

WSTĘP

Zdjęcie geochemiczne w skali 1:25 000 na arkuszu Strzemieszyce M-34-63-B-a jest kontynuacją szczegółowych prac kartograficznych, zapoczątkowanych w latach 1996-1999 opracowaniem pilotowego arkusza „Szczegółowej mapy geochemicznej Górnego Śląska – arkusz M-34-63-B-d Sławków” (Lis, Pasieczna, 1999). Prace sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na zlecenie Ministerstwa Środowiska.

Arkusz Strzemieszyce położony jest na obrzeżu Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, prawie w całości na Wyżynie Śląsko-Krakowskiej. Obszar ten znajduje się w obrębie anomalii geochemicznej zespołu pierwiastków Pb-Zn-Cd, stwierdzonej w glebach, osadach wodnych i wodach powierzchniowych (Lis, Pasieczna 1995 a, b, 1997). Głównym źródłem anomalii geologiczno-antropogenicznej są wychodnie dolomitów kruszonośnych i związane z nimi złoża rud cynkowo-ołowiowych oraz ich historyczna eksploatacja. Do czynników mieszanych (geologiczno-antropogenicznych), powodujących zarówno zmiany chemiczne w środowisku przyrodniczym, jak i przeobrażenie krajobrazu, należy też występowanie i eksploatacja innych kopalin (dolomitów, ilów, piasków i węgla kamiennego) oraz intensywna działalność przemysłowa (przemysł hutniczy, chemiczny, energetyczny).

Północno-zachodnia i zachodnia część arkusza mają charakter przemysłowy, co zaznacza się w postaci istotnych zmian w morfologii terenu. W części środkowej i południowej dominują zwarte kompleksy leśne.

Na analizowanym terenie znajdują się cenne obiekty przyrodnicze. Należą do nich pomniki przyrody ożywionej (głównie lipy, buki i dęby) oraz wywierzyska w Strzemieszycach Wielkich chroniące pstrągi potokowe. Torfowisko Bory w Sosnowcu, śródleśne łąki w Starych Maczkach oraz źródlika w Zakawiu stanowią ciekawe i wartościowe użytki ekologiczne. Projektowane jest utworzenie zespołu przyrodniczo-krajobrazowego w dolinie Sztoly.

Wyniki badań geochemicznych, zaprezentowane w formie kartograficznej wraz z obszernym komentarzem tekstowym i zestawieniami tabelarycznymi, przedstawiają aktualny stan jakości gleb, osadów wodnych i wód powierzchniowych w stosunku do naturalnego tła regionalnego oraz obowiązujących normatywów prawnych. Informacje 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:

- **Pasieczna** – koncepcja i projekt badań, nadzór i koordynacja prac;
- **Dusza-Dobek, P. Dobek** – pobieranie próbek;
- **Dusza-Dobek, P. Dobek, A. Pasieczna** – bazy danych;
- **P. Pasławski, E. Włodarczyk** – kierownictwo i koordynacja prac analitycznych;

- **M. Cichorski, J. Duszyński, Z. Prasol** – mechaniczne przygotowanie próbek do analiz;
- **Witowska** – chemiczne przygotowanie próbek do analiz;
- **E. Górecka, I. Jaroń, M. Jaskólska, D. Karmasz, J. Kucharzyk, B. Kudowska, D. Lech, M. Liszewska, E. Maciołek, A. Maksymowicz, I. Wysocka** – analizy chemiczne;
- **W. Wolski, Z. Frankowski, P. Dobek** – analizy granulometryczne;
 - **Pasieczna, A. Dusza-Dobek** – obliczenia statystyczne;
- **Pasieczna, A. Dusza-Dobek, T. Gliwicz** – opracowanie map geochemicznych;
- **P. Dobek** – opracowanie mapy geologicznej;
- **Dusza-Dobek, A. Pasieczna** – charakterystyka obszaru arkusza, interpretacja wyników;
- **S. Kurek, M. Preidl** – geologia i złoża kopalin;
- **S. Kurek, M. Preidl, A. Dusza-Dobek** – antropopresja.

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU ARKUSZA

Położenie administracyjne i geograficzne. Większość obszaru arkusza znajduje się w wschodniej części województwa śląskiego. Obejmuje fragmenty powiatów grodzkich Dąbrowa Górnicza, Sosnowiec i Jaworzno oraz część gminy Sławków, należącej do powiatu będzińskiego. Niewielki, południowo-wschodni kraniec arkusza należy do gminy Bukowno (powiat olkuski) w województwie małopolskim.

Według podziału na jednostki fizycznogeograficzne (Kondracki, 2000), obszar arkusza znajduje się na Wyżynie Śląskiej, w większości w obrębie jednostki niższego rzędu – Wyżyny Katowickiej. Tylko jego część północno-wschodnia położona jest w granicach Garbu Tarnogórskiego.

Ukształtowanie powierzchni, geomorfologia. Analizowany obszar ma charakter wyżynny. Garb Tarnogórski to płyta dolomitów i wapieni środkowego triasu, wznosząca się do 340–380 m n.p.m. i opadająca w formie progu tektoniczno-denudacyjnego na południe, ku Wyżynie Katowickiej. W tej części arkusza występują pagóry pochodzenia denudacyjnego, o zaokrąglonych stokach. Wyżyna Katowicka, wykształcona na podłożu węglonośnych skał karbońskich, obejmuje obszar o krajobrazie znacznie przekształconym antropogenicznie.

Znaczną część arkusza zajmują tereny przemysłowe i lokalnie silnie zurbanizowane. W rejonie Strzemieszyc Wielkich występują liczne wyrobiska po eksploatacji wapieni i łupków ilastych, a na wschód od Maczek – niecki osiadania po eksploatacji węgla kamiennego. Bardzo wyraźnie zaznaczają się przekształcenia powierzchni terenu spowodowane działalnością Huty Katowice (obecnie ArcelorMittal) – zwałowiska odpadów pogórnich i poeksploatacyjnych oraz liczne nasypy i wykopy linii kolejowych, związane z zakładami pomocniczymi huty. W północnej i zachodniej części arkusza zlokalizowany jest rozbudowany system drogowy i liczne powierzchnie zrównania antropogenicznego pod terenami zabudowanymi. Na południu znajdują się rozległe wyrobiska kopalni piasku Szczakowa, prowadzącej intensywną eksploatację piasków podsadzkowych i budowlanych oraz sukcesywne zalesianie wyrobisk po ich wydobyciu. Wiele wyrobisk, różnego pochodzenia, nie podlega jednak rekultywacji. Część z nich jest wypełniona wodą, zasypana (często śmieciami) lub zarośnięta.

Cały obszar arkusza należy do dorzecza Wisły. Położony jest w obrębie zlewni Białej Przemszy i jej dopływów (Bobrek, Kozi Bród i Szoła). Niektóre ciekie mają uregulowane, kamienne lub betonowe koryta (Rakówka, Bobrek, kanał przepływający przez Strzemieszycy

Wielkie), a rzeką o najbardziej naturalnym korycie jest Biała Przemsza, przepływająca przez południową część arkusza. Od południa zasila ją Kanał Główny, który odprowadza wody z terenu kopalni piasku Szczakowa (Ropka, Wyparło, 2004). Zlewnię Bobrka charakteryzuje gęsta sieć rowów melioracyjnych, drenujących tereny podmokłe. Na terenie Sosnowca Porąbki (Zawodzia) znajduje się sztuczny zbiornik wodny Balaton o powierzchni 9,7 ha i charakterze rekreacyjnym, częściowo zarośnięty.

Podziemna eksploatacja złóż węgla kamiennego ma duży wpływ na zbiorniki wód powierzchniowych. Powoduje zarówno ich osuszanie (jak w dzielnicy Sosnowca Ostrowy Górnicze), jak i powstawanie nowych zbiorników w wyniku osiadań powierzchni terenu (Sosnowiec Maczki).

Skutkiem intensywnej działalności przemysłowej jest zaburzenie stosunków wodnych i niewielka liczba źródeł. Do największych należą obszar źródliskowy w Strzemieszycach Wielkich i źródłiska w Zakawiu.

Zabudowa i użytkowanie terenu. Tereny bez zabudowy zajmują 76% powierzchni arkusza, tereny z zabudową miejską 11%, a z zabudową przemysłową 13% (tabl. 2). Zabudowa miejska i przemysłowa Dąbrowy Górniczej i Sosnowca pokrywa północną i zachodnią część arkusza.

Nie użytki (zajęte najczęściej pod zabudowę przemysłową) i lasy zajmują po 46% powierzchni arkusza. Pozostałe rejony to użytki rolne (<1%), trawniki miejskie i ogródki działkowe (tabl. 3).

Gospodarka. Najważniejsze znaczenie gospodarcze ma przemysł hutniczy. Intensywnie rozwija się również działalność branż: szklarskiej, budowlanej, chemicznej, odzieżowej i przetwórstwa spożywczego.

Największe przedsiębiorstwa działające na omawianym arkuszu to: Huta ArcelorMittal (dawna Huta Katowice) i fabryka szyb samochodowych (Saint-Gobain Glass i Saint-Gobain Sekurit HanGlas) w Dąbrowie Górniczej, Kopalnia Piasku Szczakowa w Jaworznie oraz zespół terminali szerokotorowej linii hutniczej w Sławkowie (funkcjonują tu różne podmioty gospodarcze).

Oprócz produkcji przemysłowej intensywnie rozwija się działalność handlowa (hurtowa i detaliczna) oraz usługowa – gospodarka odpadami, zaopatrzenie w media, doradztwo i usługi bankowe, telekomunikacja, transport i oświata (Program..., 2003).

BUDOWA GEOLOGICZNA I ZŁOŻA KOPALIN

Na analizowanym obszarze występują zróżnicowane litologicznie i genetycznie utwory karbonu, permu, triasu oraz czwartorzędu (tabl. 1).

Utwory **karbonu** znane są z odsłoneń powierzchniowych, wyrobisk kopalnianych i licznych otworów wiertniczych. Najstarsze utwory, odsłaniające się na powierzchni, to iłowce, mułowce i piaskowce warstw malinowickich, odkryte w wykopie szerokotorowej linii kolejowej. Są zaliczane do serii paralicznej, nierozdzielonego dolnego i górnego karbonu (Kurek i in., 1994, 1999).

Utwory górnego karbonu reprezentowane są przez serie produktywne wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW). Są to warstwy: grodzieckie, siodłowe,

rudzkie i orzeskie. Warstwy te odsłaniają się w niewielkich płatach na powierzchni (na południe od Cieśli i na północ od Burek, oraz w dzielnicy Sosnowca Ostrowy Górnicze). Warstwy grodzieckie, osiągające 200 m miąższości, są zaliczane do namuru. Budują je piaskowce, mułowce, iłowce i zlepieńce, z pokładami węgla kamiennego (grup 600 i 700). Warstwy siodłowe, zaliczane również do namuru, to piaskowce, zlepieńce, mułowce i iłowce z grubymi pokładami węgla kamiennego (grupy 500). Miąższość warstw siodłowych nie przekracza 30 m. Warstwy rudzkie, o miąższości około 300 m, zaliczane są do namuru–westfału. Są to piaskowce, mułowce, iłowce i zlepieńce, z pokładami węgla kamiennego (grupy 400). Najmłodszymi utworami karbonu, odsłaniającymi się na powierzchni arkusza, są mułowce, iłowce i piaskowce warstw orzeskich westfału, o miąższości nie przekraczającej 100 m. W ich obrębie występują pokłady węgla kamiennego (grupy 300).

W środkowowschodniej części arkusza występują utwory **perm** dolnego (czerwony spągowiec). Są to: zlepieńce wapienne, ponad 100 m miąższości, zlepieńce porfirowo-wapienne (myślachowickie) kilkunastu metrowej miąższości oraz iłowce i mułowce pstre (gliny sławkowskie) osiągające kilkadziesiąt metrów miąższości. Największe odsłonięcia zlepieńców myślachowickich powstały w wykopie szerokotorowej linii kolejowej, koło wsi Niwa (tabl. 1).

Utwory **triasu**, tworzące rozległe wychodnie w północno-wschodniej części arkusza (tabl.1), występują w zredukowanym profilu. Trias dolny (pstry piaskowiec), o miąższości do 30 m, reprezentowany jest przez osady kontynentalne: żwiry, zlepieńce, piaskowce i iłowce. Wyższe, nierozdzielone ogniwo triasu dolnego i środkowego (ret) budują utwory morskie: dolomity, margle i wapienie o miąższości do 30 m. Utwory triasu środkowego (wapień muszlowy) to osady morskie. W jego dolnej części występują wapienie i margle warstw gogolińskich o miąższości do 30 m, a wyżej zalegają epigenetyczne dolomity kruszconośne (obejmujące na tym obszarze warstwy górażdżańskie, terebratulowe i karchowickie) o miąższości od 40 do 70 m.

Pokrywa utworów **czwartorzędu** osiąga największą miąższość (do 70 m) w kopalnej dolinie Białej Przemszy. Osady charakteryzują się dużym zróżnicowaniem litologicznym i genetycznym. Najstarszymi utworami są plejstoceny gliny zwałowe, pochodzące z okresu zlodowaceń południowopolskich, odsłaniające się na powierzchni w rejonie Strzemieszyc. Największe powierzchnie zajmują plejstoceny piaski i żwiry wodnolodowcowe, a także piaski wodnolodowcowe stożków napływowych. W południowej części arkusza występują ciągi wydm piaszczystych o formach parabolicznych i gwiazdzistych. Najmłodsze osady (holoceny), wypełniające doliny cieków, to mułki, ropy, piaski i torfy.

Złoża kopalin. Na prezentowanym obszarze występują karbońskie złoża węgla kamiennego, triasowe złoża surowców ilastych, wapieni i margli oraz złoża piasków czwartorzędowych. Nie prowadzi się już eksploatacji rud cynku i ołowiu, większość ciał rudnych została wyeksploatowana w okresie od XIII do XIX w.

Niemal połowa obszaru górniczego Kopalni Węgla Kamiennego (KWK) Kazimierz-Juliusz znajduje się w południowo-zachodniej części arkusza (Preidl i in., 1995). Obiekty powierzchniowe tej kopalni znajdują się na arkuszu Dąbrowa Górnicza. Początki działalności odkrywkowej kopalni **węgla kamiennego** Feliks, uruchomionej koło dzielnicy Sosnowca Ostrowy Górnicze, sięgają XIX w. (Kopalnia..., 2008). Pod koniec XIX w. działały dwie kopalnie głębinowe, eksploatujące pokład 510 (Reden) z warstw siodłowych. Po połączeniu ich wyrobisk powstała kopalnia Kazimierz-Juliusz, działająca do chwili obecnej. Kopalnia eksploatuje pokład węgla kamiennego o miąższości 21 m, a jej obszar górniczy zajmuje powierzchnię 23 km². Wydobywane są węgle energetyczne wysokiej jakości, o niskiej

zawartości siarki (0,2–1%). Kopalnia nie jest gazowa (I kategoria zagrożenia metanowego), ale dość silnie zawodniona (I-III stopień zagrożenia wodnego) i zagrożona tąpniętami (III stopień). Odprowadza znaczne ilości wód dołowych, z których część to wody zmineralizowane (solanki).

Na przełomie XIX i XX w. w Grabocinie istniała kopalnia Wojciech bazująca na węglu kamiennym z warstw siódłowych i rudzkich. Kopalnia zajmowała obszar 9 ha i prowadziła płytką eksploatację podziemną oraz odkrywkową. W tym samym rejonie w latach 1912-1915 prowadzona była eksploatacja węgla na polach górniczych Zdzisław i Zdzisław I. Inne pola górnicze, zlokalizowane na terenie dzisiejszej Dąbrowy Górniczej, były jedynie projektowane (Obroślak, 2002; Cabała, Cabała, 2004).

Niewielkie złoża **skał ilastych** zostały w znacznej części wyeksploatowane. We wschodniej części arkusza znajduje się złożo pstrych iłów dolnego permu (gliny sławkowskie). Złożo jest eksploatowane na arkuszu Sławków, gdzie ility są wykorzystywane w miejscowej cegielni do produkcji cegły pełnej i wyrobów cienkościennych. Zaniechana została eksploatacja iłów ze złoża Strzemieszyce, położonego w pobliżu huty ArcelorMittal (przy drodze krajowej Dąbrowa Górnicza-Olkusz). Iły dolnego pstrego piaskowca, udokumentowane w tym złożu, wykorzystywane były do produkcji wyrobów ceramiki budowlanej.

Historia górnictwa rudnego na analizowanym terenie sięga początków XIII w., kiedy eksploatowano głównie srebronośną **galenę** (Cabała, Sutkowska, 2006). Na początku XIX w. koło Strzemieszyc, na obszarach wychodni dolomitów kruszonośnych triasu, działały kopalnie **galmanów** (utlenionych rud cynku). Eksploatację prowadzono w dwóch kopalniach odkrywkowych (Anna i Barbara).

Wapień warstw gogolińskich środkowego triasu były eksploatowane w latach 60. XX w. w niewielkim złożu Strzemieszyce, zlokalizowanym na północ od Strzemieszyc Wielkich. W złożu, udokumentowanym dla potrzeb przemysłu wapienniczego, wapień zawiera średnio 54,09% CaO, 0,50% MgO i 1,71% SiO₂. Obecnie eksploatacja została zaniechana, a złożo nie przedstawia wartości przemysłowej (Preidl, 1997).

Najbardziej rozpowszechnioną kopalnią są, udokumentowane w dużych złożach, plejstocenie **piaski** wodnolodowcowe doliny kopalnej i stożków napływowych. W południowo-wschodnim krańcu arkusza zlokalizowany jest tylko fragment złoża piasków Szczakowa-Pole I, wykorzystywanych głównie jako piaski podsadzkowe, a niekiedy budowlane. Są to piaski średnio- i drobnoziarniste o zawartości frakcji 0,1-2,0 mm od 93 do 95%. Po eksploatacji wyrobiska są sukcesywnie rekultywowane przez zalesianie.

W latach 70. ubiegłego wieku takie same piaski były eksploatowane ze złoża Staszówka.

W zachodniej części arkusza występują niewielkie torfowiska, gdzie miąższość torfów rzadko przekracza 0,5 m. **Torfy** wykazują cechy węgla brunatnego, z niedużą zawartością lignitów. Nie znajdują zastosowania jako materiał opałowy (Preidl, 1997). Torfowiska wysokie w rejonie dzielnicy Sosnowca Ostrowy Górnicze, zostały uznane za użytek ekologiczny, z uwagi na występowanie rzadkich i chronionych gatunków roślin.

Oprócz złóż udokumentowanych w wielu miejscach okresowo eksploatowane są piaski, wapień i dolomity dla potrzeb miejscowej ludności.

ANTROPOPRESJA

Teren arkusza ma głównie charakter przemysłowy. Zakłady przemysłowe wraz z silnie rozwiniętą infrastrukturą (linie kolejowe, linie energetyczne, stacje materiałowe i przeładunkowe) oraz składowiska odpadów, stanowią źródła zanieczyszczenia środowiska. Działalność przemysłowa powoduje też przekształcenie krajobrazu, zmiany naturalnej rzeźby terenu oraz zmiany koryt cieków.

Powietrze atmosferyczne. Najpoważniejszym źródłem emisji pyłowo-gazowych jest huta ArcelorMittal (Huta Katowice). Jej główne obiekty oraz zakłady koksownicze Przyjaźń znajdują się poza północną granicą arkusza. W północnej części arkusza Strzemieszyce zlokalizowane są zakłady pomocnicze huty - zakład przygotowania rud i kolejowe stacje przeładunkowe.

Budowa Huty Katowice, rozpoczęta w 1972 r., spowodowała bardzo duże przeobrażenie terenu, polegające na zmianach urbanistycznych, budowie linii hutniczej szerokotorowej wraz z taśmociągami transportowym rudy żelaza i szeregu zakładów pomocniczych (Huta..., 2008). Obecnie huta posiada trzy wielkie piece, trzy walcownie, dwie linie ciągłego odlewu stali oraz własną elektrociepłownię. Produkuje głównie szyny tramwajowe i kolejowe. Huta emituje rocznie ponad 100 000 Mg zanieczyszczeń gazowych (tlenki węgla, dwutlenek siarki, tlenki azotu) i około 8 000 Mg zanieczyszczeń pyłowych.

Emisja odorów występuje w otoczeniu grupowej oczyszczalni ścieków w Strzemieszycach. Ze względu na zły stan oczyszczalni przewiduje się jej likwidację, z równoczesnym uporządkowaniem gospodarki wodno-ściekowej w gminie Dąbrowa Górnicza.

Znaczący udział w zanieczyszczeniu powietrza mają także mniejsze zakłady przemysłowe, kotłownie osiedlowe i paleniska domowe, emisje spalin wzdłuż szlaków komunikacyjnych oraz odorów w otoczeniu oczyszczalni ścieków i składowisk odpadów. Część zanieczyszczeń powietrza pochodzi z Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego.

Wody powierzchniowe i podziemne. Największe zanieczyszczenia wód powierzchniowych spowodowane są zrzutami ścieków przemysłowych z huty ArcelorMittal i zakładów koksowniczych Przyjaźń oraz ze spalarni odpadów firmy SAPRI, zlokalizowanej w Dąbrowie Górniczej, poza północną granicą arkusza. Do potoku Rakówka trafiają, zanieczyszczone metalami, ścieki z oczyszczalni huty. Ścieki powstające w koksowni Przyjaźń, zawierające chlorki, fenole, WWA i metale, są po oczyszczeniu odprowadzane do Bobrka (Ocena..., 2006).

Do 1984 r. odpady poprodukcyjne huty (głównie żużle hutnicze) były deponowane na składowisku Zakawie, a obecnie na składowisku Lipówka, położonym na północny wschód od Strzemieszyc Małych. Podłoże składowiska nie zostało uszczelnione i stanowi ognisko zanieczyszczenia wód powierzchniowych oraz lokalnych poziomów wodonośnych (Labus, 1999).

Głównym źródłem zanieczyszczenia wód Białej Przemszy i Sztoły jest eksploatacja rud cynkowo-ołowiowych w kopalniach Olkusz i Pomorzany oraz ich wzbogacanie i przetwarzanie w Zakładach Górniczo-Hutniczych (ZGH) Bolesław (Rózkowski, Siemiński red., 1995; Liszka, Świć, 2000; Paulo, Krobicki, 2001). Zakłady te zlokalizowane są na arkuszach Sławków i Olkusz, znacznie oddalonych od wschodniej granicy arkusza Strzemieszyce, ale zrucane przez nie ścieki przemieszczają wraz z wodami Białej Przemszy i Sztoły. Ścieki komunalne zrucane do Białej Przemszy i jej dopływów powodują

zanieczyszczenia bakteriologiczne wód, deficyty tlenowe oraz wzbogacenia w fosforany i amoniak.

W przeszłości istotnym źródłem zanieczyszczeń wód powierzchniowych i podziemnych były zakłady chemiczne STREM w Strzemieszycach Wielkich (obecnie w upadłości). Od końca XIX w. wytwarzały m.in. parafinę, mączkę kostną, środki myjąco-piorące i glicerynę.

Zanieczyszczenia oddziałujące na jakość wód powierzchniowych dotyczą także zbiorników wód podziemnych. W południowo-wschodniej części arkusza występuje czwartorzędowy Główny Zbiornik Wód Podziemnych 453 Biskupi Bór (Kleczkowski, 1990). Ma on charakter zbiornika dolin kopalnych, o dużej miąższości utworów wodonośnych i dużej zasobności. Najpłycej zwierciadło wody w tym zbiorniku występuje w wyrobiskach kopalni piasku Szczakowa (0,4–1,0 m). Zbiornik jest odkryty, dostępny dla zanieczyszczeń i wymaga najwyższej ochrony.

W północno-wschodniej części arkusza występuje triasowy Główny Zbiornik Wód Podziemnych 454 Olkusz-Zawiercie. Głębokość utworów wodonośnych wynosi tu ponad 100 m. Zbiornik ma charakter szczelinowo-krasowy i w strefach wychodni utworów triasowych jest narażony na zanieczyszczenia obszarowe.

Ciągły drenaż zbiorników wód podziemnych (w wyniku eksploatacji węgla kamiennego, piasków i poprzez studnie) powoduje powstawanie lejów depresji, obniżanie się zwierciadła wody i zmniejszanie zasobów.

Gleby użytkowane rolniczo zajmują niewielką powierzchnię. Możliwości ich wykorzystywania ogranicza znaczny stopień skażenia, spowodowany zarówno czynnikami naturalnymi jak i antropogenicznymi (Lis, Pasieczna, 1997). Największym zagrożeniem dla jakości gleb jest działalność przemysłu, odcieki ze składowisk odpadów komunalnych i przemysłowych oraz emisje pyłów i metali ciężkich ze środków transportu.

Ze względu na skażenie gleb całkowicie wyłączony z użytkowania jest teren wokół huty ArcelorMittal. Zabroniony jest tu także wypas zwierząt. W innych częściach arkusza gleby są lokalnie bardzo zanieczyszczone metalami ciężkimi i siarką. Mogą być uprawiane selektywnie, z zastosowaniem wcześniej specjalnych zabiegów agrotechnicznych (Preidl i in., 1995).

Zagrożeniem dla jakości gleb są składy wyrobów hutniczych, rudy żelaza, węgla kamiennego i boksytów, zlokalizowane na terenach bocznic kolejowych w rejonie Rudnej, Grońca, Burek i Niwy, zespołu terminali linii hutniczej w Sławkowie, jak również nieczynne składowisko odpadów hutniczych w Zakawiu, składowisko odpadów przerobczych huty ArcelorMittal (Lipówka I) oraz składowisko komunalne (Lipówka II) w Dąbrowie Górniczej.

ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Badania wykonane w latach 2005–2008 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 1295 miejsc. W każdym miejscu pobierano gleby z głębokości: 0,0–0,3 m i 0,8–1,0 m (lub z mniejszej głębokości w przypadku płytszego zalegania skał macierzystych). Próbki gleb (o masie ok. 500 g), pobierane za pomocą ręcznej sondy o średnicy 60 mm, umieszczano w woreczkach płóciennych opatrzonych odpowiednimi numerami i wstępnie suszono na drewnianych paletach w magazynie terenowym.

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

Próbki wód powierzchniowych pobierano z tych samych miejsc, z których pobrano próbki osadów wodnych. Przewodność elektryczną właściwą wód (EC) i ich odczyn (pH) mierzono w terenie. Do pomiarów EC stosowano konduktometr z automatyczną kompensacją temperaturową, przyjmując temperaturę referencyjną 25°C. Próbki wód były filtrowane w terenie przez filtry MILIPORE 0,45 µm, a po napełnieniu butelek o objętości 30 ml, zakwaszane kwasem azotowym. Butelki opisywano odpowiednimi numerami.

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

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

PRACE LABORATORYJNE

Przygotowanie próbek. Próbki gleb po przewiezieniu do laboratorium były suszone w temperaturze pokojowej i przesiewane przez 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). Próbki gleb przeznaczone do analiz chemicznych ucierano do frakcji $< 0,06$ mm w agatowych młynach kulowych.

Próbki osadów wodnych były suszone w temperaturze pokojowej, a następnie przesiewane przez 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 wykonano w laboratorium chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego-Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie.

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

Oznaczenia zawartości Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V i Zn w glebach oraz osadach wodnych wykonano za pomocą spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-AES). Analizy Hg w próbkach gleb i osadów wodnych wykonano metodą spektrometrii absorpcji atomowej z techniką zimnych par (CV-AAS) z systemem przepływowym FIAS-100. Odczyn gleb oznaczono w wyciągach wodnych metodą potencjometryczną, a zawartość węgla organicznego w glebach – metodą kulometryczną. Oznaczenia zawartości Al, B, Ca, Fe, K, Li, Mg, Na, P, SiO₂, Ti i Zn w wodach powierzchniowych przeprowadzono metodą ICP-AES, a zawartości Ag, As, Ba, Cd, Cl, Co, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb, SO₄, Sr, Tl i U metodą ICP-MS.

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

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

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

Analizy granulometryczne gleb z zakresu głębokości 0,0–0,3 m wykonano w Zakładzie Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej 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 piaszczysta, 0,1–0,02 mm – frakcja pylasta, <0,02 mm – frakcja ilasta (tabl. 4–6).

BAZY DANYCH I KONSTRUKCJA MAP GEOCHEMICZNYCH

Podkład topograficzny. Jako podkładu map geochemicznych w skali 1:25 000 użyto najbardziej aktualnej mapy topograficznej w skali 1:50 000 w układzie współrzędnych 1992, arkusz Jaworzno M-34-63-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. Budowę geologiczną badanego obszaru przedstawiono na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, arkusz Jaworzno (Kurek i in., 1999). Korzystając z plików w systemie ArcInfo, utworzono obrazy wektorowe poszczególnych elementów mapy geologicznej zakrytej, które następnie połączono z podkładem topograficznym, tworząc mapę geologiczną 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 wodnych,
- wód powierzchniowych.

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

Obliczenia statystyczne. Bazy danych służyły do wydzielenia podzbiorów do obliczeń statystycznych według różnych kryteriów, na przykład: stężenia pierwiastków w glebach uprawnych, glebach leśnych, glebach miejskich (tab. 2 i 3) oraz ich zawartości w osadach wodnych i w wodach poszczególnych zbiorników (tab. 4 i 5) jak również do tworzenia map geochemicznych. Obliczenia parametrów statystycznych wykonano zarówno dla całych zbiorów, jak i podzbiorów dla gleb, osadów wodnych i wód powierzchniowych. Do obliczeń statystycznych przyjmowano zawartość równą połowie limitu detekcji danej metody analitycznej, w przypadku zawartości pierwiastków poniżej granicy oznaczalności tej metody. Wyliczono 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 Strzemieszyce opracowano następujące mapy (tabl. 2–63):

- zabudowa terenu,
- użytkowanie terenu,
- zawartość węgla organicznego oraz frakcji piaszczystej, pylastej i ilastej w glebach z głębokości 0,0–0,3 m,
- pH w glebach z głębokości 0,0–0,3 m i 0,8–1,0 m,
- zawartość Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V i Zn w glebach z głębokości 0,0–0,3 m i 0,8–1,0 m oraz w osadach wodnych,
- pH i EC oraz zawartość Ag, Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Cl, Co, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Rb, Sb, 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 (z wydzieleniem grup użytkowania gleb na podstawie Rozporządzenia...,2002).

Zabudowę i użytkowanie terenu oraz klasyfikację gleb z 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 postęp geometryczny.

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 Strzemieszyce i arkuszy sąsiednich w skali 1:25 000, aby uniknąć niezgodności na granicy arkuszy. Z utworzonych map monopierwiastkowych wycinano arkusz Strzemieszyce i łączono z podkładem topograficznym.

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

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

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

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

WYNIKI BADAŃ

GLEBY

Skalami macierzystymi gleb na obszarze arkusza Strzemieszyce są utwory różnorodnie litologicznie i wiekowo (tabl. 1). Wytworzyły się z nich różne typy i rodzaje gleb, których cechy geochemiczne w sposób wyraźny odzwierciedlają wpływ składu chemicznego skał podłoża. Na wapieniach i dolomitach triasowych powstały rędziny, z glin zwałowych rozwinęły się gleby brunatne i płowe, a z piaszczystych osadów fluwioglacjalnych – gleby bielcowe. Lokalnie, w podmokłych obniżeniach terenu, występują gleby torfowe, a w dolinach rzecznych wykształciły się mady (Program..., 2003, 2004).

Działalność gospodarcza przyczyniła się do znacznych zmian profili gleb oraz ich właściwości fizykochemicznych. Procesy degradacji gleb występują przede wszystkim na terenach obiektów przemysłowych, w miejscach składowania odpadów, w rejonach budów, w pobliżu tras komunikacyjnych i w obszarach eksploatacji kopalni.

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

Zróznicowanie granulometrii gleb na arkuszu Strzemieszyce wiąże się z litologią skał macierzystych. Najliczniej reprezentowane są gleby piaszczyste, o zawartości >75% frakcji 1,0-0,1 mm (tabl. 4), utworzone na plejstocenijskich piaskach stożków napływowych (tabl. 1). Gleby te charakteryzują się zawartością (5-10%) frakcji pyłastej (0,1-0,02 mm) i ilastej (<0,02 mm). Gleby piaszczyste, występujące w środkowej i południowej części arkusza, są przeważnie porośnięte lasami. W zachodniej części arkusza (na wychodniach czwartorzędowych piasków i żwirów wodnolodowcowych i glin zwałowych oraz utworów karbonu) wzrasta udział gleb bogatych we frakcję pylistą i ilastą. Zawartość tych frakcji waha się najczęściej w przedziale 15-30% (tabl. 5 i 6).

Odczyn. W środkowej części arkusza w obydwu zakresach głębokości największy jest udział gleb o odczynie obojętnym (pH 6,3-7,4). W warstwie powierzchniowej miejscami występują tu też gleby kwaśne (14% powierzchni arkusza), pokrywające głównie tereny leśne. Najniższym odczynem (pH<5) charakteryzują się gleby w rejonie bocznicy kolejowej w Burkach (tabl. 7), gdzie odbywa się przeładunek transportów rudy żelaza i węgla.

Gleby o odczynie zasadowym zanotowano w północnej i południowej części arkusza (dotyczy to zarówno warstwy powierzchniowej, jak i głębszej). Odczyn gleb wiąże się z ich genezą i sposobem użytkowania. W północnej części arkusza gleby o odczynie zasadowym rozwinęły się na wychodniach węglanowych utworów triasu. Alkaliczność gleb powierzchniowych w tym rejonie można też wiązać z rozpraszaniem pyłów i odpadów przemysłowych, zawierających związki wapnia i magnezu. Na korzyść tego poglądu przemawia zmniejszenie powierzchni zajmowanych przez gleby silnie zasadowe na głębokości 0,8-1,0 m (tabl. 8).

Geochemia. W zależności od warunków fizykochemicznych środowiska procesy glebotwórcze doprowadziły do zmian składu chemicznego gleb w stosunku do skał macierzystych, jednak najczęściej podstawowe cechy geochemiczne skał pierwotnych są czytelne. Przestrzenne rozmieszczenie pierwiastków odziedziczonych po skałach macierzystych pozwala zatem prześledzić zróżnicowanie tła geochemicznego i wydzielić lokalne anomalie pierwiastków.

Rozkład przestrzenny glinu, baru, kobaltu, wapnia, żelaza, niklu, fosforu, strontu, tytanu i wanadu w glebach wskazuje na ich wyraźny związek ze składem chemicznym skał podłoża. Najmniejszymi zawartościami tych pierwiastków charakteryzują się gleby utworzone na plejstocenijskich, piaszczystych utworach wodnolodowcowych, pokrywających centralną i południową część arkusza. Małe zawartości pierwiastków wiążą się z ubogim składem chemicznym piaszczystych skał podłoża. W północnej części arkusza gleby rozwinięte na węglanowych utworach triasu charakteryzują się znacznie większymi zawartościami prawie wszystkich pierwiastków. Podwyższone zawartości niektórych pierwiastków geogenicznych występują też w zachodniej części arkusza, w rejonach wychodni skał klastycznych karbonu i czwartorzędowych glin zwałowych.

W powierzchniowej warstwie gleb występują lokalne anomalie antropogeniczne szeregu pierwiastków. Najwyraźniejsze anomalie metali zanotowano w rejonie składowisk żużli hutniczych Lipówka i Zakawie. W pobliżu składowiska Lipówka w centrum anomalii zawartość glinu dochodzi do 23%, chromu do 470 mg/kg, a miedzi do 4900 mg/kg. Anomalie żelaza (>4%), manganu (>1600 mg/kg), niklu (>20 mg/kg), strontu (>80 mg/kg), wanadu (>40 mg/kg) i cynku (>1000 mg/kg) występują zarówno w okolicy składowiska, w rejonie walcowni huty ArcelorMittal, jak i na terenie Centrali Zaopatrzenia Hutnictwa (między miejscowościami Cieśle i Groniec), która od ponad 60 lat zajmuje się składowaniem, przeróbką i przeładunkiem wyrobów hutniczych, rudy żelaza, węgla kamiennego i boksytów.

Anomalie arsenu, kadmu, cynku i ołowiu występują w glebach z obydwu zakresów głębokości, w rejonie historycznej eksploatacji rud Zn–Pb (Strzemieszyce Wielkie–Zakawie). W powierzchniowej warstwie gleb i na głębokości 0,8–1,0 m pierwiastki związane w rudach występują odpowiednio w zakresie: kadm 4–95 mg/kg i 4–201 mg/kg, ołów 100–6100 i 100–16 200 mg/kg, a cynk 500–19 700 i 500–55 500 mg/kg. Gleby w obszarze tej anomalii charakteryzują się też dużymi zawartościami wapnia (>1%), magnezu (>0,50%) i manganu (>800 mg/kg) oraz wzbogaceniem w arsen (>20 mg/kg), który sporadycznie towarzyszy kruszcom Zn–Pb w postaci siarkosoli (Małkiewicz, 1983), lecz tworzy pospolicie znaczną domieszkę w siarczkach żelaza towarzyszących rudom Zn–Pb (Mayer, Sass-Gustkiewicz, 1998, Paulo, Strzelska-Smakowska, 2000). Największe zawartości arsenu, osiągające 659 mg/kg zanotowano w glebach w rejonie Kołdaczki.

Kadm, ołów i cynk koncentrują się głównie w powierzchniowej warstwie gleb, a na głębokości 0,8–1,0 m następuje bardzo silna redukcja obszaru ich anomalii (tab. 6).

Arsen, kadm, ołów i cynk zanieczyszczają też gleby doliny Białej Przemszy. Ich źródłem są zrzuty ścieków przemysłowych z ZGH Bolesław i kopalń rud Zn–Pb Olkusz i Pomorzany. Anomalie arsenu i kadmu występują tylko w powierzchniowej warstwie gleb aluwialnych, a ołowiu i cynku w obydwu analizowanych zakresach głębokości.

W powierzchniowej warstwie gleb zwracają uwagę wyraziste anomalie strontu (>80 mg/kg) na terenie obiektów przemysłowych północnej części arkusza. Czterokrotnie wyższa wartość mediany w glebach z zakresu głębokości 0,0–0,3 m świadczy o znacznym udziale czynnika antropogenicznego w kumulacji tego pierwiastka.

Rozległe anomalie srebra zanotowano w obydwu zakresach głębokości gleb, lecz w odmiennych lokalizacjach. W warstwie powierzchniowej pas anomalii antropogenicznych występuje przy zachodniej granicy arkusza (w rejonie osadników w Maczkach, nieczynnych szybów KWK Kazimierz-Juliusz i w centrum Strzemieszyc). Na głębokości 0,8–1,0 m anomalie srebra występują w rejonie składowiska Lipówka, w otoczeniu fabryki szyb samochodowych i luster, oraz w rejonie historycznej eksploatacji srebronośnej galeny (Strzemieszyce Wielkie–Zakawie). Źródłem srebra są wschodnie dolomitów kruszonośnych, zrzuty ścieków huty ArcelorMittal oraz firmy Saint Gobain Glass, która używa związków srebra w produkcji luster.

Anomalie rtęci (>0,40 mg/kg) powstały w powierzchniowej warstwie gleb na terenie obiektów huty ArcelorMittal, zakładów chemicznych (w pobliżu oczyszczalni ścieków huty) i składowiska żużli Lipówka. W zachodniej części arkusza (w rejonie Strzemieszyc) zawartość rtęci często przekracza 0,10 mg/kg, a niektóre anomalie sięgają warstwy gleb z głębokości 0,8–1,0 m.

Zawartość siarki w powierzchniowej warstwie gleb najczęściej pozostaje w granicach 0,010–0,080%. Wzbogacenia w siarkę występują na terenach przemysłowych i w rejonach podmokłych (w dolinie Białej Przemszy i innych cieków). W głębszej warstwie większy jest udział gleb o zawartości siarki <0,010%.

Powierzchniowa warstwa gleb zawiera węgiel organiczny najczęściej w zakresie 0,7–3,0%. W glebach torfowych zawartość tego składnika wzrasta do 24,0%. Maksymalną zawartość (55,3%) zanotowano w glebach na terenie bocznicy kolejowej w Grońcu, w sąsiedztwie składu węgla opałowego.

Wzbogacone w fosfor są gleby rozwinięte z utworów węglanowych triasu i czwartorzędowych glin zwałowych w północnej części arkusza. Wszystkie gleby z głębokości 0,0–0,3 m zawierają więcej fosforu niż gleby z warstwy głębszej. Przeciętna zawartość fosforu w powierzchniowej warstwie gleb (0,020%) jest prawie trzykrotnie wyższa w porównaniu z zawartością (0,007%) w warstwie głębszej (tab. 3 i 4). Jest to prawdopodobnie skutkiem nawożenia. Lokalne anomalie fosforu (>0,120%) zanotowano w powierzchniowej warstwie gleb na terenie zakładów chemicznych STREM, produkujących środki czystości oraz w glebach torfowych w rejonie Rudnej.

Na zawartość wielu pierwiastków w glebach wpływa sposób ich użytkowania. Najniższymi zawartościami oznaczanych pierwiastków charakteryzują się gleby leśne, wyższymi – gleby terenów z zabudową wiejską (tabl. 2 i 3). Na terenach o zabudowie miejskiej, a szczególnie na trawnikach przyulicznych, zawartości arsenu, kadmu, ołowiu i cynku są wyższe. Maksymalne koncentracje zanotowano na obszarach przemysłowych i w rejonach nieużytków, które często są terenami poprzemysłowymi.

Dla gleb z głębokości 0,0–0,3 m przeprowadzono ocenę stopnia zanieczyszczenia metalami, klasyfikując je do grup użytkowania A, B i C na podstawie zawartości dopuszczalnych (Rozporządzenie..., 2002). Przy klasyfikacji sumarycznej stosowano zasadę zaliczania gleb do danej grupy, gdy zawartość co najmniej jednego pierwiastka przekraczała wartość dopuszczalną. Ze względu na zawartość metali 17,61% spośród badanych próbek spełnia warunki klasyfikacji do grupy A. Do grupy B zaliczono 37,76% analizowanych próbek, a do grupy C – 44,63% (tab. 7). Warunki wielofunkcyjnego użytkowania spełniają gleby zaliczone do grup A i B. Gleby zaliczone do grupy C (które powinny być wykorzystywane tylko w obszarach przemysłowych) występują głównie w północnej części arkusza na wychodniach dolomitów kruszczośnych oraz na terenach obiektów przemysłowych, jak również w dolinie Białej Przemszy i na terenach zurbanizowanych (tabl. 63). Największy udział w zanieczyszczeniu gleb mają cynk, kadm i ołów (tab. 7). Klasyfikacja wskazuje, jak powinien być użytkowany dany teren zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia..., (2002). W wielu przypadkach aktualne użytkowanie jest niewłaściwe i wymaga monitorowania, a niekiedy rekultywacji. Stężenia metali w glebach niektórych lasów, pól, łąk i ogrodów są tak duże, że tereny te powinny być użytkowane tylko jako obszary przemysłowe.

OSADY WODNE

Badano osady Białej Przemszy i jej dopływów (Kanału Głównego, Koziego Brodu i Sztoły), strumienia Bobrek wraz z dopływami (potoki Jamki i Rakówka) oraz rowów melioracyjnych i nielicznych zbiorników wód stojących.

Biała Przemsza i jej zlewnia. Dolina Białej Przemszy ma naturalny charakter, ale skład chemiczny osadów aluwialnych jest silnie przekształcony przez czynniki antropogeniczne.

Na całym analizowanym odcinku aluwia Białej Przemszy są zanieczyszczone przez srebro, arsen, kadm, rtęć, ołów, siarkę i cynk. Zawierają też podwyższone ilości wapnia, magnezu, manganu i strontu (tab. 4). W obszarze zlewni maksymalne zawartości wynoszą: 14 mg/kg srebra, 393 mg/kg arsenu, 154 mg/kg kadmu, 16 400 mg/kg ołowiu, 3,490% siarki i 27 100 mg/kg cynku. Źródłem tych pierwiastków są zrzuty ścieków ZGH Bolesław oraz kopalń Zn-Pb Olkusz i Pomorzany, zlokalizowanych poza wschodnią granicą arkusza. Ścieki odprowadzane są do Białej Przemszy poprzez Kanał Roznos, rzekę Białą i Sztołę (Labus, 1999).

Maksymalna koncentracja rtęci (1,56 mg/kg) została zanotowana w aluwiach niewielkiego zbiornika wodnego w Zagródkach, w pobliżu nielegalnego wysypiska śmieci. Osady te są również wzbogacone w glin (1,54%), miedź (215 mg/kg), chrom (70 mg/kg) i stront (196 mg/kg). Źródłem zanieczyszczeń są odpady składowane w sposób niekontrolowany wokół i wewnątrz zbiornika.

W południowo-zachodnim krańcu arkusza do Białej Przemszy wpada Kozi Bród, którego osady są zanieczyszczone przez chrom (>150 mg/kg), pochodzący ze zrzucania ścieków technologicznych z garbarni Szczakowa.

Kanał Główny i jego zlewnia. Kanał Główny wraz z siecią rowów melioracyjnych, odwadnia wyrobiska kopalni piasku Szczakowa. Na tym terenie aluwia niektórych cieków wzbogacone są w bar, kobalt, żelazo, mangan, nikiel, stront i cynk. Największa koncentracja manganu (262 558 mg/kg) została stwierdzona w osadach jednego z dopływów Kanału Głównego, który odwadnia zrehabilitowaną część kopalni piasku Szczakowa. Wzbogacenia osadów w metale można wiązać z sorpcją pierwiastków przez wodorotlenki żelaza, występujące pospolicie w torfowiskach o charakterze przejściowym, które powstają jako niezaplanowany efekt zalesiania wyrobisk pokopalnianych.

Bobrek i jego zlewnia. Źródła Bobrka znajdują się w Grońcu, w środkowej części arkusza. Oprócz dopływów Rakówka i Jamki strumień zasilany jest przez kanał, płynący przez Strzemieszycę z terenu koksowni Przyjaźń oraz przez liczne rowy melioracyjne.

Źródłowy odcinek Bobrka drenuje obszar gleb torfowych i mułowo-ilastych, charakteryzujących się dużym potencjałem sorpcyjnym. Aluwia potoku i jego dopływów w tym rejonie wzbogacone są w glin, arsen, kadm, chrom, rtęć, żelazo, mangan, stront, wanad i cynk. Zawierają też duże koncentracje baru (500-1000 mg/kg). Większość metali dostarczana jest przez zrzuty ścieków z terminali linii hutniczej szerokotorowej w Grońcu. Z rejonu kruszarni rud żelaza (położonej w obrębie terminali kolejowych) pochodzi również bar, którego źródłem jest baryt stosowany w grawitacyjnym wzbogacaniu rudy. Niektóre wzbogacenia pochodzą prawdopodobnie z obszaru źródłowego potoku, gdzie występują anomalie pierwiastków w glebach.

Aluwia prawobrzeżnych dopływów Bobrka (potoków Rakówka i Jamki oraz cieku bez nazwy płynącego z rejonu koksowni Przyjaźń) są wzbogacone w chrom, miedź, żelazo, mangan, nikiel i stront. Pierwiastki te pochodzą głównie ze ścieków zakładów przemysłowych, skupionych przy północnej granicy arkusza.

Osady dolnego biegu Rakówki oraz Bobrka, poniżej jej ujścia, zawierają podwyższone ilości srebra (5-40 mg/kg). Zanieczyszczenie aluwii jest związane przypuszczalnie ze zrzutami ścieków z zakładów Saint Gobain Glass, stosujących związki srebra w produkcji luster.

Aluwia cieków w rejonie Strzemieszyc Wielkich i Zakawia, drenujących okruszczowane utwory węglanowe triasu, zawierają wysokie koncentracje ołowiu (do 4000 mg/kg), cynku (do 18 500 mg/kg), kadmu (do 43 mg/kg) i arsenu (do 107 mg/kg). Są też wzbogacone w wapń i magnez.

Na terenie całej zlewni, a szczególnie w dzielnicy Sosnowca Ostrowy Górnicze, w osadach cieków zanotowano koncentracje fosforu często przekraczające 0,640%. Anomalie mają przypuszczalnie charakter mieszany, geologiczno-antropogeniczny. Zanieczyszczenia antropogeniczne są związane głównie ze zrzutami ścieków komunalnych i przemysłowych

(szczególnie z zakładów chemicznych STREM, wytwarzających środki piorące). Rozkład przestrzenny fosforu jest zbliżony do obrazów kartograficznych żelaza, fosforu i manganu, zarówno w osadach, jak i w glebach tego rejonu.

WODY POWIERZCHNIOWE

Biała Przemsza i jej zlewnia. W wodach zlewni Białej Przemszy odczyn zmienia się od 5,7 do 9,2 (tab. 5), a większość próbek wykazuje odczyn słabo zasadowy. Ich przewodność elektryczna właściwa waha się w granicach 0,10-2,73 mS/cm. Największym przewodnictwem (2,73 mS/cm) wyróżniają się wody cieków bez nazwy w rejonie Korzeńca oraz Koziego Brodu (1,08 mS/cm), a najmniejszym – wody cieków odwadniających rejon kopalni piasku Szczakowa (0,30-0,40 mS/cm).

Wody Białej Przemszy i Sztoły zawierają podwyższone zawartości arsenu, kadmu, kobaltu, magnezu, ołowiu, cynku, a w mniejszym stopniu wapnia i siarczanów. Wzbogacenie wód w te pierwiastki występuje na całej długości Białej Przemszy i Sztoły, poniżej miejsc zrzutu ścieków z ZGH Bolesław i rejonu kopalń rud Zn–Pb na arkuszach Olkusz i Sławków. Poważne zagrożenie stwarzają koncentracje talu, mieszczące się najczęściej w przedziale 15–20 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ i osiągające maksymalnie 32,00 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. Wartość mediany tego pierwiastka w analizowanej zlewni (22,00 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) jest wielokrotnie wyższa od wartości mediany dla całego arkusza (0,06 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$). W wodach rejonu śląsko-krakowskiego zawartości talu są zwykle podwyższone, wahając się w granicach od 0,16 do 3,24 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ (Paulo i in., 2002), podczas gdy tło geochemiczne w wodach powierzchniowych Polski wynosi 0,006 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ (Salminen, red., 2005). Tal i wiele jego związków, a zwłaszcza siarczany, zostały zaliczone do substancji bardzo toksycznych, których koncentracje w środowisku są szczególnie niebezpieczne dla organizmów żywych.

W wodach bezodpływowych cieków bez nazwy w rejonie Korzeńca zanotowano wysokie koncentracje glinu (800–2000 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$), kadmu ($>3,2$ $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) i cynku (800–2800 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) oraz podwyższone zawartości ołowiu (do 33 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) i talu (do 0,62 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$). Podłożem tej części zlewni są piaszczyste utwory plejstoceny o ubogim składzie mineralnym. Zanieczyszczenie wód można zatem przypisywać czynnikom antropogenicznym, podobnie jak wysoką zawartość boru (1069 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) i uranu (3,6 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) w wodzie niewielkiego zbiornika wód stojących, na północ od Zagródek, wokół którego znajduje się dzikie wysypisko śmieci.

Wody ujściowego odcinka Koziego Brodu są wzbogacone w szereg pierwiastków (bor, chlor, potas, lit, molibden, sód i siarczany, a w mniejszym stopniu w rubid i uran). Podwyższone zawartości tych pierwiastków występują również w wodach górnej części potoku, na sąsiednim arkuszu Myślachowice. Są one związane ze zrzutami odsolin pochodniczych z Elektrowni Siersza, położonej w gminie Trzebinia, która czerpie wodę do procesów technologicznych, m.in. z szybu Artur (nieczynnej KWK Siersza). Na podwyższenie zawartości chloru i sodu wpływają też zrzuty ścieków z garbarni w Szczakowej.

Przeciętne zawartości krzemionki w badanych wodach (od $<0,1$ do 16,5 mg/dm^3) są typowe dla wód powierzchniowych (mediana 8,3 mg/dm^3).

Kanał Główny i jego zlewnia. Większość wód zlewni charakteryzuje odczyn obojętny. Wyjątkiem są niewielkie zbiorniki na terenie bocznicy kolejowej, przy południowej granicy arkusza, o zasadowym odczynie wód (pH $>8,0$). Przewodność elektryczna wód zlewni jest niewielka, waha się w granicach 0,13-0,50 mS/cm (tab. 5).

W niektórych zbiornikach charakterystyczne są podwyższone zawartości boru (200-400 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$). Wzrost zawartości baru (100-150 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$), kobaltu (do 4,2 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$), żelaza (do 7 mg/dm^3) i manganu (do 680 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) zanotowano w wodzie jednego z dopływów Kanału Głównego, w rejonie anomalii tych pierwiastków w osadach dennych, co wiązać można z rozwijającymi się w tych miejscach torfowiskami przejściowymi.

Wody cieków w zlewni Kanału Głównego zawierają niską ilość krzemionki (przeciętnie 7 mg/dm^3)

Bobrek i jego zlewnia. Wartość pH w wodach zlewni waha się w przedziale od 2,8 do 9,4 (tab. 5), a najczęściej notowano pH 7,5. Najniższy odczyn występuje w wodzie niewielkiego stawu, na osiedlu Feliks w Sosnowcu.

Przewodność elektryczna w wodach Bobrka jest zdecydowanie różna przed dopływem Rakówki, wraz z wodami cieków z rejonu koksowni Przyjaźń (0,46-0,80 mS/cm) oraz poniżej tego miejsca (1,63–2,16 mS/cm). W wodach Rakówki wartość EC dochodzi do 1,82 mS/cm , poniżej zrzutu ścieków z huty ArcelorMittal. Wody kanału niosącego do Rakówki odcieki z koksowni Przyjaźń wykazały średnią wartość EC 4 mS/cm , a maksymalną 6,11 mS/cm . W wodach potoku Jamki (w północno-zachodniej części arkusza) zanotowano niewielkie zróżnicowanie przewodnictwa, wahające się w przedziale od 0,75 do 0,87 mS/cm . W wodach, w mniejszych ciekach i zbiornikach na obszarze dzielnicy Sosnowca, Ostrowy Górnicze, wartość EC jest zbliżona do 1 mS/cm .

Podobnie jak gwałtowna zmiana przewodnictwa, w wodach Bobrka zaznacza się wzrost koncentracji szeregu pierwiastków poniżej ujścia Rakówki. Stężenie chloru w wodach górnego biegu Bobrka nie przekracza 80 mg/dm^3 , a poniżej ujścia Rakówki waha się od 400 do 570 mg/dm^3 . Zawartość potasu w obydwu wymienionych częściach potoku wynosi odpowiednio <12,9 mg/dm^3 i 30–60 mg/dm^3 , litu <8 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ i 20–30 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, molibdenu <4,00 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ i 4,70–9,40 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, sodu <50 mg/dm^3 i 220–350 mg/dm^3 oraz rubidu <19 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ i 250–570 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$.

Na wysokie wartości EC oraz koncentracje wielu pierwiastków mają wpływ zrzuty ścieków przemysłowych. Wysokie zasolenie ścieków z koksowni Przyjaźń jest wynikiem oczyszczania pogazowych wód koksowniczych. Dodatkowym źródłem zanieczyszczeń są ścieki powstające podczas oczyszczania spalin w spalarni odpadów. Obecność metali w ściekach pochodzących z huty ArcelorMittal jest związana głównie z działalnością wydziału spiekalni (Program..., 2003).

Na całej długości potoków Bobrek i Rakówka wody są wzbogacone w tal (0,20-6,70 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) i molibden (5-20 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$), dostarczane w ściekach z huty ArcelorMittal. Wody cieków w środkowej części arkusza oraz kanału odprowadzającego ścieki z koksowni Przyjaźń są wzbogacone w kobalt, nikiel i siarczany, a w zachodniej części zlewni Bobrka – w bor i uran. Źródłem boru i uranu są przypuszczalnie wychodnie skał karbonu i odcieki ze starych hałd z rejonu nieczynnych szybów kopalni Kazimierz-Juliusz. Koncentracje uranu w wodach zlewni Bobrka są zróżnicowane i wahają się w granicach od <0,05 do 18,00 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. Wzbogacenie w ten pierwiastek wiąże się z drenażem gleb wzbogaconych w substancję organiczną oraz karbońskich formacji węglowych (Bojakowska i in., 2008).

WNIOSKI

1. Gleby z obydwu zakresów głębokości (0,0–0,3 m i 0,8–1,0 m) charakteryzują się zwiększonymi koncentracjami metali ciężkich w obszarach występowania węglanowych utworów triasu oraz utworów karbońskich (w północnej i zachodniej części arkusza). Anomalie występują głównie w powierzchniowej warstwie gleb. Na głębokości 0,8–1,0 m występuje zmniejszenie ich obszaru, przy jednoczesnym wzroście intensywności (szczególnie widocznej w przypadku kadmu, ołowiu i cynku).

2. Osady wodne i wody powierzchniowe są zanieczyszczone metalami ciężkimi i wykazują duże stężenia innych pierwiastków.

3. Źródłem metali są odsłaniające się na powierzchni kruszczone utwory triasu, a w mniejszym stopniu karbońskie formacje węglowe.

4. Antropogenicznym źródłem zanieczyszczeń środowiska jest historyczna eksploatacja i przeróbka rud Zn-Pb, hutnictwo żelaza oraz zrzuty ścieków z zakładów przemysłowych (elektrowni, koksowni, terminali kolejowych, zakładów chemicznych) i odcieki ze starych składowisk pogórnich oraz legalnych i dzikich składowisk odpadów.

5. Największe przekroczenie zawartości dopuszczalnych w glebach zanotowano dla cynku, kadmu i ołowiu. Pierwiastki te mają przede wszystkim pochodzenie geogeniczne.

LITERATURA

- BOJAKOWSKA I., LECH D., WOŁKOWICZ S., 2008 – Uran i tor w węglach kamiennych i brunatnych ze złóż polskich. *Gosp. Sur. Min.*, **24**, 2/2: 53–65.
- CABAŁA J., CABAŁA E., 2004 – Geologia i górnictwo rejonu Strzemieszyc – główne elementy kształtujące środowisko przyrodnicze. W: *Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych*, **35**: 5–12. WBiOŚ, WNoZ UŚl., Katowice–Sosnowiec.
- CABAŁA J., SUTKOWSKA K., 2006 – Wpływ dawnej eksploatacji i przeróbki rud Zn-Pb na skład mineralny gleb industrialnych, rejon Olkusza i Jaworzna. *Pr. Nauk. Inst. Górn. P. Wroc.*, **117**. *Studia i Materiały*, 32: 13–22.
- HUTA Katowice, 2008. <http://www.huta.katowice.pl/>
- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., MALISZEWSKA-KORDYBACH B., FILIPIAK K., KRAKOWIAK A., PIETRUCH C., 1995 – Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka i WWA. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.
- KATOWICE Nasze Miasto. Twoja Woda. 2007. <http://katowice.nasze.miastp.pl/>
- KLECZKOWSKI A. S., 1990 – Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce, wymagających szczególnej ochrony 1:500 000. AGH, Kraków.
- KONDRACKI J., 2000 – Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- KOPALNIA WĘGLA KAMIENNEGO KAZIMIERZ-JULIUSZ, 2008. <http://www.kwkkazimierzjuliusz.pl/>
- KUREK S., PASZKOWSKI M., PREIDL M., 1994 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000 ark. Jaworzno. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KUREK S., PASZKOWSKI M., PREIDL M., 1999 - Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000 arkusz Jaworzno. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- LABUS K., 1999 – Stopień zanieczyszczenia i identyfikacja ognisk zanieczyszczeń kadmem, ołowiem i cynkiem wód powierzchniowych i podziemnych zlewni Białej Przemszy. Wydaw. Inst. Geol. Sur. i Ener. PAN, Kraków.
- 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.
- LISZKA J., ŚWIĆ E., 2000 – Zakłady Górnico-Hutnicze „Bolesław”, dzieje – wydarzenia – ludzie. Bukowno.
- MAŁKIEWICZ T., 1983 – Prawidłowości wykształcenia śląsko-krakowskich złóż cynkowo-ołowiowych. *Pr. Geol., PAN*, **125**.
- MAYER W., SASS-GUSTKIEWICZ M., 1998 – Geochemical characterization of sulphide minerals from the Olkusz lead-zinc ore cluster, Upper Silesia (Poland), based on laser ablation data. *Mineral. Pol.*, **29**, 2: 87–105.
- OBROŚLAK Ł., 2002 – Wpływ warunków naturalnych na rozwój przestrzenny Strzemieszyc (Dąbrowa Górnicza). W: *Problemy ochrony i kształtowania krajobrazu Górnego Śląska na tle doświadczeń z innych regionów Polski*: 59–67. Sosnowiec.
- OCENA jakości wód powierzchniowych województwa śląskiego, 2006. WIOŚ, Katowice. <http://www.katowice.pios.gov.pl/>
- PAULO A., KROBICKI M. (red.), 2001 – Geologiczne perspektywy i ograniczenia gospodarki przestrzennej w likwidowanym olkuskim okręgu eksploatacji rud Zn-Pb. *Przew. 72. Zjazdu Pol. Tow. Geol.*: 51–93. Kraków.

- PAULO A., LIS J., PASIECZNA A., 2002 – Tal pod koniec XX wieku. *Prz. Geol.*, **50**, 5: 403–407.
- PAULO A., STRZELSKA-SMAKOWSKA B., 2000 – Arsen pod koniec XX wieku. *Prz. Geol.*, **48**, 10: 875–882.
- PREIDL M., 1997 – Objąsnienia do mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000, ark. Jaworzno. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PREIDL M., ABSALON D., JANKOWSKI A.T., LEŚNIOK M., WIKA S., 1995 – Mapa geosozologiczna Polski 1:50 000, ark. Jaworzno. Państw. Inst. Geol., Państw. Służba Geod. i Kart., Warszawa.
- PROGRAM ochrony środowiska dla miasta Dąbrowa Górnicza wraz z planem gospodarki odpadami. 2003. <http://www.bip.dabrowa-gornicza.pl/>
- PROGRAM ochrony środowiska dla miasta Sławkowa na lata 2004–2015. 2004. <http://www.um-slawkow.samorzady.pl/>
- ROPKA T., WYPARŁO H., 2004 – Położenie geograficzne i przyrodniczo-leśne Kopalni Piasku „Szczakowa” S.A. *Kopaliny* 3–4.
- 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 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. DzU Nr 32, poz. 284.
- RÓŻKOWSKI A., SIEMIŃSKI A. (red.), 1995 – Mapa ognisk zanieczyszczeń wód podziemnych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i jego obrzeżenia, 1:100 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SALMINEN r. (red.), 2005 – Geochemical Atlas of Europe. Part 1. Geological Survey of Finland. Espoo.