

Biblioteka **PIG**
Warszawa

87453

REGAŁ
z ATLASAMI
i MAPAMI

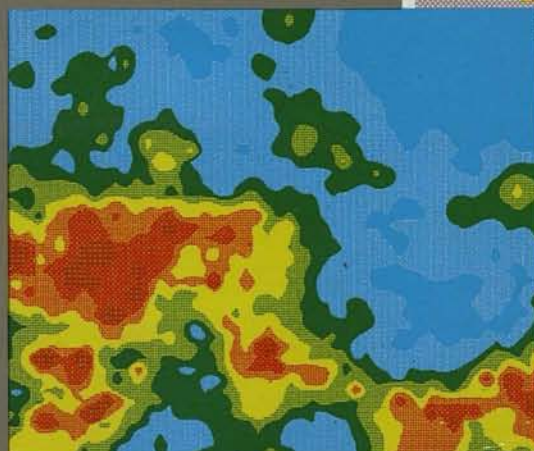
PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY



ATLAS GEOCHEMICZNY GÓRNEGO ŚLĄSKA

1:200 000

Józef Lis, Anna Pasieczna



Warszawa 1995

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

ATLAS GEOCHEMICZNY GÓRNEGO ŚLĄSKA

1:200 000

Józef Lis, Anna Pasieczna

GEOCHEMIA

Józef LIS, Anna PASIECZNA

OPRÓBOWANIE

*Henryk BIERNAT
(kierownik)*

ANALIZY CHEMICZNE

*Piotr PASŁAWSKI
(kierownik)*

GEOLOGIA I ZŁOŻA

Stanisław PRZENIOSŁO

PRZETWARZANIE DANYCH

Grzegorz PRZENIOSŁO, Tomasz GLIWICZ

Warszawa 1995

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

Redaktor mgr Barbara SŁOWAŃSKA

Akceptował do druku 10.02.1995 r.
dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego
prof. dr hab. Stanisław SPECZIK

Recenzent prof. dr hab. Andrzej PAULO



© Copyright by PIG, Warszawa 1995

Druk ZPP Polskiej Agencji Ekologicznej S.A. Zlec. D-3.

Nr inw. d/87453/95

PRZEDMOWA

Jednym z zadań Państwowego Instytutu Geologicznego jest stworzenie podstaw naukowych dla planowego zagospodarowania przestrzeni kraju z uwzględnieniem potrzeb ochrony środowiska. Rozwój przemysłu i nowoczesnego rolnictwa oraz zmiany demograficzne, jakie zaszły w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat, spowodowały znaczną degradację środowiska przyrodniczego w Polsce. Dotyczy to szczególnie Górnego Śląska, nie bez podstaw uważanego za obszar klęski ekologicznej. Wychodząc naprzeciw zapotrzebowaniu społecznemu Państwowy Instytut Geologiczny podjął działania mające na celu rozpoznanie stopnia i zasięgu skażeń chemicznych w powierzchniowych środowiskach Ziemi w Polsce.

Jedną z najważniejszych metod służących temu celowi jest kartografia geochemiczna, stosowana dotychczas dla poszukiwań złóż surowców mineralnych, a obecnie z powodzeniem także dla lokalizacji źródeł zanieczyszczeń i terenów skażonych w wyniku działań gospodarczych. Mapy geochemiczne opracowywane według ścisłych zasad dają obiektywny obraz chemizmu kartowanego środowiska (gleb, osadów wodnych, wód powierzchniowych) i mogą być wykorzystywane w wielu działaniach, których celem jest poprawa stanu środowiska i zapobieganie jego dalszej degradacji.

Dziś oddajemy społeczeństwu „Atlas geochemiczny Górnego Śląska” w skali 1:200 000 prezentujący fragment szeroko zakrojonych badań w dziedzinie geochemii środowiska w Polsce. Stanowi on źródło informacji dla Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska oraz innych służb działających w dziedzinie ochrony środowiska, geologii, rolnictwa i leśnictwa, planowania przestrzennego, geomedycyny i ochrony zdrowia.

Atlas jest dorobkiem zarówno Państwowego Instytutu Geologicznego jak i Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, z którego środków został sfinansowany. Stanowi on jednak zaledwie początek rozpoznania geochemicznego Górnego Śląska. Dla potrzeb gmin konieczne są bardziej szczegółowe mapy geochemiczne w skali 1:25 000, a w obszarach szczególnego zagrożenia w skali 1:10 000, często bowiem w obszarach o wysokim poziomie skażenia środowiska można wydzielić strefy o niskim, zbliżonym do tła geochemicznego, poziomie zawartości substancji szkodliwych, zaś w pozornie czystych terenach występują obszary silnie skażone.

Te wielkie, ważne dla gospodarki, planowania przestrzennego i zdrowia społeczeństwa problemy są, i będą nadal, w centrum uwagi Państwowego Instytutu Geologicznego.

Dyrektor
Państwowego Instytutu Geologicznego
Prof. dr hab. Stanisław Speczik



WSTĘP

Atlas geochemiczny Górnego Śląska 1:200 000 jest jedynym z opracowywanych przez Państwowy Instytut Geologiczny atlasów geochemicznych, obrazujących w ujęciu kartograficznym stan chemizmu powierzchniowych środowisk Ziemi w Polsce. Założenia w dziedzinie kartografii geochemicznej dla całego kraju (J. Lis, 1987) zostały przygotowane w ramach Programu Badawczego – Polska 2010. Ze względu na brak funduszy oraz małe możliwości wykonawcze ówczesnych laboratoriów chemicznych nie dysponujących szybkimi, wielopierwiastkowymi technikami analitycznymi, temat ten nie był wówczas realizowany. Problem mapy geochemicznej kraju stał się na nowo aktualny w 1989 r., gdy z inicjatywy prof. Stefana Kozłowskiego został opracowany program: „Ochrona Litosfery” (S. Kozłowski, 1989), w skład którego weszły założenia dla zadania „Mapa geochemiczna Polski w skali 1:500 000” (J. Lis, 1989). Realizację tematu rozpoczęto w 1991 r. z funduszy Ministerstwa Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, przewidując zakończenie w 1995 r.

Badaniom poddano gleby, osady wodne i wody powierzchniowe, a opróbowanie prowadzono w siatce 5x5 km z zagęszczeniami do siatki 2x2 km w aglomeracjach miejskich i obszarach silnie uprzemysłowionych. Zagęszczonym systemem opróbowania objęto wówczas obszar Górnego Śląska uważany powszechnie za rejon klęski ekologicznej. Powierzchnia wykonanego zdjęcia wynosi 6290 km². Od 1992 r. realizację tematu finansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Równocześnie ze względu na odpowiednią gęstość opróbowania wydzielono temat: „Atlas geochemiczny regionu śląsko-krakowskiego” w skali 1:200 000, który wykonano w latach 1991–1993 (J. Lis, A. Pasieczna, 1993).

Prace terenowe prowadzono w latach 1991–1992 we współpracy z przedsiębiorstwem geologicznym POLGEOL z Warszawy. Prace laboratoryjne zostały wykonane w całości przez Centralne Laboratorium Chemiczne Państwowego Instytutu Geologicznego.

PRACE TERENOWE

Prace terenowe zostały wykonane w sezonach letnich 1991 i 1992 r. Na zlecenie Państwowego Instytutu Geologicznego do opróbowania zaangażowane zostały trzy grupy terenowe przedsiębiorstwa geologicznego POLGEOL z Warszawy. Pracownicy wykonujący opróbowanie zostali odpowiednio przeszkoleni przed wyjazdem w teren. Każda z grup wyposażona została w mapy topograficzne, sprzęt i materiały do opróbowania oraz instrukcję prac terenowych.

Część wyników trzyletnich badań wykorzystano do przygotowania do druku niniejszego Atlasu. Zbiór map obrazuje krajobraz geochemiczny powierzchniowych środowisk Ziemi. Opracowano je na podstawie 87 243 oznaczeń pierwiastków chemicznych w 4211 próbkach gleb, osadów wodnych (dennych) i wód powierzchniowych zbiorników wodnych.

W realizacji atlasu brali udział:

- J. Lis, A. Pasieczna: geochemia – koncepcja i projekt badań, nadzór i koordynacja prac, opracowanie map geochemicznych, interpretacja wyników,
- S. Przeniosło: geologia i złoża,
- H. Biernat – POLGEOL: nadzór prac terenowych,
- T. Depciuch, H. Tomassi-Morawiec: przygotowanie bazy danych,
- G. Przeniosło, T. Gliwicz: przetwarzanie danych,
- P. Paślawski, K. Jakimowicz-Hnatyszak: prace analityczne – kierownictwo i koordynacja,
- H. Bellok, E. Górecka, I. Jaroń, A. Jaklewicz, J. Kucharzyk, B. Kudowska, D. Lech, M. Liszewska, T. Liszewski, E. Maciołek: analizy chemiczne,
- B. Budzicka, B. Karolak, I. Witowska, D. Woźnica: przygotowanie chemiczne próbek,
- T. Szttyrak, M. Cichorski, J. Duszyński, A. Nyc, T. Paszkowska, Z. Prasol: przygotowanie próbek do analiz.

*
* *

Autorzy dziękują wszystkim, których przychylny stosunek umożliwił wykonanie badań i wydanie Atlasu, a w szczególności Profesorowi Stefanowi Kozłowskiemu dzięki którego inicjatywie program badań w dziedzinie ochrony litosfery przybrał realny kształt.

Profesorowi Andrzejowi Paulo dziękujemy za uwagi merytoryczne i recenzję pracy.

Dla lokalizacji punktów poboru próbek używano map topograficznych w układzie państwowym 1965, w skali 1:50 000. Każdy arkusz mapy, odpowiadający 640 km², podzielony był na 160 kwadratów o powierzchni 4 km², z których pobierano próbki gleby, osadu wodnego i wody ze zbiornika lub ciekłu powierzchniowego. Opróbowaniem w siatce 2x2 km pokryto obszary silnie zurbanizowanego Górnego Śląska. Na niewielkim terenie w północnej i zachodniej, rolniczo-leśnej części arkusza opró-

bowanie prowadzono w siatce 5x5 km. Obserwacje tereno-
we dotyczące zabudowy, sposobu użytkowania gruntu, ro-
dzaju zbiornika wodnego, charakteru petrograficznego po-
bieranego materiału oraz szkic lokalizacji punktu notowane
były w odpowiedniej karcie opróbowania. Lokalizację pun-
któw pobrania próbek przedstawiono w Atlasie w tabli-
cach: 1, 1a, 1b, 23 i 45.

Próbki glebowe pobierano za pomocą ręcznej sondy
o średnicy około 80 mm z głębokości 0,0–0,2 m i 0,4–
0,6 m. Pobrana gleba o masie około 500 g umieszczana

była w woreczku płóciennym. Próbki osadów wodnych
o możliwie najdrobniejszym uziarnieniu i masie około
500 g pobierane były z różnego rodzaju zbiorników wod-
nych – rzek, strumieni, jezior, stawów itp. do worecz-
ków płóciennych. Próbki wód powierzchniowych pobiera-
ne były w tych samych miejscach skąd pobierano osady
wodne. Wody były filtrowane na miejscu przez twardy
sączek a po umieszczeniu w pojemniku o objętości 20 ml
zakwaszane HCl.

PRZYGOTOWANIE DO BADAŃ I ARCHIWIZACJA PRÓBEK

Gleby i osady wodne po wstępnym wysuszeniu w te-
renie, przewożone były do magazynu, gdzie suszono je
w temperaturze pokojowej. Następnie próbki przesie-
wano przez nylonowe sita (o oczkach 1 mm dla gleb
i 0,2 mm dla osadów wodnych). Po skwartowaniu, próbki
o masie około 100 g umieszczano w polietylenowych po-
jemnikach.

Wody po przywiezieniu z terenu poddawane były na-
świetlaniu w promieniach ultrafioletowych w celu unie-
możliwienia rozwoju mikroorganizmów.

Próbki zmagazynowano w odpowiednio przygotowa-
nym pomieszczeniu wyposażonym w regały z tackami.
Pojemniki z próbkami umieszczano na tackach według
rodzaju materiału i arkusza mapy. Każdej próbce nadano
numer analityczny.

Ze względu na niewystarczające środki na realizację cało-
ści prac, nie poddano analizie chemicznej próbek pobranych
z poziomu glebowego 0,4–0,6 m. Są one archiwizowane
i w przyszłości mogą być wykorzystane dla celów bardziej
wnikliwej interpretacji wykrytych anomalii geochemicznych.

PRACE LABORATORYJNE

ROZTWARZANIE PRÓBEK

Przy sporządzaniu atlasów geochemicznych w różnych
krajach stosowano dotąd różnorodne sposoby rozkładu pró-
bek glebowych i próbek osadów wodnych (dennych).
W przypadku niniejszego atlasu przedmiotem zaintereso-
wania nie była całkowita zawartość pierwiastków w gle-
bach i osadach wodnych lecz ta ich część, której źródłem
mogły być zanieczyszczenia antropogeniczne, a więc ra-
czej słabo związana w badanych próbkach i łatwo ługowa-
na kwasami. Ta forma pierwiastków jest też najłatwiej
przyswajana przez żywe organizmy. Chcąc wybrać sposób
wystarczający do prawidłowej interpretacji geochemicznej
wyników (a jednocześnie tańszy, szybszy i ułatwiający
pomiar instrumentalny) przeprowadzono w laboratorium
Państwowego Instytutu Geologicznego szereg eksperymen-
tów dla porównania wyników różnych sposobów trawienia
próbek (E. Górecka, K. Hnatyszak, P. Paślawski, 1993). Na
podstawie tych badań wybrano jako ostateczny sposób
trawienia HCl (1 część HCl+4 części wody). Odważano
2 g próbki do specjalnego naczynia, dodawano 20 ml HCl
(1+4) i ogrzewano w bloku aluminiowym przez 1 godz.
w temp. 90°C. Następnie przesączano do kolbki miarowej
o pojemności 100 ml.

W zastosowanym procesie ługowania kwasowego ilo-
ści pierwiastków uwalnianych do roztworu w stosunku do
ich całkowitych zawartości są różne, w zależności od for-
my występowania, i wahają się od kilku do 100%. Najtrud-
niej poddają się ługowaniu niektóre pierwiastki główne
minerałów, takie jak: krzem, glin, potas i sód w skaleniach,
żelazo, magnez, wapń zawarte w amfibolach i piroksenach,
cyrkon, tytan, itr, tor – w minerałach ciężkich gleb i osadów
wodnych. Najłatwiej przechodzą do roztworu pierwiastki

ze struktur minerałów węglanowych, chlorkowych i siar-
czanowych lub występujące w formach sorpcyjnych, słabo
związanych. Ten ostatni sposób występowania pierwiast-
ków jest najbardziej charakterystyczny dla gleb i osadów
wodnych zanieczyszczonych w procesach antropogenicz-
nych.

OZNACZENIA PIERWIASTKÓW I KWASOWOŚCI

Oznaczenia Ag, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe,
Mg, Mn, Ni, S, Sr, Ti, V i Zn w glebach oraz osadach
wodnych wykonano za pomocą spektrometrii emisyjnej ze
wzbudzeniem plazmowym (ICP). Dla analizy gleb stoso-
wano spektrometr PV 8060 firmy Philips, a dla analizy
osadów wodnych – spektrometr JY 70 Plus Geoplasma
firmy Jobin-Yvon. Granice oznaczalności pierwiastków ze-
stawiono w tabelach I i II.

Oznaczenia Hg wykonano metodą spektrometrii absor-
pcji atomowej, techniką zimnych par z użyciem spektro-
metrów: AAS-3 firmy Zeiss oraz Perkin-Elmer 4100 ZL
z systemem przepływowym FIAS-100.

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

Oznaczenia Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K,
Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, SO₄, SiO₂, Ti, V i Zn w wodach
powierzchniowych przeprowadzono metodą spektrometrii
emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym na spektrometrze
PV 8060 firmy Philips. Granice oznaczalności pierwiast-
ków podano w tabeli III.

BAZY DANYCH

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

BAZA WSPÓLRZĘDNYCH PUNKTÓW OPRÓBOWANIA

Pomiary współrzędnych punktów wykonano na mapach opróbowania w skali 1:50 000 na stole pomiarowym (dygimetrze) firmy Houston Instrument z wykorzystaniem pakietu SINUS. 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 wszelkich generacji map geochemicznych.

KONSTRUKCJA MAP GEOCHEMICZNYCH

PODKŁAD MAP GEOCHEMICZNYCH

Jako podkładu map geochemicznych użyto map topograficznych w skali 1:200 000 w układzie państwowym 1942: M-34-XIII arkusz Gliwice, M-34-XIV arkusz Kraków. Z arkuszy tych wycięto obszar w granicach współrzędnych geograficznych: 18°30'–19°45' i 50°00'–50°40' o powierzchni 6290 km².

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. Wyliczano średnią arytmetyczną, średnią geometryczną, medianę oraz wartość minimalną i maksymalną. Dane te zestawiono dla poszczególnych środowisk w tabelach IV–VI. Obliczone wskaźniki posłużyły za podstawę dla wyznaczania odpowiednich parametrów przy generacji map geochemicznych. Posługiwano się głównie średnią geometryczną. Parametr ten lepiej charakteryzuje badaną populację, gdyż jest mniej obciążony wpływem wartości ekstremalnych. Inne parametry, takie jak wariancja czy odchylenie standardowe, nie były przydatne w naszym przypadku, gdyż mamy tu do czynienia z bliżej nieokreślonymi rozkładami przyrodniczymi.

GEOLOGIA I ZŁOŻA KOPALIN

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Omawiany obszar, pod względem budowy geologicznej, obejmuje dwie wzajemnie ząbwiążące się jednostki, a mianowicie: Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW) oraz jego północne i północno-wschodnie obrzeżenie, należące do monokliny śląsko-krakowskiej. Obie jednostki od strony południowej przykryte są osadami trzeciorzędu. Zarówno uprzemysłowienie tego obszaru, jak również w konsekwencji zaludnienie, należące do największych w kraju,

BAZA DANYCH 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 wydzielania 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 dla Górnego Śląska zawiera 87 243 oznaczenia pierwiastków w 4211 próbkach.

GENERACJA MAP GEOCHEMICZNYCH

Do generacji map geochemicznych użyto komputera klasy PC 486, HD 330 MB, 16 MB RAM. Mapy geochemiczne generowano metodą odwrotnej odległości (inverse distance), za pomocą pakietu SURFER for Windows. W zbiorze danych użyto do generacji map geochemicznych również punkty spoza granic arkusza mapy. Postąpiono tak, aby uniknąć deformacji na brzegach mapy wynikających ze specyfiki programu liczącego. Pozwoli to też na łatwiejsze powiązanie ze sobą sąsiednich arkuszy map w przypadku gdyby takie zostały wykonane w przyszłości.

Poziomy zawartości (levels) dobierano kierując się najczęściej zasadą, aby najniższy odpowiadał średniej geometrycznej zbioru wyników dla danego 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). Wszystkie zgenerowane mapy geochemiczne zostały zapisane w postaci plików w formacie HPGL.

WYKREŚLANIE MAP GEOCHEMICZNYCH

Kreślenie map wykonano na ploterze atramentowym NOVAJET II. Tablice z mapami geochemicznymi poszczególnych pierwiastków uzupełniono parametrami statystycznymi, histogramami oraz uproszczonymi mapami geochemicznymi rozkładu tych pierwiastków dla całej Polski w skali 1:7 500 000, opracowanymi na podstawie danych dla Atlasu geochemicznego Polski w skali 1:2 500 000 (J. Lis, A. Pasieczna, 1995).

są uwarunkowane budową geologiczną i występowaniem wielu złóż kopalin.

Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW)

Przedstawiony w Atlasie obszar obejmuje centralną część GZW aż po jego granice: północno-zachodnią, północną i północno-wschodnią. Powierzchnia GZW w granicach Polski wynosi około 5800 km². Występujące tu złoża węgla kamiennego zagospodarowane górnictwem zajmują 31% tej powierzchni.

Obszar GZW zbudowany jest głównie z utworów karbonu produktywnego występujących od powierzchni do głębokości około 4500 m. Miąższość tych utworów, od kilkuset metrów w rejonie siodła głównego, wzrasta ku południowi osiągając wartości maksymalne w części centralnej i zachodniej. Podścielające je osady morskie karbonu dolnego odsłaniają się jedynie w części zachodniej (praktycznie poza granicami arkusza) i jako niewielkie wystąpienia w części północno-wschodniej. Osady karbonu górnego (produktywnego) mają charakter facji molasowej utworów węglonośnych wypełniającej zapadlisko przedgórskie, cechującej się cyklicznością sedimentacji i brakiem osadów węglanowych.

Serie karbonu produktywnego rozpoczyna paraliczna formacja węglonośna (namur A) zbudowana z osadów morsko-deltowych z cienkimi pokładami węgla, o węglonośności niewiele ponad 1%, na której leży limniczna formacja węglowa o wyższej węglonośności. W jej skład wchodzi: górnośląska seria piaskowcowa, seria mułowcowa i krakowska seria piaskowcowa.

Górnośląska seria piaskowcowa (namur B i C) charakteryzuje się obecnością grubych pokładów węgla (do 15 m) zalegających wśród piaskowców średnio- i gruboziarnistych przeważających nad innymi osadami. Obecne są niewielkie wkładki tufitowe (A. Kotas, W. Malczyk, 1972). Węglonośność serii wynosi prawie 12%.

Seria mułowcowa (westfal A i B), o jednolitym i monotonnym wykształceniu (J. Porzycki, 1972), w której przeważają ilowce i mułowce niekiedy z konkretyjnymi formami syderytu, jest nieregularna zarówno pod względem miąższości, jak i węglonośności (od 3 do 6%). Miąższość serii w zachodniej części dochodzi do 2000 m, a na wschodzie wynosi zaledwie 100 m.

Krakowska seria piaskowcowa (westfal C i D) zawiera dość regularne pokłady węgla (do 7 m miąższości) zlokalizowane w ławicach utworów drobnoklastycznych. Osady tej serii występują w centralnej i wschodniej części zagłębia. Jej węglonośność wynosi niemal 8%.

We wschodniej części obszaru, głównie w okolicach Chrzanowa, występuje arkoza kwaczalska i piaskowce karniowickie, zaliczane do stefanu kończącego sedimentację karbońską w GZW.

Północne i północno-wschodnie obrzeżenie GZW

Najstarszymi skałami odsłaniającymi się tu na powierzchni są dolomity dewońskie, znane z odsłoneń w okolicach Siewierza (Brudzowice, Dziewki, Nowa Wieś, Żeliszawice), Kluczy i Olkusza. Tworzą one okna w węglanowych osadach triasu, o niewielkim zasięgu terytorialnym wychodni.

Na sfaldowanych utworach morskich dewonu, karbonu dolnego wykształconego w facji węglanowej, jak również karbonu produktywnego, osadzały się twory permu, triasu, jury i trzeciorzędu.

Perm występuje tylko we wschodniej części zagłębia. Wykształcony jest jako zlepieńce myślachowickie i tufy filipowickie wraz z intruzjami kwaśnych i zasadowych wulkanitów. Odsłoneńca tych osadów znane są z okolic na SW od Ząbkowic Będzińskich oraz pomiędzy Strzemieszycami, Trzebiną i Krzeszowicami.

Osady triasu reprezentują wszystkie jego ogniwa i leżą w postaci płatów w środkowej części zagłębia, przechodząc w zwartą pokrywę w części północnej i północno-wschodniej.

Trias dolny wykształcony jest jako serie różnoziarnistych piaskowców oraz zlepieńców przechodzących w osady ilasto-margliste, a w górnej części w skały dolomitowe. Wypełniają one erozyjne zagłębienia w osadach karboń-

skich i permskich. Ich wychodnie obserwuje się w okolicach Chorzowa, Mikołowa, Sosnowca, Sławkowa, Łędzin, Chrzanowa i Jaworzna (S. Kotlicki, G.N. Kotlicka, 1980; H. Kaziuk, J. Lewandowski, 1980). Ze względu na występowanie złóż rud cynku i ołowiu duże znaczenie mają osady triasu środkowego wykształcone w facji wapienia muszlowego. Osady te występują w postaci zwartej pokrywy w północnej i wschodniej części obrzeżenia, a w postaci erozyjnych płatów leżą w obszarze zagłębia węglowego.

Dolna część wapienia muszlowego, wydzielana jako warstwy błotnicze i gogolińskie, wykształcona jest w postaci wapieni jamistych i falistych przechodzących ku górze w margle. Nad nimi leżą osady wapienne dzielone na trzy zespoły warstw: górażdżańskie, terebratulowe i karchowickie obejmowane w części wschodniej łączną nazwą warstw olkuskich. Miąższość tego kompleksu wynosi od 80 m do 130 m. Ma on duże znaczenie metalogeniczno-złożowe, gdyż w obszarze występowania rud cynku i ołowiu wykształcony jest jako tzw. dolomity kruszczońskie.

Wyższym ogniwnem stratygraficznym są dolomity diploporowe warstw jemielnickich oraz margliste dolomity płytkowe i oolitowe warstw tarnowickich.

Dolomity kruszczońskie według poglądu większości badaczy (S. Śliwiński, 1978) stanowią „chemiczny” poziom wtórnie zdolomityzowanych utworów, najczęściej odpowiadający wyżej wymienionym warstwom górażdżańskim, terebratulowym i karchowickim. Często obejmują one węglanowe twory triasu dolnego (retu), a nawet kontaktujące z triasem twory dewonu (S. Przeniosło, 1974). Niekiedy obejmują również nadległe dolomity diploporowe. Ich miąższość wynosi najczęściej 40–50 m, a w skrajnych przypadkach waha się od 0 do 100 m. Są to dolomity krystaliczne, porowate, niekiedy kawerniste, bardzo często spekane, miejscami o charakterze brekcji. Pory, kawerny i szczeliny zmineralizowane są często siarczkami cynku i ołowiu (galeną i blendą), siarczkami żelaza (pirytem i markasytem), kalcytem, a niekiedy barytem. Występują również formy impregnacyjne minerałów kruszcowych. Nagromadzenie kruszców ma często charakter złożowy i będzie opisane poniżej. Ogólnie można stwierdzić, że dolomity kruszczońskie stanowią aureole złożowych mineralizacji cynkiem i ołowiem. Tło geochemiczne tych dolomitów poza strefami złożowymi i pierwotnymi aureolami rozproszenia wokół stref mineralizacji jest podwyższone i wynosi 0,055% Zn i 0,015% Pb (S. Przeniosło, J. Serafin-Radlicz, 1978).

W obszarach wychodni dolomitów kruszczońskich następuje wietrzenie dolomitów, szczególnie intensywne w strefach okruszczonych. Rozkład siarczkowych minerałów kruszcowych prowadzi do powstawania rud tlenkowych zwanych galmanami (W. Żabiński, 1978). Były one przedmiotem eksploatacji w bardzo licznych miejscach. Rudy tlenkowe, bardzo słabe mechanicznie, ulegały łatwemu rozkruszeniu i przejściu do gleb, a następnie osadów rzecznych. Naturalne procesy wietrzenia, denudacji i transportu dolomitów kruszczońskich mogą być źródłem powstawania anomalii geochemicznych cynku i ołowiu. Działalność gospodarza w tych obszarach jest czynnikiem intensyfikującym wielkość koncentracji i ich zasięgu.

Osady triasu górnego leżą niezgodnie na wapieniu muszlowym i reprezentują twory kajpru i retyku. Poziomo zalegające ily i ilowce kajpru występują głównie w niecce chrzanowskiej. W części północno-wschodniej i północnej występują pstre ilowce retyku, często laminowane pias-

kowcem i mułowcem. Występują w nich wkładki pelitycznych, odpornych na wietrzenie wapieni woźnickich, stanowiące pozytywny relief krajobrazowy. Miąższość ilastej serii triasu górnego wynosi nieco ponad 100 m.

Różne piętra osadów jury leżą niezgodnie i na ogół przekraczają na triasie. Najstarsze ogniwa jury występują jedynie w północnej części obszaru w postaci izolowanych płatów. Osady dolnej jury wykształcone są w postaci piasków i piaskowców z wkładkami ilów i gliniek, a w wyższej części pojawiają się również wkładki węgla brunatnego. W najwyższych ogniwach dolnej jury występują wkładki syderytów (J. Znosko, 1955).

Jura środkowa reprezentowana jest przez osady brzeżnej strefy zbiornika sedimentacyjnego przesuwającego się ku południowi – stąd zróżnicowanie charakteru osadów w części północnej i południowej (J. Kopik, 1967). Ilasta seria rudonośna (baton) z syderitem ilastym, mułowcem syderytowym i licznymi sferosyderytami, osiągająca miąższość ponad 150 m w okolicach Częstochowy, wyklinowuje się na południe od Ogrodzieńca. Cienkie pokłady rud żelaza wydobywano w pasie od Kłobucka (na północ od prezentowanego arkusza) do Zawiercia. Górne ogniwa jury środkowej i jura górna to wapienie szare, miejscami dolomityczne, przechodzące w wapienie skaliste.

Niewielki skrawek północno-wschodniej części arkusza zajmują wychodnie osadów kredy dolnej i górnej, wykształcone przeważnie w facji węglanowej.

Na przeważającej części obszaru trzeciorzęd reprezentują morskie i słodkowodne osady miocenu (S.W. Alexandrowicz, 1963). Utwory pliocenu w facji lądowej występują jedynie w zachodniej części obszaru tworząc izolowane płaty. Najstarszy kompleks miocenu (karpat) tworzą lądowe, słodkowodne ropy i ropy wapienne z wkładkami węgla brunatnego. Wyższe ogniwo – morskie osady badenu – wydzielane jest jako warstwy skawińskie, wielickie i grabowieckie. Pierwsze z nich wykształcone są jako ropy margliste szare i zielonawoszare o miąższości dochodzącej do 50 m. Na nich leżą ropy z wkładkami gipsów i soli kamiennej warstw wielickich, o nieco mniejszej miąższości (do 40 m). Najmłodsze warstwy, grabowieckie, to szare ropy margliste (do 200 m). Jedynie w zachodniej części obszaru najmłodszymi osadami miocenu są należące już do sarmatu ropy śródlądowe, przewarstwione wkładkami piasków.

Osady czwartorzędu w granicach arkusza nie stanowią zwartej i ciągłej powłoki. W części wschodniej badanego obszaru występują w postaci płatów przerywanych przez wychodnie skał podłoża. W południowo-zachodniej części arkusza tworzą bardziej zwartą pokrywę (H. Kaziuk, J. Lewandowski, 1980). Ich występowanie wiąże się wyraźnie z tektoniką i litologią starszych formacji. W profilu osadów plejstocenu wyróżnia się osady akumulacji rzecznej (piaski i żwiry), glacialnej (gliny morenowe i utwory fluwioglacjalne) oraz eolicznej (lessy). Miąższość osadów waha się od kilku m na wysoczyznach do ponad 100 m w dolinach kopalnych (S. Kotlicki, G.N. Kotlicka, 1977, 1980). Najmłodsze (holoceni) utwory występujące na tarasach zalewowych rzek i w zagłębieniach bezodpływowych są wykształcone w postaci mułków, piasków i żwirów rzecznych. Niekiedy są to również mady rzeczne i namuły oraz torfy.

W zależności od litologii utworów powierzchniowych czwartorzędu oraz innych czynników glebotwórczych w badanym regionie rozwinęły się różne typy gleb. Dominujące znaczenie mają gleby płowe, brunatne wytworzone

z piasków gliniastych i glin zwałowych (A. Kowalkowski i in., 1994). Występują one głównie w zachodniej części arkusza. W części północno-zachodniej i południowo-wschodniej przeważają gleby rdzawe i bielcowe utworzone na piaskach. Towarzyszą im gleby brunatne powstałe na lessach i ilach różnej genezy. W części wschodniej arkusza niewielkimi płatami występują rdziny. Doliny rzeczne pokrywają mady oraz gleby glejowe i torfowo-glejowe. Na prezentowanym obszarze Górnego Śląska znaczne przestrzenie zajmują grunty antropogeniczne (nasypy). W związku z intensywnym kopalnictwem (hałdy i wysypiska) oraz urbanizacją w wielu rejonach pierwotna rzeźba terenu uległa zupełnemu zatarciu. Według zgeneralizowanej klasyfikacji S. Białousza (w druku) najwięcej gruntów antropogenicznych występuje w rejonie ograniczonym miastami: Tarnowskie Góry–Będzin–Dąbrowa Górnicza–Sosnowiec – Jaworzno – Mysłowice – Tychy – Katowice – Zabrze–Bytom.

Z klasyfikacji struktury przestrzennej regionu (A. Kowalkowski i in., 1994) wynika, że 72,1% stanowią w nim użytki rolne, 24,6% pokrywa leśna, 0,6% wody i 2,7% miasta.

ZŁOŻA KOPALIN

Węgiel kamienny

Złoża węgla kamiennego w GZW dokumentuje się do głębokości 1000 m. Dotychczas rozpoznano zasoby 105 złóż węgla kamiennego występujące na obszarze ponad 3000 km², co stanowi około 53% całkowitej powierzchni zagłębia po polskiej stronie. Obecnie węgiel wydobywa się w 67 kopalniach, których obszar zajmuje około 1800 km².

W najbardziej węglonośnych obszarach łączna grubość pokładów węglowych wynosi około 65 m (do 1000 m głębokości). Ilość pokładów w zagłębiu nadających się do eksploatacji, a więc o grubości powyżej 1 m, wynosi około 200.

Zasoby geologiczne węgla w GZW wg stanu na 31.XII. 1993 r. wynoszą 56 mld t, z czego w złożach zagospodarowanych jest około 27 mld t. Wydobycie w 1993 r. wyniosło nieco ponad 131 mln t (S. Przeniosło (red.), 1994).

Górnictwo węglowe znane jest na Śląsku już od XVI w. Pierwsze kopalnie powstały w końcu XVIII w. Różne etapy rozwoju górnictwa węgla kamiennego nie mają zasadniczego wpływu na krajobraz geochemiczny. Wyjątek stanowi jedynie ostatni okres, w którym wydobywanie się coraz głębszych stref, charakteryzujących się silnie zasolonymi wodami.

Węgiel i skały towarzyszące zawierają domieszki pirytu, siarki, pierwiastków śladowych, takich jak: beryl, gal, german, kobalt, lit, molibden, wanad oraz gazów (metanu, dwutlenku węgla itp.). W niektórych częściach zagłębia notowane są podwyższone zawartości uranu, przeważnie w strefach tektonicznych.

Głównymi zagrożeniami środowiska naturalnego związanymi z eksploatacją węgla kamiennego, rejestrowalnymi przez zdjęcia geochemiczne, są:

- wody kopalniane,
- hałdy odpadów pogórnich i przerobczych,
- deformacje górotworu,
- spalanie węgla.

W ostatnich latach ilości wód kopalnianych wypompowywanych z kopalń węglowych GZW wynoszą 330 do 340 mln m³ rocznie, w tym 150 do 160 mln m³ to wody zasolone i solanki zawierające przede wszystkim jony chlorkowe (Cl⁻) i niewielkie koncentracje jonów siarczanowych (SO₄²⁻). Dla ilościowej prezentacji soli w wodach kopalnianych wyliczono ekwiwalent NaCl w wodach zasolonych i solankach jako wartość średnią z lat 1991 – 1993. Ilość soli (eq NaCl) wynosi średnio 3,2 mln t/rocznie, z tego 2,9 mln t zrzucane jest do wód powierzchniowych trafiających do Wisły bądź Odry. Mapa (Tablica C) obrazuje wielkości zrzutów wód kopalnianych w przeliczeniu na eq NaCl z poszczególnych kopalń, obejmując jedynie kopalnie w obszarze arkusza mapy. Jak wynika z analizy tych danych połowa całkowitej ilości soli pochodzi tylko z trzech zakładów.

Przy wydobyciu węgla powstają znaczne ilości odpadów pogórnich i przerobczych. Roczny przyrost odpadów skalnych pogórnich wynosi około 39 mln t, z czego 24 mln t jest odkładane na składowiskach, a pozostałe 15 mln t zagospodarowywane w niwelacji terenu i w innych pracach inżynierskich. Skalne odpady pogórnice negatywnie wpływają na środowisko nie tylko degradując krajobraz (hałdy i zwaly), lecz przede wszystkim zanieczyszczając wody gruntowe chlorkami, siarczanami i metalami ciężkimi.

Deformacje górotworu, które objawiają się powstawaniem obniżenia powierzchni terenu nad pustkami po wyeksploatowanych pokładach węgla, powodują niszczenie warstw izolacyjnych rozdzielających różne poziomy wódnośne, doprowadzając do zanieczyszczeń wód podziemnych i mobilizacji niektórych pierwiastków.

Ośrodki spalania dużej ilości węgla, takie jak elektrownie, huty i cementownie, powodują zanieczyszczenie środowiska naturalnego gazami oraz popiołami i koncentrującymi się w nich metalami. W najkorzystniejszych pokładach górnośląskiej serii piaskowcowej średnia zawartość siarki całkowitej wynosi 0,85% a popiołu – 11,0%. Najmniej korzystne są pokłady krakowskiej serii piaskowcowej o wartościach analogicznie – 2,0% i 16,2% (Z. Buła, A. Zdanowski, 1993). W tej ostatniej serii niekorzystnym zjawiskiem są wysokie zawartości uranu dochodzące do kilkuset g/t, występujące w niektórych strefach przyuskokowych.

Rudy cynku i ołowiu

Złoża rud cynku i ołowiu występują w kilku rejonach złożowych, a mianowicie: tarnogórskim, bytomskim, chrzanowskim, olkuskim i zawierciańskim. Niektóre z nich, jak np. rejon tarnogórski i bytomski, mają jedynie znaczenie historyczne.

Aktualne zasoby geologiczne rud cynku i ołowiu wg stanu na 31.XII.1993 r. wynoszą 216 mln t rudy zawierającej 8,4 mln t cynku i 3,7 mln t ołowiu. Zasoby te występują w 20 rozpoznanych złożach w rejonach chrzanowskim, olkuskim i zawierciańskim. Wydobycie prowadzi się ze złóż: Trzebionka (rejon chrzanowski) oraz Bolesław, Olkusz i Pomorzany (rejon olkuski). W 1993 r. wydobyto ponad 4,8 mln t rudy o zawartości 186 tys. t cynku i 69 tys. t ołowiu.

Złoża rud cynku i ołowiu należą do typu stratyfikowanego. Ciały rudne tworzą warstwowe pseudopokłady, soczewy, gniazda i brekcjowe wypełnienia form krasowych, głównie w dolomitach kruszczonośnych, rzadziej w innych poziomach. Rudy pierwotne, siarczkowe (nie utlenione), zawierają galenę z domieszką srebra, blendę cynkową z za-

wartością kadmu, galu, germanu i talu oraz znaczne ilości siarczków żelaza – markasytu i piryty, a lokalnie barytu. W płytko leżących partiach złóż występują rudy utlenione, tzw. galmany, zawierające takie minerały jak: smitsonit, cerusyt, goethyt, hemimorfyt i hydrocynkit.

Górnictwo rud w obszarze śląsko-krakowskim ma długą historię. Pierwszy przekaz historyczny pochodzi z czasów Bolesława Krzywoustego – w bulli papieża Innocentego II w 1136 r. wymienia się Bytom i „kopaczy srebra” (Z. Grzechnik, 1978). Zapewne sama działalność górnicza była jeszcze wcześniejsza. Od swych początków, aż do końca XVIII w. zainteresowanie górnictwa dotyczyło rud ołowiu. W średniowieczu odzyskiwano srebro z galeny. W XVI i XVII w. produkowano głównie ołów i srebro (D. Molenda, 1972). Ślady starych wyrobisk eksploatacyjnych znane są z okolic Tarnowskich Gór i Piekar Śląskich, a także Żąbkowic Śląskich, Tucznjej Baby, Sławkowa, Olkusza, Sierszy, Jaworzna i Chrzanowa. W tym okresie udostępnianie głębszych części złóż następowało po odwodnieniu górotworu przez sztolnie odwadniające znane z okolic Tarnowskich Gór i Bytomia oraz Olkusza pod nazwami: Boże Wspomóż, Św. Jakuba, Boży Dar, Krakowska, Od Szarlejki, Krokwińska, Ponikowska, Starczynowska, Staroolkuska, Czajowska Leśna i Centauryjska. Wytopianie ołowiu z galeny prowadzono w wielu miejscach skoncentrowanych w okolicach Tarnowskich Gór–Strzybnicy–Miasteczka Śląskiego, Sławkowa–Żąbkowic Śląskich–Tucznjej Baby, Olkusza–Starczynowa–Hutek, a także Chrzanowa–Trzebini i Sierszy.

Lokalizacja starych miejsc przetopu i starych hut z XVI–XVIII w. ma dla środowiska poważne znaczenie, gdyż wówczas jako odpady wyrzucano utlenione i siarczkowe rudy cynku oraz wysoko procentowe utlenione rudy ołowiu. Szczególnie te ostatnie ulegały łatwemu rozkruszeniu i rozproszaniu.

Podkreślenia wymaga wyraźny związek lokalizacji obszarów aktywności górnictwa i przeróbki kruszców z okresu przed końcem XVIII w. z obrazem anomalnych zawartości cynku i ołowiu na mapach geochemicznych Górnego Śląska. Przykładem mogą być wysokie zawartości ołowiu w glebach w obszarach: na zachód od Tarnowskich Gór i Piekar Śląskich, w rejonie Chrzanowa oraz między Sławkowem, Żąbkowicami Śląskimi i Tuczną Babą. Szczególnie w tym ostatnim obszarze, w późniejszym okresie, górnictwo i przeróbka rud zanikły.

Późniejszy rozwój górnictwa od początku XIX w. jest związany z opanowaniem procesu otrzymywania metalicznego cynku z rud utlenionych, tzw. galmanów. Powodowało to powstawanie bardzo licznych miejsc eksploatacji w przypowierzchniowych częściach stref zmineralizowanych. Przeróbka tych rud była uciążliwa dla środowiska. Dopiero w 1990 r. zaniechano wydobycia galmanów dla produkcji koncentratów tlenku cynku.

Po opanowaniu procesów otrzymywania metalu z blendy cynkowej w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku uznanie zyskały siarczkowe rudy cynku. Spowodowało to nowy etap rozwoju górnictwa kruszców na omawianym obszarze. W końcu XIX w. na Górnym Śląsku czynnych było 120 kopalń rud i wiele hut cynku i tlenku cynku, a produkcja Zn stanowiła ponad 25% produkcji światowej. W 1900 r. wydobycie wyniosło 500 tys. t rudy, z której uzyskano 100 tys. t cynku. W latach 1912 i 1913 produkcja cynku osiągnęła swoje apogeum i wyniosła niemal 170 tys. t (A. Melich, 1961), co stanowi poziom obecnej rocznej produkcji. Po pierwszej wojnie światowej na Śląsku czynnych było 20 kopalń oraz kilkanaście hut cynku i dwie huty ołowiu. Najważniejsze huty cynku zlokalizo-

wane były w: Szopienicach (Wilhelmina), Rozdzienu-Szopienicach (Bernhardi), Wełnowcu (Hohenlohe), Bogucicach (Kunegunda), Radzionkowie (Łazarz), Dąbrówce Małej (Paweł), Nowym Bytomiu (Rozamunda), Lipinach (Silesia), Nowej Wsi (Miłej Nadziei) i w Chropaczowie (Guidotto), a huty ołowiu w Strzybnicy (Fryderyk) i Dąbrówce Małej (Walter Croneck). W pierwszej połowie XX w. wydobycie rud i produkcja metali ulegały dużym wahaniom.

Zmiany zainteresowania różnymi typami rud, związane z postępującą technologią wydobycia i przeróbki na przestrzeni dziejów, powodowały wielokrotne nawroty do eksploatacji w tych samych miejscach i powstawanie dużej ilości zwałów nie wykorzystywanych wówczas rud i odpadów. Zwały podlegały również reeksplatacji w okresie powojennym aż do 1989 r.

Intensywne prace geologiczno-poszukiwawcze rud cynku i ołowiu, prowadzone w ostatnim pięćdziesięcioleciu, doprowadziły do powiększenia zasobów we wszystkich znanych rejonach występowania rud, a szczególnie w rejonie olkuskim i odkrycia złóż w nowym rejonie – zawierciańskim. Złóża tego ostatniego rejonu nie zostały dotychczas zagospodarowane. Oprócz zaznaczonych na mapie (Tablica C) złóż udokumentowanych, w północnej części obszaru stwierdzono pracami wstępnymi występowanie stref okruszczenia koło Żarek Letniska, Myszkowa, Winowna i Ligoty Woźnickiej (R. Kacprzak, B. Kerber, fide S. Przeniosło, S. Wołkiewicz, 1993).

W okresie powojennym eksploatowane były złoża: Orzeł Biały, Nowy Orzeł Biały–Marchlewski, Waryński, Nowy Dwór i Dąbrówka (w rej. bytomskim), Jaworzno, Matylda. Obecnie czynne są kopalnie: Trzebionka (w rej. chrzanowskim) i Bolesław, Olkusz i Pomorzany (w rej. olkuskim). Wydobycie rud odbywa się sposobem podziemnym, co powoduje konieczność wypompowywania dużej ilości wód kopalnianych. Są to wody pitne lub przemysłowe o słabej mineralizacji. W 1993 r. wypompowano 134 mln m³, z czego połowa została gospodarczo wykorzystana.

Przeróbka rud odbywa się w zakładach zlokalizowanych w pobliżu kopalń. Procesy przeróbki rud i metalurgii cynku i ołowiu należą do najbardziej kłopotliwych dla środowiska naturalnego. Z rud siarczkowych koncentrat sfalerytowy, galenowy lub galenowo-sfalerytowy uzyskuje się na drodze flotacji. Niewielkie ilości galeny uzyskuje się mniej uciążliwą metodą grawitacyjną. Obecnie działają trzy zakłady przerobcze Bolesław, Olkusz–Pomorzany i Trzebionka. Powstają przy tym odpady przerobcze w ilości nieco mniejszej od wydobycia. Odpadami są dolomity i wapienie. Ich ewentualna utylizacja jest utrudniona, gdyż zawierają one pozostałości cynku i ołowiu, a także innych szkodliwych pierwiastków (M. Szuwarzyński, A. Kryza, 1993).

Uzyskanie koncentratów z rud tlenkowych następuje po wstępnej przeróbce mechanicznej (kruszenie i mielenie) i przeróbce termicznej w piecach przewalowych. Pył surowego tlenku cynku podlega następnie procesowi spiekania. Przeróbka galmanów prowadzona była do 1990 r. przez zakłady w Miasteczku Śląskim, współpracujące ze spiekalnią Orzeł Biały–Waryński i w wytwórni tlenku cynku Bolesław. Ta ostatnia przetwarza nadal rudy tlenkowe współwydobywane z siarczkowymi oraz szlamy i odpady galmanowe, surowce ze zwałów górniczych, popioły,

żuźle i zgary cynkowe. Przeróbka rud tlenkowych powoduje zapylenie metalami ciężkimi obszarów wokół zakładów przetwórczych i przedostawanie się tych zanieczyszczeń do gleb i wód podziemnych.

Produkcja hutnicza cynku z koncentratów prowadzona jest metodą pirometalurgii w hucie cynku w Miasteczku Śląskim oraz metodą elektrolizy w hucie Bolesław i hucie metali nieżelaznych Szopienice. Zakłady Metalurgiczne „Silesia” w Katowicach produkują cynk rektyfikowany (S. Przeniosło i in., 1992).

Produkcja hutnicza ołowiu w obszarze śląsko-krakowskim, szczególnie ołowiu surowego, została w ostatnim okresie ograniczona. Zamknięto Zakład Ołowiu w Bolesławiu i część instalacji w Miasteczku Śląskim. Obecnie produkcja ołowiu odbywa się w Miasteczku Śląskim, ZGH Orzeł Biały w Piekarach Śląskich, HMN Szopienice w Katowicach i w Zakładach „Wtórmet” w Bytomiu (A. Bolewski, R. Ney, T. Smakowski (red.), 1994).

W produkcji hutniczej, poza podstawowymi metalami, czyli cynkiem i ołowiem, uzyskuje się kadm, gąbkę kadmową, srebro i kwas siarkowy. Nie odzyskuje się obecnych w rudach takich pierwiastków jak: gal, german, tal i tellur, które mogą przedostawać się do środowiska naturalnego w różnych etapach przeróbki rud i procesów hutniczych.

Obraz powierzchniowy rozkładu geochemicznego cynku, ołowiu i innych pierwiastków współwystępujących w śląskich rudach, jest wynikiem nakładania się czynników naturalnych i czynników antropogenicznych. W różnych częściach obszaru ich intensywność i wiodąca rola mogą być różne. Do czynników naturalnych należą: występowanie złóż i stref zmineralizowanych, a szczególnie ich wychodni o podwyższonej koncentracji metali. Czynniki antropogeniczne to zespół działań związanych z wydobyciem i przetwórstwem rud, jak również aktywność innych gałęzi przemysłu i transportu.

Sól kamienna

W południowej części obszaru rozpoznano pracami geologicznymi złoża soli kamiennej Rybnik–Żory–Orzesze o zasobach około 2 mld t. Występuje ono w osadach mioceńskich. Złoża te nie są eksploatowane.

Inne złoża kopalni i przejawy mineralizacji

Na terenie Górnego Śląska występuje wiele złóż surowców skalnych, takich jak: dolomity, wapienie dla przemysłu cementowego i wapienniczego, surowce ilaste ceramiki budowlanej, kamienie budowlane i drogowe, kruszywa naturalne, piaski podsadzkowe itp. W około 70 z nich prowadzi się działalność wydobywczą, która może niekorzystnie wpływać na środowisko naturalne. Nie zaznaczono ich lokalizacji na mapie złóż, ponieważ ich udział w procesach geochemicznych jest niewielki.

Należy wspomnieć o występowaniu w utworach mioceenu złóż siarki w Kokoszycach i Pszowie koło Rybnika (w części południowo-zachodniej, tuż poza granicami mapy), które były eksploatowane w końcu ubiegłego wieku (T. Osmólski, 1969). Te wystąpienia osiarkowania, jak również siarczanowe wody pobliskiego uzdrowiska, mogą być źródłem siarki oraz strontu.

WAŻNIEJSZE ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZEŃ ŚRODOWISKA

Na obecny stan geochemii badanych środowisk wpływają zarówno czynniki naturalne wynikające głównie z geologii, jak i działalność gospodarcza w regionie.

Rozmieszczenie złóż kopalni (Tablica C) przedstawiono na tle szkicu geologicznego podczwartorzędowych wychodni głównych kompleksów skalnych. Wydzielono tylko

te formacje, których wychodnie zajmują znaczne obszary. Pominięto osady piaszczysto-zlepieńcowe permu i triasu dolnego, występujące cienkimi płatami na utworach karbońskich. Oddzielnie przedstawiono kompleks węglanowy triasu środkowego będący formacją rudonośną z podwyższonymi naturalnymi koncentracjami cynku, ołowiu i pierwiastków współwystępujących oraz ekranujący te utwory nadległy kompleks ilasto-mułowcowy triasu górnego i jury dolnej.

W przypadku węgla kamiennego na mapie przedstawiono lokalizację złóż czynnych wraz z zaznaczeniem ilości wydobywanych zasolonych wód kopalnianych oraz duże zakłady spalania węgla.

Wydobyciu węgla towarzyszy powstawanie odpadów umieszczonych na składowiskach i zwałowiskach. Tylko w woj. katowickim istnieje 65 wysypisk przykopalnianych (Cz. Królikowski i in., 1992). Poza faktem szpecenia krajobrazu oddziałują one chemicznie na środowisko. Niektóre z nich charakteryzuje wysoka zawartość siarki pirytovej, wpływającej na powstawanie kwaśnych odcieków z tych składowisk. To zjawisko powoduje z kolei zwiększenie intensywności migracji metali. Wśród składników łatwo uruchamianych ze zwałowisk szczególną rolę przypada też chlorkom, które cechuje wyjątkowa podatność na wymywanie i migrację (I. Twardowska i in., 1988).

Inną bardzo uciążliwą dla środowiska gałęzią przemysłu jest energetyka. Na obszarze objętym zdjęciem geochemicznym zlokalizowane są elektrownie: Łagisza, Chorzów, Halemba, Katowice, Jaworzno, Siersza i in. Ich działalność powoduje emisję zanieczyszczeń gazowych i stałych (żużle i popioły lotne).

Na Tablicy C przedstawiono lokalizację wszystkich aktualnie znanych złóż Zn-Pb, gdyż nawet złoża przykryte nieprzepuszczalnymi osadami ilastymi mogą manifestować się podwyższonymi koncentracjami metali w wodach. Naturalnym czynnikiem powodującym koncentracje metali w wodach, glebach i aluwjach jest obecność wychodni dolomitów kruszczońskich.

Na mapie zaznaczono również miejsca historycznej działalności wydobywczej i przerobczej, takie jak stare roboty górnicze, sztolnie odwadniające, huty i zakłady przeróbki rud, a także zwały. Obiekty historyczne, których lokalizacja pokrywa się z aktualnymi obiektami przemysłu

wydobywczo-przetwórczego Zn-Pb zostały na mapie pominięte.

Wśród odpadów górnictwa i zakładów przerobczych cynku i ołowiu główny problem stanowią odpady flotacyjne. Odpady zawierające znaczne ilości kadmu, ołowiu oraz cynku podlegają rozmywaniu i pyleniu powodując podwyższenie koncentracji tych metali w glebach, wodach i roślinach. Cynk w odpadach flotacyjnych osiąga koncentrację do 2,90%, a ołów do 0,60% (M. Szwarzynski, A. Kryza, 1993).

Na obszarze Górnego Śląska oprócz źródeł zanieczyszczeń związanych z wydobywaniem i przeróbką lokalnych surowców mineralnych (przedstawionych na Tablicy C) występuje szereg innych źródeł skażeń antropogenicznych środowiska. Do ważniejszych należą hutnictwo stali i przemysł chemiczny. Cz. Królikowski i in. (1992) wymieniają w badanym rejonie kilkanaście wysypisk i wylewisk przemysłowych należących do hut i walcowni. Ścieki odprowadzane z hutnictwa żelaza i stali zawierają zawiesiny (tlenki żelaza, glinu, wapnia, magnezu, siarkę), oleje, siarczany, siarkowodór, cyjanki i inne substancje toksyczne. Do ważniejszych obiektów przemysłu chemicznego należą: Zakłady Azotowe w Chorzowie, Zakłady Przemysłu Tłuszczowego w Trzebini, Zakłady Chemiczne „Alwernia” i Zakłady Chemiczne „Tarnowskie Góry”. Według niepublikowanych danych B. Nowaka (1994) i I. Sieji (1991) składowisko tych ostatnich zajmuje obszar 35 ha, gromadząc ok. 300 000 t odpadów. Są to odpady po produkcji BaS, BaCl₂, Ba(NO₃)₂, kwasu borowego, boraksu, siarczanów miedzi i cynku, a także tkaniny, papiery filtracyjne i szlasy z oczyszczalni ścieków.

Duże zagrożenie dla środowiska stwarzają również składowiska odpadów komunalnych oraz ścieki miejskie i przemysłowe. Na składowiska oprócz odpadów komunalnych trafiają często odpady z mniejszych zakładów przemysłowych i rzemieślniczych. Rzeki Górnego Śląska należą do najbardziej zniekształconych antropogenicznie. W zlewni Kłodnicy znajduje się około 40 punktów zrzutu ścieków przemysłowych i komunalnych (J. Szturc, 1993). Czarna Przemsza przyjmuje ścieki z 8 kopalń, 4 hut i 30 innych zakładów. Do Brynicy uchodzą ścieki z 18 dużych zakładów i 10 miast. W zlewni Rawy jest łącznie około 400 punktów zrzutu ścieków (w tym ścieki komunalne z Katowic, Chorzowa, Świętochłowic i Rudy Śląskiej).

MAPY GEOCHEMICZNE

Na mapach prócz treści geochemicznej zamieszczono dodatkowe informacje, które pozwalają lepiej ocenić stan chemizmu badanych środowisk. Czerwonymi izoliniami zaznaczono na mapach wartości graniczne, posługując się odpowiednimi normatywami stężeń dopuszczalnych. Przedstawienie w sposób jednolity wartości granicznych dla wszystkich badanych środowisk nie było możliwe ze względu na brak odpowiednich norm zarówno w Polsce jak i na świecie.

W przypadku gleb (Tablice 3–22) jako graniczne przyjęto wartości stężeń dopuszczalnych dla gleb użytkowanych rolniczo korzystając z norm kanadyjskich (11)*, norm

EWG (13), oraz dostępnej literatury (16, 27). Na mapach pierwiastków, dla których brak w literaturze stężeń granicznych podano wartości tła tych pierwiastków w glebach Polski. Zostały one przyjęte jako potrójna wartość średniej geometrycznej obliczonej dla 10 840 próbek gleb Polski (47).

Dla osadów wodnych brak normatywów stężeń dopuszczalnych. Na mapach (Tablice 24–44) podano zatem jako graniczne wartości tła poszczególnych pierwiastków w osadach wodnych Polski (obliczone identycznie jak dla gleb) na podstawie badań 12 778 próbek osadów (47).

W Polsce dotychczas zostały oficjalnie wydane jedynie kryteria dopuszczalnych stężeń niektórych pierwiastków w wodach powierzchniowych z rozbiorem na trzy klasy czystości wód (70). Na mapach wód powierzchniowych

* Pozycje literatury dotyczące danych podstawowych cytowane są wyłącznie numerami ze spisu literatury.

(Tablice 46–65) podawano wartość graniczną pierwszej klasy czystości wód dla pierwiastków uwzględnionych w normie (70) lub wartość tła wód powierzchniowych Polski (12 955 próbek).

Obraz zróżnicowania pierwiastków przedstawiony na mapach geochemicznych gleb jest wynikiem operacji matematycznych w przyjętym modelu interpretacji i nie zawsze jest zgodny w szczegółach z rzeczywistą koncentracją pierwiastka w danym punkcie. Precyzja odwzorowania rzeczywistego obrazu zawartości pierwiastków zależy od gęstości obserwacji (opróbowania), a w konsekwencji od skali mapy. W przypadku prezentowanego Atlasu gęstość opróbowania wynosiła średnio 1 próbkę na 4 km². Wobec takiej gęstości obserwacji (wystarczającej dla skali mapy 1:200 000) treść map geochemicznych należy odczytywać jako obraz zgeneralizowany. Nie można zatem 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 dla podjęcia bardziej szczegółowych badań w celu sprecyzowania rzeczywistego zasięgu anomalii (skażeń) naturalnych lub antropogenicznych. Po przeprowadzeniu badań w odpowiednio szczegółowej skali (na przykład opróbowanie w siatce 100×100 m, niekiedy nawet 50×50 m lub gęściej) może okazać się, że obraz geochemiczny jest znacznie bardziej skomplikowany. Obok miejsc silnie skażonych, wystąpią rejony o zawartościach mieszczących się w granicach lokalnego, naturalnego tła geochemicznego. Należy również zwrócić uwagę, że na Górnym Śląsku obok wysokich koncentracji niektórych pierwiastków pochodzenia antropogenicznego, niewątpliwie związanego z działalnością gospodarczą, istnieją skażenia gleb (anomalie) związane z budową geologiczną tego rejonu. Skażenia te istniały już zanim pojawił się tu człowiek.

W Atlasie zastosowano obszarowy sposób przedstawienia zawartości pierwiastków w osadach wodnych i wodach powierzchniowych. Sposób ten jest powszechnie stosowany w atlasach geochemicznych wielkoskalowych (np. Atlas geochemiczny Austrii, Atlas geochemiczny Niemiec Zachodnich, Geochemiczny atlas Południowej Szkocji itp.). W niniejszym Atlasie inne sposoby prezentacji – kartodiagramy kółkowe lub wstęgowe – okazały się mało przydatne. Pierwszy z nich stosuje się w przypadku map szczegółowych, drugi natomiast w przypadku stosunkowo nielicznych obserwacji dotyczących dużych rzek. Przykładem może być Atlas zanieczyszczenia rzek dorzecza Wisły (J. Woyciechowska, P. Morawiec, 1994) oparty na badaniach monitoringowych 11 rzek tego dorzecza. Podobnie skonstruowano Atlas zanieczyszczenia rzek w Polsce; lata 1990–1992 (R. Korol i in., 1993) oparty na monitoringu podstawowym obejmującym 53 rzeki, w tym jedynie Małą Panew i Przemszę w interesującym nas obszarze. W grupie zanieczyszczeń specyficznych dla Małej Panwi nie określono w tym opracowaniu stężeń miarodajnych ze względu na zbyt małą ilość obserwacji (oprócz cynku, którego zawartości w badanych wodach przekroczyły normę dla III klasy czystości).

Do Atlasu geochemicznego Górnego Śląska próbki wód i osadów wodnych pobierano ze zbiorników wodnych, kierując się zasadą, aby dany punkt charakteryzował obszar zlewni o powierzchni odpowiedniej do skali mapy.

Mapy geochemiczne osadów wodnych są bardzo ważne dla oceny stanu środowiska naturalnego. Ich treść często można uznać za element „wczesnego ostrzeżenia”. Wynika to ze specyficznych właściwości tych osadów, zawie-

rających w swym składzie substancje o wysokiej zdolności sorpcji pierwiastków. Substancje te mogą sorbować znaczne ilości pierwiastków z wód o nieco podwyższonych koncentracjach, jeszcze nieuchwytnych w toku rutynowych analiz chemicznych. Dokładna analiza tych map bardzo często pozwala na lokalizację punktowych źródeł zanieczyszczeń.

pH KWASOWOŚĆ

Gleby: Tablica 2, tabela IV

Wartości graniczne odczynu gleb (pH–H₂O), (56):

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

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru**:

– gleby Polski	2,1–9,7	średnio 5,9
– gleby uprawne Polski	2,8–8,7	średnio 6,2
– gleby Górnego Śląska	2,2–9,7	średnio 6,2
– gleby uprawne Górnego Śląska	3,5–8,7	średnio 6,5

Powierzchnia gleb o różnym odczynie (pH) na badanym obszarze:

– gleby bardzo kwaśne	698 km ²	11,1%
– gleby kwaśne i lekko kwaśne	2766 km ²	44,0%
– gleby obojętne	1955 km ²	31,1%
– gleby zasadowe	871 km ²	13,8%

Na ukształtowanie obrazu kartograficznego odczynu gleb w badanym obszarze miało wpływ kilka czynników, wśród których obok czynnika geologicznego (obecność skał węglanowych w podłożu) znaczącą rolę odegrała działalność przemysłowa i górnicza. Na pH gleb w sposób istotny wpływa ich użytkowanie. Niskimi wartościami pH często charakteryzują się gleby leśne. Na mapie dają się wyróżnić dwa zwarte obszary gleb o niskim odczynie. Jeden obejmujący kompleks leśny między Siewierzem a Krupskim Młynem na północy i drugi między Oświęcimiem a Rybnikiem na południu. Znaczący udział gleb obojętnych i zasadowych we wschodniej części arkusza związany jest prawdopodobnie z występowaniem skał węglanowych triasu i jury w podłożu. Gleby aglomeracji górnośląskiej swój zasadowy odczyn zawdzięczają opadom pyłów przemysłowych. Gleby miejskie charakteryzują się najwyższymi wartościami pH: gleby parków – 6,8, gleby trawników – 7,5, gleby ogródków działkowych – 7,1. Wpływ urbanizacji na wzrost odczynu gleb zaznacza się w lasach i glebach pól uprawnych. Gleby lasów z zabudową miejską mają pH wyższe (średnio 5,8) niż gleby lasów bez zabudowy (średnio 4,9). Podobnie gleby pól uprawnych w obszarach zurbanizowanych mają odczyn 7,2, a w niezurbanizowanych 6,5.

Ag SREBRO

Gleby: Tablica 3, tabela IV; ppm = mg/kg = g/t;

Orientacyjne wartości graniczne (11):

– gleby pól uprawnych	≤20
– gleby parków, terenów rekreacyjnych oraz gleby terenów pod zabudowę mieszkaniową	≤20
– gleby pod zabudowę przemysłową i handlową	≤40

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



Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski	<1-41	średnio <1
- gleby uprawne Polski	<1-12	średnio <1
- gleby Górnego Śląska	<1-13	średnio 1
- gleby uprawne Górnego Śląska	<1- 3	średnio <1

Zawartość srebra ługowalnego kwasem solnym w badanych glebach Górnego Śląska nie przekracza 1 ppm. Gleby o podwyższonych stężeniach Ag (>1 ppm) obserwuje się w postaci izolowanych płatów: na zachód od Piekar Śląskich na wychodniach dolomitów kruszonośnych i w rejonach nagromadzenia starych zwałów po eksploatacji rud Pb-Zn; na obszarze Bytomia (wydobycie i przeróbka rud) i Świętochłowic (hutnictwo), w Szopienicach (hutnictwo ołowiu) oraz w Trzebini (hutnictwo). Anomalie srebra (do 20 ppm) podobnego pochodzenia związane z rejonem starych wyrobisk górniczych rud ołowiu zaobserwował w glebach między Karczówką a Białogonem (Góry Świętokrzyskie) L. Lenartowicz (1994).

Osady wodne: Tablica 24, tabela V; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski	<1-117	średnio <1
- aluwia Wisły	<1- 5	średnio <1
- aluwia Odry	<1- 5	średnio 1
- osady wodne Górnego Śląska	<1-117	średnio <1

W przeciwieństwie do gleb, osady wodne Górnego Śląska wykazują wyraźne podwyższenia koncentracji srebra, szczególnie w obszarach wychodni skał węglanowych triasu środkowego. W większych rzekach tego rejonu podwyższone koncentracje, często przekraczające 5 ppm, obserwuje się w aluwiach Chechła, Bytomki, Brynicy i Czarnej Przemszy. Najczęściej jednak wyższe zawartości Ag występują w aluwiach drobnych cieków i w osadach małych zbiorników. Maksymalne stężenie srebra (117 ppm) stwierdzono w potoku Ropa, prawym dopływem Chechła na południe od Trzebini.

W obrazie kartograficznym anomalie srebra (>2 ppm) układają się zgodnie z przebiegiem wychodni węglanowych utworów triasu środkowego. Położenie maksimum tych anomalii przypada najczęściej na rejon koncentracji wydobycia, przeróbki i hutnictwa rud, zarówno współczesnych jak i historycznych. Wyróżnić tu można rejon Tarnowskich Gór i Strzybnicy z licznymi sztolniami odwadniającymi (w zlewni Stoły), okolice zakładów hutniczych w Miasteczku Śląskim i Piekarach Śląskich, gdzie występują liczne zwały i wyrobiska pogórnice. W kierunku południowo-wschodnim maksimum anomalii występują koło Siemianowic (dawne huty metali) oraz Dzieckowic i Jaworzna, gdzie znane są liczne ślady dawnego górnictwa rud. Anomalia >64 ppm w aluwiach występuje w rejonie Chrzanowa i Trzebini w zlewni Chechła i Koziego Brodu. Związana jest ona z zakładami górniczo-hutniczymi, zwłaszcza z rafinacją srebra w ZM Trzebinia. Jest rzeczą interesującą, że wychodnie dolomitów kruszonośnych na monoklinie między Krzeszowicami a Brudzowicami nie zaznaczają się anomaliami srebra, prócz niewielkiej anomalii koło Bukowna (przeróbka rud i hutnictwo) w zlewni Sztoły. Obszar złożowy Zawiercie-Koziegłowy manifestuje się rozległą, choć niską anomalią o kierunku SE-NW wyrażoną podwyższonymi stężeniami Ag (do 8 ppm) w lewo-brzeżnych dopływach górnej Warty. W przedłużeniu w kierunku południowo-wschodnim obserwujemy jeszcze dwie anomalie koło Kwaśniowa i Dłużca w prawobrzeżnej zlewni Białej Przemszy.

Uytuowanie wskazuje, że anomalie srebra mają charakter geologiczno-antropogeniczny. Jedynie anomalie w rejonie Zawiercia i Kwaśniowa, jak się wydaje, mają charakter anomalii czysto geochemicznych odzwierciedlając obecność zalegających głębiej formacji złożowych.

Zanieczyszczenie srebrem osadów wodnych znane jest z rejonów silnie uprzemysłowionych. Przykładem mogą być osady Łaby w rejonie Hradec Kralove, w których koncentracje Ag wahają się od <1 do 35 ppm (J. Vesely, 1991).

Al GLIN

Wody powierzchniowe: Tablica 46, tabela VI; ppm = mg/l

Orientacyjne wartości graniczne (27, 82):

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

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski	<0,1-1,2	średnio 0,1
- wody Wisły	<0,1-0,7	średnio 0,1
- wody Odry	<0,1-0,9	średnio 0,2
- wody Górnego Śląska	<0,1-1,2	średnio 0,2

Obszary podwyższonych koncentracji glinu w wodach powierzchniowych arkusza rozkładają się w sposób przypadkowy, nie wiążąc się ani z geologią, ani z obszarami lasów o niskim pH gleb, gdzie można by się spodziewać łatwego uruchamiania glinu. Zawartości maksymalne Al (1,0-1,2 mg/l) występują w małych ciekach i strumieniach, sztucznych zbiornikach oraz w stawach rybnych. Najbardziej rozległa anomalia glinu występuje w zlewniach Białej Przemszy i Przemszy. Są to koncentracje niewysokie, tylko niekiedy przekraczające 0,6 mg/l. W zachodniej części badanego obszaru obserwujemy rejon o koncentracjach przekraczających 0,3 mg/l w okolicy Krupskiego Młyna (w zlewni Stoły) oraz między Pyskowicami a Wielosią w prawostronnych dopływach Kłodnicy. W górnym biegu Kłodnicy występuje anomalia o podobnych zawartościach Al, ograniczona miejscowościami: Ruda Śląska-Swiętochłowice-Mikołów-Bujaków. Na wschodzie położona jest dość rozległa anomalia między Olkuszem, Bukownem i Krzeszowicami w zlewni Krzeszówki i Rudawy.

Koncentracje glinu w wodach Górnego Śląska nie odbiegają od wartości podawanych dla wód powierzchniowych podobnych rejonów górniczych w świecie (0,7-2,5 mg/l wg J. Ek, 1974).

As ARSEN

Gleby: Tablica 4, tabela IV; ppm = mg/kg = g/t

Orientacyjne wartości graniczne (16, 27):

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

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski	<5-3444	średnio <5
- gleby uprawne Polski	<5- 168	średnio <5
- gleby Górnego Śląska	<5- 238	średnio <5
- gleby uprawne Górnego Śląska	<5- 95	średnio <5

Powierzchnia o wartościach granicznych (gleby użytkowane rolniczo) na badanym obszarze:

- tolerowanych (20–50 ppm) – 170 km² 2,7%
- toksycznych (>50 ppm) – 7 km² 0,1%

Przeciętne zawartości arsenu w glebach Górnego Śląska są niskie i rzadko przekraczają 5 ppm. Nie różnią się w sposób istotny od ilości cytowanych powyżej dla obszaru Polski czy podawanych przez S. Dudkę (1993) jako wartości tła dla gleb Polski użytkowanych rolniczo. Autor ten stwierdzał zawartości od 0,5 do 15,0 ppm As w glebach piaszczystych i od 1,4 do 10,0 ppm As w glebach gliniastych i mułkowych Polski. Niewielkie podwyższenia stężeń As obserwuje się w glebach trawników i ugorów miejskich (średnio 6–7 ppm) oraz w glebach parków miejskich (średnio 11 ppm). Dla porównania warto przytoczyć podobne zawartości As w glebach obszarów miejskich i przemysłowych Berlina – średnio 3,6 ppm (M. Birke i U. Rauch, 1994).

W obrazie kartograficznym, gleby o zawartościach >20 ppm As występują na obszarach miejskich Świętochłowic, Bytomia, Mysłowic, Sławkowa i w rejonie kopalni Pomorzany między Olkuszem a Bolesławiem. Anomalie te mają charakter antropogeniczny i związane są z działalnością górnictwa i hutnictwa rud metali. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na podwyższenie koncentracji tego pierwiastka w glebach jest spalanie węgla kamiennych. Niektóre węgle zawierają do 200 ppm As (A. Kabata-Pendias, H. Pendias, 1993).

Obserwacje innych autorów (J. Verner i in., 1994) z rejonu huty Bukowno potwierdzają wysoką koncentrację arsenu w powierzchniowej warstwie gleb z pól uprawnych i ogródków działkowych, osiągającą lokalnie 150 ppm.

Badania nad zanieczyszczeniem gleb arsenem w rejonach o wieloletniej eksploatacji górniczej i hutniczej rud Zn-Pb w Wielkiej Brytanii (L. Xiangdong, I. Thornton, 1993) wykazały zawartości tego pierwiastka w granicach 6,5–42,3 ppm w obszarach górniczych. W rejonie huty ołowiu w Derbyshire w warstwie gleby z głębokości 0,00–0,15 m stwierdzono As w przedziale 5,9–44,4 ppm.

Osady wodne: Tablica 25, tabela V; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski	<5–6215	średnio <5
- aluwia Wisły	<5– 43	średnio <5
- aluwia Odry	<5– 118	średnio 10
- osady wodne Górnego Śląska	<5– 915	średnio 6

Osady aluwialne większych rzek Górnego Śląska zawierają arsen w granicach tła geochemicznego (<5 ppm). Wyraźne podwyższenia tego pierwiastka obserwuje się w aluwialach Białej Przemszy, Chechła i Stoły w zlewni Wisły oraz w aluwialach Bytomki i Stoły w zlewni Odry.

Wyniki badań monitoringowych (I. Bojakowska, G. Sokołowska, 1994) wskazują na obniżenie wartości średnich arsenu w osadach 12 rzek przedstawianego regionu z 9,0 ppm w 1991 r. do 4,7 ppm w 1993 r. Zawartości arsenu w drobnych ciekach i rowach melioracyjnych są bardzo zróżnicowane, chociaż najczęściej nie przekraczają granic tła geochemicznego. Maksymalne stężenie As (915 ppm) stwierdzono w niewielkim prawym dopływie potoku Woda Graniczna około 5 km na północny zachód od Miasteczka Śląskiego. Podobnie znacznym zróżnicowaniem zawartości As charakteryzują się osady drobnych zbiorników, przeważnie bezodpływowych, sadzawek, jezior itp., w których przeciętne stężenia wynoszą 9 ppm z maksymalnymi zawartościami osiągającymi 250 ppm As. Zbiorniki

wodne tego typu są często zanieczyszczone niekontrolowanymi ściekami przemysłowymi i komunalnymi. Na podkreślenie zasługuje brak podwyższonych koncentracji As w osadach sztucznych zbiorników wodnych i stawów rybnych.

W obrazie kartograficznym daje się wyróżnić szereg obszarów o anomalnych zawartościach As (>20 ppm), związanych ze skupiskami historycznych i współczesnych zakładów wydobywania, przeróbki oraz hutnictwa metali. Obszary te zlokalizowane są w okolicy Chrzanowa w zlewni Chechła, w okolicach Bolesławia, Bukowna i Sławkowa (w zlewni Białej Przemszy), a w części północno-zachodniej arkusza rozległa anomalia występuje w zlewniach Małej Panwi i Stoły między Tarnowskimi Górami, Miasteczkiem Śląskim, Kaletami i Tworogiem. Również dość rozległą anomalię arsenu obserwuje się na wododziale Odry i Wisły w obszarze aglomeracji Bytomia, Siemianowic, Świętochłowic i Mysłowic. Anomalia ta, leżąca w zlewniach Przemszy i Brynicy, wywołana jest głównie wysokimi koncentracjami As w osadach drobnych bezodpływowych zbiorników wodnych.

Wody powierzchniowe: Tabela VI; ppm = mg/l

Klasy czystości wód powierzchniowych (70):

I	≤0,05
II	≤0,05
III	<0,05 – ≤0,20

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski	<0,04–6,77	średnio <0,04
- wody Wisły	<0,04–0,04	średnio <0,04
- wody Odry	<0,04–0,04	średnio <0,04
- wody Górnego Śląska	<0,04–1,71	średnio <0,04

Ze względu na niską wykrywalność As w zastosowanej metodzie analitycznej (0,04 ppm) nie sporządzono mapy tego pierwiastka.

Zawartości arsenu w badanych próbkach wód występują wszędzie poniżej stężeń stosowanej metody analitycznej oprócz jednej próbki wody pobranej z niewielkiej sadzawki położonej po wschodniej stronie stacji kolejowej w Miasteczku Śląskim w zlewni potoku Woda Graniczna.

B BOR

Wody powierzchniowe: Tablica 47, tabela VI; ppm = mg/l

Klasy czystości wód powierzchniowych (70):

I	≤1
II	≤1
III	≤1

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski	<0,02–12,87	średnio 0,04
- wody Wisły	<0,02– 0,80	średnio 0,17
- wody Odry	<0,06– 0,24	średnio 0,14
- wody Górnego Śląska	<0,02– 7,92	średnio 0,09

Tło geochemiczne boru w wodach Górnego Śląska jest podwyższone i zawiera się w granicach 0,12–0,50 ppm. Niższe tło geochemiczne B w wodach obserwuje się we wschodniej i północnej części arkusza. Na podwyższenie tła w znacznym stopniu wpływają zrzuty wód kopalnianych oraz drenaż utworów karbonu przez spływy powierzchniowe. Świadczą o tym wysokie koncentracje tego pierwiastka w wodach Bierawki (średnio 0,49 ppm), Bytomki (średnio 0,62 ppm), a szczególnie Gostyni (średnio 0,94 ppm) do których zrzucana jest znaczna ilość wody z kopalń.

W płonych skałach karbońskich towarzyszących pokładom węgla (w seriach paralicznych) koncentracja boru może dochodzić do 350 ppm (C.T. Walker, 1968). Badania zawartości boru w warstwach porebskich z NW części GZW (T. Krzoska, 1981) wykazały zawartości dochodzące do 210 ppm boru. Cytowane dane wskazują, że bor może pochodzić zarówno z solanek, jak i z ługowania skał płonych i węgla z hałd górniczych.

Gleby w pobliżu elektrowni i składowisk popiołów mogą być wzbogacone w bor w efekcie spalania węgla. W węglach zawartość boru może osiągać 470 ppm a w pyłach z elektrowni nawet 6000 ppm (A. Kabata-Pendias, H. Pendias, 1979).

Zaznaczone na mapie pola wyraźnych anomalii mogą też być związane z przemysłem chemicznym lub wysypiskami odpadów. Do takich należy zaliczyć anomalie w zlewni górnej Stoły między Tarnowskimi Górami a Strzybnicą oraz w zlewni Koziego Brodu koło Jaworzna. Pierwsza z wymienionych anomalii związana jest ze składowiskiem odpadów Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry”, na którym gromadzony jest kwas borowy i boraks.

Ba BAR

Gleby: Tablica 5, tabela IV; ppm = mg/kg = g/t

Orientacyjne wartości graniczne (11):

- gleby uprawne ≤750
- gleby parków, terenów rekreacyjnych oraz gleby pod zabudowę mieszkaniową ≤500
- gleby pod zabudowę przemysłową i handlową ≤2000

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski <1-1777 średnio 32
- gleby uprawne Polski 2-1273 średnio 31
- gleby Górnego Śląska 2-1777 średnio 54
- gleby uprawne Górnego Śląska 2- 282 średnio 51

Zawartości ługowalnego kwasem solnym baru w glebach Górnego Śląska charakteryzują się stosunkowo małym zróżnicowaniem. Najwyższe zawartości (często przekraczające 200 ppm) wykazują gleby miejskie na obszarze Zabrze, Rokitnicy, Bytomia i Świętochłowic oraz Tarnowskich Gór. Wśród gleb pól uprawnych najwyższe koncentracje Ba notuje się w obszarach zabudowy miejskiej (średnio 105 ppm) i ogródków działkowych (średnio 94 ppm).

Gleby pól uprawnych Górnego Śląska zawierają niższe zawartości Ba – średnio 42 ppm dla gleb piaszczystych i 61 ppm dla gleb gliniastych. Podobne zawartości Ba wykazują gleby użytków zielonych. Najniższe zawartości tego pierwiastka zawierają gleby leśne (średnio 33 ppm).

Obraz kartograficzny baru w glebach jest bardzo charakterystyczny. Gleby o stężeniach >100 ppm Ba występują głównie w obszarze wychodni ilasto-piaskowcowych utworów karbonu produktywnego (Tablice A, B, C). Ku północy anomalia ta obejmuje wyżej wspomniane gleby miejskie Tarnowskich Gór.

Wzbogacenie w bar gleb Śląska w pewnym stopniu może być spowodowane spalaniem węgla obfitujących w ten pierwiastek. Z badań A. Rózcowskiej i B. Ptak (1993) wynika, że przeciętna koncentracja baru w węglach górnośląskich wynosi 176 ppm, a w 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 badając gleby miejskie ze słabo uprzemysłowionych miast (Aberdeen w Szkocji i Brno w Czechosłowacji) zauważyli, że bar osiąga koncentracje do 800 ppm w glebach trawników przyulicznych, gdzie wy-

stępują jednocześnie podwyższone zawartości ołowiu (do 500 ppm). Gleby ogródków działkowych w tych miastach wykazywały zawartości baru najczęściej mniejsze niż 200 ppm.

Osady wodne: Tablica 26, tabela V; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski <1-1794 średnio 52
- aluwia Wisły 9- 437 średnio 76
- aluwia Odry 20-1240 średnio 234
- osady wodne Górnego Śląska 3-1794 średnio 93

Zawartości Ba w aluwjach oraz innych osadach wodnych Górnego Śląska są mało zróżnicowane. Wyższe stężenia wykazują przeważnie rzeki drenujące utwory karbońskie lub te, do których zrzucane są wody kopalniane (Tablica C). Generalnie rzeki zlewni Odry mają aluwia bogatsze w ten pierwiastek. Bardzo wysokie, niekiedy przekraczające 400 ppm Ba, zawartości wykazują osady w zlewni górnej Stoły, Małej Panwi i Brynicy w okolicach Tarnowskich Gór, Miasteczka Śląskiego i Świerklańca. Stosunkowo niskimi koncentracjami baru charakteryzują się drobne strumienie i ciekły (średnio 97 ppm), niewielkie zbiorniki wodne (średnio 114 ppm) oraz stawy rybne i sztuczne zbiorniki wodne (odpowiednio 60 i 58 ppm). Takie zróżnicowanie zawartości baru w różnego typu zbiornikach wodnych wskazuje, że zasadniczym źródłem podwyższonych stężeń w osadach wodnych są wody kopalniane zrzucane do rzek, głównie zlewni Odry.

Wody powierzchniowe: Tablica 48, tabela VI; ppb = µg/l

Orientacyjne wartości graniczne (11, 27):

- wody rzeczne 10- 100
- wody rzeczne zanieczyszczone ≤450
- wody pitne 500-1500

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski <1-3470 średnio 55
- wody Wisły 32-1254 średnio 90
- wody Odry 51- 664 średnio 170
- wody Górnego Śląska 2-3470 średnio 87

Obraz kartograficzny zawartości baru w wodach Górnego Śląska jest mało wyrazisty, chociaż daje się zauważyć, że wyższe koncentracje tego pierwiastka występują w rzekach i strumieniach drenujących utwory triasu węglanowego oraz utwory karbonu. Podwyższone stężenia Ba obserwuje się w niektórych większych rzekach. W zlewni Wisły można wymienić Białą i Czarną Przemę, Bobrek, Mleczną i samą Wisłę. Szczególnie wysokie zawartości Ba stwierdzono w rzece Mlecznej, lewym dopływie Gostyni (średnio 425 ppb). W zlewni Odry zawartości przekraczające 100 ppb wykazują wody Bytomki, Kłodnicy, Małej Panwi i Stoły. Szczególnie wysokie stężenia Ba stwierdzono w wodach Stoły (średnio 362 ppb). Zwykle przeciętnymi zawartościami Ba charakteryzują się wody drobnych cieków i małych zbiorników wodnych jak również wody stawów i sztucznych zbiorników. Głównym źródłem podwyższonych zawartości baru w rzekach są wody kopalniane, zarówno kopalń węgla jak i rud metali.

Dla porównania można przytoczyć za I. Rejniewicz (1994) wartości 48-121 ppb Ba w powierzchniowych wodach holenderskich uznawane za koncentracje naturalne. W wodach powierzchniowych Białego Dunajca wahania zawartości Ba w zakresie 32-74 ppb Ba obserwował J. Małecki (1988) uznając, że są one uwarunkowane czynnikami naturalnymi.

Be BERYL

Osady wodne: Tablica 27, tabela V; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski	0,5-21,0	średnio 0,5
- aluwia Wisły	0,5- 1,1	średnio 0,5
- aluwia Odry	0,5- 1,5	średnio 0,5
- osady wodne Górnego Śląska	0,5-19,9	średnio 0,6

Anomalie berylu w osadach wodnych mają kierunek NW-SE wiążący się z obszarami, gdzie wśród utworów przypowierzchniowych dominujące znaczenie ma formacja triasowa. Sądzić zatem można, że o rozmieszczeniu berylu decyduje głównie czynnik geologiczny.

Najbardziej rozległa anomalia berylu w osadach wodnych ograniczona jest izolinia o wartości 1 ppm. Na północnym zachodzie dochodzi ona do miejscowości: Strzybnica-Tarnowskie Góry-Brudzowice, na południu osiąga rejon Bobrka i Tęczynka. Maksimum tej anomalii przypada na Jaworzno i okolice Trzebini. Przypuszczalnie dodatkowym źródłem berylu na tym obszarze jest spalanie węgla (elektrownie Jaworzno i Siersza, elektrociepłownie Łągisza, Będzin, Ciesle). Według danych cytowanych przez A. Kabatę-Pendias i H. Pendiasa (1979) zawartość berylu w węglach kamiennych waha się od 0,1 do 31,0 ppm, zaś w pyłach kominowych z elektrowni może osiągać nawet 45,0 ppm. Najwyższymi średnimi zawartościami berylu w obszarze tej anomalii wyróżniają się osady takich rzek jak Chechło (0,9 ppm), Dulówka (1,6 ppm), Kozi Bród (1,1 ppm). Równoległe do głównej anomalii na północy arkusza, przebiega obszar podwyższonych stężeń berylu w zlewni Warty rozciągający się od Zawiercia poprzez Myszków i Koziegłowy. W południowo-zachodniej części badanego obszaru obserwować można podłużną anomalię berylu od Tych poprzez Mikołów do Knurowa i Kozłowa. Występuje ona w osadach zlewni Bierawki (średnio 0,7 ppm) i Gostyni (średnio 1,2 ppm).

Ca WAPŃ

Gleby: Tablica 6, tabela IV; %

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski	0,01-25,45	średnio 0,17
- gleby uprawne Polski	0,01-13,50	średnio 0,18
- gleby Górnego Śląska	0,01-13,47	średnio 0,23
- gleby uprawne Górnego Śląska	0,01-10,40	średnio 0,23

Przeciętne zawartości wapnia w glebach Górnego Śląska mieszczą się w granicach 0,08-0,74%. Dwa czynniki decydują o rozmieszczeniu tego pierwiastka: czynnik geologiczny i działalność gospodarcza człowieka. Zawartości Ca przekraczające 1% obserwuje się przede wszystkim w glebach rozwiniętych na utworach węglanowych jury i kredy oraz w mniejszym stopniu na utworach węglanowego triasu środkowego. Z czynnikiem antropogenicznym należy wiązać wysokie zawartości Ca (>1%) w glebach aglomeracji górnośląskiej. Wyraża się to w około dwukrotnym wzbogaceniu w wapń gleb miejskich (trawników, parków, ogródków działkowych, ugorów) w stosunku do zawartości Ca w glebach pól uprawnych. Wzbogacenia w wapń gleb miejskich pochodzą prawdopodobnie z opadu pyłów przemysłowych, głównie ze spalania węgla. Szczególnie niskie zawartości Ca zawierają gleby leśne (średnio 0,08%).

Osady wodne: Tablica 28, tabela V; %

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski	0,01-43,15	średnio 0,84
- aluwia Wisły	0,09-31,95	średnio 1,38
- aluwia Odry	0,12- 4,42	średnio 0,73
- osady wodne Górnego Śląska	0,02-26,55	średnio 0,71

Zróżnicowanie zawartości wapnia w osadach wodnych Górnego Śląska jest związane głównie z budową geologiczną tego rejonu. W obrazie kartograficznym, maksima stężeń (>2% Ca) układają się zgodnie z przebiegiem struktur geologicznych triasu i jury, zasadniczo NW-SE. Najwyższe zawartości Ca stwierdzono w aluwjach rzek i strumieni: Baba (średnio 4,47%), Sztoła (średnio 5,47%) i jej dopływ Chechło (w zlewni Wisły) oraz w aluwjach Bytomki (w zlewni Odry). Generalnie aluwia większych rzek i strumieni zawierają więcej tego pierwiastka niż aluwia i osady drobnych cieków i zbiorników wodnych.

Wody powierzchniowe: Tablica 49, tabela VI; ppm = mg/l

Orientacyjne wartości graniczne (88):

- wody powierzchniowe wykorzystywane jako źródło wody pitnej	zalecane 100
--	--------------

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski	3-6400	średnio 79
- wody Wisły	14- 199	średnio 87
- wody Odry	73- 132	średnio 89
- wody Górnego Śląska	3-6400	średnio 83

Zawartości wapnia w wodach badanego rejonu są mało zróżnicowane i zawierają się przeważnie w granicach 50-100 mg/l. Maksymalne stężenia Ca przekraczające 800 mg/l stwierdzono w wodach w okolicy cementowni na NW od Ogrodzieńca.

Dane z literatury wskazują, że koncentracje wapnia w wodach powierzchniowych są zależne od jego zawartości w skałach podłoża. W wodach strumieni nizinnych Holandii naturalne zawartości Ca wahają się od 16 do 36 mg/l (I. Rejniewicz, 1994), w wodach płynących przez tereny zbudowane ze skał węglanowych wynoszą 55-74 mg/l Ca. Badaniami wód powierzchniowych z północnej Szwecji, w rejonach górnictwa rud metali występujących w skałach magmowych, J. Ek (1974) wykazał obecność wapnia w ilościach 2,7-14,5 mg/l.

Cd KADM

Gleby: Tablica 7, tabela IV; ppm = mg/kg = g/t

Orientacyjne wartości graniczne (13, 16, 27):

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

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski	<0,5-253,3	średnio <0,5
- gleby uprawne Polski	<0,5- 16,7	średnio <0,5
- gleby Górnego Śląska	<0,5-253,3	średnio 1,4
- gleby uprawne Górnego Śląska	<0,5- 16,7	średnio 1,3

Powierzchnia o wartościach granicznych (gleby użytkowane rolniczo) na badanym obszarze:

- tolerowanych (1-5ppm) - 4110 km ²	65,3%
- toksycznych (5 ppm) - 889 km ²	14,1%

Gleby Górnego Śląska wyróżniają się spośród gleb Polski najwyższymi koncentracjami kadmu, zwykle przekraczającymi wartość 1 ppm. W literaturze, jako dopuszczalne w glebach uprawnych, podawane są różne wartości, od 1 do 5 ppm. Na mapie rozmieszczenia kadmu w glebach jako orientacyjną wartość graniczną przyjęto 4 ppm. Pole zakreślone przez tę wartość w znacznym stopniu pokrywa się z polami przekroczeń wartości granicznych dla ołowiu i cynku (Tablice: 17 i 22). Anomalne zawartości kadmu (>4 ppm) występują najczęściej w glebach rozwiniętych na dolomitach kruszczoonych. Maksymalne zawartości (>16 ppm) obserwuje się w rejonach koncentracji wydobywania, przeróbki i hutnictwa metali (rejon bytomski, chrzanowski, olkuski) lub hutnictwa metali (Katowice, Szopienice, Miasteczko Śląskie). Przykładem szczegółowych obserwacji takiego rejonu może być okolica huty Bukowno, gdzie J. Verner i współautorzy (1994), badając powierzchniową warstwę gleb, stwierdzili Cd w zakresie stężeń 25–133 ppm.

Badania zawartości kadmu w rejonach wydobywania i przetwórstwa rud w Wielkiej Brytanii (L. Xiangdong, I. Thornton, 1993) wykazują, że zawartości Cd są wyższe w rejonach górnictwa rud, gdzie dochodzą do 372 ppm, zaś w okolicach hut w warstwie powierzchniowej gleb stwierdzano od 0,2 do 19,7 ppm.

Z punktu widzenia sposobu użytkowania gleb, najwyższymi koncentracjami charakteryzują się gleby parków (średnio 4,6 ppm), gleby trawników miejskich (średnio 2,7 ppm) oraz gleby pól uprawnych w obszarach aglomeracji miejskich (średnio 2,7 ppm). Badania dotyczące podobnego użytkowania gleb (ogródki działkowe i pola uprawne) województwa katowickiego prowadzone przez OBiKŚ w Katowicach inną metodą (E. Marchwińska, R. Kucharski 1990), wykazały występowanie w nich kadmu w granicach 0,3–143 ppm.

Osady wodne: Tablica 29, tabela V; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

– osady wodne Polski	<0,5–8736,0	średnio 0,6
– aluwia Wisły	<0,5– 109,5	średnio 2,5
– aluwia Odry	<0,5– 18,0	średnio 1,6
– osady wodne Górnego Śląska	<0,5–8736,0	średnio 2,8

Osady wodne badanego obszaru zawierają przeważnie kadm w ilościach przekraczających 1 ppm. Wartości poniżej 1 ppm Cd stwierdzono w północno-wschodnim narożu arkusza na wychodniach węglanowych utworów jury i kredy. Wśród większych rzek średnie zawartości Cd, przekraczające 10 ppm, występują w aluwiach Białej Przemszy, Brynicy, Baby, Chechła, Sztoły i Wisły (w zlewni Wisły) oraz Bytomki i Stoły (w zlewni Odry). Szczególnie wysokie zawartości Cd wykazują aluwia Chechła (od 40,8 do 130,1, średnio 70,8 ppm) i aluwia Stoły (od 6,3 do 290,3, średnio 31,0 ppm).

Badania rozkładu kadmu w osadach Białej Przemszy (S. Ryborz, J. Suszka, 1993) potwierdzają te wyniki. Autorzy badający chemizm osadów w dziewięciu przekrojach tej rzeki stwierdzili zawartości Cd od 0,9 do 73,0 ppm. E. Helios-Rybicka (1994) podaje maksymalną zawartość kadmu w osadach Przemszy wynoszącą 500 ppm.

W obrazie kartograficznym daje się wyróżnić wąski pas anomalii (>12 ppm) między Piekarami Śląskimi na północnym zachodzie i Chrzanowem na południowym wschodzie z maksimum w miejscach eksploatacji rud cynkowo-olowiowych (Piekary Śląskie, okolice Chrzanowa) lub hutnictwa metali (Siemianowice–Katowice–Szopienice). Drugi, równoległy pas anomalii przebiega między Hutą Katowice

na północnym zachodzie i Olkuszem na południowym wschodzie z maksimum w rejonie ZGH Bolesław. Bardzo silną, rozległą anomalię o odmiennym, nieliniowym charakterze obserwuje się w zlewni Małej Panwi i Stoły między Tarnowskimi Górami, Miasteczkiem Śląskim, Strzybnicą i Krupskim Młynem. Maksymalne stężenie kadmu (8736 ppm) zanotowano w cieku bez nazwy wpadającym do strumienia Woda Graniczna w pobliżu Boruszowic. Dalej ku Odrze anomalia ta zaznacza się wąskim pasem w aluwiach Małej Panwi. Pochodzenie tej anomalii daje się wytłumaczyć tylko w części wyciekami wód kopalnianych z licznych sztolni odwadniających w dolinie Stoły. Źródłem koncentracji kadmu mogą być też zmywane do rzek pyły hutnicze oraz odpady z Huty Cynku „Miasteczko Śląskie”. Wyjaśnienie jej pochodzenia wymaga dodatkowych, bardziej szczegółowych badań.

Wody powierzchniowe: Tablica 50, tabela VI; ppb = µg/l

Klasy czystości wód powierzchniowych (70):

I	≤5
II	>5 ≤30
III	>30 ≤100

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

– wody powierzchniowe Polski	<3–238	średnio <3
– wody Wisły	<3– 14	średnio <3
– wody Odry	<3	średnio <3
– wody Górnego Śląska	<3–238	średnio <3

Większość wód Górnego Śląska zawiera kadm w ilościach przyjętych dla pierwszej klasy czystości (<5 ppb). Izolowane anomalie o stężeniach kadmu >5 ppb obserwuje się w wodach okolic Ogrodzieńca i między Bolesławem a Bukownem. Bardzo silne anomalie o stężeniach Cd niekiedy przekraczających 100 ppb występują w rejonie Szopienic i Mysłowic oraz w zlewni Małej Panwi i zlewni Stoły na północ od Tarnowskich Gór. Ta ostatnia anomalia pokrywa się z bardzo silną anomalią kadmu w aluwiach.

W przyrodzie kadm pozostaje w asocjacji z cynkiem, a jego podwyższone koncentracje występują w wodach powierzchniowych starych okęgów górniczych. Z literatury można przytoczyć występowanie nawet znacznie wyższych niż na Górnym Śląsku koncentracji kadmu w wodach z rejonów górnictwa rud Zn. Na przykład, w Walii stwierdzano ten pierwiastek w ilości do 2500 ppb w pobliżu starych sztolni i hałd, zaś na obszarze całej badanej zlewni w tamtym rejonie górniczym koncentracje Cd wahały się od 6,5 do 15,6 ppb (R. Fuge i in., 1991). Z terenu Niemiec znane są koncentracje do 48 ppb Cd w wodach powierzchniowych w Reńskich Górach Łupkowych oraz w okolicach Bodenmais w Bawarskim Lesie (H. Fauth i in. 1985). Stosunkowo mało zanieczyszczone wody w zlewni Białego Dunajca (J. Małecki, 1988) wykazały koncentracje kadmu dochodzącą do 43 ppb, co autor tłumaczy wpływem przemysłu chemicznego.

Co KOBALT

Gleby: Tablica 8, tabela IV; ppm = mg/kg = g/t

Orientacyjne wartości graniczne (11, 27):

– gleby uprawne	≤30
– gleby parków, terenów rekreacyjnych oraz gleby pod zabudowę mieszkaniową	≤50
– gleby pod zabudowę przemysłową i handlową	≤300

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski	<1-46	średnio 1,7
- gleby uprawne Polski	<1-29	średnio 2
- gleby Górnego Śląska	<1-21	średnio 2
- gleby uprawne Górnego Śląska	<1-13	średnio 3

Mobilna część kobaltu, ługowalna kwasem solnym, w glebach Górnego Śląska jest niska. Zawiera się ona w granicach od <1 ppm do 13 ppm. Daje się jednak zauważyć pewne regionalne zróżnicowanie związane z litologią skał. Tam, gdzie w podglebiu występują utwory klastyczne karbonu lub triasu górnego i dolnej jury obserwuje się nieco wyższe zawartości Co.

Osady wodne: Tablica 30, tabela V; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski	<1-357	średnio 3
- aluwia Wisły	1- 14	średnio 5
- aluwia Odry	1- 22	średnio 6
- osady wodne Górnego Śląska	<1-164	średnio 4

Zróżnicowanie zawartości kobaltu w osadach wodnych Górnego Śląska jest niewielkie. Podwyższone koncentracje Co (>10 ppm) obserwuje się w osadach wodnych na obszarach aglomeracji Katowic, Chorzowa, Będzina, Mysłowic, Dąbrowy Górniczej oraz innych mniejszych miejscowości, jak Myszków, Poręba, Bolesław i in. Podwyższenia te mają charakter wyraźnych zanieczyszczeń antropogenicznych. Podobne stężenia kobaltu (średnio 10 ppm) występują w osadach wschodnich Niemiec (M. Birke, U. Rauch, 1993).

Wody powierzchniowe: Tablica 51, tabela VI; ppb = µg/l

Orientacyjne wartości graniczne (27):

- wody rzeczne	0,04-8,00
- wody pitne	0,01-0,13

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski	<5-136	średnio <5
- wody Wisły	<5- 5	średnio <5
- wody Odry	<5- 5	średnio <5
- wody Górnego Śląska	<5-136	średnio <5

Niska wykrywalność kobaltu w wodach (5 ppb), uwarunkowana zastosowaną metodą analityczną, nie pozwala na ustalenie rzeczywistych koncentracji tego pierwiastka. Ujawnione wysokie anomalie w okolicy Ogrodzieńca (maksimum >20 ppb) i Mierzęcic (maksimum >50 ppb) wymagają bliższego wyjaśnienia. W tych samych rejonach występują anomalie niklu.

W badaniach wód powierzchniowych Niemiec Zachodnich, prezentowanych przez H. Fautha i in. (1985), stwierdzano kobalt w zakresie 1-540 ppb. Autorzy opracowania nie zidentyfikowali naturalnych źródeł anomalii tego pierwiastka, co wskazywać może na jego antropogeniczne pochodzenie.

Cr CHROM

Gleby: Tablica 9, tabela IV; ppm = mg/kg = g/t

Orientacyjne wartości graniczne (16, 27):

- gleby uprawne	≤100	toksyczne ≥500
- gleby miejsc zabaw dla dzieci	≤50	toksyczne ≥250
- gleby parków i terenów rekreacyjnych	≤150	toksyczne ≥600
- gleby pod zabudowę mieszkaniową	≤100	toksyczne ≥350
- gleby pod zabudowę przemysłową	≤200	toksyczne ≥800

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski	<1-1873	średnio 4
- gleby uprawne Polski	1-1873	średnio 5
- gleby Górnego Śląska	1- 95	średnio 5
- gleby uprawne Górnego Śląska	<1- 67	średnio 6

Zawartość chromu rozpuszczalnego w HCl w glebach Górnego Śląska jest niska i zwykle nie przekracza 10 ppm, podobnie jak na terenie całej Polski (J. Lis, A. Pasieczna, 1994, 1995). Wyjątek stanowią gleby w pobliżu hałd przemysłowych, gdzie koncentracje chromu wynoszą kilkaset ppm (J. Borkowski, E. Roszyk, 1991). Badania gleb z ogródków działkowych w wybranych miejscowościach (Olkusz, Bukowno, Sławków, Klucze) potwierdzają występowanie niskich zawartości chromu (do 25 ppm) w glebach górnośląskich (R. Kucharski, E. Marchwińska, 1990; M. Trafas i in., 1990).

Podwyższone koncentracje tego pierwiastka występują w glebach na terenach miejskich i przemysłowych. Większy obszar gleby takie zajmują na terenie aglomeracji Katowic, Siemianowic, Chorzowa i Świętochłowic. Inne wystąpienia gleb z podwyższonymi zawartościami chromu obserwuje się na terenach Zawiercia, Poręby i Myszkowa w północno-wschodniej części arkusza oraz Oświęcimia i w dolinie Wisły – w części południowej.

Osady wodne: Tablica 31, tabela V; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski	<1-12 251	średnio 6
- aluwia Wisły	1- 420	średnio 23
- aluwia Odry	2- 234	średnio 30
- osady wodne Górnego Śląska	<1-12 251	średnio 10

Osady wodne na omawianej mapie wykazują znaczne zróżnicowanie zawartości chromu. Wyższymi koncentracjami (>10 ppm) charakteryzują się osady wodne w obszarach silnie zurbanizowanych, takich jak: aglomeracja katowicka, Rybnik oraz pas miejscowości Olkusz-Gołaczewy-Ogrodzieniec-Zawiercie-Myszków. Intensywne anomalie chromu w aluwjach (>80 ppm) występują w pobliżu zakładów przemysłowych i węzłów kolejowych. Najsilniejsza anomalia, w której zawartość w jednej próbie osiągnęła 12 251 ppm, występuje w potoku Kozi Bród (lewy dopływ Białej Przemszy) w pobliżu stacji przeładunkowej Jaworzno-Szczakowa dla Huty Katowice. Dość silna anomalia chromu w potoku Centara (prawy dopływ Białej Przemszy) jest wynikiem bliżej nieokreślonego źródła zanieczyszczeń w Wolbromiu, już poza granicami mapy. Inne anomalie obserwuje się koło Strzybnicy, Alwerni, Oświęcimia, Babic. Występują one zwykle w pobliżu zakładów przemysłowych lub torów kolejowych. Anomalie chromu mają wyraźny charakter antropogeniczny.

Według badań E. Helios-Rybickiej i M. Wardas (1989) chrom we frakcji <63 µm związany jest prawie w całości z fazą żelazistą osadu. Podwyższenie koncentracji chromu w osadach górnej Wisły (poniżej ujścia Przemszy) wiązać należy z aktywnością górnictwa i hutniczą w rejonie Górnego Śląska oraz z przemysłem chemicznym produkującym sole chromu i barwniki chromowe w Alwerni. Błoto pochromowe z zakładów chemicznych w Alwerni jest źródłem anomalii tego pierwiastka rozciągającej się na południe od miasta.

Wody powierzchniowe: Tablica 52, tabela VI; ppb = µg/l

Klasy czystości wód powierzchniowych (70):

I	≤50
II	>50 ≤100
III	>100

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski	<5-4445	średnio <5
- wody Wisły	<5- 49	średnio <5
- wody Odry	<5- 28	średnio <5
- wody Górnego Śląska	<5-4445	średnio <5

Prawie wszystkie wody omawianego regionu mieszczą się w granicach pierwszego stopnia czystości (<5 ppb). Bardzo silną anomalię chromu stwierdzono w wodach potoku Kozi Bród koło stacji kolejowej Jaworzno-Szczakowa, gdzie występuje maksymalne stężenie 4445 ppb. Anomalia ta pokrywa się z anomalią Cr w aluwiach. Mniej rozległą anomalię, również pokrywającą się z anomalią Cr w aluwiach, stwierdzono na południe od Alwerni.

Cu MIEDŹ

Gleby: Tablica 10, tabela IV; ppm = mg/kg = g/t

Orientacyjne wartości graniczne (16, 27):

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

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski	1-6401	średnio 5
- gleby uprawne Polski	1-2190	średnio 5
- gleby Górnego Śląska	1- 805	średnio 7
- gleby uprawne Górnego Śląska	1- 54	średnio 6

Powierzchnia o wartościach granicznych (gleby użytkowane rolniczo) na badanym obszarze:

- tolerowanych (50-200 ppm) -	103 km ²	1,6%
- toksycznych (>200 ppm) -	5 km ²	0,1%

Zawartości miedzi w glebach Górnego Śląska są niskie (od <1 do 805 ppm, średnio 7 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 <2-3688 ppm (średnio 103 ppm) przy zastosowaniu podobnego roztrawiania próbek (HCl). Kontrastowo ubogie w miedź są gleby nieuprzemysłowionych rejonów Białorusi (Polesie), gdzie stwierdzono ten pierwiastek w ilości 1,6-13,5 ppm (T. Belousova, 1994).

Podwyższone koncentracje (przekraczające 10 ppm) miedzi w glebach Górnego Śląska związane są z zanieczyszczeniami antropogenicznymi, co wyraża się we wzbogaceniach w ten pierwiastek gleb miejskich: trawniki (średnio 21 ppm), parki (średnio 19 ppm), ogródki działkowe (średnio 14 ppm) oraz gleb użytkowanych rolniczo w obrębie zabudowy miejskiej (średnio 17 ppm), w stosunku do gleb z obszarów bez zabudowy o średniej zawartości 6 ppm.

Wyraźne anomalie w glebach zlokalizowane są także w pobliżu niektórych dawnych i współczesnych zakładów hutnictwa metali, w pasie od Zabrza do Szopienic. Nie wielkie anomalie obserwuje się w Tarnowskich Górach oraz koło Trzebini i Oświęcimia.

Na podwyższenie ilości miedzi w glebach może wpływać intensywny ruch kołowy. Badania Z. Czerwińskiego (1987) wskazują, że zawartość miedzi osiąga 67 ppm tuż przy brzegu szosy o dużym nasileniu ruchu i spada do 17 ppm w odległości 300 m.

Według obserwacji M. Trafas i in. (1990) procesy hutnictwa rud Zn-Pb nie wpływają na podwyższenie zawartości miedzi w glebach. W bezpośrednim sąsiedztwie kombinatu „Bolesław” autorzy ci stwierdzili zawartości

Cu nie przekraczające 40 ppm. Odmienny pogląd prezentuje E. Lorek (1993), według której zawartość miedzi w pobliżu huty cynku wzrosła w ciągu 11 lat od 20 do 36 ppm, zaś obok huty „Katowice” odpowiednio od 3 do 37 ppm.

Osady wodne: Tablica 32, tabela V; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski	1-15 460	średnio 8
- aluwia Wisły	1- 419	średnio 23
- aluwia Odry	3- 371	średnio 44
- osady wodne Górnego Śląska	1- 1 886	średnio 16

Na niskim tle zawartości Cu (<40 ppm) w osadach wodnych, wyróżnia się szeroki pas anomalii przebiegający od Tarnowskich Gór, Strzybnicy i Miasteczka Śląskiego na północnym zachodzie arkusza, poprzez najsilniej zurbanizowaną część Górnego Śląska od Gliwic do Chrzanowa oraz w okolicach Olkusza i Bolesławia. Wysokie zawartości miedzi występują w aluwiach większych rzek i strumieni. Bardzo niskie koncentracje Cu obserwuje się w osadach stawów rybnych (średnio 8 ppm) i sztucznych zbiorników wodnych (średnio 6 ppm). Maksymalne stężenia miedzi stwierdzono w aluwiach Bytomki (średnio 125 ppm) i Stoły (średnio 216 ppm) w zlewni Odry oraz w Chechle (średnio 197 ppm) i Wiśle (średnio 108 ppm). Powyższe dane wskazują, że zanieczyszczenie miedzią osadów wodnych ma swoje źródło głównie w ściekach przemysłowych i ewentualnie komunalnych. I. Bojakowska i G. Sokołowska (1994), prowadzące obserwacje monitoringowe w rzekach województw bielsko-bialskiego i katowickiego stwierdzają, że w kilku większych rzekach tego rejonu występują średnie zawartości Cu od 54 do 84 ppm.

Wody powierzchniowe: Tablica 53, tabela VI; ppb = µg/l

Klasy czystości wód powierzchniowych (70):

I	≤50
II	≤50
III	≤50

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski	<5-3732	średnio <5
- wody Wisły	<5- 84	średnio <5
- wody Odry	<5- 26	średnio 6
- wody Górnego Śląska	<5- 994	średnio 5

Zawartości miedzi w wodach Górnego Śląska są mało zróżnicowane i bardzo rzadko zawierają ilości wyższe niż ustalone dla pierwszej klasy czystości wód powierzchniowych (>50 ppb). Koncentracje wyższe niż 10 ppb obserwuje się zwykle w wodach niektórych większych rzek: Baby, Bytomki, Gostyni i Trzebyczki (w zlewni Wisły) oraz w wodach Kłodnicy, Małej Panwi, Rokitnicy i Stoły (w zlewni Odry). Dla porównania, badania wód powierzchniowych w zlewni Białego Dunajca, która została uznana przez J. Małeckiego (1988), za częściowo przeobrażoną antropogenicznie, wykazały koncentracje miedzi w granicach 8-25 ppb.

Fe ŻELAZO

Gleby: Tablica 11, tabela IV; %

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski	<0,01-9,57	średnio 0,50
- gleby uprawne Polski	0,05-5,99	średnio 0,52
- gleby Górnego Śląska	<0,01-5,06	średnio 0,56
- gleby uprawne Górnego Śląska	0,06-5,06	średnio 0,67

Zróźnicowanie zawartości żelaza w glebach Górnego Śląska jest wynikiem działania dwu czynników; geologicznego i antropogenicznego. Niskie koncentracje Fe (<0,5%) występują w glebach rozwiniętych w obszarach, gdzie w podłożu występują utwory węglanowe. Zwarty obszar występowania gleb o niskich zawartościach żelaza znajduje się we wschodniej części arkusza na wychodniach utworów kredowych i górnourajskich.

Wysokimi koncentracjami żelaza charakteryzują się niektóre gleby miejskie aglomeracji katowickiej (Rokitnica, Bytom, Świętochłowice, Siemianowice, Chorzów, Katowice, Mysłowice, Będzin). Inny płat tego typu gleb występuje na obszarze Łazisk Górnych, Mikołowa i Tych. Mniejsze wystąpienia obserwuje się w okolicach Oświęcimia i dalej na wschód w dolinie Wisły oraz koło Zastrzębia Zdroju, Poręby, Zawiercia i Łaz.

Z punktu widzenia rodzaju, gleby gliniaste są bogatsze w żelazo (średnio 0,88%) od piaszczystych (średnio 0,52%). Najmniej żelaza zawierają gleby leśne piaszczyste (średnio 0,30%).

Badania zmian prowadzone w ciągu 11 lat w pobliżu huty „Katowice” (E. Lorek, 1993) wykazały, że w tym czasie wzrosła 66-krotnie koncentracja żelaza w pięciocentymetrowej warstwie gleby, osiągając 1%. Podobne zjawisko wystąpiło w pobliżu huty cynku „Miasteczko Śląskie”, gdzie stężenie Fe doszło do 0,7%. W świetle tych badań przypuszczać można, że anomalie Fe na terenach przemysłowych mają pochodzenie antropogeniczne.

Osady wodne: Tablica 33, tabela V; %

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski	<0,01–31,14	średnio 0,75
- aluwia Wisły	0,22– 3,18	średnio 1,11
- aluwia Odry	0,18– 5,64	średnio 1,59
- osady wodne Górnego Śląska	0,03–26,43	średnio 1,01

Obraz rozmieszczenia żelaza w osadach wodnych jest w generalnych zarysach taki jak w glebach. Największy, zwarty obszar o niskich koncentracjach tego pierwiastka (<1%) występuje we wschodniej części arkusza, natomiast najwyższe stężenia spotyka się w osadach na terenach niektórych aglomeracji miejskich. Najniższe zawartości Fe stwierdzono w osadach stawów rybnych i sztucznych zbiorników wodnych.

Wody powierzchniowe: Tablica 54, tabela VI; ppm = mg/l

Klasy czystości wód powierzchniowych (70):

I	≤1,0
II	>1,0 ≤1,5
III	>1,5 ≤2,0

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski	<0,02–438,72	średnio 0,52
- wody Wisły	<0,09– 3,87	średnio 0,43
- wody Odry	<0,10– 2,98	średnio 0,59
- wody Górnego Śląska	<0,02– 93,44	średnio 1,01

Większość wód powierzchniowych omawianego obszaru zawiera żelazo w znacznych ilościach. Wody o niskiej zawartości Fe, odpowiadające kryteriom pierwszej klasy czystości, występują głównie we wschodniej części mapy. Podobny rozkład Fe (najniższe zawartości na wschodzie) stwierdzono też w glebach i osadach wodnych (Tablice 11 i 33). Wody pierwszej klasy czystości obserwuje się również w pasie wychodni dolomitów kruszczoonych, między Tarnowskimi Górami a Olkuszem oraz w rejonie Chrzanova. Bardzo wysokie stężenia Fe, często przekraczające

wymagania dla III klasy czystości wód powierzchniowych, występują głównie w obszarach złóż węgla kamiennego i zrzutów wód kopalnianych. Potwierdzeniem przypuszczenia, że na zanieczyszczenia wód powierzchniowych w znacznym stopniu wpływają wody zrzucane z kopalń węgla kamiennego, są wysokie zawartości żelaza w wodach takich rzek, jak Gostynia, Pszczyńska i Wisła w obrębie arkusza mapy.

Hg RTEĆ

Gleby: Tablica 12, tabela IV; ppm = mg/kg = g/t

Orientacyjne wartości graniczne (13, 16, 27):

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

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski	<0,05–7,55	średnio <0,05
- gleby uprawne Polski	<0,05–4,75	średnio <0,05
- gleby Górnego Śląska	<0,05–4,00	średnio 0,08
- gleby uprawne Górnego Śląska	<0,05–0,40	średnio 0,08

Średnia zawartość rtęci w glebach określana jest na 0,06 ppm (B. Freedman, 1989). W glebach miejskich i w rejonach przemysłowych koncentracja tego pierwiastka może znacznie wzrastać w wyniku zanieczyszczeń antropogenicznych. Na przykład, na terenie Warszawy występuje anomalia o zawartości Hg >2 ppm, a w niektórych punktach stwierdzono nawet do 10,78 ppm Hg (J. Lis, 1992).

Zawartość rtęci rozpuszczalnej w kwasie solnym w glebach badanego rejonu utrzymuje się na poziomie stosunkowo niskim (<0,15 ppm), choć nieco wyższym niż w glebach innych rejonów Polski. Podwyższone zawartości rtęci (>0,15 ppm) stwierdzono w glebach miejskich na obszarze aglomeracji katowickiej i na terenie Myszkowa, Mrzygłodu i Poręby. Maksymalne stężenia przekraczające zawartości dopuszczalne w glebach uprawnych (>1 ppm) stwierdzono jedynie na niewielkim obszarze koło Jaworzna. Źródła anomalii rtęci w tym obszarze można upatrywać w spalaniu dużych ilości węgla (elektrownie).

Osady wodne: Tablica 34, tabela V; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski	<0,05–11,00	średnio <0,05
- aluwia Wisły	<0,05– 2,15	średnio 0,14
- aluwia Odry	<0,05– 2,52	średnio 0,34
- osady wodne Górnego Śląska	<0,05–10,50	średnio <0,05

Podwyższone zawartości rtęci (>0,15 ppm) w osadach wodnych Górnego Śląska obserwuje się w szerokim pasie od Gliwic na północnym zachodzie do Oświęcimia na południowym wschodzie, w zlewni górnej Stoły w rejonie Tarnowskich Gór i Miasteczka Śląskiego oraz w zlewni górnej Warty i Białej Przemszy, w okolicy Koziegłów, Mrzygłodu, Huty Starej i Poręby. Maksymalne stężenia Hg, niekiedy do 10 ppm, stwierdzono w osadach drobnych cieków koło bazy transportu kolejowego i licznych hałd w Koszuce (Katowice), koło Jaworzna, obok zakładów chemicznych w Oświęcimiu oraz w Murkach na południe od Katowic. Aluwia większych rzek i strumieni nie wyróżniają się specjalnie pod względem zawartości Hg, prócz aluwii Bytomki, gdzie średnie zawartości rtęci osiągają prawie 1 ppm.

Badania monitoringowe, prowadzone w latach 1991–1993 (I. Bojakowska, G. Sokołowska, 1994) nad aluwiami większych rzek regionu, pozwoliły na wykrycie w nich zawartości Hg w granicach 0,01–1,04 ppm. Podobnego typu obserwacje monitoringowe frakcji <60 µm w osadach Łaby wykazały koncentracje rtęci dochodzące do 15,5 ppm (J. Vesely, 1991), czyli znacznie przekraczające wartości maksymalne znane z Górnego Śląska.

Dość równomierny rozkład stężeń Hg w osadach różnych rodzajów zbiorników wodnych, w przeciwieństwie do zachowania się innych pierwiastków, których podwyższone koncentracje w aluviach rzek związane są głównie ze zrzutami wód kopalnianych (Cd, Pb, Zn, z kopalń rud Pb-Zn oraz B, K, Li, Na z kopalń węgla), wskazuje, że podwyższenie zawartości rtęci pochodzi z opadów atmosferycznych związanych prawdopodobnie ze spalania węgla. Lokalne maksima stężeń mogą być związane z działalnością przemysłu chemicznego (Oświęcim, Jaworzno). Anomalia w Murckach wymaga dodatkowych badań dla wyjaśnienia jej pochodzenia.

K POTAS

Wody powierzchniowe: Tablica 55, tabela VI; ppm = mg/l

Klasy czystości wód powierzchniowych (70):

- I ≤10
- II 10 ≤12
- III 12 ≤15

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski <1–473 średnio 5
- wody Wisły 2– 92 średnio 11
- wody Odry 6– 23 średnio 11
- wody Górnego Śląska <1–473 średnio 8

Czynnikiem decydującym o wysokości stężeń potasu w wodach powierzchniowych rejonu jest górnictwo węgla kamiennego – zrzuty słonych wód kopalnianych do rzek. W wodach utworów paleozoicznych Górnego Śląska koncentracja potasu przekracza zwykle 350 mg/l (Z. Płochniewski, W. Bidzińska, 1970). Według tych autorów maksymalne zawartości potasu w solankach mogą dochodzić nawet do 15 500 mg/l. W świetle przytoczonych wyżej danych przypuszczać można, że tylko niewielka część potasu w wodach powierzchniowych badanego rejonu może pochodzić z zanieczyszczeń rolniczych i przemysłowych, a jego podstawowym źródłem są solanki.

Wody rzek i większych strumieni na SW od linii Krupski Młyn–Chrzanów przeważnie nie spełniają kryteriów nawet dla III klasy czystości wód. Najsilniej zanieczyszczone potasem są: Gostynia, Mleczna i Wisła (w zlewni Wisły) oraz Bierawka, Bytomka, Kłodnica, Rokitnica i Ruda (w zlewni Odry). Małe ciek i sadzawki zwykle zawierają wody I klasy czystości. Bardzo czyste są sztuczne zbiorniki wodne i stawy rybne.

Li LIT

Wody powierzchniowe: Tablica 56, tabela VI; ppm = mg/l

Orientacyjne wartości graniczne (11, 27, 50):

- wody wykorzystywane do nawadniania ≤2,50
- wody rzeczne <0,02
- wody podziemne 0,002–0,04

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski <0,02–2,78 średnio <0,02
- wody Wisły <0,02–0,15 średnio 0,02
- wody Odry <0,02–0,09 średnio 0,03
- wody Górnego Śląska <0,02–2,78 średnio <0,02

Podobnie jak w przypadku potasu i sodu, wysokie stężenia litu w wodach powierzchniowych związane są ze zrzutami wód słonych przez górnictwo węglowe. W niektórych wodach mineralnych koncentracje litu mogą dochodzić do 26,5 mg/l (A. Macioszczyk, 1987), a w solankach z terenów roponośnych zwykle osiągają 2,7 mg/l (A. Polański, 1988). Podobne są zawartości maksymalne w badanych próbkach wód powierzchniowych Górnego Śląska.

Na mapie zasięgu stężeń litu powyżej 0,04 mg/l pokrywa się prawie dokładnie z zasięgiem występowania złóż węgla (Tablica C). Niższe zawartości Li obserwuje się jedynie w przypadku kopalń nie zrzucających solanek, na przykład w rejonie Mikołowa, Sosnowca i Jaworzna. Najbogatsze w lit są wody Bierawki, Bytomki, Kłodnicy i Rokitnicy (w zlewni Odry) oraz Bobrka i Gostyni (w zlewni Wisły).

Mg MAGNEZ

Gleby: Tablica 13, tabela IV; %

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski <0,01–4,90 średnio 0,06
- gleby uprawne Polski <0,01–1,75 średnio 0,07
- gleby Górnego Śląska <0,01–4,90 średnio 0,06
- gleby uprawne Górnego Śląska 0,01–1,75 średnio 0,08

Rozmieszczenie zawartości magnezu w glebach Górnego Śląska jest bardzo podobne do rozmieszczenia wapnia. Wyższe zawartości tego pierwiastka obserwuje się często w glebach, w podłożu których zalegają utwory węglanowe. Z czynnikiem antropogenicznym należy wiązać podwyższone zawartości Mg w glebach aglomeracji górnośląskiej. Obserwuje się tu około dwukrotne wzbogacenie w magnez gleb miejskich (trawników, parków, ogródków działkowych, ugorów) w stosunku do gleb pól uprawnych. Szczególnie niskie zawartości Mg zawierają gleby leśne (średnio 0,02%). Wzbogacenie w magnez gleb miejskich pochodzi prawdopodobnie z opadu pyłów przemysłowych (głównie spalanie węgla).

W okręgu przemysłowym Katowic opad w postaci pyłów może dostarczać około 9,4 kg Mg/ha/rok (E. Lorek, 1993).

Osady wodne: Tablica 35, tabela V; %

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski <0,01–10,62 średnio 0,11
- aluwia Wisły 0,04– 2,04 średnio 0,22
- aluwia Odry 0,03– 0,38 średnio 0,15
- osady wodne Górnego Śląska 0,01– 5,87 średnio 0,13

Zróżnicowanie zawartości magnezu, podobnie jak wapnia, w osadach wodnych Górnego Śląska jest związane głównie z budową geologiczną tego rejonu. W obrazie kartograficznym, maksima stężeń (>0,4% Mg) układają się zgodnie z przebiegiem struktur geologicznych triasu i jury, generalnie NW–SE. Aluwia większych rzek i strumieni

zawierają więcej tego pierwiastka niż aluwia i osady drobnych cieków i zbiorników wodnych.

Wody powierzchniowe: Tablica 57, tabela VI; ppm = mg/l

Orientacyjne wartości graniczne (88):

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

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski 0,2–833,8 średnio 11,5
- wody Wisły 2,6–224,3 średnio 24,7
- wody Odry 11,1– 33,6 średnio 20,0
- wody Górnego Śląska 0,2–833,8 średnio 14,1

Zawartość magnezu w wodach powierzchniowych Polski zmienia się w bardzo szerokim zakresie od śladów do 50 g/l (Z. Płochniewski, H. Ważny, 1971). Autorzy ci podają, że wody podziemne na terenie Górnego Śląska zawierają magnez w ilościach 300–1000 mg/l, a w niektórych solankach karbońskich Mg osiąga zawartości około 4000 mg/l.

Decydującym czynnikiem powstawania anomalnych stężeń (>50 ppm) magnezu w wodach Górnego Śląska są rzuty wód z kopalń węgla kamiennego. Anomalia magnezu w wodach koło Ogródzieńca pokrywa się z podobną anomalią wapnia.

Mn MANGAN

Gleby: Tablica 14, tabela IV; ppm = mg/kg = g/t

Orientacyjne wartości graniczne (27):

- dopuszczalne w glebach uprawnych: 1500–3000

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski <1–24 270 średnio 173
- gleby uprawne Polski 2–24 270 średnio 222
- gleby Górnego Śląska 2– 7 000 średnio 186
- gleby uprawne Górnego Śląska 6– 2 016 średnio 296

Zróżnicowanie zawartości manganu w glebach Górnego Śląska jest, podobnie jak w przypadku żelaza, wynikiem działania czynnika geologicznego i antropogenicznego. Wyższymi koncentracjami manganu (>500 ppm) charakteryzują się niektóre gleby miejskie w trójkącie Strzybnica–Ruda Śląska–Będzin. Gleby gliniaste są bogatsze w mangan (średnio 370 ppm) w stosunku do gleb piaszczystych (średnio 240 ppm). Najmniej manganu zawierają piaszczyste gleby leśne (średnio 56 ppm). Badania lokalne zawartości Mn w powierzchniowej warstwie gleby, prowadzone w latach 1977–1988 przez E. Lorek (1993) wokół huty żelaza „Katowice” i huty cynku w Miasteczku Śląskim, wykazały podobne zawartości w przedziale 10–360 ppm.

Osady wodne: Tablica 36, tabela V; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski <1–63 719 średnio 255
- aluwia Wisły 72– 2 648 średnio 401
- aluwia Odry 95– 5 313 średnio 457
- osady wodne Górnego Śląska 4–21 295 średnio 280

W obrazie kartograficznym rozmieszczenia manganu w osadach wodnych Górnego Śląska wyróżnia się szeroki pas wysokich koncentracji (często przekraczają-

cych 2000 ppm) między Gliwicami na zachodzie i Boleśławiem na wschodzie. Wysokie zawartości Mn obserwowane są w aluwjach takich rzek, jak: Baba, Biała Przemsza, Bobrek, Brynica, Bytomka, Czarna Przemsza, Chechło, Kłodnica, Rokitnica i Stoła. Są to koncentracje pochodzenia antropogenicznego związane z działalnością przemysłu metalurgicznego i z górnictwem rud. Najniższe zawartości Mn występują w osadach stawów rybnych i sztucznych zbiorników wodnych.

Wody powierzchniowe: Tablica 58, tabela VI; ppb = mg/l

Klasy czystości wód powierzchniowych (70):

- I ≤100
- II 100 ≤300
- III 300 ≤800

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski <1–34 500 średnio 107
- wody Wisły 17– 1 087 średnio 122
- wody Odry 45– 969 średnio 154
- wody Górnego Śląska 1–16 829 średnio 186

Większość wód powierzchniowych badanego obszaru zawiera mangan w ilościach przekraczających kryterium dla pierwszej klasy czystości. Do pierwszej klasy ze względu na mangan można zaliczyć jedynie wody we wschodniej części arkusza. Wysokie stężenia Mn, bardzo często przekraczające wymagania dla III klasy czystości wód powierzchniowych, występują głównie w obszarach złóż węgla kamiennego i zrzutów wód kopalnianych. Do rzek, których wody są najsilniej zanieczyszczone manganem (niekiedy dwukrotnie przekraczają normy dla III klasy czystości) należą: Bachoń, Bobrek, Gostynia, Mleczna, Pszczynka, Wisła (w zlewni Wisły) oraz Bierawka, Bytomka, Kłodnica i Ruda (w zlewni Odry).

Podobnie wysokie koncentracje manganu (średnio 248 ppb) w wodach Łaby, zbierającej zanieczyszczenia z czeskich kopalń węgla brunatnego, przytacza J. Veselý (1991).

Na SÓD

Wody powierzchniowe: Tablica 59, tabela VI; ppm = mg/l

Klasy czystości wód powierzchniowych (70):

- I ≤100
- II >100 ≤120
- III >120 ≤150

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski 1–5723 średnio 16
- wody Wisły 4–1817 średnio 156
- wody Odry 31– 377 średnio 154
- wody Górnego Śląska 1–5723 średnio 28

Rozmieszczenie sodu w wodach Górnego Śląska jest podobne do rozmieszczenia potasu i litu. Dane z literatury na temat zawartości sodu w wodach są dość ubogie, ponieważ w wielu analizach pierwiastek ten nie jest oznaczany, a jego zawartość obliczana jest łącznie z potasem (A. Macioszczyk, 1987). Ilość sodu w wodach słabo zmineralizowanych wynosi zazwyczaj <1 mg/l. W silnie zmineralizowanych roztworach sól może osiągać koncentracje przekraczające 100 g/l. Wody kopalniane pochodzące z głębszych pokładów są przeważnie zasolone chlorkami Na i K. Z pokładów płytszych odpompowuje się wody zanieczyszczone siarczanami (H. Szymańska, 1990).

Poza obszarem GZW wody powierzchniowe pod względem zawartości Na odpowiadają kryteriom pierwszej klasy czystości. W obrębie Zagłębia Węglowego niewielka część wód jest również stosunkowo czysta. Dotyczy to rejonu Dąbrowy Górniczej, Jaworzna, Mikołowa i Trzebini. Wody powierzchniowe większych strumieni i rzek na obszarze występowania złóż węgla kamiennego są ekstremalnie zanieczyszczone sodem. Jest to zrozumiałe, jeśli się weźmie pod uwagę, że w latach 1991–1993 do wód powierzchniowych zrzucano z wodami kopalnianymi około 2,9 mln t soli jako eq. NaCl (S. Przeniosło, (red.), 1994). Do najsilniej zanieczyszczonych rzek w zlewni Wisły należą: Gostynia (średnio 385 ppm) i jej dopływ Mleczna (średnio 325 ppm) oraz Wisła (średnio 439 ppm) a w zlewni Odry– Bierawka (średnio 517 ppm), Bytomka (średnio 472 ppm), Kłodnica (średnio 564 ppm) i Rokitnica (średnio 302 ppm). Wody drobnych cieków, sadzawek, stawów rybnych i sztucznych zbiorników wodnych zawierają od kilku (stawy rybne) do 28 ppm.

Dla porównania można przytoczyć dane dotyczące bardzo niskich zawartości sodu w wodach powierzchniowych drenujących skały krystaliczne Finlandii, gdzie składnik ten występuje w ilości od 1,1 do 14,9 mg/l, Szwecji (0,7–15,1 mg/l) i Norwegii (0,6–3,1 mg/l) (P. Eden, A. Björklund, 1992).

Ni NIKIEL

Gleby: Tablica 15, tabela IV; ppm = mg/kg = g/t

Orientacyjne wartości graniczne (16, 27):

- gleby uprawne ≤ 100 toksyczne ≥ 200
- gleby miejsc zabaw dla dzieci ≤ 40 toksyczne ≥ 200
- gleby parków i terenów rekreacyjnych ≤ 100 toksyczne ≥ 250
- gleby pod zabudowę mieszkaniową ≤ 80 toksyczne ≥ 200
- gleby pod zabudowę przemysłową ≤ 200 toksyczne ≥ 500

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski $< 1-146$ średnio 4
- gleby uprawne Polski $< 1-48$ średnio 4
- gleby Górnego Śląska $< 1-89$ średnio 4
- gleby uprawne Górnego Śląska $< 1-48$ średnio 5

Mobilna część niklu, ługowalna kwasem solnym, w glebach Górnego Śląska jest niska (poniżej 10 ppm). Gleby o zawartości > 10 ppm występują na obszarze miejskim między Zabrzem a Sosnowcem oraz w okolicy Oświęcimia i dalej na wschód w dolinie Wisły.

W obszarach aglomeracji miejskich na świecie znane są wystąpienia podwyższonych koncentracji Ni. Na przykład w miastach byłego ZSRR obserwowano zawartości tego pierwiastka w glebach w przedziale 5–35 ppm. W rejonach intensywnego rozwoju metalurgii stwierdzano do 206 ppm Ni (T. Pletenewa i in., 1990). Badania tych autorów wykazały, że koncentracja niklu w glebach w pobliżu galwanizerni (12–13 ppm) jest 2–3 razy wyższa, niż w odległej o 10 km strefie leśnej. Dla kontrastu warto przytoczyć bardzo niskie zawartości Ni w glebach z Wysp Fryzyjskich (Morze Północne–Niemcy), gdzie Ni występuje w ilości do 2 ppm (S.C. Severson i in., 1992).

Osady wodne: Tablica 37, tabela V; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski $< 1-1298$ średnio 6
- aluwia Wisły $2-282$ średnio 17
- aluwia Odry $2-64$ średnio 17
- osady wodne Górnego Śląska $< 1-795$ średnio 10

Zróżnicowanie zawartości niklu w osadach wodnych Górnego Śląska jest niewielkie. Podwyższone koncentracje Ni obserwuje się na obszarach aglomeracji Tarnowskich

Gór, Chorzowa, Katowic, Będzina, Mysłowic, Dąbrowy Górniczej oraz mniejszych miejscowości, takich jak Myszków, Żarki, Bolesław i in. Podwyższenia te mają charakter wyraźnych zanieczyszczeń antropogenicznych.

Wody powierzchniowe: Tablica 60, tabela VI; ppb = mg/l

Klasy czystości wód powierzchniowych (70):

- I ≤ 1000
- II ≤ 1000
- III ≤ 1000

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski $< 8-1326$ średnio < 8
- wody Wisły $< 8-30$ średnio < 8
- wody Odry $< 8-36$ średnio < 8
- wody Górnego Śląska $< 8-194$ średnio < 8

Nikiel w wodach powierzchniowych występuje w granicach tła geochemicznego (< 8 ppb). Niewielkie anomalie w okolicy Ogrodzieńca, Mierzęcic, Mysłowic i Dąbrowy Górniczej, z maksimum > 30 ppb, wymagają szczególnych badań.

P FOSFOR

Gleby: Tablica 16, tabela IV; %

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski $< 0,005-1,613$ średnio 0,033
- gleby uprawne Polski $< 0,005-0,476$ średnio 0,038
- gleby Górnego Śląska $< 0,005-0,476$ średnio 0,027
- gleby uprawne Górnego Śląska $< 0,005-0,476$ średnio 0,033

Zawartości fosforu w glebach Górnego Śląska są mało zróżnicowane. Jedynie gleby leśne zawierają niższe stężenia P (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 0,029 (gleby ugorów) do 0,049 (gleby ogródków działkowych).

Osady wodne: Tablica 38, tabela V; %

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski $< 0,005-5,866$ średnio 0,064
- aluwia Wisły $0,023-5,866$ średnio 0,094
- aluwia Odry $0,026-1,128$ średnio 0,170
- osady wodne Górnego Śląska $< 0,005-3,961$ średnio 0,067

Zawartości fosforu w osadach wodnych Górnego Śląska są zróżnicowane. Bardzo trudno określić jednoznacznie źródła pochodzenia tego pierwiastka w osadach. Fosfor może dostawać się do nich z erodowanych skał podłoża, z nawozów fosforowych wysiewanych na gleby oraz ze źródeł punktowych w ściekach przemysłowych i komunalnych (np. detergentów). O niebagatelnym udziale tego ostatniego źródła może świadczyć fakt, że najwyższe średnie zawartości fosforu stwierdzono w takich rzekach, jak: Bobrek (0,313%), Bytomka (0,230%), Gostynia (0,127%) i Stoła (0,161%), drenujących obszary silnie zurbanizowane i uprzemysłowione. Aluwia drobnych cieków i osady małych zbiorników wodnych są uboższe w fosfor, chociaż niekiedy może w nich dochodzić lokalnie do znacznych koncentracji tego pierwiastka.

Wody powierzchniowe: Tablica 61, tabela VI; ppm = mg/l

Klasy czystości wód powierzchniowych (70):

- I $\leq 0,1$
- II $0,1 \leq 0,25$
- III $\leq 0,25 \leq 0,40$

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski	<0,04–45,12	średnio 0,19
- wody Wisły	<0,04– 2,80	średnio 0,24
- wody Odry	<0,04– 1,53	średnio 0,39
- wody Górnego Śląska	<0,04–45,12	średnio 0,31

Zawartości fosforu w wodach w badanym obszarze zawierają się w szerokich granicach, od <0,04 do 45,12 ppm. Obraz kartograficzny wskazuje, że tylko niewielka część tych wód może być zakwalifikowana do pierwszej klasy czystości. Obserwuje się jednak pewne zróżnicowanie regionalne. Wody występujące w terenach słabiej zurbanizowanych i uprzemysłowionych, o przewadze rolnictwa (wschodnia i północna część mapy), zawierają mniejsze ilości P. Prawdopodobnie głównym źródłem fosforu w tych wodach jest spływ powierzchniowy (erozja skał, nawożenie fosforowe).

Badania na innych obszarach rolniczych wskazują, że zanieczyszczenie wód powierzchniowych fosforem w 90–98% pochodzi ze spływów powierzchniowych (R. Taylor i in., 1992).

W obszarach silnie zurbanizowanych i uprzemysłowionych o stężeniach P w wodach mogą decydować źródła punktowe. Najwyższe średnie zawartości fosforu stwierdzono w wodach tych samych rzek, w których aluwia są również bogate w ten pierwiastek: Bierawka (1,46 ppm), Bobrek (1,18 ppm), Bytomka (2,53 ppm), Kłodnica (2,36 ppm), Stoła (4,13 ppm). Podobnie jak w przypadku osadów wodnych, wody małych zbiorników (strumieni, rowów, sadzawek) są uboższe w P, chociaż i tu punktowo może dochodzić do dużych koncentracji.

Badania A. Tonderskiego i in. (1994) wykazały zawartości fosforu w wodach Wisły w granicach 0,4–2,0 mg/l przy czym stwierdzono, że w tej dużej rzece koncentracje są podobne jak w niewielkich ciekach.

Pb OŁÓW

Gleby: Tablica 17, tabela IV; ppm = mg/kg = g/t

Orientacyjne wartości graniczne (16, 27):

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

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski	<3–16 972	średnio 16
- gleby uprawne Polski	<3– 1 963	średnio 13
- gleby Górnego Śląska	<3–16 972	średnio 53
- gleby uprawne Górnego Śląska	<3– 1 963	średnio 39

Powierzchnia o wartościach granicznych (gleby użytkowane rolniczo) na badanym obszarze:

- tolerowanych (100–1000 ppm)	1067 km ²	17,0%
- toksycznych (>1000 ppm)	783 km ²	12,4%

Krajobraz geochemiczny ołowiu w glebach Górnego Śląska pod względem zróżnicowania i zasięgu obszarów anomalnych jest bardzo podobny do rozkładów kadmu i cynku. Podobnie jak w przypadku tych pierwiastków, na zawartość Pb w glebach mają wpływ dwa czynniki – geologiczny, związany z występowaniem formacji kruszczońskiej (dolomitów kruszczośnych) oraz czynnik antropogeniczny związany z górnictwem, przeróbką rud i hutnictwem. Na mapie rozmieszczenia ołowiu pole zakreślone przez wartość graniczną dla gleb pól uprawnych równą 100 ppm w znacznym stopniu pokrywa się z polami przekroczeń wartości granicznych dla kadmu i cynku (Tablice: 7 i 22). Anomalne zawartości ołowiu (>100 ppm) występują w glebach w sze-

rokim pasie od Tarnowskich Gór i Rudy Śląskiej na północnym zachodzie do Chrzanowa i Olkusza na południowym wschodzie. Silne anomalie (>200 ppm) w glebach, wyrażnie o charakterze antropogenicznym, występują w rejonach koncentracji wydobywania, przeróbki i hutnictwa metali (Tablica C): Bytom–Piekary Śląskie–Tarnowskie Góry, Chrzanów–Trzebinia, Olkusz–Bolesław–Sławków. Szczególnie wysokie koncentracje Pb występują w glebach rejonów dawnego i współczesnego hutnictwa metali: Bytom, Świętochłowice, Katowice, Szopienice, Miasteczko Śląskie.

Z punktu widzenia sposobu użytkowania gleb, najwyższymi koncentracjami ołowiu charakteryzują się gleby parków (średnio 153 ppm), gleby trawników miejskich (średnio 111 ppm) oraz gleby pól uprawnych w obszarach aglomeracji miejskich (średnio 110 ppm). W stosunku do zawartości ołowiu w glebach pól uprawnych innych rejonów Polski gleby badanego obszaru są regionalnie trzykrotnie wzbogacone w ten pierwiastek (odpowiednie średnie: 13 i 39 ppm).

Nieco wcześniejsze badania punktowych zanieczyszczeń gleb z ogródków działkowych województwa katowickiego (B. Gulbicka, 1993) potwierdzają bardzo wysokie skażenie ołowiem (do 4959 ppm).

Osady wodne: Tablica 39, tabela V; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski	<5–43 878	średnio 15
- aluwia Wisły	<5– 1 920	średnio 35
- aluwia Odry	11– 407	średnio 63
- osady wodne Górnego Śląska	<5–43 878	średnio 72

Zasięg wysokich zawartości ołowiu (>200 ppm) w osadach wodnych pokrywa się z obszarem wysokich zawartości Pb w glebach. Rejony najwyższych koncentracji (>1600 ppm) występują w pobliżu współczesnych i dawnych zakładów hutnictwa ołowiowego i cynkowego. Największe anomalie występują w okolicach Miasteczka Śląskiego i Bukowna. Najwyższa zanotowana zawartość Pb (43 878 ppm) wystąpiła w osadzie z rowu bezodpływowego, usytuowanego w północno-wschodniej części zakładów hutniczych „Miasteczko Śląskie”. Osad ten zawierał również znaczne ilości cynku (43 963 ppm), kadmu (508 ppm), arsenu (229 ppm), miedzi (216 ppm) i srebra (10 ppm). Dość rozległa anomalia ołowiu o kierunku NW–SE, notowana w aluwjach zlewni górnej Warty (między Koziegłowami a Zawierciem) zaznacza się również, chociaż w formie mniej wyraźnej. Spośród większych rzek zawartości średnie Pb przekraczające 200 ppm występują w aluwjach Baby, Białej Przemszy, Bobrka, Brynicy, Chechła, Koziego Brodu, Sztoły i Trzebyczki (w zlewni Wisły) oraz Bytomki, Rokitnicy, Stoły i Warty (w zlewni Odry). Szczególnie wysokie zawartości Pb wykazują aluwia Chechła (od 163 do 8795, średnio 2042 ppm).

Wody powierzchniowe: Tabela VI; ppm = mg/l

Klasy czystości wód powierzchniowych (70):

I	≤0,05
II	≤0,05
III	≤0,05

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski	<0,03–1,87	średnio <0,03
- wody Wisły	<0,03–0,29	średnio <0,03
- wody Odry	<0,03–0,28	średnio 0,04
- wody Górnego Śląska	<0,03–1,87	średnio <0,04

Zbyt mała czułość oznaczeń ołowiu w stosowanej metodyce analitycznej nie pozwoliła na wykreślenie mapy

rozmieszczenia tego pierwiastka w wodach powierzchniowych. Zawartości średnie, przekraczające 0,1 ppm Pb, stwierdzono w rzekach, do których odprowadzane są ścieki i wody kopalniane. Należą do nich: Baba, Biała Przemsza, Bytomka, Chechło, Kłodnica, Kozi Bród, Mała Panew, Rokitnica i Sztola. Maksymalne stężenie (1,87) ppm Pb stwierdzono w wodzie z kanału Dąbrówka (lewy dopływ Białej w zlewni Białej Przemszy), do którego odprowadzane są wody poprodukcyjne z rejonu kopalń „Bolesław” i „Olkusz” (W. Wójcik, I. Szydło, Z. Stolarski, 1990). Próbką ta zawierała również 3,18 ppm Zn.

S SIARKA

Gleby: Tablica 18, tabela IV; %

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski	<0,005–3,263	średnio 0,012
- gleby uprawne Polski	<0,005–0,177	średnio 0,011
- gleby Górnego Śląska	<0,005–0,516	średnio 0,015
- gleby uprawne Górnego Śląska	<0,005–0,121	średnio 0,014

Przeciętne zawartości siarki rozpuszczalnej w kwasie solnym w glebach Górnego Śląska wynoszą 0,015% i są nieco wyższe niż w glebach innych regionów Polski. Podwyższone stężenia tego pierwiastka >0,020% obserwuje się w formie zwartych obszarów w glebach miejskich aglomeracji górnośląskich.

Osady wodne: Tablica 40, tabela V; %

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski	<0,005–8,610	średnio 0,047
- aluwia Wisły	0,005–1,056	średnio 0,047
- aluwia Odry	0,007–1,501	średnio 0,071
- osady wodne Górnego Śląska	<0,005–2,193	średnio 0,064

Podwyższenie zawartości siarki w osadach wodnych Górnego Śląska jest związane zarówno z czynnikami geologicznymi, jak i antropogenicznymi. Obszar określony izolacją o wartości 0,1% pokrywa się z zasięgiem granic głównej anomalii cynku i ołowiu w środkowej części arkusza. Część siarki pochodzić może zarówno ze złóż kruszcowych jak i z emisji przemysłowych.

W obrazie kartograficznym maksima stężeń (>0,6%) występują na zachód od Tarnowskich Gór, w rejonie Zabrze–Ruda Śląska i na obszarze miast: Bytom, Katowice, Mysłowice, Dąbrowa Górnicza, gdzie skoncentrowane jest kopalnictwo węgla. To wzbogacenie w siarkę wiązać można zarówno ze zrzutami wód kopalnianych, jak i z wietrzeniem skał pirytonośnych na zwalach odpadów (I. Twardowska i in., 1988) oraz z emisjami atmosferycznymi ze spalania węgla. Niewielka anomalia z maksimum przekraczającym 1,0% występuje też rejonie Myszkowa.

Najwyższe zawartości siarki stwierdzono w aluwiah rzek i strumieni: Stoły (średnio 0,642%), Warty (średnio 0,508%), Bobrka (0,531%), Bytomki (0,441%) i Chechła (0,341%).

SO₄ SIARCZANY

Wody powierzchniowe: Tablica 63, tabela VI; ppm = mg/l

Klasy czystości wód powierzchniowych (70):

I	≤150
II	150 ≤200
III	200 ≤250

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski	2–7085	średnio 58
- wody Wisły	25– 522	średnio 106
- wody Odry	80– 192	średnio 139
- wody Górnego Śląska	3–7085	średnio 85

Wysokie koncentracje siarczanów w wodach powierzchniowych, często przekraczające II i III stopień czystości, obejmują całe zagłębie węglowe (z wyjątkiem rejonu Mikołowa) oraz w znacznym stopniu jego wschodnie obrzeżenie (rejon górnictwa rud Pb-Zn). Podwyższenie zawartości siarczanów w wodach należy wiązać ze zrzutami wód kopalnianych oraz działalnością innych rodzajów przemysłu. Poważnym źródłem siarki w wodach są ścieki komunalne, a także odcieki z wietrzących odpadów górniczych wzbogaconych w siarczki (I. Bojakowska, 1994; I. Twardowska i in., 1988).

Stosunkowo niskie zawartości siarczanów obserwuje się w drobnych ciekach i sadzawkach (choć niekiedy dochodzi w nich lokalnie do ekstremalnie wysokich zawartości). Niskie stężenia siarczanów zanotowano w wodach sztucznych zbiorników i stawów rybnych. Najwyższe przeciętne stężenia SO₄ stwierdzono w wodach następujących rzek: Bierawki (381 ppm), Bytomki (520 ppm), Gostyni (456 ppm), Rokitnicy (526 ppm).

Generalnie wody Polski są znacznie bardziej zanieczyszczone siarczanami (średnio 58 mg/l) niż inne rejony Europy (np. 15–30 mg/l w wodach Holandii wg I. Rejniewicz, 1994), a w obszarze Górnego Śląska występuje szczególne skoncentrowanie siarczanów w wodach powierzchniowych.

SiO₂ KRZEMIONKA

Wody powierzchniowe: Tablica 62, tabela VI; ppm = mg/l

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski	<0,3–83,1	średnio 10,2
- wody Wisły	0,4–17,7	średnio 4,7
- wody Odry	0,6–22,3	średnio 3,3
- wody Górnego Śląska	0,3–82,5	średnio 10,2

Zawartości krzemionki w wodach powierzchniowych badanego regionu są mało zróżnicowane. W obrazie kartograficznym daje się zauważyć, że w obszarach silnie zurbanizowanych wody często zawierają mniejsze ilości SiO₂. Związane jest to prawdopodobnie ze znanym zjawiskiem, że zawartość krzemionki w wodach jest odwrotnie proporcjonalna do jej ogólnej mineralizacji (A. Macioszczyk, 1987).

Sr STRONT

Gleby: Tablica 19, tabela IV; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski	<1–1298	średnio 8
- gleby uprawne Polski	<1– 654	średnio 8
- gleby Górnego Śląska	<1– 708	średnio 10
- gleby uprawne Górnego Śląska	<1– 154	średnio 10

W krajobrazie geochemicznym strontu w glebach na tle niskich zawartości (około 10 ppm) zaznacza się wyraźna anomalia tego pierwiastka, obejmująca swym zasięgiem obszar od Tarnowskich Gór i Rybnika na zachodzie po Dąbrowę Górniczą i Jaworzno na wschodzie. Anomalia ta, zaznaczająca się poziomem stężeń >20 ppm, lokalnie osią-

ga wartości przekraczające 80 ppm. Pochodzenie podwyższonych koncentracji strontu w glebach tego rejonu jest niejasne. Prawdopodobnym źródłem jest pylenie hałd górnictwa węglowego. O znacznych stężeniach tego pierwiastka w skałach karbonu mogą świadczyć bardzo wysokie zawartości strontu w wodach kopalnianych. Z punktu widzenia sposobu użytkowania gleb, najwyższe zawartości tego pierwiastka obserwuje się w glebach miejskich – z trawników, parków i ogródków działkowych. Gleby te zawierają 2–3 krotnie więcej Sr niż gleby pól uprawnych w obszarach niezabudowanych. Bardzo niskie zawartości Sr występują w glebach leśnych (średnio 4 ppm).

Osady wodne: Tablica 41, tabela V; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

– osady wodne Polski	<1–7628	średnio 21
– aluwia Wisły	5– 911	średnio 45
– aluwia Odry	8– 166	średnio 45
– osady wodne Górnego Śląska	1–1120	średnio 25

Zasięg występowania osadów wodnych o podwyższonej zawartości strontu (>40 ppm) w znacznym stopniu pokrywa się z zasięgiem gleb o wyższych koncentracjach tego pierwiastka. Daje się zauważyć pewien udział splywu powierzchniowego, chociaż zasadnicze znaczenie w nagromadzeniu strontu w aluwiach rzek odgrywają wody kopalniane (Bobrek, Bytomka, Kłodnica, Rokitnica), co w konsekwencji jest jednym ze źródeł podwyższenia zawartości tego pierwiastka w aluwiach Wisły i Odry.

Wody powierzchniowe: Tablica 64, tabela VI; ppb = µg/l

Orientacyjne wartości graniczne (62):

– woda morska	8000
– wody rzeczne	200

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

– wody powierzchniowe Polski	4–26 078	średnio 263
– wody Wisły	60– 3 289	średnio 650
– wody Odry	318– 2 014	średnio 689
– wody Górnego Śląska	4–26 078	średnio 310

Na tle przeciętnych zawartości strontu w wodach powierzchniowych wyróżnia się obszar Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, gdzie dominującym czynnikiem wysokich koncentracji tego pierwiastka są zrzuty wód kopalnianych. W niektórych rzekach o wodach silnie zmineralizowanych sodem i innymi pierwiastkami dochodzi do znacznych koncentracji strontu, przekraczających 1000 ppb. Do takich rzek należą: Bobrek, Gostynia, Mleczna i Wisła (w zlewni Wisły) oraz Bierawka, Bobrek, Bytomka, Kłodnica i Rokitnica (w zlewni Odry). Wody drobnych cieków i małych zbiorników zawierają Sr w granicach tła geochemicznego (około 300 ppb), chociaż niekiedy może w nich dochodzić do znacznych stężeń, jak np. w niewielkim cieku bez nazwy w Jankowicach Rybnickich koło Rybnika (26078 ppb).

Dane z literatury wskazują, że koncentracje Sr w wodach badanego rejonu są nieco wyższe niż w innych krajach. J. Vesely (1991) stwierdzał średnio 190 ppb Sr w wodach rzek czeskich, przy czym szczególnie wysoką koncentracją odznaczała się Łaba (300 ppb). Ekstremalnie wysokie są koncentracje strontu (dochodzące do 35 600 ppb) w wodach kopalnianych złoża siarki w rejonie Machowa k/Tarnobrzegu (A. Smuszkiwicz, 1969).

Ti TYTAN

Gleby: Tablica 20, tabela IV; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

– gleby Polski	<1–1542	średnio 26
– gleby uprawne Polski	2– 968	średnio 29
– gleby Górnego Śląska	1– 396	średnio 27
– gleby uprawne Górnego Śląska	7– 45	średnio 28

Zawartości lęgownego kwasem solnym tytanu w glebach Górnego Śląska występują w granicach podobnych jak dla gleb innych rejonów Polski. Niewielkie podwyższenie koncentracji Ti obserwuje się w glebach, dla których podłożem są klastyczne utwory karbonu.

Osady wodne: Tablica 42, tabela V; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

– osady wodne Polski	<1–5345	średnio 31
– aluwia Wisły	7– 426	średnio 27
– aluwia Odry	12– 174	średnio 46
– osady wodne Górnego Śląska	3–3439	średnio 40

Zawartości tytanu rozpuszczalnego w HCl w osadach wodnych rejonu są mało zróżnicowane. Wydaje się, że głównym źródłem tego pierwiastka są erodowane skały.

Wody powierzchniowe: Tabela VI; ppb = µg/l

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

– wody powierzchniowe Polski	<5–89	średnio <5
– wody Wisły	<5–13	średnio <5
– wody Odry	<5–20	średnio 5
– wody Górnego Śląska	<5–76	średnio 5

Przy zastosowanej metodyce analitycznej stwierdzana w badanych wodach zawartość tytanu była poniżej lub w granicach wykrywalności tego pierwiastka, a zatem nie sporządzono mapy jego rozmieszczenia.

V WANAD

Gleby: Tablica 21, tabela IV; ppm = mg/kg = g/t

Orientacyjne wartości graniczne (11, 27):

– gleby uprawne	≤200
– gleby parków, terenów rekreacyjnych oraz gleby terenów pod zabudowę mieszkaniową	≤200

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

– gleby Polski	<1–266	średnio 6
– gleby uprawne Polski	<1– 58	średnio 7
– gleby Górnego Śląska	<1– 94	średnio 8
– gleby uprawne Górnego Śląska	<1– 45	średnio 10

Zawartości wanadu w glebach są niskie, w zakresie od <1 do 45 ppm. Niewielkie podwyższenie koncentracji tego pierwiastka obserwuje się w glebach na utworach węglonośnych karbonu. Wanad wykazujący tendencje koncentracji w biolitech może pochodzić zarówno ze skał przywęglowych, bogatych w materię organiczną, jak i z samych węgli. W popiołach węgla kamiennych jego zawartość przekracza niekiedy 1000 ppm (A. Kabata-Pendias, H. Pendias, 1993).

Osady wodne: Tablica 43, tabela V; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski	<1-427	średnio 7
- aluwia Wisły	2- 68	średnio 9
- aluwia Odry	3- 30	średnio 13
- osady wodne Górnego Śląska	<1-155	średnio 11

Stężenie wanadu w osadach wodnych omawianego rejonu jest niskie i podobnie jak w glebach związane jest głównie z podłożem geologicznym. Niezbyt rozległe anomalie wanadu, ograniczone izoliniami o wartości 80 ppm, występują w rejonie Bytom-Katowice-Sosnowiec-Dąbrowa Górnicza oraz między Jaworzniem a Chrzanowem. Głównym źródłem zanieczyszczenia osadów wodnych w obydwu obszarach są elektrownie węglowe i ciepłownie emitujące ten pierwiastek do atmosfery wraz z pyłami.

Wody powierzchniowe: Tabela VI; ppb = mg/l

Klasy czystości wód powierzchniowych (70):

I	≤1000
II	≤1000
III	≤1000

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski	<8-243	średnio <8
- wody Wisły		średnio <8
- wody Odry		średnio <8
- wody Górnego Śląska	<8- 72	średnio <8

Większość próbek wód zawierała wanad poniżej wykrywalności (1 ppb) stosowanej metody analitycznej. Jedynie pojedyncze próbki przekraczały tę wartość. Maksymalne stężenie V stwierdzono w wodzie niewielkiego strumienia, prawego dopływu Czarnej Przemysy w Żeliszawicach koło Zawiercia. Nie sporządzono mapy tego pierwiastka w wodach powierzchniowych.

Zn CYNK

Gleby: Tablica 22, tabela IV; ppm = mg/kg = g/t

Orientacyjne wartości graniczne (16, 27):

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

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- gleby Polski	<1-91 110	średnio 40
- gleby uprawne Polski	<1- 2 140	średnio 34
- gleby Górnego Śląska	5-87 500	średnio 121
- gleby uprawne Górnego Śląska	6- 2 140	średnio 99

Powierzchnia o wartościach granicznych (gleby użytkowane rolniczo) na badanym obszarze:

- tolerowanych (300-600 ppm)	- 888 km ²	14,1%
- toksycznych (>600 ppm)	- 747 km ²	11,9%

Gleby Górnego Śląska wyróżniają się spośród gleb Polski zwartym obszarem wysokich koncentracji cynku. Na mapie rozmieszczenia cynku pole zakreślone przez wartość graniczną dla gleb pól uprawnych równą 300 ppm w znacznym stopniu pokrywa się z polami przekroczeń wartości granicznych dla ołowiu i kadmu (Tablice: 7 i 17). Anomalne zawartości cynku (>300 ppm) występują w glebach w szerokim pasie od Tarnowskich Gór i Rudy Śląskiej na północnym zachodzie do Chrzanowa i Olkusza na południowym wschodzie. Bardzo wyraźnie daje się wyróż-

nić maksima anomalii (>800 ppm) w glebach w rejonach koncentracji wydobywania, przeróbki i hutnictwa metali (Tablica C): Bytom-Piekary Śląskie-Tarnowskie Góry, Chrzanów-Trzebinia, Olkusz-Bolesław-Sławków. Szczególnie wysokie koncentracje Zn występują w glebach w pobliżu dawnego i współczesnego hutnictwa metali w takich ośrodkach jak: Bytom, Świętochłowice, Katowice, Szopienice, Miasteczko Śląskie.

Z punktu widzenia sposobu użytkowania gleb najwyższymi koncentracjami cynku charakteryzują się gleby parków (średnio 442 ppm), gleby trawników miejskich (średnio 340 ppm) oraz gleby pól uprawnych w obszarach aglomeracji miejskich (średnio 306 ppm). W stosunku do zawartości cynku w glebach uprawnych innych rejonów Polski gleby pól uprawnych badanego obszaru są generalnie prawie trzykrotnie wzbogacone w ten pierwiastek (odpowiednie średnie: 34 i 99 ppm).

Skażenie gleb cynkiem w obszarach eksploatacji i przeróbki rud cynkowo-olowiowych stanowi problem również w innych krajach. L. Xiangdong i I. Thornton (1993), przytaczają dane o koncentracjach cynku osiągniętych w glebach rejonu Shipham (Wielka Brytania) 45 900 ppm, przy jednoczesnej zawartości w tych glebach ołowiu 3470 ppm. W West Chiverton gleby otaczające stare haldy zawierają do 14 790 ppm Zn i 37 000 ppm Pb (G. Merrington, B.J. Alloway, 1994). W innym rejonie w okolicy podobnych hald (Wemyss) wyżej wymienieni autorzy stwierdzili koncentracje do 3800 ppm Zn i 19 900 ppm Pb.

Osady wodne: Tablica 44, tabela V; ppm = mg/kg = g/t

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- osady wodne Polski	<1-407 500	średnio 73
- aluwia Wisły	10- 2 759	średnio 235
- aluwia Odry	32- 3 755	średnio 426
- osady wodne Górnego Śląska	11-407 500	średnio 300

Zasięg wysokich zawartości cynku (>800 ppm) w osadach wodnych pokrywa się z obszarem wysokich zawartości Zn w glebach. Rejony najwyższych koncentracji (>8000 ppm) występują w pobliżu współczesnych i dawnych zakładów hutnictwa cynkowego. Największe anomalie występują w okolicach Miasteczka Śląskiego i Bukowna. Najwyższa, zanotowana zawartość Zn (powyżej 40%) występowała w rowie odpływowym koło stacji kolejowej w Bukownie. Osad ten był prawie czystym tlenkiem cynku, zawierającym tylko niewielkie ilości ołowiu (1439 ppm) oraz miedzi (1432 ppm), kadmu (34,9 ppm) i siarki (0,459%). Do interesujących odkryć należy wyraźna anomalia o kierunku NW-SE zanotowana głównie w aluwiach zlewni górnej Warty między Koziegłowami a Zawierciem. Anomalia ta potwierdza możliwość występowania złóż rud Zn-Pb w utworach wapienia muszlowego udokumentowanych w opracowaniu B. Strzelskiej-Smakowskiej (1993). W przedłużeniu tej strefy obserwuje się również niewielkie anomalie koło Kwaśniowa i Dłużca. Anomalie te zaznaczają się w glebach nieznaczными podwyższeniami tła geochemicznego. W większych rzekach średnie zawartości Zn przekraczające 1000 ppm występują w aluwiach Białej Przemysy, Brynicy, Chechła, Sztoły i Wisły (w zlewni Wisły) oraz Bytomki, Stoły i Warty (w zlewni Odry). Szczególnie wysokie zawartości Zn wykazują aluwia Chechła (od 2076 do 14 151, średnio 5855 ppm) i aluwia Stoły (od 1040 do 12 148, średnio 3984 ppm).

Wody powierzchniowe: Tablica 65, tabela VI: ppb = $\mu\text{g/l}$

Klasy czystości wód powierzchniowych (70):

- I ≤ 200
- II ≤ 200
- III ≤ 200

Podstawowe dane dla Polski (47) i badanego obszaru:

- wody powierzchniowe Polski	<5-16 414	średnio 36
- wody Wisły	9- 948	średnio 44
- wody Odry	17- 2 167	średnio 87
- wody Górnego Śląska	5-13 198	średnio 96

Obraz stężeń cynku w wodach powierzchniowych jest bardzo podobny do rozkładu zawartości tego pierwiastka w aluwjach i prawdopodobnie wywołany tymi samymi czynnikami; czynnikiem geologicznym odpowiedzialnym za wysokie tło geochemiczne oraz czynnikiem antropoge-

nicznym powodującym powstawanie większości anomalii. Anomalie o stężeniach powyżej 500 ppb występują w wodach w okolicach Miasteczka Śląskiego i Strzybnicy, na terenie Bytomia i Katowic, między Bukownem a Hutą Katowice oraz koło Chrzanowa. Wyjaśnienia wymaga dość duża anomalia koło Mierzęcic. Do większych rzek, w których średnie stężenia Zn w wodach wykraczają poza granice stężeń dopuszczalnych (200 ppb) należą: Baba, Bobrek, Biała Przemsza, Brynica, Chechło i Sztoła (w zlewni Wisły) oraz Bytomka i Stoła (w zlewni Odry).

Badania hydrogeochemiczne wód gruntowych (J. Serafin-Radlicz, 1972) prowadzone w północno-wschodniej części Górnego Śląska wykazały obecność cynku w wodach gruntowych dochodzącą do 1500 ppb (Pomorzan-Bukowno). Według tej autorki stężenia Zn wyższe niż 400 ppb są wskaźnikiem geochemicznym występowania złóż rud tego metalu.

PODSUMOWANIE

Przedstawione na mapach rozkłady pierwiastków w glebach, osadach wodnych i wodach powierzchniowych wskazują na bardzo złożony krajobraz geochemiczny Górnego Śląska. Wyróżnia się on na tle obrazu geochemicznego powierzchniowych środowisk Polski kontrastowością i rozległością, sięgającą niekiedy daleko poza omawiany region. Głównym czynnikiem kształtującym stosunki geochemiczne na Górnym Śląsku jest budowa geologiczna i występowanie na stosunkowo niewielkim obszarze dużych złóż rud cynkowo-olowiowych oraz węgla kamiennego. Obecność tych złóż była głównym czynnikiem miastotwórczym, którego wynikiem jest powstanie największej i najgęściej zaludnionej w Polsce aglomeracji górnośląskiej.

Specyfika geochemiczna tego rejonu wyróżniała go na pewno już w czasach przedhistorycznych, kiedy to brak było działalności gospodarczej człowieka lub prowadzona była ona na niewielką skalę. Niewątpliwie już wtedy w powierzchniowych środowiskach (glebach, aluwjach, wodach i roślinach) musiały zaznaczać się intensywne anomalie takich pierwiastków, jak: ołów, cynk i kadm, powstałe w wyniku procesów hipergenicnych na wychodniach skał kruszczoonych. Obecnie niewiele możemy powiedzieć o intensywności i rozprzestrzenieniu tych anomalii, gdyż ich pierwotny charakter został przeobrażony przez działalność człowieka, szczególnie w ciągu ostatnich dwóch stuleci. Na intensywność zmian pod wpływem antropopresji mogą wskazywać badania kopalnych i współczesnych aluwów górnej Wisły w okolicy Krakowa (K. Klimek, M. Macklin, 1991) wskazujące, że zawartości kadmu, cynku i ołowiu w tych utworach wzrosły kilkaset razy w okresie ostatnich 150-200 lat.

Współczesny obraz geochemiczny badanych środowisk, uwarunkowany zarówno przez czynniki naturalne, jak i antropopresję, cechuje się specyficznymi asocjacjami pierwiastków chemicznych, związanych z dwoma kompleksami przemysłowymi: górnictwem, przeróbką i hutnictwem rud cynkowo-olowiowych oraz górnictwem węgla kamiennego i związanym z nim przemysłem energetycznym (koksownie, elektrownie).

Górnictwo oraz hutnictwo cynku i ołowiu odpowiedzialne są za zanieczyszczenia osadów zbiorników wodnych i wód powierzchniowych, szczególnie w dużych rzekach, przez metale, głównie ołów, cynk, kadm, srebro, mangan i przez siarkę. W mniejszym stopniu są one zanieczyszczone arsenem, miedzią, barem i strontem. Ten sam przemysł spowodował bardzo silne skażenia gleb ołowiem, cynkiem i kadmem, niekiedy srebrem, w pobliżu dawnych i współczesnych zakładów metalurgicznych oraz hałd pogórnich.

Za wysokie tło geochemiczne metali w glebach całego rejonu odpowiedzialne są jednak w głównej mierze wysokie koncentracje tych pierwiastków w podłożu geologicznym. Podstawowym źródłem pierwiastków w małych zbiornikach wodnych jest spływ powierzchniowy z najbliższego otoczenia. Punktowe źródła zanieczyszczeń są odpowiedzialne za skażenia wód i aluwów rzek oraz większych cieków, a w konsekwencji za zanieczyszczanie wód i aluwów Wisły i Odry, niekiedy bardzo daleko od obszaru alimentacji (J. Lis, A. Pasieczna, 1995).

Górnictwo węgla kamiennego i związany z nim przemysł energetyczny są odpowiedzialne za zanieczyszczenia wód sodem, potasem, siarczanami, borem, barem, strontem, manganem i żelazem. Wpływ górnictwa węglowego na skład aluwów i innych osadów wodnych wydaje się być stosunkowo mniejszy. Podobnie jak w przypadku pierwiastków związanych z górnictwem kruszczoowym pierwiastki tej asocjacji zaznaczają się w wodach Wisły i Odry daleko od źródeł alimentacji, a główna masa odprowadzanych przez te rzeki do Bałtyku chlorków sodu pochodzi z Górnego Śląska.

Innymi źródłami zanieczyszczeń środowiska są ścieki komunalne i inne niż górnicze ścieki przemysłowe, komunikacja drogowa i kolejowa oraz rolnictwo. Na Górnym Śląsku i w jego otulinie skupiony jest przemysł przetwarzający nie tylko lokalne surowce mineralne ale i surowce importowane, np. chromowe, rudy żelaza i uszlachetniacze stali. Odpady tego przemysłu również przyczyniają się do skażenia środowiska. Rolnictwo wydaje się być odpowiedzialne w części za zanieczyszczenia wód powierzchniowych fosforem o czym świadczą wysokie jego zawartości, zwykle przekraczające kryteria dla drugiej, a nawet trzeciej klasy czystości wód. Innym, punktowym źródłem fosforu w wodach są ścieki komunalne i przemysłowe.

Bardzo pozytywnym faktem, świadczącym o dużej uwadze odpowiednich służb administracyjnych regionu, jest brak znaczących ilości pierwiastków toksycznych w wodach i osadach sztucznych zbiorników wód, stanowiących źródła wód pitnych oraz w wodach i osadach stawów rybnych. Jedynym pierwiastkiem występującym w znaczniejszych ilościach w wodach tych zbiorników jest fosfor. Jest to potwierdzeniem poglądu, że źródłem fosforu są spływy powierzchniowe z gleb.

Powierzchnia terenu, na którym stężenia kilku pierwiastków (głównie cynku, ołowiu i kadmu) mogą stanowić istotne zagrożenia środowiska, wynosi około 1000 km². Zawarte w Atlasie dane, obrazujące stosunki geochemiczne na Górnym Śląsku, winny być wstępem do podjęcia szczegółowych badań w dziedzinie kartografii geochemicznej, które pozwolą na podejmowanie odpowiednich działań sanacyjnych dla poprawienia stanu środowiska naturalnego regionu.

LITERATURA

- Alexandrowicz S.W., 1963 – Stratygrafia osadów mioceńskich w Zagłębiu Górnośląskim. *Pr. Inst. Geol.* T. 39.
- Belousova T., 1994 – Copper migration and accumulation in the soils of the Belarus Polesie. In: 3rd International Symposium on Environmental Geochemistry. Kraków.
- Białousz S., w druku – Gleby – klasyfikacja genetyczna. W: Atlas Rzeczypospolitej Polskiej. Inst. Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN.
- Birke M., Rauch U., 1993 – Environmental aspects of the regional geochemical survey in the southern part of East Germany. *Journ. of Geoch. Explor.* no 49.
- Birke M., Rauch U., 1994 – Geochemical investigation in the urban area of Berlin. Federal Institute of Geosciences and Natural Resources. Berlin.
- Bojakowska I., 1994 – Wpływ czynnika antropogenicznego na procesy geochemiczne w powierzchniowych warstwach litosfery. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Bojakowska I., Sokołowska G., 1994 – Wyniki monitoringu geochemicznego osadów wodnych Polski w latach 1991–1993. Państw. Insp. Ochr. Środ. Warszawa.
- Bolewski A., Ney R., Smakowski T. (red.) 1994 – Bilans gospodarki surowcami mineralnymi w Polsce na tle gospodarki światowej. Wyd. Centrum PPGSMiE PAN. Kraków.
- Borkowski J., Roszyk E., 1991 – Wpływ zapylenia żużlem żelazochromowym na rozmieszczenie chromu w profilach gleb użytkowanych rolniczo. W: Geologiczne aspekty ochrony środowiska – Mat. Konf. Kraków.
- Buła Z., Zdanowski A., 1993 – Węgiel kamienny. W: Zasoby perspektywiczne kopalni Polski. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Critères provisoires canadiens de qualité environnementale pour les lieux contaminés., 1991 – Rapport CCME-EPC-CS34. Le Conseil canadien des ministres de l'environnement. Ottawa.
- Czerwiński Z., 1987 – The effect of highway traffic on abiotic environment. *Polish Ecological Studies* 13 nr 3–4.
- Directive du conseil du 12 juin 1986 relative à 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.
- Dudka S., 1993 – Baseline concentrations of As, Co, Cr, Cu, Ga, Mn, Ni and Se in surface soils. *Applied Geochemistry.* Suppl. Issue no 2.
- Eden P., Bjørklund A., 1992 – Preliminary results of its use in environmental studies. In: The Geochemical Atlas of Fennoscandia. Report of Investigation 115. Geological Survey of Finland. Helsinki.
- Eikmann Th., Kloke A., 1991 – Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungswerte für (Schad-) Stoffe in Böden. Mitt. VDLUFA 1.
- Ek J., 1974 – Trace elements in till, vegetation and water over a sulphide ore in Vasterbotten Country, Northern Sweden. Sveriges Geologiska Undersökning. ser. C no 698. Arsbök 68 no 5.
- Fauth H., Hindel R., Siewers U., Zinner J., 1985 – Geochemischer Atlas Bundesrepublik Deutschland. E. Schweizerbart'sche Verlag. Hannover.
- Freedman B., 1989 – Environmental Ecology. Academic Press. Inc. San Diego. California.
- Fuge R., Pearce F.M., Pearce N.J.G., Perkins W.T., 1991 – Geochemistry of Cd in the secondary environment near abandoned metalliferous mines, Wales. *Applied Geochemistry.* Suppl. Issue no 2.
- Górecka E., Hnatyszak K., Paślawski P., 1993 – Metody analityczne zastosowane w Centralnym Laboratorium Chemicznym przy opracowaniu atlasów geochemicznych. *Prz. Geol.* nr 10.
- Grzechnik Z., 1978 – Historia dotychczasowych poszukiwań i eksploatacji. W: Poszukiwanie rud cynku i ołowiu na obszarze śląsko-krakowskim. *Pr. Inst. Geol.* T. 83.
- Gulbicka B., 1993 – Społeczny program rozwiązywania problemu ogródków działkowych położonych na glebach skażonych ekologicznie. Wnioski dla polityki państwa w tym zakresie. W: Raporty wyjściowe do studium pt: Proekologiczne zorientowanie polityki rolnej w Polsce na przełomie XX i XXI wieku. Inst. Ekonom. Roln. i Gosp. Żywn. T. 2. Warszawa.
- Helios-Rybicka E., Wardas M., 1989 – Metale ciężkie w dolinie Wisły i jej dopływów w rejonie Krakowa. *Prz. Geol.* nr 6.
- Helios-Rybicka E., 1994 – Environmental impact of mining and smelting industries of Poland. In: 3rd International Symposium on Environmental Geochemistry. Kraków.
- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1979 – Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. Wyd. Geol. Warszawa.
- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1993 – Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN. Warszawa.
- Kaziuk H., Lewandowski J., 1978 – Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Kraków. A – Mapa utworów powierzchniowych. Inst. Geol., Wyd. Geol. Warszawa.

29. Kaziuk H., Lewandowski J., 1980 – Objaśnienia do mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. Kraków. Inst. Geol. Warszawa.
30. Klimek K., Macklin M., 1991 – Wpływ eksploatacji rud cynku i ołowiu obszaru śląsko-krakowskiego na skażenie metalami ciężkimi aluwii górnej Wisły. W: Geologiczne aspekty ochrony środowiska – Mat. Konf. Kraków.
31. Kopik J., 1967 – Granica między epikontynentalnymi osadami triasu i jury w Polsce. *Biul. Inst. Geol.* 203.
32. Korol R., Jaśniewicz E., Bożek A., Szyjowska U., Zelent B., Czapliński M., 1993 – Atlas zanieczyszczenia rzek w Polsce. Lata 1990–1992. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.
33. Kotlicki S., Kotlicka G.N., 1977 – Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Gliwice. A – Mapa utworów powierzchniowych. Inst. Geol., Wyd. Geol. Warszawa.
34. Kotlicki S., Kotlicka G.N., 1980 – Objaśnienia do mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. Gliwice. Inst. Geol. Warszawa.
35. Kotas A., Malczyk W., 1972 – Seria paraliczna piętra namuru dolnego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. W: Karbon Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Pr. Inst. Geol.* T. 61.
36. Kowalkowski A., Truszkowska R., Borzyszkowski J., 1994 – Mapa regionów morfogenetyczno-glebowych Polski w skali 1:500 000. Pol. Tow. Glebozn. Warszawa.
37. Kozłowski S., 1989 – Ochrona litosfery. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
38. Królikowski Cz., Kucharska S., Kucharski R., Linowski H., Paczyński B., Twarogowski J., 1992 – Mapa lokalizacji większych zbiorników wodnych i ognisk zanieczyszczeń na tle pierwszego poziomu użytkowego wód podziemnych w Polsce. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
39. Krzoska T., 1981 – Bor, gal i wanad w osadach poziomów faunistycznych warstw brzeżnych w północno-zachodnim rejonie GZW i ich znaczenie dla diagnozy facjalnej tych osadów. *Polit. Śl. Gliwice.*
40. Kucharski R., Marchwińska E., 1990 – Problemy zagrożenia terenów rolnych metalami ciężkimi w rejonie Olkusza. *Zesz. Nauk. AGH* nr 1368. Sozologia i Sozotechnika z. 32.
41. Lenartowicz L., 1994 – Atlas geochemiczny Kielc 1:50 000. Państw. Inst. Geol. Oddz. Świętokrz. Kielce.
42. Lis J., 1987 – Założenia dla mapy geochemicznej Polski. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
43. Lis J., 1989 – Program badań; Mapa geochemiczna Polski 1:500 000. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
44. Lis J., 1992 – Atlas geochemiczny Warszawy i okolic 1:100 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
45. Lis J., Pasieczna A., 1993 – Atlas geochemiczny regionu śląsko-krakowskiego 1:200 000 Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
46. Lis J., Pasieczna A., 1994 – Atlas geochemiczny Polski 1:500 000 Centr. Arch. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
47. Lis J., Pasieczna A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:250 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa (w druku).
48. Lorek E., 1993 – Kierunek i dynamika zmian procesów degradacji środowiska pod wpływem antropopresji w rejonie Górnego Śląska. *Pr. Nauk. Akad. Ekonom. Katowice.*
49. Lux W., 1993 – Long-term heavy metal and As pollution of soils. *Applied Geochemistry. Suppl. Issue.* no 2.
50. Macioszczyk A., 1987 – Hydrogeochemia. Wyd. Geol. Warszawa.
51. Małecki J., 1988 – Wpływ antropopresji na stężenia mikrośladników w wodach Białego Dunajca. *Prz. Geol.* nr 12.
52. Marchwińska E., Kucharski R., 1990 – Stan i prognoza zanieczyszczenia metalami gleb uprawnych województwa katowickiego. *Ochr. Środ.* nr 1.
53. Melich A., 1961 – 100 lat przemysłu cynku i ołowiu na Śląsku. *Rudy i Met. Nieżel.* nr 5.
54. Merrington G., Alloway B.J., 1994 – The transfer and fate of Cd, Cu, Pb and Zn from two historic metalliferous mine sites in the U. K. *Applied Geochemistry* no 6.
55. Molenda D., 1972 – Kopalnie rud ołowiu na terenie złóż śląsko-krakowskich w XVI–XVIII wieku. *Inst. Hist. Kult. Mat. PAN-Ossolineum.* Wrocław.
56. Norma branżowa BN-75/9180-03, 1975 – Agrotechnika. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie wartości pH. W: *Dziennik Norm i Miar* nr 7/1975 poz. 9. Warszawa.
57. Osmólski T., 1969 – Siarka w zapadisku przedkarpackim w latach 1915–1921. *Kwart. Geol.* nr 1.
58. Paterson E., Sanka M., 1994 – Urban soils as pollutant sinks. In: 3rd International Symposium on Environmental Geochemistry. Kraków.
59. Pletenewa T., Waniwska E., Orłowa W., Erszow U., 1990 – Jednoczesny wpływ niklu i chromu na żywe organizmy. *Ekologija* nr 3. Lithuanian Academy of Sciences.
60. Płochniewski Z., Bidzińska W., 1970 – Występowanie potasu w wodach podziemnych Polski. *Kwart. Geol.* nr 2.
61. Płochniewski Z., Ważny H., 1971 – Wody magnezowe Polski na tle geochemii magnezu. *Kwart. Geol.* nr 1.
62. Polański A., 1988 – Podstawy geochemii. Wyd. Geol. Warszawa.
63. Porzycki J., 1972 – Seria mułowcowa piętra westfalu dolnego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. W: Karbon Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Pr. Inst. Geol.* T. 61.
64. Przeniosło S., 1974 – Cynk i ołów w utworach węglanowych triasu rejonu zawierciańskiego. *Biul. Inst. Geol.* 278.
65. Przeniosło S. (red.), 1994 – Bilans zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.XII.1993 r. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
66. Przeniosło S., Serafin-Radlicz J., 1978 – Rozkłady geochemiczne cynku i ołowiu w utworach skalnych różnych odmian stratygraficznych. W: Poszukiwanie rud cynku i ołowiu na obszarze śląsko-krakowskim. *Pr. Inst. Geol.* T. 83.
67. Przeniosło S., Bąk B., Radwanek-Bąk B., Smakowski T., 1992 – Analiza gospodarki rudami cynku i ołowiu w Polsce. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
68. Przeniosło S., Wołkowicz S., 1993 – Rudy cynku i ołowiu. W: Zasoby perspektywiczne kopalni Polski wg stanu na 31.XII.1990 r. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

69. Rejniewicz I., 1994 – Determination of natural trace element concentrations in Dutch surface waters. In: 3rd International Symposium on Environmental Geochemistry. Kraków.
70. 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.
71. Różkowska A., Ptak B., 1995 – Bar w węglach kamiennych Górnego Śląska. *Prz. Geol.* nr 3.
72. Ryborz S., Suschka J., 1993 – Zagrożenie wód powierzchniowych metalami w rejonie wydobywania i przeróbki rud cynkowo-olowiowych. W: Chemizm opadów atmosferycznych wód powierzchniowych i podziemnych – Mat. VI Konf. Łódź.
73. Serafin-Radlicz J., 1972 – Przydatność anomalii hydrochemicznych poszukiwań złóż kruszców cynku i ołowiu w północno-wschodniej części Górnego Śląska. *Biul. Inst. Geol.* 255.
74. Severson R.C., Gough L.P., Van Den Boom G., 1992 – Baseline concentrations in soils and plants. Wattenmeer National Park, North and East Frisian Islands, Federal Republic of Germany. *Water, Air and Soil Pollution* 61.
75. Smuszkiewicz A., 1969 – Chemizm wód trzeciorzędowych rejonu Machowa. *Kwart. Geol.* nr 3.
76. Strzelska-Smakowska B., 1993 – Możliwość występowania złóż rud Zn-Pb w obszarze Lubliniec-Koziegłowy. *Zeszyty Naukowe AGH* nr 1540. *Geologia* z. 3.
77. Szturc J., 1993 – Antropogeniczne zmiany odpływu rzeczny na obszarze Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. *Wiadomości IMGW* t. XVI (XXXVII), z. 1.
78. Szuwarzyński M., Kryza A., 1993 – Problem odpadów flotacyjnych w górnictwie rud cynku i ołowiu na obszarze śląsko-krakowskiej prowincji złożowej. *Prz. Geol.* nr 9.
79. Szymańska H., 1990 – Wpływ słonych wód z kopalni węgla kamiennego na jakość wód Odry. *Gosp. Wodna* nr 5.
80. Śliwiński S., 1978 – Dolomity kruszczone. W: Poszukiwanie rud cynku i ołowiu na obszarze śląsko-krakowskim. *Pr. Inst. Geol.* T. 83.
81. Taylor R., Bogacka T., Rybiński J., Niemirycz E., Żelechowska A., Makowski Z., Korzec E., 1992 – Rolnicze zanieczyszczenia obszarowe w wodach powierzchniowych. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.
82. Thalmann F., Schermann O., Schroll E., Hausberger G., 1989 – Geochemical Atlas of the Republic of Austria 1:100 000. Geologische Bundesanstalt. Wien.
83. Tonderski A., Sundblad K., Piotrowska-Szypryt M., Rulewski J., 1994 – Impact of nutrients variability in the Vistula River Basin. In: 3rd International Symposium on Environmental Geochemistry. Kraków.
84. Trafas M., Gruszczyński S., Gruszczyńska J., Zawodny Z., 1990 – Zmiany własności gleb wywołane wpływami przemysłu w rejonie olkuskim. *Zesz. Nauk. AGH* nr 1368. *Sozologia i Sozotechnika* z. 32.
85. Twardowska I., Szczepańska J., Witczak S., 1988 – Wpływ odpadów górnictwa węgla kamiennego na środowisko wodne: ocena zagrożenia, prognozowanie, zapobieganie. *Prace i studia* (Inst. Podstaw Inżynierii Środowiska), 35. Wyd. PAN.
86. Verner J., Ramsey M.H., Helios-Rybicka E., Jędrzejczyk B., 1994 – Heavy metal contamination of soils around a Pb-Zn smelter in Bukowno, Poland. In: 3rd International Symposium on Environmental Geochemistry. Kraków.
87. Vesely J., 1991 – Contamination of river sediments in Bohemia by heavy metals. Conf. Geoscience for environmental planning. Prague.
88. Wajda S., Żurek J., (red.), 1993 – Klasyfikacja wód. Dyrektywy EWG 75/440/EEC i 80/778/EEC Inst. Ochr. Środ. Warszawa.
89. Walker C.T., 1968 – Evaluation of boron as a paleosalinity indicator and its application to offshore prospects. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.* V. 52 no 5.
90. Woyciechowska J., Morawiec P., 1994 – Atlas zanieczyszczenia rzek dorzecza Wisły objętych kontrolą monitoringu podstawowego w 1993 r. IMGW. Warszawa.
91. Wójcik W., Szydło I., Stolarski Z., 1990 – Charakterystyka zanieczyszczenia wód powierzchniowych rejonu olkuskiego. *Zesz. Nauk. AGH* nr 1368. *Sozologia i Sozotechnika* z. 32.
92. Xiangdong L., Thornton I., 1993 – Multielement contamination of soils and plants in old mining areas. U. K. *Applied Geochemistry*. Suppl. Issue no 2.
93. Znosko J., 1955 – Retyk i lias między Krakowem a Wieluniem. *Pr. Inst. Geol.* T. 14.
94. Żabiński W., 1978 – Charakterystyka mineralogiczna rud tlenkowych. W: Poszukiwanie rud cynku i ołowiu na obszarze śląsko-krakowskim. *Prace IG.* T. 83.

Tabela I

Praktyczne granice oznaczalności pierwiastków i metody analityczne stosowane dla próbek gleb
 Practical detection limits of elements and analytical methods used for soil samples

Pierwiastek Element	Metoda analityczna Analytical method	Długość fali (w nm) Wave length (in nm)	Jednostka Unit	Praktyczna granica oznaczalności Practical detection limit
pH	potencjometryczna potentiometric			
Ag	ICP-AES	328.068	ppm	1
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		FAAS		ppm
Mg	ICP-AES	383.829	%	0.01
Mn		257.610	ppm	1
Ni		231.604	ppm	1
P		178.224	%	0.005
Pb		220.353	ppm	3
S		182.000	%	0.005
Sr		407.771	ppm	1
Ti		337.279	ppm	1
V		290.881	ppm	1
Zn		213.856	ppm	1

Tabela II

Praktyczne granice oznaczalności pierwiastków i metody analityczne stosowane dla próbek osadów wodnych
 Practical detection limits of elements and analytical methods used for water sediment samples

Pierwiastek Element	Metoda analityczna Analytical method	Długość fali (w nm) Wave length (in nm)	Jednostka Unit	Praktyczna granica oznaczalności Practical detection limit
Ag	ICP-AES	328.068	ppm	1
As		189.042	ppm	5
Ba		233.527	ppm	1
Be		313.042	ppm	1
Ca		317.933	%	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		FAAS		ppm
Mg	ICP-AES	279.079	%	0.01
Mn		257.610	ppm	1
Ni		231.604	ppm	1
P		178.225	%	0.005
Pb		220.353	ppm	5
S		181.974	%	0.005
Sr		407.771	ppm	1
Ti		337.279	ppm	1
V		310.230	ppm	1
Zn		213.856	ppm	1

ICP-AES – atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym

inductively coupled plasma atomic emission spectrometry

FAAS – atomowa spektrometria absorbcyjna z techniką zimnych par

cold vapour atomic absorption spectrometry

Tabela III

Praktyczne granice oznaczalności pierwiastków i metody analityczne
stosowane dla próbek wód powierzchniowych
Practical detection limits of elements and analytical methods used for surface water samples

Pierwiastek Element	Metoda analityczna Analytical method	Długość fali (w nm) Wave length (in nm)	Jednostka Unit	Praktyczna granica wykrywalności Practical detection limit
Al	ICP-AES	308.215	ppm	0.1
As		193.695	ppm	0.04
B		208.893	ppm	0.02
Ba		455.403	ppb	1
Ca		315.887	ppm	1
Cd		226.502	ppb	3
Co		228.616	ppb	5
Cr		267.716	ppb	5
Cu		324.754	ppb	5
Fe		259.940	ppm	0.02
K		766.491	ppm	1
Li		670.776	ppm	0.02
Mg		383.829	ppm	0.1
Mn		257.610	ppb	1
Na		589.592	ppm	1
Ni		231.604	ppb	8
P		178.224	ppm	0.04
Pb		220.353	ppm	0.03
SiO ₂		251.611	ppm	0.3
SO ₄		182.000	ppm	1
Sr		407.771	ppb	1
Ti		337.279	ppb	5
V		290.881	ppb	8
Zn	213.856	ppb	5	

ICP-AES – atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym
inductively coupled plasma atomic emission spectrometry

Parametry statystyczne pierwiastków chemicznych
(Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb)
Statistical parameters of chemical elements
(Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb)

		Ag	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu
Gleby Górnego Śląska Soils of Upper Silesia n = 1564	a	<1	<5	2	<0.01	<0.5	<1	<1	<1
	b	13	238	1777	13.47	253.3	21	95	805
	c	<1	7	81	0.58	3.1	3	6	13
	d	<1	<5	54	0.23	1.4	2	5	7
	e	<1	<5	54	0.22	1.3	3	5	7
Gleby uprawne Cultivated soils n = 476	a	<1	<5	3	0.01	<0.5	<1	<1	<1
	b	3	95	1404	10.40	16.7	21	67	96
	c	<1	<5	68	0.48	2.1	3	7	8
	d	<1	<5	54	0.24	1.4	3	6	7
	e	<1	<5	52	0.22	1.3	3	6	7
Gleby uprawne terenów bez zabudowy Cultivated soils in non-urbanized areas n = 268	a	<1	<5	3	0.01	<0.5	<1	<1	<1
	b	3	95	282	10.40	16.7	13	67	54
	c	<1	<5	60	0.52	2.0	3	7	8
	d	<1	<5	51	0.23	1.3	3	6	6
	e	<1	<5	49	0.20	1.2	3	6	6
Gleby uprawne terenów miejskich i przemysłowych Cultivated soils in urban and industrial areas n = 228	a	<1	<5	5	0.03	<0.5	<1	<1	<1
	b	13	238	1777	12.40	159.5	17	95	805
	c	<1	12	144	0.96	6.9	4	9	30
	d	<1	7	105	0.54	2.7	3	7	17
	e	<1	7	116	0.59	2.8	3	7	16
Gleby uprawne terenów bez zabudowy (piaszczyste) Cultivated soils in non-urbanized areas (sandy) n = 138	a	<1	<5	3	0.01	<0.5	<1	<1	<1
	b	3	26	240	10.40	15.8	7	67	46
	c	<1	<5	49	0.61	2.0	3	6	6
	d	<1	<5	42	0.21	1.2	2	5	5
	e	<1	<5	44	0.16	1.2	2	5	5
Gleby uprawne terenów bez zabudowy (gliniaste) Cultivated soils in non-urbanized areas (clayey) n = 127	a	<1	<5	17	0.03	<0.5	1	3	2
	b	2	95	282	5.03	16.7	13	32	54
	c	<1	6	70	0.40	1.9	4	9	9
	d	<1	<5	61	0.24	1.3	4	8	7
	e	<1	<5	56	0.22	1.2	4	8	7
Gleby łąk Meadow soils n = 293	a	<1	<5	7	0.02	<0.5	<1	<1	<1
	b	1	54	958	13.47	30.5	13	65	119
	c	<1	6	86	0.63	2.2	4	7	10
	d	<1	<5	64	0.29	1.4	3	6	7
	e	<1	<5	61	0.26	1.4	3	6	7
Gleby ugorów Fallow soils n = 226	a	<1	<5	3	0.01	<0.5	<1	<1	<1
	b	13	167	568	12.53	253.3	17	95	316
	c	<1	10	98	1.10	6.3	3	7	19
	d	<1	6	64	0.49	1.9	2	5	11
	e	<1	6	64	0.55	2.0	3	6	10
Gleby lasów Forest soils n = 401	a	<1	<5	2	<0.01	<0.5	<1	<1	<1
	b	5	45	1054	6.27	34.5	13	67	471
	c	<1	5	55	0.21	2.0	1	4	8
	d	<1	<5	33	0.08	1.0	<1	2	4
	e	<1	<5	31	0.06	1.0	<1	2	4
Gleby lasów z zabudową miejską i przemysłową Forest soils in urban and industrial areas n = 17	a	<1	<5	13	0.03	<0.5	<1	1	3
	b	<1	23	448	2.19	16.4	7	9	47
	c	<1	7	79	0.38	2.6	2	4	10
	d	<1	5	49	0.15	1.4	1	3	7
	e	<1	6	41	0.11	1.3	1	2	6
Gleby trawników przyulicznych Roadside lawn soils n = 84	a	<1	<5	29	0.08	<0.5	<1	2	4
	b	2	47	1777	5.72	54.6	11	74	805
	c	<1	9	153	1.02	5.2	4	11	45
	d	<1	6	115	0.74	2.7	3	9	21
	e	<1	7	119	0.74	2.7	4	8	16
Gleby parków miejskich City park soils n = 28	a	<1	<5	22	0.04	0.5	<1	2	4
	b	6	238	447	4.02	88.5	8	15	211
	c	<1	21	161	0.70	10.9	3	8	33
	d	<1	11	130	0.43	4.6	3	7	19
	e	<1	11	140	0.45	4.3	3	8	20
Gleby ogródków działkowych Allotments soils n = 56	a	<1	<5	18	0.06	<0.5	<1	2	3
	b	6	23	780	5.43	25.5	12	16	124
	c	<1	6	127	0.97	2.9	4	8	19
	d	<1	<5	94	0.53	1.4	3	7	14
	e	<1	<5	101	0.58	1.2	4	7	14
Gleby uprawne Polski Cultivated soils of Poland n = 3066	a	<1	<5	2	<0.01	<0.5	<1	<1	<1
	b	12	168	1273	13.50	16.7	29	1873	2190
	c	<1	<5	39	0.42	<0.5	3	6	8
	d	<1	<5	31	0.18	<0.5	2	5	5
	e	<1	<5	30	0.18	<0.5	2	5	5

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

Tabela IV

i kwasowość w glebach Górnego Śląska
 Sr, Ti, V, Zn w ppm, Ca, Fe, Mg, P, S w %)
 and acidity in soils of Upper Silesia
 Sr, Ti, V, Zn in ppm, Ca, Fe, Mg, P, S in %)

Fe	Hg	Mg	Mn	Ni	P	Pb	S	Sr	Ti	V	Zn	pH
<0.01	<0.05	<0.01	2	<1	<0.005	<3	<0.005	<1	1	<1	5	2.2
5.06	4.00	4.90	7000	89	0.476	16972	0.516	708	396	94	87500	9.7
0.75	0.11	0.12	320	6	0.036	130	0.019	20	35	10	331	6.4
0.56	0.08	0.06	186	4	0.027	53	0.015	10	27	8	121	6.2
0.63	0.08	0.07	257	5	0.030	44	0.015	10	28	9	104	6.7
0.06	<0.05	<0.01	6	<1	<0.005	<3	<0.005	1	6	<1	6	3.5
5.06	1.04	1.75	2046	48	0.476	2113	0.121	246	194	54	2140	8.7
0.76	0.09	0.12	362	7	0.039	74	0.015	15	32	11	173	6.7
0.64	0.07	0.08	293	5	0.034	44	0.014	10	28	9	110	6.6
0.65	0.08	0.08	319	5	0.035	36	0.014	10	29	10	96	6.8
0.06	<0.05	0.01	6	<1	<0.005	<3	<0.005	1	7	<1	6	3.5
5.06	0.40	1.75	2016	48	0.476	1963	0.121	154	45	45	2140	8.7
0.81	0.09	0.12	371	7	0.039	64	0.015	13	32	11	157	6.6
0.67	0.08	0.08	296	5	0.033	39	0.014	10	28	10	99	6.5
0.69	0.08	0.08	319	6	0.034	34	0.015	10	31	10	87	6.7
0.09	<0.05	<0.01	6	<1	<0.005	5	<0.005	1	8	1	15	3.3
3.21	4.01	3.81	2229	89	0.254	16972	0.516	708	318	60	11899	8.6
0.98	0.20	0.21	440	10	0.044	320	0.026	43	63	12	719	7.3
0.83	0.13	0.13	314	7	0.035	110	0.019	26	49	10	306	7.2
0.87	0.14	0.13	338	8	0.035	102	0.019	27	49	11	317	7.6
0.06	<0.05	<0.01	6	<1	<0.005	<3	<0.005	1	7	<1	6	3.7
1.62	0.40	1.21	1832	20	0.123	1963	0.028	65	112	23	1758	8.7
0.60	0.09	0.10	310	5	0.034	72	0.014	12	30	9	147	6.6
0.52	0.07	0.06	240	4	0.030	38	0.013	8	26	8	92	6.6
0.58	0.08	0.06	269	4	0.032	33	0.014	8	29	9	79	6.7
0.24	<0.05	0.01	51	2	0.007	10	<0.005	3	7	3	20	3.9
5.06	0.33	1.75	1298	48	0.476	636	0.040	154	194	30	2140	8.3
1.02	0.09	0.14	427	9	0.043	54	0.016	14	34	13	163	6.5
0.88	0.07	0.11	370	7	0.036	39	0.015	11	30	12	106	6.4
0.83	0.08	0.10	372	7	0.038	34	0.016	11	33	12	91	6.7
0.08	<0.05	<0.01	8	<1	0.005	5	<0.005	1	6	1	17	3.3
4.08	1.10	1.25	3105	40	0.217	8751	0.135	180	120	40	9450	8.7
0.90	0.12	0.11	370	7	0.042	99	0.022	18	30	11	212	6.3
0.72	0.09	0.07	261	6	0.034	44	0.018	13	26	9	117	6.3
0.77	0.09	0.08	296	6	0.034	39	0.018	13	25	11	110	6.5
0.07	<0.05	<0.01	6	<1	<0.005	<3	<0.005	<1	4	<1	15	3.2
4.86	1.08	4.90	3507	89	0.254	8260	0.516	708	396	60	87500	8.8
0.86	0.12	0.22	392	8	0.040	248	0.024	36	47	11	970	7.3
0.64	0.09	0.10	249	6	0.029	74	0.016	17	35	8	210	7.2
0.67	0.08	0.10	278	6	0.032	63	0.016	18	33	9	179	7.5
<0.01	<0.05	<0.01	2	<1	<0.005	<3	<0.005	<1	1	<1	5	2.2
4.70	0.85	1.11	7000	28	0.310	4260	0.349	224	302	50	3116	9.7
0.48	0.09	0.05	154	3	0.021	102	0.017	9	25	6	163	5.3
0.30	0.07	0.02	56	2	0.015	50	0.011	4	19	4	73	5.1
0.28	0.07	0.02	51	2	0.015	49	0.011	4	18	4	61	5.1
0.11	<0.05	<0.01	12	<1	<0.005	14	<0.005	2	9	1	27	3.3
2.01	0.36	1.11	829	14	0.230	308	0.349	224	162	20	1736	7.8
0.66	0.14	0.11	234	5	0.032	89	0.036	27	48	7	225	5.9
0.43	0.10	0.03	108	3	0.018	72	0.015	10	32	5	113	5.8
0.48	0.08	0.02	114	3	0.019	78	0.015	9	27	4	98	6.1
0.27	<0.05	0.03	80	3	0.008	13	0.008	5	12	2	46	4.6
3.21	4.01	0.89	2229	38	0.117	1078	0.089	181	312	32	2903	8.7
0.99	0.24	0.20	424	10	0.045	193	0.022	41	71	13	580	7.5
0.90	0.14	0.16	348	9	0.039	111	0.020	30	58	11	340	7.5
0.89	0.14	0.16	343	8	0.039	103	0.018	32	55	11	336	7.6
0.17	0.05	0.02	44	2	0.006	8	0.007	4	12	3	31	3.8
2.33	0.95	1.75	1504	26	0.105	16972	0.113	108	178	27	4984	8.0
1.12	0.23	0.18	462	9	0.040	797	0.025	33	62	13	927	6.8
0.96	0.19	0.11	356	8	0.032	153	0.021	24	51	12	442	6.8
0.92	0.18	0.11	370	8	0.028	155	0.021	27	48	13	477	7.0
0.30	<0.05	0.02	48	2	0.011	6	<0.005	3	13	3	24	4.3
1.91	0.42	2.33	1933	28	0.276	518	0.107	438	379	94	1675	8.4
0.86	0.13	0.17	365	9	0.062	77	0.022	52	48	14	263	7.2
0.78	0.10	0.11	290	8	0.049	48	0.019	27	39	12	156	7.1
0.83	0.09	0.12	314	8	0.047	38	0.020	26	41	13	134	7.4
0.05	<0.05	<0.01	2	<1	<0.005	<3	<0.005	<1	2	<1	<1	2.8
5.99	4.75	1.75	24270	48	0.476	1963	0.177	654	968	58	2140	8.7
0.63	0.07	0.10	282	6	0.043	18	0.013	14	35	8	47	6.3
0.52	0.05	0.07	222	4	0.038	13	0.011	8	29	7	34	6.2
0.53	0.05	0.07	243	4	0.038	11	0.011	8	30	7	31	6.4

Parametry statystyczne pierwiastków chemicznych
(Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb,
Statistical parameters of chemical elements
(Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb,

		Ag	As	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe
Osady wodne Górnego Śląska Water sediments of Upper Silesia n = 1459	a	<1	<5	3	<0.5	0.02	<0.5	<1	<1	1	0.03
	b	117	901	1794	19.9	26.55	8735.9	164	12 251	1886	26.43
	c	1	12	127	0.9	1.63	17.0	6	32	39	1.42
	d	<1	6	93	0.6	0.71	2.8	4	10	16	1.01
	e	1	6	98	0.6	0.71	2.5	4	9	15	1.07
ZLEWNIA THE VISTULA											
Wisła The Vistula river n = 13	a	1	<5	49	<0.5	0.13	2.3	4	24	30	1.09
	b	5	16	437	1.0	1.30	109.5	10	420	419	3.04
	c	2	7	219	0.6	0.64	37.1	7	161	138	2.08
	d	2	6	185	0.6	0.51	20.9	7	119	108	1.98
	e	2	6	191	0.6	0.60	24.4	7	131	106	2.05
Baba The Baba river n = 5	a	1	9	50	<0.5	2.77	4.8	3	6	13	0.49
	b	3	37	174	1.9	7.95	20.5	14	35	138	1.66
	c	2	18	100	0.8	4.85	10.1	7	17	60	1.03
	d	2	15	89	0.6	4.47	8.7	6	14	44	0.94
	e	2	14	67	0.5	5.15	9.4	5	14	59	1.20
Bachol The Bachol river n = 6	a	<1	<5	28	<0.5	0.16	<0.5	3	3	4	0.53
	b	<1	8	114	0.8	1.53	3.0	5	14	63	1.62
	c	<1	<5	74	<0.5	0.55	1.2	4	8	19	1.09
	d	<1	<5	65	<0.5	0.38	0.7	4	7	12	1.01
	e	<1	<5	74	<0.5	0.29	0.9	4	9	10	1.19
Biała Przemsza The Biała Przemsza river n = 11	a	<1	<5	27	<0.5	0.45	1.2	2	3	4	0.32
	b	2	77	226	1.2	12.53	65.0	20	1 023	87	1.73
	c	1	28	123	0.7	4.80	24.0	8	133	35	1.00
	d	1	16	103	0.6	3.18	11.8	6	17	26	0.90
	e	1	31	110	0.6	4.63	18.1	7	10	32	1.16
Bobrek The Bobrek river n = 6	a	1	<5	77	<0.5	2.00	3.7	3	19	29	1.80
	b	3	32	342	3.9	4.18	17.4	57	629	164	6.67
	c	2	12	155	1.1	2.83	8.2	14	155	81	3.10
	d	2	9	135	0.7	2.75	7.3	8	73	71	2.79
	e	2	9	128	0.7	2.66	6.9	7	62	70	2.72
Brynica The Brynica river n = 16	a	<1	<5	34	<0.5	0.18	0.6	<1	2	3	0.23
	b	12	35	246	1.3	3.29	234.6	23	240	393	5.71
	c	3	12	116	0.8	1.89	33.9	9	32	76	1.91
	d	1	8	105	0.7	1.29	10.5	7	12	27	1.48
	e	2	9	115	0.9	2.44	9.1	9	23	55	1.96
Czarna Przemsza The Czarna Przemsza river n = 26	a	<1	<5	14	<0.5	0.09	<0.5	1	2	3	0.24
	b	6	19	650	2.2	8.66	18.8	46	522	590	2.94
	c	2	7	136	0.7	2.56	5.5	7	51	85	1.36
	d	1	5	99	0.5	1.56	3.3	4	23	27	1.09
	e	1	6	101	0.6	1.81	3.1	4	30	24	1.35
Chechło The Chechło river n = 5	a	1	10	90	<0.5	0.93	40.8	2	9	27	0.61
	b	25	39	159	2.5	15.74	130.1	15	55	667	2.53
	c	12	23	128	1.2	8.52	77.7	7	26	306	1.83
	d	7	21	125	0.9	5.66	70.8	6	22	197	1.64
	e	11	25	118	1.0	9.41	72.9	6	20	251	2.12
Dulówka The Dulówka river n = 5	a	1	<5	60	0.6	0.77	3.6	2	5	11	0.58
	b	1	5	115	3.8	3.00	8.1	5	9	47	0.87
	c	1	<5	80	2.0	1.66	5.8	4	7	25	0.71
	d	1	<5	77	1.6	1.49	5.5	3	7	22	0.70
	e	1	<5	69	1.7	1.25	5.4	4	8	24	0.64
Gostynia The Gostynia river n = 5	a	<1	7	62	0.7	0.25	2.2	6	16	11	1.02
	b	1	17	150	2.0	0.53	4.1	14	34	54	2.33
	c	<1	12	119	1.3	0.34	3.0	8	23	34	1.44
	d	<1	11	114	1.2	0.33	2.9	8	22	29	1.37
	e	1	9	128	1.2	0.30	2.9	7	18	35	1.32
Korzeniec The Korzeniec river n = 5	a	<1	<5	71	0.6	0.16	2.4	4	5	4	1.09
	b	<1	10	248	3.0	0.30	9.9	16	12	13	5.67
	c	<1	6	116	1.8	0.24	7.1	9	8	8	2.21
	d	<1	<5	103	1.6	0.24	6.4	8	8	8	1.78
	e	<1	5	90	1.8	0.27	7.8	7	8	8	1.40
Kości Bród The Kości Bród river n = 6	a	<1	<5	17	<0.5	0.13	2.0	<1	2	2	0.17
	b	4	10	158	3.4	7.41	11.7	14	12 251	876	2.63
	c	2	5	78	1.6	3.69	6.3	6	2 599	196	1.02
	d	1	<5	55	1.1	1.39	5.6	3	56	38	0.63
	e	2	<5	69	1.5	3.45	6.2	5	20	72	0.68
Mitrega The Mitrega river n = 8	a	<1	<5	44	<0.5	0.26	0.9	2	3	5	0.71
	b	1	<5	104	0.6	7.65	2.6	4	11	16	2.09
	c	<1	<5	58	<0.5	2.53	1.7	3	7	9	1.05
	d	<1	<5	56	<0.5	1.29	1.6	3	6	8	0.99
	e	<1	<5	51	<0.5	1.72	1.9	3	6	8	0.91

Tabela V

w osadach wodnych Górnego Śląska
 Sr, Ti, V, Zn w ppm, Ca, Fe, Mg, P, S w %)
 in water sediments of Upper Silesia
 Sr, Ti, V, Zn in ppm, Ca, Fe, Mg, P, S in %)

Hg	Mg	Mn	Ni	P	Pb	S	Sr	Ti	V	Zn
<0.05	0.01	4	<1	<0.005	<5	<0.005	1	3	<1	11
10.50	5.87	21 295	795	3.961	43878	2.193	1120	3439	155	407 500
0.15	0.25	558	16	0.107	328	0.150	43	54	14	1250
<0.05	0.13	280	10	0.067	72	0.064	25	40	11	300
0.06	0.13	292	11	0.066	59	0.052	24	42	12	259
WISŁY RIVER CATCHMENT										
0.11	0.11	97	21	0.056	46	0.029	8	20	5	350
2.15	0.37	553	282	0.523	358	0.288	100	58	23	2759
0.71	0.23	313	59	0.297	151	0.112	51	39	14	1193
0.46	0.21	264	44	0.252	130	0.086	42	37	13	985
0.70	0.24	347	39	0.287	134	0.071	51	39	14	954
<0.05	0.44	186	7	0.021	183	0.020	23	70	7	414
0.12	1.31	475	57	0.122	1544	0.254	94	208	26	2199
0.06	0.76	319	24	0.051	566	0.079	50	115	13	1162
0.05	0.69	300	17	0.042	408	0.049	44	106	11	974
<0.05	0.59	315	15	0.036	432	0.038	40	96	9	1070
<0.05	0.05	183	5	0.032	10	0.006	5	21	6	31
0.09	0.25	608	11	0.239	92	0.321	36	61	15	853
0.06	0.15	406	9	0.127	33	0.078	18	41	11	220
<0.05	0.13	383	8	0.099	25	0.034	14	38	10	117
0.06	0.13	409	10	0.120	21	0.036	13	40	12	107
<0.05	0.07	174	3	0.017	37	0.010	9	26	4	126
<0.05	3.22	962	34	0.213	7186	0.407	71	122	32	6233
<0.05	1.32	470	15	0.056	1762	0.194	39	73	15	2450
<0.05	0.69	401	12	0.042	599	0.105	32	65	12	1304
<0.05	1.65	389	15	0.035	1336	0.073	38	77	12	2083
<0.05	0.14	271	22	0.172	182	0.170	38	37	6	591
0.82	0.51	3179	795	0.627	388	1.326	298	116	34	2716
0.37	0.31	771	159	0.348	298	0.666	109	56	15	1810
0.25	0.28	431	53	0.313	290	0.531	87	51	12	1646
0.39	0.30	287	34	0.265	295	0.597	81	45	12	1891
<0.05	0.03	99	2	0.009	20	0.007	4	14	2	134
0.99	0.64	2416	181	0.632	1289	1.462	123	103	32	63157
0.18	0.32	815	33	0.188	348	0.507	56	50	16	9333
0.08	0.21	601	17	0.098	161	0.167	32	41	12	1896
<0.05	0.36	533	23	0.183	193	0.415	66	56	17	2207
<0.05	0.03	22	2	0.011	9	0.006	2	9	2	34
1.01	0.63	14701	395	0.445	1014	1.154	159	173	35	2190
0.25	0.27	1352	31	0.140	206	0.339	50	53	13	768
0.14	0.19	468	11	0.093	109	0.167	29	42	9	481
0.15	0.21	401	11	0.111	95	0.159	29	44	10	494
<0.05	0.24	426	9	0.068	163	0.150	18	25	7	2076
0.69	5.87	2024	39	0.327	8795	0.761	93	62	28	14151
0.20	2.96	1116	23	0.140	4313	0.392	64	44	19	7606
0.10	1.86	915	20	0.116	2042	0.341	51	42	17	5855
0.09	2.74	1030	23	0.085	3077	0.336	91	43	20	6969
<0.05	0.19	169	6	0.040	134	0.024	20	55	8	441
0.07	0.59	196	11	0.062	412	0.141	39	118	14	1365
0.05	0.35	181	8	0.049	244	0.055	30	79	11	895
0.05	0.31	181	8	0.048	224	0.044	29	76	11	825
0.06	0.29	176	7	0.045	213	0.036	33	74	12	934
0.09	0.07	64	15	0.085	24	0.057	26	29	11	249
0.29	0.15	287	23	0.243	82	0.495	64	46	155	524
0.21	0.10	152	18	0.136	51	0.265	49	37	49	352
0.20	0.09	130	18	0.127	47	0.192	45	36	31	339
0.24	0.08	101	17	0.124	51	0.330	59	36	28	317
<0.05	0.02	89	8	0.067	23	0.069	13	14	6	271
0.08	0.14	771	15	0.201	57	0.263	56	52	21	650
<0.05	0.06	305	12	0.130	35	0.132	27	30	10	441
<0.05	0.05	236	11	0.119	33	0.116	23	27	9	422
<0.05	0.05	219	11	0.105	33	0.104	18	29	9	434
<0.05	0.03	30	2	0.010	74	0.011	6	21	3	431
0.88	0.87	533	23	0.198	640	0.657	140	188	32	1402
0.21	0.38	220	11	0.079	330	0.252	66	94	16	923
0.09	0.20	139	7	0.042	260	0.075	30	63	10	827
0.07	0.35	164	10	0.058	238	0.089	55	79	14	994
<0.05	0.04	60	3	0.042	22	0.024	6	14	4	146
0.15	0.22	633	10	0.131	85	0.417	59	107	12	362
<0.05	0.12	276	6	0.085	55	0.093	25	36	7	240
<0.05	0.10	226	5	0.079	50	0.058	19	28	6	227
<0.05	0.12	282	5	0.082	54	0.048	20	23	6	227

		Ag	As	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe
Mleczna The Mleczna river n = 5	a	<1	<5	25	<0.5	0.12	0.8	2	1	4	0.37
	b	1	53	268	1.0	0.69	6.3	9	43	33	2.66
	c	<1	16	169	0.8	0.36	2.8	6	19	20	1.22
	d	<1	8	132	0.7	0.30	2.1	5	12	16	0.94
	e	1	8	187	0.9	0.27	2.7	6	19	21	0.84
Pszczynka The Pszczynka river n = 11	a	<1	<5	26	<0.5	0.14	<0.5	2	5	4	0.68
	b	1	9	207	1.2	0.40	3.6	6	54	29	2.34
	c	<1	5	98	0.5	0.24	1.5	4	18	11	1.39
	d	<1	<5	88	<0.5	0.23	1.2	4	13	10	1.31
	e	<1	6	90	0.5	0.24	1.5	4	10	9	1.13
Sztola The Sztola river n = 5	a	1	<5	45	<0.5	1.61	1.3	1	2	3	0.41
	b	5	153	292	1.1	19.99	81.1	8	14	37	2.07
	c	2	53	124	0.7	7.69	27.7	4	8	19	0.98
	d	2	23	96	0.6	5.47	14.4	3	7	14	0.83
	e	2	19	102	0.7	4.36	21.8	3	7	18	0.76
Trzebyczka The Trzebyczka river n = 5	a	<1	<5	21	<0.5	0.31	1.2	1	3	4	0.29
	b	1	8	124	0.9	6.55	27.6	4	25	43	1.36
	c	<1	<5	85	0.5	2.91	8.6	2	13	21	0.76
	d	<1	<5	73	<0.5	1.91	5.0	2	10	16	0.66
	e	<1	<5	93	<0.5	1.81	4.5	2	12	16	0.63
ZLEWNIA THE ODRA											
Bierawka The Bierawka river n = 7	a	1	<5	68	<0.5	0.23	1.4	5	5	8	0.62
	b	4	16	218	1.4	1.69	7.9	34	29	273	2.81
	c	2	6	138	0.8	0.80	3.0	14	14	62	1.47
	d	1	5	126	0.7	0.63	2.5	11	11	29	1.34
	e	1	5	144	0.8	0.67	2.0	10	10	20	1.56
Brzeznica The Brzeznica river n = 5	a	<1	<5	49	<0.5	0.19	2.1	3	1	3	0.37
	b	2	13	206	1.0	2.37	7.6	7	11	18	2.27
	c	<1	5	110	0.5	1.01	3.9	4	4	8	1.02
	d	<1	<5	97	<0.5	0.62	3.5	4	3	6	0.82
	e	<1	<5	102	0.5	0.59	2.7	4	2	6	0.70
Bytomka The Bytomka river n = 7	a	3	9	111	0.5	2.04	9.3	5	19	96	1.71
	b	8	210	249	0.9	3.35	22.8	12	39	181	4.20
	c	6	51	180	0.7	2.84	15.3	7	30	128	2.55
	d	5	30	175	0.7	2.79	14.8	7	29	125	2.46
	e	6	24	174	0.7	2.84	15.9	6	31	123	2.32
Drama The Drama river n = 7	a	<1	<5	41	<0.5	0.28	0.9	1	4	8	0.30
	b	2	7	234	0.7	1.67	5.2	5	16	34	1.35
	c	<1	<5	134	<0.5	0.97	3.2	4	11	24	0.88
	d	<1	<5	119	<0.5	0.82	2.8	3	10	21	0.80
	e	<1	5	147	0.5	0.84	3.1	4	12	29	0.97
Kłodnica The Kłodnica river n = 11	a	<1	<5	107	<0.5	0.25	0.7	2	4	10	0.58
	b	3	10	474	0.7	3.35	19.1	12	29	70	3.53
	c	2	6	187	0.5	1.62	6.3	6	15	40	1.69
	d	1	6	168	<0.5	1.12	4.1	6	13	34	1.41
	e	2	6	146	0.5	1.04	3.4	5	13	44	1.57
Mała Panew The Mała Panew river n = 6	a	<1	<5	8	<0.5	0.05	<0.5	<1	<1	1	0.07
	b	1	25	590	2.0	0.73	303.1	20	28	65	2.68
	c	<1	12	243	0.9	0.30	75.7	8	11	25	1.14
	d	<1	8	103	0.6	0.21	8.3	4	5	12	0.70
	e	1	10	182	0.7	0.25	5.5	7	6	12	0.86
Nacyna The Nacyna river n = 5	a	<1	<5	85	0.6	0.28	0.8	4	8	17	1.34
	b	3	15	266	1.6	1.55	3.8	11	24	62	2.03
	c	2	7	170	1.0	0.81	2.0	7	16	42	1.66
	d	1	5	156	0.9	0.66	1.8	6	15	38	1.63
	e	2	6	143	0.9	0.50	1.6	6	18	43	1.77
Rokitnica The Rokitnica river n = 6	a	1	<5	102	<0.5	0.43	3.5	4	11	24	0.73
	b	2	16	247	0.9	2.22	7.6	30	37	432	1.55
	c	2	8	170	0.7	1.39	5.3	11	26	130	1.20
	d	1	7	161	0.7	1.21	5.1	8	24	84	1.16
	e	2	8	183	0.8	1.36	5.2	8	27	74	1.23
Ruda The Ruda river n = 6	a	<1	<5	51	<0.5	0.07	0.7	2	3	6	0.47
	b	1	21	304	1.2	0.58	16.3	21	44	35	1.93
	c	<1	6	133	<0.5	0.27	3.7	6	13	21	1.03
	d	<1	<5	113	<0.5	0.20	1.7	4	8	18	0.91
	e	1	<5	113	<0.5	0.19	1.2	3	7	19	1.00
Stola The Stola river n = 9	a	1	10	51	<0.5	0.51	6.3	2	15	21	0.75
	b	13	88	255	1.5	4.89	290.3	8	365	1131	2.96
	c	5	43	144	0.8	2.10	59.6	5	140	408	1.74
	d	3	35	124	0.7	1.65	31.0	5	83	216	1.54
	e	6	35	141	0.7	1.55	28.8	6	72	279	1.97
Warta The Warta river n = 9	a	<1	<5	39	<0.5	0.57	1.2	2	14	18	1.20
	b	5	20	248	2.4	3.55	9.8	13	111	129	2.89
	c	2	12	122	1.0	1.83	5.2	6	46	70	1.90
	d	1	10	108	0.8	1.50	4.2	5	38	56	1.83
	e	2	13	119	0.9	1.56	4.4	6	43	85	1.94

Hg	Mg	Mn	Ni	P	Pb	S	Sr	Ti	V	Zn
<0.05	0.01	35	5	0.014	20	0.020	9	8	4	216
0.33	0.14	1005	21	0.236	57	0.411	117	35	14	503
0.14	0.08	368	14	0.118	39	0.155	45	23	7	319
0.11	0.06	225	12	0.077	37	0.099	31	21	7	301
0.12	0.06	227	14	0.108	38	0.100	38	21	6	262
<0.05	0.06	81	6	0.012	9	0.008	7	22	3	28
0.10	0.19	766	15	0.433	53	0.350	31	58	17	472
0.05	0.09	322	9	0.141	25	0.063	16	40	10	166
<0.05	0.09	241	9	0.108	22	0.032	15	39	9	139
<0.05	0.07	244	8	0.129	21	0.024	15	43	9	138
<0.05	0.28	101	3	0.011	49	0.016	14	30	5	136
0.08	2.48	675	28	0.094	3653	0.176	138	104	23	8851
<0.05	1.20	313	12	0.039	1109	0.082	52	66	12	3550
<0.05	0.85	252	8	0.027	513	0.053	37	61	10	1923
<0.05	1.04	260	10	0.020	571	0.038	44	66	9	3268
<0.05	0.08	132	3	0.010	144	0.013	6	13	4	116
0.97	3.72	787	17	0.054	1737	0.067	59	121	14	1638
0.24	1.15	530	8	0.034	509	0.039	30	48	8	615
0.08	0.52	457	7	0.030	305	0.034	24	37	7	430
<0.05	0.35	589	6	0.037	207	0.035	29	33	7	410

ODRY

RIVER CATCHMENT

<0.05	0.06	49	10	0.049	31	0.023	17	19	4	251
0.50	0.29	693	83	0.264	144	0.791	139	61	17	1364
0.12	0.15	282	27	0.144	78	0.345	51	44	10	523
0.07	0.12	223	21	0.128	70	0.177	40	41	9	446
0.06	0.09	268	20	0.140	66	0.298	30	48	9	402
<0.05	0.03	122	3	0.034	<5	0.024	6	14	4	153
0.05	0.45	1182	11	0.322	350	0.149	55	91	12	1018
<0.05	0.14	535	6	0.120	93	0.091	28	36	7	492
<0.05	0.08	411	6	0.090	32	0.077	20	28	7	400
<0.05	0.06	417	6	0.084	25	0.109	21	24	6	430
0.56	0.44	436	17	0.111	297	0.200	73	56	10	1411
1.99	1.26	1847	26	0.451	1413	0.761	122	87	19	4272
1.06	0.64	837	20	0.254	763	0.487	103	73	15	3163
0.99	0.60	755	20	0.230	698	0.441	101	72	14	2985
1.02	0.50	681	20	0.245	769	0.470	111	77	15	3449
<0.05	0.05	71	3	0.039	25	0.035	12	22	3	137
0.18	0.32	492	14	0.206	307	0.402	69	102	17	779
0.10	0.19	278	9	0.106	154	0.150	40	63	11	497
0.08	0.16	241	8	0.092	126	0.113	33	56	10	449
0.10	0.18	303	11	0.106	163	0.114	36	64	12	526
<0.05	0.06	81	7	0.046	15	0.041	24	21	6	183
0.77	1.44	817	21	0.353	242	0.341	123	51	25	1424
0.35	0.56	453	14	0.147	135	0.161	69	36	13	708
0.23	0.30	346	13	0.119	110	0.126	58	35	12	586
0.30	0.16	433	14	0.113	124	0.117	42	32	12	728
<0.05	0.01	19	<1	<0.005	6	<0.005	2	9	1	36
0.10	0.21	3760	18	0.157	338	0.405	41	70	15	2793
<0.05	0.06	866	9	0.079	137	0.133	19	26	7	1124
<0.05	0.03	214	6	0.047	77	0.053	12	21	5	448
<0.05	0.03	196	9	0.077	124	0.097	14	19	6	668
0.08	0.11	212	9	0.067	30	0.017	31	50	13	100
0.30	0.32	637	22	0.267	123	0.559	144	89	21	677
0.20	0.22	325	16	0.129	75	0.209	88	75	18	348
0.18	0.21	297	16	0.113	68	0.123	77	73	17	269
0.22	0.20	257	18	0.090	74	0.110	85	82	19	419
0.12	0.11	110	10	0.038	158	0.040	35	38	11	373
0.38	0.48	2218	24	0.421	260	0.805	127	100	32	1276
0.29	0.26	805	17	0.158	210	0.298	73	63	19	762
0.27	0.23	431	16	0.120	206	0.185	65	60	18	708
0.33	0.21	334	18	0.107	211	0.191	64	65	18	710
<0.05	0.03	73	4	0.050	10	0.025	5	16	3	61
0.15	0.11	737	37	0.273	126	0.200	48	111	19	570
0.09	0.07	243	11	0.117	41	0.095	26	45	9	214
0.07	0.06	179	8	0.100	29	0.080	21	37	8	167
0.08	0.07	171	7	0.099	29	0.089	23	34	8	172
0.08	0.03	143	15	0.036	127	0.080	11	15	3	1040
1.26	1.08	939	140	0.363	2956	1.800	160	106	26	12148
0.43	0.33	486	60	0.192	987	0.888	85	66	13	5528
0.28	0.23	405	42	0.161	668	0.642	63	58	11	3984
0.31	0.32	476	39	0.175	946	0.728	100	63	13	4322
0.05	0.04	141	8	0.041	55	0.115	13	19	4	352
0.63	0.37	900	293	0.561	860	2.193	72	182	23	3859
0.25	0.19	382	52	0.214	391	0.749	40	80	14	1575
0.19	0.16	326	26	0.162	272	0.508	35	68	12	1204
0.25	0.17	306	23	0.179	325	0.512	43	68	15	1042

		Ag	As	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe
ZLEWNIA WISŁY THE VISTULA AND ODRA											
Strumienie, rowy i ciekі bez nazwy Unnamed streams, ditches and rivulets n = 782	a	<1	<5	6	<0.5	0.02	<0.5	<1	<1	1	0.03
	b	27	901	1794	19.9	24.34	8735.9	164	968	1432	26.43
	c	<1	12	132	1.0	1.23	17.2	6	14	28	1.49
	d	<1	6	97	0.7	0.57	2.6	4	9	15	1.04
	e	<1	6	102	0.7	0.54	2.4	5	9	14	1.06
Sztuczne zbiorniki (zalewy) Artificial lakes n = 19	a	<1	<5	12	<0.5	0.03	<0.5	1	1	1	0.10
	b	1	10	775	1.0	1.44	5.7	6	19	20	1.49
	c	<1	<5	119	<0.5	0.34	1.7	2	5	7	0.55
	d	<1	<5	58	<0.5	0.19	1.2	2	4	6	0.45
	e	<1	<5	40	<0.5	0.23	1.5	2	3	6	0.46
Małe zbiorniki wodne bez nazwy (sadzawki, jeziorka, stawy) Unnamed small reservoirs (pools, lakes, ponds) n = 105	a	<1	<5	3	<0.5	0.02	<0.5	<1	1	1	0.05
	b	24	250	783	6.2	16.92	253.8	32	110	1200	14.54
	c	2	17	152	1.0	2.45	12.1	7	15	54	1.60
	d	<1	9	114	0.8	0.97	3.4	5	11	23	1.14
	e	1	8	135	0.8	1.05	3.3	5	10	22	1.31
Stawy rybne Fish ponds n = 16	a	<1	<5	11	<0.5	0.06	<0.5	<1	2	2	0.09
	b	2	8	196	1.2	16.22	8.0	7	24	17	2.74
	c	<1	<5	72	0.6	1.27	2.2	3	10	10	0.94
	d	<1	<5	60	<0.5	0.26	1.4	2	7	8	0.65
	e	<1	<5	62	<0.5	0.22	1.2	3	8	10	0.72
Osady wodne Polski Water sediments of Poland n = 12778	a	<1	<5	<1	<0.5	<0.01	<0.5	<1	<1	<1	<0.01
	b	117	6215	1794	21.0	43.15	8736.0	357	12251	15460	31.14
	c	<1	7	80	<0.5	1.67	2.8	4	18	21	1.18
	d	<1	<5	52	<0.5	0.84	0.6	3	6	8	0.75
	e	<1	<5	54	<0.5	0.86	<0.5	3	5	7	0.80

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

Parametry statystyczne pierwiastków chemicznych
(Al, As, B, Ca, Fe, K, Li, Mg, Na, P, Pb, SiO₂, SO₄ w ppm (mg/l),
Statistical parameters of chemical elements
(Al, As, B, Ca, Fe, K, Li, Mg, Na, P, Pb, SiO₂, SO₄ w ppm (mg/l),

		Al	As	B	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Li
Wody powierzchniowe Górnego Śląska Surface waters of Upper Silesia n = 1188	a	<0.1	<0.04	<0.02	2	3	<3	<5	<5	<5	<0.02	<1	<0.02
	b	1.2	1.71	7.92	3470	6400	238	136	4445	994	93.44	473	2.78
	c	0.3	<0.04	0.24	117	104	<3	<5	8	10	1.79	15	0.05
	d	0.2	<0.04	0.09	87	83	<3	<5	<5	5	1.01	8	<0.02
	e	0.2	<0.04	0.09	82	85	<3	<5	<5	5	1.00	8	<0.02
ZLEWNIA THE VISTULA													
Wisła The Vistula river n = 15	a	0.2	<0.04	0.03	61	36	<3	<5	<5	<5	0.68	3	<0.02
	b	0.7	<0.04	0.63	1254	167	14	<5	44	84	3.09	34	0.15
	c	0.3	<0.04	0.40	314	128	5	<5	12	13	1.76	21	0.10
	d	0.3	<0.04	0.31	223	119	3	<5	8	8	1.61	17	0.07
	e	0.3	<0.04	0.50	202	142	3	<5	6	7	1.89	25	0.11
Baba The Baba river n = 4	a	0.2	<0.04	0.03	46	48	<3	<5	<5	<5	0.41	1	<0.02
	b	0.5	<0.04	0.07	81	122	4	<5	<5	97	0.58	2	<0.02
	c	0.4	<0.04	0.05	56	84	<3	<5	<5	43	0.51	2	<0.02
	d	0.3	<0.04	0.05	54	79	<3	<5	<5	22	0.51	2	<0.02
	e	0.4	<0.04	0.05	48	82	<3	<5	<5	36	0.53	2	<0.02
Bachol The Bachol river n = 8	a	<0.1	<0.04	0.06	43	34	<3	<5	<5	<5	0.89	9	<0.02
	b	1.0	<0.04	1.64	74	64	<3	<5	<5	38	3.02	24	<0.02
	c	0.4	<0.04	0.27	55	54	<3	<5	<5	10	1.97	13	<0.02
	d	0.3	<0.04	0.10	54	53	<3	<5	<5	5	1.84	12	<0.02
	e	0.4	<0.04	0.07	54	55	<3	<5	<5	<5	1.92	11	<0.02
Biała Przemsza The Biała Przemsza river n = 7	a	<0.1	<0.04	0.02	59	75	<3	<5	<5	<5	0.39	2	<0.02
	b	0.6	<0.04	0.44	308	149	13	<5	374	8	2.81	14	<0.02
	c	0.3	<0.04	0.13	160	118	6	<5	56	<5	1.36	6	<0.02
	d	0.2	<0.04	0.09	136	115	4	<5	5	<5	1.04	5	<0.02
	e	0.2	<0.04	0.09	127	112	5	<5	<5	<5	0.69	5	<0.02
Bobrek The Bobrek river n = 4	a	0.2	<0.04	0.08	99	101	<3	<5	<5	<5	1.10	4	<0.02
	b	0.5	<0.04	0.26	150	116	<3	<5	18	8	1.67	28	0.03
	c	0.3	<0.04	0.20	127	111	<3	<5	7	6	1.46	21	0.03
	d	0.3	<0.04	0.18	125	110	<3	<5	5	6	1.44	16	0.02
	e	0.3	<0.04	0.23	130	113	<3	<5	<5	8	1.53	26	0.03
Brynica The Brynica river n = 13	a	<0.1	<0.04	<0.02	37	65	<3	<5	<5	<5	0.37	2	<0.02
	b	0.8	<0.04	0.62	206	262	63	<5	18	27	2.83	23	0.07
	c	0.3	<0.04	0.21	103	124	6	<5	<5	7	1.17	11	0.02
	d	0.2	<0.04	0.10	94	113	<3	<5	<5	5	1.01	9	<0.02
	e	0.2	<0.04	0.07	84	101	<3	<5	<5	5	1.14	7	<0.02

Hg	Mg	Mn	Ni	P	Pb	S	Sr	Ti	V	Zn
I ODRY RIVER CATCHMENT										
<0.05	0.01	4	<1	<0.005	<5	<0.005	1	6	1	17
8.62	5.54	21295	583	3.961	43878	1.519	760	3439	67	407501
0.13	0.22	551	14	0.111	312	0.124	38	54	14	1277
<0.05	0.12	269	10	0.069	66	0.059	23	39	12	269
0.06	0.12	293	11	0.068	55	0.048	22	41	13	236
<0.05	0.01	22	2	0.005	8	0.006	4	10	2	25
0.07	0.34	1377	19	0.116	268	0.112	39	189	28	454
<0.05	0.08	254	5	0.027	64	0.039	13	41	7	174
<0.05	0.06	131	4	0.019	40	0.032	11	30	6	124
<0.05	0.05	123	4	0.018	51	0.036	11	30	5	170
<0.05	0.01	6	1	<0.005	<5	<0.005	1	7	<1	11
10.50	5.60	21023	64	0.562	20296	1.605	510	266	64	24555
0.20	0.34	945	17	0.075	578	0.202	58	67	19	1710
0.07	0.18	341	13	0.051	130	0.088	33	53	16	445
0.07	0.19	364	15	0.054	121	0.086	40	57	17	416
<0.05	0.01	14	1	0.011	6	0.009	3	8	2	21
0.09	0.48	874	24	0.079	669	0.075	153	90	29	915
<0.05	0.14	193	10	0.042	77	0.032	19	24	12	153
<0.05	0.09	119	7	0.037	35	0.025	11	19	10	87
<0.05	0.10	144	7	0.039	34	0.020	11	17	11	87
<0.05	<0.01	<1	<1	<0.005	<5	<0.005	<1	<1	<1	<1
11.00	10.62	63719	1298	5.866	43878	8.610	7628	5345	427	407500
0.12	0.17	506	11	0.102	68	0.113	40	42	9	247
<0.05	0.11	255	6	0.064	15	0.047	21	31	7	73
0.05	0.11	274	6	0.059	13	0.040	20	30	7	62

Tabela VI

w wodach powierzchniowych Górnego Śląska
Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Sr, Ti, V, Zn w ppb (µg/l)
in surface waters of Upper Silesia
Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Sr, Ti, V, Zn in ppb (µg/l)

Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	SiO ₂	SO ₄	Sr	Ti	V	Zn
0.2	1	1	<8	<0.04	<0.03	0.3	3	4	<5	<8	5
833.8	16829	5723	194	45.12	1.87	82.5	7085	26078	76	72	13198
25.8	481	138	<8	1.09	0.08	12.2	162	621	7	<8	208
14.1	186	28	<8	0.31	0.04	10.2	85	310	5	<8	96
12.7	213	21	<8	0.26	<0.03	11.7	81	253	6	<8	86
WISLY RIVER CATCHMENT											
4.0	59	11	<8	0.08	<0.03	0.7	36	154	<5	<8	30
106.5	494	1210	30	1.41	0.29	11.4	271	3289	13	<8	948
64.7	379	736	16	0.81	0.06	8.3	174	1913	6	<8	184
47.2	341	439	15	0.67	0.03	7.1	139	1459	5	<8	127
77.9	426	869	15	0.74	<0.03	9.1	214	2124	6	<8	106
8.1	22	7	<8	0.14	0.06	6.8	43	67	8	<8	140
21.0	37	13	<8	0.51	0.14	8.4	222	164	20	<8	619
15.9	29	9	<8	0.27	0.09	7.8	105	100	15	<8	271
14.8	29	9	<8	0.24	0.08	7.7	84	94	14	<8	218
17.2	29	8	<8	0.21	0.08	7.9	78	84	15	<8	162
7.2	256	12	<8	0.21	<0.03	12.2	22	102	<5	<8	34
9.9	1490	125	13	24.28	0.18	44.3	37	217	16	<8	1204
8.8	615	30	<8	3.37	0.06	19.9	28	169	9	<8	273
8.8	529	20	<8	0.60	0.04	18.1	28	164	8	<8	109
9.2	470	17	<8	0.38	0.03	14.9	28	175	8	<8	72
2.6	32	3	<8	<0.04	<0.03	7.4	50	95	<5	<8	37
51.4	221	26	12	1.15	0.57	12.8	355	259	35	9	1823
29.1	116	20	<8	0.37	0.22	10.3	192	190	13	<8	802
18.8	91	17	<8	0.19	0.12	10.1	137	181	7	<8	311
34.5	82	22	<8	0.27	0.06	11.3	169	223	5	<8	144
28.6	242	62	<8	0.19	0.05	8.2	131	934	<5	<8	176
33.2	577	230	194	4.17	0.25	10.7	247	1274	5	<8	252
31.5	336	187	55	1.87	0.12	8.9	204	1067	<5	<8	224
31.5	313	165	17	1.18	0.10	8.8	198	1059	<5	<8	221
32.1	262	227	11	1.57	0.09	8.4	219	1029	<5	<8	233
4.7	15	8	<8	<0.04	<0.03	6.0	72	127	<5	<8	55
111.7	998	476	20	4.73	0.40	12.1	804	1344	15	<8	6147
36.5	279	138	<8	1.17	0.09	8.9	256	525	6	<8	740
20.7	155	51	<8	0.26	0.06	8.6	171	347	<5	<8	258
20.6	139	17	<8	0.14	0.07	8.3	112	194	<5	<8	182

		Al	As	B	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Li
Chechło The Chechło river n = 5	a	0.1	<0.04	0.08	71	50	<3	<5	<5	<5	0.47	4	<0.02
	b	0.4	<0.04	0.18	98	135	10	<5	<5	15	2.10	8	<0.02
	c	0.2	<0.04	0.14	86	111	<3	<5	<5	6	1.11	6	<0.02
	d	0.2	<0.04	0.13	85	105	<3	<5	<5	<5	0.88	6	<0.02
	e	0.1	<0.04	0.15	92	126	<3	<5	<5	<5	0.60	6	<0.02
Czarna Przemsza The Czarna Przemsza river n = 23	a	<0.1	<0.04	0.04	42	33	<3	<5	<5	<5	0.42	3	<0.02
	b	1.0	<0.04	0.51	444	170	<3	<5	31	50	6.57	14	0.04
	c	0.3	<0.04	0.19	120	92	<3	<5	<5	11	1.46	9	<0.02
	d	0.2	<0.04	0.13	106	88	<3	<5	<5	7	1.10	8	<0.02
	e	0.1	<0.04	0.17	99	88	<3	<5	<5	8	1.09	10	<0.02
Dulówka The Dulówka river n = 5	a	0.2	<0.04	0.05	110	76	<3	<5	<5	<5	0.50	4	<0.02
	b	1.0	<0.04	0.12	138	121	<3	<5	<5	<5	1.01	8	<0.02
	c	0.5	<0.04	0.08	125	100	<3	<5	<5	<5	0.65	5	<0.02
	d	0.4	<0.04	0.08	124	98	<3	<5	<5	<5	0.63	5	<0.02
	e	0.3	<0.04	0.08	123	106	<3	<5	<5	<5	0.55	5	<0.02
Gostynia The Gostynia river n = 5	a	<0.1	<0.04	0.56	42	99	<3	<5	<5	5	0.86	21	0.11
	b	0.5	<0.04	1.55	153	373	<3	9	<5	219	2.71	92	0.67
	c	0.2	<0.04	1.03	89	186	<3	<5	<5	50	1.73	53	0.37
	d	0.2	<0.04	0.94	76	163	<3	<5	<5	15	1.58	45	0.30
	e	0.2	<0.04	1.02	56	151	<3	<5	<5	7	1.71	47	0.39
Korzeniec The Korzeniec river n = 5	a	<0.1	<0.04	0.06	50	38	<3	<5	<5	<5	0.54	4	<0.02
	b	0.7	<0.04	0.08	66	53	<3	8	<5	<5	93.44	11	<0.02
	c	0.3	<0.04	0.07	57	44	<3	<5	<5	<5	19.48	6	<0.02
	d	0.2	<0.04	0.07	57	44	<3	<5	<5	<5	2.24	6	<0.02
	e	0.2	<0.04	0.08	55	44	<3	<5	<5	<5	0.85	5	<0.02
Kozi Bród The Kozi Bród river n = 9	a	<0.1	<0.04	0.04	45	62	<3	<5	<5	<5	0.13	2	<0.02
	b	0.5	<0.04	3.63	195	153	7	<5	4445	20	0.88	16	0.13
	c	0.2	<0.04	1.43	87	118	<3	<5	559	9	0.42	12	0.06
	d	0.2	<0.04	0.70	78	113	<3	<5	10	7	0.33	10	0.05
	e	0.1	<0.04	0.80	79	118	<3	<5	<5	8	0.27	15	0.06
Mitęga The Mitęga river n = 8	a	<0.1	<0.04	0.03	45	88	<3	<5	<5	<5	0.50	2	<0.02
	b	0.4	<0.04	0.19	592	113	<3	<5	<5	10	5.35	11	<0.02
	c	0.2	<0.04	0.14	135	99	<3	<5	<5	<5	1.58	8	<0.02
	d	0.1	<0.04	0.12	88	99	<3	<5	<5	<5	1.11	7	<0.02
	e	0.2	<0.04	0.15	73	101	<3	<5	<5	<5	0.87	9	<0.02
Mleczna The Mleczna river n = 6	a	0.2	<0.04	0.26	82	70	<3	<5	<5	<5	0.75	14	<0.02
	b	0.6	<0.04	0.99	1431	158	4	<5	6	13	2.10	30	0.18
	c	0.3	<0.04	0.62	637	97	<3	<5	<5	8	1.39	20	0.08
	d	0.3	<0.04	0.56	425	93	<3	<5	<5	7	1.29	19	0.05
	e	0.3	<0.04	0.67	390	80	<3	<5	<5	9	1.45	18	0.08
Pszczynka The Pszczynka river n = 9	a	0.1	<0.04	0.05	61	44	<3	<5	<5	<5	0.95	8	<0.02
	b	0.7	<0.04	0.13	112	118	<3	<5	<5	33	3.32	23	0.32
	c	0.4	<0.04	0.07	88	65	<3	<5	<5	7	1.94	13	0.05
	d	0.3	<0.04	0.07	87	62	<3	<5	<5	<5	1.79	12	<0.02
	e	0.3	<0.04	0.06	92	57	<3	<5	<5	<5	2.23	11	<0.02
Sztola The Sztola river n = 5	a	<0.1	<0.04	<0.02	51	57	<3	<5	<5	<5	0.11	<1	<0.02
	b	0.8	<0.04	0.04	199	121	20	<5	<5	<5	2.80	2	<0.02
	c	0.4	<0.04	0.02	102	90	7	<5	<5	<5	1.03	1	<0.02
	d	0.3	<0.04	0.02	92	86	4	<5	<5	<5	0.64	1	<0.02
	e	0.4	<0.04	0.03	94	93	4	<5	<5	<5	0.61	1	<0.02
Trzebyczka The Trzebyczka river n = 4	a	<0.1	<0.04	0.07	114	97	<3	<5	<5	5	0.12	3	<0.02
	b	0.1	<0.04	0.18	153	106	<3	<5	<5	266	0.23	6	<0.02
	c	<0.1	<0.04	0.13	136	102	<3	<5	<5	71	0.18	5	<0.02
	d	<0.1	<0.04	0.12	135	101	<3	<5	<5	16	0.17	5	<0.02
	e	0.1	<0.04	0.13	139	102	<3	<5	<5	7	0.18	6	<0.02
ZLEWNIA THE ODRA													
Bierawka The Bierawka river n = 9	a	<0.1	<0.04	0.19	35	83	<3	<5	<5	<5	0.94	13	0.02
	b	0.4	<0.04	1.18	186	227	<3	7	12	13	2.32	91	0.63
	c	0.2	<0.04	0.62	100	137	<3	<5	<5	7	1.57	49	0.31
	d	0.2	<0.04	0.49	85	128	<3	<5	<5	7	1.52	38	0.15
	e	0.2	<0.04	0.72	92	119	<3	<5	<5	6	1.66	46	0.28
Brzeźnica The Brzeźnica river n = 5	a	<0.1	<0.04	0.06	54	67	<3	<5	<5	<5	0.49	7	<0.02
	b	0.1	<0.04	0.12	90	86	<3	<5	<5	302	1.21	22	<0.02
	c	<0.1	<0.04	0.07	72	74	<3	<5	<5	62	0.80	14	<0.02
	d	<0.1	<0.04	0.07	71	74	<3	<5	<5	7	0.77	13	<0.02
	e	<0.1	<0.04	0.06	78	71	<3	<5	<5	<5	0.76	14	<0.02
Bytomka The Bytomka river n = 7	a	0.1	<0.04	0.47	51	138	<3	<5	<5	<5	1.04	24	0.09
	b	0.4	<0.04	0.86	153	207	<3	<5	31	22	2.02	33	0.15
	c	0.3	<0.04	0.63	120	159	<3	<5	7	13	1.43	28	0.11
	d	0.3	<0.04	0.62	115	158	<3	<5	<5	11	1.39	28	0.11
	e	0.3	<0.04	0.59	126	153	<3	<5	<5	14	1.35	30	0.11

Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	SiO ₂	SO ₄	Sr	Ti	V	Zn
5.9	166	10	<8	0.04	<0.03	9.7	70	159	<5	<8	169
73.9	365	40	10	1.15	0.70	11.9	388	385	9	<8	1720
48.0	235	31	<8	0.59	0.21	10.5	243	302	<5	<8	740
36.4	224	28	<8	0.34	0.10	10.5	211	290	<5	<8	503
52.0	193	39	9	0.56	0.07	10.2	250	320	<5	<8	446
2.0	40	3	<8	0.05	<0.03	2.2	28	59	<5	<8	26
36.9	434	313	10	3.52	0.25	14.5	219	994	27	<8	897
20.8	233	52	<8	1.07	0.08	9.1	111	356	6	<8	155
18.2	203	33	<8	0.52	0.05	8.6	100	274	<5	<8	104
18.8	236	39	<8	0.64	0.04	9.2	82	218	<5	<8	88
16.5	32	8	<8	0.16	<0.03	12.1	73	250	7	<8	55
24.2	166	11	<8	0.56	0.13	15.3	138	964	31	<8	836
20.9	85	9	<8	0.30	0.04	14.1	99	505	14	<8	250
20.7	74	9	<8	0.27	0.03	14.0	96	434	12	<8	145
21.8	82	9	<8	0.30	<0.03	14.2	83	358	10	<8	105
12.4	428	146	<8	0.40	<0.03	7.5	197	718	<5	<8	58
364.1	1032	1718	20	2.29	0.03	12.2	885	7782	8	24	198
91.1	704	573	11	1.25	<0.03	9.4	514	2668	<5	8	107
36.9	669	385	9	1.05	<0.03	9.3	456	1859	<5	<8	98
20.8	595	356	13	1.10	<0.03	9.0	564	1614	<5	<8	94
6.6	27	23	<8	<0.04	<0.03	5.6	41	178	<5	<8	38
9.4	840	36	<8	0.43	<0.03	16.6	75	403	6	<8	83
7.6	364	30	<8	0.23	<0.03	8.9	52	279	<5	<8	64
7.5	190	30	<8	0.15	<0.03	8.3	50	269	<5	<8	62
7.2	309	31	<8	0.29	<0.03	7.1	45	263	<5	<8	62
12.0	10	6	<8	0.07	0.08	9.2	73	199	<5	<8	26
84.2	89	71	<8	0.53	0.23	13.1	599	704	17	<8	323
57.4	43	29	<8	0.30	0.12	12.2	436	507	8	<8	119
47.3	32	23	<8	0.26	0.11	12.1	349	484	6	<8	85
65.7	46	28	<8	0.25	0.10	12.5	525	542	6	<8	91
4.3	60	7	<8	0.12	<0.03	8.0	65	112	<5	<8	20
19.1	342	29	<8	1.02	0.04	13.4	97	315	11	<8	1743
14.3	135	21	<8	0.34	<0.03	10.7	87	259	5	<8	334
13.3	116	19	<8	0.26	<0.03	10.5	86	249	<5	<8	150
15.8	97	23	<8	0.21	<0.03	11.2	91	274	<5	<8	143
16.3	331	47	<8	0.49	<0.03	8.4	72	343	<5	<8	39
91.2	522	993	9	4.32	0.41	12.9	248	3940	10	<8	199
45.4	383	489	<8	1.60	0.15	10.6	148	1679	7	<8	100
37.2	378	325	<8	1.17	0.06	10.5	136	1161	6	<8	83
39.6	357	496	<8	0.89	0.04	10.6	126	1221	8	<8	74
6.6	138	12	<8	0.24	<0.03	8.1	51	192	<5	<8	29
47.5	843	1062	<8	3.04	0.06	15.8	679	1282	18	<8	162
14.6	482	168	<8	0.74	0.03	11.7	148	393	8	<8	86
12.1	418	64	<8	0.51	0.03	11.5	100	326	6	<8	73
11.0	433	58	<8	0.42	<0.03	10.6	81	310	5	<8	89
18.6	20	1	<8	<0.04	<0.03	6.7	54	54	<5	<8	39
24.5	127	9	<8	0.44	0.60	11.9	114	121	47	<8	2342
22.0	49	5	<8	0.13	0.20	8.6	82	98	17	<8	780
21.8	38	4	<8	0.07	0.11	8.4	79	95	11	<8	374
23.1	34	7	<8	0.06	0.09	8.1	88	109	13	<8	518
31.3	10	22	<8	0.06	<0.03	3.5	102	532	<5	<8	57
33.1	285	52	<8	0.14	0.06	8.0	136	605	<5	<8	185
32.6	107	38	<8	0.09	0.03	6.1	117	573	<5	<8	108
32.6	49	36	<8	0.09	<0.03	5.8	117	572	<5	<8	98
33.0	66	38	<8	0.09	<0.03	6.5	116	578	<5	<8	94
ODRY RIVER CATCHMENT											
24.2	299	55	<8	0.48	<0.03	9.9	208	279	<5	<8	45
182.9	789	3170	15	4.33	0.14	12.1	696	4839	7	<8	337
89.4	522	1486	9	1.89	0.06	11.2	428	2254	<5	<8	120
66.9	498	517	<8	1.46	0.04	11.1	381	1223	<5	<8	101
80.3	567	1721	11	2.11	<0.03	11.3	470	2181	<5	<8	99
11.4	77	12	<8	0.25	0.06	3.4	48	191	<5	<8	31
29.2	403	20	<8	2.47	0.09	14.9	62	374	<5	<8	246
16.7	202	15	<8	0.80	0.07	7.5	58	263	<5	<8	87
15.6	171	15	<8	0.52	0.07	6.7	57	256	<5	<8	64
14.5	206	14	<8	0.39	0.07	6.5	59	246	<5	<8	52
56.9	298	302	<8	1.19	0.07	11.7	390	1078	<5	<8	96
104.6	1015	653	8	3.43	0.23	14.0	844	1694	11	<8	299
72.9	442	484	<8	2.67	0.15	13.2	535	1332	8	<8	234
71.5	403	472	<8	2.53	0.14	13.2	520	1315	7	<8	221
69.2	353	441	<8	2.96	0.13	13.2	516	1265	9	<8	251

		Al	As	B	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Li
Drama The Drama river n = 6	a	0.1	<0.04	0.05	40	69	<3	<5	<5	<5	0.27	6	<0.02
	b	0.6	<0.04	0.34	89	118	<3	<5	<5	8	0.89	20	0.03
	c	0.3	<0.04	0.23	61	91	<3	<5	<5	6	0.57	14	<0.02
	d	0.2	<0.04	0.19	59	89	<3	<5	<5	<5	0.53	13	<0.02
	e	0.2	<0.04	0.29	61	83	<3	<5	<5	7	0.61	15	<0.02
Kłodnica The Kłodnica river n = 9	a	0.3	<0.04	0.15	95	82	<3	<5	<5	6	1.52	13	<0.02
	b	0.7	<0.04	0.61	213	206	4	<5	17	21	7.58	51	0.24
	c	0.4	<0.04	0.41	138	138	<3	<5	6	11	3.03	31	0.13
	d	0.4	<0.04	0.38	133	133	<3	<5	<5	10	2.67	28	0.10
	e	0.3	<0.04	0.38	137	151	<3	<5	5	10	2.34	33	0.16
Mała Panew The Mała Panew river n = 6	a	<0.1	<0.04	0.05	120	46	<3	<5	<5	<5	0.63	5	<0.02
	b	0.5	<0.04	0.43	435	90	35	8	<5	41	22.50	13	<0.02
	c	0.3	<0.04	0.21	247	62	15	<5	<5	19	5.36	7	<0.02
	d	0.3	<0.04	0.14	217	61	7	<5	<5	11	2.66	7	<0.02
	e	0.4	<0.04	0.17	225	62	12	<5	<5	18	2.15	6	<0.02
Rokitnica The Rokitnica river n = 5	a	0.1	<0.04	0.13	70	134	<3	<5	<5	5	0.46	11	0.03
	b	0.3	<0.04	0.75	128	272	<3	11	<5	34	0.85	72	1.05
	c	0.2	<0.04	0.52	98	169	<3	<5	<5	15	0.66	59	0.83
	d	0.2	<0.04	0.45	96	162	<3	<5	<5	12	0.64	49	0.51
	e	0.2	<0.04	0.58	98	139	<3	<5	<5	8	0.67	71	1.02
Ruda The Ruda river n = 5	a	0.1	<0.04	0.04	75	54	<3	<5	<5	<5	0.47	11	<0.02
	b	0.4	<0.04	0.86	233	126	<3	<5	<5	22	9.61	24	0.14
	c	0.3	<0.04	0.39	125	81	<3	<5	<5	12	2.91	18	0.06
	d	0.2	<0.04	0.23	115	76	<3	<5	<5	8	1.70	17	0.03
	e	0.3	<0.04	0.34	101	67	<3	<5	<5	14	1.49	18	0.03
Stoła The Stoła river n = 9	a	<0.1	<0.04	0.18	107	71	<3	<5	<5	7	0.92	9	<0.02
	b	0.2	<0.04	3.23	577	116	33	<5	23	47	2.14	18	<0.02
	c	0.1	<0.04	1.79	408	95	7	<5	6	27	1.29	12	<0.02
	d	0.1	<0.04	1.33	362	94	4	<5	<5	23	1.26	11	<0.02
	e	0.1	<0.04	1.64	453	99	3	<5	<5	28	1.26	10	<0.02
Warta The Warta river n = 10	a	<0.1	<0.04	0.09	57	61	<3	<5	<5	<5	0.40	6	<0.02
	b	0.9	<0.04	0.20	213	86	<3	<5	13	11	5.04	11	<0.02
	c	0.3	<0.04	0.15	103	77	<3	<5	<5	6	1.41	9	<0.02
	d	0.2	<0.04	0.14	95	76	<3	<5	<5	5	1.08	9	<0.02
	e	0.2	<0.04	0.14	91	81	<3	<5	<5	7	0.95	9	<0.02
ZLEWNIA WISŁY THE VISTULA AND ODR													
Strumienie, rowy i cieki bez nazwy Unnamed streams, ditches and rivulets n = 546	a	<0.1	<0.04	<0.02	2	3	<3	<5	<5	<5	<0.02	<1	<0.02
	b	1.2	0.07	5.37	3470	6400	238	85	92	441	71.39	256	2.11
	c	0.3	<0.04	0.23	118	110	<3	<5	<5	9	2.23	17	0.05
	d	0.2	<0.04	0.10	87	81	<3	<5	<5	5	1.19	9	<0.02
	e	0.3	<0.04	0.10	83	82	<3	<5	<5	5	1.14	9	<0.02
Sztuczne zbiorniki (zalewy) Artificial lakes n = 19	a	<0.1	<0.04	0.03	37	25	<3	<5	<5	<5	0.13	3	<0.02
	b	1.0	<0.04	1.32	337	178	8	<5	55	12	4.56	40	0.21
	c	0.3	<0.04	0.20	93	62	<3	<5	5	6	1.11	9	0.03
	d	0.2	<0.04	0.11	80	55	<3	<5	<5	5	0.80	7	<0.02
	e	0.2	<0.04	0.09	75	54	<3	<5	<5	6	0.75	6	<0.02
Małe zbiorniki wodne bez nazwy (sadzawki, jeziora, stawy) Unnamed small reservoirs (pools, lakes, ponds) n = 81	a	<0.1	<0.04	<0.02	28	20	<3	<5	<5	<5	0.13	1	<0.02
	b	0.9	1.71	7.92	1723	739	23	136	67	178	13.70	473	2.78
	c	0.3	0.04	0.34	142	101	<3	<5	<5	8	1.35	23	0.06
	d	0.2	<0.04	0.13	105	76	<3	<5	<5	<5	0.87	11	<0.02
	e	0.2	<0.04	0.13	99	64	<3	<5	<5	<5	0.89	9	<0.02
Stawy rybne Fish ponds n = 13	a	0.1	<0.04	<0.02	29	11	<3	<5	<5	<5	0.48	<1	<0.02
	b	1.0	<0.04	0.19	213	71	<3	<5	18	76	4.04	16	<0.02
	c	0.4	<0.04	0.06	89	46	<3	<5	<5	10	1.81	6	<0.02
	d	0.3	<0.04	0.05	78	41	<3	<5	<5	<5	1.52	4	<0.02
	e	0.4	<0.04	0.04	76	40	<3	<5	<5	<5	1.55	6	<0.02
Wody powierzchniowe Polski Surface waters of Poland n = 12955	a	<0.1	<0.04	<0.02	<1	3	<3	<5	<5	<5	<0.02	<1	<0.02
	b	1.2	6.77	12.87	3470	6400	238	136	4445	3732	438.72	473	2.78
	c	0.2	<0.04	0.08	66	92	<3	<5	<5	7	1.00	9	<0.02
	d	0.1	<0.04	0.04	55	79	<3	<5	<5	<5	0.52	5	<0.02
	e	0.1	<0.04	0.04	54	83	<3	<5	<5	<5	0.52	5	<0.02

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

Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	SiO ₂	SO ₄	Sr	Ti	V	Zn
19.9	23	20	<8	0.36	<0.03	7.7	79	247	<5	<8	81
25.6	86	72	<8	4.74	<0.05	16.2	147	817	15	10	448
23.2	57	53	<8	2.47	0.04	12.6	101	433	7	<8	178
23.1	52	48	<8	1.79	0.04	12.3	98	380	5	<8	147
23.5	58	61	<8	2.08	0.05	12.6	91	284	6	<8	131
13.9	422	62	<8	1.79	0.04	7.5	86	270	6	<8	72
95.7	2582	1734	10	2.99	0.43	21.2	493	3261	17	<8	290
61.8	816	753	<8	2.39	0.24	12.5	303	1617	10	<8	178
53.0	662	564	<8	2.36	0.18	12.0	262	1350	9	<8	159
78.4	471	806	<8	2.34	0.25	12.5	320	1731	8	<8	187
5.0	133	11	<8	<0.04	0.08	8.6	71	214	<5	<8	78
14.6	830	70	20	0.86	0.15	18.0	99	623	8	<8	579
10.8	318	33	9	0.48	0.11	13.5	84	406	<5	<8	381
10.2	260	28	<8	0.31	0.11	13.2	84	378	<5	<8	309
11.5	242	28	<8	0.54	0.11	14.0	85	400	<5	<8	466
29.7	166	217	<8	0.18	0.11	14.5	217	915	<5	<8	61
281.8	413	353	<8	3.65	0.27	16.0	1723	1875	8	31	125
85.3	266	307	<8	2.05	0.20	15.2	674	1201	5	14	91
53.8	255	302	<8	1.14	0.19	15.2	526	1155	<5	10	88
34.1	248	315	<8	2.97	0.24	15.1	476	963	6	13	94
12.2	179	19	<8	0.55	<0.03	1.6	53	200	<5	<8	41
53.0	1760	729	10	1.53	0.14	19.4	446	1793	11	<8	122
27.3	569	325	<8	1.05	0.06	9.4	205	882	6	<8	72
22.3	383	170	<8	0.99	0.04	7.1	142	647	5	<8	66
15.9	277	170	8	1.08	<0.03	7.1	122	562	7	<8	57
15.2	153	41	<8	3.32	0.07	14.2	87	395	<5	<8	183
25.7	287	264	20	7.07	0.14	17.7	147	932	10	<8	1040
21.4	213	140	9	4.23	0.10	15.4	112	567	<5	<8	518
21.2	210	110	<8	4.13	0.09	15.3	109	551	<5	<8	450
21.1	213	144	9	3.96	0.09	14.9	105	556	<5	<8	463
8.3	47	25	<8	0.10	<0.03	2.9	83	129	<5	<8	36
24.8	509	59	23	2.96	0.13	11.5	101	257	15	<8	2017
17.7	227	39	<8	1.33	0.04	9.0	92	180	6	<8	333
16.9	178	38	<8	0.79	0.03	8.5	92	177	<5	<8	168
18.9	196	38	<8	1.21	0.03	10.4	93	171	<5	<8	149

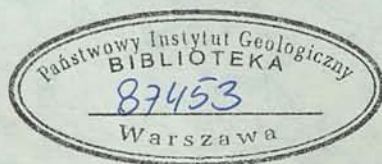
I ODRY

RIVER CATCHMENT

0.2	1	1	<8	<0.04	<0.03	0.7	4	4	<5	<8	5
833.8	120956	5723	100	45.12	1.87	82.5	7085	26078	76	72	13198
26.5	658	130	<8	1.41	0.07	14.1	174	665	8	<8	222
13.6	220	28	<8	0.37	0.04	12.4	91	302	6	<8	106
12.4	252	22	<8	0.30	<0.03	13.5	88	257	6	<8	97
4.0	21	6	<8	<0.04	<0.03	1.1	39	140	<5	<8	22
85.1	540	907	8	3.16	0.42	12.8	503	2033	15	<8	390
18.6	233	97	<8	0.40	0.10	4.5	125	383	7	<8	93
12.5	182	23	<8	0.16	0.06	3.4	95	257	6	<8	69
12.0	218	15	<8	0.13	0.05	2.8	89	196	8	<8	56
1.1	10	3	<8	<0.04	<0.03	0.4	3	50	<5	<8	29
267.2	16829	3571	94	6.77	0.75	21.3	3747	25998	30	15	6512
32.2	604	137	<8	0.60	0.12	6.6	217	724	8	<8	229
16.2	252	28	<8	0.20	0.07	4.3	84	295	6	<8	103
12.7	281	21	<8	0.16	0.07	4.5	73	235	6	<8	84
3.4	44	3	<8	0.07	<0.03	0.6	11	50	<5	<8	29
22.6	471	21	<8	0.45	0.14	12.8	119	363	21	<8	279
8.2	174	11	<8	0.24	0.05	3.7	39	179	8	<8	98
7.2	149	9	<8	0.21	<0.04	2.4	31	158	6	<8	72
6.1	164	11	<8	0.22	<0.03	2.2	25	157	6	<8	53
0.2	<1	<1	<8	<0.04	<0.03	<0.3	2	4	<5	<8	<5
833.8	34500	5723	1326	45.12	1.87	83.1	7085	26078	89	243	16414
14.8	247	40	<8	0.59	0.04	13.1	86	374	<5	<8	67
11.5	107	16	<8	0.19	<0.03	10.2	58	263	<5	<8	36
11.6	102	14	<8	0.16	<0.03	12.5	56	243	<5	<8	33

SPIS TREŚCI

	Str.
Przedmowa	3
Wstęp	5
Prace terenowe	5
Przygotowanie do badań i archiwizacja próbek	6
Prace laboratoryjne	6
Roztwarzanie próbek	6
Oznaczenia pierwiastków i kwasowości	6
Bazy danych	7
Baza współrzędnych punktów opróbowania	7
Baza danych polowych	7
Baza danych laboratoryjnych	7
Konstrukcja map geochemicznych	7
Podkład map geochemicznych	7
Obliczenia statystyczne	7
Generacja map geochemicznych	7
Wykreślanie map geochemicznych	7
Geologia i złoża kopalin	7
Zarys budowy geologicznej	7
Górnośląskie Zagłębie Węglowe	7
Północne i północno-wschodnie obrzeżenie GZW	8
Złoża kopalin	9
Węgiel kamienny	9
Rudy cynku i ołowiu	10
Sól kamienna	11
Inne złoża kopalin i przejawy mineralizacji	11
Ważniejsze źródła zanieczyszczeń środowiska	11
Mapy geochemiczne	12
Podsumowanie	29
Literatura	30
 Tabele	 33





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

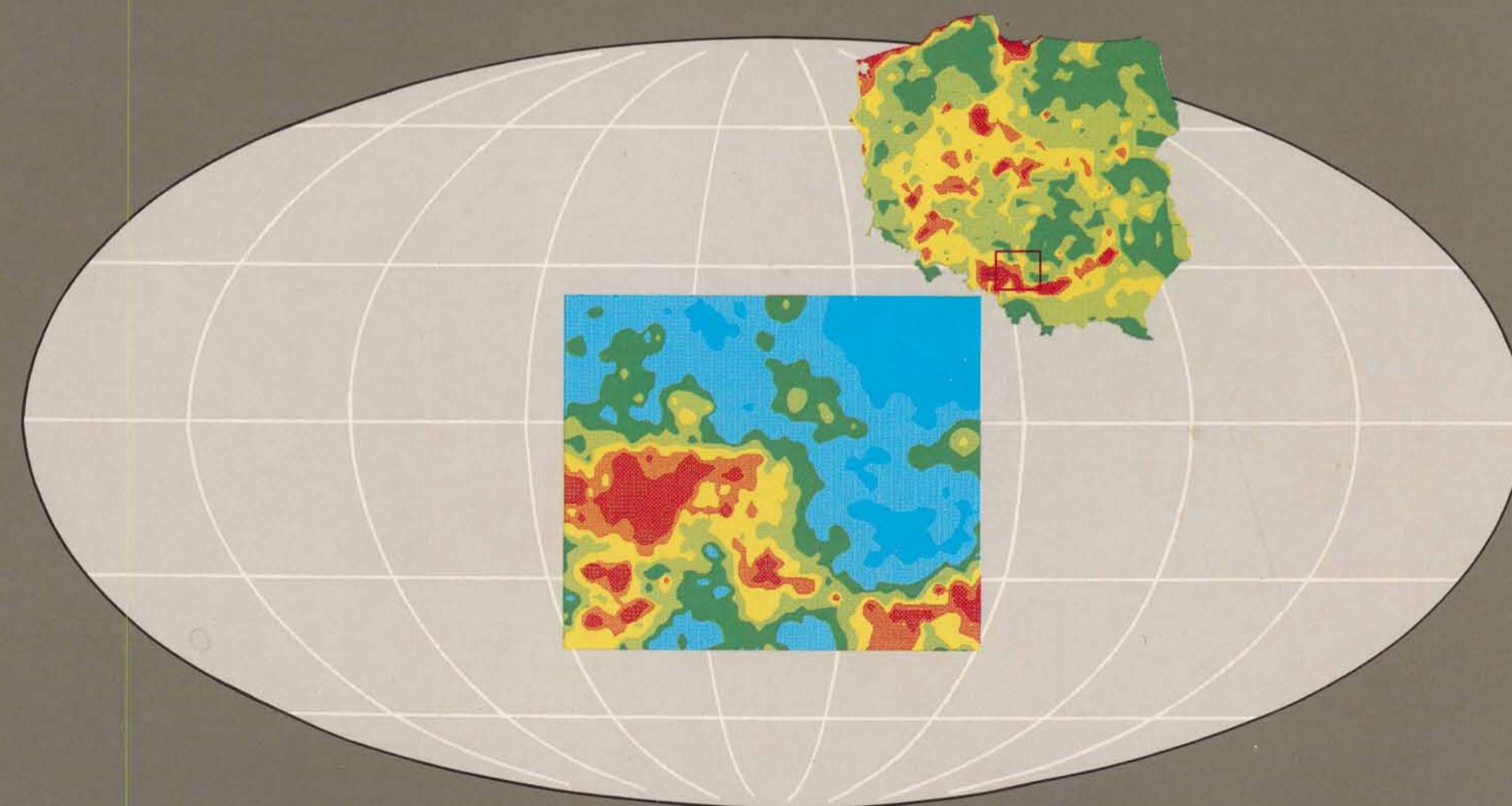


ATLAS GEOCHEMICZNY GÓRNEGO ŚLĄSKA

GEOCHEMICAL ATLAS OF UPPER SILESIA

1:200 000

Józef Lis, Anna Pasieczna



Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ



WYDAWNICTWO KARTOGRAFICZNE
POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A.

WARSZAWA 1995



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY



ATLAS GEOCHEMICZNY GÓRNEGO ŚLĄSKA

GEOCHEMICAL ATLAS OF UPPER SILESIA

1:200 000

Józef Lis, Anna Pasieczna

GEOCHEMIA
GEOCHEMISTRY
Józef LIS, Anna PASIECZNA

OPRÓBOWANIE
SAMPLING
Henryk BIERNAT
(kierownik – manager)

ANALIZY CHEMICZNE
CHEMICAL ANALYSES
Piotr PASŁAWSKI
(kierownik – manager)

GEOLOGIA I ZŁOŻA
GEOLOGY AND DEPOSITS
Stanisław PRZENIOSŁO

PRZETWARZANIE DANYCH
DATA PROCESSING
Grzegorz PRZENIOSŁO, Tomasz GLIWICZ



Sfinansowano ze środków
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ



WYDAWNICTWO KARTOGRAFICZNE
POLSKIEJ AGENCJI EKOLOGICZNEJ S.A.

WARSZAWA 1995

Redaktor mgr Barbara SŁOWAŃSKA

Akceptował do druku 10.02.1995 r.
dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego
prof. dr hab. Stanisław SPECZIK

SPIS TABLIC CONTENT

- Tablica A. Mapa geologiczna Polski. Arkusz Gliwice
Geological map of Poland. Gliwice sheet
1: 200 000
- Tablica B. Mapa geologiczna Polski. Arkusz Kraków
Geological map of Poland. Kraków sheet
1: 200 000
- Tablica C. Główne złoża kopalni i przeróbka surowców
Principal deposits, mines and treatment of raw materials

Gleby Soils

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

Osady wodne Water sediments

Tablica 23.	Opróbowanie. Zbiorniki wodne	Sampling. Water bodies
Tablica 24.	Ag Srebro	Silver
Tablica 25.	As Arsen	Arsenic
Tablica 26.	Ba Bar	Barium
Tablica 27.	Be Beryl	Beryllium
Tablica 28.	Ca Wapń	Calcium
Tablica 29.	Cd Kadm	Cadmium
Tablica 30.	Co Kobalt	Cobalt
Tablica 31.	Cr Chrom	Chromium
Tablica 32.	Cu Miedź	Copper
Tablica 33.	Fe Żelazo	Iron
Tablica 34.	Hg Rtęć	Mercury
Tablica 35.	Mg Magnez	Magnesium
Tablica 36.	Mn Mangan	Manganese
Tablica 37.	Ni Nikiel	Nickel
Tablica 38.	P Fosfor	Phosphorus
Tablica 39.	Pb Ołów	Lead
Tablica 40.	S Siarka	Sulphur
Tablica 41.	Sr Stront	Strontium
Tablica 42.	Ti Tytan	Titanium
Tablica 43.	V Wanad	Vanadium
Tablica 44.	Zn Cynk	Zinc

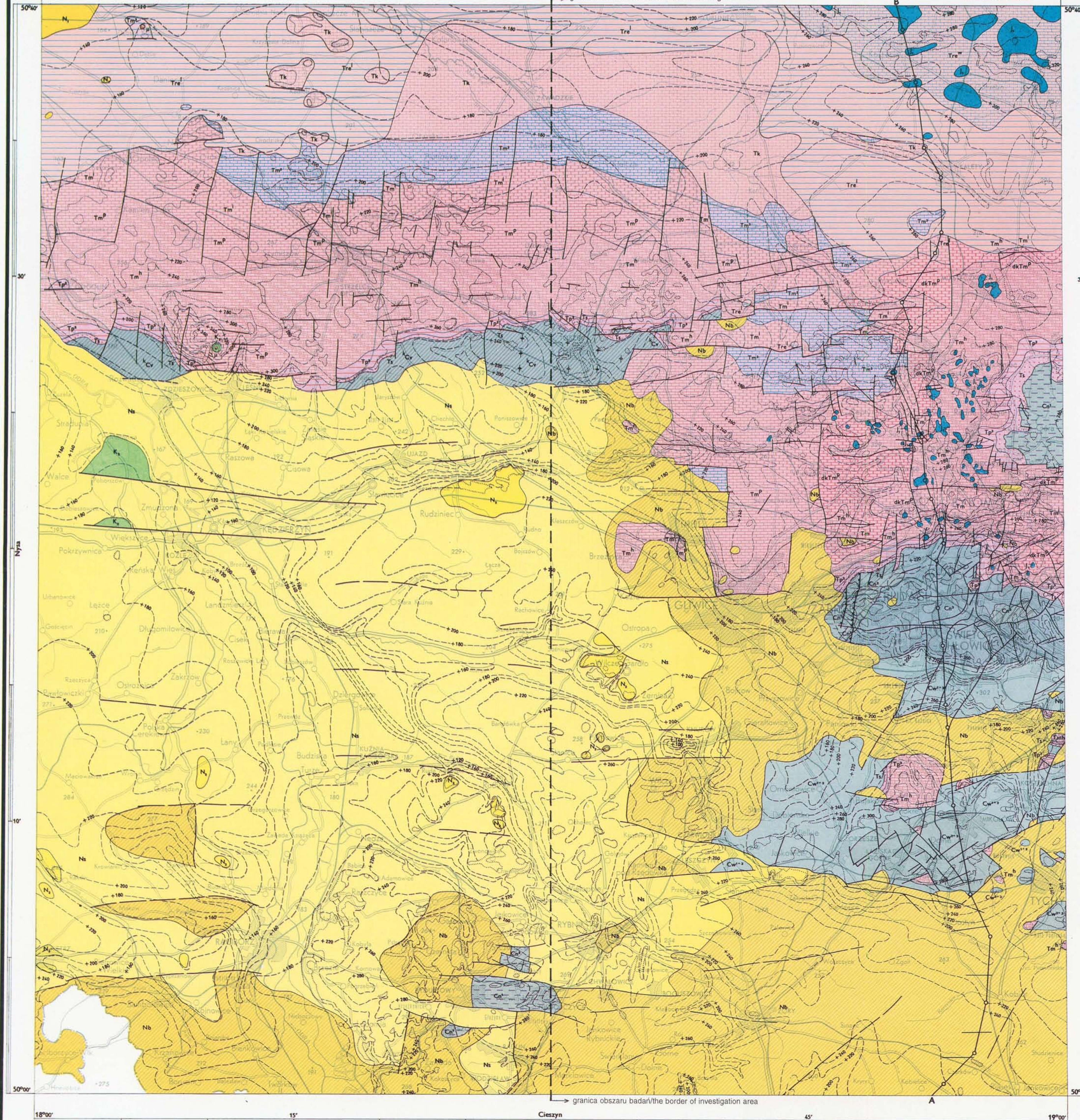
Wody powierzchniowe Surface waters

Tablica 45.	Opróbowanie. Zbiorniki wodne	Sampling. Water bodies
Tablica 46.	Al Glin	Aluminium
Tablica 47.	B Bor	Boron
Tablica 48.	Ba Bar	Barium
Tablica 49.	Ca Wapń	Calcium
Tablica 50.	Cd Kadm	Cadmium
Tablica 51.	Co Kobalt	Cobalt
Tablica 52.	Cr Chrom	Chromium
Tablica 53.	Cu Miedź	Copper
Tablica 54.	Fe Żelazo	Iron
Tablica 55.	K Potas	Potassium
Tablica 56.	Li Lit	Lithium
Tablica 57.	Mg Magnez	Magnesium
Tablica 58.	Mn Mangan	Manganese
Tablica 59.	Na Sód	Sodium
Tablica 60.	Ni Nikiel	Nickel
Tablica 61.	P Fosfor	Phosphorus
Tablica 62.	SiO ₂ Krzemionka	Silica
Tablica 63.	SO ₄ Siarczany	Sulphates
Tablica 64.	Sr Stront	Strontium
Tablica 65.	Zn Cynk	Zinc

Opracował: S. KOTLICKI – 1977 r.

Kluczbork
granica obszaru badań/the border of investigation area

GLIWICE



PAŃSTWOWY
INSTYTUT GEOLOGICZNY

TABLICA
PLATE **A**

MAPA GEOLOGICZNA POLSKI
B – MAPA BEZ UTWORÓW CZWARTORZĘDOWYCH
1:200 000

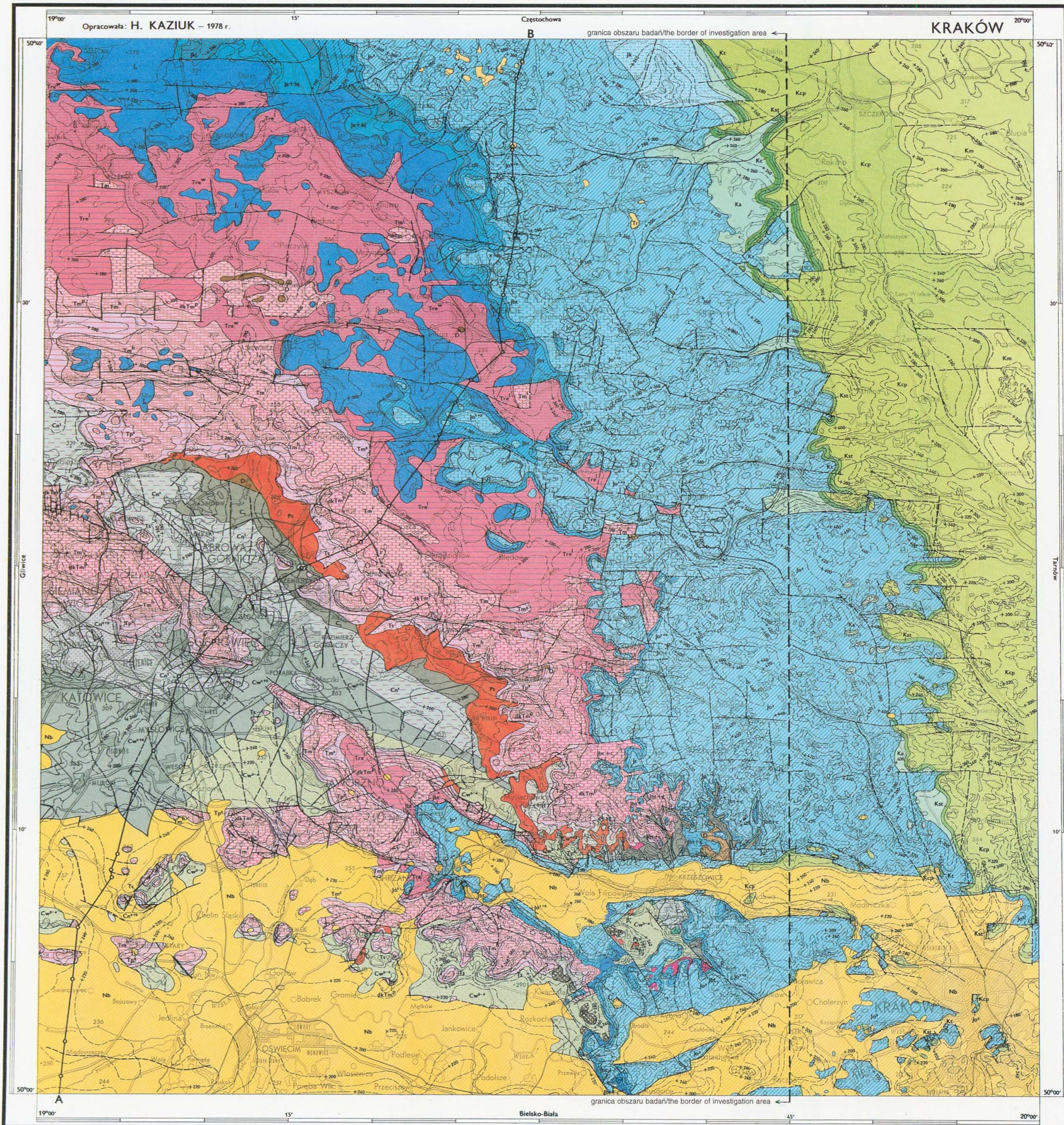
TRZECIORZĘDZ NEOGEN	KREDA GÓRNA	JURA DOLNA	K ₁	Margle i piaskowce	PLIOCEN MIOCEN SARMAT BADEN	
				N ₁		Zwiry i piaski
				N ₂		Iły i piaski z lignitem
				N ₃		Iły i piaski z syderytami, miejscami z węglem brunatnym warstw kędzierzyńskich
TRIAS TRIAS GÓRNY TRIAS ŚRODKOWY TRIAS DOLNY	KREDA DOLNA	J	Zwiry, zlepiące, piaski, iły i glinki ogniotwórcze	KARBON KARBON GÓRNY	WESTFAL DOLNY I ŚRODKOWY GÓRNY NANUR DOLNY WIZEN	
			Tr _w			Iłowce pstrze z wapieniami woźnickimi, piaskowce i mulowce
			Tr _l			Iłowce pstrze z brekcją lisowską
			Tr _k			Iłowce i margle z ewaporytami, piaskowce, mulowce i dolomity
			Tm ¹			Łupki, dolomity, wapień i piaskowce warstw rybniańskich, boruszowickich i miedarskich
			Tm ²			Dolomity warstw jemielnickich oraz dolomity margliste, miejscami z ewaporytami, warstw tarnowickich
			Tm ³			Wapień i margle warstw goradzkańskich, terebratulowych i karchowickich
			dkTm ¹			Dolomity epigenetyczne – kruszonośne
			Tm ^h			Wapień, margle i dolomity warstw błotnickich i gogolińskich
			Tr ¹			Dolomity, margle i wapień w części północno-zachodniej z ewaporytami (ret)
			Tr ₁			Piaskowce, mulowce i iłowce czerwono-brunatne warstw świerkianickich
			KARBON KARBON GÓRNY			Cw ¹⁺³ Cw ¹⁺² Cn ³ Cn ² Cn ¹ C ₁ C ₂
Nefeliny						

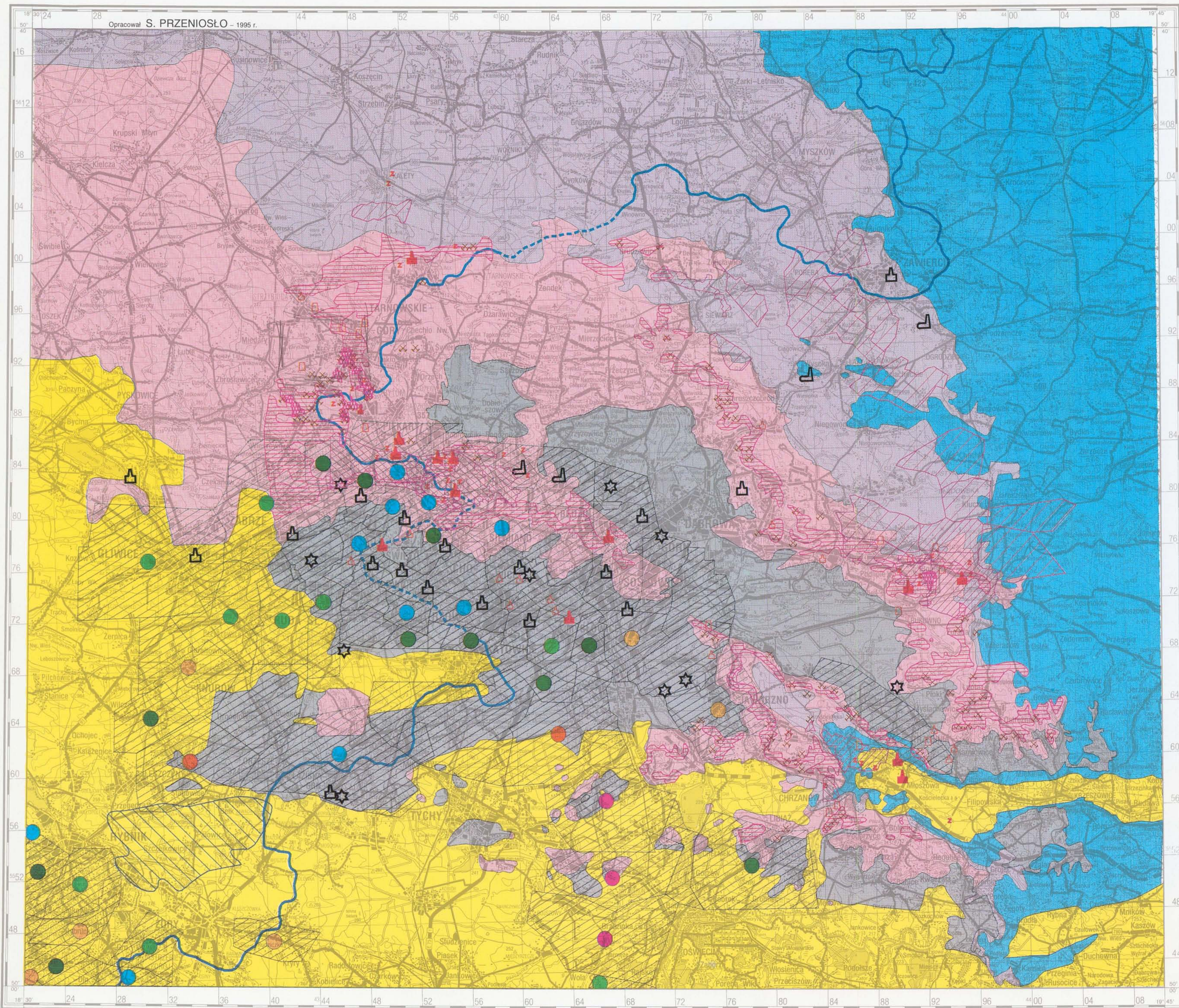
MAPA GEOLOGICZNA POLSKI

B - MAPA BEZ UTWORÓW CZWARTORZĘDOWYCH

1 : 200 000

TRZECIORZĘDZ	Tr	Piaski i ility				
	Nb	ility, mułki, piaski i piaskowce (warstwy skawińskie wielickie i grabowieckie)	BADEN	MIOCEN		
KREDA	KREDA GÓRNA	Km	Margle, opoki i gezy	MASTRYCHT		
		Kcp	Margle z czerstami i wapienie	KAMPAN		
		Kst	Margle glaukonitowe	SANTON		
		Kt	Wapienie margliste i margle glaukonitowe	TURON		
	Kc	Piaski glaukonitowe z fosforami, piaskowce i zlepnie	CENOMAN			
KREDA DOLNA	Ka	Piaski kwarcowe słabo glaukonitowe		ALB		
JURA	JURA GÓRNA	jk	Wapienie płytowe i margle		KIMERYD	
		jo ¹	Wapienie płytowe, skaliste, pylaste i kredowate	GÓRNY	OKSFORD	
	jo ²	Wapienie płytowe, skaliste i oolitowe oraz margle piaszczyste	DOLNY I ŚRODKOWY			
	JURA ŚRODKOWA	jc	Margle glaukonitowe i wapienie margliste		KELOWEJ	
		jb ¹	ility z wkładkami łupków, mułowców i syderytami oraz zlepnie		BATON	
		jk	ilowce i zlepnie		KUJAW	
	JURA DOLNA	ja+bj	Piaskowce, ility, zlepnie i syderyty (warstwy kościeliskie)		AALEN I BAJOS	
		jd	Piaski, piaskowce, żwiry, ility i glinki ogniotwale			
	TRIAS	TRIAS GÓRNY	Tr ^m	ility, ilowce i mułowce z wkładkami wapieni woznickich		RETYK
			Tr ^l	ilowce z brekcją lisowską		
TRIAS ŚRODKOWY		Tm ¹	Łupki, dolomity i piaskowce (głównie warstwy boruszowickie)		LADYN	
		Tm ²	Dolomity margliste (warstwy tarnowickie) i dolomity diploporowe		ANIZYK	
		Tm ³	Dolomity, wapienie i margle (warstwy górzdzkańskie, terebratulowe i karchowickie)			
		dkTm ⁴	Dolomity epigenetyczne - kruszonośne			
TRIAS DOLNY		Tm ^h	Wapienie, margle i dolomity (warstwy błotnickie i gogolińskie)			
		Tr ^p	Dolomity i margle			
Ts		Piaskowce, mułowce i ilowce (warstwy świerkianieckie)				
PERM		CZERWONY SPĄGOWIEC	Ps	Zlepnie myślachowickie, piaskowce, mułowce, ilowce, arkozy i martańca karniowicka		
KARBON	KARBON GÓRNY	Cw ¹	Piaskowce, zlepnie, ilowce, mułowce i węgiew kamienny (warstwy łaziskie i libiaskie) oraz piaskowce i piaski arkozowe - krakowska seria piaskowcowa	ŚRODKOWY I GÓRNY	WESTFAL	
		Cw ²	ilowce, mułowce, piaskowce i węgiew kamienny (warstwy załęskie - seria mułowcowa)	DOLNY I ŚRODKOWY		
		Cp ¹	Piaskowce, mułowce, zlepnie i węgiew kamienny (warstwy rudzkie i siodłowe - górnolaska seria piaskowcowa)	ŚRODKOWY I GÓRNY		
	Cn ¹	ilowce, mułowce, piaskowce i węgiew kamienny (warstwy malinowickie, sarnowskie, florowskie i grodzkie)	DOLNY	NAMUR		
KARBON DOLNY	C ₁	Wapienie przewartwione marglami i wapienie krystaliczne w facji wapienia węgiewego oraz ilowce, mułowce i piaskowce w facji kulmowej				
DEWON	D	Wapienie, dolomity, mułowce, piaskowce i łupki				
	Ry	Ryodacyty				
	Dd	Diabazy hiperstenowe (doleryty)				
	M	Melafiry				
t+tt	Tufy filipowickie i tufy					





Opracował S. PRZENIOSŁO - 1995 r.

ZŁOŻA DEPOSITS TABLICA **C**
PLATE

GŁÓWNE ZŁOŻA KOPALIN I PRZERÓBKA SUROWCÓW
PRINCIPAL DEPOSITS, MINES AND TREATMENT OF RAW MATERIALS

SZKIC GEOLOGICZNY WYCHODNI GŁÓWNYCH FORMACJI PRZEDCZWARTORZĘDOWYCH
GEOLOGICAL SKETCH OF OUTCROPS OF PRINCIPAL FORMATIONS (WITHOUT QUATERNARY)

- Osady trzeciorzędowe
Tertiary sediments
- Węglanowe osady jury (i kredy)
Jurassic (and Cretaceous) carbonate sediments
- Ilaste osady triasu górnego (i jury dolnej)
Upper Triassic (and Lower Jurassic) clay sediments
- Dolomity kruszcowońskie
Ore-bearing dolomites
- Węglanowe osady triasu środkowego
Middle Triassic carbonate sediments
- Ilasto-piaskowcowe osady karbonu
Carboniferous sediments

WĘGIEL KAMIENNY HARD COAL

- Złoża kopalń czynnych
Mines exploited
- Salanki i zasolone wody kopalniane z kopalni węgla (średnia z lat 1991-1993) w przeliczeniu na eq. NaCl w tys. t/rok
Brines and saline waters exhausted of coal mines (average of 1991-1993) in equivalent of NaCl in 1000 tons/year
- 5-10
- 10-25
- 25-50
- 50-100
- 100-200
- 200-400
- 400-800 eq. NaCl
- Wododział Odry i Wisły: a - pewny, b - niepewny
Oder and Vistula Water-parting: a - sure, b - fluctuating
- Elektrownie
Power stations
- Cementownie
Cement factories
- Huty
Siderurgies

CYNK I OŁÓW ZINC AND LEAD

- Złoża i przeróbka rud w ostatnich 50 latach
Deposits and treatment in the period of last 50 years
- Złoża eksploatowane: a - kopalnie czynne, b - nieczynne
Exploited deposits: a - active mines, b - abandoned mines
- Złoża udokumentowane
Zn-Pb proved fields
- Zakłady przeróbki, metalurgiczne lub huty
Treatment or metallurgical plants
- Miejsca historycznej eksploatacji i przeróbki rud
Sites of historical exploitation and treatment of ores
- Miejsca eksploatacji
Sites of exploitation
- Sztolnie odwadniające
Drainage adits
- Stare huty
Old metallurgical factories
- Hałdy, zwalys
Dumps

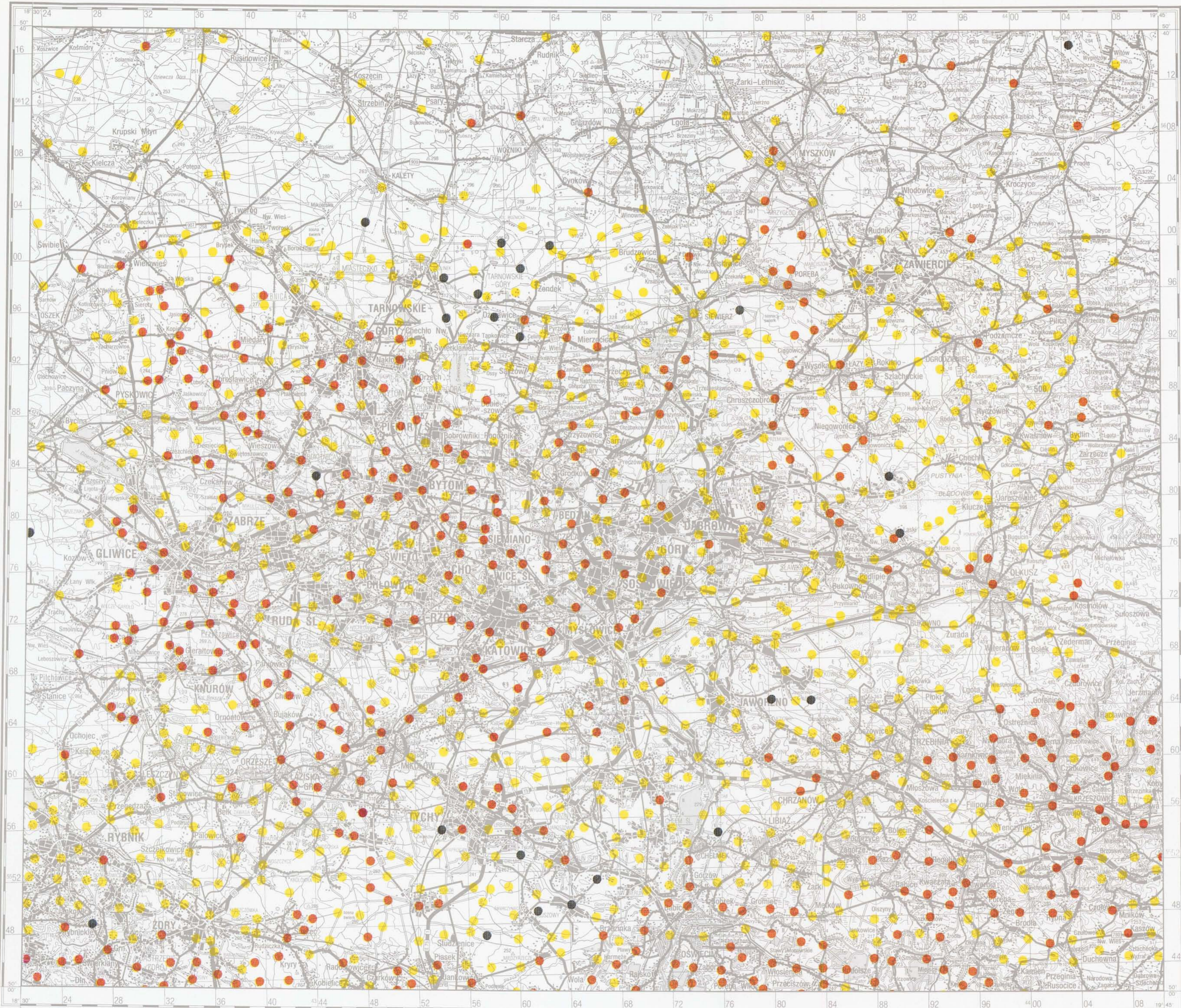
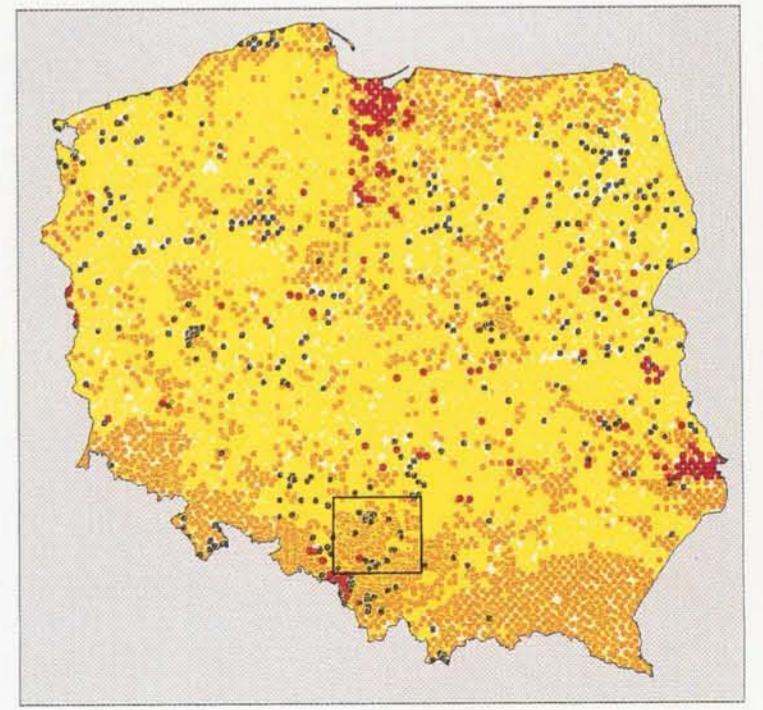
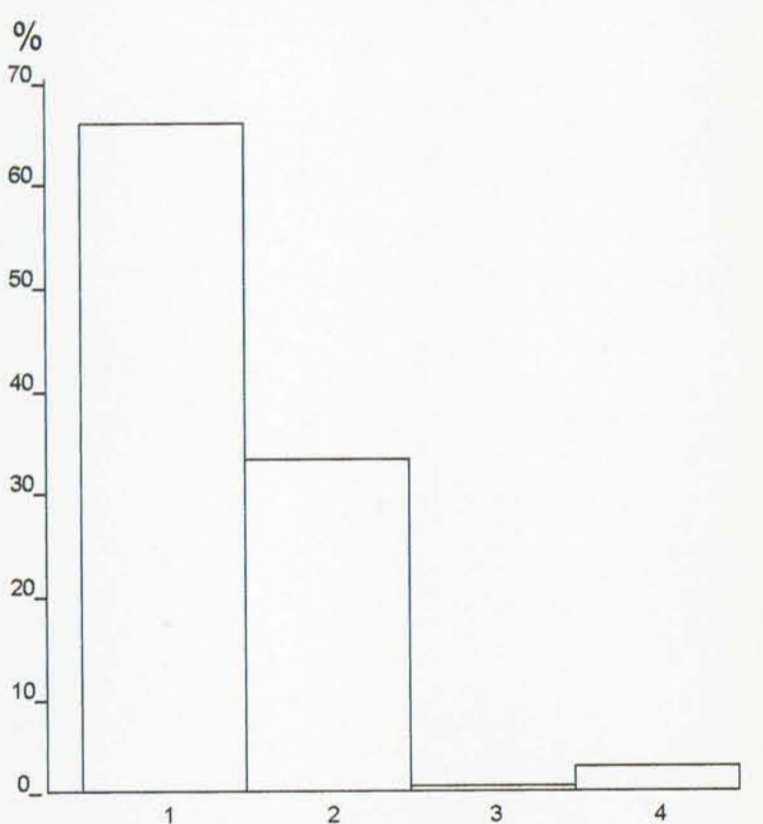
SÓL KAMIENNA ROCK SALT

- Udokumentowane złożo soli kamiennej
Rock salt proved field

OPRÓBOWANIE SAMPLING

Rodzaje gleb Kinds of soils

PARAMETRY STATYSTYCZNE STATISTICS PARAMETERS Liczba próbek Number of samples			
1	Gleby piaszczyste	1016	1 Sandy soils
2	Gleby gliniaste	506	2 Loam soils
3	Gleby pylase	5	3 Silty soils
4	Gleby torfiaste	37	4 Peaty soils

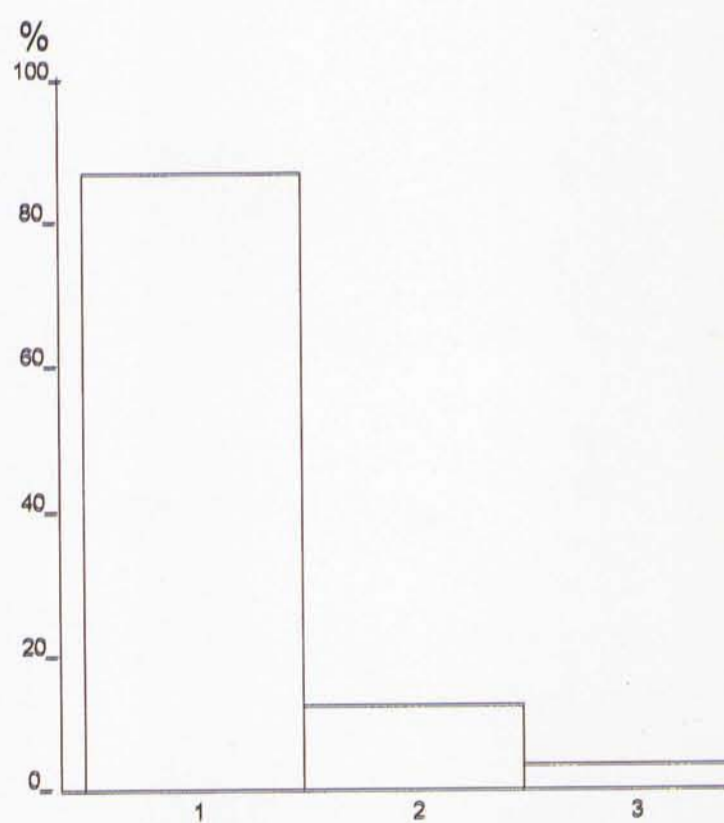
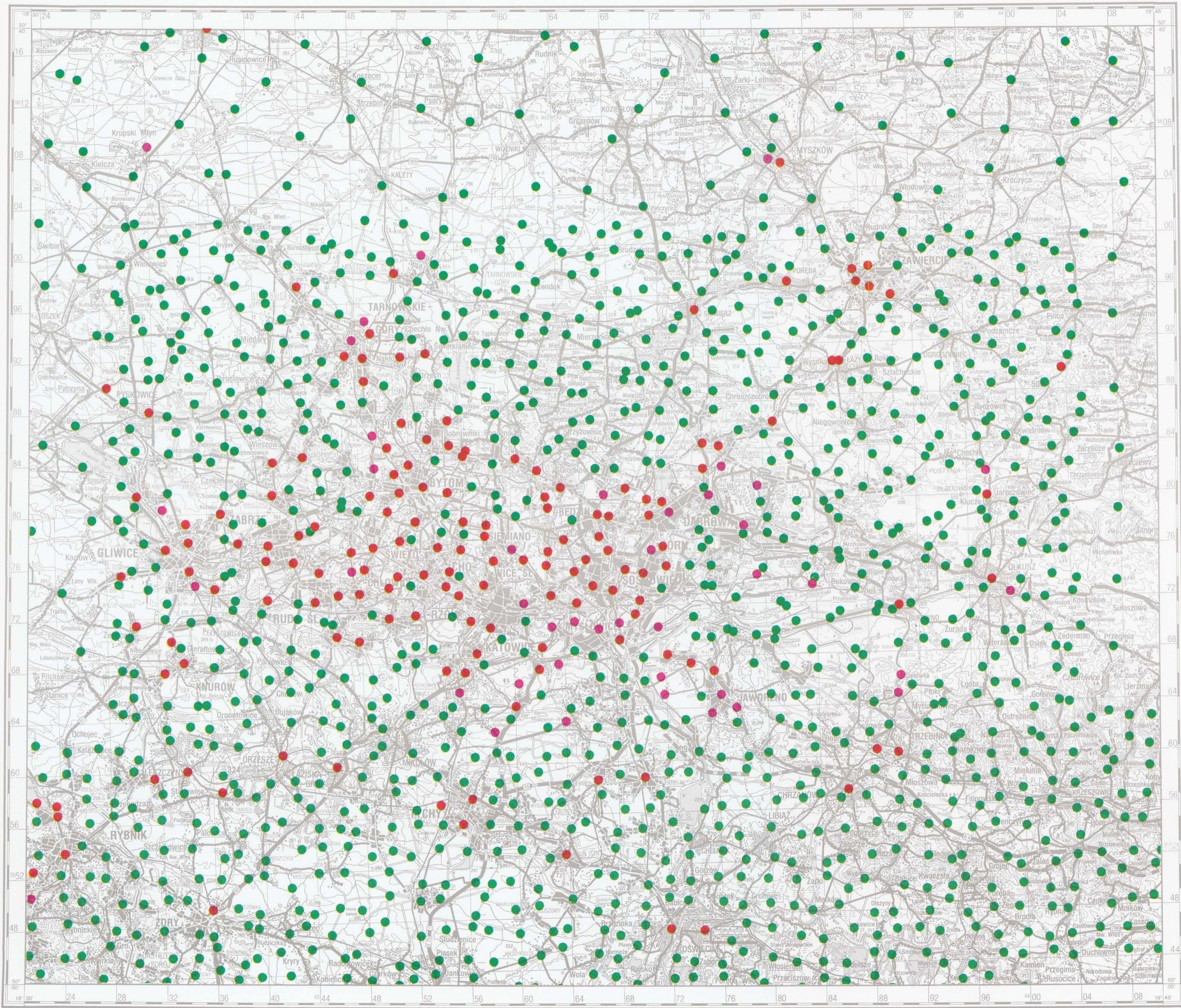


OPRÓBOWANIE SAMPLING

Zabudowa Land development

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
Liczba próbek
Number of samples

Tereny:		Areas:	
● niezabudowane	1336	● non-development	
● miejskie	180	● urban	
● przemysłowe	48	● Industrial	

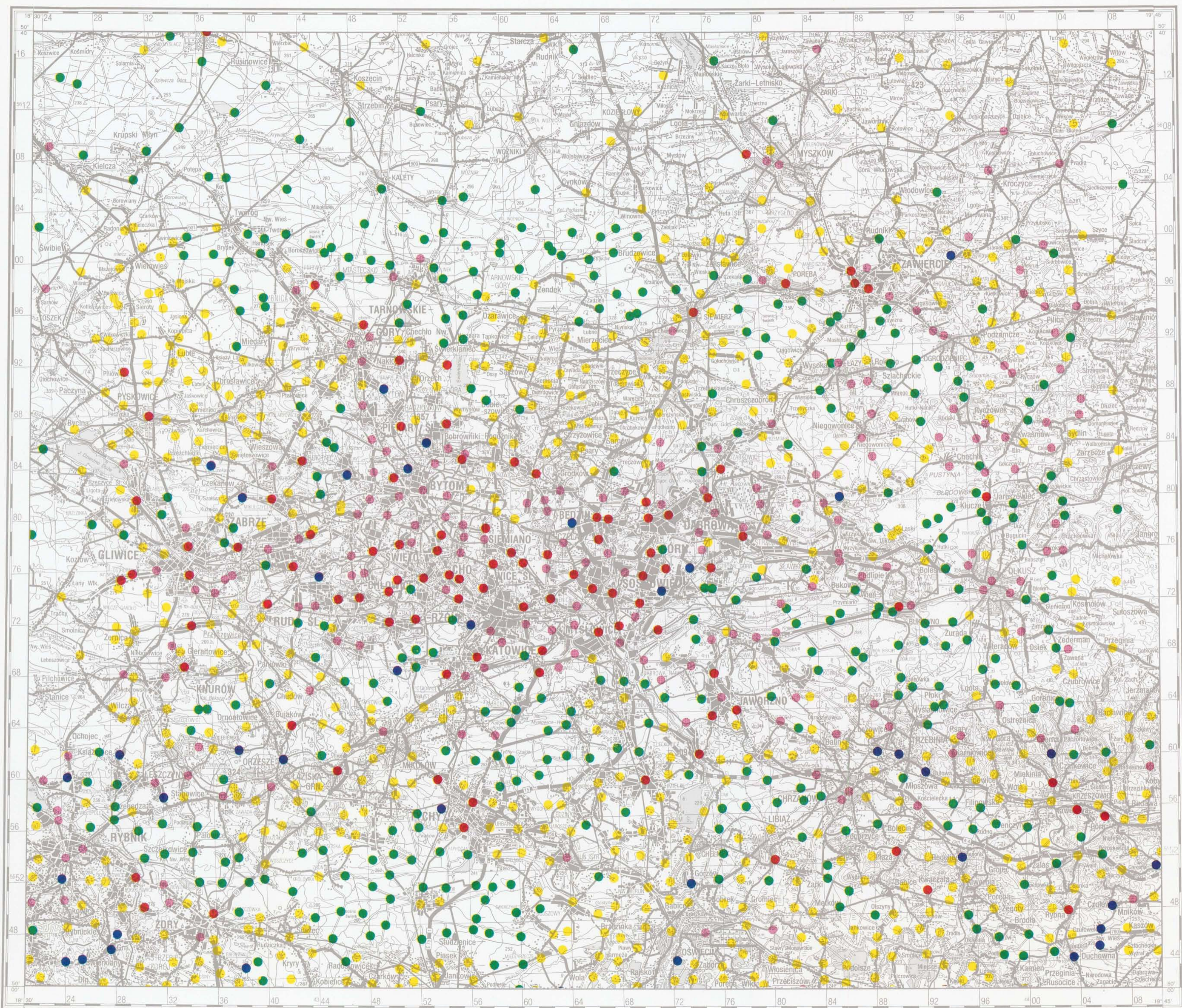
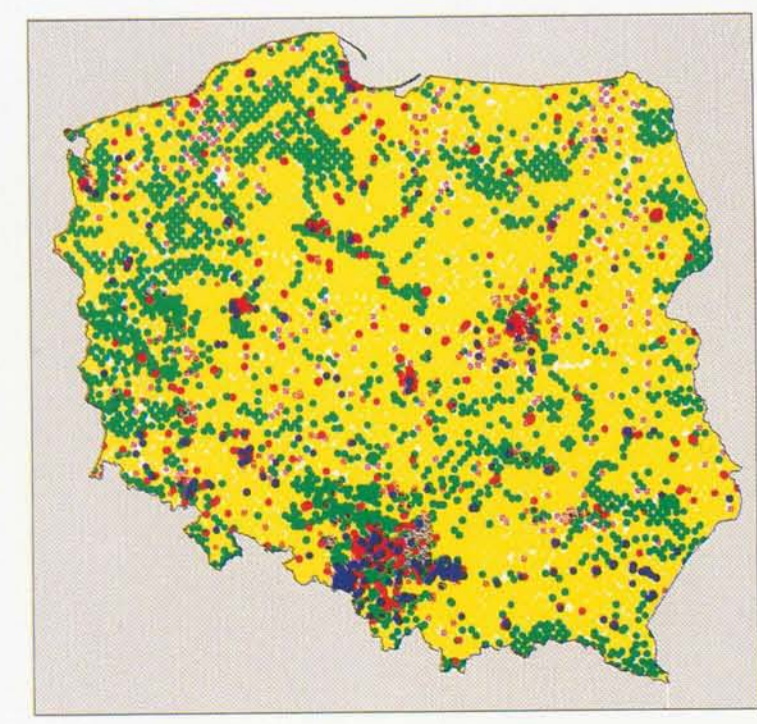
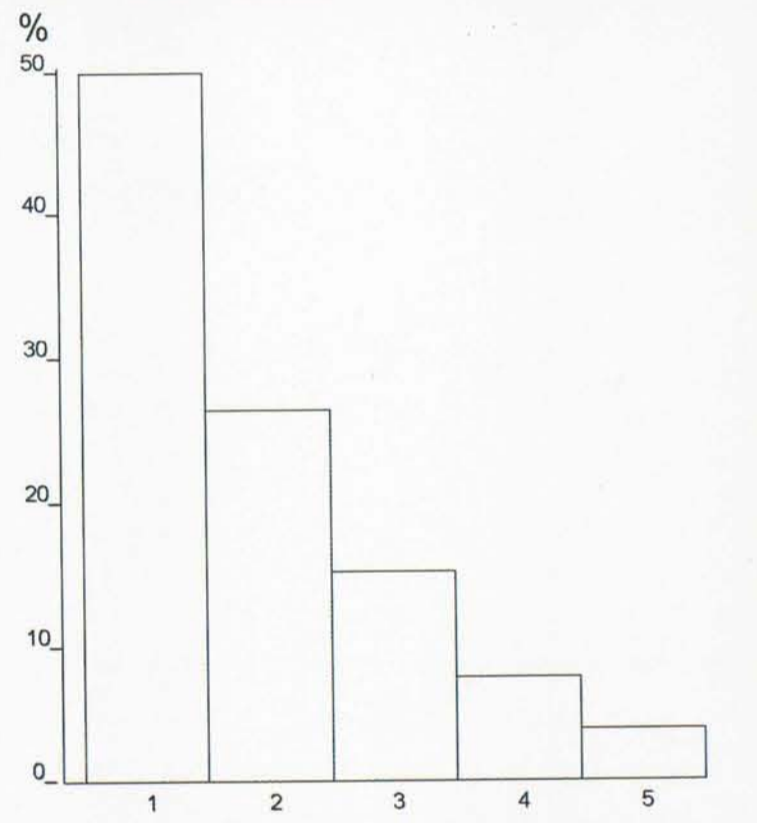


OPRÓBOWANIE SAMPLING

Użytkowanie gleb Soils employment

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
Liczba próbek
Number of samples

1 Pola uprawne i łąki Cultivated fields and meadows	768	1 Cultivated fields and meadows
2 Lasy Forests	402	2 Forests
3 Ugory Fallows	226	3 Fallows
4 Parki i trawniki City parks and lawns	112	4 City parks and lawns
5 Ogródki działkowe Allotments	56	5 Allotments

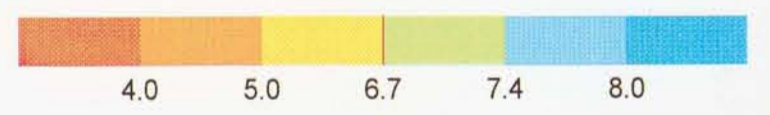
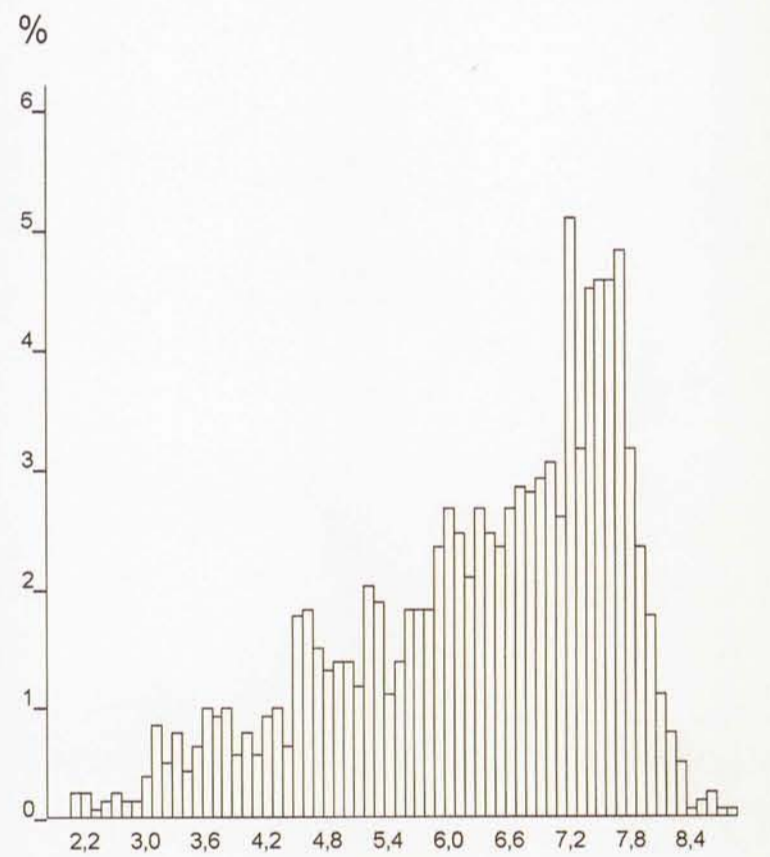


pH KWASOWOŚĆ ACIDITY

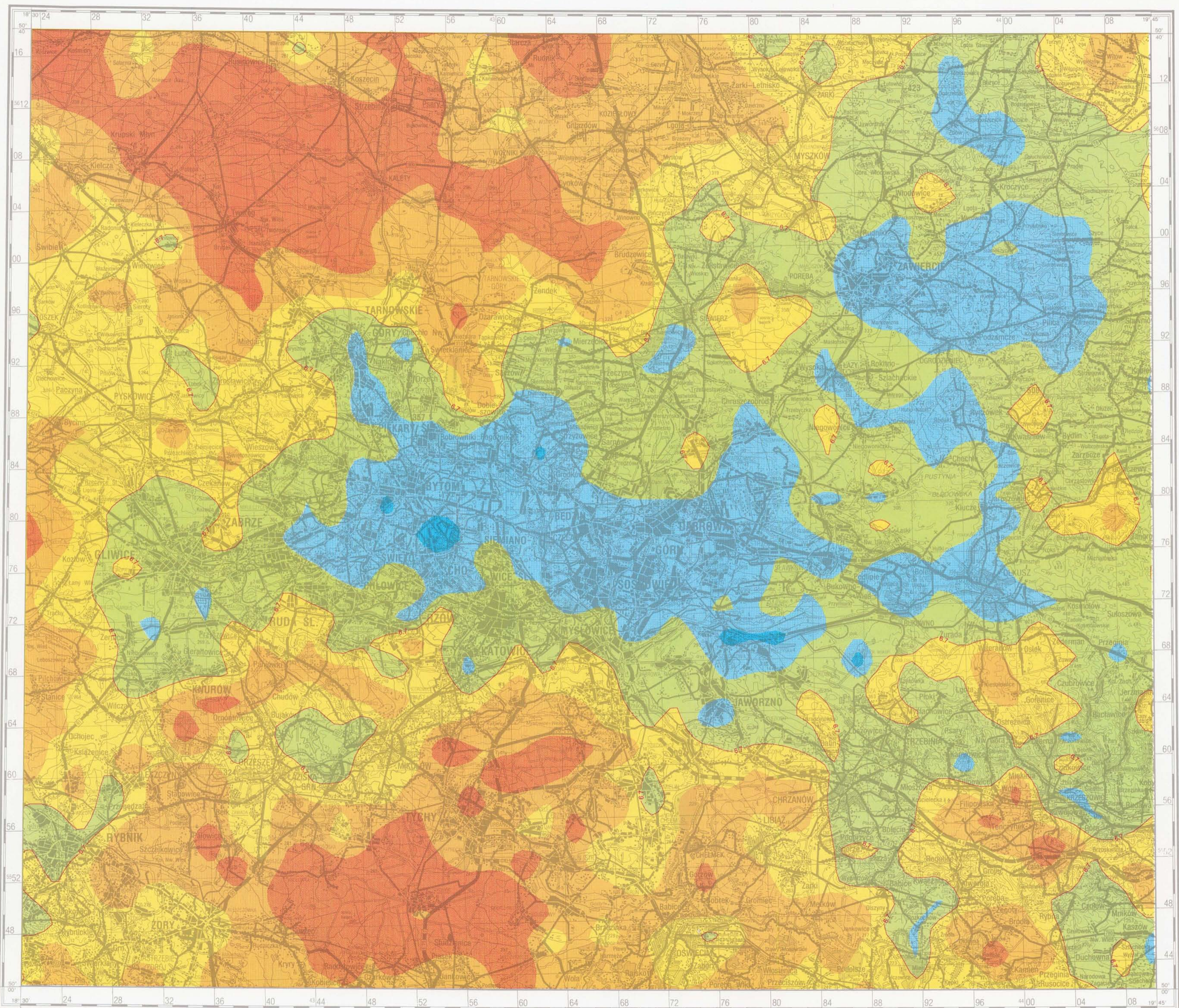
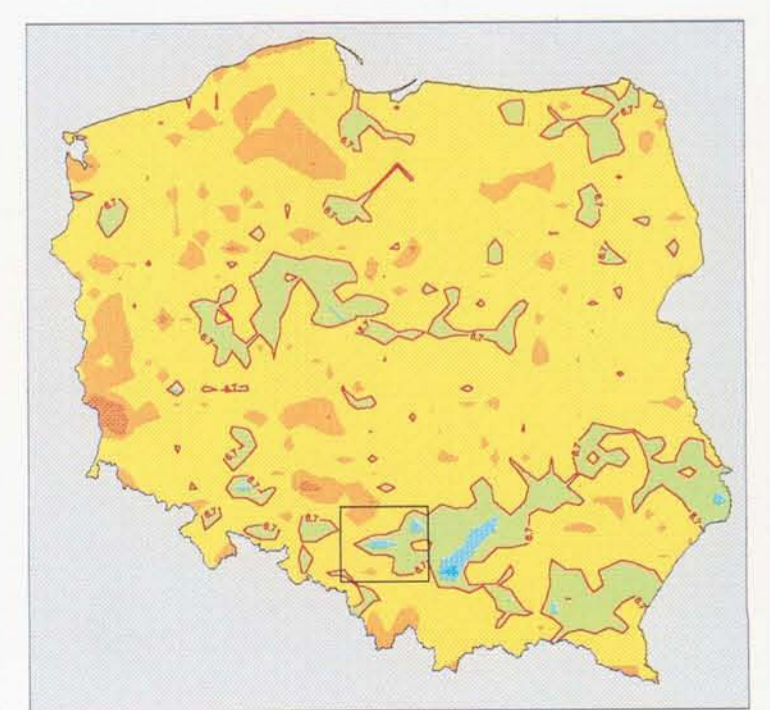
PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS

pH

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	2.2	Minimum
Maksimum	9.7	Maximum
Średnia arytm.	6.4	Arithmetic mean
Średnia geom.	6.2	Geometric mean
Mediana	6.7	Median



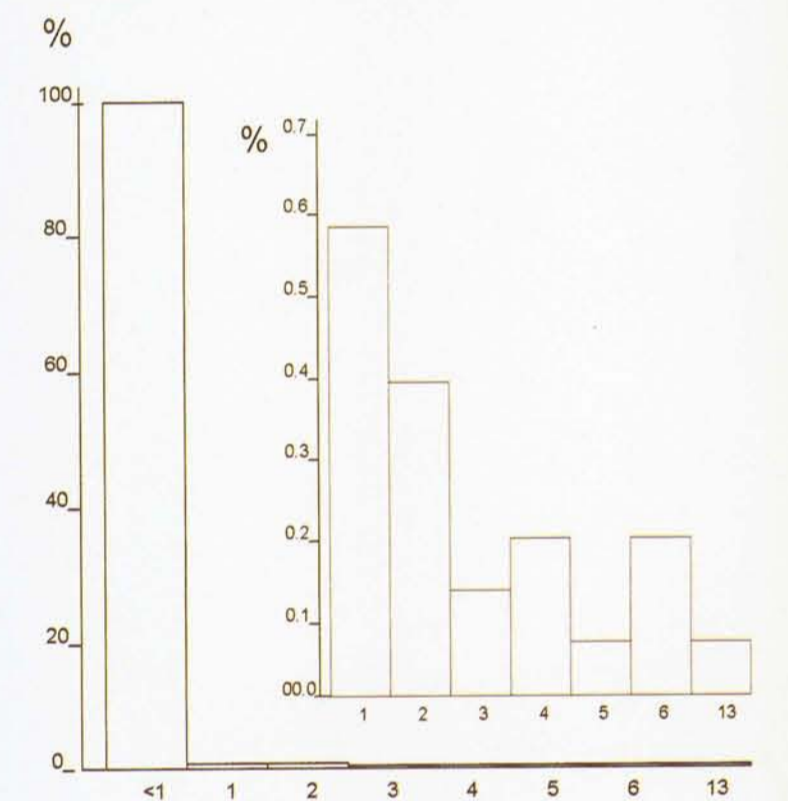
— 6.7 — Wartość graniczna dla gleb kwaśnych
Limit value for acid soil



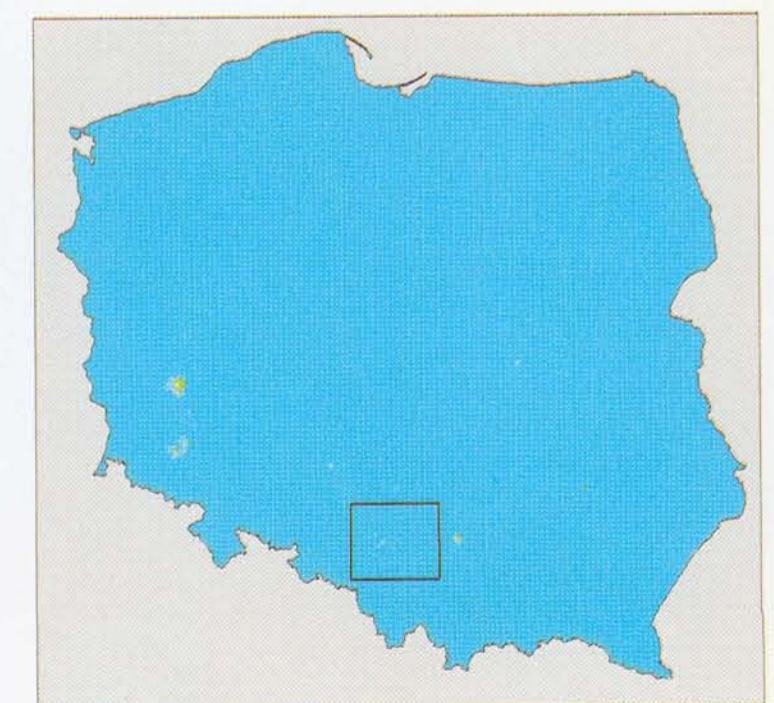
Ag SREBR0 SILVER

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	< 1	Minimum
Maksimum	13	Maximum
Średnia arytm.	< 1	Arithmetic mean
Średnia geom.	< 1	Geometric mean
Mediana	< 1	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



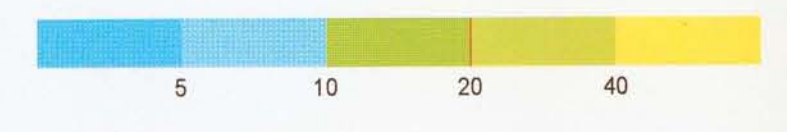
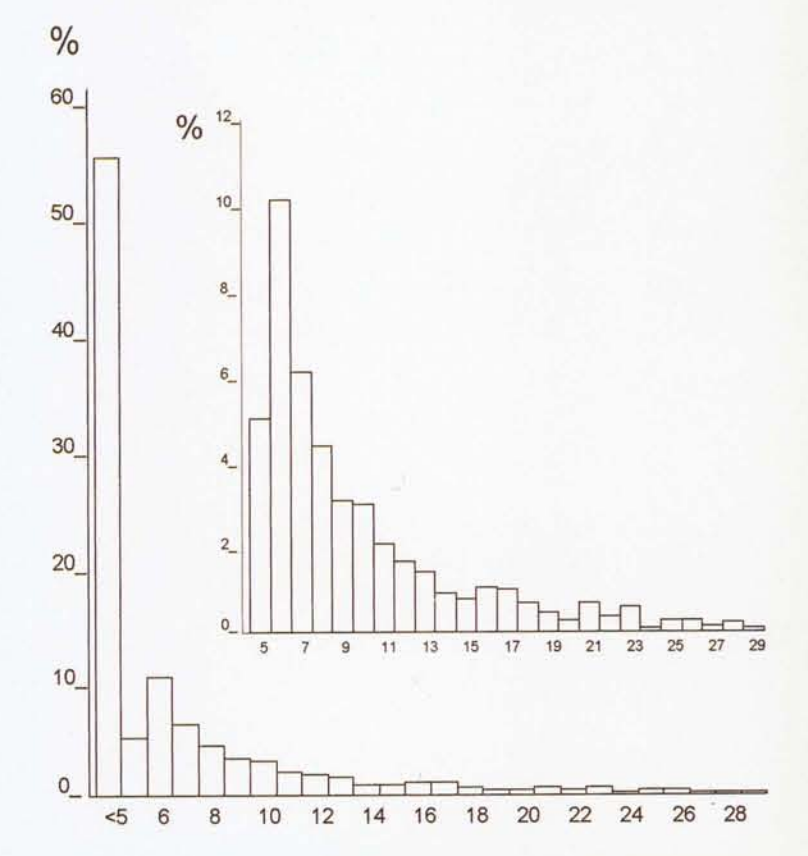
<1 Wartość graniczna tła w glebach Polski
Limit value for background in soil of Poland



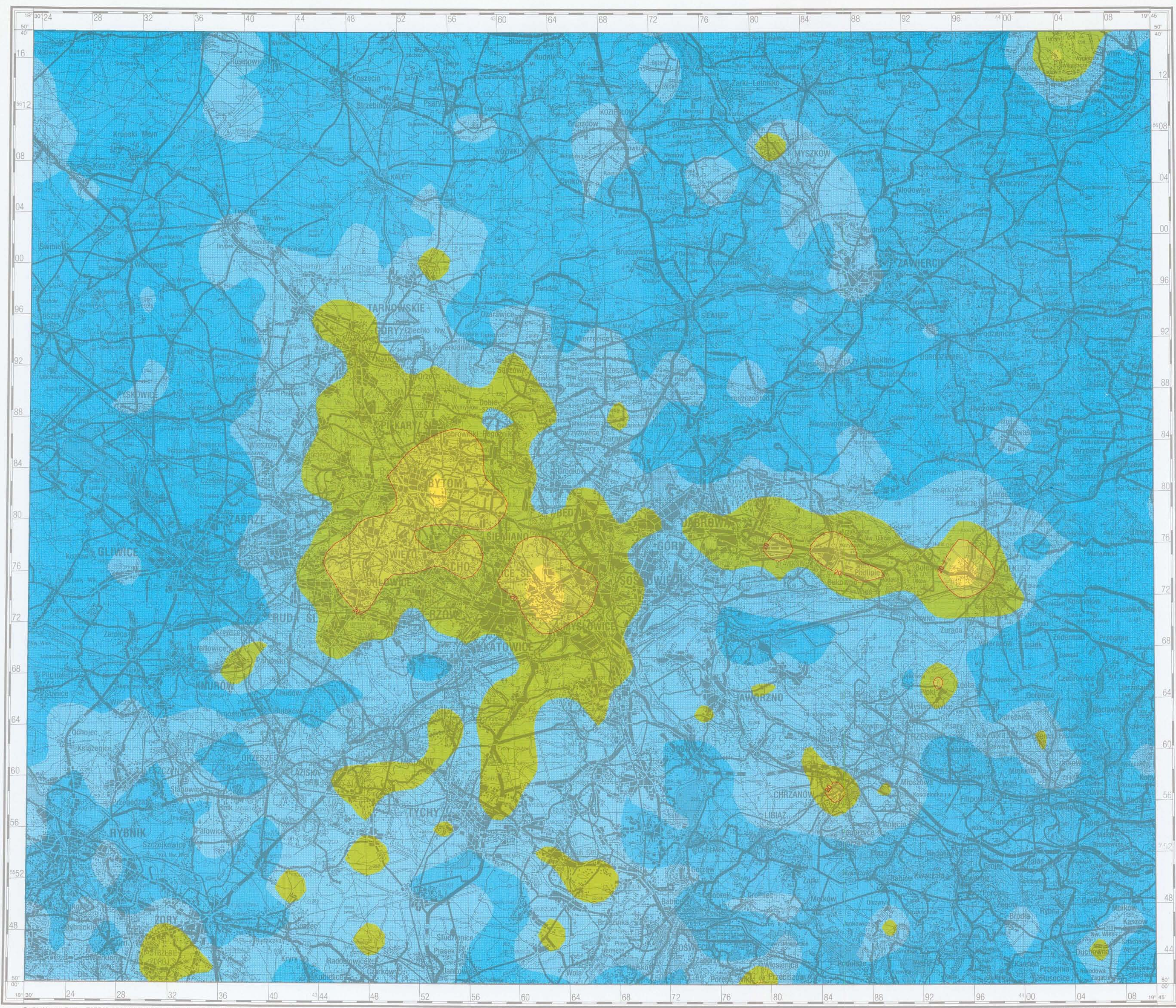
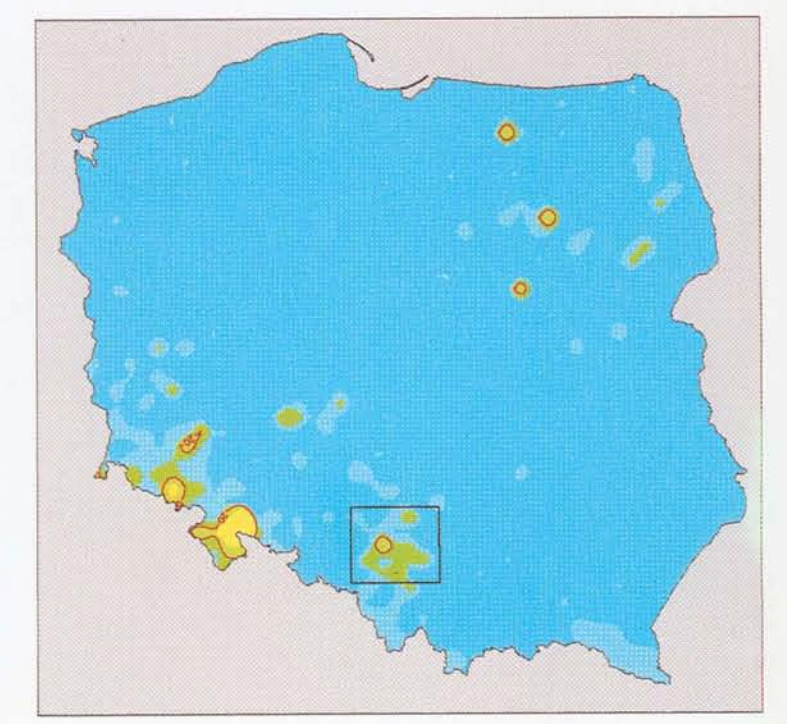
As ARSEN ARSENIC

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	< 5	Minimum
Maksimum	238	Maximum
Średnia arytm.	7	Arithmetic mean
Średnia geom.	< 5	Geometric mean
Mediana	< 5	Median
Granica wykrywalności	5	Detection limit



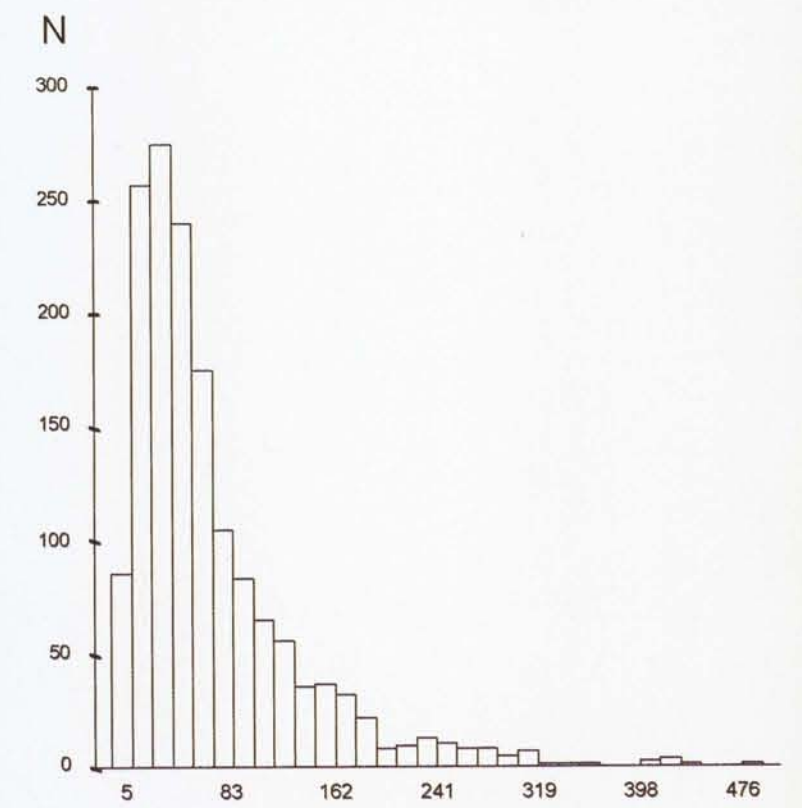
20 Wartość graniczna w glebach
Limit value in soil



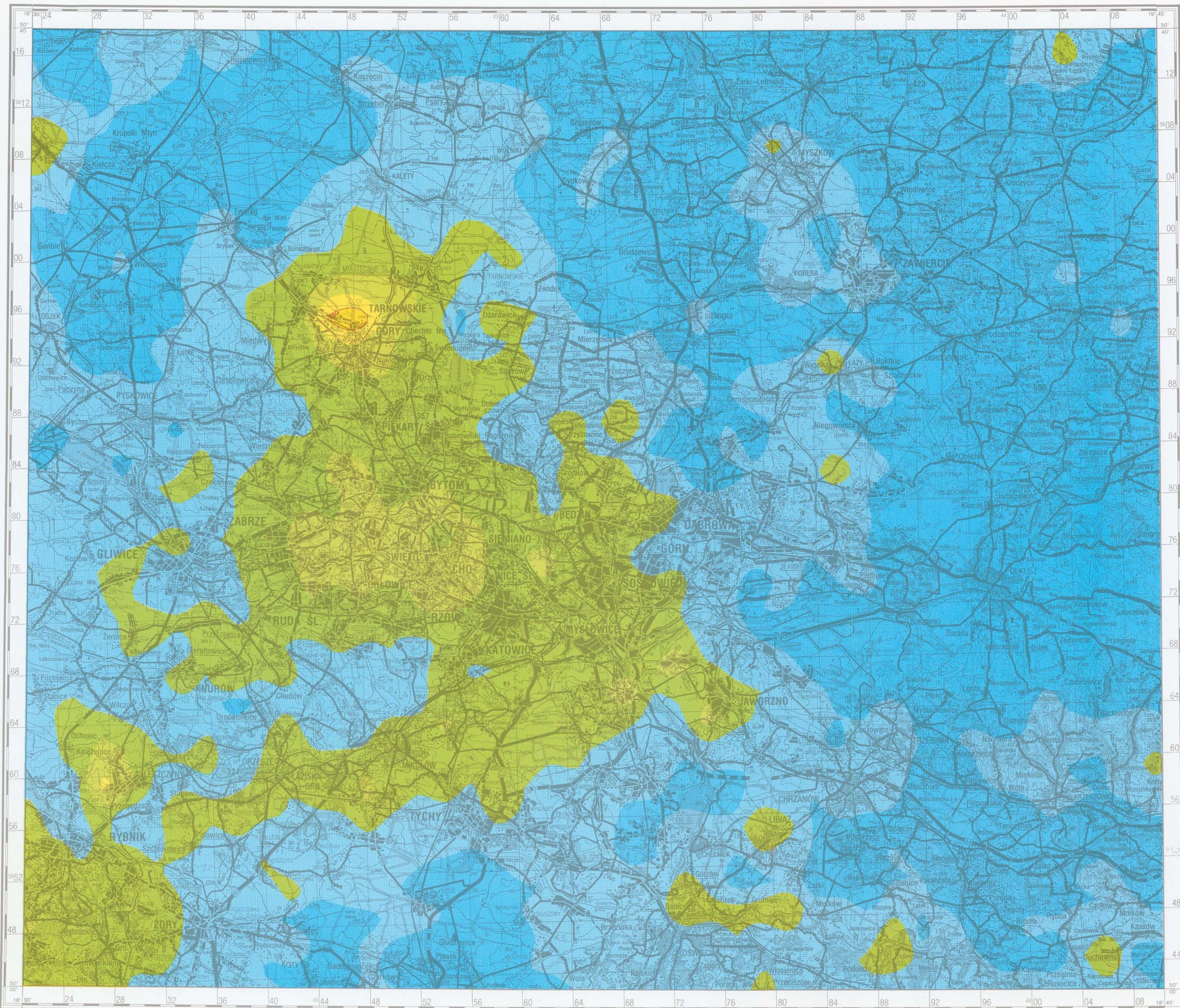
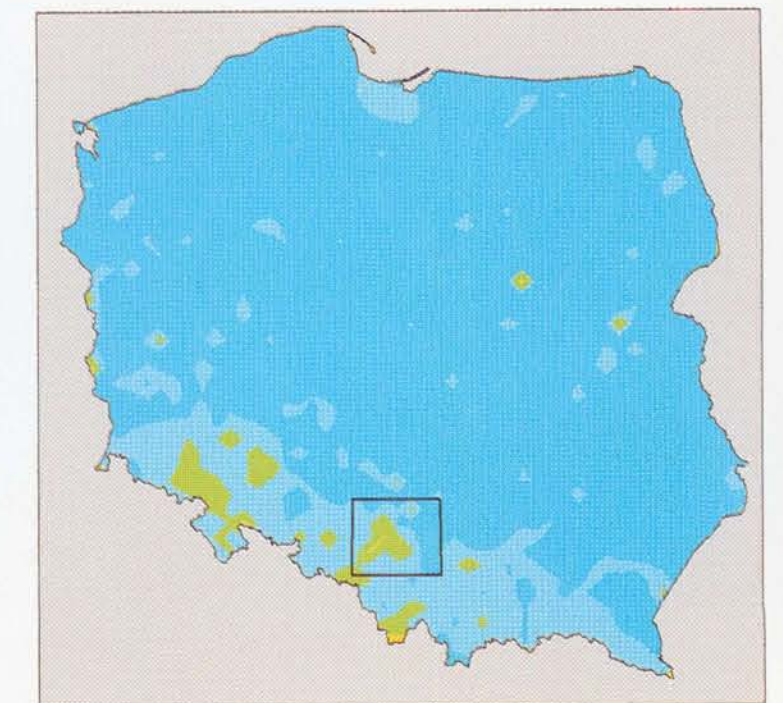
Ba BAR BARIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	2	Minimum
Maksimum	1777	Maximum
Srednia arytm.	81	Arithmetic mean
Srednia geom.	54	Geometric mean
Mediana	54	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



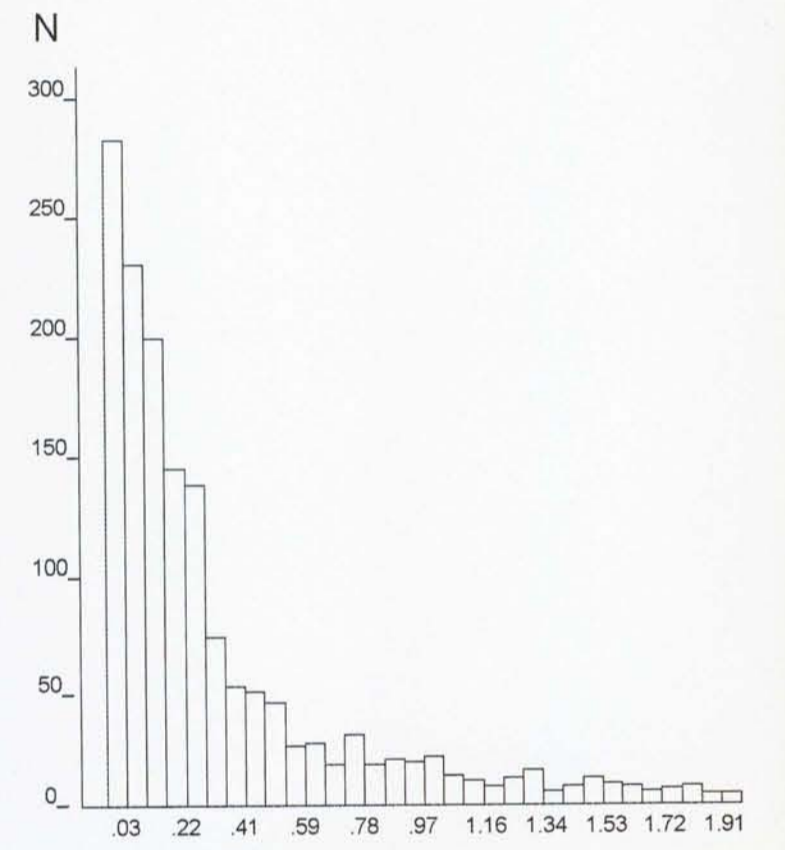
750 Wartość graniczna w glebach
Limit value in soil



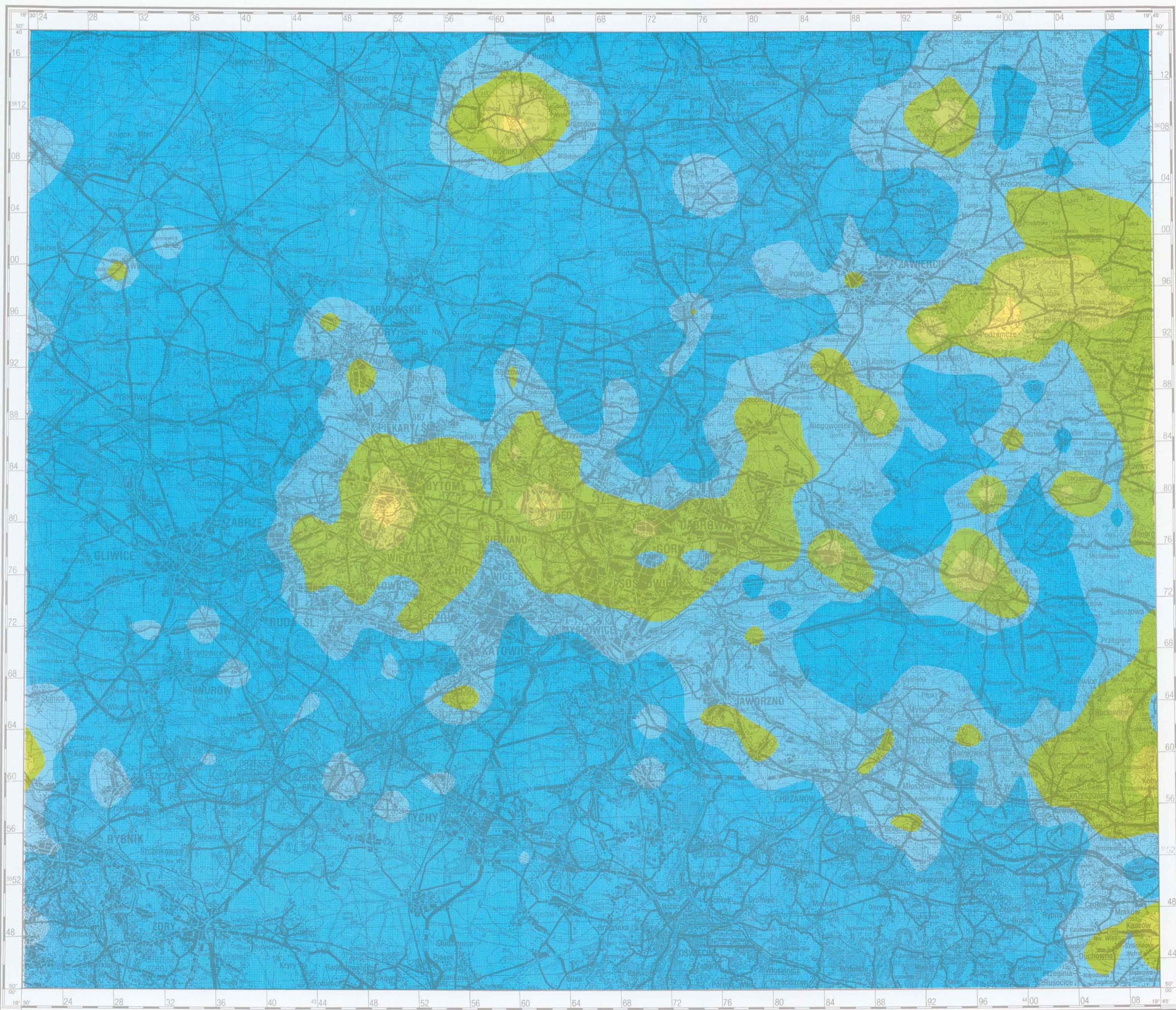
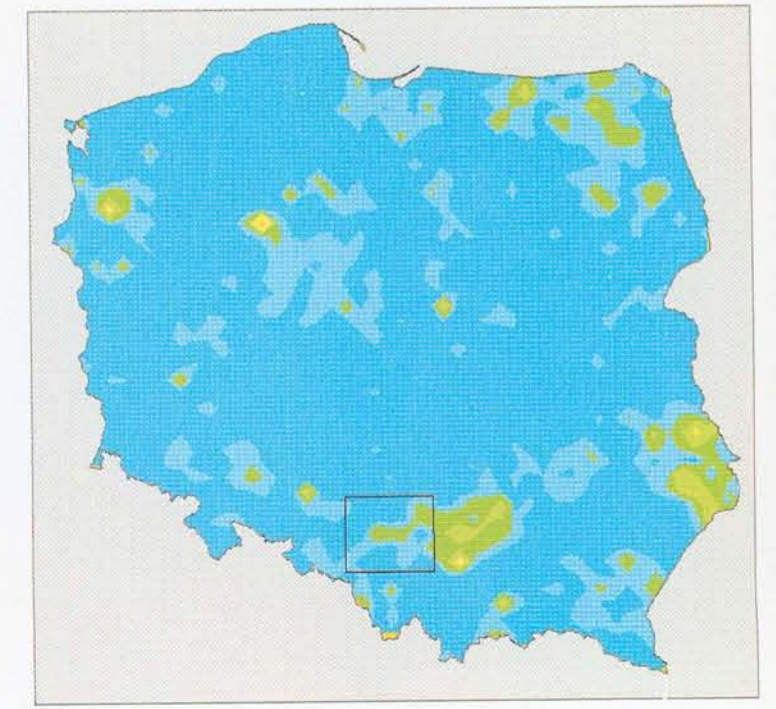
Ca WAPŃ CALCIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
% = procent = percent

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	< 0.01	Minimum
Maksimum	13.47	Maximum
Średnia arytm.	0.58	Arithmetic mean
Średnia geom.	0.23	Geometric mean
Mediana	0.22	Median
Granica wykrywalności	0.01	Detection limit



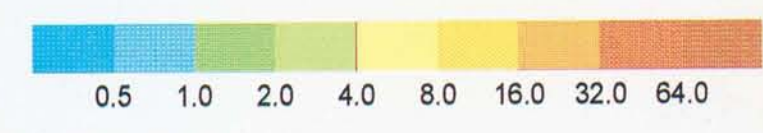
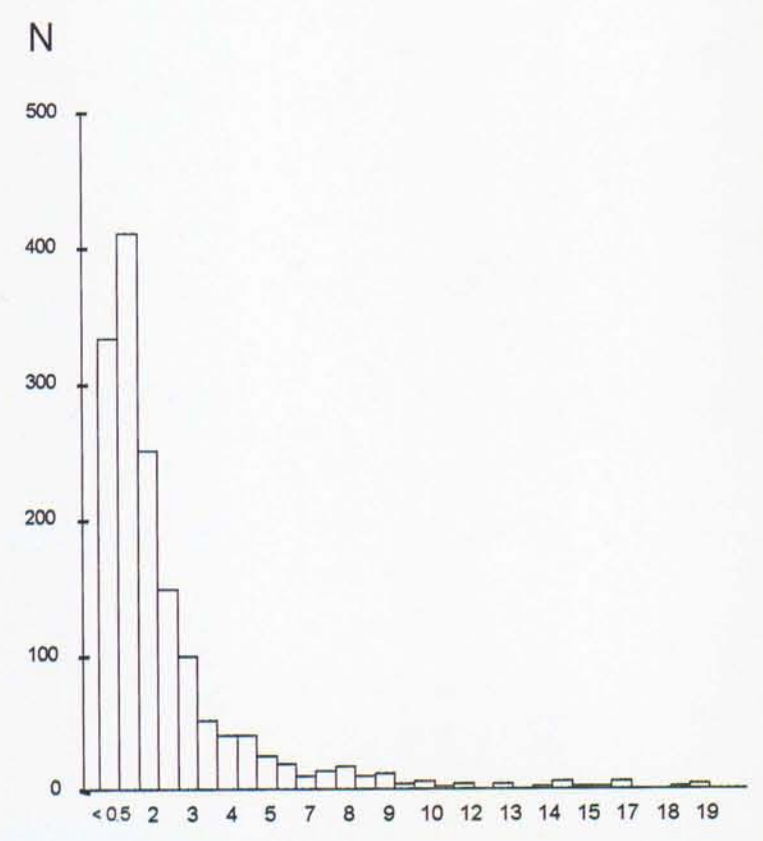
0.50 Wartość graniczna dla tła w glebach Polski
Limit value for background in soil of Poland



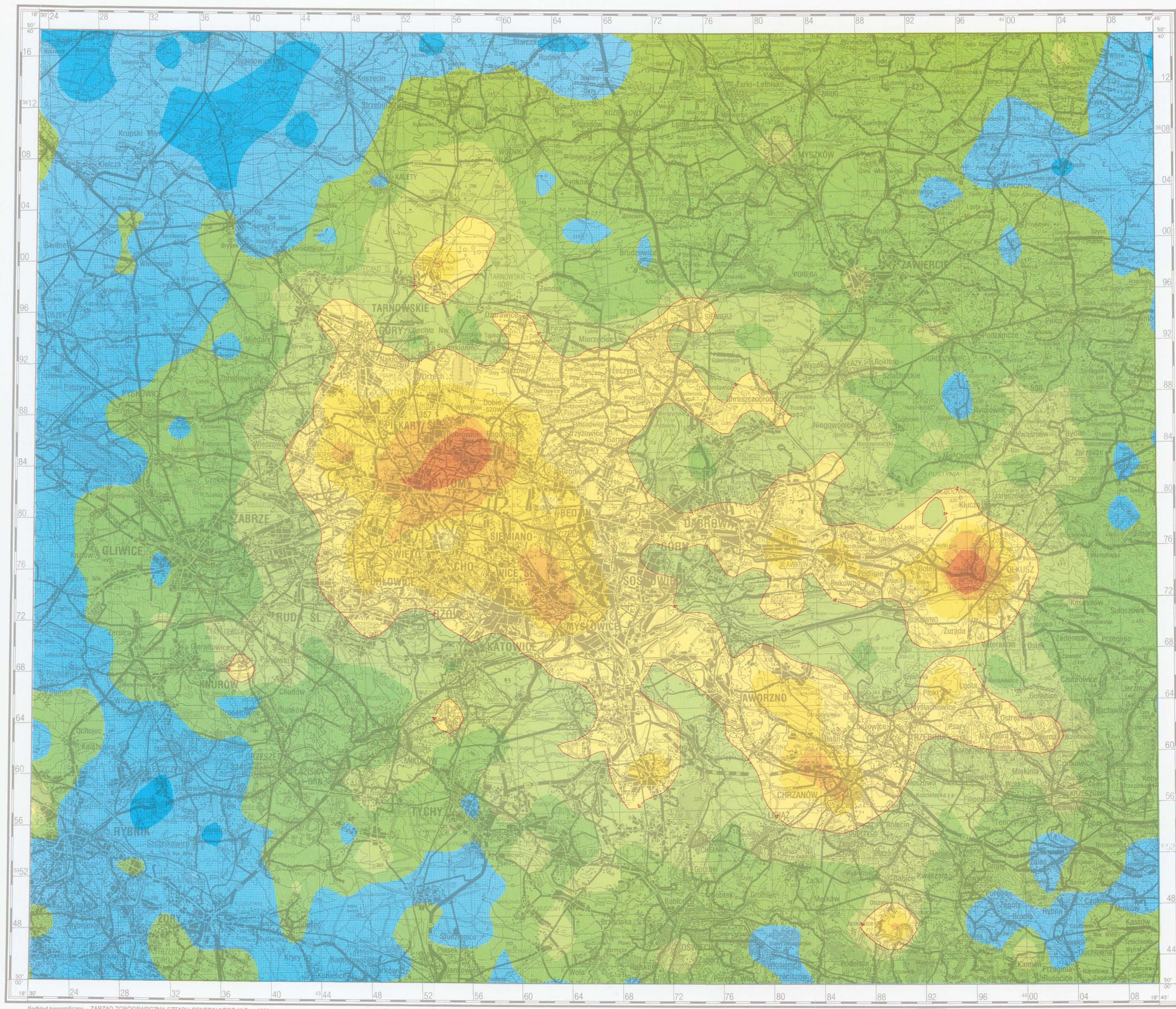
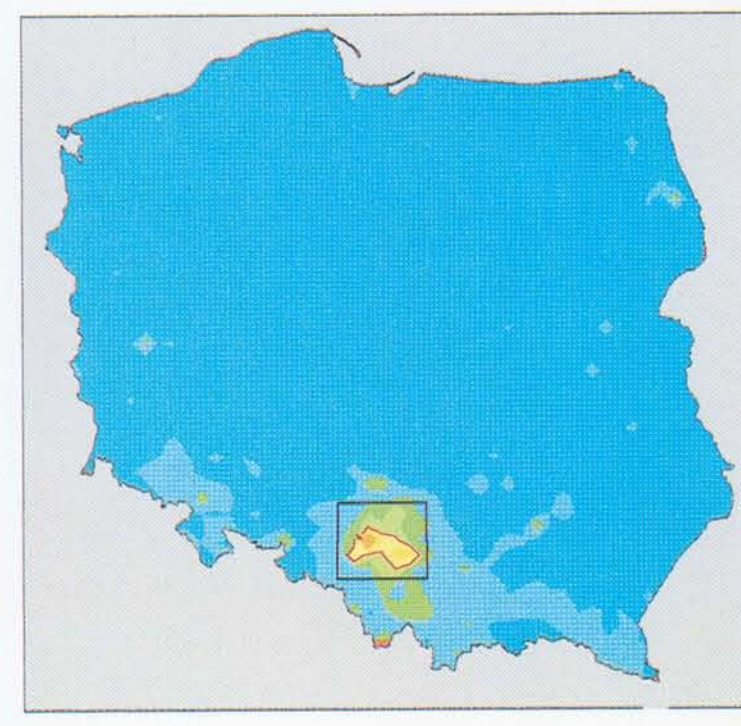
Cd KADM CADMIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	< 0.5	Minimum
Maksimum	253.3	Maximum
Średnia arytm.	3.1	Arithmetic mean
Średnia geom.	1.4	Geometric mean
Mediana	1.3	Median
Granica wykrywalności	0.5	Detection limit



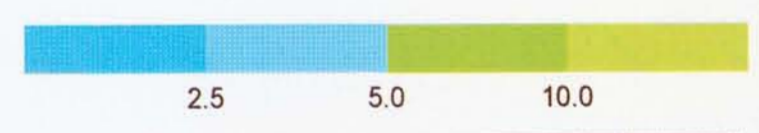
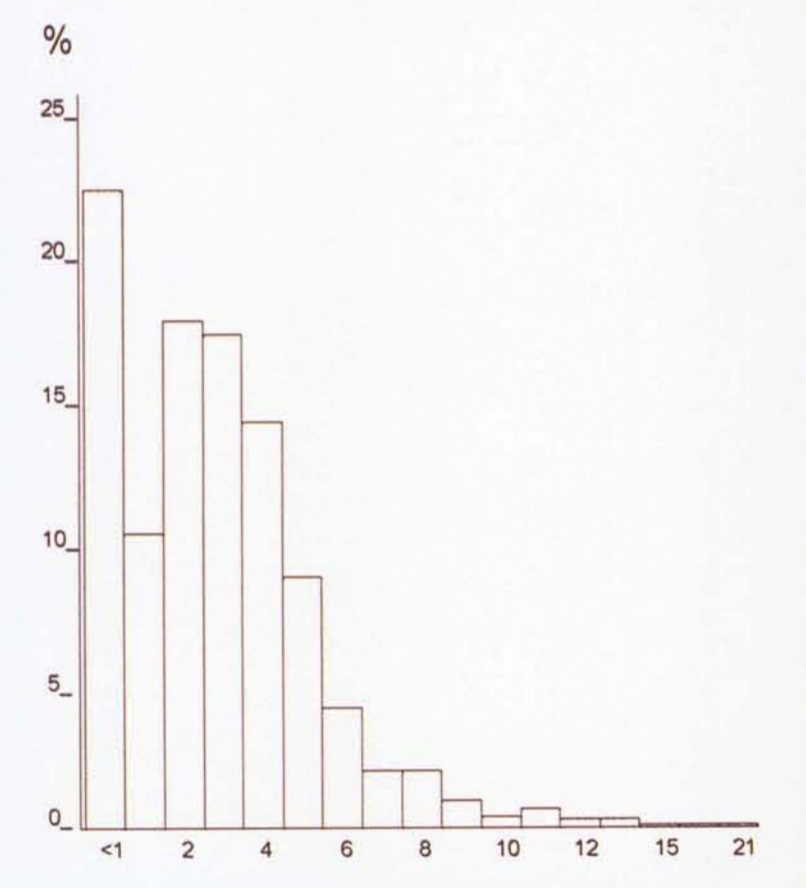
4 ————— Wartość graniczna w glebach
Limit value in soil



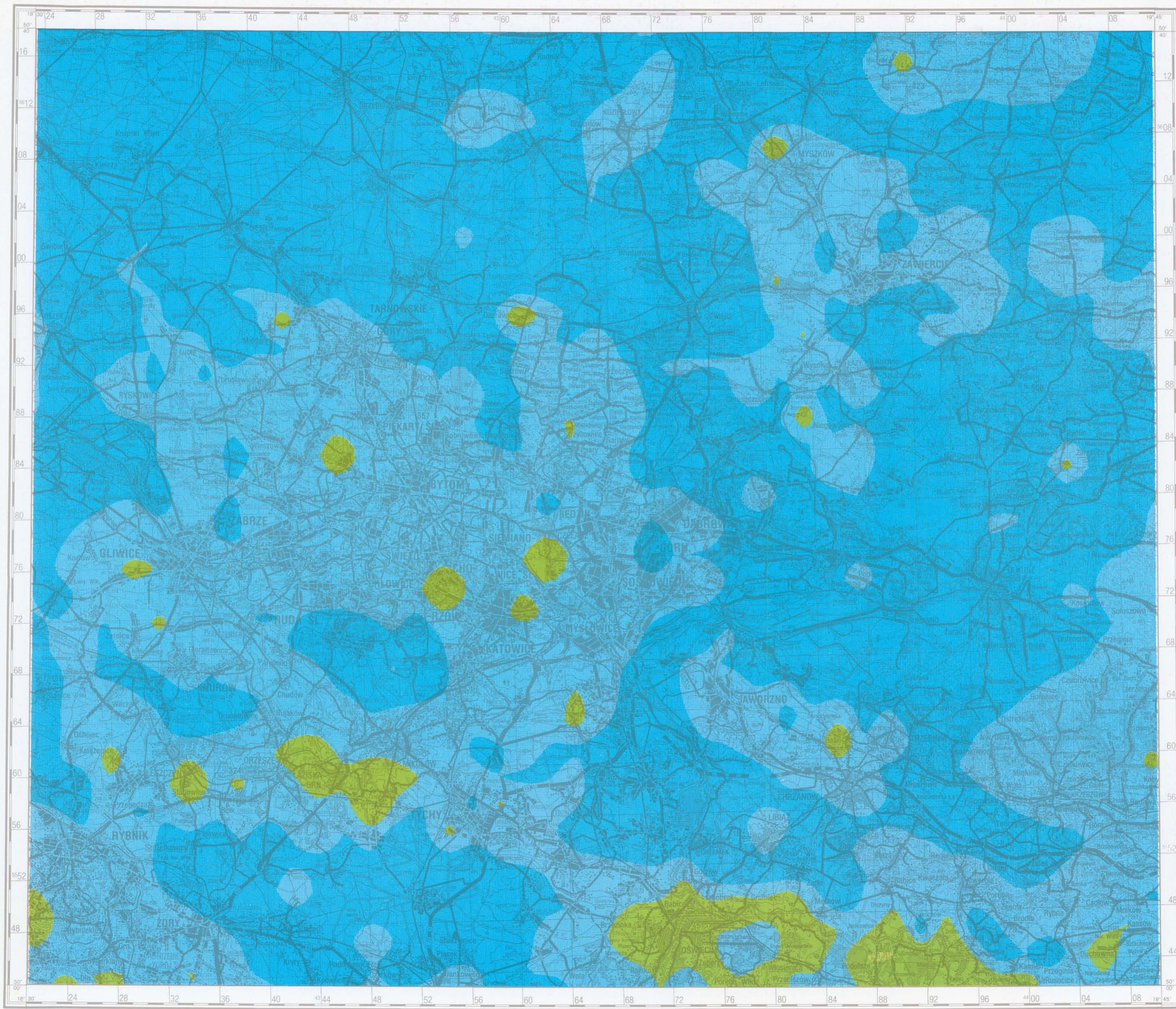
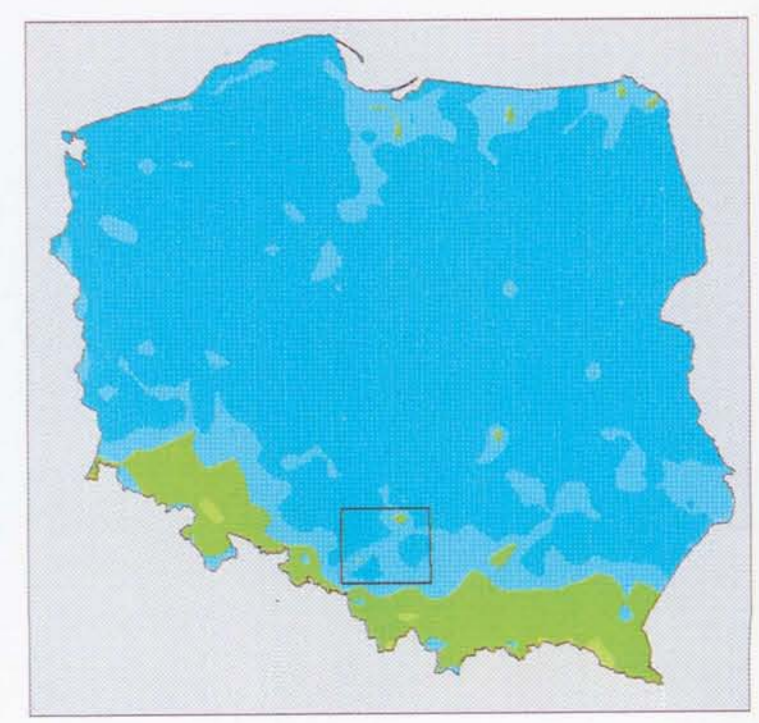
Co **KOBALT**
COBALT

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	< 1	Minimum
Maksimum	21	Maximum
Średnia arytm.	3	Arithmetic mean
Średnia geom.	2	Geometric mean
Mediana	3	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



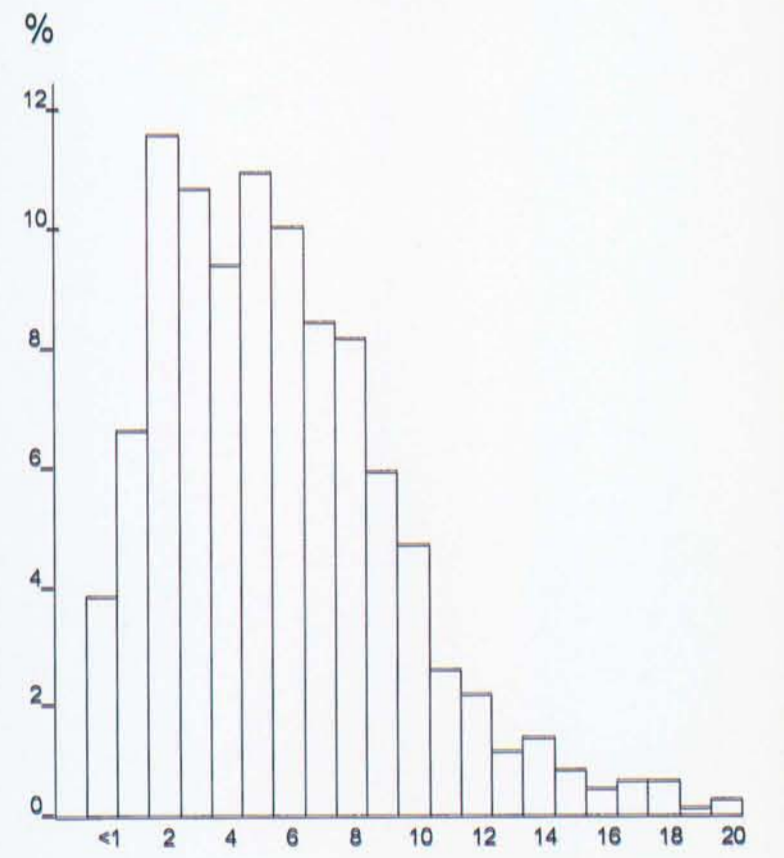
• Wartość graniczna dla tła w glebach Polski
Limit value for background in soil of Poland



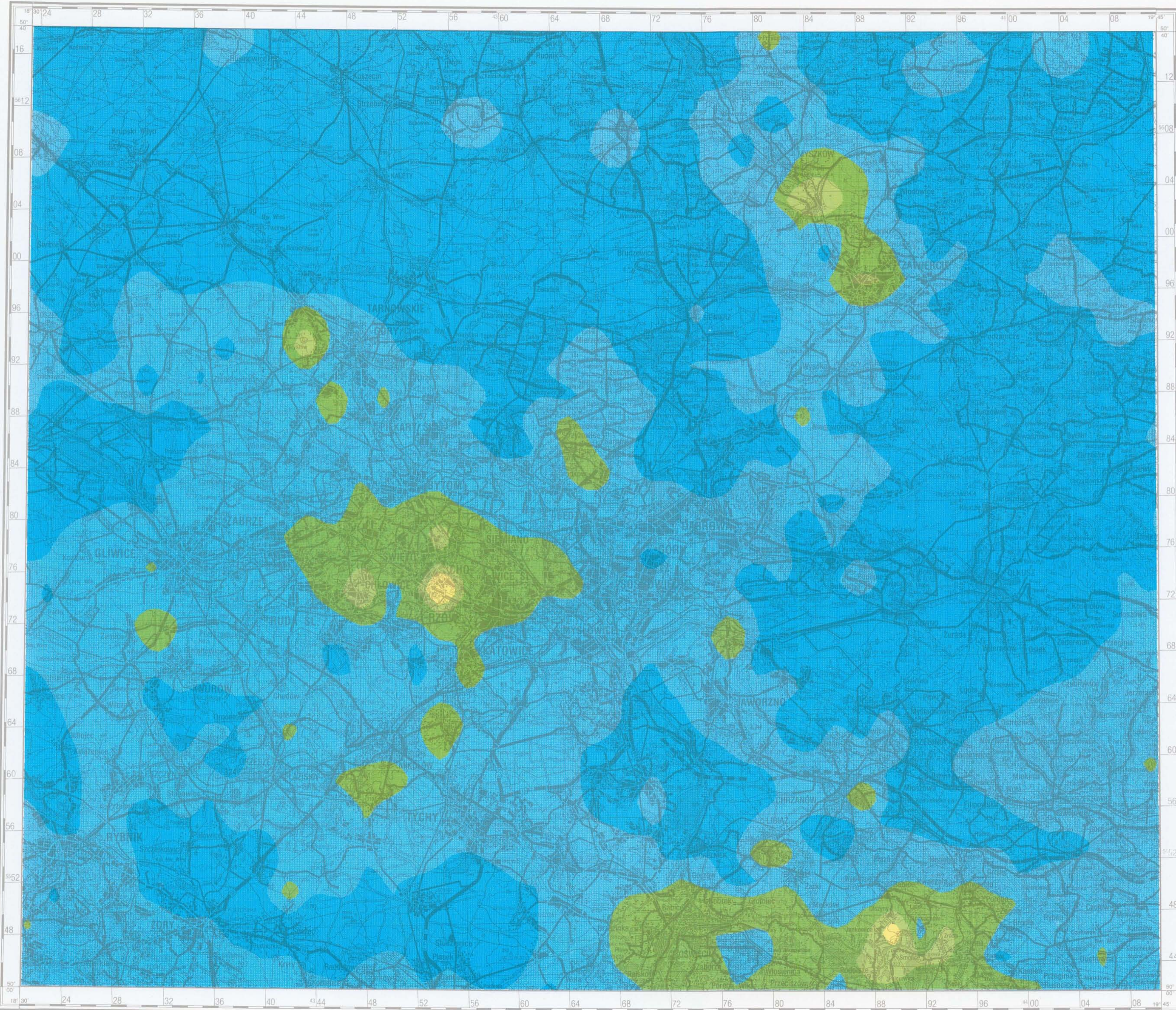
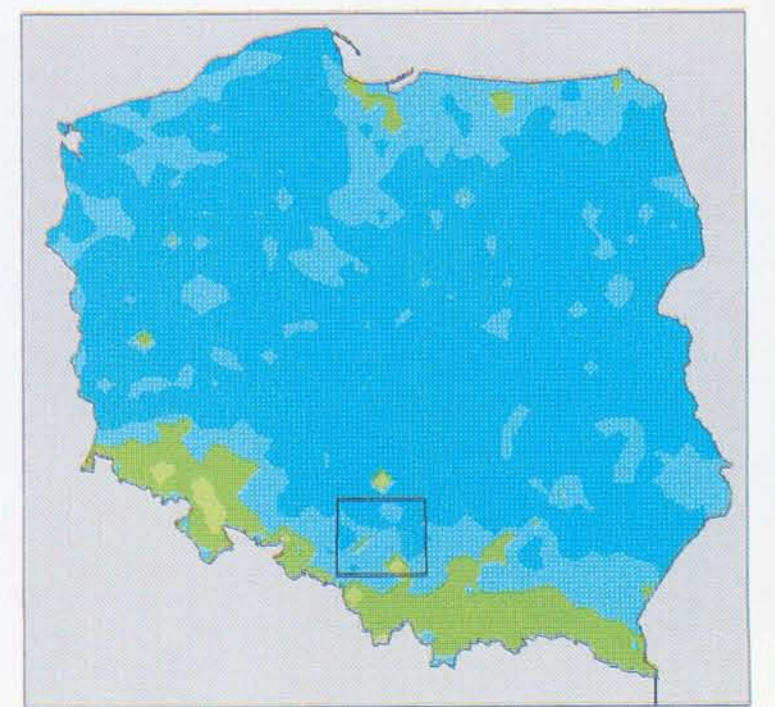
Cr CHROM CHROMIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	< 1	Minimum
Maksimum	95	Maximum
Średnia arytm.	6	Arithmetic mean
Średnia geom.	5	Geometric mean
Mediana	5	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



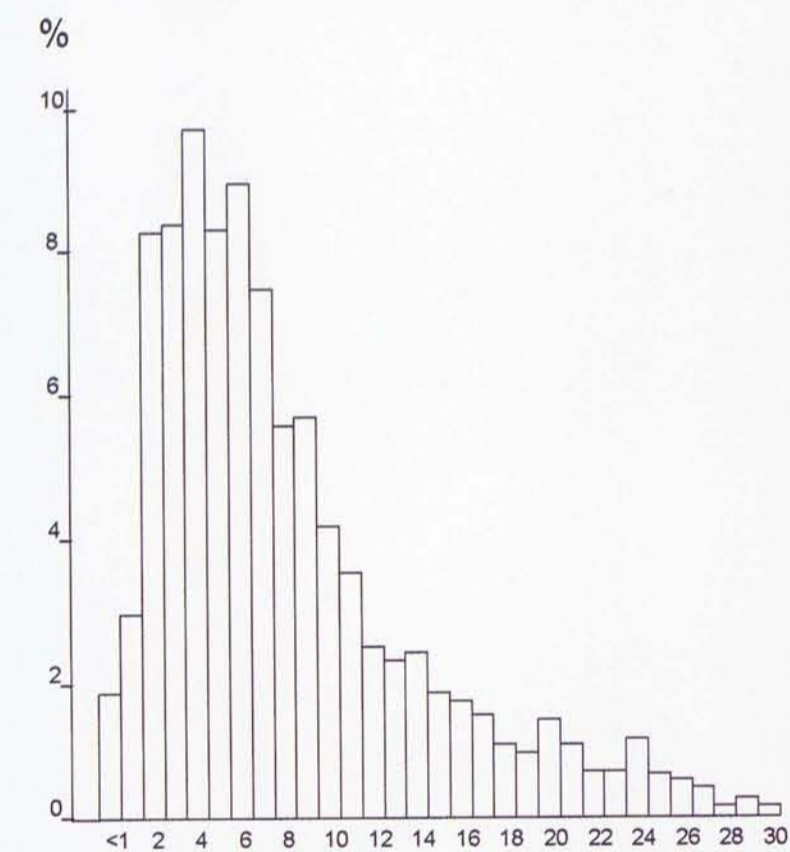
12 Wartość graniczna dla tła w glebach Polski
Limit value for background in soil of Poland



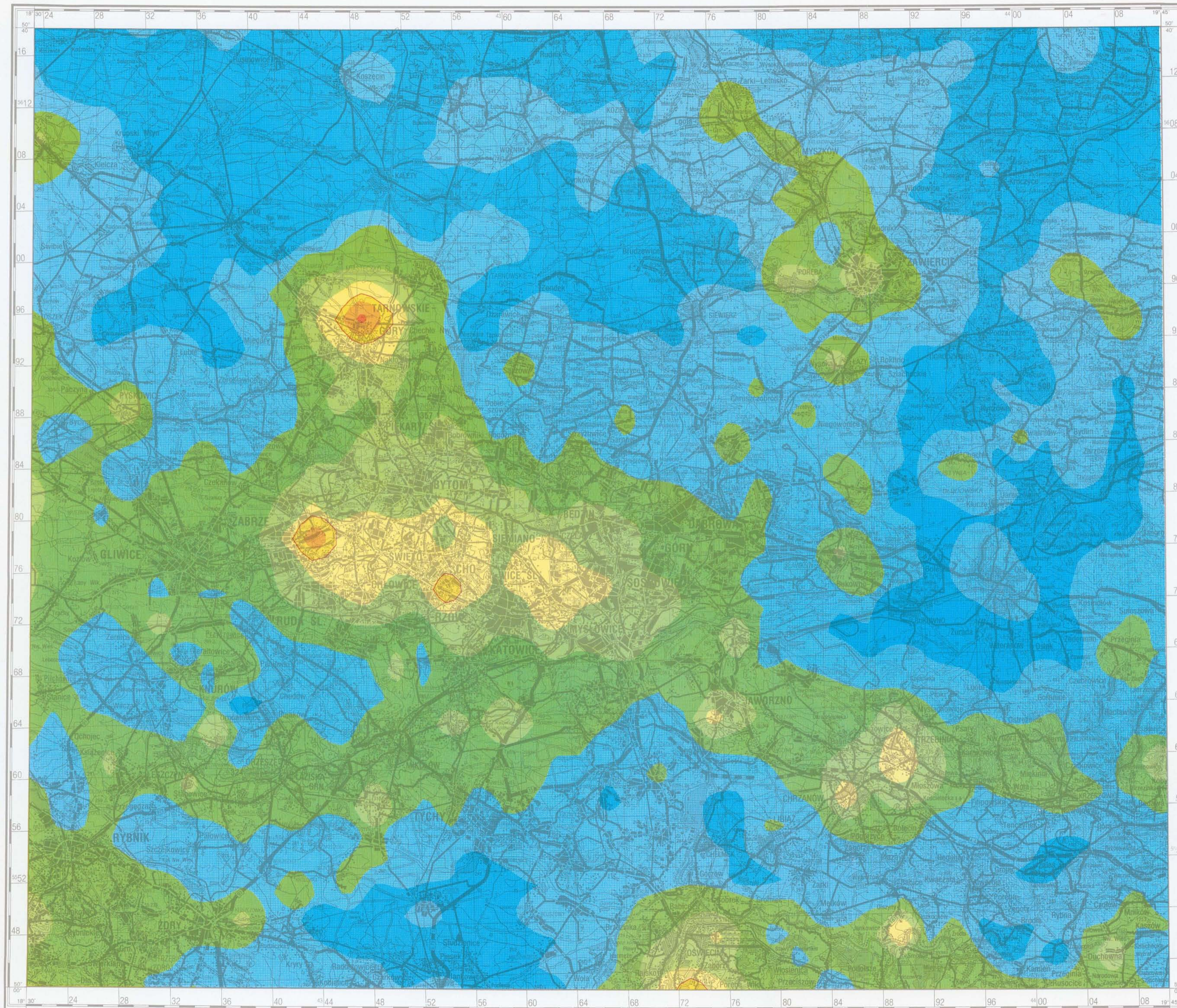
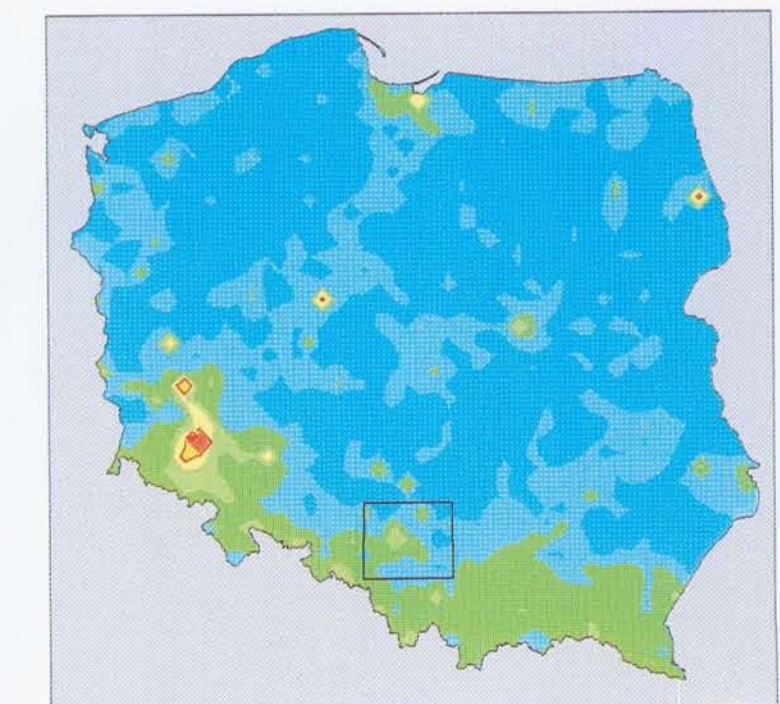
Cu MIEDŹ COPPER

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	< 1	Minimum
Maksimum	805	Maximum
Średnia arytm.	13	Arithmetic mean
Średnia geom.	7	Geometric mean
Mediana	7	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



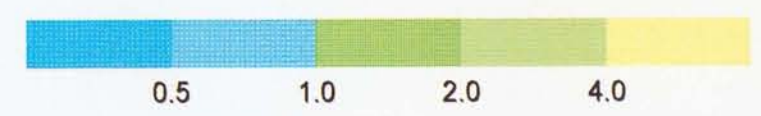
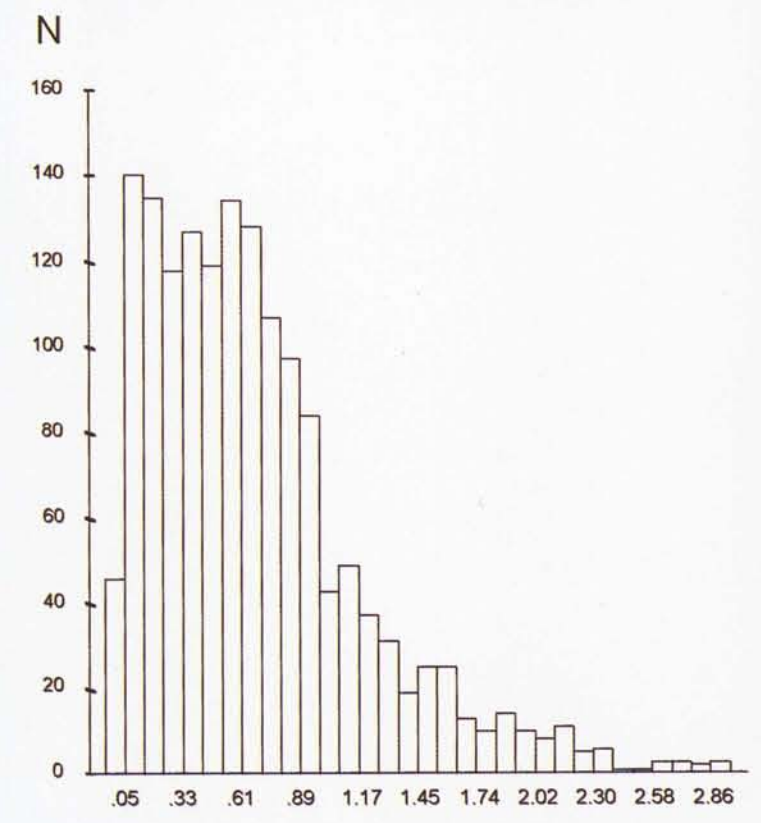
80 ————— Wartość graniczna w glebach
Limit value in soil



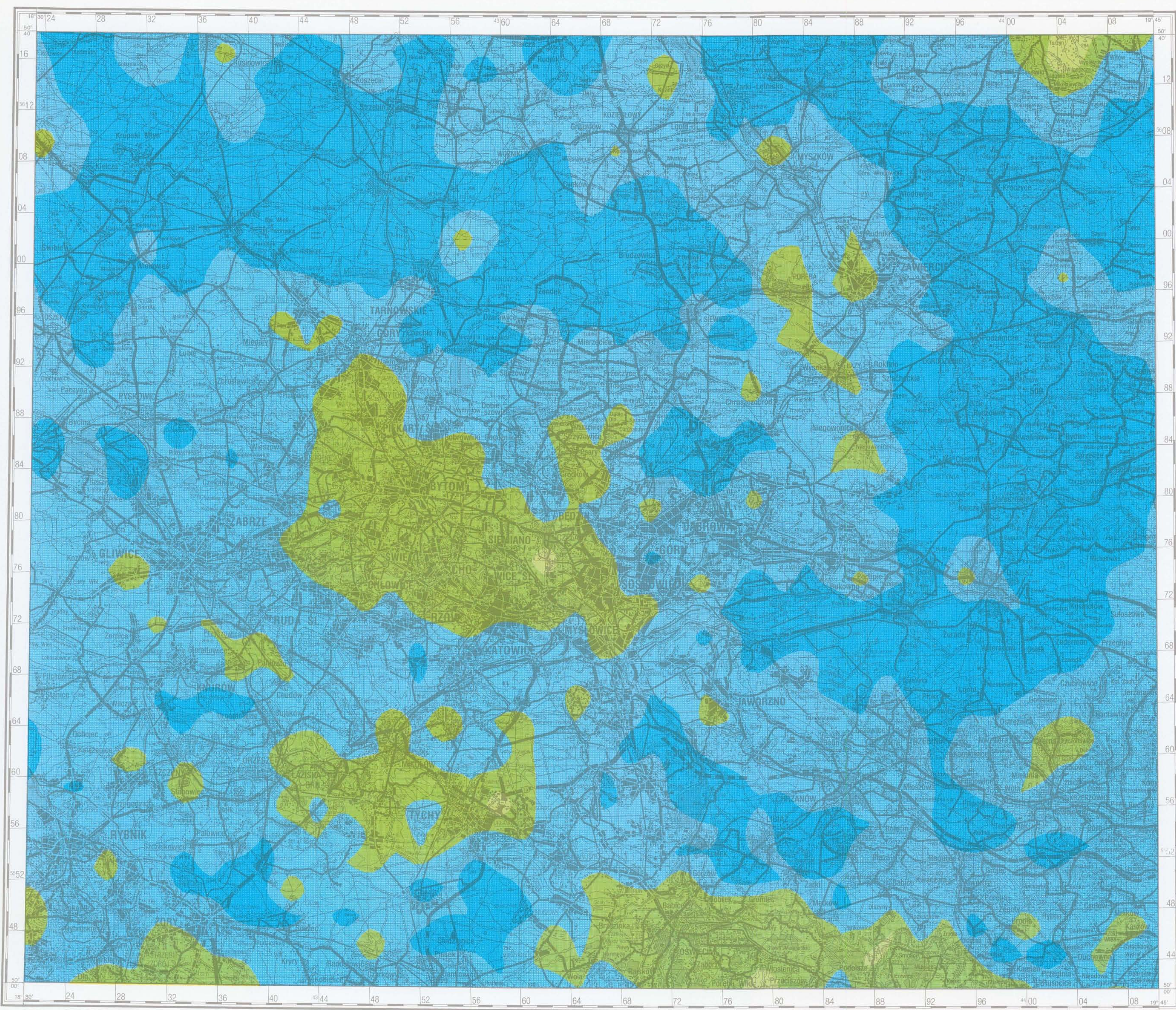
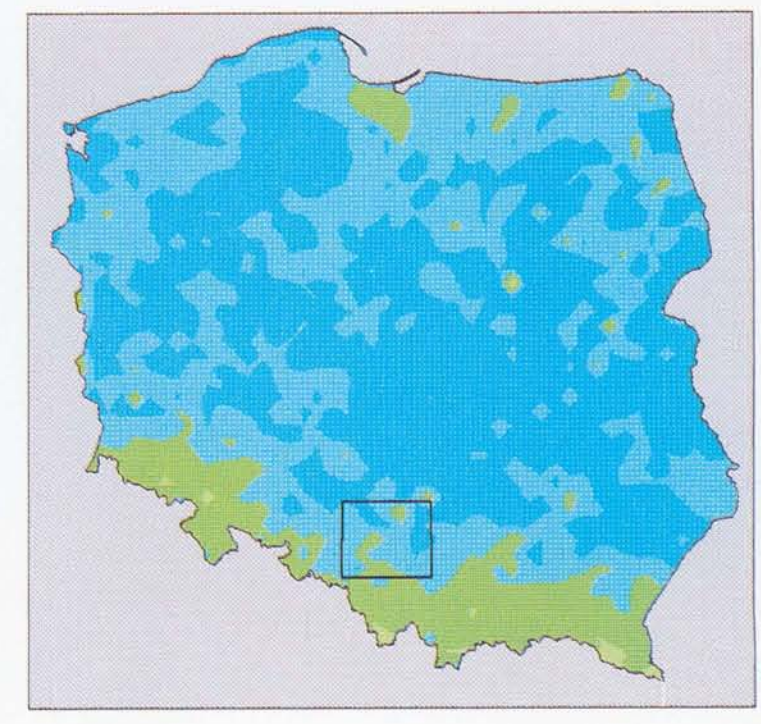
Fe ŻELAZO
IRON

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
% = procent = percent

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	< 0.01	Minimum
Maksimum	5.06	Maximum
Średnia arytm.	0.75	Arithmetic mean
Średnia geom.	0.56	Geometric mean
Mediana	0.63	Median
Granica wykrywalności	0.01	Detection limit



1.90 Wartość graniczna dla tła w glebach Polski
Limit value for background in soil of Poland

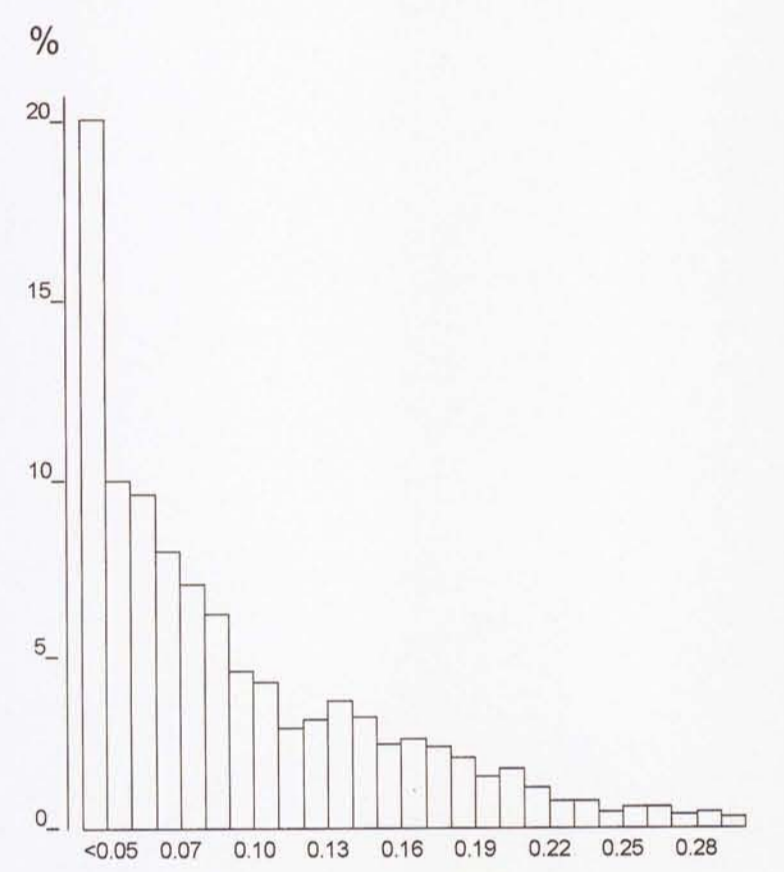


Hg

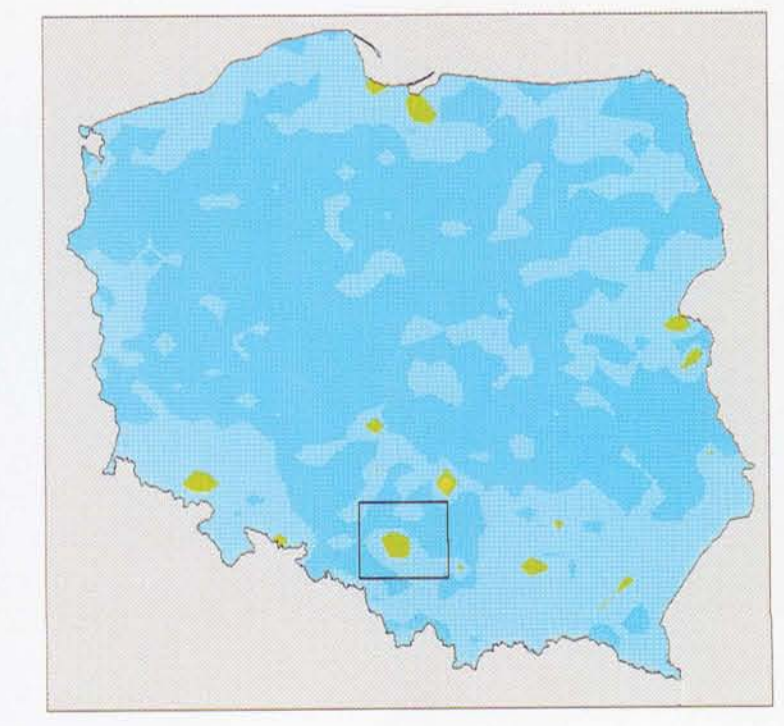
RTEĆ
MERCURY

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	< 0.05	Minimum
Maksimum	4.00	Maximum
Średnia arytm.	0.11	Arithmetic mean
Średnia geom.	0.08	Geometric mean
Mediana	0.08	Median
Granica wykrywalności	0.05	Detection limit



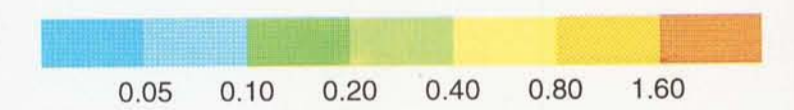
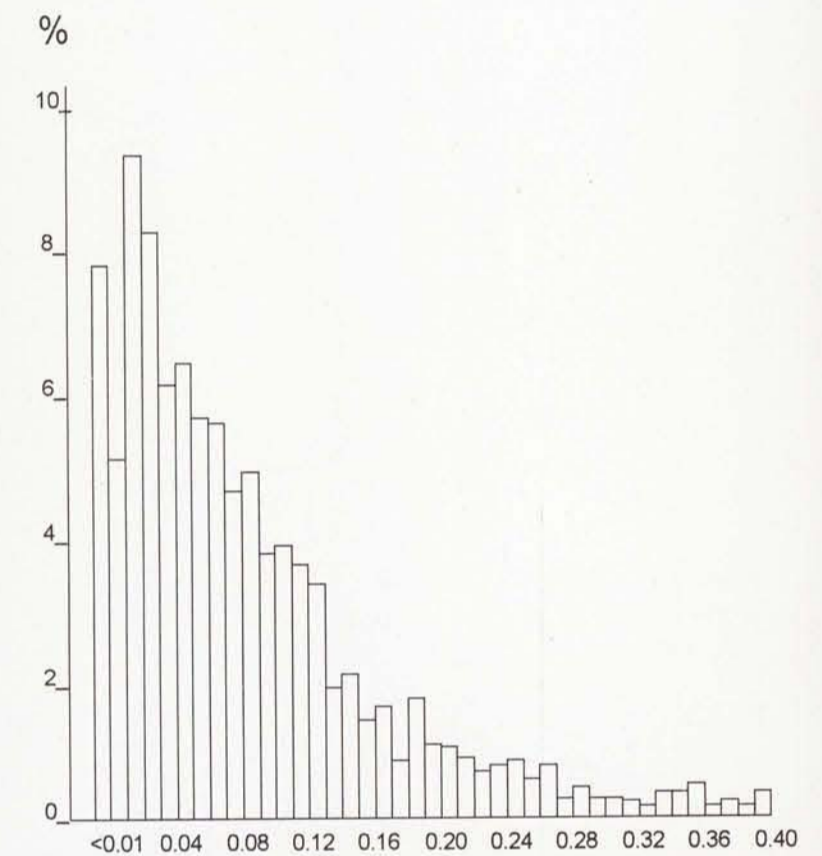
1 ————— Wartość graniczna w glebach
Limit value in soil



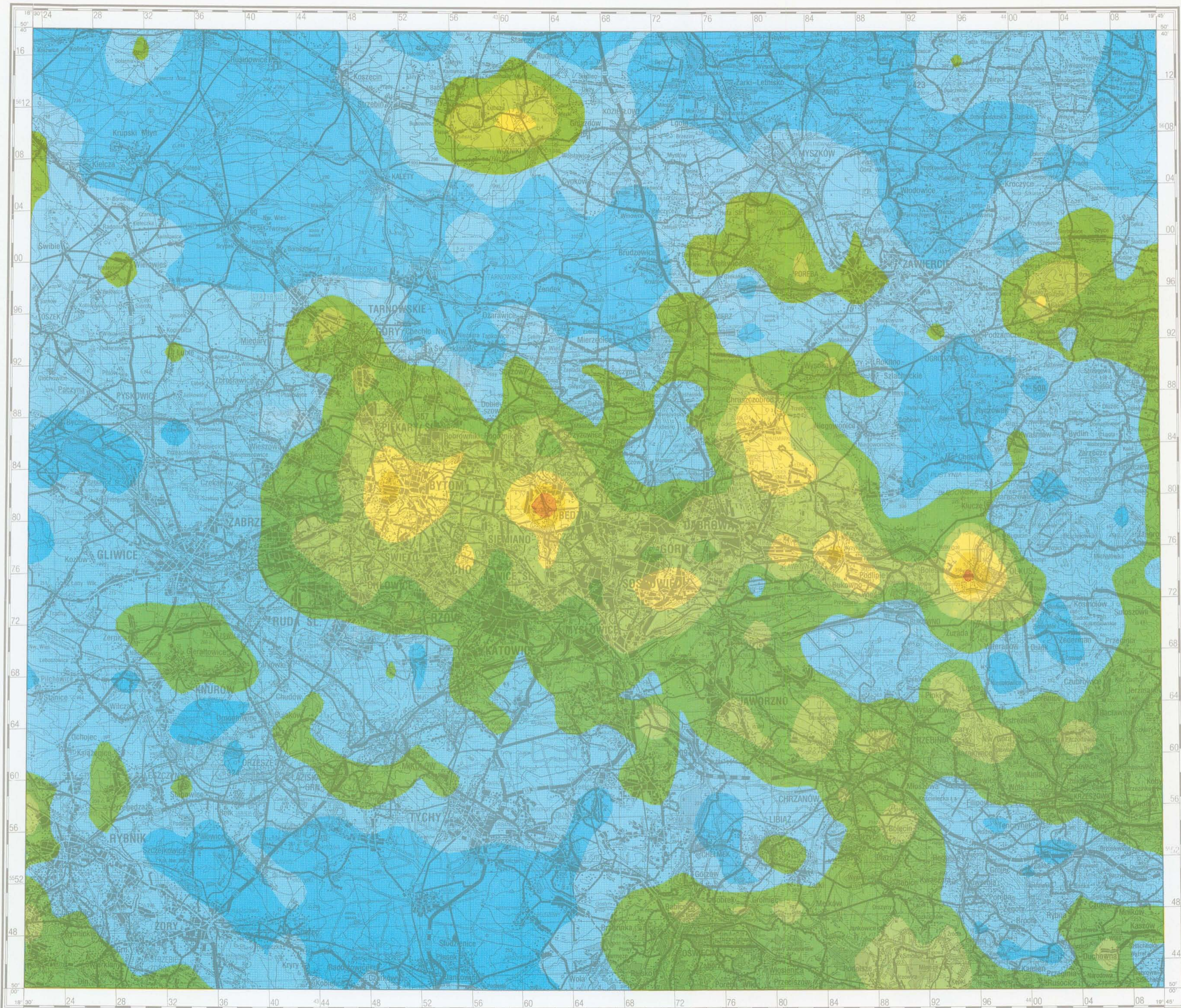
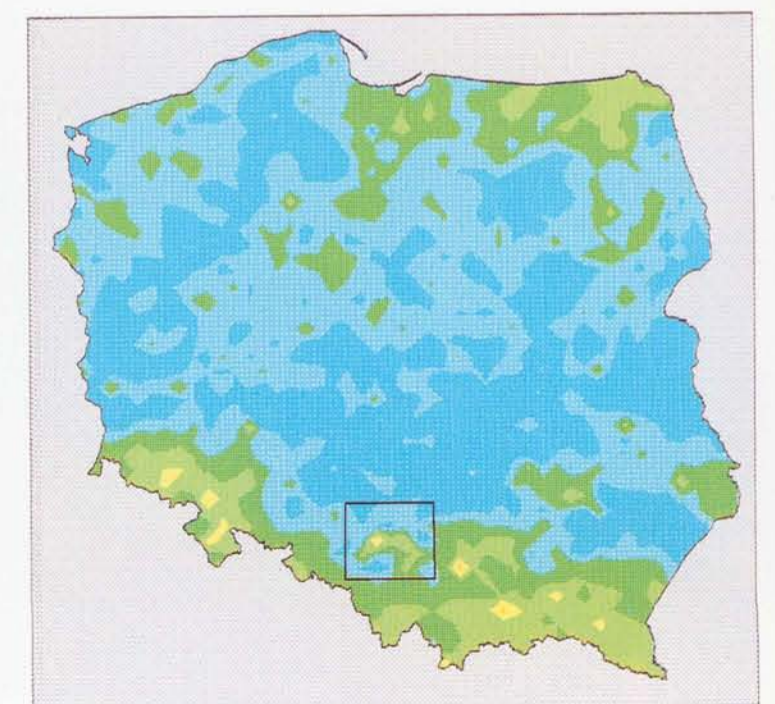
Mg MAGNEZ MAGNESIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
% = procent = percent

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	< 0.01	Minimum
Maksimum	4.90	Maximum
Srednia arytm.	0.12	Arithmetic mean
Srednia geom.	0.06	Geometric mean
Mediana	0.07	Median
Granica wykrywalności	0.01	Detection limit



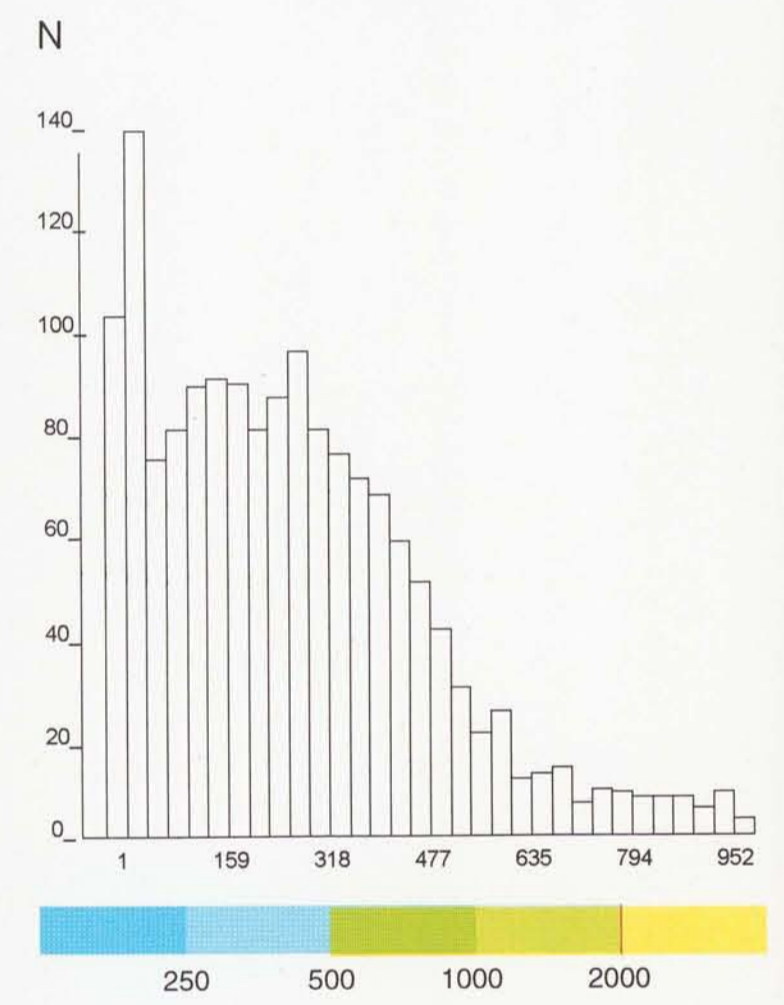
0.20 Wartość graniczna dla tła w glebach Polski
Limit value for background in soil of Poland



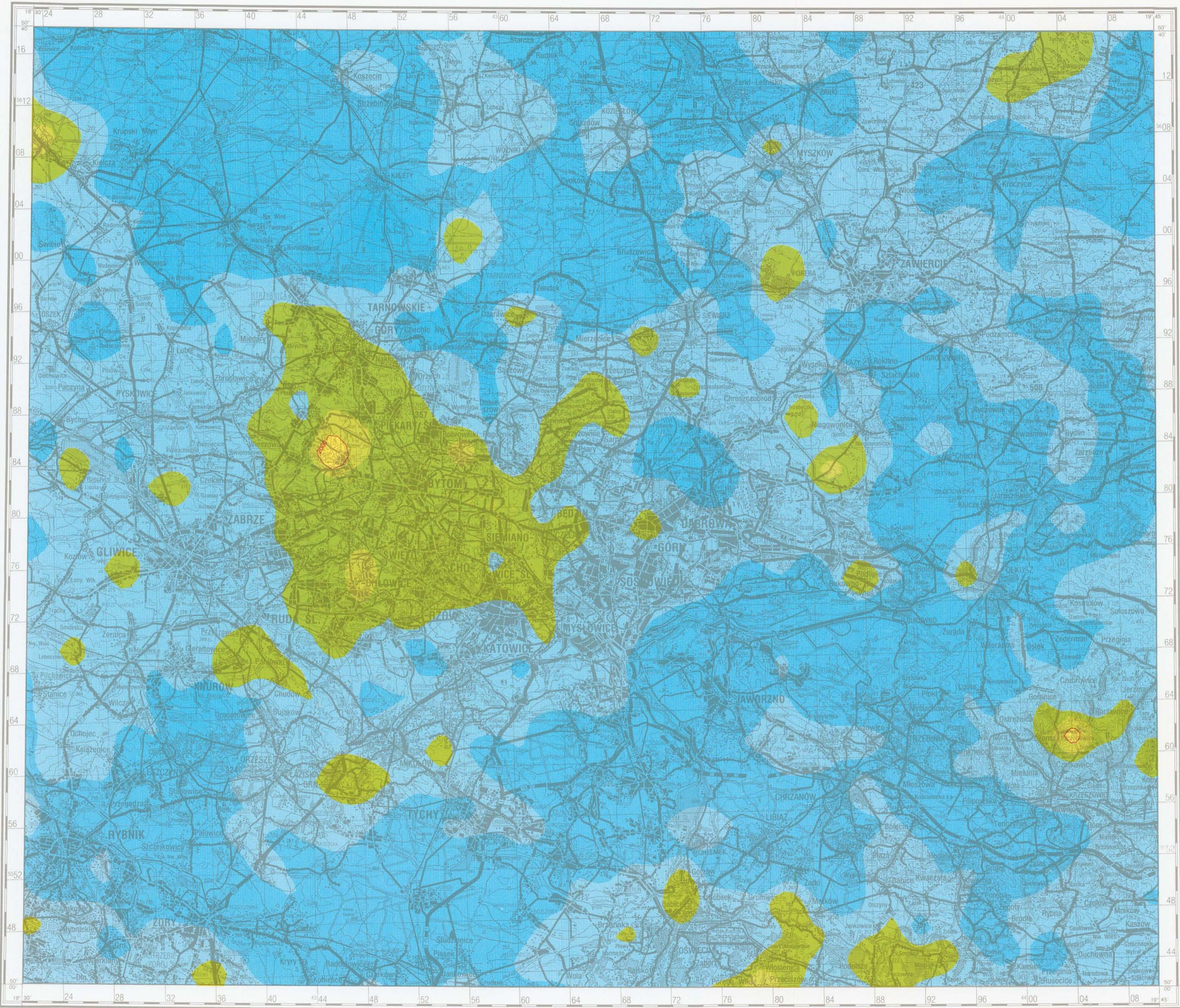
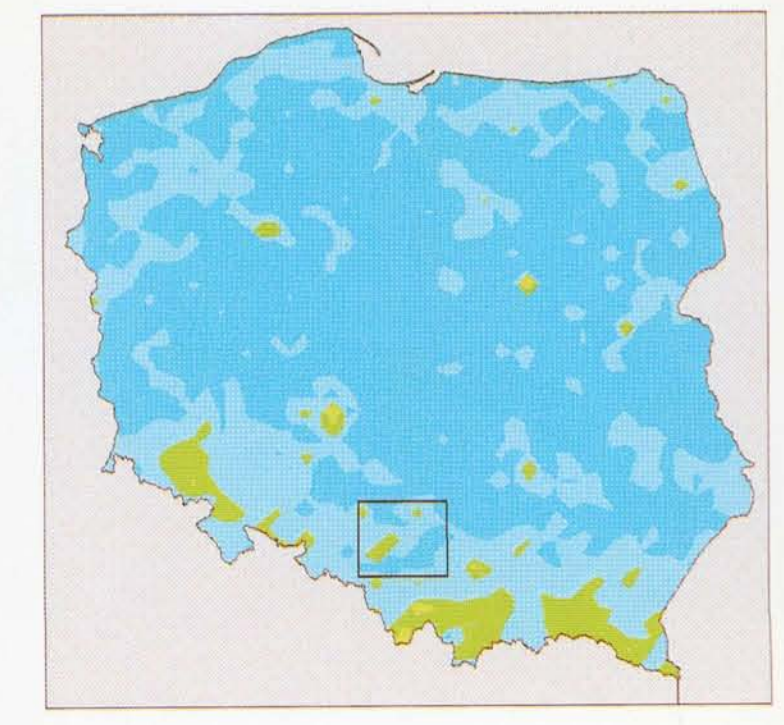
Mn MANGAN MANGANESE

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	2	Minimum
Maksimum	7000	Maximum
Średnia arytm.	320	Arithmetic mean
Średnia geom.	186	Geometric mean
Mediana	257	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



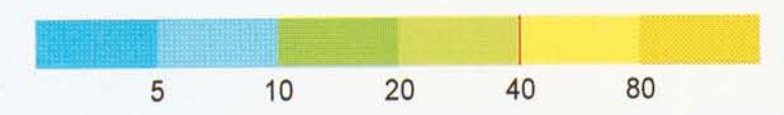
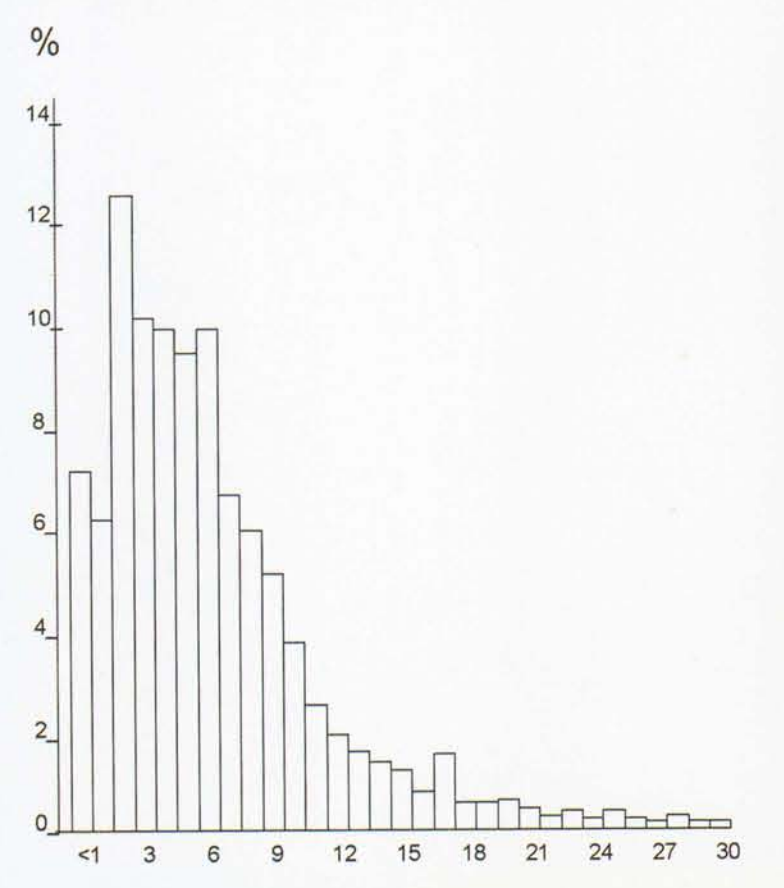
2000 ————— Wartość graniczna w glebach
Limit value in soil



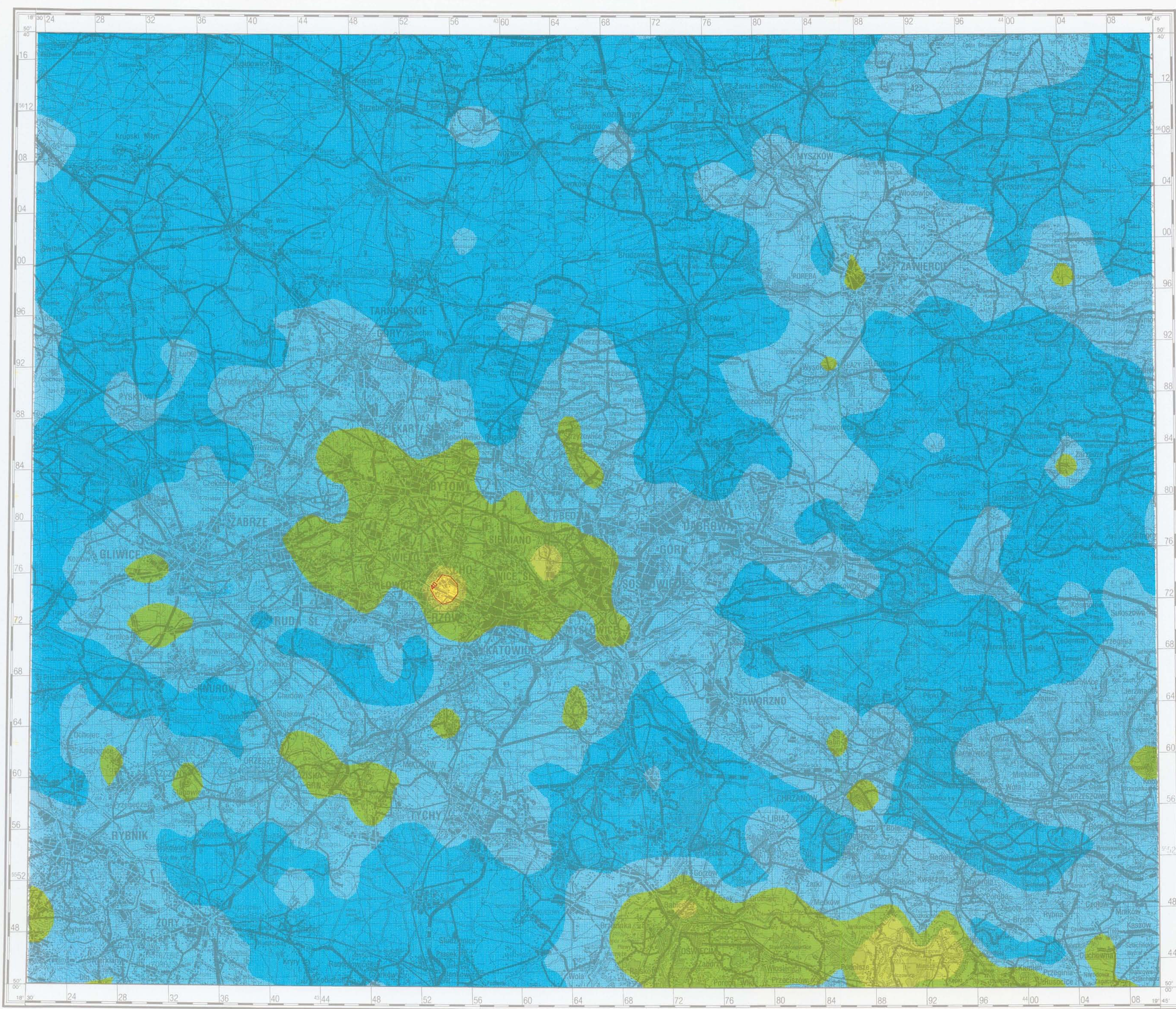
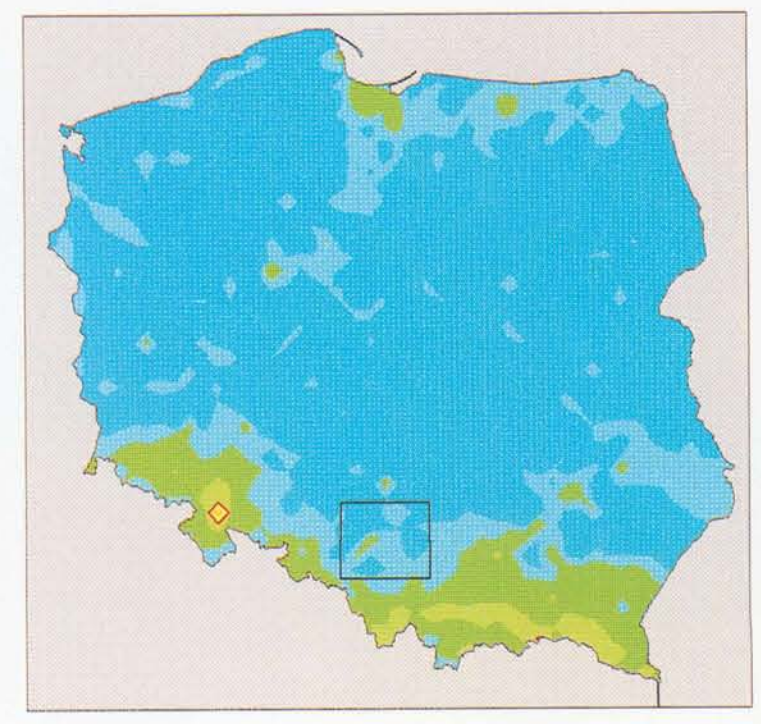
Ni NIKIEL NICKEL

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	< 1	Minimum
Maksimum	89	Maximum
Średnia arytm.	6	Arithmetic mean
Średnia geom.	4	Geometric mean
Mediana	5	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



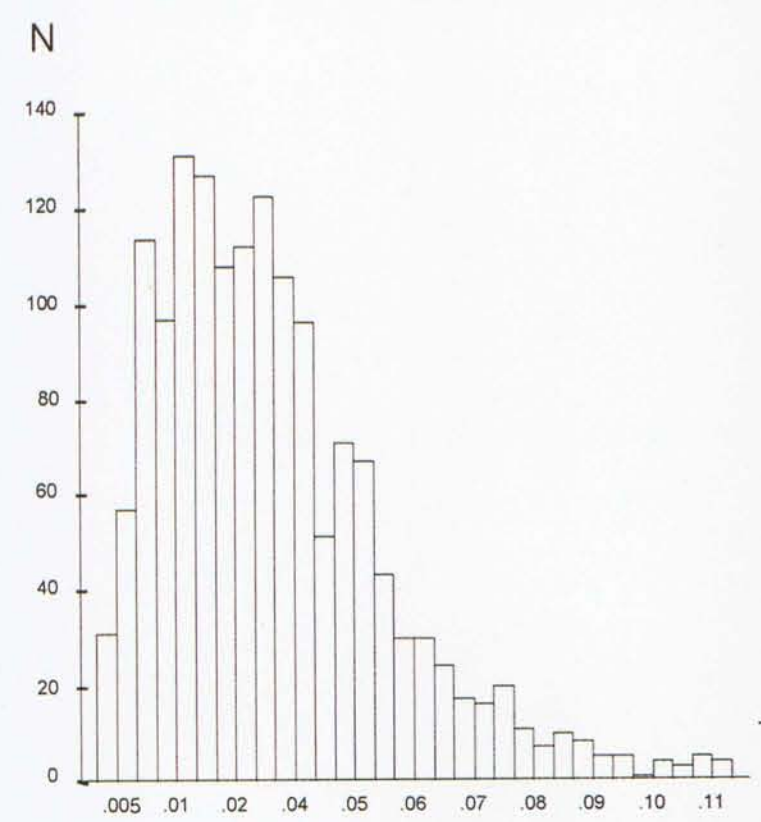
40 ————— Wartość graniczna w glebach
Limit value in soil



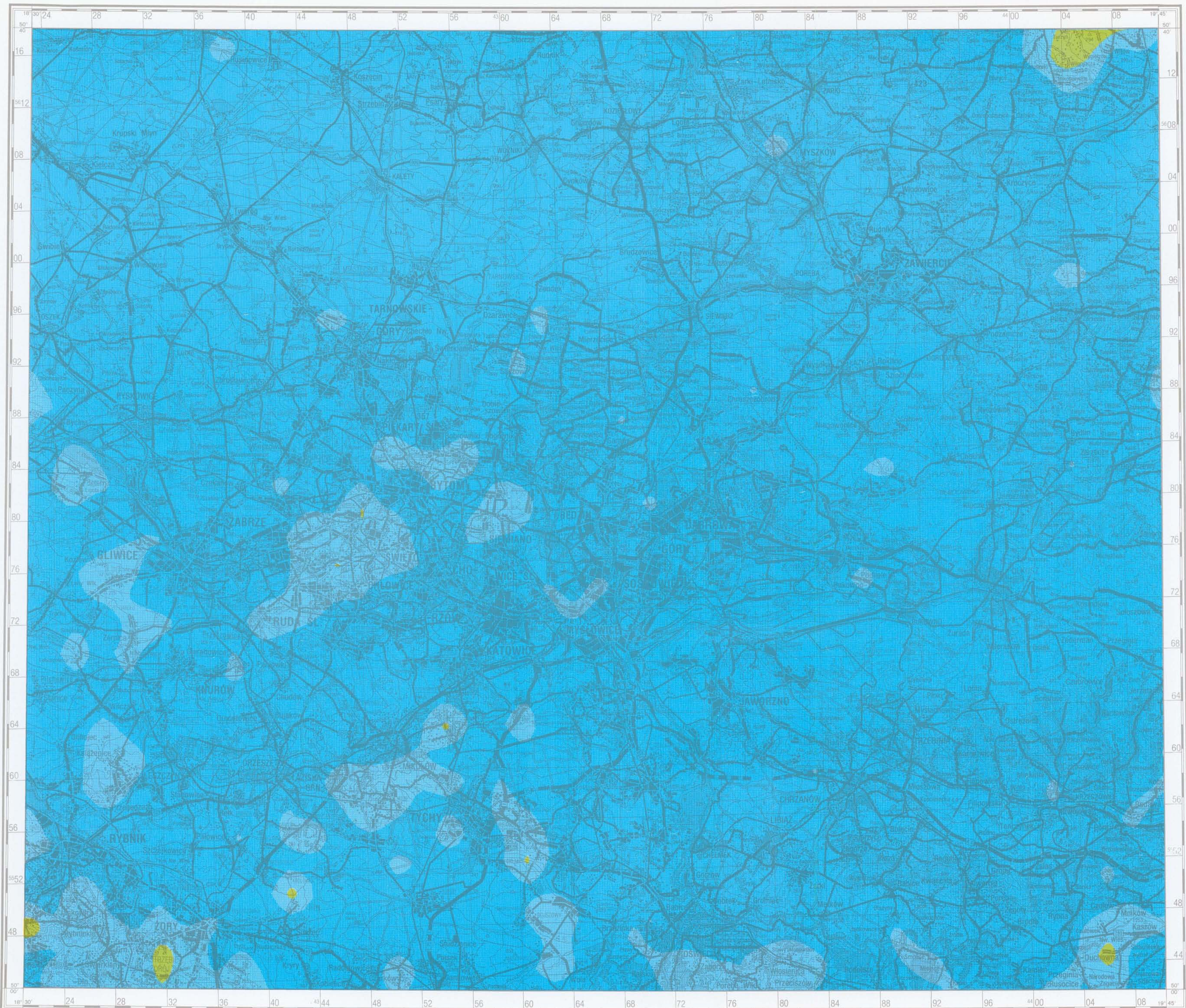
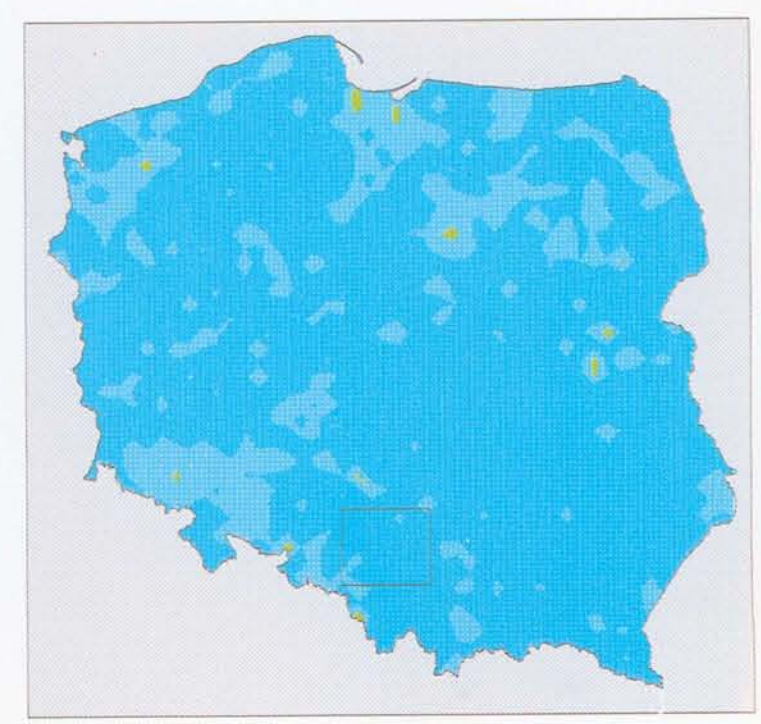
P FOSFOR PHOSPHORUS

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
% = procent = percent

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	< 0.005	Minimum
Maksimum	0.476	Maximum
Średnia arytm.	0.036	Arithmetic mean
Średnia geom.	0.027	Geometric mean
Mediana	0.030	Median
Granica wykrywalności	0.005	Detection limit



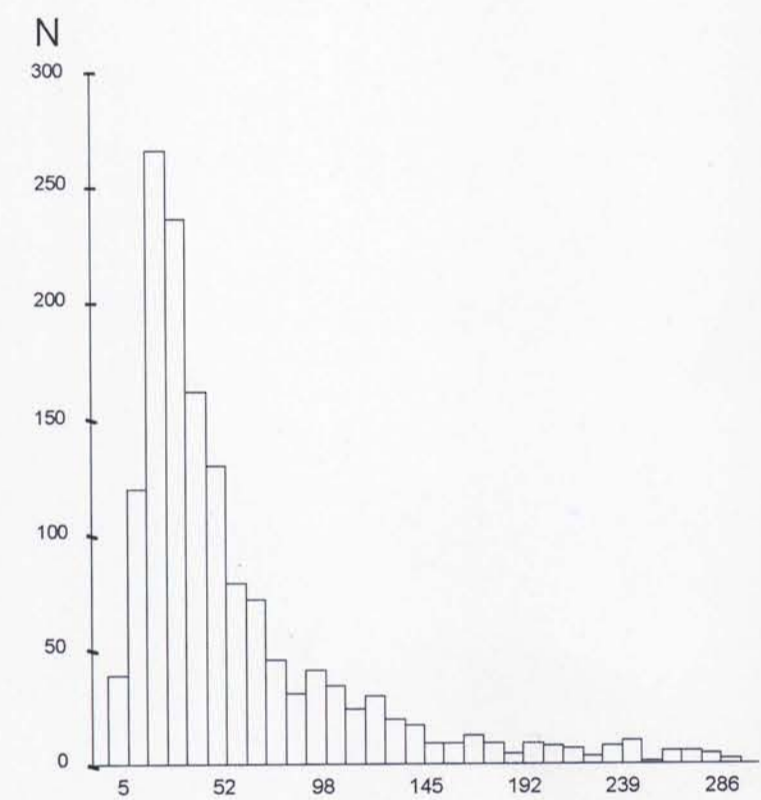
0.080 Wartość graniczna dla tła w glebach Polski
Limit value for background in soil of Poland



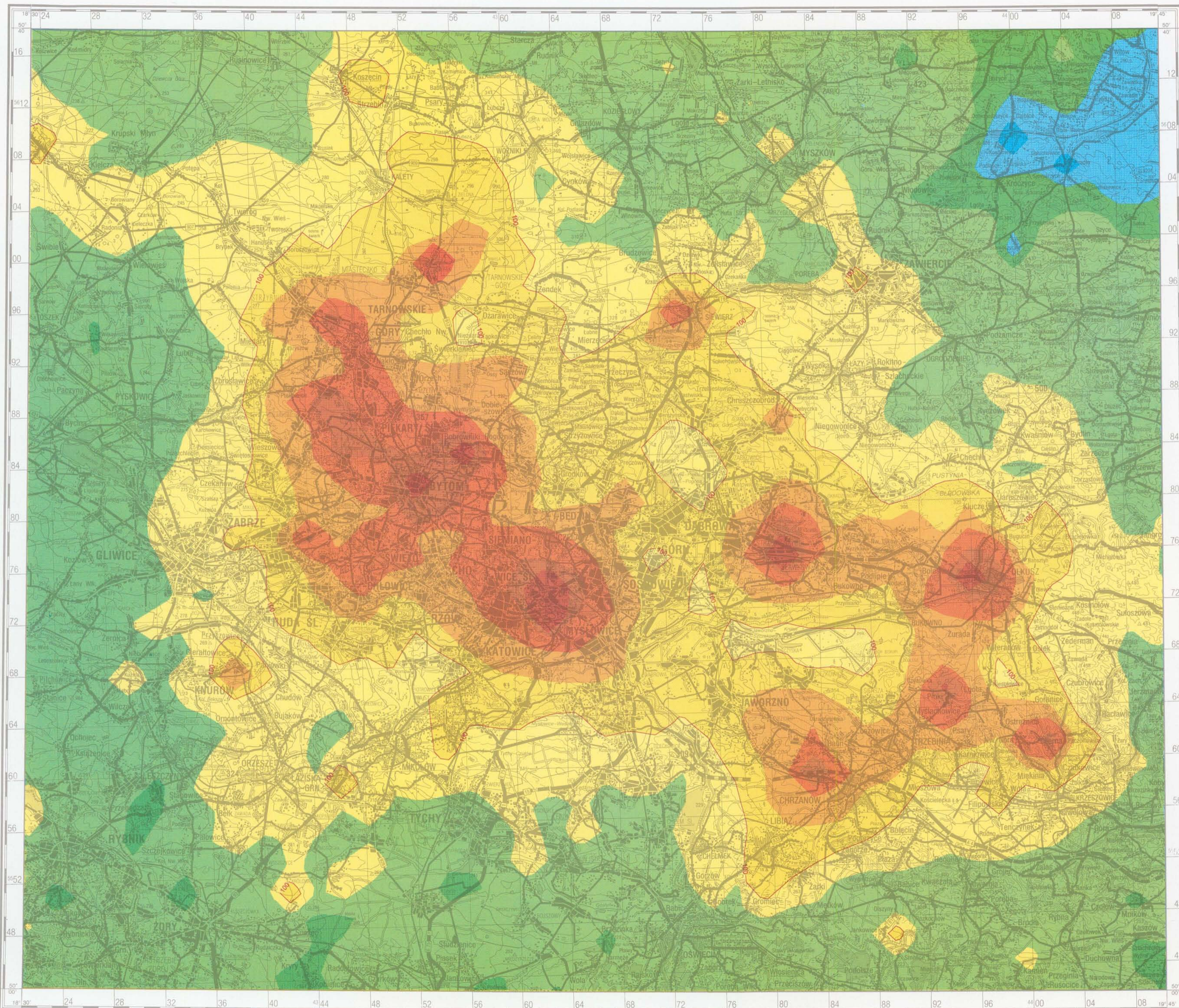
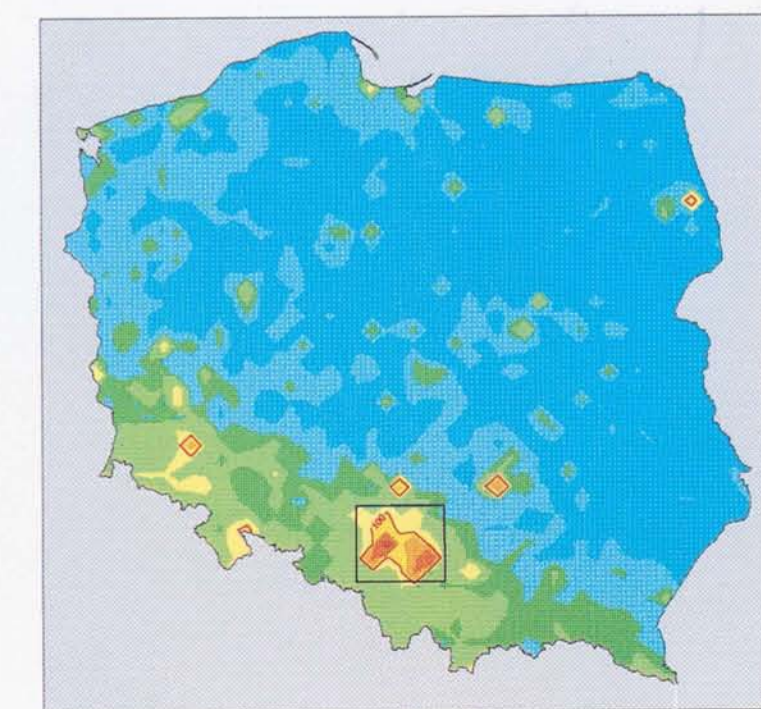
Pb OŁÓW LEAD

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	< 3	Minimum
Maksimum	16972	Maximum
Średnia arytm.	130	Arithmetic mean
Średnia geom.	53	Geometric mean
Mediana	44	Median
Granica wykrywalności	3	Detection limit



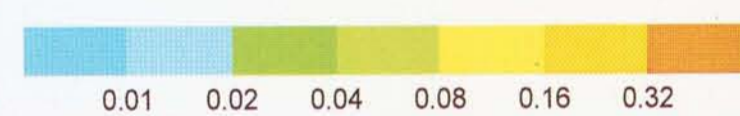
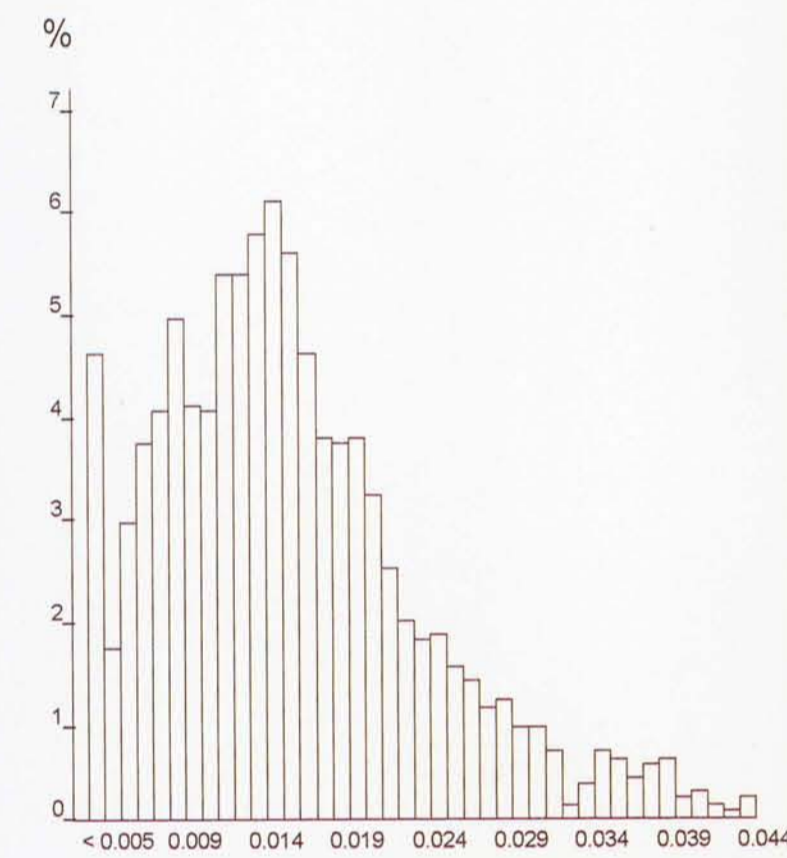
100 ————— Wartość graniczna w glebach
Limit value in soil



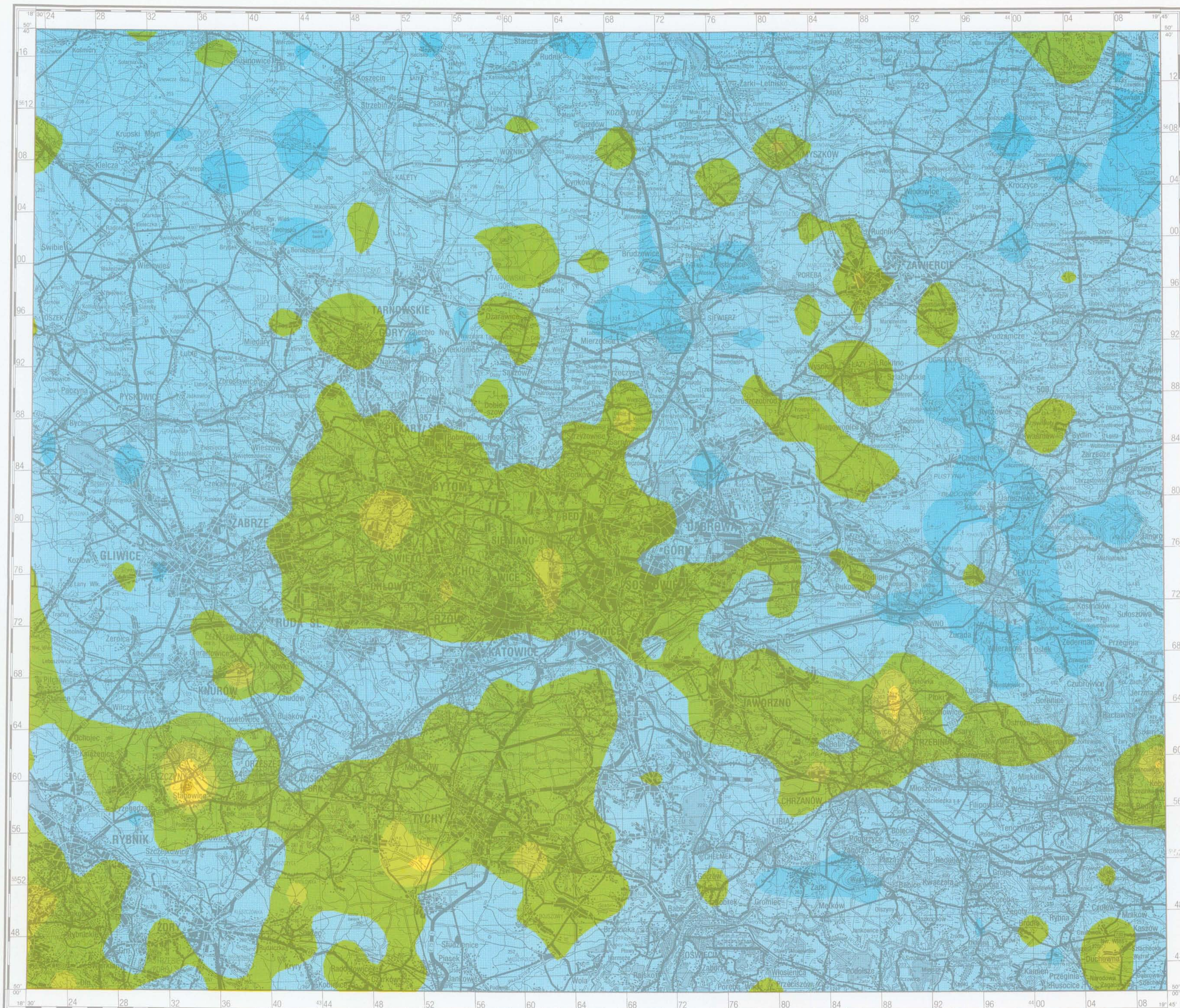
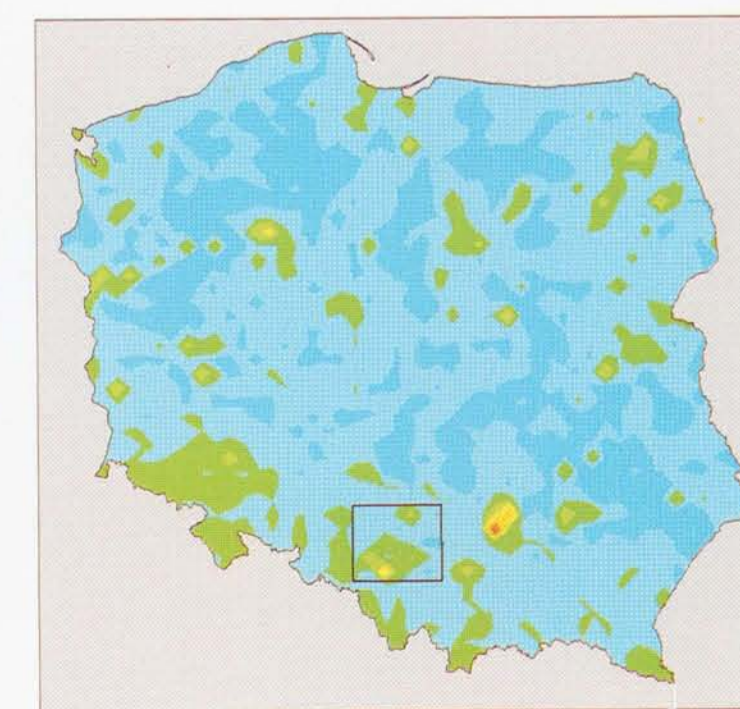
S SIARKA SULPHUR

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
% = procent = percent

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	< 0.005	Minimum
Maksimum	0.516	Maximum
Srednia arytm.	0.019	Arithmetic mean
Srednia geom.	0.015	Geometric mean
Mediana	0.015	Median
Granica wykrywalności	0.005	Detection limit



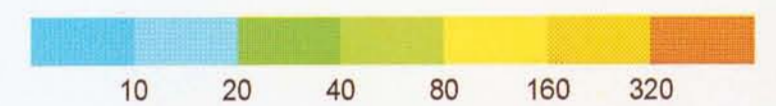
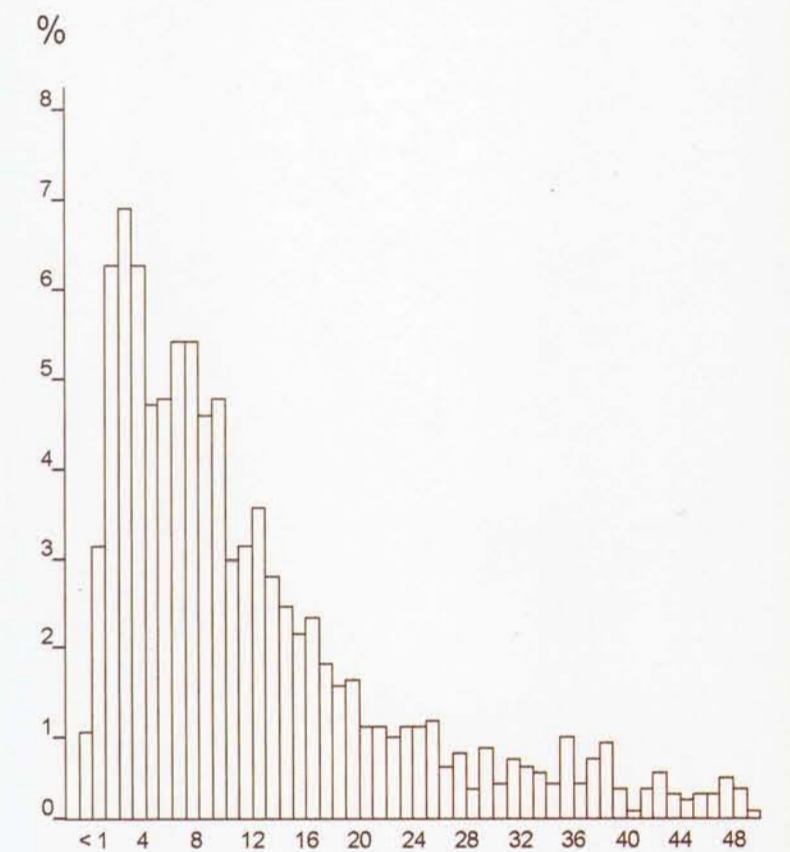
0.04 Wartość graniczna dla tła w glebach Polski
Limit value for background in soil of Poland



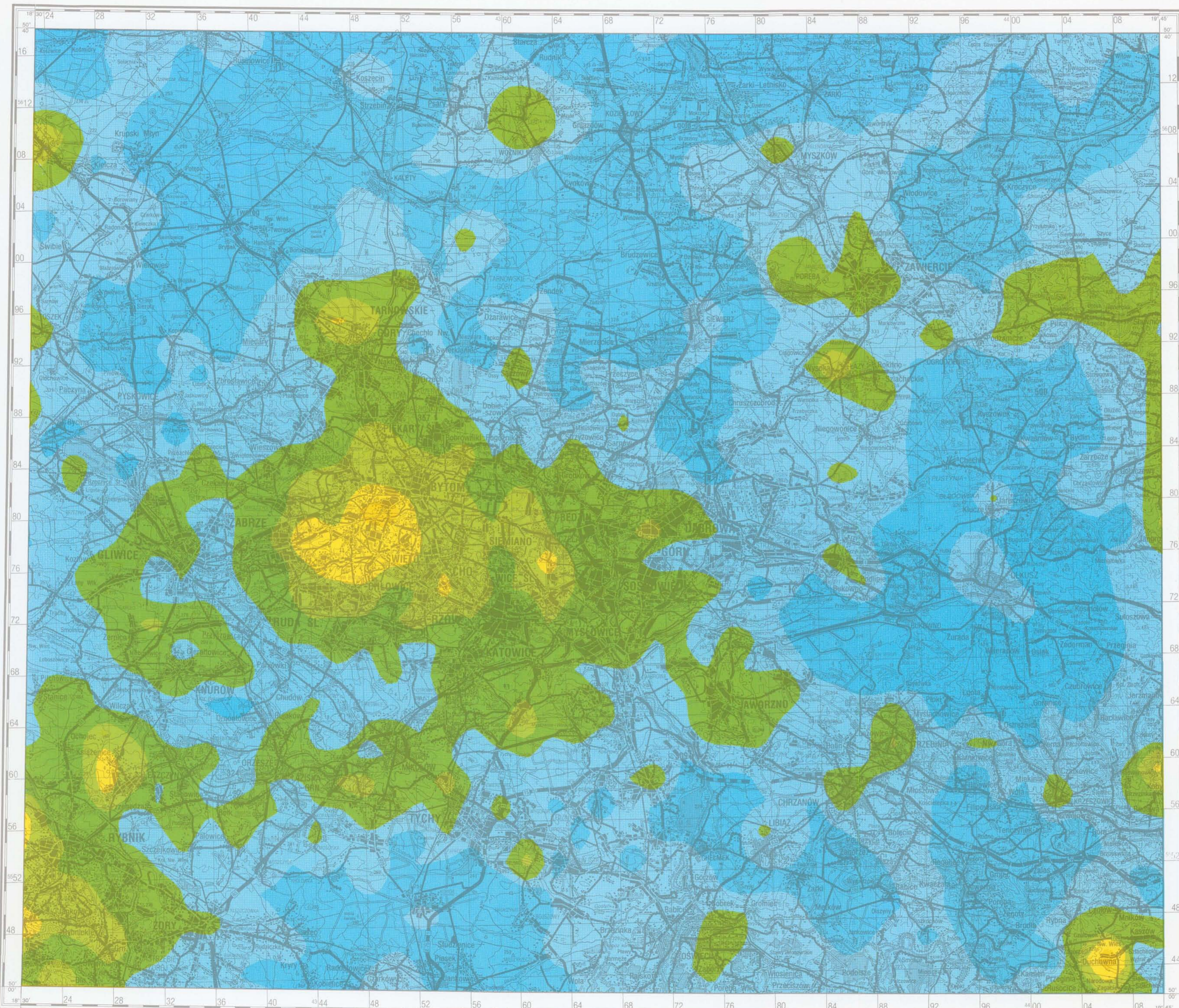
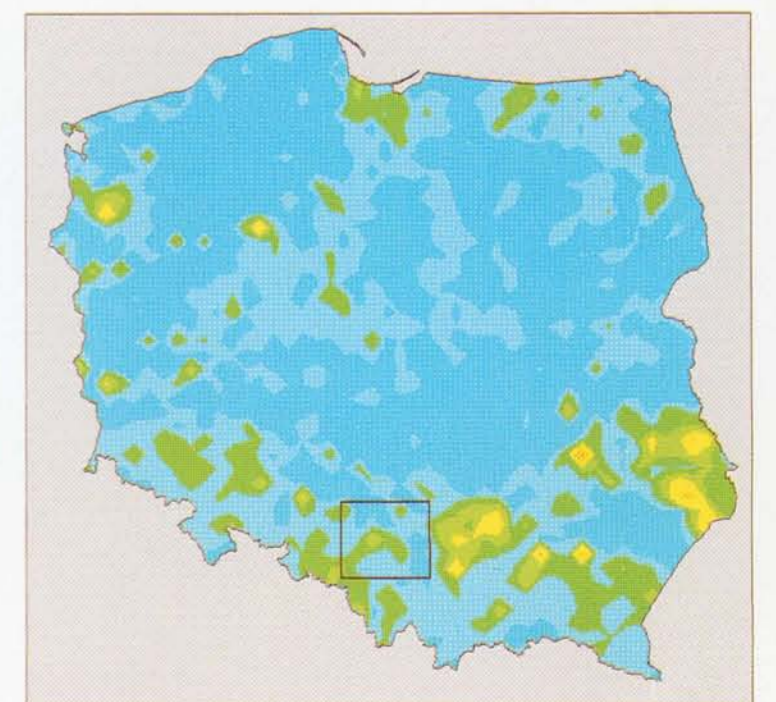
Sr STRONT STRONTIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	< 1	Minimum
Maksimum	708	Maximum
Średnia arytm.	20	Arithmetic mean
Średnia geom.	10	Geometric mean
Mediana	10	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



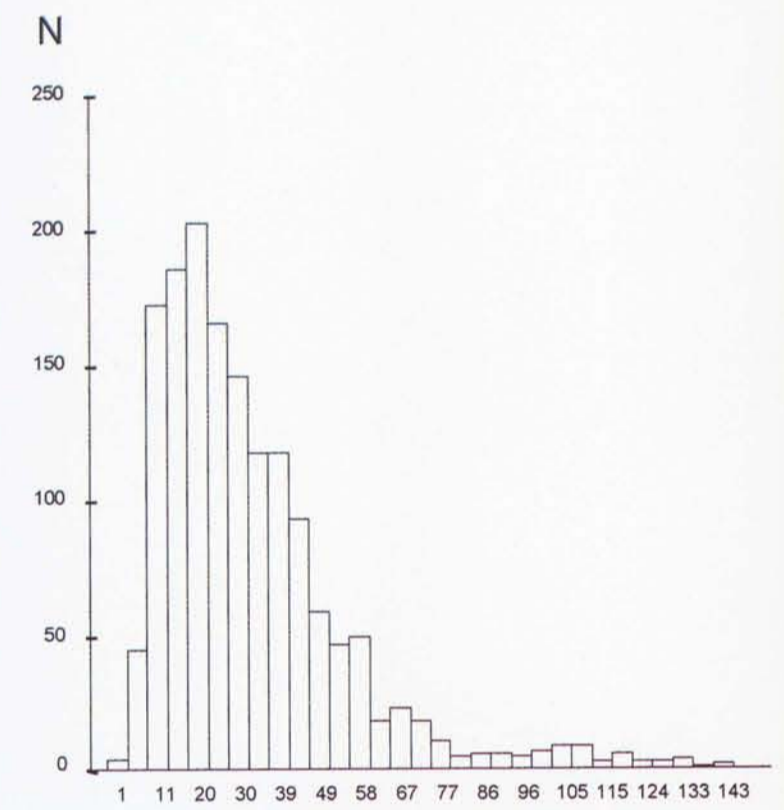
30 Wartość graniczna dla tła w glebach Polski
Limit value for background in soil of Poland



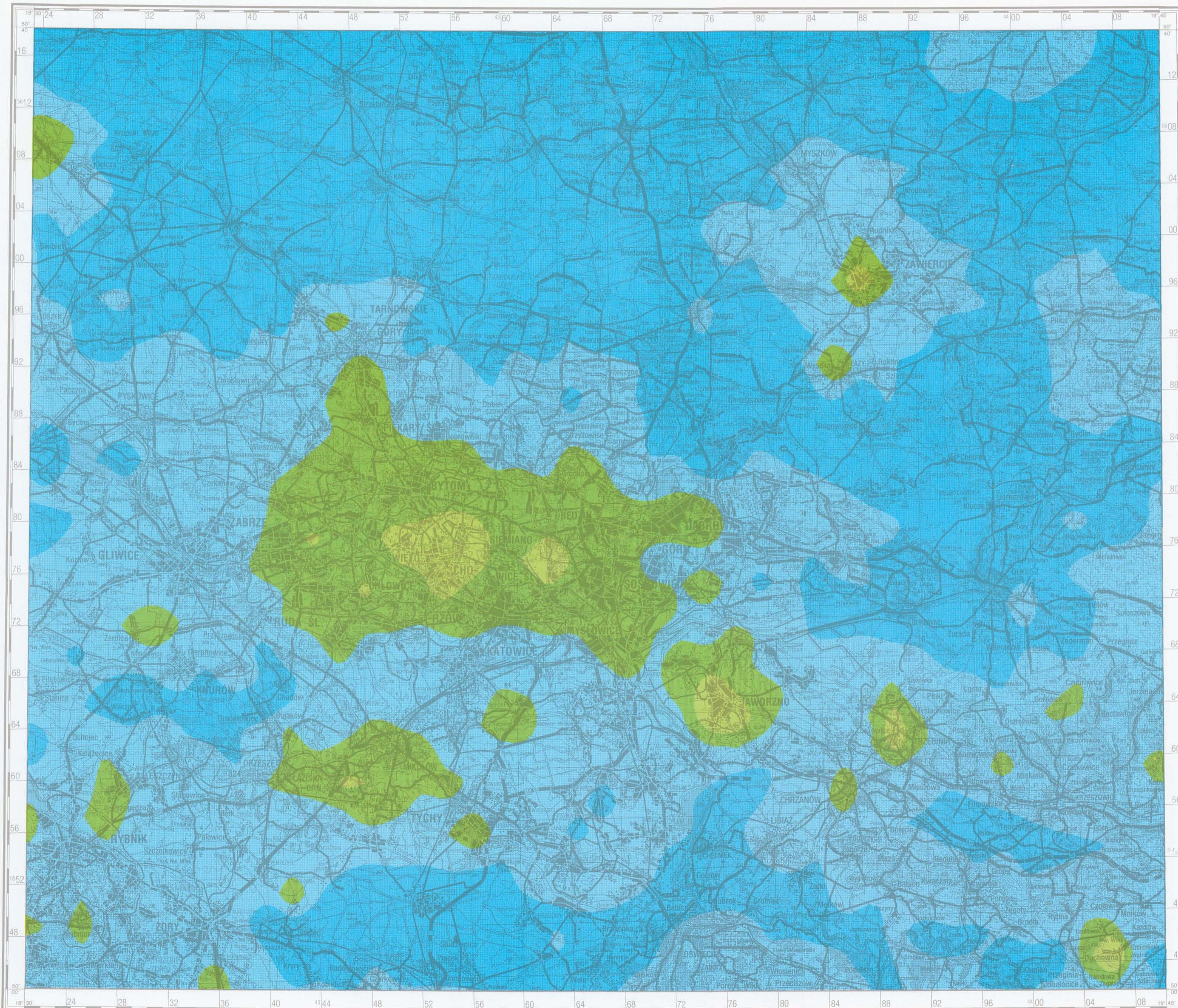
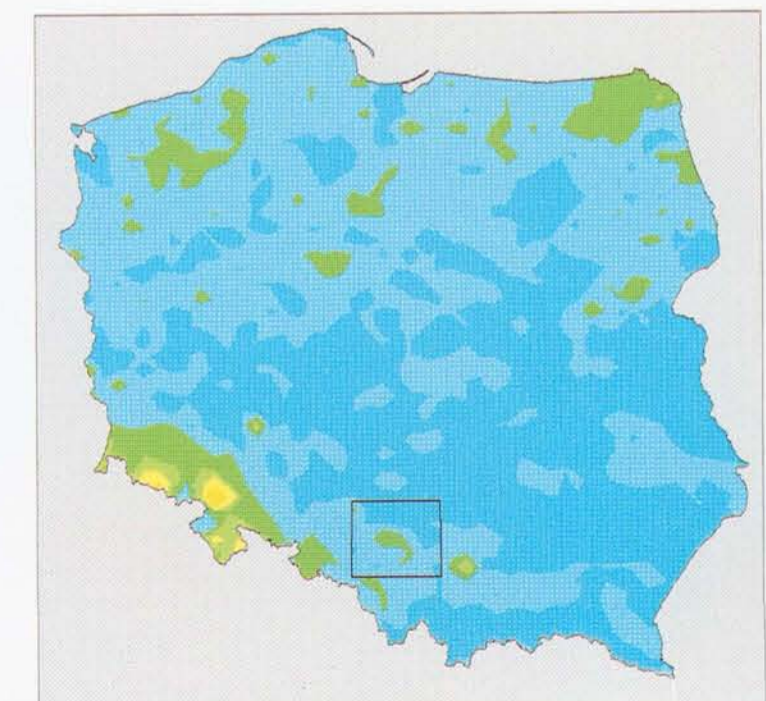
Ti TYTAN TITANIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	1	Minimum
Maksimum	396	Maximum
Średnia arytm.	35	Arithmetic mean
Średnia geom.	27	Geometric mean
Mediana	28	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



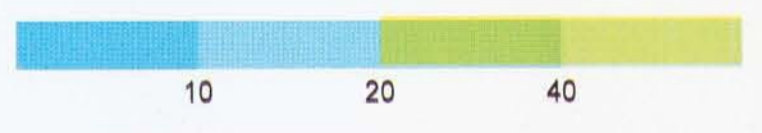
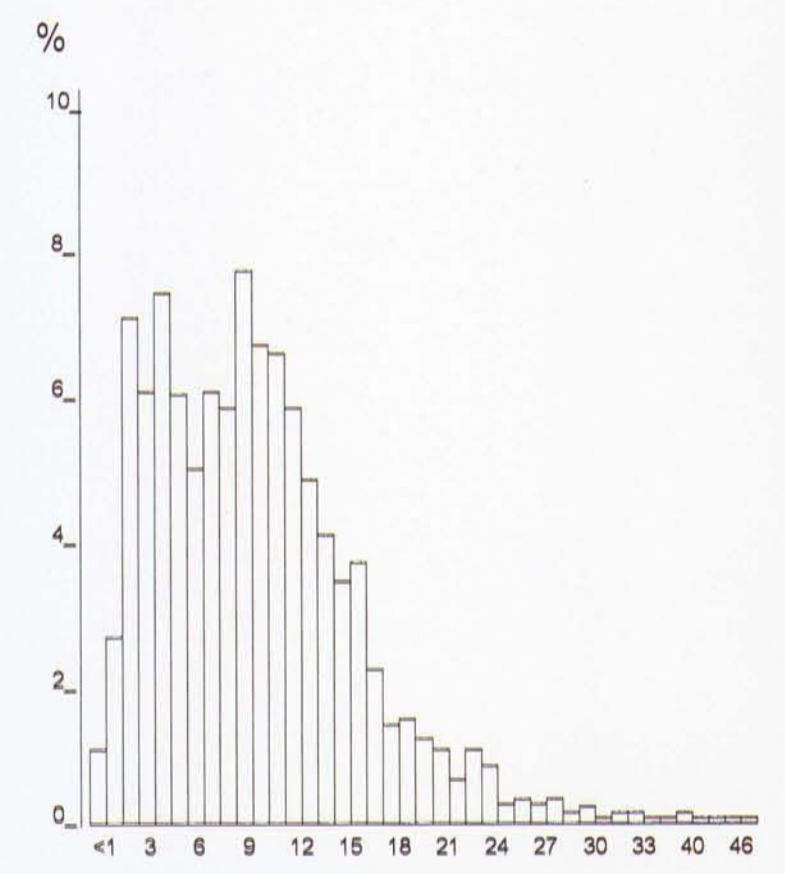
80 Wartość graniczna dla tła w glebach Polski
Limit value for background in soil of Poland



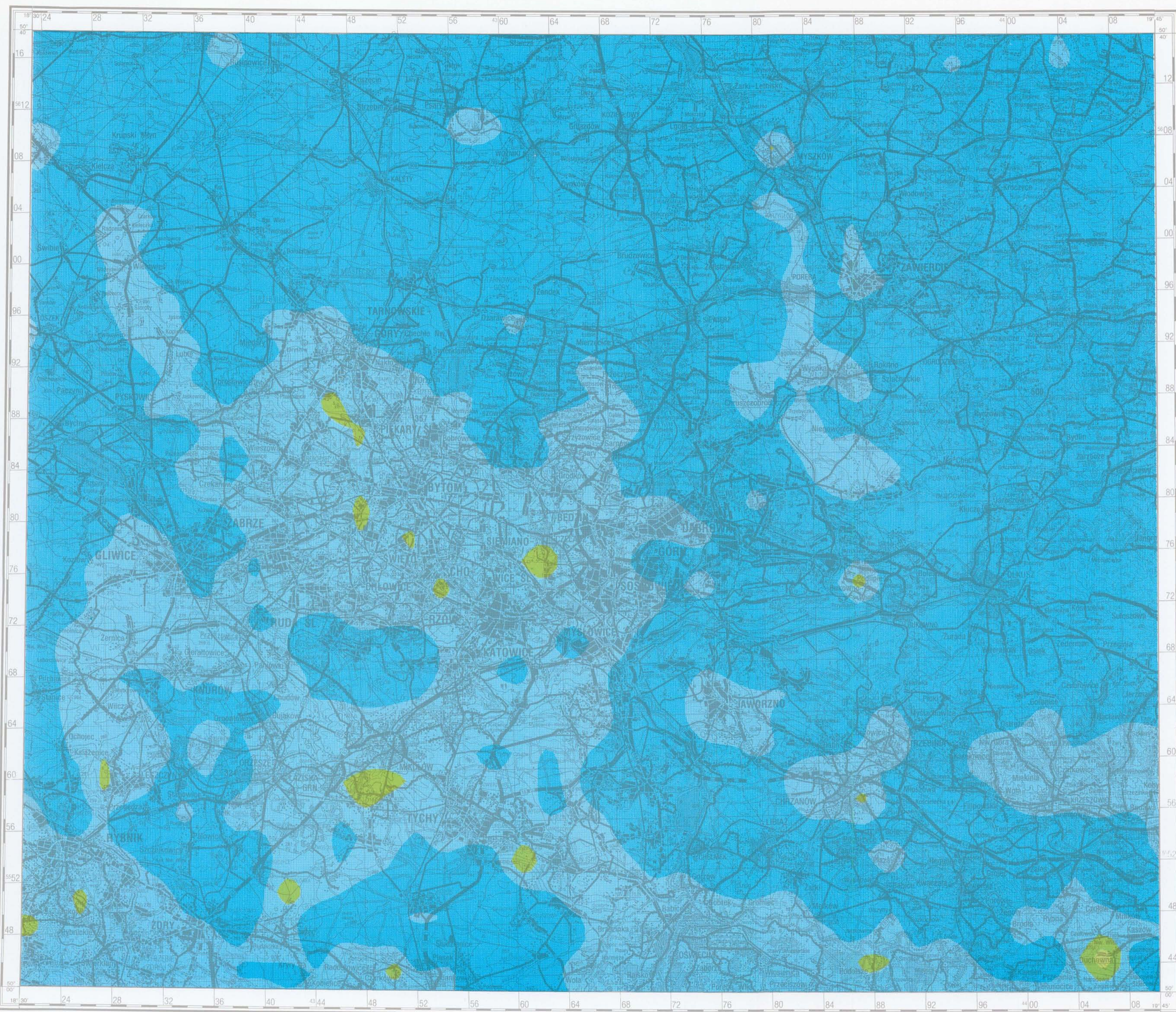
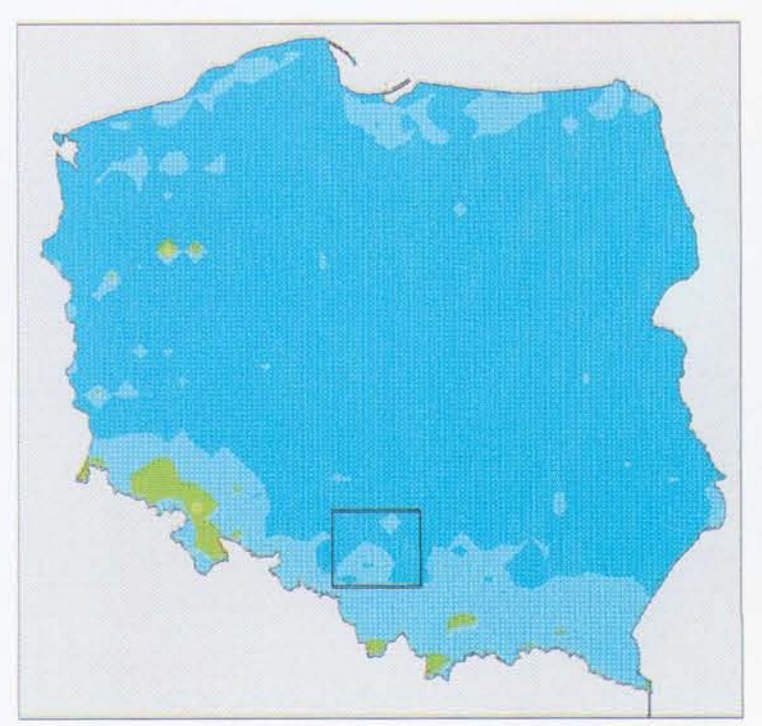
V WANAD VANADIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	< 1	Minimum
Maksimum	94	Maximum
Średnia arytm.	10	Arithmetic mean
Średnia geom.	8	Geometric mean
Mediana	9	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



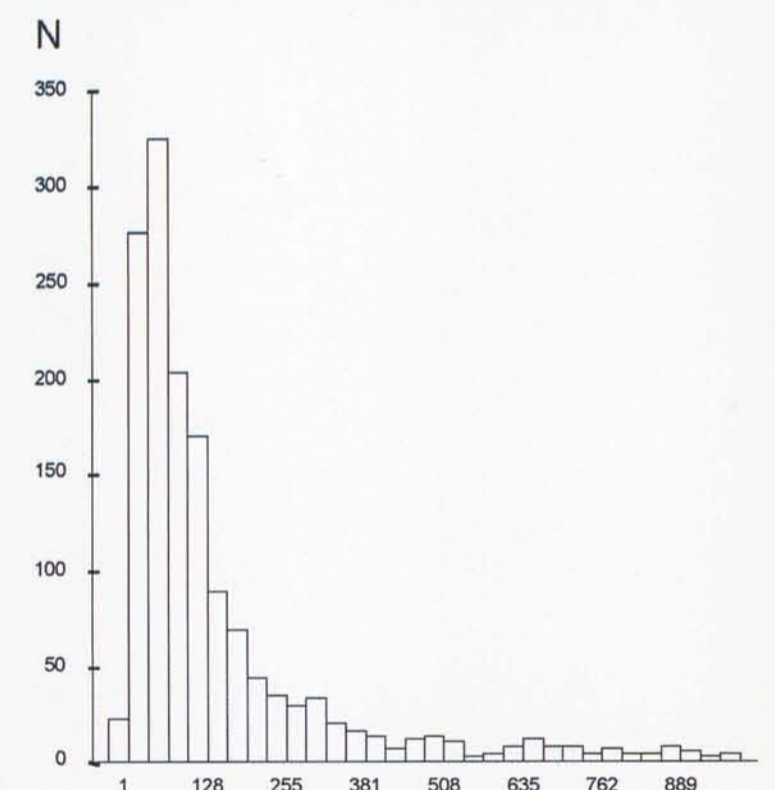
26 Wartość graniczna dla tła w glebach Polski
Limit value for background in soil of Poland



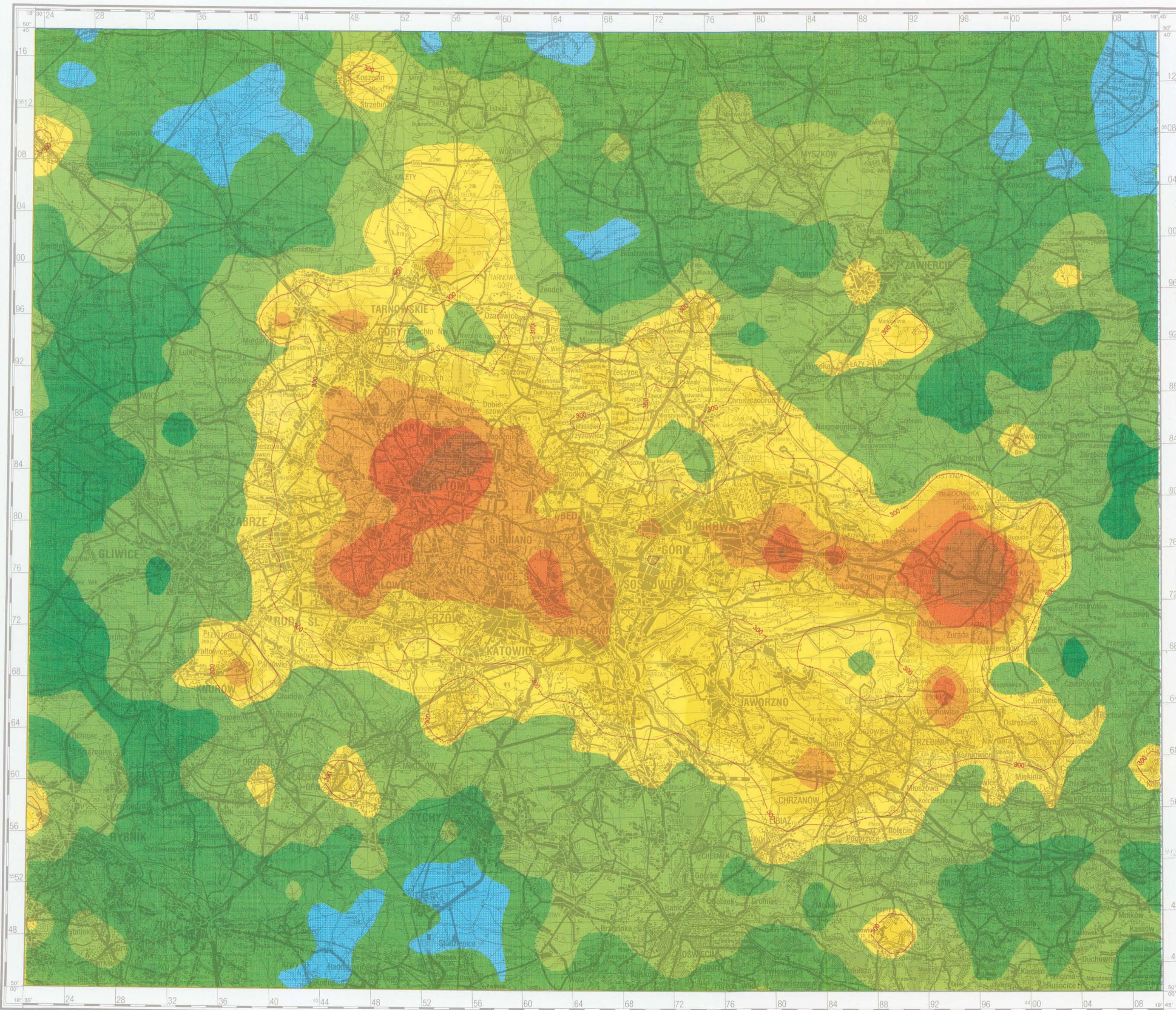
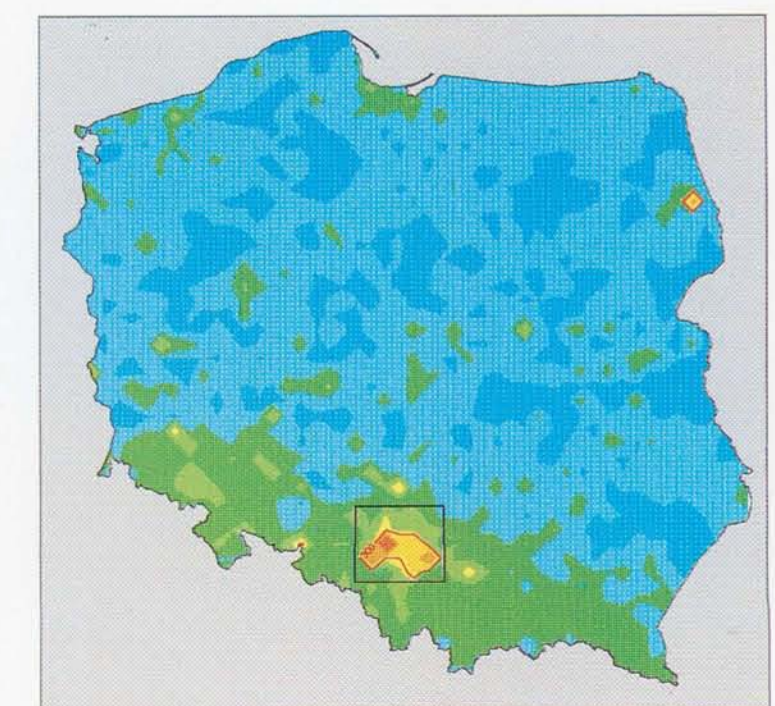
Zn **CYNK**
ZINC

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1564	Number of samples
Minimum	5	Minimum
Maksimum	87500	Maximum
Średnia arytm.	331	Arithmetic mean
Średnia geom.	121	Geometric mean
Mediana	104	Median
Granica wykrywalności	5	Detection limit



300 ————— Wartość graniczna w glebach
Limit value in soil



OPRÓBOWANIE SAMPLING

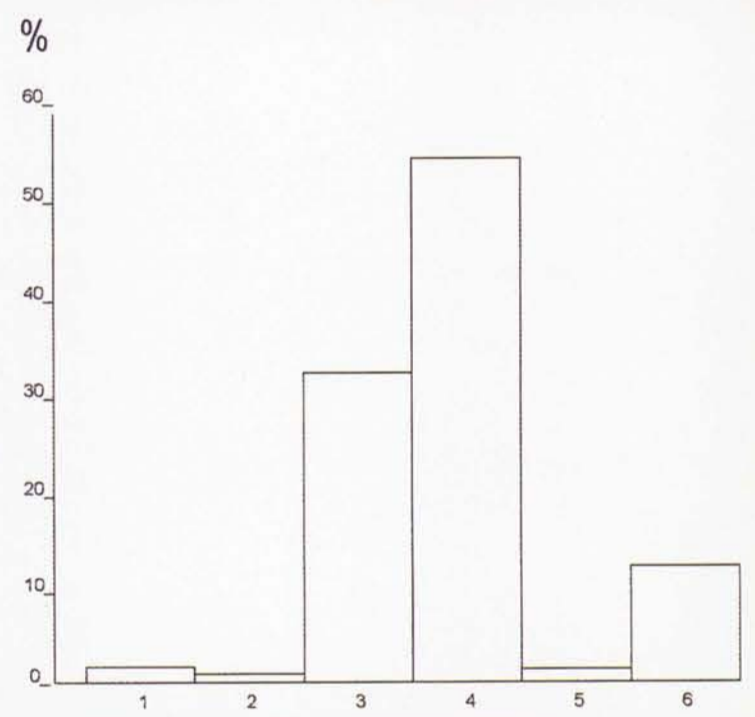
Zbiorniki
wodne

Water
bodies

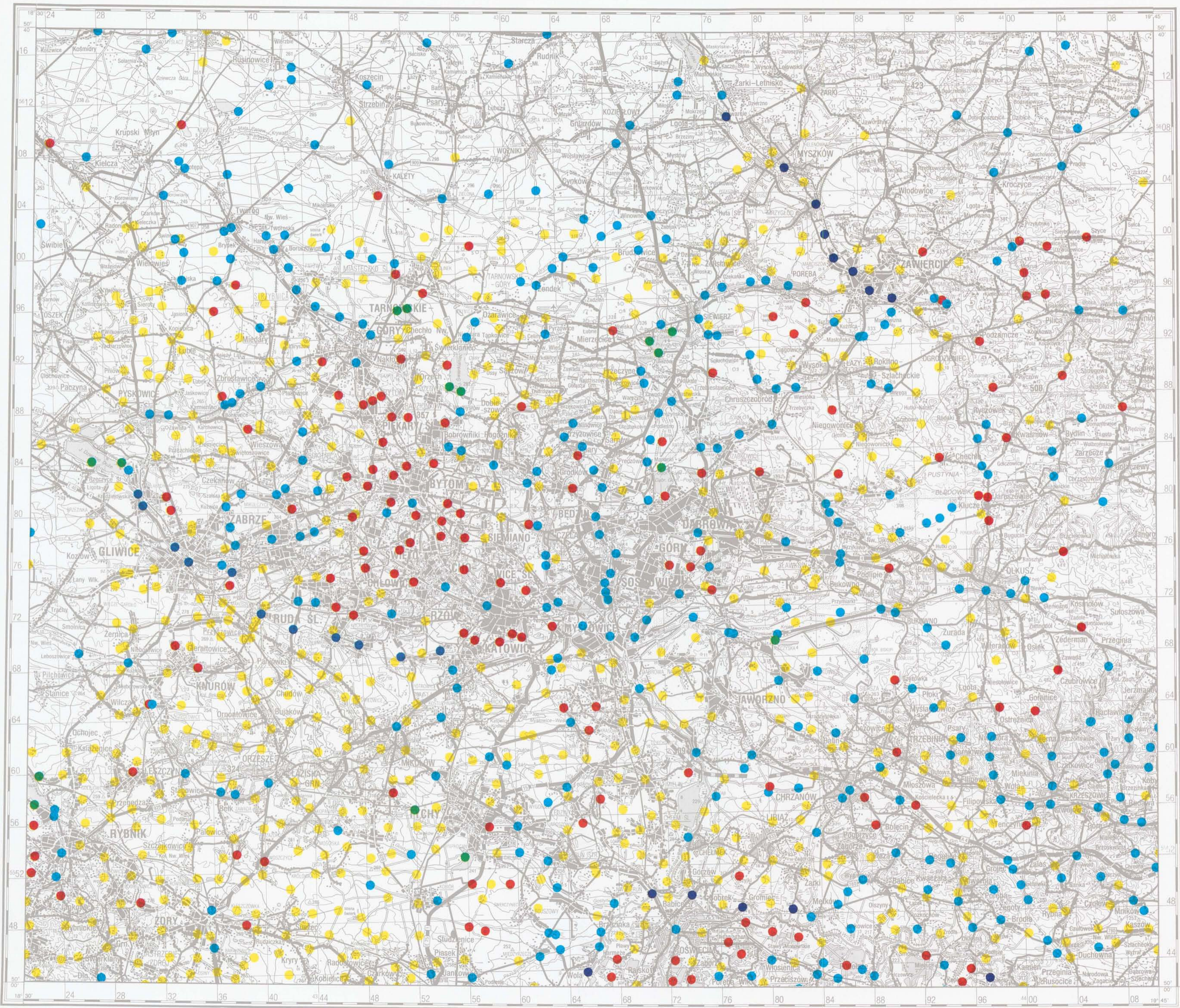
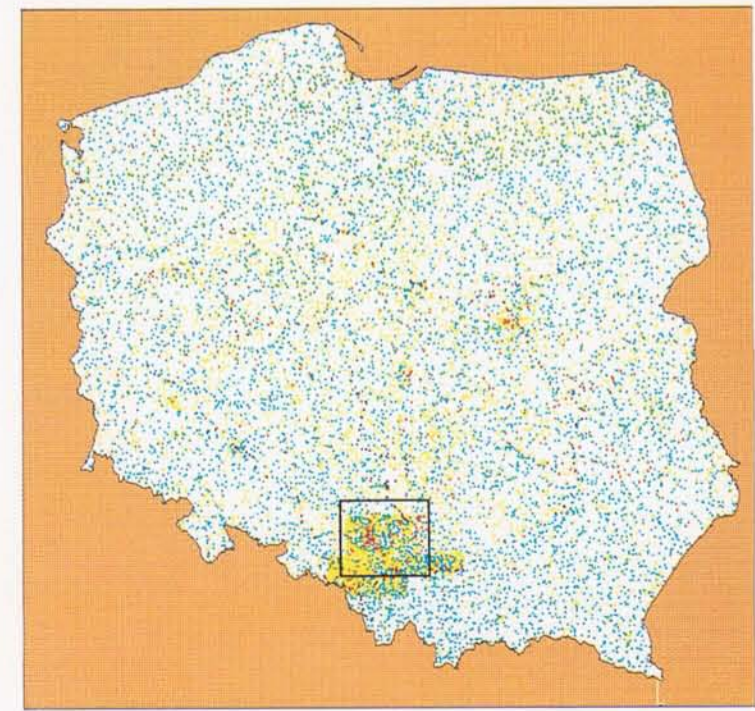
PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS

Liczba próbek
Number of samples

Rzeki o długości: 1 > 500 km	22	Length of rivers: 1 > 500 km	22
2 ≥ 100 km ≤ 500 km	11	2 ≥ 100 km ≤ 500 km	11
3 < 100 km	458	3 < 100 km	458
4 Małe cieki bez nazwy	158	4 Unnamed small streams	158
5 Jeziora i sztuczne zbiorniki	782	5 Lakes and artificial reservoirs	782
6 Małe zbiorniki bez nazwy	19	6 Unnamed small reservoirs	19



1 2 3 4 5 6

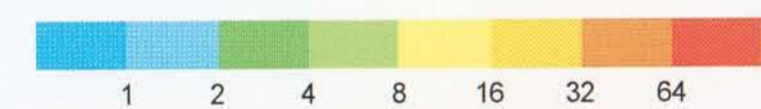
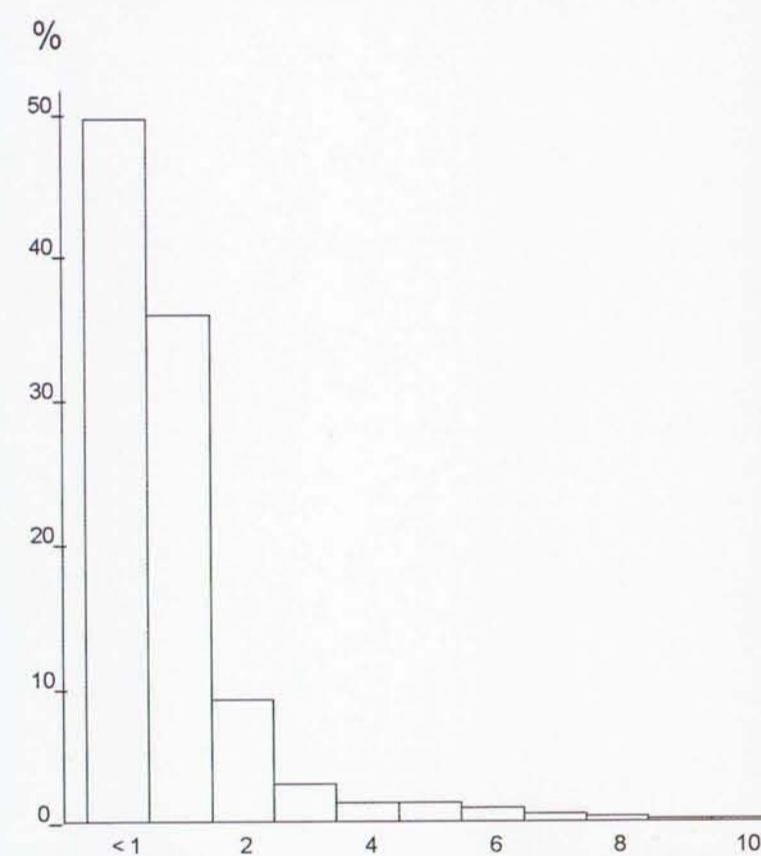


Ag

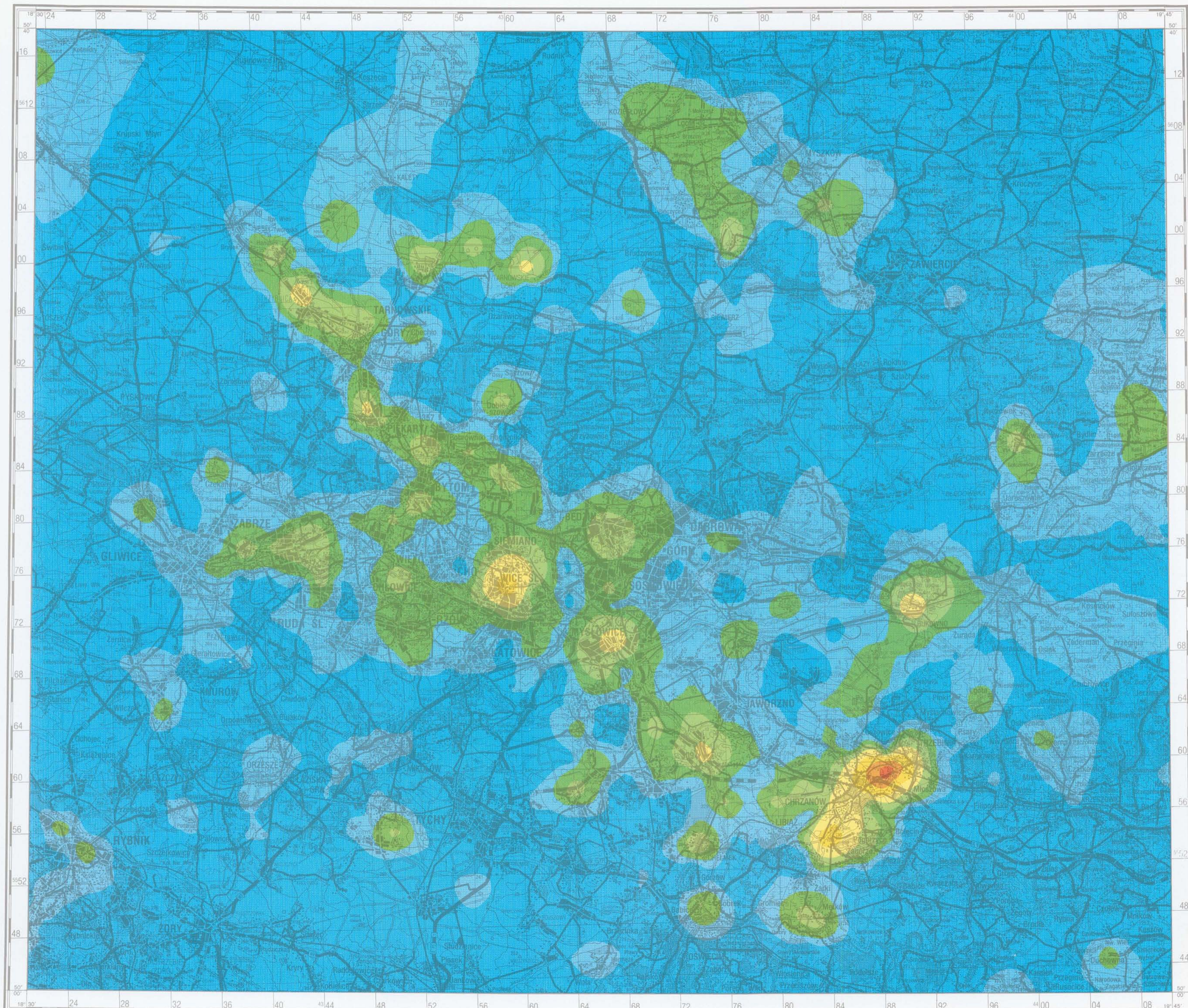
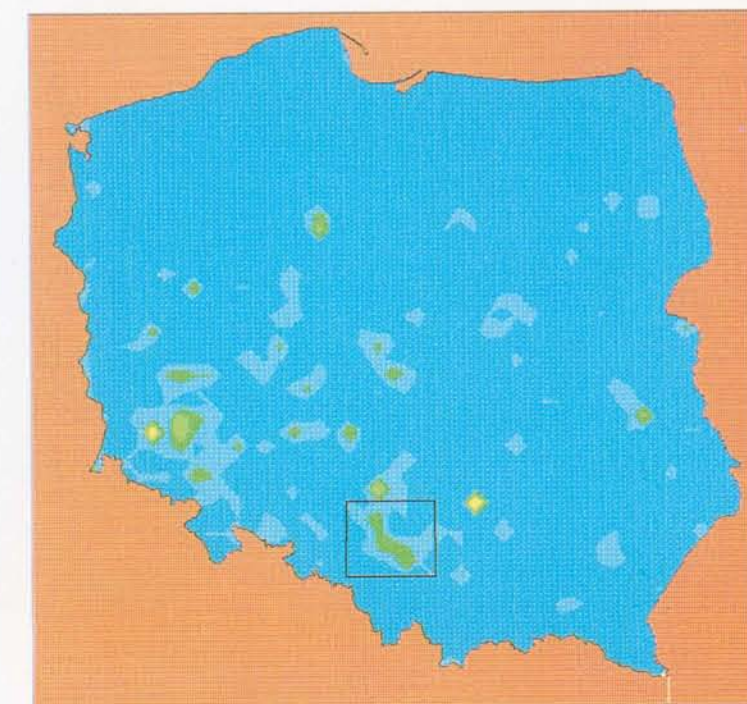
SREBRO SILVER

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	< 1	Minimum
Maksimum	117	Maximum
Srednia arytm.	1	Arithmetic mean
Srednia geom.	< 1	Geometric mean
Mediana	1	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



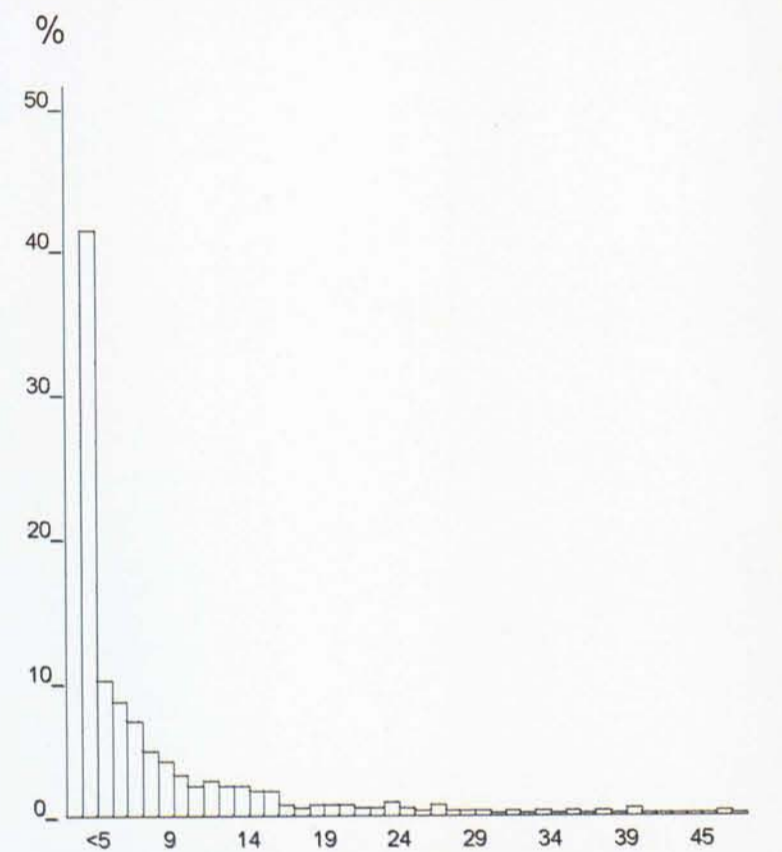
< 1 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland



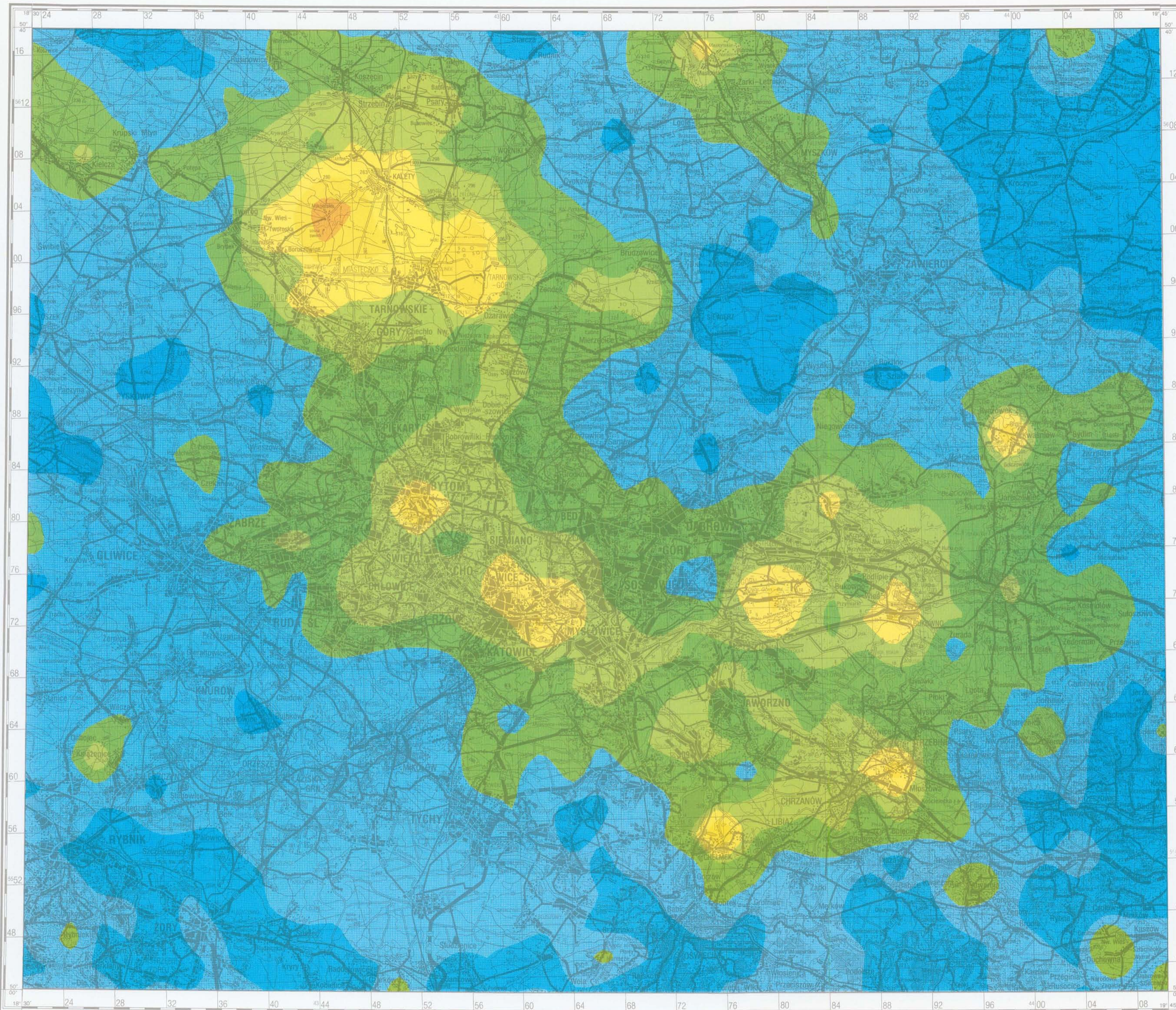
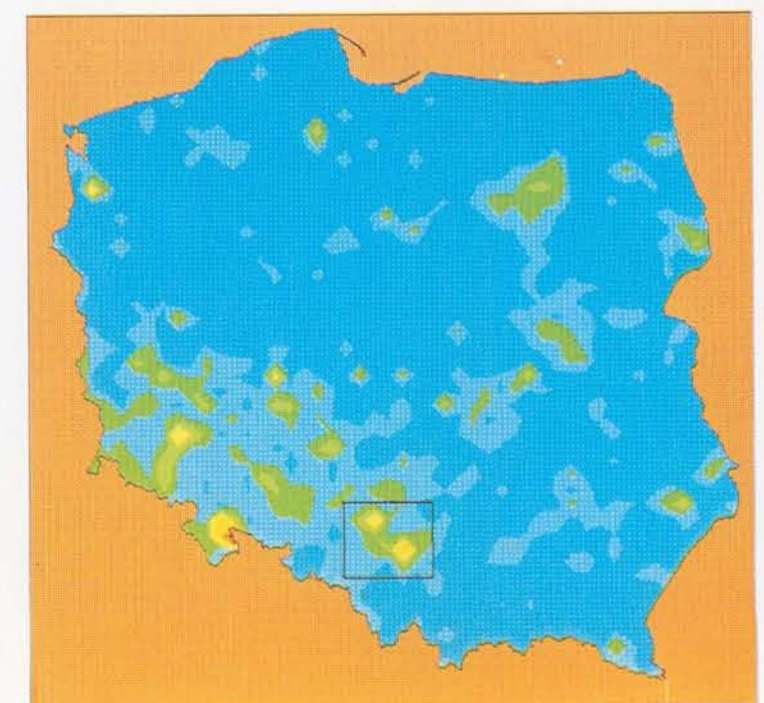
As ARSEN ARSENIC

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	< 5	Minimum
Maksimum	901	Maximum
Średnia arytm.	12	Arithmetic mean
Średnia geom.	6	Geometric mean
Mediana	6	Median
Granica wykrywalności	5	Detection limit



< 5 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland

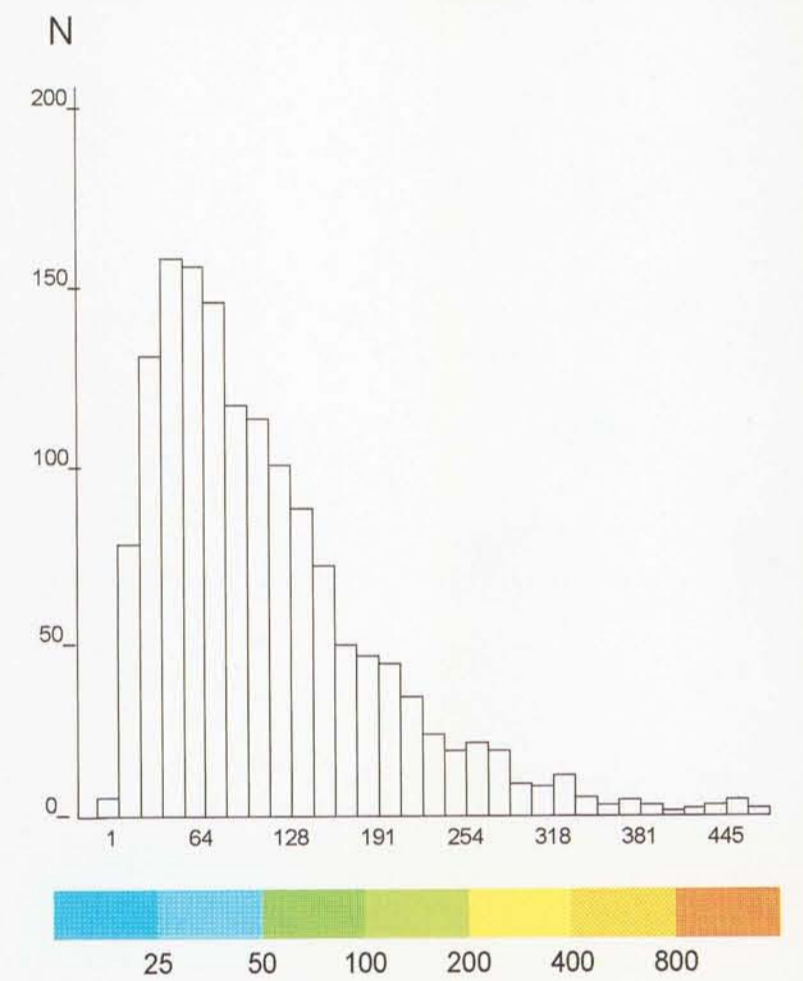


Ba

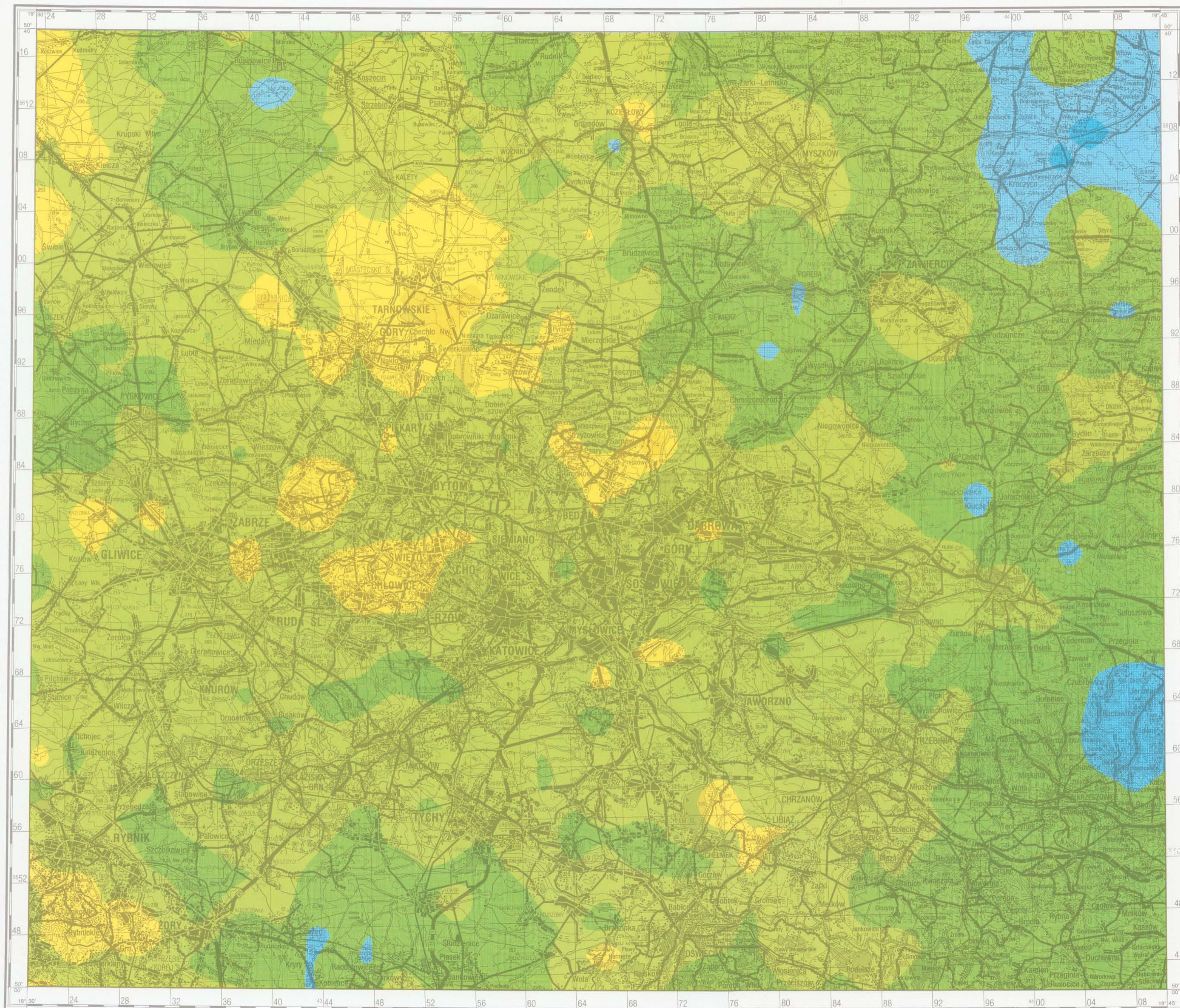
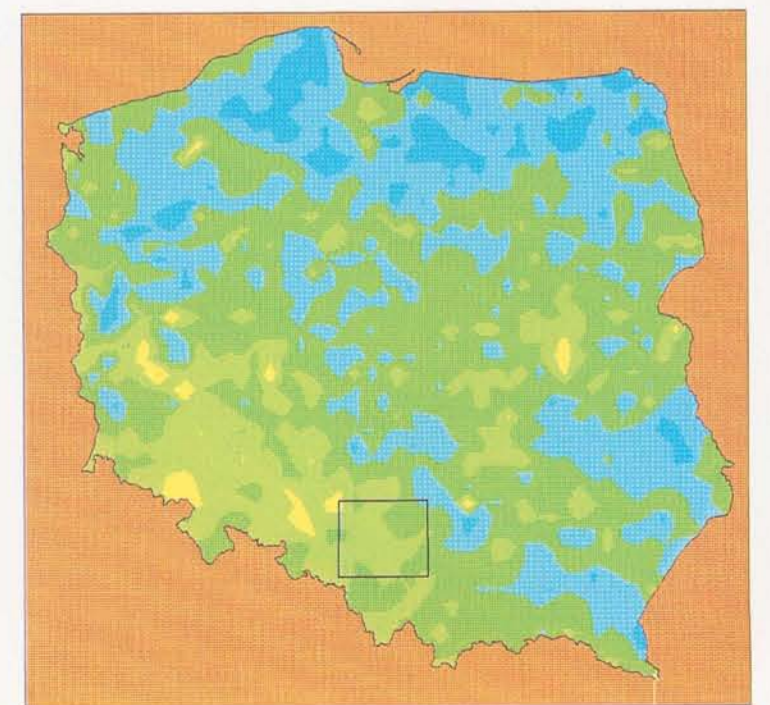
BAR BARIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	3	Minimum
Maksimum	1794	Maximum
Średnia arytm.	127	Arithmetic mean
Średnia geom.	93	Geometric mean
Mediana	98	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



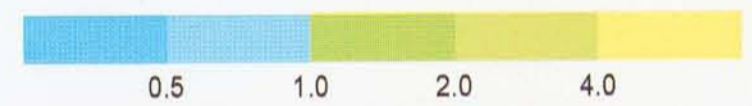
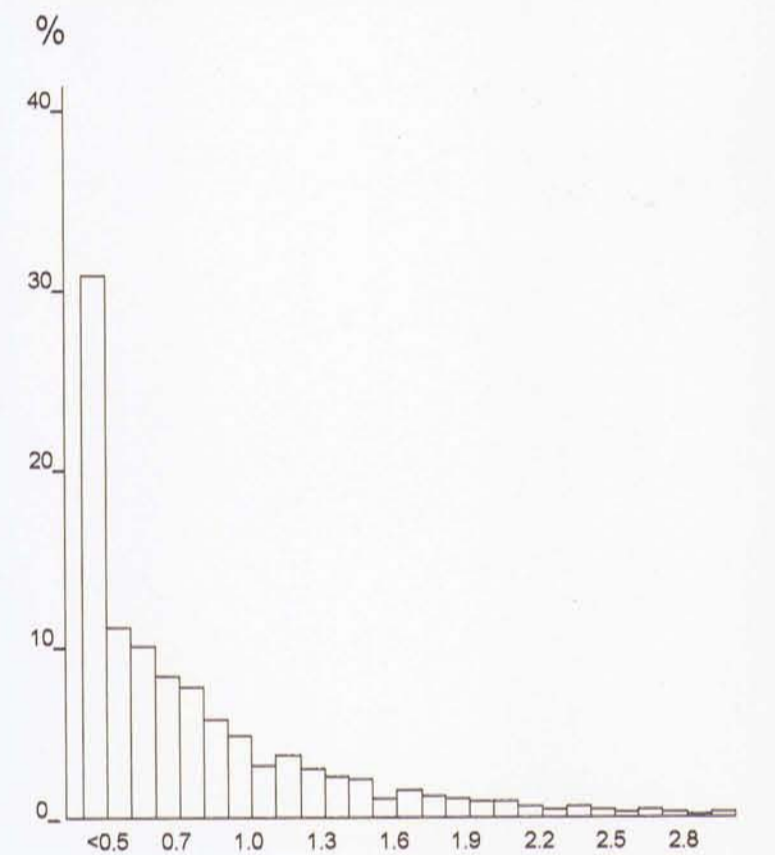
150 Wartość graniczna dla tl w osadach wodnych Polski.
Limit value for background in water sediments of Poland



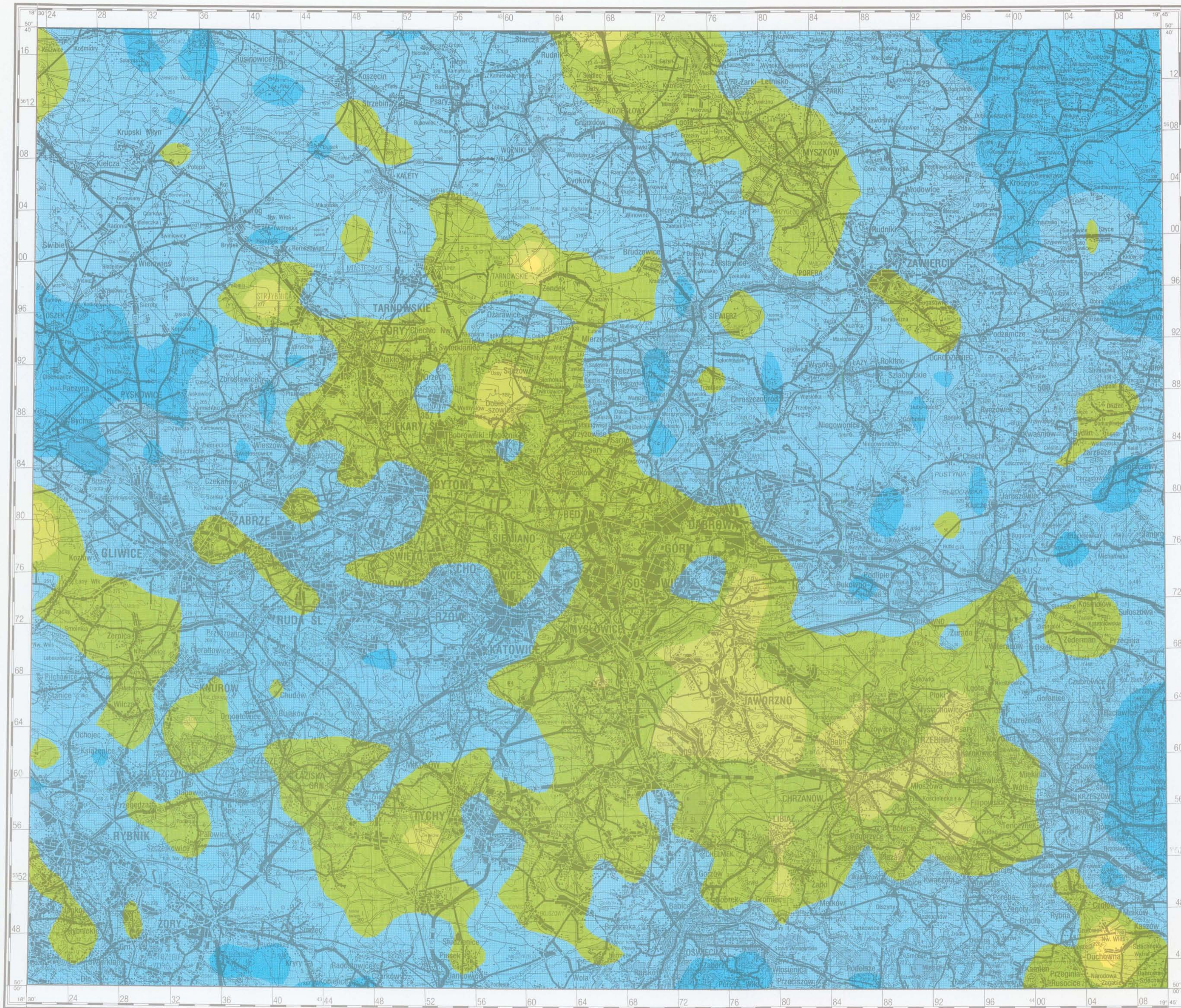
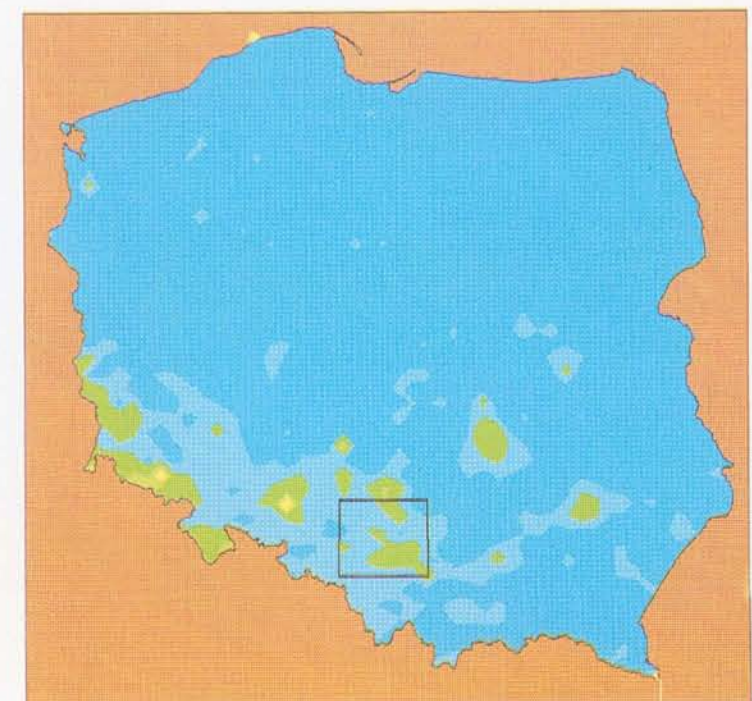
Be BERYL BERYLLIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	< 0.5	Minimum
Maksimum	19.9	Maximum
Srednia arytm.	0.9	Arithmetic mean
Srednia geom.	0.6	Geometric mean
Mediana	0.6	Median
Granica wykrywalności	0.5	Detection limit



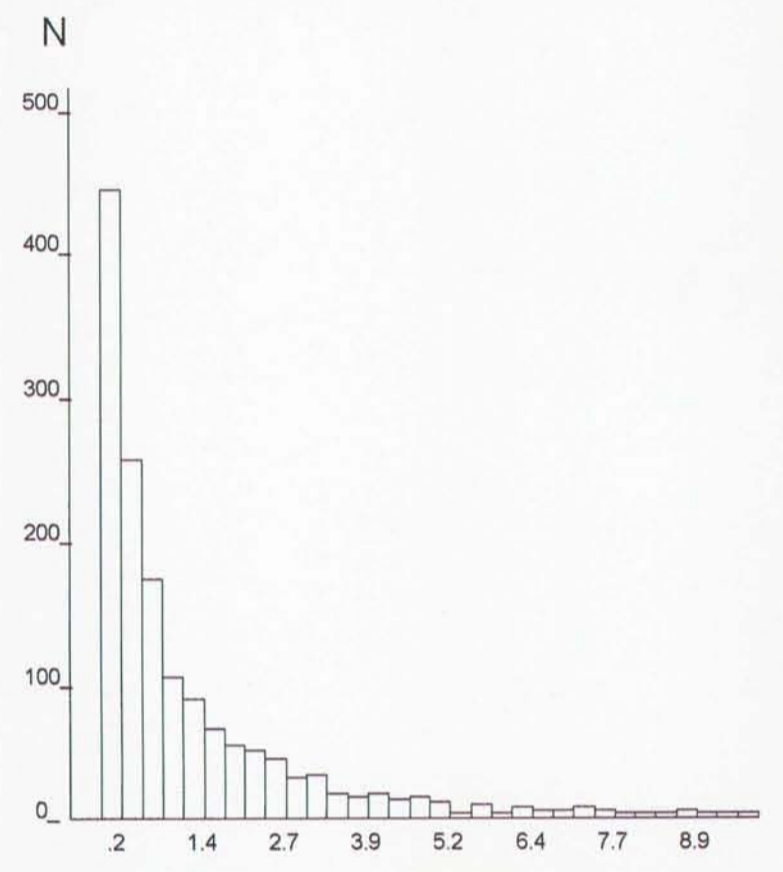
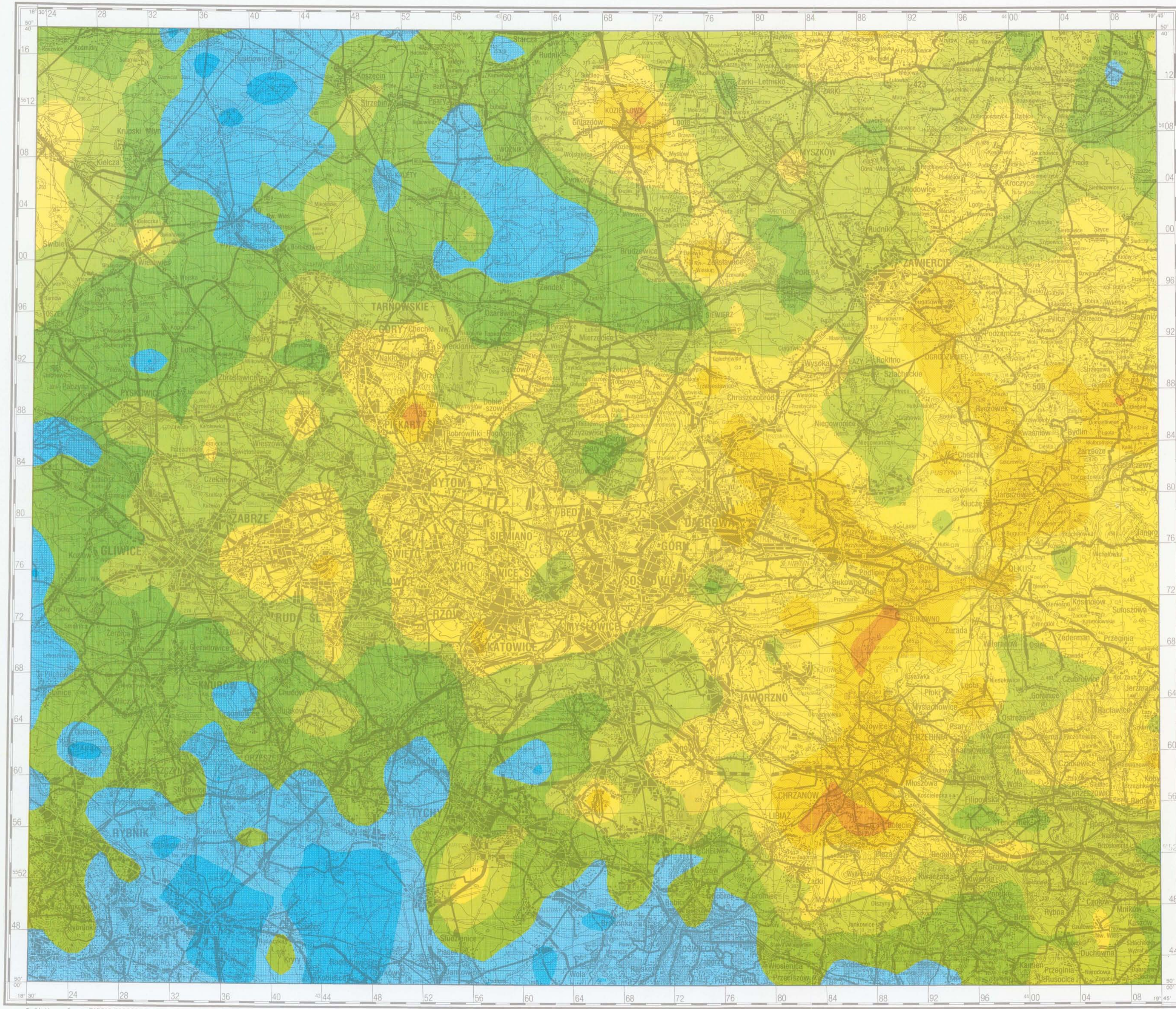
< 0.5 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland



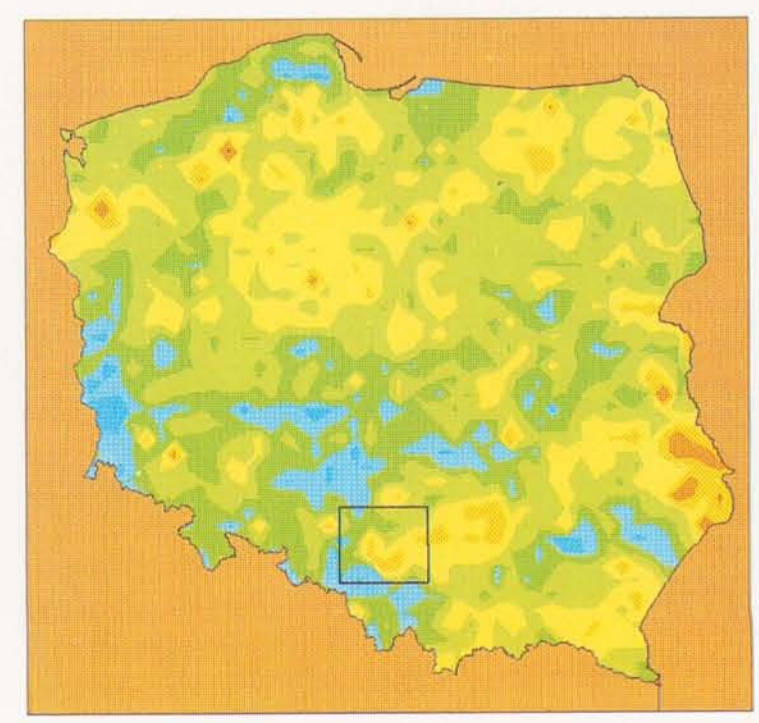
Ca WAPŃ
CALCIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
% = procent = percent

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	0.02	Minimum
Maksimum	26.55	Maximum
Średnia arytm.	1.63	Arithmetic mean
Średnia geom.	0.71	Geometric mean
Mediana	0.71	Median
Granica wykrywalności	0.01	Detection limit



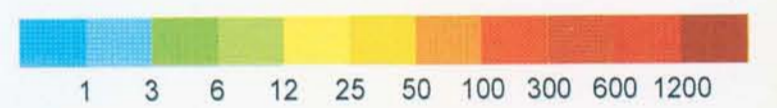
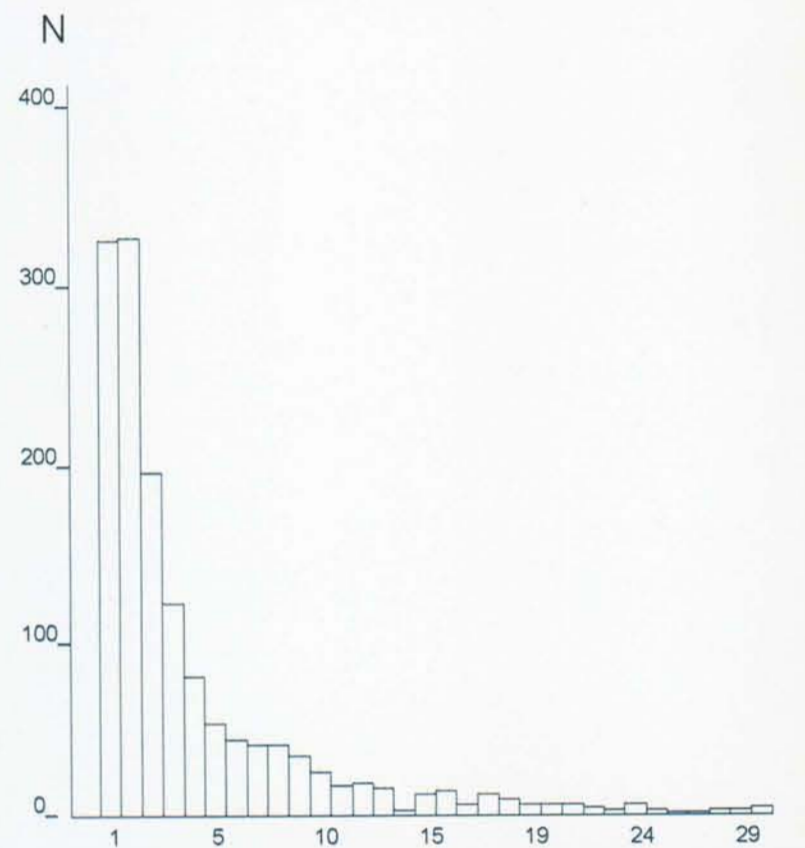
2.4 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland



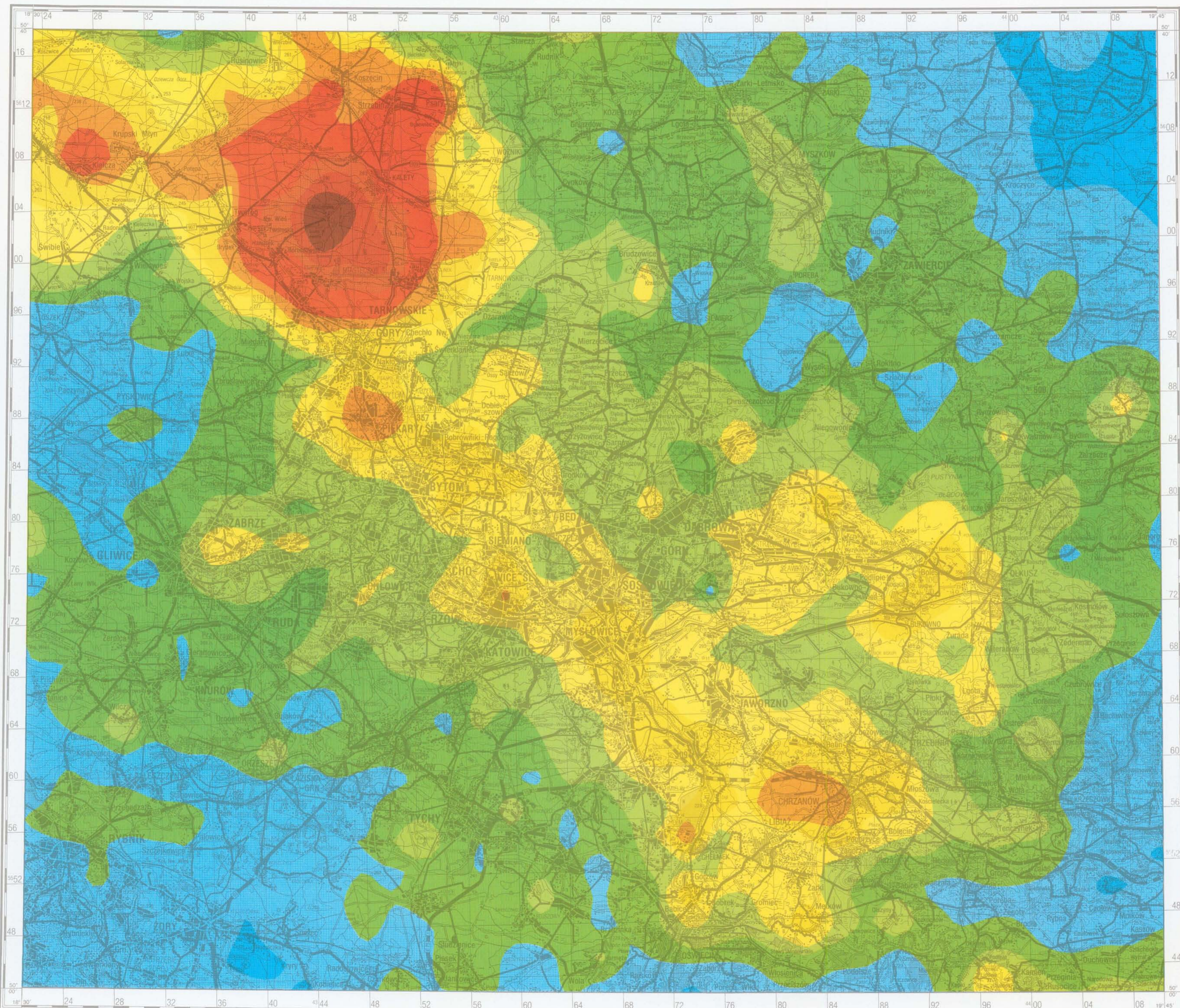
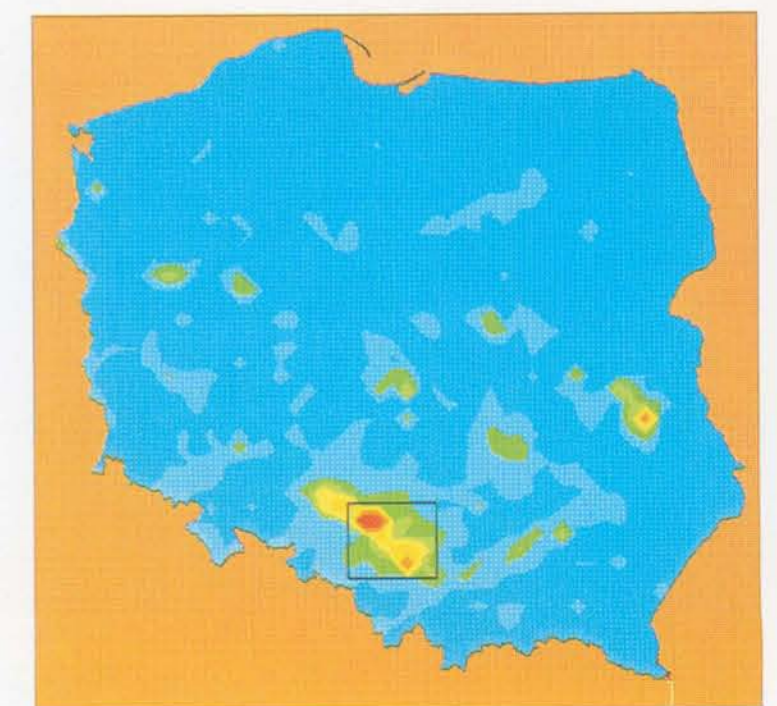
Cd KADM CADMIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	< 0.5	Minimum
Maksimum	8735.9	Maximum
Srednia arytm.	17.0	Arithmetic mean
Srednia geom.	2.8	Geometric mean
Mediana	2.5	Median
Granica wykrywalności	0.5	Detection limit



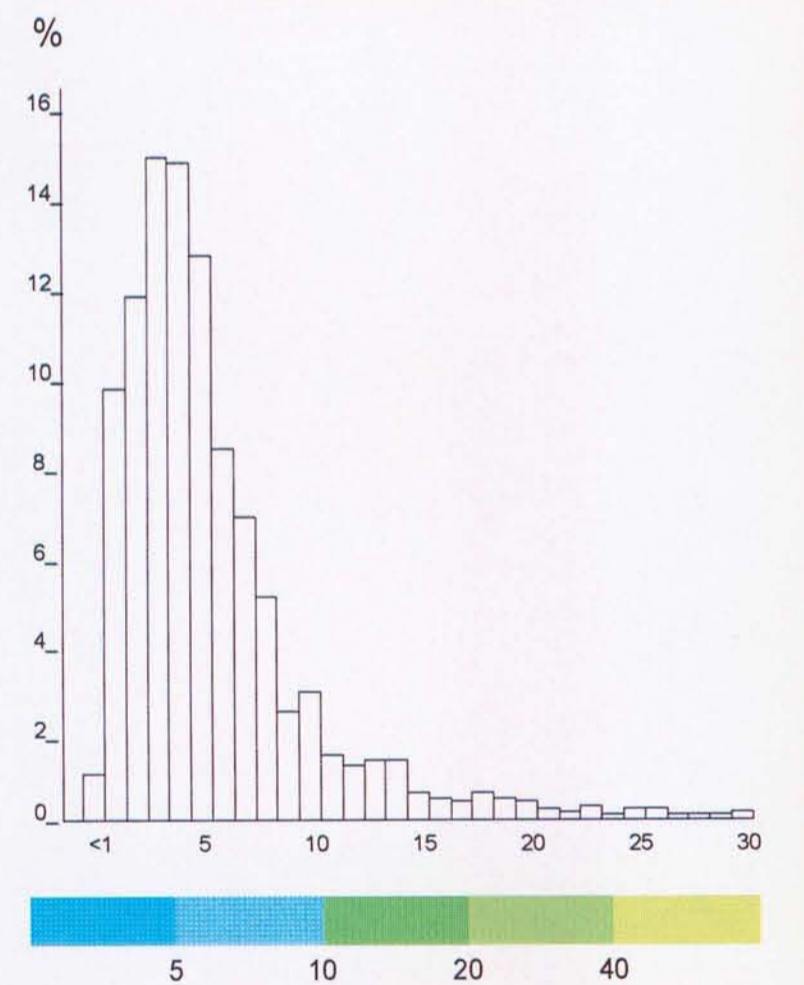
1.8 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland



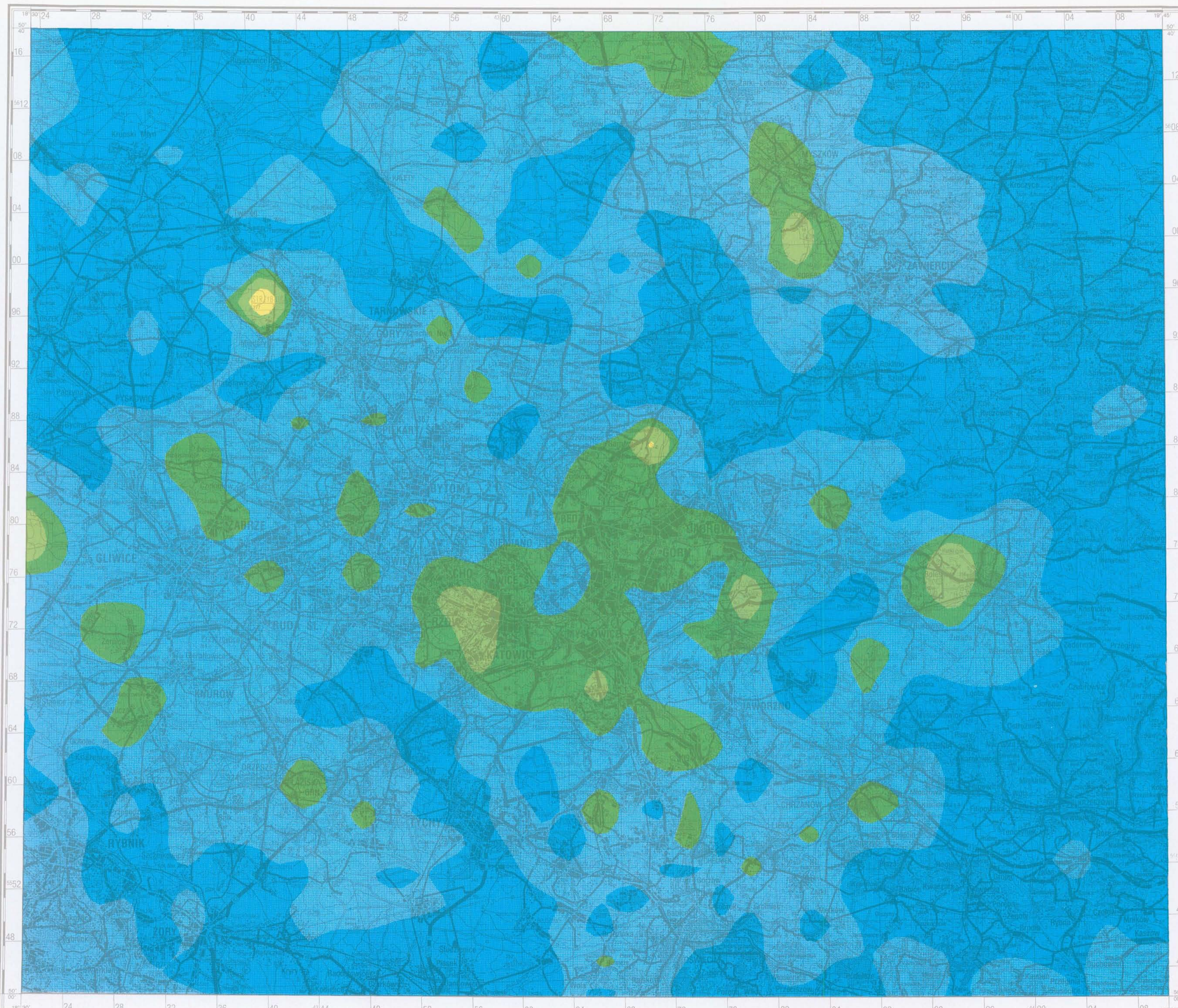
Co KOBALT
COBALT

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	< 1	Minimum
Maksimum	164	Maximum
Średnia arytm.	6	Arithmetic mean
Średnia geom.	4	Geometric mean
Mediana	4	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



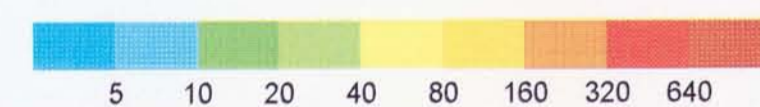
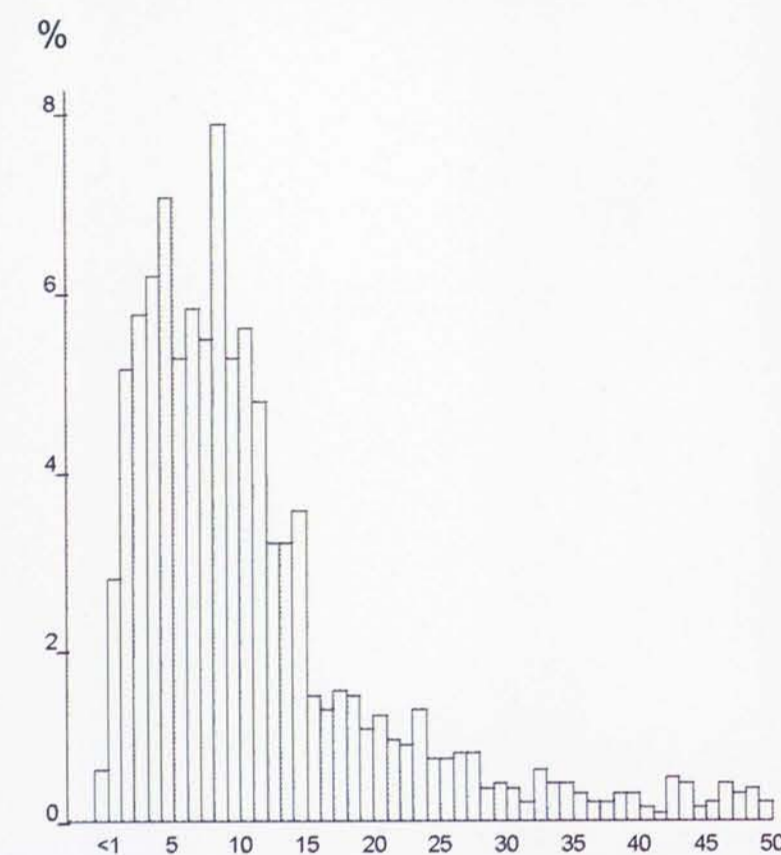
9 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland



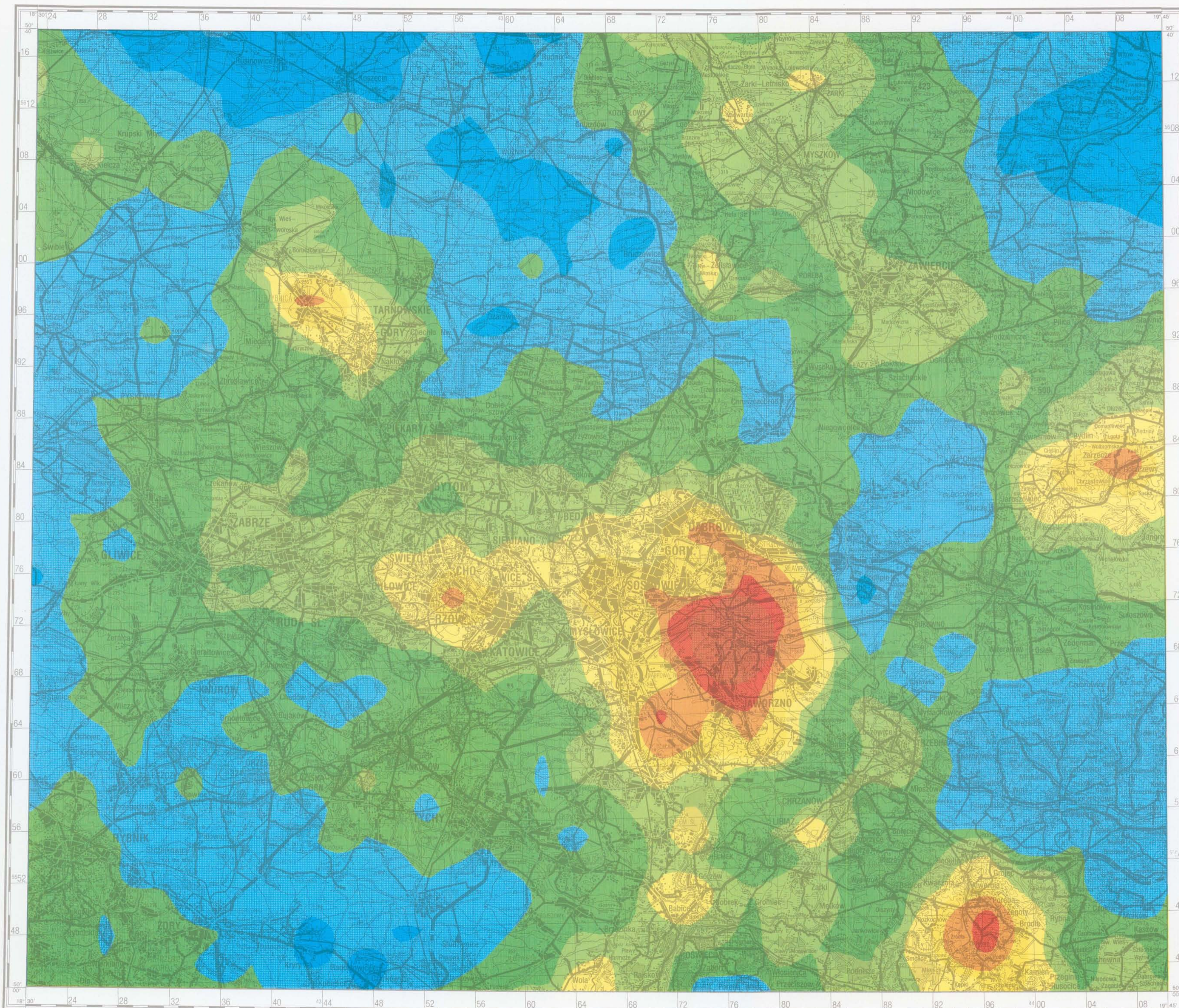
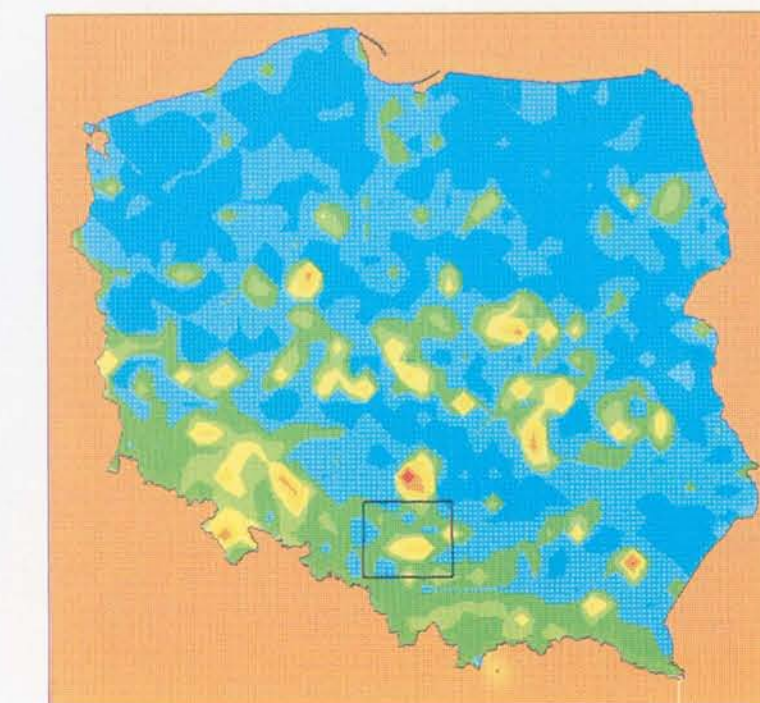
Cr CHROM CHROMIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	< 1	Minimum
Maksimum	12251	Maximum
Średnia arytm.	32	Arithmetic mean
Średnia geom.	10	Geometric mean
Mediana	9	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



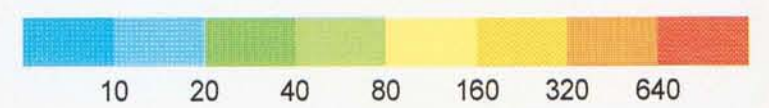
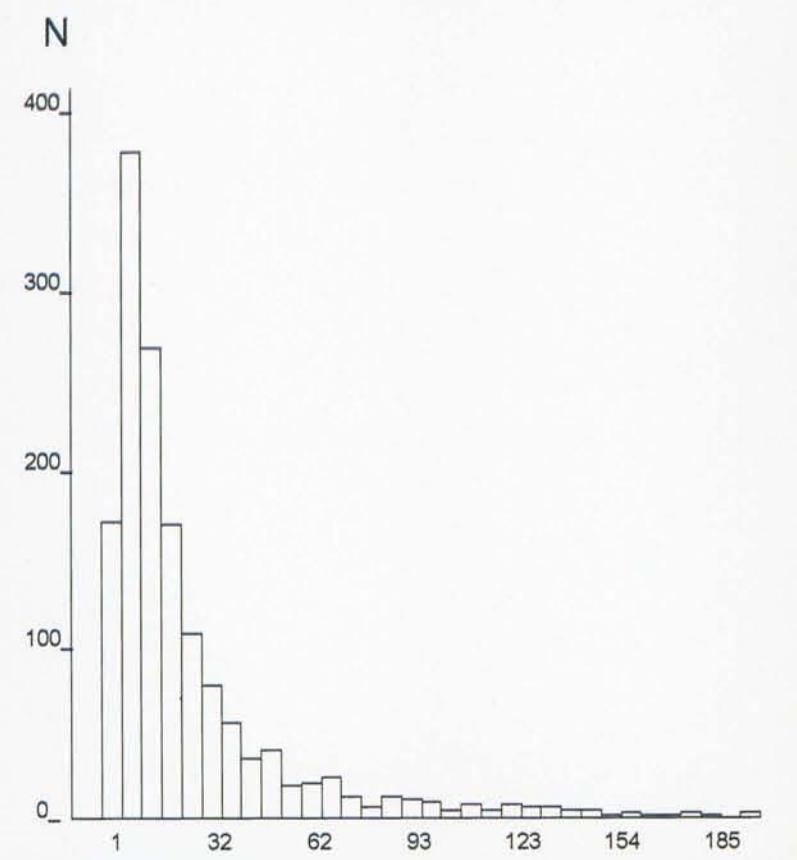
18 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland



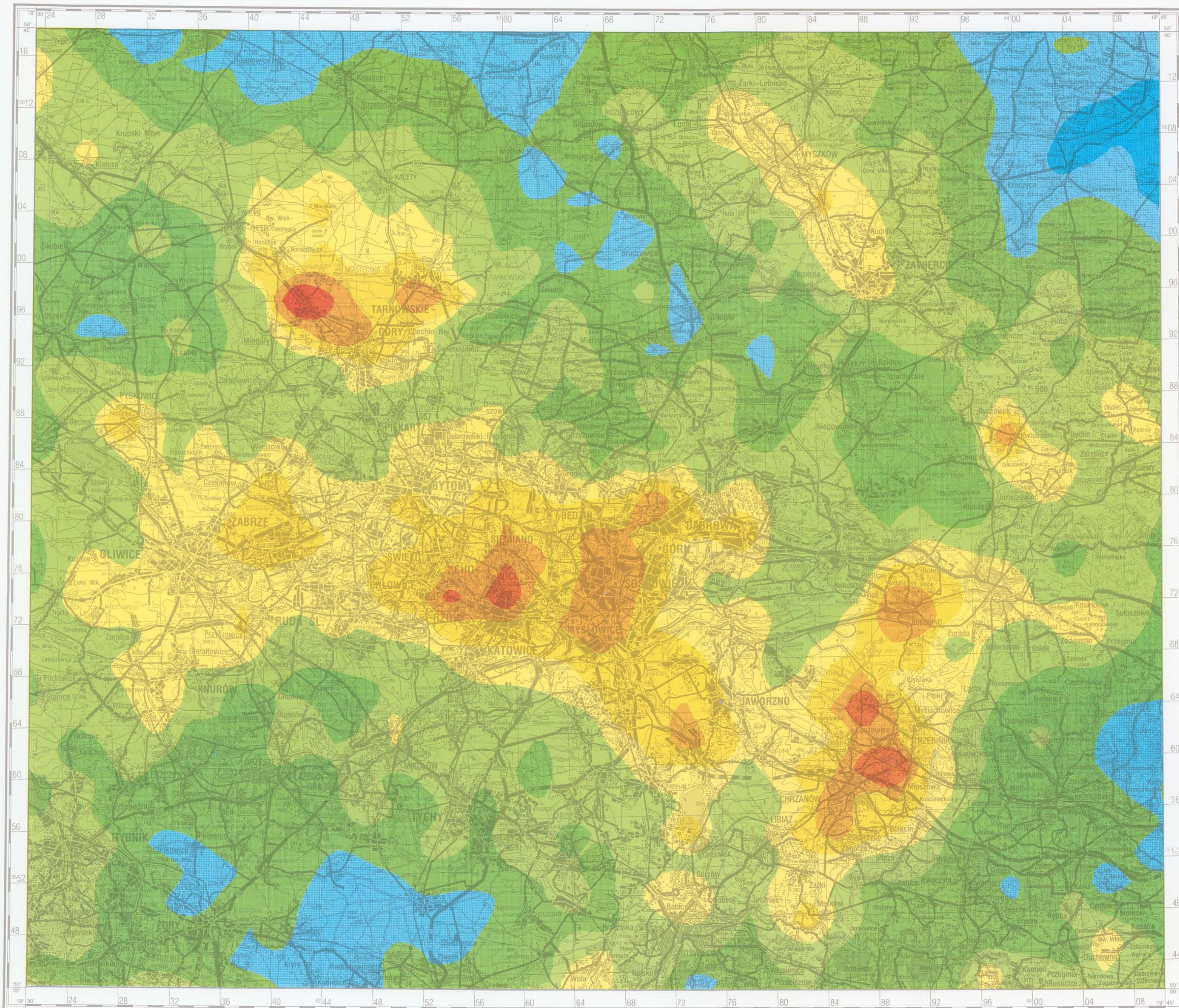
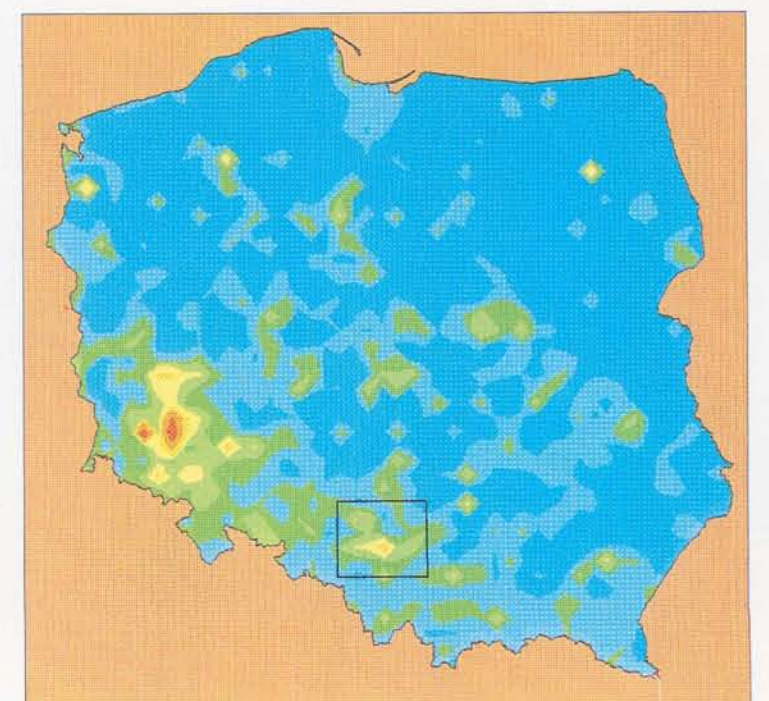
Cu MIEDŹ
COPPER

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	1	Minimum
Maksimum	1886	Maximum
Średnia arytm.	39	Arithmetic mean
Średnia geom.	16	Geometric mean
Mediana	15	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



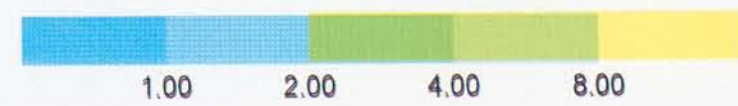
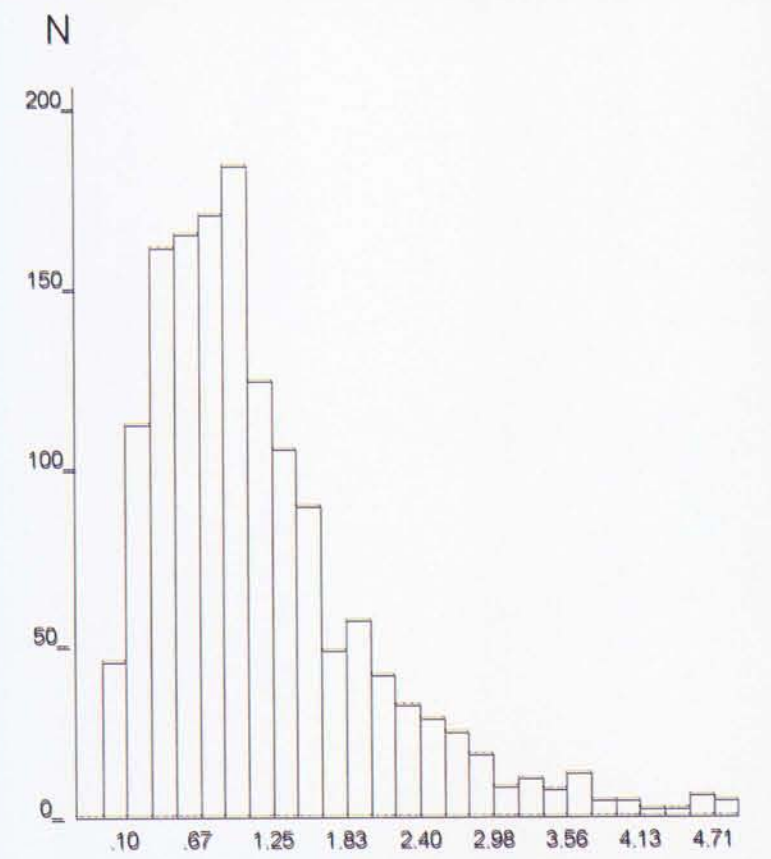
25 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland



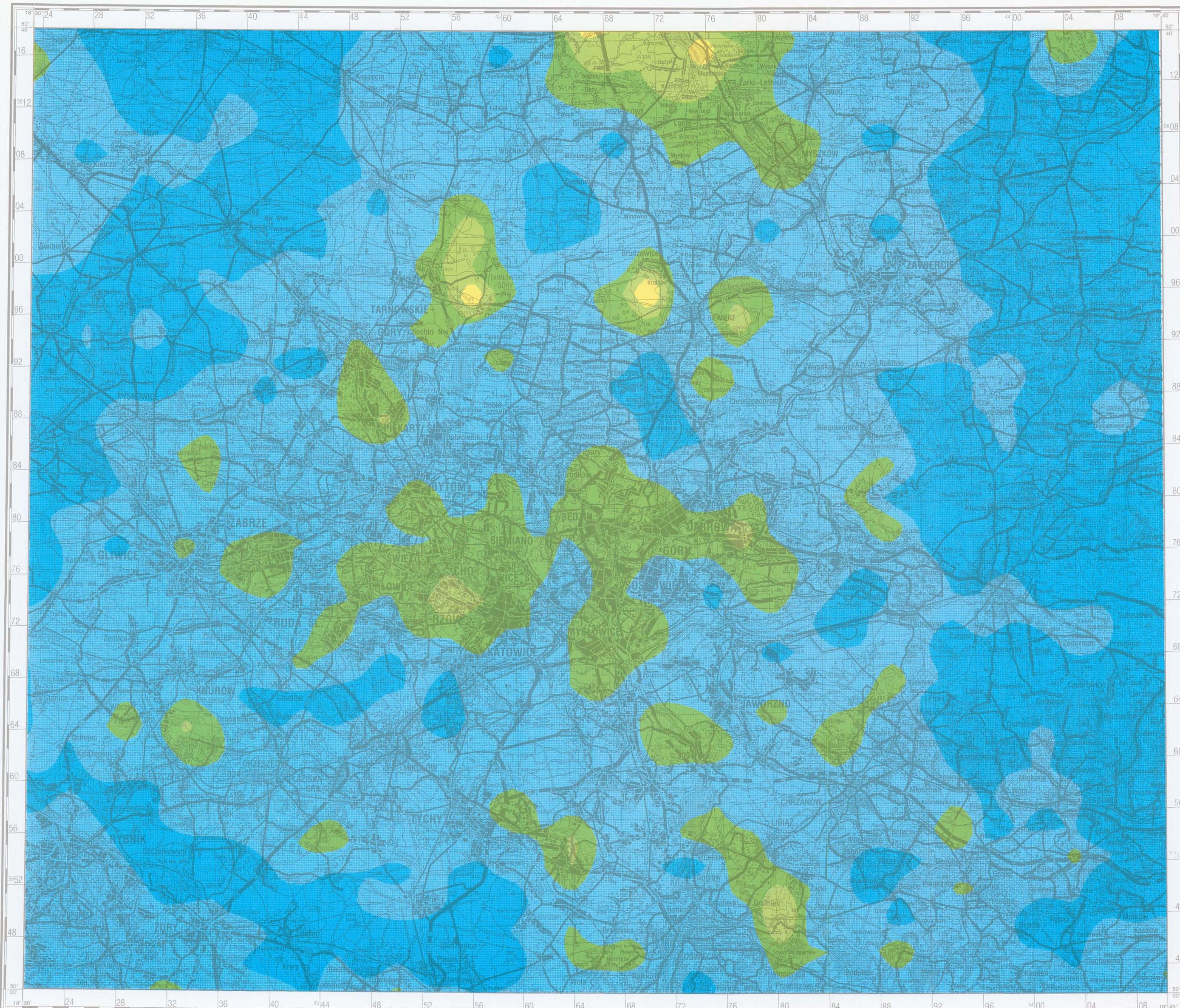
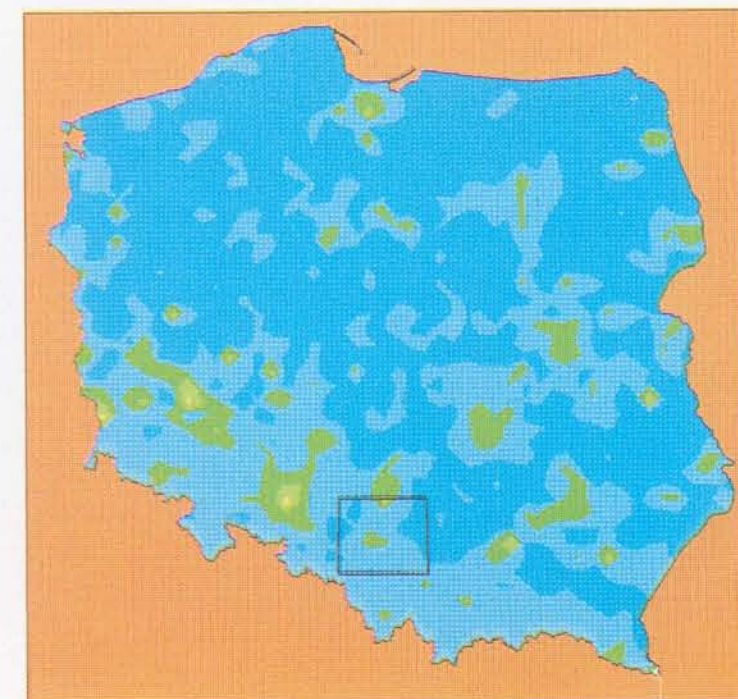
Fe ŻELAZO IRON

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
% = procent = percent

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	0.03	Minimum
Maksimum	26.43	Maximum
Średnia arytm.	1.42	Arithmetic mean
Średnia geom.	1.01	Geometric mean
Mediana	1.07	Median
Granica wykrywalności	0.01	Detection limit



2.25 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland

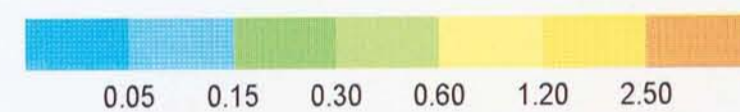
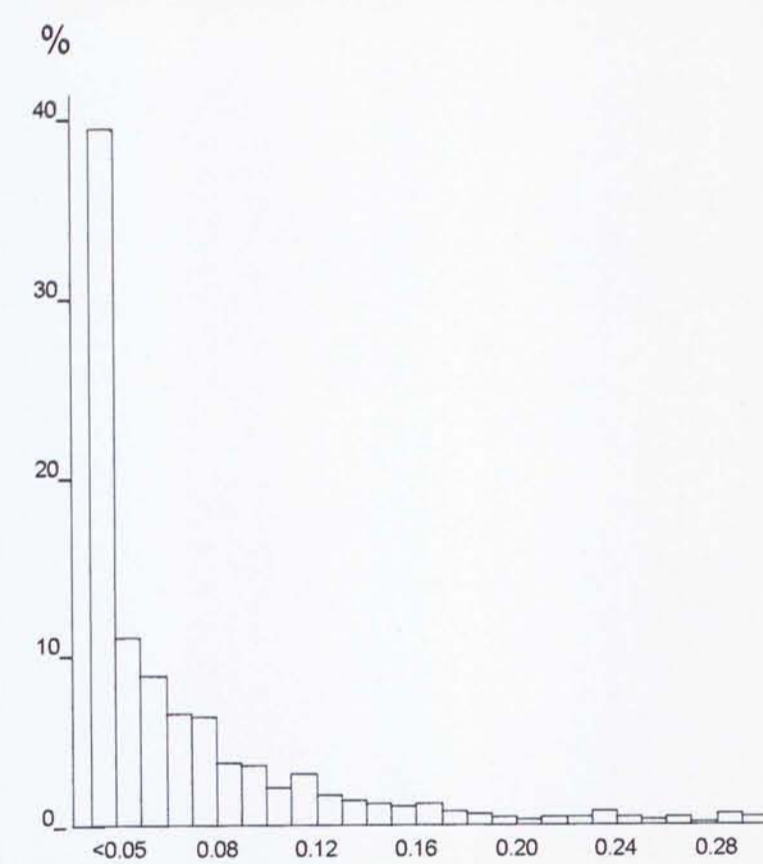


Hg

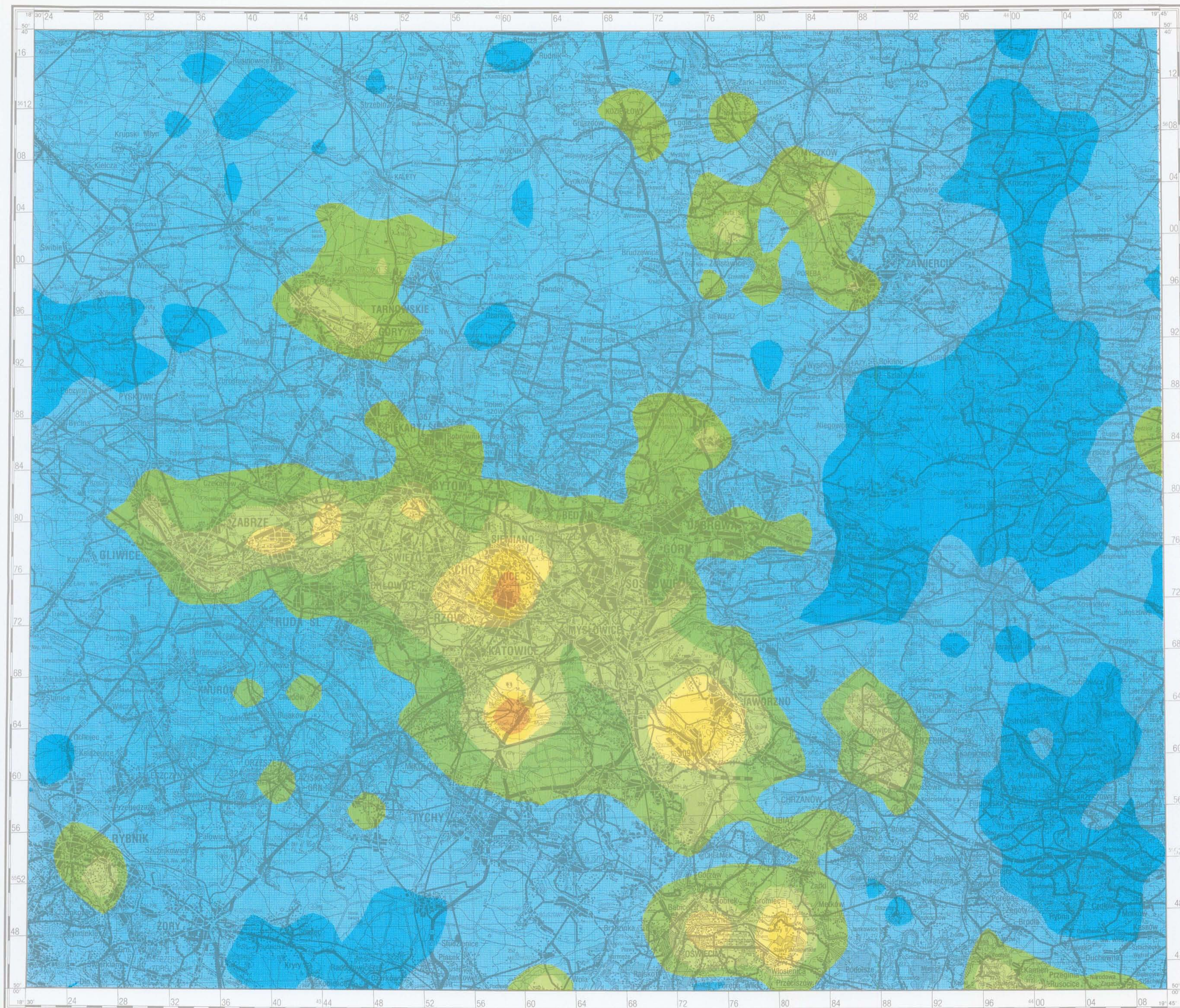
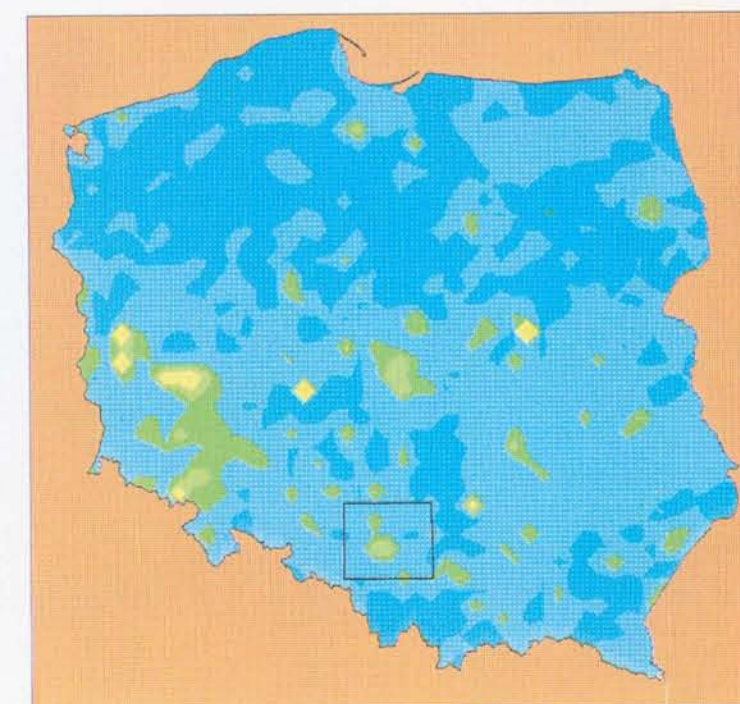
RTEĆ
MERCURY

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	< 0.05	Minimum
Maksimum	10.50	Maximum
Średnia arytm.	0.15	Arithmetic mean
Średnia geom.	< 0.05	Geometric mean
Mediana	0.06	Median
Granica wykrywalności	0.05	Detection limit



0.10 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland

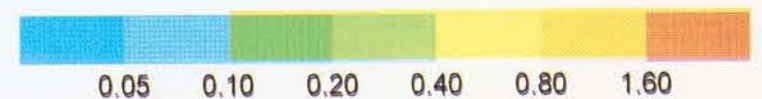
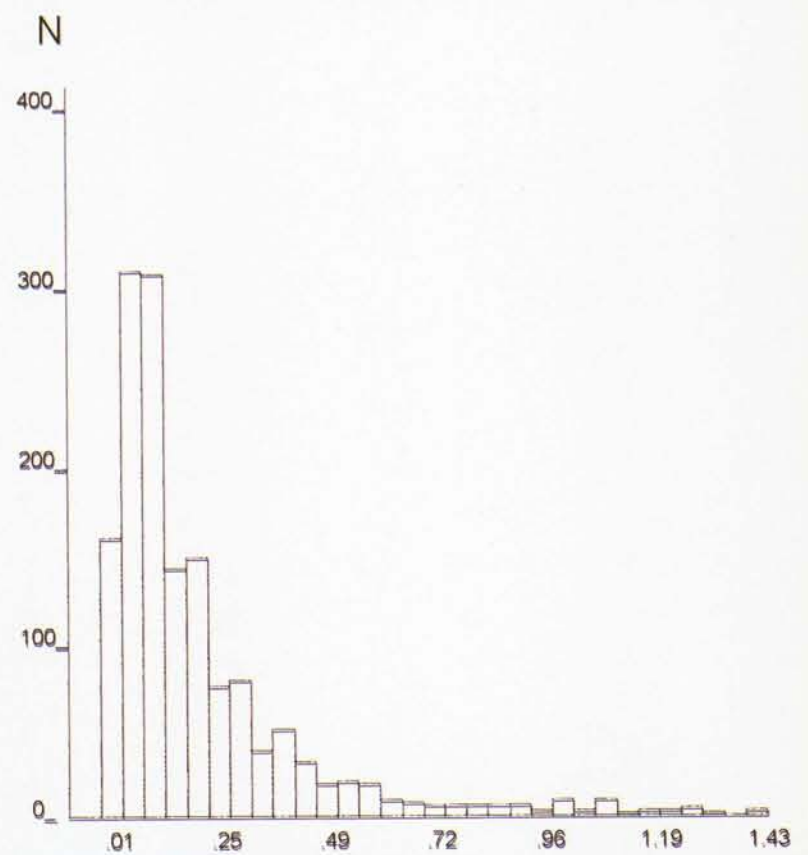
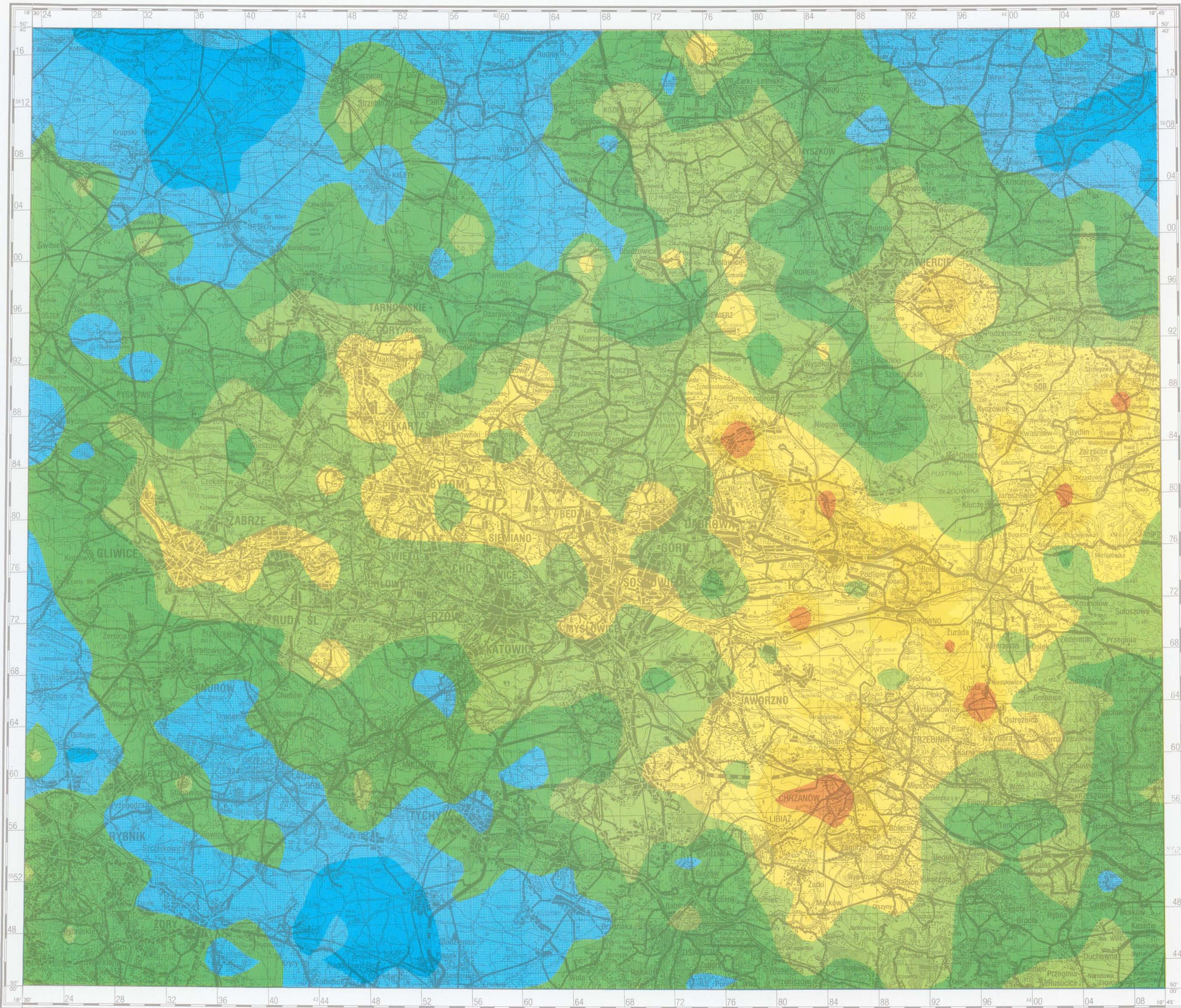


Mg

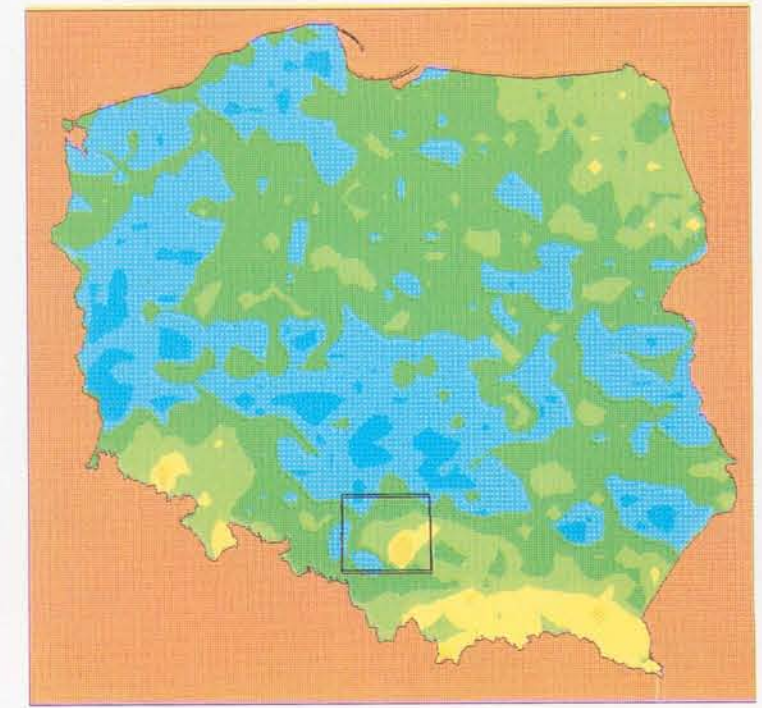
MAGNEZ MAGNESIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
% = procent = percent

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	0.01	Minimum
Maksimum	5.87	Maximum
Średnia arytm.	0.25	Arithmetic mean
Średnia geom.	0.13	Geometric mean
Mediana	0.13	Median
Granica wykrywalności	0.01	Detection limit



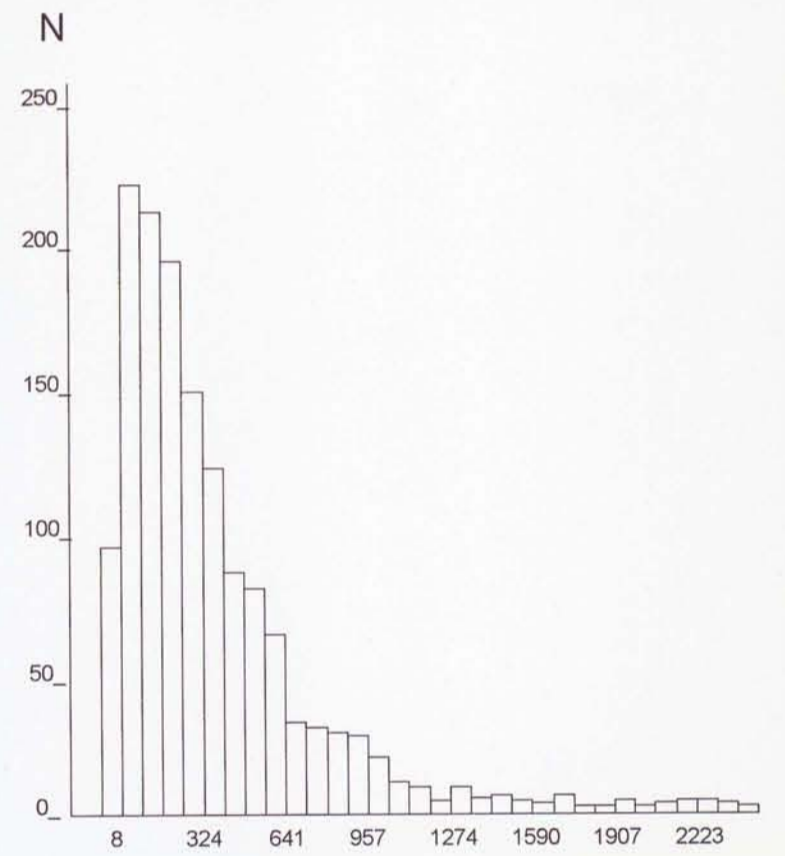
0.33 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland



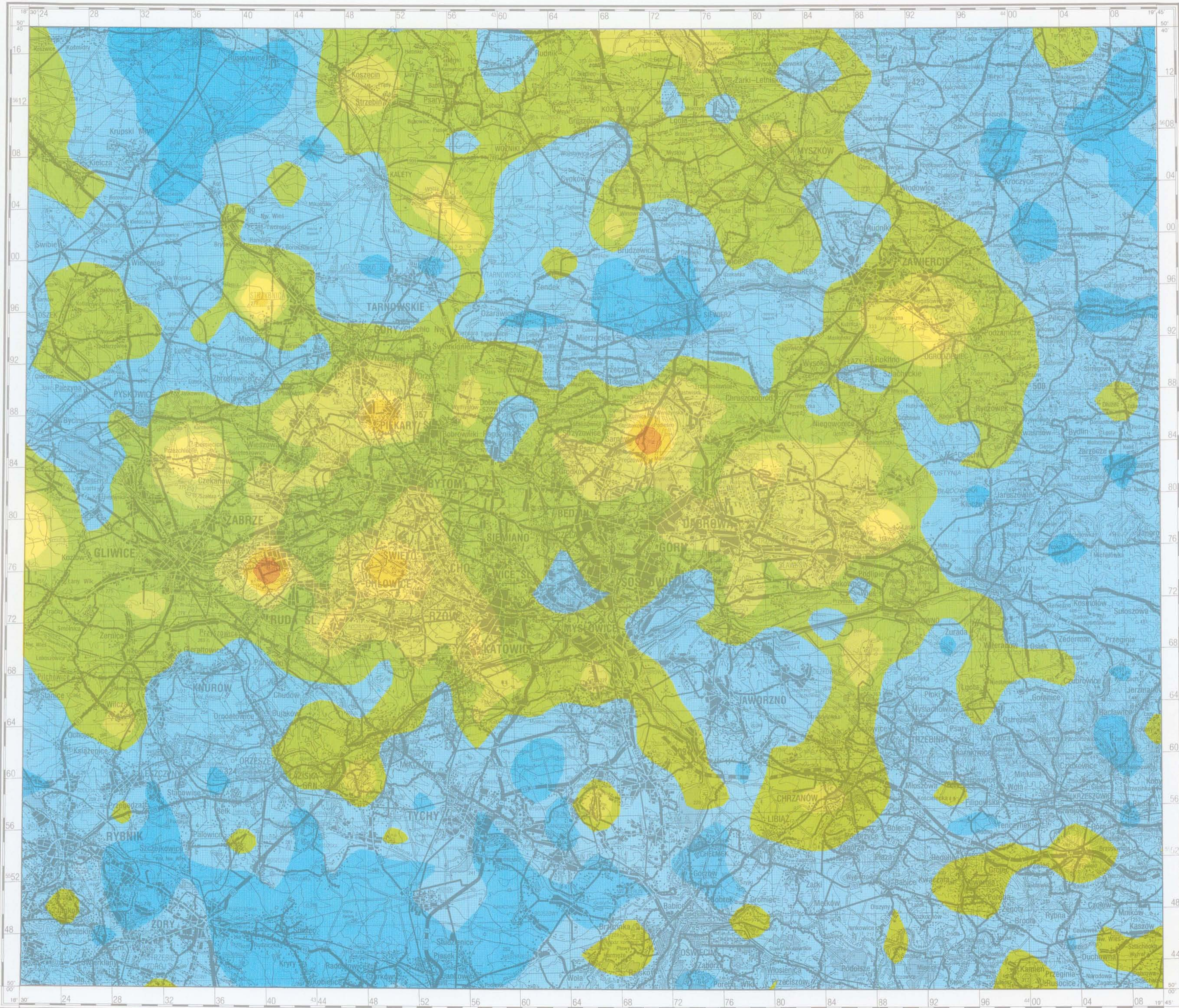
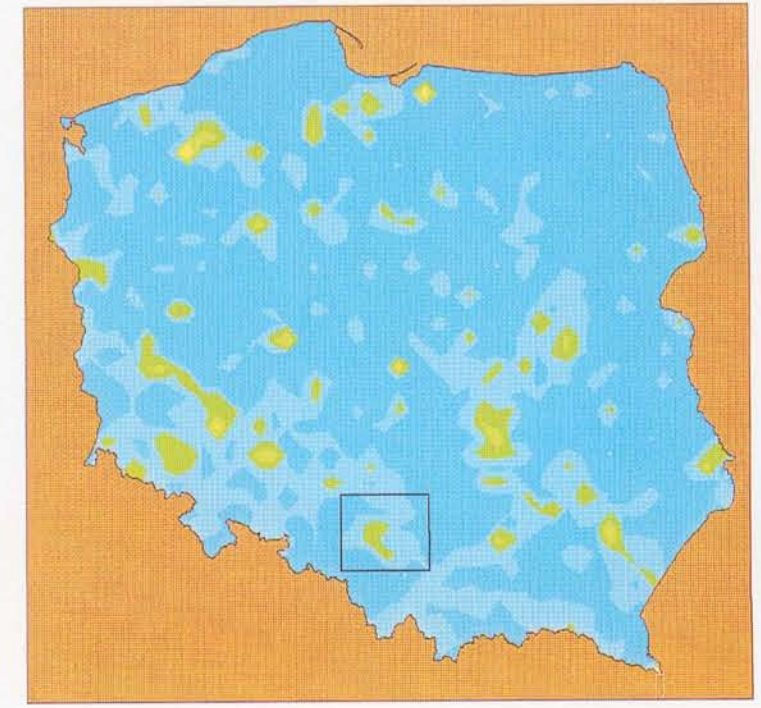
Mn MANGAN MANGANESE

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	4	Minimum
Maksimum	21295	Maximum
Średnia arytm.	558	Arithmetic mean
Średnia geom.	280	Geometric mean
Mediana	292	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



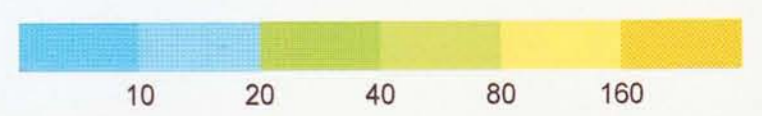
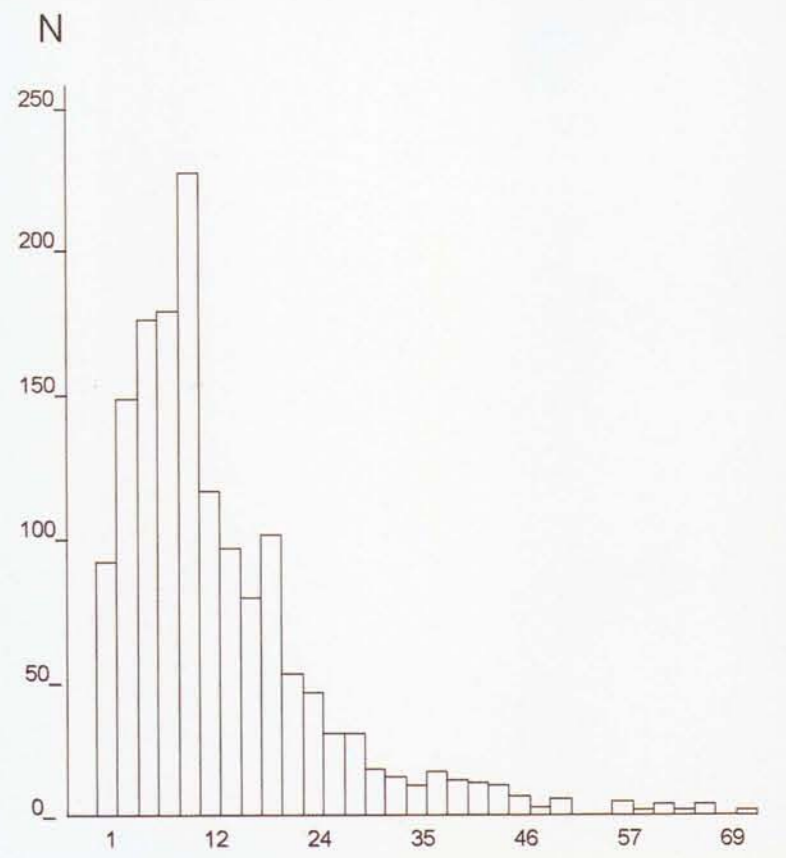
770 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland



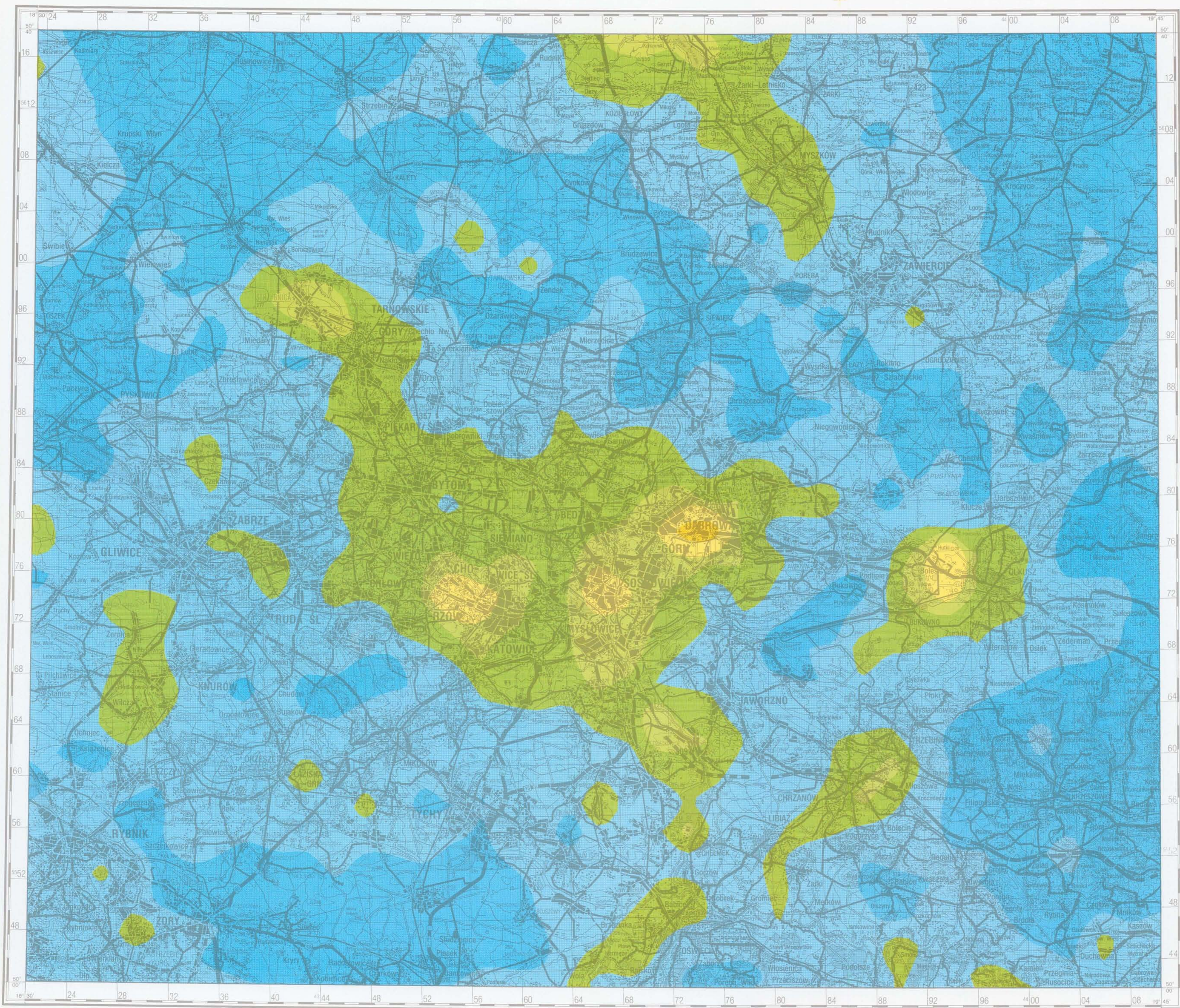
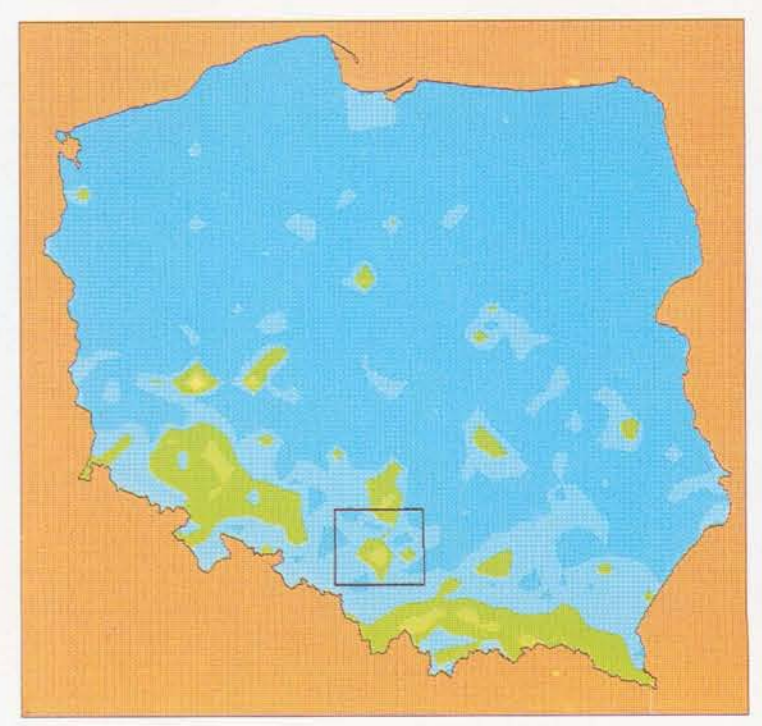
Ni NIKIEL
NICKEL

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	< 1	Minimum
Maksimum	795	Maximum
Srednia arytm.	16	Arithmetic mean
Srednia geom.	10	Geometric mean
Mediana	11	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



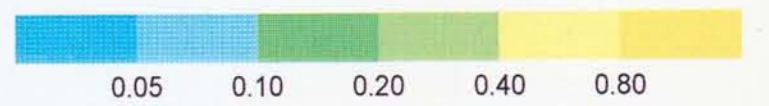
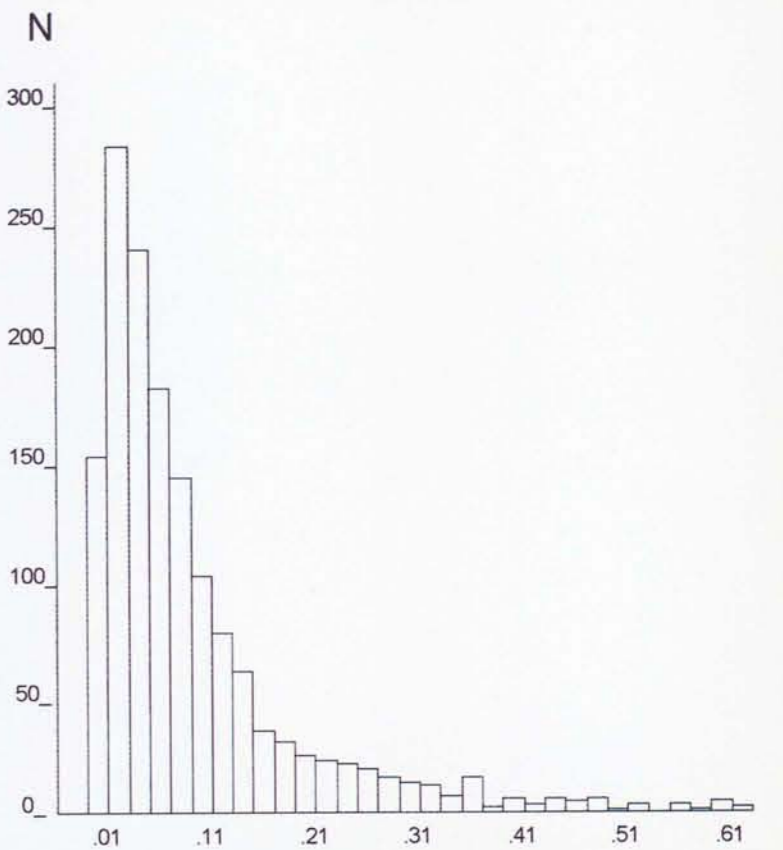
18 Wartość graniczna dla Ni w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland



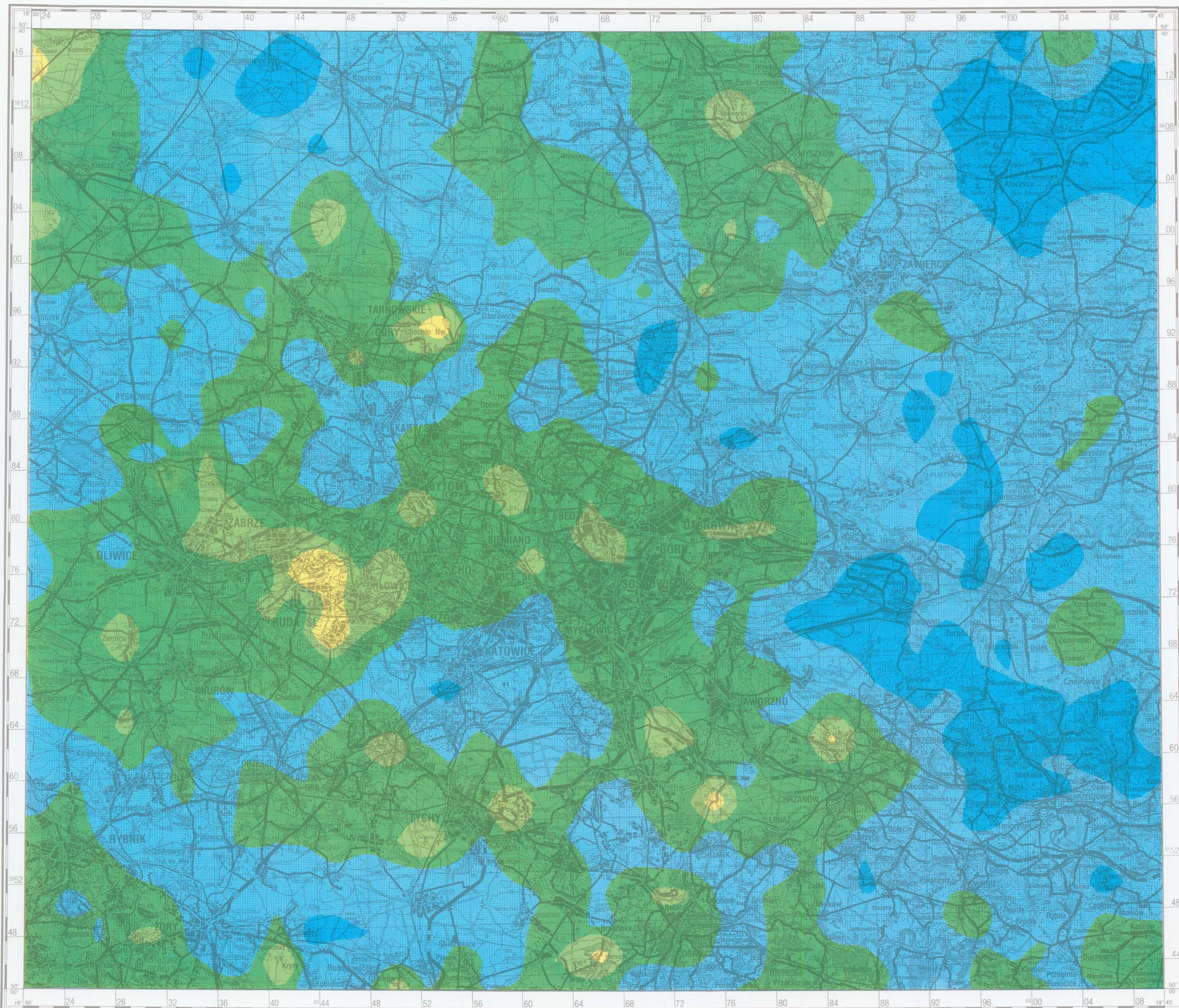
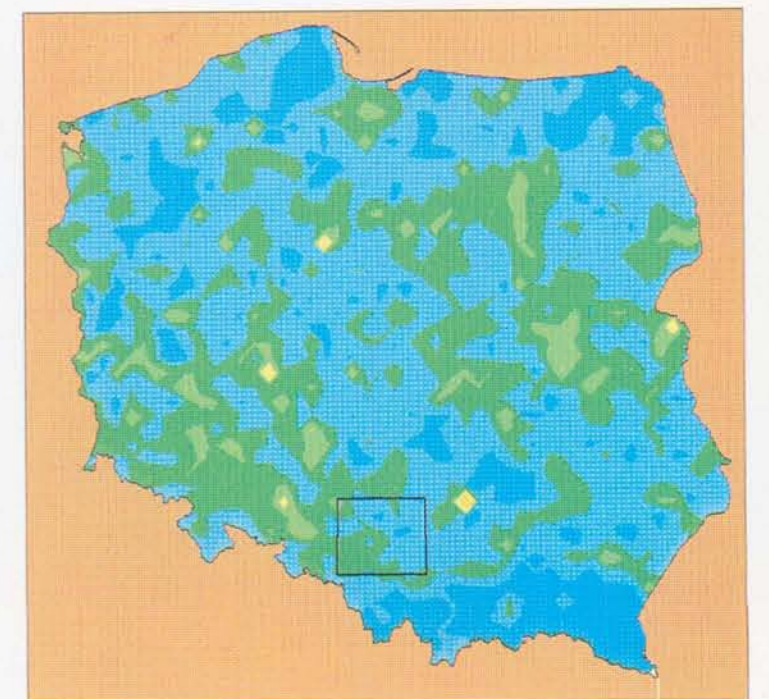
P FOSFOR
PHOSPHORUS

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
% = procent = percent

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	< 0.005	Minimum
Maksimum	3.961	Maximum
Srednia arytm.	0.107	Arithmetic mean
Srednia geom.	0.067	Geometric mean
Mediana	0.066	Median
Granica wykrywalności	0.005	Detection limit



0.190 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland

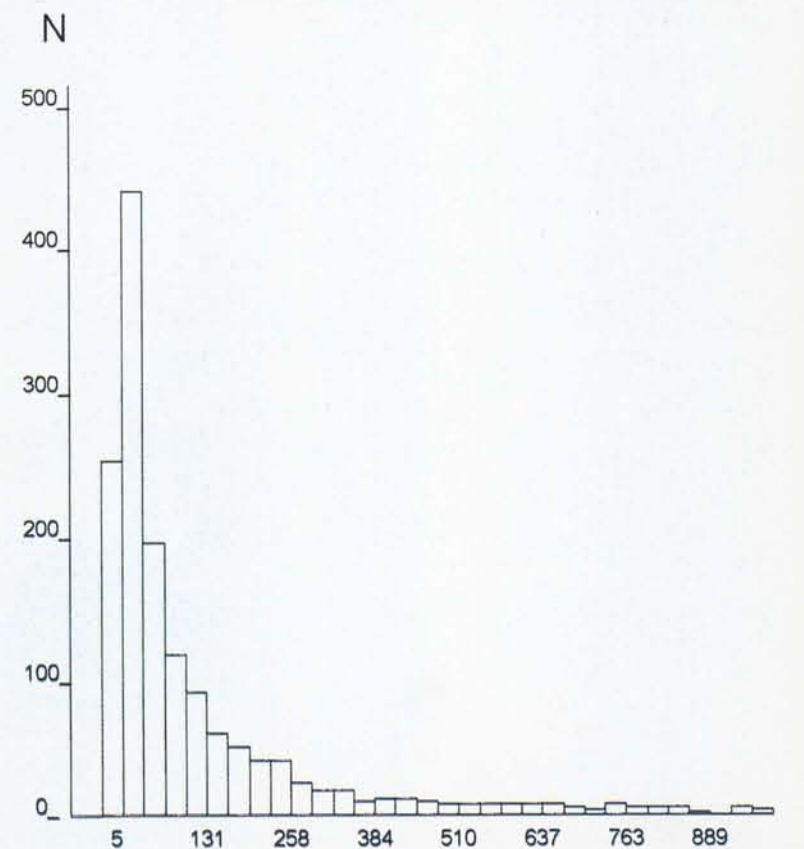


Pb

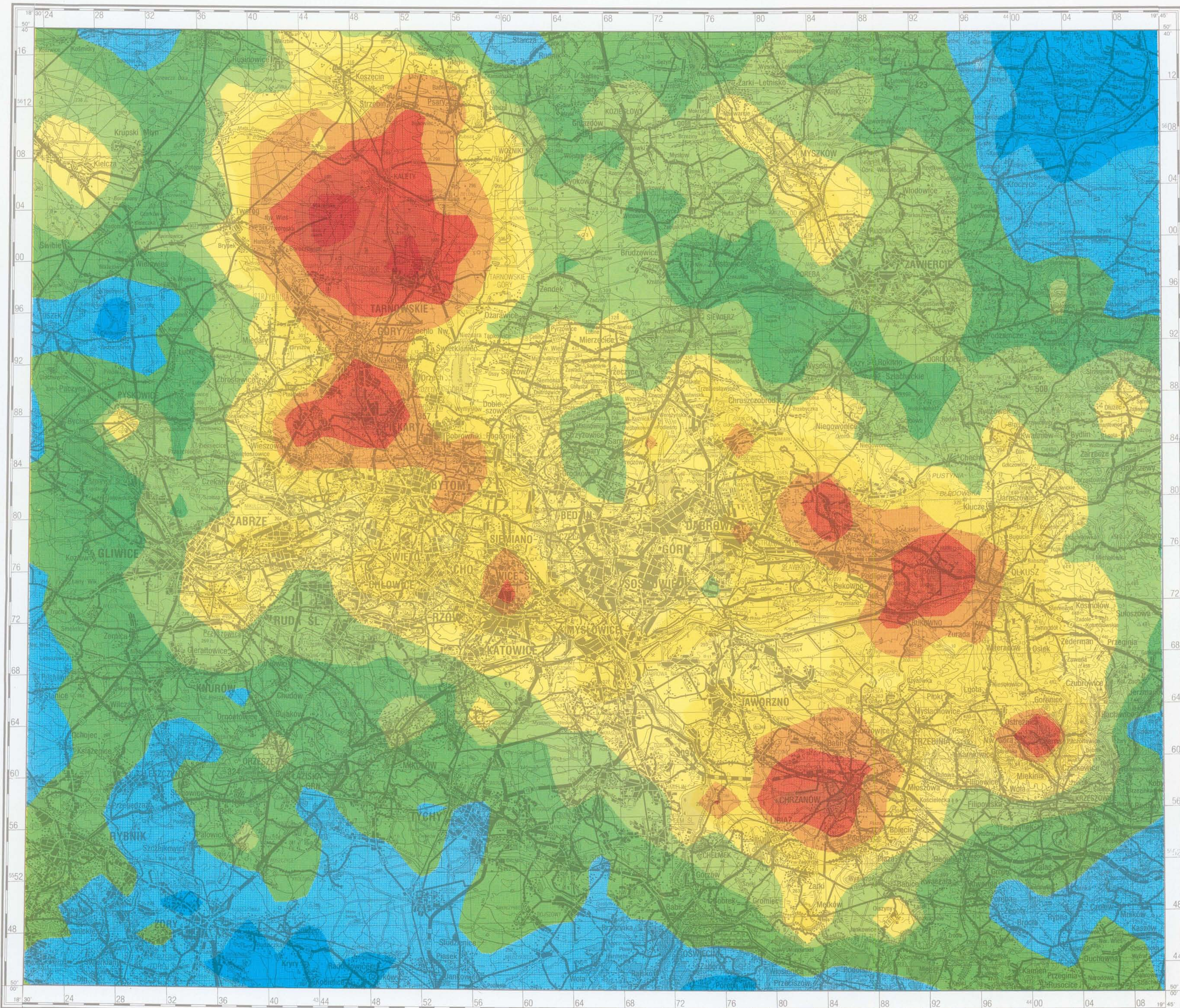
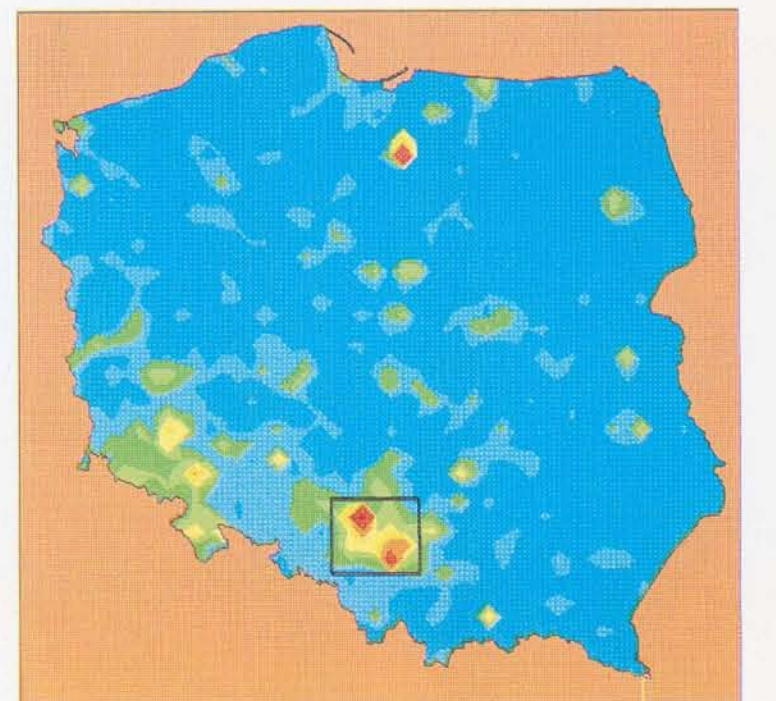
**OŁÓW
LEAD**

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	< 5	Minimum
Maksimum	43878	Maximum
Srednia arytm.	328	Arithmetic mean
Srednia geom.	72	Geometric mean
Mediana	59	Median
Granica wykrywalności	5	Detection limit



45 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland

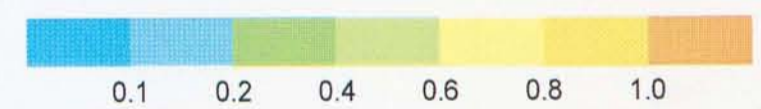
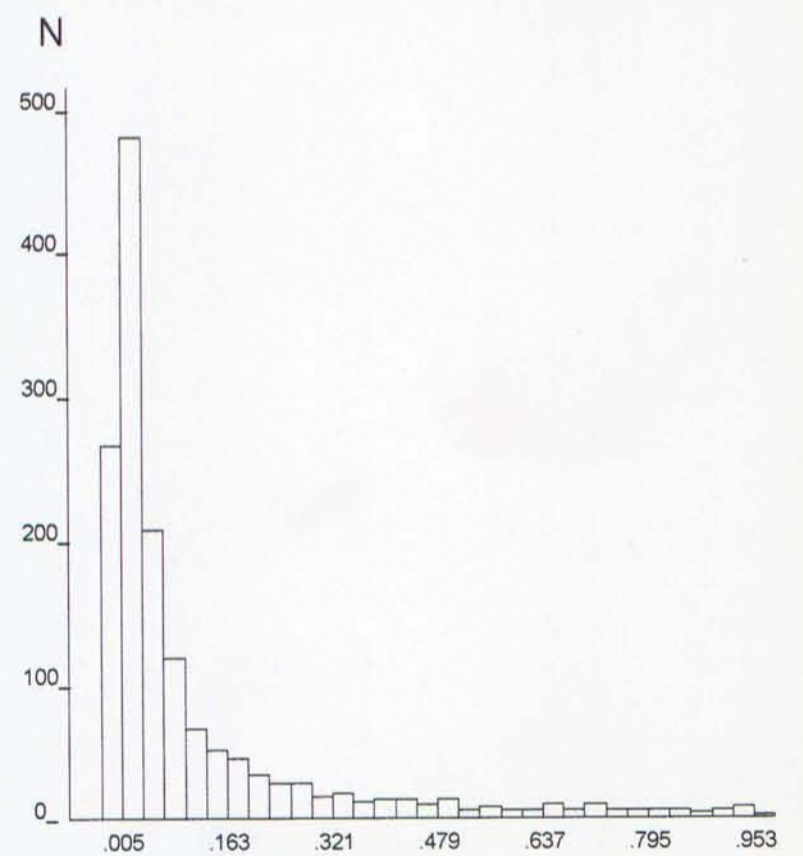


S

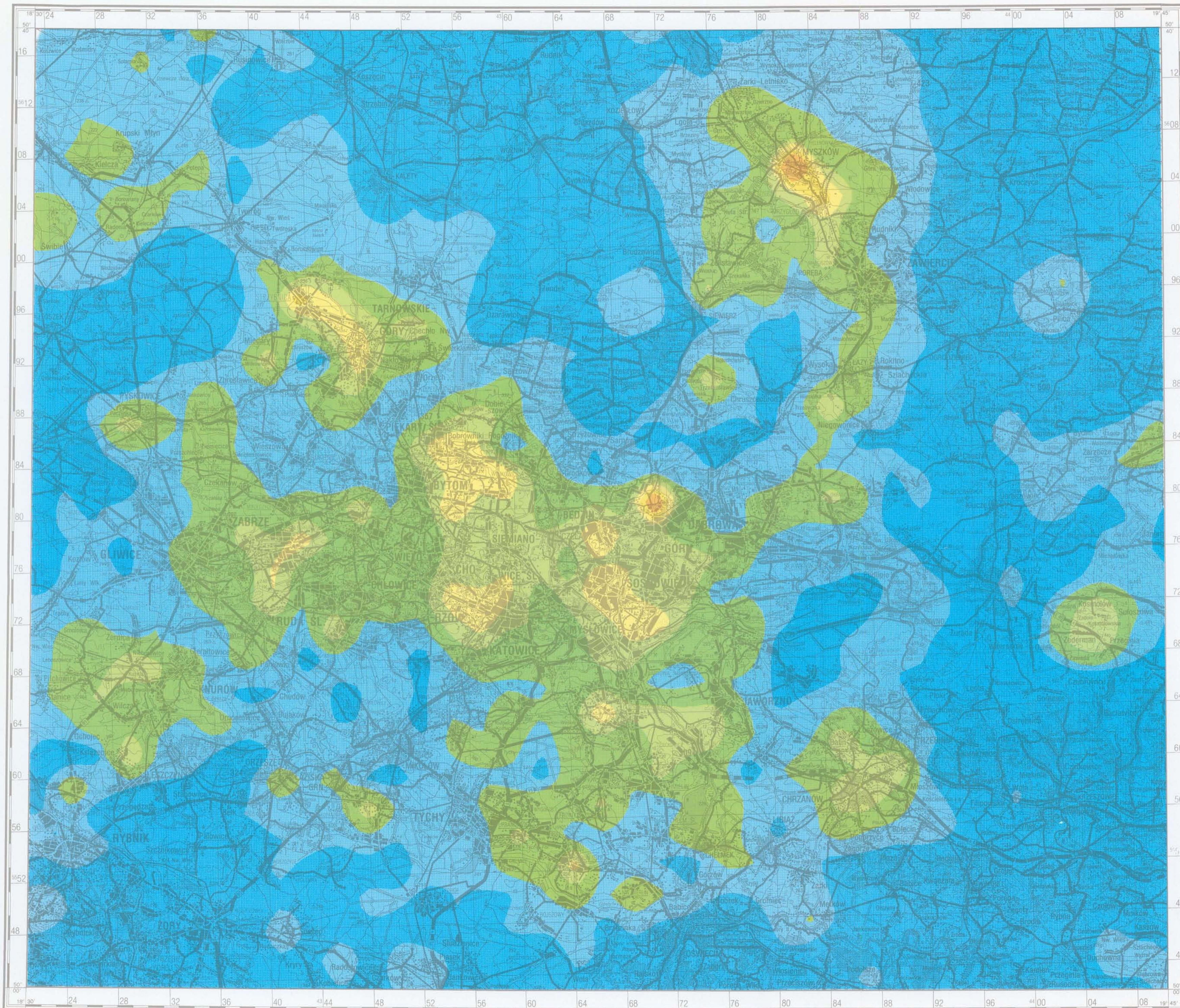
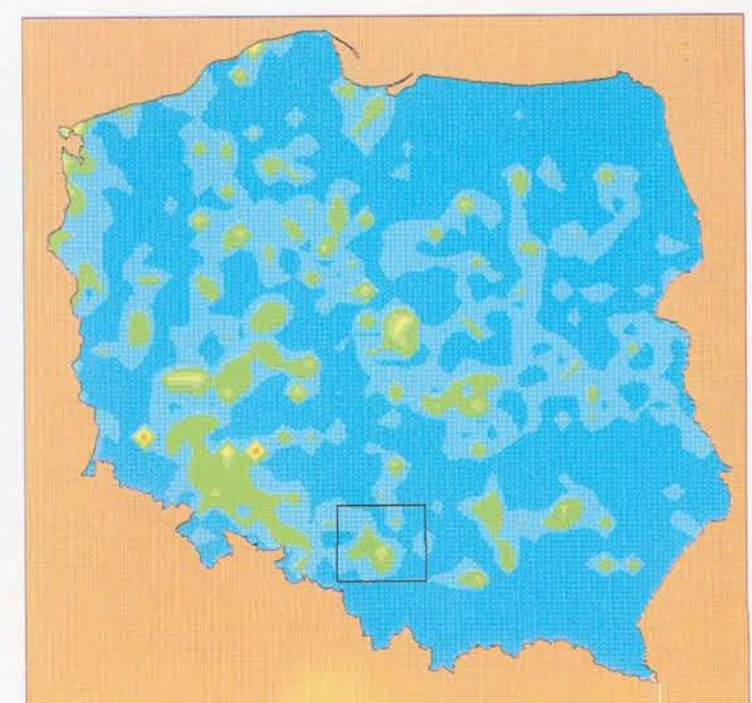
**SIARKA
SULPHUR**

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
% = procent = percent

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	< 0.005	Minimum
Maksimum	2.193	Maximum
Średnia arytm.	0.150	Arithmetic mean
Średnia geom.	0.064	Geometric mean
Mediana	0.052	Median
Granica wykrywalności	0.005	Detection limit



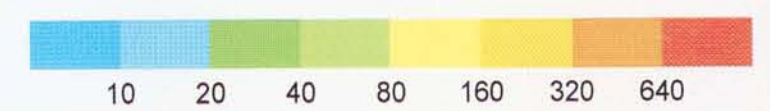
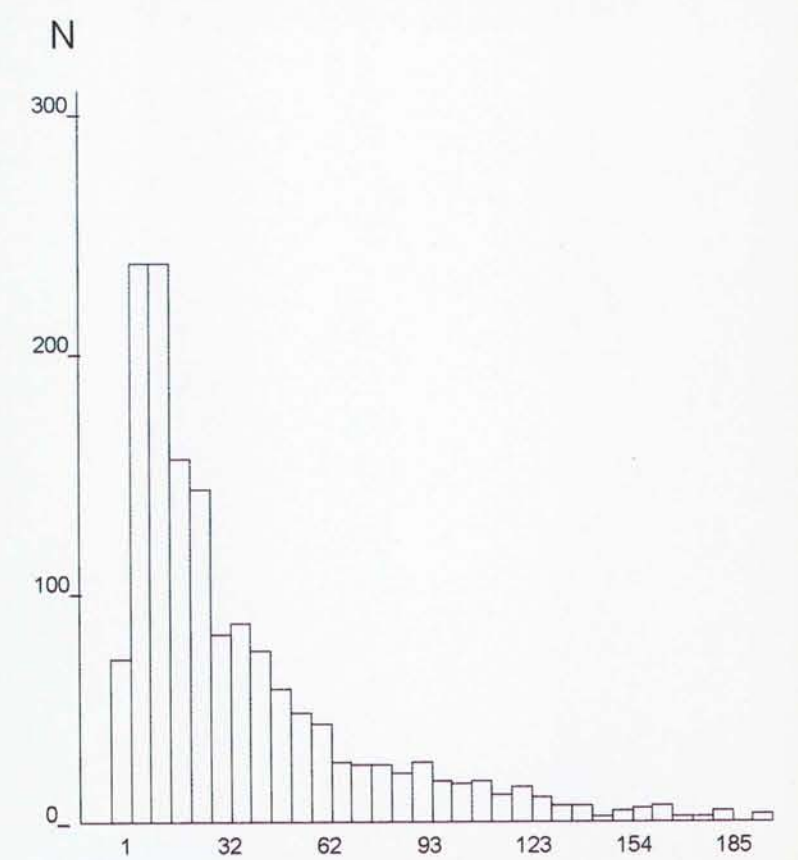
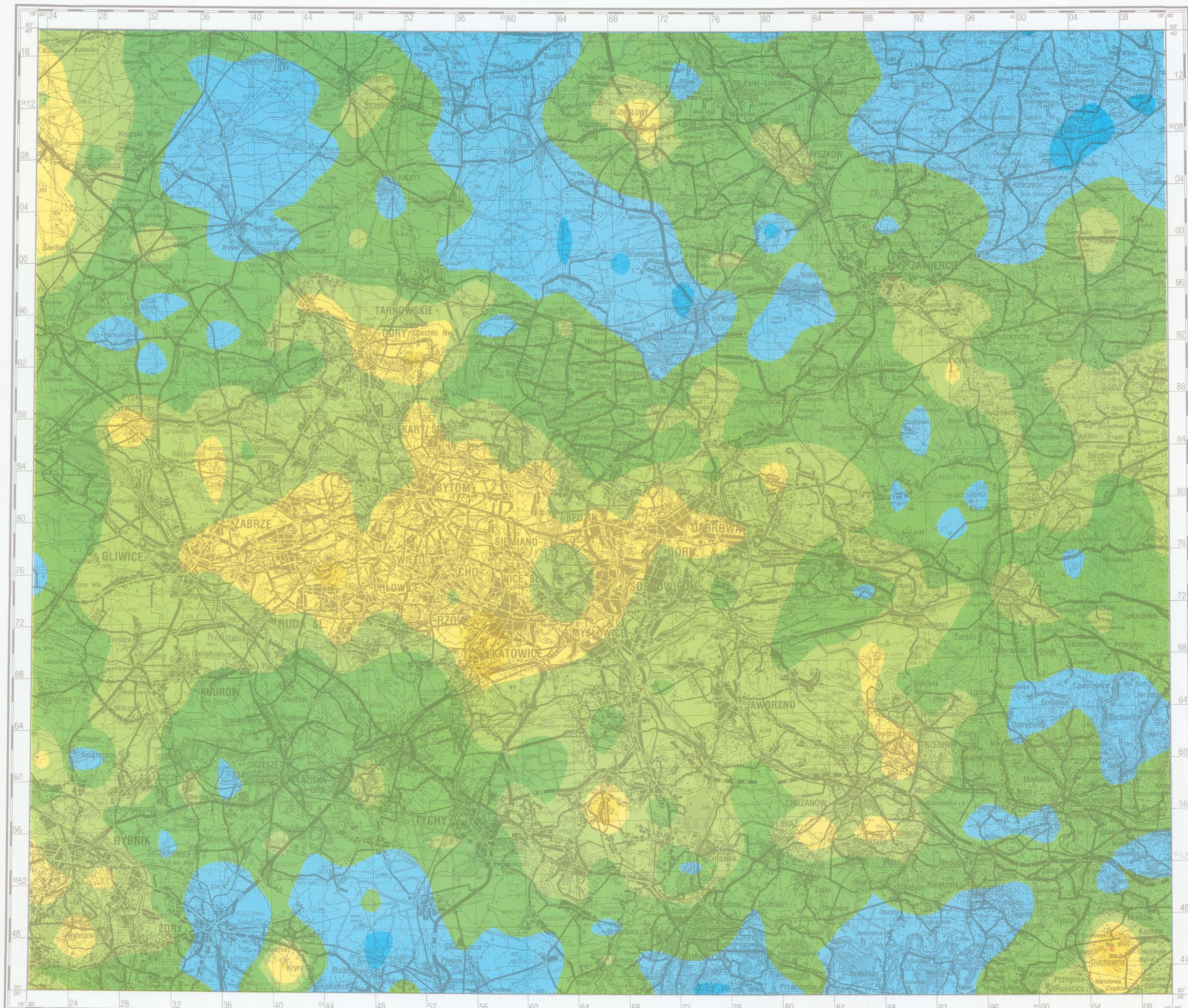
0.140 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland



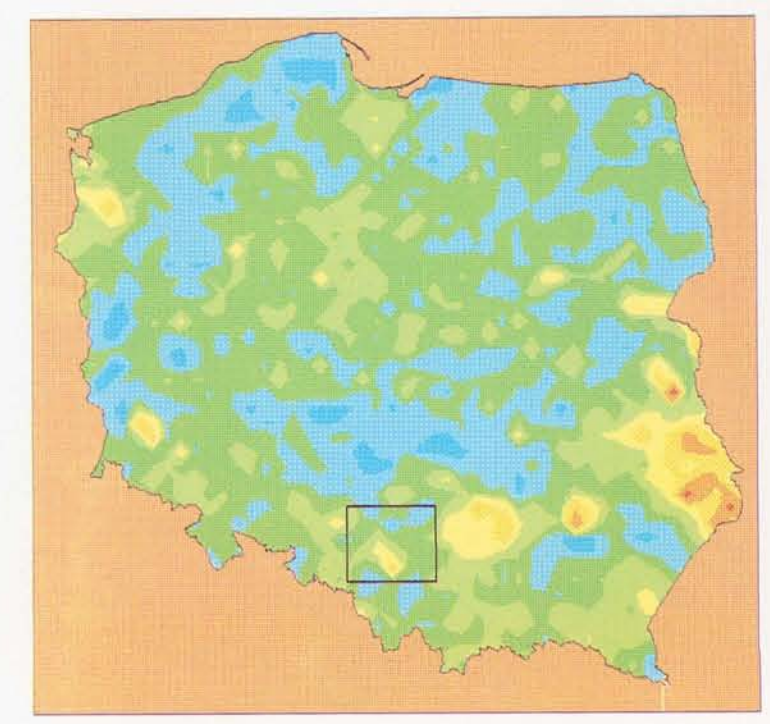
Sr STRONT STRONTIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	1	Minimum
Maksimum	1120	Maximum
Średnia arytm.	43	Arithmetic mean
Średnia geom.	25	Geometric mean
Mediana	24	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



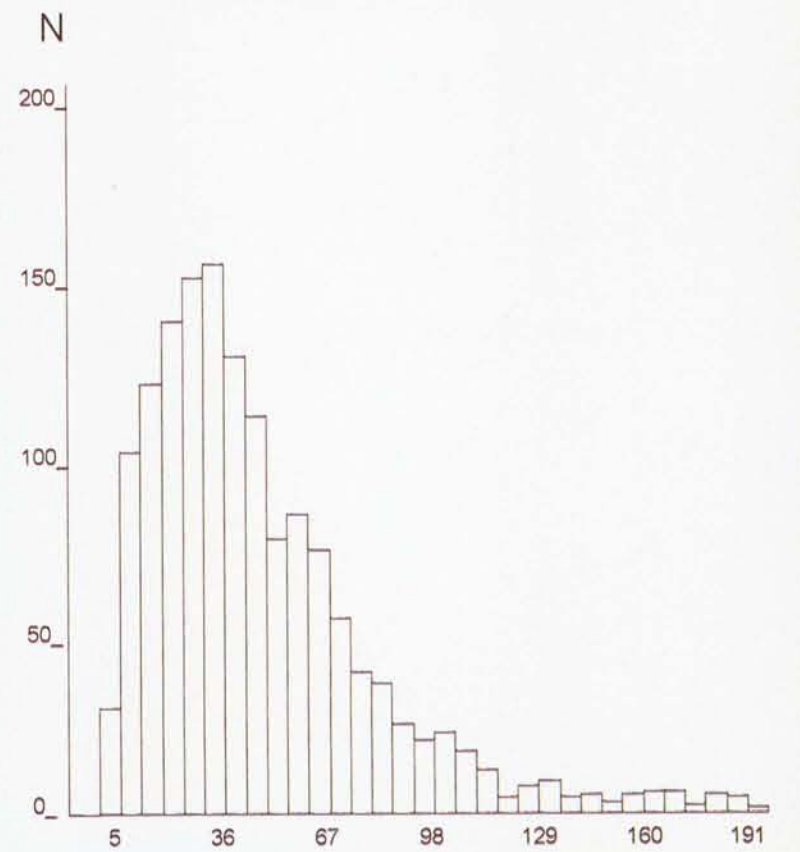
63 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland



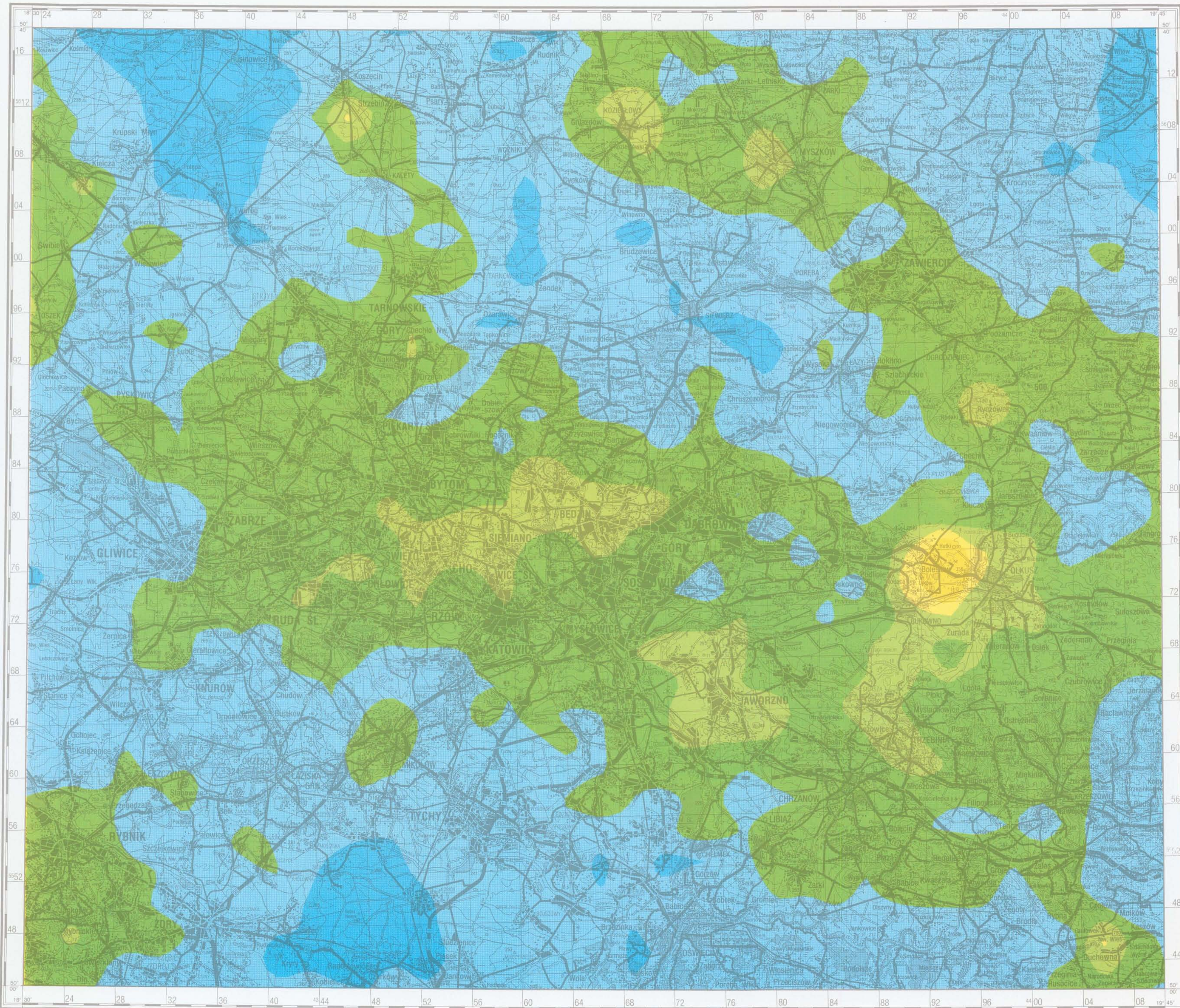
Ti TYTAN
TITANIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	3	Minimum
Maksimum	3439	Maximum
Srednia arytm.	54	Arithmetic mean
Srednia geom.	40	Geometric mean
Mediana	42	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



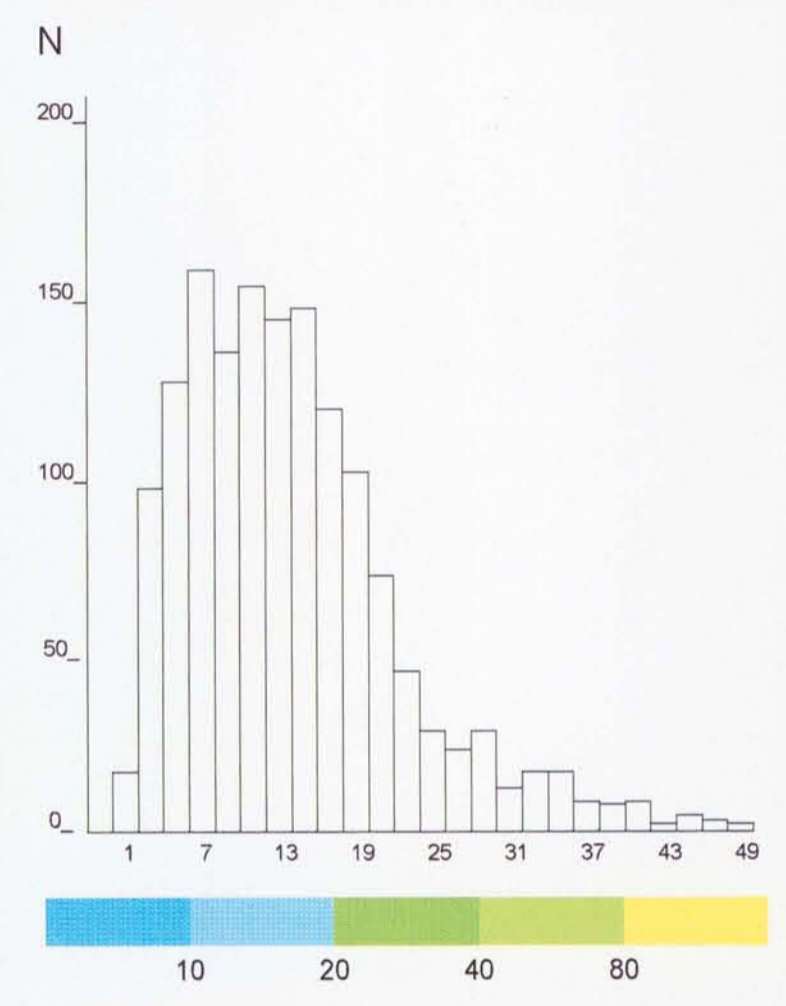
90 Wartość graniczna dla ti w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland



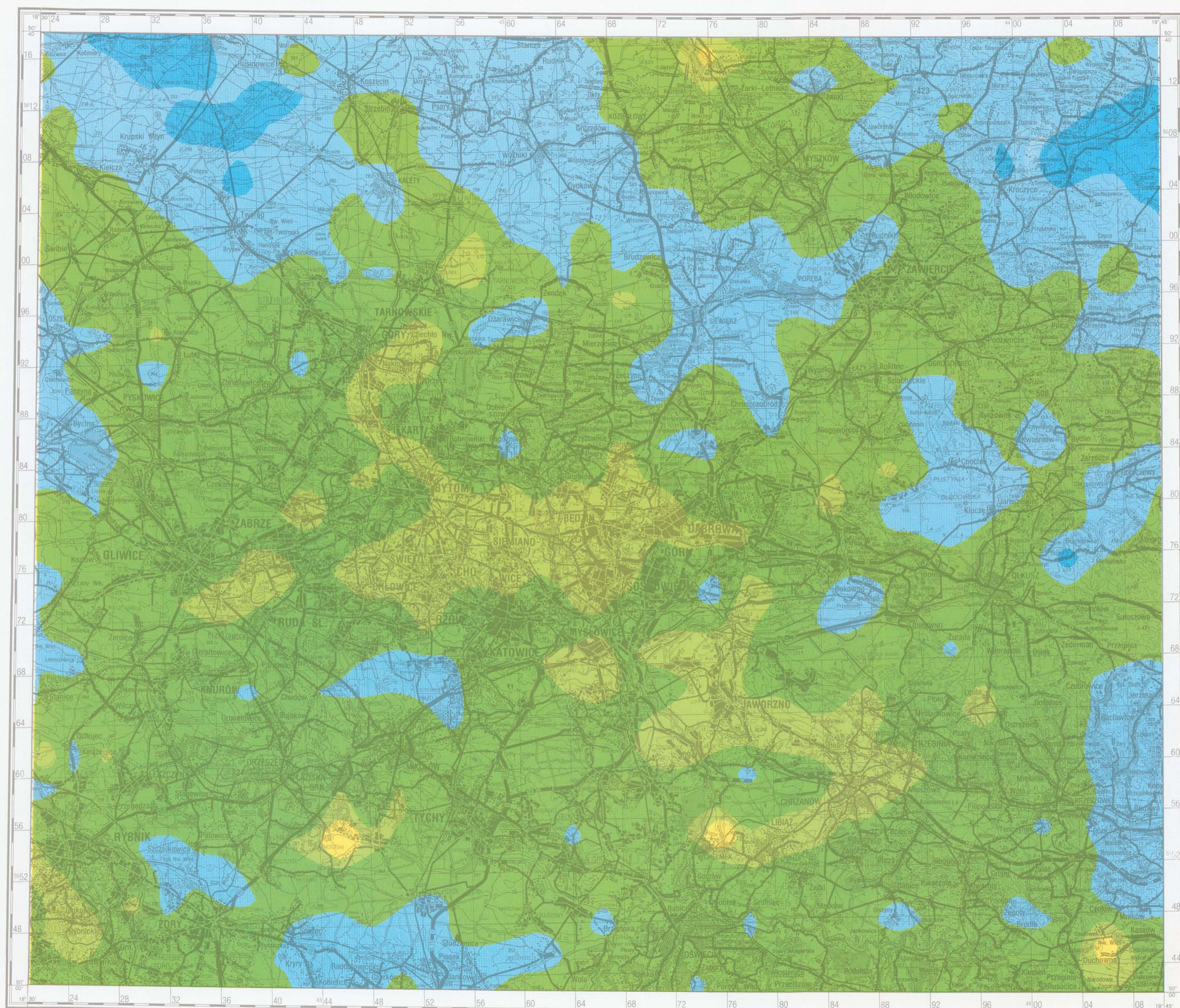
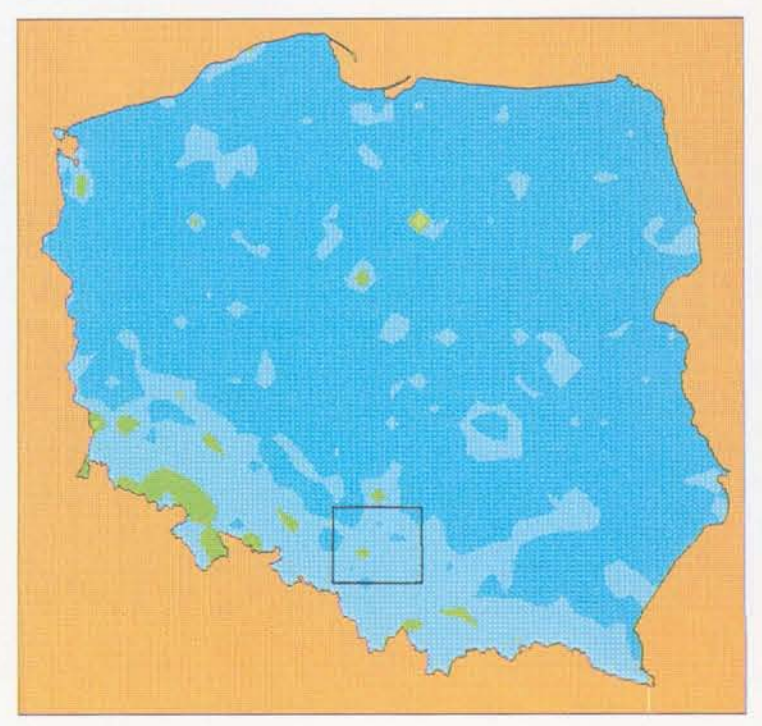
V **WANAD**
VANADIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	< 1	Minimum
Maksimum	155	Maximum
Średnia arytm.	14	Arithmetic mean
Średnia geom.	11	Geometric mean
Mediana	12	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



33 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland

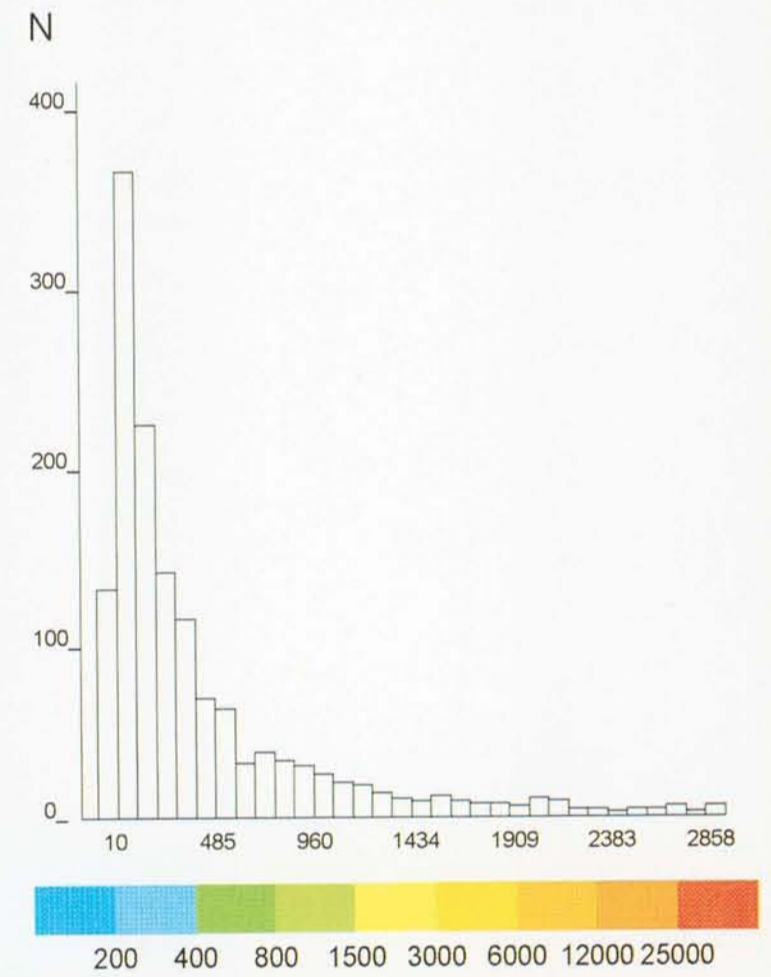


Zn

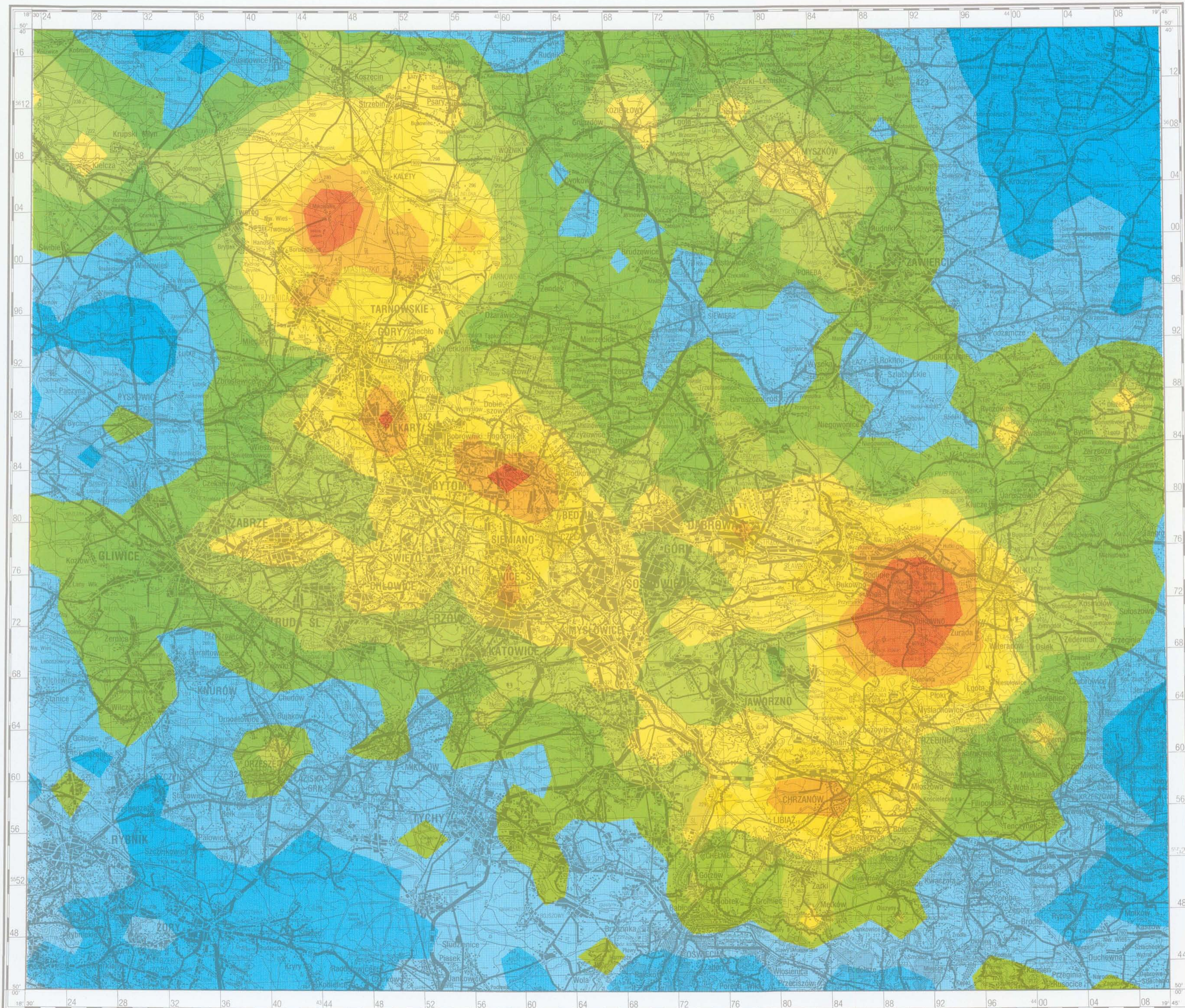
CYNK
ZINC

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/kg = g/t

Liczba próbek	1459	Number of samples
Minimum	11	Minimum
Maksimum	63157	Maximum
Srednia arytm.	903	Arithmetic mean
Srednia geom.	300	Geometric mean
Mediana	259	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



220 Wartość graniczna dla tła w osadach wodnych Polski
Limit value for background in water sediments of Poland

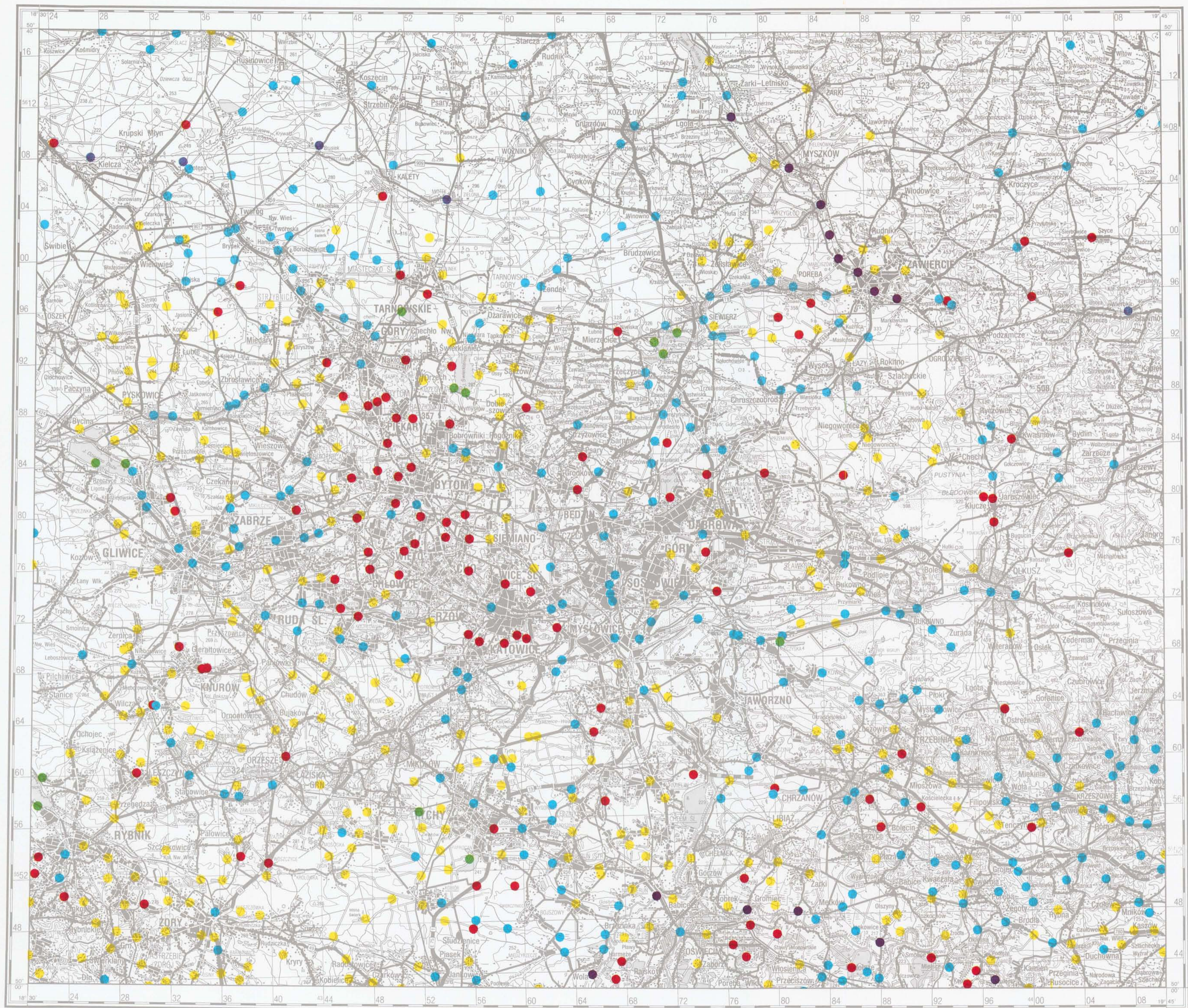
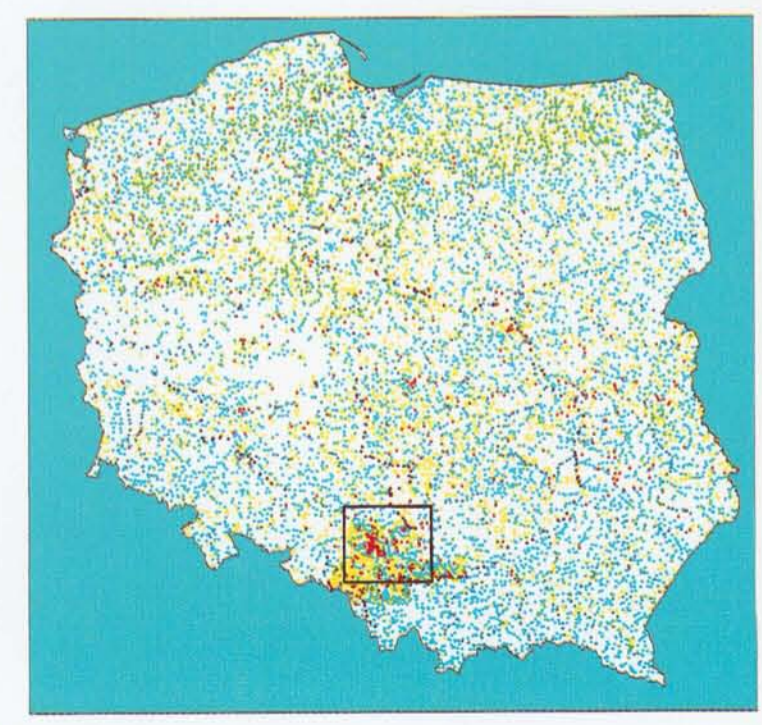
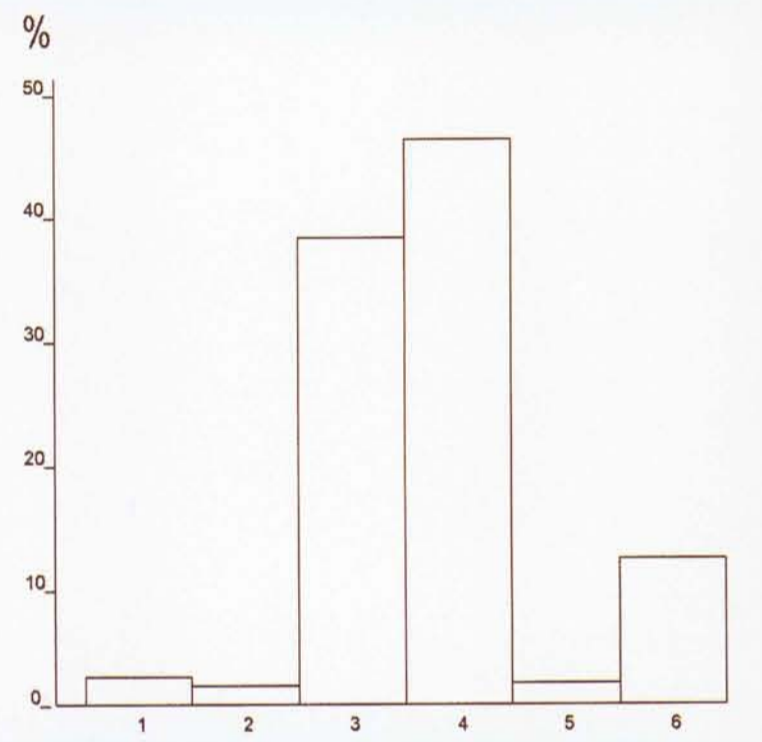


OPRÓBOWANIE SAMPLING

Zbiorniki wodne
Water bodies

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
Liczba próbek
Number of samples

Rzeki o długości: Length of rivers:	Liczba próbek Number of samples	Rzeki o długości: Length of rivers:	Liczba próbek Number of samples
1 > 500 km	23	1 > 500 km	
2 ≥ 100 km ≤ 500 km	12	2 ≥ 100 km ≤ 500 km	
3 < 100 km	447	3 < 100 km	
4 Małe ciek bez nazwy Small streams without names	541	4 Unnamed small streams	
5 Jeziora i sztuczne zbiorniki Lakes and artificial reservoirs	19	5 Lakes and artificial reservoirs	
6 Małe zbiorniki bez nazwy Small reservoirs without names	139	6 Unnamed small reservoirs	

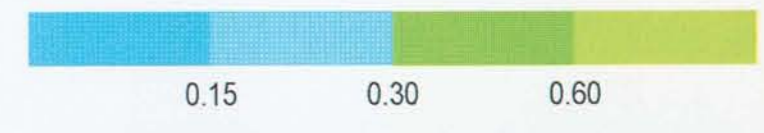
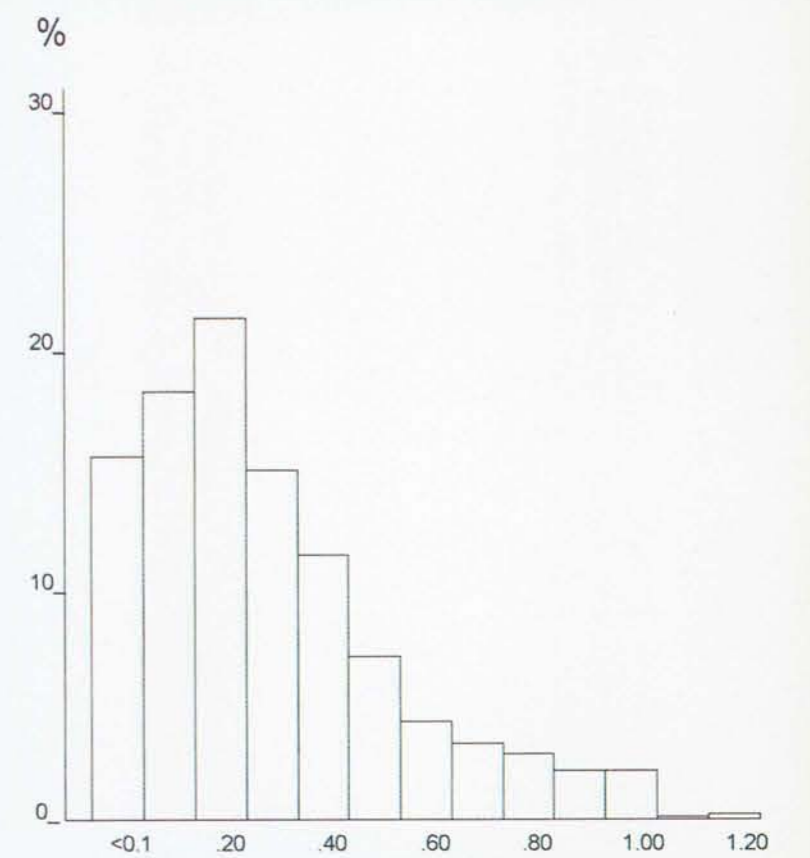


Al

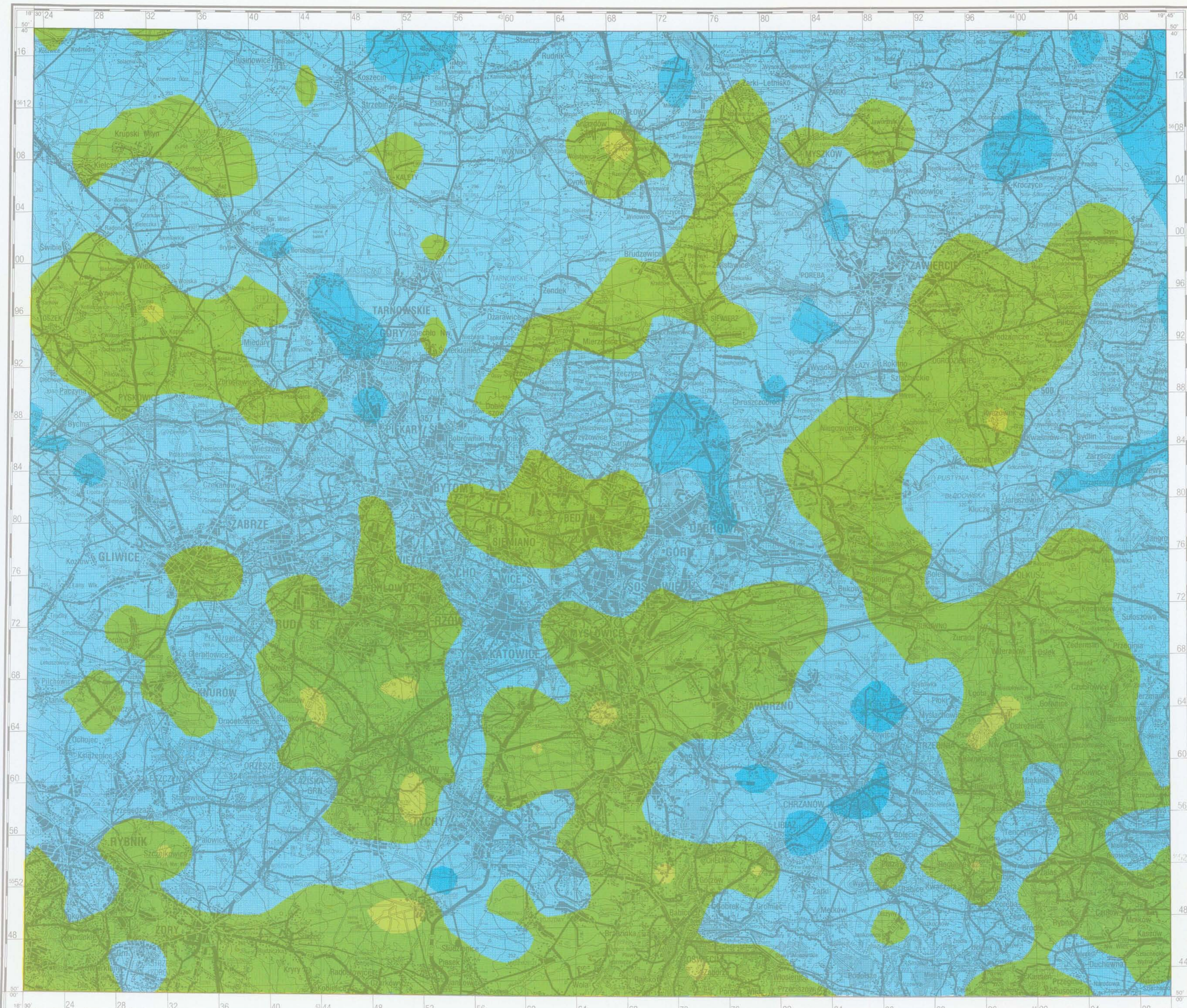
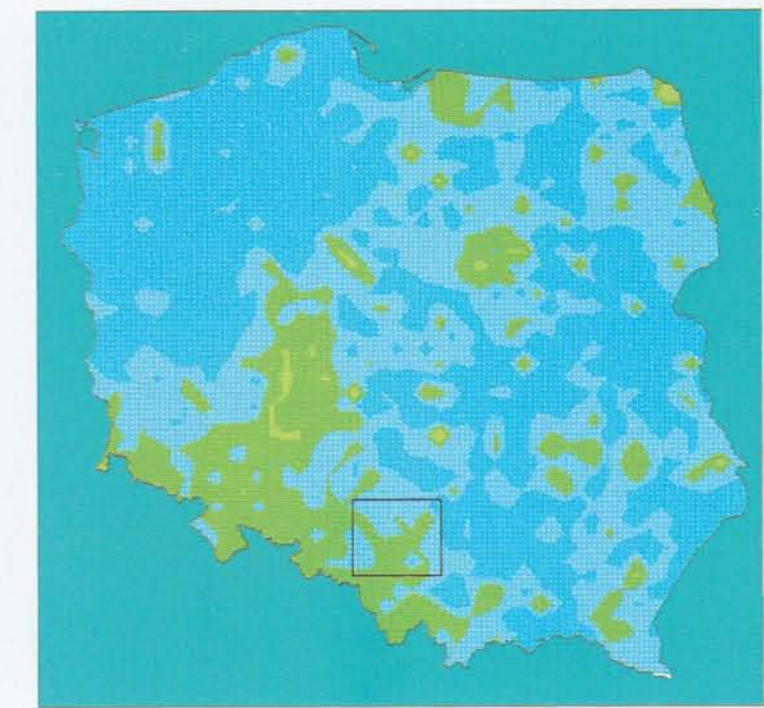
GLIN
ALUMINIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	< 0.1	Minimum
Maksimum	1.2	Maximum
Średnia arytm.	0.3	Arithmetic mean
Średnia geom.	0.2	Geometric mean
Mediana	0.2	Median
Granica wykrywalności	0.1	Detection limit



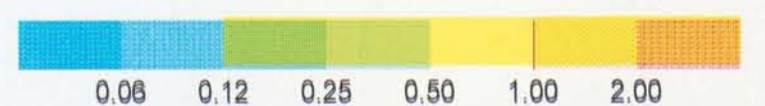
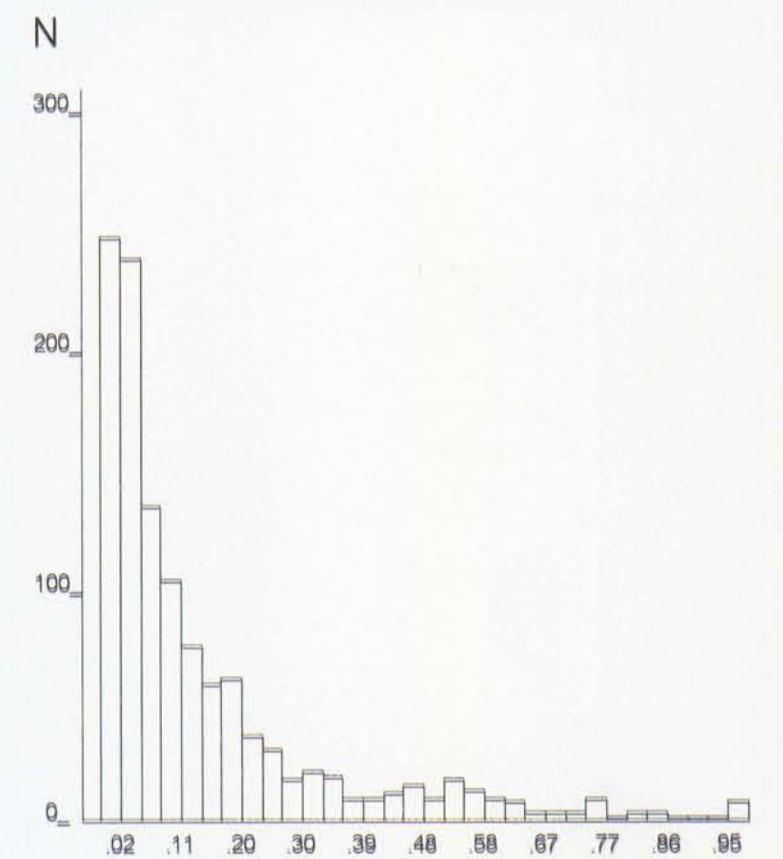
0.3 Wartość graniczna dla tła wód powierzchniowych Polski
Limit value for background in surface waters of Poland



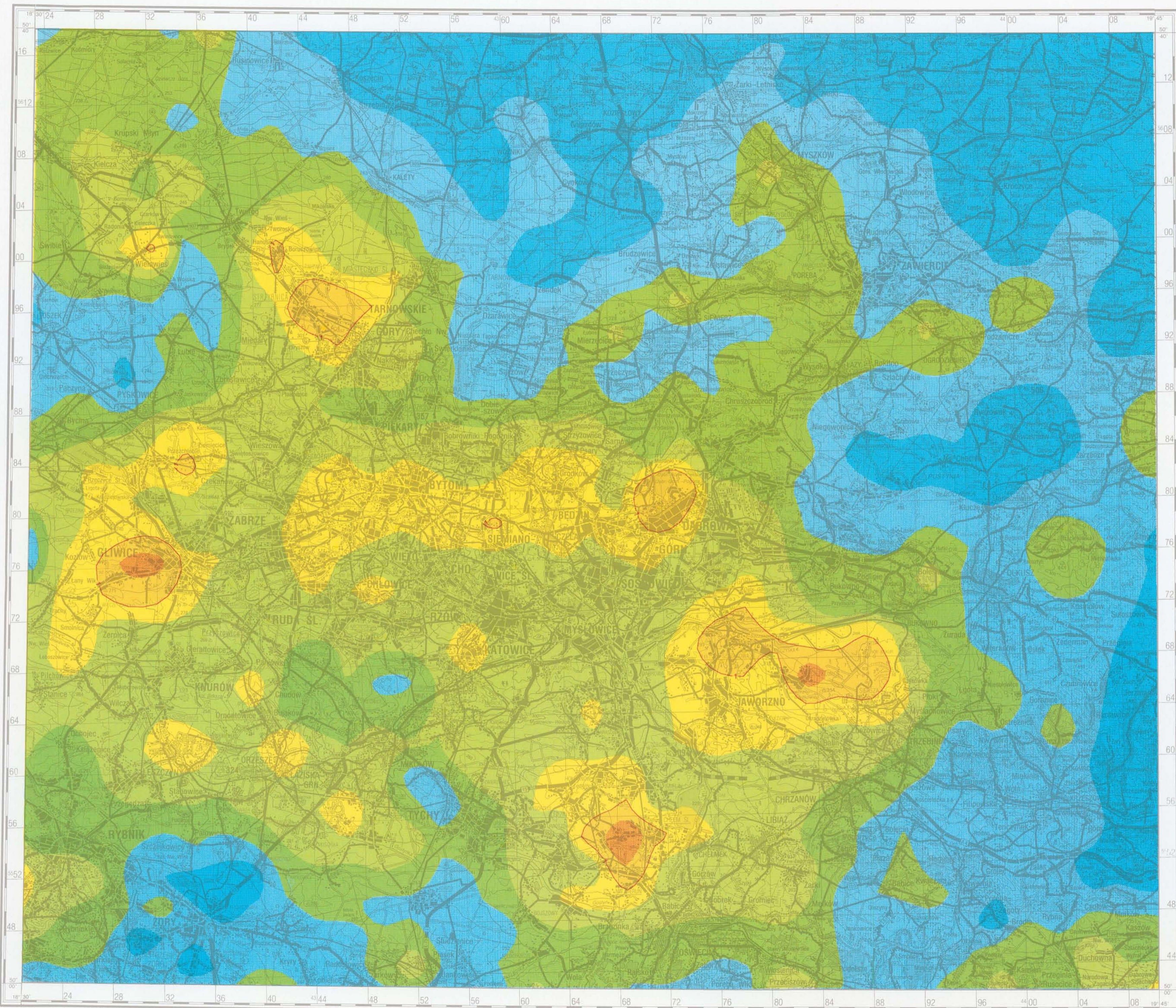
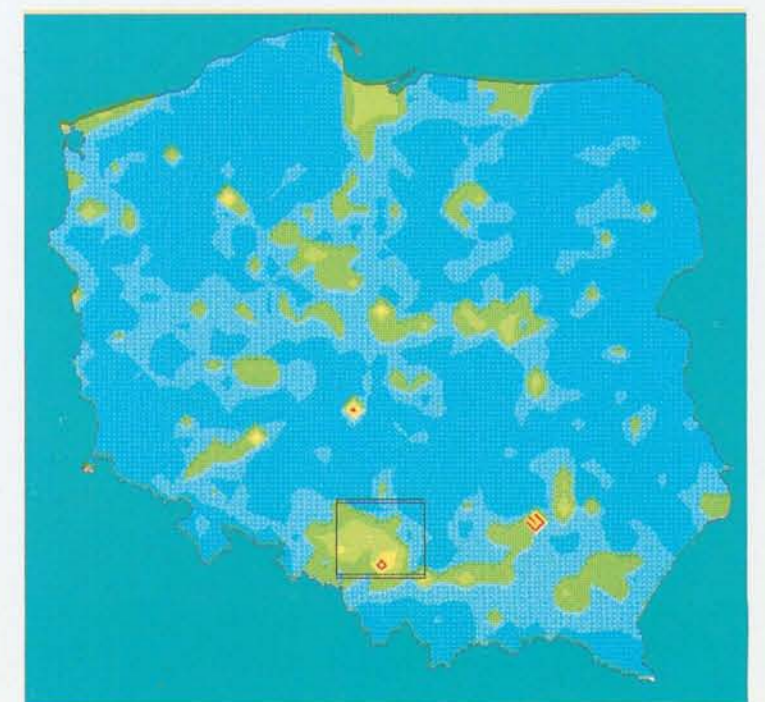
B BOR
BORON

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	< 0.02	Minimum
Maksimum	7.92	Maximum
Srednia arytm.	0.24	Arithmetic mean
Srednia geom.	0.09	Geometric mean
Mediana	0.09	Median
Granica wykrywalności	0.02	Detection limit



— 1.0 — Wartość graniczna dla I klasy czystości wód powierzchniowych
Limit value for I class purity of surface waters



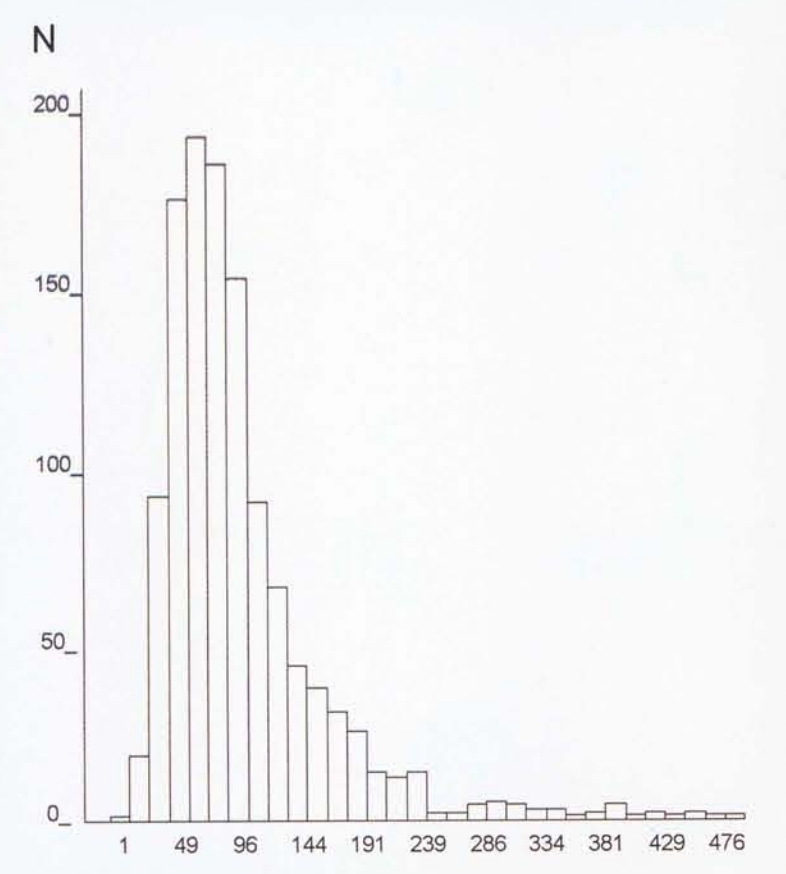
Ba

BAR
BARIUM

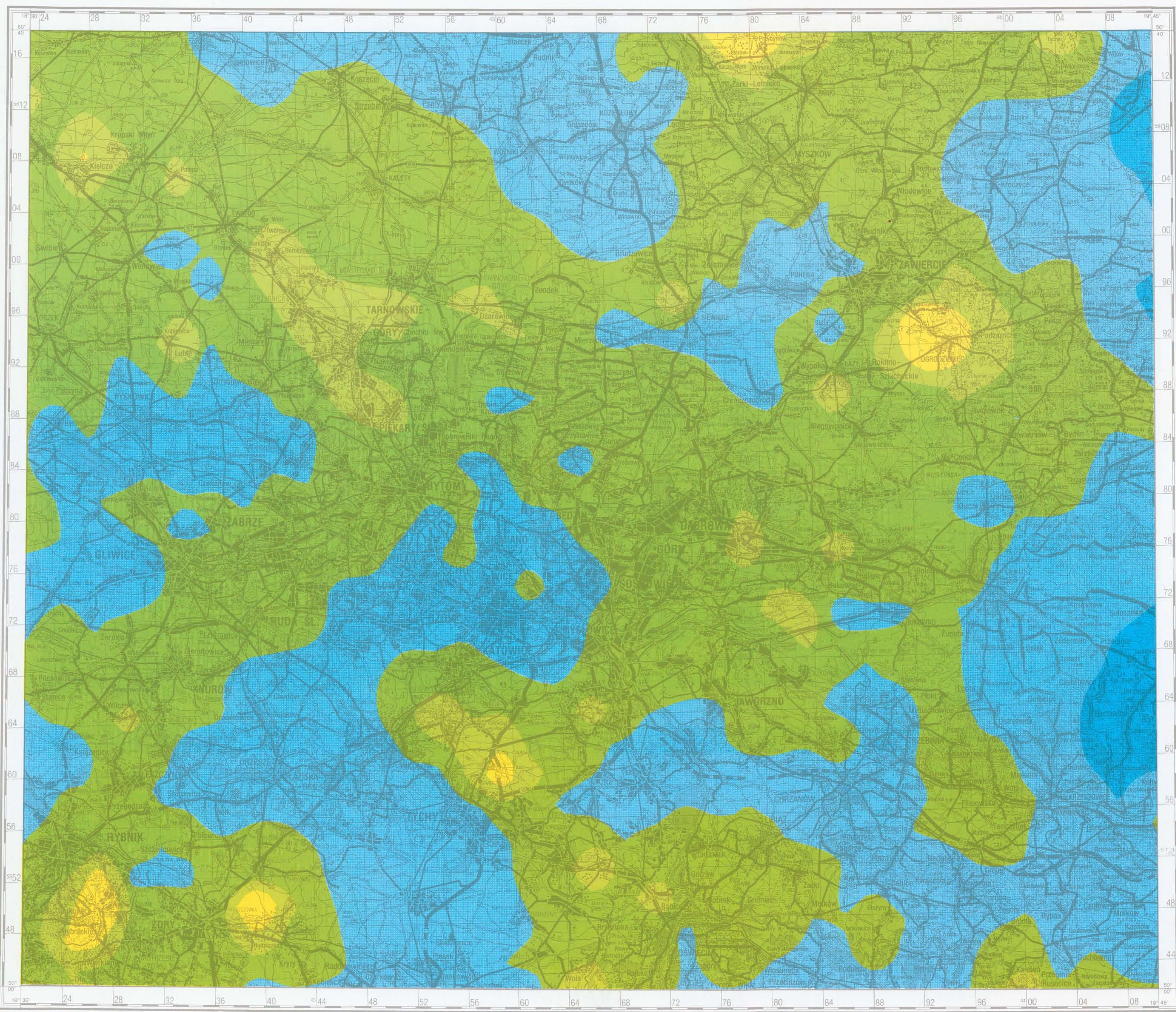
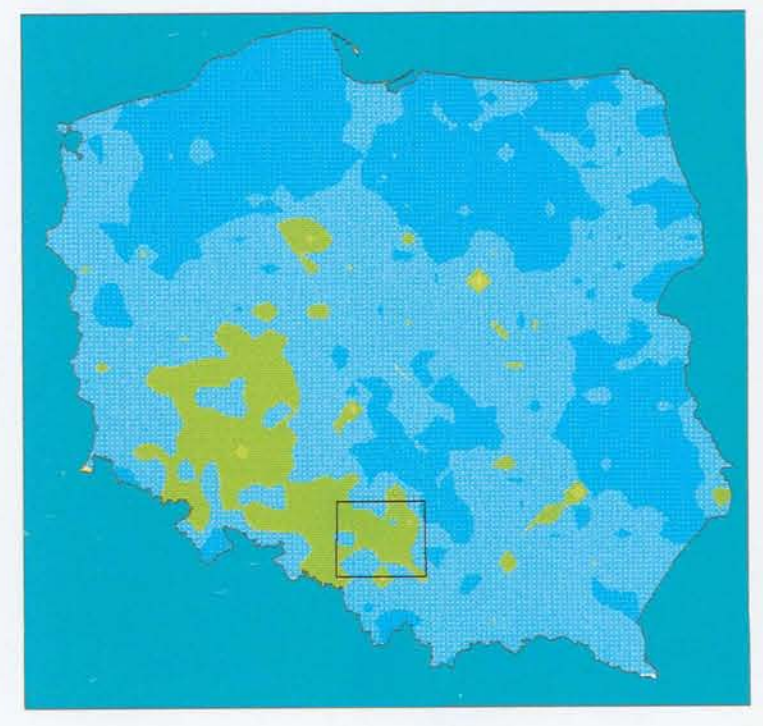
PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS

ppb = µg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	2	Minimum
Maksimum	3470	Maximum
Srednia arytm.	117	Arithmetic mean
Srednia geom.	87	Geometric mean
Mediana	82	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



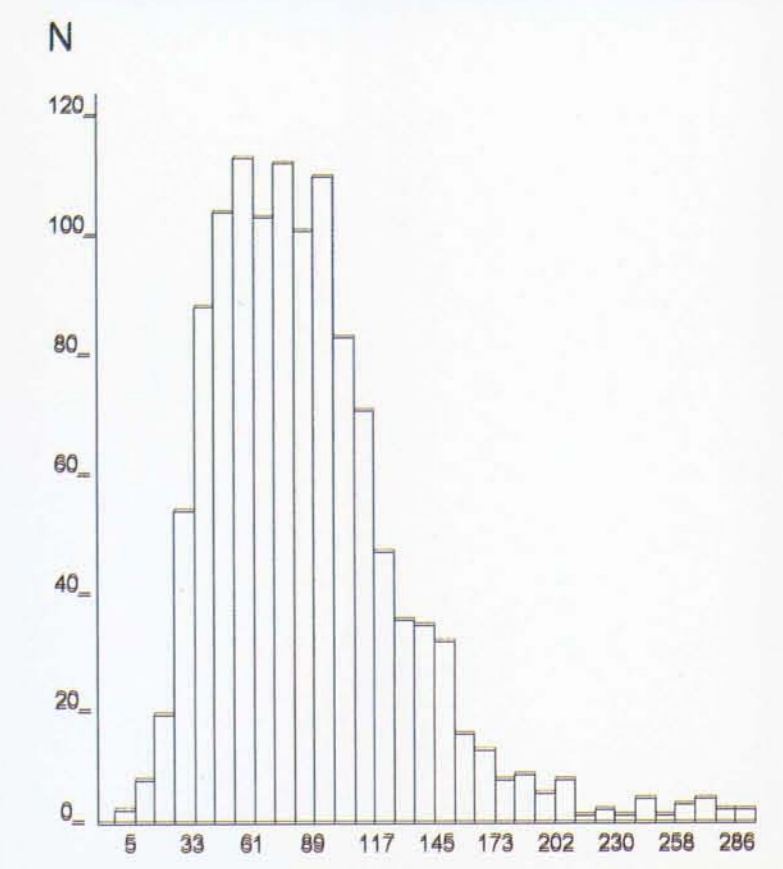
170 Wartość graniczna dla tła wód powierzchniowych Polski
Limit value for background of surface waters of Poland



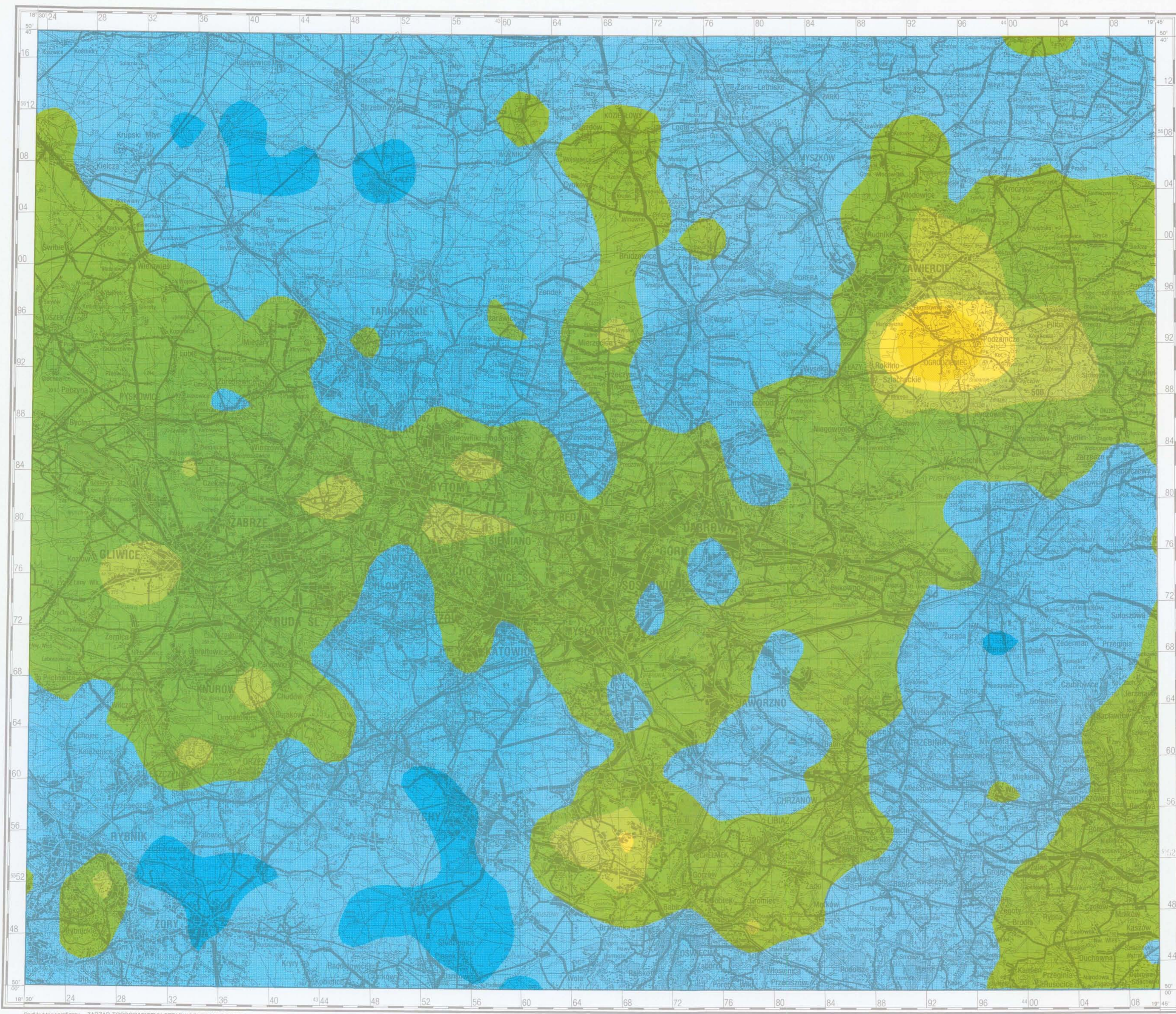
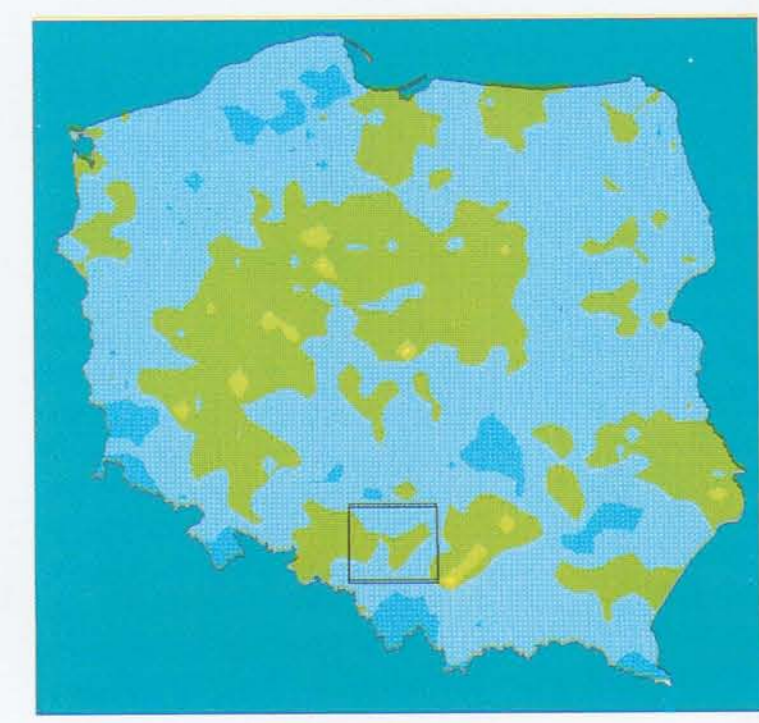
Ca WAPŃ CALCIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	3	Minimum
Maksimum	6400	Maximum
Srednia arytm.	104	Arithmetic mean
Srednia geom.	83	Geometric mean
Mediana	85	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



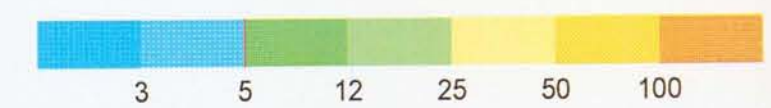
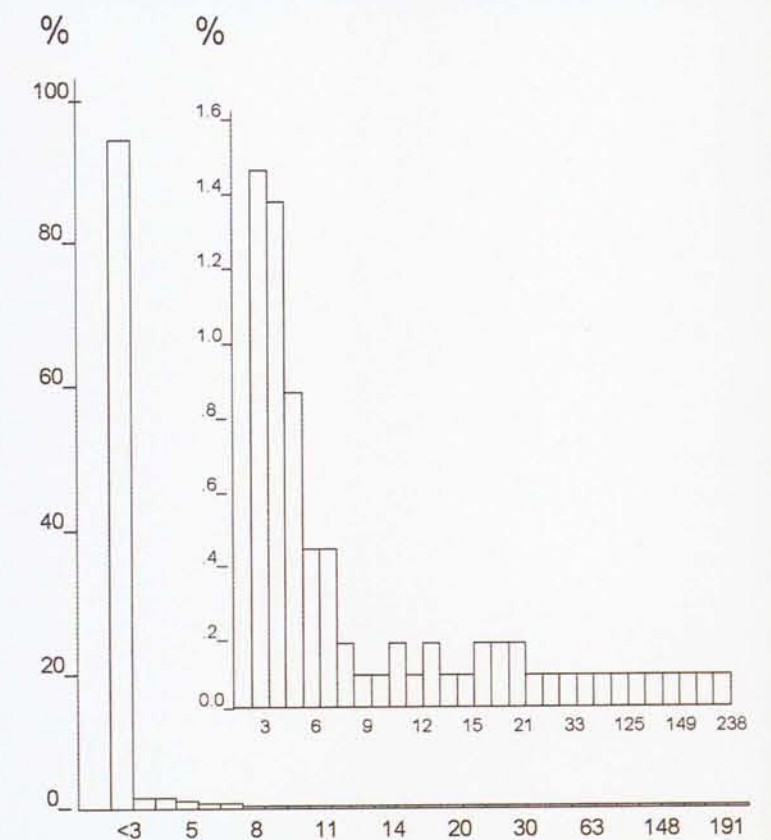
240 Wartość graniczna dla Ila wód powierzchniowych Polski
Limit value for background of surface waters of Poland



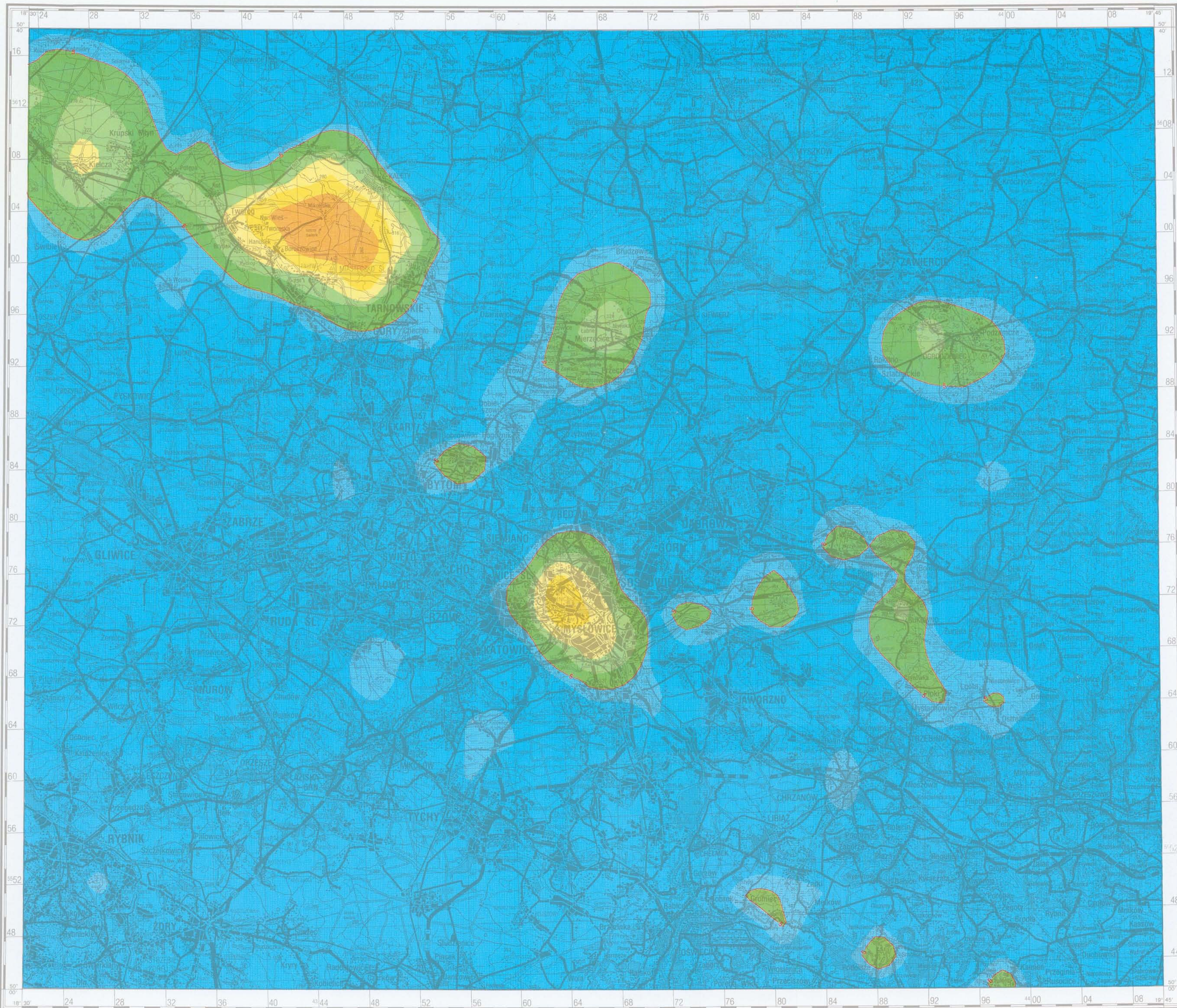
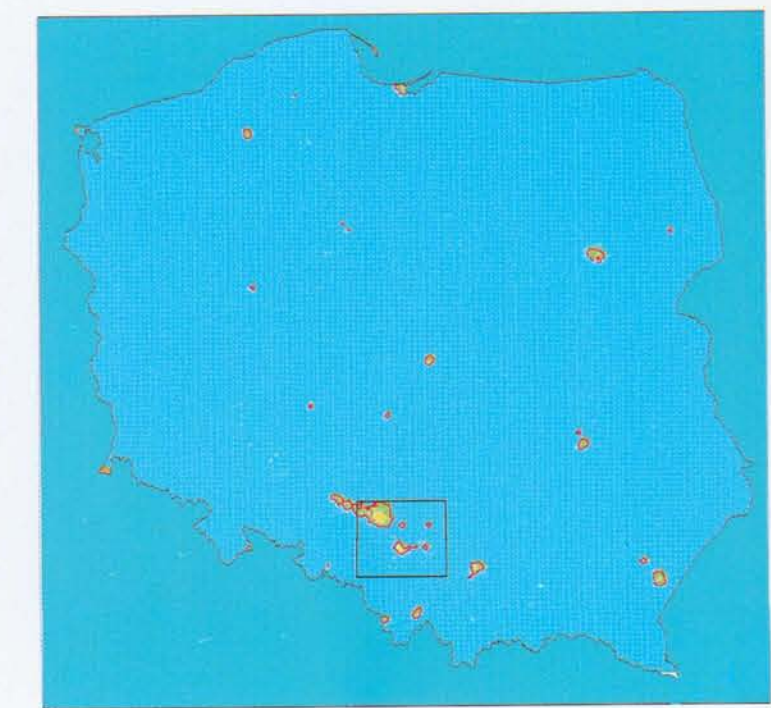
Cd KADM CADMIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppb = µg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	< 3	Minimum
Maksimum	238	Maximum
Średnia arytm.	< 3	Arithmetic mean
Średnia geom.	< 3	Geometric mean
Mediana	< 3	Median
Granica wykrywalności	3	Detection limit



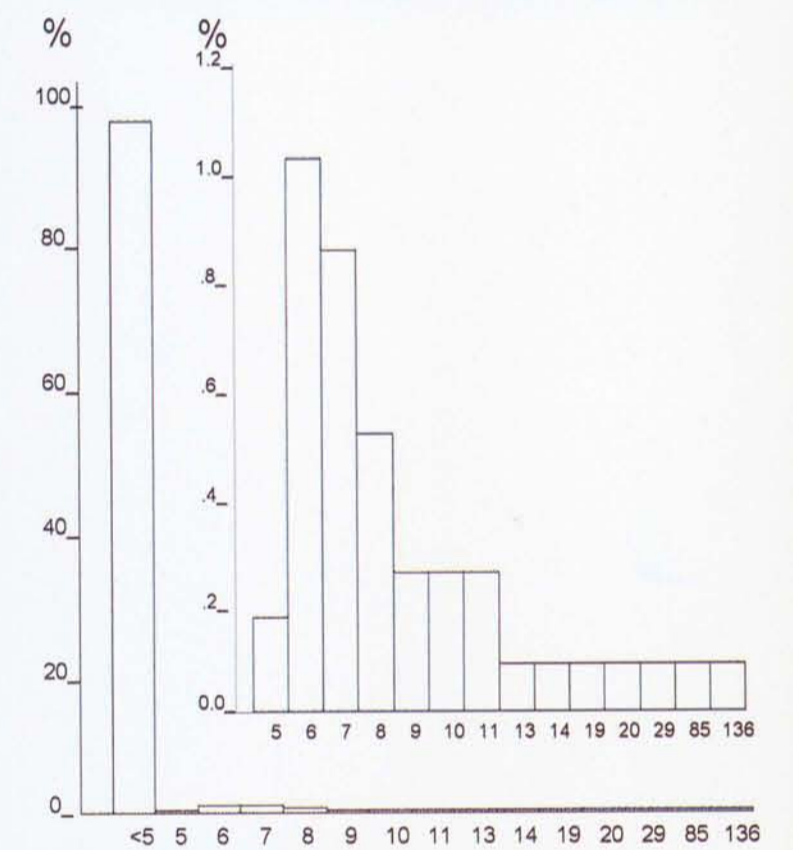
Wartość graniczna dla I klasy czystości wód powierzchniowych
Limit value for I class purity of surface waters



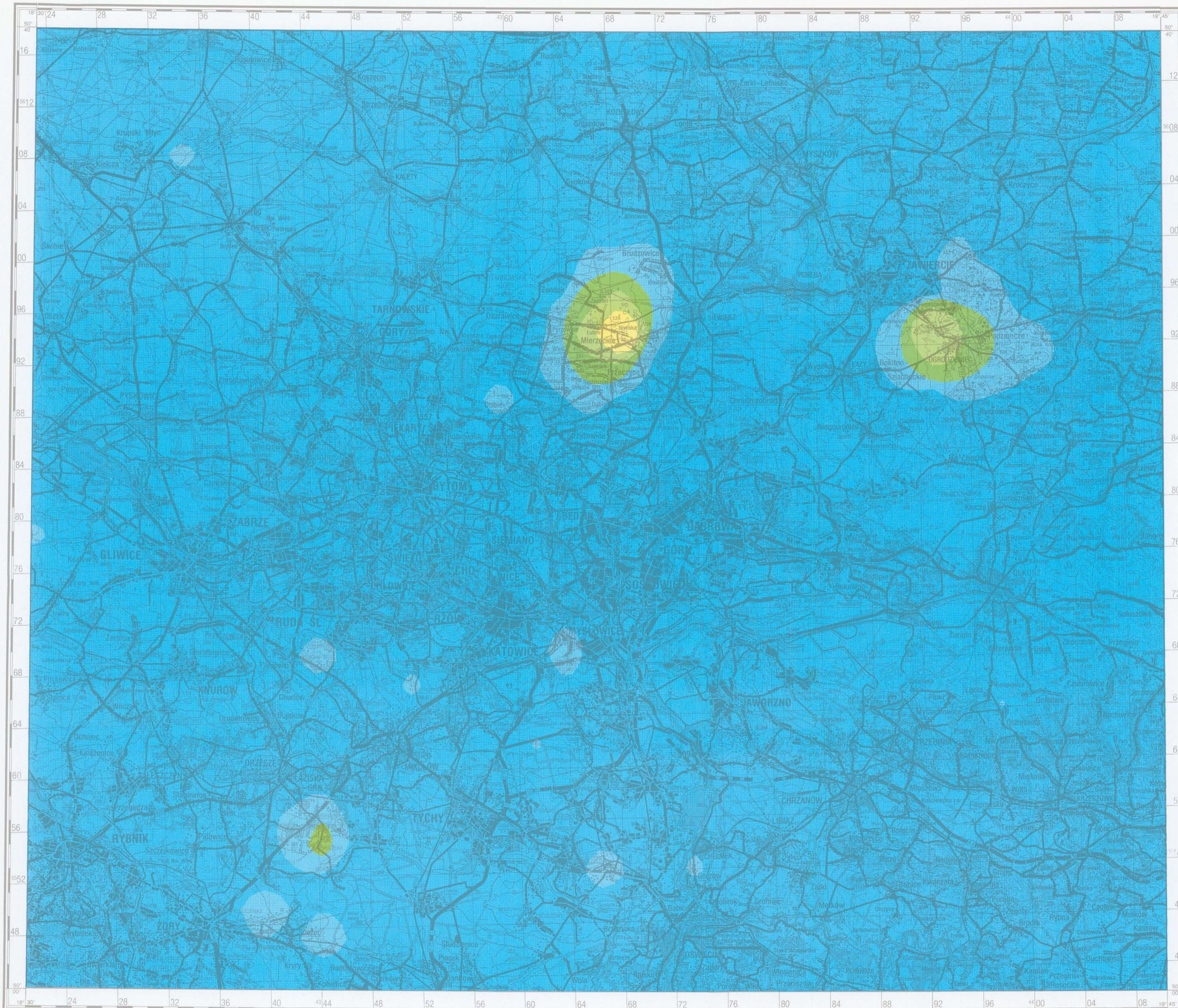
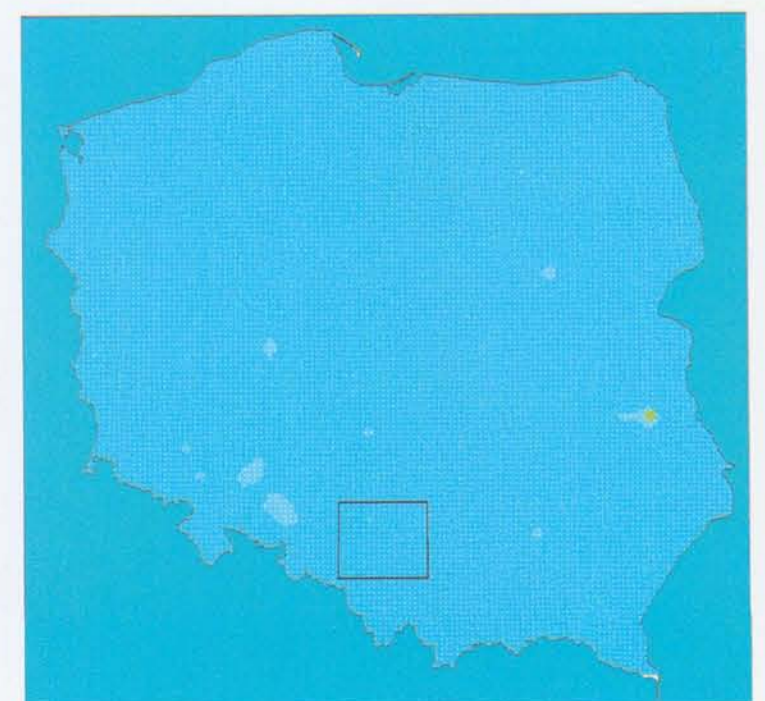
Co KOBALT
COBALT

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppb = µg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	< 5	Minimum
Maksimum	136	Maximum
Srednia arytm.	< 5	Arithmetic mean
Srednia geom.	< 5	Geometric mean
Mediana	< 5	Median
Granica wykrywalności	5	Detection limit



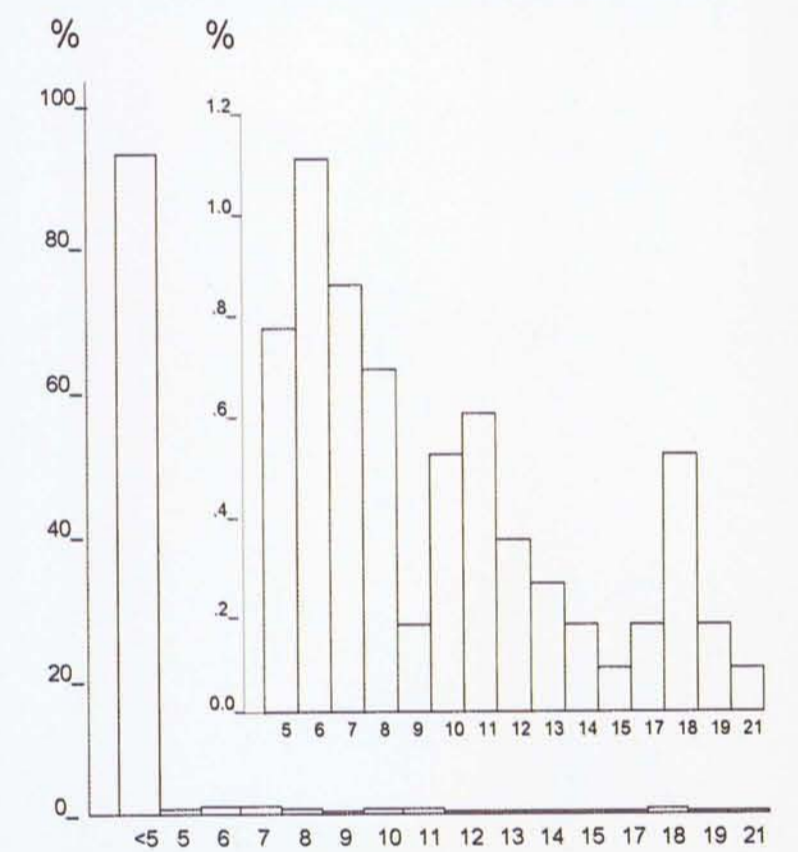
< 5 Wartość graniczna dla tła wód powierzchniowych Polski
Limit value for background in surface waters of Poland



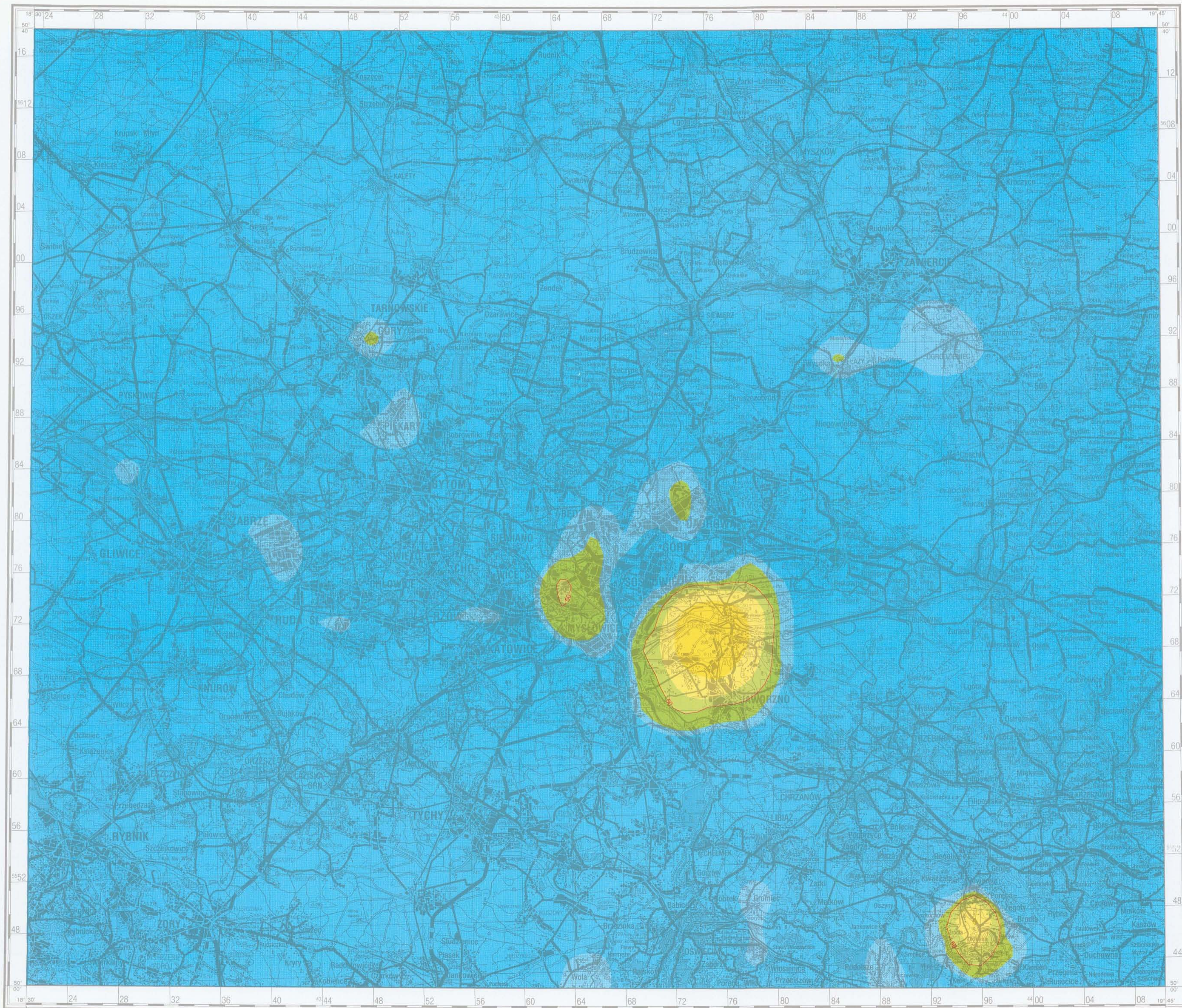
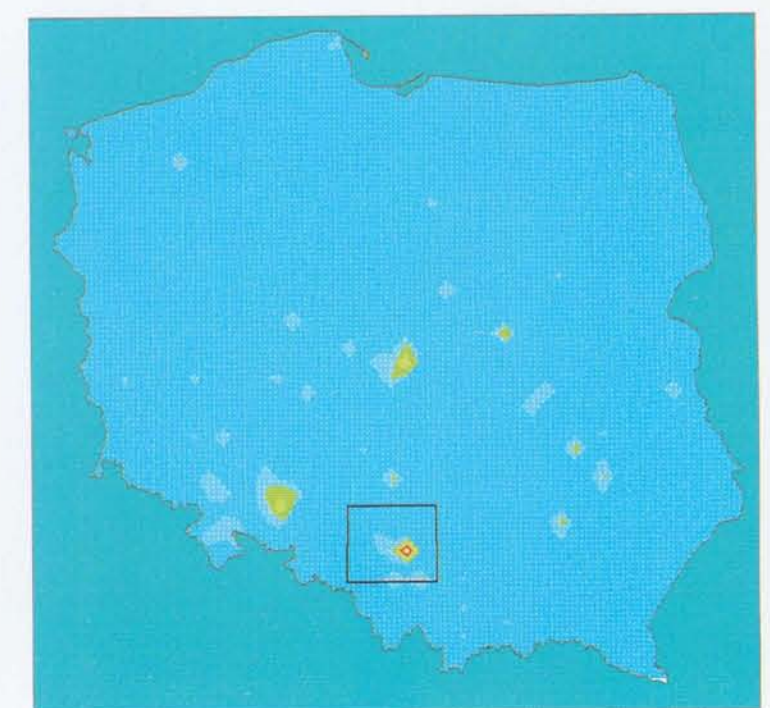
Cr CHROM CHROMIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppb = µg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	< 5	Minimum
Maksimum	4445	Maximum
Srednia arytm.	8	Arithmetic mean
Srednia geom.	< 5	Geometric mean
Mediana	< 5	Median
Granica wykrywalności	5	Detection limit



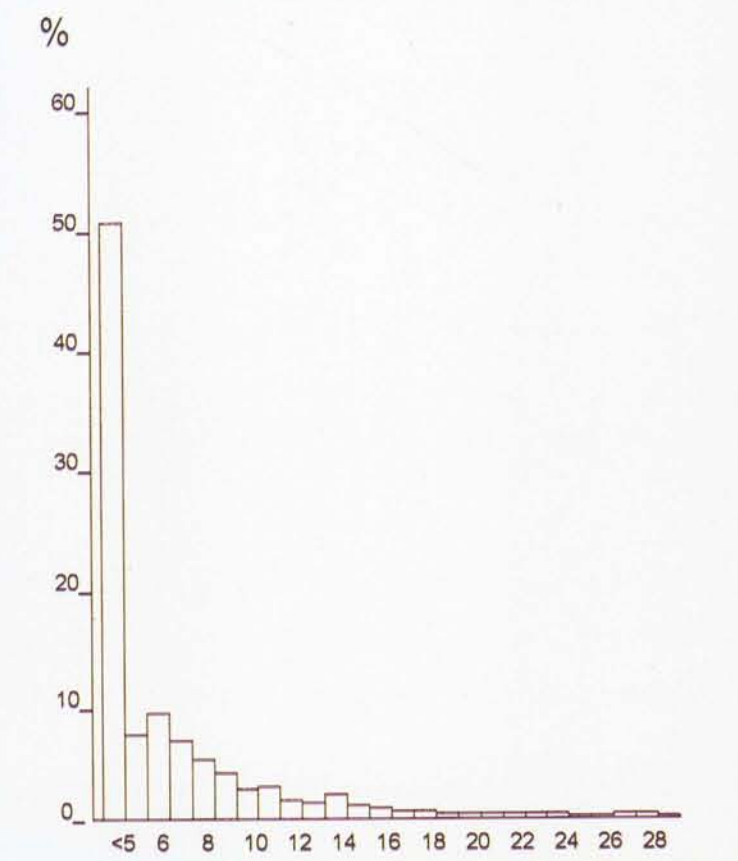
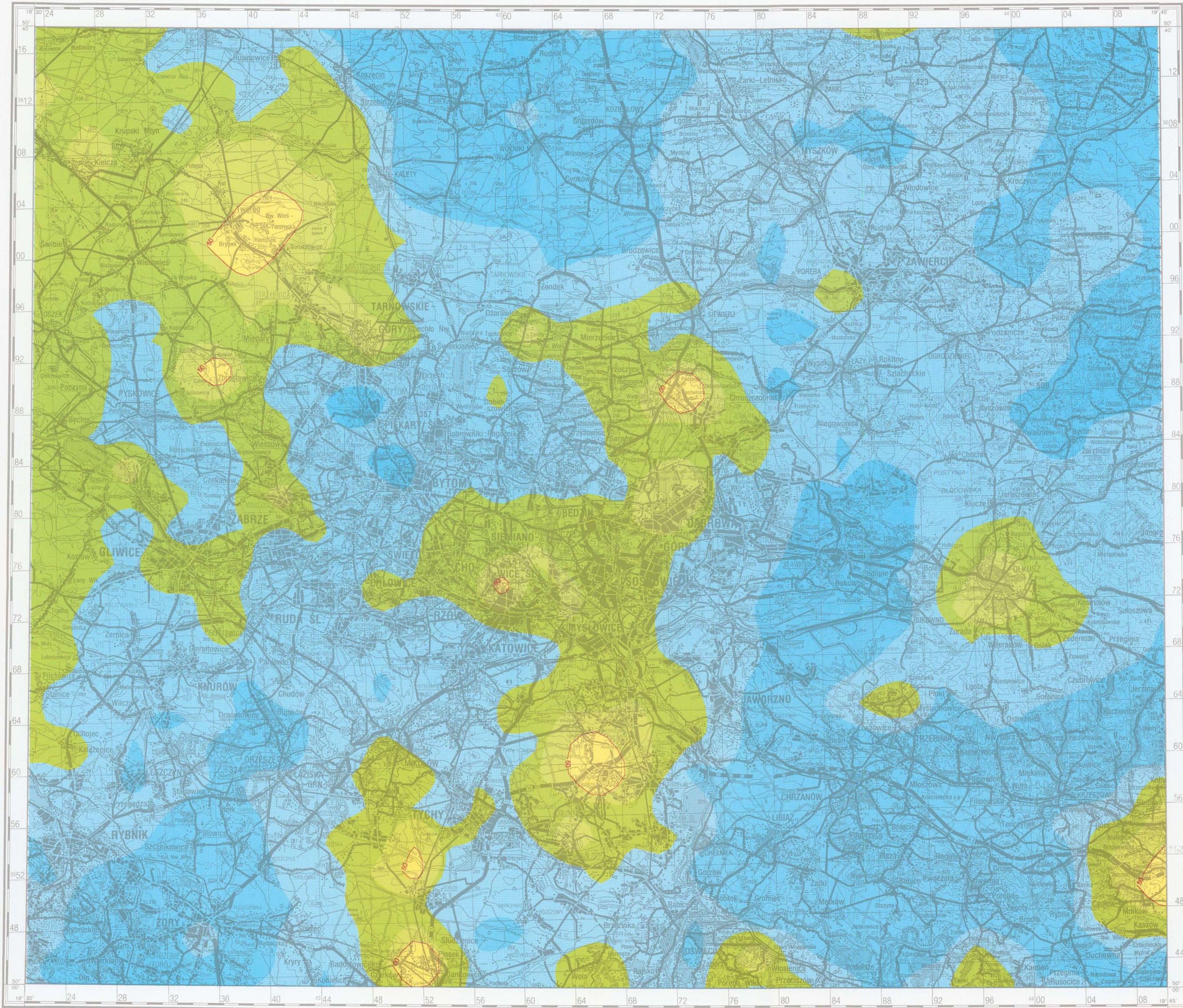
50 ————— Wartość graniczna dla I klasy czystości wód powierzchniowych
Limit value for I class purity of surface waters



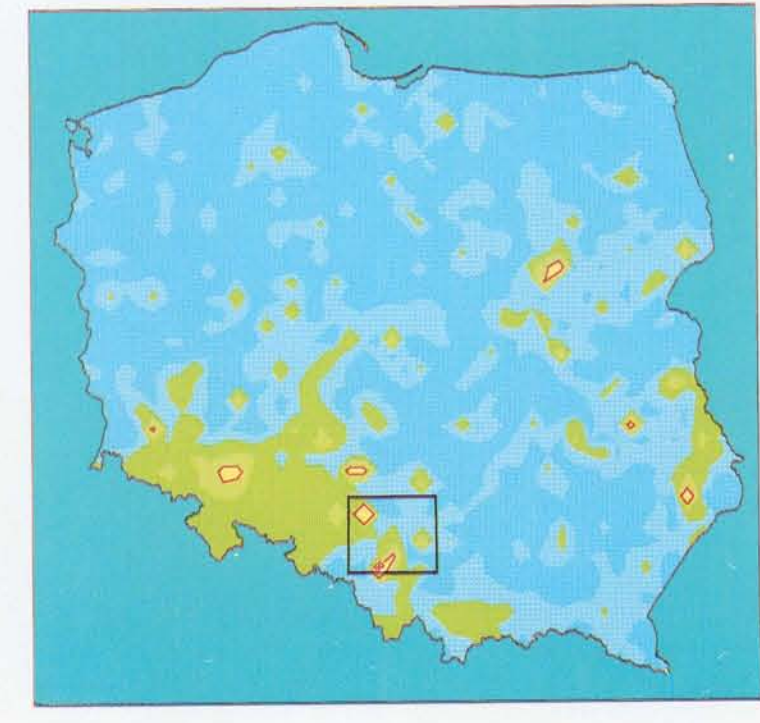
Cu MIEDŹ
COPPER

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppb = µg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	< 5	Minimum
Maksimum	994	Maximum
Średnia arytm.	10	Arithmetic mean
Średnia geom.	5	Geometric mean
Mediana	5	Median
Granica wykrywalności	5	Detection limit



— 50 — Wartość graniczna dla I klasy czystości wód powierzchniowych
Limit value for I class purity of surface waters



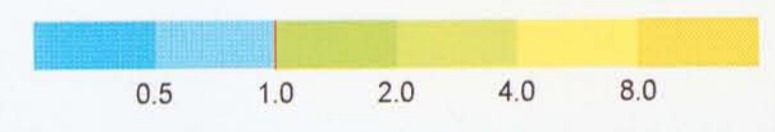
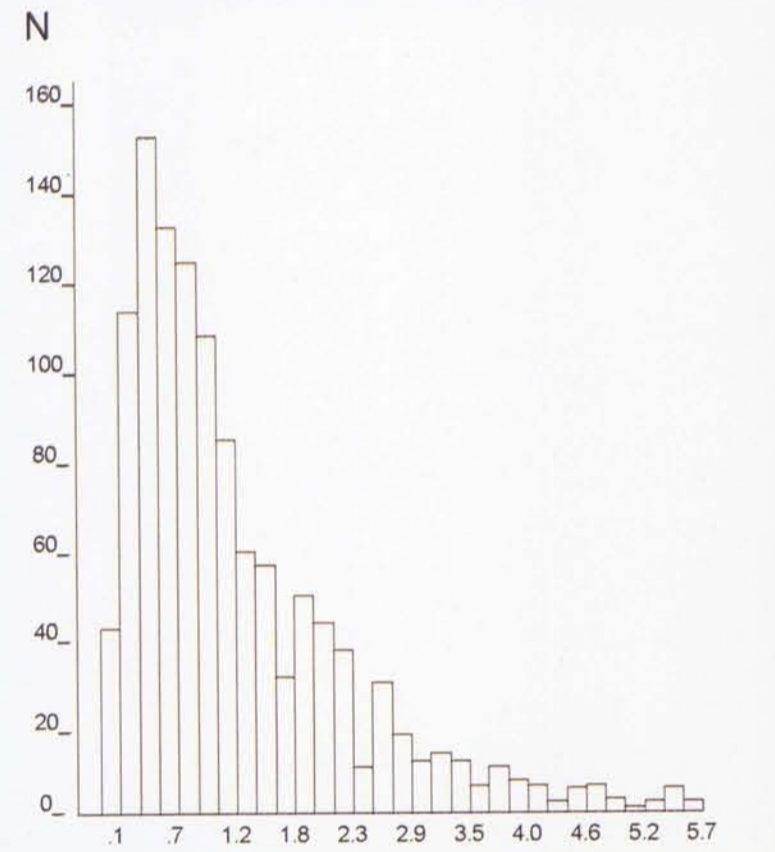
Fe

ŻELAZO
IRON

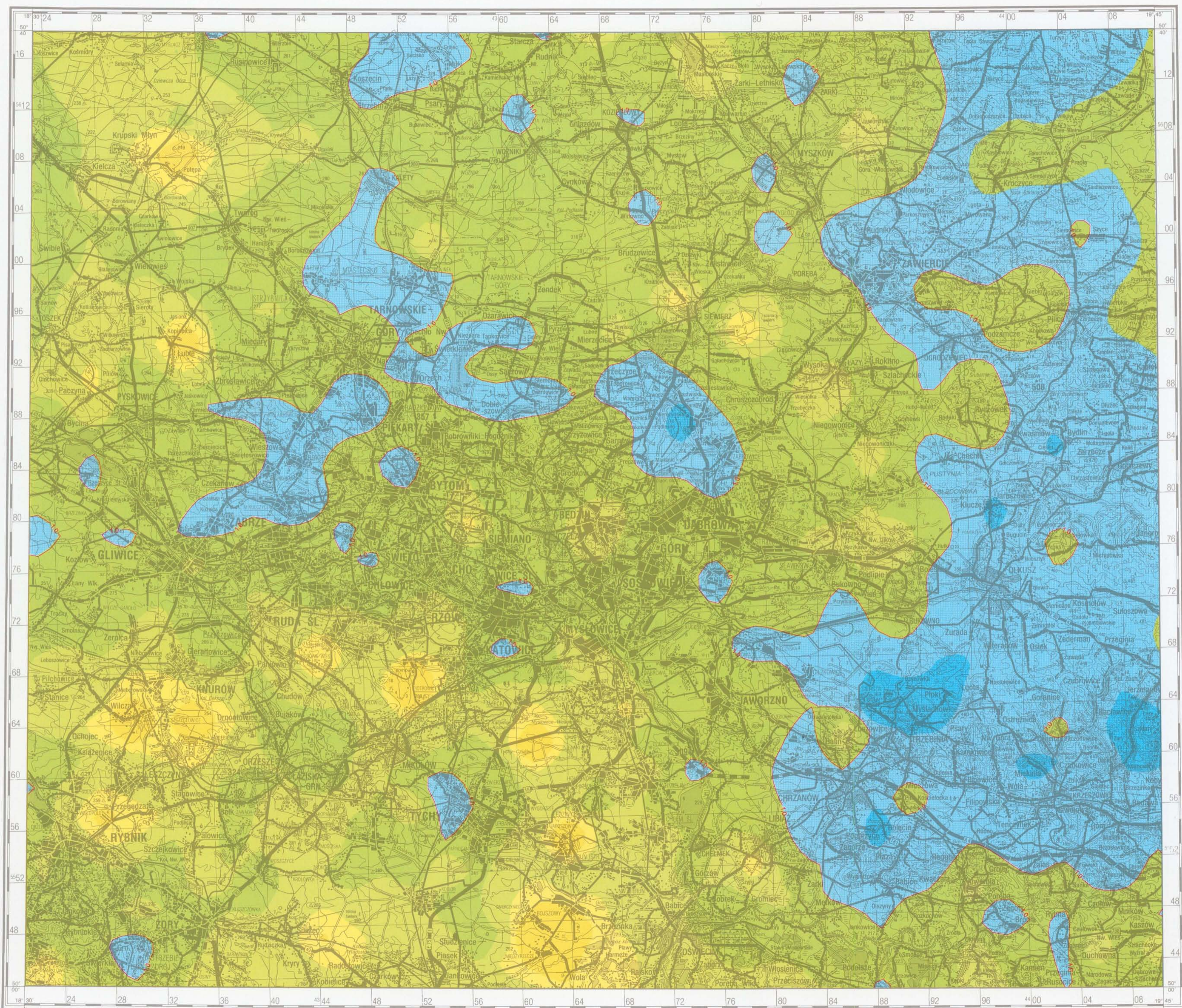
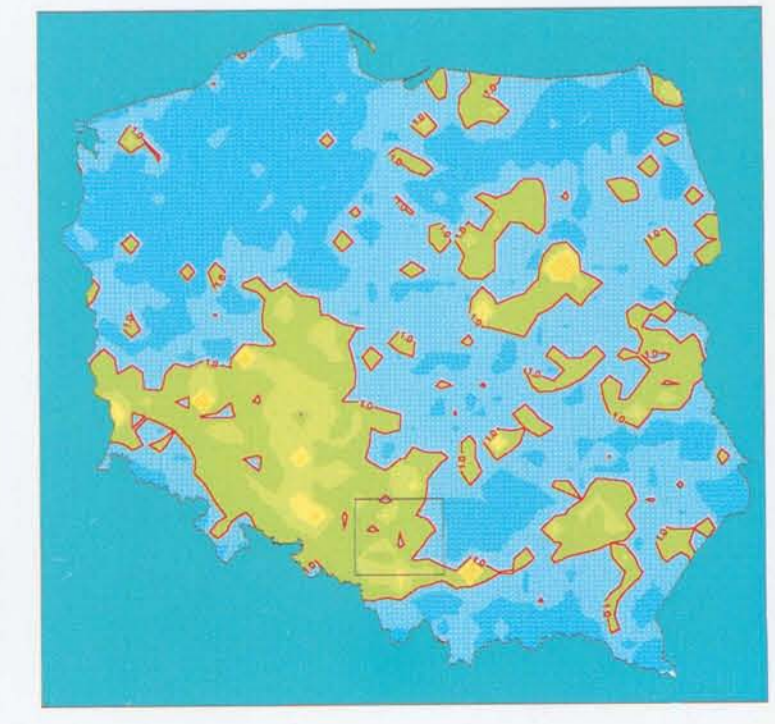
PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS

ppm = mg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	< 0.02	Minimum
Maksimum	93.44	Maximum
Srednia arytm.	1.79	Arithmetic mean
Srednia geom.	1.01	Geometric mean
Mediana	1.00	Median
Granica wykrywalności	0.02	Detection limit



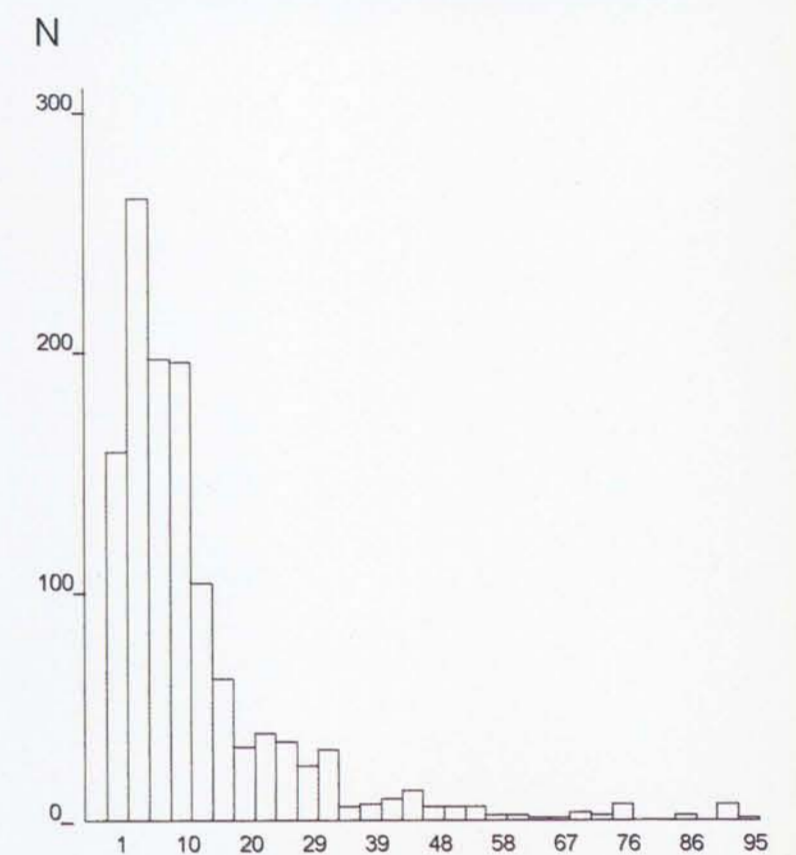
1.0 — Wartość graniczna dla I klasy czystości wód powierzchniowych
Limit value for I class purity of surface waters



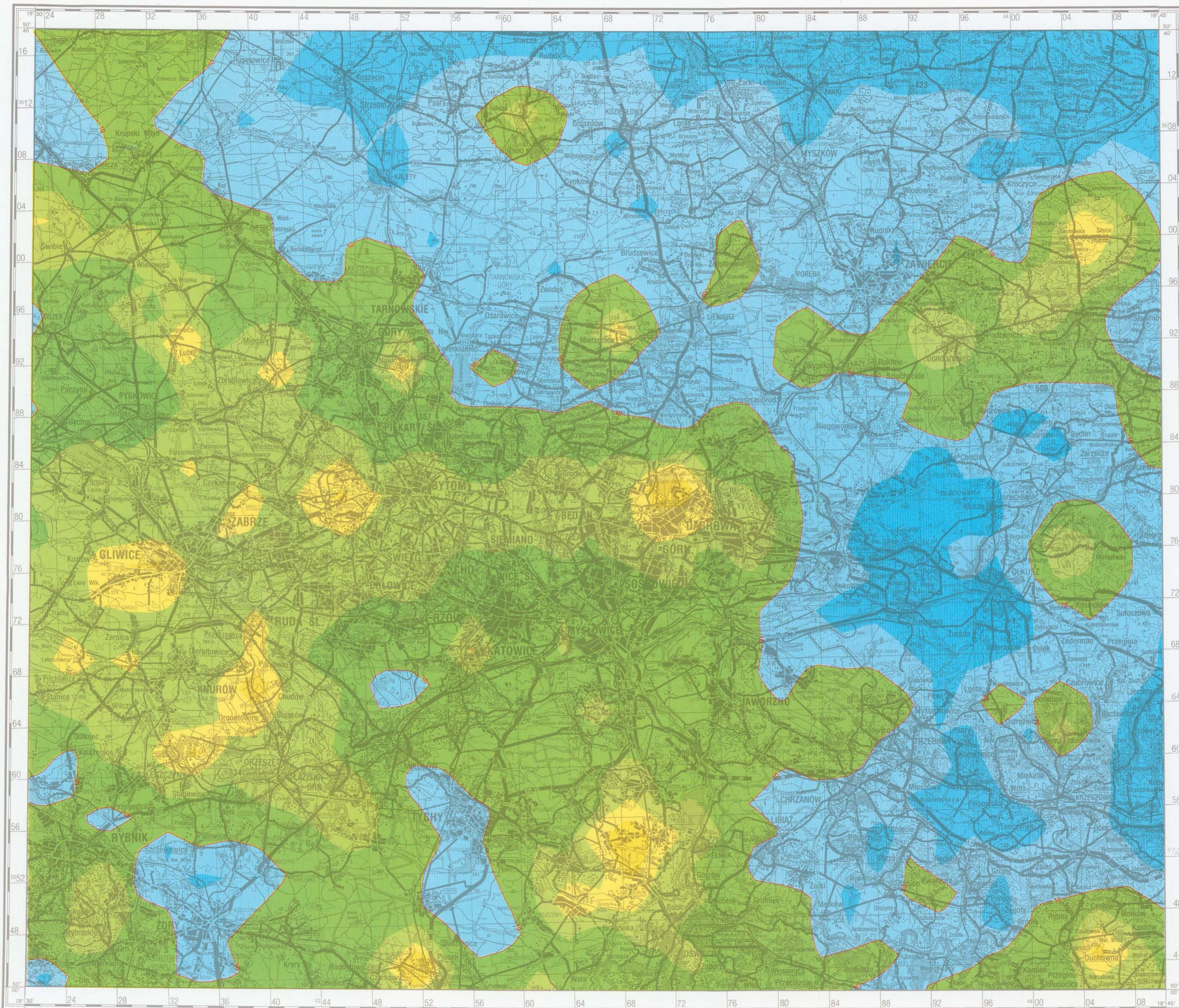
K POTAS
POTASSIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	< 1	Minimum
Maksimum	473	Maximum
Srednia arytm.	15	Arithmetic mean
Srednia geom.	8	Geometric mean
Mediana	8	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



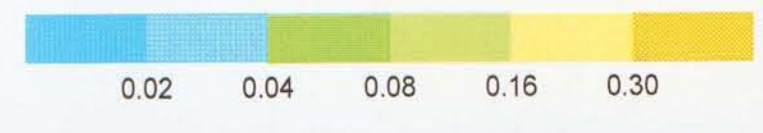
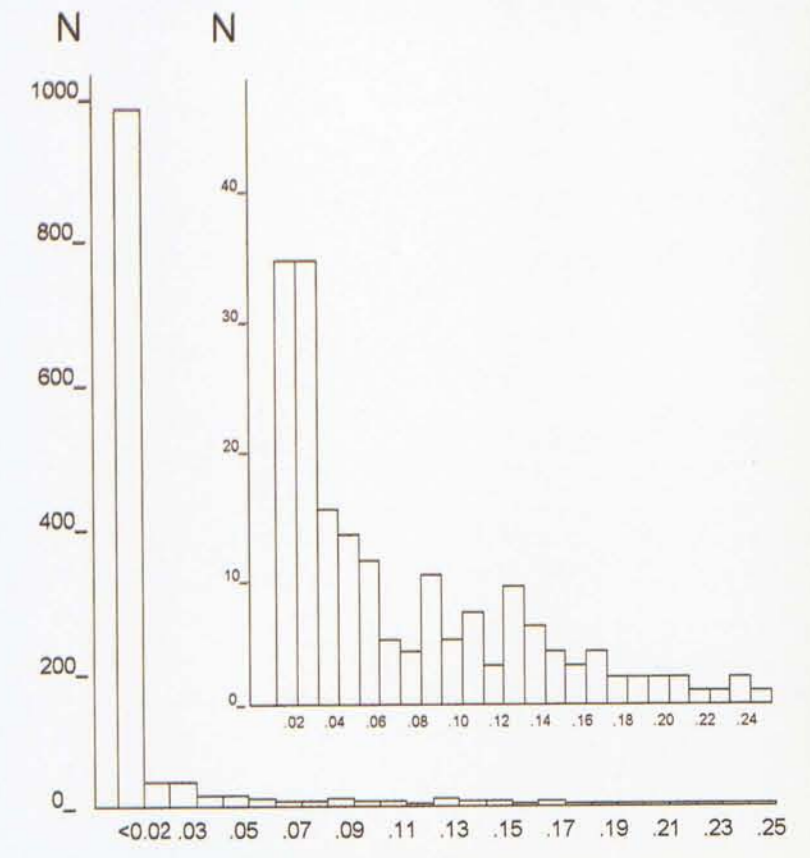
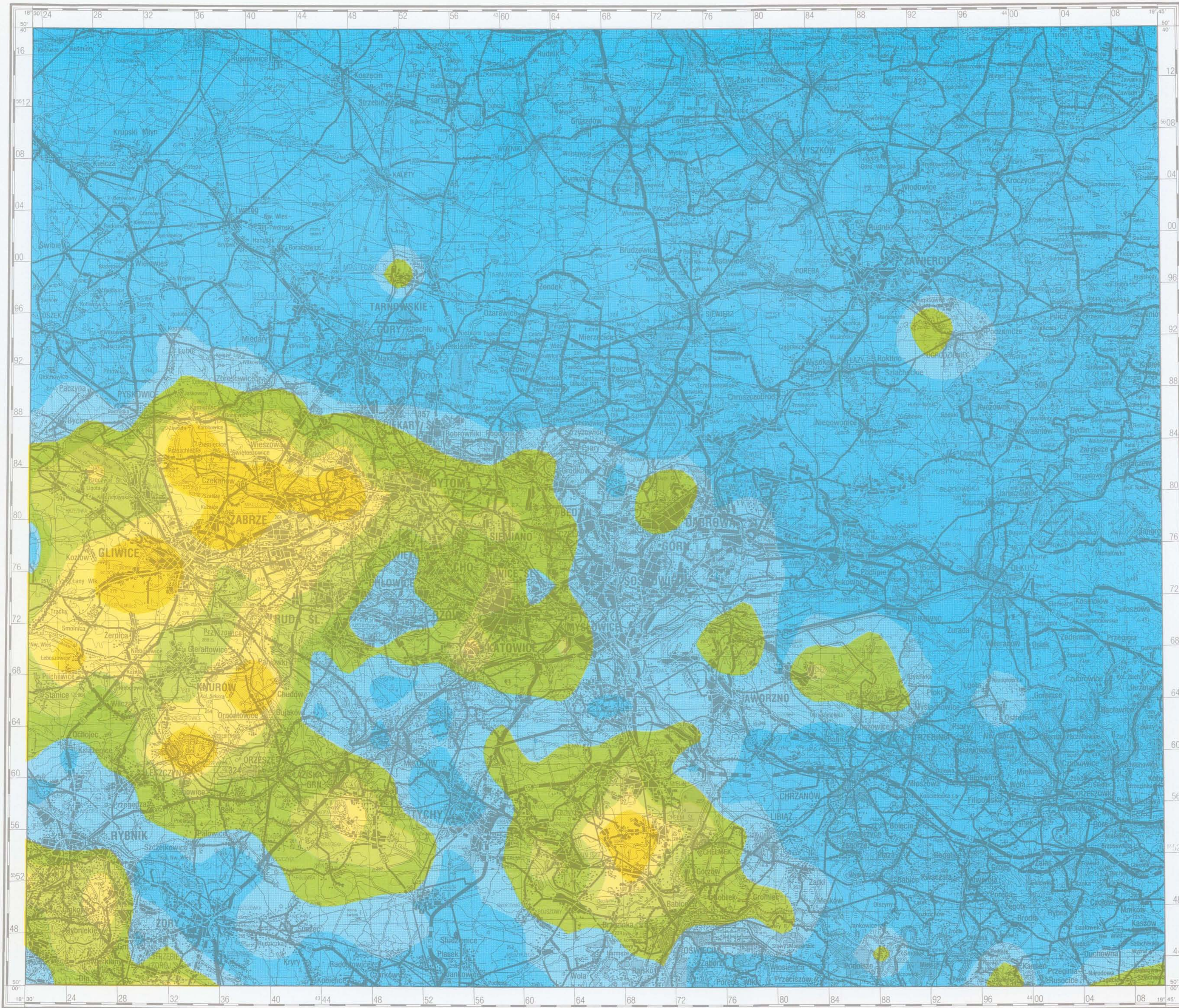
10 ————— Wartość graniczna dla I klasy czystości
wód powierzchniowych
Limit value for I class purity of surface waters



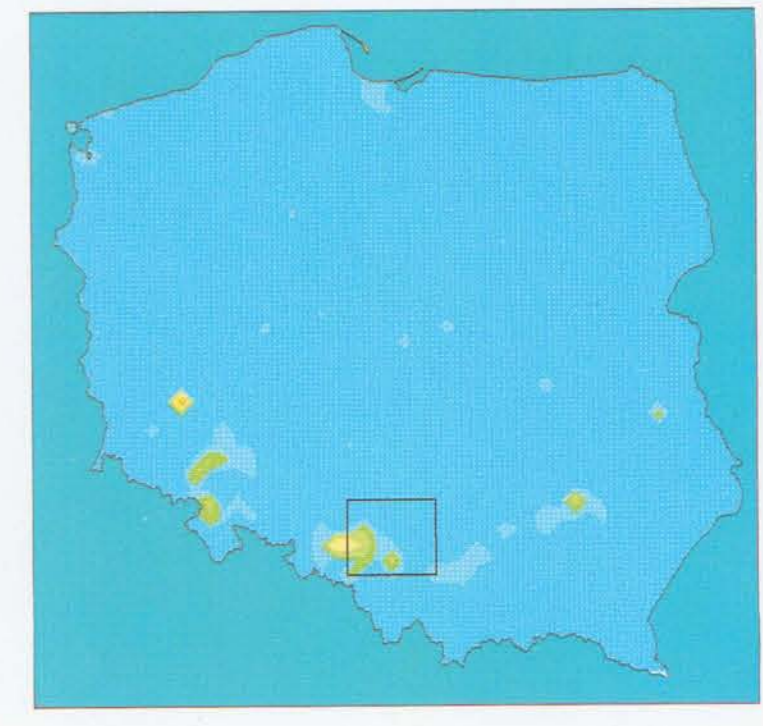
Li **LIT**
LITHIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	< 0.02	Minimum
Maksimum	2.78	Maximum
Srednia arytm.	0.05	Arithmetic mean
Srednia geom.	< 0.02	Geometric mean
Mediana	< 0.02	Median
Granica wykrywalności	0.02	Detection limit



< 0.02 Wartość graniczna dla tła wód powierzchniowych Polski
Limit value for background in surface waters of Poland

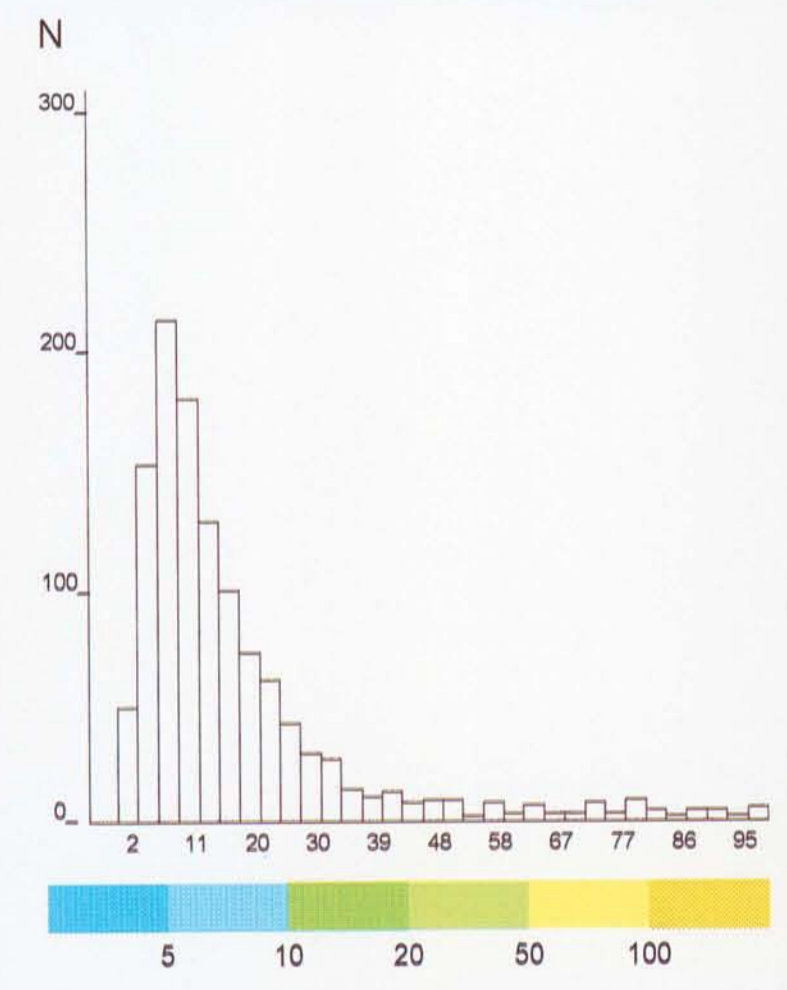
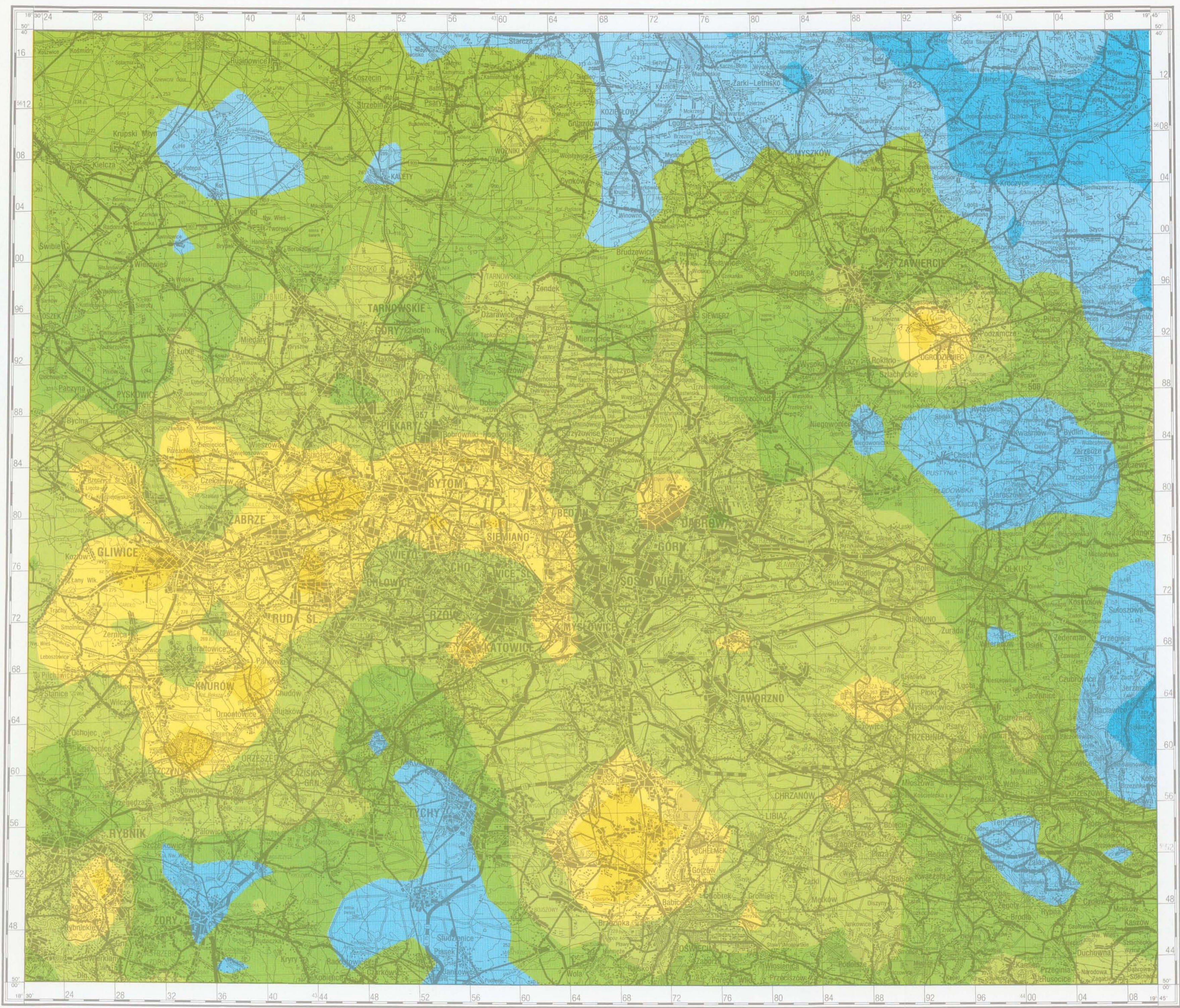


Mg

MAGNEZ
MAGNESIUM

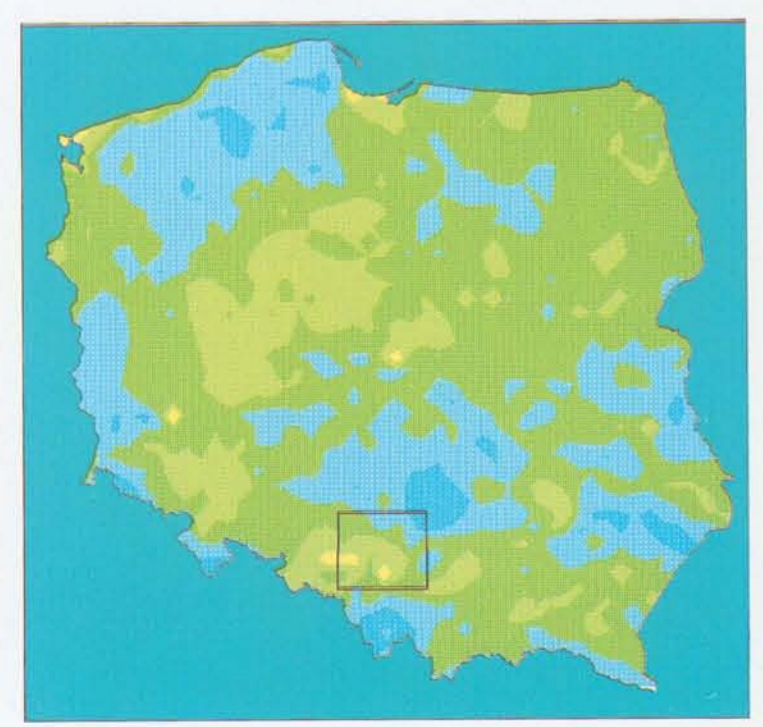
PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	0.2	Minimum
Maksimum	833.8	Maximum
Srednia arytm.	25.8	Arithmetic mean
Srednia geom.	14.1	Geometric mean
Mediana	12.7	Median
Granica wykrywalności	0.1	Detection limit



Wartość graniczna dla tła wód powierzchniowych Polski
Limit value for background in surface waters of Poland

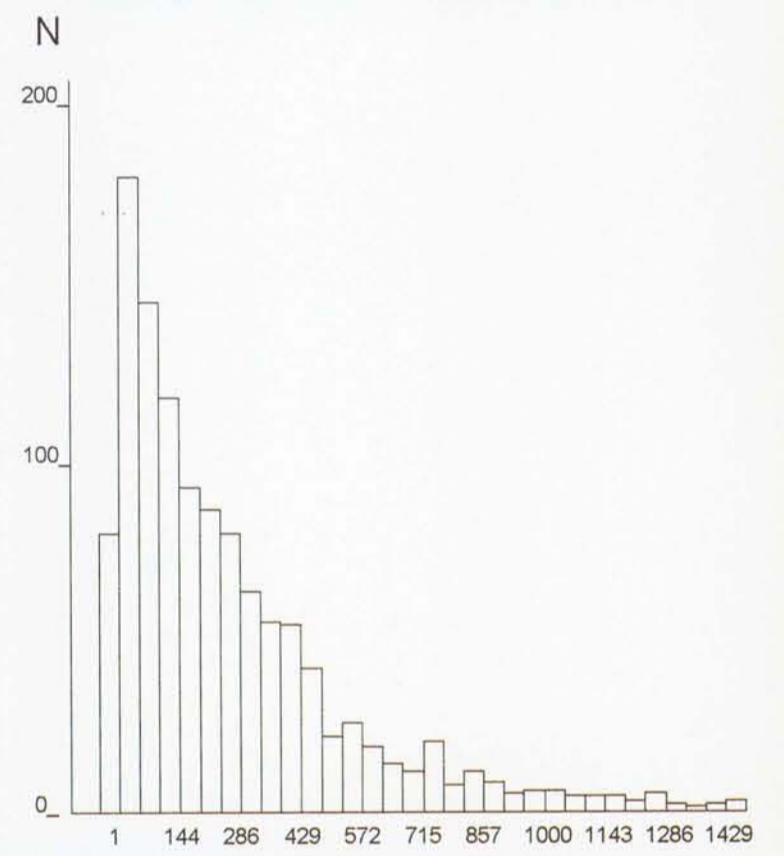
35



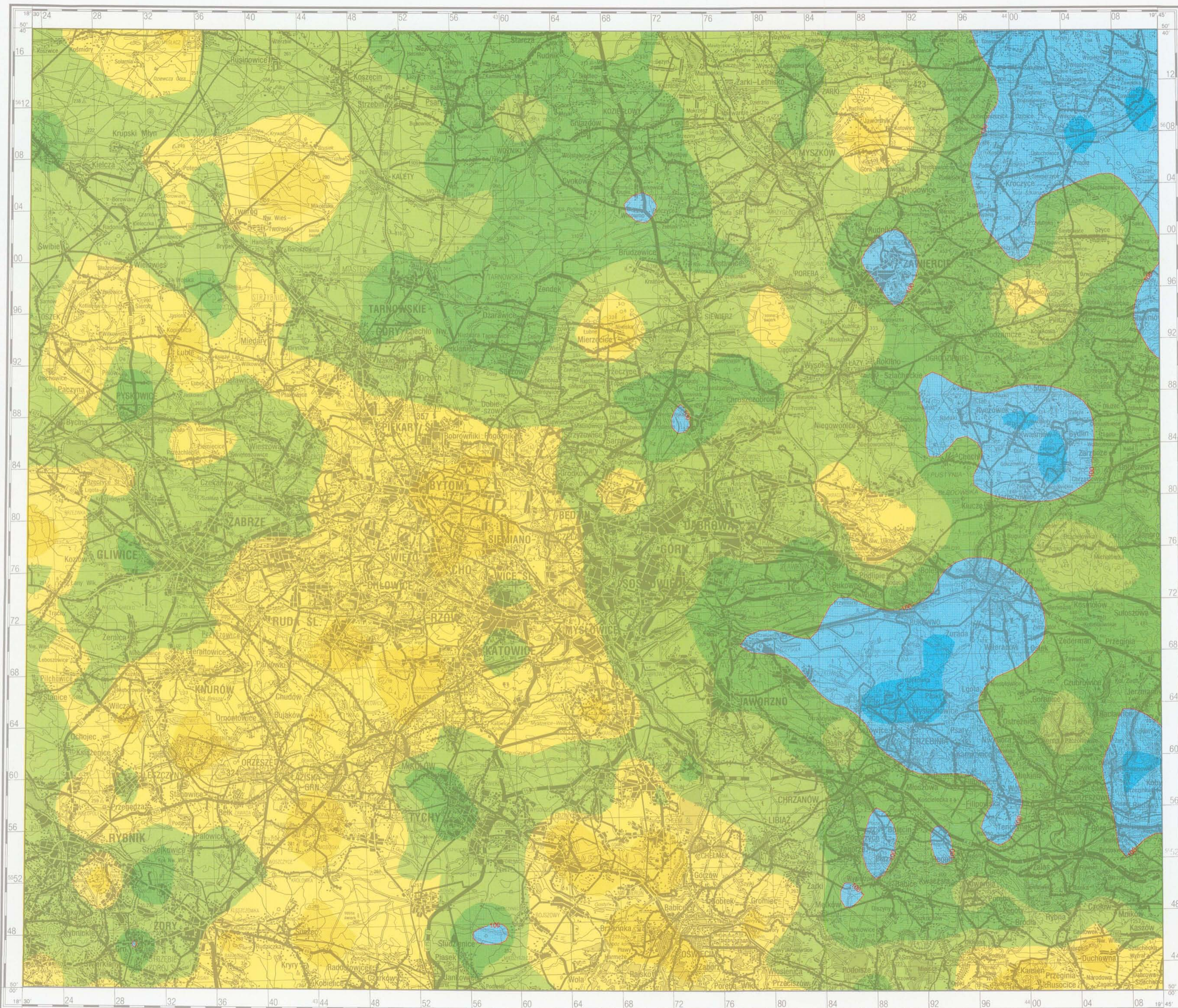
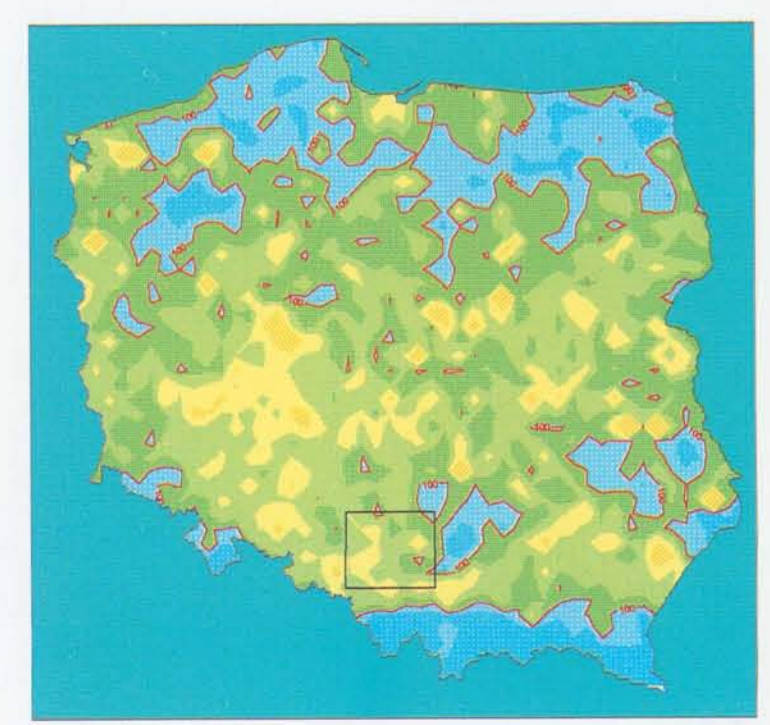
Mn MANGANESE

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppb = µg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	1	Minimum
Maksimum	16829	Maximum
Srednia aryt.	481	Arithmetic mean
Srednia geom.	186	Geometric mean
Mediana	213	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



100 ————— Wartość graniczna dla I klasy czystości wód powierzchniowych
Limit value for I class purity of surface waters

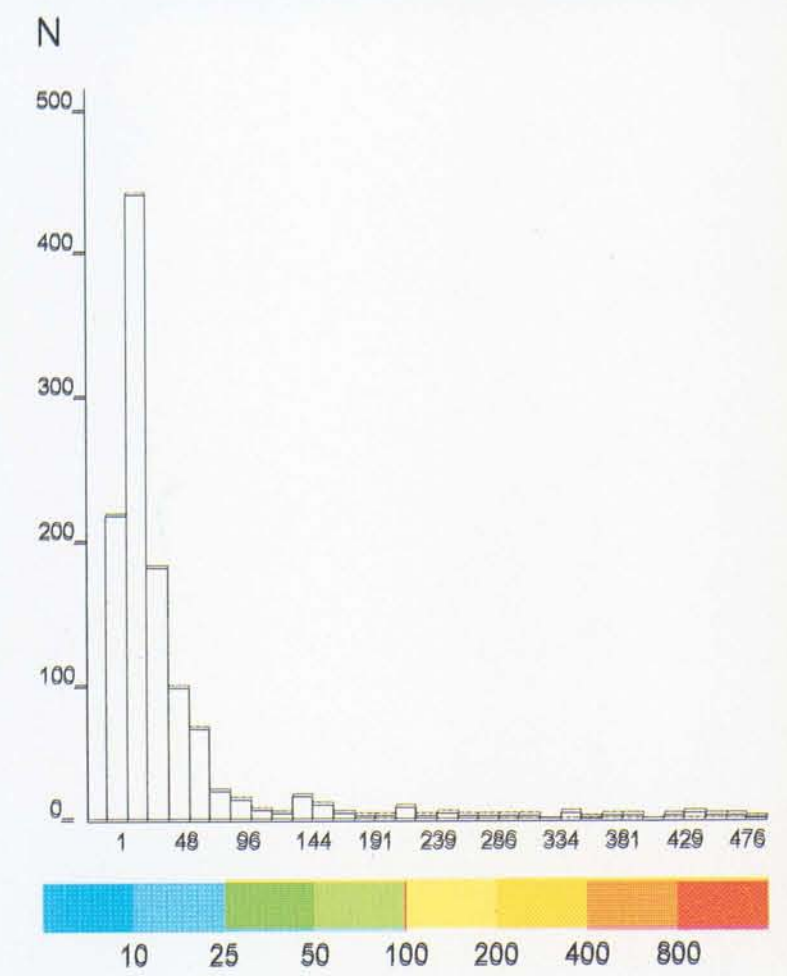


Na

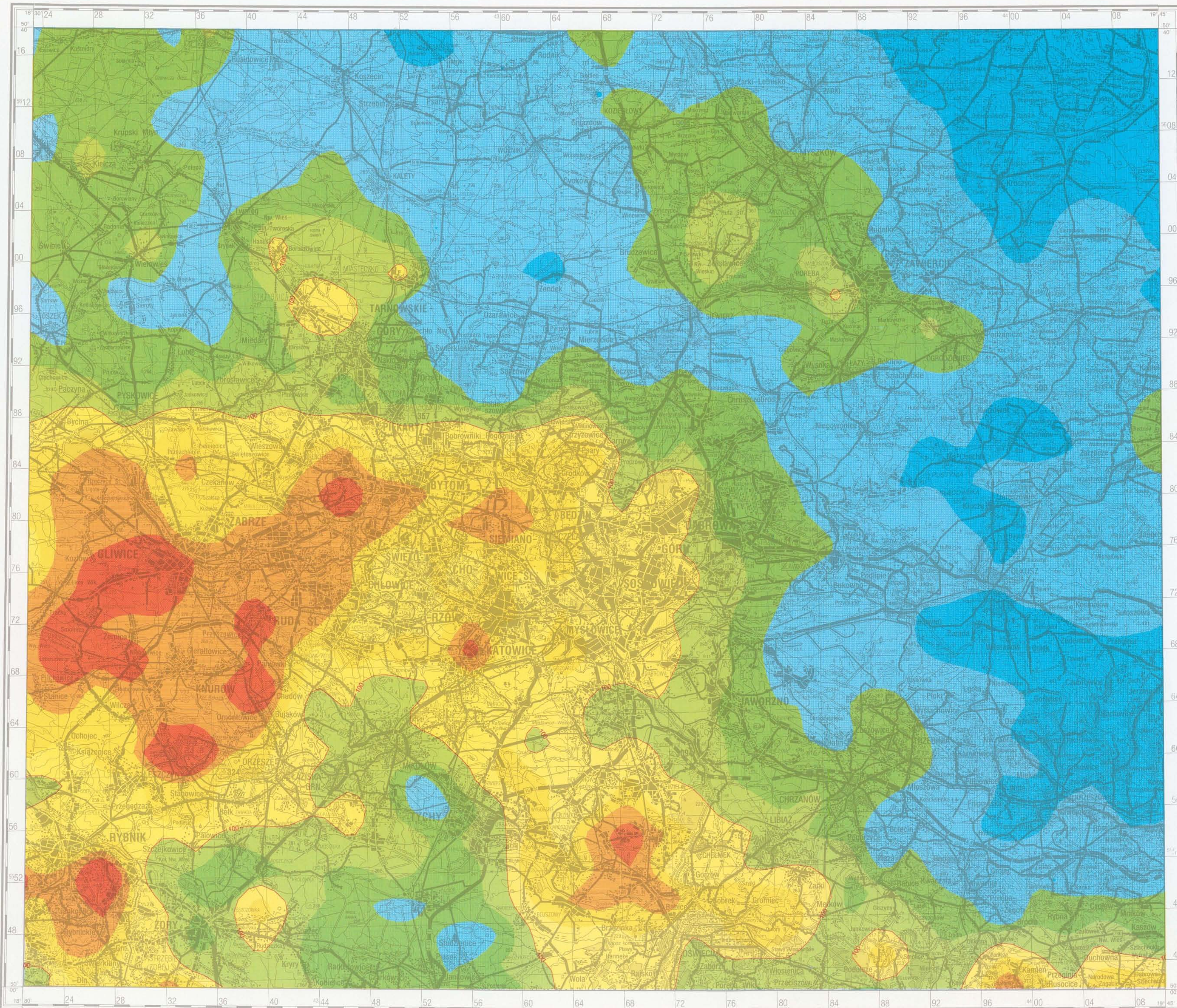
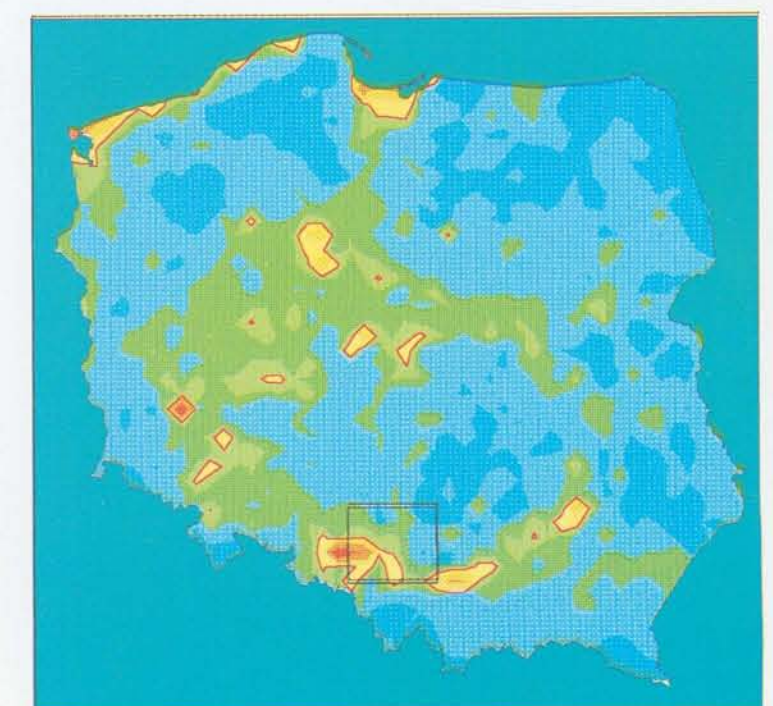
SÓD SODIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	1	Minimum
Maksimum	5723	Maximum
Srednia aryt.	138	Arithmetic mean
Srednia geom.	28	Geometric mean
Mediana	21	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



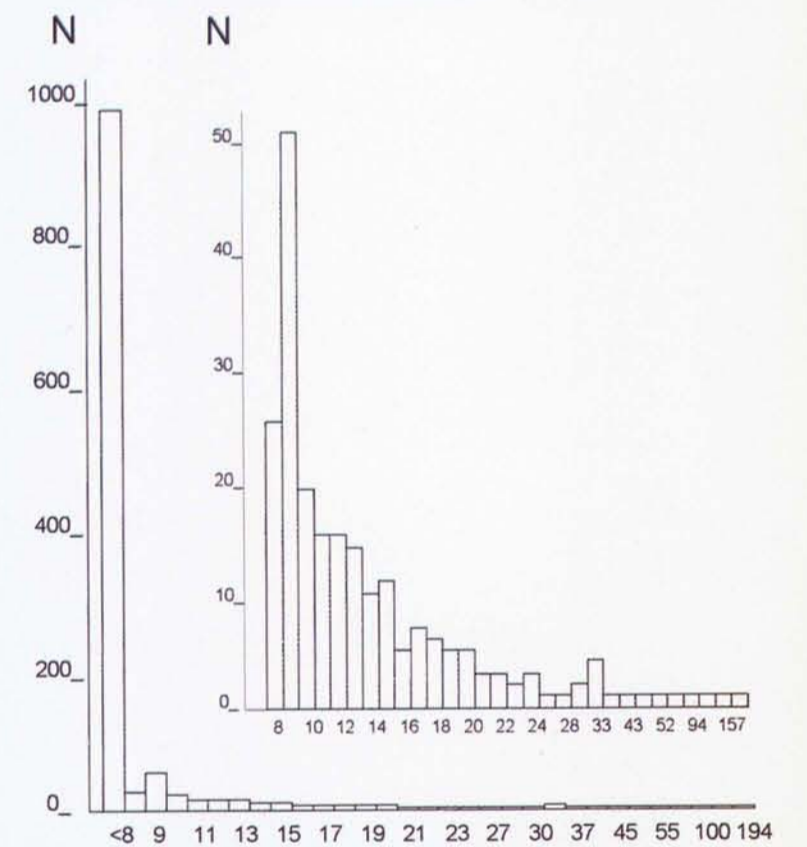
100 ————— Wartość graniczna dla I klasy czystości wód powierzchniowych
Limit value for I class purity of surface waters



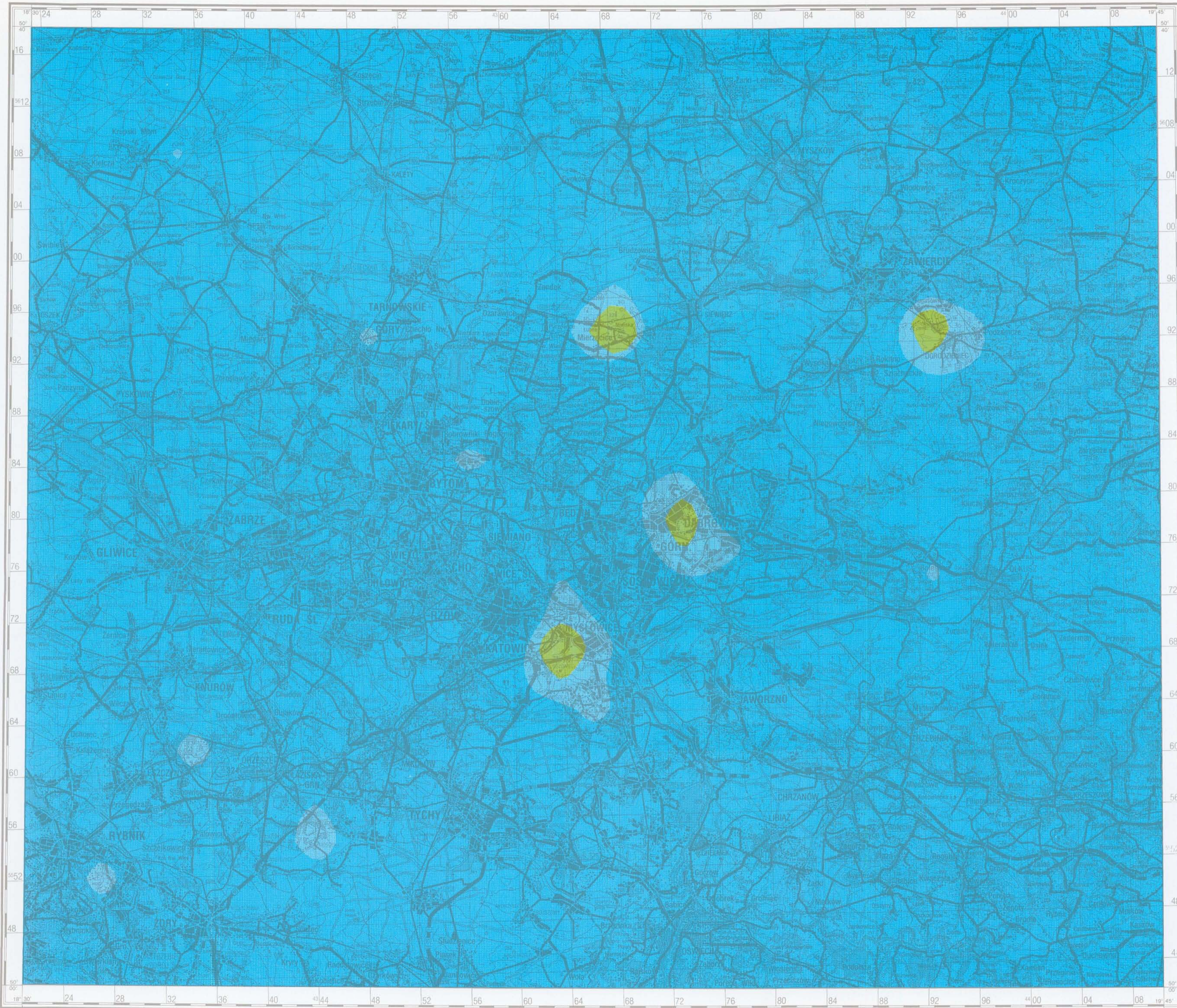
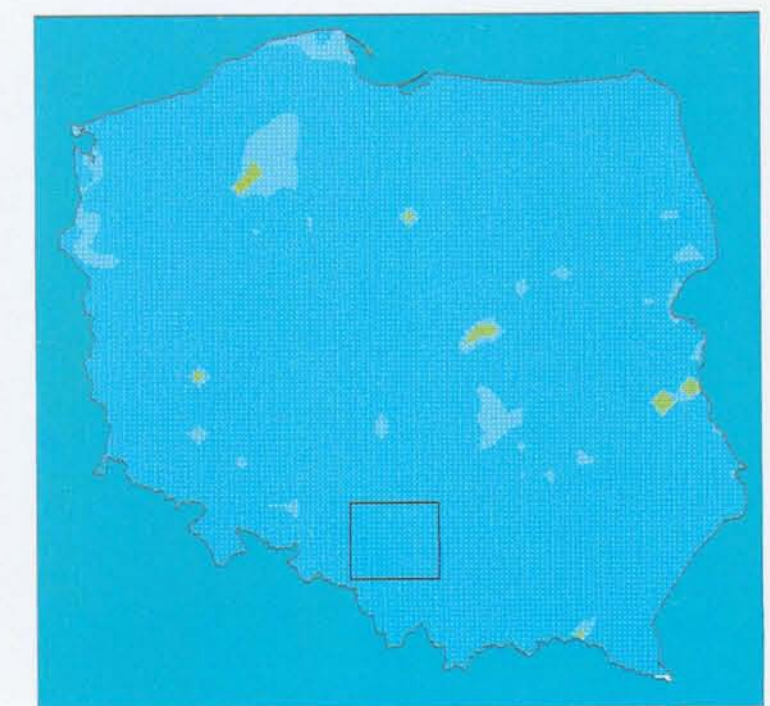
Ni NIKIEL NICKEL

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppb = µg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	< 8	Minimum
Maksimum	194	Maximum
Srednia arytm.	< 8	Arithmetic mean
Srednia geom.	< 8	Geometric mean
Mediana	< 8	Median
Granica wykrywalności	8	Detection limit



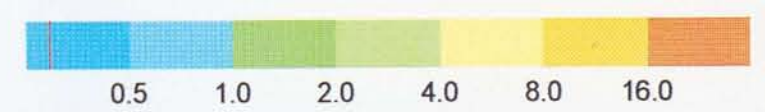
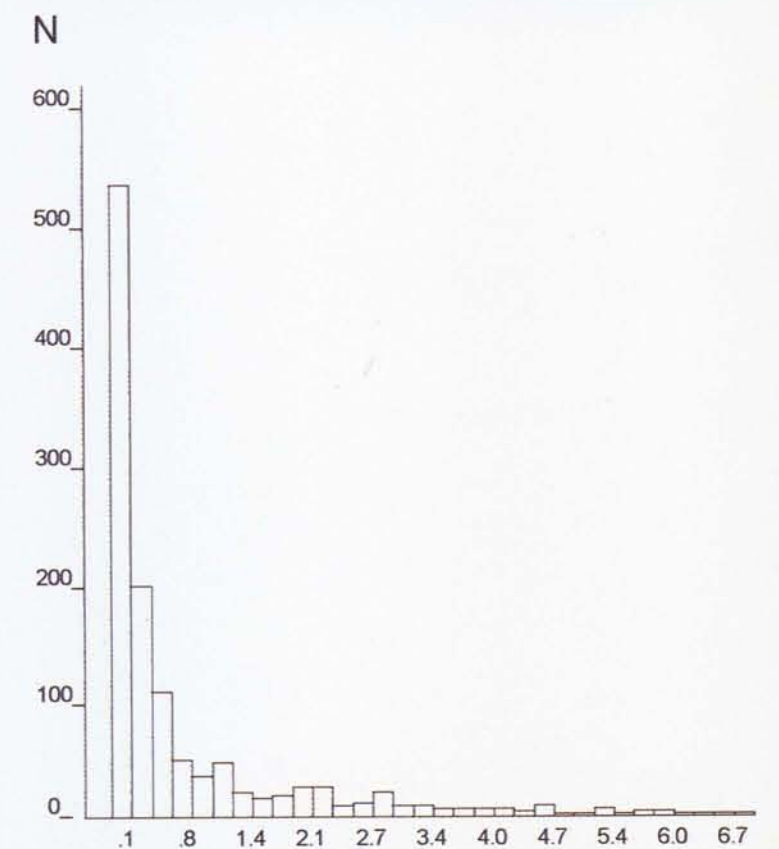
1000 Wartość graniczna dla I klasy czystości wód powierzchniowych
Limit value for I class purity of surface waters



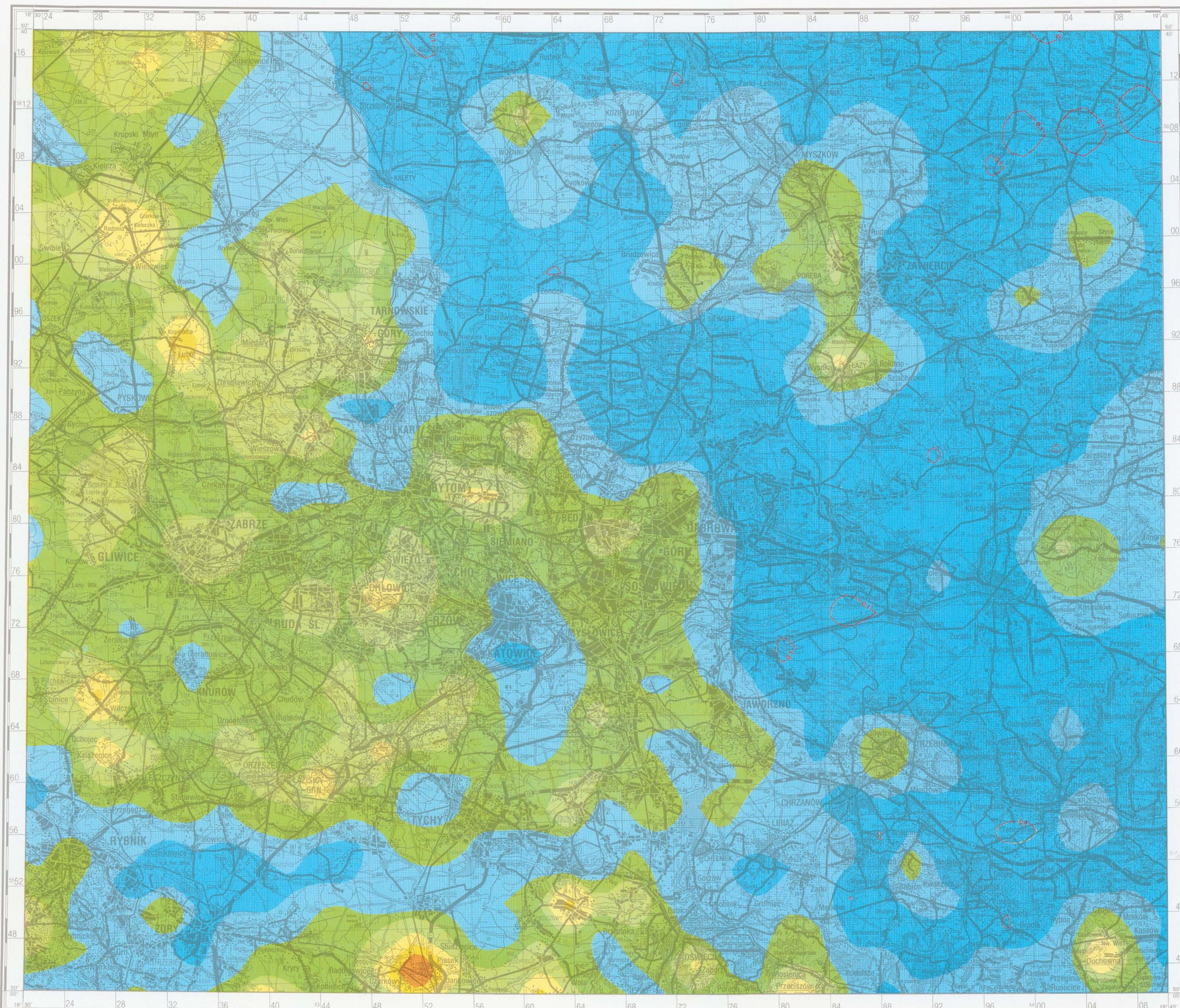
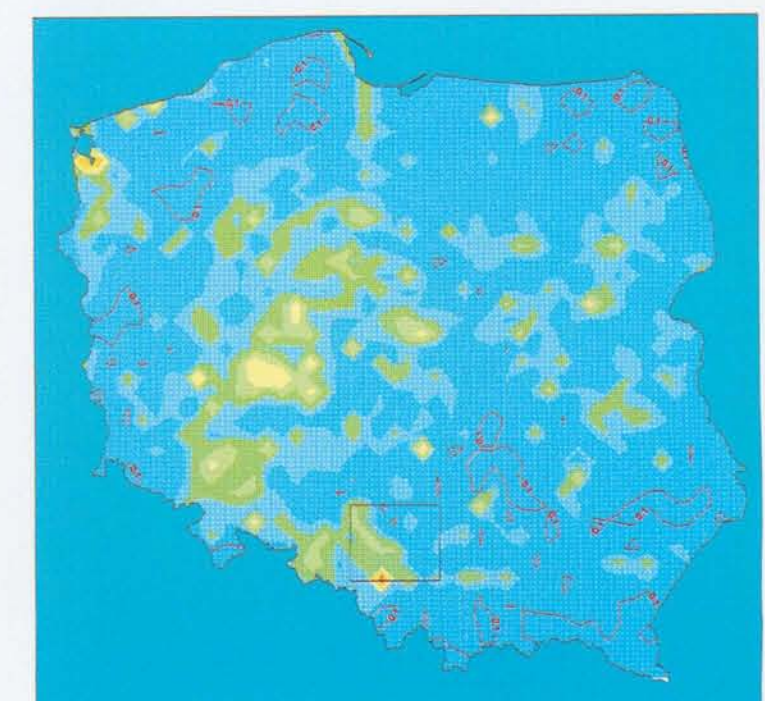
P FOSFOR
PHOSPHORUS

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	< 0.04	Minimum
Maksimum	45.12	Maximum
Srednia arytm.	1.09	Arithmetic mean
Srednia geom.	0.31	Geometric mean
Mediana	0.26	Median
Granica wykrywalności	0.04	Detection limit



0.1 — Wartość graniczna dla I klasy czystości wód powierzchniowych
Limit value for I class purity of surface waters

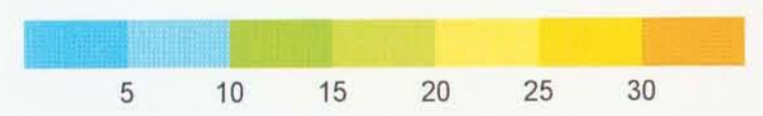
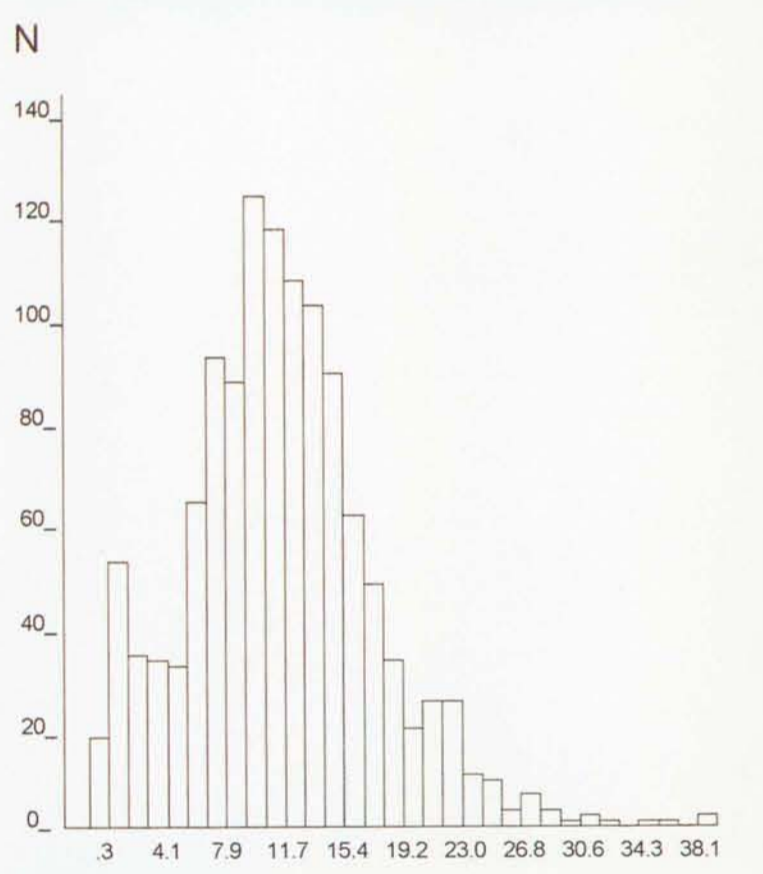


SiO₂ KRZEMIONKA SILICA

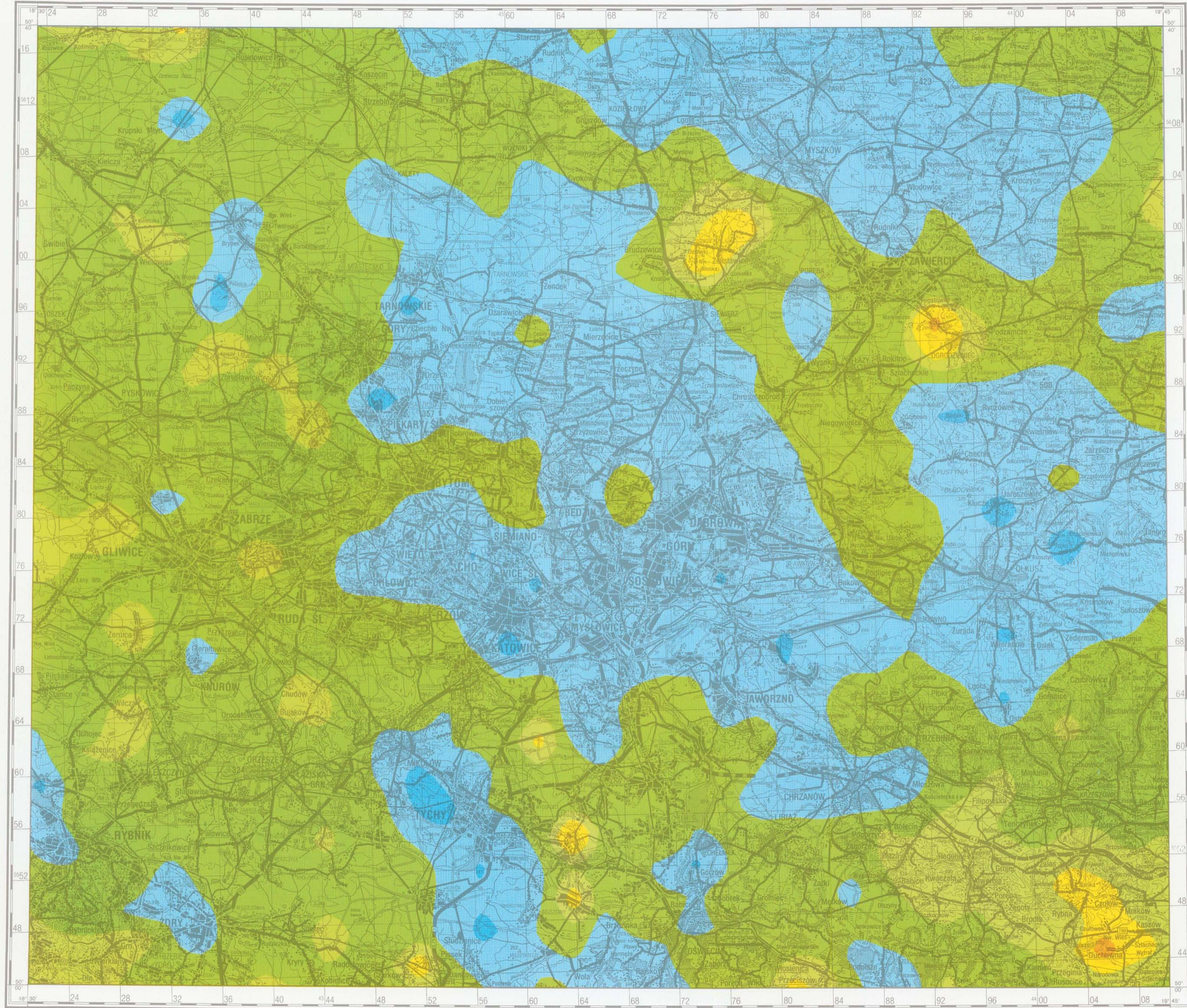
PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS

ppm = mg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	0.3	Minimum
Maksimum	82.5	Maximum
Srednia arytm.	12.2	Arithmetic mean
Srednia geom.	10.2	Geometric mean
Mediana	11.7	Median
Granica wykrywalności	0.3	Detection limit



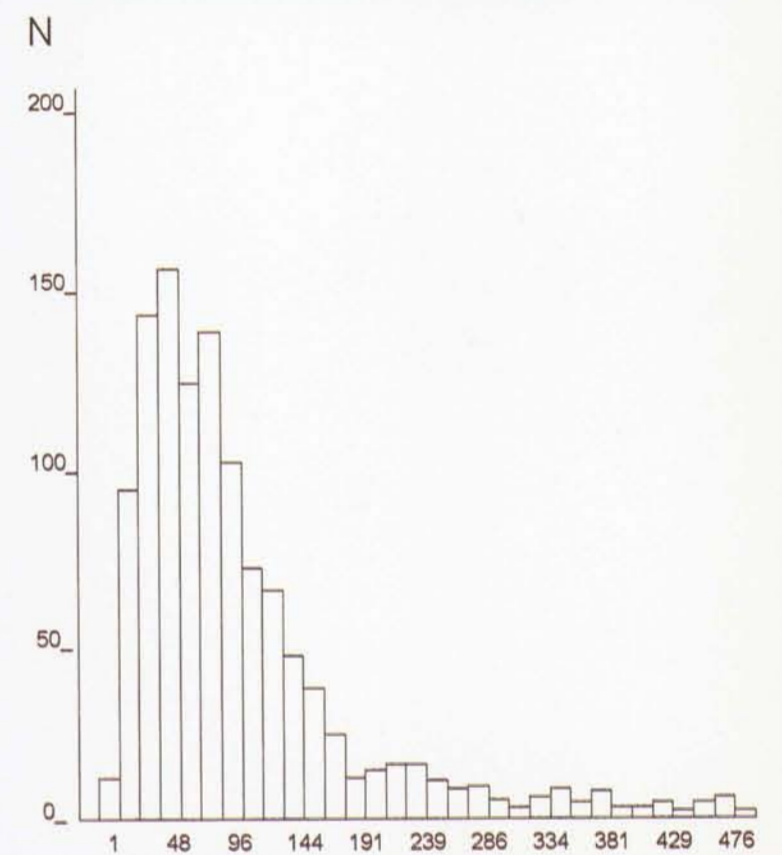
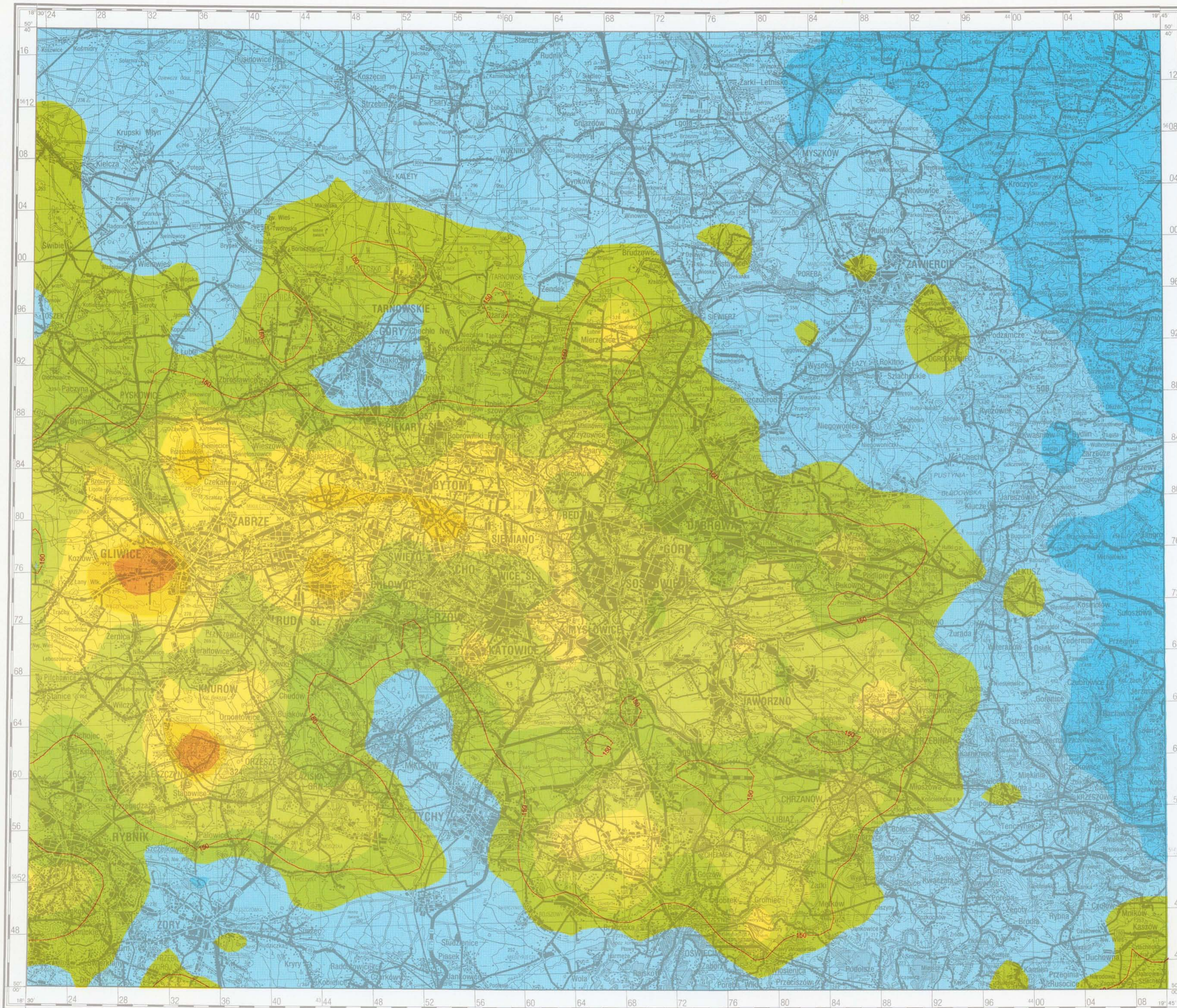
30 Wartość graniczna dla tła wód powierzchniowych Polski
Limit value for background of surface waters of Poland



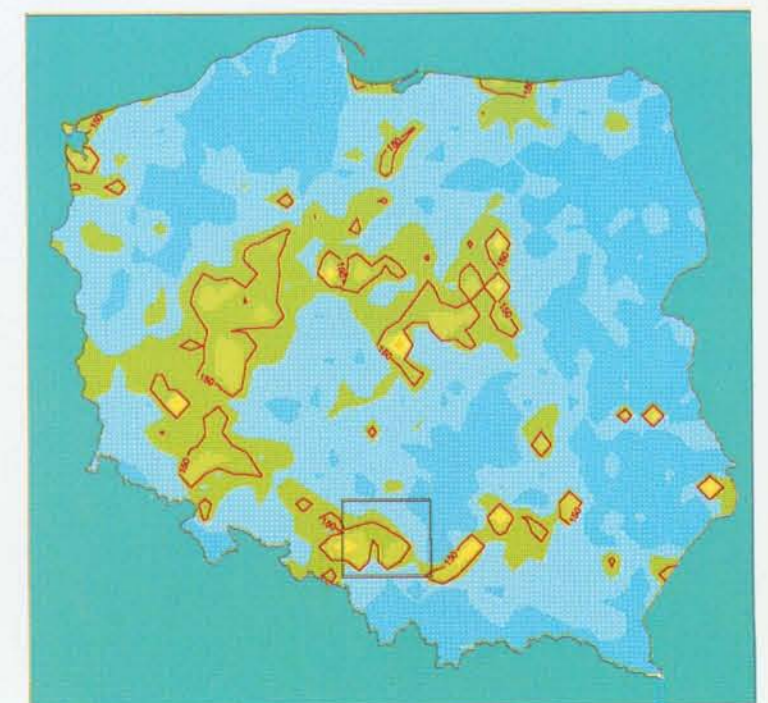
SO₄ SIARCZANY SULPHATES

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppm = mg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	3	Minimum
Maksimum	7085	Maximum
Srednia arytm.	162	Arithmetic mean
Srednia geom.	85	Geometric mean
Mediana	81	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



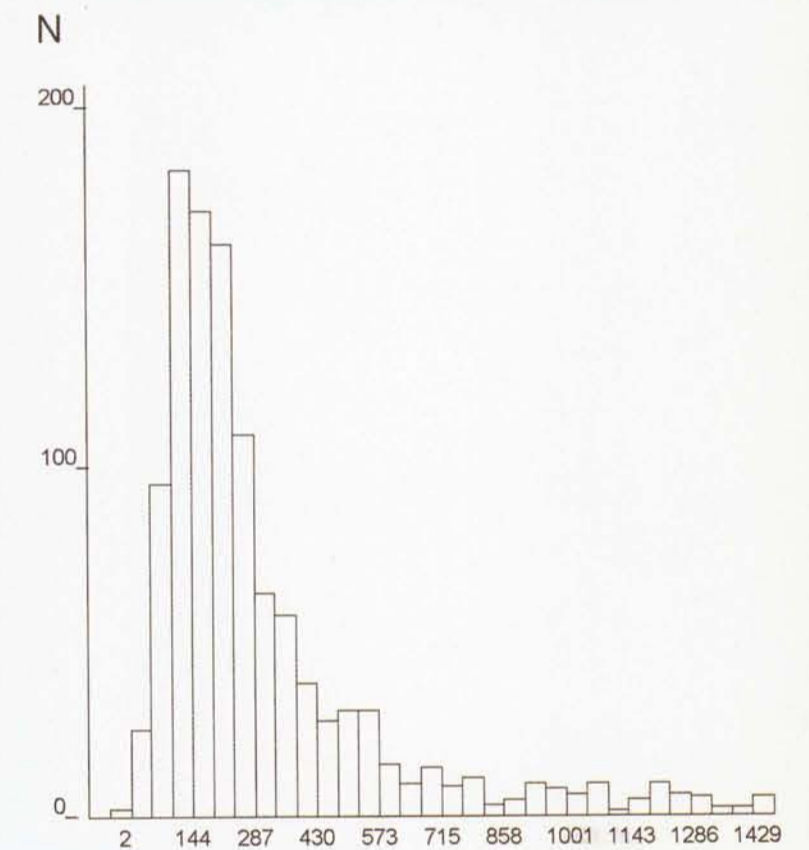
150 ————— Wartość graniczna dla I klasy
wód powierzchniowych
Limit value for I class purity of surface waters



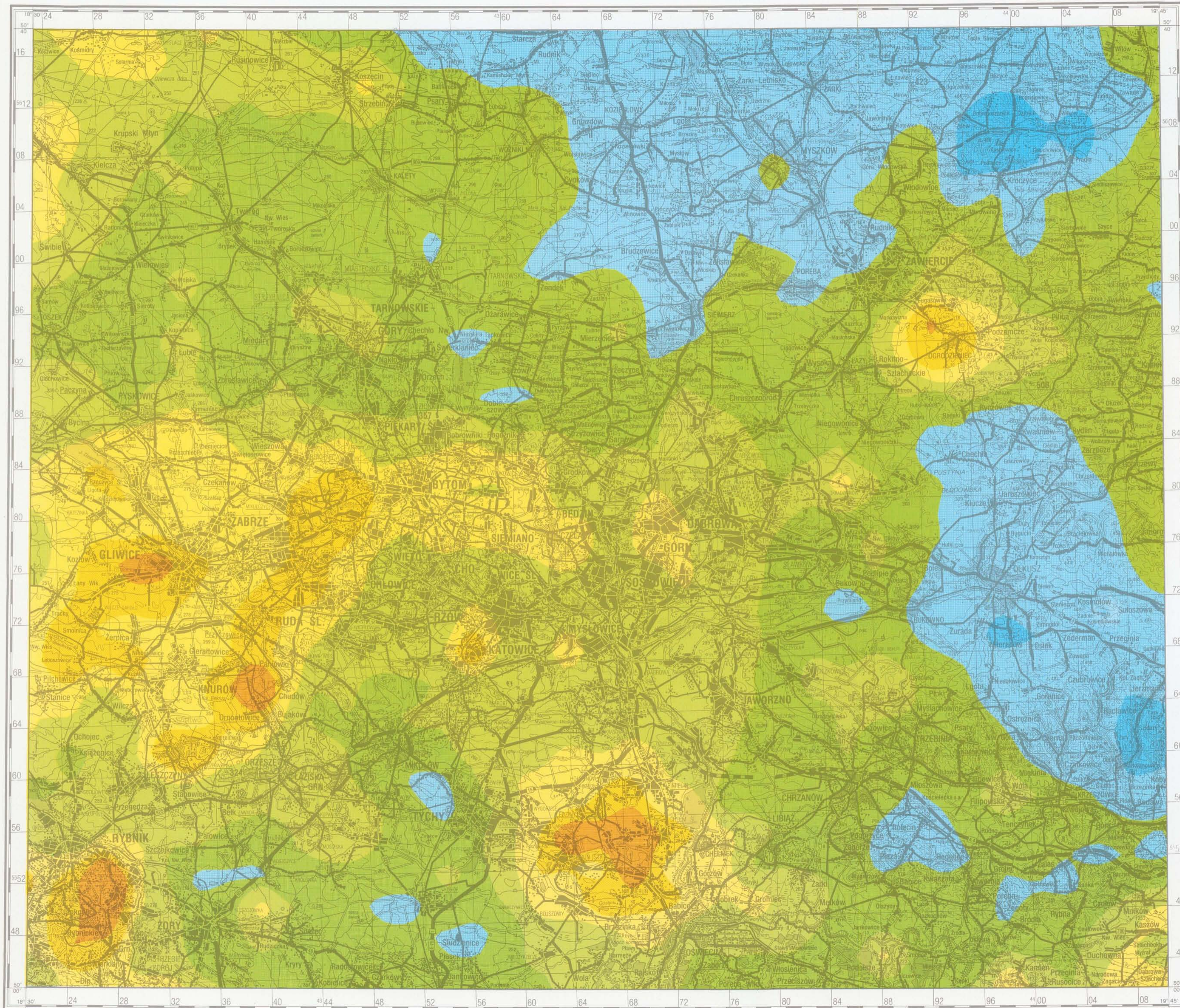
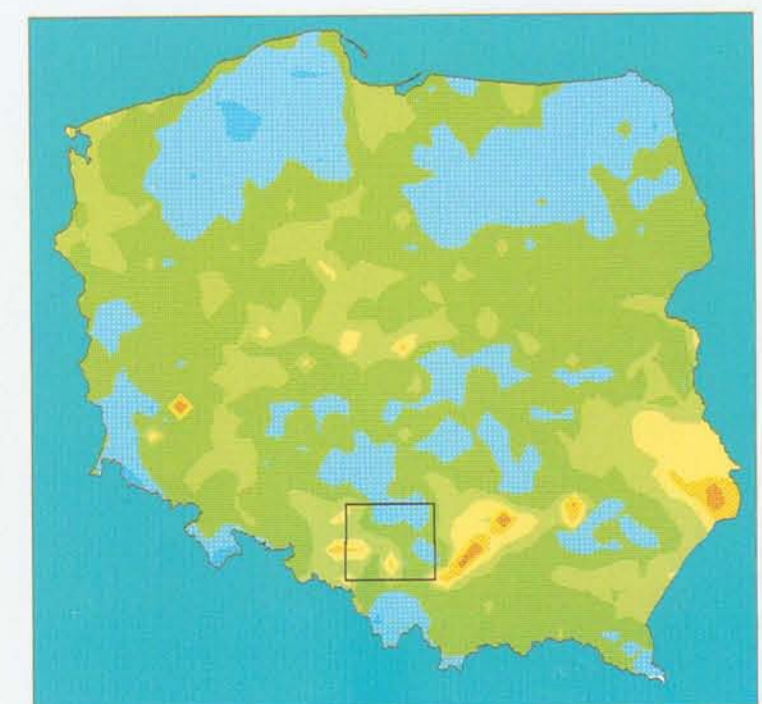
Sr STRONT STRONTIUM

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS
ppb = µg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	4	Minimum
Maksimum	26078	Maximum
Srednia arytm.	621	Arithmetic mean
Srednia geom.	310	Geometric mean
Mediana	253	Median
Granica wykrywalności	1	Detection limit



800 Wartość graniczna dla tła wód powierzchniowych Polski
Limit value for background of surface waters of Poland



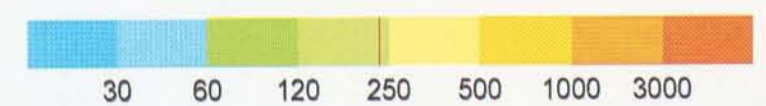
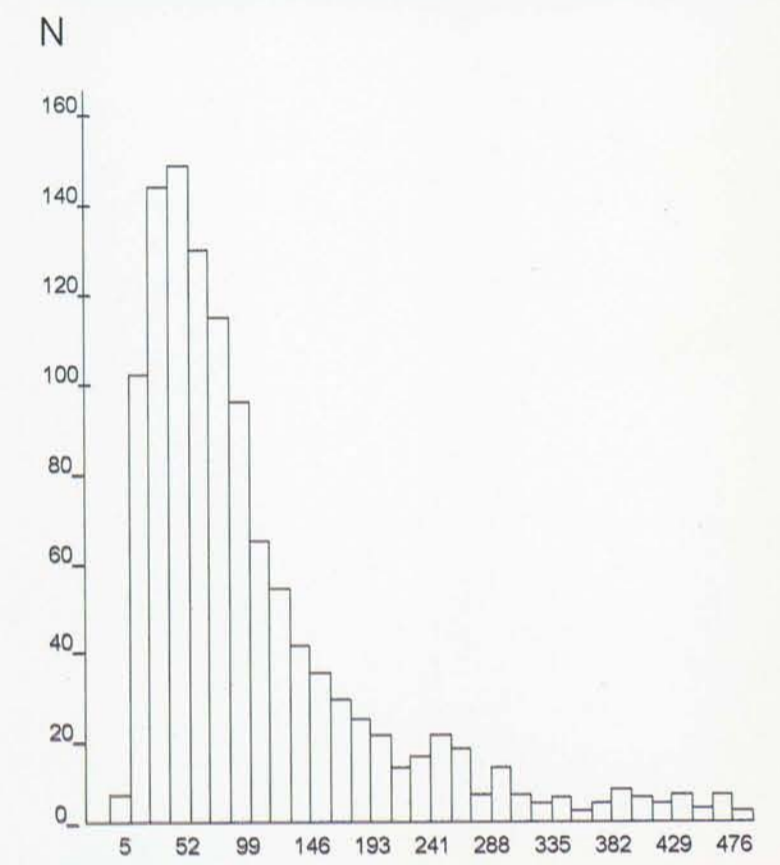
Zn

CYNK
ZINC

PARAMETRY STATYSTYCZNE
STATISTICS PARAMETERS

ppb = µg/l

Liczba próbek	1188	Number of samples
Minimum	5	Minimum
Maksimum	13198	Maximum
Srednia arytm.	208	Arithmetic mean
Srednia geom.	96	Geometric mean
Mediana	86	Median
Granica wykrywalności	5	Detection limit



200 ————— Wartość graniczna dla I klasy czystości
wód powierzchniowych
Limit value for I class purity of surface waters

