

Biblioteka **PIG**
Warszawa
87 263 (sz. 3)

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000



75
LAT DZIAŁALNOŚCI
1919 - 1994
PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU GEOLOGICZNEGO

Kielce 1994

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
www.pgi.gov.pl



57117PIC

Ludwik Lenartowicz

ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000



LAT DZIAŁALNOŚCI

1919 - 1994

PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU GEOLOGICZNEGO

Kielce 1994

Opracowano ze środków
Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej



Nr inw. d/87263/95

WSTĘP

Sposoby ochrony środowiska naturalnego przed postępującą degradacją spowodowaną działalnością człowieka stały się w ostatnim okresie czasu jednym z głównych problemów. Chemiczne skażenia środowiska a zwłaszcza gleb, wód i powietrza należą do jednych z najbardziej niebezpiecznych a zarazem trudno wykrywalnych. W ich lokalizowaniu skuteczne są metody prospekcji geochemicznej wypracowane przy poszukiwaniach złóż kopalin a szczególnie metali. Dobre rezultaty w tym zakresie dają szybkie i stosunkowo tanie sposoby wykonywania geochemicznych map gleb i osadów wodnych. Na mapach takich przedstawia się wtórną antropogeniczną koncentrację pierwiastków śladowych zawartych w najbardziej narażonej na skażenia chemiczne warstwie litosfery. **Mapy geochemiczne gleb** przedstawiają skażenie metalami, których źródłem są przede wszystkim skażenia powietrza atmosferycznego pochodzące z emisji przemysłowych i komunikacyjnych. Inny charakter skażeń środowiska reprezentują **mapy osadów wodnych - aluwiów**. Przedstawiają one tak zwane geochemiczne anomalie aluwialne powodowane wskutek odprowadzania do wód powierzchniowych nieoczyszczonych ścieków. W tym przypadku najwyższe koncentracje metali w aluwiach występują w bezpośrednim sąsiedztwie źródeł tych anomalii. W dalszej odległości anomalia stopniowo zanika. Dzięki tej właściwości śledzenie anomalii geochemicznej w aluwiach pozwala na dość precyzyjną lokalizację źródeł skażeń, którymi są najczęściej różnego rodzaju ścieki przemysłowe i komunalne odprowadzane bezpośrednio do otwartych zbiorników wodnych.

Wchodzące w skład niniejszego atlasu mapy zawartości pierwiastków śladowych, pH oraz kwasowości w glebach i aluwiach obrazują efekty terenowych i laboratoryjnych badań geochemicznych, wykonanych w Oddziale Świętokrzyskim Państwowego Instytutu Geologicznego w Kielcach, w latach 1993 - 1994 na zlecenie Wydziału Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego w Kielcach. Badania te zostały sfinansowane ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Kielcach. W zakresie metodyki prac terenowych, badań analitycznych i formy edytorskiej wzorowano się na wydany w 1991 r. w Państwowym Instytucie Geologicznym "Atlasie Geochemicznym Warszawy" - pierwszym tego typu opracowaniu w Polsce. Jego autorowi dr Józefowi Lisowi za życzliwe rady i pomoc przy opracowaniu atlasu Kielc składam serdeczne podziękowanie.

Przy realizacji Atlasu Geochemicznego Kielc uczestniczył zespół pracowników Oddziału Świętokrzyskiego PIG w Kielcach i Centralnego Laboratorium PIG w Warszawie, w składzie:

- L. Lenartowicz - kierownictwo ogólne, interpretacja wyników, wykonanie map i tekstu;
- S. Jabłoński, E. Kotlarski, L. Lenartowicz - pobieranie próbek w terenie;
- E. Górecka, E. Kotlarski, K. Kwiecińska, D. Lech, A. Szczecińska, M. Szunke - badania analityczne próbek;
- Z. Szczepanik - komputerowe opracowanie danych.

OPRÓBOWANIE

Prace terenowe wykonywano na przełomie kwietnia i maja 1993 r., wykorzystując do lokalizacji opróbowania podkład topograficzny mapy w skali 1 : 10 000. Z powierzchni 1 km² pobierano cztery próbki glebowe zmniejszając ich liczbę do 2 w obrębie zwartych kompleksów leśnych. Próbkę gleb pobierano z wkopów osiagających 20 cm głębokości w ilości około 500 g. Na kartach opróbowania odnotowywano charakter zabudowy i pokrycia terenu, sposób użytkowania gruntu, rodzaj gleby, źródła zanieczyszczenia, stare roboty górnicze itp. Próbkę aluwiów, również o masie około 500g, pobierano z koryt rzek i strumieni preferując odcinki charakteryzujące się deponowaniem najdrobniejszej frakcji transportowanego materiału. Miejsca ich pobrania starano się lokalizować poniżej wszelkiego typu zanieczyszczeń takich jak szlaki komunikacyjne, zakłady przemysłowe, wsie i grupy gospodarstw wiejskich, rowy melioracyjne, kanały burzowe itp. W kilku przypadkach pobrano także próbki osadów wodnych z otwartych małych zbiorników, jak na przykład z jeziora w kamieniołomie "Kadzielnia". Podobnie jak przy pobieraniu gleb w karcie opróbowania notowano rodzaj zbiornika, jego otoczenie, rodzaj pobranego materiału, uziarnienie, barwę itp.

Na życzenie zlecniodawcy w pierwszej kolejności wykonano oznaczenia zawartości pierwiastków śladowych w 50% pobranych próbek, przestrzegając zasady aby z każdego obszaru o powierzchni 1 km² były przeanalizowane 2 próbki. Dalsze badania analityczne ograniczono jedynie do próbek pobranych w rejonach charakteryzujących się dużym zróżnicowaniem jednego lub kilku pierwiastków. Łącznie w terenie pobrano 791 próbek glebowych, a badania analityczne ograniczono do zbadania 494 próbek. Z sieci rzecznej i otwartych zbiorników wodnych pobrano 274 próbki osadów, które wszystkie przeanalizowano.

PRZYGOTOWANIE PRÓBEK I METODY ANALITYCZNE

Pobrane próbki gleb i aluwiiw suszono w temperaturze pokojowej. Zbrylone okruchy rozdrabniano w moździerz agatowym i przesiewano przez plastikowe sito o średnicy oczek 0,3 mm. Po kwartowaniu uzyskiwano próbkę analityczną o masie około 100 g. Oznaczeń zawartości Pb, Zn, Cu, Ag, Ni, Co, Cr, Mn i Mo dokonano metodą spektralnej analizy emisyjnej uzyskując wykrywalność 1 ppm, natomiast w przypadku srebra i molibdenu 0,1 ppm. Zawartość Cd i As określono metodą ICP za pomocą spektrometru emisyjnego ze wzbudzeniem plazmowym firmy Philips - PV8060 natomiast Fe metodą absorpcji atomowej na spektrometrze firmy Pye Unicam - SP-1900. Oznaczenia rtęci wykonano metodą zimnych par przy użyciu spektrometru AAS-3 Carl Zeiss Jena z zastosowaniem generacji wodorków. Jod oznaczano potencjometrycznie elektrodą jonoselektywną, straty prażenia metodą wagową natomiast pH oznaczano w środowisku 1 n KCl metodą potencjometryczną stosowaną w gleboznawstwie.

METODYKA OPRACOWANIA I SPOSÓB PRZEDSTAWIENIA WYNIKÓW

Wyniki zawartości pierwiastków śladowych, pH, straty prażenia, współrzędne punktów pobrania próbek oraz dane z obserwacji terenowej wprowadzono do komputerowej bazy danych, umożliwiające dowolne ich przetwarzanie. Zbiór próbek glebowych obejmuje 8398 oznaczeń, natomiast zbiór próbek aluwiiw 3562 oznaczenia. Przy zastosowaniu programu STATGRAPHICS wyliczono szereg parametrów statystycznych dla całych zbiorów oraz utworzonych podzbiorów. Najbardziej charakterystyczne z nich tj. średnią arytmetyczną, średnią geometryczną i medianę wraz z wartościami skrajnymi zestawiono w Tabelach 1 i 2. Średnia geometryczna i mediana w stosunku do średniej arytmetycznej lepiej charakteryzują przeciętne zawartości pierwiastków śladowych ponieważ nie uwzględniają wartości ekstremalnych. Konstrukcja histogramów posłużyła do ustalenia rozkładów poszczególnych pierwiastków w utworzonych zbiorach i podziorach a także do ustalenia wartości izolinii na mapach glebowych i gradacji kółek na mapach aluwialnych.

Uzyskane zawartości poszczególnych pierwiastków śladowych i pH w glebach przedstawiono na mapach metodą izoliniową, natomiast w aluwiiach metodą punktową. Zarówno mapy glebowe jak i aluwialne kreślono przy użyciu plotera wykorzystując opracowane w Państwowym Instytucie Geologicznym w Warszawie programy komputerowe MAPART i MAPAK. Do generacji izolinii na mapach glebowych zastosowano metodę najmniejszej krzywizny. Jako podkładu używano arkuszowej mapy topograficznej w skali 1 : 50 000 w układzie współrzędnych 1942.

CHARAKTERYSTYKA GEOCHEMICZNA ŚRODOWISK GLEBOWYCH

Wyniki oznaczeń chemicznych pierwiastków śladowych w glebach, podzielone na podzbiory utworzone w zależności od różnych rodzajów środowisk glebowych, przedstawiono w Tabeli 1.

W najmniejszych ilościach badane mikroelementy występują w glebach leśnych. Jest to związane z tym, że kompleksy leśne najczęściej są zlokalizowane na glebach piaszczystych charakteryzujących się

znikomymi właściwościami sorpcyjnymi a ponadto w glebach tych dominuje odczyn kwaśny zwiększający ługowanie i migrację pierwiastków. Odnosi się to głównie do większości pierwiastków z grupy żelaza (żelazo, mangan, nikiel i kobalt) oraz miedzi, których koncentracje średnie są przeszło dwukrotnie wyższe od stwierdzonych w glebach leśnych. Zawartości przeciętne zbliżone do obserwowanych w glebach łąk są charakterystyczne także dla gleb pól uprawnych. Nagromadzenia nieznacznie od nich niższe tworzy arsen (4,3 ppm), kadm (0,5 ppm), miedź (9 ppm), i żelazo (0,47 %); wyższe chrom (32 ppm), mangan (596 ppm), ołów (50 ppm) i cynk (86 ppm) natomiast odnośnie pozostałych pierwiastków zawartości są takie same. Na uwagę zasługuje pH osiągające podobnie jak w glebach leśnych i łąk najniższe wartości.

Koncentracje większości badanych pierwiastków nieznacznie wzrastają w glebach wieloletnich ugorów. Najprawdopodobniej jest to skutek wzrostu pH do 6,7 zmniejszającego rozpuszczalność wszelkiego typu związków chemicznych i osłabiającego procesy migracji metali w powierzchniowych poziomach profilu glebowego. Interesująco prezentują się zawartości pierwiastków w glebach pobranych w pobliżu zabudowań wiejskich. Są one w większości przypadków zdecydowanie niższe od stwierdzonych w glebach pól uprawnych i ugorów. Najprawdopodobniej stanowi to dowód, że wzrost zawartości pierwiastków śladowych w glebach uprawnych jest głównie rezultatem stosowania nawozów sztucznych i chemicznych środków ochrony roślin.

Gleby ogródków działkowych i sadów, obejmujące miejskie ogrody działkowe oraz miejskie i wiejskie ogródki przydomowe, charakteryzują się znacznym wzrostem zawartości prawie wszystkich pierwiastków w stosunku do gleb pól uprawnych. Dotyczy to zwłaszcza chromu (39 ppm), miedzi (13 ppm), żelaza (0,56 %), niklu (14 ppm) i cynku (100 ppm). Wzrost ten, podobnie jak w glebach pól uprawnych, jest rezultatem intensywnego nawożenia i zwalczania szkodników środkami chemicznymi.

Przedstawione w Tabeli 1 zawartości pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych obejmują łącznie gleby lasów, łąk, pól uprawnych, ugorów i ogródków działkowych pozbawione trwałej zabudowy.

Na terenach o zabudowie miejskiej najniższe koncentracje pierwiastków śladowych związane są z glebami z obszarów o zabudowie podmiejskiej i willowej. Wyższe dotyczą gleb trawników i zieleńców miejskich położonych w obrębie parków i ciągów spacerowych, dużych skwerów i placów rekreacyjnych. Najwyższe koncentracje stwierdzono w glebach z obszarów o zwartej zabudowie miejskiej. Osiągają one wartości : Pb - 60 ppm, Zn - 145 ppm, Cu - 24 ppm, Cd - 0,6 ppm, As - 4,6 ppm, Ni - 20 ppm, Co - 7 ppm, Cr - 44 ppm, Fe - 0,8 %.

Zawartości pierwiastków śladowych w glebach położonych w pobliżu terenów o zabudowie przemysłowej są wyższe od stwierdzonych w glebach o zabudowie wiejskiej, ale zdecydowanie niższe niż w glebach występujących na terenach podmiejskich i willowych.

Koncentracje pierwiastków śladowych w glebach Kielc i okolic w większości przypadków mieszczą się w granicach zawartości najczęściej notowanych w niezanieczyszczonych glebach Polski (A. Kabata-Pendias, 1989). Jedynie średnie koncentracje ołowiu (48 ppm) i cynku (85 ppm) są od nich wyższe - Tabela 1. Zawartości przeciętne wszystkich badanych pierwiastków w glebach Kielc i okolic są natomiast wyższe od zawartości stwierdzonej w glebach aglomeracji warszawskiej (J. Lis, 1991, 1992). Jedną z przyczyn tego zjawiska jest to, że gleby na terenie Kielc i okolic w swym podłożu mają skały

starsze charakteryzujące się znacznie większą zawartością pierwiastków śladowych niż zawierają je piaszczyste utwory czwartorzędowe dominujące w obrębie aglomeracji warszawskiej. Nie jest to jednak jedyna przyczyna. Obserwacje poczynione w czasie pobierania próbek do badań wskazują, że jest to także rezultat likwidacji odpadów i śmieci przez nielegalne składowanie ich we wszystkich dostępnych miejscach nie wyłączając pól uprawnych. Odpady pozostawione bezpośrednio na powierzchni terenu, przysypywane są niewielką ilością ziemi lub przyorywane na polach uprawnych.

MAPY GEOCHEMICZNE GLEB

MIEDŹ: W obrębie niezbyt zróżnicowanych wartości tła geochemicznego (5-20 ppm) zaznacza się rozległa strefa o podwyższonych i anomalnych koncentracjach miedzi obejmująca centralną część miasta Kielc oraz kilka mniejszych obszarów zlokalizowanych na NE od Górek Szczukowskich (w sąsiedztwie nieczynnego wysypiska śmieci), w rejonie Białogonu i Sitkówki. Maksymalną zawartość tego pierwiastka (230 ppm) zanotowano w glebach okolic Górek Szczukowskich. Koncentracje miedzi na terenie Kielc najczęściej mieszczą się w granicach 40-80 ppm a maksymalnie osiągają 100-150 ppm. W obrębie pozostałych anomalii nie przekraczają 80 ppm. Na uwagę zasługują nieco większe koncentracje w rejonie Woli Kopcowej, Cedzyny i Mójczy zaznaczające się także na mapach innych pierwiastków.

CYNK: Na mapie rozmieszczenia cynku w obrębie koncentracji w granicach tła geochemicznego (10-100 ppm) wyróżniają się dwa obszary o zawartościach podwyższonych i anomalnych. Pierwszy z nich pokrywa się z obszarem zurbanizowanym Kielc, a strefa anomalna o zawartościach w granicach 200-400 ppm lokalizuje się wzdłuż linii kolejowej Kielce - Skarżysko-Kamienna na odcinku od ul. Robotniczej do ul. Piekoszowskiej. W jej centrum zlokalizowanym w okolicach Fabryki Samochodów POLMO-SHL (dawniej KZWM) zawartość maksymalna Zn w glebach przekracza 800 ppm. Na terenie Kielc na uwagę zasługuje niewielka anomalia w okolicach stacji benzynowej przy ul. P. Ściegiennego zaznaczająca się także na mapach zawartości miedzi i ołowiu. Drugi, bardziej rozczłonkowany obszar anomalny zlokalizowany jest w południowo-zachodniej części arkusza mapy. Strefy anomalne o koncentracjach przekraczających 200 ppm położone są w okolicach Czerwonej Góry, kam. "Bolechowice" i Sitkówki. Wszystkie wyżej omówione obszary o anomalnej zawartości cynku są pochodzenia antropogenicznego.

OŁÓW: Obraz rozmieszczenia ołowiu w stosunku do miedzi i cynku jest bardziej zróżnicowany. Na całym obszarze badań dominują koncentracje przekraczające 30 ppm a wartości tła geochemicznego są wysokie i mieszczą się w granicach 30-60 ppm. Wyraźna strefa anomalna o wartościach powyżej 120 ppm zaznacza się w tzw. Dolinie Białogońskiej, na odcinku od Kadzielni do Dobromyśla. W rejonie osiedla "Podkarczówka", Stawu Białogońskiego oraz w mniejszym stopniu na południe od Góry Bruszni zaznaczają się wyraźne maksima, w których ołów osiąga zawartość 990 ppm. Znacznie bardziej rozległy obszar anomalny stwierdzono w rejonie Szczukowskich Górek. O ile zachodnią część tej anomalii należy wiązać z mineralizacją kruszcową występującą w tym rejonie, to część wschodnia pozostaje w ścisłym związku ze zlokalizowanym w sąsiedztwie starym składowiskiem śmieci.

NIKIEL i KOBALT: Powierzchniowe rozmieszczenie obydwu pierwiastków jest podobne. Podwyższone i anomalne zawartości stwierdzono na terenie Kielc i w rejonie Nowin. Kilka mniejszych anomalii zaznacza się w okolicach Masłowa, Cedzyny, Mójczy, Sukowa-Borki i Białogonu. Maksymalne zawartości niklu w glebach na terenie Kielc osiągają 50-60 ppm, natomiast kobaltu 15-25 ppm.

ŻELAZO: Jego rozmieszczenie w glebach jest zbliżone do rozmieszczeń niklu i kobaltu. Obszary o podwyższonej zawartości w granicach od 0,5 do 2% występują na terenie Kielc i w okolicach Nowin. Zawartości wyższe (maksymalnie 2,7% i 5,1%) zostały stwierdzone w okolicach Sukowa i Krajszczyzny.

MANGAN: Pierwiastek ten w badanych glebach występuje w ilościach wyższych od przeciętnych podawanych przez A. Kabatę-Pendias (1979) i od stwierdzonych przez J. Lisa (1991, 1992) na terenie Warszawy. Prawdopodobnie jest to rezultat jego silnej bioakumulacji w glebach o podwyższonej zawartości substancji organicznej. Znajduje to potwierdzenie na opracowanym terenie, gdzie średnia zawartość strat prażenia przekracza 4,5%. Wyjaśnienia wymaga antropogeniczna anomalia charakteryzująca się stosunkowo wysokimi koncentracjami manganu (do 10 000 ppm) zlokalizowana w okolicach Krajszczyzny na wschód od Sukowa.

CHROM: W większości przypadków pierwiastek ten występuje w glebach w granicach 15-20 ppm. Koncentracje wyższe - rzędu 30-60 ppm - tworzą dwie nieregularne strefy, z których jedna pokrywa większą część Kielc, natomiast druga zlokalizowana jest w południowej części obszaru badań pomiędzy Bolechowicami a Sukowem. Koncentracje maksymalne (80-90-100 ppm) występują w kilku lokalnych anomalii zlokalizowanych we wschodniej części Kielc i w okolicach Dymin.

ARSEN: Niska wykrywalność arsenu (<5 ppm) spowodowała, że jego koncentracje o wartościach tła geochemicznego mieszczą się poniżej granicy wykrywalności i na mapie zaznaczają się tylko strefy o wyraźnie podwyższonych i anomalnych zawartościach tego pierwiastka. Wiele z nich pokrywa się z analogicznymi strefami wydzielonymi na mapach innych pierwiastków. Do takich stref m. in. należy anomalia na NE od Górek Szczukowskich (maksymalnie 60 ppm), na północ od Białogonu (maksymalnie 54 ppm) i w Sukowie (maksymalnie 52 ppm). Strefy o niższym skażeniu występują na terenie Kielc oraz w okolicach Słowika i Sitkówki.

SREBRO: Obecność tego pierwiastka stwierdzono w niewielkiej liczbie próbek glebowych najczęściej w granicach kilku dziesiątych ppm. Koncentracje wyższe - od kilku do 20 ppm - napotkano między Białogonem a wzgórzem Brusznia, na obszarze silnie zanieczyszczonym różnego rodzaju odpadami. Pozostałe anomalie tego pierwiastka są analogicznego pochodzenia.

Tabela 1

**Parametry statystyczne zawartości pierwiastków śladowych, pH i strat prażenia
w glebach Kielc i okolic
(Ag, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, J, Mn, Mo, Ni, Pb, Zn w ppm, Fe, straty prażenia w %)**

Gleby	Parametry	Ag	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	J	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	pH	Straty prażenia
Gleby Kielc i okolic N = 494	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	1	1	0.01	0.00	<1.0	10	0.0	1	6	10	2.4	1.0
	maksimum	20.00	60.0	22.1	32	110	230	5.10	0.70	1.5	>10000	20.0	100	1360	820	8.2	59.3
	śr. arytmetyczna	0.07	5.2	0.7	5	35	15	0.58	0.06	0.9	638	1.0	13	75	104	6.2	5.8
	śr. geometryczna	0	4.6	0.6	4	26	9	0.45	0.00	0.9	479	0.0	9	48	85	6.1	4.6
	mediana	0	4.0	0.5	4	30	9	0.46	0.04	0.9	555	0.5	9	45	70	6.5	4.5
Gleby terenów o zabudowie przemysłowej N = 43	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	3	3	0.03	0.00	0.9	40	0.0	1	10	10	3.3	1.0
	maksimum	0.50	38.0	3.6	14	87	95	1.60	0.48	1.5	1250	6.0	45	730	400	8.2	28.1
	śr. arytmetyczna	0.03	5.5	0.9	5	37	20	0.70	0.06	1.0	565	1.0	19	70	115	6.9	7.1
	śr. geometryczna	0.00	4.8	0.7	4	28	13	0.50	0.00	0.9	558	0.0	14	47	89	6.8	5.6
	mediana	0.00	4.0	0.6	5	34	11	0.60	0.04	0.9	560	0.5	16	44	120	7.3	5.3
Gleby terenów o zwartej zabudowie miejskiej N = 49	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	15	8	0.35	0.00	<1.0	150	0.0	2	15	49	3.8	1.8
	maksimum	0.70	40.0	2.4	25	93	150	2.16	0.70	1.3	1900	10.0	60	380	820	7.6	15.2
	śr. arytmetyczna	0.08	5.4	0.6	9	49	30	0.89	0.09	0.9	642	2.0	25	77	173	6.9	6.6
	śr. geometryczna	0.00	4.6	0.6	7	44	24	0.81	0.00	0.9	572	0.0	20	60	145	6.9	6.1
	mediana	0.00	4.0	0.5	8	50	25	0.78	0.06	0.9	600	1.0	19	50	140	7.1	6.5
Gleby terenów o zabudowie podmiejskiej i willowej N = 23	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	10	3	0.21	0.01	<1.0	140	0.0	1	10	35	4.6	1.0
	maksimum	0.30	16.0	1.7	15	82	100	2.00	0.31	1.0	1550	9.0	68	990	470	7.6	19.3
	śr. arytmetyczna	0.03	5.8	0.8	6	35	23	0.64	0.07	0.9	635	1.4	19	123	137	6.8	5.6
	śr. geometryczna	0.00	5.2	0.7	5	29	14	0.53	0.06	0.9	531	0.0	13	61	110	6.7	4.7
	mediana	0.00	4.0	0.6	5	28	11	0.47	0.06	0.9	380	0.5	15	55	100	7.1	4.9
Gleby terenów o zabudowie wiejskiej N = 98	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	3	1	0.13	0.00	<1.0	90	0.0	2	12	20	2.4	1.1
	maksimum	20.00	25.0	1.6	30	100	100	1.52	0.52	1.3	1800	8.0	65	810	320	7.8	24.2
	śr. arytmetyczna	0.20	4.5	0.6	5	37	12	0.51	0.05	0.9	609	0.9	12	65	100	6.3	4.9
	śr. geometryczna	0.00	4.3	0.5	4	29	9	0.45	0.00	0.9	513	0.0	8	47	90	6.1	4.3
	mediana	0.00	4.0	0.5	4	32	9	0.45	0.03	0.9	570	0.5	8	43	90	6.6	3.9
Gleby terenów niezabudowanych N = 281	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	1	1	0.01	0.00	<1.0	10	0.0	1	6	10	3.3	1.0
	maksimum	4.00	60.0	22.1	32	110	230	5.10	0.62	1.2	>10000	20.0	100	1360	390	7.8	59.3
	śr. arytmetyczna	0.03	5.2	0.7	4	31	11	0.53	0.06	0.9	656	0.8	10	74	88	5.9	5.7
	śr. geometryczna	0.00	4.5	0.6	3	22	6	0.39	0.00	0.9	449	0.0	7	44	73	5.8	4.3
	mediana	0.00	4.0	0.4	3	22	7	0.38	0.04	0.9	525	0.3	7	42	80	5.9	4.2
Gleby leśne N = 125	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	1	1	0.01	0.02	<1.0	10	0.0	1	10	10	3.6	1.0
	maksimum	0.10	20.0	22.1	20	78	35	2.07	0.62	1.3	2700	6.0	46	510	390	7.7	59.3
	śr. arytmetyczna	0.01	4.2	0.8	3	24	6	0.33	0.05	1.0	497	0.4	7	58	83	5.8	5.4
	śr. geometryczna	0.00	4.2	0.6	2	17	4	0.26	0.03	0.9	293	0.0	5	41	72	5.7	4.1
	mediana	0.00	4.0	0.4	1	20	5	0.27	0.03	0.9	365	0.2	5	40	80	5.8	3.8

Tabela 1 cd.

Gleby	Parametry	Ag	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	J	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	pH	Straty prażenia
Gleby wieloletnich ugorów N = 109	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	1	1	0.11	0.00	<1.0	40	0.0	1	10	10	3.3	1.0
	maksimum	4.00	16.0	1.7	32	110	95	2.69	0.31	1.5	2000	10.0	50	990	820	8.2	28.1
	śr. arytmetyczna	0.07	5.1	0.8	6	36	15	0.65	0.05	0.9	623	1.0	15	66	114	6.8	5.6
	śr. geometryczna	0.00	4.8	0.7	4	27	11	0.52	0.00	0.9	500	3.0	10	48	94	6.7	4.6
	mediana	0.00	4.0	0.6	4	25	10	0.55	0.04	0.9	575	0.5	9	46	99	7.1	4.6
Gleby łąk N = 49	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	1	1	0.18	0.00	<1.0	50	0.0	1	10	18	4.4	1.2
	maksimum	0.70	60.0	2.7	17	90	230	5.10	0.40	1.3	>10000	7.0	65	1390	230	7.5	46.3
	śr. arytmetyczna	0.05	8.6	0.9	5	28	20	0.85	0.08	0.9	775	0.8	14	101	95	5.8	9.4
	śr. geometryczna	0.00	5.4	0.7	4	19	10	0.62	0.00	0.9	486	0.0	9	45	80	5.7	6.9
	mediana	0.00	4.0	0.6	5	21	9	0.60	0.05	0.9	510	0.5	9	36	90	5.7	6.6
Gleby pól uprawnych N = 139	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	3	1	0.04	0.00	<1.0	30	0.0	1	16	35	2.4	1.2
	maksimum	20.00	25.0	2.8	30	100	70	2.30	0.36	1.2	2800	20.0	100	1170	320	7.8	13.6
	śr. arytmetyczna	0.17	4.6	0.6	6	41	13	0.55	0.05	0.9	701	1.2	12	82	96	5.8	4.2
	śr. geometryczna	0.00	4.3	0.5	4	32	9	0.47	0.10	0.9	596	0.0	9	50	86	5.7	3.8
	mediana	0.00	4.0	0.4	5	36	9	0.48	0.03	0.9	600	0.5	9	42	87	6.0	3.6
Gleby ogródków działkowych i sadów N = 32	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	14	1	0.16	0.00	<1.0	140	0.0	2	17	30	3.8	1.8
	maksimum	0.70	13.0	1.6	20	90	100	1.67	0.70	1.3	1800	8.0	60	190	390	7.6	13.6
	śr. arytmetyczna	0.04	5.2	0.6	7	45	22	0.67	0.11	0.9	637	1.6	20	57	118	6.4	5.7
	śr. geometryczna	0.00	4.8	0.6	5	39	13	0.56	0.00	0.9	540	0.0	14	49	100	6.3	5.1
	mediana	0.00	4.0	0.5	7	42	10	0.51	0.05	0.9	615	0.8	13	47	110	6.8	5.25
Gleby trawników i zieleńców miejskich N = 43	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	7	4	0.25	0.00	<1.0	140	0.0	5	15	49	5.4	2.3
	maksimum	0.60	40.0	2.4	25	90	150	2.00	0.48	1.5	1900	9.0	68	730	520	7.6	19.3
	śr. arytmetyczna	0.06	5.9	0.7	9	46	33	0.80	0.09	0.9	663	1.9	26	101	161	7.0	6.8
	śr. geometryczna	0.00	4.7	0.6	7	40	24	0.70	0.00	0.9	582	0.0	21	67	142	7.0	6.2
	mediana	0.00	4.0	0.5	8	48	25	0.80	0.06	0.9	590	1.0	22	59	135	7.1	6.5
Zawartość pierwiastków śladowych w glebach nie zanieczyszczonych Polski (A.Kabata-Pendias, 1989)	ogólna	od		0.1	0.1	20	2			0.8	20	0.1	1	6	10		
		do	<0.5		2.0	30.0	100	130		10	1400	14	110	102	501		
	najczęstsza	od		0.2	0.5		5		0.02		100		10	10	20		
		do		1.0	5.0		20		0.20		500		50	40	30		

Parametry statystyczne zawartości pierwiastków śladowych, w osadach aluwialnych
sieci rzecznej Kielc i okolic
(Ag, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Zn w ppm, Fe w %)

Osady aluwialne	Parametry	Ag	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
Osady aluwialne sieci rzecznej Kielc i okolic N = 274	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	1	1	0.02	0.00	30	0.0	1	2	1
	maksimum	12.00	29.0	18.2	22	100	230	5.25	3.55	5000	6.0	45	2100	1200
	śr. arytmetyczna	0.190	5.7	1.3	5	20	29	0.63	0.09	631	0.5	13	137	139
	śr. geometryczna	0.00	4.9	0.9	3	13	13	0.44	0.07	473	0.0	9	48	106
	mediana	0.00	4.0	0.8	4	14	10	0.43	0.04	505	0.2	10	40	110
Aluwia dorzecza Bobrzy N = 147	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	1	1	0.02	0.01	43	0.0	1	8	10
	maksimum	12.00	29.0	5.5	22	100	200	2.96	3.55	5000	6.0	58	2100	950
	śr. arytmetyczna	0.30	6.6	1.5	6	21	40	0.68	0.14	638	0.7	16	230	172
	śr. geometryczna	0.00	6.1	1.1	5	13	21	0.51	0.06	462	0.0	11	99	139
	mediana	0.00	5.9	1.1	5	16	20	0.48	0.06	490	0.2	14	90	147
Aluwia Sufragańca N = 38	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	1	4	0.15	0.01	200	0.0	1	14	10
	maksimum	0.10	29.0	4.8	20	100	115	1.61	0.25	1610	2.0	58	1740	750
	śr. arytmetyczna	0.03	8.8	1.7	8	17	46	0.66	0.05	694	0.4	14	439	168
	śr. geometryczna	0.00	7.1	1.4	6	11	33	0.55	0.04	609	0.0	8	179	138
	mediana	0.00	6.0	1.6	7	14	50	0.49	0.04	650	0.2	12	160	159
Aluwia Silnicy N = 28	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	3	1	0.09	0.01	100	0.0	3	10	10
	maksimum	0.80	19.0	4.4	14	95	145	1.59	0.57	1480	6.0	37	750	950
	śr. arytmetyczna	0.20	6.5	1.3	5	34	37	0.65	0.20	477	1.3	18	129	212
	śr. geometryczna	0.00	5.6	1.1	4	24	20	0.53	0.10	361	0.0	15	80	164
	mediana	0.00	4.0	1.1	5	25	21	0.56	0.10	370	0.3	16	90	192
Aluwia strumienia w okolicy Kowali N = 9	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	10	5	0.02	0.01	43	0.0	7	14	40
	maksimum	0.30	12.0	4.3	15	40	20	2.96	0.09	5000	4.0	38	100	145
	śr. arytmetyczna	0.04	5.9	1.3	6	20	11	1.02	0.04	1371	0.8	20	39	89
	śr. geometryczna	0.00	5.4	1.0	5	17	10	0.47	0.03	669	0.0	18	34	84
	mediana	0.00	4.0	0.9	5	16	10	0.31	0.03	490	0.1	18	30	90
Aluwia Dobrzączki N = 15	minimum	0.00	<5.0	0.6	1	1	1	0.16	0.02	90	0.0	3	15	66
	maksimum	12.00	18.0	3.9	8	60	85	2.11	3.55	1100	0.9	18	2100	410
	śr. arytmetyczna	2.10	5.9	1.5	3	16	17	0.72	0.42	467	0.2	10	241	119
	śr. geometryczna	0.00	5.2	1.2	3	7	10	0.55	0.11	344	0.0	10	78	106
	mediana	0.00	4.0	1.2	3	6	10	0.52	0.09	380	0.1	9	65	97
Aluwia Bobrzy N = 31	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	1	1	0.12	0.01	50	0.0	2	12	65
	maksimum	2.00	14.0	5.5	15	75	200	2.08	1.02	1720	5.0	45	460	400
	śr. arytmetyczna	0.20	5.5	1.7	6	21	52	0.60	0.15	623	0.8	16	166	183
	śr. geometryczna	0.00	5.0	1.1	4	12	21	0.44	0.08	438	0.0	11	104	154
	mediana	0.00	4.0	0.9	5	15	22	0.43	0.1	500	0.2	13	160	145
Aluwia strumienia w okolicy Kawetczyzny N = 5	minimum	0.00	<5.0	1.6	2	10	5	0.47	0.03	370	0.1	10	20	95
	maksimum	0.10	5.0	3.2	12	15	120	1.99	0.20	1150	0.5	30	60	180
	śr. arytmetyczna	0.02	<5.0	2.5	7	12	49	1.28	0.10	804	0.2	20	36	138
	śr. geometryczna	0.00	<5.0	2.5	6	12	23	1.14	0.07	733	0.2	19	34	135
	mediana	0.00	<5.0	2.5	6	11	10	1.17	0.07	940	0.1	18	35	140
Aluwia dorzecza Lubrzanki N = 125	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	1	1	0.07	0.00	30	0.0	1	1	1
	maksimum	0.50	12.0	18.2	14	75	230	5.25	0.37	2800	2.0	42	250	1200
	śr. arytmetyczna	0.01	4.4	0.9	4	19	13	0.53	0.04	639	0.3	8	34	109
	śr. geometryczna	0.00	4.2	0.6	3	13	7	0.35	0.00	495	0.0	6	20	74
	mediana	0.00	4.0	0.4	2	13	7	0.31	0.02	580	0.2	8	18	88

Tabela 2 cd.

Osady aluwialne	Parametry	Ag	As	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
Aluwia strumienia w okolicy Woli Kopcowej N = 11	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	7	1	0.09	0.00	100	0.0	1	5	10
	maksimum	0.00	11.0	3.3	10	75	100	5.25	0.15	1750	1.0	35	150	130
	śr. arytmetyczna	0.00	5.1	0.8	4	23	13	0.93	0.04	657	0.5	10	27	57
	śr. geometryczna	0.00	4.7	0.6	3	18	5	0.39	0.00	517	0.0	7	16	45
	mediana	0.00	4.0	0.4	2	14	4	0.31	0.02	680	0.5	8	15	45
Aluwia strumienia w okolicy Masłowa N = 7	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	7	5	0.24	0.01	280	0.1	8	12	27
	maksimum	0.00	<5.0	18.2	8	34	15	2.98	0.04	850	1.0	29	22	185
	śr. arytmetyczna	0.00	<5.0	3.1	4	18	8	0.76	0.02	466	0.3	13	16	76
	śr. geometryczna	0.00	<5.0	0.8	3	16	8	0.50	0.01	426	0.2	12	16	59
	mediana	0.00	<5.0	0.4	3	15	7	0.38	0.01	350	0.2	10	15	55
Aluwia strumienia w okolicy Nowego Folwarku i Ostrej Górki N = 12	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	2	1	0.14	0.01	190	0.0	2	7	1
	maksimum	0.00	12.0	4.5	12	37	230	1.52	0.37	2100	1.0	32	180	200
	śr. arytmetyczna	0.00	4.7	1.4	4	15	34	0.59	0.08	684	0.4	10	80	112
	śr. geometryczna	0.00	4.4	0.9	3	11	13	0.44	0.04	546	0.0	8	51	78
	mediana	0.00	4.0	0.7	3	12	10	0.44	0.04	545	0.3	9	48	117
Aluwia strumienia w okolicy Sukowa N = 16	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	4	1	0.12	0.01	100	0.0	1	2	40
	maksimum	0.00	11.0	2.8	14	30	86	2.14	0.12	1200	1.0	42	250	180
	śr. arytmetyczna	0.00	5.1	0.9	3	13	16	0.66	0.04	571	0.4	10	51	115
	śr. geometryczna	0.00	4.7	0.7	2	11	9	0.44	0.03	502	0.0	6	31	109
	mediana	0.00	4.0	0.4	1	9	8	0.33	0.03	500	0.2	7	34	110
Aluwia strumienia Chodcza w okolicy Bilczy N = 14	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	8	3	0.19	0.01	110	0.0	7	10	50
	maksimum	0.50	7.0	4.4	15	75	45	1.23	0.19	980	1.0	32	85	210
	śr. arytmetyczna	0.05	4.3	1.6	5	28	16	0.59	0.09	579	0.4	15	40	116
	śr. geometryczna	0.10	4.2	1.2	4	22	10	0.52	0.07	507	0.0	14	44	108
	mediana	0.00	4.0	1.3	5	18	9	0.58	0.08	590	0.2	14	42	115
Aluwia Lubrzanki N = 25	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	1	1	0.07	0.00	30	0.0	1	2	1
	maksimum	0.50	12.0	18.2	15	75	230	5.25	0.37	2800	2.0	42	250	1200
	śr. arytmetyczna	0.05	4.4	1.0	4	19	14	0.54	0.04	627	0.3	9	35	103
	śr. geometryczna	0.00	4.3	0.7	3	13	7	0.36	0.00	492	0.0	6	22	77
	mediana	0.00	4.0	0.4	3	14	8	0.32	0.00	580	0.2	8	19	90
Osady aluwialne - piaski N = 69	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	1	1	0.09	0.00	43	0.0	1	5	10
	maksimum	5.00	17	3.5	22	70	180	2.01	0.31	2800	4.0	45	1520	1200
	śr. arytmetyczna	0.10	5.3	1.3	4	17	28	0.43	0.05	634	0.3	11	140	128
	śr. geometryczna	0.00	4.8	0.9	3	11	11	0.31	0.00	464	0.0	7	40	96
	mediana	0.00	4.0	0.8	3	10	8	0.27	0.03	495	0.1	8	35	100
Osady aluwialne - mulki N = 37	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	1	1	0.15	0.01	50	0.0	1	8	40
	maksimum	1.00	19.0	5.5	15	90	230	2.63	1.02	3000	6.0	45	1740	375
	śr. arytmetyczna	0.07	5.7	1.7	6	22	41	0.84	0.11	776	0.6	15	119	131
	śr. geometryczna	0.00	5.1	1.2	5	16	18	0.59	0.06	585	0.0	11	46	111
	mediana	0.00	4.0	1.0	5	18	12	0.60	0.06	680	0.3	13	40	115
Osady aluwialne - szlamy N = 114	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	1	1	0.07	0.01	30	0.0	1	5	1
	maksimum	12.00	21.0	18.2	15	95	200	5.25	3.55	5000	6.0	41	1390	950
	śr. arytmetyczna	0.28	5.7	1.5	5	21	28	0.67	0.13	586	0.6	14	116	148
	śr. geometryczna	0.00	5.0	1.0	4	14	13	0.48	0.05	437	0.0	10	52	107
	mediana	0.00	4.0	0.9	4	15	10	0.46	0.05	490	0.1	10	44	115
Osady aluwialne organiczne i torfy N = 29	minimum	0.00	<5.0	<0.5	1	1	1	0.08	0.01	50	0.0	1	2	40
	maksimum	5.00	29.0	4.8	18	58	93	2.11	0.29	2100	0.8	35	2100	280
	śr. arytmetyczna	0.20	6.4	1.4	5	14	18	0.62	0.07	612	0.2	10	249	131
	śr. geometryczna	0.00	5.3	1.0	3	10	10	0.48	0.04	499	0.0	7	59	117
	mediana	0.00	4.0	0.9	4	10	9	0.40	0.05	590	0.2	9	37	120

MOLIBDEN: W większości próbek glebowych molibden występuje w ilości poniżej 2 ppm, a wartości wyższe zgrupowane są w kilku odizolowanych strefach. Jedna z nich położona jest na południe od Cezdyny, inne we wschodniej i południowej części Kielc. Maksymalne koncentracje osiągają tutaj 20 i 10 ppm. Pozostałe strefy są znacznie mniejszych rozmiarów i o niższych zawartościach.

RTEĆ: W powierzchniowym rozkładzie rtęci dominują koncentracje zawarte w granicach tła geochemicznego (setne części ppm) natomiast nagromadzenia wyższe (dziesiąte części ppm) układają się w kilka stref, których centra zlokalizowane są m. in. w rejonie ulicy Prostej, P. Ściegiennego, na Bocianku.

KADM: Rozkład powierzchniowy tego pierwiastka w dużym stopniu naśladuje rozkłady zawartości ołowiu, cynku, miedzi. Na tle koncentracji poniżej 0,5 ppm - odpowiadającej w przybliżeniu wartościom lokalnego tła geochemicznego - wyodrębnia się kilka rozległych stref charakteryzujących się wyższą akumulacją. Są to wschodnie i zachodnie rejonu Kielc oraz południowo-wschodnia część obszaru badań. Na terenie Kielc maksymalne koncentracje nie przekraczają 2 ppm. Jedynie w Dolinie Białogońskiej, w rejonie Bruszn, stwierdzono maksymalne jego nagromadzenie w wysokości 22,1 ppm. W rejonie Nowin i Sitkówki maksymalna zawartość kadmu w wysokości 6 ppm została stwierdzona w okolicy kamieniołomu "Bolechowice".

JOD: W środowisku hipergenicznym pierwiastek ten łatwo podlega migracji w środowisku wodnym i jego koncentracje w glebach należą do niewielkich - z reguły nie przekraczają 1 ppm. Zawartości wyższe, związane są z glebami bogatymi w substancję organiczną.

Region świętokrzyski w tym również Kielce należą do obszarów deficytowych w ten pierwiastek, co między innymi jest przyczyną endemii wola. Przeprowadzone badania wykazały, że jego maksymalne zawartości w glebach osiągają 1,5 ppm a w większości przypadków są mniejsze od 1 ppm. Zaznaczający się na mapie w rejonie ul. Zagnańskiej obszar o podwyższonych zawartościach jodu spowodowany jest najprawdopodobniej spalaniem w lokalnych kotłowniach, a przede wszystkim w kieleckiej elektrociepłowni, większych ilości węgla kamiennego.

KWASOWOŚĆ GLEB: Przedstawione na mapie izolinie kwasowości odpowiadają stosowanemu w gleboznawstwie podziałowi na gleby: bardzo kwaśne (pH <4,5), kwaśne (pH 4,5-5,4), obojętne (pH 6,5-7,2) i zasadowe (pH >7,2). Gleby bardzo kwaśne, zgodnie z powszechnie znanym obecnie zjawiskiem, występują przede wszystkim w kompleksach leśnych i w mniejszym stopniu na terenach użytkowanych rolniczo (okolice Woli Kopcowej). Na polach uprawnych w większości dominują gleby kwaśne i lekko kwaśne. Na terenie Kielc przeważają gleby obojętne i miejscami pojawiają się gleby zasadowe. W południowo-zachodniej części mapy zaznacza się wpływ przemysłu cementowo-wapienniczego, zlokalizowanego w okolicy Nowin i na całym obszarze przeważają gleby zasadowe i obojętne włącznie z kompleksami leśnymi w Paśmie Zgórskim i Połowickim.

CHARAKTERYSTYKA GEOCHEMICZNA OSADÓW I MAP ALUWIALNYCH

Wyniki oznaczeń chemicznych w osadach dorzecza Bobrzy i Lubrzanki podzielono na podzbiory reprezentujące poszczególne rzeki oraz podstawowe typy litologiczne - Tabela 2. Przyjęty podział umożliwia przeprowadzenie dokładnej charakterystyki jakościowo - ilościowej skażeń występujących na terenach przez które te strumienie przepływają, natomiast wydzielenia litologiczne wskazują na predyspozycje badanych pierwiastków do kumulowania się w określonym typie osadów aluwialnych. Nie wydzielono natomiast oddzielnego podzbioru próbek osadów wodnych pobranych ze zbiorników wodnych (zalewów) w dolinach rzek (np. zbiorniki na Lubrzance w Cezdynie i Sukowie, na Silnicy w Kielcach itp.), ponieważ zawartości pierwiastków śladowych w próbkach pobranych z osadów zbiornika oraz ze strumienia powyżej i poniżej niego nie wykazują zróżnicowania.

Liczne badania zawartości pierwiastków śladowych w osadach aluwialnych dowodzą, że najwyższe ich zawartości związane są z osadami zawierającymi znaczące ilości substancji organicznej i minerałów ilastych charakteryzujących się dużymi zdolnościami sorpcyjnymi (Hawkes H.E., Webb J.S. 1962; Bojakowska I. i inni, 1992; Helios-Rybicka E., 1986; Helios-Rybicka E., Wardas M. 1989; Kabata-Pendias A., Pendias H. 1979). Z danych zawartych w Tabeli 2 charakteryzujących wyniki uzyskane w rejonie Kielc wynika, że najwyższe koncentracje związane są z mułkami, niższe ze szlamami, torfami i aluwiami organicznymi, natomiast najniższe z piaskami. Spośród liczego zespołu badanych pierwiastków predyspozycje do kumulowania się w osadach organicznych wykazują jedynie ołów, cynk i arsen. Są to najwyższe zawartości przeciętne tych pierwiastków w badanych aluviach i wynoszą: Pb - 59 ppm, Zn - 117 ppm, As - 5,3 ppm. Porównanie zawartości pierwiastków śladowych w aluviach dorzecza Bobrzy i Lubrzanki z aluwiami Wisły w rejonie Warszawy (Lis J., 1992) dowodzi, że koncentracje ołowiu, manganu i arsenu w rejonie Kielc są wyższe od stwierdzonych w osadach rzeki Wisły.

Przyczynami skażeń osadów aluwialnych, jak już wspomniano na wstępie, są przede wszystkim różnego rodzaju ścieki przemysłowe i komunalne doprowadzane do sieci rzecznej. Na podstawie analizy map geochemicznych osadów aluwialnych można stwierdzić że:

- Sufraganiec jest najsilniej skażonym ciekim w dorzeczu Bobrzy, szczególnie na odcinku od linii kolejowej Kielce - Skarżysko-Kamienna do ujścia do Bobrzy. Dominują tutaj wysokie koncentracje ołowiu, cynku i miedzi oraz niższe kadmu i arsenu.
- Lokalny ciek - kanał wypływający w rejonie stacji kolejowej Kielce - Czarnów zawiera wysokie koncentracje niklu oraz niższe kobaltu, manganu i chromu.
- Aluvia rzeki Silnicy, oprócz podwyższonych zawartości większości badanych pierwiastków zawierają wysokie koncentracje chromu pojawiającego się na wysokości Fabryki Urządzeń Chemicznych "Armatury".
- Strumień Dobrzączka zlokalizowany w pobliżu jaskini "Raj" jest silnie skażony srebrem i rtęcią. Pojawiają się w jego osadach także podwyższone zawartości: ołowiu, cynku i miedzi.
- W lokalnym cieku wypływającym z północnych zboczy Pasma Połowickiego pojawiają się próbki z wysoką koncentracją miedzi, niklu i kobaltu.

- W górnym biegu lokalnego strumienia wypływającego z południowych zboczy Pasma Posłowickiego (na północ od Posłowic - Rudzicy) stwierdzono najwyższe koncentracje manganu a także podwyższone molibdenu, żelaza, niklu i kobaltu.
- Aluwia Bobrzy na odcinku od Pietraszek (miejsce dopływu Sufragańca) do Woli Murowanej są silnie zanieczyszczone większością pierwiastków. Ponadto dwukrotnie na tym odcinku (poniżej Stawu Białogońskiego i w rejonie oczyszczalni ścieków w Nowinach) pojawiają się wysokie koncentracje miedzi.

W dorzeczu Lubrzanki brak jest cieków charakteryzujących się dużym skażeniem. Próbkę o koncentracjach podwyższonych notowane są sporadycznie. Jedynie w dwóch ciekach opływających Babią Górę (na wschód od Fabryki Domów w Dyminach) występują podwyższone zawartości miedzi, niklu i chromu. Chrom w podwyższonych ilościach występuje także w okolicach Nowego Folwarku i Woli Kopcowej.

LITERATURA

- Bojakowska I., Sokołowska G., Szyrak T., 1992 - Metale ciężkie we współczesnych osadach aluwialnych Wisły, Odry, Warty i Bugu. Przegl. Geol. 1.
- Hawkes H.E., Webb J.S., 1962 - Geochemistry in mineral exploration. Harper and Row. New York and Evanston.
- Helios-Rybicka E., 1986 - Rola minerałów ilastych w wiązaniu metali ciężkich przez osady rzeczne górnej Wisły. Zesz. Nauk. AGH, Geologia, 32.
- Helios-Rybicka E., Wardas M., 1989 - Metale ciężkie w dolinie Wisły i jej dopływów w rejonie Krakowa. Przegl. Geol. 6.
- Kabata-Pendias A., 1989 - Zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi gleb użytków rolnych. Wybrane zagadnienia związane z chemicznym zanieczyszczeniem gleb. Kom. Nauk. przy PAN. s. 69-81, Wrocław.
- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1979 - Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. Warszawa.
- Lenartowicz L., 1981 - Anomalie geochemiczne w aluviach i glebach zachodniej części Gór Świętokrzyskich oraz ich przydatność do poszukiwań mineralizacji kruszcowej. Biul. IG, 334. Warszawa.
- Lis J., 1991 - Atlas geochemiczny Warszawy 1:100 000. PIG Warszawa
- Lis J., 1992 - Atlas geochemiczny Warszawy i okolic 1:100 000. PIG Warszawa



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

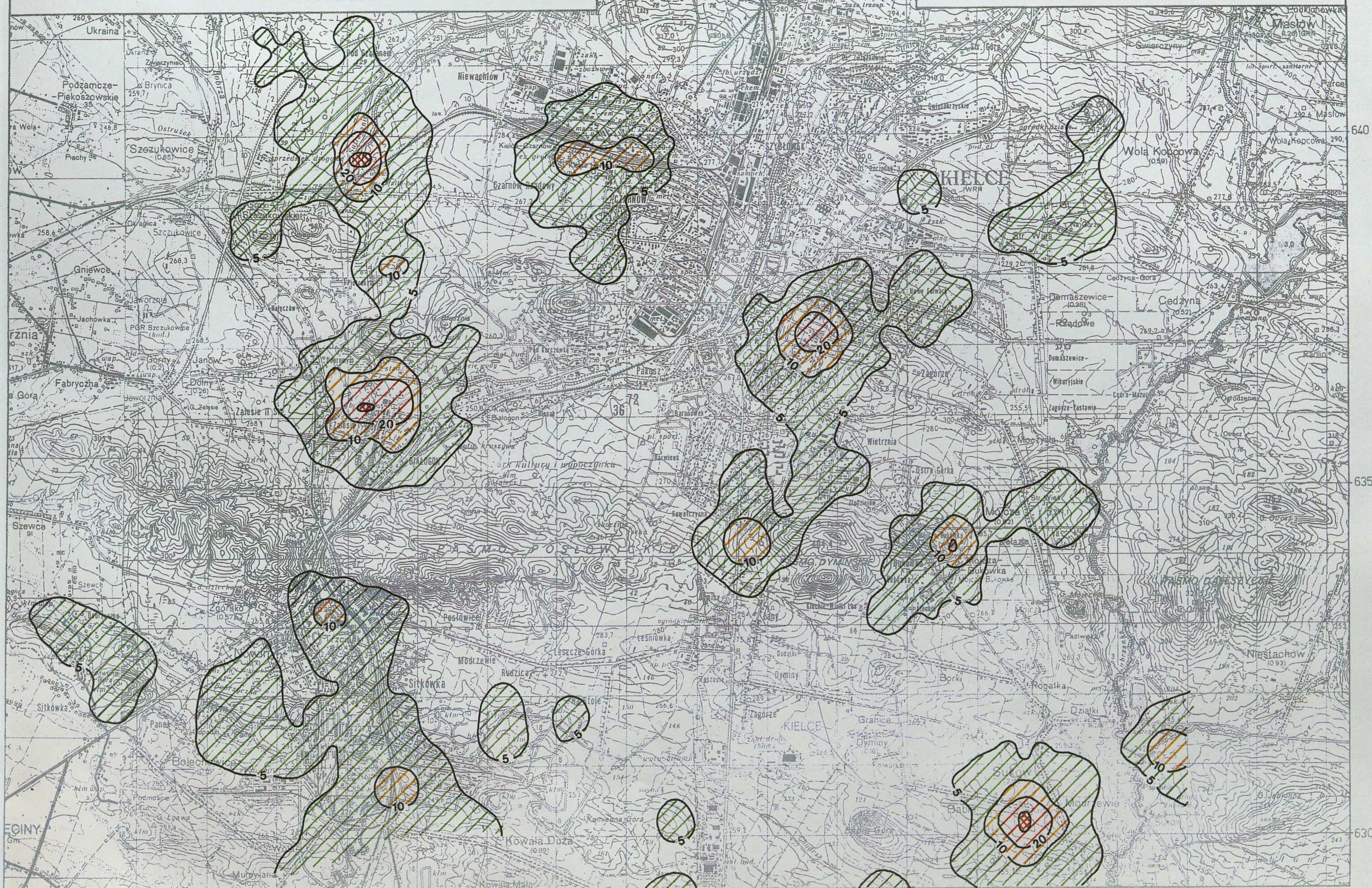
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

ARSEN W GLEBACH

Izolinie zawartości w ppm

As





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY-ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

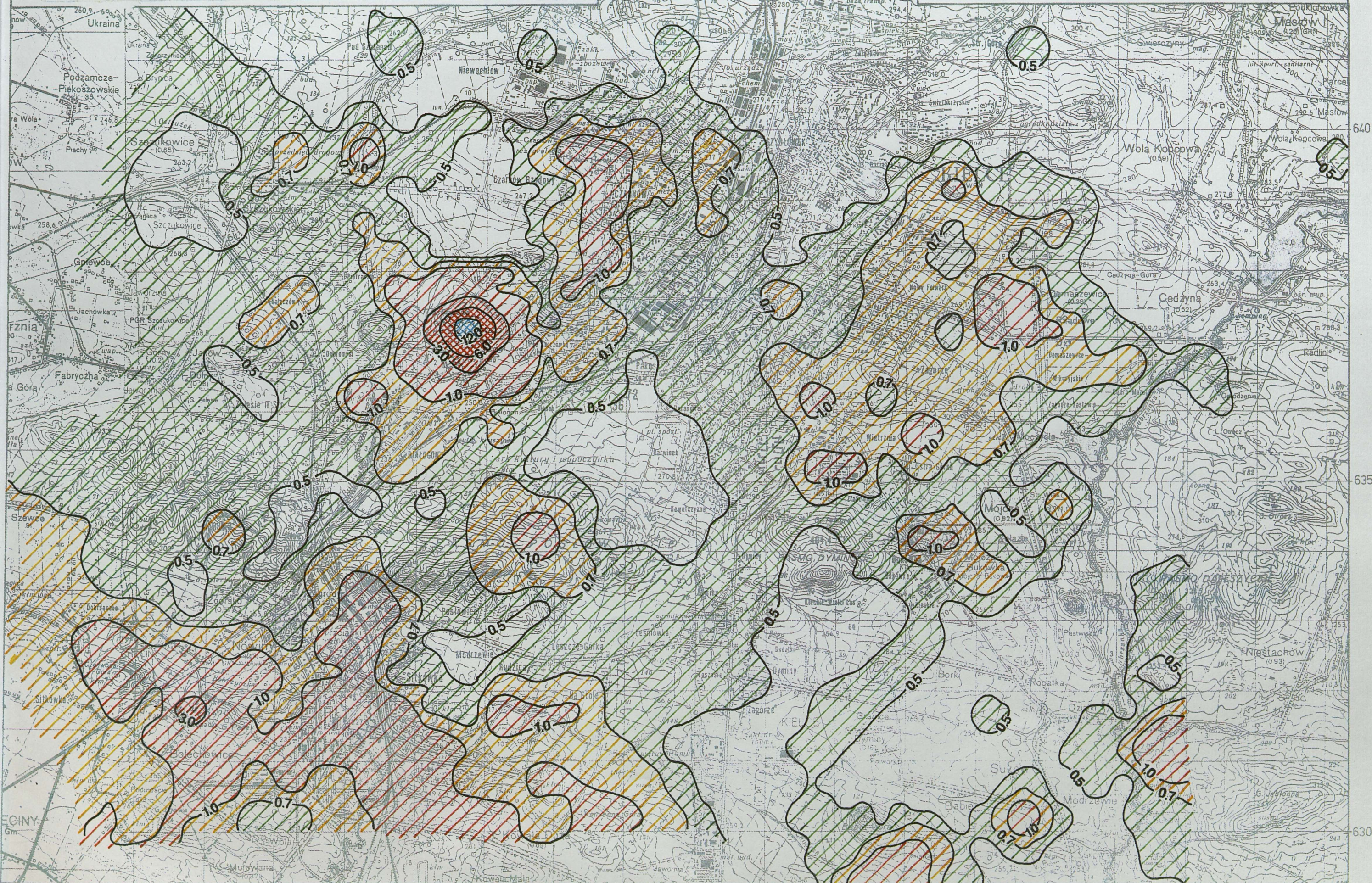
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

KADM W GLEBACH

Izolinie zawartości w ppm

Cd





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY-ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

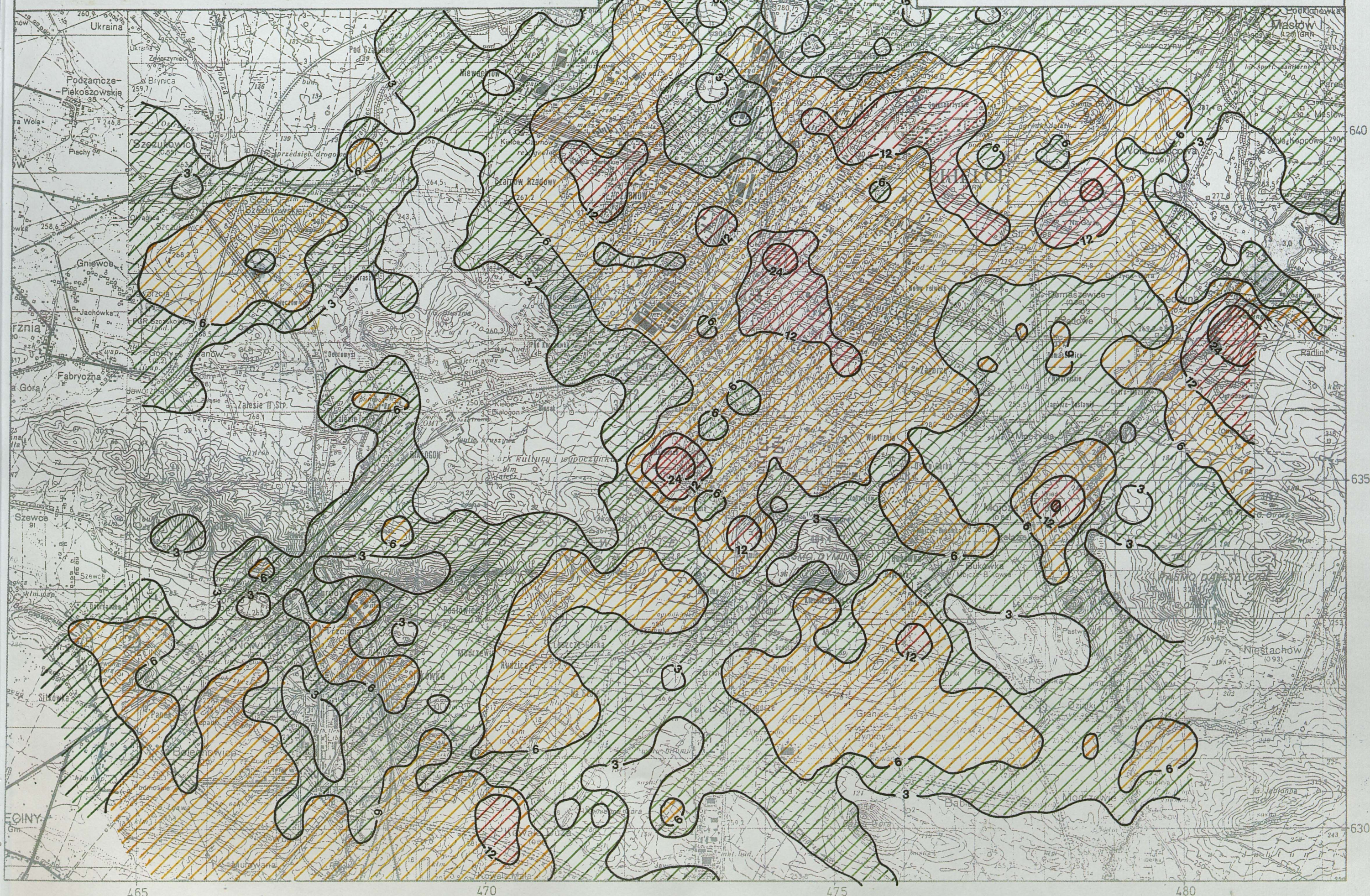
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

KOBALT W GLEBACH

Izolinie zawartości w ppm

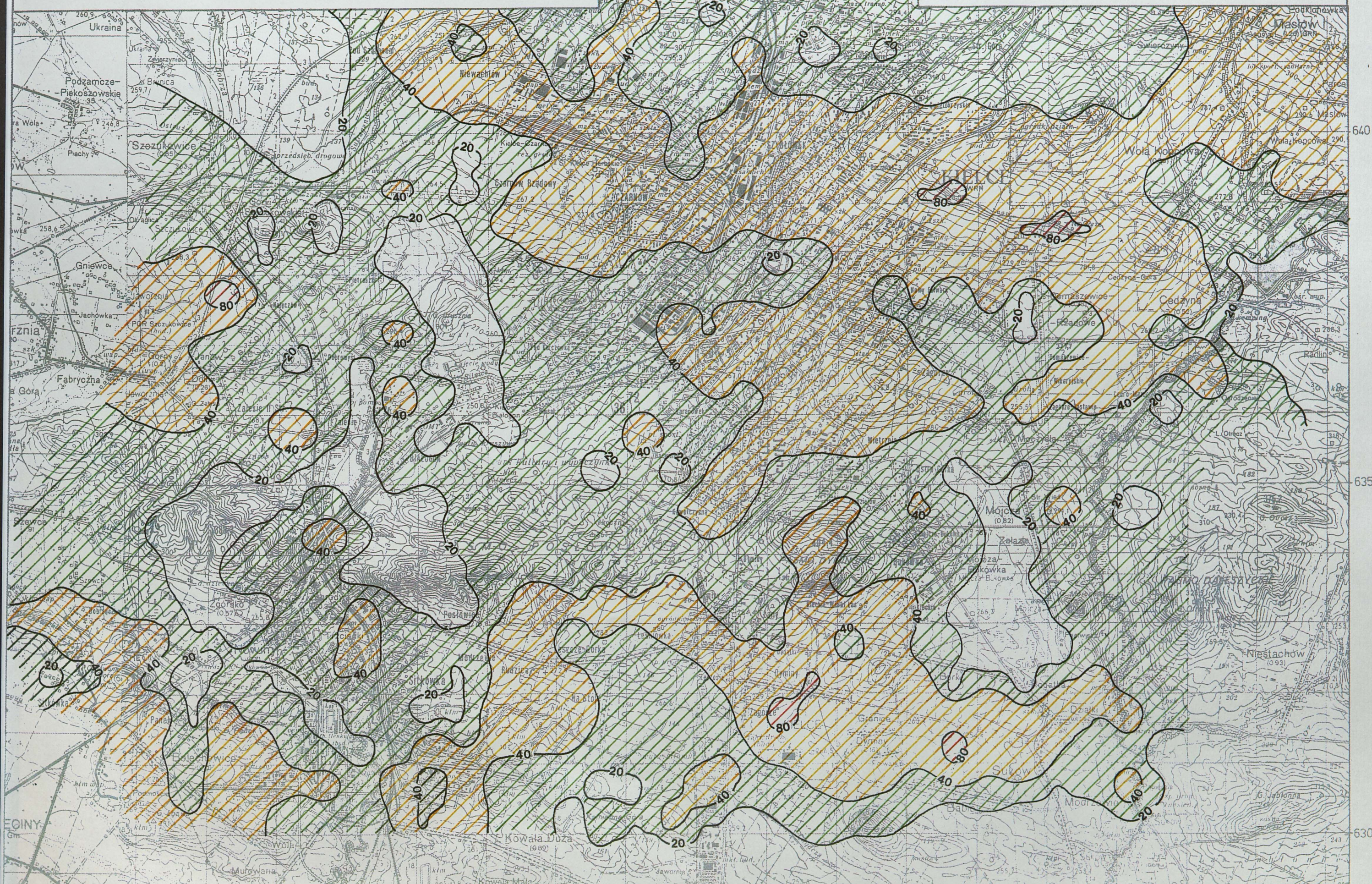
Co



CHROM W GLEBACH

Izolinie zawartości w ppm

Cr





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

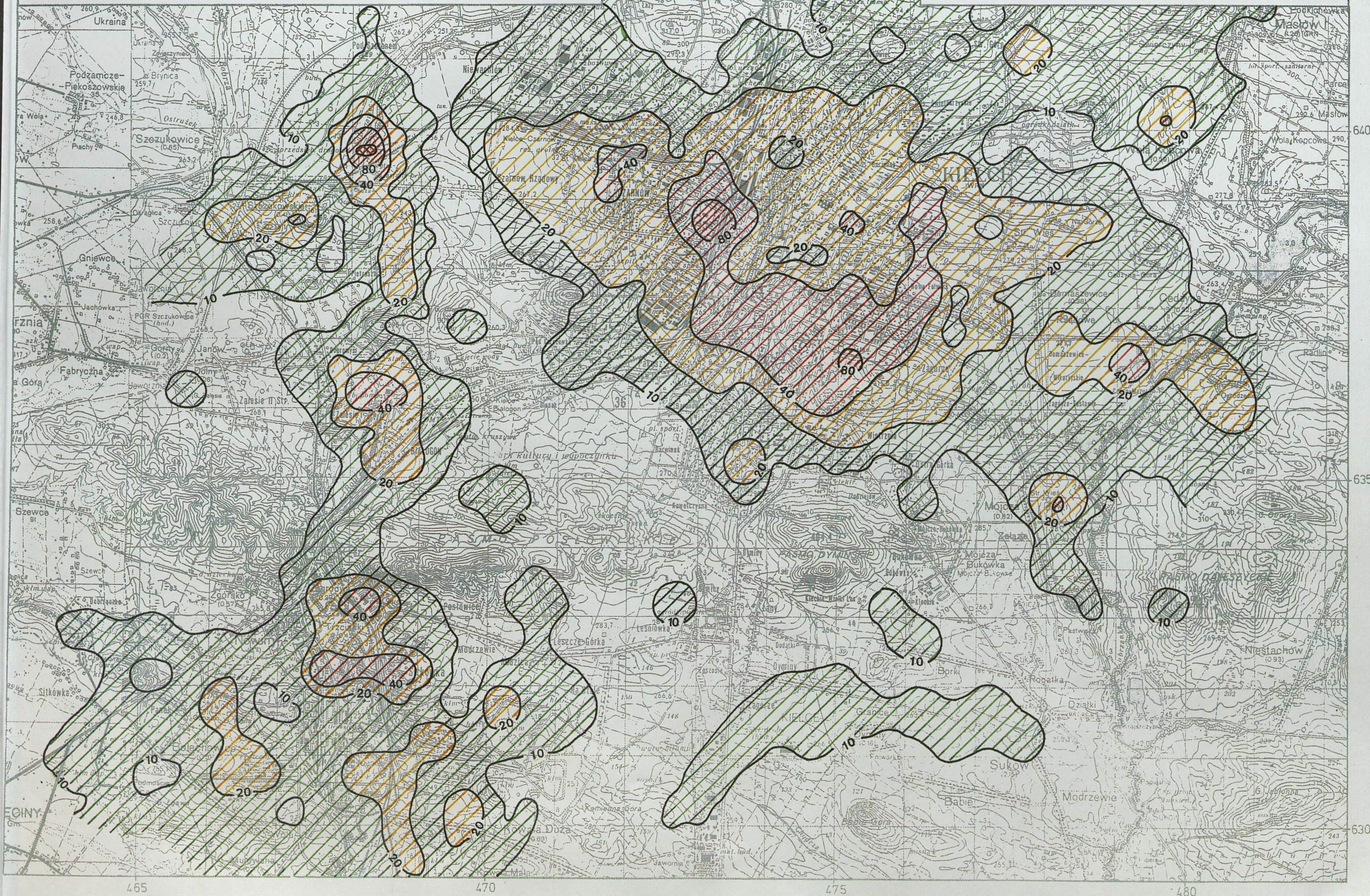
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

MIEDŹ W GLEBACH

Izolinie zawartości w ppm

Cu





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

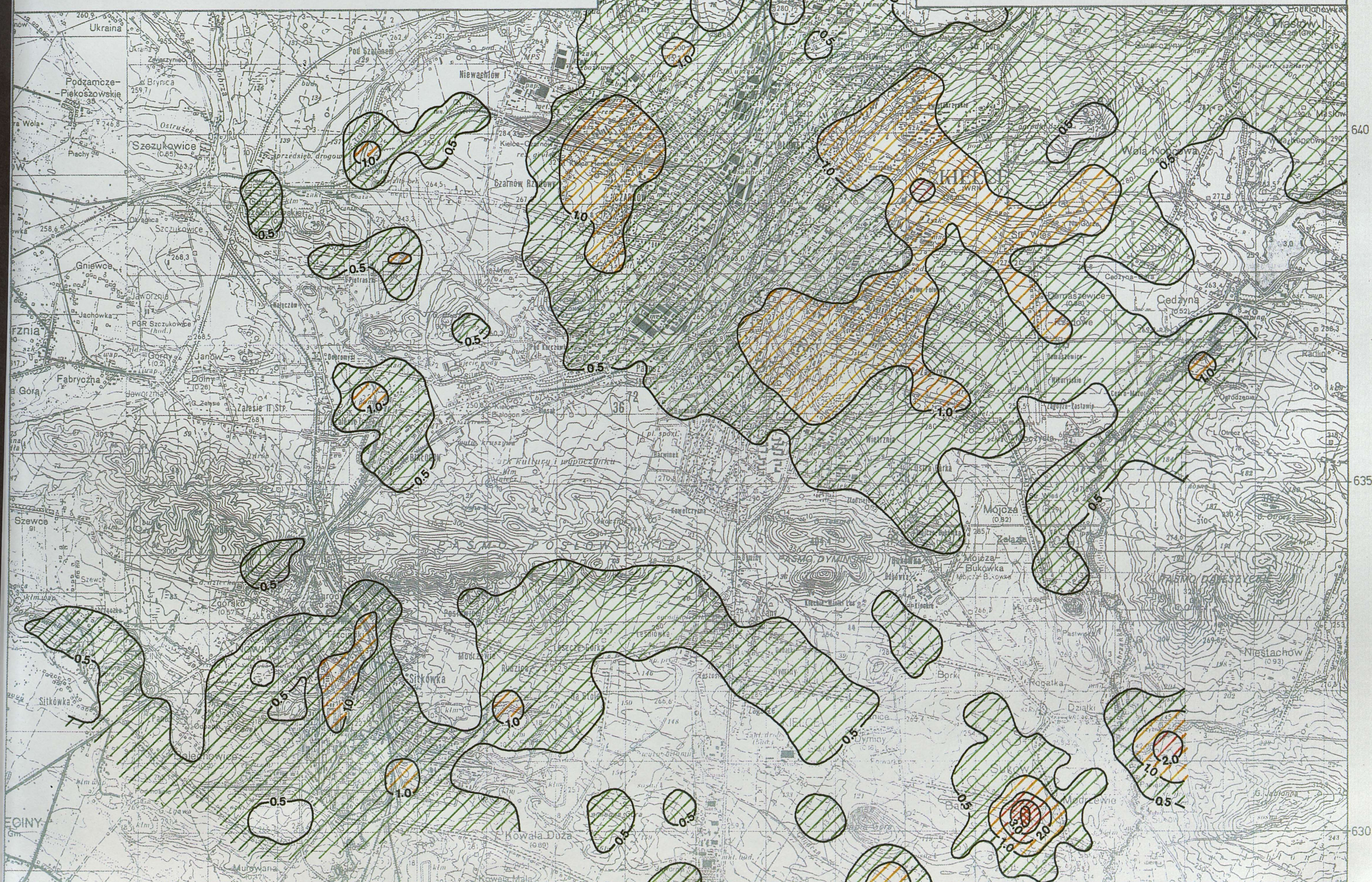
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

ŻELAZO W GLEBACH

Izolinie zawartości w %

Fe





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

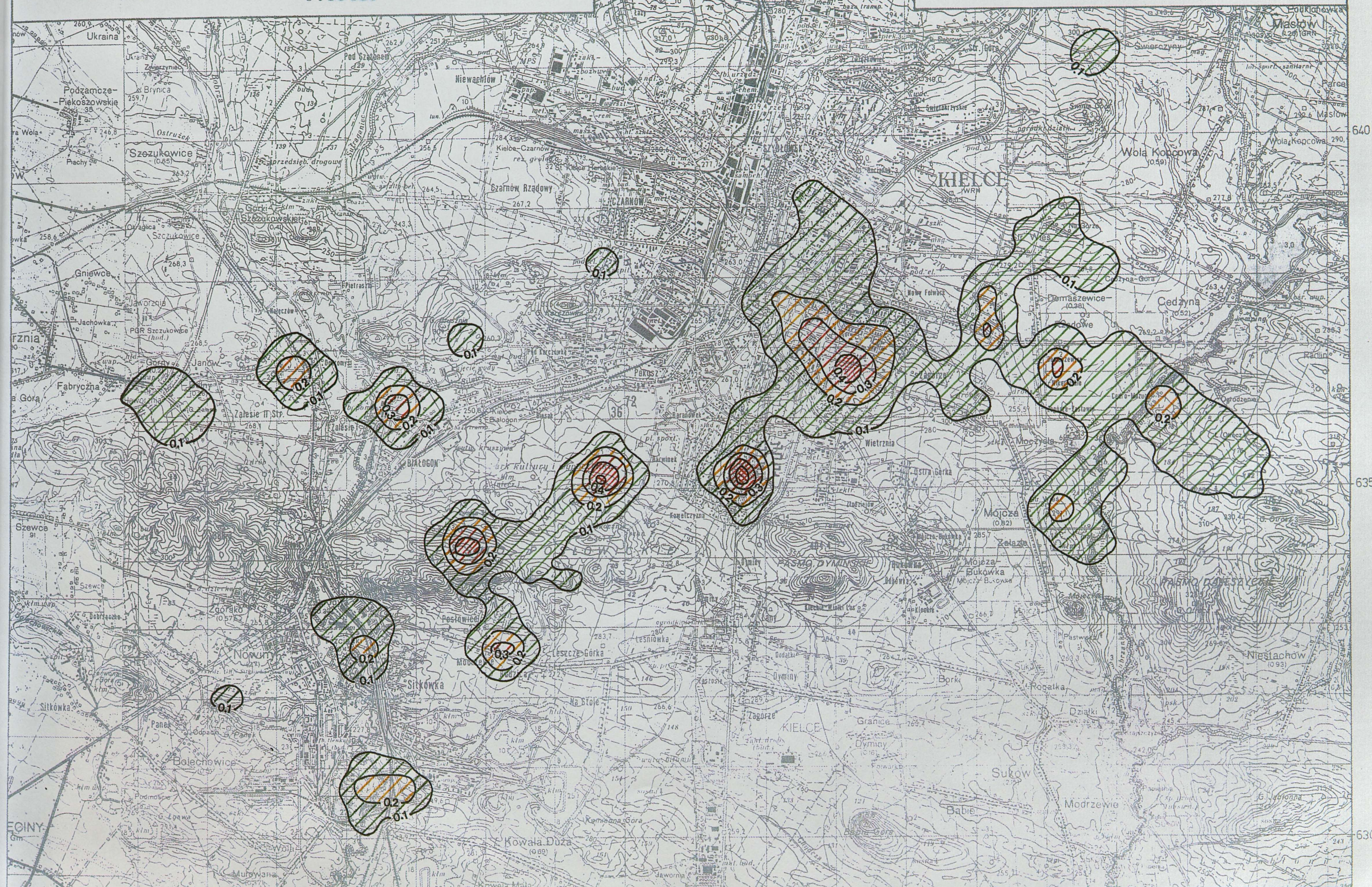
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

RTEĆ W GLEBACH

Izolinie zawartości w ppm

Hg





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY- ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

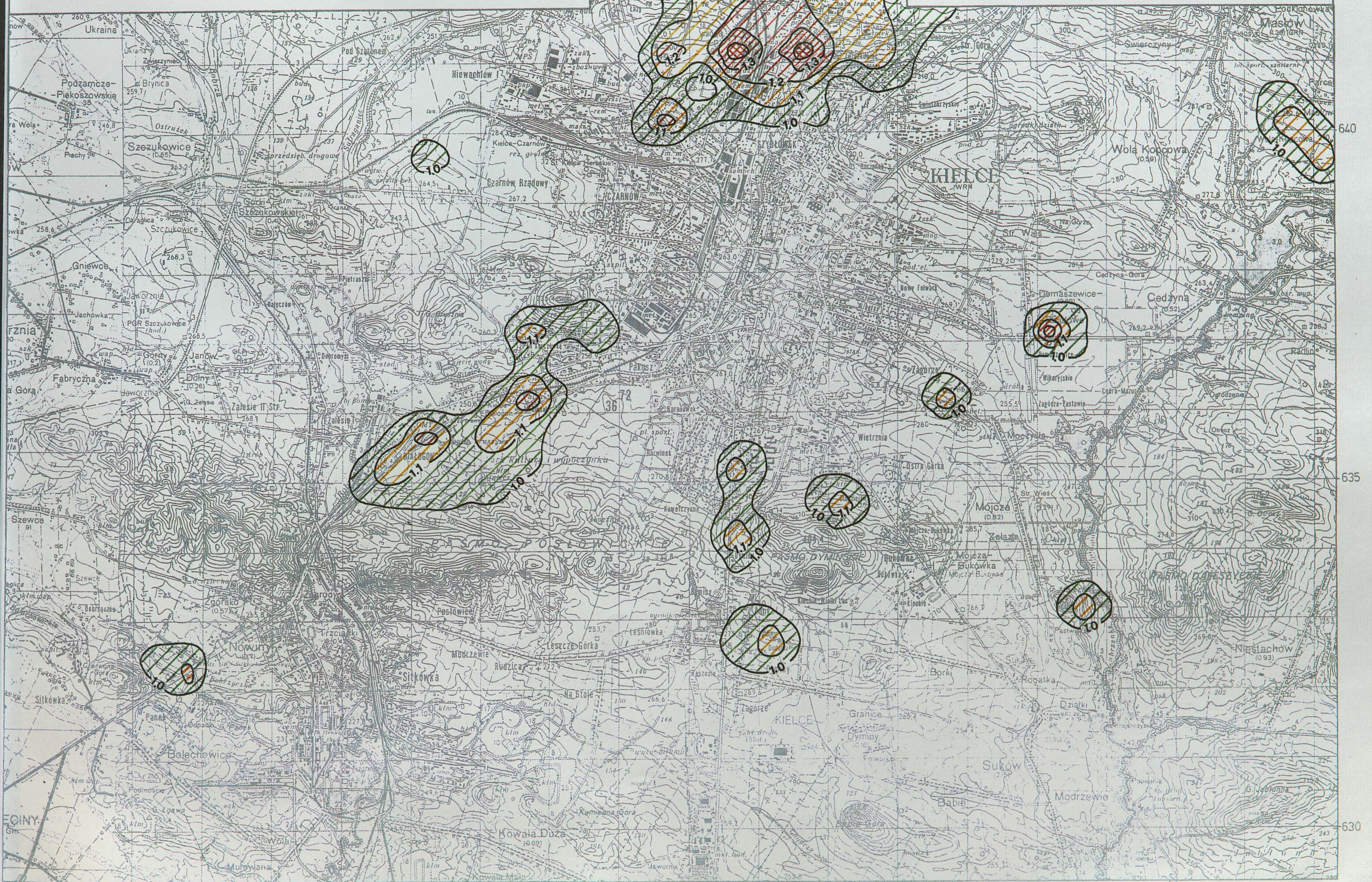
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

JOD W GLEBACH

Izolinie zawartości w ppm

J





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

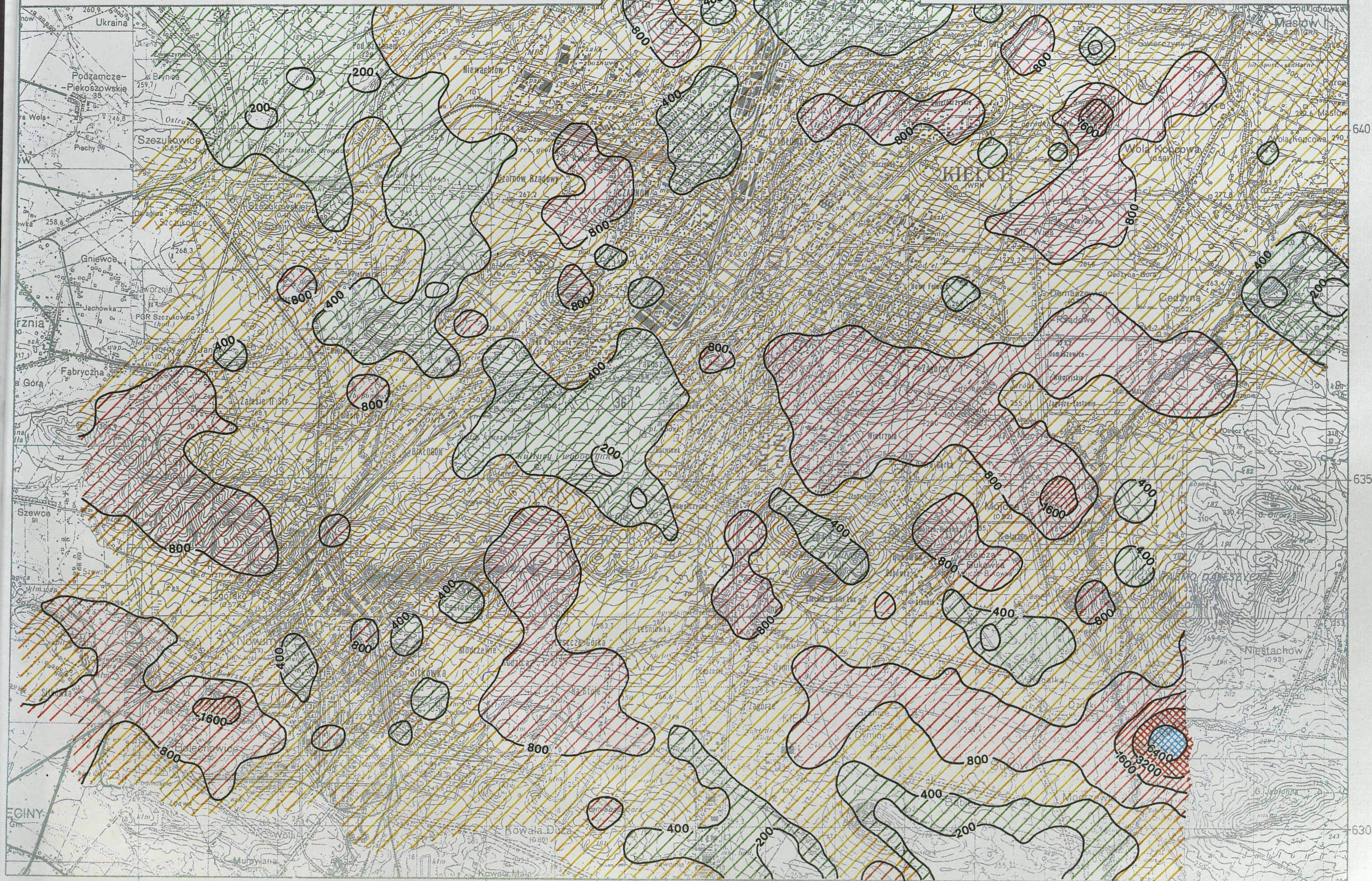
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

MANGAN W GLEBACH

Islolinie zawartości w ppm

Mn





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY-ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

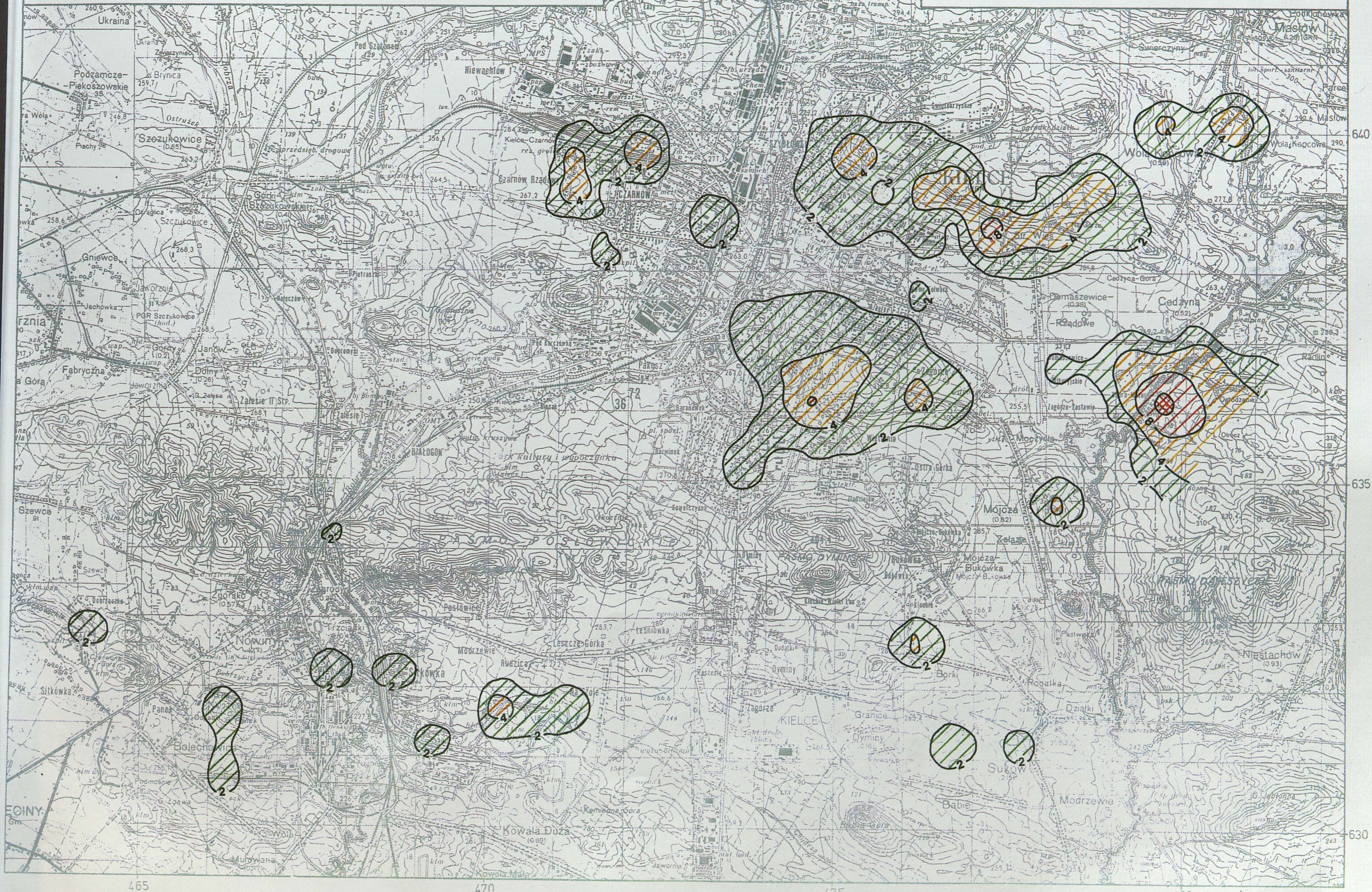
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

MOLIBDEN W GLEBACH

Izolinie zawartości w ppm

Mo





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

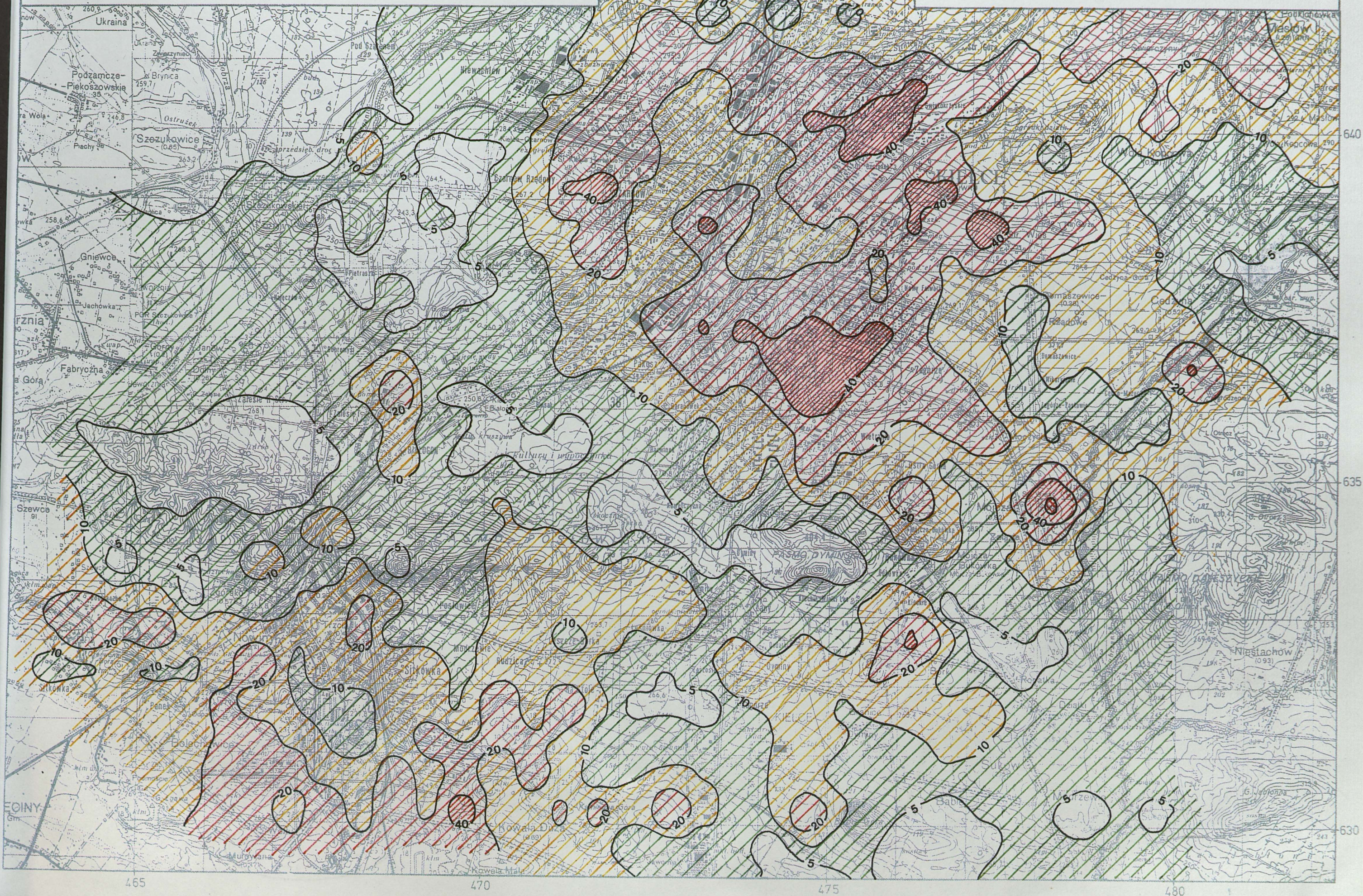
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

NIKIEL W GLEBACH

Izolinie zawartości w ppm

Ni





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY-ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

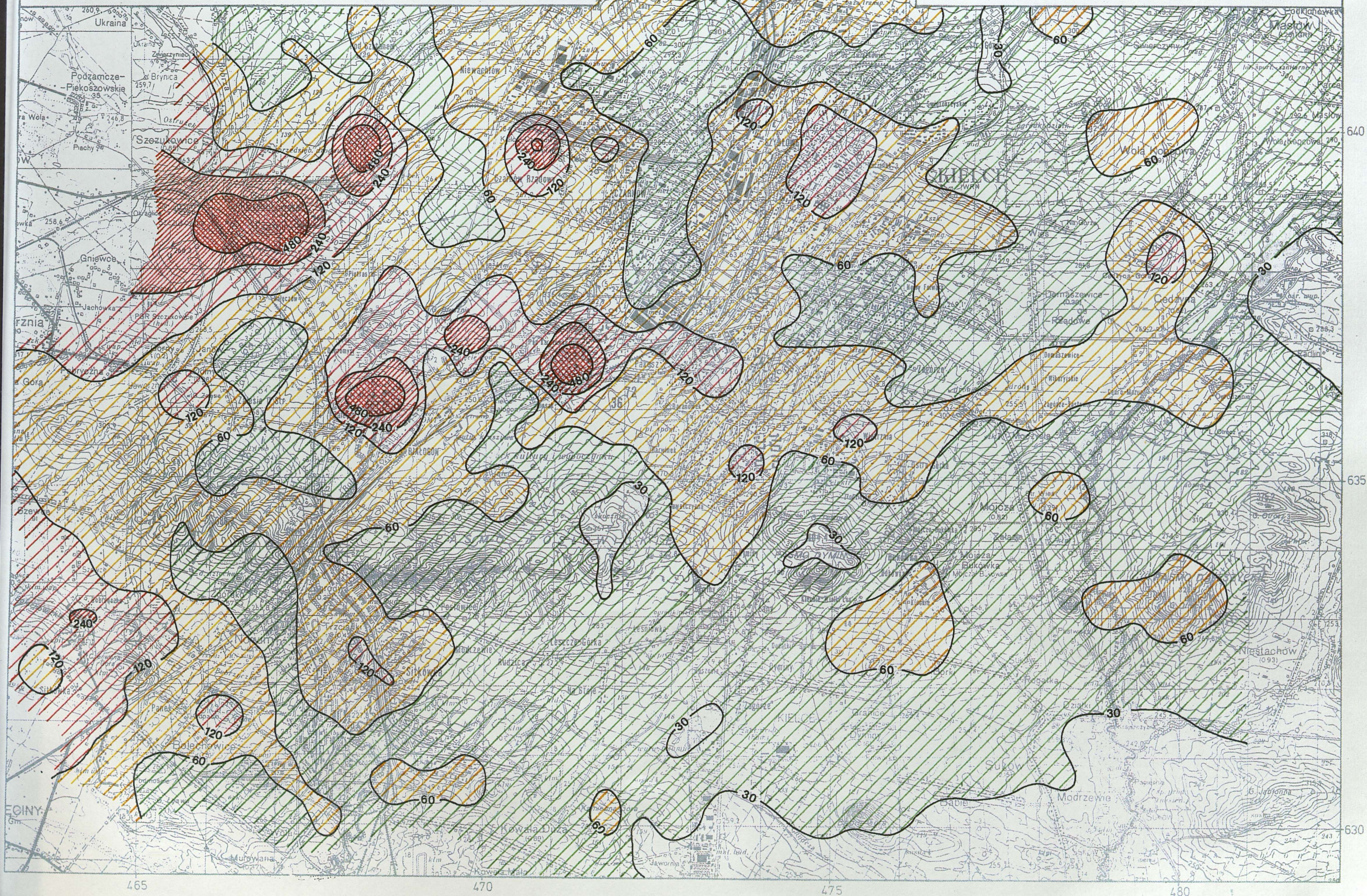
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

OŁÓW W GLEBACH

Izolinie zawartości w ppm

Pb





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

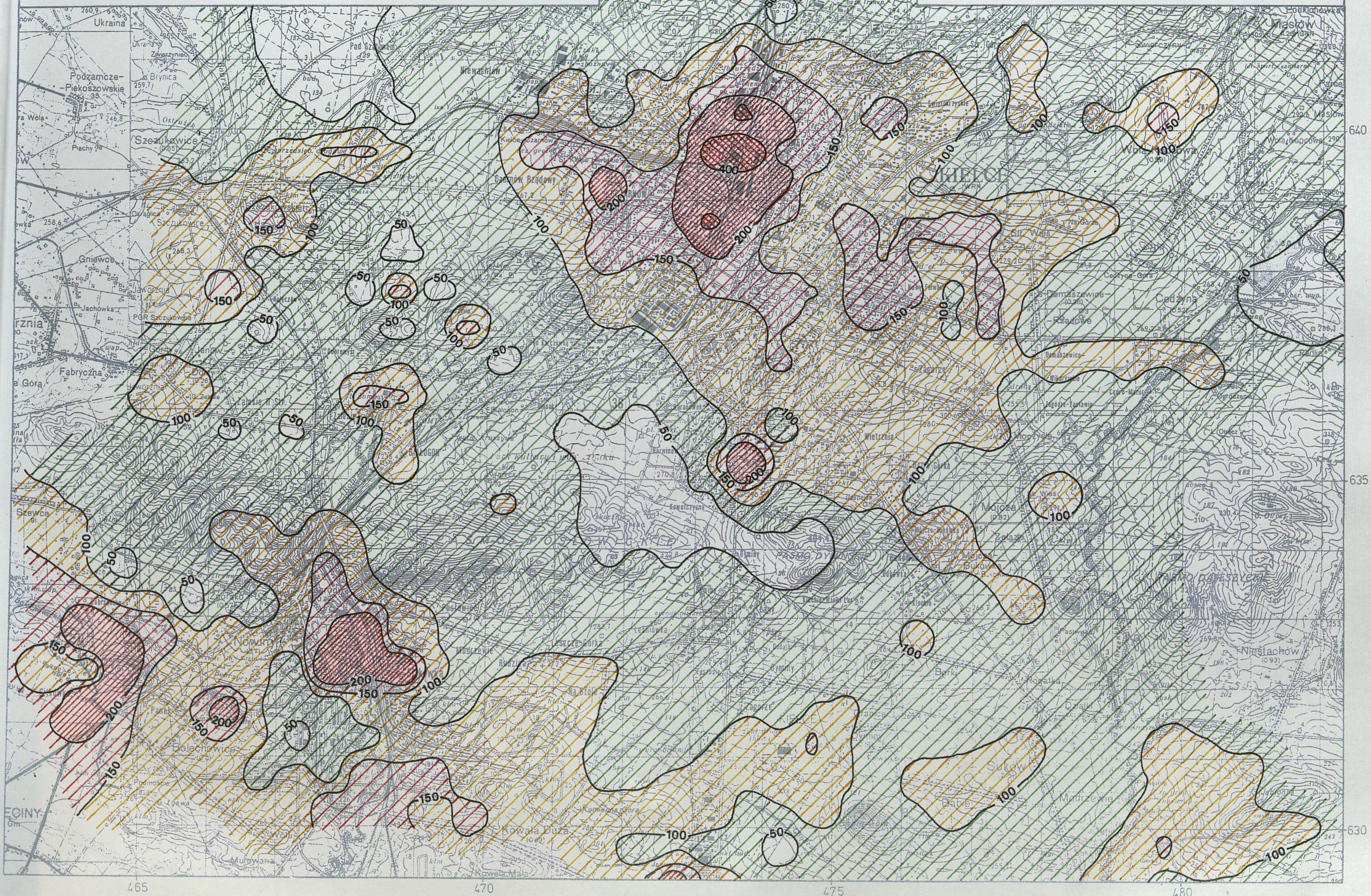
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

CYNK W GLEBACH

Izolinie zawartości w ppm

Zn





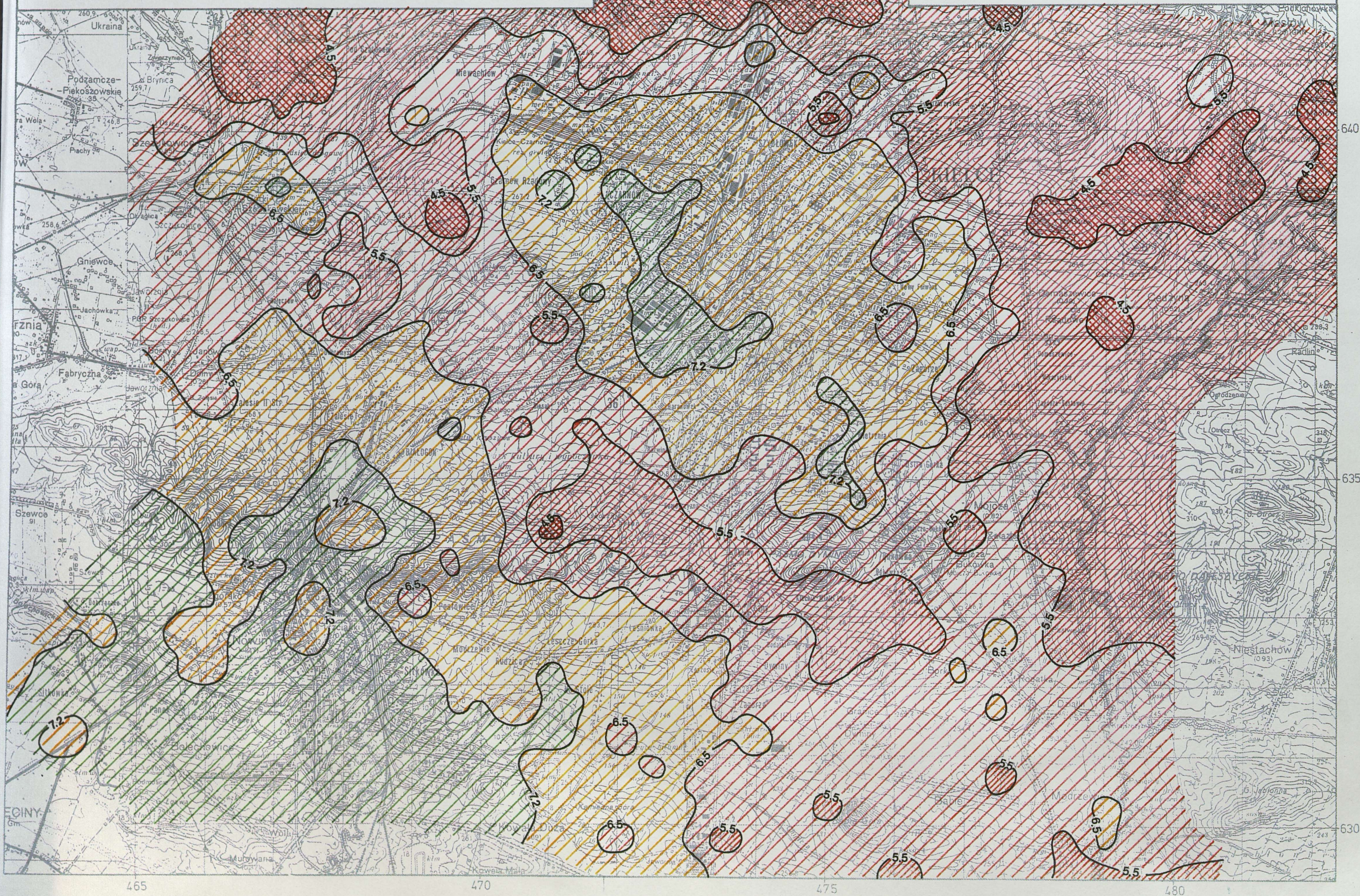
PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY-ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

KWASOWOŚĆ GLEB
 Pomiar w środowisku KCl

pH




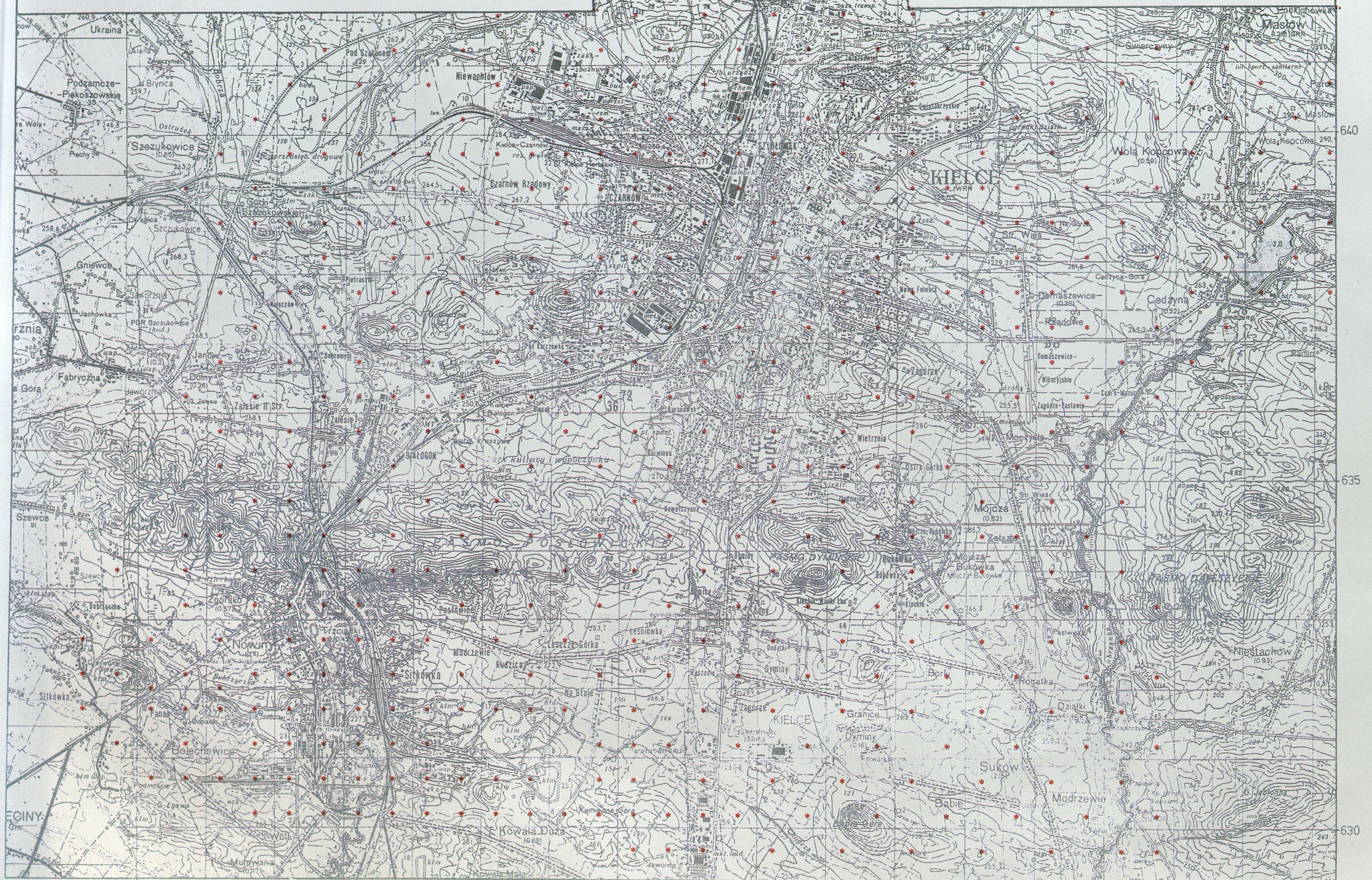
PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY-ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

PUNKTY OPRÓBOWANIA GLEB





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY- ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

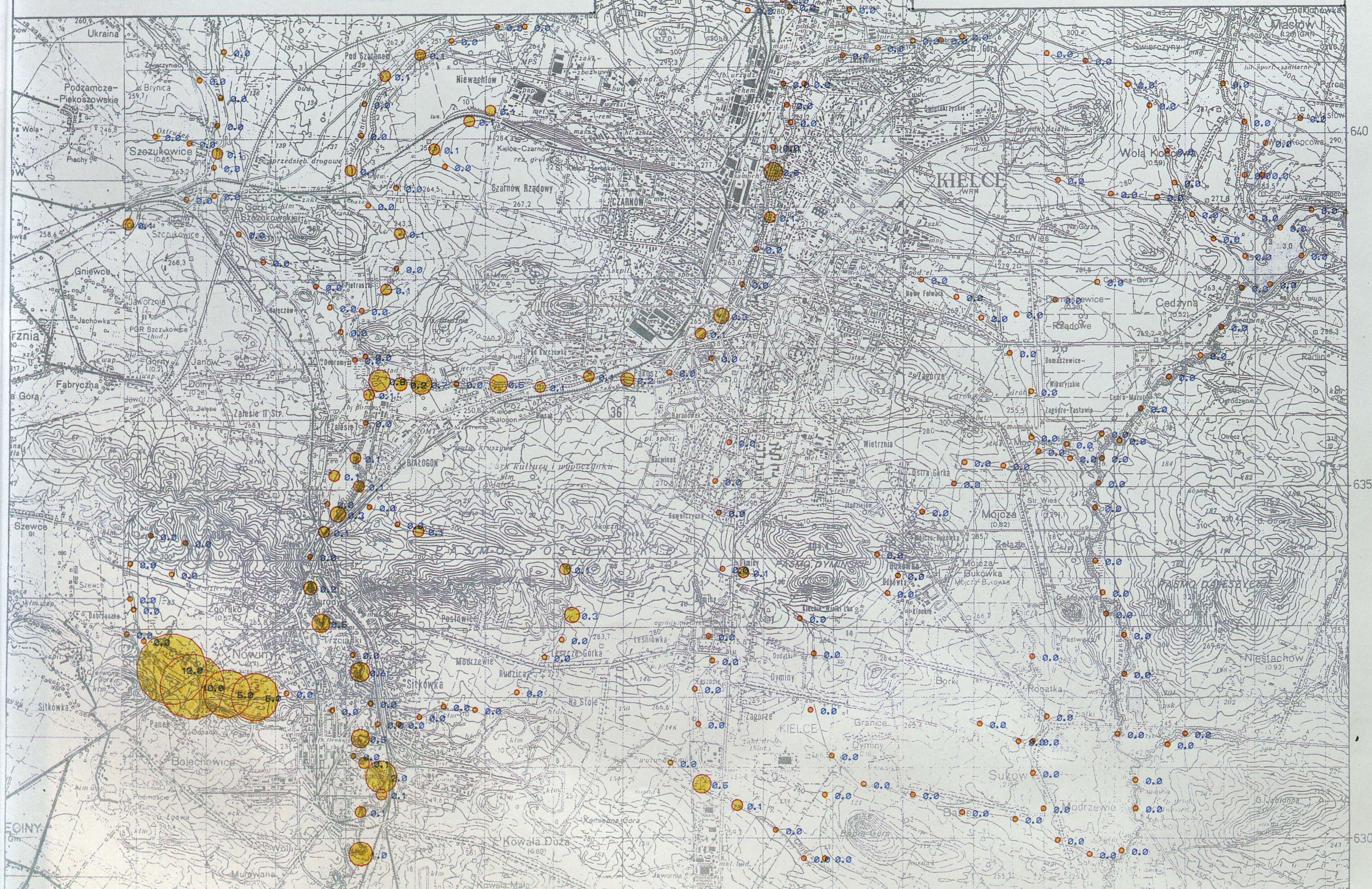
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

SREBRO W ALUWIACH

Zawartość w ppm

Ag





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

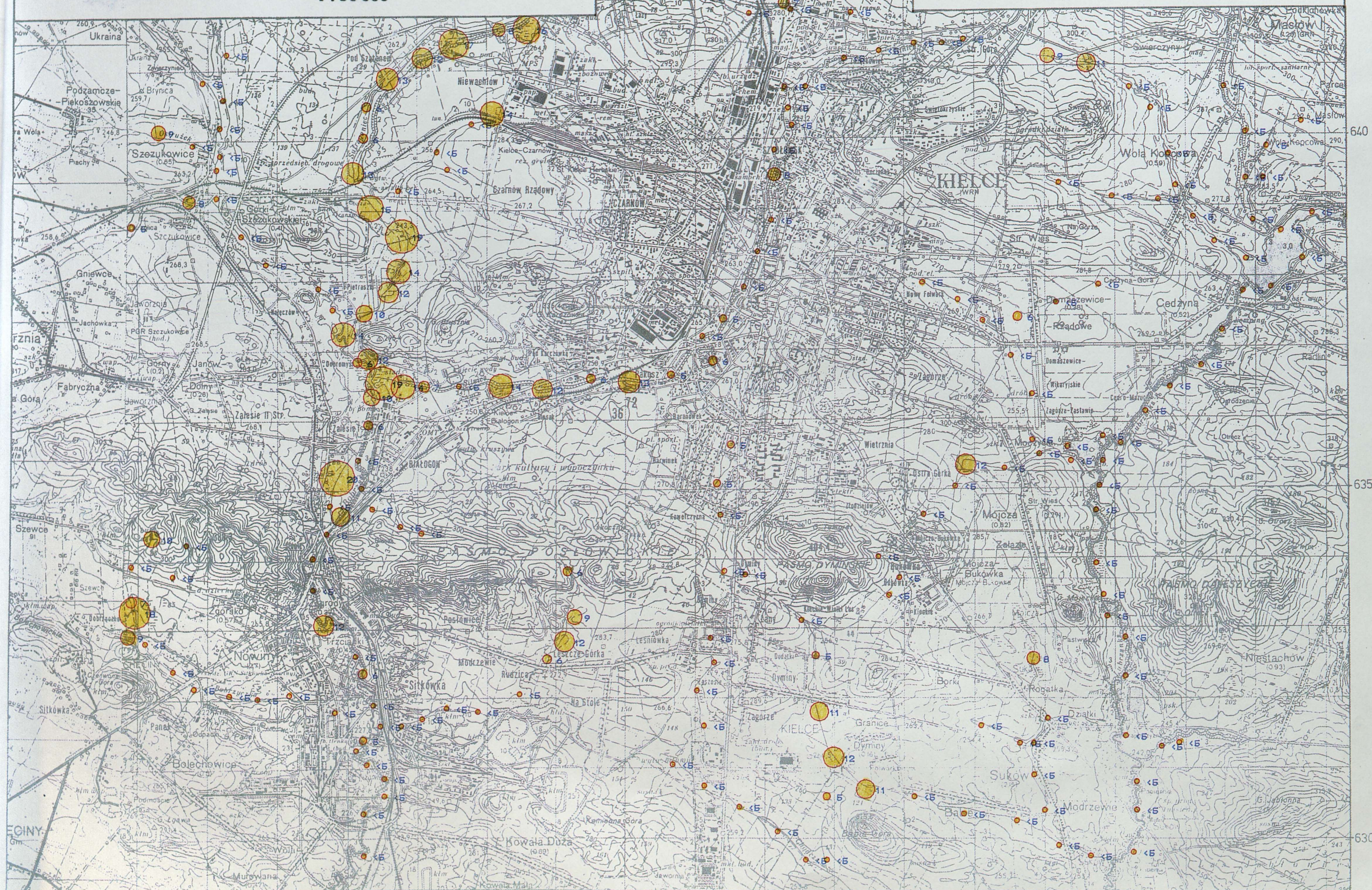
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

ARSEN W ALUWIACH

Zawartość w ppm

As





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

KADM W ALUWIACH

Zawartość w ppm

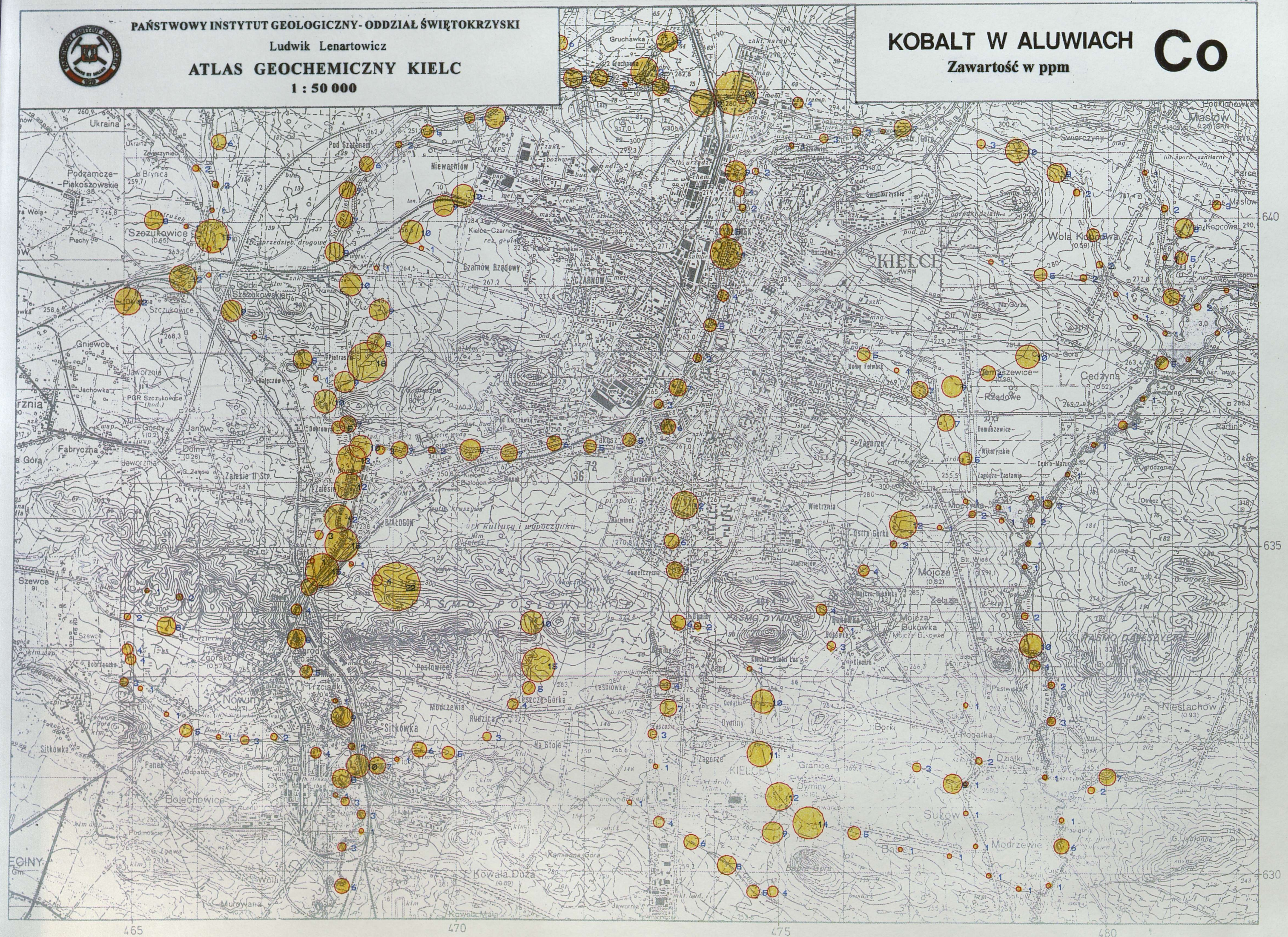
Cd





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY-ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI
Ludwik Lenartowicz
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC
1 : 50 000

KOBALT W ALUWIACH **Co**
Zawartość w ppm





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

CHROM W ALUWIACH

Zawartość w ppm

Cr





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

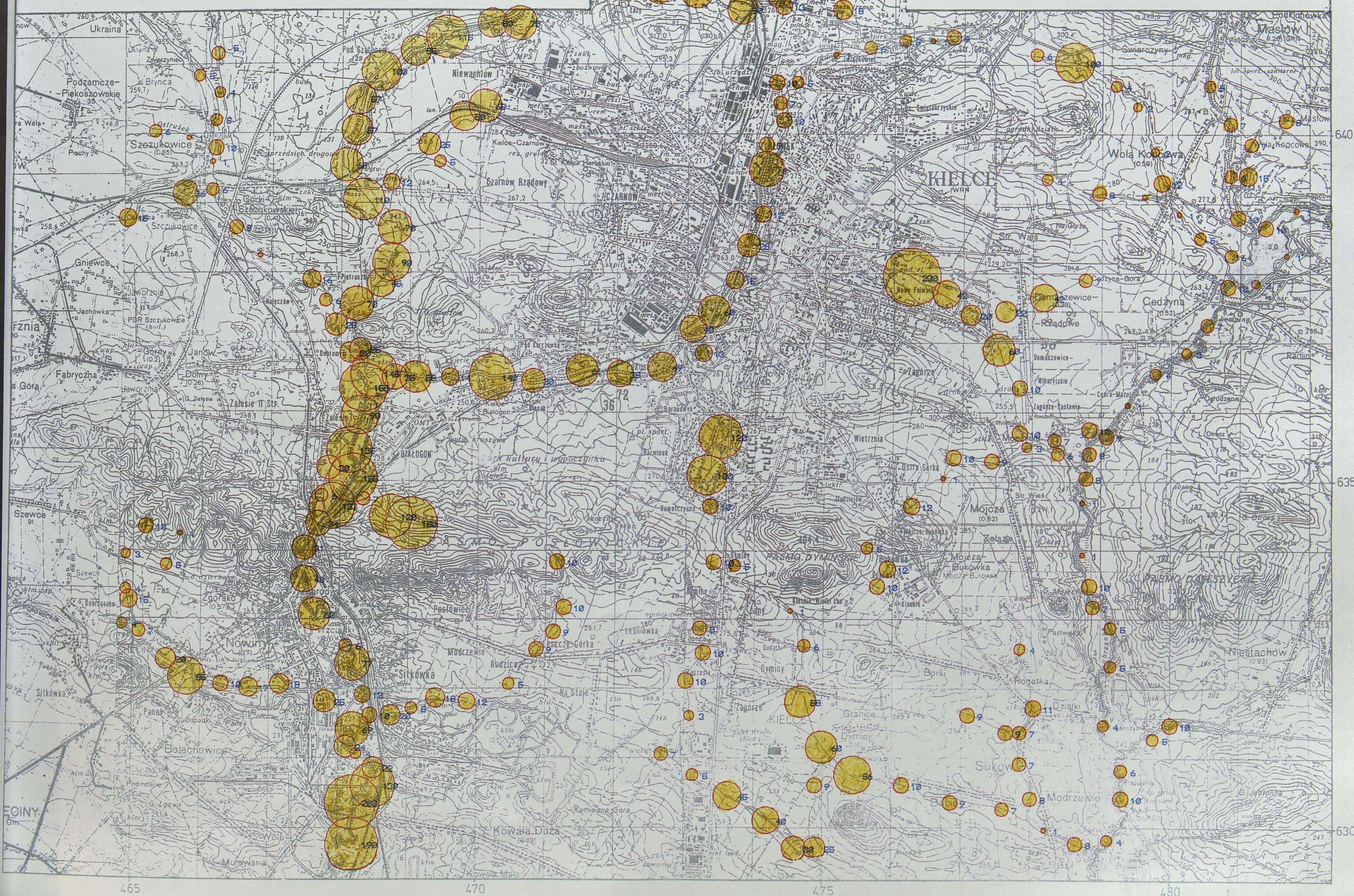
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

MIEDŹ W ALUWIACH

Zawartość w ppm

Cu





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

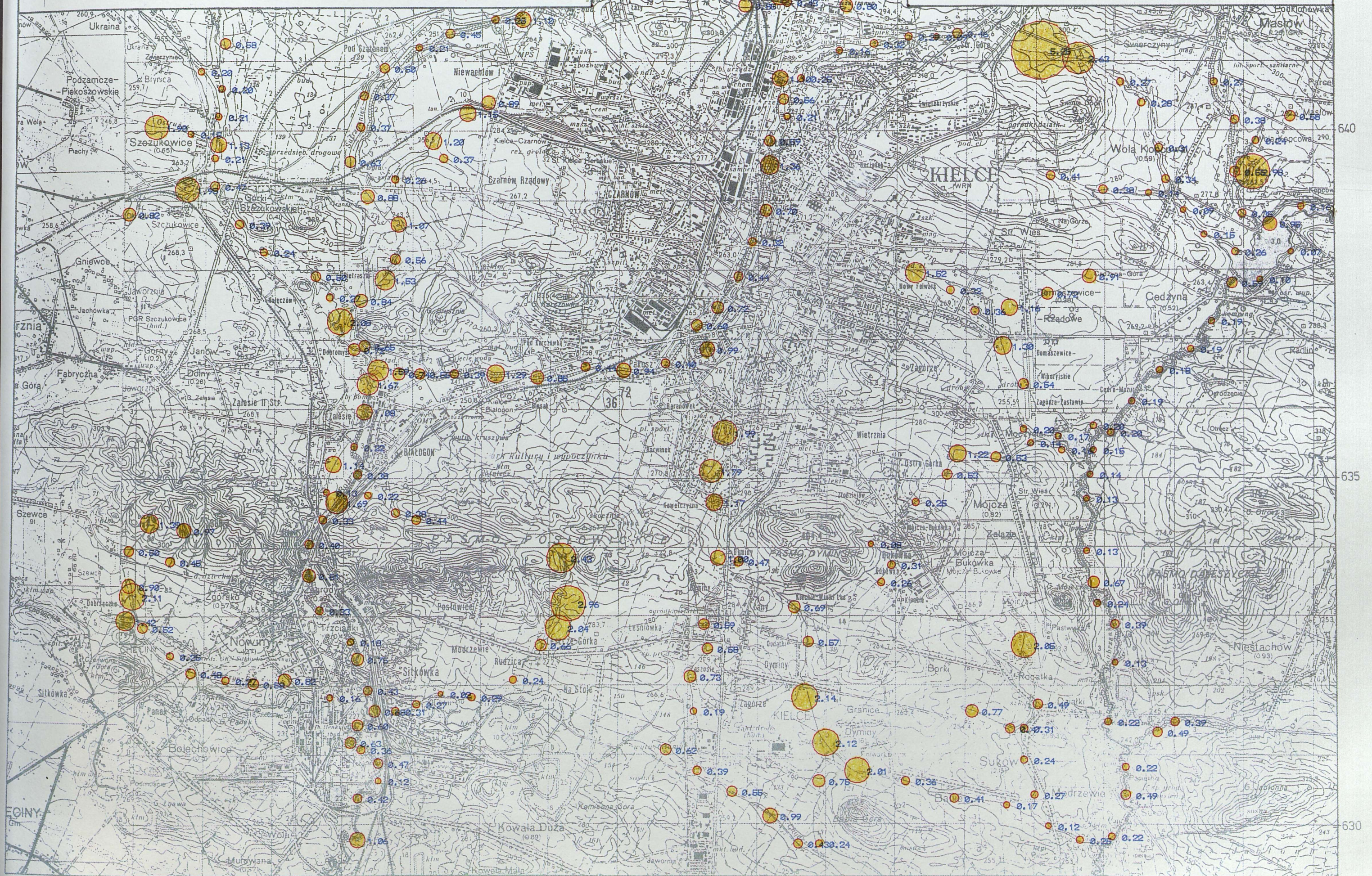
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

ŻELAZO W ALUWIACH

Zawartość w %

Fe





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY-ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

RTEĆ W ALUWIACH

Zawartość w ppm

Hg





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

MANGAN W ALUWIACH

Zawartość w ppm

Mn





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

MOLIBDEN W ALUWIACH
 Zawartość w ppm **Mo**




PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

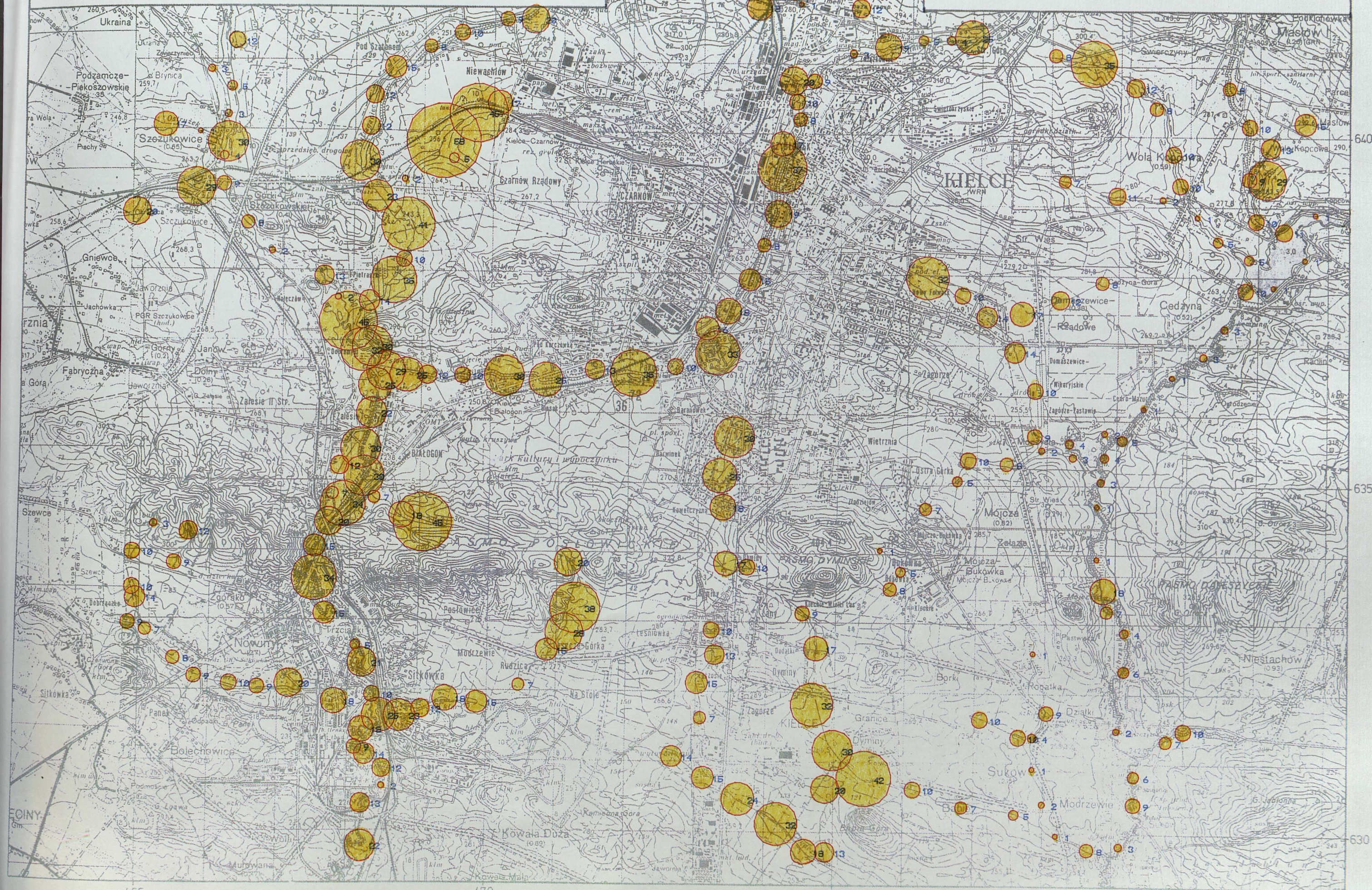
ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

NIKIEL W ALUWIACH

Zawartość w ppm

Ni





PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

OŁÓW W ALUWIACH
Zawartość w ppm

Pb



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY - ODDZIAŁ ŚWIĘTOKRZYSKI

Ludwik Lenartowicz

ATLAS GEOCHEMICZNY KIELC

1 : 50 000

CYNK W ALUWIACH

Zawartość w ppm

Zn

