

## WSTĘP

Zdjęcie geochemiczne w skali 1:25 000 na arkuszu Bieruń Stary M-34-63-C-a jest kontynuacją szczegółowych prac kartograficznych prowadzonych w regionie śląsko-krakowskim przez Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy od 1996 r. Prace sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na zlecenie Ministerstwa Środowiska. Celem badań jest rozpoznanie terenów zdegradowanych w wyniku wieloletniej eksploatacji złóż węgla kamiennego i różnych kopalin oraz działalności energetyki, hutnictwa i innych gałęzi przemysłu.

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

Działalność gospodarcza na obszarze arkusza ma długą i bogatą historię. Już w XIV w. istniały tu kuźnice wykorzystujące lokalne rudy darniowe, a w Lędzinach działały manufaktury produkujące płótno. Na potrzeby kuźnicy w Jaroszowicach (znanej z produkcji znakomitych kos i luf do strzelb) piętrono wody Mlecznej wykorzystując ich spadek do uruchamiania dymarek. Karczowano lasy wypalając w tzw. mielerzach węgiel drzewny, a od 1657 r. prowadzono wydobywanie odkrywkowe węgla kamiennego na wychodniach pokładów w lasach jaroszowickich oraz w Lędzinach (Polak, 2000). W połowie XIX w. wydobywanie węgla kamiennego stało się wiodącą gałęzią gospodarki, osiągając maksymalne rozmiary w drugiej połowie XX w., a współcześnie wydobywanie jest w zachodniej części Lędzin przez KWK Ziemowit.

Zagospodarowanie terenu arkusza ma charakter mieszany wiejsko-miejski, z dużym udziałem obiektów przemysłowych i tras komunikacyjnych. Jego zachodnia część wchodzi w skład powiatu grodzkiego Tychy, północno-wschodnia należy do powiatów grodzkich Katowice i Mysłowice, a południowo-wschodnia obejmuje część gmin miejskich Bieruń Stary i Lędziny oraz niewielki rejon gminy Bojszowy, należących do powiatu bieruńsko-lędzińskiego.

Najważniejszym ośrodkiem przemysłowym jest Podstrefa Tyska Katowickiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej (PT-KSSE), której teren znajduje się na obszarze Tychów i

gminy Bieruń. Działają w niej międzynarodowe koncerny oraz przedsiębiorstwa polskie, głównie branży motoryzacyjnej.

W północnej części arkusza dominują kompleksy leśne. W zachowanych naturalnych lasach utworzono obszary ochronne. Jednym z ważniejszych jest obszar Murcki, chroniący cenny starodrzew (200-letni las bukowy), ginące gatunki ptaków i roślin (liczydło górskie *Streptopus amplexifolius*, wawrzynek wilczełyko *Daphne mezereum*) oraz łęgowiska płazów. Podmokły rejon w północno-wschodnim fragmencie arkusza należy do użytku ekologicznego Płone Bagno. Został utworzony w celu zachowania boru bagiennego wraz z fragmentem torfowiska wysokiego, jako unikalnego w skali regionu zbiorowiska o naturalnym charakterze, ze stanowiskami rzadkich i ustępujących gatunków roślin (Lasy..., 2010).

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 monitoringu państwowego.

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

W realizacji opracowania brali udział:

- **A. Pasieczna** – koncepcja i projekt badań, nadzór i koordynacja prac;
- **A. Biel, T. Kolecki, P. Kwecko, W. Markowski** – pobieranie próbek;
- **A. Biel, T. Kolecki, P. Kwecko, W. Markowski, A. Pasieczna** – bazy danych;
- **I. Bojakowska, D. Lech, E. Włodarczyk** – kierownictwo i koordynacja prac analitycznych;
- **M. Cichorski, J. Duszyński, Z. Prasol** – mechaniczne przygotowanie próbek do analiz;
- **I. Witowska, A. Maksymowicz** – chemiczne przygotowanie próbek do analiz;

- **W. Bureć-Drewniak, E. Górecka, I. Jaroń, G. Jaskólska, D. Karmasz, J. Kucharzyk, D. Lech, M. Liszewska, E. Maciołek, A. Maksymowicz, J. Retka, E. Kałwa, I. A. Wysocka** – analizy chemiczne;
- **W. Wolski, P. Pietrzykowski, Z. Frankowski** – analizy granulometryczne;
- **P. Kwecko, H. Tomassi-Morawiec** – obliczenia statystyczne;
- **A. Pasieczna, W. Markowski, T. Kolečki** – opracowanie mapy geologicznej;
- **P. Kwecko, A. Pasieczna, A. Dusza-Dobek** – opracowanie map geochemicznych;
- **A. Paulo, P. Kwecko** – charakterystyka obszaru arkusza;
- **A. Paulo** – geologia i złoża kopalin;
- **A. Paulo, P. Kwecko** – antropopresja;
- **A. Pasieczna, P. Kwecko** – interpretacja wyników.

## **CHARAKTERYSTYKA OBSZARU ARKUSZA**

**Położenie administracyjne i geograficzne.** Arkusz Bieruń Stary M-34-63-C-a zajmuje powierzchnię około 82,5 km<sup>2</sup>, a jego obszar wyznaczają współrzędne 19°00'00"–19°07'30" długości geograficznej wschodniej i 50°05'–50°10' szerokości geograficznej północnej. Położony jest w województwie śląskim. Zachodnia część arkusza wchodzi w skład powiatu grodzkiego Tychów, obejmując dzielnice: Czulów, Zwierzyniec, Wygorzele, Zawisć, Jaroszowice i Urbanowice. Część północno-wschodnia należy do powiatów grodzkich Katowice i Mysłowice. Fragment południowo-wschodni obejmuje część gmin miejskich Bieruń Stary i Łędziny oraz niewielki rejon gminy Bojszowy, należących do powiatu bieruńsko-łędzińskiego. Omawiany teren znajduje się na obrzeżu aglomeracji górnośląskiej, obszaru o największej koncentracji ludności, przemysłu i przewozów towarowych w Polsce.

Obszar arkusza położony jest na styku Wyżyny Śląskiej i Podkarpacia. Jego północno-wschodnia część należy do Pagórów Jaworznickich wchodzących w skład Wyżyny Śląskiej, a część południowo-zachodnia to Równina Pszczyńska, stanowiąca jednostkę niższego rzędu Kotliny Oświęcimskiej, należącej do Podkarpacia (Kondracki, 2000).

**Ukształtowanie powierzchni, geomorfologia.** W ukształtowaniu powierzchni arkusza można wydzielić strefę wyżynną Pagórów Jaworznickich i lekko falisty teren sandrowej Równiny Pszczyńskiej.

W obrębie Pagórów Jaworznickich rzeźba powierzchni terenu ma wyraźny związek ze strukturami tektonicznymi podłoża. Pagóry Jaworznickie są ciągiem zrębów tektonicznych

zbudowanych z wapieni, margli i dolomitów triasu leżących na skałach karbonu. W pobliżu Lędzin zręby tworzą pasmo wzniesień (270–300 m n.p.m.) z kulminacją Góry Klimont (302,4 m n.p.m.). Teren opada stopniami na południe, w kierunku Kotliny Oświęcimskiej. Pojedyncze wzniesienia i garby oddzielają dość rozległe, lokalnie podmokłe doliny wypełnione piaszczystymi osadami wodnolodowcowymi. Ich dna znajdują się na wysokości 240–250 m n.p.m.

Pochylona ku wschodowi Równina Pszczyńska leży na wysokości 230–260 m n.p.m. Jej podłoże zbudowane jest z utworów karbońskich przykrytych trzeciorzędowymi ilami, na których zalegają czwartorzędowe gliny zwałowe i osady piaszczyste o miąższości do 40 m.

Współczesna rzeźba terenu jest w dużym stopniu przekształcona przez obiekty zmieniające naturalny krajobraz. Należą do nich nasypy i wiadukty wschodniej obwodnicy Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego (GOP), przebiegającej przez środkową część arkusza ze wschodu na zachód i drogi międzynarodowej E75, biegnącej z północy na południe wzdłuż jego zachodniej granicy, oraz nasypy kolejowe (tabl. 1). W lasach pokrywających północną część arkusza zachowały się liczne nasypy starych dróg (Zwierzynieckiej, Borszackiej, Wygorzelskiej, Lędzińskiej i Szyjowej) oraz pozostałości starych hałd.

Znacząco zmieniły krajobraz zwałowiska skał płonnych KWK Ziemowit w Lędzinach i rowy zapadliskowe wiążące się z wieloletnią eksploatacją złóż węgla kamiennego.

Teren arkusza położony jest w lewobrzeżnej części zlewni Gostyni, wpadającej do Wisły. Większość obszaru odwadnia rzeka Mleczna (wraz ze swym lewobrzeżnym dopływem Przyrwą – Potokiem Ławeckim), wpadająca do Gostyni poza południową granicą arkusza. Rzeka Gostynia i jej dopływ Tyszanka (zwana także Potokiem Tyskim) odprowadzają wody z południowo-zachodniego krańca arkusza. Koryta większości cieków są uregulowane i izolowane od podłoża, najczęściej płytami betonowymi. Na całym obszarze występują małe ciek bez nazwy (potoki, kanały, rowy melioracyjne), w większości istniejące tylko okresowo w czasie wzmożonych opadów atmosferycznych.

Istotnym elementem hydrograficznym są naturalne i sztuczne zbiorniki wodne. Do największych sztucznych akwenów należą: zbiornik wód dołowych KWK Ziemowit w Lędzinach, zbiornik retencyjny na Potoku Nowotyskim i osadniki oczyszczalni ścieków komunalnych i przemysłowych w Urbanowicach. W kilku miejscach zlokalizowane są zalewiska bezodpływowe, powstałe w obniżeniach terenu wywołanych eksploatacją podziemną węgla kamiennego. Największym naturalnym zbiornikiem jest jezioro Łysina pełniące funkcje retencyjno-rekreacyjne.

**Zabudowa i użytkowanie terenu.** W obrębie arkusza przeważają obszary bez zabudowy lub z zabudową wiejską (82%), obszary miejskie stanowią około 12% powierzchni, a tereny przemysłowe 6% (tabl. 2). Zabudowa przemysłowa to głównie obiekty PT-KSSE, położonej między Bieruniem i Tychami (Katowicka Specjalna Strefa Ekonomiczna, 2010), oraz teren KWK Ziemowit w Łędzinach.

Pod względem użytkowania terenu największy obszar zajmują lasy (ponad 34%) porastające głównie północną część arkusza. Pola uprawne (23%) i nieużytki (18%) dominują w jego części centralnej. Pozostały teren użytkowany jest jako łąki, zbiorniki wodne, drogi i linie kolejowe (tabl. 3).

**Gospodarka.** Infrastruktura przemysłowa na omawianym terenie powstała w większości w ciągu ostatnich 45 lat, dzięki czemu jest bardziej nowoczesna i funkcjonalna niż podobne obiekty w innych miastach regionu śląskiego. Zakłady przemysłowe ulokowane są na terenach podmiejskich, poza obszarem szkód górniczych, i mają dogodne połączenia ze szlakami komunikacyjnymi.

Podstawową gałęzią gospodarki jest górnictwo węgla kamiennego, które rozpoczęło się w wielu płytkich kopalniach w połowie XIX w., lecz najbardziej rozwinęło się dopiero w drugiej połowie XX w. W zachodniej części Łędzin znajduje się obszar górniczy KWK Ziemowit z szybem Piast i oddziałem remontowym, szereg firm handlowo-spedycyjnych węgla, spółka zajmująca się gospodarką odpadami i utrzymaniem terenów zielonych oraz wiele małych przedsiębiorstw usługowo-handlowych. Budowany jest duży kompleks logistyczno-magazynowy.

W północno-zachodniej części arkusza zlokalizowany jest szyb materiałowo-wentylacyjny Czulów należący do KWK Murcki-Staszic, położonej poza północną granicą analizowanego obszaru.

Nowym ośrodkiem przemysłowym jest PT-KSSE, ulokowana częściowo na obszarze miasta Tychy a częściowo na terenie gminy Bieruń. PT-KSSE (Obszary Wschód i Technopark) zajmuje powierzchnię 143,32 ha. Działają tu międzynarodowe koncerny oraz duże i małe przedsiębiorstwa polskie zatrudniające ponad 10 tys. pracowników. Na terenie arkusza Bieruń Stary zlokalizowany jest tylko Obszar Wschód, leżący w dzielnicy Tychy Urbanowice. Znajdują się tu hale i magazyny oraz obiekty pomocnicze (socjalne i biurowe, stacje transformatorowe, system wodno-kanalizacyjny, drogi). Na całym terenie działa ponad 150 inwestorów, a produkcję podjęło ponad 80 firm rozwijając przedsiębiorstwa różnych gałęzi przemysłu (Katowicka Specjalna Strefa Ekonomiczna, 2010). Do najszerzej reprezentowanego sektora należy produkcja komponentów, części i akcesoriów dla przemysłu

samochodowego. Pozostałe branże to poligrafia, produkcja opakowań dla przemysłu spożywczego, wyrobów z tworzyw sztucznych, sprzętu AGD, materiałów elektrycznych, maszyn górniczych, przetwórstwo szkła, centra logistyczne, przemysł spożywczy, chemiczny, metalowy, elektryczny oraz elektroniki górniczej. Na terenie Obszaru Wschód znajduje się też Elektrociepłownia Tychy, działająca od 1963 r., w której wytwarzanie energii oparto na paliwie węglowym (Elektrociepłownia Tychy, 2010). Znaczącą część obszaru zajmuje fabryka samochodów Fiat wraz z firmami kooperującymi, założona w latach 1971–73. W obrębie strefy funkcjonują też firmy usługowo-wspierające, takie jak biura rachunkowe, kancelarie prawnicze, agencje celne oraz firmy spedycyjne (Katowicka Specjalna Strefa Ekonomiczna, 2010).

W Tychach-Czułowie działają zakłady papiernicze założone w 1887 r., a w Bieruniu zakłady mleczarskie.

Należy odnotować fakt historycznej gospodarki stawowej prowadzonej intensywnie w południowej części arkusza. Tradycje hodowli ryb w okolicy Bierunia sięgają przełomu XIV i XV w. Wielki Staw Bieruński i Staw Jaroszowski zajmowały powierzchnię około 600 ha i były otoczone potężnymi groblami (Marcinek, 1993). Ślady jednej z nich zachowały się w Bieruniu do czasów współczesnych. Stawy zostały całkowicie osuszone w latach 1809–1825.

## BUDOWA GEOLOGICZNA I ZŁOŻA KOPALIN

Teren arkusza znajduje się we wschodniej części niecki głównej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW). Cokół GZW tworzą skały krystaliczne przykryte seriami osadowymi kambriu i dewonu (Buła, Kotas, 1994; Buła, Żaba, 2005). Na nim leżą kolejno cztery piętra strukturalne przedzielone niezgodnościami stratygraficznymi: młodopaleozoiczne z utworami karbonu, mezozoiczne z utworami triasu, neogeńskie i czwartorzędowe.

Najstarszą, dobrze rozpoznaną formacją skalną jest **karbon** produktywny złożony z piaskowców, mułowców, łupków ilastych i pokładów węgla. Jego strop znajduje się na głębokości od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów. Warstwy skalne są łagodnie nachylone, z reguły pod kątem mniejszym od 10°, i pocięte uskokami o zrzutach 50–170 m. W strefie gospodarczego zainteresowania (do głębokości 1000 metrów) występują warstwy łaziskie krakowskiej serii piaskowcowej i leżące pod nimi warstwy orzeskie serii mułowcowej (Krysowska, 1967). Mułowcowo-łupkowe warstwy orzeskie zawierają wkładki piaskowców, kongrecje syderytów i kilkadziesiąt cienkich pokładów węgla. Warstwy łaziskie wykształcone

są w postaci piaskowców arkozowych i wapnistych, zlepieńców z podrzędnymi wkładkami łupków ilastych i stosunkowo grubymi pokładami węgla. Na powierzchni warstwy łaziskie występują w okolicach Łędzin i Urbanowic, tworząc pagóry zrębowe wznoszące się ponad poziomem zasypania czwartorzędowego.

Mezozoik reprezentują formacje osadowe **triasu** dolnego i środkowego, budujące wzgórza w okolicach Łędzin, Bierunia Starego i Cielmic (tabl. 1). Do triasu dolnego zalicza się około 30-metrowy pakiet warstw pochodzenia morskiego – dolomitów i wapieni retu – podścielony kilkumetrową warstwą kontynentalnych piasków i ilów pstrych. Trias środkowy reprezentują wapienie płytowe i zlepieńcowate z wkładkami margli, należące do warstw gogolińskich. Osiągają miąższość do 30 m, lecz w wielu miejscach są erozyjnie zredukowane.

Warstwy triasu wraz z karbońskimi są podzielone na szereg bloków tektonicznych. Na omawianym obszarze Krysowska (1967) wyróżniła prawie równoleżnikowe struktury zapadliska Dąb–Urbanowice i rowu Zapora, oraz ułożone do nich ukośnie rowy Blicha, Przyrwy i uskok Jakub między Cielmicami i Bieruniem Starym.

**Neogen** jest reprezentowany przez morskie osady miocenu rozprzestrzenione w obniżeniach na całym obszarze arkusza, ale nie odsłaniające się na powierzchni. Osady wykształcone są jako ility margliste, iłowce piaszczyste, gipsy, a lokalnie jako wapienie (*op.cit.*). Miąższość ich jest bardzo zróżnicowana i uwarunkowana nierównościami stropu formacji karbońskich i triasowych występujących w ich podłożu. Lokalnie przekracza 100 metrów.

Utwory **czwartorzędowe**, reprezentowane przez osady lodowcowe, wodnolodowcowe i aluwia, pokrywają przeważający obszar arkusza (tabl. 1). Gliny zwałowe zlodowacenia odry występują w odosobnionych płatach o niewielkiej miąższości, głównie w okolicach Czulów–Zwierzyniec–Wygorzele oraz Jaroszowice–Bieruń Stary. Plejstoceńskie piaski i żwiry wodnolodowcowe tworzą dość zwartą pokrywę o miąższości 10–40 m. Holocieńskie piaski, mułki i namuły torfiaste budują słabo zaznaczone tarasy akumulacyjne w dolinach rzecznych.

**Złóża kopalin.** W obrębie arkusza położone są części złóż węgla kamiennego: Murcki, Wesoła, Łędziny, Ziemowit, Kobiór-Pszczyna i Piast (Strzemińska i in., 2005).

Eksploatacja **węgla kamiennego** prowadzona była metodą odkrywkową od XVII do XIX w. na wychodniach warstw łaziskich w lasach jaroszowickich i w Łędzinach (Polak, 2000). W 1842 r. w pobliżu Łędzin odkryto pokład węgla o grubości 3 m, który wydobywano w płytkiej kopalni podziemnej Radość Henryka, noszącej od 1893 r. nazwę Matylda, a po I wojnie światowej – Piast. Od lat 70. XX w. kopalnia należy do KWK Ziemowit i prowadzi eksploatację do dziś (Informator..., 2008).

Do głębokości technicznie dostępnej dla eksploatacji (obecnie 1000–1200 m) pokłady węgla występują w obrębie warstw łaziskich i orzeskich. Warstwy łaziskie zawierają grubsze pokłady węgla, bardziej zanieczyszczone siarką i zawadnione. Pokłady węgla w warstwach orzeskich są cienkie, lokalnie wysokopopiołowe i rzadko kwalifikowane do eksploatacji.

Pokłady węgla energetycznego o grubości 2–6 m i wartości opałowej 20,4–21,2 MJ/t są eksploatowane w kopalni Ziemowit w Łędzinach, której obszar górniczy sięga poza wschodnią granicę arkusza. Średnia zawartość popiołu w węglu wynosi 14,4% a średnia zawartość siarki całkowitej 1,55%. Występuje tu 48 pokładów węgla kamiennego należących do warstw łaziskich i orzeskich. Grubość interwału udokumentowanego waha się od 423 do 1000 m, a sumaryczna miąższość pokładów wynosi średnio 56 m (Strzezińska i in., 2005). Jako kopaliny towarzyszące występują łupki ogniotrwałe w formie przerostów o grubości od 0,5 cm do 15 cm oraz metan pokładów węgla.

Odpady eksploatacyjne KWK Ziemowit są wykorzystywane do rekultywacji wyrobiska popiaskowego Maczki–Bór w Sosnowcu oraz hałd i terenów objętych szkodami górniczymi. Wody dołowe są zrzucane do Przyrwy poprzez osadnik usytuowany na zachód od Łędzin. Część wód wykorzystywana jest jako wody przemysłowe i pitne.

W północno-zachodnim fragmencie arkusza mieści się złożo węgla kamiennego eksploatowane przez KWK Murcki, której obiekty zlokalizowane są na arkuszu Katowice. Łędziny i Kobiór-Pszczyna to niezagospodarowane złoża węgla kamiennego.

Iły miocenu są wykorzystywane do produkcji cegły na potrzeby lokalne.

## ANTROPOPRESJA

Podstawową przyczyną degradacji środowiska przyrodniczego jest wieloletnie wydobywanie węgla kamiennego wraz z towarzyszącymi mu zrzutami słonych wód kopalnianych, osiadaniami powierzchni terenu oraz utratą stabilności budowli nad nie podsadzonymi wyrobiskami kopalń likwidowanymi na zawał (Chwastek i in., 1990; Program., 2001, 2003). Zmiany krajobrazu i chemizmu środowisk powierzchniowych powodowane są również przez inne gałęzie przemysłu, wraz z towarzyszącą im infrastrukturą (zabudowa, linie kolejowe, linie energetyczne) oraz oddziaływanie składowisk odpadów komunalnych, przemysłowych i górniczych.

**Powietrze atmosferyczne.** Zanieczyszczenie powietrza powodują emisje ze źródeł energetycznych, przemysłowych, komunikacyjnych, pylenie ze składowisk odpadów, szybów wentylacyjnych kopalń, niska emisja związana z paleniskami sektora komunalno-bytowego



oraz imisja z GOP i Okręgu Ostrawsko-Karwińskiego w Republice Czeskiej. Kierunek i prędkość wiatru decydują o napływie zanieczyszczeń. Lokalne wzrosty koncentracji zanieczyszczeń występują zwłaszcza w okresie grzewczym. Na jakość powietrza pozytywnie wpływają obszary leśne w północnej części arkusza.

Największy wpływ na stan powietrza mają emisje pyłów i gazów pochodzące z przemysłowego spalania węgla w elektrowni Tychy (w Urbanowicach) i elektrowni Łaziska. W gazach i pyłach lotnych pochodzących ze spalania węgla energetycznego występują takie pierwiastki jak arsen, beryl, kobalt, chrom, rtęć, ołów, wanad i cynk (Kabata-Pendias, Pendias, 1999; Hławiczka i in., 2001; Pacyna, Pacyna, 2001; Olkusi, 2007). Elektrownia Tychy od 1994 r. sukcesywnie modernizuje technologię spalania i filtrowania pyłów, co pozwala na dotrzymanie dopuszczalnych norm emisji określonych w pozwoleniu zintegrowanym.

Mniejszy udział w zanieczyszczaniu powietrza mają kotłownie fabryki samochodów Fiat, zakładu tworzyw sztucznych, zakładów mleczarskich i papierniczych. Zanieczyszczenia powietrza pochodzą też z emisji przemysłowej z zakładów metalowych, poligraficznych, chemicznych, wytwórni mas bitumicznych i innych.

Punktowymi źródłami niskiej emisji są paleniska indywidualne opalane węglem i koksem. Znaczna część mieszkańców korzysta, ze względów ekonomicznych, z węgla niskiej jakości, którego spalanie powoduje w sezonie grzewczym wyraźny wzrost ilości pyłu zawieszonego. W Łędzinach i Bieruniu tylko ok. 16% zapotrzebowania na energię pokrywane jest przez kotły gazowe (Program..., 2003).

Ze względu na rozbudowaną infrastrukturę drogową, znaczącym źródłem niskiej emisji zanieczyszczeń powietrza są spaliny silników samochodowych zawierające tlenek węgla, tlenki azotu i węglowodory.

Hałdy skał płonnych i składowiska odpadów wpływają na jakość powietrza atmosferycznego poprzez pylenie wtórne i emisje gazów. Składowisko odpadów komunalnych Tychy Urbanowice stanowi źródło gazów wysypiskowych (dwutlenku węgla, metanu, amoniaku i węglowodorów aromatycznych), zaś oczyszczalnia ścieków położona w bezpośrednim sąsiedztwie składowiska jest źródłem emisji gazu pofermentacyjnego (*op.cit.*). Na stan powietrza wpływają też emisje z dużej firmy transportowej Bertani (emitującej tlenek i dwutlenek węgla, dwutlenek siarki, tlenki azotu, pyły) i zakładu Nitroerg w Bieruniu Starym – producenta materiałów wybuchowych, w którego emisjach stwierdzono składniki specyficzne dla tego typu produkcji (Blarowski i in., 2003).

Monitoring stanu powietrza atmosferycznego prowadzony jest jedynie w Tychach. Obejmuje standardowe pomiary automatyczne oraz pasywne pomiary stężenia benzenu. W 2008 r. opad pyłu mieścił się w granicach norm, natomiast stężenie benzo(a)pirenu przekraczało normy (Raport..., 2009). Wyniki monitoringu wskazują na wyraźną i stałą poprawę jakości powietrza w województwie śląskim, obserwowaną od kilku lat.

**Wody powierzchniowe i podziemne.** Wieloletnia działalność górnicza oraz urbanizacja i uprzemysłowienie obszaru arkusza wywołały zmiany sieci hydrograficznej i pogorszenie jakości wód. Na powierzchni terenu istnieją rozległe zagłębienia i niecki, okresowo lub na stałe zanikają cieki i źródła, a jakość wód powierzchniowych jest niezadowolająca. Słone wody z drenażu górniczego wykazują najczęściej mineralizację powyżej 3 g/dm<sup>3</sup>, a niekiedy stężenie soli może osiągać 150 g/dm<sup>3</sup> (Gabzdyl, Pozzi, 2001).

Drenaż kilku pięter wodonośnych przez wyrobiska kopalń doprowadził do utworzenia lejów depresyjnych, powodujących zmiany warunków zasilania wód powierzchniowych i podziemnych. Na analizowanym terenie powstał wspólny, rozległy lej depresyjny obejmujący północną i wschodnią część Tychów, Łędziny i Bieruń, a utwory karbonu produktywnego zostały osuszone do głębokości 100–300 m (Program..., 2003).

W dolinie rzeki Mlecznej występują miejsca znaczącego obniżenia terenu i zawodnienia połączone z degradacją lasów. W rejonie stawu Żogalik, dochodzi do ucieczki podpowierzchniowej wód i zarastania porzuconego, wyschniętego koryta potoku zasilającego staw.

Sieć kanalizacyjna obsługuje niespełną połowę mieszkańców obszaru arkusza, a zakres oczyszczania ścieków bytowych jest niewystarczający (Błarowski i in., 2003). Istniejące oczyszczalnie ścieków najczęściej nie spełniają wymagań prawa polskiego i unijnego. W Łędzinach, w dzielnicy Hołdunów, w 2003 r. uruchomiono mechaniczno-biologiczną oczyszczalnię ścieków, która obsługuje północną część miasta (Łędziny..., 2010). Przygotowywana jest koncepcja budowy oczyszczalni dla części południowej.

Gostynia i Mleczna należą do rzek o największych wskaźnikach zanieczyszczeń w województwie śląskim. Ich wody charakteryzują się nadmiernym zanieczyszczeniem zarówno pod względem sanitarnym jak i w zakresie wskaźników fizykochemicznych, kumulując składniki ze zrzutu ścieków i wód kopalnianych znajdujących się w górnych odcinkach rzek oraz z różnorodnych źródeł na terenie arkusza.

Gostynia jest odbiornikiem zanieczyszczeń z rejonu Łazisk Górnych (w tym z elektrociepłowni Łaziska), z Tychów (poprzez Potok Tyski) oraz w dolnym biegu z Łędzin i Bierunia. W Tychach znaczącym źródłem zanieczyszczeń jest oczyszczalnia w dzielnicy

Urbanowice, zbierająca zarówno ścieki komunalne, przemysłowe i dowożone wozami asenizacyjnymi. Jest to oczyszczalnia mechaniczno-biologiczna z możliwością wspomagania chemicznego w zakresie redukcji fosforu.

Górny odcinek Mlecznej i jej lewobrzeżny dopływ Przyrwa przyjmują ścieki z południowych dzielnic Katowic i Mysłowic. Do Mlecznej zrzucają się też ścieki z oczyszczalni Czulów, która przyjmuje ścieki przemysłowe oraz bytowo-gospodarcze powstające na terenie zakładów papierniczych. W stawie osadowym w Lędzinach, nad potokiem Przyrwa, odbywa się oczyszczanie mechaniczne wód dołowych KWK Ziemowit z zawiesiny. W pierwszej fazie wody kopalniane zrzucane są do osadnika. Po oczyszczeniu z zawiesiny przy pomocy koagulantów są dozowane do cieków powierzchniowych, a częściowo kierowane do chłodzenia bloków energetycznych w elektrowni Łaziska.

Dodatkowe zanieczyszczenie wód powierzchniowych powodują odcieki ze składowanych odpadów górniczych, które ulegają wietrzeniu na powierzchni. Wypłukiwanie z hałd zmineralizowanych wód porowych (często zakwaszonych) prowadzi do uwalniania siarczanów i tworzenia kwasu siarkowego, a w kwaśnym środowisku następuje uruchomienie metali ciężkich a nawet rozpad glinokrzemianów i uwalnianie glinu.

**Gleby.** Na degradację gleb istotny wpływ mają emisje pyłów i gazów przemysłowych oraz spalin motoryzacyjnych, składowanie odpadów i niewłaściwe rolnicze użytkowanie gruntów. Stosowanie nawozów mineralnych, osadów ściekowych i środków ochrony roślin powoduje wprowadzanie do gleb szkodliwych pierwiastków metalicznych, związków azotowych, fosforoorganicznych, chlorowanych węglowodorów i innych. Pod wpływem tych czynników następuje spadek zawartości próchnicy, zmiana odczynu, wilgotności i struktury gleby, wymywanie składników odżywczych, a w konsekwencji spadek produktywności gleb.

Na omawianym obszarze powszechne jest albo nadmierne zawilgocenie gleb w nieckach osiadania albo ich przesuszenie w obrębie leja depresji. Stosowanie nawożenia osadami ściekowymi z oczyszczalni ścieków w Tychach wpływa na zanieczyszczenie gleb metalami ciężkimi i niepożądanymi związkami organicznymi.

Gleby zachodniej i północnej części powiatu bieruńsko-lędzińskiego zostały zaliczone do klasy A, pozwalającej na uprawy roślin bez większych ograniczeń (Blarowski i in. 2003). W niektórych rejonach zaznacza się jednak zanieczyszczenie gleb metalami ciężkimi, a w dolinach rzek – ich nadmiernie kwaśny odczyn.

Zanieczyszczenia chemiczne gleb metalami ciężkimi wynikają głównie z działalności przemysłu, warsztatów naprawczych pojazdów i komunikacji. Lokalnie są wynikiem

składowania przeterminowanych środków ochrony roślin, świetlówek lub odpadów górniczych.

## ZAKRES I METODYKA BADAŃ

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

## PRACE TERENOWE

Próbki gleb pobierano w regularnej siatce 250 x 250 m (16 próbek/km<sup>2</sup>). Łącznie pobrano próbki gleb z 1326 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 czerpaka 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 temperatury, przyjmując temperaturę referencyjną 25°C. Próbki wód były filtrowane w terenie przez filtry Millipore 0,45 µm, a po napełnieniu butelek o objętości 30 ml utrwalane kwasem azotowym. Butelki opisywano odpowiednimi numerami.

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

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

## PRACE LABORATORYJNE

**Przygotowanie próbek.** Po przewiezieniu do laboratorium próbki gleb 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 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.  $95^{\circ}\text{C}$  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 wodnych wykonano za pomocą spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-AES). Analizy Hg w próbkach gleb i osadów wodnych

wykonano metodą spektrometrii absorpcji atomowej z techniką zimnych par (CV-AAS) z systemem przepływowym. Odczyn gleb oznaczono pehametrycznie w wyciągach wodnych, a zawartość w nich węgla organicznego metodą kulometryczną. Oznaczenia zawartości B, Ba, Ca, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, SiO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub>, Sr, Ti i Zn w wodach powierzchniowych przeprowadzono metodą ICP-AES, a zawartości Ag, Al, As, Cd, Cl, Co, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, Rb, Sb, Tl i U metodą ICP-MS. Zestawienie metod analitycznych i granic oznaczalności pierwiastków przedstawiono w tabeli 1.

Poprawność wykonywanych oznaczeń chemicznych sprawdzano poprzez analizę próbek podwójnych (około 3% ogólnej liczby próbek), analizę materiałów odniesienia z atestowaną zawartością badanych pierwiastków (2,5% ogólnej liczby próbek) oraz analizę wewnętrznych próbek kontrolnych potwierdzających prawidłowe wykonywanie pomiarów instrumentalnych (10% ogólnej liczby próbek). Stosowano „ślepe próbki odczynnikowe” oraz „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 niepewność rozszerzona metody nie przekracza 25%. Dla próbek wód niepewność rozszerzona metody nie przekracza 15–25% (zależnie od zawartości pierwiastka).

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

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

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

## BAZY DANYCH I KONSTRUKCJA MAP GEOCHEMICZNYCH

**Podkład topograficzny.** Do opracowania podkładu dla map geochemicznych w skali 1:25 000 użyto najbardziej aktualnej mapy topograficznej w skali 1:50 000 w układzie współrzędnych 1992, arkusz Oświęcim M-34-63-C (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, szyby górnicze, wyrobiska kopalniane, hałdy i osadniki).

**Mapa geologiczna.** Dla ilustracji budowy geologicznej badanego obszaru wykorzystano Szczegółową mapę geologiczną Polski 1:50 000 arkusz Oświęcim (Biernat, Krysowska, 1955). Poprzez cyfrowanie poszczególnych elementów mapy geologicznej utworzono ich obrazy wektorowe, które następnie połączono z podkładem topograficznym w formie mapy geologicznej w skali 1:25 000 (tabl. 1).

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

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

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

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

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

- zabudowa terenu,
- użytkowanie terenu,
- zawartość węgla organicznego oraz frakcji piaszczystej, pylastej i ilastej w glebach z głębokości 0,0–0,3 m,
- pH w glebach z głębokości 0,0–0,3 m i 0,8–1,0 m,
- zawartość Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V i Zn w glebach z głębokości 0,0–0,3 m i 0,8–1,0 m oraz w osadach wodnych,
- pH i EC oraz zawartość Ag, Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Cl, Co, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Rb, Sb, SiO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub>, Sr, Ti, Tl, U i Zn w wodach powierzchniowych,
- klasyfikacja gleb z głębokości 0,0–0,3 m wskazująca właściwy sposób ich użytkowania (z wydzieleniem grup użytkowania gleb na podstawie Rozporządzenia..., 2002).

Zabudowę i użytkowanie terenu oraz klasyfikację gleb z zakresu głębokości 0,0–0,3 m w odniesieniu do sposobu 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 Bieruń Stary i arkuszy sąsiednich w skali 1:25 000, aby uniknąć niezgodności na granicy arkuszy. Z utworzonych map monopierwiastkowych wycinano arkusz Bieruń Stary i łączono z podkładem topograficznym.

Mapy geochemiczne osadów wodnych i wód powierzchniowych opracowano oddzielnie dla arkusza Bieruń Stary. 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

Na terenie arkusza przeważają gleby bielicowe, pseudobielicowe i brunatne, wytworzone z utworów wodnolodowcowych i lodowcowych, lokalnie czarne ziemie, rędziny (na wzniesieniach w okolicy Łędzin) i gleby bagienne (Miler-Janczyk i in., 2004).

Oprócz naturalnych czynników glebotwórczych na jakość gleb wpływają czynniki antropogeniczne. Działalność gospodarcza i procesy przemysłowo-urbanizacyjne przyczyniły się do degradacji pokrywy glebowej (zmian profilu glebowego i właściwości fizykochemicznych).

**Skład granulometryczny.** Prawie wszystkie właściwości chemiczne i fizyczne gleb wiążą się bezpośrednio lub pośrednio z ich składem mechanicznym. Określenie uziarnienia gleb pozwala wnioskować o ich genezie i podatności na zanieczyszczenie. Jest jednym z głównych parametrów warunkujących mobilność pierwiastków w profilu glebowym. Skład ziarnowy jest też podstawowym wskaźnikiem określającym wartość użytkową gleby (Kocowicz, 2000). Każda z frakcji mechanicznych, czyli grup cząstek o określonych wymiarach i często zbliżonych właściwościach fizyczno-chemicznych, wpływa na porowatość, zwięzłość, plastyczność, rodzaje sorpcji oraz odporność gleb na czynniki degradujące (Prusinkiewicz i in., 1994). Skład ziarnowy gleb jest też ważnym z czynnikiem warunkującym zawartość pierwiastków chemicznych w ich składzie.

Gleby z dużym udziałem frakcji ilastej, zwanej również frakcją splewialną (<0,02 mm) i pylastej (0,1–0,02 mm), charakteryzują się zwykle wyższymi zawartościami pierwiastków i ich mniejszą mobilnością w warunkach hipergenicznych. W normach i zaleceniach określających dopuszczalne stężenia metali w glebach zwykle uwzględnia się tę ich właściwość, dopuszczając wyższe stężenia graniczne dla gleb z dużym udziałem frakcji ilastej i niższe stężenia dla gleb z dużym udziałem frakcji piaszczystych (Kabata-Pendias i in., 1995).

W przeprowadzonych badaniach składu mechanicznego powierzchniowej warstwy gleb wydzielono grupy granulometryczne: 1,0–0,1 mm, 0,1–0,02 mm i <0,02 mm zgodnie z polską normą BN-78/9180-11 (1997) zalecaną przez Polskie Towarzystwo Gleboznawcze.

Zróznicowanie składu ziarnowego powierzchniowej warstwy gleb wiąże się wyraźnie z litologią skał macierzystych. Na przeważającym obszarze zawartość frakcji piaszczystej (1,0–0,1 mm) przekracza 75% (tabl. 4), a największe jej zawartości (>90%) stwierdzono w glebach utworzonych na fluwioglacjalnych osadach piaszczysto-żwirowych (tabl. 1) w

północnej części arkusza. Obfitość frakcji piaszczystej w glebach utworzonych z glin zwałowych wskazuje na ich znaczne przemycie i zapiaszczenie.

Wzbogacenie we frakcję pylastą (0,1–0,02 mm) zaznacza się w glebach centralnej części arkusza (Wygorzele–Klachowiec–Urbanowice–Jaroszowice) oraz w rejonie Pagórów Lędzińskich (tabl. 5). Gleby tych terenów, rozwinięte odpowiednio na glinach zwałowych oraz klastycznych osadach karbonu i węglanowych formacjach triasu, zawierają >10% frakcji pylastej, a lokalnie >15%.

Zawartość frakcji ilastej (<0,02 mm) w większości gleb nie przekracza 10% (tabl. 6). Jedynie w okolicy szybów KWK Ziemowit w Lędzinach w glebach utworzonych na klastycznych osadach karbonu ilość frakcji ilastej jest większa od 10%.

**Odczyn.** W obydwu analizowanych zakresach głębokości przeważają gleby o odczynie kwaśnym. Najbardziej zakwaszone ( $\text{pH} < 5$ ) są gleby powierzchniowej warstwy kompleksów leśnych rozwiniętych na północy arkusza. Kwaśnym odczynem charakteryzują się też gleby w południowo-wschodniej części arkusza (miejscami pokryte lasami) oraz gleby aluwialne dolin rzecznych. Na głębokości 0,8–1,0 m wyraźnie zaznacza się płat gleb kwaśnych ( $\text{pH} < 6,3$ ), rozwiniętych na glinach zwałowych między dolinami Tyszanki i Mlecznej.

Gleby o odczynie obojętnym ( $\text{pH} 6,8\text{--}7,4$ ) zajmują większe powierzchnie na głębokości 0,8–1,0 m, skupiając się głównie w środkowo-wschodniej i zachodniej części arkusza (tabl. 7 i 8).

Niewielkie powierzchnie, w obydwu analizowanych zakresach głębokości, zajmują gleby o odczynie zasadowym ( $\text{pH} > 7,4$ ). Występują tylko na wychodniach węglanowych utworów triasu (w rejonie Lędzin i Cielmic) oraz przy zachodniej granicy arkusza na osadach karbońskich i glinach zwałowych. Niektóre gleby w obszarach zurbanizowanych charakteryzują się  $\text{pH} > 8$ , co może być spowodowane opadami pyłów alkalicznych z obiektów przemysłowych.

**Geochemia.** Skład chemiczny skał macierzystych jest najważniejszym czynnikiem wpływającym na chemizm gleb. Podstawowe cechy geochemiczne skał pierwotnych są bardziej czytelne w głębszych częściach profili glebowych, a przestrzenne rozmieszczenie pierwiastków odziedziczonych po skałach macierzystych często pozwala na prześledzenie zróżnicowania tła geochemicznego i wydzielenie naturalnych anomalii.

Analiza składu chemicznego gleb wskazuje na wyraźny związek rozkładu przestrzennego pierwiastków (glinu, baru, wapnia, kobaltu chromu, niklu, fosforu, strontu, tytanu i wanadu) z budową geologiczną podłoża i ich kumulację we frakcji pylastej gleb.

Przeciętne zawartości tych pierwiastków (wyrażone wartościami median) są zbliżone do wartości tła geochemicznego regionu śląsko-krakowskiego (tab. 2). Gleby rozwinięte z glin zwałowych są na ogół bogatsze w większość składników w porównaniu z glebami powstałymi z piaszczystych utworów wodnolodowcowych czwartorzędu. Mniejsze zawartości pierwiastków gleb piaszczystych wiążą się z ich ubogim składem chemicznym i kwaśnym odczynem, który sprzyja ługowaniu wielu składników.

Szczególnie charakterystyczne są rozkłady przestrzenne większych zawartości glinu, żelaza, chromu, tytanu i wanadu, pokrywające się z intersekcyjnym obrazem wychodni glin zwałowych (zwłaszcza na głębokości 0,8–1,0 m). Obszary zajęte przez gleby obfitujące w te pierwiastki są bardziej rozległe w ich warstwie powierzchniowej.

Najwyraźniejsze wzbogacenia gleb w metale ciężkie, siarkę i fosfor występują w glebach aluwialnych i wiążą się ze źródłami antropogenicznymi.

Bogate w glin (>1,60%), bar (>240 mg/kg), fosfor (>0,120%), chrom (>20 mg/kg), kobalt (>8 mg/kg), nikiel (>10 mg/kg) i wanad (>40 mg/kg) są gleby doliny Gostyni. Duże zawartości tego samego zespołu pierwiastków są charakterystyczne dla gleb aluwialnych doliny Mlecznej i Przyrwy, które są ponadto wzbogacone w żelazo (>4%) i mangan (>800 mg/kg). Źródła tych pierwiastków należy upatrywać w wodach i osadach niosących składniki pochodzenia antropogenicznego i litologicznego, zebrane z całych dorzeczy i nawarstwiające się w czasie powodzi. Dogodne środowisko utworów o wysokiej pojemności sorpcyjnej (namulów organicznych, ilów i torfów) decyduje o koncentracji metali.

W glebach utworzonych na czwartorzędowych glinach, namulach rzecznych i skałach starszego podłoża zawartość węgla organicznego najczęściej mieści się w zakresie 1,5–3%. Najbardziej zasobne w węgiel organiczny (>3%) są gleby aluwialne w dolinie Gostyni i w lasach północnej części arkusza. W niektórych lasach gleby zawierają >24% węgla i jednocześnie są wzbogacone w kadm (>2 mg/kg), rtęć (>0,10 mg/kg), ołów (>100 mg/kg) i siarkę (>0,080%). Anomalia prawdopodobnie powstała w miejscu składowania odpadów z osadników i hałd KWK Mysłowice-Wesoła, której obiekty znajdują się w niewielkiej odległości od północnej granicy arkusza.

Wyraźne anomalie kilku pierwiastków (z dwoma rejonami maksymalnych stężeń w obydwu zakresach głębokości) zanotowano w glebach aluwialnych doliny Mlecznej w centralnej części arkusza, gdzie w XIX w. istniały stawy hodowlane (Absalon, Wac, 1992). Gleby z obydwu zakresów głębokości obfitują tu w arsen, bar, kadm, kobalt, chrom, żelazo, mangan, nikiel i fosfor. Źródłem żelaza i innych metali mogła być historyczna eksploatacja i

przeróbka rud darniowych w Lasach Murckowskich (Ratajczak, Skoczylas, 1999) oraz kuźnice działające na tym terenie od połowy XVII w. (Oficjalna strona..., 2010).

Gleby rozwinięte na wychodniach węglanowych utworów triasu (rejon Wzgórz Lędzińskich i okolica Cielmic) wyróżniają się obfitością wapnia i magnezu (>1%), a rozkład zawartości tych pierwiastków, odzwierciedlający związek z chemizmem skał podłoża, jest znacznie bardziej wyrazisty w głębszych warstwach profili. W tych glebach zaznacza się też wzbogacenie w żelazo, mangan, chrom, kobalt, wanad i tytan, co można wiązać z rozproszoną mineralizacją kruszcową i nagromadzeniami limonitu.

Antropogeniczne zanieczyszczenia gleb występują w kilku obszarach.

Zanieczyszczenia arsenem (>20 mg/kg) stwierdzono w glebach aluwialnych Gostyni, Przyrwy i Mlecznej. Punktową anomalię (do 537 mg/kg arsenu) zanotowano w powierzchniowej warstwie gleb aluwialnych w Bieruniu Starym, które są również silnie zanieczyszczone miedzią (do 724 mg/kg), ołowiem (do 6876 mg/kg) i cynkiem (do 23 170 mg/kg) oraz wzbogacone w bar, wapń, żelazo i siarkę. Anomalie występują w dolnym odcinku zlewni bezimiennych cieków dopływających do Mlecznej z rejonu obiektów KWK Piast (położonych poza wschodnią granicą arkusza) i drenujących węglanowe utwory triasu w swoich obszarach źródłowych oraz czwartorzędowe mady w dolnym biegu. Koncentracje pierwiastków mają przypuszczalnie pochodzenie antropogeniczno-geologiczne.

W bezpośrednim sąsiedztwie oczyszczalni ścieków w Urbanowicach w powierzchniowej warstwie gleb zaznaczają się intensywne lokalne anomalie srebra (do 11 mg/kg), baru (do 670 mg/kg), kadmu (do 12 mg/kg), chromu (do 76 mg/kg), miedzi (do 298 mg/kg) i rtęci (do 7,2 mg/kg). Nieco mniej rozległe są ich anomalie na głębokości 0,8–1,0 m.

Znaczną degradację chemiczną gleb w obydwu analizowanych zakresach głębokości stwierdzono na obszarze kompleksu przemysłowego papierni Czulołów (pracującej nieprzerwanie od 1887 r.) i w jej najbliższym otoczeniu. Najistotniejsze jest skażenie miedzią i rtęcią. W powierzchniowej warstwie gleb zawartość tych pierwiastków dochodzi odpowiednio do 457 mg/kg i 20,23 mg/kg. Na głębokości 0,8–1,0 m zawartość miedzi osiąga 4047 mg/kg, rtęci 4,70 mg/kg, a anomalie zajmują większe obszary. Dodatkowe zanieczyszczenie powodują: arsen (>40 mg/kg), bar (>240 mg/kg), ołów (>250 mg/kg) i siarka (>0,160%).

Na terenie obiektów przemysłowych PT-KSSE w Urbanowicach i fabryki Fiat gleby są nieco wzbogacone w bar i wapń, pochodzące przypuszczalnie z rozpraszania pyłów emitowanych przez elektrociepłownię podczas przemysłowego spalania węgla (Rózkowska, Ptak, 1995a, b). Emisje pyłowe z innych zakładów tego rejonu powodują nieznaczny wzrost

ilości kobaltu, miedzi, niklu i wanadu w ich otoczeniu. Wyraźne wzbogacenie w siarkę powierzchniowej warstwy gleb wiąże się przede wszystkim z emisjami dwutlenku siarki z elektrowni Łaziska i elektrociepłowni Tychy.

Z uwagi na łatwość kumulacji i szkodliwe oddziaływanie nadmiaru kadmu, ołowiu i cynku dla roślin i mikroorganizmów bytujących w glebach oszacowano wielkość powierzchni arkusza zanieczyszczonych tymi metalami w różnym stopniu (tab. 6). Na przeważającym obszarze arkusza gleby warstwy powierzchniowej zawierają <4 mg/kg kadmu, <100 mg/kg ołowiu i <100 mg/kg cynku, a na głębokości 0,8–1,0 przeważają gleby o zawartości <1 mg/kg kadmu i <25 mg/kg ołowiu.

Anomalie miedzi, arsenu i rtęci występują tylko lokalnie i nie stwarzają poważnego zagrożenia dla środowiska gleb.

Dla gleb z głębokości 0,0–0,3 m przeprowadzono sumaryczną 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 37,63% spośród badanych gleb zaliczono do grupy A. Do grupy B zaklasyfikowano 43,97% analizowanych próbek, a do grupy C – 18,40% (tab. 7). Klasyfikacja (tabl. 63) wskazuje, jak powinien być użytkowany dany teren zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia... (2002). W wielu przypadkach aktualne użytkowanie jest niewłaściwe i wymaga co najmniej monitorowania, a niekiedy rekultywacji. Stężenia metali w glebach niektórych lasów, pól, łąk i ogrodów są tak duże, że tereny te powinny być użytkowane tylko jako obszary przemysłowe. Warunki wielofunkcyjnego użytkowania spełniają gleby zaliczone do grup A i B. Do grupy C zaliczono większość gleb rozwiniętych na osadach aluwialnych, gleby obszarów przemysłowych PT-KSSE i papierni Czulów oraz gleby części lasów porastających stare hałdy między dolinami Pstrążnika i Przyrwy (tabl. 63).

## **OSADY WODNE**

Badane osady pochodzą z rzek, strumieni, kanałów, rowów melioracyjnych, Jeziora Łysina oraz niewielkich stawów i sadzawek. Na skład chemicznych osadów dominujący wpływ mają wody kopalniane, zrzucane do cieków zarówno na terenie arkusza, jak i poza jego granicami.

W analizowanych osadach do pierwiastków pochodzących głównie z erozji gleb i ich skał macierzystych należą: glin, arsen, bar, wapń, magnez, żelazo, mangan, fosfor, siarka, tytan i wanad. Ich zawartości wahają się nieznacznie w poszczególnych zlewniach, a ilości przeciętne (wyrażone wartościami median) są zbliżone do wartości tła geochemicznego w osadach regionu śląsko-krakowskiego (tab. 4). Przy charakterystyce osadów uwagę poświęcono więc przede wszystkim składnikom osadów pochodzącym ze źródeł antropogenicznych. Metale ciężkie i inne pierwiastki uruchomione zarówno w efekcie procesów naturalnych jak i na skutek działalności gospodarczej człowieka są zatrzymywane w osadach, a ich toksyczne oddziaływanie na ekosystemy wodne jest szeroko dokumentowane od wielu lat (Calmano, Förstner, 1995; Wolska i in., 1999; Burton, Landrum, 2003).

**Gostynia.** Dopływ zanieczyszczeń przemysłowych i komunalnych z Łazisk Górnych w górnym biegu rzeki, zrzuty ścieków z oczyszczalni Tychy Urbanowice oraz osady dostarczane przez Tyszanke są przyczyną nadmiernych koncentracji metali w aluwiach. Jednym z ognisk zanieczyszczeń są osady rowów odprowadzających ścieki ze strefy przemysłowej PT-KSSE. Występują w nich punktowe anomalne zawartości chromu (do 40 mg/kg), miedzi (do 104 mg/kg), manganu (do 1400 mg/kg), ołowiu (60–70 mg/kg), strontu (do 200 mg/kg), tytanu (do 600 mg/kg), wanadu (40 mg/kg), wapnia (14,40%) i cynku (do 500 mg/kg).

Zanieczyszczenie osadów Gostyni jest najbardziej wyraziste poniżej ujścia Tyszanki. Zawartość srebra w osadach tej części rzeki wynosi 2–3 mg/kg, kobaltu 10–20 mg/kg, chromu 30 mg/kg, miedzi 30–60 mg/kg, rtęci 0,40–0,50 mg/kg, niklu 20–50 mg/kg, fosforu 0,70%, ołowiu 100 mg/kg, wanadu 30–50 mg/kg i cynku 300–700 mg/kg.

**Tyszanka i jej zlewnia.** Tyszanka powstaje z połączenia Potoku Browarnianego i Potoku Wilkowyjskiego w dzielnicy Stare Tychy. Jej obszar źródłowy i cała zlewnia położone są na terenie zurbanizowanym.

W obrębie arkusza do zanieczyszczenia osadów aluwialnych potoku w największym stopniu przyczyniają się zrzuty ścieków i odcieki ze składowiska odpadów polakierniczych fabryki Fiat i zakładów remontowych, ale większość metali (chrom, miedź, rtęć, nikiel, ołów, tytan, cynk) a także siarka są dostarczane z wyżej położonej części zlewni. Osady zawierają metale w ilościach wielokrotnie przekraczających wartości tła geochemicznego (tab. 4). Najpoważniejsze jest zanieczyszczenie aluwiów miedzią (150–400 mg/kg; do 537 mg/kg), rtęcią (0,30–0,60 mg/kg; do 2,71 mg/kg) i chromem (30–60 mg/kg; do 102 mg/kg). W

porównaniu do wartości przeciętnych dla aluwiiów obszaru Górnego Śląska osady Tyszanki są też wzbogacone w kobalt, żelazo, nikiel, siarkę, tytan i cynk.

W składzie osadów Potoku Nowotyskiego, wpływającego do Tyszanki od południa, zauważalna jest dominacja składników pochodzenia geogenicznego. Osady są wzbogacone w bar, mangan, tytan i nikiel, źródła których można dopatrywać się w drenażu glin zwałowych budujących podłoże doliny. Zwiększona zawartość cynku (300–400 mg/kg) ma prawdopodobnie pochodzenie antropogeniczne.

**Mleczna i jej zlewnia.** Przeciętne zawartości glinu, srebra, arsenu, baru, kadmu, kobaltu, magnezu, manganu, niklu, ołowiu, siarki, strontu, tytanu, wanadu i cynku w aluviach zlewni Mlecznej (tab. 4) są zbliżone do wartości tła geochemicznego. Źródłem tych pierwiastków jest materiał mineralny pochodzący z wietrzenia gleb i skał podłoża. Osady są nieznacznie wzbogacone w kobalt, chrom i stront, co można wiązać z ich wytrącaniem ze zrzucanych ścieków i spływów obszarowych. Zwiększenie zawartości glinu, baru, kobaltu, chromu, miedzi, żelaza, manganu, niklu i strontu w osadach stawów w górnej części zlewni można przypisać zanieczyszczeniom transportowanym przez rzekę spoza granic arkusza.

Na terenie lasów w północnej części zlewni zwraca uwagę skład chemiczny osadów niewielkiego cieką bez nazwy drenującego teren bagienno-rozlewiskowy. Są one wzbogacone w glin (do 2,34%), żelazo (8–18%), arsen (do 300 mg/kg), ołów (50–140 mg/kg), cynk (500–2200 mg/kg) a lokalnie także w mangan. Zawierają też znaczne ilości baru, kadmu i kobaltu. Skoncentrowanie metali w osadach może się wiązać z historyczną eksploatacją i przeróbką rud darniowych oraz ich współczesnymi wystąpieniami. Głównym źródłem żelaza dla tworzących się rud mogły być gliny zwałowe oraz piaski i ily wodnolodowcowe, w których żelazo może występować w związkach tlenkowych i wodorotlenkowych, siarczkach, siarczanach, węglanach, minerałach ciężkich i ilastych oraz w związkach organiczno-mineralnych (Ratajczak, Skoczylas, 1999). Cynk i ołów pochodzą przypuszczalnie z wietrzenia węglanowych utworów triasu z rozproszoną mineralizacją kruszcową.

W dolinie Rowu Murckowskiego, zasilającego Mleczną w północnej części arkusza, zlokalizowane jest zabagnione zalewisko, w którego wysychających osadach zanotowano anomalne zawartości kadmu (41 mg/kg), chromu (677 mg/kg), miedzi (429 mg/kg), niklu (65 mg/kg), siarki (>2%) i cynku (1500 mg/kg) oraz zwiększone ilości glinu, srebra, rtęci i ołowiu. Źródłem metali mogą być zarówno wody Rowu Murckowskiego jak i spływy powierzchniowe z gleb zanieczyszczonych anomalnie przez papiernię w Czulowie.

Prawobrzeżny dopływ Mlecznej odwadniającaj rejon Zwierzyniec–Wygorzele zawiera osady o dość skomplikowanym składzie chemicznym. Są one bogate w glin (0,5–1%), fosfor



(0,3–2,4%), żelazo (3–12%), mangan (100–3500 mg/kg), bar (250–600 mg/kg), cynk (300–1300 mg/kg), a lokalnie także w tytan i wanad. Źródła tych pierwiastków można upatrywać zarówno w erozji glin zwałowych budujących zlewnię potoku, jak i w antropogenicznych spływach obszarowych z Tychów w jego obszarze źródłowym. Do osadów dostarczane są między innymi fosforany i metale ciężkie, a podmokła i wypełniona torfami dolina cieków stwarza dogodne warunki gromadzenia wodotlenków żelaza sorbujących metale.

Aluwia o anomalnej zawartości żelaza (20–40%) i manganu (1000–2500 mg/kg), wzbogacone w glin, nikiel i wanad występują też w bezodpływowych rowach południowo-wschodniej części arkusza, zlokalizowanych w pobliżu osadnika i pompowni wód dołowych KWK Piast. Ich skład chemiczny to prawdopodobnie efekt obecności rud darniowych. Osady tych cieków zawierają znacznie mniej metali ciężkich w porównaniu z osadami terenów bezodpływowych na północy arkusza, co można wiązać z odmiennym składem fazowym rud wpływającym na ich właściwości sorpcyjne i uboższym źródłem metali.

**Pstrążnik.** Osady ujściowego odcinka strumienia obfitują w bar (400–700 mg/kg), wapń (1,5–3%), stront (100–300 mg/kg) i cynk (300 mg/kg). Główne źródło wzbogacenia osadów w te pierwiastki stanowią zawiesiny i wody kopalniane odprowadzane z KWK Mysłowice-Wesoła.

**Przyrwa i jej zlewnia.** Osady strumienia na całej długości zawierają glin, arsen, magnez, siarkę, stront i tytan w zakresie regionalnego tła geochemicznego. Wzbogacenia w srebro (2–3 mg/kg), miedź (20–80 mg/kg), rtęć (0,2–1,4 mg/kg) i fosfor (0,30–0,70%) wiążą się ze zrzutami ścieków komunalnych z terenu Mysłowic i Lędzin.

W składzie osadów widać bardzo wyraźne lokalne zmienności w miejscach zrzutu wód kopalnianych z osadnika KWK Ziemowit i KWK Mysłowice-Wesoła w górnej części zlewni. W tych miejscach w osadach gwałtownie wzrasta zawartość baru (do 500–1000 mg/kg), kadmu (do 10 mg/kg), cynku (do 1500–1700 mg/kg), strontu (do 200–300 mg/kg) i manganu (do 18 850 mg/kg). Zaznacza się też wzrost ilości kobaltu, niklu i wanadu.

**Jezioro Łysina.** Osady jeziora, którego nie zasilają zanieczyszczone cieków, charakteryzują się małymi zawartościami wszystkich badanych pierwiastków. Na ogół są one mniejsze niż zawartości przeciętne w osadach regionu śląsko-krakowskiego.

## WODY POWIERZCHNIOWE

**Gostynia.** W granicach arkusza Gostynia prowadzi wody o odczynie słabo zasadowym (mediana pH 7,7) i zmienności w granicach 7,4–7,9. Większą wartość pH (8,3–

9,2) zanotowano jedynie w miejscu zrzutu wód z terenu strefy przemysłowej PT-KSSE. Przewodność elektryczna w granicach 3,84–8,36 mS/cm (mediana 5,66 mS/cm) jest dowodem na dużą degradację wód, biorąc pod uwagę, że EC powyżej 1 mS/cm wskazuje na ich znaczne zanieczyszczenie (Witczak, Adamczyk, 1994).

Wody Gostyni najbardziej obciąża zespół pierwiastków charakterystyczny dla wód kopalnianych (bor, chlor, potas, lit, magnez, molibden, sód, rubid, siarczany i stront). Przeciętne ilości, wyrażone wartościami median, wynoszą odpowiednio: 1051,3 mg/dm<sup>3</sup> sodu, 1713 mg/dm<sup>3</sup> chloru, 1115 µg/dm<sup>3</sup> boru, 37,5 mg/dm<sup>3</sup> potasu i 247,7 µg/dm<sup>3</sup> litu. W wodach Gostyni zanotowano też znaczące wzbogacenie w stront (1125–2593 µg/dm<sup>3</sup>; mediana 1894 µg/dm<sup>3</sup>), kilkakrotnie przekraczające wartość tła geochemicznego (253 µg/dm<sup>3</sup>) wód regionu śląsko-krakowskiego (tab. 5). Zasolenie wód Gostyni wiąże się przede wszystkim ze zrzutami ścieków z elektrowni Łaziska. Podstawowym źródłem zaopatrzenia elektrowni są wody kopalniane eksploatacyjne z KWK Bolesław Śmiały i KWK Ziemowit oraz wody uzupełniające, czerpane z ujęć wód podziemnych w nieczynnych zrobach kopalnianych KWK Wesola, stanowiących własność elektrowni. Mieszanka tych wód po odpowiedniej obróbce stosowana jest w obiegu chłodzącym (Elektrownia Łaziska, 2010). Również ścieki socjalno-bytowe i przemysłowe elektrowni przetłaczane są kolektorem zrzutowym do Gostyni.

Wzbogacenie wód w metale (miedź, kobalt, molibden i antymon) oraz wapń i magnez wiąże się prawdopodobnie ze zrzutami ścieków z huty Łaziska, produkującej żelazostopy używane w procesach odlewniczych i stalowniczych (Huta Łaziska, 2010). Metale nieżelazne są składnikami stopów, a wapń i magnez to składniki topników.

**Tyszanka i jej zlewnia.** Wody Tyszanki i jej dopływów charakteryzują się odczynem słabo zasadowym (mediana pH 7,4) i stosunkowo niewielką mineralizacją (mediana EC 0,74 mS/cm). W rejonie ogródków działkowych w dzielnicy Zawisć zanotowano zwiększoną mineralizację (0,84–0,96 mS/cm) wód, a poniżej – wzbogacenie w metale. Zawartość miedzi dochodzi tu do 18,4 µg/dm<sup>3</sup>, niklu do 7 µg/dm<sup>3</sup> i cynku do 170 µg/dm<sup>3</sup>. Źródła miedzi można dopatrywać się w nadmiernym stosowaniu środków ochrony roślin. Wzbogacenie w cynk i nikiel jest trudne do wyjaśnienia.

W dolnym odcinku strumień przyjmuje ścieki z oczyszczalni Urbanowice, do której spływają ścieki komunalne z Tychów, łącznie ze ściekami z zakładów przemysłowych. Po przyjęciu ścieków z oczyszczalni w wodach Tyszanki najwyraźniej wzrasta zawartość fosforu (do 15–17 mg/dm<sup>3</sup>) i niklu (40–47 µg/dm<sup>3</sup>), ale także boru, chloru, potasu, molibdenu, sodu i krzemionki.

Prawobrzeżny dopływ Tyszanki – Potok Nowotyski – jest zasilany przez zbiornik retencyjny (czasowo wysychający) oraz zrzuty ścieków z obszaru przemysłowego PT-KSSE. Jego koryto jest całkowicie odizolowane od podłoża poprzez szczelną obudowę betonową. W 2008 r. w wodach potoku zanotowano ekstremalną punktową anomalię miedzi ( $551 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) oraz podwyższone ilości antymonu ( $1,8\text{--}2,6 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), ołowiu ( $21,9 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) i cynku ( $302,08 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ). Badania kontrolne wykonane w 2009 r. nie potwierdziły tak wysokich koncentracji; stwierdzono  $3,3 \mu\text{g}/\text{dm}^3$  miedzi,  $0,6 \mu\text{g}/\text{dm}^3$  ołowiu i  $0,03 \mu\text{g}/\text{dm}^3$  cynku. Wykryte wcześniej anomalie miały prawdopodobnie charakter incydentalny i wiązały się z okresowym zrzutem ścieków zanieczyszczonych metalami ze strefy przemysłowej.

**Mleczna i jej zlewnia.** Na terenie zlewni cieką płyną przeważnie w sztucznych, kopanych korytach o charakterze kanałów lub rowów. W górnym biegu Mleczna przyjmuje wody kopalniane z KWK Murcki (poprzez Rów Murckowski) oraz z KWK Mysłowice-Wesoła (przez strumień Pstrążnik). Na skład chemiczny wód Mlecznej decydujący wpływ mają zasolone wody tych dopływów, scharakteryzowano więc chemizm wód zlewni łącznie z ich ujściowymi odcinkami. W dalszym biegu rzeka zasilana jest zrzutami wód z KWK Ziemowit poprzez Przyrwę.

Odczyn wód Mlecznej i zasilających ją cieków zmienia się najczęściej w przedziale  $7,5\text{--}8,0$  a wartość przewodnictwa jest zróżnicowana. W górnym biegu rzeki (do ujścia Pstrążnika) EC waha się w granicach  $2\text{--}3 \text{ mS}/\text{cm}$ , a poniżej wynosi  $8\text{--}15 \text{ mS}/\text{cm}$ , wskazując na bardzo dużą degradację wód (Witczak, Adamczyk, 1994).

W wodach Mlecznej występują anomalie pierwiastków zawartych w wodach kopalnianych. Są one zanieczyszczone borem ( $900\text{--}1300 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), barem ( $400\text{--}500 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), chlorem ( $3000\text{--}5000 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ), potasem ( $50 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ), litem ( $300\text{--}450 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), magnezem ( $150\text{--}200 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ), sodem ( $2000\text{--}2500 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ), rubidem ( $60\text{--}80 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ), siarczanami ( $250\text{--}300 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ), uranem ( $0,4\text{--}0,5 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) i strontem ( $5000\text{--}8000 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ ). Wyraźnie zaznaczają się zmienności stężeń tych składników w słonych wodach zrzucanych do Mlecznej z różnych kopalń. Wody kopalniane z KWK Mysłowice-Wesoła są głównym źródłem baru, wapnia, molibdenu i antymonu, zaś wody z KWK Murcki zawierają więcej siarczanów i krzemionki.

Wody prawobrzeżnych bezimiennych dopływów Mlecznej odwadniających Tychy Czulów zawierają od  $5$  do  $16 \text{ mg}/\text{dm}^3$  fosforu, którego źródłem są nieodpowiednio oczyszczone zrzuty z oczyszczalni ścieków i systemów sanitarnych. Zanieczyszczenie jest

bardzo poważne i może powodować eutrofizację wód. Już zawartość fosforu  $>1 \text{ mg/dm}^3$  kwalifikuje wody do V klasy jakości (Rozporządzenie..., 2004).

W lasach w północnej części arkusza w izolowanych bezodpływowych rowach zanotowano anomalne stężenia glinu ( $2000\text{--}3700 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$ ), kadmu ( $3\text{--}10 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$ ), tytanu ( $4\text{--}9 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$ ), talu ( $0,40 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$ ) i cynku ( $1000\text{--}1200 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$ ) oraz zwiększone zawartości arsenu, ołowiu, kobaltu i żelaza. Źródłem pierwiastków dla stagnujących wód są spływy powierzchniowe z okolicznych gleb leśnych i trudno jest określić przyczynę takiej koncentracji składników w wodach na praktycznie nie użytkowanym obszarze. Być może w przeszłości na tym terenie była prowadzona eksploatacja rud darniowych lub istniało składowisko (hałda?) skał płonnych. Prawdopodobnym źródłem metali może być też drenaż utworów zawierających darniowe rudy żelaza.

Wody o anomalnych zawartościach żelaza (kilkadziesiąt  $\text{mg/dm}^3$ ), manganu (do  $5000 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$ ) i niklu (do  $91 \text{ }\mu\text{g/dm}^3$ ) są charakterystyczne dla bezodpływowych rowów odwadniających obniżenia terenu w południowo-wschodniej części arkusza. Cieki te, zlokalizowane w pobliżu osadnika i pompowni wód dołowych KWK Piast odznaczają się zwiększoną mineralizacją (EC  $1,5\text{--}2 \text{ mS/cm}$ ) oraz wzbogaceniem w arsen, kobalt, siarczany, krzemionkę i stront. Źródłem wymienionych pierwiastków są prawdopodobnie wody kopalniane zrzucane periodycznie, zatrzymywane w rowach i infiltrujące do gleb. Ślady okresowych wysokich stanów wód i ich stagnacji w obniżeniach terenu są zaznaczone w postaci rdzawych osadów związków żelaza na okolicznych drzewach.

**Przyrwa i jej zlewnia.** Wody Przyrwy i zasilających ją cieków są słabo zasadowe (mediana pH 7,9) i lekko zmineralizowane (EC  $1,04\text{--}1,12 \text{ mS/cm}$ ).

Koncentrują się w nich pierwiastki charakterystyczne dla wód kopalnianych – bor, chlor, potas, lit i sód. Ich źródłem są słone wody z KWK Mysłowice-Wesoła zrzucane do Przyrwy w jej górnym biegu oraz z KWK Ziemowit, dostarczane poprzez osadnik w Lędzinach. Stężenia tych pierwiastków są nieco mniejsze niż w wodach Rowu Murckowskiego i Pstrężnika, co prawdopodobnie wiąże się z rozcieńczaniem wód słonych przez zrzuty ścieków komunalnych z Mysłowic w górnej części Przyrwy.

Koncentracje fosforu, osiągające  $0,5\text{--}1 \text{ mg/dm}^3$  znacznie przekraczają wartość tła geochemicznego ( $0,26 \text{ mg/dm}^3$ ) i świadczą o pozostałości ścieków komunalnych. Z tym źródłem może wiązać się również wzbogacenie w kobalt i żelazo.

**Jeziro Łysina.** Wody jeziora mają odczyn zasadowy (pH 9) i są słabo zmineralizowane (EC  $0,5 \text{ mS/cm}$ ). Zawierają małe ilości prawie wszystkich badanych

składników. Nieco zwiększone są w nich zawartości boru, chloru i sodu co prawdopodobnie można wiązać z przesączaniem się do jeziora wód z obniżeń w dolinach Mlecznej i Gostyni.

## WNIOSKI

1. Skład chemiczny podłoża gleb jest najważniejszym czynnikiem wpływającym na ich geochemię. Gleby utworzone na piaszczystych utworach wodnolodowcowych i rzecznych charakteryzują się małymi zawartościami wszystkich badanych pierwiastków. Gleby, dla których skałami macierzystymi są węglanowe utwory triasu, wyróżniają się największymi zawartościami wapnia, magnezu oraz manganu i są wzbogacone w większość badanych pierwiastków. Gleby wykształcone na wychodniach glin zwałowych są wzbogacone w glin, kobalt, chrom, żelazo, nikiel, tytan i wanad.
2. Gleby aluwialne dolin rzecznych są zanieczyszczone antropogenicznie przez arsen, bar, chrom, ołów, miedź, rtęć oraz wzbogacone w fosfor, siarkę, żelazo, mangan, kobalt, nikiel i wanad. Pierwiastki te są skoncentrowane głównie w ich powierzchniowej warstwie.
3. Na przeważającym obszarze arkusza występują gleby o odczynie kwaśnym. Mniejszy jest udział gleb o odczynie obojętnym, a odczyn zasadowy charakterystyczny jest dla nielicznych gleb utworzonych na skałach podłoża przed czwartorzędowego.
4. Antropogenicznymi źródłami zanieczyszczeń środowiska przyrodniczego są: wydobywanie węgla kamiennego i towarzyszące mu zrzuty wód kopalnianych oraz oddziaływanie starych hałd odpadów pogórnich.
5. Kontaminacja osadów wodnych i wód powierzchniowych ma głównie charakter antropogeniczny. Jej źródłem są zrzuty wód dołowych czynnych i nieczynnych kopalń węgla kamiennego, drenaż hałd odpadów pogórnich, przemysłowe spalanie na wielką skalę węgla w elektrowniach i elektrociepłowniach oraz dopływ ścieków komunalnych i przemysłowych (głównie z zakładów przemysłu papierniczego i metalowego).
6. Osady wodne są zanieczyszczone przez fosfor pochodzący ze zrzutu ścieków komunalnych oraz metale (srebro, bar, chrom, miedź, rtęć, nikiel i cynk) dostarczane w ściekach z zakładów przemysłowych i kopalń. Wzbogacenie niektórych aluwii w żelazo, mangan, arsen, ołów, kadm i cynk można wiązać z lokalną historyczną eksploatacją i przeróbką rud darniowych.

7. Wody powierzchniowe charakteryzuje duża zmienność zarówno pod względem zawartości pierwiastków chemicznych, odczynu i przewodności elektrycznej. Mają one w większości charakter lekko zasadowy, a ich zasolenie wiąże się ze zrzutami zmineralizowanych wód kopalnianych, powodujących zanieczyszczenie przez bor, chlor, potas, lit, sód, stront, siarczany, rubid, tal i antymon.

## LITERATURA

- ABSALON D., WAC M., 1992 – Antropogeniczne przeobrażenia stosunków wodnych w zlewni Mlecznej. *Geogr. Stud. Dissert. UŚl.*, **16**: 9–23.
- BIERNAT S., KRYSOWSKA M., 1955 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Oświęcim. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- BLAROWSKI A., RAPACZ J., CHYLAK A., JARZĄB J., STRZAŁKOWSKA E., JANCZYK P., MILER-JANCZYK A., GIZA T., 2003 – Program ochrony środowiska powiatu bieruńsko-łędzińskiego do 2006 roku oraz cele długoterminowe do roku 2015. Internet: <http://www.powiatbl.pl/>
- BN-78/9180-11 Gleby i utwory mineralne. Podział na frakcje i grupy granulometryczne. (Dz. U. z dnia 25 lipca 1997 r.)
- BUŁA Z., KOTAS A., 1994 – Atlas geologiczny Górnośląskiego Zagłębia Węglowego 1:100 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BUŁA Z., ŻABA J., 2005 – Pozycja tektoniczna Górnośląskiego Zagłębia Węglowego na tle prekambryjskiego i dolnopaleozoicznego podłoża. *Mat. Konf. Geologia i zagadnienia ochrony środowiska w regionie górnośląskim*: 14–42. 76 Zjazd naukowy Pol. Tow. Geol. Rudy k. Rybnika. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BURTON G.A., LANDRUM P.F., 2003 – Toxicity of sediments. *W: Encyclopedia of sediments and sedimentary rocks*:748–751. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- CALMANO W., FÖRSTNER U., 1995 – Sediments and toxic substances: environmental effects and ecotoxicity. Springer. Berlin.
- CHWASTEK J., JANUSZ W., MIKOŁAJCZAK J., 1990 – Deformacje powierzchni terenu spowodowane działalnością górnictwem. *W: Zasady ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego na obszarach eksploatacji złóż kopalin* (red. S. Kozłowski): 145–157. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- DĘBICKI R., KLIMOWICZ Z., ZGŁOBICKI W., 2002 – Porównanie rozkładu granulometrycznego oznaczonego metodą areometryczną i laserową na przykładzie gleb lessowych. *Acta Agrophysica* **56**: 95–103.
- ELEKTROCIEPŁOWNIA Tychy, 2010. Internet: <http://www.ec-tychy.pl/>
- ELEKTROWNIA Łaziska, 2010. Internet: <http://www.ellaz.pl/>
- FAO-ISRIC, 1990 – Guidelines for soil Profile Description. Rome, Italy.
- GABZDYŁ W., POZZI M., 2001 – Główne problemy i zadania geologii środowiska na terenach pogórnich w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. *Zesz. Nauk PŚl.*, **248**, 1512:51–59.
- HŁAWICZKA S., KUBICA K., ZIELONKA U., WILKOSZ K., 2001 – Właściwości emisji pyłu i metali ciężkich w procesie spalania węgla w paleniskach domowych. *Archiwum Ochrony Środowiska*, **27**, 2: 29–45.
- HUTA Łaziska SA., 2010. Internet: <http://www.hlsili.pl/>
- INFORMATYK powiatu bieruńsko-łędzińskiego, 2008. Internet: <http://www.powiatbl.pl/>
- ISSMER K., 2000 – Optical methods in the grain-size analysis of fine-grained sediments. *Geol. Quart.* **44**, 2: 205–210.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1999 – Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN. Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., MALISZEWSKA-KORDYBACH B., FILIPIAK K., KRAKOWIAK A., PIETRUCH C., 1995 – Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka i WWA. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.
- KASZA I., 1992 – Laserowa metoda określania składu granulometrycznego utworów gliniastych, pylastych i ilastych. *Prz. Geol.*, **469**, 5: 323–325.
- KATOWICKA Specjalna Strefa Ekonomiczna SA, 2010. Internet: <http://www.ksse.com.pl/>

- KOCOWICZ A., 2000 – Zróżnicowanie składu granulometrycznego gleb Karkonoskiego Parku Narodowego. *Opera Corcontica* **37**: 98–102.
- KONDRACKI J., 2000 – Geografia regionalna Polski. PWN. Warszawa.
- KRYSOWSKA M., 1967 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Oświęcim. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LASY państwowe. Nadleśnictwo Katowice, 2010. Ochrona przyrody. Internet: <http://www.zielonagora.lasy.gov.pl/>
- ŁĘDZINY. Infrastruktura, 2010. Internet: <http://old.ledziny.pl/>
- 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., 1999 – Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska 1: 25 000. Promocyjny arkusz Sławków. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MARCINEK R., 1993 – Wielki Staw Bieruński i jego pozostałości. Internet: <http://www.600lat.bierun.pl/>
- MILER-JANCZYK A., JANCZYK P., GIZA T., WZIĄTEK M., 2004 – Plan gospodarki odpadami powiatu bieruńsko-łędzińskiego. Internet. <http://www.powiatbl/ekopowiat/>
- OCENA jakości wód powierzchniowych województwa śląskiego w 2006 r., 2007. WIOŚ Katowice. Internet: <http://www.katowice.pios.gov.pl/>
- OFICJALNA strona dzielnicy Murcki, 2010. Internet <http://murcki.mdkpoludnie.com>
- OLKUSKI T., 2007 – Porównanie zawartości rtęci w węglach polskich i amerykańskich. *Polityka Energetyczna* **10**, 2: 603–611.
- PACYNA J. M., PACYNA E. G., 2001 – An assessment of global and regional emissions of trace metals to the atmosphere from anthropogenic sources worldwide. *Environ. Rev.* **9**, 4: 269–298.
- POLAK J., 2000 – Ziemia pszczyńska, rozwój gospodarczy od Piastów do Hochbergów. Internet: <http://andrzejwic.fm.interia.pl/>
- PROGRAM ochrony środowiska dla miasta Tychy, 2003 – Sozoprojekt Sp. z o.o. Katowice. Internet: <http://bip.umtychy.pl/>
- PROGRAM ochrony środowiska dla województwa śląskiego do 2004 r. oraz cele długoterminowe do roku 2015, 2001 – Urząd Wojewódzki Katowice. Internet: <http://turystyka.silesia-region.pl/>
- PRUSINKIEWICZ Z., KONYS L., KWIATKOWSKA A., 1994 – Klasyfikacja uziarnienia gleb i problemy z nią związane. *Roczniki Gleboznawcze*, **45**, ¾: 5–20.
- RAPORT o stanie środowiska w województwie śląskim w 2008 roku, 2009. Woj. Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach. Bibl. Monitoringu Środowiska. Internet: <http://www.katowice.pios.gov.pl/>
- RATAJCZAK T., SKOCZYLAS J., 1999 – Polskie rudy żelaza. Wyd. Inst. Gosp. Surowcami Mineralnymi i Energii PAN, Kraków.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dz. U. 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. Dz. U. Nr 32, poz. 284.
- RÓŻKOWSKA A., PTAK B., 1995a – Bar w węglach kamiennych Górnego Śląska. *Prz. Geol.*, **43**, 3: 223–226.
- RÓŻKOWSKA A., PTAK B., 1995b – Atlas geochemiczny złóż węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.



- SALMINEN R. (red.), 2005 – Geochemical Atlas of Europe. Part 1. Geological Survey of Finland. Espoo.
- STRZEMIŃSKA K., FORMOWICZ R., LIS J., PASIECZNA A., BOJAKOWSKA I., WOŁKOWICZ S., 2005 – Mapa geośrodowiskowa Polski 1:50 000, ark. Oświęcim. Państw. Inst. Geol. ,Warszawa.
- USDA, 1990 – Soil Survey Staff: Soil Survey Manual., Washington DC, USA.
- WITCZAK S., ADAMCZYK A., 1994 – Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. Tom 1. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- WOLSKA L., WARDENCKI W., WIERGOWSKI M., ZYGMUNT B., ZABIEGAŁA B., KONIECZKA P., POPRAWSKI L., BIERNAT ., J.F., NAMIESNIK J., 1999 – Evaluation of pollution degree of the Odra Basin with organic compounds after the 1997 summer flood – general comment. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* **27**: 343–349