

Badania geochemiczne w Poznaniu i okolicach

Józef Lis*, Anna Pasieczna*



J. Lis

A. Pasieczna

W ramach programu kartografii geochemicznej obszarów zurbanizowanych i przemysłowych zrealizowano w Państwowym Instytucie Geologicznym (PIG) w Warszawie w latach 2002–2005 *Atlas geochemiczny Poznania i okolic 1 : 100 000* (Lis &

Pasieczna, 2005) ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na zlecenie Ministerstwa Środowiska.

Rejon badań obejmuje Poznań, Luboń, Swarzędz, Puszczykowo i Mosinę oraz ich rolniczo-leśne otoczenie (ok. 900 km²) i znajduje się w całości w województwie wielkopolskim. Jest to region o bardzo zróżnicowanej gospodarce. Poznań jest jednym z największych ośrodków przemysłowych kraju; rozwinięty jest tu przemysł spożywczy, elektromaszynowy i elektroniczny, środków transportu (tabor kolejowy, samochody), metalowy oraz chemiczny. Swarzędz jest ośrodkiem przemysłu meblowego, w Luboniu produkuje się nawozy fosforowe i impregnaty do drewna. W Mosinie rozwinięta jest produkcja mebli, tekstyliów i materiałów budowlanych, a Puszczykowo spełnia rolę ośrodka turystyczno-wypoczynkowego. Okolice Poznania, podobnie jak cała Wielkopolska, to rejon o wysokim poziomie produkcji rolniczej. Uprawia się głównie pszenicę, żyto, ziemniaki, buraki cukrowe, rzepak oraz warzywa i owoce, a wysokowydajne rolnictwo stało się podstawą rozwoju przemysłu spożywczego. Rozwinięta jest także hodowla trzody chlewnej, bydła i drobiu.

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

W atlasie zaprezentowano stan chemizmu powierzchniowych środowisk Ziemi: gleb powierzchniowych (0,0–0,2 m), osadów wodnych i wód powierzchniowych. Opróbowanie badanych środowisk prowadzono w siatce 1 × 1 km. Wyniki badań zaprezentowano na 67 kolorowych mapach geochemicznych uzupełnionych mapą geologiczną oraz mapami zabudowy i użytkowania terenu. Mapy geochemiczne utworzono z użyciem programów Surfer i CorelDraw. Podstawą ich opracowania były zbiory punktów opróbowania o znanych współrzędnych, z przypisanymi atrybutami zawartości pierwiastków. W tekście objaśnień przedstawiono metodykę prac, zestawiono parametry statystyczne poszczególnych pierwiastków oraz scharakteryzowano ich rozkłady w badanych środowiskach.

Analizy chemiczne wykonano w laboratorium PIG w Warszawie. Zastosowano metodę roztwarzania próbek

gleb i osadów wodnych w wodzie królewskiej przez 1 godz. w temp. 95°C w termostatowym bloku aluminiowym. Oznaczenia Ag, Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V i Zn w glebach oraz osadach wodnych wykonano za pomocą spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-AES). Oznaczenia Hg w próbkach gleb i osadów wodnych przeprowadzono metodą spektrometrii absorpcji atomowej techniką zimnych par (CV-AAS), a wartość odczynu gleb oznaczono elektrochemicznie.

Zawartości Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, SiO₂, Sr, V i Zn w wodach powierzchniowych analizowano metodą ICP-AES. Analizy zawartości Br, Cl, F, NO₂, NO₃ i SO₄ w próbkach wód wykonano metodą chromatografii jonowej (HPLC), a pomiary pH i przewodności elektrycznej próbek wód — metodami elektrochemicznymi.

Wyniki badań

Powierzchnię obszaru badań pokrywają prawie w całości osady plejstocenu. W ich bezpośrednim podłożu zalegają utwory neogenu, spoczywające na przekształconych tektonicznie i miejscami silnie zdenudowanych skałach mezozoicznych. Utwory plejstocenu powstały w wyniku akumulacyjnej działalności lodowców oraz erozyjnej i akumulacyjnej aktywności wód lodowcowych w okresach interglacjałów (Bartczak, 1993; Chachaj, 1996; Chmał, 1997).

Wyniki badań zaprezentowano w postaci monopierwiastkowych map geochemicznych. Kwasowość gleb i zawartość w nich poszczególnych pierwiastków przedstawiają mapy izoliniowe. Na mapach geochemicznych osadów wodnych i wód powierzchniowych oprócz prezentacji w formie izolunii przedstawiono stężenia poszczególnych składników w postaci kartodiagramów kołowych.

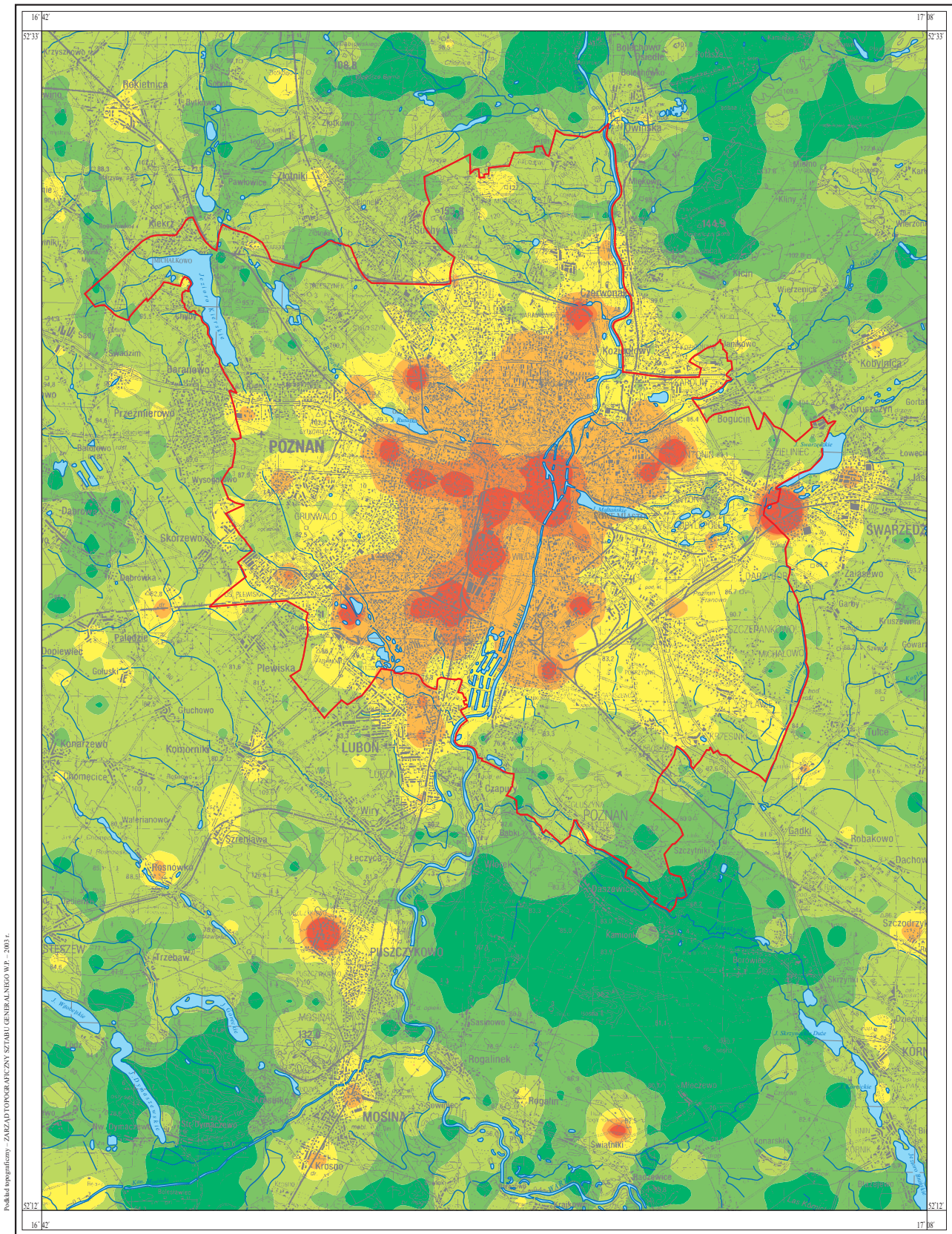
Gleby. Głównymi czynnikami determinującymi zawartość i rozkład przestrzenny badanych pierwiastków w glebach jest stopień zurbanizowania terenu i sposób użytkowania gruntów oraz wiążący się z tym odczyn gleb.

Anomaliami geogenicznymi wyróżniają się gleby utworzone na torfach — charakteryzują się one wysokimi zawartościami baru, wapnia, żelaza, magnezu, manganu, fosforu, siarki i strontu. Gleby rozwinięte na piaskach i żwirach rzecznych górnego plejstocenu, występujące w dolinie Kanału Mosińskiego i Warty (na południe od Lubonia oraz między Koziegłowami a Owińskami) odznaczają się niskimi zawartościami tytanu. Do wzbogaceń pochodzenia naturalnego należą też podwyższone koncentracje glinu, baru, chromu, żelaza, manganu, wanadu i cynku zanotowane w glebach aluwialnych utworzonych na holocenijskich madach w dolinie Warty (na południe od Lubonia).

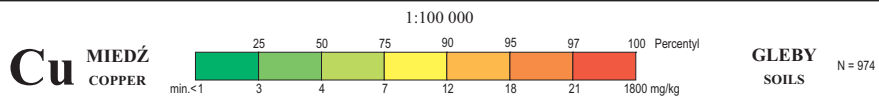
Odczyn badanych gleb jest zróżnicowany i w znacznym stopniu uwarunkowany sposobem ich użytkowania. Gleby pól uprawnych wykazują najczęściej odczyn obojętny, rzadziej lekko kwaśny (mediana 6,8), a gleby lasów należą do bardzo kwaśnych i kwaśnych (mediana 4,6). Na terenie Poznania i mniejszych miast występują gleby alka-

*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-950 Warszawa; jozef.lis@pgi.gov.pl, anna.pasieczna@pgi.gov.pl

ATLAS GEOCHEMICZNY POZNANIA I OKOLIC
GEOCHEMICAL ATLAS OF POZNAN AND ENVIRONS



© Copyright by PIG, Warszawa 2005



Ryc. 1. Zawartość miedzi w glebach powierzchniowych 0,0–0,2 m (wg Lisa i Pasiecznej, 2005)

liczne ($\text{pH} > 7,4$), których odczyn wiąże się z opadami alkalicznych pyłów emitowanych przez zakłady przemysłowe, głównie elektrociepłownie, oraz znacznym udziałem gleb antropogenicznych, zanieczyszczonych materiałami budowlanymi z wysoką zawartością wapnia (gruz, tynk, farby itp.).

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

Na obszarze Poznania, szczególnie w rejonach zwartej zabudowy, gdzie przeważają grunty antropogeniczne, zaznaczają się podwyższone pola koncentracji szeregu pierwiastków. Stwierdzono tu podwyższone ilości glinu ($>0,39\%$), baru (>39 mg/kg), wapnia ($>0,44\%$), kobaltu (>3 mg/kg), chromu (>7 mg/kg), miedzi (>7 mg/kg — ryc. 1), żelaza ($>0,62\%$), rtęci ($>0,06$ mg/kg), magnezu ($>0,09\%$), niklu (>5 mg/kg), fosforu ($>0,051\%$), ołowiu (>16 mg/kg), siarki ($>0,019\%$), strontu (>14 mg/kg), tytanu (>102 mg/kg), wanadu (>10 mg/kg) i cynku (>40 mg/kg). Na tak zarysowanym lokalnym tle geochemicznym wyróżniają się liczne anomalie punktowe, rzadziej obszarowe (na poziomie 95 percentyla), baru, chromu, miedzi, niklu, rtęci, ołowiu i cynku.

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

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

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

Na obszarze Poznania gleby najbardziej zanieczyszczone metalami są ułożone szerokim pasem po obu stronach Warty — od granic miasta na południu do Naramowic na północy. Łączną powierzchnię tego obszaru oszacowano na 70 km^2 , co stanowi ok. $26,7\%$ powierzchni miasta. Ekstremalnie wysoką antropogeniczną anomalię geochemiczną stwierdzono w glebie w centrum Poznania w rejonie ulic Zawady i Nowe Zawady (obszar dawnego wysypiska śmieci). Próbką tej gleby zawierała: 712 mg/kg rtęci, 52,1 mg/kg srebra, 1180 mg/kg baru, 2770 mg/kg kadmu, 1800 mg/kg miedzi, 12 820 mg/kg manganu, 485 mg/kg niklu, 38 890 mg/kg ołowiu i 18 890 mg/kg cynku.

Do oceny zanieczyszczenia gleb, zgodnie z aktualnie obowiązującym prawem, zastosowano wartości dopuszczalnych stężeń metali dla określonych grup użytkowania (Rozporządzenie..., 2002). Przy klasyfikacji stosowano

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

Osady wodne. Zróżnicowanie zawartości pierwiastków w osadach wodnych badanego obszaru jest znaczne. W kartograficznych obrazach dominują obszarowe rozkłady stężeń pierwiastków nad liniowymi.

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

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

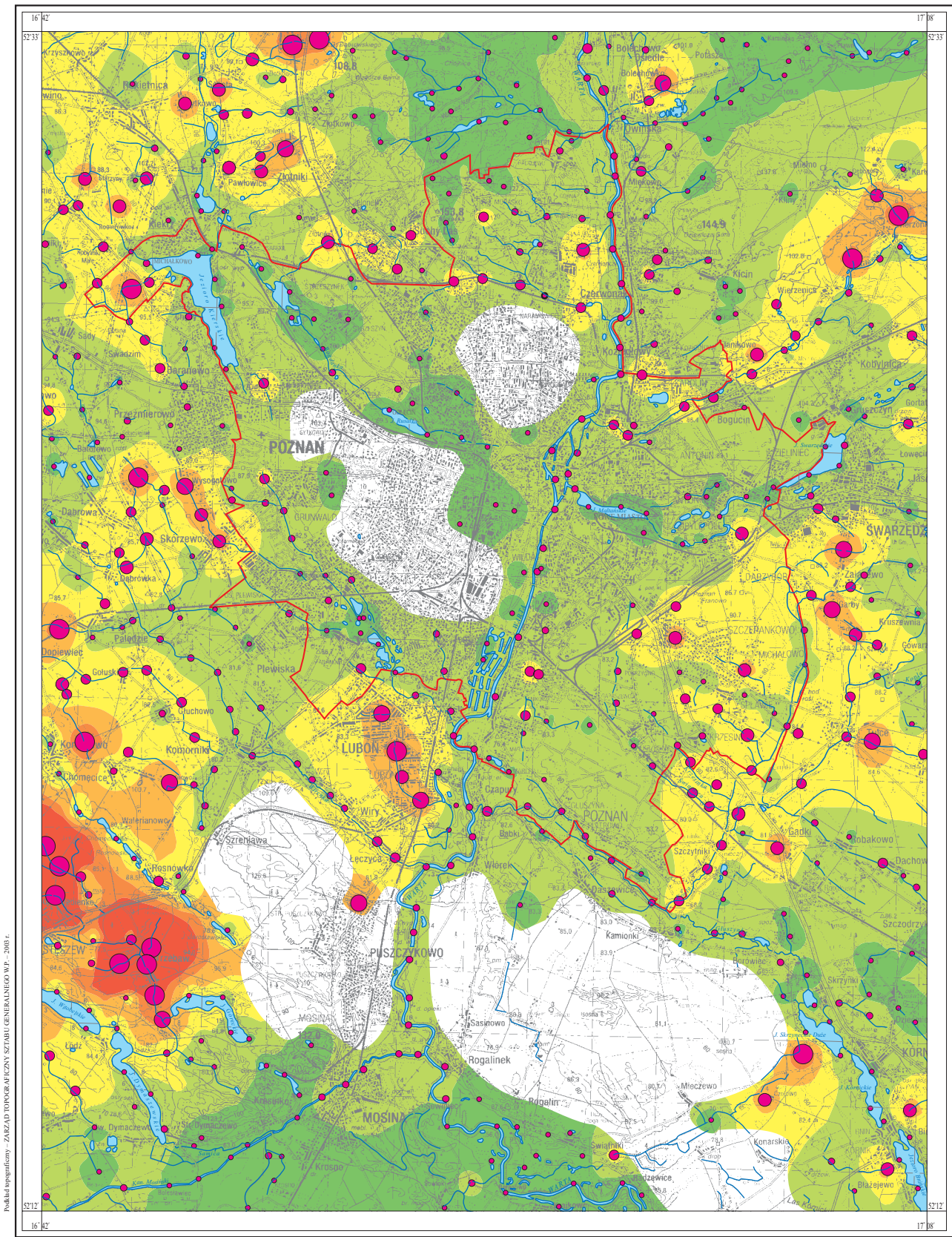
Na terenie Poznania do szczególnie zanieczyszczonych antropogenicznie należą aluwia drobnych cieków w rejonie stacji kolejowej Poznań-Franowo. Osady te zawierają maksymalnie 18,9 mg/kg srebra, 289 mg/kg baru, 2 mg/kg kadmu, 258 mg/kg miedzi, 62 mg/kg niklu, 186 mg/kg ołowiu i 1384 mg/kg cynku. W osadach rowu biegnącego wzdłuż ulicy Romana Maya koncentracja arsenu osiąga 30 mg/kg, kobaltu — 164 mg/kg, chromu — 86 mg/kg, miedzi — 1621 mg/kg, ołowiu — 2004 mg/kg i cynku — 887 mg/kg. Źródłem zanieczyszczeń może być usytuowane w pobliżu (przy ulicy Fortecznej) Centralne Laboratorium Akumulatorów i Ogniw.

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

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

Na terenach użytkowanych rolniczo (głównie w zachodniej i wschodniej części arkusza) występują wzbogacenia osadów wodnych w glin ($>0,52\%$), bar (>80 mg/kg), wapń ($2,48\%$), magnez ($>0,20\%$), mangan (>440 mg/kg), fosfor ($>0,099\%$), siarkę ($>0,254\%$), stront (>42 mg/kg) i wanad (>14 mg/kg). Źródłem podwyższo-

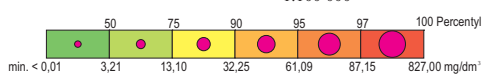
ATLAS GEOCHEMICZNY POZNANIA I OKOLIC
GEOCHEMICAL ATLAS OF POZNAN AND ENVIRONS



Materiał topograficzny - ZARZĄD TOPOGRAFICZNY SZTABU GŁÓWNEGO WP., 2005 r.

© Copyright by PIG, Warszawa 2005

NO₃ AZOTANY
NITRATES



WODY POWIERZCHNIOWE
SURFACE WATERS

N = 556

Ryc. 2. Zawartość azotanów w wodach powierzchniowych (wg Lisa i Pasiecznej, 2005)

nych zawartości tych pierwiastków jest spływ powierzchniowy składników dostarczanych do gleb w wyniku intensywnego nawożenia (wapń, magnez, bar, stront, fosfor) lub ich ługowanie ze skał macierzystych (glin, mangan, wanad).

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

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

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

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

Przestrzenne rozkłady większości badanych pierwiastków w wodach są zbliżone do ich przestrzennych rozkładów w osadach wodnych. Niektóre pierwiastki odznaczają się jednak odmienną charakterystyką geochemiczną. Należy do nich glin, którego podwyższone zawartości ($>0,013 \text{ mg/dm}^3$) występują w wodach na znacznym obszarze Poznania i Lubonia, choć jego ilość w osadach wodnych jest niska. Podobna rozbieżność koncentracji glinu w wodach i osadach wodnych jest wyraźna na terenie Wielkopolskiego Parku Narodowego, rezerwatu „Puszcza Zielonka” oraz terenu między Kórnikiem a Robakowem. Anomalne koncentracje składników chemicznych wód wiążą się ze zrzutami ścieków bytowych i przemysłowych oraz pochodzących z hodowli zwierząt. Innym źródłem zanieczyszczeń wód jest spływ powierzchniowy dostarczający składników nawozów w obszarach intensywnego rolnictwa.

Podwyższone i wysokie zawartości żelaza i cynku (a niekiedy również manganu i sodu) wiążą się z oddziaływaniem urbanizacji. Anomalie tych pierwiastków występują na peryferiach Poznania, w Luboniu i w okolicach Swarzędza. Ich źródłem są prawdopodobnie bezpośrednie zrzuty

ścieków do wód powierzchniowych, a w mniejszym stopniu spływ powierzchniowy z terenów rolniczych.

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

Podwyższone zawartości azotynów, występujące głównie we wschodniej części analizowanego obszaru mogą być związane ze zrzutami ścieków.

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

Wysokie koncentracje azotanów (75,10–827,00 mg/dm^3) stwierdzone na obrzeżach Wielkopolskiego Parku Narodowego (ryc. 2) wiążą się z bezpośrednimi zrzutami ścieków (gnojowicy).

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

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

Literatura

- BARTCZAK E. 1993 — Objaśnienia do arkusza Kórnik Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000. Państw. Inst. Geol.
- CHACHAJ J. 1996 — Objaśnienia do arkusza Mosina Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000. Państw. Inst. Geol.
- CHMAL R. 1997 — Objaśnienia do arkusza Poznań Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000. Państw. Inst. Geol.
- LIS J. & PASIECZNA A. 2005 — Atlas geochemiczny Poznania i okolic 1 : 100 000. Państw. Inst. Geol.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dz. U. 2002 nr 165, poz. 1359.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. Dz. U. 2004 nr 32, poz. 284.