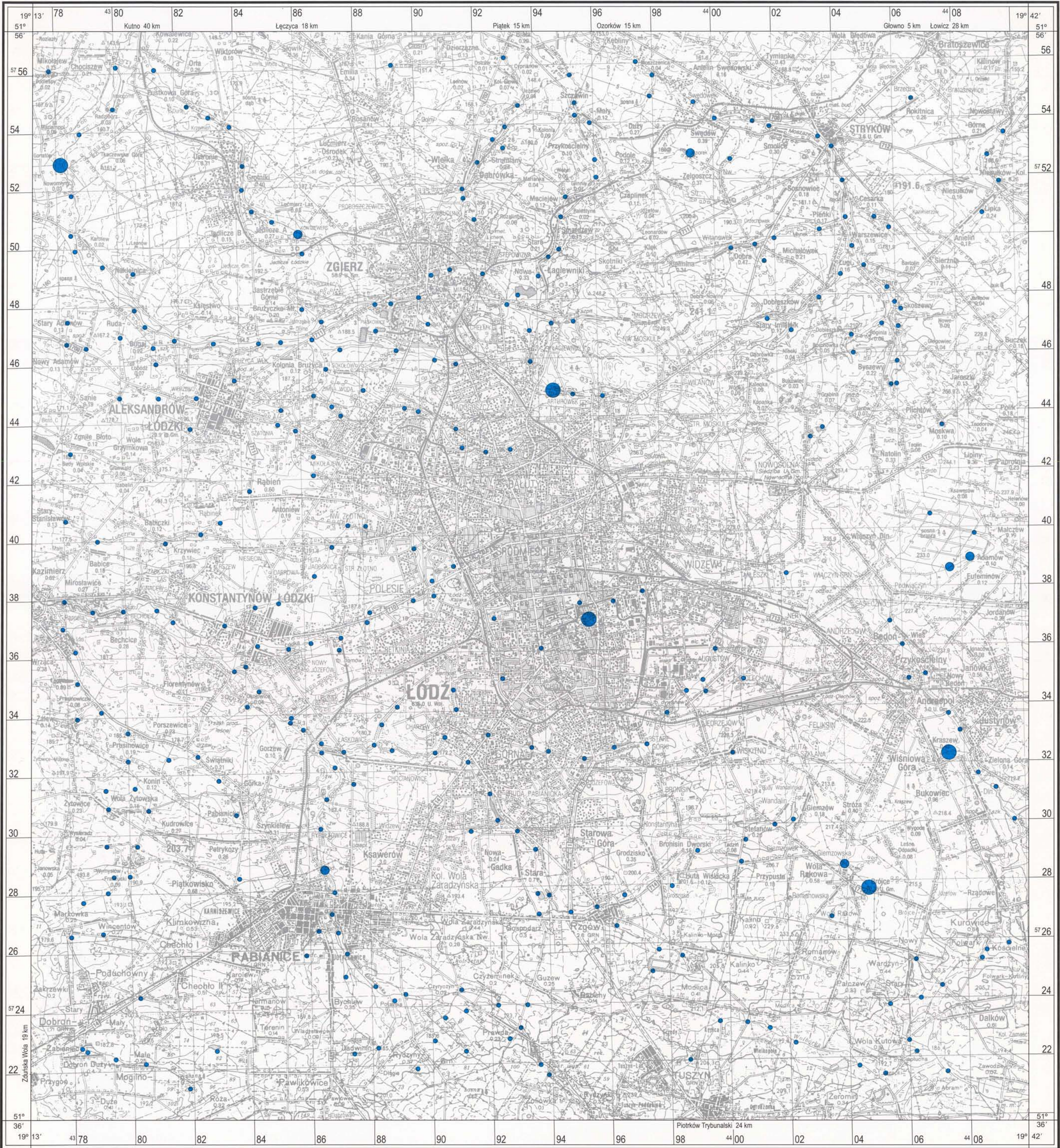
Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1988

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000



**WODY POWIERZCHNIOWE
 SURFACE WATERS**

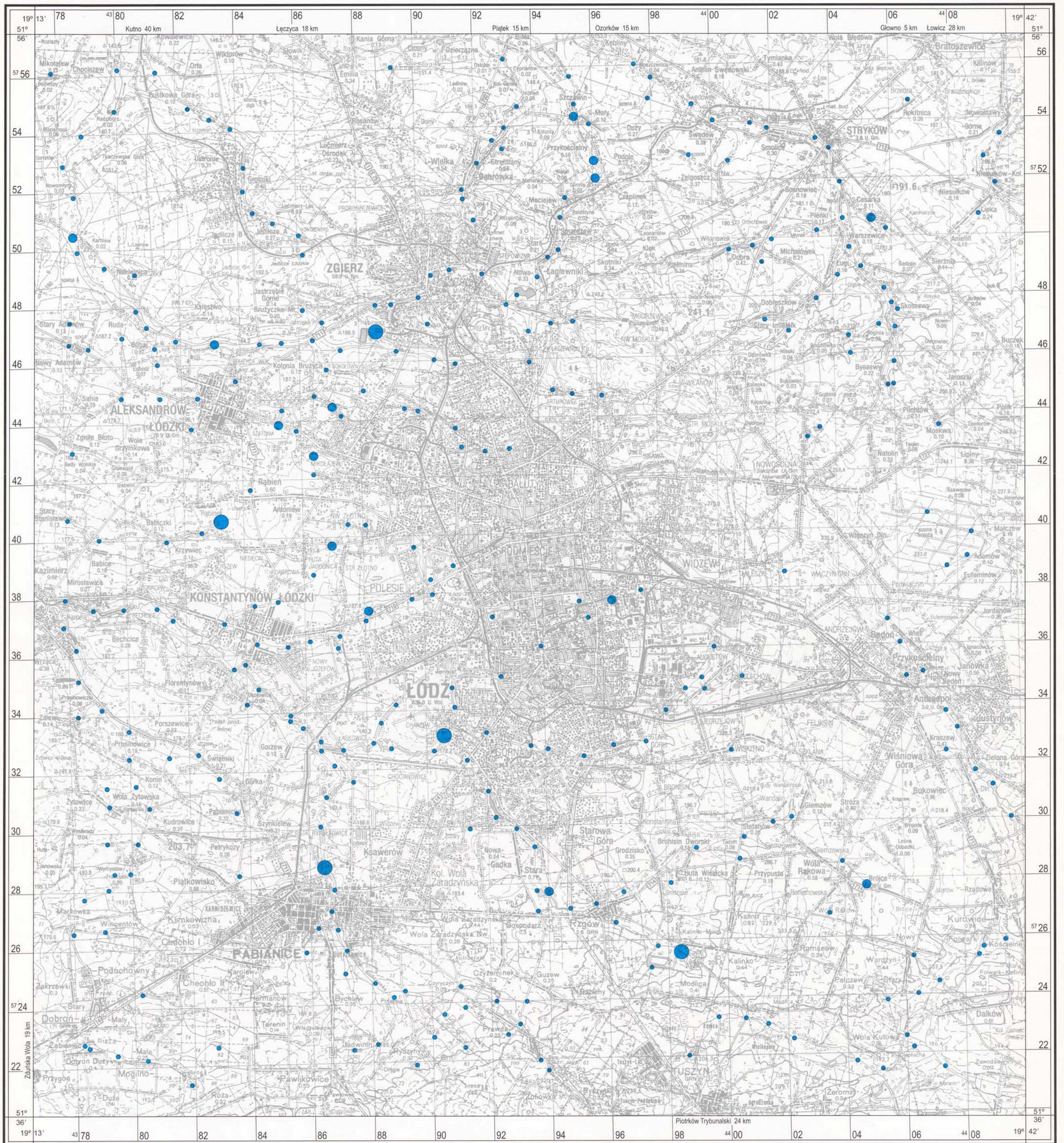


Podkład topograficzny - ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. - 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Ti	TYTAN TITANIUM	97 •	99 •	100 •	Percentyl/Percentile	WODY POWIERZCHNIOWE SURFACE WATERS
		< 3	3-4	≥ 5 ppb		



Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO W.P. – 1988

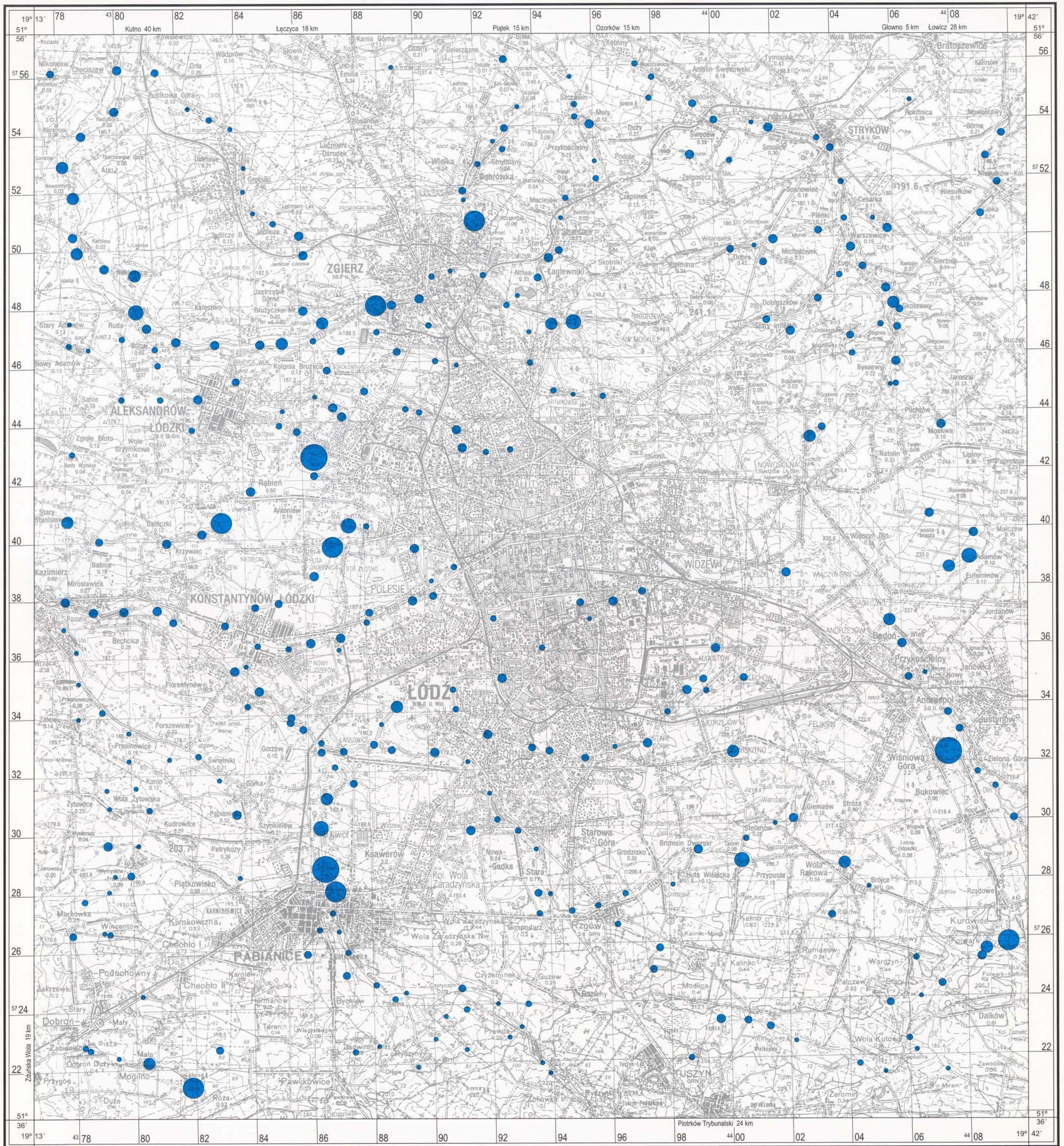
© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

V WANAD
 VANADIUM

●	97	●	99	●	100
●	< 3	●	3-4	●	> 5 ppb

WODY POWIERZCHNIOWE
 SURFACE WATERS

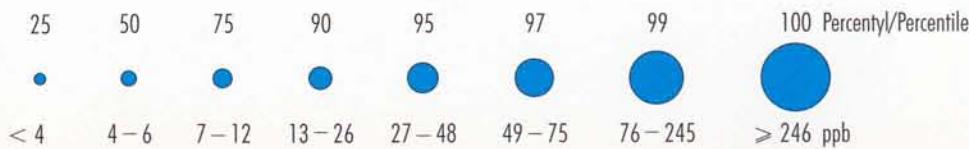


Podkład topograficzny – ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GENERALNEGO WP. – 1998

© Copyright by PIG, Warszawa 1998

1:100000

Zn CYNK
 ZINC



WODY POWIERZCHNIOWE
 SURFACE WATERS