

SPIS TREŚCI

Wstęp – Anna Pasieczna.....	
Charakterystyka obszaru arkusza – Joanna Fajfer.....	
Budowa geologiczna i złoża kopalin – Katarzyna Strzemińska.....	
Antropopresja – Joanna Fajfer.....	
Zakres i metodyka badań – Anna Pasieczna.....	
Prace terenowe	
Prace laboratoryjne	
Bazy danych i konstrukcja map geochemicznych.....	
Wyniki badań – Anna Pasieczna, Izabela Bojakowska, Weronika Nadłonek.....	
Gleby.....	
Osady.....	
Wody powierzchniowe.....	
Wnioski – Anna Pasieczna.....	
Literatura.....	
Tablice 1–63	

WSTĘP

Zdjęcie geochemiczne w skali 1:25 000 na arkuszu Mikołów M-34-62-B-d jest kontynuacją szczegółowych prac kartograficznych, zapoczątkowanych w latach 1996–1999 opracowaniem pilotowego arkusza Sławków M-34-63-B-b Szczegółowej mapy geochemicznej Górnego Śląska (Lis, Pasieczna, 1999). Do roku 2016 opracowano 17 arkuszy. Prace sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Obszar arkusza leży w środkowej części województwa śląskiego. Jego część północno-wschodnia jest zaliczana do Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego (GOP), który jest najbardziej uprzemysłowionym i zurbanizowanym rejonem kraju. Obszar w granicach arkusza obejmuje części miast Mikołów, Ruda Śląska i Katowice. Niewielkie rejony przy jego północnej granicy i w części południowo-wschodniej należą odpowiednio do Chorzowa i Tychów.

Głównym czynnikiem wpływającym na stan środowiska przyrodniczego na obszarze arkusza jest współczesna i historyczna eksploatacja złóż węgla kamiennego. Z wydobywaniem węgla, rozwijanym z największą intensywnością w latach 70. XX w., związane jest powstanie anomalii geologiczno-antropogenicznych szeregu pierwiastków w glebach, osadach strumieniowych, rzecznych i wodach powierzchniowych (Lis, Pasieczna, 1995a, b, 1997).

Wyniki badań geochemicznych, zaprezentowane w formie kartograficznej wraz z obszernym komentarzem tekstowym i zestawieniami tabelarycznymi, przedstawiają aktualny stan jakości gleb, osadów śródlądowych zbiorników wodnych i wód powierzchniowych. Porównano je z wartościami naturalnego tła regionalnego badanych środowisk oraz obowiązującymi normatywami prawnymi. Wyniki badań mogą być przydatne przy opiniowaniu projektów miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, prowadzeniu postępowań związanych z wydawaniem decyzji o uwarunkowaniach środowiskowych i pozwoleniach wodnoprawnych, ocenie zagrożeń dla środowiska gruntowo-wodnego oraz wypełnianiu obowiązku nałożonego na starostów ustawą Prawo ochrony środowiska, tj. prowadzeniu okresowych badań jakości gleby i ziemi w ramach państwowego monitoringu.

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, J. Kaczorowski, K. Karwacki, P. Kaszycki, T. Kolečki, P. Kwecko, W. Markowski, J. Szyborska-Kaszycka** – pobieranie próbek;
- **A. Pasieczna, T. Kolečki, W. Markowski** – bazy danych;
- **I. Jaroń, D. Lech, A. Maksymowicz, E. Włodarczyk** – kierownictwo i koordynacja prac analitycznych;
- **M. Cichorski, Z. Prasol** – mechaniczne przygotowanie próbek do analiz;
- **M. Bellok, M. Białecka, M. Gembal, E. Maciołek** – chemiczne przygotowanie próbek do analiz;
- **J. Gąsior, M. Janasz, M. Jaskólska, M. Stasiuk** – oznaczanie zawartości węgla organicznego;
- **M. Bellok, M. Białecka, M. Gembal, E. Kałwa, E. Maciołek** – oznaczanie pH;
- **E. Górecka, D. Karmasz, J. Retka** – oznaczanie rtęci;
- **W. Bureć-Drewniak, I. Jaroń, J. Kucharzyk, M. Liszewska** – analizy ICP-AES; **I. A. Wysocka** – analizy ICP-MS;
- **M. Chada, A. Lewandowska, A. Stawicka, W. Wolski, M. Zdonek** – analizy granulometryczne;
- **A. Pasieczna** – obliczenia statystyczne;
- **T. Kolečki, W. Markowski, A. Pasieczna** – opracowanie map geochemicznych;
- **W. Ogrodowczyk** – opracowanie mapy geologicznej.

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU ARKUSZA

Położenie geograficzne i administracyjne. Zgodnie z podziałem fizyczno-geograficznym analizowany teren należy do Wyżyny Katowickiej, która stanowi centralną część Wyżyny Śląskiej (Kondracki, 2000).

Administracyjnie obszar w granicach arkusza położony jest w środkowej części województwa śląskiego. Swoim zasięgiem obejmuje części miast na prawach powiatów (Katowice, Ruda Śląska, Chorzów i Tychy) oraz miasta Mikołowa. Do Mikołowa należy południowo-zachodnia część analizowanego obszaru (osiedla Piłsudskiego, Mickiewicza, Norwida w centrum miasta oraz Gniotek, Janina i Reta na jego obrzeżach). Wschodnia część obszaru arkusza obejmuje południowo-zachodnie dzielnice Katowic (Załęska Hałda, Ligota, Panewniki-Ochojec, Zarzecze, Kostuchna i Podlesie). Część północno-zachodnia to

fragmenty dzielnic Kochłowice i Kłodnica w Rudzie Śląskiej. Niewielki obszar w części północnej należy do Chorzowa, a w części południowo-wschodniej do Tychów.

Ukształtowanie powierzchni, geomorfologia. W granicach obszaru arkusza podłoże budują karbońskie skały węglonośne pocięte licznymi uskokami, co znajduje odzwierciedlenie w rzeźbie terenu. Na południu i północy zaznaczają się zrębowe płaskowyże, garby i wzgórza o zaokrąglonych wierzchołkach zbudowane z piaskowców karbońskich. W najwyższych partiach wzgórz (osiągających wysokość powyżej 300 m n.p.m.) skały karbońskie występują na powierzchni. Niżej pokrywa je zwietrzelina i osady czwartorzędowe. We wschodniej części arkusza wzgórz o bardziej wyraźnych kształtach zbudowane są z triasowych wapieni i margli. Wzniesienia oddzielone są od siebie kotlinami zapadliskowymi, które wypełniają osady neogenu i czwartorzędu (tabl. 1).

Na zachód od linii Ligota–Tychy przebiega oś kopalnej doliny paleogeńskiej o szerokości około 1 km. Jej dno wypełniają mioceńskie ropy z przewarstwieniami piasków przykryte osadami plejstocenu (głównie piaskami i żwirami wodnolodowcowymi i lodowcowymi o łącznej miąższości ok. 50 m). Rozcina je holocenna dolina Mlecznej o szerokości ok. 250 m. Doliny jej dopływów, słabo wcięte w podłoże osadów plejstocennych, mają szerokość 50–70 m.

Holocenne doliny Kłodnicy i Ślepotki są wąskie, płaskodenne i wyraźnie zaznaczone w morfologii terenu. Ich zbocza mają wysokość od 3 do 6 m.

Przez obszar arkusza przebiega dział wodny I rzędu Wisła–Odra. Teren zlewni Kłodnicy (z dopływami Ślepotką i Jamną) należy do prawostronnego dorzecza Odry. Kłodnica przepływa prawie równoleżnikowo ze wschodu na zachód, a jej obszar źródłkowy położony jest na wschód od granicy arkusza. Na analizowanym terenie koryto rzeki jest uregulowane, a jej osady są silnie przekształcone w wyniku antropopresji (Nocoń i in., 2006). Potok Jamna jest uregulowany w górnym biegu (na terenie zabudowanym Mikołowa), natomiast na pozostałym odcinku ma charakter naturalny. W celu ochrony krajobrazu obszar doliny (190,45 ha) został objęty ochroną prawną jako Zespół Przyrodniczo-Krajobrazowy Dolina Jamny (Aktualizacja..., 2013). W środkowym biegu Jamny (w prawostronnej części zlewni) zlokalizowane jest składowisko odpadów powęglowych Panewniki, należące do kopalni Halemba-Wirek, oddziałujące negatywnie na dolinę potoku (Kowalska, Pierwoła, 2010; Studium..., 2013). Materiał zgromadzony na zwałowisku (głównie piaskowce i mułowce) jest aktualnie wykorzystywany w celu pozyskania węgla i kwalifikowanych kruszyw, a na terenie obiektu i jego otoczenia prowadzony jest monitoring wód

powierzchniowych i podziemnych, osiadania powierzchni, stateczności zboczy (Kledzik, 2012).

Część południowo-wschodnia terenu arkusza należy do lewostronnego dorzecza Wisły. Jest to zlewnia Mlecznej z dopływami: Bagnik, Kaskadnik, Bielawka i Matownik, które na tym obszarze mają swoje źródła.

W obrębie terenu arkusza występują niewielkie zbiorniki wodne o charakterze zagłębień bezodpływowych, powstałe w wyniku działalności górniczej, oraz sztuczne zbiorniki wodne (stawy osadowe, baseny p-poż i obiekty rekreacyjne), a także zbiorniki o charakterze przepływowym, np. Starganiec, Czarny Staw (Program..., 2014).

Zabudowa i użytkowanie terenu. Pod zabudowę mieszkaniową, usługową i przemysłową (infrastruktura kopalń węgla kamiennego, bazy transportowe, usługi i handel) zajęta jest powierzchnia terenu arkusza w części wschodniej i południowej (tabl. 2). Wśród terenów zabudowanych przeważa zabudowa miejska niska (27%). Zabudowa miejska wysoka zajmuje 6%, obiekty przemysłowe 5% (kopalnie, wysypiska i hałdy) i zabudowa wiejska 2%. Tereny zieleni śródmiejskiej to zieleni urządzona i ogródki działkowe.

W strukturze użytkowania gruntów 60% stanowią tereny niezabudowane (44% powierzchni w granicach arkusza to lasy, 7% zajmują pola uprawne, a 5% łąki) – tabl. 3. Pozostałe tereny bez zabudowy to pasy zieleni drogowej, ogródki działkowe, zbiorniki wodne oraz tereny kolejowe. Lasy (głównie sosnowe) należą do leśnego pasa ochronnego GOP (Program..., 2014) i pokrywają północno-zachodnią część powierzchni, rozciągając się od dzielnic Panewniki i Ligota w Katowicach po zachodnią granicę arkusza (Studium..., 2013; Program..., 2014).

Do obszarów objętych ochroną prawną należą zespoły przyrodniczo-krajobrazowe Dolina Jamny i Wzgórze Kamionka w Mikołowie (o wysokości 327,3 m n.p.m.), utworzone w celu ochrony walorów widokowych (Aktualizacja..., 2013).

Gospodarka na terenie analizowanego arkusza związana jest przede wszystkim z eksploatacją złóż węgla kamiennego. Początki działalności górniczej w rejonie Załęskiej Hałdy w Katowicach datowane są na rok 1788, ale za datę założenia tu kopalni Wujek przyjmowany jest rok 1801. Nowoczesną eksploatację przemysłową rozpoczęto na początku XX w., stosując maszyny parowe, prądnice, silniki elektryczne, maszyny pneumatyczne oraz maszynę gazową (KWK Wujek...). Dalszy rozwój zakładu nastąpił w latach 60. i 70. XX w., a niebawem przewidywane jest zakończenie eksploatacji z powodu zbyt dużej głębokości zalegania pokładów węgla.

W obrębie południowo-wschodniego fragmentu arkusza znajduje się też część obszaru górniczego kopalni Murcki-Staszic, która powstała w 2010 r. z połączenia obu kopalń. Pierwsze wzmianki o wydobywaniu węgla kamiennego metodą odkrywkową na tzw. Wzgórzu Murckowskim sięgają 1657 r. (KWK Murcki-Staszic...). Intensywny rozwój górnictwa przyspieszyła budowa kolei w XIX w., a największe wydobycie w tej kopalni przypada na drugą połowę XX w.

Obszary górnicze Halemba I i Halemba II, leżące na północy arkusza, należą do kopalni Halemba-Wirek, która powstała z połączenia w 2007 r. kopalni Halemba oraz Polska-Wirek (Kompania...). Na skutek wyczerpania zasobów i zdekapitalizowania się infrastruktury technicznej kopalnia Polska-Wirek jest formalnie zlikwidowana od końca 2014 r.

W południowo-zachodniej części arkusza zlokalizowany jest fragment obszaru górniczego Łaziska II, który należy do kopalni Bolesław Śmiały.

W granicach Mikołowa działa Kopalnia Doświadczalna Barbara, która jest zakładem o charakterze naukowo-badawczym. Kopalnia posiada podziemny poligon doświadczalny umożliwiający prowadzenie badań w rzeczywistych warunkach, jakie panują w kopalniach. Główny cel prowadzonych tu prac dotyczy bezpieczeństwa i zwalczania zagrożeń gazowych i pyłowych (Kopalnia...).

Pomimo zmniejszania eksploatacji węgla przemysł wydobywczy pełni jeszcze znaczącą rolę na analizowanym terenie. Ponadto w Mikołowie rozwijana jest produkcja maszyn i urządzeń dla przemysłu górniczego (Mifama, Zakłady Mechaniczne Wiromet, Famur), transformatorów (Schneider Electric Energy Poland) i elementów z tworzyw sztucznych (Geo Glob Polska). Działają też liczne zakłady branży remontowo-budowlanej, transportowej oraz prowadzona jest działalność usługowo-handlowa.

BUDOWA GEOLOGICZNA I ZŁOŻA KOPALIN

Obszar objęty arkuszem Mikołów położony jest w obrębie północnego skrzydła niecki głównej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW). Jest to część rozległej paleozoicznej struktury waryscyjskiej, pocięta licznymi uskokami. Przykrywają ją lokalnie poziomo leżące utwory triasu, neogenu i czwartorzędu (Wyczółkowski, 1957; Buła, Kotas, red., 1994). Budowa geologiczna tego rejonu jest bardzo dobrze rozpoznana dzięki licznym wierceniom i robotom górniczym.

W południowej i północnej części arkusza utwory **karbonu** występują na powierzchni lub pod cienkim nadkładem osadów czwartorzędu. W jego części centralnej i zachodniej

zalegają na większej głębokości pod przykryciem plejstoceńskich piasków i żwirów wodnolodowcowych, a miejscami wapieni i dolomitów triasu (tabl. 1).

Najstarsze utwory poznane na tym terenie to osadowa seria paraliczna karbonu górnego – warstwy brzeżne (namur A). Są to osady klastyczne o cyklicznej budowie, z pokładami węgla. Zawierają wkładki z fauną morską, brakiczną i słodkowodną.

Powyżej w profilu występują osady limniczne – górnosląska seria piaskowcowa namuru górnego (namur B i C), seria mułowcowa westfalu dolnego (westfal B) oraz krakowska seria piaskowcowa, odpowiadająca górnej części westfalu B i westfalowi górnemu. Sumaryczna miąższość tych utworów na obszarze arkusza wynosi około 3000 m (Jureczka i in., 2005).

Górnosląską serię piaskowcową (warstwy jejkowickie, siodłowe i rudzkie) tworzą drobno- i średnioziarniste szare piaskowce, rzadziej piaskowce gruboziarniste i zlepieńce (Wilanowski i in., 2009). Przewarstwienia iłowców i mułowców mają zwykle kilka, kilkanaście metrów miąższości. Charakterystyczne jest dość częste występowanie pokładów węgla o miąższości około 5 m, czasami przekraczającej 10 m. W obrębie warstw siodłowych występuje najgrubszy w GZW pokład 510, obecnie prawie wyeksploatowany.

Serię mułowcową tworzą warstwy załęskie, odpowiadające westfalowi A, a w stropowej części warstwy orzeskie dolnego westfalu B. Utwory te cechuje bardzo monotonna litologia. Dominują mułowce i iłowce, a przewarstwienia drobnoziarnistych piaskowców mają zwykle miąższość kilku, czasami kilkunastu metrów. W całej serii charakterystyczna jest wyraźna przewaga osadów aleurytowo-pelitycznych nad gruboklastycznymi oraz znaczna liczba cyklotemów węglowych, w większości których występują pokłady węgla kamiennego (*op.cit.*). Utwory te odsłaniają się na powierzchni w północnej i południowej części obszaru arkusza (tabl. 1).

Osady krakowskiej serii piaskowcowej to gruboziarniste piaskowce i zlepieńce, przechodzące wyżej w piaskowce średnioziarniste z przewarstwieniami mułowców i iłowców oraz pokładami węgla. W obrębie obszaru arkusza występuje tylko spągowa część tej serii (o miąższości około 15 m), nie zawierająca miąższych pokładów węgla.

Utwory **triasu** leżą niezgodnie na karbonie górnym i zachowały się tylko w erozyjnych ostańcach. Ich miąższość jest bardzo zmienna (przeważnie 40–80 m). Profil osadów triasu budują piaski, piaskowce, iły, iłowce i mułowce, dolomity, margle i wapienie, dolomity kruszconośne oraz wapienie zdolomityzowane.

Osady **neogenu** są reprezentowane przez miocene utwory morskie – iły, mułki, piaski, żwiry, margle, wapienie i piaskowce oraz gipsy, anhydryty, sole kamienne i tufity.

Zajmują one znaczną część powierzchni podczwartorzędowej arkusza. W północno-zachodniej części obszaru arkusza (w dolinie Kłodnicy) osady miocenu osiągają ponad 150 m miąższości. Do osadów neogenu należą też ropy i piaski słodkowodne odsłaniające się na powierzchni na osiedlu Reta w Mikołowie (tabl. 1).

Utwory **czwartorzędu** pokrywają około 60% powierzchni obszaru arkusza warstwą o bardzo zróżnicowanej miąższości, od kilku metrów na wysoczyznach do ponad 100 m w dolinie kopalnej Kłodnicy. Poza doliną Kłodnicy grubość pokrywy czwartorzędowej w obniżeniach najczęściej mieści się w przedziale 30–60 m. Oprócz aluwii dolin kopalnych pokrywą czwartorzędową stanowią głównie gliny lodowcowe oraz piaski i żwiry lodowcowe i wodnolodowcowe. Holocen jest reprezentowany przez osady rzeczne i bagienne współczesnych dolin. Są to piaski drobnoziarniste, przechodzące ku górze w muły bagienne. Osady te (maks. miąższość 3 m) wypełniają nierówności, starorzecza i łozyska rzek. Lokalnie występują piaski eoliczne w wydmach.

Złoża kopalin. Na analizowanym obszarze udokumentowano 12 wielopokładowych złóż **węgla kamiennego**, wchodzących w różnym stopniu w obręb arkusza (Siata i in., 2011; Szuflicki i in., red., 2014). Są to złoża: Murcki, Staszic, Wujek, Bolesław Śmiały, Śląsk, Halemba, Wujek-część Stara Ligota, Wujek-część południowa, Halemba II, Śląsk-Pole Panewnickie, Mikołów i Śmiłowice. Największe zasoby bilansowe węgla, sięgające 500–600 mln ton, udokumentowane są w złożach Staszic, Śmiłowice i Murcki.

Zasoby węgla obrębie złóż Halemba II i Śmiłowice zostały udokumentowane do głębokości 1250–1300 m, a w pozostałych złożach do głębokości około 1000 m. Serię złożową stanowią pokłady warstw orzeskich (grupa 300), rudzkich (grupa 400) i siodłowych (grupa 500). Złoża zawierają węgiel energetyczny (typ 31–34) i koksowy (typ 35, a sporadycznie semikoksowy typu 37). Węgiel koksowy generalnie występuje w południowej i zachodniej części arkusza w dolnych partiach złóż: Halemba, Halemba II, Wujek-część południowa, Murcki, Mikołów, Śmiłowice i Śląsk. Jakościowo najlepszy jest węgiel warstw siodłowych. Są to pokłady charakteryzujące się miąższością sięgającą 10 m oraz stosunkowo małą liczbą przerostów skał płonnych. Węgiel zawiera mało popiołu (od kilku do maksymalnie 10%) i siarki (do 1%). Jego wartość opałowa zawiera się w granicach od 23 000 do 35 000 kJ/kg. Najgorsze jakościowo są pokłady węgla warstw łaziskich i stropowych partii warstw orzeskich o niewielkiej i zmiennej miąższości (1–2 m, sporadycznie do 3 m), z licznymi przerostami skał płonnych. Węgiel ten cechuje wysoka zawartość popiołu (od kilkunastu do 40%) oraz siarki (niekiedy >2%). Wartość opałowa węgla tych pokładów jest niska (16 500–27 600 kJ/kg).

Aktualnie eksploatacja węgla kamiennego jest prowadzona przez kopalnie Halemba-Wirek, Wujek i Murcki-Staszic z ośmiu złóż węgla kamiennego. Są to kopalnie powstałe na skutek połączenia w latach 90. XX w. niezależnie funkcjonujących zakładów górniczych. Eksploatacja prowadzona jest systemem ścianowym, na przeważającym obszarze na zawał; sporadycznie z użyciem podsadzki hydraulicznej. Wielkość wydobycia jest zróżnicowana – od 0,19 mln ton/rok ze złoża Halemba II do 2,34 mln ton/rok ze złoża Staszic.

Niezagospodarowane pozostają złoża Wujek-część południowa, Mikołów i Śmiłowice, a złożo Bolesław Śmiały zostało zaniechane.

Złożom węgla kamiennego towarzyszy **metan**. Występuje on w postaci sorbowanej, tzn. fizykochemicznie związanej z węglem kamiennym i rozproszoną substancją węglową, a jego zawartość w węglu rośnie wraz z głębokością zalegania pokładów. Metan w złożach węgla jest dokumentowany jako kopalina główna lub towarzysząca. Na obszarze arkusza Mikołów zostały udokumentowane trzy złoża metanu jako kopaliny głównej (Szuflicki i in., red., 2014). Są to niezagospodarowane złoża: Paniowy-Mikołów-Panewniki, Murcki (głębokie) i Halemba II, udokumentowane poniżej spągu złóż węgla kamiennego w przedziale głębokości 1000–1500 m (maks. 1900 m – Murcki głębokie). Ich łączne zasoby bilansowe wynoszą 8534,8 mln m³.

Metan jako kopalina towarzysząca jest dokumentowany do głębokości około 1000 m, sporadycznie 1250 m w eksploatowanych złożach węgla kamiennego Murcki, Staszic, Śląsk, Halemba, Halemba II i Wujek-część Stara Ligota. Jest on ujmowany w związku prowadzoną eksploatacją węgla kamiennego i częściowo wykorzystywany w ciepłownictwie. Łączne zasoby bilansowe metanu w tych złożach wynoszą 5123,64 mln m³.

Metan w złożach Mikołów i Śmiłowice udokumentowano poza obszarami eksploatacji złóż węgla kamiennego do głębokości odpowiednio 1000 i 1300 m. Zasoby bilansowe tych złóż wynoszą 3988 mln m³.

Obszar arkusza jest zasobny w **surowce ilaste ceramiki budowlanej**. Były one eksploatowane już od początku XIX w. Iły i gliny były wykorzystywane w licznych cegielniach do produkcji cegły i innych wyrobów ceramiki budowlanej. Wyrobiska poeksploatacyjne tej kopaliny są powszechnie wykorzystywane jako składowiska odpadów przemysłowych i komunalnych, po czym najczęściej zostają zrekultywowane.

W granicach arkusza udokumentowano cztery złoża glin zwietrzelinowych, ilów i iłolupków górnego karbonu: Ligota-Katowice, Sitko-Mikołów, Mikołów-Emma i Kochłowice II (*op.cit.*). Aktualnie złoża Sitko-Mikołów i Mikołów-Emma są zaniechane, a złoża Kochłowice II i Ligota-Katowice pozostają niezagospodarowane. Pokładowe złoża ilów i

łółupków, o prostej budowie geologicznej, czasem zawierają w części spągowej wkładki węgla i piaskowców. Miąższość kopaliny ilastej charakteryzującej się dobrą jakością wynosi 27–29 m.

Na analizowanym terenie udokumentowano również złoża **piasków podsadzkowych** Panewniki oraz złoża **piasków budowlanych** o tej samej nazwie (*op.cit.*). Złoże piasków podsadzkowych budują piaski w formie pokładu o kilkunastometrowej miąższości i dobrych parametrach jakościowych, występujące pod niewielkim nadkładem. Piasek był wydobywany przez kilkadziesiąt lat (do początków lat 90. XX w.), służąc jako materiał do podsadzki hydraulicznej dla okolicznych kopalń. W latach 1985–1993 z południowej części złoża piasków podsadzkowych zostało wydzielone złożo piasku eksploatowane na potrzeby budownictwa.

ANTROPOPRESJA

Stan środowiska przyrodniczego obszaru objętego arkuszem ulega silnym zmianom, głównie w wyniku eksploatacji węgla kamiennego prowadzonej od kilku wieków. Rzeźba terenu została przekształcona wskutek powstających deformacji (ciągłych w postaci niecek osiadania oraz nieciągłych – zapadlisk). Zmiany ukształtowania terenu spowodowały z kolei przeobrażenia sieci hydrograficznej. Na środowisko negatywnie wpływają odpady wydobywcze zgromadzone na zwałowiskach. Działalność innych gałęzi przemysłu oraz sektora usługowo-handlowego przyczynia się do zanieczyszczenia powierzchni terenu, wód i powietrza atmosferycznego.

Powietrze atmosferyczne. Jakość powietrza zależy od wielu czynników. Na stan jakości powietrza atmosferycznego na analizowanym terenie wpływa emisja pyłowo-gazowa, pochodząca z lokalnych źródeł produkcyjno-usługowych, niska emisja z palenisk domowych, emisja liniowa ze źródeł transportu oraz emisja z terenów przyległych, głównie z zakładów zlokalizowanych na terenie gminy Łaziska Górne i miasta Tychy (PONE 2012; Program..., 2014).

Za główne ogniska zanieczyszczeń należy uznać niską emisję oraz emisję ze źródeł komunikacyjnych (Program..., 2014). Zakłady energetyczne stosują od pewnego czasu efektywne systemy oczyszczania spalin. Przetarzałe indywidualne systemy grzewcze stosowane w budownictwie mieszkaniowym i w obiektach użyteczności publicznej, wykorzystujące węgiel jako paliwo, jak i pylenie spowodowane stale zwiększającym się ruchem kołowym stanowią istotne źródło zanieczyszczenia powietrza pyłami.

Do ważnych źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza należą Zakłady Energetyki Ciepłej (ZEC) – Wydział VI Wujek na terenie Katowic oraz Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej i Zakład Inżynierii Miejskiej (Kotłownia Skalna) w Mikołowie.

Wyniki monitoringu środowiska wskazują, że stężenia takich zanieczyszczeń powietrza, jak benzen, ołów, arsen, kadm, nikiel i tlenek węgla nie są przekraczane, a stężenia pyłów PM10, PM2,5 oraz benzo(a)pirenu przekraczają dopuszczalne normy (Ocena..., 2013).

Wody powierzchniowe i podziemne. Działalność przemysłowa oraz gospodarka komunalna powodują presję na środowisko wodne. Tylko nieliczne i krótkie fragmenty koryt rzecznych, głównie płynących przez tereny leśne, mają charakter zbliżony do naturalnego. Rzeki płynące przez teren miast mają na ogół koryta silnie przekształcone antropogenicznie. Koryta rzek są przeważnie sztuczne – wyprostowane w stosunku do ich pierwotnego przebiegu, często pogłębione, miejscami obetonowane.

Do zanieczyszczenia wód powierzchniowych przyczyniają się niedostatecznie oczyszczone ścieki komunalne, ścieki z zakładów przemysłowych, zasolone wody dołowe pochodzące z odwadniania zakładów górniczych oraz spływy obszarowe. Największy wpływ na zanieczyszczenie wód rzecznych mają zrzuty wód kopalnianych obfitujących w siarczany i chlorki oraz nieuregulowana gospodarka ściekowa.

Według analiz WIOŚ w Katowicach wszystkie wody objęte monitoringiem wymagają podjęcia działań w celu poprawy ich jakości. Stwierdzono w nich zanik występowania znacznej części populacji biologicznych. Wody te nie nadają się do wykorzystania na cele zaopatrzenia ludności w wodę i nie podlegają uzdatnianiu.

Wyniki monitoringu środowiska wskazują, że Kłodnica, Mleczna i potok Jamna prowadzą wody, których stan jakości określono jako zły (*op.cit.*). Stan ekologiczny wód Kłodnicy i potoku Jamna został oceniony jako słaby, a wód Mlecznej jako zły. O takiej ocenie zdecydowały zarówno klasa elementów biologicznych, jak i fizykochemicznych (słaba dla Kłodnicy i potoku Jamna oraz poniżej stanu dobrego w przypadku Mlecznej).

Zanieczyszczenie wód Kłodnicy powodowane jest głównie wpływem ścieków z terenu dzielnic Ligota, Ochojec i Panewniki w Katowicach oraz z Mikołowa, odprowadzanych bądź bezpośrednio do rzeki, bądź też poprzez potoki Ślepotka i Jamna. Do Kłodnicy odprowadzane są po oczyszczeniu wody z oczyszczalni ścieków Panewniki w Katowicach, obsługującej dzielnicę Ligota, Panewniki i Brynów oraz część dzielnicy Ochojec. Oczyszczalnia Panewniki jest oczyszczalnią mechaniczno-biologiczno-chemiczną z podwyższonym oczyszczaniem biogenów – związków azotu i fosforu (Program..., 2014).

Do Mlecznej odprowadzane są ścieki z mechaniczno-biologiczno-chemicznej oczyszczalni ścieków Podlesie w Katowicach.

Potok Jamna, odbierający ścieki z terenu Mikołowa, jest od kilku lat zanieczyszczony związkami pochodzenia organicznego. Z powodu braku izolacji podłoża na jakość jego wód negatywny wpływ wywiera też zwałowisko odpadów wydobywczych kopalni Halemba-Wirek, położone w środkowym biegu potoku (Studium..., 2013).

Wody podziemne południowej i wschodniej części arkusza są zadowalającej jakości (Wyniki..., 2013). Północno-zachodnia część arkusza położona jest w zasięgu Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 331 – Dolina kopalna rzeki górna Kłodnica (Kleczkowski red., 1990). Jest to zbiornik czwartorzędowy zakryty, dla którego nie wydzielono obszarów najwyższej ochrony ONO i obszarów wysokiej ochrony OWO (Nowicki red., 2007). Ze względu na powierzchniowe ogniska zanieczyszczeń oraz drenujący wpływ odwadnianych zakładów górniczych, jakość i zasobność wód zbiornika, w skali ponadlokalnej ulega niekorzystnym zmianom (Prognoza..., 2009).

Gleby. Część gleb na omawianym obszarze jest przekształcona w wyniku procesów antropogenicznych, głównie eksploatacji złóż węgla kamiennego i deponowanie odpadów wydobywczych, rozwoju budownictwa, funkcji miejskich i infrastruktury oraz opadu pyłów i chemizmu opadów atmosferycznych. Monitoring wód opadowych wykazał, że w 65% mają one odczyn kwaśny (pH poniżej 5,6), a stwierdzone wartości wahały się w granicach od 3,45 do 6,78 (Liana i in., 2014).

Ze względu na zanieczyszczenie metalami ciężkimi gleby występujące w obrębie dzielnic Piotrowice, Podlesie, Kostuchna i Zarzecze w Katowicach nie nadają się do użytkowania rolniczego, a w rejonie bazy magazynowej PKN ORLEN stwierdzono ich zanieczyszczenie substancjami ropopochodnymi. Teren ten obecnie jest poddawany rekultywacji (Program..., 2014).

ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Badania wykonane w latach 2013–2016 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

uproszczonej mapy geologicznej 1:25 000 i map geochemicznych oraz interpretację wyników. Kolejność prac ilustruje załączony schemat (fig. 1).

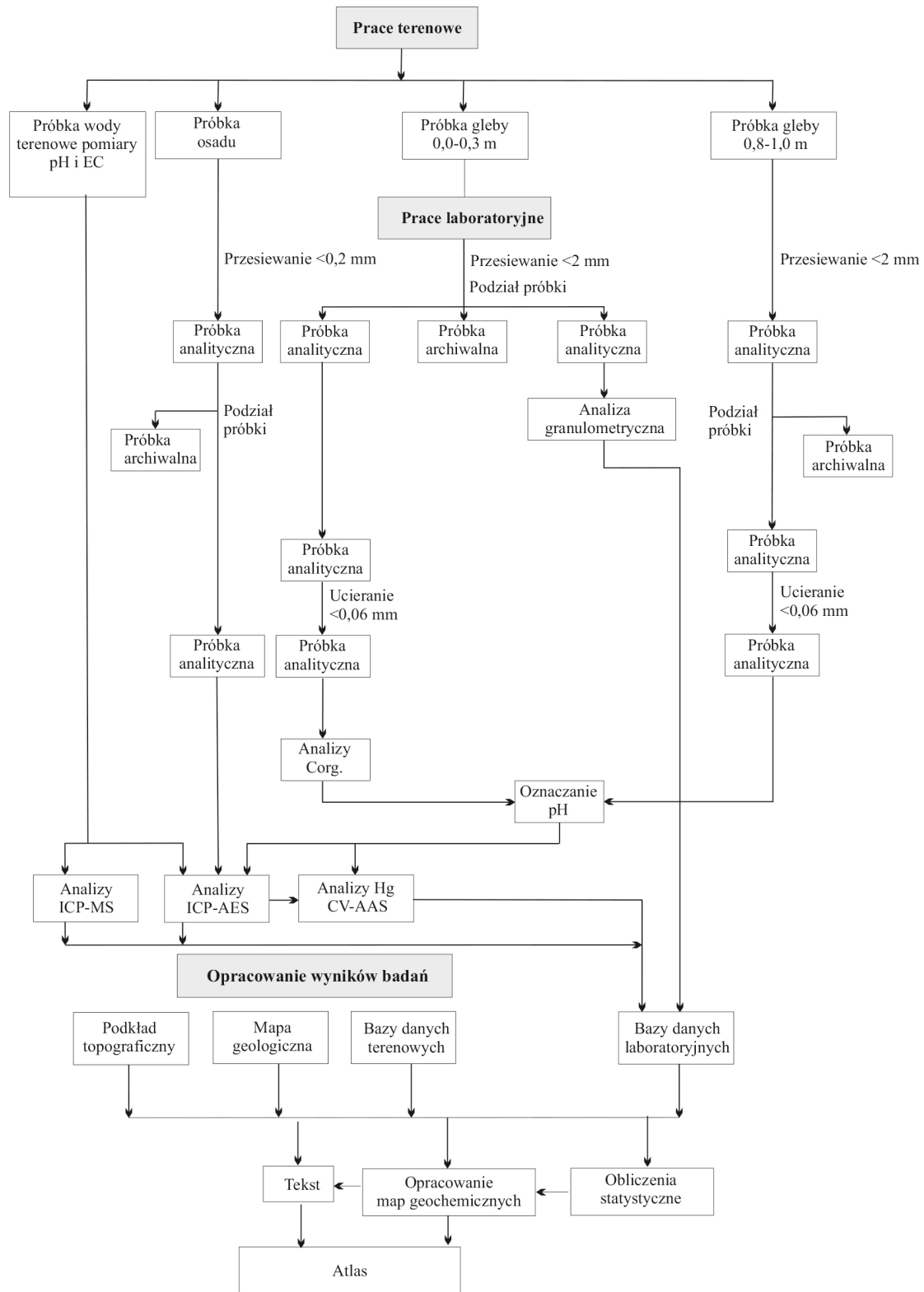


Fig. 1. Schemat opracowania

PRACE TERENOWE

Próbki gleb pobierano w regularnej siatce 250 x 250 m (16 próbek/km²). Łącznie pobrano próbki z 1367 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, jezior, 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. Przewodność elektrolityczną właściwą wód (EC) i ich odczyn (pH) mierzono w terenie pH/konduktometrem CPC-105 firmy Elmetron z automatyczną kompensacją temperaturową, przyjmując temperaturę referencyjną 25°C. Do pomiarów EC stosowano konduktometr z automatyczną kompensacją temperaturową, przyjmując temperaturę referencyjną 25°C. Próbki wód były filtrowane w terenie przez filtry Milipore 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, stosując urządzenie umożliwiające 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 ± 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. W celu zabezpieczenia rejestru charakterystyk terenowych wszystkie dane były notowane również na specjalnie przygotowanych kartach (fig. 2).

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska 1:25 000
Arkusz.....

Data.....
Opróbował.....

Nr próbki					Głębość	Współrzędne	
1					głębokość 0,0-0,3 m	X	
2					głębokość	Y	

Powiat.....Gmina.....Miejscowość.....

Zabudowa		Użytkowanie		Próbka		Gatunek gleby	
				1	2		
1	<input type="checkbox"/> brak	1	<input type="checkbox"/> pole uprawne	1	<input type="checkbox"/>	piaszczysta, piasek	
2	<input type="checkbox"/> wiejska	2	<input type="checkbox"/> las	2	<input type="checkbox"/>	piaszczysto-gliniasta	
3	<input type="checkbox"/> miejska niska	3	<input type="checkbox"/> łąka	3	<input type="checkbox"/>	gliniasto-piaszczysta	
4	<input type="checkbox"/> miejska wysoka	4	<input type="checkbox"/> nieużytek, ugór	4	<input type="checkbox"/>	gliniasta	
5	<input type="checkbox"/> przemysłowa	5	<input type="checkbox"/> trawnik	5	<input type="checkbox"/>	gлина	
		6	<input type="checkbox"/> park	6	<input type="checkbox"/>	mulek	
		7	<input type="checkbox"/> ogród	7	<input type="checkbox"/>	torfiasta, torf	
				8	<input type="checkbox"/>	antropogeniczna, nasypowa	

Uwagi:.....
.....
.....

A

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska 1:25 000
Arkusz.....

Data.....
Opróbował.....

Nr próbki					Współrzędne	
Osad	3				pH	
Woda	4				EC	

Powiat.....Gmina.....Miejscowość.....Nazwa zbiornika.....

Zabudowa		Użytkowanie		Zbiornik		Osad	
1	<input type="checkbox"/> brak	1	<input type="checkbox"/> pole uprawne	1	<input type="checkbox"/> rzeka	1	<input type="checkbox"/> piasek
2	<input type="checkbox"/> wiejska	2	<input type="checkbox"/> las	2	<input type="checkbox"/> strumień	2	<input type="checkbox"/> szlam organiczny
3	<input type="checkbox"/> miejska niska	3	<input type="checkbox"/> łąka	3	<input type="checkbox"/> kanał	3	<input type="checkbox"/> muł
4	<input type="checkbox"/> miejska wysoka	4	<input type="checkbox"/> nieużytek, ugór	4	<input type="checkbox"/> rów	4	<input type="checkbox"/> ił
5	<input type="checkbox"/> przemysłowa	5	<input type="checkbox"/> trawnik	5	<input type="checkbox"/> jezioro		
		6	<input type="checkbox"/> park	6	<input type="checkbox"/> sadzawka		
		7	<input type="checkbox"/> ogród	7	<input type="checkbox"/> staw rybny		
				8	<input type="checkbox"/> osadnik		

Uwagi:.....
.....
.....

B

Fig. 2. Karty opróbowania gleb (A) oraz osadów i wód powierzchniowych (B)

PRACE LABORATORYJNE

Przygotowanie próbek. Próbkę gleb po przewiezieniu do laboratorium były suszone w temperaturze pokojowej i przesiewane przez sita 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 zakresu głębokości 0,8–1,0 m, po przesianiu i kwartowaniu, dzielono na dwie podpróbki: jedną przeznaczoną do analizy chemicznej, drugą archiwalną (fig. 1). Próbkę gleb przeznaczoną do analiz chemicznych ucierano do frakcji <0,06 mm w agatowych młynach kulowych.

Próbki osadów były suszone w temperaturze pokojowej, a następnie przesiewane przez sita nylonowe o oczkach 0,2 mm. Frakcję <0,2 mm po kwartowaniu dzielono na dwie podpróbki: jedną przeznaczoną do analiz chemicznych i drugą archiwalną (fig. 1).

Próbki archiwalne zmagazynowano w Państwowym Instytucie Geologicznym-Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie.

Analizy chemiczne. Roztworzenie próbek gleb i osadów 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 i osadach wykonano za pomocą spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-AES). Analizy Hg w próbkach gleb i osadów przeprowadzono metodą spektrometrii absorpcji atomowej z techniką zimnych par (CV-AAS) z systemem przepływowym FIAS-100. Kwasowość czynną gleb oznaczono metodą potencjometryczną w zawiesinie H₂O, a zawartość węgla organicznego w glebach metodą kulometryczną (granica oznaczalności 0,16%) oraz metodą wysokotemperaturowego spalania z detekcją termoprzewodnościową TCD i metodą wysokotemperaturowego spalania z detekcją spektrometryczną w zakresie podczerwieni IR (granica oznaczalności 0,01–0,02%).

Oznaczenia zawartości B, Ba, Ca, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, SiO₂, SO₄, Sr, Ti i Zn w wodach powierzchniowych przeprowadzono metodą ICP-AES, a zawartości Ag, Al, As, Be, Cd, Co, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, U i V – metodą ICP-MS.

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

Kontrolę jakości wykonywanych oznaczeń prowadzono 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). Czystość odczynników i naczyń kontrolowano za pomocą „ślepych próbek odczynnikowych” i „ślepych próbek proceduralnych”.

Niepewność rozszerzona wyników (przy założonym poziomie prawdopodobieństwa 95% i współczynnika rozszerzenia $k = 2$) dla próbek wód, gleb i osadów nie przekracza 25%.

Analizy granulometryczne gleb z zakresu głębokości 0,0–0,3 m wykonano w Centrum Badań Laboratoryjnych Gruntów i Skał PIG-PIB w Warszawie, łącząc analizę sitową z metodą laserowego pomiaru wielkości cząstek. Badania składu ziarnowego przeprowadzono metodami odbiegającymi od klasycznych (stosowanych według odpowiednich norm w gleboznawstwie). Ich wyniki nie mogą zatem służyć do podziału gleb według kryteriów gleboznawczych. Są natomiast bardzo pomocne przy interpretacji wyników badań geochemicznych.

Próbki przesiewano przez zestaw sit o oczkach 2 mm, 1 mm i 0,5 mm. Niektóre gleby gliniaste rozdrabniano w moździerzu porcelanowym przed przesiewaniem. Ważono uzyskane frakcje: 2–1 mm, 1,0–0,5 mm i <0,5 mm. Pomiary wielkości ziaren we frakcji <0,5 mm przeprowadzono za pomocą laserowego miernika wielkości cząstek.

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, <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 Zabrze M-34-62-B (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. Do ilustracji budowy geologicznej badanego obszaru wykorzystano Szczegółową mapę geologiczną Polski 1:50 000 arkusz Zabrze M-34-62-B (Wyczółkowski, 1957). 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,
- 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 administracyjna miejsca pobierania próbek – powiat, gmina, miejscowość), datę i nazwisko osoby pobierającej próbki oraz wyniki analiz chemicznych.

Bazy danych osadów śródlądowych zbiorników 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 administracyjna miejsca pobierania próbek – powiat, gmina, miejscowość), datę i nazwisko osoby pobierającej próbki oraz wyniki analiz chemicznych.

Obliczenia statystyczne. Wyniki zgromadzone w bazach danych służyły do wydzielenia podzbiorów do obliczeń statystycznych według różnych kategorii środowiska, na przykład zawartości pierwiastków w glebach terenów przemysłowych, glebach leśnych, glebach miejskich oraz w osadach i wodach poszczególnych cieków i zbiorników, jak również do tworzenia map geochemicznych. Obliczenia parametrów statystycznych wykonano zarówno dla całych zbiorów, jak i podzbiorów gleb, osadów 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 i zamieszczono na mapach geochemicznych.

Przy interpretacji wyników jako miarę przeciętnych zawartości poszczególnych pierwiastków stosowano najczęściej obliczone wartości median. Mediana jest parametrem

statystycznym lepiej charakteryzującym zawartości w porównaniu ze średnią arytmetyczną, gdyż jest mniej obciążona wpływem wartości ekstremalnych. Inne parametry statystyczne (wariancja, odchylenie standardowe) nie nadają się do charakterystyki populacji o bliżej nieokreślonym rozkładzie.

Opracowanie map. Dla arkusza Mikołów 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 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,
- pH i EC oraz zawartość Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, SO₄, Sb, Se, SiO₂, Sr, Ti, Tl, U, V 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 Mikołów i arkuszy sąsiednich w skali 1:25 000, aby uniknąć niezgodności na granicy arkuszy. Z utworzonych map monopierwiastkowych wycinano obszar w granicach arkusza Mikołów i łączono z podkładem topograficznym.

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

Sporządzając mapę klasyfikacji powierzchniowej warstwy gleb (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 zaliczenia gleb do grupy A, korzystniejszej dla użytkownika i pozwalającej na wielofunkcyjne wykorzystywanie terenu.

Do celów publikacji połączono mapy geochemiczne parami, tj. na jednej tablicy umieszczono mapę geochemiczną gleb z głębokości 0,0–0,3 m mapę geochemiczną osadów, a na kolejnej mapę geochemiczną gleb z głębokości 0,8–1,0 m i mapę geochemiczną wód powierzchniowych. Ten sposób prezentacji pozwala na bezpośrednie porównanie obrazów geochemicznych różnych środowisk. Kierując się wygodą użytkownika, wydrukowano mapy (opatrzone skalą liniową) w formacie nieco pomniejszonym (A3). Zabieg ten nie spowodował pominięcia żadnego szczegółu treści map.

WYNIKI BADAŃ

GLEBY

Skałami macierzystymi gleb w obszarze arkusza są utwory różnorodnie litologicznie i wiekowo (tabl. 1). Wytworzyły się z nich odmienne typy i rodzaje gleb, najczęściej o cechach geochemicznych odzwierciedlających skład chemiczny skał podłoża. Na piaskowcach karbonu i piaszczystych osadach lodowcowych i wodnolodowcowych czwartorzędu rozwinęły się gleby biellicowe i pseudobiellicowe, a na glinach lodowcowych gleby brunatne. W dolinie Kłodnicy przeważają gleby mułowo-bagienne, a na obszarach przemysłowych występują gleby antropogeniczne o zaburzonych profilach, przekształcone w wyniku gospodarczej działalności człowieka (Program..., 2014). Gleby biellicowe, najmniej zasobne w składniki pokarmowe, są porośnięte lasami, a gleby bardziej żyzne są użytkowane jako pola i łąki.

Skład granulometryczny. Procentowy udział w glebie cząstek o określonych wielkościach nazywa się jej składem mechanicznym, uziarnieniem, granulacją, składem granulometrycznym lub rozkładem granulometrycznym (Mocek i in., 2000; Ryżak i in., 2004, 2009). W warunkach naturalnych skład granulometryczny gleby ulega bardzo małym zmianom (z wyjątkiem gleb zasolonych, w których może nastąpić peptyzacja koloidów glebowych) i jest jedną z ważniejszych cech wpływających na jej właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne.

W opracowaniu przyjęto podział cząstek na grupy granulometryczne według normy branżowej BN-78/9180-11, obowiązującej do 2008 r., ponieważ jest to kontynuacja opracowania seryjnego, wykonywanego zgodnie z instrukcją do mapy geochemicznej w skali 1:25 000 od szeregu lat. Wyniki analiz granulometrycznych przedstawiono dla grup ziarnowych: 1,0–0,1 mm frakcja piaszczysta, 0,1–0,02 mm frakcja pylasta, <0,02 mm frakcja ilasta (tabl. 4–6). Zmiana przedziałów grup granulometrycznych zgodnie z aktualnymi wytycznymi Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego PTG (Klasyfikacja..., 2008) uniemożliwiłaby porównanie składu granulometrycznego z danymi z arkuszy opracowanych wcześniej.

Skład granulometryczny gleby w znacznym stopniu determinuje jej odporność na degradację oraz ma istotny wpływ na zawartość pierwiastków chemicznych. Gleby z dużym udziałem frakcji ilastej i pylastej charakteryzują się zazwyczaj podwyższoną zawartością pierwiastków innych niż krzem oraz ich mniejszą mobilnością w warunkach hipergenicznych. W porównaniu z glebami piaszczystymi są bardziej odporne na odprowadzanie składników pokarmowych roślin i mogą zatrzymywać więcej składników toksycznych (w tym metali ciężkich) bez szkody dla środowiska.

W warstwie powierzchniowej gleb w obszarze arkusza pierwotny skład uziarnienia częściowo uległ zatarciu w wyniku prowadzonych prac ziemnych i budowlanych (szczególnie na terenach przemysłowych i zabudowanych miast). Jednak jego zróżnicowanie wiąże się wyraźnie z litologią skał macierzystych. Najliczniej reprezentowane są gleby piaszczyste (głównie piaski słabo gliniaste) o zawartości 40–80% 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 zawartością <20% frakcji pylastej (0,1–0,02 mm) i <10 % frakcji ilastej (<0,02 mm).

Gleby obfitujące we frakcję pylastą i ilastą występują przeważnie na wychodniach skał karbońskich w północnej i południowej części arkusza. Zawartość frakcji pylastej przekracza

w nich niekiedy 20% (tabl. 5), a zawartość frakcji ilastej waha się najczęściej w granicach 10–20% (tabl. 6).

Odczyn. Odczyn gleb zależy od składu mineralnego skał macierzystych, sposobu ich użytkowania i czynników antropogenicznych.

W warstwie powierzchniowej przeważają gleby o odczynie kwaśnym (52%), a na głębokości 0,8–1,0 m największą grupą (45%) są gleby o odczynie obojętnym (tabl. 7 i 8). Bardzo kwaśnym odczynem ($\text{pH} < 5$) charakteryzuje się warstwa powierzchniowa piaszczystych gleb lasów w środkowej i zachodniej części obszaru arkusza (tabl. 7).

Gleby o odczynie zasadowym ($\text{pH} > 7,4$), a miejscami silnie zasadowym ($\text{pH} > 8$), występują na terenie zachodnich dzielnic Katowic z zabudową miejską i przemysłową oraz na osiedlach mieszkaniowych Mikołowa. Naturalnym czynnikiem wpływającym na odczyn gleb tych terenów jest podwyższona zawartość wapnia w występujących tu czwartorzędowych glinach lodowcowych i ilowcach karbonu. Alkaliczacja gleb związana jest też z opadem pyłów alkalicznych, stosowaniem środków do odśnieżania ulic, a także z obecnością gruzu budowlanego zawierającego okruszy zaprawy piaszczysto-wapiennej, czego dowodzą badania gleb w wielu miastach (Greinert, 2000; Gąsiorek, Niemyska-Łukaszuk, 2004; Tomassi-Morawiec red., 2016).

W głębszej warstwie powierzchni gleb zasadowych są większe w porównaniu z warstwą powierzchniową, co spowodowane jest przypuszczalnie przemieszczaniem w głąb profili glebowych pyłów (głównie z przemysłowego spalania węgla) bogatych w związki magnezu i wapnia (Rózkowska, Ptak, 1995a, b).

Gleby o odczynie obojętnym ($\text{pH} 6,3\text{--}7,4$) występują na niewielkich obszarach w południowo-wschodniej i północnej części arkusza.

Geochemia. Zawartość pierwiastków głównych i śladowych w glebach zależy od zasobności skał podłoża geologicznego, procesów wietrzenia, procesów glebotwórczych i antropopresji. Na analizowanym terenie procesy glebotwórcze doprowadziły do zmian składu chemicznego gleb w stosunku do skał macierzystych, ale zawartość większości pierwiastków nie odbiega od wartości tła geochemicznego regionu śląsko-krakowskiego (Lis, Pasieczna, 1995b). Miarą antropopresji jest stwierdzany lokalnie wzrost koncentracji metali ciężkich, a wyznaczone obszary ich anomalii to tereny o potencjalnym ryzyku, które powinny być poddane procesom rekultywacji.

Zawartość srebra, arsenu, kadmu, żelaza, rtęci, magnezu, niklu, fosforu, strontu, wanadu i cynku w powierzchniowej warstwie gleb (wyrażona wartościami ich median) jest zbliżona do wartości tła geochemicznego tych pierwiastków w regionie śląsko-krakowskim

(tab. 2). Nieco większa jest zawartość baru, kobaltu, miedzi, manganu, ołowiu i siarki. Około dwukrotne wzbogacenie w porównaniu do tła regionalnego występuje w przypadku wapnia, chromu i tytanu.

Najmniejszą zawartością pierwiastków pochodzenia litogenicznego – glinu, baru, wapnia, kobaltu, chromu, żelaza, manganu, niklu, fosforu, strontu i wanadu – charakteryzują się gleby lasów z obydwu zakresów głębokości, utworzone na plejstocenijskich piaskach wodnolodowcowych pokrywających zachodnią część arkusza. Fakt ten wiąże się z ubogim składem chemicznym skał podłoża i ich kwaśnym odczynem, który sprzyja ługowaniu pierwiastków. W glebach rozwiniętych na wychodniach różnorodnych skał karbońskich oraz czwartorzędowych glinach lodowcowych stwierdzono większą zawartość tych pierwiastków.

W piaszczystych glebach północno-zachodniej części obszaru arkusza zawartość glinu nie przekracza 0,40%. W innych rejonach jest to najczęściej zawartość w zakresie 0,40–0,80%, a najbogatsze w glin (>0,80%) są gleby rozwinięte na glinach lodowcowych i iłowcach karbońskich. Większa zawartość glinu wiąże się z występowaniem w drobnoziarnistych skałach macierzystych gleb obfitości składników zawierających ten pierwiastek (skaleni, łuszczyków i minerałów ilastych).

Zawartość arsenu w glebach jest naturalna i nieznacznie zróżnicowana. W większości zbadanych gleb utworzonych na skałach piaszczystych nie przekracza 10 mg/kg, a w glebach rozwiniętych na podłożu glin lodowcowych i starszych utworów osiąga 10–20 mg/kg. Wzbogacenia w arsen (20–80 mg/kg) są pochodzenia naturalnego. Zanotowano je w glebach łąkowych o charakterze rud darniowych. Zawartością >100 mg/kg arsenu na głębokości 0,0–0,3 m charakteryzuje się kilka próbek gleb z terenów przemysłowych, co wskazuje na jego antropogeniczne źródła.

Rozkład przestrzenny zawartości baru wiąże się zarówno z jego obecnością w skałach macierzystych gleb, jak i rozpraszaniem tego pierwiastka wraz z pyłami z przemysłowego spalania węgla. Wśród skał osadowych karbońskie łupki ilaste, stanowiące skały macierzyste niektórych gleb, wykazują największą tendencję gromadzenia baru (Čurlík, Šefčík, 1999; Kabata-Pendias, Pendias, 1999). Bar jest też naturalnym składnikiem węgla kamiennego, w którym jego zawartość może dochodzić do 330 mg/kg (Rózkowska, Ptak, 1995a; Kabata-Pendias, Mukherjee, 2007). Rozkład zawartości baru w badanych glebach z obu zakresów głębokości jest podobny. Większe obszary gleb bogatych w ten pierwiastek (>120 mg/kg) występują w warstwie powierzchniowej, co wskazuje na jego imisję ze źródeł antropogenicznych. W piaszczystych glebach lasów w zachodniej części arkusza zawartość baru rzadko przekracza 60 mg/kg, wzrasta do 120 mg/kg na pozostałym obszarze, a wyraźna

anomalia (>240 mg/kg) zaznacza się w glebach wokół terenów kopalni Wujek i byłych zakładów chemicznych w katowickiej dzielnicy Ligota.

Zawartość wapnia i magnezu (odpowiednio 0,25–1,00% i $>0,12\%$) jest większa w glebach terenów zabudowanych Katowic i Mikołowa z obydwu zakresów głębokości w porównaniu z obszarami lasów i pól w centralnej i zachodniej części arkusza (gdzie stwierdzano 0,01–0,25% wapnia i 0,01–0,12% magnezu). Lokalnie zanotowano koncentrację wapnia $>2\%$, a magnezu $>0,50\%$. Największą zawartością wapnia charakteryzuje się warstwa powierzchniowa gleb antropogenicznych (mediana 0,43%) i trawników miejskich (mediana 0,46%). Główną przyczyną ich wzbogacenia w wapń jest przypuszczalnie emisja pyłów ze spalania węgla, a dodatkowo udział gruzu wapiennego (beton, tynk, zaprawa) w ich składzie.

Zawartość węgla organicznego w glebach warstwy powierzchniowej najczęściej mieści się w zakresie 1,5–3% (mediana 1,9%). Bardziej zasobne w węgiel organiczny ($>3\%$) są gleby lasów w północnej i zachodniej części obszaru arkusza, a gleby pól uprawnych zawierają 0,5–3,4% tego składnika. Są nieco bogatsze w porównaniu do najczęściej spotykanych zawartości (0,4–2,1%) w glebach pól uprawnych Polski (Pasieczna, Markowski, 2014). W rejonie hałdy odpadów w dolinie Jamny zawartość węgla organicznego przekracza lokalnie 12%, co jest spowodowane obecnością okruchów węgla kamiennego w glebie.

Na zawartość fosforu wpływa głównie skład chemiczny skał macierzystych. Gleby rozwinięte z czwartorzędowych glin lodowcowych i utworów karbonu są bogatsze w ten pierwiastek (0,038%) w porównaniu z glebami wykształconymi na osadach piaszczystych (0,021%). Zawartość fosforu w analizowanych glebach warstwy powierzchniowej mieści się w granicach od $<0,002$ do 0,690%, a warstwy głębszej od $<0,002$ do 0,143%. Porównanie median zawartości fosforu w obu badanych poziomach glebowych (0,027% w warstwie wierzchniej i 0,007% w warstwie głębszej) wskazuje na udział źródeł antropogenicznych w jego kumulacji. Najmniej fosforu zawierają piaszczyste gleby lasów (mediana 0,015%), a najwięcej gleby terenów miejskich (0,040%).

Zawartość siarki w glebach z obydwu głębokości waha się najczęściej w zakresie od $<0,003$ do 0,080%, a tylko lokalnie przekracza 0,320%.

Na rozkłady przestrzenne niektórych pierwiastków (zwłaszcza metali ciężkich) oprócz źródeł litogenicznych wpływają też znacząco czynniki antropogeniczne.

Jednym z rejonów, gdzie zanotowano znaczne zanieczyszczenie gleb metalami, wyraźnie związane z działalnością przemysłu, jest rejon ulicy Ligockiej w Katowicach. W wierzchniej warstwie gleb zanotowano tu zawartość: >80 mg/kg arsenu, >16 mg/kg kadmu, >250 mg/kg ołowiu i >1000 mg/kg cynku. Zanieczyszczenie gleb wiąże się przypuszczalnie z

działalnością zakładów przemysłu chemicznego. Już przed I wojną światową działała tu Górnośląska Fabryka Farb i jeden z największych na Śląsku zakładów chemicznych (czynny do lat 60. XX w.) produkujący sól Glauberską i kwas solny. Inne historyczne zakłady tego rejonu to rafineria ropy naftowej, zakład impregnacji drewna kopalnianego, cegielnia i wytwórnia acetyleny (Ligota.info...)

Wyraźne punktowe zanieczyszczenie metalami występuje w glebach trawników osiedlowych z głębokości 0,0–0,3 m przy ulicy Hierowskiego w katowickiej dzielnicy Piotrowice. Zanotowano tu 4,7 mg/kg srebra, 399 mg/kg arsenu, 606 mg/kg miedzi, 5318 mg/kg ołowiu i 16 200 mg/kg cynku. Skażenie gleb jest przypuszczalnie wynikiem zmieszania gleb naturalnych z materiałem obcym, pochodzącym z likwidacji starych hałd pohutniczych.

Podobne pochodzenie ma też lokalne zanieczyszczenie metalami gleb warstwy powierzchniowej w rejonie ulicy Sasanek w Katowicach-Podlesiu. Można przypuszczać, że źródłem metali jest materiał hałdy pohutniczej, który wykorzystywano do niwelacji terenu podczas prac budowlanych. Stwierdzono tu obecność kobaltu (do 74 mg/kg), chromu (do 267 mg/kg), miedzi (do 3134 mg/kg), niklu (do 393 mg/kg), ołowiu (do 730 mg/kg) i tytanu (do 1404 mg/kg).

Teren dzielnic Załęska Hałda, Katowicka Hałda, Brynów, Kokociniec i Ligota w Katowicach to zwarty obszar, gdzie szczególnie wierzchnia warstwa gleb jest zanieczyszczona ołowiem (>100 mg/kg) i cynkiem (>250 mg/kg). Podobny stopień zanieczyszczenia tymi metalami gleb rozwiniętych na skałach o zróżnicowanej litologii (iłowcach i piaskowcach karbonu, glinach lodowcowych oraz piaszczystych utworach lodowcowych i wodnolodowcowych) pozwala przypuszczać, że metale pochodzą ze źródeł antropogenicznych (prawdopodobnie opadu pyłów przemysłowych i hałd odpadów historycznych hut cynku). Na terenie osady Katowicka Hałda już w pierwszej połowie XVIII w. czynna była huta cynku Henrietta i kopalnia węgla kamiennego Beate, a w obszarze Załęskiej Hałdy były zlokalizowane huty cynku Johanna i Victor (Degenhardt, 1870). Dodatkowym źródłem cynku i ołowiu mógł być transport pyłów przemysłowych spoza północnej granicy arkusza, gdzie od XV w. funkcjonowała kuźnia, a później huta żelaza Baildon. W latach międzywojennych produkowano tu różnorodne blachy, elektrody, węgliki i magnesy, w czasie II wojny światowej materiały dla przemysłu zbrojeniowego, a po wojnie różne gatunki stali (Huta Baildon...).

W środkowym biegu potoku Jamna na chemizm gleb wyraźnie wpływa położone tu zwałowisko odpadów i złomu kopalni Halemba-Wirek. W tym rejonie zanotowano

zwiększone zawartości niektórych pierwiastków. Zawartość węgla organicznego dochodzi tu niekiedy do 6,0–12,0%. Zaznacza się też obecność kobaltu (>8 mg/kg), miedzi (>20 mg/kg), niklu (>10 mg/kg), siarki (>0,080%) i wanadu (>10 mg/kg).

W powierzchniowej warstwie gleb zanotowano kilka lokalnych anomalii o zawartości srebra w zakresie 1–2 mg/kg, podczas gdy jego naturalna zawartość w glebach wynosi zaledwie 0,06–0,4 mg/kg (Kabata-Pendias, Mukherjee, 2007). Srebro ze źródeł antropogenicznych przypuszczalnie podlega akumulacji w związkach z siarką lub jest wiązane w materii organicznej. Wskazują na to lokalne zwiększenia zawartości siarki w miejscach anomalii srebra oraz koncentracja tego metalu w glebach łąkowych i bagiennych bogatych węgiel organiczny.

W warstwie gleb z głębokości 0,0–0,3 m zawartość rtęci nie przekracza na ogół 0,10 mg/kg. W rejonach zlokalizowanych na utworach karbonu i glinach lodowcowych zanotowano 0,10–0,20 mg/kg rtęci. Prawdopodobnie antropogeniczne jest zanieczyszczenie rtęcią (do 4,49 mg/kg) w przypowierzchniowych glebach trawników w katowickiej dzielnicy Brynów (rejon ulicy Kępowej) oraz w okolicy dworca kolejowego w Mikołowie (do 2,13 mg/kg), gdzie gleby warstwy głębszej nie są zanieczyszczone.

Udział obszarów gleb zanieczyszczonych w różnym stopniu kadmem, ołowiem i cynkiem zamieszczono w tabeli 6. Zestawienie wskazuje, że w warstwie wierzchniej gleby zanieczyszczone kadmem (>4 mg/kg) zajmują 7,6%. Zawartość ołowiu >100 mg/kg stwierdzono dla 21,95% gleb, a zawartość cynku >500 mg/kg dla 6,88%. W warstwie głębszej udziały gleb zanieczyszczonych tymi metalami są znacznie mniejsze.

Dla gleb z głębokości 0,0–0,3 m przeprowadzono ocenę stopnia zanieczyszczenia metalami, klasyfikując je do grup użytkowania A, B i C (tab. 7) na podstawie zawartości dopuszczalnych (Rozporządzenie..., 2002). Przy klasyfikacji sumarycznej stosowano zasadę zaliczania gleb do danej grupy, gdy zawartość co najmniej jednego pierwiastka przekraczała wartość dopuszczalną. Ze względu na zawartość arsenu i metali 40,60% spośród badanych gleb zaliczono do grupy A (czystość spełniająca wymogi obszarów chronionych i użytków specjalnych). Do grupy B (gleb przydatnych do upraw rolnych i leśnych) zaklasyfikowano 45,06% analizowanych próbek, a do grupy C (przydatnych tylko dla terenów przemysłowych i komunikacyjnych) 14,34%. Warunki wielofunkcyjnego użytkowania spełniają gleby zaliczone do grup A i B. Gleby zaklasyfikowane do grupy C występują na terenach zabudowy miejsko-przemysłowej (tabl. 63). Omawiana klasyfikacja gleb wskazuje, jak powinien być użytkowany dany teren zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia... (2002). W niektórych przypadkach aktualne użytkowanie działek terenu jest niewłaściwe i wymaga co najmniej

monitorowania, a niekiedy rekultywacji. Tereny o wysokiej zawartości metali powinny być zrehabilitowane lub użytkowane tylko jako obszary przemysłowe.

OSADY

Osady cieków i zbiorników śródlądowych wód powierzchniowych powstają w wyniku sedymentacji zawieszin mineralnych i organicznych pochodzących z erozji, a także składników wytrącających się z wody. Ich skład chemiczny jest uwarunkowany wieloma czynnikami naturalnymi i antropogenicznymi. Zależy przede wszystkim od litologii zlewni, geomorfologii oraz warunków klimatycznych, które decydują o przebiegu procesów wietrzenia skał oraz uruchamianiu, migracji i akumulacji pierwiastków (Bojakowska, Gliwicz, 2003).

Na terenach uprzemysłowionych, zurbanizowanych i rolniczych do osadów przenikają potencjalnie szkodliwe pierwiastki śladowe i związki organiczne zawarte w odciekach ze zwałowisk odpadów, w ściekach przemysłowych i komunalnych odprowadzanych do wód powierzchniowych oraz w spływach obszarowych (Ciszewski, 1997, 2002, 2005; Matschullat i in., 1997; Miller 1997; Bojakowska i in., 2006; Harnischmacher, 2007; Kozieł, Zgłobicki 2010; Lagauzère i in., 2011; Govil i in., 2012; Cempel i in., 2014).

Na analizowanym obszarze zanieczyszczenia antropogeniczne, pochodzące ze zrzutu ścieków przemysłowych i bytowo-gospodarczych, wpływają silniej na skład osadów niż czynniki naturalne. Wskutek prowadzonej działalności górniczej znaczne fragmenty dolin są przebudowywane, w efekcie czego rzeki płyną w wysokich betonowych korytach. Częste regulacje i osuszanie terenów doprowadziły do tego, że w wielu miejscach zanikły tereny zalewowe i podmokłe, na które coraz częściej wkracza zabudowa (Działoszyńska-Wawrzekiewicz, 2007). Szczególną cechą większości osadów jest zawartość w ich składzie dużych ilości cząstek mułów węglowych, które odznaczają się zdolnościami sorpcyjnymi prowadzącymi do wiązania metali i ich łatwego wytrącania (Nocoń, Kostecki, 2005).

Zanieczyszczenia osadów mogą wpływać toksycznie na organizmy ryb i innych zwierząt wodnych, zwłaszcza drapieżników, stwarzając także ryzyko zdrowotne dla ludzi i zwierząt spożywających ryby lub mięczaki pochodzące z miejsc, gdzie zalegają takie osady (Šmejkalová i in., 2003; Liu i in., 2005; Vink, 2009). Szkodliwe składniki osadów często ulegają ponownemu uruchomieniu do wody w następstwie procesów biologicznych, chemicznych i fizycznych. Zanieczyszczone osady przemieszczone na tarasy zalewowe powodują z kolei wzrost stężenia metali ciężkich w glebach (Bojakowska, Sokołowska, 1995; Bojakowska i in., 1996, 2011; Gabler, Schneider, 2000; Weng, Chen, 2000; Middelkoop, 2000; Gocht i in., 2001; Miller i in., 2004).

W obrębie arkusza Mikołów badano osady z cieków i zbiorników znajdujących się w zlewni górnej Kłodnicy i jej dopływów – Ślepotki i Jamny, oraz w zlewni górnej Mlecznej, dopływu Gostyni. Zakresy zawartości i parametry statystyczne analizowanych pierwiastków w poszczególnych zlewniach zestawiono w tabeli 4.

Na terenie objętym arkuszem największa zawartość glinu (2–4%) została stwierdzona w osadach rowów, drobnych cieków i małych zbiorników bez nazwy, znajdujących się w większości na terenach leśnych. Zawartość wapnia okazała się znacznie niższa od wartości tła geochemicznego regionu śląsko-krakowskiego. Żelazo stwierdzono w bardzo szerokim zakresie zawartości (0,06–19,85%), a najbogatsze w ten pierwiastek są osady zbiorników i cieków na terenach leśnych lub nieużytkach w zlewni Kłodnicy. Zawartość fosforu w zbadanych osadach dochodzi do 0,600%, a jego zawartością powyżej 0,300% wyróżniają się osady potoków odwadniających tereny zurbanizowane. Zawartość siarki jest znacząco wyższa od wartości regionalnego tła geochemicznego, a jej maksymalną zawartość (5,140%) stwierdzono w osadach niewielkiego zbiornika wód stojących w obniżeniu terenu w rejonie ul. Okrężnej w Katowicach.

W większości próbek zawartość srebra nie przekracza granicy jego oznaczalności (1 mg/kg). W blisko połowie próbek zawartość arsenu jest zbliżona do wartości regionalnego tła geochemicznego (6 mg/kg). Warto podkreślić, że około 75% osadów zawiera <10 mg/kg arsenu, czyli zawartość, poniżej której nie obserwuje się negatywnego oddziaływania tego pierwiastka na organizmy wodne. Z kolei przy zawartości >33 mg/kg arsenu mogą występować jego szkodliwe oddziaływania na te organizmy (MacDonald i in., 2000). Takimi zawartościami arsenu charakteryzuje się tylko kilkanaście próbek (w tym prawie wszystkie osady z potoku w rejonie Kokocińca). Na ogół osady o wysokich zawartościach arsenu charakteryzują się również wysoką zawartością żelaza (>1%). Obecność wodorotlenków lub siarczków żelaza w osadach sprzyja akumulacji w nich arsenu i jego unieruchomieniu.

Maksymalna zanotowana zawartość kadmu wynosi 201,6 mg/kg, a zawartością powyżej 5 mg/kg cechuje się blisko 30% próbek. Mediana zawartości kadmu (2,9 mg/kg) jest nieznacznie wyższa od wartości regionalnego tła geochemicznego (2,5 mg/kg). Ekstremalnie wysokie zawartości kadmu wykryto w osadach potoku odwadniającego rejon Kokocińca i Ligoty.

Zawartość miedzi >200 mg/kg wykryto w osadach Mlecznej na terenie ogródków działkowych w Katowicach, w osadach rowu dopływającego do Jamny na terenie Mikołowa oraz w zbiorniku wód stojących przy północnej granicy arkusza.

Zawartość rtęci poniżej granicy oznaczalności występuje w 36,3% próbek, a stężenie powyżej 1 mg/kg stwierdzono w 6 próbkach. Najwyższa koncentracja rtęci występuje w osadach Ślepotki oraz w jednym z jej dopływów na terenie Katowic, w trzech lokalizacjach w osadach Kłodnicy oraz w osadach potoku płynącego z Kokocińca i Ligoty.

W osadach z terenu arkusza zawartości przeciętne niklu są prawie identyczne jak tło geochemiczne tego pierwiastka dla regionu śląsko-krakowskiego. Ekstremalnie wysoką zawartość niklu (>100 mg/kg) wykryto w osadach rowu dopływającego do Kłodnicy na zalesionym terenie w Katowicach.

Zawartość maksymalna ołowiu w badanych osadach dochodzi do 923 mg/kg, a zawartość >1000 mg/kg cynku występuje w 13,16% osadów. Szczególnie wysokimi zawartościami cynku wyróżniają się osady potoku płynącego z Kokocińca i Ligoty.

Kłodnica i jej zlewnia. W obrębie analizowanego obszaru znajduje się tylko górny odcinek rzeki, której źródła leżą poza wschodnią granicą arkusza. Jej większe lewostronne dopływy to Ślepotka i Jamna oraz potok bez nazwy przepływający przez zbiornik Starganiec. Dolina Kłodnicy zachowała wiele ze swojego naturalnego stanu, rzeka silnie meandruje, a w wielu miejscach występują starorzecza. Na całej długości doliny istnieją niewielkie oczka wodne, łąki i trzcinowiska (Działożyńska-Wawrzkiwicz, 2007).

Na zachodzie terenu w granicach arkusza Kłodnica przepływa przez tereny zalesione (Lasy Kochłowieckie), a w górnym odcinku jej zlewni zlokalizowane są dzielnice mieszkaniowe Katowic (Kokociniec, Ligota, Brynów), gdzie mieszczą się też zakłady metalowe, warsztaty remontowe i bazy transportowe, które mogą wpływać na zanieczyszczenie osadów poprzez zrzuty ścieków. Wcześniejsze badania geochemiczne wykazały, że zawartość metali ciężkich w jej osadach nie odbiega od średniej dla woj. śląskiego (Nocoń, 2006).

W osadach Kłodnicy zawartość pierwiastków głównych (wapnia, żelaza, manganu i fosforu) jest mniejsza od wartości regionalnego tła geochemicznego, a większa jest zawartość niektórych pierwiastków śladowych.

W górnym odcinku osady Kłodnicy zawierają lokalnie 10–40 mg/kg arsenu, a na terenie lasów w niższym odcinku rzeki jest to zawartość <3–5 mg/kg. Zawartość srebra lokalnie wynosi 2 mg/kg w górze rzeki i <1 mg/kg w jej dalszym biegu. Największe zanieczyszczenie osadów górnego odcinka Kłodnicy powoduje materiał dostarczany przez jej prawostronny dopływ z rejonu Ligoty i Kokocińca, który odwadnia teren byłych zakładów chemicznych o silnie zanieczyszczonych glebach (Ligota.info...). Przed ujściem tego dopływu osady Kłodnicy zawierają 80–200 mg/kg baru, a poniżej 200–350 mg/kg. Jeszcze wyraźniej

zaznacza się różnica zawartości kadmu, odpowiednio 4–5 mg/kg oraz 100–200 mg/kg. Osady potoku obfitują też w chrom (do 58 mg/kg), miedź (do 116 mg/kg), rtęć (do 1,63 mg/kg), fosfor (do 0,560%), ołów (do 540 mg/kg), stront (do 90 mg/kg) i cynk (do 9614 mg/kg).

Podobnie jak w przypadku gleb, zanieczyszczenie osadów jest przypuszczalnie spowodowane działalnością Górnośląskiej Fabryki Farb w katowickiej dzielnicy Ligota (Ligota.info...) oraz działalnością historycznych zakładów przemysłowych Kokocińca. Kolonia Kokociniec została założona wokół kuźnicy zbudowanej w 1650 r. W XIX w. kolonia rozwijała się wokół huty i zakładu metalurgicznego przerabiającego surówkę wielkopieczową na stal, a w latach 1845–1846 wybudowano tu dwa wielkie piece opalane węglem oraz odlewnię żelaza i kotłarnię (Kokociniec...).

W dolnej części zlewni Kłodnica jest zasilana przez strumienie i rowy odwadniające rejon hałdy odpadów pogórnich kopalni Halemba, co pozwala na przypuszczenie, że jest ona źródłem zanieczyszczeń. Osady tych cieków charakteryzują się dużą zawartością glinu (do 4,09%), żelaza (do 12%), manganu (do 93 972 mg/kg) oraz kobaltu (do 703 mg/kg), niklu (do 547 mg/kg), strontu (do 585 mg/kg) i cynku (do 7240 mg/kg).

Jamna i jej zlewnia. Źródła Jamny są zlokalizowane na terenie Mikołowa. W górnym odcinku potok przepływa przez tereny miejskie, gdzie w wyniku prowadzonych regulacji w większości płynie w betonowym korycie. Poniżej centrum Mikołowa, praktycznie aż do ujścia do Kłodnicy, potok płynie zalesioną doliną w korycie naturalnym.

Wody Jamny były czyste do lat 50. ubiegłego wieku, ale stopniowo potok i uchodzącego do niego cieki zaczęły przyjmować coraz więcej ścieków lokalnych. Do Jamny odprowadzane są ścieki z oczyszczalni Centrum i Śmiłowice. W środkowym biegu potoku zlokalizowana jest hałda odpadów wydobywczych kopalni Halemba, której odcieki zanieczyszczają osady bezpośrednich dopływów Kłodnicy.

Osady Jamny i jej dopływów charakteryzują się stosunkowo małą zawartością badanych pierwiastków głównych i śladowych. Ich przeciętne zawartości (wyrażone jako wartości median) są mniejsze od wartości regionalnego tła geochemicznego, a bardziej zbliżone do wartości tła geochemicznego osadów Polski. Zawartość chromu, miedzi, rtęci i siarki w osadach zlewni Jamny jest taka sama jak wartość tła regionu śląsko-krakowskiego.

Analizowane osady zlewni charakteryzuje mała zawartość glinu (0,29%), wapnia (0,14%), żelaza (0,50%), fosforu (0,035%) i siarki (0,059%).

Zawartość pierwiastków śladowych w osadach zlewni Jamny jest mniejsza w porównaniu z osadami Kłodnicy, Ślepotki i Mlecznej. Lokalnie osady są zanieczyszczone niektórymi pierwiastkami. W osadach dopływu Jamny z dzielnicy Goj zawartość arsenu

dochodzi do 114 mg/kg, kadmu do 13,1 mg/kg, miedzi do 325 mg/kg, a cynku do 2089 mg/kg. Prawdopodobnym źródłem metali i arsenu są spływy z terenów zanieczyszczonych w wyniku działalności przemysłowej na terenie Mikołowa. W XIX w. działały tu niewielkie huty żelaza Maria-Ludwika, Manna-Mikołów, Walter oraz koksownie (Kantyka, Targ, 1972; Mikołów...).

Ślepotka i jej zlewnia. Potok bierze początek w Katowicach, na granicy dzielnic Ochojec i Murcki. Płyne przez dzielnice Ochojec, Ligota i Panewniki, gdzie wpada do Kłodnicy. W latach 60. i 80. XX w. ciek uregulowano, wykładając koryto betonowymi płytami. W przeszłości potok był silnie zanieczyszczony przez ścieki nielegalnie odprowadzane przez mieszkańców okolicznych dzielnic, a obecnie źródłem zanieczyszczenia są spływy deszczowe i roztopowe, przede wszystkim z terenów zurbanizowanych, warsztatów i zakładów przemysłowych.

Osady potoku charakteryzują się mniejszą zawartością wapnia, magnezu, żelaza, manganu i fosforu w stosunku do wartości tła geochemicznego regionu śląsko-krakowskiego. W porównaniu do osadów Mlecznej i Jamny osady Ślepotki zawierają też mniej glinu, a nieco więcej wapnia, magnezu i fosforu, a zwłaszcza siarki.

Maksymalne zawartości szkodliwych pierwiastków śladowych wykryte w osadach potoku wynosiły: srebro 6 mg/kg, kadm 14,1 mg/kg, rtęć 19,00 mg/kg, ołów 282 mg/kg i cynk 3138 mg/kg.

Na całej długości potoku osady są zanieczyszczone przez kadm (3–7 mg/kg), a w jego górnej części przez chrom (20–40 mg/kg) i miedź (30–50 mg/kg).

W górnym biegu Ślepotki (w pobliżu szpitala klinicznego) w osadach zanotowano 19 mg/kg oraz 6 mg/kg rtęci w osadach niewielkiego cieku odwadniającego również rejon byłego szpitala (między ulicą Śląską a doliną Ślepotki). Prawdopodobnym źródłem rtęci są odpady szpitalne dostające się do osadów.

W zlewni Ślepotki zanieczyszczenie metalami ciężkimi (239 mg/kg arsenu, 364 mg/kg baru, 54,5 mg/kg kadmu, 636 mg/kg ołowiu, 141 mg/kg wanadu i 1680 mg/kg cynku) wykryto w osadach jej lewostronnego dopływu, który prowadzi wody od magazynów i kolejowej bazy transportowej. Osady te charakteryzują się też wysoką zawartością żelaza (4,27%), fosforu (0,185%) i siarki (0,676%) – składników, których związki (fosforany, siarczki, wodorotlenki) zatrzymują metale ciężkie.

Mleczna ma źródła na terenie osiedla Odrodzenie w Katowicach. Przy południowej granicy arkusza przyjmuje zrzut ścieków z mechaniczno-biologicznej oczyszczalni Podlesie, obsługującej dzielnice Katowic: Piotrowice, Podlesie, Kostuchna i Murcki.

Zawartość wapnia, żelaza, manganu i fosforu w osadach Mlecznej jest mniejsza od wartości regionalnego tła geochemicznego, zaś zawartość siarki jest dwukrotnie większa. Osady najbardziej zanieczyszczone metalami stwierdzono w rejonie katowickiego osiedla Piotrowice. Maksymalna zawartość baru dochodzi tu do 428 mg/kg, chromu do 119 mg/kg, miedzi do 551 mg/kg, ołowiu do 182 mg/kg, a cynku do 1359 mg/kg.

Metale zawarte w osadach mogą pochodzić z nielegalnych zrzutów ścieków oraz spływów powierzchniowych z ogródków działkowych, zawierających związki metali w środkach ochrony roślin.

Zbiorniki wód stojących gromadzą osady wyróżniające się wyraźnym wzbogaceniem w wapń i siarkę, a zubożeniem w fosfor w porównaniu do osadów wód płynących. W większości nie są zanieczyszczone metalami, ale w niektórych zbiornikach nastąpiła ich kumulacja, związana prawdopodobnie z oddziaływaniem czynników antropogenicznych.

Dużą zawartością metali charakteryzują się osady niewielkiego zbiornika powstałego w zapadlisku na terenie leśnym przy północnej granicy arkusza. Stwierdzono tu 427 mg/kg baru, 452 mg/kg chromu, 205 mg/kg miedzi, 0,11 mg/kg rtęci, 519 mg/kg ołowiu i 1806 mg/kg cynku.

W osadach małego zbiornika przy torach kolejowych (na zachód od kopalni Wujek) zanotowano 22,9 mg/kg kadmu, 393 mg/kg ołowiu i 4780 mg/kg cynku.

Osady zbiorników Starganiec Duży i Starganiec Mały, położonych w obszarze leśnym na granicy Katowic i Mikołowa, zawierają do 7,9 mg/kg kadmu, 0,19 mg/kg rtęci, 147 mg/kg ołowiu i 881 mg/kg cynku. Możliwość uwalniania tych metali do wód jest z pewnością zagrożeniem dla mieszkańców korzystających z nich w celach rekreacyjnych.

WODY POWIERZCHNIOWE

Oddziaływanie antropogeniczne na zasoby wodne ma zarówno wymiar ilościowy (zmiana stosunków wodnych), jakościowy (zanieczyszczenia wód, zmiany chemizmu), jak i morfologiczny (przekształcenia kształtu koryt cieków czy mis zbiorników). Niekorzystne zmiany mają w konsekwencji skutki ekologiczne, polegające na zaburzeniu warunków siedliskowych, ustępowaniu określonych gatunków, zmniejszaniu się bioróżnorodności (Bańkowska...).

Przeprowadzone badania wód zlewni Jamny, Mlecznej, Kłodnicy i Ślepotki dotyczyły tylko ich składu chemicznego. W celu porównania i łatwiejszej oceny jakości analizowanych wód przytoczono zawartości poszczególnych składników oraz wyniki obliczonych parametrów statystycznych wraz z wartością graniczną wskaźników jakości wód

powierzchniowych stosowanych w Polsce (Rozporządzenie..., 2011) oraz wskaźników dla wód mineralnych i wód pitnych według zaleceń UE (EU Directive, 1998/83/EC; 2009/54/EC) – tabela 5.

Stwierdzona wartość odczynu wód w ciekach i zbiornikach wód stojących z terenu arkusza nie przekracza zaleceń normatywnych. Natomiast ich mineralizacja, sygnalizowana wartościami EC, często przekracza wartość 1,5 mS/cm, przyjmowaną jako graniczna dla wód dobrej jakości (Witczak, Adamczyk, 1994; Rozporządzenie..., 2011). Niezadowalająca jakość wód powodowana jest przez zrzuty ścieków komunalnych i przemysłowych.

Kłodnica i jej zlewnia. Wody rzeki o pH w zakresie 6,8–8,4 spełniają kryteria dla wód I i II klasy jakości, a w wodach jej zlewni pH wynosi od 4,1 do 8,4. Wody Kłodnicy charakteryzują się przewodnością elektrolityczną w bardzo szerokim zakresie od 0,72 do 11,85 mS/dm³, a wody zlewni w jeszcze szerszym (0,10–15,63 mS/dm³). Maksymalną wartość EC zanotowano w wodach Kłodnicy poniżej oczyszczalni ścieków Panewniki oraz w wodach jej dopływów od składowiska odpadów pogórnich kopalni Halemba.

Złą jakość wód Kłodnicy i cieków w jej zlewni spowodowana jest przede wszystkim bardzo wysoką zawartością siarczanów, nawet kilkadziesiąt razy wyższą od dopuszczalnej dla II klasy jakości wody. Wody Kłodnicy zawierają do 4170 mg/dm³ siarczanów, a wody niektórych dopływów aż do 33 520 mg/dm³. Ekstremalna zawartość siarczanów występuje w wodach dopływów płynących od zwałowiska odpadów pogórnich.

Na złą jakość wód w zlewni wpływa zbyt wysokie stężenie żelaza. Ponad 40% zbadanych próbek zawierało żelazo w stężeniu wyższym niż wartość II klasy jakości wody (0,3 mg/dm³). Zawartość żelaza w wodzie Kłodnicy dochodzi do 0,73 mg/dm³, a w wodach jej dopływów do 141,65 mg/dm³. Wysoka zawartość żelaza występuje w wodach strumieni na terenach leśnych (potok przepływający przez Starganiec, strumień przepływający przez Czarny Staw) oraz w wodach dopływów płynących od zwałowiska.

Glin w wodach Kłodnicy na ogół obecny był w bardzo niskiej zawartości, nieprzekraczającej 50 µg/dm³. Znacznie wyższe jego stężenie (do 2261,1 µg/dm³) odnotowano w wodach potoków leśnych w zlewni rzeki.

Stężenie wapnia w wodach Kłodnicy najczęściej wynosi 70–200 mg/dm³ i nie przekracza wartości granicznej dla wód II klasy. Wyższe stężenie wapnia (do 560,6 mg/dm³) charakteryzuje wody strumieni odwadniających rejon hałdy.

Na rozkład zawartości magnezu, potasu i sodu wyraźnie wpływa zrzut ścieków z oczyszczalni ścieków Panewniki. Do miejsca zrzutu zawartość magnezu wynosi 15–20 mg/dm³, a poniżej wzrasta do 100–150 mg/dm³. Podobnie kształtuje się rozkład potasu,

wynosząc odpowiednio 8–10 mg/dm³ i 45–50 mg/dm³ oraz sodu – 50–80 mg/dm³ i 1500–2000 mg/dm³.

Mediana zawartości manganu w wodach Kłodnicy wynosi 0,127 mg/dm³, ale maksymalne stężenie w wodach zlewni osiąga 12,140 mg/dm³. Szczególnie wysokie stężenie tego pierwiastka odnotowano w wodach cieku z rejonu Kokocińca. Podobnie jak w przypadku gleb i osadów, zanieczyszczenie jest przypuszczalnie spowodowane działalnością Górnośląskiej Fabryki Farb w katowickiej dzielnicy Ligota (Ligota.info...) oraz historycznych zakładów przemysłowych Kokocińca (huta, odlewnia żelaza) (Kokociniec...).

Zawartość fosforu w wielu próbkach wód zlewni Kłodnicy przekracza wartość graniczną dla wód II klasy (0,4 mg/dm³).

Pierwiastki śladowe w wodach zlewni Kłodnicy obecne były najczęściej w niskiej zawartości, odpowiadającej I i II klasie jakości wody. W pojedynczych próbkach odnotowano zwiększoną zawartość kadmu, cynku, ołowiu, antymonu, selenu, berylu, niklu i molibdenu. Do najbardziej zanieczyszczonych należą wody potoku odwadniającego tereny przemysłowe Kokocińca. Zawierają one znaczne ładunki tych pierwiastków, prowadzące do wzrostu ich stężenia także w wodach Kłodnicy.

Zaobserwowana obecność podwyższonej zawartości manganu, srebra, berylu, kadmu, kobaltu i niklu w wodach drobnych dopływów Kłodnicy przepływających przez tereny lasów spowodowana jest przypuszczalnie kwaśnym odczynem gleb, prowadzącym do wymywania tych pierwiastków i ich transportu do wód.

Jamna i jej zlewnia. Wody Jamny wykazują odczyn zasadowy, zmieniający się w dość wąskim zakresie (pH 7,4–8,2), mieszającym się w przedziale wód I klasy jakości. Większym zróżnicowaniem charakteryzują się wody jej zlewni, których pH zmienia się od 4,4 do 8,8. Najmniejsze wartości pH odnotowano w wodzie kilku strumieni bez nazwy przepływających przez zalesione tereny na północ od Mikołowa, a silnie zasadowym odczynem wyróżniały się wody dwóch rowów na terenie miasta.

Przewodność elektrolityczna właściwa wód Jamny zmienia się w przedziale 0,70–2,72 mS/cm, a najczęściej wynosi 1,20–1,30 mS/cm. Wyższe wartości EC występowały w dolnym biegu Jamny, poniżej zwałowiska odpadów oraz w jej górnym odcinku, wzdłuż którego zlokalizowana jest droga szybkiego ruchu przez Mikołów. W wodach zlewni Jamny stwierdzono EC w zakresie od 0,16 do 2,91 mS/dm³.

Zawartość glinu w wodach Jamny wynosi najczęściej 10–20 µg/dm³, a dużo wyższymi stężeniami (do 2955,5 µg/dm³) charakteryzują się wody dwóch jej niewielkich dopływów

przepływających przez leśne tereny na północ od Mikołowa, w podłożu których dominują gliny lodowcowe czwartorzędu.

Na złą jakość wód Jamny i cieków w jej zlewni w największym stopniu wpływa wysokie stężenie siarczanów, kilka-kilkadziesiąt razy wyższe od 250 mg/dm^3 (wartości granicznej dla II klasy jakości wody), oraz zawartość żelaza ($>0,3 \text{ mg/dm}^3$), szczególnie w zachodniej części zlewni.

Kolejnym czynnikiem obniżającym jakość wód jest wysokie stężenie fosforu ($0,5\text{--}2,0 \text{ mg/dm}^3$), przypuszczalnie w następstwie odprowadzania ścieków komunalnych. W ciekach z rejonu osiedla Goj jego zawartość dochodzi do $15,83 \text{ mg/dm}^3$.

Wzdłuż całego biegu Jamny występuje nieznaczne zróżnicowane stężenia potasu ($10\text{--}30 \text{ mg/dm}^3$) i wyraźnie różne stężenie sodu ($50\text{--}300 \text{ mg/dm}^3$). Najwięcej sodu zawierają wody rzeki poniżej hałdy odpadów kopalni Halemba, co pozwala sądzić, że pochodzi on z wypłukiwania roztworów porowych ze skał hałdy.

Pod względem zawartości wapnia (do $182,3 \text{ mg/dm}^3$) i magnezu (do $90,7 \text{ mg/dm}^3$) wody zlewni Jamny są wodami I i II klasy jakości.

Wody Jamny i jej zlewni charakteryzują się małą zawartością pierwiastków śladowych, z wyjątkiem kadmu. Kadm występuje w stężeniu znacznie wyższym (do $7,74 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$) od wartości granicznej dla II klasy jakości wody ($1 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$) w wodach lewostronnego dopływu Jamny odwadniającego rejon drogi szybkiego ruchu. Jego źródłem mogą być spływy z drogi. Większość wód zlewni charakteryzuje też znaczna zawartość srebra ($0,05\text{--}0,10 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$), którego źródłem mogą być zrzuty ścieków.

Ślepotka i jej zlewnia. Wody rzeki wykazują odczyn obojętny lub lekko zasadowy (pH $6,8\text{--}8,2$). Odczyn kwaśny odnotowano tylko w wodach lewostronnych dopływów na terenie leśnym. Wody Ślepotki i jej dopływów charakteryzują małe wartości EC ($0,15\text{--}0,91 \text{ mS/dm}^3$).

Wody całej zlewni są zanieczyszczone siarczanami (mediana 840 mg/dm^3) i nie spełniają kryteriów II klasy jakości wody.

Stężenie żelaza przekracza wartość graniczną dla wód I klasy. W wodach Ślepotki jego maksymalna zawartość wynosi $1,22 \text{ mg/dm}^3$, a w wodach jej dopływów osiąga $6,70 \text{ mg/dm}^3$.

Fosfor w większości próbek obecny był w niskiej zawartości ($<0,05 \text{ mg/dm}^3$). Jego stężenie w zakresie $0,20\text{--}1,32 \text{ mg/dm}^3$ odnotowano lokalnie na terenie zakładów metalowych i maszynowych katowickiej Ligoty.

Zawartość wapnia, magnezu, manganu, potasu i sodu jest stosunkowo niska. Wody rzeki charakteryzują się też niską zawartością glinu (do 47,3 mg/dm³). W ten pierwiastek obfitują tylko wody niektórych dopływów z terenów leśnych (do 2691,2 mg/dm³).

Wody Ślepotki i jej zlewni na ogół charakteryzuje niska zawartość pierwiastków śladowych, odpowiadająca I lub II klasie jakości wody. Tylko w pojedynczych próbkach wód strumieni leśnych w lewostronnej części zlewni stwierdzono podwyższoną zawartość kadmu, cynku, ołowiu, niklu i talu.

Mleczna i jej zlewnia. Ze względu na wartość odczynu i przewodności elektrolitycznej wody Mlecznej można zaliczyć do I lub II klasy jakości. Wody rzeki wykazały pH w zakresie 7,5–8,4, a wody jej zlewni 6,8–8,7. Przewodność elektrolityczna wód zlewni jest niewielka (EC 0,21–1,11 mS/dm³).

Parametrem decydującym o złej jakości wody w dorzeczu Mlecznej jest stężenie siarczanów, najczęściej przekraczające wielokrotnie wartość dopuszczalną dla II klasy jakości wody. Mediana zawartości siarczanów w wodach zlewni Mlecznej wynosi 1190 mg/dm³.

W wodach Mlecznej zanotowano żelazo w stosunkowo niskim stężeniu (0,05–0,20 mg/dm³), a w wodach jej dopływów lokalnie była to zawartość 1–4 mg/dm³. Najwięcej żelaza zawierają wody potoków leśnych.

Zawartość glinu i fosforu w większości wód spełnia normy dla I lub II klasy jakości wód powierzchniowych. Stwierdzono też stosunkowo niską zawartość wapnia (do 107,0 mg/dm³), magnezu (do 25,1 mg/dm³), potasu (do 39,1 mg/dm³) i sodu (do 149,1 mg/dm³), pozwalającą na zaliczenie większości wód do I klasy jakości.

Pierwiastki śladowe najczęściej notowano w niewielkich stężeniach, niekiedy poniżej granicy oznaczalności. Większość zbadanych pierwiastków była obecna w stężeniu odpowiadającym I i II klasie jakości wody. Tylko w pojedynczych próbkach odnotowano zwiększoną zawartość berylu, niklu i cynku. Zawartość kadmu lokalnie (przy spływach z drogi szybkiego ruchu) osiąga 22,36 µg/dm³.

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 utworach karbonu i czwartorzędowych glinach lodowcowych 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 miejskich i terenów przemysłowych wschodniej części arkusza wykazują odczyn zasadowy, a gleby lasów w jego zachodniej części są kwaśne.
3. Anomalie arsenu, kadmu, ołowiu i cynku występujące w glebach z obydwu zakresów głębokości w północno-wschodniej części arkusza są związane z historyczną działalnością przemysłu chemicznego i hutnictwa cynku.
4. Anomalie srebra, rtęci i miedzi w warstwie powierzchniowej gleb mają niewielki zasięg i spowodowane są czynnikami antropogenicznymi.
5. Źródłami zanieczyszczenia osadów śródlądowych zbiorników wodnych i wód powierzchniowych są zrzuty wód kopalnianych, ścieków przemysłowych i komunalnych, drenaż hałdy odpadów pogórnictwa i spływy powierzchniowe.
6. Osady są zanieczyszczone przez metale (srebro, bar, chrom, miedź, rtęć, nikiel, ołów i cynk), dostarczane w ściekach przemysłowych, oraz przez fosfor, pochodzący ze zrzutu ścieków komunalnych. Wzbogacenie niektórych aluwii w kadm, ołów i cynk można wiązać z pobliskim historycznym hutnictwem cynku.
7. Wody powierzchniowe charakteryzują się dużą zmiennością odczynu i przewodności elektrolitycznej. Ich bardzo silne zanieczyszczenie przez siarczany pochodzi ze zrzutów wód kopalnianych, a źródłem nadmiernych ilości fosforu i metali są zrzuty ścieków komunalnych i przemysłowych. Obfitość żelaza wiąże się przypuszczalnie z naturalnym drenażem powierzchni zlewni.

LITERATURA

- AKTUALIZACJA Programu Ochrony Środowiska dla miasta Mikołów na lata 2012–2015 z perspektywą na lata 2016–2019, 2013.
<http://bip.mikolow.eu/index.php/dokumenty/2688>
- BAŃKOWSKA A., Zagrożenia ekosystemów wodnych.
<http://h2o.zrodla.org/pliki/rozdzial3.pdf>
- BOJAKOWSKA I., GLIWICZ T., 2003 – Wyniki geochemicznych badań osadów wodnych Polski w latach 2000–2002. Bibl. Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- BOJAKOWSKA I., GLIWICZ T., MAŁECKA K., 2006 – Wyniki geochemicznych badań osadów wodnych Polski w latach 2003–2005. Bibl. Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- BOJAKOWSKA I., KOZŁOWSKA O., SZYBORSKA-KASZYCKA J., GLIWICZ T., 2011 – Geochemical characteristics of the Wieprz river catchment sediments. The water environment. Problems of evaluation and protection: 31–46. Monografie Wyższej Szkoły Ekologii i Zarządzania.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., 1995 – Heavy metals in the Bystrzyca river flood plain. *Geol. Quart.*, **40**, 3: 467–480.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., LEWANDOWSKI P., 1996 – Metale ciężkie w glebach tarasów zalewowych Pisi. *Prz. Geol.*, **44**, 1: 75–84.
- BRANŻOWA NORMA BN-78/9180-11, 1978. Gleby i utwory mineralne. Podział na frakcje i grupy granulometryczne. PKN, Warszawa.
- BUŁA Z., KOTAS A. (red.), 1994 – Atlas geologiczny GZW w skali 1:100 000 cz. III. Mapa geologiczno-strukturalna utworów karbonu produktywnego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CEMPIEL E., CZAJKOWSKA A., NOWIŃSKA K., POZZI M., 2014 – Przejawy antropopresji w zlewni rzeki Bytomki. Wyd. PŚl., Gliwice.
- CISZEWSKI D., 1997 – Source of pollution as a factor controlling distribution of heavy metals in bottom sediments of Chechło River (south Poland). *Environ. Geol.*, **29**: 50–57.
- CISZEWSKI D., 2002 – Zapis działalności przemysłowej w osadach fluwialnych. *W: Zapis działalności człowieka w środowisku przyrodniczym* (P. Szwarczewski, E. Smolska, red.). Tom I: 23–28. Warszawa-Łomża.
- CISZEWSKI D., 2005 – Osady pozakorytowe Odry jako archiwum historii zanieczyszczenia rzeki metalami ciężkimi. *W: Współczesna ewolucja rzeźby Polski* (A. Kotarba, K. Krzemień, J. Święchowicz, red.): 60–67. VII Zjazd Geomorfologów Polskich. IGiGP UJ, Kraków.
- ČURLIK J., ŠEFČIK P., 1999 – Geochemical atlas of the Slovak Republic. Soils. Ministry of the Environment of the Slovak Republic.
- DEGENHARDT O., 1870 – Der Oberschlesian-Polnische-Bergdistrict mit Hinweglassung des Diluviums. Karte von Oberschlesien 1:100 000. Verlag der Landkarten handlung von J.H. Neumann, Berlin.
- DZIAŁOŠZYŃSKA-WAWRZKIEWICZ M., 2007 – Koncepcja przyrodniczo-społecznego wykorzystania zalewisk na przykładzie zlewni rzeki Kłodnicy.
http://www.ietu.katowice.pl/klodnica/projekty_badawcze/Koncepcja_przyrodniczo-społecznego_wykorzystania_zalewisk.pdf
- EU Directive 1998/83/EC Drinking Water.
- EU Directive 2009/54/EC Natural Mineral Water.

- GABLER H., SCHNEIDER J., 2000 – Assessment of heavy metal contamination of floodplain soils due to mining and mineral processing in the Harz Mountains, Germany. *Environ. Geol.*, **39**, 7: 774–781.
- GAŚIOREK M., NIEMYSKA-LUKASZUK J., 2004 – Kadm i ołów w glebach antropogenicznych ogrodów klasztornych Krakowa. *Rocz. Glebozn.*, **55**, 1: 127–134.
- GOCHT T., MOLDENHAUER K.M., PÜTTMANN W., 2001 – Historical record of polycyclic aromatic hydro-carbons (PAH) and heavy metals in floodplain sediments from the Rhine River (Hessische Ried, Germany). *Appl. Geochem.*, **16**: 1707–1721.
- GOVIL P.K., SORLIE J.E., SUJATHA D., KRISHNA A.K., MURTHY N.N., RAMA MOHAN K., 2012 – Assessment of heavy metal pollution in lake sediments of Katedan Industrial Development Area, Hyderabad, India. *Environ. Earth Sci.*, **66**: 121–128.
- GREINERT A., 2000 – Gleby leśne zielonogórskich lasów komunalnych jako przykład antropogenizacji środowisk wokółmiejskich. *Inż. Środ.*, **10**, 124: 28–37.
- HARNISCHMACHER S., 2007 – Anthropogenic impacts in the Ruhr district (Germany): a contribution to anthropogeomorphology in a former mining region. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, **30**: 185–192.
- HUTA Baildon. https://pl.wikipedia.org/wiki/Huta_Baildon
- JURECZKA J., DOPITA M., GAŁKA M., KRIEGER W., KWARCIŃSKI J., MARTINEC P., 2005 – Atlas geologiczno-złożowy polskiej i czeskiej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A., MUKHERJEE A., 2007 – Trace elements from soil to human. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1999 – Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN. Warszawa.
- KANTYKA J., TARG A., 1972 – Mikołów. Zarys rozwoju miasta. Wyd. Śląsk, Katowice.
- KLASYFIKACJA uziarnienia gleb i utworów mineralnych, 2008. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze. http://www.ptg.sggw.pl/images/Uziarnienie_PTG_2008.pdf
- KLECZKOWSKI A.S. (red.), 1990 – Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce, wymagających szczególnej ochrony 1:500 000. AGH, Kraków.
- KLEDZIK A., 2012 – Monitoring lokalny obiektu unieszkodliwiania odpadów wydobywczych Panewniki. W: Ocena stanu środowiska w rejonie obiektów objętych monitoringiem lokalnym na terenie województwa śląskiego. Bibl. Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- KOKOCINIEC pl.wikipedia.org/wiki/Kokociniec
- KOMPANIA Węglowa S.A. www.ksa.pl
- KONDRACKI J., 2000 – Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- KOPALNIA Doświadczalna „Barbara”. <http://pl.wikipedia.org>
- KOWALSKA A., PIERWOŁA J., 2010 – Obrazowanie elektrooporowe wschodniej części otoczenia składowiska odpadów powęglowych Panewniki KWK Halemba-Wirek. *Górnictwo i Geologia* **5**, 4: 149–158.
- KWK Murcki-Staszic. www.khw.pl
- KWK Wujek. www.wujek.pl
- KOZIEŁ M., ZGŁOBICKI W., 2010 – Metale ciężkie w aluwjach Wieprza na obszarze Nadwieprzańskiego Parku Krajobrazowego. *Ochr. Środ. Zas. Nat.*, **43**: 26–37.
- LAGAUZÈRE S., MOREIRA S., KOSCHORRECK M., 2011 – Influence of bioturbation on the biogeochemistry of littoral sediments of an acidic post-mining pit lake. *Biogeosciences*, **8**: 339–352.
- LIANA E., POBUDEJSKI M., MARCHLEWSKA-KNYCH B., BOŻEK A., JANECZKO-MAZUR A., 2014 – Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i ocena depozycji

- zanieczyszczeń do podłoża w latach 2013–2015. Wyniki badań monitoringowych w województwie śląskim w 2013 r. WIOŚ Katowice. <http://www.katowice.pios.gov.pl/monitoring/informacje/stan2013/chemizm.pdf>
- L I G O T A . I N F O . http://ligota.info/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=7
- 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.
- LIU H., PROBST A., LIAO B., 2005 – Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Sci Total Environ.*
- MAC DONALD D., INGERSOLL C., BERGER T., 2000 – Development and evaluation of consensus-based sediment development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Arch. Environ. Contamin. Toxicol.*, **39**: 20–31.
- MATSCHULLAT J., ELLMINGER F., AGDEMIR N., CRAMER S., LIESSMANN W., NIEHOFF N., 1997 – Overbank sediment profiles – evidence of early mining and smelting activities in the Harz mountains, Germany. *Appl. Geochem.*, **12**: 105–114.
- MIDDELKOOP H., 2000 – Heavy metal pollution of the river Rhine and Meuse floodplains in the Netherlands. *Netherlands J. Geosci.*, **79**, 4: 411–428.
- MILLER J.R., 1997 – The role of fluvial geomorphic processes in the dispersal of heavy metals from mine sites. *J. Geochem. Explor.*, **58**: 101–118.
- MILLER J., HUDSON-EDWARDS K., LECHLER P., PRESTON D., MACKLIN M., 2004 – Heavy metal contamination of water, soil and produce within riverine communities of the Río Pilcomayo basin, Bolivia. *Sci. Total Environ.*, **320**: 189–209.
- MOCEK A., DRZYMAŁA S., MASZNER P., 2000 – Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. AR Poznań.
- MIKOŁÓW. <http://www.mikolow.eu/?id=4>
- NOCOŃ W., 2006 – Zawartość metali ciężkich w osadach dennych rzeki Kłodnicy. *J. Elementol.*, **11**, 4: 457–466.
- NOCOŃ W., KOSTECKI M., 2005 – Hydro-chemical characteristic of the Bytomka River. *Arch. Environ. Protect.*, **31**, 1: 31–42.
- NOCOŃ W., KOSTECKI M., KOZŁOWSKI J., 2006 – Charakterystyka hydrochemiczna rzeki Kłodnica. *Ochr. Środ.*, **28**, 3: 39–44.
- NOWICKI Z. (red.), 2007 – Wody podziemne miast wojewódzkich Polski – Katowice. Informator PSH. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- OCENA stanu jakości wód na podstawie badań prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska w cyklu pomiarowym 2010–2012, 2013. WIOŚ Katowice. www.katowice.pios.gov.pl
- PONE, 2012 – Program ograniczania niskiej emisji na terenie gminy Mikołów w latach 2012–2016 z perspektywą do roku 2020. bip.mikolow.eu
- PASIECZNA A., MARKOWSKI W., 2014 – GEMAS. Badania geochemiczne gleb pól uprawnych i trwałych użytków zielonych w Polsce – raport krajowy. www.mapgeochem.pgi.gov.pl
- PROGNOZA oddziaływania na środowisko projektu Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Katowice II edycja, 2009. bip.um.katowice.pl

- PROGRAM ochrony środowiska dla miasta Katowice na lata 2014–2017 z perspektywą do roku 2021, 2014. <http://bip.um.katowice.pl/dokumenty/2014/12/5/1417766542.pdf>
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi, 2002. DzU Nr 165, poz. 1359.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 22 października 2014 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. DzU poz. 1482.
- 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 Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- RYŻAK M., BARTMIŃSKI P., BIEGANOWSKI A., 2009 – Metody wyznaczania rozkładu granulometrycznego gleb mineralnych. *Acta Agrophysica*, **175**, 4: 1–79.
- RYŻAK M., WALCZAK R.T., NIEWCZAS J., 2004 – Porównanie rozkładu granulometrycznego cząstek glebowych metodą dyfrakcji laserowej i metodą sedymentacyjną. *Acta Agrophysica*, **4**, 2: 509–518.
- SALMINEN R. (red.), 2005 – Geochemical Atlas of Europe. Part 1. Geological Survey of Finland. Espoo.
- SIATA E., KATA M., GRELEWICZ M., BANAS B., BIJAK R., WACHELKA L., KŁOS M., OLSZÓWKA K., DUSZA D., 2011 – Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego „Śmiłowice” w kat. C1 i C2 w miejscowości Mikołów. NAG-PIG, Warszawa.
- STUDIUM uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Mikołowa – analiza uwarunkowań i stanu istniejącego, 2013. http://bip.mikolow.eu/upload/TOM_I_3b92c3.pdf
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.), 2014 – Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2013 r. PIG-PIB, Warszawa.
- ŠMEJKALOVÁ M., MIKANOVÁ O., BORŮVKA L., 2003 – Effects of heavy metal concentrations on biological activity of soil micro-organisms. *Plant & Soil Environ.*, **49**, 7: 321–326.
- TOMASSI-MORAWIEC H. (red.), 2016 – Atlas geochemiczny Warszawy i okolic w skali 1:100 000. PIG-PIB, Warszawa.
- WILANOWSKI S., KRIEGER W., ŻABA M., 2009 – Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Zabrze (942). Państw. Inst. Geol., Warszawa
- WITCZAK S., ADAMCZYK A., 1994 – Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. T. 1. Bibl. Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- WYCZÓLKOWSKI J., 1957 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Zabrze. Wyd. Geol., Warszawa.
- WYNIKI badań wód podziemnych w punktach pomiarowych sieci krajowej monitoringu stanu wód podziemnych w 2013 r., 2013. www.katowice.pios.gov.pl
- VINK J., 2009 – The origin of speciation: trace metal kinetics over natural water/sediment interfaces and the consequences for bioaccumulation. *Environ. Poll.*, **157**: 519–527.
- WENG H., CHEN X., 2000 – Impact of polluted canal water on adjacent soil and groundwater systems. *Environ. Geology*, **39**, 8: 945–950.