

## WSTĘP

Przeładowe zdjęcie geochemiczne kraju (Lis, Pasieczna, 1995a,b) ujawniło, że w regionie śląskim występuje najpoważniejsze w Polsce zanieczyszczenie środowiska gleb, osadów wodnych i wód powierzchniowych. W 1996 r. na obszarze wykrytej anomalii metali ciężkich rozpoczęto realizację Szczegółowej Mapy Geochemicznej Górnego Śląska (SMGGŚ) w skali 1:25 000 poczynając od arkusza pilotowego Sławków (Lis, Pasieczna, 1999).

Badania geochemiczne na arkuszu Katowice M-34-63-A-c są kontynuacją szczegółowych prac kartograficznych prowadzonych przez Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy od 1996 r. Prace sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na zlecenie Ministerstwa Środowiska. Celem badań jest rozpoznanie terenów zdegradowanych w wyniku wieloletniej eksploatacji złóż węgla kamiennego oraz działalności energetyki, hutnictwa i innych gałęzi przemysłu.

Arkusze Katowice położony jest w centralnej części Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego (GZW), gdzie od kilku stuleci przemysł wydobywczy i przetwórczy kształtował środowisko przyrodnicze i krajobraz, przyczyniając się do rozwoju osadnictwa, a w konsekwencji do powstania największego w Polsce ośrodka urbanistyczno-przemysłowego.

Od XIV w. wydobywano rudy darniowe, występujące lokalnie w lasach murckowskich i intensywnie wypalano węgiel drzewny służący do ich redukcji.

W połowie XVII w. w rejonie Bożych Darów i Murcek zaczęto wydobywać węgiel kamienny, początkowo na potrzeby hutnictwa cynku i ołowiu. Intensywny rozwój górnictwa węgla kamiennego przyspieszyła budowa kolei w XIX w., a maksymalne rozmiary wydobywania przypadają na drugą połowę XX w.

Od początku lat 90. XX w. na skutek restrukturyzacji zmniejszyło się znacznie wydobywanie węgla oraz związanych z nim gałęzi przemysłu, a wzrosło gospodarcze wykorzystanie odpadów pogórnich, wpływając na redukcję zanieczyszczenia środowiska.

Zagospodarowanie terenu arkusza ma charakter miejsko-przemysłowy, z dużym udziałem obiektów przemysłowych i tras komunikacyjnych. W użytkowaniu terenu przeważają lasy, w których znajdują się dwa rezerваты przyrody, zespół przyrodniczo-krajobrazowy, użytek ekologiczny i cenne drzewostany.

W obrębie Doliny Trzech Stawów (Katowicki Park Leśny) zlokalizowany jest kompleks rekreacyjny z lotniskiem sportowym w Muchowcu. Popularnym miejscem rekreacji

jest Park Kościuszki, ośrodek Bolina w Katowicach i ośrodek Wesoła Fala w Mysłowicach Wesołej. Rozwija się sieć ścieżek rowerowych, szlaków turystycznych i tras spacerowych.

Wyniki badań geochemicznych, zaprezentowane w formie kartograficznej wraz z obszernym komentarzem tekstowym i zestawieniami tabelarycznymi przedstawiają aktualny stan jakości gleb, osadów wodnych i wód powierzchniowych w stosunku do naturalnego tła regionalnego oraz obowiązujących normatywów prawnych. Informacje zawarte w opracowaniu mogą być przydatne przy sporządzaniu operatów fizjograficznych, studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin, miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, prowadzeniu postępowań związanych z wydawaniem decyzji o uwarunkowaniach środowiskowych i pozwoleń wodnoprawnych, ocenie zagrożeń dla środowiska gruntowo-wodnego oraz wypełnianiu obowiązku nałożonego na starostów ustawą Prawo ochrony środowiska, tj. prowadzeniu okresowych badań jakości gleby w ramach monitoringu państwowego.

Wersja elektroniczna atlasu dostępna jest pod adresem <http://www.mapgeochem.pgi.gov.pl>

W realizacji opracowania brali udział:

- **A. Pasieczna** – koncepcja i projekt badań, nadzór i koordynacja prac;
- **A. Biel, T. Kolecki, P. Kwecko, W. Markowski** – pobieranie próbek;
- **A. Pasieczna, A. Biel, T. Kolecki, P. Kwecko, W. Markowski** – bazy danych;
- **I. Bojakowska, D. Lech, E. Włodarczyk** – kierownictwo i koordynacja prac analitycznych;
- **M. Cichorski, J. Duszyński, Z. Prasol** – mechaniczne przygotowanie próbek do analiz;
- **I. Witowska, A. Maksymowicz** – chemiczne przygotowanie próbek do analiz;
- **W. Bureć-Drewniak, E. Górecka, I. Jaroń, G. Jaskólska, D. Karmasz, J. Kucharzyk, D. Lech, M. Liszewska, E. Maciołek, A. Maksymowicz, J. Retka, E. Kałwa, I. A. Wysocka** – analizy chemiczne;
- **W. Wolski, P. Pietrzykowski, Z. Frankowski** – analizy granulometryczne;
- **T. Kolecki, H. Tomasi-Morawiec, A. Pasieczna** – obliczenia statystyczne;
- **A. Pasieczna, T. Kolecki, W. Markowski** – opracowanie mapy geologicznej;
- **T. Kolecki, A. Pasieczna, A. Dusza-Dobek** – opracowanie map geochemicznych;
- **Z. Kowalska, A. Pasieczna** – charakterystyka obszaru arkusza, geologia i złoża kopalin, antropopresja;

- **A. Dusza-Dobek, A. Pasieczna** – interpretacja wyników.

## CHARAKTERYSTYKA OBSZARU ARKUSZA

**Położenie administracyjne i geograficzne.** Arkusz Katowice położony jest na terenie województwa śląskiego. Obejmuje fragmenty Katowic, Mysłowic i Tychów – miast na prawach powiatów grodzkich. Większość obszaru arkusza należy do Katowic (dzielnice Brynów, Muchowiec, Janów-Nikiszowiec, Giszowiec, Murcki i Kostuchna), część wschodnia do Mysłowic (Janów Miejski, Bończyk, Ćmok, Wesoła, Morgi, Krasowy i Ławki), a niewielki południowo-zachodni fragment do Tychów.

Zgodnie z podziałem fizyczno-geograficznym analizowany teren należy do Wyżyny Katowickiej, która jest środkową częścią Wyżyny Śląskiej (Kondracki, 2000).

**Ukształtowanie powierzchni, geomorfologia.** Podłoże Wyżyny Katowickiej budują karbońskie skały węglonośne pocięte uskokami, stąd w jej rzeźbie można wyróżnić zrębowe płaskowyże, oddzielone kotlinami zapadliskowymi. Pod względem morfologicznym jest to teren o rzeźbie mało urozmaiconej, którą charakteryzują niewielkie wzniesienia i łagodne obniżenia. Wzniesienia zbudowane z miękkich iłowców i mułowców karbońskich mają zaokrąglone formy i płaskie szczyty, przechodzące w łagodne zbocza. Wyraźniejsze pagórkowate formy morfologiczne zaznaczają się w miejscach wychodni gruboławicowych piaskowców. Wzniesienia tworzą pasma o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego, osiągające wysokość 300–357,6 m n.p.m. W krajobrazie wyróżnia się grzbiet Lasu Murckowskiego (ze Wzgórzem Wandy), pasma wzniesień Stara Wesoła i Wesoła-Krasowy oraz kulminacje w centrum Mysłowic (Studium..., 2008).

Współczesna rzeźba jest w dużym stopniu przekształcona przez intensywne górnictwo i urbanizację. Zmianom uległy naturalne formy krajobrazu, sieć hydrograficzna, właściwości gleb i szata roślinna. W obrębie obszarów górniczych kopalń węgla kamiennego powstały ogromne zwały skał płonnych, a naturalną morfologię terenu zniekształciły zapadliska powstałe na skutek osiadań wywołanych podziemną eksploatacją górnictwem.

Obszar arkusza w przeważającej części należy do dorzecza Wisły (Wagner, Chmura, 1997). Jego część północna leży w zlewni Rawy i potoku Bolina – dopływów Czarnej Przemszy. W części południowej znajdują się obszary źródłowe Rowu Murckowskiego, Pstrażnika i Przyrwy (Potoku Ławeckiego), które wpadają do rzeki Mlecznej poza południową granicą arkusza. Niewielki zachodni teren odwadniany jest do Odry poprzez

źródłiskowe rejony Kłodnicy i jej dopływ Ślepiotkę. Na całym obszarze, a zwłaszcza w jego części południowej, występuje silnie rozwinięty system bezimiennych cieków (potoków, kanałów, rowów i strumyków), z których większość istnieje tylko okresowo w czasie wzmożonych opadów.

Charakterystycznym elementem sieci hydrograficznej są zbiorniki wodne (najczęściej zalewiska i płytkie stawy o charakterze przepływowym) powstałe w wyniku odkrywkowej eksploatacji górniczej, bądź na skutek pogórnich osiadań terenu. Niektóre z nich pełnią funkcje rekreacyjne lub są wykorzystywane jako stawy rybne. Zbiorniki specjalnego przeznaczenia to osadniki wód kopalnianych, podsadzkowych, przemysłowych itp.

**Zabudowa i użytkowanie terenu.** Około 70% analizowanego obszaru pokrywają lasy (tabl. 2). Dla zachowania walorów przyrodniczych lasów naturalnych zostały utworzone rezerwy Ochojec i Las Murckowski, zespół przyrodniczo-krajobrazowy w rejonie źródeł Kłodnicy oraz użytek ekologiczny Płone Bagno (przy południowo-wschodnim krańcu arkusza). Tereny o zabudowie miejskiej i przemysłowej zajmują około 15% powierzchni. Są to fragmenty dzielnic mieszkalnych Katowic i Mysłowic, głównie w północnej i wschodniej części arkusza (tabl. 2 i 3) oraz tereny zajęte przez infrastrukturę kopalń węgla kamiennego, bazy transportowe i fabryki materiałów budowlanych. Nieliczne łąki i pola uprawne (około 10% powierzchni) są rozproszone głównie na wschodzie arkusza. Pozostały teren to nieużytki, parki miejskie, zbiorniki wodne oraz tereny zajęte przez drogi i linie kolejowe.

**Gospodarka** związana jest przede wszystkim z górnictwem węgla kamiennego. Eksploatację prowadzą kopalnie Katowickiego Holdingu Węglowego: KWK Murcki-Staszic, KWK Wieczorek i Centrum Wydobywcze KWK Mysłowice-Wesoła (Katowicki Holding Węglowy, 2010).

Obszar górniczy KWK Murcki-Staszic położony jest w centralnej i zachodniej części arkusza. Początek górnictwa datuje się na rok 1657, kiedy zaczęto wydobywać węgiel z pokładów wychodzących wprost na powierzchnię w miejscu zwanym Rudne Kotliska. W 1755 r. rozpoczęto budowę pierwszego szybu, a w 1815 r. kopalnia posiadała już 30 szybów. W 1976 r. do kopalni Murcki włączono kopalnię Boże Dary, która jest prawdopodobnie najstarszą kopalnią węgla kamiennego w Polsce (Jaros, 1984). Jej obiekty zlokalizowane są w pobliżu osiedla Kostuchna w południowo-zachodniej części arkusza. W latach 1956–1964 oprócz eksploatacji podziemnej przy kopalni Murcki funkcjonowały trzy odkrywki. KWK Staszic, jedna z najnowocześniejszych kopalń w polskim górnictwie węglowym, rozpoczęła eksploatację w 1964 r. W skład spółki KWK Murcki-Staszic wchodzi od roku 2010.



Kopalnią o prawie dwustuletniej tradycji jest KWK Wieczorek. Na jej obszarze (w rejonie katowickich dzielnic Nikiszowiec, Giszowiec i Janów) węgiel wydobywano już na początku XVIII w., a pierwsza kopalnia o nazwie Bergthal powstała w 1788 r. W następnych latach działało kilka małych kopalń, które w 1884 r. skonsolidowano w jedną kopalnię Giesche. Od 1945 r. nosiła ona nazwę Janów, a od 1951 r. funkcjonuje jako KWK Wieczorek. Kopalnia wydobywa węgiel wysokiej jakości i stosuje nowoczesne rozwiązania produkcyjne.

Centrum wydobywcze KWK Mysłowice-Wesoła utworzono w 2007 r. z połączenia kopalń Mysłowice i Wesoła. Uruchomienie kopalni Mysłowice datuje się na 1887 rok. W jej historii szczególnym wydarzeniem było wprowadzenie w 1901 r. (po raz pierwszy w górnictwie światowym) podsadzki hydraulicznej na skalę przemysłową. KWK Wesoła powstała w 1942 r., a w latach 1967–1989 funkcjonowała pod nazwą Lenin.

KWK Katowice została zamknięta w 1999 r., a w Muchowcu zostały zachowane niektóre jej obiekty powierzchniowe o dużej wartości historycznej i zabytkowej.

Oprócz przemysłu wydobywczego na terenie arkusza rozwija się działalność handlowo-usługowa, transportowa i budowlana (głównie w centralnych dzielnicach miast). W rezultacie restrukturyzacji przeprowadzonej w ostatnich latach wielkość produkcji, liczba zakładów oraz udział przemysłu w strukturze zatrudnienia wykazują tendencję spadkową, podobnie jak na całym Górnym Śląsku.

## BUDOWA GEOLOGICZNA I ZŁOŻA KOPALIN

Teren arkusza położony jest w środkowej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) w obrębie pociętej uskoki niecki głównej (Biernat, 1970; Biernat, Krysowska, 1956). Na powierzchni odsłaniają się utwory należące do systemu karbońskiego i czwartorzędowego.

Utwory **karbonu** dolnego znane są z wierceń i wyrobisk górniczych. Pokłady węgla eksploatowane w kopalniach na terenie arkusza wydobywane są z warstw siodłowych (namur B-C), rudzkich (westfal A) i orzeskich (westfal B), reprezentujących karbon górny.

Warstwy siodłowe (o miąższości 60–70 m) budują piaskowce, zlepieńce i łupki z pokładami węgla, których łączna grubość wynosi 14–17 m. Na terenie arkusza warstwy siodłowe nie odsłaniają się na powierzchni.

Warstwy rudzkie tworzą tylko dwa niewielkie płyty wychodni przy północnej granicy arkusza (tabl. 1). Ich miąższość waha się od 250 do 330 m. Składają się z piaskowców i szarych łupków z pokładami węgla. W dolnej części występuje 6 pokładów węgla o

niewielkiej miąższości, a w górnej około 30 pokładów o grubości od 1 do 7 m (Biernat, 1970).

Piaskowcowo-iłowcowe warstwy orzeskie z pokładami węgla kamiennego występują wprost na powierzchni (tabl. 1). Składają się z łupków i piaskowców z syderytami. Zawierają przeszło 50 pokładów węgla kamiennego, z których dwa mają ponad 1,5 m miąższości. Miąższość warstw orzeskich wynosi około 220 m w złożu Wujek (na zachodzie) i 850 m w złożu Wesoła (na wschodzie).

Osady **neogenu** znane są tylko z otworów wiertniczych i wyrobisk górniczych. Są to głównie ropy i piaski miocenu, osiagające kilkadziesiąt metrów miąższości.

Utwory **czwartorzędu**, zróżnicowane litologicznie i genetycznie, występują w obniżeniach terenu i dolinach rzecznych. Najstarsze osady plejstocenu, to gliny zwałowe zlodowaceń południowo- i środkowopolskich oraz leżące na nich piaski i żwiry lodowcowe z głazami. Rozległe płyty glin zwałowych występują na północ od doliny potoku Bolina oraz na niewielkich obszarach w dolinach Rowu Murckowskiego i Przyrwy. Z okresu zlodowacenia odry pochodzą piaski i żwiry wodnolodowcowe (tabl. 1), najszerzej reprezentowane przy południowej granicy arkusza. Miąższość utworów plejstocenu zmienia się od poniżej 1 m do kilkudziesięciu metrów. Współczesne doliny rzeczne wypełnione są piaskami, żwirami oraz mułkami holocenu o miąższości do kilku metrów.

**Złoża kopalin.** Niemal cały omawiany teren zajmują obszary górnicze czynnych kopalń **węgla kamiennego**. Eksploatacja prowadzona jest w trudnych warunkach geologiczno-górniczych z uwagi na złożoną tektonikę, dużą zmienność zalegania i miąższości pokładów oraz zagrożenia wodne, pyłowe, pożarowe, metanowe i tąpnięcia. W granicach arkusza znajdują się złoża węgla kamiennego: Murcki, Staszic, Mysłowice, Wesoła, Wieczorek i Wujek (Kowalska, 1997).

Ze złoża Murcki eksploatuje się pokłady węgla warstw orzeskich (grupy 300). Wydobywane są węgle energetyczne, gazowe i gazowo-płomienne o średniej wartości opałowej 26 100 kJ/kg, średniej zawartości popiołu 15,3% i średniej zawartości siarki 0,89%. Miąższość pokładów węgla w części bilansowej waha się od 1,0 do 2,9 m (Jochemczyk, i in., 2002).

W złożu Staszic z warstw siodłowych i rudzkich eksploatowane są węgle energetyczne o miąższości pokładów bilansowych w granicach 1,0–11,6 m. Charakteryzuje je średnia zawartość popiołu 9,0%, siarki całkowitej 0,6% i wartość opałowa 28 518 kJ/kg.

Z warstw siodłowych i rudzkich grupy 500 i 400 w złożu Mysłowice wydobywane są węgle energetyczne o średniej kaloryczności 26 584 kJ/kg, popielności 8,89% i zawartości siarki 0,78%. Miąższość pokładów bilansowych waha się od 1,0 do 11,0 m.

W złożu Wesoła eksploatowany jest węgiel energetyczny (z warstw rudzkich i siodłowych) o miąższości 1,0–12,5 m i średnich zawartościach: 12% popiołu, 0,6% siarki całkowitej i wartości opałowej 26 700 kJ/kg.

Ze złoża Wieczorek wydobywany jest węgiel energetyczny o średniej popielności 6,0%, średniej zawartości siarki całkowitej 0,6% i wartości opałowej wynoszącej średnio 29 273 kJ/kg. Eksploatowane są pokłady węgla warstw rudzkich i siodłowych o miąższości 1,0–11,5 m (*op.cit.*).

W złożach Wieczorek i Wesoła występują zasoby bilansowe metanu, który ujmowany jest systemem odmetanowania tylko w kopalni Wesoła i wykorzystywany w lokalnej kotłowni (Program..., 2008).

**Surowce skalne.** Na obszarze arkusza udokumentowano pięć złóż surowców ilastych: Park Kościuszki, Karbowa, Wesoła, Wesoła II i Silesia B. Są to iłolupki i iły karbonu oraz gliny czwartorzędowe (Jochemczyk i in., 2002). W większości przypadków możliwość podjęcia eksploatacji tych kopalni jest ograniczona przez sposób zagospodarowania terenów, na których są usytuowane (Wołkowicz i in., 2009). Dawniej w wielu miejscach wydobywano **gliny** i **piaski** na potrzeby lokalne, a wyrobiska po eksploatacji są najczęściej wypełnione wodą.

## ANTROPOPRESJA

Stan środowiska przyrodniczego uległ przekształceniom spowodowanym w największym stopniu przez górnictwo węgla kamiennego i inne gałęzie przemysłu (w tym historyczne hutnictwo metali nieżelaznych). Czynniki te wywołały zmiany krajobrazu i sieci hydrograficznej oraz chemiczne przeobrażenie gleb i osadów aluwialnych.

**Powietrze atmosferyczne.** Na stan powietrza w głównej mierze wpływa przemysłowe spalanie węgla kamiennego i wiążące się z nim emisje pyłów, dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, tlenku węgla, węglowodorów i metali ciężkich.

Najwięcej zanieczyszczeń powietrza pochodzi z emisji ciepłowni przemysłowych przy kopalniach, ciepłowni osiedlowych w Kostuchnie i Murckach oraz z palenisk indywidualnych Nikiszowca, Giszowca i zachodnich dzielnic Mysłowic. Na jakość powietrza wpływają również zanieczyszczenia z zakładów przemysłowych zlokalizowanych poza granicami

arkusza, m. in. elektrociepłowni i Huty Ferrum w Katowicach oraz elektrowni Chorzów (Program..., 2006). Poważnym źródłem zanieczyszczenia są spaliny powodujące skażenie atmosfery węglowodorami, dwutlenkiem azotu, tlenkiem węgla i związkami ołowiu wzdłuż szlaków komunikacyjnych i sieci dróg miejskich.

Wyniki monitoringu państwowego wskazują, że na obszarze arkusza nie są przekroczone normatywne stężenia większości rodzajów zanieczyszczeń powietrza. Średnie stężenia roczne dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, tlenku węgla, ołowiu i ozonu mieszczą się w klasie A (jakość najwyższa). Stężenia pyłu zawieszonego PM 10 i benzo(α)pirenu-u pozostają w klasie C (Program..., 2006; Stan środowiska..., 2008). W latach 2004–2007 notowano przekroczenia dopuszczalnych stężeń fenolu i kadmu (Program..., 2008).

**Wody powierzchniowe i podziemne.** Jakość wód powierzchniowych jest niezadowolająca, co wiąże się przede wszystkim ze zrzutami wód kopalnianych powodujących zmiany stanu chemicznego wód i zakłócenie naturalnego zasilania cieków (Ocena..., 2008).

Wody kopalniane charakteryzują się wzrostem mineralizacji wraz z głębokością, co jest prawidłowością spotykaną w wielu zagłębiach na świecie i nazywa się normalną pionową strefowością hydrochemiczną (Pluta, 2005). Na najwyższych poziomach najczęściej występują wody słodkie, a wraz z głębokością rośnie mineralizacja i na poziomach najniższych występują praktycznie wyłącznie solanki. Kopalnie selektywnie pompują wody z różnych poziomów, zrzucając w ten sposób do rzek i strumieni wody słodkie, słabo zasolone lub słone.

Do cieków powierzchniowych odprowadza się około 60% wód dopływających do kopalń, co powoduje zarówno wzrost przepływów, jak i zasolenia. Ilość odprowadzanych wód mieści się w granicach od 746 m<sup>3</sup>/d z kopalni Mysłowice-Wesoła do 5040 m<sup>3</sup>/d z kopalni Staszic. Zła jakość wód kopalnianych spowodowana jest przede wszystkim koncentracją chlorków i siarczanów (Gabzdyl, Pozzi, 2001; Razowska-Jaworek, 2007). Pomimo ich wstępnego odsalania w chodnikach kopalnianych obserwuje się przekroczenia wartości dopuszczalnych, zarówno wskaźników fizykochemicznych jak i bakteriologicznych.

Wody kopalniane zasilają Czarną Przemszą i Mleczną poprzez bezpośrednie zrzuty do ich dopływów (Nałęcki, 1990). KWK Wieczorek odprowadza wody o wysokiej mineralizacji do osadnika, gdzie są mieszane ze ściekami z oczyszczalni ścieków w Nikiszowcu, a wody o mniejszej mineralizacji są wstępnie oczyszczane w chodnikach dołowych i osadnikach. Wszystkie wody zrzucane są do potoku Bolina, który odbiera również wody dołowe KWK

Staszic oraz oczyszczone ścieki z Giszowca i obu części Janowa (Rózkowski, Siemiński, 1995).

Dużym zagrożeniem dla jakości wód powierzchniowych i podziemnych jest infiltracja odcieków z hałd odpadów górniczych. Na zwałowiska trafia ponad 40% skał płonnych wydobywanych wraz z węglem. Hałdy różnej wielkości i wieku znajdują się w rejonie Giszowca, Nikiszowca, Bożych Darów, Murcek i Wesolej. Odcieki z hałd charakteryzują się kwaśnym odczynem, spowodowanym utlenianiem pirytu i powstawaniem kwasu siarkowego. Kwaśne środowisko sprzyja uruchomieniu wielu pierwiastków i ułatwia ich transport do wód.

Potencjalnie niebezpiecznym ogniskiem zanieczyszczenia wód są także osady gromadzone w zbiornikach i osadnikach kopalń powstające podczas przeróbki i wzbogacania wydobytego węgla (Nałęcki, 1990).

Na jakość wód powierzchniowych wpływa nieuregulowana gospodarka odpadami oraz odprowadzanie ścieków z oczyszczalni komunalnych i przemysłowych w Giszowcu, Janowie-Nikiszowcu i Mysłowicach (Program..., 2006, 2008). Niektóre zakłady przemysłowe posiadają własne oczyszczalnie ścieków, ale wiele innych odprowadza ścieki do kanalizacji komunalnej, a zakres ich oczyszczania jest często niewystarczający.

Na obszarze arkusza Katowice nie występują główne zbiorniki wód podziemnych (Kleczkowski, 1990). Od Brynowa na zachodzie, przez Giszowiec do centrum Mysłowic biegnie granica użytkowego poziomu wód podziemnych (UPWP) Mikołów-Sosnowiec, który wydzielono w szczelinowo-porowych utworach karbonu (Rózkowski, Chmura, 1996). Zbiornik znajduje się w rejonie hydrogeologicznym odkrytym, tzn. w zasięgu zasilania bezpośredniego poziomów wodonośnych z powierzchni lub pośrednio przez utwory czwartorzędu.

**Gleby.** Zanieczyszczenie gleb jest spowodowane wieloletnią działalnością górnictwa węgla kamiennego i innych gałęzi przemysłu, rozwojem sieci komunikacyjnej oraz intensywną urbanizacją.

Do zmian właściwości gleb przyczynia się m.in. składowanie odpadów górniczych (hałdy, osadniki) oraz zaburzenia stosunków hydrogeologicznych występujące na skutek eksploatacji węgla. Istotną rolę odgrywa również opad pyłów i gazów przemysłowych oraz spalin motoryzacyjnych, odcieki ze składowisk odpadów i zasolenie dolin rzecznych podczas wysokich stanów wód.

Zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi wynikają głównie z działalności przemysłu, warsztatów naprawczych i środków komunikacji. Lokalnie są wynikiem składowania przeterminowanych środków ochrony roślin, odpadów pogórniczych i pohutniczych oraz

odpadów niebezpiecznych. W glebach Katowic i wzdłuż arterii komunikacyjnych stwierdzano zwiększone zawartości kadmu, cynku i ołowiu (Lis, Pasieczna, 1997; Program..., 2006).

Przekształcenia mechaniczne gleb wywołane są przez zabudowę terenu, utwardzanie i ubijanie podłoża, zdejmowanie pokrywy glebowej lub jej wymieszanie z elementami obcymi oraz formowanie wykopów, nasypów i wyrównań. Tapania przyczyniają się do przekształceń powierzchni terenu, tworzenia zalewisk (Chwastek i in., 1990) a przez to do przekształcenia (oglejenia) gleb.

## **ZAKRES I METODYKA BADAŃ**

Badania wykonane w latach 2007–2010 obejmowały studium materiałów publikowanych i archiwalnych, wyznaczenie miejsc pobierania próbek gleb na mapach topograficznych w skali 1:10 000, pobranie próbek i pomiary współrzędnych w miejscach ich lokalizacji, analizy chemiczne próbek, utworzenie baz danych terenowych i laboratoryjnych, opracowanie wektorowego podkładu topograficznego, obliczenia statystyczne, opracowanie map geochemicznych i mapy geologicznej oraz interpretację wyników. Kolejność prac ilustruje załączony schemat (fig. 1).

## **PRACE TERENOWE**

Próbki gleb pobierano w regularnej siatce 250x250 m (16 próbek/km<sup>2</sup>). Łącznie pobrano próbki gleb z 1329 miejsc. W każdym miejscu pobierano gleby z głębokości: 0,0–0,3 m i 0,8–1,0 m (lub z mniejszej głębokości w przypadku płytszego zalegania skał macierzystych). Próbki gleb (o masie ok. 500 g), pobierane za pomocą ręcznej sondy o średnicy 60 mm, umieszczano w woreczkach płóciennych opatrzonych odpowiednimi numerami i wstępnie suszono na drewnianych paletach w magazynie terenowym.

Próbki osadów i wód powierzchniowych pobierano z rzek, strumieni, rowów melioracyjnych, kanałów, sadzawek i stawów. Odległość między miejscami pobierania próbek na ciekach wynosiła ok. 250 m. Próbki osadów o masie ok. 500 g (i możliwie najdrobniejszej frakcji) pobierano z brzegów zbiorników za pomocą czepaka i umieszczano w pojemnikach plastikowych, o pojemności 500 ml, opisanych odpowiednimi numerami.

Próbki wód powierzchniowych pobierano z tych samych miejsc, z których pobrano próbki osadów wodnych. Przewodność elektryczną właściwą wód (EC) i ich odczyn (pH)

mierzone w terenie. Do pomiarów EC stosowano konduktometr z automatyczną kompensacją temperaturową, przyjmując temperaturę referencyjną 25°C. Próbki wód były filtrowane w terenie przez filtry Millipore 0,45 µm, a po napełnieniu butelek o objętości 30 ml, zakwaszane kwasem azotowym. Butelki opisywano odpowiednimi numerami.

Miejsca pobrania wszystkich próbek zaznaczano na mapach topograficznych w skali 1:10 000 i opisywano odpowiednimi numerami.

Położenie miejsc pobierania próbek określono techniką GPS (*Global Positioning System*), stosując urządzenie wyposażone w zewnętrzną antenę oraz komputer umożliwiający obok pomiarów współrzędnych, rejestrację dodatkowych informacji (wartości pH i EC wód, danych o zabudowie i użytkowaniu terenu oraz o charakterze litologicznym próbek). Pomiar współrzędnych rejestrowano z dokładnością  $\pm 2-10$  m. Przed wyjazdem w teren do pamięci urządzenia GPS wprowadzano sieć współrzędnych miejsc pobierania próbek. Kolejne miejsca pobierania próbek były wyszukiwane w terenie metodą nawigacji satelitarnej. Dla większego bezpieczeństwa wszystkie dane terenowe notowane były również na specjalnie przygotowanych kartach (fig. 2).

## PRACE LABORATORYJNE

**Przygotowanie próbek.** Próbki gleb po przewiezieniu do laboratorium były suszone w temperaturze pokojowej i przesiewane przez sита nylonowe o oczkach 2 mm. Każdą próbkę gleby z głębokości 0,0–0,3 m po przesianiu i kwartowaniu, dzielono na trzy podpróbki: jedną przeznaczoną do analizy chemicznej, drugą do analizy granulometrycznej i trzecią – archiwalną. Każdą próbkę gleby z głębokości 0,8–1,0 m po przesianiu i kwartowaniu, dzielono na dwie podpróbki: jedną przeznaczoną do analizy chemicznej, drugą – archiwalną (fig. 1). Próbki gleb przeznaczone do analiz chemicznych ucierano do frakcji  $<0,06$  mm w agatowych młynach kulowych.

Próbki osadów wodnych były suszone w temperaturze pokojowej, a następnie przesiewane przez sита nylonowe o oczkach 0,2 mm. Frakcję  $<0,2$  mm po kwartowaniu dzielono na dwie podpróbki: jedną przeznaczoną do analizy chemicznej, drugą – archiwalną (fig. 1).

Wszystkie próbki archiwalne zmagazynowano w Państwowym Instytucie Geologicznym-Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie.

**Analizy chemiczne** wykonano w laboratorium chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego-Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie.

Roztworzenie próbek gleb i osadów wodnych przeprowadzono w wodzie królewskiej (1 g próbki do końcowej objętości 50 ml) przez 1 godz. w temp. 95°C w termostатовanym bloku aluminiowym.

Oznaczenia zawartości Ag, Al, As, Ba, 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). Analizy Hg w próbkach gleb i osadów wodnych wykonano metodą spektrometrii absorpcji atomowej z techniką zimnych par (CV-AAS) z systemem przepływowym. Odczyn gleb oznaczono w wyciągach wodnych, a zawartość węgla organicznego w glebach metodą kulometryczną. Oznaczenia zawartości B, Ba, Ca, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, SiO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub>, Sr, Ti i Zn w wodach powierzchniowych przeprowadzono metodą ICP-AES, a zawartości Ag, Al, As, Cd, Cl, Co, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb, Tl i U metodą ICP-MS.

Zestawienie metod analitycznych i granic oznaczalności pierwiastków przedstawiono w tabeli 1.

Poprawność wykonywanych oznaczeń chemicznych sprawdzano poprzez analizę próbek podwójnych (5% ogólnej liczby próbek), analizę materiałów odniesienia z atestowaną zawartością badanych pierwiastków (2% ogólnej liczby próbek) oraz analizę wewnętrznych próbek kontrolnych potwierdzających prawidłowe wykonywanie pomiarów instrumentalnych (5% ogólnej liczby próbek). Stosowano „ślepe próbki” odczynnikowe jak również „ślepe próbki proceduralne”. Czystość odczynników i naczyni kontrolowano za pomocą „ślepych próbek odczynnikowych”. „Ślepe próbki proceduralne” (*sea sand extra pure Merck*) stosowano do sprawdzania możliwości wprowadzenia zanieczyszczeń podczas kolejnych etapów przygotowania próbki.

Dla próbek stałych precyzja oznaczeń wynosi  $\pm 10\text{--}15\%$  (na podstawie analiz próbek podwójnych). Dla próbek wód precyzja wynosi  $\pm 10\text{--}20\%$  (zależnie od zawartości pierwiastka).

**Analizy granulometryczne** gleb z głębokości 0,0–0,3 m wykonano w laboratorium hydrogeologicznym i geologiczno-inżynierskim Państwowego Instytutu Geologicznego-Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie metodą laserowego pomiaru wielkości cząstek. Zaletami metody laserowej są: niewielka masa analizowanej próbki (do 1 g), szybkość pomiaru oraz znaczna dokładność w odniesieniu do niektórych frakcji (Dębicki i in., 2002).



Badania składu ziarnowego przeprowadzono metodą odbiegającą od analiz tradycyjnych (wykonywanych metodą sitowo-sedymentacyjną zgodnie z klasyfikacją przyjętą w podziałach międzynarodowych FAO-ISRIC, 1990 i USDA, 1990). Porównania wyników składu ziarnowego uzyskane metodą sitowo-sedymentacyjną i metodą laserową, wskazują na znaczne różnice w zawartości poszczególnych frakcji (Issmer, 2000; Kasza, 1992). Bezpośrednie wykorzystanie wyników uzyskanych za pomocą tej metody nie umożliwia zatem podziału gleb według kryteriów gleboznawczych. Dane są natomiast bardzo pomocne przy interpretacji wyników badań geochemicznych.

Wyniki analiz granulometrycznych (po przeliczeniu na udziały procentowe) przedstawiono na mapach z uwzględnieniem wybranych klas ziarnowych: 1,0–0,1 mm – frakcja piaszczysta, 0,1–0,02 mm – frakcja pylasta i <0,02 mm – frakcja ilasta (tabl. 4–6).

## **BAZY DANYCH I KONSTRUKCJA MAP GEOCHEMICZNYCH**

**Podkład topograficzny.** Jako podkładu map geochemicznych w skali 1:25 000 użyto najbardziej aktualnej mapy topograficznej w skali 1:50 000 w układzie współrzędnych 1992, arkusz Katowice M-34-63-A (zapis wektorowy VMap L2). Mapa topograficzna zawiera następujące wektorowe warstwy informacyjne:

- rzeźba terenu,
- hydrografia (z podziałem na rzeki, strumienie, rowy i zbiorniki wód stojących),
- sieć komunikacji drogowej (z podziałem według klas),
- sieć kolejowa,
- zabudowa terenu (z podziałem na zabudowę wiejską, miejską oraz przemysłową),
- lasy,
- tereny przemysłowe (obiekty przemysłowe, wyrobiska kopalniane, hałdy i osadniki).

**Mapa geologiczna.** Dla ilustracji budowy geologicznej badanego obszaru wykorzystano Szczegółową mapę geologiczną Polski 1:50 000 arkusz Katowice (Biernat, Krysowska, 1956). Poprzez cyfrowanie poszczególnych elementów mapy geologicznej utworzono ich obrazy wektorowe, które następnie połączono z podkładem topograficznym w formie mapy geologicznej w skali 1:25 000 (tabl. 1).

**Bazy danych.** Utworzono oddzielne bazy danych dla:

- gleb z głębokości 0,0–0,3 m,
- gleb z głębokości 0,8–1,0 m,
- osadów wodnych,

– wód powierzchniowych.

Bazy danych gleb zawierają: numery próbek, wyniki pomiarów współrzędnych w miejscach pobierania próbek, zapis obserwacji terenowych (rodzaj zabudowy, użytkowanie terenu, gatunek gleby, lokalizacja miejsca pobierania próbek – powiat, gmina, miejscowość), datę i nazwisko osoby pobierającej próbkę oraz wyniki analiz chemicznych.

Bazy danych osadów wodnych i wód powierzchniowych zawierają: numery próbek, wyniki pomiarów współrzędnych w miejscach pobierania próbek, zapis obserwacji terenowych (rodzaj zabudowy, użytkowanie terenu, rodzaj zbiornika wodnego, gatunek osadu, lokalizacja miejsca pobierania próbek – powiat, gmina, miejscowość), datę i nazwisko osoby pobierającej próbkę oraz wyniki analiz chemicznych.

**Obliczenia statystyczne.** Bazy danych służyły do wydzielenia podzbiorów do obliczeń statystycznych według różnych kryteriów środowiska, na przykład: zawartości pierwiastków w glebach terenów przemysłowych, glebach leśnych, glebach miejskich (tab. 2 i 3) oraz w osadach wodnych i w wodach poszczególnych zbiorników (tab. 4 i 5), jak również do tworzenia map geochemicznych. Obliczenia parametrów statystycznych wykonano zarówno dla całych zbiorów, jak i podzbiorów dla gleb, osadów wodnych i wód powierzchniowych. Do obliczeń statystycznych przyjmowano zawartość równą połowie limitu detekcji danej metody analitycznej, w przypadku zawartości pierwiastków poniżej granicy oznaczalności tej metody. Wyliczano średnią arytmetyczną, średnią geometryczną, medianę oraz wartość minimalną i maksymalną. Dane te dla poszczególnych pierwiastków i wskaźników zestawiono w tabelach 2–5 oraz zamieszczono na mapach geochemicznych. Obliczone wskaźniki służyły do wyznaczania klas zawartości przy tworzeniu map geochemicznych.

**Opracowanie map.** Dla arkusza Katowice opracowano następujące mapy (tabl. 2–63):

- zabudowa terenu,
- użytkowanie terenu,
- zawartość węgla organicznego oraz frakcji piaszczystej, pylastej i ilastej w glebach z głębokości 0,0–0,3 m,
- pH w glebach z głębokości 0,0–0,3 m i 0,8–1,0 m,
- zawartość Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V i Zn w glebach z głębokości 0,0–0,3 m i 0,8–1,0 m oraz w osadach wodnych,
- pH i EC oraz zawartość Ag, Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Cl, Co, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Rb, Sb, SiO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub>, Sr, Ti, Tl, U i Zn w wodach powierzchniowych,

– klasyfikacja gleb z głębokości 0,0–0,3 m wskazująca właściwy sposób ich użytkowania (z wydzieleniem grup użytkowania gleb na podstawie Rozporządzenia..., 2002).

Zabudowę i użytkowanie terenu oraz klasyfikację gleb z zakresu głębokości 0,0–0,3 m wskazującą właściwy sposób ich użytkowania przedstawiono w postaci map punktowych (tabl. 2, 3 i 63).

Do przedstawienia rozkładu klas ziarnowych (tabl. 4–6) oraz zawartości pierwiastków w glebach wybrano izoliniową (obszarową) metodę opracowania map ze względu na jej przejrzystość i czytelność. Izoliniowe mapy geochemiczne utworzono z użyciem programu Surfer, stosując metodę *Inverse Distance to a Power*. Klasy zawartości pierwiastków dobierano stosując postępowanie geometryczne.

Odczyn gleb (tabl. 7 i 8) przedstawiono według skali przyjętej w gleboznawstwie (z podziałem na gleby kwaśne, obojętne i zasadowe).

Mapy geochemiczne gleb opracowano dla zbioru wyników analiz chemicznych arkusza Katowice i arkuszy sąsiednich w skali 1:25 000, aby uniknąć niezgodności na granicy arkuszy. Z utworzonych map monopierwiastkowych wycinano arkusz Katowice i łączono z podkładem topograficznym.

Mapy geochemiczne osadów wodnych i wód powierzchniowych opracowano oddzielnie dla arkusza Katowice. Utworzono je w formie kartodiagramów kołowych, przypisując im odpowiednie średnice do poszczególnych klas zawartości, ułożonych najczęściej w postępie geometrycznym.

Sporządzając mapę klasyfikacji gleb powierzchniowych (tabl. 63), wskazującą właściwy sposób ich użytkowania, wyniki badań geochemicznych odniesiono do wartości stężeń dopuszczalnych metali określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (2002), zgodnie z zaleceniem „glebę lub ziemię uznaje się za zanieczyszczoną, gdy stężenie co najmniej jednej substancji przekracza wartość dopuszczalną”.

Na podstawie zawartości każdego z badanych metali (wymienionych w Rozporządzeniu..., 2002) każda z badanych próbek gleb została zaklasyfikowana do grupy A, B lub C. W przypadku jednakowych granic wartości dopuszczalnych dla grupy A i B (wyznaczonych w Rozporządzeniu..., 2002 dla arsenu, baru i kobaltu) przyjęto zasadę klasyfikacji gleb do grupy A, korzystniejszej dla użytkownika i pozwalającej na wielofunkcyjne wykorzystywanie terenu.

Dla celów publikacji mapy geochemiczne opracowano poprzez połączenie parami na jednej tablicy mapy geochemicznej gleb z głębokości 0,0–0,3 m z mapą geochemiczną osadów wodnych oraz mapy geochemicznej gleb z głębokości 0,8–1,0 m z mapą

geochemiczną wód powierzchniowych. Ten sposób prezentacji pozwala na bezpośrednie porównanie obrazów geochemicznych różnych środowisk. Kierując się wygodą użytkownika, mapy (opatrzone skalą liniową) wydrukowano w formacie nieco pomniejszonym (A3). Zabieg ten nie spowodował pominięcia żadnego szczegółu treści map. Dla zainteresowanych mapami w skali 1:25 000 istnieje możliwość udostępnienia całości opracowania lub poszczególnych map drukowanych na ploterze.

## WYNIKI BADAŃ

### GLEBY

Oprócz naturalnych czynników glebotwórczych na jakość gleb wpływają czynniki antropogeniczne, które przyczyniają się do zmian ich właściwości fizykochemicznych i budowy profili. Procesy degradacji gleb występują przede wszystkim na terenach obiektów przemysłowych, w miejscach składowania odpadów, w dolinach rzecznych, w rejonach zurbanizowanych oraz w sąsiedztwie szlaków komunikacyjnych.

Skalami macierzystymi gleb na arkuszu są utwory różnorodne litologicznie i wiekowo (tabl. 1). Wytworzyły się z nich różne typy i rodzaje gleb o cechach geochemicznych odzwierciedlających skład chemiczny skał podłoża. Na piaskowcach karbonu i piaszczystych osadach wodnolodowcowych czwartorzędu rozwinęły się gleby bielice i pseudobielice a na glinach zwałowych – gleby brunatne i płowe. Znaczne powierzchnie zajmują gleby antropogeniczne (Program..., 2006, 2008).

Sposób użytkowania gleb zależy od ich składu chemicznego. Gleby piaszczyste, najmniej zasobne w składniki pokarmowe, porastają lasy, a gleby bogatsze są użytkowane jako pola i łąki (tab. 2).

**Skład granulometryczny.** Jednym z czynników wpływających na zawartość pierwiastków chemicznych w glebach jest ich granulometria. Dla gleb o znacznym udziale frakcji ilastej, zwanej również spławianą (<0,02 mm) i pylastej (0,1–0,02 mm) dopuszcza się zwykle wyższe stężenia graniczne przy opracowywaniu zaleceń ich użytkowania (Kabata-Pendias i in., 1995). Ten sposób opracowania wytycznych wynika z faktu wyższych zawartości pierwiastków i ich mniejszej zdolności migracyjnej w tych glebach.

Zróznicowanie składu ziarnowego badanych gleb wiąże się wyraźnie z litologią skał macierzystych. Najliczniej reprezentowane są gleby piaszczyste o zawartości >75% frakcji 1,0–0,1 mm (tabl. 4), utworzone na piaskowcach karbońskich, plejstocenijskich osadach lodowcowych i wodnolodowcowych oraz na utworach rzecznych (tabl. 1). Gleby te

charakteryzują się niewielką zawartością (<10%) frakcji pylastej (0,1–0,02 mm) i ilastej (<0,02 mm) i są przeważnie porośnięte lasami.

Udział gleb wzbogaconych we frakcję pylastą i ilastą wzrasta na wychodniach łupków karbońskich oraz plejstocenijskich glin zwałowych. Zawartość tych frakcji waha się najczęściej w przedziale 10–15% (tabl. 5 i 6). Gleby wzbogacone w drobne frakcje tworzą dość zwarte obszary wzdłuż wschodniej i zachodniej granicy arkusza.

**Odczyn.** Zarówno w warstwie powierzchniowej jak i na głębokości 0,8–1,0 m przeważają gleby o odczynie kwaśnym (tabl. 7 i 8). Bardzo kwaśnym odczynem (pH<5) charakteryzują się gleby warstwy powierzchniowej w lasach południowej i środkowej części arkusza (tabl. 7).

Gleby o odczynie zasadowym (pH>7,4), a miejscami silnie zasadowym (pH >8), występują w dzielnicach z zabudową miejską, oraz w otoczeniu kopalń. W zakresie głębokości 0,8–1,0 m rejon gleb zasadowych zajmują mniejsze powierzchnie, co świadczy o antropogenicznym źródle alkalizacji. Zwiększenie odczynu można wiązać z rozpraszaniem dużych ilości pyłów pochodzących z przemysłowego spalania węgla bogatego w związki wapnia i magnezu (Rózkowska, Ptak, 1995b). Dodatkowym źródłem alkalizacji są pyły dalekosiężnych imisji przemysłowych z rejonów sąsiadujących z arkuszem.

Gleby o odczynie obojętnym (pH 6,8–7,4) występują na niewielkich obszarach w południowo-wschodniej i północnej części arkusza.

**Geochemia.** W zależności od warunków fizykochemicznych środowiska procesy glebotwórcze doprowadziły do różnych zmian składu chemicznego gleb w stosunku do skał macierzystych, jednak najczęściej podstawowe cechy geochemiczne skał pierwotnych są zachowane.

Przeciętne zawartości większości pierwiastków w glebach warstwy powierzchniowej (wyrażone wartościami median) są zbliżone do wartości tła geochemicznego regionu śląsko-krakowskiego (tab. 2). Około dwukrotne wzbogacenie występuje w przypadku baru, chromu, tytanu i wanadu, co można wiązać z rozwojem większości gleb z ilastych utworów karbonu obfitujących w te pierwiastki.

Najmniejszymi zawartościami pierwiastków litogenicznych – glinu, kobaltu, chromu, żelaza, manganu, niklu, strontu, tytanu i wanadu – charakteryzują się gleby z obydwu zakresów głębokości, utworzone na plejstocenijskich utworach piaszczystych, pokrywających środkową i południową część arkusza. Większe zawartości tych pierwiastków stwierdzono w glebach rozwiniętych na wychodniach skał karbońskich oraz czwartorzędowych glin

zwałowych. Małe zawartości wiążą się z ubogim składem chemicznym skał podłoża i ich kwaśnym odczynem, który sprzyja ługowaniu pierwiastków.

Wśród pierwiastków pochodzenia litogenicznego specyficznym rozkładem przestrzennym wyróżnia się bar. Na zawartość baru w glebach wpływają jego naturalnie zwiększone ilości, charakterystyczne dla skał ilastych oraz źródła antropogeniczne. Wśród skał osadowych karbońskie łupki ilaste, stanowiące skały macierzyste niektórych gleb, wykazują największą tendencję gromadzeniu baru. Zawierają go średnio 550 mg/kg (Čurlík, Šefčík, 1999; Kabata-Pendias, Pendias, 1999). Bar jest też naturalnym składnikiem węgla kamiennego (Różkowska, Ptak, 1995a), a jego przemysłowe spalanie powoduje rozpraszanie tego pierwiastka wraz z pyłami. Zanieczyszczenie gleb barem wokół obiektów kopalnianych wiąże się prawdopodobnie z pompowaniem wód słonych, w których jest dużo rozpuszczonych chlorków baru i strontu, wytrącających się przy mieszaniu z wodami siarczanowymi przy powierzchni terenu.

Rozpraszanie pyłów z Katowic, Mysłowic i innych miast aglomeracji oraz z terenów ciepłowni kopalnianych zaznacza się w przestrzennym rozkładzie zawartości wapnia. W powierzchniowej warstwie gleby o zawartości  $>0,50\%$  wapnia zajmują większe obszary niż na głębokości 0,8–1,0 m. Generalnie bogatsze w wapń są gleby północnej części arkusza, położonej bliżej centrum aglomeracji górnośląskiej.

Zawartość węgla organicznego w powierzchniowej warstwie gleb pozostaje najczęściej w zakresie 1,5–6,0%. Ilości przekraczające 12% występują w rejonach wydobywania, składowania i sortowania węgla. A w najbliższym sąsiedztwie kopalń (obok zakładu głównego i szybu Jan Henryk w Wesołej, przy kopalni Staszic na Giszowcu i w rejonie szybu Pułaski KWK Wieczorek) koncentracja węgla organicznego osiąga 30–58,2% na skutek domieszek węgla w glebie.

Przeciętna zawartość fosforu w powierzchniowej warstwie gleb wynosi 0,022%, najczęściej spotykane są wahania w granicach 0,015–0,030%, zaś ilość siarki rzadko przekracza 0,080%. Zwiększone zawartości fosforu ( $>0,03\%$ ) dobrze korelują z rozkładem wapnia i zajmują znacznie większe obszary w powierzchniowej warstwie w porównaniu z glebami z głębokości 0,8–1,0 m. Źródłem tego pierwiastka są zarówno nawozy sztuczne (stosowane kiedyś na polach, które obecnie są w większości nieużytkami) jak i zrzuty ścieków komunalnych. Gleby o zawartości siarki  $>0,160\%$  występują lokalnie w pobliżu hałd i szymbów kopalnianych. Maksymalną zawartość siarki (2,166%) stwierdzono na terenie KWK Wieczorek w Nikiszowcu, gdzie występuje też wyraźna anomalia rtęci ( $>1,60$  mg/kg) oraz

wzbogacenie gleb w arsen, bar, wapń, ołów i stront. Wraz z głębokością zmniejsza się zawartość siarki i fosforu.

Do najsilniej zanieczyszczonych metalami należą gleby na terenie Janowa Miejskiego w Mysłowicach, gdzie zanotowano anomalie srebra ( $>4$  mg/kg), arsenu ( $>80$  mg/kg), kadmu ( $>8$  mg/kg), miedzi ( $>80$  mg/kg), rtęci ( $>0,40$  mg/kg), ołowiu ( $>250$  mg/kg) i cynku ( $>1000$  mg/kg). Anomalie te są efektem działalności niewielkich historycznych hut cynku, które powstawały obok kopalń węgla. Tuż za północną granicą arkusza (w Katowicach Szopienicach) mieściła się huta cynku Wilhelmina (Degenhardt, 1870), prowadząca produkcję w latach 1834–1928.

W latach 1841–1871 cynk produkowano w hucie Arnold (Falecki, 2010; Szafraniec, 1996), która miała siedem pieców do wytopu cynku. Prowadziły do niej drogi leśne przystosowane do przewozu rud cynku i węgla. W celu ich utwardzenia wysypywano je szlaką pohnutniczą, co spowodowało zanieczyszczenie gleb istniejące do czasów współczesnych. Obszar dawnej huty wyznaczają dzisiejsze ulice: Strumienna, Leśnego Potoku i Spacerowa w Katowicach. Pozostałością po jej działalności są bryły żuźlowych spieków pozostawione w lesie na prawym brzegu Boliny, w miejscu gdzie znajdowały się hale hutnicze.

W bliskim sąsiedztwie huty Arnold znajdowała się huta cynku Amalia. Pamiątką po hucie jest ulica w Janowie o tej samej nazwie. W niewielkiej odległości (na terenie zajęтым współcześnie przez ogródki działkowe w dzielnicy Ćmok) mieściły się huty Rozalia i Aleksander. Śladem po działalności hut jest pozostałość nasypu Kolejki Konnej Galmanu, którą transportowano do nich rudę. Z powodu wysokich kosztów sprowadzania rud cynku z rejonu tarnogórskiego i olkuskiego od połowy XIX w. następował powolny upadek myślowickiego przemysłu cynkowego, lecz zapis jego działalności w postaci stwierdzonych anomalii kadmu, ołowiu i cynku jest doskonale czytelny.

W pobliżu trasy Kolejki Konnej Galmanu w Janowie, w powierzchniowej warstwie gleb występuje lokalna anomalia srebra (do 62 mg/kg), a na głębokości 0,8–1,0 m anomalie rtęci (do 11,34 mg/kg) i miedzi (do 4274 mg/kg), których źródło jest trudne do ustalenia.

Lokalne wzbogacenia powierzchniowej warstwy gleb w metale w innych rejonach arkusza wiążą się z różnymi źródłami antropogenicznymi. W rejonie szybów kopalni Murcki w Bożych Darach gleby są wzbogacone w srebro ( $>4$  mg/kg), glin ( $>1,60\%$ ), miedź ( $>160$  mg/kg), rtęć ( $>0,40$  mg/kg), ołów ( $>250$  mg/kg) i stront ( $>80$  mg/kg), a tę silną degradację wiązać można z procesami technologicznymi mieszczącego się tu dawniej oddziału papierni Czulfów.

Wzbogacenia w kadm, miedź, ołów, nikiel, stront i cynk, zaznaczające się wyraźniej na głębokości 0,8–1,0 m, zanotowano w glebach dzielnicy Muchowiec w Katowicach. Przyczyną zwiększonych zawartości metali są prawdopodobnie zanieczyszczone grunty antropogeniczne wykorzystane do budowy lotniska, kompleksu rekreacyjnego i parkingów dla parku Dolina Trzech Stawów.

Na terenie częściowo zlikwidowanej stacji kolejowej Katowice Muchowiec występują zwiększone ilości kadmu, chromu, miedzi, manganu, niklu, ołowiu, strontu i cynku, a także wapnia i magnezu, związane prawdopodobnie z przeładunkiem towarów oraz ściekami i spływami powierzchniowymi ze stacji.

Lokalna anomalia ołowiu ( $>1000$  mg/kg) o trudnym do ustalenia pochodzeniu, występuje w glebach powierzchniowych na terenie osiedla Bohdanowicza w Murckach.

W pobliżu hałd i obiektów kopalń gleby zawierają zwiększone ilości niektórych metali. Przykładem są tereny zakładów głównych kopalń Wesoła i Murcki, gdzie stwierdzono wzbogacenie gleb w chrom i nikiel ( $>40$  mg/kg).

W pobliżu Cegielni-Murcki zawartość żelaza w glebach z obydwu zakresów głębokości przekracza 8%, a manganu 3200 mg/kg. Wzbogacenie gleb w żelazo i mangan w tym rejonie oraz w dolinach Ślepiotki i Rowu Murckowskiego (dawniej Miedawy) może się wiązać z nagromadzeniem żelazowanych ilów używanych do produkcji cegieł lub historyczną eksploatacją rud darniowych. Tereny leśne wokół Murcek kiedyś nosiły nazwę Rudne Kotłiska i słynęły z wydobywania rud żelaza (Murcki..., 2010). W powierzchniowej warstwie gleb zaobserwowano tu również podwyższone ilości kadmu, kobaltu, strontu i cynku.

Udział obszarów gleb zanieczyszczonych w różnym stopniu kadmem, ołowiem i cynkiem zestawiono w tabeli 6. Na przeważającym obszarze arkusza (81,87% powierzchni) gleby warstwy powierzchniowej zawierają poniżej 4 mg/kg kadmu. Zawartość ołowiu  $<100$  mg/kg stwierdzono dla 58,92% gleb, a zawartość cynku  $<500$  mg/kg dla 84,66% gleb.

Gleby silnie zanieczyszczone kadmem ( $>16$  mg/kg), ołowiem ( $>500$  mg/kg) i cynkiem ( $>2500$  mg/kg) zajmują tylko 1,50–2,86% powierzchni arkusza w warstwie powierzchniowej i 0,36–0,63% na głębokości 0,8–1,0 m.

Dla gleb z głębokości 0,0–0,3 m przeprowadzono ocenę stopnia zanieczyszczenia metalami, klasyfikując je do grup użytkowania A, B i C na podstawie zawartości dopuszczalnych (tab. 7). Przy klasyfikacji sumarycznej stosowano zasadę zaliczania gleb do danej grupy, gdy zawartość co najmniej jednego pierwiastka przekraczała wartość dopuszczalną. Ze względu na zawartość metali 14,97% spośród badanych gleb zaliczono do grupy A.



Do grupy B zaklasyfikowano 32,28% analizowanych próbek, a do grupy C – 52,75%. Warunki wielofunkcyjnego użytkowania spełniają gleby zaliczone do grup A i B. Gleby zaklasyfikowane do grupy C występują głównie na terenach zabudowy miejsko-przemysłowej Katowic i Mysłowic (tabl. 63). Klasyfikacja wskazuje, jak powinien być użytkowany dany teren zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia...(2002). W wielu przypadkach aktualne użytkowanie jest niewłaściwe i wymaga co najmniej monitorowania, a niekiedy rekultywacji. Stężenia metali w glebach niektórych lasów, pól, łąk i ogrodów są tak duże, że tereny te powinny być użytkowane tylko jako obszary przemysłowe.

## OSADY WODNE

Badane osady pochodzą z cieków i zbiorników w zlewniach rzeki Rawy oraz potoków Bolina, Przyrwa, Pstrążnik, Ślepiotka, Rów Murckowski. Na skład chemiczny ich aluwii dominujący wpływ ma litologia podłoża i zrzuty wód kopalnianych.

W analizowanych osadach do pierwiastków pochodzących głównie z erozji gleb i ich skał macierzystych należą: glin, arsen, bar, wapń, magnez, żelazo, mangan, fosfor, siarka, tytan i wanad. Ich zawartości wahają się znacznie w poszczególnych zlewniach, a ilości przeciętne (wyrażone wartościami median) dla większości pierwiastków są dwu- lub trzykrotnie większe od wartości tła geochemicznego regionu śląskiego (tab. 4).

Przy charakterystyce osadów uwagę poświęcono przede wszystkim składnikom pochodzącym ze źródeł antropogenicznych. Są to metale ciężkie i inne pierwiastki uruchomione na skutek działalności gospodarczej człowieka i kumulowane w osadach, a ich toksyczne oddziaływanie na ekosystemy wodne jest od dawna dokumentowane (Bojakowska, Sokołowska, 2001; Burton, Landrum, 2003; Calmano, Förstner, 1995; Wolska i in., 1999).

**Bolina i jej zlewnia.** Potok Bolina powstaje z połączenia dwóch mniejszych potoków Boliny Zachodniej i Boliny Południowej I. Obszar źródłowy Boliny Zachodniej leży między Ochojcem, Murckami i Muchowcem. Potok zasila stawy Barbara i Janina w części źródłowej oraz staw Małgorzata i zbiornik Bolina (położone między Giszowcem i Janowem). Bolina Południowa I ma swe źródła na południu Giszowca. W okolicach Janowa do Boliny wpada Bolina Południowa II (Czarny Potok) wypływająca z Wesolej.

Bolina i jej dopływy odwadniają tereny leśne, dzielnice mieszkaniowe i rejon przemysłowe oraz przyjmują ścieki z tymczasowej oczyszczalni Giszowiec (nie spełniającej aktualnych wymagań stopnia oczyszczania) i starych oczyszczalni mechaniczno-biologicznych Nikiszowca i Janowa, oczyszczających tylko znikomą część ścieków (Katowice..., 2010).

Aluwia zlewni zawierają przeciętnie 1–2,5% glinu, 1–2,5% wapnia oraz 100–250 mg/kg strontu, których głównym źródłem są wietrzejące skały podłoża.

W obszarach źródłowych do Boliny Zachodniej i Południowej I zrzucane są wody i ścieki kopalniane, co skutkuje wzbogaceniem osadów w bar (do 400–500 mg/kg), kobalt (do 80 mg/kg), żelazo (do 7,91%) i mangan (3000–4000 mg/kg). Szczególnie zanieczyszczone metalami są osady niewielkiego prawostronnego cieką, wpadającego do Boliny powyżej stawu Janina. Zanotowano tu zwiększone zawartości niklu (do 72 mg/kg), ołowiu (do 1410 mg/kg) i cynku (do 1031 mg/kg), a także arsenu, baru, kadmu i miedzi, co przypuszczalnie związane jest z odprowadzaniem ścieków z warsztatów remontowych przy szybie Jakub kopalni Murcki.

Poniżej miejsca zrzutu ścieków z oczyszczalni miejskiej i oczyszczalni ścieków kopalnianych w Giszowcu w osadach zaznacza się niewielki wzrost zawartości metali oraz fosforu (>0,160%) i siarki (>0,600%).

W aluwkach dolnego odcinka Boliny i cieków zasilających ją w tym rejonie występują bardzo silne zanieczyszczenia metalami, spowodowane zrzutami mieszaniny ścieków komunalnych i przemysłowych z kilku oczyszczalni. Zawartość srebra osiąga tu 3 mg/kg, kadmu 22 mg/kg, chromu 654 mg/kg, miedzi 2520 mg/kg, żelaza 17,90%, rtęci 2,44 mg/kg, niklu 80 mg/kg, ołowiu 470 mg/kg i cynku 7060 mg/kg.

Osady Boliny Południowej II, przepływającej przez tereny historycznych hut cynku, są wzbogacone punktowo w metale (32 mg/kg kadmu, 50 mg/kg miedzi, 250 mg/kg ołowiu i 3200 mg/kg cynku).

Aluwka stawów rybnych i rekreacyjnych (Janina, Barbara, Małgorzata, Górnik i Bolina) charakteryzują się niewielkimi zawartościami badanych pierwiastków. Nieco zwiększone ich ilości stwierdzono w osadach stawów znajdujących się poniżej miejsca zrzutu ścieków z oczyszczalni w Giszowcu oraz w opuszczonych i zarastających stawach w Janowie. W aluwkach stawu położonego na północy Nikiszowca zanotowano anomalie miedzi (1835 mg/kg), ołowiu (830 mg/kg) i cynku (682 mg/kg).

**Przyrwa i jej zlewnia.** Źródła cieką, noszącego też nazwę Potok Ławecki, położone są na terenie leśnym, w sąsiedztwie rezerwatu przyrody Las Murkowski. W swoim biegu potok zasila staw rekreacyjny Wesoła Fala, poniżej niego przyjmuje wody dołowe z kopalni Wesoła, a następnie ścieki komunalne z oczyszczalni osiedla KWK Wesoła.

Osady strumienia i jego zlewni zawierają bar, kadm, kobalt, chrom, żelazo, mangan, nikiel, siarkę, stront, tytan, wanad i cynk w ilościach około dwukrotnie przekraczających

wartości regionalnego tła geochemicznego (tab. 4), co wiąże się z obfitością tych pierwiastków w ilastych łupkach karbonu i glinach zwałowych budujących podłoże zlewni.

W obszarach źródłowych Przyrwy i jej dopływów aluwia zawierają znaczne ilości glinu (0,5–2%), baru (200–300 mg/kg), kobaltu (20–40 mg/kg), żelaza (2–4%) i manganu (1500–3000 mg/kg). Cieki w tym rejonie okresowo wysychają, co może przyczyniać się do kumulacji metali, których źródłem są prawdopodobnie odpady po historycznej eksploatacji rud darniowych. Zawartości strontu i tytanu (>100 mg/kg) są jednolite w całej zlewni.

W składzie osadów zlewni bardzo wyraźnie zaznaczają się lokalne anomalie w miejscach zrzutu ścieków komunalnych. Aluwia lewobrzeżnego dopływu Przyrwy zawierają do 1,740% fosforu, który przypuszczalnie pochodzi z niekontrolowanego zrzutu ścieków komunalnych wprost do wód powierzchniowych w dzielnicach Wesoła i Krasowy, pozbawionych systemu kanalizacji. Po przyjęciu ścieków z oczyszczalni osiedla KWK Wesoła w aluwiach Przyrwy dochodzi do kumulacji fosforu (0,500–0,900%) i siarki (1–2%). Zaznacza się także ich wzbogacenie w kobalt i chrom (15–30 mg/kg), miedź (20–50 mg/kg) i rtęć (0,20–0,40 mg/kg).

Aluwia stawu kąpielowego Wesoła Fala zawierają nieznaczne ilości analizowanych pierwiastków.

**Rów Murckowski i jego zlewnia.** W południowo-zachodniej części arkusza położony jest źródłowy odcinek potoku, zanieczyszczany w tym rejonie zrzutami wód kopalnianych KWK Murcki oraz ściekami komunalnymi i przemysłowymi.

Wzbogacenia w zespół pierwiastków litogenicznych w osadach strumienia i cieków jego zlewni są identyczne jak w zlewni Przyrwy. Największe zawartości baru, kobaltu, żelaza, niklu, strontu i manganu stwierdzono w aluwiach osadnika przy pompowni KWK Murcki. W osadach sąsiadującego z nim cieku (który przyjmuje ścieki z oddziału zamiejscowego papierni Czulów w Bożych Darach i KWK Murcki) zanotowano wzbogacenie w chrom (109 mg/kg), miedź (157 mg/kg), ołów i cynk, a w mniejszym stopniu w nikiel i fosfor.

Lokalne zwiększenia zawartości metali występują w osadach cieków odwadniających rejon hałd górniczych w Murckach i Bożych Darach oraz tereny poprzemysłowe w Murckach, zajęte przez bazy transportowe.

**Zlewnia Pstrążnika.** Charakterystyczną cechą osadów jest ich wzbogacenie w bar (200–550 mg/kg), wapń (2–5%) i stront (200–650 mg/kg). Pierwiastki te dostarczane są z wodami kopalnianymi KWK Wesoła i zatrzymywane w osadach.

W niektórych miejscach zaznacza się punktowe wzbogacenie aluwii w metale. W rowach zasilających Pstrążnik (szczególnie w pobliżu drogi i torów kolejowych) zanotowano anomalie kadmu (41 mg/kg), kobaltu (56 mg/kg), miedzi (66 mg/kg), ołowiu (228 mg/kg) i cynku (1882 mg/kg) oraz wzbogacenia w arsen, glin, mangan i żelazo (>6%).

**Zlewnia Ślepiotki.** Osady zlewni Ślepiotki, odwadniającej niezabudowane tereny leśne, są zanieczyszczone w niewielkim stopniu. W organicznych osadach zarastającej sadzawki (przy granicy arkusza) oraz w aluviach źródłowego odcinka Ślepiotki występują lokalne wzbogacenia w kadm (do 45 mg/kg), rtęć (0,15 mg/kg), kobalt (do 80 mg/kg), żelazo (do 15,20%), mangan (do 2900 mg/kg), nikiel (do 70 mg/kg), cynk (do 2900 mg/kg) i fosfor (0,130-0,160%) prawdopodobnie spowodowane spływami powierzchniowymi ze stacji kolejowej Katowice Murcki.

**Zlewnia Rawy** obejmuje teren północno-zachodniej części arkusza, odwadniany przez Potok Leśny, przepływający przez park miejski Dolina Trzech Stawów. Zawartości analizowanych pierwiastków w jego osadach są podobne jak w innych ciekach arkusza. W rejonie ogródków działkowych na Muchowcu zanotowano punktowe wzbogacenia w kadm (do 27 mg/kg), mangan (1700 mg/kg) i cynk (do 2100 mg/kg).

Zbiorniki wód stojących na terenie zlewni gromadzą osady skażone metalami.

Znacznie zanieczyszczone są osady w stawie Łąka (przy północnej granicy arkusza). Zawierają 305 mg/kg arsenu, 1500 mg/kg ołowiu, 0,69 mg/kg rtęci, 26 mg/kg kadmu i 8080 mg/kg cynku. Anomalie tych pierwiastków zanotowano również w powierzchniowej warstwie gleb a ich źródłem jest przypuszczalnie wykorzystanie zanieczyszczonego materiału przy budowie zbiornika.

Osady sadzawek (w większości zaniedbanych i zaśmieconych) na terenie Muchowca i Brynowa są wzbogacone w wiele oznaczanych pierwiastków. Aluwia stawu na osiedlu Zgrzebionka gromadzą chrom (62 mg/kg), nikiel (119 mg/kg) i siarkę (2,74%). Wzbogacenie w miedź (do 100 mg/kg) zanotowano w stawie na terenie ogródków działkowych w Muchowcu. Anomalne ilości miedzi (1835 mg/kg), ołowiu (830 mg/kg) i cynku (682 mg/kg) stwierdzono w osadach zarastającego stawu na północy Nikiszowca, gdzie źródłem metali są prawdopodobnie spływy powierzchniowe z zanieczyszczonych gleb.

## WODY POWIERZCHNIOWE

**Bolina i jej zlewnia.** Wody zlewni charakteryzują się najczęściej odczynem słabo zasadowym lecz dużą zmiennością w granicach 3,2–9,9 (tab. 5). Najmniejszą wartość pH

zanotowano w wodach niewielkiego dopływu Boliny, w lasach powyżej stawu Janina. Wartości EC wahają się od 0,09 do 26,85 mS/cm. W obszarach źródłowych Boliny i jej dopływów mineralizacja jest nieznaczna (0,15–0,16 mS/cm). Gwałtowny wzrost przewodnictwa elektrycznego (6–26,85 mS/cm) następuje w wodach Boliny poniżej oczyszczalni ścieków w Giszowcu (która jest też odbiornikiem słonych wód dołowych z KWK Staszic) oraz Boliny Południowej I (poniżej oczyszczalni przy szybie KWK Wieczorek w Giszowcu). Wartość przewodnictwa wód wskazuje na ich znaczną degradację, biorąc pod uwagę, że już EC powyżej 1 mS/cm jest dowodem zanieczyszczenia (Witczak, Adameczyk, 1994).

Zła jakość wód Boliny wiąże się głównie ze skoncentrowaniem pierwiastków pochodzących z zasolonych wód zrzucanych przez kopalnie węgla kamiennego. Należą do nich: bar, bor, chlor, potas, lit, magnez, sód, rubid, antymon, siarczany, stront i uran. Przeciętne zawartości boru, baru i manganu kwalifikują analizowane wody do klasy III, wapnia – do klasy IV, a ilości chloru, litu, magnezu, fosforu i siarczanów są charakterystyczne dla klasy V (tab. 5).

W wodach Boliny i jej dopływów z rejonu Giszowca ilość boru osiąga 1661  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ , chloru 9375  $\text{mg}/\text{dm}^3$ , potasu 136,5  $\text{mg}/\text{dm}^3$ , litu 694,7  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ , sodu 4799,2  $\text{mg}/\text{dm}^3$ , strontu 12 922  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ , rubidu 145,2  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  i uranu 1,61  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ . Są to koncentracje charakterystyczne dla naturalnych wód podziemnych GZW (Bojakowska i in., 2008; Pluta, 2005). Zwiększone zawartości arsenu ( $>4 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), baru ( $>240 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), wapnia ( $>200 \text{mg}/\text{dm}^3$ ), kobaltu ( $>1,6 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), miedzi ( $>9 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), magnezu ( $>100 \text{mg}/\text{dm}^3$ ), molibdenu ( $>2 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), niklu ( $>10 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), siarczanów ( $>200 \text{mg}/\text{dm}^3$ ) i antymonu ( $>1 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) wiążą się z domieszką wód przemysłowych (technologicznych), stanowiących część wód kopalnianych.

Wody niewielkiego ciekłu płynącego z Nikiszowca przez Janów katowicki do Boliny wzbogacone są w chlor, lit, sód oraz kobalt, mangan, rubid i antymon, których źródłem są przypuszczalnie wody kopalniane KWK Wieczorek (z rejonu szybu Pułaski) oraz ścieki komunalne z Nikiszowca.

Bolina Południowa II, odwadniająca rejon historycznych hut cynku w Mysłowicach, prowadzi wody wzbogacone lokalnie w metale (miedź, kobalt, molibden, nikiel i cynk), fosfor (do 5,40  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) pochodzący przypuszczalnie ze zrzutu ścieków komunalnych oraz pierwiastki zawarte w wodach kopalnianych.

Wody niektórych zbiorników i rowów o niewielkim przepływie okazują się zanieczyszczone. W stawach i kanale w dolnym odcinku doliny Boliny w Janowie

zanotowano 24  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  arsenu, 11  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  chromu, 17,95  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  molibdenu, 6,48  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  antymonu i 0,40  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  talu.

W małych ciekach w rejonie stawu Barbara występują anomalie glinu (2284,3  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), kadmu (20,4  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), ołowiu (9,9  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) i cynku (1531  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) oraz wzbogacenie w mangan (do 2231  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), nikiel (do 42  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) i tal ( $>0,10 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ).

**Przyrwa i jej zlewnia.** Wody zlewni w większości wykazały odczyn słabo zasadowy (7,2–7,6). Sporadycznie notowano występowanie wód kwaśnych.

Wartość przewodnictwa elektrycznego w obszarze źródłowym Przyrwy i wodach stawu Wesoła Fala wynosi 0,17–1 mS/cm, wskazując na ich naturalny skład. W pobliżu miejsca zrzutu wód dołowych z KWK Wesoła wartość EC osiąga 54,3 mS/cm, a w dalszym biegu rzeki spada do 1–2 mS/cm.

Zgodnie z wytycznymi dotyczącymi wskaźników jakości, wody Przyrwy kwalifikują się do klasy III z powodu obciążenia fosforem (tab. 5). Zawierają też anomalne ilości pierwiastków charakterystycznych dla wód kopalnianych. Przeciętna zawartość boru wynosi (473  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), chloru (157  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), potasu (18,8  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), litu (56,2  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), sodu (129,6  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), rubidu (17,9  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  i siarczanów (188  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ). Lokalnie w wodach Przyrwy i jej dopływów zaznacza się wzbogacenie w metale i arsen.

W wodach dopływu Przyrwy, odwadniającego teren leśny w Starej Wesolej, zanotowano obfitość żelaza (68,63  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), niklu (98  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), ołowiu (22,1  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), talu (0,57  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) i cynku (9566  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) oraz kwaśny odczyn (4,73).

Wody stawu rybnego, utworzonego w wyrobisku dawnej piaskowni w pobliżu szybu Jan Henryk, zawierają pierwiastki kumulujące się w wodach słonych (bor, chlor, potas, lit, sód, rubid, uran) i metale, które przypuszczalnie pochodzą ze zrzutu ścieków oczyszczalni KWK Wesoła, zlokalizowanej w sąsiedztwie.

**Rów Murckowski i jego zlewnia.** W zlewni występują wody słabo zasadowe (pH 7,3–8) i znacznie zmineralizowane, o przewodnictwie elektrycznym mieszczącym się często w zakresie 2–3 mS/cm; przeciętnie 3 mS/cm.

Wody w całej zlewni zawierają anomalie pierwiastków pochodzących z wód kopalnianych (bor, chlor, potas, lit, magnez, mangan, sód, rubid, stront, siarczany) zrzucane z osadników KWK Murcki. Punktowe wzrosty zawartości fosforu (do 7,30  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) można wiązać ze zrzutami ścieków przemysłowo-komunalnych z KWK Murcki i zakładów przemysłowych w Bożych Darach.

Zwiększone zawartości miedzi, żelaza, molibdenu i niklu pochodzą przypuszczalnie z odcieków z hałd górniczych w Bożych Darach, Murckach i nieczynnego osadnika mułów powęglowych.

**Zlewnia Pstrążnika.** Wody potoku są słabo zasadowe, o wyrównanych wartościach pH (7,4–7,7) i bardzo silnej mineralizacji (EC 20–30 mS/cm).

Pstrążnik jest odbiornikiem wód dołowych oraz technologicznych KWK Wesoła, stąd w jego wodach występują anomalne zawartości boru ( $>2000 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), baru ( $>370 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), wapnia ( $>350 \text{mg}/\text{dm}^3$ ), chloru ( $>7000 \text{mg}/\text{dm}^3$ ), potasu ( $>90 \text{mg}/\text{dm}^3$ ), litu ( $>550 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) i sodu ( $>4100 \text{mg}/\text{dm}^3$ ), a także wzbogacenia w metale ciężkie.

Wody niewielkich rowów bezodpływowych na zalesionych terenach zlewni punktowo zawierają zwiększone ilości glinu, kadmu, kobaltu, miedzi, żelaza, niklu i cynku.

**Zlewnia Ślepiotki.** Większość wód zlewni charakteryzuje odczyn obojętny i przewodność elektryczną w granicach 0,04–0,62 mS/cm, wskazujące na nieznaczną mineralizację. Są to wody dobrej jakości, a ich skład wiąże się głównie z dostarczaniem składników geogenicznych z obszaru zlewni. Zgodnie z wartościami granicznymi wskaźników jakości (tab. 5) jedynie zawartość manganu kwalifikuje je do klasy III. Wody całej zlewni są wzbogacone w krzemionkę ( $12,3 \text{mg}/\text{dm}^3$ ) oraz w metale (w rejonach ich większych zawartości w aluwiach).

**Zlewnia Rawy.** Wody zlewni są słabo zasadowe (przeciętny odczyn 7,8). Bardzo kwaśne są jedynie wody sadzawki w rejonie ogródków działkowych w Muchowcu (pH 1,6). Przewodność elektryczną w wodach Potoku Leśnego waha się w granicach 0,40–0,60 mS/cm, a w zbiornikach wód stojących nieznacznie przekracza 1 mS/cm.

Wody Potoku Leśnego są w niewielkim stopniu wzbogacone w zespół pierwiastków charakteryzujący solanki, co można wiązać z odprowadzaniem wód z KWK Staszic.

W zbiornikach Doliny Trzech Stawów, które powstały w okresie międzywojennym w wyniku przegrodzenia kaskadą zapór doliny, stwierdzono zwiększone ilości arsenu, ale dużo poważniejszym zagrożeniem jest zbyt wysoka ilość biogenów, przyczyniających się do ich eutrofizacji (Molenda, Wach, 2003).

Wody sadzawek w rejonie ogródków działkowych w Muchowcu są wzbogacone w wiele z analizowanych pierwiastków, prawdopodobnie z powodu zanieczyszczenia odpadami różnego typu.

## WNIOSKI

1. Skład chemiczny skał macierzystych gleb znajduje odzwierciedlenie w ich geochemii i granulometrii. Gleby wytworzone z plejstocenijskich utworów piaszczystych są ubogie we wszystkie badane pierwiastki. Na klastycznych utworach karbonu i plejstocenijskich glinach zwałowych rozwinęły się gleby wzbogacone we frakcję pylastą i ilastą oraz glin, bar, kobalt, chrom, żelazo i nikiel.
2. Odczyn badanych gleb jest zróżnicowany i w znacznym stopniu uwarunkowany sposobem ich użytkowania. Gleby obszarów o zwartej zabudowie i terenów przemysłowych wykazują najczęściej odczyn zasadowy, a gleby lasów i torfiastych łąk są kwaśne. Gleby o odczynie obojętnym zajmują niewielkie obszary w północnej części arkusza.
3. Anomalie srebra, arsenu, kadmu, miedzi, rtęci, ołowiu i cynku, występujące w glebach z obydwu zakresów głębokości w północno-wschodniej części arkusza, są spowodowane historyczną działalnością myślowickiego hutnictwa cynku.
4. Źródłami zanieczyszczenia osadów wodnych i wód powierzchniowych są zrzuty wód kopalnianych, ścieków przemysłowych i komunalnych, drenaż hałd odpadów oraz spływy powierzchniowe w rejonach anomalii w glebach.
5. Osady wodne są zanieczyszczone przez metale (srebro, bar, chrom, miedź, rtęć, nikiel, ołów i cynk) dostarczane w ściekach przemysłowych oraz fosfor, pochodzący ze zrzutu ścieków komunalnych. Wzbogacenie niektórych aluwii żelazo, mangan i kobalt, można wiązać z lokalną historyczną eksploatacją i przeróbką rud darniowych, a w kadm, miedź, ołów i cynk – z historycznym hutnictwem cynku.
6. Wody powierzchniowe charakteryzują się dużą zmiennością odczynu i przewodności elektrycznej a lokalnie bardzo silnym zanieczyszczeniem przez zespół pierwiastków, pochodzących ze zrzutów wód kopalnianych (bar, bor, chlor, potas, lit, sód, stront, siarczany, rubid i uran).



## LITERATURA

- BIERNAT S., 1970 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Katowice. Wyd. Geol., Warszawa.
- BIERNAT S., KRYSOWSKA M., 1956 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Katowice. Wyd. Geol., Warszawa.
- BOJAKOWSKA I., LECH D., WOŁKOWICZ S., 2008 – Uran i tor w węglach kamiennych i brunatnych za złóż polskich. *Gosp. Sur. Min.*, **24**, 2/2: 53–65.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., 2001 – Rtęć we współczesnych osadach rzek na obszarze Polski. *Zesz. Nauk. P. Śl.*, **248**, 1512: 21–26.
- BURTON G.A., LANDRUM P.F., 2003 – Toxicity of sediments. *W: Encyclopedia of sediments and sedimentary rocks*:748–751. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- CALMANO W., FÖRSTNER U., 1995 – Sediments and toxic substances: environmental effects and ecotoxicity. Springer. Berlin.
- CHWASTEK J., JANUSZ W., MIKOŁAJCZAK J., 1990 – Deformacje powierzchni terenu spowodowane działalnością górnictwem. *W: Zasady ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego na obszarach eksploatacji złóż kopalin* (red. S. Kozłowski): 145–157. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- ČURLIK J., ŠEFČIK P., 1999 – Geochemical atlas of the Slovak Republic. Soils. Ministry of the Environment of the Slovak Republic.
- DEGENHARDT O., 1870 – Der Oberschlesien-Polnische-Bergdistrict mit Hinweglassung des Diluviums. Karte von Oberschlesien 1:100 000. Verlag der Landkarten handlung von J.H. Neumann, Berlin.
- DĘBICKI R., KLIMOWICZ Z., ZGŁOBICKI W., 2002 – Porównanie rozkładu granulometrycznego oznaczonego metodą areometryczną i laserową na przykładzie gleb lessowych. *Acta Agrophysica*, **56**: 95–103.
- FALECKI D., 2010 – Przemysł hutniczy. Internet <http://mojemyslowice.pl/>
- FAO-ISRIC, 1990 – Guidelines for soil Profile Description. Rome, Italy.
- GABZDYŁ W., POZZI M., 2001 – Główne problemy i zadania geologii środowiska na terenach pogórnicznych w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. *Zesz. Nauk. P. Śl.*, **248**, 1512:51–59.
- ISSMER K., 2000 – Optical methods in the grain-size analysis of fine-grained sediments. *Geol. Quart.*, **44**, 2: 205–210.
- JAROS J., 1984 – Słownik historyczny kopalń węgla na ziemiach Polski. Śląski Inst. Nauk., Katowice.
- JOCHEMCZYK L., OLSZEWSKA K., STRZEMIŃSKA K., KRIEGER W., BOJAKOWSKA I., LIS J., PASIECZNA A., STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., 2002 – Mapa geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000, ark. Katowice. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1999 – Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN, Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., MALISZEWSKA-KORDYBACH B., FILIPIAK K., KRAKOWIAK A., PIETRUCH C., 1995 – Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka i WWA. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- KASZA I., 1992 – Laserowa metoda określania składu granulometrycznego utworów gliniastych, pylastych i ilastych. *Prz. Geol.*, **40**, 5: 323–325.
- KATOWICE. Nasze miasto, 2010. Internet: <http://www.katowice.eu.pl>

- KATOWICKI Holding Węglowy S.A., 2010. Internet: <http://www.khw.pl>
- KLECZKOWSKI A. S., 1990 – Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce, wymagających szczególnej ochrony 1:500 000. AGH, Kraków.
- KONDRACKI J., 2000 – Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- KOWALSKA Z., 1997 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski 1:50 000, ark. Katowice. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995a – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995b – Atlas geochemiczny Górnego Śląska 1: 200 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1997 – Anomalie geochemiczne Pb-Zn-Cd w glebach na Górnym Śląsku. *Prz. Geol.*, **45**, 2: 182–189.
- LIS J., PASIECZNA A., 1999 – Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska 1: 25 000. Promocyjny arkusz Sławków. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MOLENDĄ T., WACH J., 2003 – Warunki termiczno-tlenowe i jakość wód antropogenicznych zbiorników wodnych kaskady Potoku Leśnego w Katowicach. *W: Człowiek i woda: 101–105*. Pol. Tow. Geogr., Sosnowiec.
- MURCKI południe. Z kart historii, 2010. Internet: <http://murcki.mdkpoludnie.com>
- NAŁĘCKI T., 1990 – Górnośląskie Zagłębie Węglowe. *W: Wpływ działalności górnictwa na środowisko wodne w Polsce*. (red. Z. Wilk, A.F. Adamczyk, T. Nałęcki): 19–52. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- OCENA jakości wód powierzchniowych i podziemnych województwa śląskiego w 2007 roku, 2008. WIOŚ Katowice. Internet: [www.katowice.pios.gov.pl](http://www.katowice.pios.gov.pl)
- PLUTA I., 2005 – Wody kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego – geneza, zanieczyszczenia i metody oczyszczania. *Pr. Nauk. GIG*, 865.
- PROGRAM ochrony środowiska dla miasta Katowice, 2006. Internet: <http://bip.um.katowice.pl>
- PROGRAM ochrony środowiska dla miasta Mysłowice – aktualizacja na lata 2007–2010 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2011–2014., 2008. Mysłowice. Internet: <http://bip.myslowice.pl>
- RAZOWSKA-JAWOREK L., 2007 – Katowice. *W: Wody podziemne miast wojewódzkich Polski*. (red. Z. Nowicki): 41–54. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dziennik Ustaw Nr 165 z dnia 4 października 2002 r., 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 interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. Dz. U. Nr 32, poz. 284.
- RÓŻKOWSKA A., PTAK B., 1995a – Bar w węglach kamiennych Górnego Śląska. *Prz. Geol.*, **43**, 3: 223–226.
- RÓŻKOWSKA A., PTAK B., 1995b – Atlas geochemiczny złóż węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- RÓŻKOWSKI A., CHMURA A., 1996 – Mapa chemizmu i jakości zwykłych wód podziemnych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i jego obrzeżenia, 1:100 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- RÓŻKOWSKI A., SIEMIŃSKI A., 1995 – Mapa ognisk zanieczyszczeń wód podziemnych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i jego obrzeżenia w skali 1:100 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- SALMINEN R. (red.), 2005 – Geochemical atlas of Europe. Part 1. Geological Survey of Finland. Espoo.
- STAN środowiska w województwie śląskim w 2007 r., 2008. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Katowice.
- STUDIUM uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Mysłowice, 2008. Internet. <http://bip.myslowice.pl>
- SZARFANIEC L., 1996 – Osady i osiedla Katowic. Oficyna Artur, Katowice.
- USDA, 1990 – Soil Survey Staff: Soil Survey Manual., Washington DC, USA.
- WAGNER, J. CHMURA, A., 1997 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Katowice. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WITCZAK S., ADAMCZYK A., 1994 – Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. Tom 1. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.
- WOLSKA L., WARDENCKI W., WIERGOWSKI M., ZYGMUNT B., ZABIEGAŁA B., KONIECZKA P., POPRAWSKI L., BIERNAT J., NAMIESNIK J., 1999 – Evaluation of pollution degree of the Odra Basin with organic compounds after the 1997 summer flood – general comment. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.*, **27**: 343–349
- WOŁKOWICZ S., MALON A., TYMIŃSKI M., 2009 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce. Państw. Inst. Geol., Warszawa.