

# Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska

1:25 000

Arkusz **PYRZOWICE**

Redaktor *Agnieszka Konon*



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy  
Warszawa 2024



Sfinansowano ze środków  
**NARODOWEGO FUNDUSZU  
OCHRONY ŚRODOWISKA  
i GOSPODARKI WODNEJ**

Autorzy: Agnieszka Konon, Angelika Szczypczyk, Joanna Fajfer, Paulina Kostrz-Sikora, Joanna Szyborska-Kaszycka, Aleksander Biel, Katarzyna Strzemińska, Anna Pasieczna

Recenzent: dr hab. inż. Urszula Aleksander-Kwaterczak, prof. AGH

Tłumaczenie: Krzysztof Leszczyński

Redakcja, skład i łamanie: Paweł Zawada

Projekt okładki: Łukasz Borkowski na podstawie projektu serii Wojciecha Markiewicza

Zdjęcie na okładce: wieża kontroli ruchu lotniczego Międzynarodowego Portu Lotniczego „Katowice” im. Wojciecha Korfańtego w Pyrzowicach (fot. Piotr Adamczyk)

Skala map w atlasie 1:35 000

© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2024

ISBN 978-83-68224-59-7

Adres redakcji:  
Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy,  
00-975 Warszawa, ul. Rakowiecka 4

## SPIS TREŚCI

Wstęp – <i>Agnieszka Konon, Paulina Kostrz-Sikora, Joanna Fajfer</i> .....	5
Charakterystyka obszaru arkusza – <i>Joanna Szyborska-Kaszycka, Joanna Fajfer, Paulina Kostrz-Sikora</i> .....	5
Budowa geologiczna i złoża kopalin – <i>Katarzyna Strzezińska</i> .....	5
Antropopresja – <i>Paulina Kostrz-Sikora, Joanna Fajfer</i> .....	7
Zakres i metodyka badań – <i>Agnieszka Konon, Angelika Szczypczyk, Anna Pasieczna</i> .....	7
Prace terenowe .....	8
Prace laboratoryjne .....	8
Bazy danych i konstrukcja map geochemicznych .....	9
Wyniki badań – <i>Aleksander Biel, Joanna Szyborska-Kaszycka</i> .....	18
Gleby .....	18
Osady wodne .....	19
Wody powierzchniowe .....	20
Podsumowanie i wnioski – <i>Aleksander Biel, Joanna Szyborska-Kaszycka</i> .....	21
Literatura .....	22

**SPIS TABLIC  
LIST OF PLATES**

1. Mapa geologiczna  
Geological map
2. Punkty opróbowania gleb i zabudowa terenu  
Soil sampling sites and land development
3. Punkty opróbowania gleb i użytkowanie terenu  
Soil sampling sites and land use
4. Zawartość frakcji piaskowej (1,0–0,1 mm) w glebach (0,0–0,3 m)  
Sand fraction (1.0–0.1 mm) in topsoil (0.0–0.3 m)
5. Zawartość frakcji pyłowej (0,1–0,02 mm) w glebach (0,0–0,3 m)  
Silt fraction (0.1–0.02 mm) in topsoil (0.0–0.3 m)
6. Zawartość frakcji ilowej (<0,02 mm) w glebach (0,0–0,3 m)  
Clay fraction (<0.02 mm) in topsoil (0.0–0.3 m)
7. Odczyn gleb (0,0–0,3 m) i wód powierzchniowych  
Acidity of topsoil (0.0–0.3 m) and surface water
8. Odczyn gleb (0,8–1,0 m) i przewodność elektrolityczna właściwa wód powierzchniowych  
Acidity of subsoil (0.8–1.0 m) and electrolytic conductivity of surface water
9. Srebro w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Silver in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
10. Srebro w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Silver in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
11. Glin w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Aluminium in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
12. Glin w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Aluminium in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
13. Arsen w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Arsenic in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
14. Arsen w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Arsenic in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
15. Bor w wodach powierzchniowych  
Boron in surface water
16. Bar w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Barium in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
17. Bar w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Barium in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
18. Beryl w wodach powierzchniowych  
Beryllium in surface water
19. Całkowity węgiel organiczny w glebach (0,0–0,3 m)  
Total organic carbon in topsoil (0.0–0.3 m)
20. Wapń w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Calcium in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
21. Wapń w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Calcium in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
22. Kadm w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Cadmium in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
23. Kadm w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Cadmium in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
24. Kobalt w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Cobalt in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
25. Kobalt w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Cobalt in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
26. Chrom w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Chromium in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
27. Chrom w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Chromium in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
28. Miedź w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Copper in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
29. Miedź w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Copper in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
30. Żelazo w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Iron in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
31. Żelazo w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Iron in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
32. Rtęć w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Mercury in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
33. Rtęć w glebach (0,8–1,0 m)  
Mercury in subsoil (0.8–1.0 m)
34. Potas w wodach powierzchniowych  
Potassium in surface water
35. Lit w wodach powierzchniowych  
Lithium in surface water
36. Magnez w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Magnesium in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
37. Magnez w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Magnesium in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
38. Mangan w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Manganese in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
39. Mangan w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Manganese in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
40. Molibden w wodach powierzchniowych  
Molybdenum in surface water
41. Sód w wodach powierzchniowych  
Sodium in surface water
42. Nikiel w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Nickel in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
43. Nikiel w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Nickel in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
44. Fosfor w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Phosphorus in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
45. Fosfor w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Phosphorus in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
46. Ołów w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Lead in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
47. Ołów w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Lead in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
48. Siarka w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Sulphur in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
49. Siarka w glebach (0,8–1,0 m) i siarczany w wodach powierzchniowych  
Sulphur in subsoil (0.8–1.0 m) and sulphates in surface water
50. Antymon w wodach powierzchniowych  
Antimony in surface water
51. Selen w wodach powierzchniowych  
Selenium in surface water
52. Krzemionka w wodach powierzchniowych  
Silica in surface water
53. Stront w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Strontium in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
54. Stront w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Strontium in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
55. Tytan w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Titanium in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
56. Tytan w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Titanium in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
57. Tal w wodach powierzchniowych  
Thallium in surface water
58. Uran w wodach powierzchniowych  
Uranium in surface water
59. Wanad w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Vanadium in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
60. Wanad w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Vanadium in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
61. Cynk w glebach (0,0–0,3 m) i w osadach  
Zinc in topsoil (0.0–0.3 m) and in sediments
62. Cynk w glebach (0,8–1,0 m) i w wodach powierzchniowych  
Zinc in subsoil (0.8–1.0 m) and in surface water
63. Ocena zanieczyszczenia gleb z głębokości 0,0–0,3 m ze względu na dopuszczalną zawartość kadmu  
Assessment of topsoil (0.0–0.3 m) contamination according to the permissible content of cadmium

## WSTĘP

Szczegółowa mapa geochemiczna w skali 1:25 000 arkusz Pyrzowice M-34-51-C-a jest kontynuacją prac kartograficznych zapoczątkowanych w latach 1996–1999 opracowaniem pilotażowego arkusza Sławków M-34-63-B-b *Szczegółowej mapy geochemicznej Górnego Śląska* (Lis, Pasieczna, 1999). Do 2021 r. opracowano 21 arkuszy, które ukazały się w formie atlasów geochemicznych. Prace sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej po akceptacji Ministerstwa Klimatu i Środowiska.

Teren arkusza Pyrzowice jest zlokalizowany w centralnej części województwa śląskiego i obejmuje swym zasięgiem fragmenty powiatów: tarnogórskiego, będzińskiego i lublinieckiego. Znaczącą część analizowanego obszaru stanowią użytki rolne. W części północno-zachodniej, południowo-zachodniej oraz wschodniej występują obszary leśne. Na obszarze arkusza nie stwierdzono dużych zakładów przemysłowych stanowiących współczesne bezpośrednie ogniska zanieczyszczeń. Największym obiektem mogącym wpływać na stan środowiska jest Międzynarodowy Port Lotniczy „Katowice” im. Wojciecha Korfańtego w Pyrzowicach.

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

Zgromadzone informacje mogą być przydatne przy opracowywaniu dokumentów planistycznych, w tym w szczególności opracowań ekofizjograficznych, które sporządza się przed wykonaniem projektów miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego i/lub studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego. Dane geochemiczne mogą być także wykorzystane do opracowywania dokumentów strategicznych i sektorowych, w tym programów ochrony środowiska, programów rewitalizacji (w części prezentującej stan środowiska), a także prognoz oddziaływania projektów dokumentów strategicznych na środowisko. Ponadto mogą stanowić źródło informacji przy sporządzaniu ocen oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko, w szczególności przy opracowywaniu raportów o oddziaływaniu przedsięwzięć na środowisko. Uzyskane wyniki badań gleb, osadów oraz wód mogą być także wykorzystywane do sporządzania różnych sprawozdań, raportów i ocen prezentujących stan środowiska.

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

W realizacji opracowania brali udział:

- **A. Pasieczna** – koncepcja i projekt badań;
- **A. Konon** – nadzór i koordynacja prac;
- **P. Kaszycki, J. Szyborska-Kaszycka** – pobieranie próbek;
- **T. Kolecki, A. Konon, W. Markowski, A. Szczypczyk** – bazy danych;
- **D. Karmasz, A. Maksymowicz, M. Janasz, A. Sztuczyńska** – kierownictwo i koordynacja prac analitycznych;
- **Ł. Andrzejewski, P. Andrzejewski** – mechaniczne przygotowanie próbek do analiz;
- **M. Bialecka, R. Czerwiński, E. Kałwa** – chemiczne przygotowanie próbek do analiz;
- **J. Gańsor, B. Kamińska, J. Retka, M. Stasiuk** – oznaczanie zawartości węgla organicznego metodą wysokotemperaturowego spalania z detekcją IR;
- **M. Bellok, M. Bialecka, R. Czerwiński, E. Kałwa, A. Maksymowicz** – oznaczanie pH;
- **J. Duszyński, D. Karmasz, D. Lech, M. Szwejkowska** – oznaczanie zawartości rtęci metodą CV-AAS;
- **W. Burec-Drewniak, D. Karmasz, A. Krężala, J. Kucharzyk, D. Lech** – oznaczanie zawartości pierwiastków głównych i śladowych metodami ICP-OES i ICP-MS;

- **M. Chada, A. Grabowska, K. Jakubczak, A. Łukawska, P. Kucińska, M. Kutyna, J. Rau, A. Roguski, A. Setla, P. Stefańska, K. Szewczuk** – analizy granulometryczne;
- **A. Biel, A. Konon, A. Szczypczyk** – obliczenia statystyczne;
- **A. Szczypczyk** – opracowanie map;
- **A. Biel, J. Fajfer, A. Konon, P. Kostrz-Sikora, A. Pasieczna, K. Strzezińska, A. Szczypczyk, J. Szyborska-Kaszycka** – opracowanie części tekstowej atlasu.

## CHARAKTERYSTYKA OBSZARU ARKUSZA

**Położenie geograficzne i administracyjne.** Zgodnie z podziałem fizyczno-geograficznym, arkusz Pyrzowice M-34-51-C-a znajduje się w makroregionie Wyżyny Śląskiej, na obszarze mezoregionów Garbu Tarnogórskiego – 341.12 i Wyżyny Katowickiej – 341.13 oraz w makroregionie Wyżyny Woźnicko-Wieluńskiej na obszarze mezoregionu Obniżenia Górnej Małej Panwi – 341.28 (Richling i in., 2021).

Administracyjnie obszar w granicach arkusza należy do trzech powiatów: tarnogórskiego, będzińskiego oraz lublinieckiego. Powiat tarnogórski swoim zasięgiem na obszarze arkusza obejmuje większość gminy Ożarówice oraz część gminy Miasteczko Śląskie. Wschodnią i południową część arkusza zajmuje powiat będziński, do którego należą gminy Siewierz, Mierzęcice i Bobrowniki. W północnej części arkusza jest położony niewielki fragment gminy Woźniki należącej do powiatu lublinieckiego.

**Ukształtowanie powierzchni, geomorfologia i hydrografia.** Obszar północnej części arkusza charakteryzuje się mało urozmaiconą rzeźbą terenu. W części południowej istnieje większe zróżnicowanie. Jest to rejon położony na wysokościach od 280,0 do 397,9 m n.p.m. (odpowiednio w dolinie Brynicy i w rejonie Nowej Wsi). Deniwelacja terenu wynosi zatem ok. 120 m. Wyróżniającym się elementem morfologicznym są wzgórza zbudowane z wapieni i dolomitów triasowych w południowo-wschodniej części obszaru arkusza (w miejscowościach Nowa Wieś, Sadowie, Siemonia i Myszkwice). Na północ od nich teren opada szeroką czwartorzędową równiną z wychodniami triasu.

Cały obszar arkusza należy do zlewni Wisły. Znaczącą jego część, z wyjątkiem jego południowo-wschodniego krańca, zajmuje zlewnia IV rzędu Brynicy. Część północną obszaru arkusza zajmuje dolina Brynicy. Jej źródła znajdują się w Mysławie, poza północno-wschodnią granicą badanego obszaru, na wysokości 350 m n.p.m. u podnóża triasowych wzniesień (Jastrząb, Mrozowski, 1997). Rzeka bierze początek z małych strug, płynie w płaskiej, podmokłej dolinie, odwadniając silnie zmeliorowane obszary rolnicze. Do najważniejszych dopływów Brynicy, które uchodzą bezpośrednio do niej, należą Cieczówka i Trzonia w północnej części arkusza oraz Potok Ożarowicki w części środkowej. Przepływający przez południowo-zachodnią część arkusza Dopływ spod Siemoni uchodzi do zbiornika zaporowego Kozłowa Góra położonego poza granicą omawianego arkusza. Lokalnie występują zabagnienia.

**Zabudowa i użytkowanie terenu.** Sposób użytkowania i zabudowy jest odmienny w różnych częściach analizowanego obszaru, jednak w znaczącej części teren ma charakter rolniczy. Tereny bez zabudowy zajmują ok. 78% powierzchni arkusza (tabl. 2, 3). Są to tereny użytków rolnych (pól uprawnych i łąk) oraz lasów, które zajmują odpowiednio ok. 38% i 28% powierzchni arkusza. Pozostałe obszary bez zabudowy to nieużytki oraz tereny zajęte przez drogi i linie kolejowe. Tereny zajęte przez zabudowę mieszkaniową, przemysłową oraz usługi i handel zajmują niewielką część obszaru arkusza. Zabudowa miejska zajmuje ok. 2% powierzchni, a zabudowa przemysłowa ok. 3%. Większość miejscowości charakteryzuje się

zabudową zlokalizowaną wzdłuż głównej, przebiegającej przez nie drogi (tzw. ulicówki). We wszystkich miejscowościach przeważa niska zabudowa jednorodzinna i usługowa. Istotnym elementem wpływającym na charakter omawianego terenu jest Międzynarodowy Port Lotniczy „Katowice” im. Wojciecha Korfańtego w Pyrzowicach, zajmujący powierzchnię 530 ha. Powstał jako doświadczalne lotnisko wojskowe w latach 40. XX w., a od końca 1999 r. jest obiektem wyłącznie cywilnym (Katowice Airport...). Komunikację z lotniskiem zapewniają przebiegająca z północy na południe autostrada A1 (Autostrada Bursztynowa), dochodząca do niej w rejonie Pyrzowic droga ekspresowa S1, stanowiąca na tym odcinku Wschodnią Obwodnicę Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, droga krajowa nr 78 oraz droga wojewódzka nr 913, stanowiąca połączenie portu lotniczego z północną częścią Będzina, a także linia kolejowa nr 182 łącząca Tarnowskie Góry z Zawierciem.

**Gospodarka.** Wobec braku dużych zakładów przemysłowych podstawą bazy ekonomicznej i źródłem utrzymania dla dużej grupy mieszkańców obszaru arkusza jest działalność rolnicza oraz usługowo-handlowa. Obok niej kluczowe znaczenie dla kształtowania gospodarki tego regionu ma Międzynarodowy Port Lotniczy (MPL) „Katowice” w Pyrzowicach. W 2014 r. wokół MPL „Katowice” ustanowiono obszar ograniczonego użytkowania (Uchwała..., 2014). Lotnisko ma 3 terminale pasażerskie oraz terminal Cargo, elementami jego infrastruktury są również hangary do obsługi technicznej samolotów. W 2023 r. liczba obsługiwanych pasażerów przekroczyła 5 mln. W perspektywie kolejnych lat planuje się rozbudowę obiektu, obejmującą m.in. budowę głównego terminalu pasażerskiego, drugiego terminalu towarowego, parkingu samochodów osobowych wraz z niezbędną infrastrukturą, nowego układu drogowego oraz multimodalnego węzła przeładunku towarów i paliw. Trzytorowy front rozładowniczy będzie sąsiadować z trzema zbiornikami o pojemności 1000 m<sup>3</sup> każdy i dwoma stanowiskami rozładunku autocystern. W części węzła znajdującej się w strefie zastrzeżonej lotniska powstaną trzy stanowiska nalewaków dla cystern lotniskowych. Ponadto powstanie bocznicą kolejową łącząca lotnisko z Centralną Magistralą Kolejową za pośrednictwem linii kolejowej nr 182 Zawiercie – Tarnowskie Góry. Działania te mogą mieć duży wpływ na rozwój gospodarczy regionu (Program inwestycyjny..., 2024).

## BUDOWA GEOLOGICZNA I ZŁOŻA KOPALIN

Obszar objęty arkuszem Pyrzowice leży w skrajnie północnej części zapadliska górnośląskiego, które wchodzi w skład odsłoniętego cokołu platformy waryscyjskiej (Pożaryski i in., 1992), w obrębie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) i jego północnego obrzeżenia (Jureczka i in., 2005). Północna granica GZW, którą stanowi zasięg występowania utworów węglonośnych karbonu górnego, przebiega mniej więcej równoleżnikowo, na linii Ożarówice–Pyrzowice–Siedliska–Mierzęcice. W północnym obrzeżeniu GZW rozciąga się, zorientowany równoleżnikowo, rów tektoniczny wypełniony późnowaryscyjskimi utworami molasy permskiej o kilkusetmetrowej miąższości, należący do większej jednostki – rowu Sławkowa (Kotas, 1985; Kiersnowski, 1991).

Najstarszymi osadami występującymi w obrębie obszaru arkusza Pyrzowice są osady **dewonu** środkowego (żywetu), wykształcone jako dolomity ciemnoszare, zielonoszare, zwięzłe, krystaliczne o zatartych strukturach pierwotnych. Występują one w północno-wschodniej części obszaru arkusza na głębokościach 50–150 m p.p.t. (Buła i in., 2002; Biernat, 1955, reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016). Warstwy te zapadają ku południowi pod osady triasu, poniżej których kontaktują się tektonicznie ze skałami karbonu dolnego.

Powyżej w profilu występują utwory **karbonu**, należące do karbonu dolnego i karbonu górnego, produktywnego. Są one przykryte głównie osadami permu

i triasu. Osady karbonu produktywnego są bardzo dobrze rozpoznane licznymi wierceniami, związanymi z poszukiwaniem złóż węgla kamiennego (Jureczka i in., 2005).

Karbon dolny (wizen) jest wykształcony w postaci piaskowców szarogłazowych, mułowców, iłowców i zlepieńców, o cykliczności charakterystycznej dla fliszu (facja kulmowa) zaliczonych do dolnej części warstw malinowickich. Przeważnie występują one pod osadami karbonu produktywnego, na znacznie mniejszym obszarze pod osadami permu, a fragmentarycznie pod osadami triasu. Utwory kulmu występują na całym obszarze, a ich miąższość wynosi ok. 800 m (Jureczka i in., 2005; Wilanowski, Żaba, 2016).

Na obszarze arkusza Pyrzowice, pod przykryciem osadów permu i triasu, występuje najniższa z czterech serii karbonu produktywnego, tj. seria paraliczna (namur A), o miąższości sięgającej 900 m w części południowo-zachodniej arkusza, szybko wyklinowująca się w kierunku północnej granicy GZW (Jureczka i in., 2005). Serię paraliczną budują utwory piaszczyste (piaskowce drobno- i średnioziarniste) oraz ilasto-mułowcowe z licznymi przewarstwieniami cienkich pokładów i warstw węgla, łupków węglowych, a sporadycznie także łupków sapropelowych. Są to osady deponowane w warunkach lądowych i przybrzeżnych, z okresowymi zalewaniami morskimi, które potwierdza występowanie w profilu serii fauny morskiej, obok licznych wkładek z fauną słodkowodną. Charakterystyczną cechą omawianej serii jest cykliczność sedimentacji. Jej spągową granicę wyznacza strop poziomu morskiego Śtur (XVI), a stropową – spąg pokładu węgla kamiennego 510 (pokład Reden). W całej serii występuje fauna morska, brakiczna i słodkowodna oraz powszechnie flora karbońska (Wilanowski, Żaba, 2016).

Piaskowce, zlepieńce, iłowce i mułowce **perm** zajmują przeważającą część arkusza, wypełniając rów tektoniczny położony w niecce Tarnowskich Gór (rów Sławkowa). W zdecydowanej większości skały te są przykryte utworami triasu (Buła i in., 2002). W stropowej części profilu omawianych utworów występują głównie iły czerwone z zielonymi plamami, a podrzędnie także piaskowce zlepieńcowate i zlepieńce zawierające drobne okruchy. Niżej występują czerwono-zielone zlepieńce, z nielicznymi wkładkami piaskowców, mułowców i iłowców. Poniżej serię budują wyłącznie zlepieńce o spoiwie ilastym z cienkimi przerostami piaskowców zlepieńcowatych. Wśród skał miejscami przeważają porfiry, liczne są skały węglanowe i kwarc. Utwory te nie występują na powierzchni terenu, a ich miąższość sięgać może 400–450 m. Podobny kompleks zlepieńców wypełniających obniżenia podłoża karbońskiego, mającego tu charakter rowu o ogólnym przebiegu z północnego zachodu na południowy wschód, występuje na obszarze sąsiednich arkuszy (Biernat, 1955 [reambulacja: Wilanowski, Żaba, 2010]; Buła i in., 2002).

Utwory **triasu** występują w sposób dość zwarty w środkowej i południowej części obszaru arkusza Pyrzowice, tworząc rozległe, silnie rozczłonkowane wychodnie. Miąższość osadów triasu wynosi przeważnie 70–80 m i jest uwarunkowana tektoniką oraz rzeźbą powierzchni utworów karbońskich i permskich (Biernat, 1955, reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

Najniższą część triasu na obszarze arkusza stanowią warstwy świerklanieckie zaliczane do triasu dolnego (scytyk, z piętami ind i olenek), leżące erozyjnie na utworach karbonu górnego (południowa część arkusza) i permu. Stratotypowy profil warstw świerklanieckich opisano w rejonie Świerklańca, ok. 4–5 km na zachód od obszaru opisywanego arkusza. Omawiane osady, wykształcone w postaci piasków, iłów i piaskowców, podrzędnie zlepieńcowatych, przechodzących w stropie w mułowce i iłowce, są pochodzenia lądowego i zaliczane do pstręgo piaskowca dolnego i środkowego. Na przeważającej części obszaru badań występują one pod nadkładem węglanowych osadów triasu środkowego, jedynie w rejonie Podossy, Przelajki i Siemoni tworzą wychodnie na powierzchni. Miąższość warstw świerklanieckich jest zmienna i waha się od kilkunastu do ponad 30 m, lokalnie sięgając 46 m (Wilanowski, Żaba, 2016).

Na warstwach świerklanieckich leżą niezgodnie dolomity, margle, iłowce margliste i wapienie anizyku dolnego wcześniej określane jako utwory retu (Wagner, 2008). Profil tych osadów wykazuje dość wyraźną dwudzielność. W dolnej części budują go głównie szare dolomity z przewarstwieniami wapieni i margli oraz lokalnie dolomitów marglistych i wapieni dolomitycznych. W górnej części retu występują dolomity jasnożółte i szare z częstszymi przewarstwieniami wapieni szarych lub szarobrązowych, grubokrystalicznych, zwięzłych z niewielkimi kawernami. Lokalnie w części stropowej tych utworów może występować seria wapieni jamistych charakteryzujących się licznymi kawernami o różnej średnicy, przekraczającej miejscami 2,0 cm. Miąższość opisanych powyżej osadów wynosi od ok. 40 m na wschodzie arkusza do ok. 60 m w jego zachodniej części. Wychodnie tych utworów znajdują się głównie w południowo-zachodniej części arkusza, w pasie pomiędzy Tąpkowicami a Myszkowicami oraz w rejonie Siemoni (Biernat, 1955, reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

Wyżej w profilu występują wapienie (warstwy gogolińskie) zaliczone do triasu środkowego, które budują większość stoków i wierzchołków wzgórz w środkowej oraz w południowo-wschodniej części arkusza, w rejonie Myszkowic, Mierzęcic i Najdziszowa. W dolnej części profilu warstw gogolińskich zdecydowanie przeważają wapienie płytowe, a w górnej dominują wapienie faliste, przeważnie pylaste i margliste. Wapienie płytowe są cienko i średnio uławicone, mikrytowe, barwy szarej i żółtej, miejscami zielonkawe. Lokalnie w obrębie warstw gogolińskich występują zlepieńce i laminowane dolomity margliste z krynoidami. Miąższość warstw gogolińskich mieści się w przedziale od 35 do 60 m (Biernat, 1955, reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

Utwory **paleogenu–neogenu**, wykształcone w postaci glin, mułków, iłów i piasków, występują na powierzchni terenu lub pod cienką pokrywą osadów czwartorzędowych. Większe ich wychodnie występują głównie w środkowo-wschodniej i środkowej części arkusza Pyrzowice, a mniejsze w jego południowo-wschodniej części. Są to osady zgromadzone głównie w lejach i zapadliskach krasowych, rozwiniętych w stropie skał węglanowych triasu, szczególnie w strefach wychodni wapieni gogolińskich. Lokalnie występują też gliny pylaste ochrowe i białe piaski drobnoziarniste oraz mułki seledynowo-szare ze zmienną domieszką żwirków kwarcowych. Osady te, w przewodzie ilasto-mułowcowe, z podrzędnie występującymi piaskami i glinkami ogniotrwałymi, zaliczono wcześniej do jury dolnej. Badania regolitów krasowych na Wyżynie Śląskiej (Lewandowski, Ciesielczuk, 1997) wskazują na ich oligoceńsko-mioceniński wiek. Miąższość omówionych osadów wynosi od kilku do kilkunastu metrów, lokalnie przekraczając 20 m (okolice Mierzęcic) (Biernat, 1955, reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

Utwory **czwartorzędowe** pokrywają ok. 65% powierzchni obszaru arkusza warstwą o miąższości od kilku do kilkunastu metrów, a w dolinach kopalnych – ok. 30 m. Najczęściej miąższość pokrywy czwartorzędowej wynosi ok. 15 m. Ich wykształcenie jest uwarunkowane rzeźbą podłoża podczwartorzędowego, a rozprzestrzenienie i miąższość wzrasta w kierunku północnym. Na przeważającej części opisywanego obszaru zalegają one na utworach triasu środkowego, w południowo-zachodniej jego części na górnokarbońskiej serii paralicznej i sporadycznie na osadach miocenijskich (Biernat, 1955, reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

Osady zlodowaceń południowopolskich występują pod młodszymi utworami plejstocenijskimi, w strefach, gdzie pokrywy czwartorzędowe osiagają duże miąższości. Są to gliny zwałowe zalegające na skałach triasowych, a także piaski i żwiry wodnolodowcowe, iły i mułki zastoiskowe wypełniające dna kopalnych dolin cieków (Biernat, 1955, reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

Piaski i żwiry rzeczne interglacjału wielkiego wypełniają dolinę kopalną Brynicy. Zazwyczaj są to piaski różnoziarniste z domieszką żwirów drobnookruchow-

wych, w części spągowej w przewodzie ze żwirami, występujące pod przykryciem młodszych utworów czwartorzędowych (Biernat, 1955, reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

Osady zlodowaceń środkowopolskich budują przeważającą część powierzchni arkusza. Najstarszymi osadami tych zlodowaceń, występującymi pod przykryciem piasków i żwirów wodnolodowcowych, są gliny zwałowe żółte i żółto-brązowe, na ogół piaszczysto-pylaste, a w stropie piaszczyste. W miejscach, gdzie leżą bezpośrednio na starszym podłożu, są szarożółte, lekko ilaste. Miąższość glin wynosi przeważnie 3–6 m. Powyżej (lokalnie, w zagłębieniach w glinach zwałowych) zalegają iły i mułki zastoiskowe (górne), powstałe w czasie recesji lądolodu zlodowacenia Odry. Są to szare iły piaszczyste i mułki, od silnie piaszczystych po lekko ilaste, o miąższości 2–3 m. Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne), powstałe w czasie postępu i recesji lądolodu zlodowacenia Odry, zajmują ok. 35% powierzchni arkusza. Są to jasno- i ciemnożółte piaski średnioziarniste lub różnoziarniste z domieszką żwirów drobnookruchowych, o miąższości ok. 5 m, lokalnie ok. 10 m (Biernat, 1955, reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

Osady zlodowaceń północnopolskich zostały wykształcone w postaci piasków i żwirów rzecznych tarasów nadzalewowych (akumulacyjnych) w dolinach Brynicy, Trzoni oraz w dolnych odcinkach Potoku Ożarówickiego. Dominują wśród nich piaski średnioziarniste i drobnoziarniste, lokalnie z dość dużą domieszką żwirów drobnookruchowych. Miąższość tych osadów na ogół nie przekracza 15 m (Biernat, 1955, reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

Utwory czwartorzędu nierozdzielonego zajmują niewielką część powierzchni arkusza. Gliny, piaski i żwiry deluwialne występują u podnóża i w dolnych partiach stoków wzgórz triasowych w środkowej i południowej jego części, w pasie pomiędzy Tąpkowicami a Mierzęciami oraz w okolicach Ossy. Są to przemyte osady gliniasto-piaszczyste z nielicznymi żwirami i okruchami skał lokalnych, o miąższości ok. 2–4 m, lokalnie do 6 m. Piaski, żwiry i mułki deluwialno-rzeczne wypełniają liczne krótkie dolinki, głównie na stokach wzgórz triasowych w środkowej i południowej części obszaru arkusza. Są to piaski różnoziarniste ze zmienną domieszką żwirów drobnookruchowych i licznymi soczewkami mułków piaszczystych oraz sporadycznie z okruchami skał lokalnych, o miąższości ok. 2–4 m. Piaski eoliczne oraz piaski eoliczne w wydmach występują pomiędzy Żendkiem, Mierzęciami i Ostrowami w północno-wschodniej części arkusza. Powstały one w schyłkowym okresie zlodowacenia Wisły oraz na początku holocenu. Rozmiary wydm są na ogół niewielkie, a ich wysokość wynosi 5–10 m (Biernat, 1955, reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

Osady holocenijskie występują jedynie w dolinach rzecznych Brynicy, Trzoni, Potoku Ożarówickiego, Czeczówki oraz mniejszych cieków. Są to głównie piaski, żwiry i mułki rzeczne tarasów zalewowych, o miąższości maksymalnie do 8 m, namuły den dolinnych (mułki piaszczyste z dużą ilością substancji humusowej), o miąższości 1,5–3,0 m oraz torfy (Biernat, 1955, reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

**Złóża kopalin.** W zachodniej części obszaru tradycje górnicze, związane z wydobywaniem rud żelaza, były znane od wczesnego średniowiecza. W XVIII w. nastąpił rozwój górnictwa rud żelaza, co było związane z wprowadzaniem nowych metod przetwórstwa hutniczego, a także wykorzystywania węgla kamiennego do procesów hutniczych. Rudy żelaza eksploatowano wtedy w rejonie biskupiej wsi Mierzęcice (tzw. ruda mierzęcicka). Złóża te występowały w formie gniazdowej na wychodniach skał węglanowych triasu środkowego. Tworzyły je utwory regolitowe (gliny rezydualne i piaski), powstałe w wyniku działalności krasowej, prawdopodobnie w okresie oligoceńsko-miocenijskim (Lewandowski, Ciesielczuk, 1997). Eksploatację tych złóż, prowadzono w niewielkich, płytkich wyrobiskach (tzw. „dołach rudnych”) o głębokościach sięgających maksymalnie do 25 metrów. Ponadto w XIX w. rudę eksploatowano systemem wieloszybikowym, także w małych kopalniach podziemnych (Wójcik, Siembab, 2020).

Obecnie obszar arkusza Pyrzowice jest bardzo ubogi pod względem surowcowym. Według stanu na 31.12.2022 r. na obszarze arkusza znajduje się jedno niewielkie złożo piasków i żwirów „Pyrzowice” (Szuflicki i in., 2023). Jest ono udokumentowane w jego środkowej części, w obrębie piasków wodnolodowcowych zlodowacenia Odry na powierzchni 2,73 ha. Bezpośrednio na powierzchni terenu występuje tu sięgający maksymalnie do 10 m pokład kruszywa, o punkcie piaskowym od 94,5 do 98,9% i znikomej (do 0,4%) zawartości pyłów mineralnych. Złożo pozostaje niezagospodarowane. Informacje dotyczące parametrów złoża oraz parametrów jakościowych kopaliny zacytowano za Systemem Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych (MIDAS).

## ANTROPOPRESJA

Obszar arkusza nie został silnie przekształcony antropogenicznie. W rejonie tym nie wydobywano surowców naturalnych na większą skalę, nie lokalizowano dużych zakładów przemysłowych oraz składowisk odpadów przemysłowych i komunalnych. Nieznaczne przekształcenia rzeźby terenu są związane z funkcjonowaniem Międzynarodowego Portu Lotniczego „Katowice” w Pyrzowicach wraz z towarzyszącą infrastrukturą (m.in. drogi i parkingi). Również w niewielkim stopniu można odnotować wpływ rozwoju osadnictwa i rolnictwa (melioracje na polach i łąkach). Znaczący wpływ na stan środowiska może mieć natomiast działalność historyczna i współczesna na terenach granicznych z omawianym arkuszem (np. na obszarze Miasteczka Śląskiego czy Tarnowskich Gór).

**Powietrze atmosferyczne.** Zgodnie z podziałem kraju na strefy, w których corocznie, w ramach systemu państwowego monitoringu środowiska, są dokonywane oceny poziomów substancji w powietrzu, obszar arkusza w całości znajduje się w zasięgu strefy śląskiej (Ustawa..., 2001). Na podstawie wyników pomiarów, wykonywanych w punktach pomiarowo-kontrolnych zlokalizowanych poza obszarem arkusza, strefa śląska jest zaliczana do obszarów charakteryzujących się występowaniem ponadnormatywnych stężeń pyłu zawieszonego (zarówno PM<sub>10</sub>, jak i PM<sub>2,5</sub>) oraz zawartego w pyle PM<sub>10</sub> benzo(a)pirenu (Roczna ocena..., 2023). Głównym źródłem emisji tych zanieczyszczeń jest sektor komunalno-bytowy, bazujący na indywidualnych, niskosprawnych i nieekologicznych urządzeniach i instalacjach służących do zaopatrzenia w ciepło. Wpływ na obecność pyłów w powietrzu ma też emisja liniowa związana z ruchem kołowym – jej oddziaływanie dotyczy przede wszystkim obszarów, przez które przebiegają drogi o dużym natężeniu ruchu. Zanieczyszczenia są uwalniane w wyniku ścierania powierzchni jezdni, ogumienia i okładzin samochodowych (Roczna ocena..., 2023; Uchwała..., 2023).

**Wody powierzchniowe i podziemne.** Sieć hydrograficzna na terenie arkusza jest słabo rozwinięta. Tworzą ją rzeka Brynica wraz z dopływami: niewielkimi ciekami oraz licznymi rowami melioracyjnymi, które występują w jego północnej, północno-zachodniej, centralnej i południowo-zachodniej części. Brak jest naturalnych i antropogenicznych zbiorników wód powierzchniowych. Brynica płynie naturalnym (często meandrującym) korytem, płaską, podmokłą doliną, przez teren łąk i pól uprawnych (Czekaj, Skrzypczyk, 2017) w północnej części arkusza, opuszczając jego granice w rejonie miejscowości Kolonia Oparowe. Jej lewobrzeżnymi dopływami są cieki: Trzonja, Czeczówka oraz Potok Ożarówicki (Konfederak, 2021). Koryto rzeki (w jego północnej części) znajduje się w obrębie leja depresyjnego ujęcia wód głębinowych w Bibieli (znajdującego się poza granicami arkusza). Przyczynia się to do ucieczki wód z koryta rzeki na poziomie do 20% (Pazgan, 2022). Trzonja, o długości 12,07 km, mająca swoje źródła poza granicami arkusza, wpada do Brynicy w jego północnej części. Koryto cieków jest uregulowane, wyłożone faszyną i płytami betonowymi (lokalnie). Jego dolina jest drenowana licznymi

rowami melioracyjnymi (Konfederak, 2021). Czeczówka płynie przez tereny użytkowane rolniczo oraz odwadniane rowami melioracyjnymi (Pazgan, 2022) i uchodzi do Brynicy poniżej cieków Trzonja. Jej długość wynosi 6,25 km (Wójcik, 2024). Potok Ożarówicki płynie równoleżnikowo płaską i podmokłą doliną, której szerokość osiąga lokalnie ok. 1000 m. Przepływa on przez tereny rolnicze (Konfederak, 2021) i wpada do Brynicy tuż poza zachodnią granicą arkusza. Długość cieków wynosi 5,84 km (Wójcik, 2024). Dopływem Potoku Ożarówickiego jest Rów z Siedlisk, który wpada do niego w rejonie Ożarowic. Dopływ spod Siemoni wraz z licznymi rowami melioracyjnymi drenuje południowo-zachodnią część arkusza. Przepływa przez tereny leśne i wpada bezpośrednio do zbiornika Kozłowa Góra (znajdującym się poza terenem omawianego arkusza). Generalnie cieki powierzchniowe w obrębie arkusza charakteryzują się niewielką długością i natężeniami przepływu wahającymi się od kilku do kilkudziesięciu dm<sup>3</sup>/s. W przekrojach ujęciowych osiągają maksymalnie kilkaset dm<sup>3</sup>/s (Czekaj, Skrzypczyk, 2017).

Stan jakości wód powierzchniowych płynących w obrębie arkusza oceniono jako zły (Rozporządzenie..., 2022). Potwierdzeniem złego stanu wód jest również ocena środowiskowa wykonana dla czterech Jednolitych Części Wód Powierzchniowych (trzech rzecznych i jednej limnicznej) znajdujących się w granicach arkusza. Wszystkie cztery JCWP zostały uznane za zagrożone nieosiągnięciem celów środowiskowych wyznaczonych w Planie gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły (Rozporządzenie..., 2022). Na zły stan jakości wód wpływ mają spływy powierzchniowe wód opadowych z terenów utwardzonych, dróg, placów, parkingów i powierzchni dachowych, nawożenie terenów rolnych oraz depozycja atmosferyczna w odniesieniu do benzo(a)pirenu, którego źródłem jest emisja ze spalania paliw kopalnych oraz transport samochodowy (Rozporządzenie..., 2022; Karty charakterystyk..., 2024).

Obszar arkusza jest położony w regionie hydrogeologicznym triasu śląskiego (XII) (Paczyński, Sadurski, 2007), a także w granicach JCWPd 111 (obejmującej cały obszar arkusza za wyjątkiem południowo-wschodniego terenu) i JCWPd 112 (południowo-wschodni obszar arkusza) wg charakterystyki Jednolitych Części Wód Podziemnych (Baza CBDG). Wody podziemne o znaczeniu użytkowym występują w marglisto-dolomitycznych i wapiennych utworach triasu (środkowego i dolnego) reprezentowanych przez wapień muszlowy i ret. Są to poziomy wodonośne szczelinowo-krasowe, które łączą się na znacznych przestrzeniach w kompleks wodonośny serii węglanowej triasu. Natomiast lokalne znaczenie użytkowe ma porowy poziom wodonośny niższego pstrego piaskowca (trias dolny – warstwy świerklanieckie) występujący w rejonie Ożarowic, Mierzęcice i Siemoni (oraz Dąbia poza granicami arkusza) (Rózkowski, 1997). Jakość wód jest oceniana jako słaba z uwagi na presję powodowaną przez gospodarkę komunalną i działalność rolniczą (nieskanalizowane niektóre obszary arkusza). W rejonie południowo-wschodnim arkusza stan ogólny wód podziemnych ocenia się jako dobry (Karty charakterystyk, 2023).

Obszar arkusza jest zlokalizowany w zasięgu dwóch Głównych Zbiorników Wód Podziemnych: GZWP nr 327 (Lubliniec–Myszków) i GZWP nr 454 (Olkusz–Zawiercie). Zasięg GZWP nr 327 obejmuje pas od jego północnej części, przez centralną do jego części południowej, z wyjątkiem południowo-zachodniej i południowo-centralno-wschodniej krawędzi arkusza. GZWP nr 327 jest zbudowany ze skał dolomityczno-wapiennych triasu środkowego (wapień muszlowy) z wodami występującymi w ośrodkach szczelinowo-krasowych. W granicach arkusza poziom zbiornikowy jest odkryty. Zbiornik ten nie posiada ustanowionych obszarów ochronnych. Wody na obszarze arkusza należą do II i III klasy jakości. Potencjalne zagrożenie dla jakości wód mają przede wszystkim czynniki antropogeniczne (występujące poza granicami arkusza w rejonie Tarnowskich Gór) oraz tereny intensywnej gospodarki rolnej (Mikołajków, Sadurski, 2017).

W południowo-centralno-wschodniej krawędzi arkusza znajduje się niewielki fragment Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 454. Jest on zbudowany ze

skał wapiennych, dolomitycznych i marglistych triasu dolnego i środkowego zaliczanych do wapienia muszlowego, retu oraz pstrego piaskowca środkowego i dolnego (utwory te występują lokalnie i nie mają większego znaczenia użytkowego). Zbiornik ten nie posiada ustanowionych obszarów ochronnych. Ze względu na duży wpływ eksploatacji rud Zn i Pb (w tym utworzenie rozległego leja depresji, zanik źródeł oraz zmiany charakteru cieków powierzchniowych z drenujących na infiltrujące) zaproponowano utworzenie obszaru ochronnego o powierzchni 426,3 km<sup>2</sup>. W zasięgu tego obszaru znajdują się również tereny wód zdegradowanych zajmujące powierzchnię ok. 167 km<sup>2</sup>. Wody w większości przypadków przypisano do I–III klasy jakości, a ich stan chemiczny oceniono jako dobry. Lokalnie wody zbiornika zalicza się do klas IV–V (na terenach miejsko-przemysłowych i rolniczych) (Mikołajków, Sadurski, 2017).

**Oczyszczalnie.** Przy zachodnim krańcu arkusza, w granicach administracyjnych gminy Ożarowice jest zlokalizowana Oczyszczalnia Ścieków Ożarowice. Jest to instalacja mechaniczno-biologiczna, która przyjmuje ścieki z terenów gmin: Ożarowice (miejscowości: Niezdara, Tąpkowice, Ossy, Ożarowice, Zendek, Pyrzowice i Celiny), Mierzęcice (miejscowości: Mierzęcice, Mierzęcice Osiedle, Nowa Wieś, Zawada, Toporowice, Przeczyce, Boguchwałowice, Sadowie i Najdziszów) oraz Miasteczko Śląskie (miejscowości: Brynica i Bibiela). Do obiektu dopływają również ścieki z Międzynarodowego Portu Lotniczego „Katowice” w Pyrzowicach (w przeszłości MPL „Katowice” odprowadzał ścieki do własnej oczyszczalni, która została wyłączona z eksploatacji), nie przyjmuje on natomiast ścieków przemysłowych. Średnia przepustowość oczyszczalni wynosi 2500 m<sup>3</sup>/dobę. Oczyszczone ścieki są odprowadzane do Brynicy (km 35+096) (Oczyszczalnia..., Uchwała..., 2021).

**Gleby.** Czynniki, które w istotny sposób wpływają na zróżnicowanie pokrywy glebowej obszaru arkusza są: budowa geologiczna podłoża, rzeźba terenu, warunki hydrograficzne i klimat. Wykształcone na podłożu piaszczystym i ubogim w składniki pokarmowe gleby bielcowe i pseudobielcowe należą do głównych typów gleb w gminach Ożarowice i Bobrowniki, są również charakterystyczne dla północnej części gminy Mierzęcice. Obok nich duży udział powierzchniowy mają też czarne ziemie – genetycznie związane z utworami piaszczysto-gliniastymi, tworzące się w warunkach dużego uwilgotnienia przy udziale roślinności łąkowej – występują w środkowej części arkusza (gmina Ożarowice). Rędziny brunatne są dominującym typem gleb na obszarze gminy Mierzęcice oraz lokalnie na terenie gminy Ożarowice (w rejonie miejscowości Celiny). Powstały one ze zwietrzeli skał wapiennych charakteryzujących się dużą zawartością żelaza, które odpowiada za szarobrunatne lub brunatne zabarwienie tych gleb. Lokalnie na obszarze arkusza występują też kompleksy gleb brunatnych (np. wokół wzgórz w gminie Ożarowice), a w dolinach cieków są rozprzestrzenione gleby organiczne (Bula, Wieland, 2007; Program..., 2016; Wach i in., 2020; Program..., 2021; Studium..., 2021).

Stan gleb jest warunkowany przede wszystkim czynnikami antropogenicznymi, w tym ich użytkowaniem rolniczym oraz inwestycjami budowlanymi ukierunkowanymi na rozwój infrastruktury techniczno-inżynierskiej i komunikacyjnej.

## ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Badania wykonane w latach 2021–2024 obejmowały studium materiałów publikowanych i archiwalnych, wyznaczenie siatki opróbowania gleb na mapach topograficznych w skali 1:10 000, pobranie próbek i pomiary współrzędnych geograficznych w miejscach ich lokalizacji, pomiary odczynu i przewodności elektrolitycznej właściwej wód powierzchniowych w terenie, analizy chemiczne próbek, utworzenie baz danych terenowych i laboratoryjnych, obliczenia statystyczne wyników analiz chemicznych, opracowanie podkładu topograficznego, opraco-

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

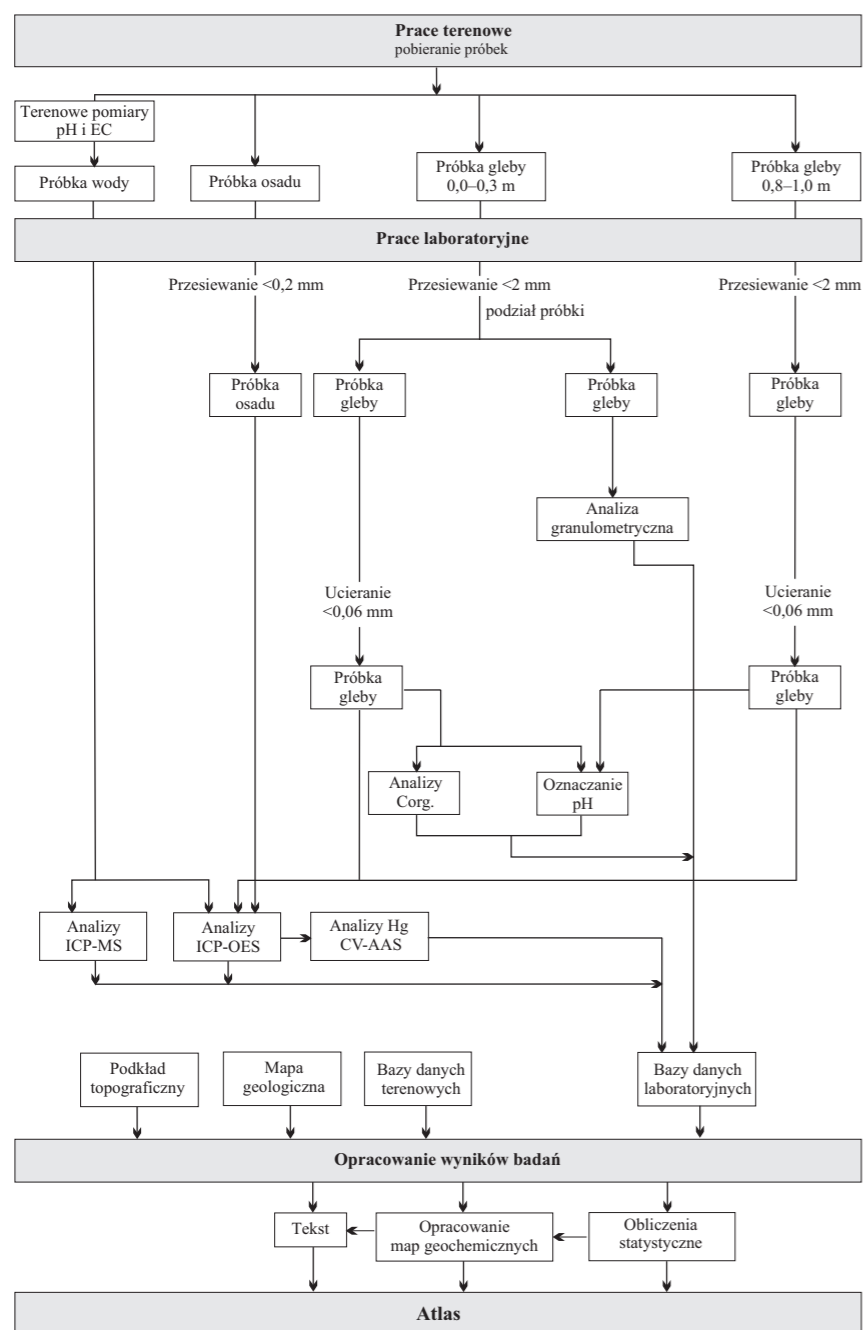


Fig. 1. Schemat wykonanych prac

### PRACE TERENOWE

Próbki gleb pobierano za pomocą ręcznej sondy o średnicy 60 mm w regularnej siatce 250×250 m (16 próbek/km<sup>2</sup>). Lokalizację miejsc opróbowania dokumentują mapy przedstawiające jednocześnie zabudowę i użytkowanie terenu (tabl. 2, 3). Łącznie pobrano 1289 próbek z głębokości 0,0–0,3 m oraz 1270 próbek z głęboko-

ści 0,8–1,0 m (lub z mniejszej głębokości w przypadku płytszego zalegania skał macierzystych). Każdą z próbek (o masie ok. 500 g) umieszczano w woreczku płóciennym opatrzonym odpowiednim numerem i wstępnie suszono na drewnianych paletach w magazynie terenowym.

Próbki wód powierzchniowych i osadów wodnych (odpowiednio 379 i 368 próbek) pobierano w analogicznych lokalizacjach z rzek, strumieni, rowów, kanałów, jezior, osadników, sadzawek i stawów. Różnica pomiędzy liczbą próbek była uwarunkowana możliwością ich pobrania (brak materiału wynikający np. z okresowego wysychania cieków lub wybetonowania ich koryt). Odległość między miejscami pobierania próbek z cieków i zbiorników wynosiła ok. 250 m. Lokalizację punktów opróbowania przedstawiono na tablicach (zaczynając odpowiednio od numerów 7 i 9), obrazujących zawartości poszczególnych pierwiastków w tych elementach środowiska.

Próbki wód powierzchniowych pobierano bezpośrednio strzykawką ze zbiornika/cieku. W przypadkach braku bezpiecznego podejścia, wody pobierano czerpakiem. Przewodność elektrolityczną właściwą wód (EC, ang. *Electrical Conductivity*) i ich odczyn (pH) mierzono w terenie za pomocą pH-metru/konduktometru (Elmetron CPC-105) z automatyczną kompensacją temperaturą, przyjmując temperaturę referencyjną 25°C. Pobrane wody były filtrowane w terenie przez filtry Milipore 0,45 µm, wlewane do butelek o objętości 30 cm<sup>3</sup> i zakwaszane kwasem azotowym (V) do pH<2. Butelki opisywano odpowiednimi numerami. Próbki osadów wodnych o masie ok. 500 g i możliwie najdrobniejszej frakcji pobierano z brzegów zbiorników i cieków za pomocą czerpaka i umieszczano w pojemnikach z tworzywa sztucznego, o pojemności 500 cm<sup>3</sup>, opisanych odpowiednimi numerami.

Miejsca pobrania wszystkich próbek zaznaczano na mapach topograficznych w skali 1:10 000, a ich lokalizację określono techniką GPS, z dokładnością ±2–5 m. Stosowane urządzenie umożliwia, obok pomiarów współrzędnych, rejestrację dodatkowych informacji, np. numer próbki, wartości pH i EC wód, danych o zabudowie i użytkowaniu terenu oraz litologię próbek. Przed wyjazdem w teren do pamięci urządzenia GPS wprowadzano siatkę opróbowania w formie danych przestrzennych shapefile. Dla większego bezpieczeństwa wszystkie dane terenowe były notowane również na specjalnie przygotowanych kartach terenowych (fig. 2).

### PRACE LABORATORYJNE

Przygotowanie próbek do badań, oznaczenie parametrów fizyczno-chemicznych oraz analizy chemiczne wykonano w laboratorium chemicznym PIG-PIB.

**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 dwie podpróbki: jedną przeznaczoną do analizy chemicznej, drugą do analizy granulometrycznej. Każdą próbkę gleby z głębokości 0,8–1,0 m, po przesianiu i kwartowaniu, przeznaczano do analizy chemicznej (fig. 1). Próbki gleb przeznaczone do analiz chemicznych ucierano do frakcji <0,06 mm w agatowych młynach kulowych. Próbki osadów wodnych suszono w temperaturze pokojowej, a następnie przesiewano przez sita nylonowe o oczkach 0,2 mm. Frakcję <0,2 mm, po kwartowaniu przeznaczano do analizy chemicznej (fig. 1).

**Analizy chemiczne.** Roztworzenie próbek gleb i osadów wodnych przeprowadzono z użyciem wody królewskiej (1 g próbki do końcowej masy mineralizatu 50 g) przez 1 godz. w temp. 95°C w termostатовanym bloku grzewczym.

Oznaczenia zawartości Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V i Zn w glebach i osadach wykonano za pomocą emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES). Analizy zawartości Hg w próbkach gleb i osadów przeprowadzono metodą absorp-

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

Nr próbki		Gleba		Współrzędne	
1		głębokość	0,0–0,3 m	X	
2		głębokość		Y	

Powiat..... Gmina..... Miejscowość.....

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

Uwagi: .....

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

Nr próbki		Współrzędne	
Osad	3	pH	
Woda	4	EC	

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

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

Uwagi: .....

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

cyjnej spektrometrii atomowej z generowaniem zimnych par rtęci (CV-AAS) w układzie przepływowo-wstrzykowy. Odczyn gleb oznaczono metodą potencjometryczną w zawiesinie z wodą (pH-H<sub>2</sub>O), stosując proporcje wagowe 1:5 (gleba:woda), a oznaczenia zawartości węgla organicznego (C<sub>org</sub>) w glebach metodą wysokotemperaturowego spalania z detekcją w podczerwieni IR. Oznaczenia zawartości B, Ba, Ca, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Si, S, Sr, Ti i Zn w wodach powierzchniowych przeprowadzono metodą emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES), a zawartości Ag, Al, As, Be, Cd, Co, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, U i V metodą spektrometrii mas



z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-MS). Zestawienie metod analitycznych i granic oznaczalności pierwiastków przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1  
Table

**Metody analityczne i granice oznaczalności**

Analytical methods and determination limits

Pierwiastek/ związek Element/ compound	Metoda analityczna Analytical method	Granica oznaczalności Determination limit	Jednostka Unit	Metoda analityczna Analytical method	Granica oznaczalności Determination limit	Jednostka Unit
Ag	ICP-OES	1	[mg/kg]	ICP-MS	0,05	[µg/dm <sup>3</sup> ]
Al	ICP-OES	0,01	[%]	ICP-MS	0,5	[µg/dm <sup>3</sup> ]
As	ICP-OES	3	[mg/kg]	ICP-MS	2	[µg/dm <sup>3</sup> ]
B	nie oznaczono/ not indicated			ICP-OES	0,01	[mg/dm <sup>3</sup> ]
Ba	ICP-OES	1	[mg/kg]	ICP-OES	0,001	[mg/dm <sup>3</sup> ]
Be	nie oznaczono/ not indicated			ICP-MS	0,05	[µg/dm <sup>3</sup> ]
C <sub>org</sub> (TOC)	*	0,02	[%]	nie oznaczono/ not indicated		
Ca	ICP-OES	0,01	[%]	ICP-OES	0,1	[mg/dm <sup>3</sup> ]
Cd	ICP-OES	0,5	[mg/kg]	ICP-MS	0,05	[µg/dm <sup>3</sup> ]
Co	ICP-OES	1	[mg/kg]	ICP-MS	0,05	[µg/dm <sup>3</sup> ]
Cr	ICP-OES	1	[mg/kg]	ICP-OES	0,003	[mg/dm <sup>3</sup> ]
Cu	ICP-OES	1	[mg/kg]	ICP-MS	0,05	[µg/dm <sup>3</sup> ]
Fe	ICP-OES	0,01	[%]	ICP-OES	0,01	[mg/dm <sup>3</sup> ]
Hg	CV-AAS	0,02	[mg/kg]	nie oznaczono/ not indicated		
K	nie oznaczono/ not indicated			ICP-OES	0,5	[mg/dm <sup>3</sup> ]
Li	nie oznaczono/ not indicated			ICP-MS	0,3	[µg/dm <sup>3</sup> ]
Mg	ICP-OES	0,01	[%]	ICP-OES	0,1	[mg/dm <sup>3</sup> ]
Mn	ICP-OES	2	[mg/kg]	ICP-OES	0,001	[mg/dm <sup>3</sup> ]
Mo	nie oznaczono/ not indicated			ICP-MS	0,05	[µg/dm <sup>3</sup> ]
Na	nie oznaczono/ not indicated			ICP-OES	0,5	[mg/dm <sup>3</sup> ]
Ni	ICP-OES	1	[mg/kg]	ICP-MS	0,5	[µg/dm <sup>3</sup> ]
P	ICP-OES	0,002	[%]	ICP-OES	0,05	[mg/dm <sup>3</sup> ]
Pb	ICP-OES	2	[mg/kg]	ICP-MS	0,05	[µg/dm <sup>3</sup> ]
S	ICP-OES	0,003	[%]	nie oznaczono/ not indicated		
Sb	nie oznaczono/ not indicated			ICP-MS	0,05	[µg/dm <sup>3</sup> ]
Se	nie oznaczono/ not indicated			ICP-MS	2	[µg/dm <sup>3</sup> ]
Si	nie oznaczono/ not indicated			ICP-OES	0,1	[mg/dm <sup>3</sup> ]
Sr	ICP-OES	1	[mg/kg]	ICP-OES	0,002	[mg/dm <sup>3</sup> ]
Ti	ICP-OES	5	[mg/kg]	ICP-OES	0,002	[mg/dm <sup>3</sup> ]
Tl	nie oznaczono/ not indicated			ICP-MS	0,05	[µg/dm <sup>3</sup> ]
U	nie oznaczono/ not indicated			ICP-MS	0,05	[µg/dm <sup>3</sup> ]
V	ICP-OES	1	[mg/kg]	ICP-MS	1	[µg/dm <sup>3</sup> ]
Zn	ICP-OES	1	[mg/kg]	ICP-OES	0,003	[mg/dm <sup>3</sup> ]

- ICP-OES – emisyjna spektrometria atomowa ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej  
*Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*
- ICP-MS – spektrometria mas z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej  
*Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry*
- CV-AAS – absorpcyjna spektrometria atomowa z generowaniem zimnych par rtęci  
*Cold Vapour Atomic Absorption Spectrometry*
- \* – wysokotemperaturowe spalanie z detekcją IR  
*High-temperature combustion with IR detection*

Kontrolę jakości wykonywanych oznaczeń prowadzono poprzez analizę próbek podwójnych (5% ogólnej liczby próbek), analizę materiałów odniesienia z atestowaną zawartością badanych pierwiastków (2% ogólnej liczby próbek) oraz analizę wewnętrznych próbek kontrolnych potwierdzających prawidłowe wykonywanie pomiarów instrumentalnych (5% ogólnej liczby próbek). Czystość odczynników i naczyń kontrolowano za pomocą „ślepych próbek odczynnikowych” i „ślepych próbek proceduralnych”.

Niepewność rozszerzona wyników badań (przy założonym poziomie prawdopodobieństwa 95% i współczynnika rozszerzenia k = 2) próbek wód, gleb i osadów nie przekracza 25%, z wyjątkiem niepewności rozszerzonej wyników badań stężenia boru w próbkach wód w zakresie 0,01–0,10 mg/dm<sup>3</sup>, zawartości rtęci w próbkach gleb i osadów oraz zawartości węgla organicznego w próbkach gleb, która wynosi 30%.

**Analizy granulometryczne** gleb pobranych z głębokości 0,0–0,3 m wykonano w Centrum Badań Gruntów i Skał w Zakładzie Geologii Inżynierskiej PIG-PIB w Warszawie. Badanie składu ziarnowego przeprowadzono metodą analizy sitowej (granulometrycznej) wg własnej procedury opracowanej na podstawie normy PN-88/B-04481 (1988, p. 4.1). Po utlenieniu materii organicznej (przez zastosowanie 30% roztworu nadtlenu wodoru – perhydrołu) próbki przemywano przez sito 0,02 mm, a pozostałość przesiewano na sucho przez kolumnę sit o wymiarach oczek: 1 mm; 0,1 mm; 0,02 mm i ważono uzyskane frakcje: 1–2 mm, 0,1–1,0 mm i <0,02 mm.

Wyniki analiz granulometrycznych (po przeliczeniu na udziały procentowe) przedstawiono na mapach klas ziarnowych: 0,1–1,0 mm frakcja piaszkowa, 0,02–0,1 mm frakcja pyłowa, <0,02 mm frakcja iłowa (tabl. 4–6).

**BAZY DANYCH I KONSTRUKCJA MAP GEOCHEMICZNYCH**

**Bazy danych.** Utworzono oddzielne zbiory danych (arkusze kalkulacyjne) dla:

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

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

Zebrane dane umieszczono w odrębnych tabelach (dla gleb, osadów i wód powierzchniowych) geobazy Centralnej Bazy Danych Geologicznych (CBDG) funkcjonującej w środowisku Oracle. Tabele te posłużyły do opracowania monopierwiastkowych map geochemicznych. W geobazie są przechowywane dane o charakterze opisowym (metadane), wyniki analiz chemicznych próbek oraz dane geometryczne składające się na część graficzną opracowania.

**Obliczenia statystyczne.** Wyniki zgromadzone w bazach danych służyły do wydziałania podzbiorów do obliczeń statystycznych według różnych kryteriów środowiska, na przykład zawartości pierwiastków w glebach terenów przemysłowych, glebach leśnych, glebach terenów miejskich, w osadach i wodach poszczególnych cieków i zbiorników oraz do konstrukcji map geochemicznych. Obliczenia parametrów statystycznych wykonano (w programie *Statistica*) zarówno dla całych zbiorów, jak i podzbiorów gleb, osadów i wód powierzchniowych pod warunkiem, że liczyły one 10 lub więcej próbek. W przypadkach, w których zawartość pierwiastków była

niższa niż granica oznaczalności zastosowanej metody analitycznej, do obliczeń statystycznych przyjmowano wartość równą połowie tej granicy. Wyliczano średnią arytmetyczną, średnią geometryczną, medianę oraz podano wartość minimalną i maksymalną. Dla pierwiastków, dla których uzyskany odsetek wyników poniżej granicy oznaczalności przekraczał 50%, odstąpiono od obliczenia wybranych miar statystyk opisowych i przedstawiono jedynie wartości minimalne i maksymalne. Parametry statystyczne dla poszczególnych pierwiastków i wskaźników zestawiono w tabelach 2–5 i zamieszczono na mapach geochemicznych (tabl. 7–62).

Przy interpretacji wyników jako miarę tła geochemicznego poszczególnych pierwiastków stosowano obliczone wartości median. Mediana jest parametrem statystycznym lepiej charakteryzującym zawartość w porównaniu ze średnią arytmetyczną, gdyż jest mniej obciążona wpływem wartości ekstremalnych. Inne parametry statystyczne (wariancja, odchylenie standardowe) nie nadają się do charakterystyki populacji o bliżej nieokreślonym rozkładzie.

**Podkład topograficzny.** Do opracowania podkładu topograficznego map geochemicznych w skali 1:25 000 wykorzystano dane VMap L2 (zapis wektorowy) w skali 1:50 000 w układzie współrzędnych prostokątnych PL-1992 oraz inne materiały pomocnicze. Mapa topograficzna zawiera następujące wektorowe warstwy informacyjne:

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

**Mapa geologiczna.** Do przedstawienia budowy geologicznej badanego obszaru wykorzystano Szczegółową mapę geologiczną Polski 1:50 000 arkusz Wojkowiec M-34-51-C (Biernat, 1955; reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010). Obrazy wektorowe arkusza utworzone w wyniku cyfryzacji połączono z podkładem topograficznym w formie mapy geologicznej w skali 1:25 000 (tabl. 1).

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

- zabudowa terenu,
- użytkowanie terenu,
- zawartość węgla organicznego oraz frakcji piaszkowej, pyłowej i iłowej w glebach z głębokości 0,0–0,3 m,
- pH w glebach z głębokości 0,0–0,3 i 0,8–1,0 m,
- zawartość Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V i Zn w glebach z głębokości 0,0–0,3 i 0,8–1,0 m oraz w osadach wodnych,
- pH i EC oraz zawartość Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Sb, Se, SiO<sub>2</sub>, Sr, Ti, Tl, U, V i Zn w wodach powierzchniowych,
- ocena zanieczyszczenia gleb z głębokości 0,0–0,3 m ze względu na dopuszczalną zawartość kadmu.

Mapy opracowano w programie ArcGIS 10.8, który jest pakietem programów firmy ESRI, przeznaczonym do pracy na mapach i danych przestrzennych. Program umożliwia tworzenie nowych lub modyfikację istniejących map, analizę i wizualizację danych przestrzennych oraz zarządzanie nimi w geobazach. Zabudowę i użytkowanie terenu oraz rozkład zawartości pierwiastków w osadach i wodach powierzchniowych przedstawiono w postaci map punktowych.



Tabela 2 cd.  
Table 2 cont.

Gleby Soils	Parametry Parameters	Ag	Al	As	Ba	C <sub>org</sub>	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	Ni	P	Pb	S	Sr	Ti	V	Zn	pH
		[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
	Granica oznaczalności Determination limit	1	0,01	3	1	0,02	0,01	0,5	1	1	1	0,01	0,02	0,01	2	1	0,002	2	0,003	1	5	1	1	2,00
Gleby piaszczyste Sandy soils n = 1055	a	<1	0,04	<3	8	0,06	<0,01	<0,5	<1	<1	1	0,03	<0,02	<0,01	2	<1	0,003	5	<0,003	<1	7	<1	5	3,67
	b	2	1,72	367	1269	48,92	5,31	31,1	30	223	162	5,64	0,27	2,84	3255	57	0,161	2277	0,594	115	240	62	3794	9,25
	c	–	0,31	7	77	2,69	0,25	2,5	2	5	8	0,55	0,04	0,08	248	4	0,030	100	0,024	7	39	8	190	6,30
	d	–	0,26	5	61	1,96	0,09	1,7	1	4	7	0,40	0,03	0,03	108	3	0,026	80	0,019	5	36	7	117	6,20
	e	–	0,26	5	58	1,77	0,07	1,8	1	4	7	0,38	0,04	0,03	147	3	0,027	78	0,018	5	37	6	113	6,35
Gleby gliniaste Clay soils n = 98	a	<1	0,22	<3	38	0,42	0,06	0,6	1	4	6	0,32	<0,02	0,03	95	3	0,012	24	0,008	4	21	6	122	5,53
	b	<1	1,73	201	370	15,26	7,58	35,1	16	37	39	10,80	0,25	4,56	2246	77	0,476	569	0,171	165	169	49	2031	8,35
	c	–	0,86	23	103	2,53	1,33	6,3	7	16	18	1,80	0,07	0,35	694	19	0,054	153	0,031	21	59	25	609	7,45
	d	–	0,81	16	93	2,17	0,72	4,9	6	15	17	1,58	0,06	0,19	599	17	0,046	132	0,027	16	58	23	492	7,43
	e	–	0,86	15	91	2,22	0,72	4,6	7	16	18	1,57	0,06	0,15	580	17	0,046	116	0,029	15	59	24	474	7,41
Gleby torfiaste Peaty soils n = 77	a	<1	0,15	<3	44	2,10	0,02	0,9	<1	2	4	0,14	0,04	<0,01	6	1	0,015	44	0,025	3	7	2	42	3,66
	b	<1	3,01	137	512	54,42	4,98	15,4	20	25	58	8,15	2,44	1,10	3913	24	0,487	645	0,552	224	195	77	1064	7,83
	c	–	0,67	19	192	20,50	0,92	6,9	3	10	16	1,39	0,18	0,09	313	8	0,099	238	0,181	36	38	21	391	5,73
	d	–	0,56	14	163	14,00	0,44	5,6	2	9	14	0,99	0,14	0,06	143	6	0,081	196	0,132	23	34	17	307	5,63
	e	–	0,56	14	159	13,25	0,45	6,1	2	10	15	0,95	0,14	0,06	196	7	0,094	228	0,122	23	34	18	324	5,88
Gleby antropogeniczne Anthropogenic soils n = 59	a	<1	0,11	<3	18	0,29	0,01	<0,5	<1	2	2	0,14	<0,02	0,03	45	1	0,006	23	0,006	2	22	2	28	5,42
	b	14	0,95	601	270	8,31	15,20	32,4	12	150	478	5,19	0,17	9,06	2431	36	0,132	4907	0,229	92	277	39	8159	9,43
	c	–	0,47	35	87	2,15	2,17	4,1	4	13	27	1,18	0,05	0,93	554	10	0,033	227	0,035	24	69	15	649	8,02
	d	–	0,44	12	72	1,65	1,13	2,6	3	9	14	0,98	0,04	0,38	410	8	0,029	113	0,026	17	60	13	314	7,99
	e	–	0,46	10	67	1,68	1,35	2,5	3	8	11	1,02	0,04	0,47	474	9	0,029	94	0,024	19	53	14	249	8,04
Tło geochemiczne / Geochemical background																								
Gleby Europy <sup>1)</sup> Soils of Europe	e	0,27 n = 840	5,82 n = 845	6,00 n = 837*	65,0 n = 837*	1,73 n = 819	0,659 n = 845	0,145 n = 840	7,00 n = 837*	22,00 n = 837*	12,0 n = 837*	1,96 n = 837*	0,037 n = 833	0,46 n = 845	382 n = 837*	14,0 n = 837*	0,056 n = 845	15,0 n = 837*	0,023 n = 837*	89,0 n = 845	3426 n = 845	33,0 n = 837*	48,0 n = 837*	5,51 n = 818
Gleby Polski <sup>2)</sup> Soils of Poland n = 10 840**	e	<1	nd.	<5	32	nd.	0,18	<0,5	2	4	5	0,51	<0,05	0,06	217	4	0,034	13	0,012	8	26	7	35	6,1
Gleby regionu śląsko-krakowskiego <sup>3)</sup> Soils of Cracow-Silesia Region n = 1564**	e	<1	nd.	<5	54	nd.	0,22	1,3	3	5	7	0,63	0,08	0,07	257	5	0,030	44	0,015	10	28	9	104	6,7
Dopuszczalne zawartości pierwiastków powodujących ryzyko z podziałem na grupy gruntów <sup>4)</sup> / Permissible contents of risk-causing substances by land groups <sup>4)</sup>																								
I grupa Group I		nd.	nd.	25	400	nd.	nd.	2	50	200	200	nd.	5	nd.	nd.	150	nd.	200	nd.	nd.	nd.	nd.	500	nd.
II grupa Group II		nd.	nd.	10–50	200–600	nd.	nd.	2–5	20–50	150–500	100–300	nd.	2–5	nd.	nd.	100–300	nd.	100–500	nd.	nd.	nd.	nd.	300–1000	nd.
III grupa Group III		nd.	nd.	50	1000	nd.	nd.	10	100	500	300	nd.	10	nd.	nd.	300	nd.	500	nd.	nd.	nd.	nd.	1000	nd.
IV grupa Group IV		nd.	nd.	100	1500	nd.	nd.	15	200	1000	600	nd.	30	nd.	nd.	500	nd.	600	nd.	nd.	nd.	nd.	2000	nd.

a – minimum minimum    b – maksimum maximum    c – średnia arytmetyczna arithmetic mean    d – średnia geometryczna geometric mean    e – mediana median    n – liczba próbek number of samples    <sup>1)</sup> Salminen, 2005    <sup>2)</sup> Lis, Pasieczna, 1995a    <sup>3)</sup> Lis, Pasieczna, 1995b    <sup>4)</sup> Rozporządzenie Ministra Środowiska, 2016

„–” nie obliczono w przypadku, gdy odsetek wyników poniżej granicy oznaczalności przekraczał 50%  
not calculated in the case when the percentage of the results below determination limit exceeded 50%

nd. – nie dotyczy  
not applicable

\* ekstrakcja wodą królewską  
aqua regia digestion

\*\* ekstrakcja kwasem solnym  
hydrochloric acid digestion



Tabela 3 cd.  
Table 3 cont.

Gleby Soils	Parametry Parameters	Ag	Al	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	Ni	P	Pb	S	Sr	Ti	V	Zn	pH	
		[mg/kg]	[%]	[mg/kg]		[%]	[mg/kg]					[%]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]					[-]		
	Granica oznaczalności Determination limit	1	0,01	3	1	0,01	0,5	1	1	1	0,01	0,02	0,01	2	1	0,002	2	0,003	1	5	1	1	2,00	
Gleby piaszczyste Sandy soils n = 797	a	<1	0,03	<3	4	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	0,01	<0,02	<0,01	<2	<1	<0,002	<2	<0,003	<1	8	<1	2	3,82	
	b	9	1,68	271	775	18,98	24,3	126	44	198	8,06	0,19	8,95	3999	143	0,261	1217	0,797	291	198	48	4462	9,20	
	c	–	0,25	–	23	0,22	–	–	–	3	4	0,33	–	0,10	3	0,008	16	–	3	38	5	52	7,06	
	d	–	0,20	–	16	0,02	–	–	–	2	3	0,17	–	0,02	21	2	0,005	4	–	2	34	3	19	7,01
	e	–	0,19	–	14	0,02	–	–	–	2	3	0,15	–	0,02	16	2	0,005	4	–	2	33	3	15	7,11
Gleby gliniaste Clay soils n = 417	a	<1	0,11	<3	7	<0,01	<0,5	<1	1	2	0,11	<0,02	0,01	8	2	0,003	<2	<0,003	1	15	1	10	4,61	
	b	3	3,12	178	1720	26,95	90,0	86	56	70	13,02	0,30	10,82	9582	134	0,568	1779	0,182	539	235	81	5267	9,48	
	c	–	0,93	15	82	3,98	3,3	9	16	16	1,95	0,06	1,32	679	22	0,026	85	0,014	37	61	27	426	7,64	
	d	–	0,81	9	55	0,81	1,0	6	14	14	1,47	0,05	0,31	354	16	0,019	38	0,009	17	56	23	176	7,55	
	e	–	0,83	10	52	0,80	0,8	6	14	14	1,43	0,05	0,19	457	16	0,020	34	0,010	16	56	24	150	7,95	
Gleby torfiaste Peaty soils n = 16	a	<1	0,12	<3	27	0,13	<0,5	<1	3	5	0,18	<0,02	0,04	17	2	0,019	14	0,043	9	17	7	23	3,93	
	b	<1	1,91	47	260	4,22	4,7	22	22	35	2,15	0,25	0,30	529	39	0,327	645	1,897	62	48	134	465	6,67	
	c	–	0,63	15	122	1,74	2,4	5	11	14	0,99	0,14	0,14	133	11	0,079	113	0,558	32	33	29	180	5,91	
	d	–	0,47	9	97	1,32	1,9	3	9	12	0,75	0,12	0,12	90	9	0,063	63	0,341	29	31	22	146	5,86	
	e	–	0,46	9	133	1,69	2,3	3	10	12	0,69	0,15	0,13	82	10	0,063	55	0,348	32	34	22	168	6,07	
Gleby antropogeniczne Anthropogenic soils n = 40	a	<1	0,18	<3	16	0,01	<0,5	<1	2	3	0,06	<0,02	0,02	8	<1	0,007	11	0,006	2	6	3	24	5,88	
	b	17	1,99	688	333	16,02	14,0	23	66	711	4,19	0,13	9,41	1778	40	0,081	1535	1,423	153	458	55	5142	9,21	
	c	–	0,50	56	69	3,88	2,8	5	11	50	1,20	0,04	1,70	481	10	0,023	181	0,118	33	74	16	602	8,32	
	d	–	0,43	11	56	1,90	1,5	3	8	14	0,89	0,04	0,68	325	8	0,020	81	0,028	21	58	13	225	8,29	
	e	–	0,42	8	54	2,12	1,8	3	8	11	0,82	0,04	0,84	377	7	0,018	70	0,018	22	56	13	239	8,38	

a – minimum    b – maksimum    c – średnia arytmetyczna    d – średnia geometryczna    e – mediana    n – liczba próbek    „–” nie obliczono w przypadku, gdy odsetek wyników poniżej granicy oznaczalności przekraczał 50%  
*minimum    maximum    arithmetic mean    geometric mean    median    number of samples    not calculated in the case when the percentage of the results below determination limit exceeded 50%*



Tabela 4 cd.  
Table 4 cont.

Osady wodne <i>Aquatic sediments</i>	Parametry <i>Parameters</i>	Ag	Al	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	Ni	P	Pb	S	Sr	Ti	V	Zn
		[mg/kg]	[%]	[mg/kg]		[%]	[mg/kg]					[%]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]					
	Granica oznaczalności <i>Determination limit</i>	1	0,01	3	1	0,01	0,5	1	1	1	0,01	0,02	0,01	2	1	0,002	2	0,003	1	5	1	1
Zlewnia Potoku Ożarówickiego <i>Catchment of the Potok Ożarówicki Stream</i> n = 108	a	1	0,09	2	10	0,02	<0,5	<1	2	1	0,14	<0,02	0,01	9	1	0,007	7	0,016	1	17	3	12
	b	21	1,76	1129	623	9,09	125,2	69	68	483	7,55	0,60	5,84	6980	50	0,577	2727	1,941	66	241	69	3877
	c	–	0,59	46	177	1,82	10,5	8	14	34	1,87	0,10	0,66	944	12	0,104	260	0,276	24	52	22	785
	d	–	0,50	18	142	1,05	6,1	6	11	20	1,38	0,06	0,27	473	9	0,075	163	0,167	19	46	18	506
	e	–	0,53	19	160	1,10	6,9	6	12	23	1,40	0,08	0,30	507	11	0,087	175	0,198	21	45	20	578
Potok Ożarówicki <i>Potok Ożarówicki Stream</i> n = 22	a	<1	0,14	4	41	0,40	1,7	2	3	8	0,37	<0,02	0,11	119	3	0,021	37	0,045	6	30	5	139
	b	2	1,76	181	358	3,14	14,7	15	68	114	3,75	0,30	1,43	3159	50	0,233	562	1,808	47	68	58	1382
	c	–	0,68	47	159	1,41	7,0	7	19	35	1,65	0,12	0,53	762	14	0,089	198	0,338	21	46	20	684
	d	–	0,56	30	137	1,16	5,7	6	14	28	1,32	0,07	0,42	542	11	0,071	154	0,211	18	45	17	561
	e	–	0,61	30	145	1,04	6,4	7	16	30	1,31	0,09	0,43	527	13	0,082	157	0,186	21	45	20	640
Zlewnia zb. Kozłowa Góra <i>Catchment of the Kozłowa Góra reservoir</i> n = 75	a	<1	0,06	<3	14	0,02	<0,5	<1	2	<1	0,08	<0,02	0,01	10	<1	0,004	6	0,004	2	17	3	23
	b	1	2,84	178	1621	1,75	59,5	243	31	99	26,48	0,23	0,78	61941	157	0,424	861	2,028	64	118	67	4875
	c	–	0,64	22	217	0,43	14,1	23	10	21	3,41	0,08	0,09	3242	20	0,081	172	0,275	18	50	17	991
	d	–	0,46	10	127	0,27	6,7	7	8	12	1,45	0,06	0,06	461	11	0,044	103	0,124	13	46	12	485
	e	–	0,57	13	150	0,32	10,2	8	10	15	1,63	0,08	0,06	511	13	0,054	137	0,163	16	45	13	669
Rów z Siedlisk <i>Rów z Siedlisk Ditch</i> n = 11	a	<1	0,23	3	41	0,39	0,5	2	4	4	0,44	<0,02	0,20	217	3	0,016	24	0,017	5	32	6	80
	b	<1	0,84	35	248	6,44	9,0	10	27	49	7,55	0,14	3,51	3489	20	0,125	241	0,691	57	142	31	933
	c	–	0,46	19	110	2,80	4,5	5	13	24	2,01	0,07	1,42	795	11	0,073	134	0,248	24	59	16	515
	d	–	0,43	16	98	2,30	3,8	5	12	20	1,56	0,06	1,12	566	10	0,062	117	0,143	21	53	14	441
	e	–	0,45	19	93	2,49	4,8	5	13	24	1,58	0,07	1,20	524	10	0,082	143	0,201	22	49	14	537
Tło geochemiczne / <i>Geochemical background</i>																						
Osady strumieniowe Europy <sup>1)</sup> <i>Stream sediments of Europe<sup>1)</sup></i>	e	nd.	5,50 n = 799	6,00 n = 794*	87,5 n = 794*	1,74 n = 801	0,29 n = 797	8,00 n = 794*	22,0 n = 794*	15,0 n = 794*	1,97 n = 794*	0,038 n = 797	0,72 n = 801	453 n = 794*	17,0 n = 794*	0,057 n = 801	14,0 n = 794*	0,0502 n = 794	124 n = 801	3798 n = 801	29,0 n = 794*	59,5 n = 794*
Osady Polski <sup>2)</sup> <i>Sediments of Poland<sup>2)</sup></i> n = 12 778**	e	<1	nd.	<5	54	0,86	<0,5	3	5	7	0,80	0,05	0,11	274	6	0,059	13	0,040	20	30	7	62
Osady regionu śląsko-krakowskiego <sup>3)</sup> <i>Sediments of Cracow-Silesia region<sup>3)</sup></i> n = 1459**	e	1	nd.	6	98	0,71	2,5	4	9	15	1,07	0,06	0,13	292	11	0,066	59	0,052	24	42	12	259

a – minimum    b – maksimum    c – średnia arytmetyczna    d – średnia geometryczna    e – mediana    n – liczba próbek    <sup>1)</sup> Salminen, 2005    <sup>2)</sup> Lis, Pasiieczna, 1995a    <sup>3)</sup> Lis, Pasiieczna, 1995b  
*minimum    maximum    arithmetic mean    geometric mean    median    number of samples*

„–” nie obliczono w przypadku, gdy odsetek wyników poniżej granicy oznaczalności przekraczał 50%    nd. – nie dotyczy    \* ekstrakcja wodą królewską    \*\* ekstrakcja kwasem solnym  
*not calculated in the case when the percentage of the results below determination limit exceeded 50%    not applicable    aqua regia digestion    hydrochloric acid digestion*





Tabela 5 cd.  
Table 5 cont.

Wody powierzchniowe Surface water	Parametry Parameters	EC	pH	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Sb	Se	SiO <sub>2</sub>	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn		
		[mS/cm]	[-]	[µg/dm <sup>3</sup> ]			[mg/dm <sup>3</sup> ]		[µg/dm <sup>3</sup> ]	[mg/dm <sup>3</sup> ]	[µg/dm <sup>3</sup> ]		[mg/dm <sup>3</sup> ]	[µg/dm <sup>3</sup> ]	[mg/dm <sup>3</sup> ]		[µg/dm <sup>3</sup> ]	[mg/dm <sup>3</sup> ]	[µg/dm <sup>3</sup> ]	[mg/dm <sup>3</sup> ]	[µg/dm <sup>3</sup> ]	[mg/dm <sup>3</sup> ]	[µg/dm <sup>3</sup> ]	[mg/dm <sup>3</sup> ]	[µg/dm <sup>3</sup> ]	[mg/dm <sup>3</sup> ]			[µg/dm <sup>3</sup> ]		[mg/dm <sup>3</sup> ]					
	Granica oznaczalności Determination limit	brak none	brak none	0,05	0,5	2	0,01	0,001	0,05	0,1	0,05	0,05	0,003	0,05	0,01	0,5	0,3	0,1	0,001	0,05	0,5	0,5	0,05	0,05	1	0,05	2	0,1	0,003	0,002	0,05	0,05	1	0,003		
Zlewnia Potoku Ożarówickiego Catchment of the Potok Ożarówicki Stream n = 112	a	0,14	5,52	<0,05	0,9	<2	<0,01	0,040	<0,05	4,5	<0,05	<0,05	<0,003	0,51	<0,01	<0,5	<0,3	0,8	<0,001	0,06	2,2	<0,5	<0,05	<0,05	3	<0,05	<2	1,8	0,043	<0,002	<0,05	<0,05	<1	<0,003		
	b	2,61	7,85	0,06	690,2	36	0,11	0,394	0,60	190,1	13,26	25,55	0,008	6,65	119,58	25,3	9,3	57,8	18,526	4,45	265,9	42,7	0,57	53,22	284	1,95	-	22,9	0,600	0,029	0,87	4,15	11	0,985		
	c	0,77	7,02	-	43,1	-	0,04	0,155	-	83,9	0,51	1,26	-	1,59	2,24	5,3	2,8	22,6	0,634	1,08	23,1	2,7	-	1,13	85	0,37	-	8,6	0,148	-	0,14	1,26	-	0,053		
	d	0,70	7,01	-	18,4	-	0,03	0,144	-	75,5	0,09	0,24	-	1,42	0,09	3,4	2,0	19,1	0,091	0,72	16,9	1,9	-	0,35	68	0,28	-3	8,0	0,133	-	0,12	0,83	-	0,018		
	e	0,77	7,07	-	18,2	-	0,03	0,147	-	84,2	0,06	0,21	-	1,36	0,05	3,9	1,9	22,1	0,070	0,81	21,0	1,8	-	0,29	71	0,29	-	8,4	0,139	-	0,11	1,34	-	0,014		
Potok Ożarówicki Potok Ożarówicki Stream n = 23	a	0,66	5,94	<0,05	10,4	<2	0,02	0,089	<0,05	62,2	<0,05	<0,05	<0,003	0,95	0,01	1,8	0,8	14,3	0,021	0,08	19,7	1,1	<0,05	0,11	79	0,14	<2	2,9	0,128	<0,002	0,08	<0,05	<1	0,006		
	b	1,07	7,72	<0,05	64,5	6	0,05	0,190	0,14	101,9	5,09	3,99	<0,003	3,46	0,80	8,7	6,1	29,6	2,618	1,92	39,2	11,9	0,07	1,60	177	0,96	<2	10,0	0,429	<0,002	0,18	1,58	<1	0,270		
	c	0,82	6,91	-	24,1	3	0,03	0,150	-	85,3	-	0,51	-	1,58	0,10	4,8	3,6	23,7	0,279	1,33	26,0	2,9	-	0,40	115	0,46	-	7,8	0,189	-	0,12	1,10	-	0,039		
	d	0,82	6,89	-	22,2	2	0,03	0,149	-	84,4	-	0,12	-	1,48	0,05	4,4	3,3	23,3	0,060	1,03	25,5	2,2	-	0,26	112	0,41	-	7,5	0,176	-	0,11	0,90	-	0,018		
	e	0,81	7,01	-	21,3	3	0,03	0,148	-	91,2	-	0,08	-	1,37	0,03	4,8	3,7	24,6	0,036	1,41	23,9	1,8	-	0,19	111	0,45	-	8,7	0,150	-	0,10	1,32	-	0,012		
Zlewnia zb. Kozłowa Góra Catchment of the Kozłowa Góra reservoir n = 77	a	0,12	4,90	<0,05	5,3	<2	0,02	0,046	<0,05	6,8	<0,05	0,06	<0,003	0,21	<0,01	0,5	<0,3	1,1	0,002	<0,05	2,3	1,0	<0,05	<0,05	2	0,11	<2	2,2	0,032	<0,002	<0,05	<0,05	<1	<0,003		
	b	1,30	7,82	0,11	3946,9	21	0,12	0,787	0,86	98,9	15,75	64,63	0,006	10,08	38,57	10,4	11,7	23,3	37,474	3,90	66,3	33,7	0,39	38,46	107	1,72	<2	21,1	0,285	0,021	0,44	2,68	15	1,348		
	c	0,35	6,75	-	336,1	-	0,06	0,155	-	34,7	1,03	4,75	-	1,63	2,85	3,2	4,0	7,1	1,609	0,37	9,3	5,5	-	2,92	31	0,32	-	11,5	0,098	-	0,09	0,17	-	0,127		
	d	0,31	6,71	-	81,9	-	0,06	0,126	-	29,9	0,21	1,49	-	1,25	0,75	2,8	3,2	5,9	0,364	0,23	7,1	4,1	-	0,86	23	0,27	-	10,6	0,091	-	0,06	0,09	-	0,039		
	e	0,33	6,95	-	72,5	-	0,06	0,119	-	34,2	0,17	1,64	-	1,12	0,76	2,8	3,0	6,4	0,402	0,23	6,9	3,4	-	0,90	27	0,27	-	10,5	0,101	-	0,07	0,10	-	0,040		
Rów z Siedlisk Rów z Siedlisk Ditch n = 16	a	0,44	6,93	<0,05	6,7	<2	0,03	0,086	<0,05	43,3	<0,05	0,18	<0,003	0,84	0,02	6,8	2,7	14,1	0,043	0,97	11,2	1,5	<0,05	<0,05	45	0,13	<2	5,9	0,092	<0,002	<0,05	0,53	<1	<0,003		
	b	1,10	7,76	<0,05	31,7	9	0,07	0,164	<0,05	110,2	0,14	1,00	<0,003	2,12	0,88	10,9	9,3	45,5	1,031	2,39	39,6	3,3	0,57	1,53	137	0,56	<2	9,8	0,245	<0,002	0,28	2,10	<1	0,015		
	c	0,82	7,29	-	16,5	-	0,05	0,124	-	85,2	-	0,43	-	1,40	0,20	9,0	6,2	32,8	0,251	1,57	23,5	2,4	-	0,44	93	0,32	-	8,2	0,165	-	0,13	1,43	-	0,006		
	d	0,79	7,28	-	15,6	-	0,05	0,121	-	80,4	-	0,35	-	1,34	0,10	8,9	5,8	30,1	0,144	1,52	21,2	2,3	-	0,19	86	0,28	-	8,0	0,156	-	0,12	1,28	-	0,004		
	e	0,93	7,33	-	15,5	-	0,05	0,130	-	99,4	-	0,28	-	1,24	0,08	9,1	6,8	37,0	0,101	1,46	26,7	2,4	-	0,13	106	0,27	-	8,8	0,171	-	0,14	1,68	-	0,006		
Wartości graniczne wskaźników jakości wód powierzchniowych z grupy specyficznych substancji zanieczyszczających <sup>1)</sup> Limit values for surface water quality indicators from the group of specific pollutants <sup>1)</sup>																																				
I i II klasa <sup>1)</sup> Classes I and II <sup>1)</sup>		nd.	nd.	≤5	≤400	≤50	≤2	≤0,5	≤0,8	nd.	nd.	≤50	≤0,05	≤50	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	≤40	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	≤2	≤20	nd.	nd.	≤0,05	≤2	nd.	≤50	≤1		
Środowiskowe normy jakości dla wskaźników stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych <sup>2)</sup> Environmental quality standards for chemical status indicators of uniform part of the surface water <sup>2)</sup>																																				
Maksymalne dopuszczalne stężenie <sup>2)</sup> Maximum allowable concentration <sup>2)</sup>		nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0,45 (klasy 1 i 2) (class 1 and 2); 0,6 (klasa 3) (class 3); 0,9 (klasa 4) (class 4); 1,5 (klasa 5) (class 5)	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.

a – minimum      b – maksimum      c – średnia arytmetyczna      d – średnia geometryczna      e – mediana      n – liczba próbek      „-” nie obliczono w przypadku, gdy odsetek wyników poniżej granicy oznaczalności przekraczał 50%      nd. – nie dotyczy

minimum      maximum      arithmetic mean      geometric mean      median      number of samples      not calculated in the case when the percentage of the results below determination limit exceeded 50%      not applicable

<sup>1)</sup> Zgodnie z załącznikiem nr 26 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury (Rozporządzenie..., 2021)  
In accordance with Annex 26 of the Regulation of the Minister of Infrastructure

<sup>2)</sup> Zgodnie z załącznikiem nr 14 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury (Rozporządzenie..., 2021)  
In accordance with Annex 14 of the Regulation of the Minister of Infrastructure

Do przedstawienia rozkładu klas uziarnienia w glebach, ich odczynu oraz zawartości w nich pierwiastków chemicznych wybrano izoliniową (obszarową) metodę opracowania map ze względu na jej przejrzystość i czytelność. Izoliniowe mapy geochemiczne utworzono stosując deterministyczną metodę odwrotnych odległości *Inverse Distance Weighted – IDW*. Jest to metoda pozwalająca uzyskać wynik dla danej komórki (*grid*) poprzez uśrednienie wartości z najbliższych punktów, a bliższe punkty mają większy wpływ na wartość interpolowaną. Wpływ ten jest ujęty jako odwrotność odległości danego punktu podniesiona do potęgi ustalonej przez wykonawcę. Zaletą metody jest określenie odległości, położenia punktów wykorzystywanych w procesie interpolacji.

Mapy rozkładu klas uziarnienia, odczynu gleb oraz zawartości pierwiastków w glebach opracowano dla zbioru wyników analiz chemicznych arkuszy: Pyrzowice, Siewierz, Wojkowice i Siemianowice Śląskie w skali 1:25 000. Dla każdej mapy wykonywano jedną analizę przestrzenną wymienionych arkuszy, aby zapobiec niezgodnościom na ich granicach. Powstałe mapy monopierwiastkowe łącznie z podkładem topograficznym w granicach danego arkusza.

Odczyn gleb przedstawiono według skali przyjętej w gleboznawstwie, z podziałem na gleby bardzo kwaśne (pH<5,0), kwaśne (pH 5,0–6,0), lekko kwaśne (pH 6,1–6,7), obojętne (pH 6,8–7,4) i zasadowe (pH>7,4) (Bednarek in., 2004). Rozkład przestrzenny wybranych pierwiastków w glebach przedstawiono przy zastosowaniu postępu geometrycznego do wyznaczenia klas rozkładu.

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

Sporządzając przykładową mapę oceny zanieczyszczenia gleb powierzchniowych (tabl. 63) ze względu na dopuszczalną zawartość kadmu, wyniki badań geochemicznych odniesiono do dopuszczalnych zawartości substancji powodujących ryzyko określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (Rozporządzenie..., 2016).

Do celów publikacji mapy geochemiczne połączono parami, tj. na jednej tablicy umieszczano mapę geochemiczną gleb z głębokości 0,0–0,3 m i mapę geochemiczną osadów, a na sąsiedniej – mapę geochemiczną gleb z głębokości 0,8–1,0 m i mapę geochemiczną wód powierzchniowych. Ten sposób prezentacji pozwala na bezpośrednie porównanie obrazów geochemicznych różnych środowisk. Kierując się wygodą użytkownika, wydrukowano mapy (opatrzone skalą liniową) w formacie pomniejszonym (A3), skala wydruku wynosi 1:35 000. Zabieg ten nie spowodował pominięcia żadnego szczegółu treści map.

## WYNIKI BADAŃ

### GLEBY

Gleba jest jednym z głównych elementów środowiska i stanowi najbardziej powierzchniową część skorupy ziemskiej. Jej geneza jest związana z oddziaływaniem czynników wietrzeniowych, biologicznych i mikrobiologicznych. Charakteryzuje się działaniem filtrującym i buforującym, które chronią przed nadmiernym przepływem pierwiastków śladowych do innych komponentów środowiska. W glebie określone związki i substancje toksyczne ulegają procesom rozkładu na substancje mniej toksyczne lub niewykazujące toksyczności w określonych warunkach środowiska (Kabata-Pendias, Pendias, 1999).

**Skład granulometryczny.** W opracowaniu przyjęto podział cząstek gleb na grupy granulometryczne według normy branżowej BN-78/9180-11, która obowiązywała do 2008 r. Odwołanie się do tej normy wynika z potrzeby zachowania

standardu przy kontynuacji opracowania seryjnego, wykonywanego od kilkunastu lat w sposób ciągły zgodnie z instrukcją opracowania Szczegółowej mapy geochemicznej Górnego Śląska w skali 1:25 000.

Przy analizie granulometrycznej wzięto pod uwagę następujące grupy ziarnowe: 1,0–0,1 mm (frakcja piaskowa), 0,10–0,02 mm (frakcja pyłowa) oraz <0,02 mm (frakcja iłowa) (tabl. 4–6). Zmiana przedziałów grup granulometrycznych na zgodne z wytycznymi Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego (Klasyfikacja..., 2008) utrudniłaby porównanie składu granulometrycznego z danymi uzyskanymi i opublikowanymi wcześniej.

Skład granulometryczny jest genetycznie związany z litologią skał podłoża. W północnej części arkusza gleby wykształciły się na czwartorzędowych piaskach i żwirach wodnolodowcowych. Na tych obszarach dominuje frakcja piaskowa. Zwiększony udział frakcji pyłowej oraz iłowej stwierdzono w próbkach pobranych z gleb utworzonych na węglanowych utworach triasu (część południowo-wschodnia) (tabl. 4–6).

**Odczyn.** Odczyn pH powierzchniowej warstwy gleb (0,0–0,3 m) na obszarach leśnych jest bardzo kwaśny (pH<5,0) lub kwaśny (pH 5,0–6,0) (tabl. 7). Odczyn lekko kwaśny (pH 6,1–6,7), obojętny (pH 6,8–7,4) lub zasadowy (pH>7,4) charakteryzuje gleby nieużytków i ugorów, pól uprawnych oraz łąk. Gleby te występują głównie na wychodniach węglanowych utworów triasu. Znaczący obszar zajmowany przez gleby o odczynie zasadowym (pH>7,4) jest zlokalizowany w centralnej części arkusza oraz w pasie pomiędzy miejscowościami Tapkowiec i Sadowie. Odczyn gleb na głębokości 0,8–1,0 m jest ściśle uzależniony od czynników geologicznych. Gleby charakteryzujące się odczynem zasadowym (pH>7,4) dominują na wychodniach węglanowych utworów triasu. Gleby o odczynie obojętnym (pH 6,8–7,4) są genetycznie związane z występowaniem w podłożu geologicznym czwartorzędowych piasków i żwirów wodnolodowcowych (tabl. 8).

**Geochemia.** Zawartości analizowanych pierwiastków w próbkach gleb pobranych z obszaru arkusza sporadycznie przekraczają tło geochemiczne regionu śląsko-krakowskiego ustalone przez Lisa i Pasieczną (1995b; tab. 2). Biorąc pod uwagę wartości median wyliczonych dla wszystkich próbek gleb powierzchniowych, przekroczenia odnotowano w przypadku arsenu (o 240%), baru (119%), kadmu (162%), miedzi (114%), ołowiu (189%), siarki (133%), tytanu (136%) oraz cynku (136%).

W rozkładzie przestrzennym zawartości poszczególnych pierwiastków w glebach zaznacza się wyraźny związek z geologią skał podłoża (tabl. 1), zwłaszcza w niższym poziomie (0,8–1,0 m). Obserwuje się go w południowej części obszaru badań, gdzie występują wychodnie triasowych skał węglanowych, szczególnie wapieni i dolomitów. Pierwiastki, których wyższe zawartości w glebach są w dużej mierze związane z geologią skał podłoża to: glin, bar, wapń, kadm, kobalt, chrom, żelazo, magnez, mangan, nikiel, ołów, stront, wanad oraz cynk.

Wpływ litologii skał podłoża obserwuje się również, analizując udział węgla organicznego ( $C_{org}$ ) w powierzchniowej warstwie gleb. Gleby utworzone na zasadowych, węglanowych utworach triasu charakteryzują się mniejszą (<3%) zawartością węgla organicznego. Dotyczy to głównie środkowej części arkusza, terenów na południe od Dąbrówki i miejscowości Zendek oraz południowej części obszaru badań. Podwyższone naturalnie zawartości węgla organicznego (6–24%) występują w glebach podmokłych dolin rzecznych wypełnionych namułami i torfami w północnej i zachodniej części arkusza, na co wpływ mogą mieć warunki wilgotnościowe (Rawls i in., 2003). Na terenach o wyższej zawartości węgla organicznego (>24%) stwierdzono równocześnie podwyższone zawartości arsenu, baru, wapnia, kadmu, miedzi, rtęci, fosforu, ołowiu, siarki, strontu, wanadu oraz cynku. Wpływ na zawartość  $C_{org}$  w glebach ma także sposób ich użytkowania. Mediana zawartości tego składnika w glebach lasów wynosi 2,75%, a w glebach pól uprawnych 1,27%.

Rozkład przestrzenny zawartości kadmu, ołowiu i cynku wykazuje podobieństwo. Podwyższone zawartości tych pierwiastków (kadmu >8 mg/kg, ołowiu

>250 mg/kg, cynku >1000 mg/kg) w obu poziomach opróbowania stwierdzono w rejonach wychodni utworów triasowych (przede wszystkim południowo-wschodnia część arkusza). Są one obserwowane również w dolinach cieków.

Punktowa anomalia ołowiu (4907 mg/kg) jest zlokalizowana na północny wschód od Pyrzowic w rejonie miejscowości Siedliska. Występuje ona w warstwie powierzchniowej gleby antropogenicznej. W miejscu tym notuje się też wysokie zawartości srebra (14 mg/kg), arsenu (601 mg/kg), wapnia (4,02%), kadmu (32,4 mg/kg), żelaza (5,19%) i cynku (8159 mg/kg).

W sąsiedztwie miejscowości Celiny (w pobliżu autostrady), także w glebie antropogenicznej, w obu poziomach opróbowania występują anomalie geochemiczne miedzi (>80 mg/kg). W ich obrębie odnotowano maksymalną zawartość tego pierwiastka (478 mg/kg w glebie z głębokości 0,0–0,3 m oraz 711 mg/kg w warstwie głębszej) dla obszaru arkusza. Obserwuje się tu również podwyższone zawartości: srebra, arsenu, kadmu, wapnia, magnezu, siarki oraz ołowiu.

Wysoka zawartość arsenu (>10 mg/kg, a miejscami 20 mg/kg) w glebach z górnego poziomu opróbowania, szczególnie w południowej części obszaru badań, może być związana ze znacznym udziałem frakcji pyłowej oraz iłowej w tych glebach (tabl. 5, 6). Uważa się, że najwyższe stężenia tego metalu występują w glebach o większej zawartości frakcji iłowej oraz w glebach organicznych (Kabata-Pendias, Pendias, 1999; Lombi i in., 2000; Karczewska i in., 2010). Anomalie arsenu w powierzchniowej warstwie gleb stwierdzono wzdłuż dolin Brynicy, Trzoni, Potoku Ożarówickiego oraz jego lewostronnego dopływu w rejonie miejscowości Ogrodzonki. Są to tereny zalewowe, porośnięte łąkami. Doliny te, w dużej mierze, wyściełają holocenijskie namuły. Większe zawartości tego pierwiastka (>160 mg/kg) obserwuje się w okolicy węzła autostradowego Pyrzowice oraz w rejonie Siedlisk.

Anomalie baru w powierzchniowej warstwie gleb, powyżej 120 mg/kg, stwierdzono w glebach dolin Brynicy, ciekłu płynącego od zachodnich granic Międzynarodowego Portu Lotniczego „Katowice” do Kolonii Oparowe, Potoku Ożarówickiego, Dopływu spod Siemoni oraz na terenie lotniska i w rejonie Kolonii Folwarcznej. Wpływ litologii podłoża na przestrzenne rozmieszczenie zawartości baru jest widoczny na poziomie 0,8–1,0 m i pokrywa się z wychodniami węglanowych utworów triasu. Anomalie punktowe baru stwierdzono w okolicach Kolonii za Przysiekami, w rozwidleniu Czczówki i jej prawostronnego dopływu oraz na terenie Międzynarodowego Portu Lotniczego „Katowice”. W tych miejscach zawartości tego pierwiastka przekraczają 480 mg/kg.

Rozkład zawartości żelaza w powierzchniowej warstwie gleb w północnej części arkusza wykazuje podobieństwo do obrazu geochemicznego innych pierwiastków, takich jak: arsen, bar, kadm, fosfor, stront, cynk. Zwiększone zawartości tych pierwiastków w stosunku do tła regionu śląsko-krakowskiego stwierdzono w glebach dolin Brynicy, Trzoni, ciekłu odprowadzającego wody od zachodnich granic Międzynarodowego Portu Lotniczego „Katowice”, Potoku Ożarówickiego oraz jego lewostronnego dopływu z rejonu miejscowości Ogrodzonki.

Punktową anomalię rtęci w glebach z poziomu 0,0–0,3 m stwierdzono w ciągu linii kolejowej między Siedliskami a miejscowością Łubne, gdzie oznaczono również zawartość maksymalną tego pierwiastka dla obszaru arkusza na poziomie 2,44 mg/kg. W tym miejscu znajduje się baza transportowa obsługująca ruch ciężarowy krajowy i międzynarodowy oraz firma zajmująca się skupem złomu, a także skupem i sprzedażą akumulatorów. W obrębie anomalii rtęci obserwuje się również podwyższoną zawartość miedzi, powyżej 20 mg/kg.

Rozkład przestrzenny zawartości wapnia, zwłaszcza na głębokości 0,8–1,0 m, jest związany z litologią skał podłoża i pokrywa się z wychodniami węglanowych utworów triasu. Magnez w warstwie powierzchniowej wykazuje anomalie w centralnej części arkusza oraz w okolicach Sączowa i Siemoni. W próbkach pobranych z głębokości 0,8–1,0 m podwyższone zawartości tego pierwiastka (>1%) stwierdzono na południe od Zendka, pomiędzy Kolonią pod Brynicą a Siedliskami, koło Sączowa oraz Siemoni.

Zawartości fosforu, zwłaszcza w powierzchniowej warstwie gleb, wskazują na antropogeniczne jego pochodzenie. Na rozległych obszarach, użytkowanych rolniczo, stwierdzono wyższe zawartości tego pierwiastka w stosunku do terenów pokrytych lasami. Mediana zawartości fosforu wynosi odpowiednio 0,036% dla pól uprawnych, 0,034% dla łąk, 0,033% dla nieużytków i ugorów, natomiast 0,017% dla lasów. Jest to związane najprawdopodobniej z nawożeniem gleb nawozami fosforowymi oraz ewentualnym, niekontrolowanym odprowadzaniem ścieków komunalnych. Ponadto, zawartości fosforu przekraczające 0,120% oznaczono w próbkach gleb dolin cieków w północnej części arkusza. Wyraźne anomalie geochemiczne fosforu stwierdzono także w północno-wschodniej części arkusza, w rejonie miejscowości Zendek oraz w północno-wschodnim narożniku arkusza.

Rozpowszechnienie związków arsenu, kadmu, ołowiu i cynku w glebach, z których mogą przenikać do wód jest przyczyną wielu chorób stwierdzonych u ludzi w różnych krajach świata (Kabata-Pendias, Mukherjee, 2007; Kabata-Pendias, Szteke, 2015). Z uwagi na łatwość kumulacji oraz szkodliwe oddziaływanie nadmiaru tych pierwiastków dla roślin i mikroorganizmów bytujących w glebach, a w dalszej konsekwencji na zdrowie ludzi, oszacowano wielkość powierzchni arkusza zanieczyszczonych w różnym stopniu tymi elementami (tab. 6). Zanieczyszczenie arsenem na obszarze arkusza dotyczy nieznacznej powierzchni gleb. Wysoką jego zawartość (>100 mg/kg) stwierdzono na obszarze zajętym przez 0,70% gleb z warstwy powierzchniowej i na głębokości 0,8–1,0 m. W warstwie 0,0–0,3 m powierzchnia zajmowana przez gleby zanieczyszczone kadmem (>15 mg/kg) to 1,55%, ołowiem (>600 mg/kg) to 0,54% i cynkiem (>2000 mg/kg) to 0,62%. Na głębokości 0,8–1,0 m następuje wzrost udziału gleb zanieczyszczonych tymi pierwiastkami odpowiednio 1,73% dla kadmu, 1,02% dla ołowiu oraz 1,81% dla cynku,

**Tabela 6**  
**Udział obszarów zajmowanych przez gleby o różnych zawartościach arsenu, kadmu, cynku i ołowiu na głębokości 0,0–0,3 m i 0,8–1,0 m**

*The share of areas occupied by soils with different arsenic, cadmium, lead and zinc content in topsoil (0.0–0.3 m) and subsoil (0.8–1.0 m)*

Pierwiastek <i>Element</i>	Zawartość <i>Content</i> [mg/kg]	Gleba <i>Soil</i>			
		0,0–0,3 m		0,8–1,0 m	
		[km <sup>2</sup> ]	[%]*	[km <sup>2</sup> ]	[%]*
As	<10	64,07	77,66	66,78	80,95
	10–25	13,76	16,68	10,72	12,99
	25–50	3,26	3,95	3,12	3,78
	50–100	0,83	1,01	1,30	1,58
	>100	0,58	0,70	0,58	0,70
Cd	<2	40,45	49,03	71,33	86,46
	2–5	29,38	35,61	6,76	8,19
	5–10	8,70	10,55	2,34	2,84
	10–15	2,69	3,26	0,65	0,79
	>15	1,28	1,55	1,43	1,73
Pb	<100	51,59	62,53	74,77	90,64
	100–200	21,19	25,68	4,09	4,96
	200–500	8,77	10,63	2,40	2,91
	500–600	0,51	0,62	0,39	0,47
	>600	0,45	0,54	0,85	1,02
Zn	<300	63,30	76,73	70,48	85,43
	300–500	8,64	10,47	4,09	4,96
	500–1000	7,68	9,31	4,35	5,28
	1000–2000	2,37	2,87	2,08	2,52
	>2000	0,51	0,62	1,50	1,81

\* 82,5 km<sup>2</sup> = 100%

co może wskazywać na związek tych metali z geologią skał w podłożu, a także na długotrwałą migrację głębokościową.

W celu oceny stopnia zanieczyszczenia gleb z warstwy 0,0–0,3 m pierwiastkami potencjalnie toksycznymi odniesiono się do wartości dopuszczalnych zamieszczonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Rozporządzenie..., 2016). Wymogi dla grupy I (tereny mieszkaniowe, inne tereny zabudowane, zurbanizowane tereny niezabudowane, grunty rolne zabudowane, tereny rekreacyjno-wypoczynkowe) ze względu na zawartość arsenu, baru, chromu, kobaltu, miedzi, niklu i rtęci spełniało od 94,34 do 100% analizowanych próbek gleb. Ze względu na zawartość większości pierwiastków wymogi dla grupy II (grunty orne, sady, łąki i pastwiska trwałe, grunty pod stawami i rowami, ogródki działkowe) spełniało 93,25–100% próbek gleb. Wyjątek stanowiły arsen, cynk, kadm i ołów, w przypadku których odsetek próbek spełniających wymagania dla grupy II był mniejszy (49,03–77,66%), co ma istotne znaczenie ze względu na fakt, że większa część terenu arkusza ma charakter rolniczy. Od 95,19 do 100% próbek gleb spełniło wymogi dla grupy III (lasy, grunty zadrzewione i zakrzewione w tym na użytkach rolnych, nieużytki, tereny rekreacyjno-wypoczynkowe, użytki ekologiczne, tereny różne) (tab. 7). Przykład oceny zanieczyszczenia gleb (w formie kartograficznej) ze względu na dopuszczalną zawartość kadmu (Rozporządzenie..., 2016) przedstawia mapa rozkładu zawartości tego pierwiastka (tabl. 63). Przeprowadzona analiza nie uwzględnia etapów i sposobu prowadzenia badań zanieczyszczenia gleb i ziemi określonych w Rozporządzeniu (2016).

## OSADY WODNE

Większość szkodliwych dla organizmów żywych i środowiska metali ciężkich oraz innych toksycznych substancji, które są dostarczane do wód powierzchniowych, deponowanych jest w osadach wodnych. Wśród zanieczyszczeń nieorganicznych, akumulowanych w aluwjach, szczególnie ryzyko stwarzają metale ciężkie, takie jak: kadm, rtęć, chrom (Bojakowska, Gliwicz, 2003; Helios-Rybicka i in., 2005; Siebielec i in., 2015). Podlegające badaniom środowiskowym pierwiastki śladowe i pozostałe substancje w dużej mierze są włączane w obieg geochemiczny w wyniku gospodarczej działalności człowieka, a ich wysokie zawartości są związane z licznymi źródłami zanieczyszczeń. Spośród punktowych źródeł zanieczyszczeń należy wymienić: kontrolowane i niekontrolowane zrzuty ścieków komunalnych, ścieki powstające z odwadniania wyrobisk podczas wydobywania surowców i ich przetwarzania, ścieki z produkcji przemysłowej i wytwarzane wskutek działalności rolniczej. Jako niepunktowe źródła zanieczyszczeń wskazuje się depozycję z atmosfery (m.in.: ołowiu, rtęci), wpływy powierzchniowe z terenów zurbanizowanych i z terenów rolniczych związane z oddziaływaniem na duże powierzchnie, które są odpowiedzialne za zanieczyszczenie arsenem, rtęcią oraz pestycydami (Bojakowska, 2001).

W granicach obszaru arkusza badano osady pobrane z cieków (na mapach nazwane jako osady) w zlewniach: Brynicy do zbiornika Kozłowa Góra, Trzoni, Czeczówki, Potoku Ożarówickiego, zbiornika Przeczycze, zbiornika Kozłowa Góra oraz rzeki Brynicy od Szarlejki do Rawy (fig. 3). Charakteryzując uzyskane wyniki, odniesiono się do wartości tła geochemicznego dla regionu śląsko-krakowskiego (wg Lisa, Pasiecznej, 1995b), a także do wartości wskaźnika ryzyka ekotoksykologicznego PEC (ang. *Probable Effect Concentration*; MacDonald i in., 2000), powyżej których obserwuje się szkodliwe oddziaływanie danego pierwiastka na organizmy wodne. Wskaźnik PEC przyjmuje następujące wartości: arsen – 33 mg/kg, kadm – 4,98 mg/kg, chrom – 111 mg/kg, miedź – 149 mg/kg, ołów – 128 mg/kg, rtęć – 1,06 mg/kg, nikiel – 48,6 mg/kg oraz cynk – 459 mg/kg.

Obszar badań należący do zlewni Brynicy do zbiornika Kozłowa Góra znajduje się w północno-zachodniej części arkusza. Swym zasięgiem przeważnie obej-

**Tabela 7**  
**Ocena zanieczyszczenia gleb z głębokości 0,0–0,3 m ze względu na zawartości wybranych pierwiastków potencjalnie toksycznych**

*Assessment of topsoil (0.0–0.3 m) contamination according to the content of selected potentially toxic elements*

Pierwiastek <i>Element</i>	Grupa I <i>Group I</i>	Grupa II* <i>Group II</i>	Grupa III <i>Group III</i>	Grupa IV <i>Group IV</i>	Pozostałe** <i>Other</i>	
As	1	<25	<10	<50	<100	>100
	2	1216	1001	1267	1280	9
	3	94,34%	77,66%	98,29%	99,30%	0,70%
Ba	1	<400	<200	<1000	<1500	>1500
	2	1280	1202	1288	1289	0
	3	99,30%	93,25%	99,92%	100,00%	0,00%
Cr	1	<200	<150	<500	<1000	>1000
	2	1288	1288	1289	1289	0
	3	99,92%	99,92%	100,00%	100,00%	0,00%
Zn	1	<500	<300	<1000	<2000	>2000
	2	1124	989	1244	1281	8
	3	87,20%	76,73%	96,51%	99,38%	0,62%
Cd	1	<2	<2	<10	<15	>15
	2	632	632	1227	1269	20
	3	49,03%	49,03%	95,19%	98,45%	1,55%
Co	1	<50	<20	<100	<200	>200
	2	1289	1286	1289	1289	0
	3	100,00%	99,77%	100,00%	100,00%	0,00%
Cu	1	<200	<100	<300	<600	>600
	2	1287	1286	1288	1289	0
	3	99,84%	99,77%	99,92%	100,00%	0,00%
Ni	1	<150	<100	<300	<500	>500
	2	1289	1289	1289	1289	0
	3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%
Pb	1	<200	<100	<500	<600	>600
	2	1137	806	1274	1282	7
	3	88,21%	62,53%	98,84%	99,46%	0,54%
Hg	1	<5	<2	<10	<30	>30
	2	1289	1288	1289	1289	0
	3	100,00%	99,92%	100,00%	100,00%	0,00%

1 – dopuszczalne zawartości substancji powodujących ryzyko z podziałem na grupy gruntów przyjęte za Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r.

*permissible contents of substances causing risk, divided into soil groups, adopted according to the Regulation of the Minister of Environment of September 1, 2016*

2 – liczba próbek spełniających kryteria dla poszczególnych grup gruntów

*number of samples meeting the criteria for individual soil groups*

3 – udział procentowy próbek (w stosunku do całkowitej liczby *n*) spełniających kryteria dla poszczególnych grup gruntów

*percentage of samples (in relation to the total number *n*) meeting the criteria for individual soil groups*

\* – wartości przyjęte dla grupy II-1 (wartości najniższe)

*values adopted for group II-1 (lowest values)*

\*\* – nie spełniające wymogów dla żadnej z grup

*not meeting the requirements for any of the groups*

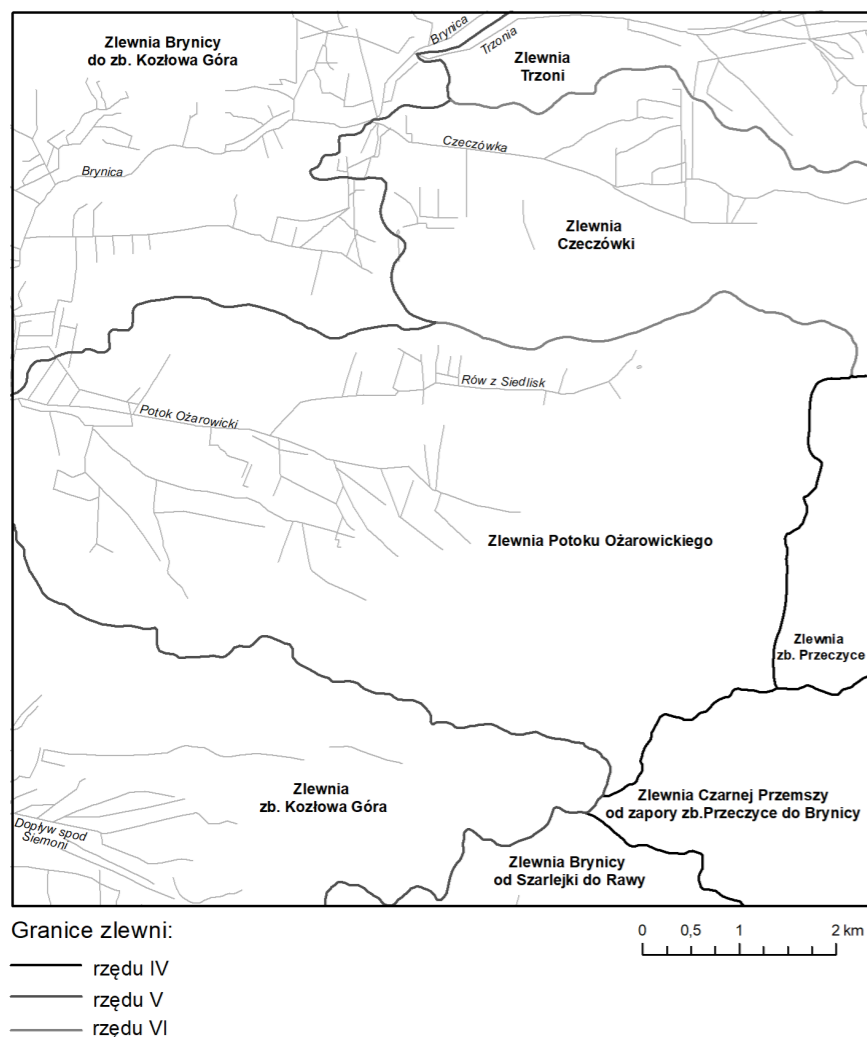


Fig. 3. Lokalizacja cieków oraz obszarów analizowanych zlewni (Hydroportal)

muje tereny leśne, łąki oraz pola uprawne. Większość próbek osadów wodnych do badań pobrano z terenów leśnych oraz łąk, w mniejszej liczbie z nieużytków i ugorów. Obszar zlewni na terenie arkusza pokrywają głównie plejstocenyjskie piaski i żwiry wodnolodowcowe, dno doliny rzeki Brynicy i jej dopływów wyścielają czwartorzędowe utwory tarasów zalewowych. Wzdłuż dolin cieków występują utwory tarasów nadzalewowych, a holocenyjskie namuły den dolinnych pojawiają się w dolinie strumienia między miejscowościami Kolonia Niwa a Kolonia Oparowe. W południowej części zlewni oraz na niewielkim obszarze przy zachodniej krawędzi arkusza odsłaniają się wapień triasowy.

Porównując wyliczone wartości median dla próbek osadów pobranych z badanej zlewni do wartości tła geochemicznego regionu śląsko-krakowskiego (wg Lisa, Pasiecznej, 1995b) zaobserwowano przekroczenia dla arsenu (o 183%), ołowiu (107%), siarki (252%) oraz cynku (138%) (tab. 4). Pierwiastki te mogą być transportowane przez cieki z zanieczyszczonych obszarów zlewni. Bardzo silne zanieczyszczenie ołowiem (>6400 mg/kg) osadów wodnych stwierdzono we wcześniejszych badaniach (Lis, Pasieczna, 1995a, b) na północny wschód od miejscowości Zendek. Oznaczone w osadach zlewni maksymalne zawartości wapnia (15,51%), strontu (232 mg/kg) oraz tytanu (283 mg/kg) są jednocześnie najwyższymi stężeniami tych pierwiastków na obszarze arkusza. Jednym z prawdopodobnych źródeł występowania opisanych pierwiastków w badanych osadach wodnych są spływy powierzchniowe.

W obrębie zlewni zanotowano przekroczenia wartości wskaźnika PEC dla arsenu, kadmu, niklu, ołowiu i cynku. Najwięcej próbek, w których wartość progowa PEC została przekroczona, oznaczono w przypadku arsenu (blisko połowa próbek) oraz cynku (35 próbek).

**Zlewnia Trzoni.** Teren zlewni obejmuje niewielką, północno-wschodnią część arkusza Pyrzyce. Pod względem zagospodarowania dominują tam użytki zielone, lasy, pola uprawne oraz nieużytki. Na powierzchni zlewni występują głównie piaski i żwiry wodnolodowcowe plejstocenu, plejstocenyjskie utwory tarasów nadzalewowych, w środkowej części obszaru zlewni odsłaniają się triasowe utwory węglanowe. Dno doliny strumienia Trzonia tworzą czwartorzędowe piaski, żwiry i mułki tarasów zalewowych, natomiast doliny lewostronnych dopływów Trzoni wyścielają holocenyjskie namuły. Na niewielkich obszarach zlewni występują również czwartorzędowe piaski eoliczne.

Przekroczone wartości median w stosunku do regionalnego tła zaobserwowano dla arsenu (o 283%), kadmu (248%), żelaza (137%), fosforu (130%), siarki (252%) oraz cynku (169%) (tab. 4). Analiza uzyskanych wyników wykazała, że część próbek charakteryzowała się wyższymi zawartościami arsenu, kadmu, ołowiu i cynku w stosunku do ich wartości PEC. Największą liczbę przekroczeń odnotowano dla kadmu (ponad połowa próbek).

**Zlewnia Czeczówki.** Zlewnia obejmuje obszar w północno-wschodniej części arkusza pomiędzy Pyrzycami a Dąbrówką i miejscowością Ostrowy. W jej obrębie znajduje się Międzynarodowy Port Lotniczy „Katowice”. Na terenie zlewni występują głównie użytki zielone (łąki) oraz lasy, w mniejszym stopniu nieużytki, ugory i pola uprawne. Na powierzchni występują głównie piaski i żwiry wodnolodowcowe, w południowej jej części odsłaniają się triasowe wapień, w północnej, na niewielkim obszarze, dolomity, margle oraz iłowce margliste triasu. Dolinę strumienia Czeczówka wyścielają czwartorzędowe namuły oraz utwory tarasów zalewowych.

Tło geochemiczne regionu śląsko-krakowskiego (tab. 4) wyrażone wartością median zostało przekroczone w przypadku: arsenu (o 217%), kadmu (192%), miedzi (113%), magnezu (123%), ołowiu (146%), siarki (292%) i cynku (189%). Stężenia arsenu, kadmu, ołowiu i cynku w części próbek były wyższe niż ich wartość progowa PEC. Największą liczbę próbek (blisko połowa), w których ten wskaźnik został przekroczony stwierdzono dla kadmu i cynku.

**Zlewnia Potoku Ożarówickiego.** Zlewnia Potoku Ożarówickiego pod względem powierzchni zajmuje największy obszar na arkuszu Pyrzyce (ok. 30,39 km<sup>2</sup>) i jest położona w jego środkowej części. Teren pokrywają niemal w całości użytki rolne (pola uprawne, łąki) oraz nieużytki i ugory. Niewielkie obszary zajmują tereny zabudowy mieszkaniowej, przemysłowej i usługowej (place parkingowe przy Międzynarodowym Porcie Lotniczym „Katowice” w Pyrzycach). Lasy występują w północno-wschodniej części oraz na niewielkich obszarach, rozproszone, w środkowej i północnej części zlewni. Północną i środkową część obszaru zlewni pokrywają plejstocenyjskie piaski i żwiry wodnolodowcowe, natomiast część południową węglanowe utwory triasu. Dolinę Potoku Ożarówickiego, jego dopływów lewostronnych oraz częściowo Rowu z Siedlisk, wyścielają czwartorzędowe utwory tarasów zalewowych i holocenyjskie namuły den dolinnych.

W osadach zlewni Potoku Ożarówickiego obserwuje się najwyższe na tle arkusza koncentracje srebra (21 mg/kg), arsenu (1129 mg/kg), chromu (68 mg/kg), miedzi (483 mg/kg), rtęci (0,60 mg/kg) oraz ołowiu (2727 mg/kg). Mediany większości analizowanych pierwiastków wskazują na przekroczenie wartości regionalnego tła geochemicznego. W szczególności dotyczy to arsenu, dla którego zanotowano przekroczenie o 317%, baru (163%), wapnia (155%), kadmu (276%), kobaltu (150%), chromu (133%), miedzi (153%), żelaza (131%), rtęci (133%), magnezu (231%), manganu (174%), fosforu (132%), ołowiu (297%), siarki (381%), tytanu (107%), wanadu (167%), cynku (223%). Analiza uzyskanych wyników wykazała, że ponad połowa próbek zbadanych osadów charakteryzowała się wyższymi zawartościami kadmu, ołowiu oraz cynku w stosunku do granicznych wartości PEC.

**Zlewnia zbiornika Kozłowa Góra.** Zlewnia zbiornika Kozłowa Góra na terenie arkusza Pyrzyce jest zlokalizowana w południowo-zachodniej jego części. W jej zasięgu znajdują się m.in. takie miejscowości jak: Przelajka, Podsączów, Łubianki, Kalinowa oraz Siemonia. W strukturze zagospodarowania przestrzennego zlewni występują użytki rolne (łąki, pola uprawne), nieużytki i ugory oraz lasy. W obrębie zlewni, w jej centralnej oraz południowo-zachodniej części, występują plejstocenyjskie piaski i żwiry wodnolodowcowe, natomiast we wschodniej i północnej części odsłaniają się węglanowe utwory triasu. Ponadto, na tych obszarach występują triasowe piaski, piaskowce, iły, iłowce i mułowce.

Dla większości oznaczonych pierwiastków (arsen, bar, kadm, kobalt, chrom, żelazo, rtęć, mangan, nikiel, ołów, siarka, tytan, wanad i cynk) obliczone wartości median są wyższe niż tło geochemiczne regionu (tab. 4). Najwyższe zawartości żelaza (26,48%), manganu (61 941 mg/kg), niklu (157 mg/kg) oznaczone w osadach zlewni stanowią jednocześnie maksimum dla arkusza. W ponad połowie próbek osadów stwierdzono przekroczenia wskaźnika PEC dla kadmu, ołowiu i cynku. W przypadku arsenu oraz niklu liczba próbek z przekroczonymi koncentracjami była mniejsza.

**Zlewnia zbiornika Przeczyce.** Fragment zlewni, objęty badaniami, zajmuje tereny wschodniej części arkusza. Jest to niewielki obszar, w obrębie którego znajdują się miejscowości: Lubne, Mierzęcice oraz Sadowe Pierwsze. Na terenie zlewni pobrano jedną próbkę osadu z sadzawki. Stężenia pierwiastków były niższe niż poziom regionalnego tła geochemicznego. Nie stwierdzono przekroczenia wartości PEC w przypadku żadnego z oznaczanych pierwiastków.

**Zlewnia Brynicy od Szarlejki do Rawy.** Jest to niewielki obszar obejmujący swym zasięgiem fragment miejscowości Siemonia oraz Twardowice w południowej części arkusza. Podczas prac terenowych pobrano jedną próbkę osadu ze strumienia tuż poniżej jego źródła. Tło geochemiczne regionu zostało przekroczone w przypadku chromu (o 111%), arsenu (117%) oraz tytanu (293%). Stężenia kadmu (2,2 mg/kg), ołowiu (69 mg/kg) oraz cynku (202 mg/kg) były wyższe niż ich wartość progowa PEC.

## WODY POWIERZCHNIOWE

Największe zagrożenie dla stanu jakości wód powierzchniowych na terenie województwa śląskiego stanowi przemysł, odprowadzanie nieoczyszczonych ścieków, zanieczyszczenia będące skutkiem prowadzenia działalności rolniczej oraz pochodzące ze stawów rybnych, a także składowanie odpadów. Wszystko to ma istotny wpływ zarówno na zdrowie człowieka, jak i prawidłowe funkcjonowanie ekosystemów wodnych (Stan środowiska..., 2020). W toku przeprowadzonych badań w próbkach wód oznaczono zawartości wybranych składników chemicznych, przewodności elektrolitycznej właściwej oraz odczyn pH. Zakresy ich wartości wraz z obliczonymi parametrami statystycznymi zamieszczono w tabeli 5. W celu porównania, zamieszczono w niej także wartości graniczne wskaźników jakości wód z grupy specyficznych syntetycznych i niesyntetycznych substancji zanieczyszczających oraz środowiskowe normy jakości dla wskaźników stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych (Rozporządzenie..., 2021).

W granicach obszaru arkusza badano próbki wód z następujących zlewni: rzeki Brynicy do zbiornika Kozłowa Góra, Trzoni, Czeczówki, Potoku Ożarówickiego, zbiornika Przeczyce, zbiornika Kozłowa Góra oraz rzeki Brynicy od Szarlejki do Rawy (fig. 3).

**Zlewnia Brynicy do zbiornika Kozłowa Góra.** W wodach zlewni zanotowano wartości pH w przedziale 3,87–8,56, przy czym wartość 8,56 stanowi maksimum dla obszaru całego arkusza. W ciekach na terenach pokrytych lasem stwierdzono niskie wartości odczynu wód, często poniżej wartości pH 5,00, świadczące o ich kwaśnym charakterze, wynikającym z obecności wysokich zawartości substancji

organicznych. Wody Brynicy charakteryzuje zasadowy odczyn w zakresie 7,00–8,00. Mogą mieć na to wpływ spływy powierzchniowe wód opadowych z użytków rolnych, a także występowanie wysokich koncentracji wapnia w podłożu skalnym na obszarze zlewni (tabl. 20, 21). W przypadku czterech próbek wód, pobranych ze strumienia wypływającego z obszaru lotniska, stwierdzono wartość pH przekraczającą 8,00. Może być to związane z eksploatacją i utrzymaniem lotniska (Polkowska, Błaś, 2010; Kowalska, Grabowski, 2023).

Wody powierzchniowe z obszaru zlewni charakteryzują się przewodnością elektrolityczną właściwą w granicach 0,10–1,97 mS/cm. Uwagę zwraca wysoka wartość EC (1,97 mS/cm) wód na północ od Kolonii za Przysiekami, na skrzyżowaniu leśnych dróg. W tym samym miejscu zawartość siarczanów oznaczono na poziomie 708 mg/dm<sup>3</sup>, magnezu 211,2 mg/dm<sup>3</sup>, wapnia 121,1 mg/dm<sup>3</sup>, a kadmu 1,44 µg/dm<sup>3</sup>. Na uwagę zasługuje zawartość cynku i kadmu w wodach powierzchniowych na obszarze leśnym zlewni. Niski odczyn wód na tych obszarach może spowodować remobilizację metali z osadów wodnych i jednocześnie utrudniać ich wiązanie przez składniki fazy stałej w przypadku nowej emisji zanieczyszczeń. Stężenia cynku występują w przedziale od 0,005 do 2,904 mg/dm<sup>3</sup>, a kadmu od <0,05 do 25,58 µg/dm<sup>3</sup>. W próbkach tych wód stwierdzono również podwyższone zawartości glinu (maks. 3095,9 µg/dm<sup>3</sup>).

**Zlewnia Trzoni.** Wartości pH mieszczą się w zakresie 3,71–8,30, przy czym wartość minimalna stanowi jednocześnie minimum dla obszaru całego arkusza. Została oznaczona w terenie leśnym, podmokłym. Wartość maksymalną dla zlewni (pH 8,30) pomierzono przy północnej krawędzi arkusza, a próbkę pobrano z rowu ze stagnującą wodą, który odwadnia łąki. Przewodność elektrolityczna właściwa wód została oznaczona w granicach 0,13–0,97 mS/cm (mediana 0,47 mS/cm). Pod tym względem szczególną uwagę zwracają wody strumienia Trzonia, w których stwierdzono również znaczne ilości siarczanów (do 97 mg/dm<sup>3</sup>) oraz magnezu (do 25,9 mg/dm<sup>3</sup>), co może być konsekwencją spływów powierzchniowych z terenów rolniczych.

Podwyższone zawartości ołowiu, fosforu i kadmu stwierdzono głównie przy wschodniej krawędzi arkusza. Wyższe, na tle zlewni, zawartości wapnia stwierdzono w wodach strumienia Trzonia w pobliżu zabudowań miejscowości Zendek.

**Zlewnia Czeczówki.** Odczyn pH wód zlewni waha się w granicach 4,00–7,88. Najniższe wartości pH stwierdzono w górnym biegu Czeczówki i w jej dopływach odprowadzających wody z okolic zabudowań miejscowości Ostrowy. Przewodność elektrolityczna właściwa wód zlewni zawiera się w przedziale 0,14–1,54 mS/cm. W próbkach wód pobranych z rowów odprowadzających wody z terenu lotniska stwierdzono wysoką wartość EC na poziomie 1,33 mS/cm. Najprawdopodobniej związane jest to z utrzymaniem płyty lotniska (Polkowska, Błaś, 2010; Kowalska, Grabowski, 2023). Około 75% próbek wód zlewni charakteryzuje się wysokimi zawartościami siarczanów (do 810 mg/dm<sup>3</sup>). Ponadto, oznaczono wysokie zawartości magnezu (do 78,5 mg/dm<sup>3</sup>) niemal we wszystkich próbkach wód zlewni oprócz terenów leśnych przy wschodniej krawędzi arkusza. Mediana jego zawartości wynosi 27,8 mg/dm<sup>3</sup>. W dużej części próbek wód stwierdzono również znaczne zawartości wapnia (do 241,4 mg/dm<sup>3</sup>).

W próbkach wód pobranych z górnego biegu Czeczówki oraz z cieków odwadniających okolice zabudowań miejscowości Ostrowy stwierdzono wyższe zawartości cynku (do 2,128 mg/dm<sup>3</sup>) w stosunku do wartości granicznych określonych dla I i II klasy jakości wód powierzchniowych (Rozporządzenie..., 2021), co pokrywa się z niskimi wartościami pH. Część próbek, w których stwierdzono podwyższone koncentracje cynku charakteryzuje się również wysokimi zawartościami kadmu (do 20,06 µg/dm<sup>3</sup>).

Wzbogacenie w fosfor (od 0,27 do 0,34 mg/dm<sup>3</sup>) zaobserwowano w próbkach pobranych z niewielkiego dopływu Czeczówki odwadniającego tereny z okolic zabudowań miejscowości Ostrowy. Uwagę zwracają wysokie stężenia kobaltu. Maksimum dla arkusza (225,43 µg/dm<sup>3</sup>) stwierdzono w próbce wody pobranej z rowu wypływającego z terenu lotniska. W wodach z terenów podmokłych na zachód od

miejscowości Ostrowy oznaczono stężenia miedzi powyżej 8 µg/dm<sup>3</sup> oraz manganu powyżej 3,2 µg/dm<sup>3</sup>, które można wiązać z wpływem działalności rolniczej na tych terenach.

**Zlewnia Potoku Ożarówickiego.** Odczyn pH wód zlewni waha się w granicach 5,52–7,85. Najniższą wartość pH dla zlewni oznaczono w próbce z niewielkiej, porastającej roślinnością, sadzawki w pobliżu ul. Nowowiejskiej w Pyrzowicach. Najprawdopodobniej związane jest to z występowaniem w tym zbiorniku materii organicznej, która wpływa na zakwaszenie jego wody. Niskie wartości odczynu, stwierdzone w wodach cieków w zachodniej części zlewni, mogą wynikać z obecności czwartorzędowych torfów w ich dolinach. Weześniejsze badania wód Potoku Ożarówickiego, przeprowadzone w 2018 r. wykazały pozaklasowy charakter jego wód w odniesieniu do odczynu (Program..., 2021).

Przewodność elektrolityczna właściwa waha się w granicach 0,14–2,61 mS/cm z jednoczesnym maksimum wartości tego parametru dla arkusza. Maksymalną wartość EC oznaczono w wodach wybetonowanego rowu bez nazwy w sąsiedztwie drogi ekspresowej S1. W tej samej próbce oznaczono również znaczne zawartości wapnia (190,1 mg/dm<sup>3</sup>), magnezu (41,7 mg/dm<sup>3</sup>) oraz siarczanów (274 mg/dm<sup>3</sup>). Częściowo może być to związane z utrzymaniem nawierzchni drogi ekspresowej oraz ewentualnymi spływami powierzchniowymi z terenów rolniczych. Wysoki poziom EC (do 1,10 mS/cm) oznaczono w wodach Rowu z Siedlisk, będącego prawostronnym dopływem Potoku Ożarówickiego i odwadniającego zabudowane obszary Pyrzowic oraz Ożarówic. Ponadto, wartości EC do 1,48 mS/cm stwierdzono w wodach z rowów odwadniających wieś Tąpkowice oraz Podtąpkowice. W tych lokalizacjach oznaczono również wysokie zawartości fosforu (od 0,21 do 0,44 mg/dm<sup>3</sup>), na które może wywierać wpływ gospodarka wodno-ściekowa.

W próbce wody pobranej z porastającej roślinnością sadzawki z okolic ul. Nowowiejskiej w Pyrzowicach stwierdzono 690,2 µg/dm<sup>3</sup> glinu, 42,7 µg/dm<sup>3</sup> niklu i 53,22 µg/dm<sup>3</sup> ołowiu. W tym miejscu oznaczono też bardzo wysoką zawartość kadmu (10,03 µg/dm<sup>3</sup>).

Podwyższone zawartości kadmu stwierdzono także w próbkach pobranych z wód Potoku Ożarówickiego, przy czym stężenie tego składnika maleje wraz z biegiem strumienia. Wysoką koncentracją kadmu charakteryzowały się również wody w zachodniej części arkusza. W próbce pobranej z rowu bez nazwy oznaczono maksymalną zawartość tego pierwiastka dla zlewni (13,26 µg/dm<sup>3</sup>).

**Zlewnia zbiornika Kozłowa Góra.** Odczyn pH wód w zlewni waha się w granicach 4,90–7,82. Zauważalny jest związek niskich wartości odczynu wód zlewni z wysokimi zawartościami glinu (do 3946,9 µg/dm<sup>3</sup>). Najniższe wartości pH stwierdzono w wodach rowu zlokalizowanego w terenie pokrytym lasem, w południowo-zachodniej części arkusza. W wodach tych zanotowano jednocześnie wysokie stężenia glinu (do 2151,8 µg/dm<sup>3</sup>). Wynikać to może z właściwości samego pierwiastka, który jest łatwo sorbowany przez osady wodne i następnie ługowany przez wody powierzchniowe w miarę obniżania się ich wartości pH (Kabata-Pendias, Pendias, 1999). W wodach o niskich wartościach pH obserwowano też podwyższone zawartości kadmu i cynku. Stężenia kadmu wykazywały podobne tendencje do zawartości siarczanów, których koncentracje w wodach zlewni odnotowano w zakresie 2–107 mg/dm<sup>3</sup>.

EC próbek wód waha się w granicach 0,12–1,30 mS/cm, przy czym większość próbek charakteryzuje dość niska przewodność elektrolityczna właściwa. Maksimum (1,30 mS/cm) oznaczono w próbce przy południowej krawędzi arkusza w terenie leśnym. W próbce z rowu w południowo-zachodniej części arkusza stwierdzono podwyższone zawartości miedzi (10,08 µg/dm<sup>3</sup> – maksimum dla arkusza), ołowiu (38,46 µg/dm<sup>3</sup> – maksimum dla zlewni) oraz fosforu (0,39 mg/dm<sup>3</sup>).

Nieznaczne przekroczenie wartości granicznej kobaltu dla I i II klasy jakości wód (Rozporządzenie..., 2021) stwierdzono w próbce wody z rowu będącego prawostronnym dopływem Dopływu spod Siemoni. Zawartość tego składnika wyno-

si 64,63 µg/dm<sup>3</sup>. Wody tego samego cieku wykazują również podwyższone stężenia berylu (0,86 µg/dm<sup>3</sup>) oraz baru (0,787 mg/dm<sup>3</sup>) w stosunku do wartości granicznych wskazanych w Rozporządzeniu... (2021).

**Zlewnia zbiornika Przeczyce.** W obrębie zlewni, na obszarze arkusza, pobrano jedną próbkę wody powierzchniowej z sadzawki zlokalizowanej na południe od zabudowań miejscowości Łubne. Odczyn pH wód wynosi 7,86, a EC 0,51 mS/cm. W próbce stwierdzono 18,7 mg/dm<sup>3</sup> magnezu oraz 53 mg/dm<sup>3</sup> siarczanów. Próbkę została pobrana z terenów użytkowanych rolniczo (łąki). Pozostałe analizowane pierwiastki nie przekraczają wartości granicznych dla I i II klasy jakości wód (Rozporządzenie..., 2021).

**Zlewnia Brynicy od Szarlejki do Rawy.** Stan jakościowy wód zlewni w obrębie arkusza opisano na podstawie jednej próbki pobranej ze źródła strumienia Jaworznik. W miejscu tym pH wody wynosi 6,62, a przewodność elektrolityczna właściwa 0,63 mS/cm. W wodzie tej stwierdzono stosunkowo wysokie zawartości glinu (2516,2 µg/dm<sup>3</sup>) oraz kadmu (1,82 µg/dm<sup>3</sup>) i ołowiu (27,30 µg/dm<sup>3</sup>).

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Na chemizm gleb arkusza mają wpływ litologia skał macierzystych, ich skład granulometryczny oraz sposób użytkowania. Związek zawartości badanych pierwiastków z występowaniem węglanowych utworów triasu jest wyraźnie widoczny w przypadku glinu, baru, wapnia, kadmu, kobaltu, chromu, żelaza, magnezu, manganu, niklu, ołowiu, strontu, wanadu oraz cynku. Gleby obfitujące we frakcję piaskową na ogół są zubożone w badane pierwiastki, natomiast gleby obfitujące we frakcję pyłową oraz ilową charakteryzują się większą ich zawartością.
2. Odczyn gleb jest związany z litologią skał podłoża oraz sposobem ich użytkowania. Gleby wytworzone z węglanowych utworów triasu charakteryzują odczyn zasadowy lub obojętny. Gleby genetycznie związane z czwartorzędowymi piaskami i żwirami mają odczyn obojętny lub kwaśny. Na terenach leśnych, w powierzchniowej warstwie, dominują gleby bardzo kwaśne lub kwaśne. Odczyn zasadowy lub obojętny jest typowy dla gleb nieużytków i ugorów oraz pól uprawnych.
3. Czynniki antropogeniczne kształtującymi chemizm gleb na obszarze arkusza są działalność rolnicza, usługowa oraz gospodarka wodno-ściekowa. Mediany zawartości arsenu, baru, kadmu, miedzi, żelaza, ołowiu, siarki, tytanu oraz cynku są wyższe od wartości tła geochemicznego regionu śląsko-krakowskiego. W badanych glebach są też obserwowane niewielkie anomalie srebra, arsenu, baru, kadmu, chromu, miedzi, rtęci, fosforu, ołowiu i cynku.
4. Przeciętne zawartości poszczególnych pierwiastków w badanych osadach wodnych są na ogół wyższe lub równe w stosunku do tła geochemicznego regionu śląsko-krakowskiego. Największe przekroczenia zawartości arsenu, kadmu, manganu, ołowiu oraz cynku odnotowano w środkowej części arkusza (zlewnia Potoku Ożarówickiego), a baru, siarki oraz kobaltu w południowo-zachodniej jego części (zlewnia zbiornika Kozłowa Góra).
4. We wszystkich zlewniach na obszarze arkusza, poza zlewnią zbiornika Przeczyce, występowały osady, w których stwierdzono przekroczenia wartości progowych wskaźnika PEC dla kadmu, ołowiu i cynku.
6. Badane wody mają głównie odczyn obojętny i zasadowy. Wysoką wartością przewodności elektrolitycznej (>1 mS/cm) charakteryzują się niektóre ciekły na obszarze zlewni: Potoku Ożarówickiego, Brynicy do zbiornika Kozłowa Góra oraz zlewni Czeczówki. Wody wzbogacone w kadm, kobalt i cynk występują w północnej, północno-wschodniej i południowo-zachodniej części arkusza.

## LITERATURA

- BAZA CBDG <https://dm.pgi.gov.pl/> (dostęp 19.12.2023 r.).
- BEDNAREK R., DZIADOWIEC H., POKOJSKA U., PRUSINKIEWICZ Z., 2004 – Badania ekologiczno-gleboznawcze. Państw. Wyd. Nauk., Warszawa.
- BIERNAT S., 1955 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Wojkowice. Inst. Geol., Warszawa.
- BN-78/9180-11. Gleby i utwory mineralne. Podział na frakcje i grupy granulometryczne. Norma branżowa, 1978, PKN, Warszawa.
- BOJAKOWSKA I., 2001 – Kryteria oceny zanieczyszczenia osadów wodnych. *Przegląd Geologiczny*, **49**: 213–218.
- BOJAKOWSKA I., GLIWICZ T., 2003 – Wyniki geochemicznych badań osadów wodnych Polski w latach 2000–2002: 46–81. Bibl. Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- BULA R., WIELAND Z., 2007 – Opracowanie ekofizjograficzne do projektu zmiany Planu Zagospodarowania Przestrzennego Województwa w zakresie zaktualizowania i uszczegółowienia zapisów dotyczących przyjętego zadania o znaczeniu ponadlokalnym pn. Rozbudowa MPL „Katowice” w Pyrzowicach; <https://planzagospodarowania.slaskie.pl/content/1288255872> (dostęp 21.02.2024).
- BULA Z., HABRYN R., KUREK S., KRIEGER W., MARKOWIAK M., WOŹNIAK P., 2002 – Atlas geologiczny paleozoiku bez permu w strefie kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego w skali 1:200 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CZEKAJ J., SKRZYPCZYK M., 2017 – D.T2.1.4 Descriptive documentation of pilot actions and related issues (PA2.2). INTERREG CENTRAL EUROPA-PROLINE-CE; [http://proline-ce.fgg.uni-lj.si/externalapp/content/deliverables/T2/PROLINE-CE\\_T2\\_DT214\\_PA22\\_PL\\_Koz%C5%82owaG%C3%B3ra.pdf](http://proline-ce.fgg.uni-lj.si/externalapp/content/deliverables/T2/PROLINE-CE_T2_DT214_PA22_PL_Koz%C5%82owaG%C3%B3ra.pdf) (dostęp 01.03.2024).
- HELIOS-RYBICKA E., ADAMIEC E., ALEKSANDER-KWATERCZAK U., 2005 – Distribution of heavy metals in the Odra River system: *Water-suspended matter-sediments. Limnologia*, **35**: 185–198.
- HYDROPORTAL [https://wody.isok.gov.pl/imap\\_kzgw/](https://wody.isok.gov.pl/imap_kzgw/) (dostęp 12.09.2024).
- JASTRZĄB M., MROZOWSKI M., 1997 – Brynica jaka jest jaka będzie. Biblioteka „Echa Czeladzi”. Wydaw. Urząd Miasta Czeladź.
- JURECZKA J., DOPITA M., GAŁKA M., KRIEGER W., KWARCINŃSKI J., MARTINEC P., 2005 – Atlas geologiczno-złożowy polskiej i czeskiej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A., MUKHERJEE A., 2007 – Trace elements from soil to human. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1999 – Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wydaw. Nauk. PWN, Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A., SZTEKE B., 2015 – Trace elements in abiotic and biotic environments. Taylor and Francis Group, CRC Press.
- KARCZEWSKA A., LEWIŃSKA K., AGATA M., KRYSIAK A., 2010 – Soil Pollution by Arsenic within the Allotment Gardens in Złoty Stok. *Ecol.Chem. Enineering A*. **17** (8): 927–933.
- KARTY CHARAKTERYSTYK, 2023 – Karty charakterystyk JCWPd; <http://karty.apgw.gov.pl:4200/jcw-podziemne> (dostęp 07.12.2023).
- KARTY CHARAKTERYSTYK, 2024 – Karty charakterystyk JCWP; <http://karty.apgw.gov.pl:4200/jcw-powierzchniowe> (dostęp 01.03.2024).
- KATOWICE AIRPORT – <https://www.katowice-airport.com/pl> (dostęp 01.08.2024).
- KIERSNOWSKI H., 1991 – Litostratygrafia permu północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego – nowa propozycja. *Przegląd Geologiczny*, **39**, 4: 198–203.
- KLASYFIKACJA UZIARNIENIA GLEB I UTWORÓW MINERALNYCH, 2008 – Polskie Towarzystwo Gleboznawcze; [https://www1.up.poznan.pl/glinbar/wp-content/uploads/2015/03/Uziarnienie\\_PTG\\_2008.pdf](https://www1.up.poznan.pl/glinbar/wp-content/uploads/2015/03/Uziarnienie_PTG_2008.pdf) (dostęp 20.08.2024).
- KONFEDERAK A., 2021 – Program Ochrony Środowiska dla Gminy Ożarówice na lata 2021–2024 z perspektywą do roku 2028; <https://www.bip.ozarowice.pl/res/serwisy/pliki/27112918?version=1.0> (dostęp 01.03.2024).
- KOTAS A., 1985 – Uwagi o ewolucji strukturalnej GZW. [W:] Mat. Konf. Tektonika GZW. UŚ, Sosnowiec: 17–46.
- KOWALSKA D., GRABOWSKI P., 2023 – Środki odladzające stosowane na lotniskach z uwzględnieniem ich wpływu na środowisko, IV Konferencja „Dni Betonu – Tradycja i Nowoczesność”, Wisła, 9–11 października.
- LEWANDOWSKI J., CIESIELCZUK J., 1997 – Przyczynek do powstania reolitów krasowych Wyżyny Śląskiej. *Geologia*, **14**: 139–152.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995a – Atlas geochemiczny Polski w skali 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995b – Atlas geochemiczny Górnego Śląska w skali 1:200 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1999 – Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska w skali 1:25 000, ark. Sławków. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LOMBI E., SLETTEN R.S., WENZEL W.W., 2000 – Sequentially extracted arsenic from different size fractions of contaminated soils. *Water Air Soil Pollution*, **124**: 319–332.
- MACDONALD D.D., INGERSOL C.G., BERGER T.A., 2000 – Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems, environmental contamination and toxicology. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, **39**: 20–31, DOI: 10.1007/s002440010075.
- MIDAS (System Gospodarki i Ochrony Bogactw Naturalnych Państwowego Instytutu Geologicznego-PIB); <http://geoportal.pgi.gov.pl/midas-web>.
- MIKOŁAJKÓW J., SADURSKI A. (red.), 2017 – Charakterystyka głównych i lokalnych zbiorników wód podziemnych. PIG-PIB, Warszawa; <https://www.pgi.gov.pl/psh/materialy-informacyjne-psh/informatory-psh/4719-informator-psh-2017-gzwp/file.html>.
- OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW OŻAROWICE – <http://osozarowice.pl/> (dostęp 21.02.2024).
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski, t. I, Wody słodkie. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PAZGAN M., 2022 – Prognoza oddziaływania na środowisko – uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego dla sołectwa Tąpkowice w jego granicach administracyjnych. Wektor. Doradztwo ekonomiczne i środowiskowe Pazgan Michał, Tychy; <https://www.bip.ozarowice.pl/res/serwisy/pliki/29672396?version=1.0> (dostęp 01.03.2024).
- PN-88/B-04481 – Grunty budowlane. Badania próbek gruntu. Polska norma. 1988, PKNMiJ, Warszawa.
- POLKOWSKA Ż., BŁAŚ M., 2010 – Obecność wybranych grup związków w wodach spływających z płyty lotniska. *Stan i Antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce. State and Antropogenic Changes of Water Quality in Poland*, **6**: 29–40.
- POŻARYSKI W., GROCHOLSKI A., TOMCZYK H., KARNKOWSKI P., MORYC W., 1992 – Mapa tektoniczna Polski w epoce waryscyjskiej. *Przegląd Geologiczny*, **40**: 643–651.
- PROGRAM INWESTYCYJNY KATOWICE AIRPORT 2024–2028; <https://blog.katowice-airport.com/program-inwestycyjny-katowice-airport-2024-2028/> (dostęp 22.03.2024).
- PROGRAM OCHRONY ŚRODOWISKA dla Gminy Bobrowniki na lata 2017–2020 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2021–2024, 2016; <https://archiwum-bobrowniki.bip.net.pl/c1676.html> (dostęp 21.02.2024).
- PROGRAM OCHRONY ŚRODOWISKA dla Gminy Ożarówice na lata 2021–2024 z perspektywą do roku 2028, 2021; <https://www.bip.ozarowice.pl/res/serwisy/pliki/26253803?version=1.0> (dostęp 21.02.2024).
- RAWLS W.J., PACHEPSKY Y.A., RITCHIE J.C., SOBECKI T.M., BLOODWORTH H., 2003 – Effect of soil organic carbon on soil water retention, *Geoderma*, **116**, 1/2: 61–76; [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(03\)00094-6](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(03)00094-6).
- RICHLING A., SOLON J., MACIAS A., BALON J., BORZYSZKOWSKI J., KISTOWSKI M. (red.), 2021 – Regionalna geografia fizyczna Polski. Bogucki Wydaw. Naukowe, Poznań.
- ROCZNA OCENA JAKOŚCI POWIETRZA w województwie śląskim. Raport wojewódzki za rok 2022, 2023 – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Departament Monitoringu Środowiska. Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Katowicach. Katowice; <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/rwms/publications/card/1877> (dostęp 05.12.2023).
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 25 czerwca 2021 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego oraz sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, a także środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. 2021 poz. 1745).
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 4 listopada 2022 r. w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły (Dz.U. 2023 poz. 300).
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz.U. 2016 poz. 1395).
- RÓŻKOWSKI A. (red.), 1997 – Objasnienia do mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, Arkusz Wojkowice (0911). Państw. Inst. Geol. Warszawa; <https://bazadata.pgi.gov.pl/data/hydro/mhp/gupw/txt/mhpgupw0911objasnienia.pdf> (dostęp 01.03.2024).
- SALMINEN R. (red.), 2005 – Geochemical atlas of Europe, Part I. Geological Survey of Finland, Espoo.
- SIEBIELEC S., SIEBIELEC G., SMRECZAK B., 2015 – Zanieczyszczenia osadów dennych rzek i zbiorników wodnych. *Studia i raporty IUNG-PIB*, **46**: 163–181.
- STAN ŚRODOWISKA w województwie śląskim. Raport 2020, 2020 – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Departament Monitoringu Środowiska. Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Katowicach; [https://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/raporty/stan\\_srodowiska\\_2020\\_slaskie.pdf](https://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/raporty/stan_srodowiska_2020_slaskie.pdf) (dostęp 20.12.2023).
- STUDIUM UWARUNKOWAŃ i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Mierzęcice. Tekst ujednolicony. Cz. I. Diagnoza stanu istniejącego, 2021 – Załącznik Nr 1 do uchwały Nr XXVIII/229/2021 Rady Gminy Mierzęcice z dnia 29 września 2021 r.; <https://www.mierzecice.pl/images/Studium/Tekst%20Studium%202021.pdf> (dostęp 22.02.2024).
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.), 2023 – Bilans zasobów złóż kopalni w Polsce wg stanu na 31 XII 2022 r. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- UCHWAŁA NR IV/53/12/2014 Sejmiku Województwa Śląskiego z dnia 25 sierpnia 2014 r. w sprawie utworzenia obszaru ograniczonego użytkowania dla Międzynarodowego Portu Lotniczego „Katowice” w Pyrzowicach (Dz. Urz. Woj. Śląskiego poz. 4405); [https://dzienniki.slask.eu/WDU\\_S/2014/4405/akt.pdf](https://dzienniki.slask.eu/WDU_S/2014/4405/akt.pdf) (dostęp 22.03.2024).
- UCHWAŁA NR VI/62/8/2023 Sejmiku Województwa Śląskiego z dnia 20 listopada 2023 r. w sprawie przyjęcia aktualizacji „Programu ochrony powietrza dla województwa śląskiego” przyjętego uchwałą Nr VI/21/12/2020 Sejmiku Województwa Śląskiego z dnia 22 czerwca 2020 r. (Dz. Urz. Woj. Śląskiego poz. 8625); [https://dzienniki.slask.eu/WDU\\_S/2023/8625/akt.pdf](https://dzienniki.slask.eu/WDU_S/2023/8625/akt.pdf) (dostęp 12.02.2024).

UCHWAŁA NR XXII.393.2021 Rady Gminy Ożarówice z dnia 11 lutego 2021 r. w sprawie wyznaczenia obszaru i granic aglomeracji Ożarówice (Dz. Urz. Woj. Śląskiego poz. 1160); [https://dzienniki.slask.eu/WDU\\_S/2021/1160/akt.pdf](https://dzienniki.slask.eu/WDU_S/2021/1160/akt.pdf) (dostęp 21.02.2024).

USTAWA z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. poz. 54 t.j.).

WACH J., HAWRO-KRAJKA M., WACH M., 2020 – Prognoza oddziaływania na środowisko projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego sołectwa Celiny w jego granicach administracyjnych (gmina Ożarówice); <https://>

[www.bip.ozarowice.pl/res/serwisy/pliki/27424691?version=1.0](http://www.bip.ozarowice.pl/res/serwisy/pliki/27424691?version=1.0) (dostęp 22.02.2024).

WAGNER R. (red.) 2008 – Tabela stratygraficzna Polski. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

WILANOWSKI S., ŻABA M., 2016 – Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Wojkowice (911). Państw. Inst. Geol. Warszawa.

WILANOWSKI S., ŻABA M., 2010 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, 1:50 000, reambulacja, ark. Wojkowice. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

WÓJCIK A.J., SIEMBAB M., 2020 – Górnictwo triasowych rud żelaza w Księstwie Siewierskim w XVIII wieku. *Hereditas Minariorum*, 6: 115–124

WÓJCIK A.R., 2024 – Sprawozdanie z działań podejmowanych na terenie Nadzoru Wodnego na obszarach powiatów: będzińskiego, tarnogórskiego, olkuskiego, lublinieckiego, myszkowskiego, zawierciańskiego, m. Bytom, m. Chorzów, m. Dąbrowa Górnicza, m. Katowice, m. Mysłowice, m. Piekary Śląskie, m. Ruda Śląska, m. Siemianowice Śląskie, m. Sosnowiec, m. Świętochłowice za rok 2023; <https://bip.katowice.eu/dokument.aspx?idr=141551&idt=348> (dostęp 08.07.2024).