

# Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska

1:25 000

Arkusz **WOJKOWICE**

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, Katarzyna Strzemińska, Anna Pasiczna

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

Tłumaczenie: Krzysztof Leszczyński

Redakcja, skład i łamanie: Ewelina Leśniak

Projekt okładki: Łukasz Borkowski na podstawie projektu serii Wojciecha Markiewicza

Zdjęcie na okładce: koło linowe z kopalni Andaluzja obok budynku Urzędu Miasta w Wojkowicach (fot. Angelika Szczypczyk)

Skala map w atlasie 1:35 000

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

ISBN 978-83-68224-62-7

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, Paulina Kostrz-Sikora, Joanna Fajfer, Anna Pasieczna</i> .....	5
Budowa geologiczna i złoża kopalin – <i>Katarzyna Strzemińska</i> .....	6
Antropopresja – <i>Joanna Fajfer, Paulina Kostrz-Sikora, Anna Pasieczna</i> .....	8
Zakres i metodyka badań – <i>Agnieszka Konon, Angelika Szczypczyk, Anna Pasieczna</i> .....	9
Prace terenowe .....	9
Prace laboratoryjne .....	10
Bazy danych i konstrukcja map geochemicznych .....	11
Wyniki badań – <i>Agnieszka Konon</i> .....	20
Gleby .....	20
Osady wodne .....	22
Wody powierzchniowe .....	23
Podsumowanie i wnioski – <i>Agnieszka Konon</i> .....	24
Literatura .....	24

**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 Wojkowice M-34-51-C-c 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 roku 2021 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.

Obszar arkusza jest położony w centralnej części województwa śląskiego. Przeważająca jego część obejmuje tereny powiatu będzińskiego. Część południowo-zachodnia należy do miast Siemianowice Śląskie i Piekary Śląskie. Głównym czynnikiem wpływającym na stan środowiska przyrodniczego jest budowa geologiczna i związane z nią występowanie złóż węgla oraz rud cynkowo-ołowiowych. Na obszarze tym dominował przemysł wydobywczy surowców: energetycznych (węgiel kamienny), metalicznych (rudę cynkowo-ołowiowe) oraz budowlanych (wapienie, dolomity i piaski podsadzkowe). Zakończona działalność górnicza spowodowała powstanie terenów poprzemysłowych w otaczającym krajobrazie. Przekształcenia antropogeniczne głównie występują w południowej, zachodniej i północno-zachodniej części opisywanego obszaru.

Analizowany teren ma również walory przyrodnicze. W Wojkowicach znajduje się park miejski będący dużym kompleksem rekreacyjnym. W Będzinie i Siemianowicach Śląskich są zlokalizowane obszary chronionego krajobrazu – Wzgórze Doroty, Lasek Grodziecki oraz Przelajka. W Siemianowicach Śląskich znajduje się także użytek ekologiczny Brynicka terasa. W granicach arkusza występują też pomniki przyrody ożywionej – głównie liczne drzewa (źródło: <https://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/> [dostęp: 31.12.2024]).

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 czy 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 podczas opracowywania raportów o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko. Uzyskane wyniki badań gleb, osadów wodnych oraz wód mogą być także wykorzystywane do sporządzania różnych sprawozdań, raportów i ocen prezentujących stan środowiska.

Wersja elektroniczna atlasu jest dostępna dla użytkowników 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;
- **T. Janczylik, T. Kolecki, A. Konon, W. Markowski, A. Szczypczyk** – 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;
- **L. Andrzejewski, P. Andrzejewski** – mechaniczne przygotowanie próbek do analiz;

- **M. Bialecka, R. Czerwiński, E. Kalwa** – chemiczne przygotowanie próbek do analiz;
- **J. Gąsior, B. Kamińska, J. Retka, M. Stasiuk** – oznaczanie zawartości węgla organicznego metodą wysokotemperaturowego spalania z detekcją IR;
- **M. Bellok, M. Bialecka, R. Czerwiński, E. Kalwa, A. Maksymowicz** – oznaczanie pH;
- **J. Duszyński, D. Karmasz, D. Lech, M. Szwejkowska** – oznaczanie zawartości rtęci metodą CV-AAS;
- **W. Bureć-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. Konon, A. Szczypczyk** – obliczenia statystyczne;
- **A. Szczypczyk** – opracowanie map;
- **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 teren objęty arkuszem Wojkowice jest położony w całości na Wyżynie Śląskiej w obrębie jednostek niższego rzędu – Garbu Tarnogórskiego i Wyżyny Katowickiej (Richling i in., 2021). Obejmuje fragmenty Zagłębia Dąbrowskiego i Górnego Śląska tworzących Górnośląsko-Zagłębiowską Metropolię (Rozporządzenie..., 2017). Znacząca część analizowanego obszaru jest zlokalizowana na terenie powiatu będzińskiego. Należą do niego miasta Będzin (dzielnica Grodziec), Czeladź i Wojkowice oraz gminy Bobrowniki i Psary. Południowo-zachodnią część omawianego obszaru zajmują fragmenty miast na prawach powiatu: Piekar Śląskich (dzielnica Dąbrówka Wielka) i Siemianowice Śląskich (dzielnica Przelajka).

**Ukształtowanie powierzchni, geomorfologia i hydrografia.** Powierzchnię terenu charakteryzuje urozmaicona rzeźba, miejscami mocno przeobrażona wskutek działalności człowieka. W podłożu występują węglonośne skały karbońskie, których wychodnie są zlokalizowane we wschodniej części arkusza. Znaczną część omawianego obszaru zajmują odsłonięte utwory triasowe (tabl. 1). Osady czwartorzędowe wypełniają obniżenia terenu (Wilanowski, Żaba, 2016). Północno-wschodni fragment, należący do Garbu Tarnogórskiego, zajmują wzgórza sięgające 395 m n.p.m. Najwyżej położony punkt znajduje się w miejscowości Góra Siewierska. Pozostała, przeważająca część omawianego terenu należy do Wyżyny Katowickiej. Pagórkowaty teren osiąga maksymalnie 382 m n.p.m. (Góra Świętej Doroty w Będzinie). Najniżej położone tereny (ok. 259 m n.p.m.) są zlokalizowane w dolinie Brynicy w miejscu, w którym rzeka opuszcza teren objęty arkuszem. Naturalna rzeźba terenu częściowo została przekształcona przez wyrobiska i zwałowiska pozostałe po wieloletniej eksploatacji surowców. Wyżynny obszar arkusza jest poprzecinany dolinami cieków: Jaworzniaka, Brynicy i Wielonki (Richling i in., 2021).

Omawiany obszar należy do zlewni Wisły. Przeważającą jego część zajmuje zlewnia IV rzędu Brynicy. Wschodni fragment arkusza należy do zlewni IV rzędu Czarnej Przemszy od zapory zbiornika Przeczyce do Brynicy. Sieć hydrograficzną tworzą przede wszystkim rzeka Brynica wraz z dopływami – Wielonką i Jaworzniakiem. Wielonka swoje źródła ma w obrębie arkusza (Uchwała, 2021b) w rejonie Strzyżowic (Studium, 2021), a Jaworzniak – poza północną granicą arkusza, w okolicach Twardowic i Sroczej Góry w gminie Psary (Uchwała, 2021a, b).

Na terenie gminy Wojkowice (przy granicy z gminą Psary, w rejonie Strzyżowic) Wielonkę zasila niewielki prawobrzeżny dopływ, lokalnie nazywany Ciekciem Granicznym (Uchwała, 2021b). Sieć hydrograficzną uzupełniają powierzchniowe zbiorniki wodne o charakterze antropogenicznym (m.in. w gminach Bobrowniki oraz Wojkowice – o bardzo małej powierzchni zlokalizowane w dolinie Wielonki, w kamieniołomie Żychlice i przy granicy z Psarami), a także mniejsze cieki oraz rowy melioracyjne odwadniające tereny rolne i leśne (Piotrkiewicz, Wojciechowska, 2016; Uchwała, 2021b). Lokalnie występują również zabagnienia.

W północnej części obszaru objętego arkuszem znajdują się zbiorniki wodne zlokalizowane w dawnych wyrobiskach kopalni piasku Siemonia, które powstawały w kilku etapach. W latach 1959–1961 zrehabilitowano w kierunku leśnym pole wydobywcze Jaworzniak, które obecnie stanowi zbiornik Rogoźnik III (zajmujący 1 ha), wraz z jego otoczeniem. W latach 1961–1976 zrehabilitowano tereny obecnego zbiornika Rogoźnik II, jednocześnie przekierowując wody potoku Jaworzniak do przygotowanej niecki powydobywczej. W latach 1969–1972 powstał zbiornik Rogoźnik I. Od lat 70. XX w. zbiorniki Rogoźnik I i II (pod nazwą Jezioro Rogoźnickie) pełnią funkcje rekreacyjne. Ich powierzchnie przy maksymalnym spiętrzeniu wody wynoszą: 25 ha dla Rogoźnika II i 13 ha dla Rogoźnika I (Woźnica i in., 2018).

**Zabudowa i użytkowanie terenu.** Charakter zabudowy i sposób użytkowania terenu jest odmienny w różnych fragmentach analizowanego obszaru. W północnej części przeważa niska zabudowa jednorodzinna. Zabudowa miejska, która zajmuje ok. 20% powierzchni arkusza, występuje na terenie Wojkowic, Piekar Śląskich, Siemianowic Śląskich i Będzina. Obiekty przemysłowe i poprzemysłowe są zlokalizowane w południowej części badanego obszaru. Rozproszone tereny leśne (19% powierzchni arkusza) stanowią Lasy Państwowe zarządzane przez Nadleśnictwo Świerklaniec i Katowice. Na północy i południu przeważają obszary rolne, natomiast w centrum i na zachodzie nieużytki. Tereny użytków rolnych (pól uprawnych i łąk) zajmują ok. 30%, a nieużytków ok. 37%, powierzchni arkusza (tabl. 2–3). Przez obszar arkusza Wojkowice przebiega autostrada A1 łącząca południe Polski z Trójmiastem oraz droga wojewódzka 913 z Gródkowa do lotniska w Pyrzowicach.

**Gospodarka.** Tereny objęte zasięgiem arkusza są położone w północno-wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW). Kluczowe znaczenie dla rozwoju gospodarczego tego regionu miała działalność przemysłowa związana z sektorem górnictwa, w tym górnictwa węgla kamiennego. Za jego kolebkę uważa się rejon Psar, Strzyżowic i Gródkowa, określane też mianem zagłębia strzyżowickiego (lub strzyżowskiego albo psarskiego), którego obszar wychodzi poza wschodnią granicę arkusza w kierunku Malinowic i Sarnowa (Ciepiela, 2016b).

W Psarach na przestrzeni lat funkcjonowało sześć kopalń węgla kamiennego, przy czym, ze względu na brak materiałów archiwalnych dotyczących jednej z nich, formalnie za najstarszą uznaje się uruchomioną w 1797 r. kopalnię „Hoym” (później: „Lubecki” i „Tadeusz”). Zakład ten zakończył działalność w 1862 r., kiedy eksploatację wstrzymano ze względu na duży dopływ wód podziemnych (Ciepiela, 2016c). Oprócz kopalni „Hoym” węgiel wydobywano także w kopalniach: „Barbara”, którą pierwotnie nazwano „Marią” (1874–1882), „Tadeusz II” (1919–1924), „Psary” (1920–1921) i „Rudokoks” (1928–1930) (Ciepiela, 2016c). W Strzyżowicach węgiel był eksploatowany przez niemal 100 lat w pięciu kopalniach: „Strzyżowice” (1833–1922), „Andrzej II” (1833–1922), „Teodor” (1878–1884), „Jan II” (1901–1902) i w kopalni bez nazwy, określanej też mianem „Prywatnej” (1885–?) (Ciepiela, 2016b; Ciepiela, Trzcionka, 2017). W Gródkowie funkcjonowała (1910–1924) kopalnia „Wanda” (Ciepiela, 2016b).

W południowo-wschodniej części arkusza, w Grodziecu (będącym obecnie dzielnicą Będzina), istniały cztery kopalnie węgla. Pierwsza z nich – „Barbara” – została uruchomiona w 1823 r. i działała do 1893 r. Początkowo eksploatowano

w niej węgiel metodą odkrywkową, następnie pokłady były udostępniane płytkimi szybikami i sztolniami (Ciepiela, 2016a). Zaopatrywała ona m.in. wybudowaną w 1845 r. w Grodźcu przy drodze do Łagiszy i zamkniętą kilkanaście lat później hutę cynku (źródło: [http://ceko.com.pl/s\\_bedzin\\_grodzic.php](http://ceko.com.pl/s_bedzin_grodzic.php) [dostęp: 07.02.2024]). Kolejną kopalnią była „Maria”, uruchomiona w 1894 r., często określana nazwą „Grodziec I”. W 1899 r. uruchomiono kopalnię „Grodziec II”, nazywaną potocznie „Grodziec Towarzystwo”, a od 1938 r. (po likwidacji „Grodźca I”) znaną pod nazwą „Grodziec”. Kopalnia działała do 1998 r. (Ciepiela, 2006). W latach 1917–1926 w tym rejonie istniała też płytka kopalnia „Bory” (Jaros, 1984).

W Wojkowicach w 1910 r. otwarto kopalnię „Jowisz” (nazywaną w czasie okupacji hitlerowskiej „Jupiter”), która z niewielkimi przestojami eksploatowała węgiel do 2000 r. Od 1997 r. funkcjonowała ona pod nazwą Zakład Górniczy „Wojkowice”, który został utworzony jako nowa struktura organizacyjno-kapitałowa na bazie majątku KWK „Jowisz” (źródło: [https://www.wojkowice.pl/miasto/dzieje\\_przemyslu](https://www.wojkowice.pl/miasto/dzieje_przemyslu) [dostęp: 22.01.2024]). Wyeksplloatowane wyrobiska górnicze w KWK „Jowisz” wypełniano m.in. piaskiem pochodzącym z kopalni „Siemonia”. Zakład ten był zlokalizowany w Rogoźniku (gmina Bobrowniki) i dostarczał kruszywa na cele podszadzkowe, funkcjonował od połowy lat 20. do końca lat 50. XX w. Po wyczerpaniu zasobów teren kopalni zrehabilitowano, utworzono m.in. kaskadę sztucznych zbiorników (Machowski, Rzętała, 2023). Oprócz KWK „Jowisz” przez 4 lata (1918–1922) w Wojkowicach węgiel był eksploatowany w kopalni „Aleksandra”, która znajdowała się na polach górniczych dzierzawionych od Towarzystwa Saturn (Jaros, 1984).

Południowo-zachodnia część obszaru mieszającego się w granicach arkusza była, poza węglem, również miejscem intensywnego wydobycia rud cynku i ołowiu, którego największe nasilenie przypadło na przełom XIX i XX w. Świadectwem tej działalności są m.in. szyby w Przełajce w Siemianowicach Śląskich (Durka-Kamińska, 2020). W latach 1824–1825 w zachodniej części Wojkowic funkcjonowała kopalnia galmanu „Kacper”. Eksploatację pól galmanowych prowadzono także na obszarze położonym na wschód od Krzyżówki i na tzw. „Drożdżowiznie” (źródło: [https://www.wojkowice.pl/miasto/dzieje\\_przemyslu](https://www.wojkowice.pl/miasto/dzieje_przemyslu) [dostęp: 22.01.2024]). W Dąbrówce Wielkiej (część Piekara Śląskich) w 1855 r. uruchomiono kopalnię cynku „Rozalia”. Z powodu problemów z odwodnieniem, uniemożliwiających działalność górniczą, ostatecznie w 1893 r. zdecydowano o przekształceniu infrastruktury kopalni w ujęcie wody (źródło: <https://wodociagi.eu/baza-wiedzy/wodociagi-woj-slaskiego-rewolucja-przemyslowa> [dostęp: 30.01.2024]). W latach 1968–1989 rudy cynku i ołowiu wydobywano natomiast w kopalni „Dąbrówka” w Dąbrówce Wielkiej, będącej częścią Kombinatu Górniczo-Hutniczego „Orzeł Biały” (Majorczyk, 1985).

Kolejnym z kluczowych sektorów gospodarki, związanym z działalnością górniczą realizowaną na terenach znajdujących się w granicach arkusza, był przemysł cementowy. Bazę zasobową stanowiły dla niego triasowe wapienie i margle. Funkcjonująca od 1857 r. cementownia „Grodziec” zaopatrywana była w surowiec najpierw z położonego w jej sąsiedztwie kamieniołomu w Grodźcu, czynnego od początku istnienia zakładu, a następnie od 1949 r. z kamieniołomu Rogoźnik (Górecka, 1962). Cementownia zakończyła działalność w 1979 r. na skutek osiadania gruntu spowodowanego eksploatacją filaru ochronnego złoża węgla kamiennego „Grodziec” (Wierchoń, 2015). W 2021 r. zespół zabudowy cementowni „Grodziec” wraz z tradycyjną nazwą „Cementownia Grodziec” został wpisany do rejestru zabytków (Gminny program...). Z kolei źródłem zaopatrzenia w surowiec wapienny dla zlokalizowanej w Wojkowicach cementowni „Saturn” były odkrytki w Gawczach i Żychcicach (Górecka, 1962; Jochemczyk i in., 2004). Cementownia funkcjonowała od 1930 r., przy czym w latach 1972–1973 tworzyła jedno przedsiębiorstwo wielozakładowe z cementownią „Grodziec”, a od 1974 r. wchodziła w skład Śląskiego Kombinatu Cementowo-Wapienniczego w Rudnikach i Ogrodzieńcu. Zakład uzyskał ponownie samodzielność w 1982 r., by w 1991 r. zakończyć produkcję klinkieru cementowego. W 2000 r. wojkowska cementownia

została sprzedana niemieckiemu koncernowi Dyckerhoff (źródło: [https://www.wojkowice.pl/miasto/dzieje\\_przemyslu](https://www.wojkowice.pl/miasto/dzieje_przemyslu) [dostęp: 22.01.2024]).

Na omawianym obszarze istotny dla gospodarki był także przemysł maszynowy, który rozpoczął funkcjonowanie w 1924 r. Utworzono wówczas w Wojkowicach Wytwórnę WYROBÓW ŻELAZNYCH Stefana Unierzyskiego. Przedsiębiorstwo to, upaństwowione w 1948 r., weszło w skład Śląskich Zakładów Mechanizacji Budownictwa jako Zakład nr 2. W 1998 r. w wyniku prywatyzacji zostało przekształcone w spółkę ZREMB Wojkowice. Ostatecznie firma została zakupiona przez działającą do dziś spółkę Profil NR – producenta profili i rur stalowych oraz wzmocnień do okien i drzwi z PCV (źródła: [https://www.wojkowice.pl/miasto/dzieje\\_przemyslu](https://www.wojkowice.pl/miasto/dzieje_przemyslu) [dostęp: 22.01.2024]; Orzeczenie...).

W toku przemian gospodarczych, ekonomicznych i środowiskowych udział podmiotów reprezentujących sektor wydobycia i przetwórstwa kopalni został znacząco ograniczony. Obecnie w strukturze gospodarczej dominują firmy z sektora handlu i usług.

## BUDOWA GEOLOGICZNA I ZŁOŻA KOPALIN

Obszar arkusza Wojkowice jest położony w północnej części GZW, w większości w obrębie jednostki strukturalnej o nazwie niecka bytomska. Jest to część paleozoicznej struktury waryscyjskiej, pociętej licznymi uskoki, o bardzo dobrze rozpoznanej budowie geologicznej dzięki licznie wykonanym wierceniom i robotom górniczym. Stwierdzono tam występowanie utworów karbonu, permu, triasu, paleogenu–neogenu oraz czwartorzędu (Buła, Kotas, 1994).

Najstarszymi utworami stwierdzonymi w obrębie obszaru arkusza są skały **karbonu** dolnego (wizenu) zaliczane do warstw malinowickich, określane również jako kulm. Są to bezwęglowe, klastyczne osady terygeniczne deponowane w warunkach morskich, z licznymi poziomami fauny morskiej. W ich skład wchodzi głównie skały ilasto-mułowcowe z przewarstwieniami piaskowców drobnoziarnistych. Osady kulmu występują na całym obszarze arkusza, a ich miąższość wynosi ok. 800 m. Nie odsłaniają się one na powierzchni (Biernat, 1955; reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

Utwory karbonu górnego, produktywnego, które występują powyżej osadów kulmu na głębokości od ok. 200–800 m n.p.m., stanowią miąższy kompleks iłowcowo-mułowcowo-piaskowcowy zaliczony do serii paralicznej – namur A oraz górnośląskiej serii piaskowcowej namuru górnego – namur B i C (Jureczka i in., 2005).

Utwory serii paralicznej są zbudowane z piaskowców drobno- i średnioziarnistych oraz skał ilasto-mułowcowych, z przewarstwieniami cienkich pokładów i warstw węgla, łupków węglowych, a sporadycznie także łupków sapropelowych. Są to osady deponowane w warunkach lądowych i przybrzeżnych, z okresowymi zalewami morskimi, co potwierdza występowanie w profilu serii fauny morskiej, obok licznych wkładek z fauną słodkowodną. Charakterystyczną cechą omawianej serii jest cykliczność sedymentacji. Jej spągową granicę wyznacza strop tzw. poziomu morskiego Śtur (XVI), odznaczającego się nagromadzeniem morskiej fauny w skałach klastycznych, a stropową – spąg pokładu węgla kamiennego 510 (Wilanowski, Żaba, 2016). Utwory tej serii tworzą rozległe, rozczłonkowane wychodnie we wschodniej części obszaru pomiędzy Strzyżowicami, Grodźcem a Psarami. Niewielkie wychodnie występują ponadto w północno-zachodniej jego części, w okolicach Rogoźnika i Dobieszowic (Biernat, 1955; reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010). Pomiędzy wychodniami seria paraliczna jest przykryta osadami czwartorzędowymi o niewielkiej miąższości (ok. 5–15 m), w części południowo-zachodniej – utworami górnośląskiej serii piaskowcowej, natomiast w południowym i północno-wschodnim fragmencie obszaru – utworami triasu. Największa miąższość serii paralicznej

(ok. 500 m) występuje w południowo-zachodniej części terenu. Wyklinowuje się ona w kierunku północno-wschodnim, aż do jej zaniku w rejonie Brzękowiec (Jureczka i in., 2005).

Górnośląską serię piaskowcową budują piaskowce, zlepieńce, mułowce i iłowce z pokładami węgla kamiennego. Na profil tej serii składają się dwa ogniwa litostratygraficzne – warstwy siodłowe i warstwy rudzkie, które leżą niezgodnie (luka stratygraficzna) na osadach serii paralicznej (Kotas, Malczyk, 1972). Spąg górnośląskiej serii piaskowcowej pokrywa się ze spągiem pierwszego pokładu warstw siodłowych – pokładu 510. Reprezentują one utwory limniczne i deltowe. Jej strop tworzy ostatni poziom z fauną słodkowodną, towarzyszący pokładom węgla kamiennego 407 i 408 – jeden z najważniejszych poziomów korelacyjnych GZW (Dybová, Jachowicz, 1957). Seria ta, o miąższości sięgającej 250–300 m, występuje pod przykryciem utworów triasowych w południowo-zachodniej części obszaru, gdzie wypełnia nieckę bytomską w rejonie Wojkowic (Jureczka i in., 2005). Dominują w niej drobno- i średnioziarniste szare piaskowce, z mniejszym udziałem piaskowców gruboziarnistych i podrzędnie zlepieńców. Przewarstwienia iłowców i mułowców mają zwykle kilka lub kilkanaście metrów miąższości. Charakterystyczne jest dość powszechne występowanie stosunkowo miąższych pokładów węgla kamiennego (ok. 2–4 m, czasem ponad 10 m), które lokalnie mogą się łączyć lub są rozdzielone cienkimi warstewkami łupków węglistych (Wilanowski, Żaba, 2016).

Utwory **permu** to piaskowce, zlepieńce, iłowce i mułowce, wydzielane jako formacja bolesławska, stratygraficznie należąca do cechsztynu (Kiersnowski, 1991). W ich obrębie dominują czerwone ility z zielonymi plamami. Podrzędnie występują piaskowce zlepieńcowate i zlepieńce w części stropowej oraz czerwono-zielone zlepieńce złożone z okruchów różnych skał, z nielicznymi wkładkami piaskowców, mułowców i iłowców. Skały permskie są przykryte utworami triasu. Na obszarze objętym granicami arkusza utwory permu występują w obrębie rowu Sławkowa, zwanego tu niecką Podwarpia, o przebiegu ESE–WNW w skrajnie północno-wschodniej jego części. Osady te przewiercono na Podwarpiu (ok. 7,5 km na północny wschód od granicy arkusza) w przedziale głębokości 139–608 m (Wilanowski, Żaba, 2016).

Utwory **triasu** występują w nadkładzie zarówno osadów karbonu dolnego, jak i górnego oraz permu na przeważającej części obszaru, tworząc rozległe, silnie rozczłonkowane wychodnie. Ich miąższość jest zmienna, uwarunkowana tektoniką oraz rzeźbą powierzchni utworów karbońskich. Wynosi przeważnie 70–80 m, natomiast w północno-wschodniej i południowo-zachodniej części arkusza może dochodzić nawet do ok. 150 m (Wilanowski, Żaba, 2016).

Utwory triasu dolnego (scytyk, z piętrami ind i olenek) – warstwy świerklanieckie leżą erozyjnie na osadach karbonu górnego. Są to osady pochodzenia lądowego o charakterystycznym czerwonym zabarwieniu, zaliczane do dolnego i środkowego pstrego piaskowca. Wykształcone są jako piaski, ility i piaskowce, podrzędnie zlepieńcowate, przechodzące w stropie w mułowce i iłowce. Na przeważającej części obszaru arkusza warstwy świerklanieckie występują pod nadkładem węglanowych skał triasu środkowego. Niewielkie ich wychodnie, niekiedy przykryte cienką pokrywą osadów czwartorzędowych, budują najczęściej podnóża wzgórz w rejonie Dobieszowic, Rogoźnika, Góry Siewierskiej i Grodźca (Biernat, 1955; reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010). Miąższość warstw świerklanieckich wynosi na ogół ok. 20 m, lokalnie, wzdłuż osi ówczesnych dolin, często przekracza 30 m (Wilanowski, Żaba, 2016).

Na terygenicznym utworach warstw świerklanieckich leżą niezgodnie skały triasu środkowego (anizyku), wcześniej określane jako utwory retu (Wagner, 2008), wykształcone w facji marglisto-dolomitycznej z podrzędnie występującymi wapieniami. Są to głównie: gruboławicowe wapienie dolomityczne, dolomity margliste, margle dolomityczne i piaszczyste oraz sporadycznie wapienie jamiste. Ich wychodnie budują stoki i grzbiety wzgórz praktycznie na całym obszarze

arkusza, z wyjątkiem jego południowo-zachodniej części. Miąższość tych skał jest zmienna i w granicach arkusza wynosi 40–60 m (Wilanowski, Żaba, 2016). Przynależność stratygraficzna opisanych powyżej osadów była i jest aktualnie przedmiotem dyskusji. Według propozycji Kotlickiego (1995) warstwom tych utworów powinno się nadać nazwę formacji lędzińskiej i zaliczyć je do górnego pstręgo piaskowca (retu).

Nad kompleksem tych skał występują wapienie zaliczane do warstw gogolińskich. Tworzą one większość stoków i wierzchołków wzgórz w rejonie Gołszy Górnej, Góry Siewierskiej, Rogoźnika i Wojkowic (Biernat, 1955; reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010). W dolnej części profilu warstw gogolińskich zdecydowanie przeważają wapienie płytowe, a w górnej dominują wapienie faliste, przeważnie pylaste i margliste. Lokalnie w ich obrębie występują zlepieńce i laminowane dolomity margliste z krynoidami. Miąższość warstw gogolińskich mieści się w przedziale 35–60 m (Wilanowski, Żaba, 2016).

Powyżej warstw gogolińskich występuje ok. 20–40-metrowa, a w rejonie Piekar Śląskich nawet 60-metrowa, warstwa dolomitów kruszonośnych. Są to skały epigenetyczne, powstałe w następstwie hydrotermalnego przeobrażenia (metasomatozy) wapieni, głównie warstw górażdzańskich, a także terebratulowych i karchowickich. Budują ją często gniazdowo występujące dolomity, rzadziej wapienie. Dolomity są przeważnie średnioławicowe, szare oraz żółto-szare i w różnym stopniu skryształizowane. Charakteryzują je silne spękania, głównie pionowe oraz obecność nieregularnych kawern, często wypełnionych minerałami ołowiu, cynku i żelaza (galena, sfaleryt, wurcyt, piryt, markasyt). Mineralizacja siarczkami cynku i ołowiu jest szczególnie obfita w pobliżu spągu kompleksu. Na wychodniach dolomitów kruszonośnych siarczki metali ulegają utlenianiu i koncentrują się w galmanach oraz w gniazdach rud żelaza (limonitów). Rozprzestrzenienie pionowe omawianych utworów jest bardzo zmienne. Obszar występowania dolomitów kruszonośnych eksploatowano od początków XVI w. Ich zasoby zostały w znacznym stopniu wyczerpane. Niewielkie ich wychodnie znajdują się w południowo-zachodniej części omawianego terenu (Biernat, 1955; reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

Wapienie i margle (warstwy: gorażdzańskie, terebratulowe i karchowickie) zostały prawie całkowicie zdolomityzowane. Lokalnie, w obrębie kompleksu dolomitów kruszonośnych, występują sporadycznie niezdolomityzowane lub nie do końca zdolomityzowane ławice pierwotnych wapieni. Miąższość tych warstw mogła wynosić ok. 50 m, lecz w zachowanych fragmentach jest znacznie mniejsza i waha się między 10 a 30 m. Utwory te nie występują na powierzchni omawianego terenu (Wilanowski, Żaba, 2016).

Wyżej w profilu triasu środkowego (anizyku) znajdują się dolomity diploporowe warstw jemielnickich oraz dolomity warstw tarnowickich. Dolomity diploporowe występują w południowej części arkusza, a na powierzchni odsłaniają się w rejonie Grodzca i Piekar Śląskich (Biernat, 1955; reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010). Dolna część ich profilu jest reprezentowana przez żółte i szaro-żółte, średnio- i gruboławicowe, drobnokrystaliczne dolomity zawierające nieliczne człony liliowców. Powyżej występują cienkoławicowe dolomity margliste, laminowane poziomo i faliście, ze zróżnicowaną i niemożliwą do oznaczenia fauną i florą. Często występują dendryty manganowe i limonityczne, a część szczelin i małych kawern wypełniają kryształki kalcytu. Warstwy diploporowe osiągają ok. 35 m miąższości (Wilanowski, Żaba, 2016).

Dolomity warstw tarnowickich występują na powierzchni lub pod cienką pokrywą osadów czwartorzędowych tylko w okolicy Grodzca i Dąbrówki Wielkiej, gdzie tworzą stoki i wierzchołki pagórków wznoszących się na wysokości 300–316 m n.p.m. (Biernat, 1955; reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010). Są to jasnoszare dolomity margliste, niemal pozbawione skamieniałości, oraz występujące wyżej jasnoszarozółte wapienie margliste, lokalnie z wkładkami wapieni zlepieńcowatych, o sumarycznej miąższości sięgającej 10 m (Wilanowski, Żaba, 2016).

Utwory **paleogenu–neogenu** stanowią głównie gliny, mułki, ropy i piaski, występujące na powierzchni lub pod cienką pokrywą osadów czwartorzędowych. Niewielkie ich wychodnie są zlokalizowane w okolicach Wojkowic w środkowo-zachodniej części omawianego obszaru (Biernat, 1955; reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010). Są to osady zgromadzone głównie w lejach i zapadliskach krasowych, rozwiniętych w stropie skał węglanowych triasu, szczególnie w strefach wychodni wapieni gogolińskich i dolomitów kruszonośnych. Lokalnie występują też gliny pylaste ochrowe i białe piaski drobnoziarniste oraz mułki seledynowoszare ze zmienną domieszką żwirów kwarcowych (Wilanowski, Żaba, 2016). Osady te wcześniej były zaliczane do jury dolnej. Badania regolitów krasowych na Wyżynie Śląskiej wskazują na ich oligoceńsko-mioceniński wiek. Miąższość omówionych osadów wynosi przeważnie kilkanaście metrów (Lewandowski, Ciesielczuk, 1997).

Osady **czwartorzędowe** pokrywają ok. 35% powierzchni obszaru warstwą o miąższości od kilku do kilkunastu metrów, a w dolinach kopalnych do ok. 30 m. Ich wykształcenie jest uwarunkowane rzeźbą podłoża podczwartorzędowego. Na przeważającej części opisywanego obszaru występują one na skałach triasu środkowego, a w części południowej – na utworach karbońskich serii paralicznej, górnosląskiej serii piaskowcowej oraz sporadycznie na osadach oligoceńsko-miocenińskich (Wilanowski, Żaba, 2016).

Osady zlodowaceń południowopolskich, wykształcone jako gliny zwałowe, występują w obniżeniach dolinnych, gdzie częściowo przykrywają ropy i mułki zastoiskowe oraz w niższych partiach stoków, gdzie leżą bezpośrednio na starszym podłożu. Są one przeważnie szare i pylaste, a miejscami brązowe, lekko ilaste lub z okruciami ilów. Na powierzchni gliny te występują głównie w południowo-wschodniej i północno-zachodniej części obszaru, natomiast w okolicy Dąbrówki Wielkiej są przykryte cienką warstwą eluwiów. Ich miąższość wynosi przeważnie 2–4 m, a jedynie lokalnie przekracza 8 m. Piaski i żwiry wodnolodowcowe występują w kopalnej dolinie Czarnej Przemszy w południowo-wschodniej części arkusza pod przykryciem osadów rzecznych lub wodnolodowcowych zlodowacenia Odry. Są to piaski średnioziarniste z przewarstwieniami drobno-okrucowych żwirów, o szacunkowej miąższości nieprzekraczającej 10 m (Biernat, 1955; reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

Piaski i żwiry rzeczne interglacjału mazowieckiego, o miąższości ok. 20 m, wypełniają doliny kopalne Czarnej Przemszy i Brynicy. Zazwyczaj są to piaski różnoziarniste, z domieszką żwirów drobnookrucowych, w części spągowej w przewodzie ze żwirami. Nie odsłaniają się na powierzchni terenu (Biernat, 1955; reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

Osady zlodowaceń środkowopolskich zajmują ok. 15% powierzchni terenu objętego arkuszem. Ropy i mułki zastoiskowe (dolne) wypełniają dość duże zastoisko w obniżeniu doliny Czarnej Przemszy i jej dopływów w południowo-wschodniej części obszaru. Są to jasno- i ciemnoszare ropy oraz ropy piaszczyste z licznymi przewarstwieniami mułków i mułków piaszczystych w stropie. Miąższość tych osadów wynosi przeważnie kilka metrów, a maksymalnie osiąga 10 m. Przykrywają je piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne), o miąższości 2–8 m. Opisywane utwory nie odsłaniają się na powierzchni terenu. Piaski i żwiry wodnolodowcowe (górnne), powstałe w czasie postępu i recesji lądolodu zlodowacenia Odry, występują dość powszechnie w północno-zachodniej i południowo-wschodniej części obszaru, gdzie zajmują powierzchnie rozciągające się do wysokości ok. 340 m n.p.m. Są to jasno- i ciemnożółte piaski średnio- lub różnoziarniste z domieszką żwirów drobnookrucowych. Miąższość ich wynosi przeważnie ok. 5 m, a lokalnie wzrasta do ok. 10 m (Biernat, 1955; reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

Osady czwartorzędu nierozdzielonego zajmują niewielką część powierzchni arkusza. Są to głównie mułki, piaski i żwiry zwietrzelinowe (eluwialne), najczęściej towarzyszące glinom zwałowym jako produkt ich wietrzenia, ale też innym powierzchniowym utworom, głównie czwartorzędowym. Miąższość utworów eluwialnych wynosi przeważnie ok. 2 m, lokalnie dochodzi do 3 m. Występują one

w okolicach Dąbrówki Wielkiej, gdzie zajmują dość rozległą powierzchnię. Gliny, piaski i żwiry deluwialne występują u podnóża oraz w dolnych partiach stoków wzgórz triasowych i karbońskich w środkowej, a także południowej części omawianego obszaru. Są to przemyte osady gliniasto-piaszczyste z nielicznymi żwirami i okruciami skał lokalnych, o miąższości przeważnie 2–4 m (miejscami 4–6 m). Piaski, żwiry i mułki deluwialno-rzeczne wypełniają liczne krótkie dolinki, głównie na stokach wzgórz triasowych i karbońskich. Są to piaski różnoziarniste ze zmienną domieszką żwirów drobnookrucowych i z licznymi soczewkami mułków piaszczystych, o miąższości 2–4 m. W północnej części arkusza występuje niewielkie pole piasków eolicznych. Powstały one w schyłkowym okresie zlodowacenia Wisły oraz na początku holocenu (Biernat, 1955; reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

Osady holoceniowe wypełniają dna dolin Brynicy, Wielonki, Jaworzniaka oraz mniejszych cieków. Są to głównie piaski i żwiry rzeczne tarasów zalewowych, o miąższości sięgającej maksymalnie do 8 m, oraz piaski, żwiry i mułki rzeczne tarasów zalewowych rzeki i den dolinnych. Najrozleglejsze tarasy, o szerokości powyżej 500 m, występują w dolinie Brynicy koło Wojkowic i Ożarówic. Miąższość osadów wynosi 5,0–10,0 m. Namuły den dolinnych – piaski pylaste z domieszką substancji organicznej, o miąższości 1,5–3,0 m – zajmują niewielki obszar w północno-zachodniej części arkusza, w rejonie Rogoźnika (Biernat, 1955; reambulacja Wilanowski, Żaba, 2010; Wilanowski, Żaba, 2016).

**Złóża kopalne.** Obszar objęty arkuszem Wojkowice ma bogatą historię badań geologicznych ze względu na występujące tam liczne surowce mineralne: węgiel kamienny, rudy cynku i ołowiu oraz surowce skalne – wapienie i margle, piaski oraz ropy i łupki ilaste.

Eksploatacja węgla kamiennego na opisywanym obszarze sięga XIX w., kiedy w południowo-wschodniej części arkusza (okolice Grodzca, Psar i Strzyżowice) powstały już pierwsze niewielkie kopalnie. Niektóre z nich wywodziły się z zakładów górniczych eksploatujących wcześniej w tym rejonie rudy cynku (galman). W latach późniejszych liczba kopalń i wydobycie węgla kamiennego zwiększało się dynamicznie, m.in. za przyczyną dużej aktywności Towarzystwa Górniczo-Przemysłowego Saturn. Kopalnie działały ze zmienną aktywnością, uzależnioną m.in. od sytuacji geopolitycznej (m.in. dwie wojny światowe) do końca XX w., kiedy to wydobycie zostało zakończone z uwagi na wyeksploatowanie zasobów i co za tym idzie znaczny wzrost kosztów produkcji.

Rozpoczęte we wczesnym średniowieczu górnictwo oraz hutnictwo srebra i ołowiu na obszarach występowania dolomitów kruszonośnych przeżywało w tym rejonie okresy prosperity, jak i zastoju. Z jednej strony następowało wyczerpywanie się płytko położonych złóż kruszców, z drugiej natomiast na tę sytuację duży wpływ miały uwarunkowania geopolityczne. Rozwój technik górniczych, w tym systemów wentylacji i odwodnienia, umożliwiały dotarcie do głębszych pokładów rud cynku, ołowiu i srebra. Początkowo wydobywano galenę oraz galman, a także limonit (ruda żelaza), związany głównie ze zwietrzelinami wypełniającymi leje krasowe. Dopiero w drugiej połowie XIX w. opracowano technologię produkcji koncentratów z blendy cynkowej.

Od wczesnego średniowiecza do przełomu XIV/XV w. rudy cynkowo-ołowiowe eksploatowano na wychodniach, głównie wybierką powierzchniową. Z powodu zalewania kopalń przez wody podziemne w górnictwie kruszców występowały dłuższe lub krótsze okresy załamania produkcji. Eksploatację złóż leżących poniżej zwierciadła wód podziemnych rozpoczęto pod koniec XV w. wraz z budową pierwszych sztolni odwadniających. Prowadzono jednak równoległe eksploatację odkrywkową. W XVI i XVII w. eksploatację rud prowadzono nieco poniżej zwierciadła wód, do głębokości ok. 50 m. Kolejny okres rozkwitu górnictwa rudnego rozpoczął się po 1780 r. i był związany z zastosowaniem maszyny parowej do odwadniania złóż i możliwościami drażenia głębokich sztolni. Szczególnie szybki rozwój górnictwa rud cynkowo-ołowiowych miał miejsce w latach ok. 1865–1870,

po opanowaniu technologii produkcji koncentratów z blendy cynkowej. Eksploatacja rudy blendowej znacznie zwiększyła się po II wojnie światowej, a ostatecznie zakończono ją w 1989 r. likwidacją w 1990 r. ostatniej kopalni „Dąbrówka” należącej do ZGH „Orzeł Biały”.

Aktualnie (stan na 31.12.2022 r.) na obszarze objętym arkuszem jest udokumentowanych 14 złóż kopalin: węgla kamiennego, rud cynku i ołowiu, wapieni, surowców ilastych oraz piasków (Szuflicki i in., 2023). Informacje dotyczące parametrów złóż, a także parametrów jakościowych kopalin zacytowano za dokumentacjami geologicznymi poszczególnych złóż oraz systemem MIDAS (System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych Polski – <http://geoportal.pgi.gov.pl/midas-web>).

W południowej części obszaru w granicach arkusza występuje 9 złóż **węgla kamiennego**, w różnym stopniu wchodzących w jego obręb. Są to złoża: „Andaluzja”, „Wojkowice”, „Jowisz”, „Saturn”, „Grodziec”, „Siemianowice”, „Rozalia”, „Paryż” i „Brzeziny”. Z uwagi na wyeksploatowanie zasobów węgla kamiennego na skutek wieloletniego wydobycia i dokumentowanie mniejszych złóż w granicach złóż już udokumentowanych, ich liczba i granice podlegają w ostatnich latach bardzo częstym zmianom. Zasoby węgla kamiennego zostały udokumentowane do głębokości od 700 m (złożo „Siemianowice”) do 1000 m (złoża: „Wojkowice”, „Jowisz”, „Grodziec”, „Rozalia”, „Paryż”) w kategoriach A–C<sub>2</sub>. Serię złożową stanowią pokłady warstw siódolowych (grupa 500) oraz serii paralicznej (pokłady grup: 800, 700 i 600 – namur A), a jej sumaryczna miąższość wynosi 200–950 m. Liczba udokumentowanych pokładów jest bardzo zmienna – od 3 w złożu „Rozalia”, 5 w złożu „Andaluzja”, do 29 w złożu „Paryż”. Na opisywanym obszarze występują węgle energetyczne typu 31 + 32. Miąższości pojedynczych bilansowych pokładów węgla są zróżnicowane i wahają się od 0,7 do 13,4 m. Parametry jakościowe węgla kamiennych energetycznych charakteryzuje duża zmienność. Ich wartość opałowa wynosi 18087–32328 kJ/kg, zawartość popiołu zawiera się w szerokim przedziale 4–26%, a zawartość siarki wynosi 0,2–2,3%.

Wszystkie złoża węgla kamiennego w obrębie arkusza Wojkowice były w przeszłości eksploatowane. Wydobycie węgla kamiennego zakończono w ostatnich latach XX w., a zakłady wydobywcze i infrastrukturę przemysłową w przeważającej części zlikwidowano. Z uwagi na ponad 100-letnią eksploatację węgla kamiennego na tym obszarze zasoby bilansowe złóż są niewielkie i mieszczą się w zakresie 4,7–61 mln t, przy jednoczesnym braku zasobów przemysłowych.

**Złożo cynku i ołowiu „Dąbrówka Wielka”** zostało udokumentowane w obrębie wychodni dolomitów kruszczonośnych triasu środkowego na powierzchni 2498 ha i częściowo jest zlokalizowane na terenie sąsiedniego arkusza – Piekary Śląskie. Miąższość złoża waha się od 2,9 do 3,9 m, a nadkładu jest bardzo zróżnicowana i wynosi od 5 do 72 m. Zawartość Zn w rudzie osiąga 4,2%, a ołowiu 1,2%. Złożo było eksploatowane w latach 1970–1989. Aktualnie ma ono tylko zasoby pozabilansowe rudy cynku i ołowiu, które wynoszą 363 tys. ton.

Na obszarze arkusza występują złoża **surowców skalnych**: węglanowych (wapienie), ilastych ceramiki budowlanej (gliny, ility i łupki ilaste) oraz piasków. W zachodniej części obszaru badań, w obrębie wychodni wapieni warstw gogolińskich triasu środkowego, udokumentowano złożo „Kamyce” o powierzchni 49,9 ha. Bezpośrednio na powierzchni terenu lub pod nadkładem (max. 12,0 m) występują tam wapienie i margle dla przemysłu cementowego o miąższości 11,0–36,8 m. Średnia zawartość CaO w kopalinie wynosi 48,4%, MgO – 1,1%, a SiO<sub>2</sub> – 6,8%. Zasoby kopaliny w złożu wynoszą 27,0 mln ton. Złożo „Kamyce” pozostaje niezagospodarowane.

W obrębie wychodni utworów ilastych serii paralicznej udokumentowano 2 złoża ility i łupków ilastych karbońskich „Gródków-Łagisza” oraz „Grodziec”. Są to złoża pokładowe o prostej budowie geologicznej i niewielkiej powierzchni. Złożo surowców ilastych ceramiki budowlanej „Gródków-Łagisza”, o miąższości 18,6–29,9 m, zajmuje powierzchnię 10,66 ha. Kopalina występuje bezpośrednio na powierzchni terenu lub przykrywa ją nadkład o średniej grubości ok. 1,9 m.

Parametry kopaliny są następujące: zawartość Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> wynosi 13,5–18,9%, CaO – 0,74–3,70%, a SiO<sub>2</sub> – 55,30–69%. Surowiec może być wykorzystywany do produkcji cegły pełnej. Złożo pozostaje niezagospodarowane. Złożo surowców ilastych do produkcji cementu „Grodziec”, o zmiennej miąższości 8,8–27,8 m, udokumentowano na powierzchni 5,42 ha. Parametry kopaliny są następujące: zawartość Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> wynosi 15,98–25,30%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 5,4–11,6%, a SiO<sub>2</sub> – 52,2–68,1%. Eksploatacja złoża była prowadzona w latach 60. i 70. XX w.

Złożo piasków podsadzkowych „Rozkówka” udokumentowano w obrębie czwartorzędowych piasków wodnolodowcowych. Jest to złożo piasków drobnoziarnistych, o formie soczewkowej i powierzchni 31 ha. Piaski o miąższości 2,0–11,6 m występują pod nadkładem o grubości 0,1–4,0 m. Punkt piaskowy kruszywa wynosi 94,51%, a ściśliwość – 10,0%. Piaski były wykorzystywane do sporządzania podsadzki hydraulicznej, tj. mieszaniny piasku z wodą wykorzystywanej do wypełniania wyeksploatowanych wyrobisk górniczych w okolicznych kopalniach węgla kamiennego. Wraz z zakończeniem eksploatacji węgla kamiennego i likwidacją kopalni ustało zapotrzebowanie na piaski podsadzkowe i zakończono również eksploatację złoża „Rozkówka”.

## ANTROPOPRESJA

Przekształcenia antropogeniczne, zlokalizowane w południowej, zachodniej i północno-zachodniej części arkusza, związane są głównie z historyczną działalnością przemysłu wydobywczego i cementowego. Uwidaczniają się one w postaci deformacji ciągłych i nieciągłych oraz zrehabilitowanych zwałowisk i osadników wód dołowych, a także terenów po zlikwidowanych zakładach górniczych. Tereny zagrożone występowaniem deformacji nieciągłych, w wyniku eksploatacji płytko zalegających pod powierzchnią pokładów węgla, występują w rejonie Strzyżowic (płytkie zroby historycznych kopalni „Tadeusz” i „Strzyżowice”, obecnie zawadzone). Obecność tego typu terenów stwierdzono również w Będzinie (ulice: Barlickiego, Wolności i Mickiewicza oraz Góra Parcina – historyczna eksploatacja w dawnej (d.) kopalni „Maria”, a także Las Grodziecki – historyczna eksploatacja d. kopalni „Bory”) oraz w rejonie Wojkowic (ul. Głowackiego – d. kopalnia „Aleksandra”). Z eksploatacją górniczą były związane również zapadliska oraz szczeliny w wapieniach i dolomitach triasowych powstałe na terenach d. Rolniczej Spółdzielni Produkcyjnej „Przyjaźń” (na południe od ul. Sucharskiego) w gminie Wojkowice (Goszcz i in., 2004a, 2008). Zwałowiska i osadniki były zlokalizowane na granicy Będzina (dzielnica Grodziec) i Wojkowic (Goszcz i in., 2004b, 2008).

W południowej i północno-zachodniej części arkusza znajdują się również obniżenia oraz zagłębienia po eksploatacji wapieni i piasków. Największe z nich są związane z wydobywaniem wapieni na potrzeby byłego przemysłu cementowego i są to wyrobiska poeksploatacyjne: Rogoźnik (42,53 ha) w gminie Bobrowniki oraz Żychcice (50 ha) na granicy gmin Wojkowice i Bobrowniki. Wyrobiska po eksploatacji piasków podsadzkowych występują w gminie Bobrowniki (pole Rogoźnik) oraz w gminie Wojkowice w rejonie pomiędzy ulicami Długosza a Brzeziny (Goszcz i in., 2004a, 2008; Góra, 2012; Woźnica i in., 2018). Na obszarze wyrobiska po eksploatacji wapieni w Rogoźniku (w jego zachodniej i północnej ścianie) występują liczne skamieniałości triasowych małży, ślimaków, ramienionogów, szczątki liliowców oraz kręgowców. Teren ten charakteryzuje się wysokimi walorami krajobrazowymi i dydaktycznymi, stąd został zaproponowany do objęcia ochroną jako stanowisko dokumentacyjne (Uchwała, 2019).

Tereny poprzemysłowe znajdują się głównie w południowej części obszaru, w rejonie zlikwidowanych zakładów górniczych (d. KWK „Jowisz” i d. KWK „Grodziec”) oraz dawnych szybów kopalnianych (np. podsadzkowy szyb Alfred

d. KWK „Jowisz”) i cementowni. Ponadto na przekształcenia terenu wpływają również takie czynniki jak urbanizacja (zabudowa mieszkaniowa, usługowa i handlowa) oraz funkcjonująca i dawna infrastruktura liniowa, do której można zaliczyć np. nasypy drogowe, wały przeciwpowodziowe, nasypy kolejowe (w tym po dawnych liniach kolejowych prowadzących do kopalni i cementowni), czy też pozostałości po torach tramwajowych linii nr 15 (Zuzańska-Zyśko i in., 2017).

**Powietrze atmosferyczne.** Obszar w granicach arkusza znajduje się w zasięgu dwóch stref, dla których dokonywane są w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska coroczne oceny poziomów substancji w powietrzu. Pierwsza z nich to aglomeracja górnośląska, do której należą położone w południowo-zachodniej części arkusza miasta Piekary Śląskie i Siemianowice Śląskie. Do drugiej strefy – śląskiej – należy powiat będziński (Ustawa, 2001). Dane o jakości powietrza, dostarczane przez stacje pomiarowe zlokalizowane poza granicami arkusza, wskazują, że w obu strefach są notowane ponadnormatywne stężenia pyłu zawieszonego (zarówno PM10, jak i PM2,5) oraz zawartego w pyłe PM10 benzo(a)pirenu. Zanieczyszczenia te są przede wszystkim związane z emisją z sektora komunalno-bytowego, w tym z funkcjonowaniem indywidualnych, niskosprawnych i nieekologicznych źródeł ciepła. Mniejsze znaczenie w ich dystrybucji mają: emisja przemysłowa (energetyczne spalanie paliw, procesy technologiczne, wydobycie i przetwórstwo kopalni) oraz emisja liniowa, której udział nasila się w rejonie dróg o dużym natężeniu ruchu i jest wynikiem ścierania jezdni oraz opon i okładzin samochodowych (Roczna ocena, 2023; Uchwała, 2023). Część zanieczyszczeń pyłowych pochodzi także ze źródeł emisji niezorganizowanej (Uchwała, 2023).

W strefie aglomeracji górnośląskiej notowane są także przekroczenia dopuszczalnego poziomu średniorocznego dwutlenku azotu (Roczna ocena, 2023). Głównym antropogenicznym źródłem dystrybucji tlenków azotu są pojazdy spalinowe, ale mogą one być uruchamiane do środowiska także w wyniku wtórnej emisji zanieczyszczeń pyłowych z powierzchni odkrytych (drogi, chodniki, boiska).

Charakteryzując czynniki antropogeniczne wpływające na warunki aerosanitarne na obszarze arkusza, należy mieć na względzie, że są one determinowane również przez zanieczyszczenia allochtoniczne. Istotne jest tu nie tylko położenie geograficzne i dominujące kierunki wiatrów, wpływające na przemieszczanie się mas powietrza, lecz też aspekt funkcjonalno-przestrzenny wynikający z przynależności do Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii, w tym lokalizacja innych źródeł zanieczyszczeń.

**Wody powierzchniowe i podziemne.** Sieć hydrograficzna w południowej części obszaru arkusza jest znacznie przekształcona antropogenicznie ze względu na dawną działalność górniczą i związanymi z nią osiadaniami terenu. Rzeka Brynica płynnie uregulowanym, wybetonowanym i obwałowanym korytem. W rejonie d. KWK „Jowisz” w gminie Wojkowice koryto rzeki, ze względu na podziemną eksploatację górniczą, zostało przemieszczone i obwałowane z wykorzystaniem odpadów wydobywczych pochodzących z tego zakładu górniczego (Goszcz i in., 2004a). Uregulowane są również odcinki potoków Jaworzniaka i Wielonki od rejonów zabudowanych do ujścia do Brynicy (Jechna, Gallus, 2017).

Stan jakości wód powierzchniowych płynących oceniono jako zły (Rozporządzenie..., 2022). Potwierdzeniem tego stanu jest wynik oceny środowiskowej wykonanej dla trzech jednolitych części wód powierzchniowych – JCWP (rzecznych) znajdujących się w granicach arkusza, w ramach której wszystkie trzy 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: zrzuty ścieków komunalnych i przemysłowych, gdyż cieki przepływają przez obszary silnie zurbanizowane i uprzemysłowione, spływy powierzchniowe wód opadowych z terenów przemysłowych, dróg, placów i powierzchni dachowych, zrzuty wód



dołowych, odcieki ze składowisk, koryta rzek oraz depozycja atmosferyczna (Rozporządzenie..., 2022; Karty charakterystyk JCWP – <http://karty.apgw.gov.pl:4200/jcw-powierzchniowe> [dostęp: 19.02.2024 r.]).

Obszar arkusza jest położony w makroregionie centralnym i śląsko-krakowskim (XII) regionie hydrogeologicznym (Paczyński, 1995), a wg charakterystyki jednolitych części wód podziemnych (JCWPd) także w granicach JCWPd nr 111 (zachodni i centralny teren arkusza) i JCWPd nr 112 (wschodni teren arkusza) (baza CBDG – <https://dm.pgi.gov.pl/>). Wody podziemne o znaczeniu użytkowym występują w piaskowcach należących do górnośląskiej serii piaskowcowej i serii paralicznej karbonu (Nowicki, 2007). Jakość wód oceniana jest jako słaba z uwagi na presję obszarów zurbanizowanych i uprzemysłowionych (w tym zmiany i braki więzi hydraulicznej oraz odwadnianie wyrobisk górniczych). W rejonie wschodnim arkusza stan ogólny wód podziemnych ocenia się jako dobry (Nowicki, 2007; Karty charakterystyk JCWPd – <http://karty.apgw.gov.pl:4200/jcw-podziemne> [dostęp: 07.12.2023 r.]).

Obszar arkusza jest zlokalizowany w zasięgu dwóch głównych zbiorników wód podziemnych: GZWP nr 329 i GZWP nr 454. GZWP nr 329 obejmuje pas od zachodniej, przez centralną, do południowej części arkusza, z wyjątkiem jego południowo-zachodniej i południowo-wschodniej krawędzi. Zbudowany jest ze skał dolomityczno-wapiennych triasu dolnego i środkowego (wapień muszlowy i ret) z wodami występującymi w ośrodkach szczelinowo-krasowych. Zbiornik ten nie ma ustanowionych obszarów ochronnych. Wody w większości przypadków przypisano do II i III klasy jakości (lokalnie do IV klasy), a ich stan chemiczny oceniono jako dobry. Potencjalne zagrożenie dla jakości wód ma przede wszystkim wieloletnia eksploatacja górnicza rud Zn i Pb oraz powierzchniowe ogniska zanieczyszczeń, m.in. hałdy i osadniki po eksploatacji górnictwa węglowego (Mikołajków, Sadurski, 2017). GZWP nr 454 obejmuje niewielki fragment na północno-wschodniej krawędzi arkusza. Zbudowany jest on ze skał wapiennych, dolomitycznych i marglistych triasu dolnego oraz środkowego zaliczanych do wapienia muszlowego, retu oraz środkowego i dolnego pstrego piaskowca (utwory te występują lokalnie i nie mają większego znaczenia użytkowego). Zbiornik ten także nie ma 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 jego zasięgu byłyby również tereny wód zdegradowanych zajmujące powierzchnię ok. 167 km<sup>2</sup>. Wody należą w większości do I–III klasy jakości, a ich stan chemiczny jest dobry. Lokalnie na terenach miejsko-przemysłowych i rolniczych wody zbiornika zalicza się do klas IV–V (Mikołajków, Sadurski, 2017).

**Oczyszczalnie ścieków.** Zlokalizowana w południowej części arkusza, w granicach administracyjnych Piekar Śląskich, Oczyszczalnia Ścieków Komunalnych Południe jest instalacją mechaniczno-biologiczną z podwyższonym usuwaniem biogenów. Obiekt przyjmuje ścieki z dzielnicy Dąbrówka Wielka oraz ze znajdujących się poza granicami arkusza innych części miasta – Brzezina Śląskich i Dołków. Jednym z największych zakładów podłączonych do systemu kanalizacji zbiorczej doprowadzającej nieczystości do oczyszczalni Południe jest Orzeł Biały SA. Średnia przepustowość oczyszczalni wynosi 1200 m<sup>3</sup>/dobę. Oczyszczone ścieki są odprowadzane do Rowu Gminnego (km 0+185), który łączy się z Rowem z Dąbrówki Wielkiej (Uchwała, 2020a).

Oczyszczalnia Ścieków Wojkowice przyjmuje ścieki z centralnych części Wojkowic, z osiedli: Maszyńsko, T. Kościuszki, J. Plaka, a także z Życheic (część), Kamyców, Piasków i Krzyżówki. Dopływają do niej również ścieki z części Psarów i Strzyżowic, a także z części Grodzca (dzielnicy Będzina). Jest to oczyszczalnia mechaniczno-biologiczna z podwyższonym usuwaniem biogenów, której średnia przepustowość wynosi 741 m<sup>3</sup>/dobę. Po oczyszczeniu ścieki są odprowadzane do rzeki Brynicy (km 14+069) (Uchwała, 2020c).

Ścieki z części miejscowości Dobieszowice, Rogoźnik, z położonego poza granicami arkusza Sączowa (gmina Bobrowniki) oraz z rejonu ul. Starej w Wojkowicach są kierowane do mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków znajdującej się w Rogoźniku. Średnia przepustowość instalacji wynosi 1600 m<sup>3</sup>/dobę. Odbiornikiem oczyszczonych ścieków jest potok Jaworzniak (km 3+100) (Uchwała, 2020b).

**Gleby.** Występującym na opisywanym obszarze gleby wykształciły się głównie na utworach triasu i karbonu, podczas gdy młodsze formacje geologiczne miały mniejsze znaczenie dla ich genezy (Jochemczyk i in., 2004). W konsekwencji w strukturze przestrzennej obszaru arkusza dominują rędziny oraz gleby brunatne. W niektórych rejonach występują też gleby bielcowe (np. w sołectwie Dobieszowice, w gminie Bobrowniki czy w rejonie Dąbrówki Wielkiej w Piekarach Śląskich), z kolei w obniżeniach terenu, w dolinach Jaworzniaka, Wielonki i Brynicy, wykształciły się mady i gleby mułowo-torfowe (Studium, 2019; Program, 2021; Uchwała, 2021c; Studium, 2022). W przeważającej większości gleby zaklasyfikowano do III i IV klasy bonitacyjnej (Uchwała, 2021c).

Wielowiekowa działalność górnicza oraz przemysłowa spowodowały na dużej części obszaru mechaniczną i jakościową degradację pokrywy glebowej, m.in. poprzez deformacje powierzchniowe, zniekształcenia stosunków wodnych czy zanieczyszczenia atmosferyczne. Do negatywnych skutków industrializacji zalicza się też ponadnormatywne zwiększenie zawartości metali ciężkich w glebach, zwłaszcza cynku, kadmu i ołowiu (Jochemczyk i in., 2004).

**Zwałowiska i składowiska odpadów.** Występujące w południowej części obszaru arkusza na granicy miast Będzin i Wojkowice zrekultywowane (częściowo rozebrane) podziemne i nadziemne zwałowiska odpadów są związane z eksploatacją węgla kamiennego. Były to: Zwałowisko Nr 1 i Nr 2 d. KWK „Jowisz” oraz Zwałowisko d. KWK „Grodziec”, w obrębie którego były również osadniki wód dołowych. Zwałowiska zajmowały ogółem powierzchnię ok. 38 ha, przy czym największe obszarem było zwałowisko podziemne d. KWK „Grodziec” (25 ha). Deponowano na nich odpady w latach 60., 70. i 80. XX w., natomiast ich rekultywację prowadzono z przerwami od końca lat 80. XX w. do początku XXI w. (Goszcz i in., 2004a, 2008; Jechna, Gallus, 2010).

Odpady zgromadzone na zwałowiskach (głównie d. KWK „Jowisz”) zostały wykorzystane m.in. jako kruszywo dla budownictwa i drogownictwa. Odpady skały płońnej były również stosowane w procesie wypełniania terenów po eksploatacji surowców, np. wyrobiska po eksploatacji wapieni triasowych Życheice. W jego południowej i południowo-zachodniej części (17 ha), w granicach miasta Wojkowice, zdeponowano odpady wydobywcze z d. KWK „Jowisz”. Stworzyły one hałdę, która jest na powierzchni 5,2 ha aktywna termicznie (Stangiel, 2020). Południowo-wschodnia część wyrobiska również została wypełniona odpadami, w tym wydobywczymi. Są to odpady gliny i wapienia, wymieszane z żużłami, popiołami, gruzem budowlanym i odpadami pogórnymi. Odpady tworzą nasyp o miąższości 10 m (Durjasz-Majewska i in., 2017). Pozostały teren wyrobiska jest obecnie niezagospodarowany. Występuje tam naturalna sukcesja roślinna. Na skarpach wyrobiska stwierdzono bogate florystycznie murawy kserotermiczne z klasy Festuco-Brometea ze stanowiskami gatunków objętych ochroną (Inwentaryzacja, 2014). Obszar dawnego wyrobiska ze względu na swoje walory przyrodnicze i potencjał rekreacyjny może pełnić nowe funkcje w zagospodarowaniu przestrzennym miasta.

Odpady wydobywcze i energetyczne były również deponowane w wyrobisku po eksploatacji wapieni i dolomitów – tzw. Góra Kijowa, zlokalizowanym w Grodzcu (dzielnica Będzina). Jego powierzchnia wynosiła ok. 6 ha. Odpady deponowano tam w latach 1997–1999, natomiast rekultywację prowadzono na początku XXI w. wg projektu technicznego zatwierdzonego decyzją Starosty Będzińskiego. W 2013 r., na zrekultywowanym obszarze, ze względu na walory przyrodnicze jakie się tam wykształciły, zaproponowano utworzenie zespołu przyrodniczo-parkowego o wspomnianej wyżej nazwie – Góra Kijowa (Goszcz i in., 2004b; Luszka i in., 2013).

Rekultywacji z wykorzystaniem odpadów wydobywczych zostały poddane również nadpoziomowe osadniki ziemne d. KWK „Jowisz”, zlokalizowane na północ od terenu dawnego zakładu górniczego, nad brzegiem Brynicy. Osadniki były otoczone skarpami z odpadów wydobywczych o wysokości od ok. 1 m do ok. 6 m i zajmowały powierzchnię 9,51 ha (Goszcz i in., 2008).

Na obszarze arkusza występują również zrekultywowane składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, na których deponowano odpady komunalne. Na terenie gminy Wojkowice (w wyrobisku Gawczyce po eksploatacji wapieni dla d. Cementowni „Saturn”) znajduje się zrekultywowane składowisko odpadów komunalnych, w którym od 1982 r. do lat 90. XX w. deponowano odpady komunalne. Obiekt zajmował powierzchnię 5,8 ha (Goszcz i in., 2004a). Kolejne zrekultywowane składowisko odpadów komunalnych zlokalizowano w tym samym rejonie gminy Wojkowice. Wybudowane było przez cztery gminy: Wojkowice, Ożarów, Bobrowniki i Psary. Funkcjonowało od 1998 do 2015 r. (Plan, 2004; Analiza, 2016). Pojemność całkowita wynosiła 262 700 m<sup>3</sup> (Kobiela i in., 2012), natomiast powierzchnia całkowita – 3,3 ha, w tym 1,4 ha zajęte przez odpady (Plan, 2004).

## 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, pomiary współrzędnych geograficznych w miejscach ich lokalizacji, pomiary odczynu oraz przewodności elektrolitycznej właściwej wód powierzchniowych w terenie, analizy chemiczne próbek, utworzenie baz danych terenowych i laboratoryjnych, obliczenia statystyczne wyników analiz chemicznych, opracowanie podkładu topograficznego, opracowanie mapy geologicznej i map geochemicznych oraz interpretację wyników. Kolejność prac ilustruje poniższy schemat (fig. 1).

## PRACE TERENOWE

Próbki gleb pobierano za pomocą ręcznej sondy o średnicy 60 mm w regularnej siatce 250x250 m (16 próbek/km<sup>2</sup>). Lokalizację miejsc opróbowania dokumentują mapy przedstawiające jednocześnie zabudowę i użytkowanie terenu (tabl. 2–3). Łącznie pobrano 1295 próbek z głębokości 0,0–0,3 m oraz 1279 próbek z głębokości 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 276 i 281 próbek) pobierano, w analogicznych lokalizacjach, z rzek, strumieni, rowów, kanałów, jezior, osadników, sadzawek i stawów. Różnica pomiędzy liczbą próbek uwarunkowana była 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), równocześnie 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

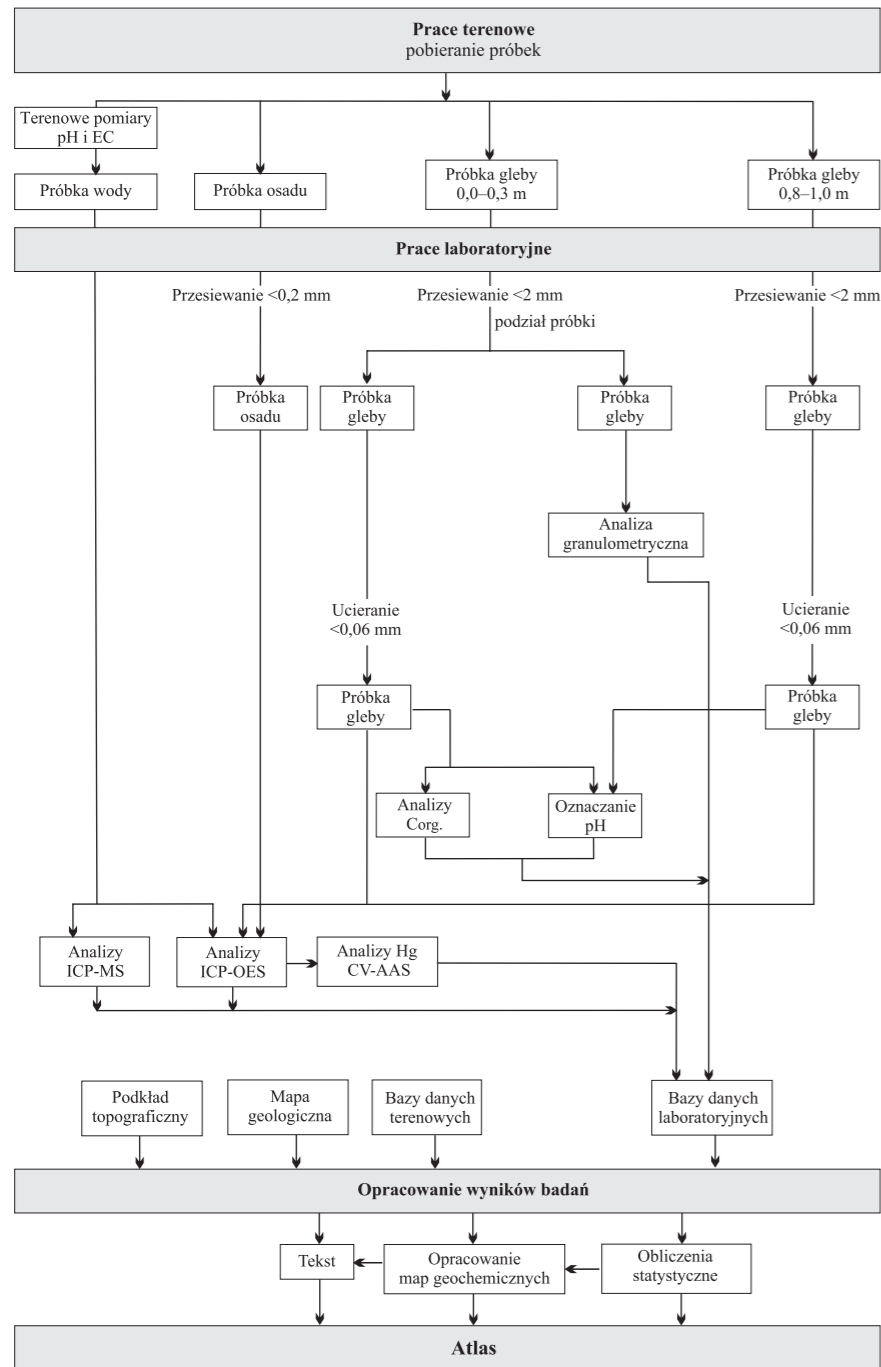


Fig. 1. Schemat wykonanych prac

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. Próbkę 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

dotychczasowych 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, oznaczenia parametrów fizykochemicznych oraz analizy chemiczne wykonano w laboratorium chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (PIG-PIB).

**Przygotowanie próbek.** Próbkę gleby 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). Próbkę gleby przeznaczoną do analiz chemicznych ucierano do frakcji <math><0,06\text{ mm}</math> w agatowych młynach kulowych. Próbkę osadów wodnych suszono w temperaturze pokojowej, a następnie przesiewano przez sita nylonowe o oczkach 0,2 mm. Frakcję <math><0,2\text{ mm}</math> po kwartowaniu przeznaczano do analizy chemicznej (fig. 1).

**Analizy chemiczne.** Roztworzenie próbek gleb i osadów wodnych przeprowadzono w wodzie 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 wodnych wykonano za pomocą emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES). Analizy zawartości Hg w próbkach gleb i osadów wodnych przeprowadzono metodą absorpcyjnej 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.

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>,

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

Nr próbki  
1  
2

Gleba  
głębokość 0,0–0,3 m  
głębokość .....

Współrzędne  
X  
Y

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

Zabudowa  
1 brak  
2 wiejska  
3 miejska niska  
4 miejska wysoka  
5 przemysłowa

Użytkowanie  
1 pole uprawne  
2 las  
3 łąka  
4 nieużytek, ugór  
5 trawnik  
6 park  
7 ogród

Próbka 1 2  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8

Gatunek gleby  
1 piaszczysta, piasek  
2 piaszczysto-gliniasta  
3 gliniasto-piaszczysta  
4 gliniasta  
5 glina  
6 mułek  
7 torfiasta, torf  
8 antropogeniczna, nasypowa

Uwagi: .....

A

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

Nr próbki  
3  
4

Osad  
Woda

pH  
EC

Współrzędne  
X  
Y

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

Zabudowa  
1 brak  
2 wiejska  
3 miejska niska  
4 miejska wysoka  
5 przemysłowa

Użytkowanie  
1 pole uprawne  
2 las  
3 łąka  
4 nieużytek, ugór  
5 trawnik  
6 park  
7 ogród

Zbiornik  
1 rzeka  
2 strumień  
3 kanał  
4 rów  
5 jezioro  
6 sadzawka  
7 staw rybny  
8 osadnik

Osad  
1 piasek  
2 szlam organiczny  
3 muł  
4 il

Uwagi: .....

B

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

**Metody analityczne i granice oznaczalności**

*Analytical methods and determination limits*

Pierwiastek/ związek <i>Element/ compound</i>	Metoda analityczna <i>Analytical method</i>	Granica oznaczalności <i>Determination limit</i>	Jednostka <i>Unit</i>	Metoda analityczna <i>Analytical method</i>	Granica oznaczalności <i>Determination limit</i>	Jednostka <i>Unit</i>
Gleby, osady wodne <i>Soils, aquatic sediments</i>			Wody powierzchniowe <i>Surface water</i>			
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/ <i>not indicated</i>			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/ <i>not indicated</i>			ICP-MS	0,05	[µg/dm <sup>3</sup> ]
C <sub>org</sub> (TOC)	*	0,02	[%]	nie oznaczono/ <i>not indicated</i>		
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/ <i>not indicated</i>		
K	nie oznaczono/ <i>not indicated</i>			ICP-OES	0,5	[mg/dm <sup>3</sup> ]
Li	nie oznaczono/ <i>not indicated</i>			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/ <i>not indicated</i>			ICP-MS	0,05	[µg/dm <sup>3</sup> ]
Na	nie oznaczono/ <i>not indicated</i>			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	[%]	ICP-OES	1	[mg/dm <sup>3</sup> ]
Sb	nie oznaczono/ <i>not indicated</i>			ICP-MS	0,05	[µg/dm <sup>3</sup> ]
Se	nie oznaczono/ <i>not indicated</i>			ICP-MS	2	[µg/dm <sup>3</sup> ]
Si	nie oznaczono/ <i>not indicated</i>			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/ <i>not indicated</i>			ICP-MS	0,05	[µg/dm <sup>3</sup> ]
U	nie oznaczono/ <i>not indicated</i>			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*

**Tabela 1**  
*Table*

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-B-04481:1988 p. 4.1. Po utlenieniu materii organicznej (przez zastosowanie 30% roztworu nadtlenu wodoru – perhydrolu) 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: 2–1 mm, 1,0–0,1 mm i <0,02 mm. Wyniki analiz granulometrycznych (po przeliczeniu na udziały procentowe) przedstawiono na mapach klas ziarnowych: 1,0–0,1 mm – frakcja piaszkowa, 0,1–0,02 mm – frakcja pyłowa i <0,02 mm – frakcja ilowa (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 wodnych 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 zostały umieszczone w odrębnych tabelach (dla gleb, osadów wodnych 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 wydzielania podzbiorów do obliczeń statystycznych wg różnych kryteriów środowiska, np. zawartości pierwiastków w glebach terenów przemysłowych, glebach leśnych, glebach terenów miejskich, w osadach wodnych 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 dla 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 połączone z podkładem topograficznym w formie mapy geologicznej w skali 1:25 000 (tabl. 1).

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

- zabudowa terenu;
- użytkowanie terenu;
- zawartość węgla organicznego oraz frakcji piaszkowej, pyłowej i ilowej w glebach z głębokości 0,0–0,3 m;
- pH w glebach z głębokości 0,0–0,3 i 0,8–1,0 m;
- zawartość Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V i Zn w glebach z głębokości 0,0–0,3 m i 0,8–1,0 m oraz w osadach 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.

Do przedstawienia rozkładu klas uziarnienia w glebach, ich odczynu pH 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,



Tabela 2 cd.  
Table 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]			[-]
	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
Trawniki Lawns n = 156	a	<1	0,22	<3	23	0,59	0,09	1,1	1	4	4	0,39	<0,02	0,03	147	3	0,010	42	0,007	3	32	5	152	6,43
	b	16	1,43	210	483	12,29	7,69	35,6	13	98	298	4,60	0,92	4,14	2279	33	0,257	1402	0,197	240	567	43	6200	8,84
	c	–	0,57	17	138	3,21	1,57	8,3	5	16	30	1,38	0,08	0,46	528	13	0,047	209	0,042	32	108	17	955	7,91
	d	–	0,53	13	118	2,81	1,08	6,3	4	13	24	1,24	0,06	0,30	459	12	0,041	166	0,036	25	94	16	698	7,90
	e	–	0,52	12	115	2,82	1,14	6,1	5	13	23	1,29	0,06	0,30	454	13	0,043	159	0,036	27	90	16	651	7,95
Gleby piaszczyste Sandy soils n = 971	a	<1	0,06	<3	13	0,40	0,01	<0,5	<1	1	2	0,10	<0,2	<0,01	8	<1	0,004	18	0,004	1	15	<1	35	4,28
	b	6	1,76	244	978	16,13	15,79	135,0	46	64	261	20,97	1,11	5,27	16 228	73	0,590	6300	0,277	149	380	80	24 820	8,55
	c	–	0,55	15	111	2,63	0,82	9,7	4	11	17	1,17	0,07	0,27	560	11	0,041	220	0,029	15	65	16	881	7,15
	d	–	0,47	11	95	2,22	0,33	6,7	3	9	14	0,95	0,06	0,12	396	8	0,035	165	0,024	11	59	14	544	7,10
	e	–	0,49	10	93	2,18	0,30	6,7	4	9	14	1,00	0,06	0,11	455	9	0,037	159	0,024	11	58	14	515	7,33
Gleby gliniaste Clay soils n = 57	a	<1	0,16	5	37	0,93	0,12	3,4	<1	3	5	0,20	<0,02	0,02	42	2	0,013	71	0,010	5	15	5	269	6,11
	b	3	1,96	118	527	11,79	8,55	126,6	14	30	66	3,63	0,33	3,96	3145	35	0,128	2077	0,161	78	180	51	10 160	8,24
	c	–	0,90	24	153	3,00	1,56	13,6	7	17	22	1,87	0,09	0,65	962	18	0,051	312	0,037	21	67	26	1280	7,49
	d	–	0,84	19	134	2,56	0,77	10,1	6	15	20	1,71	0,08	0,29	789	16	0,045	241	0,032	17	61	24	954	7,47
	e	–	0,91	18	121	2,48	0,54	8,2	7	17	20	1,87	0,08	0,22	872	18	0,049	210	0,029	17	61	27	847	7,55
Gleby antropogeniczne Anthropogenic soils n = 259	a	<1	0,14	<3	15	0,10	0,04	<0,5	<1	3	3	0,23	<0,2	0,01	13	2	0,006	14	0,007	2	21	3	61	3,50
	b	16	2,39	355	612	31,99	19,11	89,7	67	129	415	8,82	2,15	10,78	3857	73	2,360	5018	0,519	335	567	147	10 241	9,51
	c	–	0,67	21	147	4,96	2,12	10,6	6	18	38	1,72	0,10	0,56	590	17	0,054	271	0,062	42	124	21	1219	7,77
	d	–	0,60	15	124	3,56	1,31	6,9	5	15	28	1,47	0,07	0,35	473	14	0,039	187	0,047	31	103	18	778	7,72
	e	–	0,61	14	127	3,57	1,35	6,1	6	16	27	1,51	0,07	0,35	520	15	0,041	177	0,042	31	100	19	691	7,94
Tło geochemiczne/Geochemical background																								
Gleby Europy <sup>1)</sup> Soils of Europe <sup>1)</sup>	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 <sup>2)</sup> 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 <sup>3)</sup> 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 substancji 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    b – maksimum    c – średnia arytmetyczna    d – średnia geometryczna    e – mediana    n – liczba próbek    <sup>1)</sup> Salminen, 2005    <sup>2)</sup> Lis, Pasieczna, 1995a    <sup>3)</sup> Lis, Pasieczna, 1995b    <sup>4)</sup> Rozporządzenie Ministra Środowiska..., 2016  
*minimum    maximum    arithmetic mean    geometric mean    median    number of samples*

„–” 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 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]	[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	0,01	0,5	1	1	1	0,01	0,02	0,01	2	1	0,002	2	0,003	1	5	1	1	2,00
Parki Parks n = 16	a	<1	0,16	<3	12	0,02	<0,5	<1	2	2	0,18	<0,02	0,01	30	1	0,004	5	<0,003	2	26	2	25	6,83
	b	1	0,98	36	310	9,13	131,3	11	17	21	2,24	0,14	5,40	5262	21	0,087	2174	0,059	47	81	30	7701	8,77
	c	-	0,39	9	77	1,91	12,2	4	9	8	0,96	0,03	0,80	809	9	0,023	272	0,013	13	50	13	807	7,73
	d	-	0,34	4	49	0,26	2,4	2	7	6	0,67	0,02	0,12	292	6	0,016	70	0,007	7	47	10	214	7,71
	e	-	0,36	4	37	0,08	2,0	3	9	6	0,59	0,03	0,07	185	9	0,018	61	0,007	4	51	8	140	7,64
Trawniki Lawns n = 153	a	<1	0,08	<3	10	0,01	<0,5	<1	1	<1	0,06	<0,02	0,01	8	1	<0,002	3	<0,003	1	18	1	15	7,30
	b	4	2,20	110	615	13,78	143,1	17	175	159	4,68	1,01	8,08	3993	90	0,142	2160	0,360	281	797	48	24 080	8,86
	c	-	0,59	12	106	1,49	6,2	5	15	19	1,34	0,06	0,52	492	14	0,028	127	0,025	26	102	17	812	8,13
	d	-	0,49	7	74	0,55	2,6	4	10	12	0,99	0,04	0,20	323	9	0,022	67	0,013	14	81	13	323	8,12
	e	-	0,52	7	82	0,69	2,8	4	11	12	1,18	0,04	0,20	391	11	0,024	73	0,014	15	77	15	313	8,13
Gleby piaszczyste Sandy soils n = 581	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	9	<1	3	4,76
	b	6	2,04	475	527	20,58	131,3	62	35	229	4,65	3,45	11,87	5262	76	0,110	2659	0,685	186	797	51	13 360	9,13
	c	-	0,34	6	39	0,69	2,9	2	6	6	0,57	0,03	0,28	251	6	0,013	58	0,008	7	55	8	288	7,65
	d	-	0,27	3	27	0,07	0,7	1	4	4	0,35	0,02	0,05	93	3	0,009	20	0,004	4	47	6	83	7,63
	e	-	0,27	2	23	0,05	0,3	1	4	4	0,35	0,01	0,04	101	3	0,010	17	0,003	3	45	5	65	7,71
Gleby gliniaste Clay soils n = 520	a	<1	0,14	<3	11	0,01	<0,5	<1	2	1	0,19	<0,02	0,02	15	1	0,003	4	<0,003	2	8	3	24	4,62
	b	6	3,73	531	4774	21,41	266,2	59	175	99	12,30	0,51	8,60	21 157	123	0,252	8870	0,174	219	1351	165	29 800	8,89
	c	-	1,03	21	116	2,31	11,5	8	21	17	2,26	0,07	0,90	990	23	0,030	191	0,015	22	95	29	1334	7,72
	d	-	0,92	12	82	0,58	3,0	7	18	14	1,86	0,05	0,34	589	18	0,025	83	0,010	14	75	26	480	7,69
	e	-	0,92	13	81	0,35	3,4	7	17	15	1,89	0,06	0,24	664	19	0,026	87	0,010	12	69	27	544	7,84
Gleby antropogeniczne Anthropogenic soils n = 176	a	<1	0,12	<3	7	<0,01	<0,5	<1	2	1	0,06	<0,02	0,01	6	<1	0,003	4	<0,003	1	23	2	6	4,72
	b	9	2,58	443	895	20,09	143,1	60	227	18 426	5,04	2,38	10,01	3993	70	2,022	6722	1,261	2692	696	259	17 110	9,66
	c	-	0,73	22	143	2,81	11,8	7	19	137	1,86	0,12	0,77	686	19	0,044	281	0,077	62	133	24	1326	8,03
	d	-	0,64	13	113	1,54	5,7	6	14	24	1,55	0,07	0,40	509	16	0,029	150	0,039	34	106	20	695	8,00
	e	-	0,65	13	112	1,71	5,3	6	15	24	1,63	0,07	0,36	510	17	0,029	144	0,036	36	99	21	671	8,15

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 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]	[%]	[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
Brynica <i>Brynica River</i> n = 23	a	<1	0,33	11	46	0,35	9,1	2	7	10	0,80	0,04	0,15	134	8	0,068	229	0,142	12	40	7	3222
	b	2	1,83	46	281	3,43	79,8	12	37	615	3,08	0,78	0,85	2239	53	0,817	1341	1,679	94	159	31	31 946
	c	2	1,04	30	135	1,84	44,7	8	28	96	2,24	0,41	0,62	922	33	0,402	592	0,872	60	73	21	15 497
	d	1	0,98	27	122	1,59	39,1	7	26	69	2,14	0,34	0,58	689	30	0,341	541	0,714	54	67	20	13 309
	e	2	1,08	33	123	1,77	40,9	8	30	78	2,27	0,40	0,63	625	33	0,363	581	0,795	59	60	20	14 798
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 the 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, Pasieczna, 1995a    <sup>3)</sup> Lis, Pasieczna, 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 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> ]	[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	0,002	0,002	0,05	0,05	1	0,003	
Brynica Brynica River n = 26	a	1,09	7,19	<0,05	7,6	<2	0,11	0,047	<0,05	110,8	<0,05	0,06	<0,003	1,38	0,01	10,0	12,3	40,4	0,096	0,45	57,0	5,2	0,12	0,08	270	0,24	<2	8,8	0,340	<0,002	0,51	0,50	<1	0,087	
	b	1,90	7,65	<0,05	141,3	5	0,18	0,073	<0,05	198,1	1,00	0,54	<0,003	3,69	0,42	18,5	22,6	80,8	0,333	0,85	117,8	12,0	0,56	5,55	558	0,56	4	13,2	0,700	0,002	2,34	1,01	<1	2,216	
	c	1,40	7,42	-	17,8	-	0,14	0,061	-	140,4	-	0,30	-	2,13	0,03	12,7	15,9	54,2	0,208	0,65	76,6	7,2	0,30	0,40	355	0,35	-	11,0	0,453	-	0,91	0,79	-	0,703	
	d	1,37	7,42	-	13,5	-	0,14	0,061	-	137,9	-	0,27	-	2,07	0,02	12,4	15,6	52,9	0,197	0,63	74,4	7,0	0,26	0,21	344	0,35	-	11,0	0,440	-	0,80	0,77	-	0,480	
	e	1,37	7,45	-	11,4	-	0,14	0,068	-	121,6	-	0,33	-	1,97	0,01	12,1	13,8	46,7	0,242	0,65	65,7	6,1	0,22	0,20	294	0,35	-	10,5	0,402	-	0,75	0,78	-	0,695	
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.	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 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.	nd.	0,45 (klasy 1 i 2) (classes 1 and 2)	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  
minimum

b – maksimum  
maximum

c – średnia arytmetyczna  
arithmetic mean

d – średnia geometryczna  
geometric mean

e – mediana  
median

n – liczba próbek  
number of samples

„-” 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

<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 (Rozporządzenie..., 2021)

<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 (Rozporządzenie..., 2021)

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 łączono z podkładem topograficznym w granicach danego arkusza.

Odczyn pH gleb przedstawiono wg 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 z zastosowaniem postępu geometrycznego do wyznaczenia klas rozkładu.

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

Sporządzając przykładową mapę oceny zanieczyszczenia gleb powierzchniowych ze względu na dopuszczalną zawartość kadmu (tabl. 63), 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 wodnych, 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

Znaczącym czynnikiem, który decyduje o zasięgu i intensywności zanieczyszczeń, jest budowa geologiczna obszaru i związane z nią występowanie złóż. Na obszarze arkusza wpływ na stan jakości gleb, w tym na zawartość metali ciężkich, mają triasowe złoża rud cynkowo-olowiowych. Natomiast eksploatowane karbońskie złoża węgla kamiennego oraz utworzone w jej wyniku hałdy i zwałowiska, na których gromadzono odpady wydobywcze i przerobcze, nie wpływają bezpośrednio na znaczące zanieczyszczenie środowiska metalami ciężkimi. W rejonie wydobywania i przeróbki węgla kamiennego może występować m.in. zwiększone zasolenie i zasiarczenie gleb. Ponadto proces utlenienia pirytu zawartego w odpadach może przyczynić się do zakwaszenia środowiska, a w konsekwencji do uruchomienia metali i ich migracji do środowiska glebowego (Lis, Pasieczna 1997; Pasieczna 2008; Fajfer i in., 2010).

**Skład granulometryczny** dotyczy rozdrobnienia mineralnej części fazy stałej gleby i wyrażany jest wielkością cząstek oraz procentowym udziałem każdej frakcji (Bednarek i in., 2004). W wyniku zachodzących procesów glebowych skład granulometryczny nie ulega zmianie. Ponadto jest on uważany za jedną z podstawowych fizycznych charakterystyk gleby, gdyż wiele właściwości gleb jest z nim związanych (Mocek i in., 2000; Ryżak i in., 2009).

W opracowaniu przyjęto podział cząstek na frakcje granulometryczne wg normy branżowej BN-78/9180-11, obowiązującej do 2008 r., ponieważ jest to kontynuacja opracowania seryjnego, wykonywanego od kilkunastu lat w sposób ciągły zgodnie z instrukcją do mapy geochemicznej w skali 1:25 000. Wyniki analiz granulometrycznych przedstawiono dla grup ziarnowych: 1,0–0,1 mm – frakcja piaszkowa,

0,1–0,02 mm – frakcja pyłowa oraz <0,02 mm – frakcja ilowa (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.

W składzie granulometrycznym badanych gleb przeważa frakcja piaszkowa (1,0–0,1 mm). Największe jej zawartości (>90%) stwierdzono głównie na obszarach występowania czwartorzędowych piasków i żwirów wodnolodowcowych, glin, piasków i żwirów deluwialnych oraz piasków, żwirów i mułków deluwialno-rzecznych (tabl. 4). Gleby najbardziej zapiaszczone i najmniej obfite we frakcję pyłową i ilową (często <10%) są w północno-zachodniej części analizowanego obszaru porośnięte lasami. Z kolei gleby rozwinięte przede wszystkim na wychodniach skał węglanowych triasu oraz utworach karbonu wykazują większy udział frakcji pyłowej (0,1–0,02 mm) i ilowej (<0,02 mm). Zawartość frakcji pyłowej waha się najczęściej w przedziale 10–25%, a ilowej 10–50%. W obrębie frakcji ilowej największą rolę odgrywa il koloidalny, w składzie którego znajdują się głównie minerały ilaste oraz wtórne minerały tlenkowe. Obecność tej frakcji wpływa na wiele ważnych właściwości gleby, a przede wszystkim na jej zdolność sorpcyjną (Bednarek i in., 2004).

**Odczyn pH.** Zarówno w warstwie powierzchniowej (0,0–0,3 m), jak i w zakresie głębokości 0,8–1,0 m, gleby charakteryzują się w przeważającej części odczynem obojętnym (pH 6,8–7,4) i zasadowym (pH > 7,4). W powierzchniowej warstwie udział gleb o pH > 7,4 wynosi 54%, a w warstwie głębszej 78%. Większe rozprzestrzenienie gleb zasadowych w warstwie z głębokości 0,8–1,0 m wskazuje, że ich alkalizacja może wynikać z rozwinięcia się na węglanowych utworach triasu. Odczynem od bardzo kwaśnego (pH < 5,0) do kwaśnego (pH 5,0–6,0) (tabl. 7 i 8) charakteryzują się niewielkie powierzchnie gleb, głównie w północno-zachodniej części obszaru badań, gdzie w podłożu występują utwory piaszczyste i teren w większości jest porośnięty lasami.

**Geochemia.** Rozkłady przestrzenne analizowanych pierwiastków chemicznych w glebach wskazują zarówno na litologię skał macierzystych jako ich źródło, jak i wpływ czynników związanych z różnorodną działalnością przemysłową.

W wierzchniej warstwie gleb rozkład pierwiastków, których głównym źródłem są skały macierzyste, został zniekształcony w wyniku procesów antropogenicznych. Mediany koncentracji badanych składników w powierzchniowej warstwie gleb przekraczają w różnym stopniu, z wyjątkiem rtęci, wartości określone jako tło geochemiczne regionu śląsko-krakowskiego (tab. 2). Mediany zawartości kobaltu, fosforu i strontu są jedynie nieznacznie wyższe od tła geochemicznego. Wyraźnie wyższe (około dwukrotnie) są mediany koncentracji arsenu, baru, wapnia, chromu, miedzi, żelaza, magnezu, manganu, niklu, siarki, tytanu i wanadu, prawie czterokrotnie wyższa jest zawartość ołowiu, a około pięciokrotnie kadmu i cynku.

Glin w glebach zawiera się najczęściej w przedziale 0,40–0,80% (max. 2,39%) w warstwie powierzchniowej i 0,40–1,60% (max. 3,73%) w warstwie głębszej (tabl. 11 i 12). Na obszarach, gdzie występują głównie piaski i żwiry wodnolodowcowe, gleby wykazują niższe zawartości tego pierwiastka (<0,40%). Mobilność glinu w glebach zależy w znaczącym stopniu od połączeń z substancją organiczną oraz od stopnia zakwaszenia gleb (np. Kabata-Pendias, Mukherjee, 2007). Kwaśny odczyn pH jest przypuszczalnie głównym czynnikiem sprzyjającym wymywaniu glinu z gleb i odpowiadającym za przenikanie tego pierwiastka do środowiska wodnego.

Zawartość węgla organicznego w warstwie gleb z głębokości 0,0–0,3 m zmienia się w szerokim przedziale 0,10–31,99% (mediana 2,36%). Najbardziej zasobne w ten składnik (>6%) są naturalne gleby torfowe oraz gleby antropogeniczne, w tym te w otoczeniu hałd i zwałowisk po eksploatacji węgla kamiennego (tabl. 19). Maksymalną zawartość (31,99%) notuje się w glebie na terenie lasu w północno-zachodniej części obszaru. Na koncentrację węgla organicznego w glebach wpływa sposób ich użytkowania. Mediana zawartości  $C_{org}$  w glebach pól uprawnych wynosi 1,92%, a w glebach lasów 2,89% (tab. 2).

W powierzchniowej warstwie gleb Polski i regionu śląsko-krakowskiego mediany koncentracji siarki wynoszą odpowiednio 0,012 i 0,015% (Lis, Pasieczna, 1995a, b). Na terenie mieszczącym się w obszarze arkusza w większości gleb z obydwu analizowanych warstw zawartość siarki nie przekracza 0,080%. Koncentrację powyżej 0,160% (tabl. 48 i 49) tego pierwiastka stwierdzono w glebach antropogenicznych oraz w rejonach podmokłych (głównie w dolinie rzeki Brynicy). W warstwie głębszej obserwuje się większy udział gleb o zawartości siarki do 0,010%.

Mediana zawartości fosforu w powierzchniowej warstwie gleb (0,038%) jest dwukrotnie wyższa w porównaniu do tej oznaczonej dla warstwy głębszej (0,018%). Najmniej zasobne w ten pierwiastek (w obydwu analizowanych warstwach) są gleby leśne (mediany odpowiednio 0,022 i 0,010%). W warstwie powierzchniowej podwyższonymi zawartościami fosforu w stosunku do tła geochemicznego regionu śląsko-krakowskiego charakteryzują się gleby pól uprawnych (mediana 0,047%) i terenów wiejskich (mediana 0,045%), co może być konsekwencją stosowania nawozów fosforowych oraz zrzutu ścieków bytowych. Najwyższa koncentracja fosforu w obu poziomach opróbowania występuje w glebie antropogenicznej w centralnej części obszaru arkusza. W przeszłości znajdowało się tam wyrobisko, które zostało zrekultywowane najprawdopodobniej z zastosowaniem odpadów. Odnotowano tam 2,360% fosforu w próbce z głębokości 0,0–0,3 m oraz 2,022% z warstwy głębszej. W tym miejscu obserwuje się również wysokie zawartości: srebra, miedzi, rtęci, strontu i cynku. Ponadto znaczące zawartości fosforu (0,590%), miedzi (158 mg/kg) i rtęci (1,11 mg/kg) notuje się w glebie nieużytków w okolicy Żychlic w rejonie nieczynnego kamieniołomu wapieni (tabl. 44 i 45). Obserwowana anomalia geochemiczna ma prawdopodobnie charakter antropogeniczny, o czym świadczy fakt, że nie występuje ona w opisanym miejscu w niżej leżącej warstwie gleby.

W glebach z obydwu zakresów głębokości utworzonych na utworach węglanowych występują wysokie koncentracje wapnia (>1,00%; tabl. 20 i 21), magnezu (>0,50%; tabl. 36 i 37), manganu (>400 mg/kg; tabl. 38 i 39) i strontu (>40 mg/kg; tabl. 53 i 54). Gleby te są również niekiedy zasobne w kadm, żelazo, kobalt, nikiel, ołów, wanad i cynk. Rozkład zawartości tych pierwiastków jest bardziej wyrazisty w głębszych warstwach i pokrywa się z wychodniami wapieni i dolomitów triasowych, co może wskazywać na skały podłoża jako ich zasadnicze źródła.

Przeciętne zawartości baru w glebach na Niżu Polskim nie przekraczają 55 mg/kg. Na Górnym Śląsku, głównie na obszarze wychodni ilasto-piaszkowcowych utworów karbonu produktywnego, gleby zawierają powyżej 100 mg/kg tego pierwiastka (Lis, Pasieczna 1995a). W glebach w granicach analizowanego obszaru stwierdzono przekroczenie zawartości badanych gleb w bar (120–480 mg/kg) w stosunku do tła geochemicznego regionu. Spalanie węgla może wpływać na zwiększenie koncentracji baru w glebach na skutek opadania pyłów. Z badań Różkowskiej i Ptak (1995) wynika, że przeciętna (średnia geometryczna) koncentracja tego pierwiastka w węglu górnośląskim wynosi 176 mg/kg, a w popiołach osiąga 1274 mg/kg. Maksymalne koncentracje baru (978 mg/kg w glebie z głębokości 0,0–0,3 m oraz 4774 mg/kg w warstwie głębszej) występują w próbce pobranej z obszaru nieużytków w okolicy miejscowości Rogoźnik (tabl. 16 i 17). W miejscu tym obserwuje się również wysokie zawartości manganu w obydwu poziomach głębokościowych (odpowiednio: 4963 i 21 157 mg/kg).

W powierzchniowej warstwie gleb Europy mediany zawartości kadmu, ołowiu i cynku nie przekraczają odpowiednio: 0,145 mg/kg, 15 mg/kg i 48 mg/kg (Salminen, 2005). Z kolei w glebach Polski i regionu śląsko-krakowskiego mediany koncentracji tych metali wynoszą odpowiednio: <0,5 i 1,3 mg/kg kadmu, 13 i 44 mg/kg ołowiu oraz 35 i 104 mg/kg cynku (Lis, Pasieczna 1995a). W porównaniu z tymi danymi gleby pobrane z obszaru arkusza można określić jako silnie zanieczyszczone wymienionymi metalami (tab. 2).

Obszar objęty arkuszem cechują długoletnie tradycje związane z górnictwem. W rejonach historycznej eksploatacji rud Zn-Pb i Fe stwierdzono występowanie

w glebach wysokich zawartości kadmu, ołowiu i cynku. Pierwiastki te są przede wszystkim związane z obecnością rud cynkowo-ołowiowych formacji węglanowej i działalnością górniczo-hutniczą. Ich anomalie geochemiczne zajmują bardziej rozległe obszary w warstwie powierzchniowej gleb (tabl. 22, 46 i 61) w porównaniu do warstwy głębszej (tabl. 23, 47 i 62), co wskazuje na czynnik antropogeniczny jako dodatkową, istotną przyczynę zanieczyszczeń. Jednakże anomalie te są silniejsze w przypadku gleb z głębokości 0,8–1,0 m.

Rozkłady przestrzenne zawartości kadmu, ołowiu i cynku wykazują podobieństwo, które wyraźniej zaznacza się w glebach z warstwy głębszej. Może to wynikać z przekształcenia powierzchni terenu. Biorąc pod uwagę obie warstwy gleb, wysokie koncentracje kadmu (>8,0 mg/kg; tabl. 22 i 23), ołowiu (>250 mg/kg; tabl. 46 i 47) i cynku (>1000 mg/kg; tabl. 61 i 62) występują w rejonie Gołusza Górna–Góra Siewierska (północno-wschodni fragment obszaru) oraz Krzyżówka–Wojkowice–Dąbrówka Wielka (południowo-zachodnia część arkusza). W glebie z poziomu 0,0–0,3 m najwyższe zawartości kadmu (135 mg/kg) i cynku (24 820 mg/kg) notuje się w próbie pobranej z obszaru nieużytków, na południowych obrzeżach Wojkowic. Z kolei maksymalna zawartość tych metali (kadmu 266,2 mg/kg i cynku 29 800 mg/kg) w glebie z warstwy głębszej (tereny nieużytków, ugorów) występuje w rejonie miejscowości Góra Siewierska, gdzie w przeszłości funkcjonowało górnictwo kruszcowe. Wydobywano tam rudy żelaza, o czym świadczą m.in. istniejące do dziś leje o różnej głębokości (źródło: <https://www.kg.net.pl/tekst/7496/historia-powstania-gory-siewierskiej> [dostęp: 4.11.2024]). Złoże glinek ogniotrwałych i limonitowych rud żelaza występowały w zagłębieniach wapieni triasu (Piwowar, Ciuk, 1936). Rudy te zawierały także niewielkie ilości cynku, ołowiu i manganu (Wójcik, Siembab, 2020). Kopalina występowała także w okolicach m.in. Siemoni, Rogoźnika i Sączowa. W Żychcicach od 1818 r. wydobywano galman w kopalni „Barbara”. W późniejszym czasie powstała kopalnia „Kasper” oraz płuczka galmanu „Herkules” (Piwowar, Ciuk, 1936; Wójcik, 2008 i prace tam cytowane).

Najwyższą koncentrację (8870 mg/kg) ołowiu obserwuje się w warstwie z głębokości 0,8–1,0 m na obszarze pól uprawnych w Dąbrówce Wielkiej (Piekary Śląskie). Gleba ta jest również wzbogacona w kadm (52,8 mg/kg), cynk (21350 mg/kg), arsen (109 mg/kg), żelazo (6,19%) i mangan (2554 mg/kg), co może wynikać z uwarunkowań geologicznych. Wyrażna anomalia zawartości ołowiu (z maksimum 6300 mg/kg) zaznacza się również w glebie powierzchniowej, pobranej z obszaru nieużytków, w miejscowości Brzękowice Górne. W tym miejscu notuje się też wysokie zawartości arsenu (244 mg/kg), kobaltu (46 mg/kg), żelaza (20,97%), manganu (16 228 mg/kg) i cynku (6638 mg/kg).

W obszarze anomalii zawartości kadmu, cynku i ołowiu w glebach występują także niekiedy wyraźne koncentracje arsenu. Wysoka zawartość tego pierwiastka (>10 mg/kg) w glebach z górnego poziomu opróbowania może być związana ze znacznym udziałem frakcji pyłowej oraz ilowej w tych glebach. Uważa się, że najwyższe koncentracje nie tylko arsenu, lecz także innych metali występują w glebach o większej zawartości frakcji ilowej oraz w glebach organicznych (Kabata-Pendias, Pendias, 1999; Lombi i in., 2000; Karczewska i in., 2010). Maksymalną zawartość arsenu (355 mg/kg) w powierzchniowej warstwie stwierdzono w glebie antropogenicznej na południe od Osiedla Robotniczego (Rogoźnik). Najwyższą jego koncentrację (531 mg/kg) w glebie z głębokości 0,8–1,0 m oznaczono natomiast w rejonie miejscowości Góra Siewierska (tabl. 13 i 14). W miejscu tym zawartość kadmu osiąga 74,1 mg/kg, cynku 6686 mg/kg, żelaza 9,37%, manganu 3512 mg/kg, niklu 85 mg/kg i ołowiu 533 mg/kg, co może wskazywać na związek tych pierwiastków z geologią skał w podłożu. Ponadto wysokie koncentracje arsenu w tym poziomie opróbowania występują również w Dąbrówce Wielkiej (Piekary Śląskie) w glebie w obrębie nasypu kolejowego (443 mg/kg) oraz w Wojkowicach w dolinie rzeki Brynicy (475 mg/kg).

Zawartości srebra >4 mg/kg występują lokalnie w obydwu zakresach głębokości (tabl. 9 i 10). Maksymalną koncentrację tego metalu (16 mg/kg) zanotowano

w warstwie powierzchniowej gleby antropogenicznej na obszarze miejskim w Dąbrówce Wielkiej. W większości badanych gleb, z obydwu analizowanych warstw, zawartość miedzi nie przekracza 20 mg/kg. Wysokie koncentracje tego pierwiastka (>160 mg/kg) notuje się głównie w glebach antropogenicznych. Najwyższa jej zawartość (18 426 mg/kg) występuje w glebie z warstwy 0,8–1,0 m, pobranej na zrehabilitowanym obszarze byłej hałdy d. KWK „Jowisz” w Wojkowicach (tabl. 28 i 29).

W powierzchniowej warstwie gleb w Europie mediana zawartości rtęci wynosi 0,037 mg/kg (Salminen, 2005). Na terenie Polski zawartość tego pierwiastka w glebach zmienia się w zakresie <0,05–7,55 mg/kg, mediana <0,05 mg/kg (Lis, Pasieczna, 1995a). Na obszarze objętym arkuszem koncentracja rtęci w większości badanych gleb nie przekracza wartości 0,20 mg/kg (tabl. 32 i 33). Wyrażna anomalia zawartości tego pierwiastka zaznaczająca się w obu poziomach opróbowania (2,15 mg/kg w glebie z głębokości 0,0–0,3 m oraz 2,38 mg/kg w warstwie głębszej) w glebie antropogenicznej w centralnej części obszaru arkusza. W miejscu tym notuje się też wysokie zawartości srebra, miedzi, fosforu, strontu i cynku. Rozpatrując zawartości rtęci jedynie w warstwie głębszej, maksymalną wartość (3,45 mg/kg) zanotowano w Wojkowicach w dolinie rzeki Brynica w próbie pobranej w rejonie wału przeciwpowodziowego. Gleba ta jest również wzbogacona w srebro (5 mg/kg), arsen (475 mg/kg), kadm (92,2 mg/kg), ołów (2659 mg/kg), siarkę (0,685%) i cynk (13360 mg/kg).

Z uwagi na łatwość kumulacji w glebach arsenu, kadmu, ołowiu i cynku oraz szkodliwe oddziaływanie ich nadmiaru na rośliny i mikroorganizmy w nich bytujące, oszacowano wielkości powierzchni arkusza zajmowane przez gleby zanieczyszczone tymi pierwiastkami (tab. 6). Wysoką zawartość arsenu (>100 mg/kg) stwierdzono na

Tabela 6  
Table

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

The percentage 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 Element	Zawartość Content [mg/kg]	Gleba Soil			
		0,0–0,3 m		0,8–1,0 m	
		[km <sup>2</sup> ]	[%]*	[km <sup>2</sup> ]	[%]*
As	<10	37,91	45,95	52,38	63,49
	10–25	32,94	39,92	18,96	22,98
	25–50	8,15	9,88	7,87	9,54
	50–100	2,54	3,09	2,13	2,58
	>100	0,96	1,16	1,16	1,41
Cd	<2	5,10	6,18	45,35	54,97
	2–5	25,36	30,74	12,71	15,40
	5–10	25,99	31,50	9,55	11,57
	10–15	12,04	14,59	4,52	5,48
	>15	14,01	16,99	10,39	12,59
Pb	<100	18,86	22,86	54,95	66,61
	100–200	31,28	37,91	12,13	14,70
	200–500	26,81	32,51	10,84	13,14
	500–600	1,66	2,01	1,55	1,88
	>600	3,89	4,71	3,03	3,67
Zn	<300	18,73	22,70	46,70	56,61
	300–500	17,38	21,08	6,51	7,89
	500–1000	23,64	28,65	11,42	13,84
	1000–2000	14,21	17,22	9,16	11,10
	>2000	8,54	10,35	8,71	10,56

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

#### 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 Element	Grupa I Group I	Grupa II* Group II	Grupa III Group III	Grupa IV Group IV	Pozostałe** Other	
As	1	<25	<10	<50	<100	>100
	2	1112	595	1240	1280	15
	3	85,87%	45,95%	95,75%	98,84%	1,16%
Ba	1	<400	<200	<1000	<1500	>1500
	2	1280	1148	1295	1295	0
	3	98,84%	88,65%	100,00%	100,00%	0,00%
Cr	1	<200	<150	<500	<1000	>1000
	2	1295	1295	1295	1295	0
	3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%
Zn	1	<500	<300	<1000	<2000	>2000
	2	567	294	938	1161	134
	3	43,78%	22,70%	72,43%	89,65%	10,35%
Cd	1	<2	<2	<10	<15	>15
	2	80	80	886	1075	220
	3	6,18%	6,18%	68,42%	83,01%	16,99%
Co	1	<50	<20	<100	<200	>200
	2	1294	1291	1295	1295	0
	3	99,92%	99,69%	100,00%	100,00%	0,00%
Cu	1	<200	<100	<300	<600	>600
	2	1288	1275	1294	1295	0
	3	99,46%	98,46%	99,92%	100,00%	0,00%
Ni	1	<150	<100	<300	<500	>500
	2	1295	1295	1295	1295	0
	3	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%
Pb	1	<200	<100	<500	<600	>600
	2	787	296	1208	1234	61
	3	60,77%	22,86%	93,28%	95,29%	4,71%
Hg	1	<5	<2	<10	<30	>30
	2	1295	1294	1295	1295	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–I (wartości najniższe) values adopted for group II–I (lowest values)

\*\* – niespełniające wymogów dla żadnej z grup not meeting the requirements for any of the groups

obszarze zajętym przez 1,16% powierzchni gleby z warstwy powierzchniowej i 1,41% gleby warstwy głębszej. W warstwie 0,0–0,3 m powierzchnia zajmowana przez gleby zanieczyszczone kadmem (>15 mg/kg) to 16,99%, ołowiem (>600 mg/kg) to 4,71% i cynkiem (>2000 mg/kg) to 10,35%. Udział gleb z głębokości 0,8–1,0 m zanieczyszczonych tymi metalami wynosi odpowiednio 12,59% dla kadmu, 3,67% dla ołowiu oraz 10,56% dla cynku. Na omawianym obszarze procent gleb zanieczyszczonych badanymi pierwiastkami jest dużo większy w porównaniu z glebami występującymi w granicach sąsiadującego od północy arkusza Pyrzowice.

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 baru, chromu, kobaltu, miedzi, niklu i rtęci spełniało 98,84–100% analizowanych próbek gleb. Uwagę zwraca kadm, w przypadku którego tylko 6,18% próbek gleb spełnia wymagania dla grupy I. 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 88,65–100% próbek gleb. Wyjątek stanowiły arsen, cynk, kadm i ołów, w przypadku których odsetek próbek spełniających wymagania dla grupy II był dużo mniejszy (6,18–45,95%). Wymogi dla grupy III (las, grunty zadrzewione i zakrzewione w tym na użytkach rolnych, nieużytki, tereny rekreacyjno-wypoczynkowe, użytki ekologiczne, tereny różne) spełniło 68,42–100% próbek gleb, przy czym najniższy odsetek próbek dotyczył kadmu i cynku (tab. 7). Ma to istotne znaczenie ze względu na fakt, że duża część obszaru arkusza to tereny użytków rolnych (pól uprawnych i łąk) oraz nieużytków. 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 ww. rozporządzeniu (Rozporządzenie..., 2016).

## OSADY WODNE

W granicach obszaru objętego arkuszem badano osady pobrane z cieków i zbiorników wód stojących (na mapach nazwane jako osady) w zlewniach: zbiornika Kozłowa Góra, Jaworzniaka, Wielonki, Czarnej Przemszy od zapory zbiornika Przeczyce do Brynicy oraz Brynicy od Szarlejki do Rawy (fig. 3). Zakresy i parametry statystyczne zawartości analizowanych pierwiastków w poszczególnych zlewniach zestawiono w tabeli 4. 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 [mg/kg]: arsen – 33, kadm – 4,98, chrom – 111, miedź – 149, ołów – 128, rtęć – 1,06, nikiel – 48,6 oraz cynk – 459.

**Zlewnia zbiornika Kozłowa Góra.** Jest to niewielki obszar zlokalizowany w północno-zachodniej części obszaru arkusza. Swym zasięgiem obejmuje tereny leśne. Wszystkie próbki osadów zostały pobrane z bezimiennych rowów i strumieni. Mediany zawartości wapnia, kobaltu, magnezu, manganu, fosforu i strontu w badanych osadach są niższe lub zbliżone do regionalnego tła geochemicznego. Nieco większe wartości median obserwuje się dla chromu, niklu, tytanu i wanadu. Natomiast wyraźne przekroczenie wartości tła regionalnego występuje w przypadku arsenu, baru, kadmu, miedzi, rtęci, ołowiu, siarki i cynku (tab. 4).

W strumieniach przy północnej granicy zlewni osady, niekiedy bogate w materię organiczną, wyróżnia znacząca koncentracja większości badanych pierwiastków. Zanotowano tam: 57–142 mg/kg arsenu, 18,3–109,9 mg/kg kadmu, 12–23 mg/kg chromu, 13–96 mg/kg miedzi, 3,13–5,65% żelaza, 32–165 mg/kg niklu, 229–2321 mg/kg ołowiu i 1344–9036 mg/kg cynku. Osady te są ponadto bogate w glin (0,31–1,32%), bar (45–879 mg/kg) i mangan (301–25208 mg/kg).

Przekroczenie wartości progowej PEC w części próbek odnotowano w przypadku arsenu, kadmu, niklu, ołowiu i cynku, przy czym największą liczbę próbek, dla których ten wskaźnik został przekroczony, stwierdzono dla kadmu i ołowiu (80%) oraz cynku (59%), co wskazuje na duże ryzyko szkodliwego oddziaływania na organizmy wodne.

**Zlewnia Jaworzniaka** jest położona w północno-zachodniej i północnej części obszaru arkusza. Użytkowanie terenu zlewni jest zróżnicowane. Występują tam pola uprawne, nieużytki oraz lasy. Obejmuje ona część terenu, gdzie utwory triasu występują w sposób dość zwarty, tworząc rozległe wychodnie. Dolinę potoku Jaworzniak wyścielają czwartorzędowe osady tarasów zalewowych oraz piaski, żwiry i mułki deluwialno-rzeczne (tabl. 1).

Mediany zawartości większości analizowanych pierwiastków chemicznych w osadach wodnych zlewni są niższe lub zbliżone do tła geochemicznego regionu

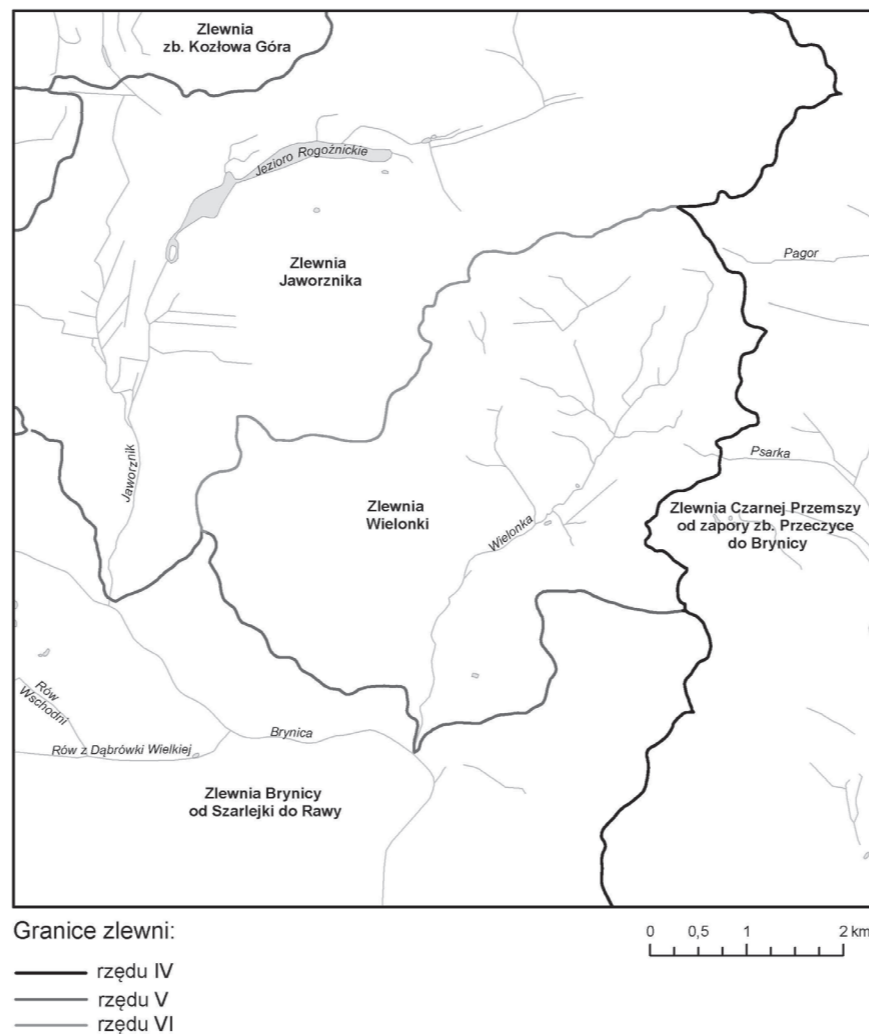


Fig. 3. Lokalizacja cieków i zbiorników wodnych oraz obszary analizowanych zlewni ([https://wody.isok.gov.pl/imap\\_kzgw/](https://wody.isok.gov.pl/imap_kzgw/) [dostęp 12.09.2024])

śląsko-krakowskiego. Jedyne w przypadku kadmu, magnezu, ołowiu, siarki, tytanu i cynku obserwuje się niewielkie przekroczenie zawartości w stosunku do poziomu tła (tab. 4).

Stosunkowo wysokie zawartości metali i arsenu notuje się przede wszystkim w zachodniej części zlewni, w niektórych osadach pobranych z bezimiennych cieków odwadniających głównie nieużytki. Stwierdzono tam maksymalnie: 82 mg/kg arsenu, 58,3 mg/kg kadmu, 86 mg/kg miedzi, 37 mg/kg chromu, 772 mg/kg ołowiu i 3156 mg/kg cynku. Osady te są mają również wysokie zawartości baru (do 645 mg/kg), manganu (14932 mg/kg) i kobaltu (33 mg/kg). Jednym z prawdopodobnych źródeł występowania opisanych pierwiastków są spływy powierzchniowe. Z kolei osad z rowu bez nazwy odwadniającego ogródki w rejonie Osiedla Robotniczego (Rogoźnik), wyróżnia wysoka koncentracja żelaza (13,85%), manganu (12210 mg/kg), fosforu (3,081%) i strontu (231 mg/kg). Przypuszczalnie jest to spowodowane zanieczyszczeniami komunalnymi lub spływami powierzchniowymi wód opadowych z użytków rolnych.

W środkowym odcinku potoku Jaworzniak znajduje się **Jezioro Rogoźnickie**. W okresie wegetacyjnym dno wschodniej, płytszej części jeziora (zbiornika Rogoźnik II) pokrywa roślinność podwodna, podczas gdy jego zachodnia część jest jej pozbawiona. Po zakończeniu okresu wegetacyjnego roślinność obumiera, a jej szczątki osiadają na dno jeziora, gdzie podlegają procesom rozkładu. Prowadzi to jednocześnie do stopniowego przyrostu osadów dennych (Machowski, Rzętała, 2023). W drobnoziarnistych osadach organicznych we wschodniej części zbiornika występują wyższe zawartości niektórych pierwiastków. Zanotowano tam maksymalnie [mg/kg]: 17,9 kadmu, 18 miedzi, 12 niklu, 95 ołowiu, 52 tytanu, 24 wanadu i 376 cynku. W osadach tych występują także stosunkowo wysokie zawartości strontu (51 mg/kg), wapnia (do 10,38%) i manganu (do 538 mg/kg).

Analiza uzyskanych wyników wykazała, że ok. 36–40% osadów wodnych pobranych w obrębie zlewni, w większości z bezimiennych strumieni i rowów, charakteryzowało się wyższymi zawartościami kadmu, ołowiu i cynku w stosunku do wartości PEC. W przypadku arsenu przekroczenia odnotowano w ośmiu próbkach.

**Zlewnia Wielonki** obejmuje centralną część obszaru arkusza. Użytkowanie terenu tej zlewni jest zróżnicowane. Występują tam głównie nieużytki, w mniejszym stopniu użytki rolne (pola uprawne i łąki) oraz tereny leśne. Dolinę potoku Wielonka wyścielają czwartorzędowe osady tarasów zalewowych rzeki i den dolinnych oraz piaski, żwiry i mułki deluwialno-rzeczne (tabl. 1).

Osady zarówno z potoku Wielonka, jak i całej zlewni, charakteryzują się zbliżonymi lub wyższymi medianami zawartości większości pierwiastków w porównaniu do regionalnego tła geochemicznego. Bardzo wyraźne jest tam wzbogacenie osadów w mangan. Natomiast w przypadku rtęci, fosforu i strontu obserwuje się niższe wartości median w badanych próbkach w stosunku do poziomu tła (tab. 4).

Zawartość glinu w osadach potoku Wielonka na ogół mieści się w przedziale 0,20–0,79%, a tylko w dwóch próbkach przekracza 1%. Arsen (4–11 mg/kg) i rtęć (<0,02–0,05 mg/kg) najczęściej pozostają w zakresie tła geochemicznego regionu śląsko-krakowskiego. Koncentracje wapnia oraz magnezu charakteryzuje niewielka zmienność i wahają się przeważnie w granicach odpowiednio: 0,27–1,64% oraz 0,12–0,50%. W dolnym biegu potoku Wielonka, powyżej ujścia do rzeki Bynicy, osad wyróżniają wysokie zawartości arsenu (25 mg/kg), rtęci (0,14 mg/kg), manganu (2397 mg/kg), siarki (0,682%), strontu (79 mg/kg) i cynku (1708 mg/kg). Jest to próbka pobrana z obszaru miejskiego, w pobliżu zabudowań, stąd prawdopodobnym źródłem występowania opisanych pierwiastków są zanieczyszczenia komunalne.

Wysokie zawartości metali, arsenu, fosforu i siarki notuje się w pobliżu Cieluchowców, w osadzie bezimiennego strumienia odwadniającego łąki. Stwierdzono tam 394 mg/kg baru, 19,6 mg/kg kadmu, 362 mg/kg kobaltu, 6,79%

żelaza, 24222 mg/kg manganu i 260 mg/kg niklu. Osad ten też obfituje w arsen (29 mg/kg), ołów (148 mg/kg) i cynk (1789 mg/kg). Na tym samym obszarze, w rowie bez nazwy będącym lewostronnym dopływem potoku Wielonka, osad zawiera miedź (101 mg/kg), fosfor (0,506%) i siarkę (2,900%). Z kolei w rejonie Krzyżówki, przy zachodniej granicy zlewni, w osadzie wodnym z sadzawki (prawdopodobnie poeksploatacyjnej) zaznaczają się najwyższe na tle zlewni koncentracje wapnia (6,92%), kadmu (33,2 mg/kg), chromu (233 mg/kg), rtęci (0,97 mg/kg), ołowiu (545 mg/kg), strontu (107 mg/kg) i cynku (3477 mg/kg).

Zawartości arsenu, chromu i niklu tylko w kilku próbkach osadów wodnych pobranych w obrębie zlewni są wyższe niż ich wartość progowa PEC. Natomiast w przypadku kadmu, ołowiu i cynku procent próbek z przekroczonymi zawartościami jest zdecydowanie wyższy i wynosi odpowiednio: 42, 21 i 56%.

**Zlewnia Czarnej Przemszy od zapory zbiornika Przeczyce do Brynicy.** Fragment zlewni, objęty badaniami, zajmuje tereny zlokalizowane wzdłuż wschodniej krawędzi arkusza. Na jej obszarze znajdują się krótkie odcinki potoków Pagor i Psarka, które są bezpośrednimi dopływami Przemszy (poza granicami arkusza). Oba cieką mają swój obszar źródłowy na terenie analizowanego arkusza; potok Pagor bierze swój początek w rejonie Goląszy Dolnej, natomiast potok Psarka w miejscowości Psary w rejonie skrzyżowania ul. Łącznej z ul. Boczną (Prognoza..., 2020).

Osady pobrane w obrębie zlewni zawierają analizowane pierwiastki, wyrażone jako wartości ich median, w zakresie zbliżonym lub większym w porównaniu do regionalnego tła geochemicznego. Około dwukrotnie wyższe od wartości tła są mediany koncentracji arsenu, kadmu, kobaltu, żelaza, ołowiu, siarki i cynku, natomiast trzykrotnie większa jest zawartość manganu. W przypadku wapnia i strontu obserwuje się niższe wartości median w badanych próbkach w stosunku do poziomu tła (tab. 4).

W bezimiennym strumieniu na obszarze leśnym, przy południowo-wschodniej granicy arkusza, osady wyróżnia znacząca koncentracja niektórych pierwiastków. Zanotowano tam 1,80–18,39% wapnia, 3,6–13,9 mg/kg kadmu, 6–25 mg/kg kobaltu, 871–24563 mg/kg manganu i 30–212 mg/kg strontu. Osad ten jest również bogaty w fosfor (do 0,440%) i siarkę (do 0,932%). Z kolei w rejonie Nowego Grodkowa, w osadzie wodnym pobranym z rowu odwadniającego pola uprawne (w pobliżu drogi wojewódzkiej 913) oznaczono najwyższe na tle zlewni zawartości baru (3069 mg/kg), kobaltu (73 mg/kg), żelaza (10,25%) i manganu (44 978 mg/kg). Ponadto osad ten wykazuje też wysokie koncentracje ołowiu (332 mg/kg) i cynku (1254 mg/kg). Czynnikiem dodatkowym zanieczyszczenia może być także obecność w niedalekiej odległości trasy komunikacyjnej oraz wypłukiwanie pierwiastków z obszaru zlewni. Sprzyja temu fakt, że tereny są lekko nachylone.

Koncentracje arsenu, chromu i niklu tylko w kilku próbkach osadów wodnych pobranych w obrębie zlewni są wyższe niż ich wartość progowa PEC. Natomiast w przypadku kadmu, ołowiu i cynku procent próbek, dla których wskaźnik ten został przekroczony, jest zdecydowanie wyższy i wynosi odpowiednio: 70, 46 i 60%.

Zachodnio-południowa i południowa część obszaru arkusza należy do **zlewni Brynicy od Szarlejki do Rawy**. Brynica na rozpatrywanym obszarze płynie uregulowanym, wybetonowanym i obwałowanym korytem. Mediany zawartości analizowanych pierwiastków chemicznych w osadach wodnych zlewni są wyższe niż tło geochemiczne regionu śląsko-krakowskiego. Bardzo wyraźnie zaznacza się stosunkowo wysoka zawartość w osadach arsenu, kadmu, miedzi, ołowiu i cynku (tab. 4).

Wysokie koncentracje kadmu, miedzi, ołowiu i cynku w osadach rzeki Brynicy w sposób szczególny zaznaczają się poniżej ujścia Rowu z Orła Białego (poza zachodnią granicą arkusza). Notuje się tam [mg/kg]: 2–8 srebra, 60–130 kadmu, 570–750 ołowiu oraz 17 720–33 190 cynku. Źródłem zanieczyszczenia osadów wg Pasiecznej i Konon (2021) jest zarówno drenaż hałd odpadów po eksploatacji górniczej, a także po przetwórstwie rud cynku i ołowiu oraz po wieloletnim

hutnictwie cynku, jak i spływy powierzchniowe z obszaru gleb zanieczyszczonych tymi pierwiastkami. Obecne badania osadów Brynicy wykazały zróżnicowanie koncentracji metali, które zawierają się w granicach [mg/kg]: <1–2 srebra, 9,1–79,8 kadmu, 229–1341 ołowiu i 3222–31 946 cynku. Ponadto na tle osadów wodnych mieszczących się na terenie objętym arkuszem aluwia Brynicy wyróżnia również wysoka zawartość rtęci (często >0,20 mg/kg), fosforu (>0,320%) i siarki (>0,600%).

Analiza uzyskanych wyników wykazała, że ok. 98–100% osadów wodnych pobranych w obrębie zlewni charakteryzowało się wyższymi zawartościami kadmu, ołowiu i cynku w stosunku do wartości PEC. W przypadku arsenu przekroczenia odnotowano w ok. 46% próbek. Koncentracje natomiast chromu, miedzi i niklu tylko w kilku próbkach osadów były wyższe niż wartość progowa PEC.

## WODY POWIERZCHNIOWE

Przeprowadzone badania wód powierzchniowych dotyczyły oceny zawartości wybranych składników chemicznych oraz przewodności elektrolitycznej właściwej i odczynu pH. W celu porównania i łatwiejszej oceny jakości wód na analizowanym obszarze, zakresy zawartości poszczególnych składników oraz wyniki obliczonych parametrów statystycznych zestawiono w tabeli 5. 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).

**Zlewnia zbiornika Kozłowa Góra.** Wody zlewni charakteryzuje wartość pH w granicach 5,17–7,28 i przewodności elektrolitycznej właściwej w przedziale 0,08–1,59 mS/cm. Wysoką wartość EC (1,59 mS/cm) wód zanotowano w bezimiennym strumieniu, na obszarze leśnym, w pobliżu autostrady. W tym miejscu obserwuje się również najwyższe na tle zlewni zawartości [mg/dm<sup>3</sup>]: wapnia – 115,2, magnezu – 26,2, sodu – 148,3, siarczanów – 278 i strontu – 0,324.

Próbki wód zlewni charakteryzują się niższą zawartością srebra, arsenu, baru, berylu, kobaltu, chromu, miedzi, molibdenu, antymonu, selenu, tytanu, talu, wanadu w stosunku do wartości granicznych określonych dla I i II klasy jakości wód powierzchniowych. W większości badanych wód również cynk pozostaje w tych granicach. Tylko w dwóch przypadkach stwierdzono jego wyższe stężenie (1,128 i 1,983 mg/dm<sup>3</sup>). Przy uwzględnieniu środowiskowych norm jakości dla wskaźników stanu chemicznego, w badanych próbkach nie zostały przekroczone dopuszczalne stężenia niklu. Także zawartość ołowiu w większości analizowanych wód jest niższa od wartości wskazanych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury... (Rozporządzenie..., 2021; tab. 5).

Wody pobrane z terenu zlewni wyróżnia stosunkowo wysoka zawartość glinu i żelaza, która w przypadku kilku próbek mieści się w przedziałach odpowiednio: 1016,1–3346,9 µg/dm<sup>3</sup> i 2,05–4,44 mg/dm<sup>3</sup>. Ponadto znaczną część badanych wód zalicza się do pozaklasowych z uwagi na koncentrację kadmu (1,84–8,08 µg/dm<sup>3</sup>). W niektórych próbkach, w których stwierdzono podwyższone koncentracje kadmu, zaznaczają się również wysokie zawartości ołowiu (10,75–24,49 µg/dm<sup>3</sup>) i cynku (0,910–1,983 mg/dm<sup>3</sup>). Przypuszczalnie wiąże się to z niskim odczynem wód i gleb na tym obszarze, który mógł spowodować remobilizację pierwiastków z fazy stałej do roztworu.

**Zlewnia Jaworzniaka.** Wartość pH wód zlewni zmienia się w przedziale 5,96–9,70, a przewodności elektrolitycznej właściwej w granicach 0,11–8,95 mS/cm. Uwagę zwraca maksymalna wartość EC (8,59 mS/cm) stwierdzona dla wody pobranej z sadzawki w rejonie nieczynnego kamieniołomu wapienia, gdzie odnotowano występowanie odpadów budowlanych i komunalnych (np. opon, plastików, olei itp.). W tym miejscu oznaczono też dość wysokie zawartości molibdenu (12,97 µg/dm<sup>3</sup>), sodu (1872,2 mg/dm<sup>3</sup>), niklu (25,4 µg/dm<sup>3</sup>) i siarczanów (265 mg/dm<sup>3</sup>).

Zawartości srebra, arsenu, baru, berylu, kobaltu, chromu, miedzi, molibdenu, selenu, tytanu, talu, wanadu i cynku w wodach zlewni oraz potoku Jaworzniak są niższe od wartości granicznych określonych dla I i II klasy jakości wód powierzchniowych. W przypadku antymonu i glinu jedynie w pojedynczych przypadkach, w wodach pobranych z bezimiennych rowów obserwuje się ich wyższe zawartości (odpowiednio: 2,19 i 518,6 µg/dm<sup>3</sup>). Koncentracje niklu i ołowiu również nie przekraczają dopuszczalnych stężeń określonych w Rozporządzeniu... (2021). Zawartości kadmu są większe niż wartości normatywne tylko w nielicznych próbkach, osiągają maksymalną wartość 1,94 µg/dm<sup>3</sup> w strumieniu bez nazwy, odwadniającym nieużytki w północnej części zlewni. We wspomnianym miejscu, w wodzie zaznaczają się także podwyższone na tle zlewni stężenia żelaza (16,62 mg/dm<sup>3</sup>), glinu (226,8 µg/dm<sup>3</sup>), kobaltu (6,76 µg/dm<sup>3</sup>) i cynku (0,252 mg/dm<sup>3</sup>).

W wodach opisywanej zlewni stężenie fosforu występuje często poniżej granicy oznaczalności (0,05 mg/dm<sup>3</sup>). Najwyższą jego zawartość (6,69 mg/dm<sup>3</sup> przy EC = 1,47 mS/cm) stwierdzono w rowie odwadniającym rejon oczyszczalni. Odbiornikiem oczyszczonych ścieków jest potok Jaworzniak, w którego wodach poniżej oczyszczalni obserwuje się wyraźny wzrost stężenia fosforu (0,73–1,18 mg/dm<sup>3</sup>).

Wartości odczynu pH wód **Jeziora Rogoźnickiego** wahają się w zakresie 7,28–8,14, a przewodności elektrolitycznej właściwej 0,38–0,68 mS/cm. Wody te zawierają stosunkowo niewielkie stężenia badanych składników, w tym metali potencjalnie toksycznych dla organizmów żywych. Zawartości analizowanych pierwiastków nie przekraczają wartości normatywnych (Rozporządzenie..., 2021; tab. 5)

**Zlewnia Wielonki.** Wody zlewni charakteryzuje wartość EC w przedziale 0,36–1,20 mS/cm i pH w granicach 6,56–8,82. Zawierają one niewielkie ilości badanych składników w stosunku do wartości granicznych określonych dla I i II klasy jakości wód powierzchniowych (Rozporządzenie..., 2021; tab. 5). Charakteryzują się również niskimi stężeniami metali. Zawartość niklu w badanych wodach nie przekracza 19,0 µg/dm<sup>3</sup> (mediana 2,3 µg/dm<sup>3</sup>), a ołowiu 8,31 µg/dm<sup>3</sup> (mediana 0,10 µg/dm<sup>3</sup>). Stężenia kadmu (mediana 0,06 µg/dm<sup>3</sup>) w większości próbek również pozostają w granicy dopuszczalnych stężeń określonych w Rozporządzeniu... (2021). Jedynie w czterech przypadkach oznaczono wyższe stężenie tego metalu wahające się w przedziale 0,82–2,10 µg/dm<sup>3</sup>. Koncentracja żelaza w wodach zlewni zazwyczaj mieści się w zakresie <0,01–0,10 mg/dm<sup>3</sup> (mediana 0,05 mg/dm<sup>3</sup>). Maksymalną jego zawartość (2,25 mg/dm<sup>3</sup>) stwierdzono w pobliżu Cieluchowców, w próbce pobranej ze strumienia bez nazwy. W tym miejscu zaznacza się też najwyższa na tle zlewni zawartość manganu (3,823 mg/dm<sup>3</sup>).

**Zlewnia czarnej Przemszy od zapory zbiornika Przeczyce do Brynicy.** Wartość pH wód zlewni zmienia się w przedziale 6,45–8,86, a przewodności elektrolitycznej właściwej w granicach 0,29–2,05 mS/cm. Zawartości analizowanych pierwiastków nie przekraczają wartości normatywnych (Rozporządzenie..., 2021; tab. 5).

Wody o wartości EC powyżej 1 mS/cm występują w strumieniach, na terenach leśnych, przy wschodniej granicy arkusza. Na podwyższoną wartość EC w tych ciekach wpływa głównie zawartość baru (0,13–0,70 mg/dm<sup>3</sup>), wapnia (114,0–270,8 mg/dm<sup>3</sup>), magnezu (20,0–105,5 mg/dm<sup>3</sup>), sodu (21,1–130,0 mg/dm<sup>3</sup>) i siarczanów (97–587 mg/dm<sup>3</sup>). Ponadto uwagę zwraca stężenie niektórych pierwiastków w wodach na krótkim, wybetonowanym odcinku potoku Psarka i pobliskiego rowu, przy wschodniej granicy arkusza. Oznaczono tam 2,074–2,839 mg/dm<sup>3</sup> manganu, 13,48–19,42 µg/dm<sup>3</sup> kobaltu, 0,87–7,04 mg/dm<sup>3</sup> żelaza i 20,6–24,9 µg/dm<sup>3</sup> niklu.

**Zlewnia Brynicy od Szarlejki do Rawy.** W wodach zlewni wartości pH zmieniają się w przedziale 6,80–8,53, a przewodności elektrolitycznej właściwej w granicach 0,36–1,90 mS/cm, przy czym wody rzeki Brynicy charakteryzuje nieduża zmienność EC, która wynosi 1,09–1,90 mS/cm. Na podwyższoną wartość EC (>1 mS/cm) w wodach zlewni wpływa przede wszystkim koncentracja sodu (57,7–137,8 mg/dm<sup>3</sup>), litu (12,3–231,7 µg/dm<sup>3</sup>), wapnia (76,2–198,1 mg/dm<sup>3</sup>) i magnezu (37,2–109,1 mg/dm<sup>3</sup>).

Na zawartość niektórych składników w wodach Brynicy mają wyraźny wpływ jej dopływy na odcinku cieką mieszczącym się na terenie sąsiednim – za zachodnią granicą obszaru objętego arkuszem. Źródłem sodu są wody Szarlejki, gdyż poniżej jej ujścia stwierdzono koncentracje tego pierwiastka na poziomie 120–240 mg/dm<sup>3</sup>. Natomiast poniżej ujścia Rowu z Orła Białego w wodach Brynicy stwierdzono 380–990 mg/dm<sup>3</sup> siarczanów oraz 1,55–6,41 µg/dm<sup>3</sup> talu (Pasiczna, Konon, 2021). Obecne badania wód Brynicy na odcinku powyżej ujścia potoku Jaworznik do rzeki Brynicy wykazały podobny poziom stężeń sodu (114–118 mg/dm<sup>3</sup>), siarczanów (515–558 mg/dm<sup>3</sup>) i talu (1,84–2,34 µg/dm<sup>3</sup>).

Próbki wód zlewni charakteryzują się niższą zawartością większości analizowanych pierwiastków w stosunku do wartości granicznych określonych dla I i II klasy jakości wód powierzchniowych. W przypadku talu, cynku i antymonu, jedynie w kilku przypadkach, obserwuje się ich wyższe zawartości (Rozporządzenie..., 2021; tab. 5). Kadm w większości badanych wód występuje poniżej granicy oznaczalności, ołów nie przekracza 9,05 µg/dm<sup>3</sup> (mediana 0,23 µg/dm<sup>3</sup>), a nikiel 12,0 µg/dm<sup>3</sup> (mediana 5,6 µg/dm<sup>3</sup>).

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Na omawianym obszarze antropogenicznymi źródłami zanieczyszczeń środowiska przyrodniczego są: historyczna eksploatacja rud cynkowo-olowiowych, wydobywanie węgla kamiennego i surowców budowlanych oraz urbanizacja (zabudowa mieszkaniowa, usługowa i handlowa). Duży wpływ mają także zanieczyszczenia przedostające się z silnie uprzemysłowionych i zurbanizowanych terenów sąsiednich.
2. Litologia skał macierzystych gleb znajduje odzwierciedlenie w ich składzie granulometrycznym. Gleby utworzone głównie na czwartorzędowych piaskach i żwirach wodnolodowcowych obfitują we frakcję piaskową, z kolei gleby rozwinięte przede wszystkim na wychodniach skał węglanowych triasu oraz utworach karbonu są zasobne we frakcję pyłową i iłową.
3. Mediany zawartości badanych pierwiastków w powierzchniowej warstwie gleb są większe od wartości tła geochemicznego dla regionu śląsko-krakowskiego. Wyjątek stanowi jedynie rtęć. Największe przekroczenie tła (około pięciokrotne) występuje w przypadku kadmu i cynku.
4. Na obszarach występowania węglanowych utworów triasu obserwuje się gleby wyraźnie wzbogacone w kadm i cynk.
5. W osadach wodnych ze wszystkich zlewni mieszczących się w granicach arkusza stwierdzono przekroczenia wartości progowych wskaźnika PEC dla arsenu, kadmu, ołowiu i cynku.
6. Wody powierzchniowe charakteryzuje zmienność zarówno pod względem zawartości pierwiastków chemicznych, jak i odczynu pH oraz przewodności elektrolitycznej właściwej. Mają one głównie odczyn obojętny i zasadowy. Wysoka wartość EC (>1 mS/cm) występuje w wodach rzeki Brynicy i jej dopływów oraz w niektórych ciekach, na terenach leśnych, w północno-zachodniej i południowo-wschodniej części obszaru arkusza.

## LITERATURA

ANALIZA, 2016 – Analiza stanu gospodarki odpadami komunalnymi na terenie gminy Wojkowice; <https://wojkowice.bip.net.pl/?a=1367> (dostęp: 6.02.2024).  
 BEDNAREK R., DZIADOWIEC H., POKOJSKA U., PRUSINKIEWICZ Z., 2004 – Badania ekologiczno-gleboznawcze. PWN, 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.  
 BUŁA Z., KOTAS A. (red.), 1994 – Atlas geologiczny GZW w skali 1:100 000 cz. III. Mapa geologiczno-strukturalna utworów karbonu produktywnego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.  
 CIEPIELA B., 2006 – Zlikwidowane zagłębiowskie kopalnie węgla w fotografii. Magic, Grodziec.  
 CIEPIELA B., 2016a – Ciechanowscy – zasłużeni dla górnictwa w Grodźcu – założyciele „Przeglądu Górniczo-Hutniczego”. *Przegląd Górniczy*, **11**: 81–85.  
 CIEPIELA B., 2016b – Szyby górnicze na terenie ziemi psarskiej. *Komunikat. Budownictwo Górnicze i Tunelowe*, **3**: 27–32; [https://sbc.org.pl/Content/280259/PDF/BGiT\\_2016\\_R000\\_003.pdf](https://sbc.org.pl/Content/280259/PDF/BGiT_2016_R000_003.pdf) (dostęp: 25.01.2024).  
 CIEPIELA B., 2016c – Z historii zwanych zagłębiowskich kopalń węgla (III). Kopalnie na terenie ziemi psarskiej. *Przegląd Górniczy*, **10**: 68–77.  
 CIEPIELA B., TRZCIONKA T., 2017 – Historia kopalń węgla kamiennego w Strzyżowicach. *Komunikat. Wiadomości Górnicze*, **3**: 153–159; [https://sbc.org.pl/Content/293875/PDF/WiadGornicze\\_2017\\_R068\\_003.pdf](https://sbc.org.pl/Content/293875/PDF/WiadGornicze_2017_R068_003.pdf) (dostęp: 25.01.2024).  
 DURJASZ-MAJEWSKA I., DURKA-KAMIŃSKA N., NOWAKOWSKA A., PAJĄK A., 2017 – Aktualizacja opracowania ekofizjograficznego dla gminy Wojkowice, obejmującej teren działek o numerze geodezyjnym 1079, obręb Żychlice. EKO EKOID, Katowice; <http://wojkowice.bip.net.pl> (dostęp: 6.02.2024).  
 DURKA-KAMIŃSKA R., 2020 – Zmiana studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Siemianowice Śląskie. Etap I – opracowanie ekofizjografii; <https://bip.msiemianowicesl.finn.pl/res/serwisy/pliki/32064797?version=1.0> (dostęp: 23.11.2023).  
 DYBOVÁ S., JACHOWICZ A., 1957 – Mikrospory górnośląskiego karbonu produktywnego. *Pr. Inst. Geol.*, **33**.  
 FAJFER J., KRIEGER W., ROLKA M., ANTOLAK O., 2010 – Opracowanie metodyki wykonania spisu zamkniętych obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych oraz opuszczonych obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych, które wywierają negatywny wpływ na środowisko. Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Badaw., Warszawa [niepubl.].  
 GMINNY PROGRAM OPIEKI NAD ZABYTKAMI MIASTA BĘDZINA NA LATA 2021–2024 – Uchwała Nr XXXIII/259/2021 Rady Miejskiej Będzina z dnia 29 kwietnia 2021 r. w sprawie uchwalenia „Gminnego Programu Opieki nad Zabytkami Miasta Będzina na lata 2020–2030” (Dz. Urz. Woj. Śl., poz. 3398); [https://dzienniki.slaskie.eu/WDU\\_S/2021/3398/akt.pdf](https://dzienniki.slaskie.eu/WDU_S/2021/3398/akt.pdf) (dostęp: 06.02.2024).  
 GOSZCZ R., KUZIO B., KUZIO S., GRUDZIEN I., HELJASZ I., HERTLEIN A., LABRYGA B., LIBERSKI W., MUSIAŁ H., NOSZCZYK M., RYCHCIK K., STRASZ R., 2004a – Program Ochrony Środowiska dla miasta Wojkowice na lata 2004–2015. AGOS-GEMES Sp. z o.o.; [http://archiwum.wojkowice.bip.net.pl/\\_pliki/upload/200701041114241p52hpehmehl.pdf](http://archiwum.wojkowice.bip.net.pl/_pliki/upload/200701041114241p52hpehmehl.pdf) (dostęp: 24.01.2024).  
 GOSZCZ R., KUZIO B., KUZIO S., GRUDZIEN I., HELJASZ I., HERTLEIN A., LABRYGA B., LIBERSKI W., MUSIAŁ H., NOSZCZYK M., RYCHCIK K., STRASZ R., 2004b – Program Ochrony Środowiska dla miasta Będzina na lata 2004–2015. AGOS-GEMES Sp. z o.o.; [https://bedzin.bip.info.pl/dokument\\_druk.php?iddok=592&idmp=37&r=r](https://bedzin.bip.info.pl/dokument_druk.php?iddok=592&idmp=37&r=r) (dostęp: 24.01.2024).  
 GOSZCZ R., HERTLEIN A., LIBERSKI W., STRASZ R., TROJANOWSKI M., 2008 – Aktualizacja Programu Ochrony Środowiska dla powiatu będzińskiego na lata 2008–2020. AGOS-GEMES Sp. z o.o.; <https://www.bip.powiat.bedzin.pl/bipkod/010/002/024/004> (dostęp: 25.01.2024).  
 GÓRA S., 2012 – Podatność wód podziemnych na zanieczyszczenia w warunkach płytkiego górnictwa węglowego i zatapiania kopalń w północno-wschodniej

część Górnośląskiego Zagłębia Węglowego [pr. doktor.]. AGH, Kraków; <https://winntbg.bg.agh.edu.pl/rozprawy2/10598/full10598.pdf> (dostęp: 07.02.2024).

GÓRECKA Ł., 1962 – Związek przemysłu cementowego w Polsce ze środowiskiem geograficznym. Dokumentacja Geograficzna, z. 4. Polska Akademia Nauk, Inst. Geogr., Warszawa; [https://rcin.org.pl/Content/42252/WA51\\_50364\\_r1963-z4\\_Dokumentacja-Geogr.pdf](https://rcin.org.pl/Content/42252/WA51_50364_r1963-z4_Dokumentacja-Geogr.pdf) (dostęp: 5.02.2024).  
 INWENTARYZACJA, 2014 – Inwentaryzacja i waloryzacja przyrodnicza terenów położonych w granicach administracyjnych gminy Wojkowice; <http://wojkowice.bip.net.pl> (dostęp: 5.02.2024).  
 JAROS J., 1984 – Słownik historyczny kopalń węgla na ziemiach polskich. Wyd. II poprawione i zaktualizowane. Śląski Inst. Nauk., Katowice.  
 JECHNA K., GALLUS A., 2010 – Program Ochrony Środowiska dla Miasta Wojkowice do roku 2013 z uwzględnieniem perspektywy do roku 2018. ATMOTERM SA; [http://archiwum.wojkowice.bip.net.pl/index\\_idg14\\_id290\\_x510.html](http://archiwum.wojkowice.bip.net.pl/index_idg14_id290_x510.html) (dostęp: 31.01.2024).  
 JOCHEMCZYK L., KRZANOWSKA A., LIS J., OLSZEWSKA K., PASIECZNA A., WOŁKOWICZ S., STRZELECKI R., GAŁKA M., STRZEMIŃSKA K., KRIEGER W., 2004 – Objasnienia do Mapy geośrodowiskowej Polski 1: 50 000, arkusz Wojkowice (911). Państw. Inst. Geol., Warszawa; <https://bazadata.pgi.gov.pl/data/mgsp/txt/mgsp0911.pdf> (dostęp: 06.02.2024).  
 JURECZKA J., DOPITA M., GAŁKA M., KRIEGER W., KWARCINIŃSKI 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.  
 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.  
 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: 10.06.2024).  
 KOBIELA K., MOCZULSKI M., POLUS M., ZARZYCKI J., 2012 – Plan gospodarki odpadami dla województwa śląskiego 2014. ATMOTERM S.A. Zespół Studiów i Analiz Środowiskowych w Katowicach; [https://www.slaskie.pl/content/1346329324\\_2012-08-30](https://www.slaskie.pl/content/1346329324_2012-08-30) (dostęp: 02.02.2024).  
 KOTAS A., MALCZYK W., 1972 – Seria paraliczna piętra namuru dolnego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. [W]: Karbon Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Pr. Inst. Geol.*, **61**.  
 KOTLICKI S., 1995 – Badania nad litostratygrafią triasu Górnego Śląska. Cetralne Archiwum Geologiczne PIG-PIB, Oddział Górnośląski, Sosnowiec.  
 LEWANDOWSKI J., CIESIELCZUK J., 1997 – Przyczynek do poznania regolitów krasowych Wyżyny Śląskiej. *Pr. Nauk. Uniw. Śl., 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., 1997 – Anomalie geochemiczne Pb-Zn-Cd w glebach na Górnym Śląsku. *Przegląd Geologiczny*, **45**, 2: 182–189.  
 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 Poll.*, **124**: 319–332.
- LUSZKA A., CZUCZWARA P., MATUSIAK K., MIŁOWSKI T., NIŻBORSKI M., MILLER A., 2013 – Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Będzina, Załącznik Nr 1. do Uchwały Nr XLII/398/2013 Rady Miejskiej Będzina z dnia 30 września 2013 r.; [http://www.przetargi.um.bedzin.pl/SUIKZP\\_Bedzin\\_2013/studium/zal\\_01\\_tekst\\_studium\\_bedzin.pdf](http://www.przetargi.um.bedzin.pl/SUIKZP_Bedzin_2013/studium/zal_01_tekst_studium_bedzin.pdf) (dostęp: 02.02.2024)
- MACDONALD D.D., INGERSOL C.G., BERGER T.A., 2000 – Development and Evaluation of Consensus-Based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **39**: 20–31; doi: 10.1007/s002440010075.
- MACHOWSKI R., RZĘTAŁA M., 2023 – Zbiorniki Rogoźnik. [W:] Encyklopedia Województwa Śląskiego (red. R. Kaczmarek i in.). T. 10. Instytut Badań Regionalnych Biblioteki Śląskiej; [https://ibrbs.pl/index.php/Zbiorniki\\_Rogo%C5%BAnik](https://ibrbs.pl/index.php/Zbiorniki_Rogo%C5%BAnik) (dostęp: 07.02.2024).
- MAJORCZYK R., 1985 – Historia górnictwa kruszcowego w rejonie Bytomia. ZUP Piekary Śl. zam. 1138/85, Bytom; <https://www.sbc.org.pl/dlibra/publication/230429/edition/217785> (dostęp: 31.01.2024).
- MIKOŁAJKÓW J., SADURSKI A. (red.), 2017 – Charakterystyka głównych i lokalnych zbiorników wód podziemnych. Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Badaw., Warszawa; <https://www.pgi.gov.pl/psh/materialy-informacyjne-psh/informatory-psh/4719-informator-psh-2017-gzwp/file.html> (dostęp: 07.02.2024).
- MOCEK A., DRZYMAŁA S., MASZNER P., 2000 – Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Wydaw. Akademia Rolnicza, Poznań.
- NOWICKI Z. (red.), 2007 – Wody podziemne miast Polski. Miasta powyżej 50 000 mieszkańców – Siemianowice Śląskie. Informator PSH: 365–380. Państw. Inst. Geol., Warszawa; <https://www.pgi.gov.pl/dokumenty-pig-pib-all/psh/psh-materialy-informacyjne/informatory-psh/4144-wody-podziemne-miast-województw-polski-1/file.html> (dostęp: 07.02.2024).
- ORZECZENIE NR 54 Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 28 sierpnia 1948 roku o przejęciu przedsiębiorstw na własność Państwa, (M. P. z 1948 r., nr 70, poz. 599); <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WMP19480700599/O/M19480599.pdf> (dostęp: 07.02.2024).
- PACZYŃSKI B. (red.), 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski, 1:500 000. Cz. II. Zasoby, jakość i ochrona zwykłych wód podziemnych. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PASIECZNA A., 2008 – Wpływ przemysłu na środowisko przyrodnicze regionu śląsko-krakowskiego. *Gosp. Sur. Miner.*, **24**, 2: 67–82.
- PASIECZNA A., KONON A. (red.), 2021 – Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska w skali 1:25 000, ark. Piekary Śląskie. Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Badaw., Warszawa; <https://mapgeochem.pgi.gov.pl/atlasyszczegolowe/piekary-slaskie-2/> (dostęp: 25.01.2024).
- PIOTRKIEWICZ A., WOJCIECHOWSKA B., 2016 – Program Ochrony Środowiska dla Gminy Bobrowniki na lata 2017–2020 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2021–2024; <https://archiwum-bobrowniki.bip.net.pl/c1676.html> (dostęp: 25.01.2024).
- PIWOWAR A., CIUK E., 1936 – Przyczynek do znajomości rud manganowych w północnej części Zagłębia Dąbrowskiego. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, **12**: 276–293.
- PLAN, 2004 – Plan Gospodarki Odpadami dla miasta Wojkowice na lata 2004–2015; [http://archiwum.wojkowice.bip.net.pl/\\_pliki/upload/20070104111259opk4dg9k9qbb.pdf](http://archiwum.wojkowice.bip.net.pl/_pliki/upload/20070104111259opk4dg9k9qbb.pdf) (dostęp: 24.01.2024).
- PN-B-04481:1988 – Grunty budowlane. Badania próbek gruntu [norma wycofana].
- PROGNOZA, 2020 – Prognoza oddziaływania na środowisko miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego dla terenów położonych w sołectwach: Strzyżowice, Malinowice, Preczów, Sarnów, Gołusza, Brzękowice, Dąbie. Gmina Psary. Pracownia Urbanistyczno-Architektoniczna Jan Knura; [https://www.psary.pl/images/galeria/2020/2020-10-14-plan\\_zagospodarowania/Prognoza\\_Psary\\_VI2020.pdf](https://www.psary.pl/images/galeria/2020/2020-10-14-plan_zagospodarowania/Prognoza_Psary_VI2020.pdf) (dostęp 04.11.2024).
- PROGRAM, 2021 – Program Ochrony Środowiska na lata 2021–2025, z perspektywą na lata 2026–2030 dla Miasta Wojkowice; <https://wojkowice.bip.net.pl/?a=3651> (dostęp: 13.02.2024).
- RICHLING A., SOLON J., MACIAS A., BALON J., BORZYSZKOWSKI J., KISTOWSKI M. (red.), 2021 – Regionalna geografia fizyczna Polski. Bogucki Wydaw. Naukowe, Poznań.
- ROCZNA OCENA, 2023 – Roczna ocena jakości powietrza w województwie śląskim. Raport wojewódzki za rok 2022. Główny inspektorat ochrony Środowiska, Departament Monitoringu Środowiska. Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Katowicach, Katowice, 2023; <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. z 2023 r., poz. 300).
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA Z DNIA 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi. (Dz.U. z 2016 poz. 1395).
- ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW Z DNIA 26 czerwca 2017 r. w sprawie utworzenia w województwie śląskim związku metropolitalnego pod nazwą „Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia” (Dz.U. 2017 poz. 1290).
- RÓŻKOWSKA A., PTAK B., 1995 – Bar w węglach kamiennych Górnego Śląska. *Przegląd Geologiczny*, **43**, 3: 223–226
- RYŻAK M., BARTMIŃSKI P., BIEGANOWSKI A., 2009 – Metody wyznaczania rozkładu granulometrycznego gleb mineralnych. *Acta Agrophysica*, **175**: 1–79.
- SALMINEN R. (red.), 2005 – Geochemical Atlas of Europe, Part I. Geological Survey of Finland, Espoo.
- STANGIEL M., 2020 – Założenia do koncepcji zagospodarowania terenu pokopalnianego w Wojkowicach – działka o numerze geodezyjnym 1079. Etap III – koncepcja po uwzględnieniu wyników konsultacji społecznych. Część opisowa; <https://wojkowice.bip.net.pl/?a=2836> (dostęp: 01.02.2024).
- STUDIUM, 2019 – Zmiana studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Bobrowniki. Załącznik Nr 1 do Uchwały Nr XIII/130/19 Rady Gminy Bobrowniki z dnia 25 września 2019 r. w sprawie uchwalenia zmiany studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Bobrowniki; <https://bip.bobrowniki.pl/kategorie/89-obowiazujace/artykuly/143-uchwala-nr-xiii13019-rady-gminy-bobrowniki-z-dnia-25-wrzesnia-2019-r-w-sprawie-uchwalenia-zmiany-studium-uwarunkowan-i-kierunkow-zagospodarowania-przestrzennego-gminy-bobrowniki?lang=PL> (dostęp: 13.02.2024).
- STUDIUM, 2021 – Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Wojkowice; [https://wojkowice.bip.net.pl/?p=document&action=show&id=8169&bar\\_id=3337](https://wojkowice.bip.net.pl/?p=document&action=show&id=8169&bar_id=3337) (dostęp: 31.01.2024).
- STUDIUM, 2022 – Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Psary. Załącznik nr 1 do Uchwały Nr XLVIII/498/2022 Rady Gminy Psary z dnia 27 października 2022 r. w sprawie uchwalenia Zmiany nr 4 studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Psary; <http://bip.psary.pl/11779/dokument/37439> (dostęp: 13.02.2024).
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.), 2023 – Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2022 r. Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Badaw., Warszawa.
- UCHWAŁA, 2019 – Uchwała Nr XIII/130/19 Rady Gminy Bobrowniki z dnia 25 września 2019 r. w sprawie uchwalenia zmiany studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Bobrowniki; <https://bip.bobrowniki.pl/kategorie/89-obowiazujace/artykuly/143-uchwala-nr-xiii13019-rady-gminy-bobrowniki-z-dnia-25-wrzesnia-2019-r-w-sprawie-uchwalenia-zmiany-studium-uwarunkowan-i-kierunkow-zagospodarowania-przestrzennego-gminy-bobrowniki?lang=PL> (dostęp: 25.01.2024).
- UCHWAŁA, 2020a – Uchwała Nr XXIX/339/20 Rady Miasta Piekary Śląskie z dnia 17 grudnia 2020 r. w sprawie wyznaczenia obszaru i granic aglomeracji Piekary Śląskie Południe (Dz. Urz. Woj. Śl. z 2020 r., poz. 9489); [https://dzienniki.slask.eu/eli/POL\\_WOJ\\_SL/2020/9489/ogl/pol/pdf](https://dzienniki.slask.eu/eli/POL_WOJ_SL/2020/9489/ogl/pol/pdf) (dostęp: 31.01.2024).
- UCHWAŁA, 2020b – Uchwała Nr XXXI/229/20 Rady Gminy Bobrowniki z dnia 17 grudnia 2020 r. w sprawie wyznaczenia obszaru i granic aglomeracji Bobrowniki (Dz. Urz. Woj. Śl. z 2020 r., poz. 9456); [https://dzienniki.slask.eu/eli/POL\\_WOJ\\_SL/2020/9456/ogl/pol/pdf](https://dzienniki.slask.eu/eli/POL_WOJ_SL/2020/9456/ogl/pol/pdf) (dostęp: 31.01.2024).
- UCHWAŁA, 2020c – Uchwała Nr XXIV.225.2020 Rady Miasta Wojkowice z dnia 21 grudnia 2020 r. w sprawie wyznaczenia obszaru i granic aglomeracji Wojkowice (Dz. Urz. Woj. Śl. z 2020 r., poz. 9587); [https://dzienniki.slask.eu/eli/POL\\_WOJ\\_SL/2020/9587/ogl/pol/pdf](https://dzienniki.slask.eu/eli/POL_WOJ_SL/2020/9587/ogl/pol/pdf) (dostęp: 31.01.2024).
- UCHWAŁA, 2021a – Uchwała Nr XXXIV/353/2021 Rady Gminy Psary z dnia 26 sierpnia 2021 r. w sprawie uchwalenia Zmiany nr 3 studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Psary; <http://bip.psary.pl/11779/dokument/34945> (dostęp: 25.01.2024).
- UCHWAŁA, 2021b – Uchwała Nr XXXI.253.2021 z dnia 12 kwietnia 2021r. w sprawie uchwalenia Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Wojkowice; <https://wojkowice.bip.net.pl/?a=3337> (dostęp: 25.01.2024).
- UCHWAŁA, 2021c – Uchwała Nr XXXIII/381/21 Rady Miasta Piekary Śląskie z dnia 25 marca 2021 r. w sprawie uchwalenia „Programu ochrony środowiska dla Miasta Piekary Śląskie na lata 2021–2024 z uwzględnieniem perspektywy do roku 2028”; <https://piekaryslaskie.bip.net.pl/?a=42602> (dostęp: 19.02.2024).
- UCHWAŁA, 2023 – 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 roku (Dz. Urz. Woj. Śl. z 2023 r., 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).
- USTAWA, 2001 – Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2024 poz. 54 t.j.).
- WAGNER R. (red.), 2008 – Tabela stratygraficzna Polski. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WIERZCHOŃ A., 2015 – Kryteria delimitacji obszarów krawędziowych przemysłowych zespołów urbanistycznych. [W:] Przestrzeń. Ekonomia. Społeczeństwo. Czasopismo Naukowe Sopockiej Szkoły Wyższej, 8/11: 45–62; [https://sopocka.edu.pl/wp-content/uploads/2023/03/SANS\\_Czasopismo\\_8\\_II\\_2015\\_caly\\_numer.pdf](https://sopocka.edu.pl/wp-content/uploads/2023/03/SANS_Czasopismo_8_II_2015_caly_numer.pdf) (dostęp: 26.01.2024).
- WILANOWSKI S., ŻABA M., 2010 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Wojkowice (911), reambulacja. Państw. Inst. Geol.– Państw. Inst. Badaw., Warszawa.

WILANOWSKI S., ŻABA M., 2016 – Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50000, ark. Wojkowice (911). Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Badaw., Warszawa.

WOŹNICA A., ABSALON D., CIEPŁOK A., KRODKIEWSKA M., LIBERA M., ŁOZOWSKI B., MATYSIK M., NOWAK T., PASIERBINSKI A., PSZCZELNIK Ł., SIUDY A., ULAŃCZYK R., 2018 – Kompleksowa analiza

stanu zbiornika Rogoźnik I wraz z przedstawieniem propozycji rozwiązań naprawczych. Raport końcowy; <https://archiwum-bobrowniki.bip.net.pl/c1946.html> (dostęp: 25.01.2024).

WÓJCIK A., 2008 – Działalność górnicza i geologiczna Józefa Cieszkowskiego w Okręgu Zachodnim Królestwa Polskiego w pierwszej połowie XIX w. *Analecta*, **17** (1/2): 87–102.

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

ZUZAŃSKA-ZYŚKO E., SITEK S., PIĄTEK J., 2017 – Lokalny Program Rewitalizacji Miasta Wojkowice na lata 2017–2023 (Uchwała Nr XXXVIII.468.2017 z dnia 23 października 2017r.); <https://wojkowice.bip.net.pl/?a=1403> (dostęp: 25.01.2024).