

SPIS TREŚCI

Wstęp – Anna Pasieczna.....	
Charakterystyka obszaru arkusza – Joanna Fajfer.....	
Budowa geologiczna i złoża kopalin – Katarzyna Strzezińska.....	
Antropopresja – Joanna Fajfer.....	
Zakres i metodyka badań – Anna Pasieczna.....	
Prace terenowe	
Prace laboratoryjne	
Bazy danych i konstrukcja map geochemicznych.....	
Wyniki badań – Hanna Tomassi-Morawiec, Anna Pasieczna.....	
Gleby.....	
Osady.....	
Wody powierzchniowe.....	
Wnioski – Hanna Tomassi-Morawiec.....	
Literatura.....	
Tablice 1–63	

WSTĘP

Badania geochemiczne w skali 1:25 000 na arkuszu Ornontowice M-34-62-B-c są kontynuacją szczegółowych prac kartograficznych zapoczątkowanych w latach 1996–1999 opracowaniem pilotowego arkusza Sławków 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 Ornontowice leży w środkowej części województwa śląskiego. Jego północno-wschodnia część (w granicach Rudy Śląskiej) należy do Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego (GOP) – najbardziej uprzemysłowionego i zurbanizowanego rejonu kraju. Część środkowa arkusza to rejon miasta Mikołów, a zachodnia obejmuje teren wiejskich gmin Gierałtowice i Ornontowice.

Na terenie GOP głównym czynnikiem wpływającym na zmiany stanu środowiska przyrodniczego jest współczesna i historyczna eksploatacja złóż węgla kamiennego. Z wydobywaniem węgla, rozwijanym z największą intensywnością w drugiej połowie 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 i wód powierzchniowych w stosunku do naturalnego tła regionalnego oraz obowiązujących normatywów prawnych. Informacje mogą być przydatne przy opiniowaniu projektów miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, prowadzeniu postępowań związanych z wydawaniem decyzji o uwarunkowaniach środowiskowych i pozwoleń wodnoprawnych, ocenie zagrożeń dla środowiska gruntowo-wodnego oraz wypełnianiu obowiązku nałożonego na starostów ustawą Prawo ochrony środowiska, tj. prowadzeniu okresowych badań jakości gleby 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, T. Kolečki, P. Kwecko, W. Markowski, A. Piotrowski, R. Sikora, B. Stec** – pobieranie próbek;
- **T. Kolečki, W. Markowski, A. Pasieczna** – 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. Bialecka, M. Gembal, E. Maciołek** – chemiczne przygotowanie próbek do analiz;
- **J. Gąsior, M. Janasz, M. Jaskólska, M. Stasiuk** – oznaczanie zawartości węgla organicznego;
- **M. Bellok, M. Bialecka, 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.
- **A. Pasieczna, H. Tomassi-Morawiec** – interpretacja wyników

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU ARKUSZA

Położenie geograficzne i administracyjne. Analizowany teren należy do Wyżyny Katowickiej, która jest centralną częścią Wyżyny Śląskiej (Kondracki, 2009).

Administracyjnie obszar w granicach arkusza jest zlokalizowany w środkowej części województwa śląskiego. Obejmuje Halembę – południowo-zachodnią dzielnicę Rudy Śląskiej, miasta na prawach powiatu, północną część miasta Mikołów oraz wschodnie rejony gminy Ornontowice (w powiecie mikołowskim) i gminy Gierałtówice należącej do powiatu gliwickiego. Niewielka część terenu przy północnej granicy arkusza administracyjnie należy do miasta i powiatu Zabrze, a przy granicy południowej do miasta Łaziska Górne w powiecie mikołowskim.

Ukształtowanie powierzchni, geomorfologia. Powierzchnia obszaru w granicach arkusza obniża się generalnie ku północnemu zachodowi. Najniżej położone tereny (230 m n.p.m.) występują w dolinie Kłodnicy przy ujściu potoków Promna i Jasienica.

Podłoże omawianego obszaru budują głównie karbońskie skały węglonośne i osady polodowcowe, co znajduje odzwierciedlenie w rzeźbie terenu. Słabo zarysowane wzgórza, zbudowane z piaskowców karbońskich (tabl. 1), zaznaczają się przy wschodniej krawędzi arkusza. Osiągają one wysokość około 300 m n.p.m. W południowo-wschodniej części omawianego obszaru znajdują się wzgórza o bardziej wyraźnych kształtach, zbudowane z triasowych wapieni i margli. Oddzielają je kotliny zapadliskowe wypełnione osadami mioceńskimi i czwartorzędowymi.

Rzeźba terenu na północy jest przekształcona antropogenicznie w wyniku działalności kopalń węgla kamiennego, a na południu – w wyniku eksploatacji wapieni i piasków. Powstały zapadliskowe obniżenia bezodpływowe, wyrobiska poeksploatacyjne oraz zwałowiska i hałdy odpadów wydobywczych i przemysłowych (popioły i żużle z elektrowni). Niektóre ze zwałowisk są już częściowo zalesione.

Teren objęty arkuszem należy do prawostronnego dorzecza Odry. Odwadnia go rzeka Kłodnica wraz z lewostronnymi dopływami: Jasienica, Promna i Żabnica. Sieć wód powierzchniowych uzupełnia dobrze rozwinięty system rowów melioracyjnych (Program..., 2013). Koryto Kłodnicy na analizowanym odcinku jest w większości obwałowane (Nocoń i in., 2006; Studium..., 2013).

Potok Promna bierze swój początek poza obszarem arkusza. Jego dolina w odcinku ujściowym (około 1 km) ma szerokość 500 m, a koryto jest wcięte na głębokość od 1,0 do 1,5 m, przełożone i uregulowane (Studium..., 2013).

Dno doliny Jasienicy (Potoku Chudowskiego) jest wcięte na głębokość do 10 m, a szerokość doliny zawiera się w przedziale 250–300 m. Jasienicę zasila wiele małych dopływów, a na niektórych odcinkach jej dolina jest podmokła.

Potok Żabnica, odwadniający wschodni obszar arkusza, odprowadza do Kłodnicy wody ze zlewni pokrytej głównie lasami, ale też z drenażu składowisk odpadów paleniskowych byłej Elektrociepłowni Halemba (Studium..., 2014).

Zbiorniki wód stojących obejmują zalewiska powstałe w wyniku osiadania terenu nad wyrobiskami górniczymi, stawy osadowe, baseny przeciwpożarowe, sadzawki i inne. Pierwsze są wypełnione wodami powierzchniowymi oraz wodami podziemnymi napływającymi z płytkiego poziomu wodonośnego (Pozzi i in., 2008). Są to zarówno zbiorniki w zagłębieniach bezodpływowych, jak również utworzone w obrębie dolin, gdzie jest możliwość ich naturalnego odwodnienia (Studium..., 2014). W rejonie Chudowa i Paniowa znajdują się stawy rybne.

Wody podziemne o znaczeniu użytkowym występują w skałach wapienno-dolomitycznych triasu i piaszczystych utworach czwartorzędu (Program..., 2013). Czwartorzędowy poziom wodonośny jest zasilany przez infiltrujące opady atmosferyczne. W rejonie obszarów niżej położonych (w dnach dolin rzecznych oraz wokół zalewisk pogórnicych) obserwuje się płytkie zaleganie tego poziomu (ok. 1–2 m), który jest zmienny w czasie i zależy od pór roku i związanych z nimi zjawisk atmosferycznych. Na wahania zwierciadła wód narażone są szczególnie rejony osiadań górniczych (dolina Kłodnicy, Promny, część doliny Jasienicy), gdzie w wilgotnych okresach wiosennych oraz podczas roztopów mogą się tworzyć zalewiska wody gruntowej (Studium..., 2013). Północno-wschodnia część arkusza położona jest w zasięgu GZWP nr 331 Dolina kopalna rzeki górna Kłodnica (Kleczkowski, red., 1990). Jest to zbiornik czwartorzędowy, zakryty. Nie wydzielono dla niego obszarów najwyższej ochrony (ONO) i obszarów wysokiej ochrony OWO (Nowicki, red., 2007).

Zabudowa i użytkowanie terenu. Na badanym obszarze przeważają tereny bez zabudowy (75%), w większości użytkowane rolniczo lub pokryte lasami (tabl. 2). Tereny zajęte przez zabudowę miejską stanowią 12%, a przez zabudowę wiejską 9%. Obiekty przemysłowe (kopalnie, stawy osadowe, wysypiska i hałdy) zajmują 3% powierzchni terenu. Pozostały obszar stanowią pasy zieleni drogowej, zbiorniki wodne, tereny podmokłe oraz kolejowe i drogowe tereny komunikacyjne.

Na obszarze miast i wzdłuż głównych ciągów komunikacyjnych przeważa jednorodzinna zabudowa mieszkaniowa, a na terenie dzielnicy Halemba w Rudzie Śląskiej zabudowa wielorodzinna. W miastach zlokalizowane są też bazy transportowe oraz placówki usługowo-handlowe.

Zabudowa przemysłowa to infrastruktura kopalni węgla kamiennego i byłej elektrowni Halemba w Rudzie Śląskiej oraz kopalni Budryk wraz z Zakładem Produkcji Ciepła Żory, zlokalizowanej w części południowo-zachodniej arkusza.

W mikołowskiej dzielnicy Mokre mieści się zrekultywowane składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, a także niezrekultywowane wyrobiska po eksploatacji złóż wapieni i piasku.

Gospodarka. Podstawowym bogactwem naturalnym o zasadniczym znaczeniu dla gospodarki są na analizowanym obszarze złoża węgla kamiennego. Ich eksploatacja prowadzona jest przez kopalnie Sośnica-Makoszowy, Halemba-Wirek, Bielszowice i Budryk.

Kopalnia Sośnica-Makoszowy powstała w 2005 r. w wyniku połączenia samodzielnych kopalń Sośnica i Makoszowy w jeden zakład wydobywczy. Głębienie szybów

kopalni Makoszowy datuje się na rok 1900, a pierwsze wydobycie węgla miało miejsce w 1906 r., zaś kopalnia Sośnica rozpoczęła działalność w 1917 r. (Kompania...).

Kopalnia Bielszowice została zbudowana w latach 1896–1904. Jej nazwa i obszary pól górniczych zmieniały się wielokrotnie. Aktualnie prowadzi wydobycie na terenie Rudy Śląskiej.

Przy północno-wschodniej granicy arkusza zlokalizowane są pola górnicze kopalni Halemba-Wirek.

Kopalnia Budryk to jeden z najmłodszych zakładów na terenie Górnego Śląska. Jej budowę realizowano w latach 1978–1994 r. (Historia..., 2016).

Eksploatacja i wypalanie wapieni były prowadzone na małą skalę od XVI w. po lata 1960–1980, intensywniej w XX w. W latach 30. przy linii kolejowej Mikołów-Orzesze działały 4 piece wapiennicze należące do spółki Giesche. Kilka mogłoby stanowić obiekty zabytkowe, 10 innych znajduje się w ruinie. Niezrekultywowane kamieniołomy na Górze Fiołkowej (340 m n.p.m.), niektóre głębokie na 20 m, zarastają spontaniczną sukcesją roślin i budzą zainteresowanie Śląskiego Ogrodu Botanicznego.

Oprócz przemysłu wydobywczego i ciepłowniczego na obszarze arkusza działają zakłady branży remontowo-budowlanej, transportowej oraz prowadzona jest działalność usługowo-handlowa.

BUDOWA GEOLOGICZNA I ZŁOŻA KOPALIN

Obszar objęty arkuszem 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.

Strop utworów **karbonu** zalega na zróżnicowanej głębokości. W południowo-wschodniej i północno-wschodniej części obszaru w granicach arkusza tworzą one wychodnie na powierzchni lub zalegają bezpośrednio pod cienkim nadkładem czwartorzędu. W innych częściach występują pod nadkładem plejstocenijskich glin lodowcowych oraz piasków i żwirów lodowcowych i wodnolodowcowych. W południowo-wschodniej części arkusza w nadkładzie karbonu występują także wapień, margle i dolomity triasu. Maksymalna głębokość zalegania stropu karbonu wynosi ok. 250–270 m.

Najstarszymi rozpoznanymi utworami na terenie arkusza są osady serii paralicznej karbonu węglonośnego (namur A). Nie stwierdzono ich wychodni na powierzchni. Powyżej występują osady lądowe – górnosląska seria piaskowcowa (namur B–C), seria mułowcowa (westfal A–B), a w skrajnie południowo-wschodniej części również krakowska seria piaskowcowa (westfal B). Sumaryczna miąższość utworów węglonośnych karbonu na obszarze arkusza sięga 3200 m (Jureczka i in., 2005).

Charakterystyczną cechą serii paralicznej jest cykliczność sedymentacji. Zwykle nad pokładami węgla występują iłowce przechodzące w mułowce, nad którymi leżą osady gruboklastyczne: piaskowce drobno- i średnioziarniste, sporadycznie gruboziarniste. Piaskowce ponownie przechodzą w mułowce i iłowce, zalegające do spągu kolejnego pokładu węgla. W całej serii występują liczne pokłady węgla oraz osady z fauną morską, brakiczną i słodkowodną. Miąższość utworów serii paralicznej na obszarze arkusza została oszacowana na ok. 800 m (*op.cit.*).

Górnosląską serię piaskowcową (warstwy siodłowe i rudzkie) tworzą głównie drobno- i średnioziarniste piaskowce, a także piaskowce gruboziarniste oraz zlepieńce (Wilanowski i in., 2009). Przewarstwienia iłowców i mułowców mają zwykle kilka, kilkanaście metrów miąższości. Charakterystyczne jest dość częste występowanie pokładów węgla o miąższości do 5 m, czasami przekraczającej 10 m. W spągu warstw siodłowych występuje najgrubszy w GZW pokład węgla 510, obecnie w znacznej mierze wyeksploatowany. Miąższość utworów górnosląskiej serii piaskowcowej wynosi od ok. 400 m w Rudzie Śląskiej do 600 m w Ornontowicach w południowo-zachodnim krańcu arkusza. Osady tej serii nie tworzą wychodni na opisywanym obszarze.

Serię mułowcową tworzą warstwy załęskie, odpowiadające westfalowi A, a w stropowej części także warstwy orzeskie dolnego westfalu B. Serię cechuje bardzo monotonna litologia. Dominują mułowce i iłowce, a przewarstwienia drobno- i średnioziarnistych piaskowców mają zwykle miąższość kilku, czasami kilkunastu metrów. Charakterystyczna dla całej serii jest wyraźna przewaga osadów aleurytowo-pelitycznych nad gruboklastycznymi oraz znaczna liczba cyklotemów węglowych, w większości których występuje pokład węgla kamiennego (Wilanowski i in., 2009). Utwory tej serii odsłaniają się na powierzchni lub występują pod nadkładem osadów czwartorzędowych o miąższości maksymalnie do kilku metrów w południowo-wschodniej części arkusza, gdzie budują wzniesienie w okolicy Kolonii Huta oraz w skrajnie północno-wschodniej jego części, w rejonie Rudy Śląskiej. Miąższość osadów tej serii mieści się w granicach od ok. 500 m w północno-wschodniej części arkusza do ok. 1800 m w części południowo-zachodniej.

Osady krakowskiej serii piaskowcowej to grubo- i różnoziarniste piaskowce oraz zlepieńce, przechodzące wyżej w piaskowce średnioziarniste z przewarstwieniami mułowców i iłowców oraz pokładami węgla. W obrębie arkusza występuje tylko spągowa część tej serii (warstw łaziskich), o miąższości około 15 m, niezawierająca miąższych pokładów węgla.

Utwory **triasu** dolnego i środkowego leżą niezgodnie na osadach karbonu górnego w środkowej i wschodniej części arkusza. Miąższość utworów triasu jest zmienna, na ogół w granicach 40–80 m. Ich profil budują piaski, piaskowce, ily, iłowce i mułowce warstw świerklanieckich (trias dolny – pstry piaskowiec), dolomity, margle i wapienie retu (najwyższa część pstręgo piaskowca) oraz wapienie warstw gogolińskich triasu środkowego (wapień muszlowy). Utwory triasu miejscami są przykryte przez czwartorzędowe piaski i gliny eluwialne oraz gliny lodowcowe o kilkunastometrowej miąższości, a w dolinie Kłodnicy także przez osady miocenu. Silnie rozczłonkowane wychodnie tworzą głównie wapienie warstw gogolińskich, budując większość stoków i wierzchołków wzgórz o wysokości ok. 310–330 m n.p.m. w południowo-wschodniej części obszaru arkusza, w rejonie Mikołowa-Mokrego i Śmiłowic. Podrzędnie stoki wzgórz są zbudowane także przez piaskowce, piaski, ily oraz wapienie, dolomity i margle triasu dolnego.

Neogen. Osady miocenu zajmują znaczną część powierzchni podczwartorzędowej, występując w pasie od północnego zachodu ku wschodowi, głównie w rowie Kłodnicy. Są to ily, iłowce, mułowce, margle, wapienie i piaskowce miocenu dolnego oraz ily, mułki, iłowce, wapienie, margle, gipsy, anhydryty, lokalnie sole kamienne miocenu środkowego. Leżą one erozyjnie na utworach karbonu lub triasu. W obrębie rowu Kłodnicy seria mioceńska osiąga znaczną miąższość – od około 180 m na wschodzie do 210 m na zachodnich krańcach opisywanego obszaru. Poza tą strukturą osady miocenu wypełniają zagłębienia w utworach triasu, a ich miąższość jest niewielka, rzędu kilkunastu metrów. Utwory mioceńskie nie tworzą wychodni na powierzchni arkusza.

Utwory **czwartorzędowe** pokrywają ponad 80% obszaru arkusza warstwą o bardzo zróżnicowanej miąższości, od kilku metrów na wysoczyznach do ponad 100 m w dolinie kopalnej Kłodnicy. Poza doliną Kłodnicy, w obniżeniach powierzchni podczwartorzędowej, miąższość ta wynosi 30–60 m. Pokrywą czwartorzędową, oprócz osadów dolin kopalnych, tworzą głównie gliny lodowcowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz piaski i gliny deluwialne (lokalnie na utworach triasu i karbonu). Holocen jest reprezentowany przez osady rzeczne i bagienne związane ze współczesnymi dolinami rzecznyymi. Są to drobnoziarniste piaski, ku górze przechodzące w muły bagienne. Osady te, o maksymalnej miąższości 3 m, wypełniają dawne zagłębienia, starorzecza i łożyska płynących tu rzek.

Znaczne powierzchnie zajmują formy antropogeniczne powstałe w wyniku wieloletniej eksploatacji węgla kamiennego. Skupiska hałd i osadników o znaczących powierzchniach (sięgających 2 km²) zlokalizowane są w północnej i północno-wschodniej części arkusza.

Złoża kopalin. Na całym obszarze objętym arkuszem udokumentowano dziewięć wielopokładowych złóż **węgla kamiennego** (Szuflicki i in., red., 2014). Złoża Budryk, Halemba, Halemba II, Bolesław Śmiały, Makoszowy, Zabrze-Bielszowice, Łaziska, Chudów-Paniowy I i Śmiłowice w różnym stopniu wchodzą w obręb arkusza. Największe zasoby bilansowe węgla (835 mln t) udokumentowano w złożu Budryk. W złożach Bolesław Śmiały, Makoszowy, Zabrze-Bielszowice i Śmiłowice zasoby sięgają 400–520 mln ton.

Zasoby węgla w obrębie złóż Halemba II, Chudów Paniowy I, Budryk i Śmiłowice zostały udokumentowane do głębokości 1250–1300 m, w pozostałych złożach do głębokości ok. 1000 m. Serię złożową stanowią pokłady warstw orzeskich (grupa 300), rudzkich (grupa 400), siodłowych (grupa 500), w północnej części również porębskich (grupa 600), a na niewielkim obszarze w południowej części arkusza także warstw łaziskich (grupa 200). Na opisywanym obszarze występuje węgiel energetyczny (typ 32–33) i koksowy (typ 34–35, sporadycznie 37). Węgiel koksowy występuje w dolnych partiach prawie wszystkich złóż. Parametry jakościowe węgla kamiennego charakteryzuje duże zróżnicowanie. Jego wartość opałowa waha się od 17 715 do 35 000 kJ/kg, zawartość popiołu zawiera się w przedziale 2–39%, a zawartość siarki waha się od 0,08 do 3%. Jakościowo najlepszy jest węgiel warstw siodłowych. Zawiera najmniej popiołu (od kilku do maksymalnie 10%) i siarki (niespełna 1%), a jego wartość opałowa sięga 35 000 kJ/kg. Pokłady tych warstw charakteryzują się grubością do 10 m oraz stosunkowo małą liczbą przerostów skał płonnych. Węgiel warstw rudzkich i orzeskich zawiera więcej siarki i popiołu (od kilkunastu do 40%).

Na obszarze arkusza w większości rejonów eksploatacyjnych kopalń występują zagrożenia naturalne zaliczone do najwyższych stopni i kategorii – metanowe, pyłowe, pożarowe i tapaniami.

Eksploatacja węgla kamiennego ma tu bogatą historię, sięgającą XVIII w. Jedną z najstarszych kopalń w Polsce jest kopalnia Bolesław Śmiały, która powstała drogą stopniowego łączenia wielu czynnych na tym obszarze niedużych zakładów górniczych, udostępnianych sztolniami i płytkimi szybkami. Początki zorganizowanej eksploatacji złóż przypadają na rok 1779, a w XIX w. działało tu już kilkanaście kopalń. Od 1791 r. eksploatuje się węgiel z obszaru obecnej kopalni Zabrze-Bielszowice (dawnej kopalni

Królowa Luiza), połączonej w latach 70. XX w. z działającą od końca XIX w. kopalnią Bielszowice.

Aktualnie eksploatacja węgla kamiennego prowadzona jest przez kopalnie Halemba-Wirek, Bolesław Śmiały, Bielszowice, Makoszowy oraz Budryk z ośmiu złóż węgla kamiennego. Eksploatacja prowadzona jest systemem ścianowym, na przeważającym obszarze na zawał; sporadycznie z użyciem podsadzki hydraulicznej. Wydobywanie węgla jest zróżnicowane – od 0,19 mln ton ze złoża Halemba II do 2,89 mln ton ze złoża Budryk.

Niezagospodarowane pozostaje złożo 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 pokładu. Metan w złożach węgla dokumentowany jest jako kopalina główna lub towarzysząca. Jako kopalina towarzysząca metan dokumentowany jest do głębokości około 1250–1300 m. Jest ujmowany w związku prowadzoną eksploatacją węgla kamiennego i częściowo wykorzystywany w ciepłownictwie. Wydobywanie metanu jest bardzo zróżnicowane – od 0,92 mln m³ ze złoża Halemba II do 12,75 mln m³ ze złoża Zabrze-Bielszowice i 19,93 mln m³ ze złoża Budryk.

Na obszarze arkusza Ornontowice w obrębie wychodni wapieni triasowych udokumentowano dwa niewielkie złoża **wapieni** i **margli** dla przemysłu wapienniczego. Pod niewielkim nadkładem (0,3–2,0 m) występują wapienie, wapienie margliste i margle o miąższości sięgającej 20 m. Kopalina była eksploatowana w tym rejonie już od początku XX w., a w latach 70. zakończono eksploatację ze względu na niekorzystne parametry jakościowe wapieni (zbyt wysoka zawartość krzemionki, tlenków żelaza i magnezu).

W północnej części arkusza znajduje się fragment złoża **piasków** Borowa Wieś. Kruszywo ze względu na swoje parametry (ok. 99% frakcji poniżej 2 mm) przez dziesięciolecia było wykorzystywane jako materiał podsadzkowy w okolicznych kopalniach węgla kamiennego. Obecnie znaczną część złoża zajmuje zrehabilitowane i czynne składowisko odpadów pogórnich kopalni Zabrze-Bielszowice. Ze względu na zagospodarowanie terenu pozostałe w złożu zasoby powinny zostać skreślone z krajowego rejestru zasobów kopalni.

W południowej części arkusza udokumentowano niewielkie złożo piasków i żwirów Kręta o powierzchni 0,85 ha. Pod niewielkim nadkładem występuje kruszywo piaskowo-żwirowe o miąższości sięgającej 10 m. Obecnie eksploatacja kruszywa została zakończona.

ANTROPOPRESJA

Stan środowiska w części analizowanego obszaru uległ zmianom w wyniku eksploatacji węgla kamiennego. Prowadzona działalność przyczyniła się do zanieczyszczenia zarówno powierzchni terenu, wód powierzchniowych i powietrza atmosferycznego. Przede wszystkim przekształcona została rzeźba terenu wskutek powstających deformacji ciągłych w formie niecek i obniżen (wypełnionych wodą lub podmokłych). Zmiany te występują w części północnej obszaru arkusza, tam gdzie prowadzona jest eksploatacja, a szczególnie w rejonie doliny Kłodnicy. Niezbędna była tu makroniwelacja terenu i odbudowa koryta rzeki (z wykorzystaniem materiału odpadów wydobywczych). W wielu miejscach przeobrażeniom uległa sieć hydrograficzna.

Powietrze atmosferyczne. Na stan jakości powietrza atmosferycznego na analizowanym terenie wpływa niska emisja z palenisk domowych, emisja liniowa ze źródeł transportu, emisja z terenów sąsiednich oraz ze źródeł przemysłowych (PONE, 2011; Program..., 2013). Przemysłowe emisje pyłowo-gazowe pochodzą głównie z Zakładu Produkcji Ciepła Żory przy kopalni Budryk.

Według danych Państwowego Monitoringu Środowiska dopuszczalne w powietrzu stężenia benzenu, tlenku węgla, tlenku azotu, dwutlenku azotu, dwutlenku siarki, ołowiu, arsenu, kadmu i niklu nie zostały przekroczone. Zagrożenie stwarzają stężenia pyłu PM10 i PM2,5 oraz benzo(a)pirenu (Trzynasta roczna ocena..., 2015). Ich źródłem jest głównie niska emisja z indywidualnych systemów grzewczych w sezonie zimowym oraz ze źródeł komunikacyjnych związanych z całorocznym dużym natężeniem ruchu samochodowego (PONE, 2011; Program..., 2013).

Wody powierzchniowe i podziemne. Na zły stan wód wpływa nieuregulowana gospodarka ściekowa w zlewniach oraz zrzuty wód kopalnianych, które powodują zanieczyszczenie zawiesiną, chlorkami i siarczanami (Studium..., 2013; Ocena..., 2014).

Kłodnica, Jasienica i Promna prowadzą wody, których stan ekologiczny oceniono jako słaby (Ocena..., 2014). O tym wyniku decyduje zarówno słaba klasa elementów biologicznych, jak i klasa elementów fizykochemicznych (poniżej stanu dobrego).

W obrębie gminy Gierałtowice określono również jakość wód w rowach melioracyjnych. Sklasyfikowano je jako wody poniżej stanu dobrego ze względu na ponadnormatywne wartości ChZT, OWO i stężenie fosforanów. Negatywny wpływ na jakość tych wód ma przede wszystkim nieuregulowana gospodarka ściekami komunalnymi (Program..., 2013).

Wody podziemne, zdegradowane ilościowo i jakościowo w wyniku działalności górniczej, występują w piaskowcach serii mułowcowej karbonu, a zanieczyszczone ściekami komunalnymi i odciekami ze składowisk odpadów oraz terenów niwelowanych lub meliorowanych odpadami – w skałach wapienno-dolomitycznych triasu i piaszczystych utworach czwartorzędu (*op.cit.*).

Gleby. Gleby północnej i północno-wschodniej części obszaru arkusza zostały przekształcone w wyniku współczesnego i historycznego górnictwa węgla kamiennego. Efektem tej działalności są osiadania terenu, które powodują powstawanie podmokłych zagłębień bezodpływowych, będących w konsekwencji nieużytkami. Regulacja części koryta Kłodnicy z zastosowaniem odpadów wydobywczych może być przyczyną zanieczyszczenia gleb. Powierzchnie gruntów sąsiadujące tu bezpośrednio z obwałowaniami Kłodnicy są narażone na dopływ składników wypłukiwanych z nasypów (Program..., 2013; Studium..., 2013).

Gleby użytkowane rolniczo generalnie nie są zanieczyszczone. Zawartość metali ciężkich w badanych glebach uprawnych nie przekracza dopuszczalnych norm, co pozwala na uprawy wszystkich roślin jadalnych i paszowych. Lokalnie są one zakwaszone i zawodnione (Studium..., 2013).

W niektórych rejonach gleby są zbyt zakwaszone. Jedną z przyczyn zakwaszenia są kwaśne opady ($\text{pH} < 5,6$), stanowiące na analizowanym obszarze aż 46% wszystkich opadów. Wraz z wodami opadowymi do gleb trafiają też siarczany ($17,82 \text{ kg/ha SO}_4^{2-}$), azot ogólny ($11,75 \text{ kg/ha N}$), chlorki ($8,54 \text{ kg/ha Cl}^-$), azot amonowy ($5,23 \text{ kg/ha N}$), azotyny i azotany ($3,15 \text{ kg/ha N}$) oraz metale ciężkie, w tym kadm ($0,00195 \text{ kg/ha}$), chrom ogólny ($0,0023 \text{ kg/ha}$), nikiel ($0,0049 \text{ kg/ha}$), ołów ($0,0348 \text{ kg/ha}$), miedź ($0,0531 \text{ kg/ha}$) i cynk ($0,442 \text{ kg/ha}$) (Liana i in., 2015). Występujące w opadach kwasotwórcze związki siarki i azotu, związki biogenne i metale ciężkie mają ujemny wpływ na funkcjonowanie ekosystemów wodnych i lądowych, zmiany warunków troficznych gleb i wód, a także dla produkcji roślinnej.

Hałdy. Skały płonne oddzielone od węgla w procesach mechanicznej przeróbki oraz odpady popłuczkowe i poflotacyjne są częściowo wykorzystywane w kopalniach jako dodatek do podsadzki hydraulicznej. Ich pozostała część jest składowana na zwałowiskach powierzchniowych.

W północnej części arkusza znajdują się trzy stare hałdy odpadów wydobywczych kopalni Zabrze-Bielszowice. Hałda w północno-zachodnim krańcu arkusza (utworzona na terenie dawnego stawu Lacha) jest w trakcie rekultywacji, a mniejsza (na północnym brzegu Kłodnicy) jest zrekultywowana. Między dolinami Promny i Kłodnicy znajduje się największe

zrekultywowane składowisko odpadów wydobywczych kopalni Bielszowice – hałda Borowa I.

W dolinie Żabnicy (na południowy wschód od nieczynnej już elektrociepłowni Halemba) znajdują się cztery składowiska/osadniki jej odpadów paleniskowych (w trakcie rekultywacji).

Na terenie Mikołowa-Mokrego znajduje się nieczynne wysypisko odpadów komunalnych, zlokalizowane w wyrobisku po eksploatacji skał węglanowych.

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

PRACE TERENOWE

Próbki gleb pobierano w regularnej siatce 250x250 m (16 próbek/km²). Łącznie pobrano próbki gleb z 1368 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 (odpowiednio 541 i 488 próbek) pobierano z rzek, strumieni, rowów melioracyjnych, kanałów, sadzawek i stawów. Odległość między miejscami pobierania próbek na ciekach wynosiła ok. 250 m. Próbki osadów o masie ok. 500 g (i możliwie najdrobniejszej frakcji) pobierano z brzegów zbiorników za pomocą czepaka i umieszczano w pojemnikach plastikowych, o pojemności 500 ml, opisanych odpowiednimi numerami.

Próbki wód powierzchniowych pobierano z tych samych miejsc, z których pobrano próbki osadów. 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. 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 numerami.

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

Położenie miejsc pobierania próbek określono techniką GPS (*Global Positioning System*), stosując urządzenie umożliwiające rejestrację dodatkowych informacji (wartości pH i EC wód, danych o zabudowie i użytkowaniu terenu oraz o charakterze litologicznym próbek) obok pomiarów współrzędnych. Pomiar współrzędnych rejestrowano z dokładnością ± 2 –10 m. Przed wyjazdem w teren do pamięci urządzenia GPS wprowadzono 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 dodatkowo na specjalnie przygotowanych kartach (fig. 2).

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

Data.....
Opróbował.....

Nr próbki					Gleba	Współrzędne	
1					głębokość	0,0-0,3 m	
2					głębokość		

Powiat.....Gmina.....Miejscowość.....

Zabudowa		Użytkowanie		Próbka		Gatunek gleby	
1	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	piaszczysta, piasek
2	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	piaszczysto-gliniasta
3	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	gliniasto-piaszczysta
4	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	gliniasta
5	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	głina
		6	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	mułek
		7	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	torfiasta, torf
				8	<input type="checkbox"/>	<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"/>	1	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/> piasek
2	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/> szlam organiczny
3	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/> muł
4	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/> ił
5	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>		
		6	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>		
		7	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>		
				8	<input type="checkbox"/>		

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 analizy chemicznej, drugą – archiwalną (fig. 1).

Wszystkie 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 termostatowanym 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 próbek w wodzie destylowanej. Zawartość węgla organicznego w glebach określono 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 współczynniku 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 laboratorium Państwowego Instytutu Geologicznego-Państwowego Instytutu Badawczego 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. Próbki niektórych gleb gliniastych rozdrabniano w młynku porcelanowym przed przesiewaniem. Ważono uzyskane frakcje: 2–1 mm, 1,0–0,5 mm i <0,5 mm. Pomiar 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 piaskowa, 0,1–0,02 mm – frakcja pyłowa, <0,02 mm – frakcja iłowa (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 zakresu głębokości 0,0–0,3 m,
- gleb z zakresu 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 miejsca pobierania próbek – powiat, gmina, miejscowość), datę i nazwisko osoby pobierającej próbki oraz wyniki analiz chemicznych.

Bazy danych osadów i wód powierzchniowych zawierają: numery próbek, wyniki pomiarów współrzędnych w miejscach pobierania próbek, zapis obserwacji terenowych (rodzaj zabudowy, użytkowanie terenu, rodzaj zbiornika wodnego, gatunek osadu, lokalizacja miejsca pobierania próbek – powiat, gmina, miejscowość), datę i nazwisko osoby pobierającej 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 w wodach poszczególnych zbiorników, jak również do tworzenia map geochemicznych. Obliczenia parametrów statystycznych wykonano zarówno dla całych zbiorów, jak i podzbiorów dla 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 oraz zamieszczono na mapach geochemicznych. Obliczone wskaźniki służyły do wyznaczania klas zawartości przy tworzeniu map geochemicznych.

Opracowanie map. Dla arkusza Ornontowice opracowano następujące mapy (tabl. 1–63):

- mapa geologiczna,

- zabudowa terenu,
- użytkowanie terenu,
- zawartość węgla organicznego oraz frakcji piaskowej, pyłowej i iłowej 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, Ca, Cd, Cl, Co, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Rb, Sb, Se, SiO₂, SO₄, Sr, Ti, Tl, U i Zn w wodach powierzchniowych,
- klasyfikacja gleb z głębokości 0,0–0,3 m, wskazująca właściwy sposób ich użytkowania (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 Ornontowice i arkuszy sąsiednich w skali 1:25 000, aby uniknąć niezgodności na granicy arkuszy. Z utworzonych map monopierwiastkowych wycinano obszar arkusza Ornontowice i łączono z podkładem topograficznym.

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

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

W komentarzach do map geochemicznych do oceny stopnia zanieczyszczenia wód powierzchniowych zastosowano wartości granicznych wskaźników jakości wody odnoszące się do jednolitych części wód powierzchniowych, określone w Rozporządzeniu... (2014).

Do celów publikacji mapy geochemiczne opracowano poprzez połączenie parami na jednej tablicy mapy geochemicznej gleb z głębokości 0,0–0,3 m z mapą geochemiczną osadów oraz mapy geochemicznej gleb z głębokości 0,8–1,0 m z mapą geochemiczną wód powierzchniowych. Ten sposób prezentacji pozwala na bezpośrednie porównanie obrazów geochemicznych różnych środowisk. Kierując się wygodą użytkownika, mapy (opatrzone skalą liniową) wydrukowano w formacie nieco pomniejszonym (A3). Zabieg ten nie spowodował pominięcia żadnego szczegółu treści map. Dla zainteresowanych mapami w skali 1:25 000 istnieje możliwość udostępnienia całości opracowania lub poszczególnych map drukowanych na ploterze.

WYNIKI BADAŃ GLEBY

Na obszarze arkusza Ornontowice skałami macierzystymi dla gleb są utwory różnorodne litologicznie i wiekowo (tabl. 1). Dominują gleby bielcowe i pseudobielcowe o niskich klasach bonitacyjnych (Lokalny Program..., 2010).

Skład granulometryczny. Skład ziarnowy gleby w znacznym stopniu determinuje jej odporność na degradację oraz ma istotny wpływ na zawartość pierwiastków chemicznych. Gleby z dużym udziałem frakcji iłowej (<0,02 mm) i pyłowej (0,1–0,02 mm) charakteryzują się zazwyczaj podwyższoną zawartością pierwiastków innych niż krzem oraz ich mniejszą mobilnością w warunkach hipergenicznych. W normach i zaleceniach określających dopuszczalne stężenia metali w glebach uwzględnia się zazwyczaj skład granulometryczny, dopuszczając większe stężenia graniczne dla gleb z dużym udziałem frakcji iłowej i mniejsze stężenia dla gleb z dużym udziałem frakcji piaskowej (Kabata-Pendias i in., 1995).

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.

Wyniki badań wskazują, że skład granulometryczny gleb wiąże się przede wszystkim z litologią podłoża. W obrazach kartograficznych rozkładu zawartości poszczególnych frakcji (tabl. 4–6) widoczny jest podział na dwa zasadnicze obszary różniące się składem ziarnowym. W północno-wschodniej części arkusza występują gleby wzbogacone we frakcję piaskową (>40%), wykształcone głównie na czwartorzędowych piaskach wodnolodowcowych. Gleby te są w większości porośnięte lasami. Na pozostałej części badanego obszaru, w glebach utworzonych głównie na glinach lodowcowych i wychodniach utworów starszego podłoża (piaszczysto-ilastych i węglanowych), dominuje frakcja pyłowa (tabl. 5). Są to głównie gleby użytkowane rolniczo bądź nieużytki lub gleby miejskie. Frakcja iłowa ma najmniejszy udział w badanych glebach. W zdecydowanej większości gleb zawartość tej frakcji nie przekracza 20% (tabl. 6).

Odczyn. Odczyn gleb uzależniony jest zarówno od litologii podłoża, jak i od sposobu ich użytkowania i czynników antropogenicznych.

W warstwie powierzchniowej odczyn kwaśny (pH <6,3) wykazują gleby terenów leśnych. Gleby pól uprawnych cechują się odczynem obojętnym. Niewielkie obszary, na których gleby powierzchniowe wykazują odczyn alkaliczny, są zlokalizowane na wychodniach węglanowych utworów triasowych w południowo-wschodniej części arkusza bądź na obszarach zurbanizowanych i przemysłowych (obszar Rudy Śląskiej, tereny kopalń Halemba i Budryk).

Na głębokości 0,8–1,0 m gleby o odczynie kwaśnym występują tylko lokalnie na niewielkich obszarach terenów leśnych. Przeważają gleby obojętne i lekko alkaliczne. W południowo-wschodniej części arkusza alkalizacja gleb ma związek z występowaniem w podłożu węglanowych utworów triasu, na pozostałych obszarach – z czynnikiem antropogenicznym. Alkalizacja gleb na terenach miejsko-przemysłowych jest spowodowana głównie przez opad pyłów emitowanych z zakładów energetycznych i przemysłowych, a na

terenie mniejszych miejscowości prawdopodobnie z opadem wapnistych pyłów z palenisk domowych. Znacznie większy zasięg występowania gleb alkalicznych w poziomie głębszym w porównaniu z warstwą powierzchniową jest wynikiem przemieszczania się w głąb profili glebowych związków wapnia i magnezu, obecnych zarówno w rozpraszanych pyłach przemysłowych, jak i w składowanych lokalnie odpadach kopalnianych i elektrownianych.

Najbardziej alkaliczne w obu zakresach głębokości (pH 9,6 w warstwie powierzchniowej i 10,1 w warstwie głębszej) są gleby antropogeniczne na terenie miejscowości Stara Kuźnica w pobliżu osadników popiołów elektrowni Halemba.

Geochemia. Rozkład zawartości pierwiastków w badanych glebach jest uwarunkowany składem chemicznym podłoża i czynnikami antropogenicznymi.

Gleby arkusza Ornontowice należą do mało zanieczyszczonych oznaczonymi pierwiastkami. Potwierdza to wniosek, że na badanym terenie wpływ antropopresji jest niewielki, gdyż przeważają obszary niezabudowane lub wiejskie, a obszary silnie zurbanizowane i uprzemysłowione występują tylko na skrajach arkusza: na północnym wschodzie – obrzeża Rudy Śląskiej, na południowym wschodzie – obrzeża Mikołowa, a na południowym zachodzie – Ornontowic. Przeciętne zawartości (wartości median) srebra, rtęci, magnezu, niklu i strontu w obu zakresach głębokości są równe wartościom tła geochemicznego Polski (Lis, Pasieczna, 1995a), które są zazwyczaj mniejsze od odpowiednich wartości tła regionalnego (Lis, Pasieczna, 1995b). W warstwie powierzchniowej średnia zawartość wapnia (0,12%) jest równa średniej zawartości tego pierwiastka w glebach z obszarów niezabudowanych Polski (Pasieczna, 2003). W głębszej warstwie glebowej bliskie wartościom tła geochemicznego Polski są mediany zawartości baru, kadmu, miedzi, kobaltu i żelaza, a mniejsze od nich są mediany zawartości wapnia, manganu, ołowiu, fosforu, siarki i cynku. Średnia zawartość chromu, tytanu i wanadu w glebach arkusza z obu zakresów głębokości przekracza zarówno odpowiednie wartości tła geochemicznego całego kraju, jak i tła regionalnego. Kilkukrotne wzbogacenie warstwy powierzchniowej w stosunku do warstwy głębszej (spowodowane antropopresją) obserwuje się w przypadku takich pierwiastków jak: bar (dwukrotne), wapń (dwukrotne), miedź (dwukrotne), mangan (czterokrotne), ołów (pięciokrotne), fosfor (trzykrotne), siarka (czterokrotne) i cynk (trzykrotne).

W obrazie kartograficznym rozkładu zawartości większości pierwiastków w badanych glebach można wyróżnić dwa zasadnicze obszary, gdzie chemizm skał podłoża wyraźnie wpływa na zawartość oznaczonych składników. Gleby południowej części arkusza, wykształcone na piaskowcowo-iłowcowych utworach karbonu, węglanowych triasu i na

czwartorzędowych glinach lodowcowych, charakteryzują się podwyższonymi zawartościami takich pierwiastków, jak: glin, wapń, kobalt, chrom, miedź, żelazo, magnez, mangan, nikiel, stront i wanad w stosunku do gleb zajmujących północną część arkusza, utworzonych głównie na piaszczystych utworach wodnolodowcowych plejstocenu, oraz w stosunku do gleb torfiastych. Czynniki antropogeniczne mają decydujący wpływ na rozkład zawartości w badanych glebach takich pierwiastków, jak: bar, kadm, miedź, rtęć, ołów, fosfor, siarka, tytan i cynk, ale niejednokrotnie odpowiadają też za anomalie wymienionych wcześniej pierwiastków litogenicznych (pojawiające się na tle ich naturalnych zawartości).

Najmniejszymi zawartościami oznaczonych pierwiastków charakteryzują się gleby terenów niezabudowanych i wiejskich, piaszczyste bądź torfiaste i stanowiące zazwyczaj podłoże dla zbiorowisk leśnych. Najbardziej wzbogacone w badane składniki są gleby terenów zurbanizowanych i przemysłowych (zazwyczaj parków i trawników), często mające charakter antropogenu.

Naturalne pochodzenie mają anomalie wapnia, magnezu i strontu, występujące w południowo-wschodniej części arkusza w glebach wykształconych na utworach węglanowych triasu. Obszar ten należy do dzielnicy Mikołów-Mokre. Zawartość wapnia dochodzi tu do 14,02% w warstwie powierzchniowej i do 18,40% w warstwie głębszej (wartości maksymalne), a zawartość magnezu odpowiednio do 5,75% i 4,20% (wartości maksymalne). Zawartość strontu w rejonie kamieniołomów sięga 69 mg/kg w warstwie powierzchniowej i 250 mg/kg w warstwie głębszej.

Wzbogacenia w żelazo i mangan gleb łąkowych występujących w dolinie Promny i Jasienicy są prawdopodobnie pochodzenia naturalnego. Zawartość żelaza w warstwie powierzchniowej gleb w dolinie Promny dochodzi do 4,88%, a zawartość manganu – do 1261 mg/kg w rejonie ujścia Promny do Kłodnicy i do 1246 mg/kg w dolinie Jasienicy w Chudowie.

Litogeniczne jest prawdopodobnie wzbogacenie w tytan gleb na głębokości 0,8–1,0 m na terenie Mikołowa-Mokrego, związane z występującymi w podłożu piaskowcami i iłowcami warstw łaziskich.

Podwyższonymi, lecz naturalnymi zawartościami węgla organicznego wyróżniają się gleby terenów leśnych lub łąkowych w miejscach często podmokłych, gdzie spotyka się torfy. Na terenie leśnym między Starą Kuźnicą a Mikołowem gleby torfiaste zawierają do 44,4% węgla organicznego.

Główne anomalie antropogeniczne oznaczonych pierwiastków występują na terenach czynnych kopalń węgla kamiennego (Halemba w Rudzie Śląskiej i Budryk w

Ornontowicach), na terenach hałd odpadów kopalnianych (w większości zrehabilitowanych), na terenach osadników nieczynnej już elektrociepłowni Halemba, w sąsiedztwie tras komunikacyjnych i na terenach miejskich. Zanieczyszczenia związane są głównie z opadem pyłów ze spalania węgla oraz z materiałem zgromadzonym na starych hałdach i osadnikach. Hałdy odpadów kopalnianych wyróżniają się podwyższonymi zawartościami glinu, baru, węgla organicznego, wapnia, chromu, kobaltu, miedzi, rtęci, żelaza, niklu, siarki, strontu i wanadu. W warstwie powierzchniowej hałdy kopalni Zabrze-Bielszowice, zlokalizowanej na obszarze dawnego stawu Lacha (w północnej części arkusza), zarejestrowano maksymalne zawartości glinu (2,99%) i siarki (1,595%). Na zrehabilitowanej hałdzie Borowa I na terenie leśnym w Borowej Wsi stwierdzono największą zawartość rtęci w warstwie z głębokości 0,8–1,0 m – 0,90 mg/kg. Tereny kopalniane są zanieczyszczone glinem, barem, węglem organicznym, kobaltem, chromem, miedzią, żelazem, manganem, niklem, ołowiem, siarką, tytanem, wanadem i cynkiem. W bezpośrednim sąsiedztwie kopalni Halemba, w glebie antropogenicznej zarejestrowano maksymalną zawartość chromu zarówno w warstwie powierzchniowej (139 mg/kg), jak i głębszej (260 mg/kg). W tym samym miejscu, w glebie z głębokości 0,8–1,0 m zanotowano maksymalną zawartość żelaza (10,3%), podwyższoną zawartość niklu (87 mg/kg), ołowiu (392 mg/kg), cynku (1163 mg/kg), kadmu (6,5 mg/kg) i manganu (8763 mg/kg). W rejonie bocznic kolejowych występuje największa zawartość cynku (1451 mg/kg) w warstwie powierzchniowej gleby, a w rejonie hałdy odpadów i osadnika duży udział węgla organicznego (38,1–44,6%). Zawartość ołowiu na terenie kopalni Halemba dochodzi do 3764 mg/kg w wierzchniej warstwie i 636 mg/kg na głębokości 0,8–1,0 m. Zapewne antropogeniczną genezę ma silne wzbogacenie w stront płytkiej warstwy gleb w Paniówkach.

Gleby pokrywające hałdę odpadów paleniskowych elektrociepłowni Halemba, zgromadzonych w czterech osadnikach na terenie zalesionym w Starej Kuźnicy, są bogate w glin, bar, wapń, kobalt, chrom, miedź, żelazo, rtęć, nikiel, stront, tytan, wanad i węgiel organiczny. Charakteryzują się maksymalną zawartością tytanu: 604 mg/kg w warstwie powierzchniowej oraz 617 mg/kg na głębokości 0,8–1,0 m. W wierzchniej warstwie stwierdzono też największą zawartość fosforu (0,461%), a w warstwie głębszej maksymalne stężenie wanadu (97 mg/kg).

Gleby terenów zurbanizowanych Rudy Śląskiej, Mikołowa, Bujakowa, Ornontowic, a także położone wzdłuż drogowych tras komunikacyjnych są lokalnie zanieczyszczone miedzią, ołowiem, cynkiem, a także manganem, barem i kobaltem. Zanieczyszczenia pochodzą z pyłów emitowanych przez zakłady przemysłowe, energetyczne oraz środki

transportu. Maksymalną zawartość ołowiu (4638 mg/kg) napotkano w warstwie powierzchniowej gleby antropogenicznej w Bujakowie, przy trasie z Mikołowa do Ornontowic. Silnie zanieczyszczona manganem jest gleba w miejscowości Paniowy przy skrzyżowaniu dróg: 9010 mg/kg w warstwie powierzchniowej i 107 800 mg/kg w warstwie głębszej. Gleba ta, o charakterze nasypu antropogenicznego, prawdopodobnie została przetransportowana z bardzo zanieczyszczonego obszaru przemysłowego. Na głębokości 0,8–1,0 m cechuje się maksymalnymi zawartościami srebra (5 mg/kg), baru (2156 mg/kg) i kobaltu (51 mg/kg) oraz podwyższonymi zawartościami wapnia (6,53%) i strontu (172 mg/kg). W warstwie powierzchniowej największą zawartość kobaltu (49 mg/kg) zarejestrowano w gliniastej glebie na terenie Ornontowic, a największą zawartość baru (1215 mg/kg) – w glebie antropogenicznej na terenie dzielnicy Mikołów-Mokre.

W glebach arkusza Ornontowice zawartość srebra nie przekracza granicy oznaczalności zastosowanej metody analitycznej (1 mg/kg).

W zdecydowanej większości badanych gleb (w obu zakresach głębokości) zawartość arsenu nie przekracza 10 mg/kg. W warstwie powierzchniowej największą średnią zawartością arsenu cechują się gleby parków (mediana 6 mg/kg). Zawartości maksymalne tego pierwiastka napotkano w glebach użytkowanych rolniczo: w wierzchniej warstwie – w Śmiłowicach nad Żabnicą (60 mg/kg), a na głębokości 0,8–1,0 m – w miejscowości Chudów (86 mg/kg).

Zawartość fosforu w badanych glebach jest uzależniona zarówno od składu chemicznego skał macierzystych, jak i od sposobu użytkowania gleb. Gleby pól uprawnych i łąk zawierają najwięcej fosforu (mediany odpowiednio 0,044% i 0,043%), a najmniej gleby terenów leśnych (mediana 0,020%). W warstwie powierzchniowej największe ilości fosforu stwierdzono w glebach antropogenicznych z terenów przemysłowych. Na głębokości 0,8–1,0 m maksymalną zawartością fosforu (0,400%) charakteryzuje się gleba łąkowa nad Promną w Borowej Wsi. Warstwa powierzchniowa zawiera tu 0,073% tego pierwiastka.

Klasyfikacja gleb w odniesieniu do sposobu ich użytkowania. Udział obszarów gleb zanieczyszczonych w różnym stopniu kadmem, ołowiem i cynkiem zestawiono w tabeli 6. Na przeważającym obszarze arkusza (98,54%) gleby warstwy powierzchniowej zawierają poniżej 4 mg/kg kadmu. Na głębokości 0,8–1,0 m w 94,82% badanych gleb zawartość tego pierwiastka jest mniejsza niż 1 mg/kg. Zawartość ołowiu <100 mg/kg w wierzchniej warstwie stwierdzono dla 91,52% gleb, a zawartość cynku <500 mg/kg dla 97,59%.

Dla gleb z warstwy powierzchniowej wykonano ocenę stopnia zanieczyszczenia metalami, klasyfikując je do grup użytkowania A, B i C na podstawie zawartości

dopuszczalnych (Rozporządzenie..., 2002). Przy klasyfikacji sumarycznej stosowano zasadę zaliczania gleby do danej grupy, gdy zawartość co najmniej jednego pierwiastka przekraczała dolną wartość dopuszczalną dla tej grupy.

Klasyfikacja ze względu na zawartość metali prezentuje się dość korzystnie. 40,57% badanych gleb zaliczono do grupy A, 45,1% do grupy B, a 14,33% analizowanych próbek do grupy C (tab. 7). Warunki wielofunkcyjnego użytkowania spełniają gleby zaliczone do grupy A lub B (w sumie 85,67%) i na badanym terenie są one w większości użytkowane zgodnie z wytycznymi (Rozporządzenie..., 2002). Gleby zaliczone do grupy C (głównie ze względu na zawartość ołowiu, cynku i baru) występują przede wszystkim na terenach miejskich i przemysłowych, na terenach starych hałd kopalnianych i osadników odpadów paleniskowych, a także w dolinie Kłodnicy (w obrębie Rudy Śląskiej), gdzie wykorzystywano materiał antropogeniczny do obudowy koryta rzeki (tabl. 63). Lokalnie aktualne użytkowanie gleb jest niewłaściwe. Stężenia metali w glebach niektórych pól uprawnych, łąk, lasów i parków są na tyle duże, że tereny te powinny być użytkowane tylko jako obszary przemysłowe.

OSADY

Skład chemiczny osadów w zbiornikach śródlądowych wód powierzchniowych jest uwarunkowany wieloma czynnikami naturalnymi i antropogenicznymi. Zależy przede wszystkim od budowy geologicznej zlewni, geomorfologii oraz warunków klimatycznych, które decydują o przebiegu procesów wietrzenia skał oraz uruchamianiu, migracji i akumulacji pierwiastków (Bojakowska, Gliwicz, 2003).

Na terenie badanego arkusza zanieczyszczenia antropogeniczne pochodzące ze zrzutu ścieków przemysłowych i bytowo-gospodarczych wpływają na skład osadów znacznie silniej niż czynniki naturalne. Szczególną cechą większości osadów cieków i zbiorników w granicach arkusza jest zawartość dużych ilości cząstek mułów węglowych w ich składzie. Odnaczają się one zdolnościami sorpcyjnymi prowadzącymi do adsorpcji metali i ich łatwego wytrącania w osadach (Nocoń, Kostecki, 2005).

Wspólną cechą osadów jest wysoka zawartość pierwiastków grupy żelaza: Co, Cr, Fe, Mn, Ni, używanych do uszlachetniania stali i powlekania galwanicznego, a ubogo reprezentowanych w skałach podłoża, co sugeruje zanieczyszczenie przez niezidentyfikowane galwanizernie i/lub miejsca zbiórki złomu. Trzeba przy tym wskazać na właściwości sorpcyjne koloidalnych zawiesin Fe i Mn oraz torfu, które powodują wychwytywanie kationów z roztworu.

Kłodnica. Źródła rzeki znajdują się w dzielnicy Katowic – Brynowie, w zespole przyrodniczo-krajobrazowym „Źródła Kłodnicy” poza wschodnią granicą arkusza. W górnym biegu rzeka przepływa zarówno przez tereny leśne, jak i uprzemysłowione dzielnice Katowic i Rudy Śląskiej. Na prawie całym odcinku w granicach arkusza koryto rzeki jest uregulowane (Nocoń i in., 2006). Poprzez bezpośrednie zrzuty ścieków i dopływy Kłodnica odprowadza większość ścieków z zachodniej części aglomeracji górnośląskiej (Czaja, 1999).

We wschodniej części obszaru arkusza Ornontowice do Kłodnicy trafiają ścieki z rejonu kopalni węgla kamiennego Halemba i oczyszczalni ścieków oraz odcieki ze składowisk popiołów elektrownianych.

Osady analizowanego odcinka Kłodnicy można zaliczyć do nieznacznie zanieczyszczonych. Średnie zawartości (mediany) zarówno pierwiastków głównych (glinu, wapnia, żelaza, magnezu, manganu i fosforu), jak i pierwiastków śladowych (arsenu, baru, kadmu, kobaltu, miedzi, rtęci, chromu, ołowiu, strontu, wanadu i cynku) są tu mniejsze od wartości regionalnego tła geochemicznego (tab. 4).

W osadach Kłodnicy w granicach arkusza zawartość srebra jest mniejsza od granicy oznaczalności stosowanej metody analitycznej (1 mg/kg).

W większości osadów zawartość arsenu jest mniejsza od wartości regionalnego tła geochemicznego (6 mg/kg), a w wielu przypadkach mniejsza od granicy jego oznaczalności: 3 mg/kg. Jest to zawartość, poniżej której nie obserwuje się negatywnego oddziaływania tego pierwiastka na organizmy wodne. Szkodliwe oddziaływanie arsenu na organizmy wodne może występować przy jego zawartości powyżej 33 mg/kg (MacDonald i in., 2000). Zawartość >33 mg/kg arsenu wykryto tylko w osadach cieków bez nazwy w sąsiedztwie składowiska odpadów elektrociepłowni Halemba (w tym rowu opaskowego), w osadach niewielkich cieków zasilających Kłodnicę poniżej oczyszczalni ścieków oraz w osadzie rowu odwadniającego rejon dawnej hałdy odpadów kopalnianych w Paniówkach.

Bar stwierdzono w zakresie 18–252 mg/kg w osadach Kłodnicy, zaś w osadach zasilających ją małych cieków bez nazwy koncentracja tego pierwiastka osiąga 500–650 mg/kg. Największe zawartości baru są charakterystyczne dla osadów rowów opaskowych składowiska odpadów paleniskowych elektrociepłowni Halemba w rejonie Starej Kuźnicy i osadnika kopalni Halemba.

W większości osadów Kłodnicy zawartość kadmu nie przekracza 5 mg/kg. Koncentrację 53 mg/kg zanotowano w osadach cieków bez nazwy na podmokłym terenie osiedla Halemba. Osady te zawierają również 660 mg/kg baru, 90 mg/kg kobaltu, 35 mg/kg miedzi, 8,50% żelaza, 2900 mg/kg manganu, 34 mg/kg niklu, 0,545% fosforu, 125 mg/kg

ołowiu i 4040 mg/kg cynku. Zanieczyszczenie kadmem (42 mg/kg) zanotowano też w osadach zbiornika wód stojących w rejonie ulicy Miłej w Rudzie Śląskiej i w pobliżu osadników elektrociepłowni Halemba. Stężenia innych metali są tu też znaczne. Zawartość miedzi wynosi 112 mg/kg, żelaza 1,78%, rtęci 0,46 mg/kg, ołowiu 363 mg/kg, cynku 1630 mg/kg. Osady zawierają również ponad 2% siarki.

Zanieczyszczone metalami są osady rowu odwadniającego teren w pobliżu ogródków działkowych w Rudzie Śląskiej (rejon dawnej oczyszczalni ścieków na zachód od ul. Energetyków). Stwierdzono w nich do 53 mg/kg arsenu, 73 mg/kg chromu, 875 mg/kg miedzi, 0,26 mg/kg rtęci, 570 mg/kg ołowiu i 2440 mg/kg cynku. Źródłem metali mogą być zarówno odcieki z hałdy odpadów zlokalizowanej na południe od tego rejonu, zanieczyszczenia po dawnej oczyszczalni, jak i ścieki odprowadzane z ogródków działkowych.

Na terenie zlewni do zanieczyszczonych należą osady górnego biegu lewobrzeżnego dopływu Kłodnicy. Zawierają one glin w ilości 2,50–3,27%, a w niektórych próbkach stwierdzono zanieczyszczenie przez kadm (do 79,6 mg/kg), kobalt (do 136 mg/kg), ołów (do 152 mg/kg) i cynk (do 4673 mg/kg). Te same osady obfitują też w mangan (12 020 mg/kg) i żelazo (2–5%).

Zwraca uwagę skład osadów w ciekach wokół składowiska odpadów elektrociepłowni Halemba. Większość próbek obfituje w glin (0,80–2,20%). Ponadto niektóre osady zawierają 19–49 mg/kg arsenu, 500–670 mg/kg baru, 100–200 mg/kg strontu, 50–80 mg/kg miedzi, do kilku procent żelaza i 300–740 mg/kg wanadu. Zanieczyszczenia wiążą się prawdopodobnie z odciekami ze składowiska.

Jasienica i jej zlewnia. Dolina Jasienicy ma bogatą sieć strumieni, które są okolone pasami roślinności nadwodnej. W swoim dolnym biegu Jasienica odwadnia tereny użytków rolnych gminy Gierałtowice, poprzecinanych gęstą siecią potoczków. Potokom towarzyszą wilgotne łąki i szuwały. Głównym źródłem zanieczyszczeń wód powierzchniowych i osadów są ścieki socjalno-bytowe z zabudowy mieszkaniowej, zanieczyszczenia spływające z pól i spływ powierzchniowy opadów atmosferycznych.

Zawartości przeciętne analizowanych pierwiastków głównych i śladowych w aluwiach Jasienicy oraz w osadach cieków i zbiorników w jej zlewni są mniejsze niż wartość ich tła geochemicznego regionu śląsko-krakowskiego (tab. 4). Wyjątek stanowią podwyższone zawartości tytanu. W górze rzeki występuje zanieczyszczenie osadów cynkiem (1100–1200 mg/kg), kadmem (13–28 mg/kg), niklem (30–59 mg/kg), kobaltem (20–35 mg/kg) oraz manganem (1200–2800 mg/kg).

Zawartości cynku w granicach 700–2383 mg/kg zanotowano również w osadach Potoku Ornontowickiego poniżej Kolonii Marzankowice na południowym zachodzie.

Osady potoku Paniówka, łączącego dolinę Promny z doliną Jasienicy, charakteryzują się wyraźnie podwyższonymi zawartościami wielu pierwiastków w stosunku do pozostałych osadów zlewni. Zarejestrowano w nich do 2,69% glinu, do 299 mg/kg baru, do 2,96% wapnia, do 26 mg/kg kadmu, do 34 mg/kg chromu, do 52 mg/kg miedzi, do 5,73% żelaza, do 42 mg/kg niklu, do 0,707% fosforu, do 173 mg/kg ołowiu, do 2,83% siarki, do 95 mg/kg strontu i do 1090 mg/kg cynku. Potok ten jest prawdopodobnie odbiorcą ścieków komunalnych z miejscowości Paniówki.

Osady niebezpiecznie zanieczyszczone rtęcią (do 22,23 mg/kg) stwierdzono w małym śródpolnym cieku na północ od Bujakowa. Źródłem rtęci mogą być środki ochrony roślin, stosowane kiedyś w nadmiarze.

Promna i jej zlewnia. Dolina potoku jest zlokalizowana w północnej części Mikołowa. W górnej części zlewni na powierzchni odsłaniają się karbońskie piaskowce i iłowce oraz klastyczne i węglanowe utwory triasu. W niższym biegu potoku podłoże jego doliny jest zbudowane z czwartorzędowych piasków i żwirów wodnolodowcowych.

Teren zlewni użytkowany jest głównie jako pola uprawne, łąki i lasy. W rejonie Mikołowa-Mokrego pozostały historyczne wapienniki oraz nieczynne składowisko odpadów komunalnych.

W porównaniu do wartości tła geochemicznego regionu śląsko-krakowskiego zawartości przeciętne analizowanych pierwiastków głównych i śladowych w aluwiach Promny oraz w osadach cieków i zbiorników w jej zlewni są mniejsze, z wyjątkiem siarki i tytanu (tab. 4).

Rozkład zawartości pierwiastków wyraźnie się zmienia w aluwiach górnej, środkowej i dolnej części zlewni, wskazując na ich pochodzenie z erozji utworów o odmiennym składzie chemicznym. Mniejsze zawartości glinu, baru, kobaltu, żelaza, manganu, niklu, fosforu i wanadu są charakterystyczne dla osadów górnego odcinka potoku, co wiąże się z ich mniejszymi zawartościami w utworach węglanowych niż w namulach niższej części zlewni. Z kolei zawartości wapnia, siarki i strontu są największe w osadach górnej części potoku, gdyż wapienie i ewaporaty są nośnikami tych pierwiastków.

Zanieczyszczenie osadów pierwiastkami szkodliwymi dla organizmów żywych jest istotne w najniższym biegu potoku. Zastrzeżenie może budzić szczególnie koncentracja cynku. Zawartości tego pierwiastka przekraczają tu 1000 mg/kg, a maksymalna zawartość wynosi 2263 mg/kg. Osady kumulujące cynk zawierają również podwyższone zawartości

baru (250–350 mg/kg), kadmu (4–9 mg/kg), kobaltu (20–30 mg/kg), żelaza (5–8%), miedzi (20–40 mg/kg), niklu (do 179 mg/kg), fosforu (0,200–0,630%), ołowiu (150–200 mg/kg) i siarki (0,500–1,130%). Kumulacja pierwiastków jest związana z dogodnym środowiskiem ich sorpcji w osadach o charakterze mad, które obfitują w materię organiczną, minerały ilaste oraz tlenki i wodorotlenki żelaza i glinu. Zaś ich źródłem są zarówno wietrzejące utwory triasu w górze potoku, jak i ogniska antropogeniczne rozproszone na terenie całej zlewni. Szczególnym źródłem są przypuszczalnie odcieki z hałdy odpadów ulokowanej na wschód od dolnego odcinka doliny Promny. Zwracają uwagę bardzo wysokie zawartości manganu (6510–25 542 mg/kg) w osadach rowu opaskowego hałdy Borowa I, po jej zachodniej stronie.

Żabnica i jej zlewnia. W swym całym biegu potok drenuje obszar pokryty piaskami wodnolodowcowymi. Odwadnia teren użytkowany jako pola uprawne i lasy, w tym także składowiska byłej elektrociepłowni Halemba.

W osadach Żabnicy przeciętne zawartości pierwiastków pochodzenia litogenicznego i antropogenicznego (poza tytanem i wanadem) są mniejsze od wartości wyznaczonych jako regionalne tło geochemiczne (tab. 4) i wykazują nieznaczną zmienność w całym biegu ciekłu.

Zanieczyszczone są osady rowu opaskowego składowiska dawnej elektrociepłowni Halemba. Wyróżniają się tu wysokie zawartości glinu (do 1,81%), arsenu (do 49 mg/kg), baru (do 672 mg/kg), kobaltu (do 68 mg/kg), żelaza (do 4%), manganu (do 2846 mg/kg), strontu (do 136 mg/kg), tytanu (do 240 mg/kg), wanadu (do 740 mg/kg) i cynku (do 1321 mg/kg).

WODY POWIERZCHNIOWE

Kłodnica. Na stan wód w zlewni Kłodnicy silnie wpływają wody dołowe odprowadzane z zakładów górniczych, zarówno z czynnych, jak i likwidowanych w wyniku restrukturyzacji (Lach i in., 2004). W analizowanym odcinku rzeki są też do niej odprowadzane ścieki komunalne i przemysłowe z Katowic, Rudy Śląskiej i Mikołowa.

Jako główny wskaźnik charakteryzujący chemizm wód Kłodnicy zwraca uwagę wysoka przewodność elektrolityczna właściwa (6,30–11,40 mS/cm), spowodowana silnym zasoleniem odprowadzanych do rzeki wód kopalnianych. O dużym zanieczyszczeniu wód świadczą już wartości EC powyżej 1 mS/cm (Witczak, Adamczyk, 1994). Nieznaczną mineralizacją charakteryzują się tylko wody w niektórych zbiornikach wód stojących (EC 0,20–0,40 mS/cm), zapewne pochodzące głównie z opadów atmosferycznych.

Pomierzone wartości odczynu wód są mało zróżnicowane w całym analizowanym odcinku rzeki, wahają się w zakresie pH 9,0–9,6. Wysoka alkaliczność wód jest

prawdopodobnie spowodowana dużym ładunkiem wodorowęglanów wapnia i magnezu. Przeciętne zawartości wapnia i magnezu w wodach Kłodnicy (największe w porównaniu z wodami innych rzek) wynoszą odpowiednio 149,2 i 105,2 mg/dm³ i są podobne na całej długości rzeki. Ich źródłem mogą być wody kopalniane, ścieki i spływy powierzchniowe.

Odwadnianie górotworu i odprowadzanie wód kopalnianych spowodowało silne zanieczyszczenie wód pierwiastkami pochodzącymi z wód dołowych – borem, potasem, litem, magnezem, sodem, siarczanami i strontem. Zawartości tych pierwiastków w wodach Kłodnicy są wyrównane, a ich mniejsze ilości zanotowano tylko w kilku zbiornikach wód stojących w dolinie rzeki. Przeciętna zawartość boru wynosi 0,93 mg/dm³, potasu 38,6 mg/dm³, a litu 229,2 µg/dm³.

Bardzo wysokie stężenia sodu (942,7–1670,8 mg/dm³), strontu (2–3 mg/dm³) i siarczanów (3700–6500 mg/dm³) utrzymują się w całym odcinku rzeki w granicach arkusza.

Zanotowane zawartości metali nie przekraczają wartości granicznych dla I klasy wód powierzchniowych. W górnym odcinku rzeki zawartości baru są prawie dwukrotnie większe (0,120 mg/dm³) w porównaniu z dalszym biegiem rzeki (0,070 mg/dm³).

Korzystnym faktem jest stwierdzenie w badanych wodach niewielkich zawartości metali toksycznych dla organizmów żywych. Zawartość chromu nie przekracza 0,003 mg/dm³. Miedź zanotowano w granicach 1–6,76 µg/dm³, a kadm <0,05–0,34 µg/dm³. Przeciętna zawartość ołowiu wynosi 0,10 µg/dm³, a cynku 0,037 mg/dm³, co pozwala zakwalifikować analizowane wody do I klasy jakości ze względu na zawartość tych pierwiastków.

W wodach Kłodnicy zawartość żelaza waha się od 0,02 do 0,11 mg/dm³, a w zbiornikach wód stojących w pobliżu koryta rzeki dochodzi do 2–3 mg/dm³. Rozkład zawartości manganu jest nieznacznie zróżnicowany. Wody górnego odcinka rzeki zawierają więcej manganu (0,500–0,700 mg/dm³) niż dolnego (ok. 0,300–400 mg/dm³).

Przeciętne zawartości antymonu (1,44 µg/dm³), selenu (5 µg/dm³), molibdenu (2,58 µg/dm³) i talu (0,05 µg/dm³) są właściwe dla wód I klasy. Źródłem antymonu są przypuszczalnie wody dołowe kopalni Halemba. Przed ich zrzutem do Kłodnicy zawartość antymonu wynosi 0,30–0,80 µg/dm³, a po ich przyjęciu 1,4–2,66 µg/dm³. Odwrotnie rozkłada się zawartość talu i wynosi 0,10–0,12 µg/dm³ w górnym odcinku rzeki oraz około 0,05 µg/dm³ poniżej obiektów kopalni. Taki rozkład talu (podobnie jak selenu) wskazuje na ich źródła w górnej części zlewni.

Wody Kłodnicy zawierają przeciętnie 4,9 µg/dm³ niklu, a zanieczyszczenie tym pierwiastkiem (do 15,3 µg/dm³) oraz kadmem (2,0 µg/dm³) zanotowano jedynie w zbiornikach wód stojących w pobliżu obiektów przemysłowych kopalni Halemba.

Pod względem zawartości fosforu (przeciętnie $0,10 \text{ mg/dm}^3$) wody Kłodnicy można zaliczyć do I klasy jakości.

Zawartość krzemionki stwierdzono w zakresie $8,6\text{--}11,3 \text{ mg/dm}^3$.

Jasienica i jej zlewnia. Wody potoku Jasienica oraz jego zlewni w obrębie arkusza nie należą do silnie zanieczyszczonych. Świadczą o tym niezbyt wysokie wartości przewodności elektrolitycznej, zazwyczaj nieprzekraczające $1,5 \text{ mS/cm}$. Najsilniejszym zasoleniem charakteryzują się wody niewielkich cieków bez nazwy. Największe wartości przewodności elektrolitycznej właściwej ($4,11$ i $2,89 \text{ mS/cm}$), a także maksymalne na terenie zlewni stężenia sodu, litu, magnezu, selenu i strontu zarejestrowano w wodach rowu na terenie Ornontowic.

W zdecydowanej większości wody Jasienicy i jej zlewni są słabo zasadowe (pH $7,0\text{--}9,0$). Wody zasadowe (pH $>9,0$) występują m.in. w stawach rybnych w Kątach i w Sośniej Górze.

Pod względem zawartości magnezu wszystkie zbadane wody można zaliczyć do I klasy jakości wód, a pod względem zawartości srebra, arsenu, boru, baru, kobaltu, chromu, miedzi, molibdenu, ołowiu, antymonu, selenu, tytanu, talu, wanadu i cynku – do wód I/II klasy. 44% zbadanych wód spełnia normy zawartości wapnia przewidziane dla I klasy, a 56% – dla II klasy jakości wód. Podwyższonymi zawartościami wapnia ($>100 \text{ mg/dm}^3$), a także uranu ($>0,8 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$) wyróżniają się wody cieków drenujących obszary występowania glin lodowcowych.

Wyraźnie podwyższonymi zawartościami szeregu pierwiastków wyróżniają się wody potoku Paniówka, zwłaszcza charakteryzujące się niskim odczynem (pH $4,4\text{--}5,0$) wody odcinka na terenie leśnym. Zawartość glinu dochodzi tu do $6863 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$, kadmu do $5,1 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$, berylu do $1,43 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$, kobaltu do $16,84 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$, żelaza do $8,6 \text{ mg/dm}^3$, manganu do $1,095 \text{ mg/dm}^3$, niklu do $17,4 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$ i cynku do $0,974 \text{ mg/dm}^3$. Wody potoku Paniówka i jego niewielkiego prawostronnego dopływu na terenie miejscowości Paniówki cechują się także wysokimi stężeniami sodu (do 164 mg/dm^3) i siarczanów (do 3000 mg/dm^3). Na prawie całej długości potoku obserwuje się też anomalne zawartości krzemionki w wodach ($16,4\text{--}57,4 \text{ mg/dm}^3$).

Podwyższonymi zawartościami sodu (do $162,8 \text{ mg/dm}^3$) i litu (do $19,1 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$), a także potasu (do $22,7 \text{ mg/dm}^3$) i boru (do $0,15 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$) cechują się wody Potoku Ornontowickiego, a pod względem zawartości sodu i litu – także wody dolnego odcinka Jasienicy poniżej ujścia tego potoku. Zanieczyszczenia te mogą być związane zarówno ze

zrzutem wód kopalnianych z kopalni Budryk, jak i ze zrzutem ścieków z oczyszczalni w Ornontowicach oraz ze spływem powierzchniowym.

Anomalne zawartości potasu (do 416,5 mg/dm³) i manganu (do 1,018 mg/dm³) oraz podwyższone sodu, litu, żelaza i kobaltu zanotowano w wodach cieką płynącego przez osiedle Kąty. Wzbogacenie wód w mangan, żelazo i kobalt może być związane z drenażem podłoża.

Anomalne zawartości kadmu (6,79 µg/dm³), kobaltu (11,73 µg/dm³), manganu (3,124 mg/dm³), niklu (24,1 µg/dm³) i cynku (0,700 mg/dm³) zarejestrowano w wodach Jasienicy w jej górnym odcinku. Zanieczyszczenie tymi pierwiastkami występuje też w osadach.

Pod względem zawartości fosforu wody potoku Jasienica można zaliczyć do wód I lub II klasy ($\leq 0,4$ mg/dm³). Wyższymi stężeniami tego pierwiastka cechują się wody jego dopływów płynących przez Ornontowice, Paniówki, Chudów i osiedle Kąty. Maksymalną zawartość fosforu (10,10 mg/dm³) zarejestrowano w wodach rowu na terenie Chudowa.

Promna i jej zlewnia. Wody potoku Promna oraz cieków i zbiorników należących do jego zlewni charakteryzują się niezbyt wysoką przewodnością elektrolityczną. W zdecydowanej większości (84%) badane wody spełniają normy przewidziane dla I klasy jakości wód pod względem wartości EC. 14% należy do wód II klasy. Wyraźnie podwyższoną przewodnością cechują się wody południowego odcinka Promny, drenującego gliny lodowcowe oraz skały starszego podłoża (karbońskie piaskowce i ilowce oraz klastyczne i węglanowe utwory triasu). Zwiększona przewodność jest też prawdopodobnie wynikiem dopływu zanieczyszczeń z terenu Mikołowa (spływ powierzchniowy, ścieki), na co wskazują podwyższone stężenia sodu (do 128,5 mg/dm³), litu (do 16,7 µg/dm³), manganu (do 1,332 mg/dm³) i fosforu (do 7,42 mg/dm³).

Wody Promny są głównie słabo alkaliczne. Wyższym pH wyróżniają się wody środkowego i dolnego odcinka potoku. Wysokoalkaliczne (pH 9,0–9,8) są wody stawu Bocianie Gniazdo i odwadniającego go cieką oraz rowu opasującego od północy hałdę Borowa I.

Pod względem zawartości takich pierwiastków, jak: srebro, glin, arsen, bor, kobalt, chrom, miedź, molibden, ołów, antymon, selen, tal, tytan, wanad i cynk wszystkie wody zlewni można zaliczyć do wód I klasy (Rozporządzenie..., 2014).

Pod względem zawartości wapnia i magnezu zdecydowana większość badanych wód spełnia normy przewidziane dla I klasy, a tylko nieliczne dla II klasy. Podwyższone stężenia obu pierwiastków zanotowano w wodach Promny na wysokości nieczynnych kamieniołomów. Wyraźnie anomalne zawartości magnezu (56–89 mg/dm³) stwierdzono w

wodach jeziora Piaski i rowu odwadniającego teren sąsiadujący od północy z hałdą Borowa I. W wodach tych, charakteryzujących się podwyższonymi wartościami EC, napotkano też maksymalną zawartość manganu ($2,100 \text{ mg/dm}^3$) i największe ilości siarczanów ($3900\text{--}6100 \text{ mg/dm}^3$).

Wody cieków i zbiorników znajdujących się na terenie Borowej Wsi są lokalnie zanieczyszczone barem ($0,12\text{--}0,13 \text{ mg/dm}^3$), sodem ($89,1\text{--}99,8 \text{ mg/dm}^3$), potasem ($22,3 \text{ mg/dm}^3$), antymonem ($1,75 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$) i molibdenem ($2,51 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$), a także kobaltem ($2,62\text{--}4,08 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$), żelazem ($0,55\text{--}0,60 \text{ mg/dm}^3$), manganem ($0,415 \text{ mg/dm}^3$), cynkiem ($0,419 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$) i kadmem ($0,89 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$). Źródłem tych zanieczyszczeń mogą być odcieki z hałdy Borowa I. Podobną przyczynę mogą mieć podwyższone stężenia żelaza (do $0,80 \text{ mg/dm}^3$), manganu (do $0,758 \text{ mg/dm}^3$) i kobaltu (do $1,55 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$) w wodach dolnego odcinka Promny, a częściowo mogą być wynikiem drenażu gleb łąkowych wzbogaconych naturalnie w te pierwiastki.

Wyraźnie podwyższoną zawartością szeregu pierwiastków wyróżniają się wody cieków bez nazwy na terenie Straconej Wioski. Stwierdzono tu maksymalne zawartości cynku ($0,442 \text{ mg/dm}^3$), berylu ($0,92 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$), kobaltu ($39,86 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$), kadmu ($2,67 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$) i niklu ($66,8 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$) oraz podwyższone ilości żelaza ($0,84 \text{ mg/dm}^3$), manganu ($1,466 \text{ mg/dm}^3$), antymonu ($1,51 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$), a także sodu ($82,7 \text{ mg/dm}^3$). Za zanieczyszczenia te odpowiada zapewne nielegalny zrzut ścieków.

Wzbogacenie wód południowego odcinka Promny w bor, uran i wanad jest prawdopodobnie litogeniczne.

Na całej długości strumienia obserwuje się dość wyrównane stężenia strontu i krzemionki.

Żabnica i jej zlewnia. Żabnica płynie głównie przez tereny nieurbanizowane. Na stan jej wód istotny wpływ ma drenaż składowisk odpadów paleniskowych dawnej elektrociepłowni Halemba przez zasilające ją cieki.

Na odcinku bezpośrednio sąsiadującym ze składowiskami oraz poniżej nich wody Żabnicy są wzbogacone w bor, kobalt, żelazo, lit, molibden, sód i stront. Najbardziej zanieczyszczonymi wodami charakteryzują się jednak rowy opaskowe składowisk i niewielkie oczka wodne w ich bezpośrednim sąsiedztwie. W wodach tych zbiorników napotkano bardzo wysokie zawartości glinu ($6310,9 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$), boru (do $1,83 \text{ mg/dm}^3$), berylu ($2,47 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$), kadmu ($14,70 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$), kobaltu (do $33,54 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$), żelaza ($16,9 \text{ mg/dm}^3$), litu ($663 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$), manganu ($2,039 \text{ mg/dm}^3$), molibdenu ($181,75 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$), sodu ($149,4 \text{ mg/dm}^3$), niklu ($54,6 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$), ołowiu ($44,78 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$) i strontu (do $1,742 \text{ mg/dm}^3$), a także

podwyższone ilości selenu ($6 \mu\text{g}/\text{dm}^3$), talu ($1,02 \mu\text{g}/\text{dm}^3$), tytanu ($0,003 \text{ mg}/\text{dm}^3$) i cynku ($2,086 \text{ mg}/\text{dm}^3$).

Podwyższone stężenia szeregu pierwiastków występują w wodach niewielkiego lewostronnego dopływu Żabnicy, płynącego z rejonu Straconej Wioski. Zarejestrowano w nich m.in. $3,89 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ kadmu, $1,204 \text{ mg}/\text{dm}^3$ manganu i $0,86 \text{ mg}/\text{dm}^3$ żelaza.

Wody górnego odcinka Żabnicy (powyżej składowisk) należą do wód I klasy pod względem zawartości większości pierwiastków. Lokalnie obserwuje się w nich podwyższone stężenia fosforu ($0,863 \text{ mg}/\text{dm}^3$), antymonu ($1,44 \mu\text{g}/\text{dm}^3$), uranu ($2,03 \mu\text{g}/\text{dm}^3$) i wanadu ($3 \mu\text{g}/\text{dm}^3$). Charakteryzują się też niższą przewodnością i są nieco mniej alkaliczne w porównaniu z wodami odcinka dolnego.

Zawartości potasu i siarczanów są dość wyrównane w badanych wodach. Większe wartości stężeń przeważają w dolnym biegu Żabnicy, poniżej składowisk: siarczany $1000\text{--}8000 \text{ mg}/\text{dm}^3$, potas $33\text{--}160 \text{ mg}/\text{dm}^3$.

WNIOSKI

1. Skład granulometryczny oraz chemiczny badanych gleb jest ściśle uzależniony od litologii podłoża. Gleby występujące w północnej części arkusza, wykształcone na piaszczystych utworach lodowcowych i wodnolodowcowych, charakteryzują się dużym udziałem frakcji piaskowej oraz niską zawartością większości pierwiastków. Gleby obszaru południowego, utworzone na glinach lodowcowych bądź utworach starszego podłoża (piaszczysto-ilastych i węglanowych), są wzbogacone we frakcję pyłową oraz w takie pierwiastki, jak: glin, wapń, kobalt, chrom, miedź, żelazo, magnez, mangan, nikiel, stront i wanad.
2. Odczyn gleb jest uwarunkowany zarówno litologią podłoża, jak i sposobem ich użytkowania oraz czynnikami antropogenicznymi. W warstwie powierzchniowej odczyn kwaśny wykazują gleby terenów leśnych i zatorfionych łąk, a gleby pól uprawnych cechują się odczynem obojętnym. Odczyn alkaliczny wykazują gleby warstwy powierzchniowej zlokalizowane na wychodniach węglanowych utworów triasowych w południowo-wschodniej części arkusza oraz na obszarach zurbanizowanych i przemysłowych. Na głębokości $0,8\text{--}1,0 \text{ m}$ przeważają gleby obojętne i lekko alkaliczne.
3. Badane gleby należą są nieznacznie zanieczyszczone, gdyż na obszarze arkusza zakłady przemysłowe, które należą do głównych antropogenicznych źródeł

zanieczyszczeń środowiska przyrodniczego, są mniej liczne niż w sąsiednim obszarze GOP. Główne anomalie glinu, baru, kobaltu, chromu, miedzi, żelaza, manganu, niklu, ołowiu, siarki, tytanu, wanadu i cynku występują na terenach kopalnianych oraz na terenach dawnych składowisk odpadów pogórnich i odpadów paleniskowych.

4. Naturalne pochodzenie mają anomalie wapnia, magnezu i strontu występujące w południowo-wschodniej części arkusza w glebach wykształconych na utworach węglanowych triasu, a także wzbogacenia w żelazo i mangan gleb łąkowych występujących w dolinie Promnej i Jasienicy.
5. Głównymi źródłami zanieczyszczeń osadów i wód powierzchniowych śródlądowych zbiorników wodnych są zrzuty wód kopalnianych, ścieków przemysłowych i komunalnych, drenaż hałd odpadów kopalnianych i składowisk odpadów paleniskowych oraz spływ powierzchniowy.
6. Badane osady należą do średnio zanieczyszczonych. Silne zanieczyszczenie metalami występuje zazwyczaj tylko lokalnie w osadach niewielkich cieków. Wyraźnie podwyższone zawartości niektórych pierwiastków (glinu, arsenu, baru, kobaltu, miedzi, żelaza, manganu, siarki, strontu, tytanu, wanadu i cynku) występują w osadach rowów opaskowych składowisk odpadów pogórnich i odpadów elektrownianych.
7. Wody powierzchniowe są w większości mało zanieczyszczone i charakteryzują się odczynem słabo alkalicznym lub alkalicznym. Wody Kłodnicy wyróżniają się wysoką przewodnością elektrolityczną oraz podwyższonymi stężeniami boru, potasu, litu, magnezu, sodu, siarczanów i strontu w wyniku odbioru wód kopalnianych. Wody rowów opaskowych składowisk odpadów paleniskowych dawnej elektrociepłowni Halemba są zanieczyszczone glinem, borem, berylem, kadmem, kobaltem, żelazem, litem, manganem, molibdenem, niklem, ołowiem i strontem.
8. Wody i osady potoku Paniówka są zanieczyszczone m.in. glinem, kadmem, żelazem, niklem i cynkiem.

LITERATURA

- BOJAKOWSKA I., GLIWICZ T., 2003 – Wyniki geochemicznych badań osadów wodnych Polski w latach 2000–2002. *Bibl. Monitoringu Środowiska*: 46–81. 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.
- CZAJA S., 1999 – Zmiany stosunków wodnych w warunkach silnej antropopresji (na przykładzie konurbacji katowickiej). *Pr. Nauk. UŚl.*, 1782, 188 s.
- HISTORIA kopalni Budryk, 2016. Internet: <http://www.jsw.pl/o-nas/zaklady/budryk/historia/>

- 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., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., MALISZEWSKA-KORDYBACH B., FILIPIAK K., KRAKOWIAK A., PIETRUCH C., 1995 – Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka i WWA. Bibl. Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- KOMPANIA Węglowa S.A. Oddział KWK Sośnica. Oddział KWK Makoszowy. Internet: www.kwsa.pl
- KONDRACKI J., 2009 – Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- LACH R., MAGDZIORZ A., MAKSYMIAK-LACH H., 2004 – Zmiany jakości wód powierzchniowych zlewni górnej Odry w wyniku restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego. *Pr. Nauk. GIG, Górnictwo i Środowisko*, **3**: 53–64.
- LIANA E., POBUDEJSKI M., BOKSZAŃSKA J., TERLECKA E., RAWA W., 2015 – Wyniki badań monitoringowych w województwie śląskim w 2014 r. WIOŚ Katowice, Internet. http://www.katowice.pios.gov.pl/monitoring/informacje/stan2014/mon_op.pdf
- 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.
- LOKALNY Program Rewitalizacji Miasta Mikołów na lata 2010–2015. Załącznik do uchwały Rady Miejskiej Nr XLIX/998/2010. Internet. http://bip-arch.mikolow.eu/zalaczniki/uchwala_20100831_xlix_998_zal.pdf
- MACDONALD D., INGERSOLL C., BERGER T., 2000 – Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **39**: 20–31.
- 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 wód powierzchniowych w 2014 r. Zestawienie tabelaryczne danych do klasyfikacji stanu ekologicznego i chemicznego rzek – ocena za 2014 r. WIOŚ. Katowice. Internet. <http://www.katowice.pios.gov.pl/index.php?tekst=monitoring/informacje/stan2014/i> (Tytuł: Wody powierzchniowe: zakładka STAN_ocena jcw 2014).
- PASIECZNA A., 2003 – Atlas zanieczyszczeń gleb miejskich w Polsce. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PONE – Program Ograniczania Niskiej Emisji na terenie gminy Mikołów w latach 2012–2016 z perspektywą do roku 2020. Internet: http://bip.mikolow.eu/upload/projekt_programu_63d528.pdf
- POZZI M., CEMPIEL E., CZAJKOWSKA A., 2008 – Koncepcja regulacji stosunków wodnych na terenie górnym gminy Gierałtów. *Gosp. Sur. Mineral.*, **24**, 2/3.
- PROGRAM Ochrony Środowiska Gminy Gierałtów do roku 2015 z perspektywą do roku 2019. Załącznik do Uchwały Nr XXVIII/214/13 Rady Gminy Gierałtów z dnia

- 26.02.2013 r. Internet. <http://bip.gieraltowice.pl/2273/1524/program-ochrony-srodowiska-gminy-gieraltowice-do-roku-2015-z-perspektywa-do-roku-2019.html>
- PRUSINKIEWICZ Z., KONYS L., KWIATKOWSKA A., 1994 – Klasyfikacja uziarnienia gleb i problemy z nią związane. *Rocz. Glebozn.*, **45**, 3/4: 5–20.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. 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.
- SALMINEN R. (red.), 2005 – Geochemical Atlas of Europe. Part 1. Geological Survey of Finland. Espoo.
- STUDIUM uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Mikołowa – Studium 2013. Tom I Uwarunkowania zagospodarowania przestrzennego. Załącznik tekstowy Nr 1 do Uchwały Rady Miejskiej Mikołowa nr XXXIII/766/2013 z dnia 27 sierpnia 2013 r. w sprawie zmiany studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Mikołowa. Internet: http://bip.mikolow.eu/upload/TOM_I_3b92c3.pdf
- STUDIUM uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Ruda Śląska. Edycja 2014. Tom I/II –Uwarunkowania zagospodarowania przestrzennego (projekt).Internet: <http://www.rudaslaska.bip.info.pl/dokument.php?iddok=42385&str=39>.
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.), 2014 – Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2013 r. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TRZYNASTA ROCZNA OCENA jakości powietrza w województwie śląskim obejmująca 2014 r. WIOŚ, Katowice, 2015. Internet: <http://www.katowice.pios.gov.pl/monitoring/informacje/stan2014/13ocena.pdf>
- WILANOWSKI S., KRIEGER W., ŻABA M., 2009 – Objąsnienia 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.
- WYCZÓŁKOWSKI J., 1957 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Zabrze. Wyd. Geol., Warszawa.