

Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska

1:25 000

Arkusz **SIEMIANOWICE ŚLĄSKIE**

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, Paulina Kostrz-Sikora, Joanna Fajfer, Joanna Szyborska-Kaszycka, Katarzyna Strzezińska, Anna Pasiczna

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

Tłumaczenie: Krzysztof Leszczyński

Redakcja, skład i łamanie: Paweł Zawada

Projekt okładki: Łukasz Borkowski na podstawie projektu serii Wojciecha Markiewicza

Zdjęcie na okładce: wnętrze GSW Elektrownia w Czeladzi. Generator i kompresor „Wanda” (fot. Marek Czekajski)

Skala map w atlasie 1:35 000

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

ISBN 978-83-68224-60-3

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

SPIS TREŚCI

Wstęp – <i>Agnieszka Konon, Paulina Kostrz-Sikora, Joanna Fajfer</i>	5
Charakterystyka obszaru arkusza – <i>Joanna Szyborska-Kaszycka, Joanna Fajfer, Paulina Kostrz-Sikora, Anna Pasieczna</i>	5
Budowa geologiczna i złoża kopalin – <i>Katarzyna Strzezińska</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	21
Wody powierzchniowe	22
Podsumowanie i wnioski – <i>Agnieszka Konon</i>	23
Literatura	23

**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

Przeeglądowe zdjęcie geochemiczne kraju (Lis, Pasieczna, 1995a, b) pokazało, że największe zanieczyszczenie środowiska gleb, osadów wodnych i wód powierzchniowych występuje w regionie śląskim. Stało się to głównym powodem rozpoczęcia w 1996 r. realizacji na tym obszarze *Szczegółowej mapy geochemicznej Górnego Śląska w skali 1:25 000*, zaczynając od arkusza pilotażowego Sławków (Lis, Pasieczna, 1999). Badania geochemiczne na terenie arkusza Siemianowice Śląskie M-34-63-A-a są kontynuacją szczegółowych prac kartograficznych prowadzonych systematycznie przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na zlecenie Ministerstwa Klimatu i Środowiska.

Obszar objęty granicami arkusza wchodzi w skład Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii, która jest najbardziej uprzemysłowionym i zurbanizowanym rejonem kraju (Rozporządzenie..., 2017). Jego przeważająca część należy do kilku miast na prawach powiatu. Są to Mysłowice, Katowice, Chorzów, Siemianowice Śląskie i Piekary Śląskie należące do Górnego Śląska oraz Sosnowiec położony w Zagłębiu Dąbrowskim. Północno-wschodni fragment obszaru również zlokalizowany w Zagłębiu, wchodzi w skład powiatu będzińskiego reprezentowanego przez miasta Będzin i Czeladź. Znacząca część obszaru w granicach arkusza ma charakter przemysłowy i poprzemysłowy oraz jest przekształcona antropogenicznie. Działalność gospodarcza na tym obszarze przez wiele lat była przede wszystkim związana z górnictwem węgla kamiennego oraz hutnictwem żelaza i metali nieżelaznych. Na przełomie XX i XXI w. na skutek restrukturyzacji i reorganizacji górnictwa zmniejszyło się znacznie wydobycie węgla oraz hutnictwo metali. Większość zakładów przemysłowych została zlikwidowana. Aktualnie coraz więcej terenów poprzemysłowych podlega rewitalizacji, wykorzystuje się je do celów urbanistyczno-komercyjnych i rekreacyjnych.

Pomimo bardzo dużego przekształcenia środowiska, analizowany teren ma pewne walory przyrodnicze. W Sosnowcu, Będzinie, Czeladzi i Siemianowicach Śląskich znajduje się po kilka parków miejskich. W Siemianowicach Śląskich jest ponadto zlokalizowany obszar chronionego krajobrazu Przełajka oraz trzy użytki ekologiczne: Park Pszczelnik, Bażantarnia oraz Michałkowicka Kępa. W Katowicach utworzono zespół przyrodniczo-krajobrazowy Szopienice–Borki. Występują również pomniki przyrody ożywionej – 23 drzewa (Geoserwis).

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 i 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 oraz kierunków zagospodarowania przestrzennego. Dane geochemiczne mogą być także wykorzystane do opracowywania dokumentów strategicznych i sektorowych, w tym programów ochrony środowiska, programów rewitalizacji (w części prezentującej stan środowiska), a także prognoz oddziaływania projektów dokumentów strategicznych na środowisko. Ponadto mogą stanowić źródło informacji przy sporządzaniu ocen oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko, w szczególności przy opracowywaniu raportów o oddziaływaniu przedsięwzięć na środowisko. Uzyskane wyniki badań gleb, osadów wodnych oraz wód mogą być także wykorzystywane do sporządzania różnych sprawozdań, raportów i ocen prezentujących stan środowiska.

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

W realizacji opracowania brali udział:

— **A. Pasieczna** – koncepcja i projekt badań;

- **A. Konon** – nadzór i koordynacja prac;
- **A. Biel, T. Gliwicz, D. Kafara, P. Kaszycki, A. Konon, T. Kolecki, W. Markowski, A. Szczypczyk, J. Szyborska-Kaszycka, L. Wojcieszak, W. Wolkowicz** – 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. Gašior, 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. Burec-Drewniak, D. Karmasz, A. Krążala, 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 Siemianowice Śląskie M-34-63-A-a jest położony w całości na Wyżynie Śląskiej w obrębie jednostki niższego rzędu – Wyżyny Katowickiej (Richling i in., 2021), która ma charakter płaskowyżu zbudowanego z utworów karbonu produktywnego i ostańców pokrywy triasowej. Znaczne powierzchnie terenu przykrywają także utwory czwartorzędowe.

Teren arkusza obejmuje część Zagłębia Dąbrowskiego i Górnego Śląska – Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii (Rozporządzenie..., 2017). Są to fragmenty dzielnic miast na prawach powiatów tj.: Siemianowice Śląskie, Katowice i Sosnowiec. Południową część obszaru stanowią dzielnice Katowic (Załęże, Dąb, Wełnowiec-Józefowiec, Śródmieście, Koszutka, Bogucice, Dąbrówka Mała, Zawodzie, Szopienice-Burowiec i Janów-Nikiszowiec). Część północno-zachodnia obszaru należy do Siemianowic Śląskich (dzielnice: Centrum, Bytków, Michałkowice, Przełajka i Bańgów), a środkowo-wschodnia do Sosnowca (dzielnice: Milowice, Pogoń i Stary Sosnowiec). Północno-wschodnia część analizowanego obszaru to teren miast Czeladź i Będzin (dzielnice: Gzichów i Małobądz), znajdujących się w powiecie będzińskim. Niewielkie rejony przy zachodniej, północno-zachodniej i południowo-wschodniej granicy arkusza należą do miast na prawach powiatu odpowiednio: Chorzowa, Piekars Śląskich i Mysłowic.

Ukształtowanie powierzchni, geomorfologia, hydrografia. Powierzchnia arkusza obejmuje płaskowyże zbudowane ze skał karbonu i triasu przykryte cienką warstwą utworów czwartorzędowych. Są one porozcinane dolinami cieków Rawy i Brynicy (Wilanowski, 2016a). Wyraźniejsze pagórkowate formy rzeźby, osiąga-

jące wysokość 310–315 m n.p.m., zaznaczają się w miejscach wychodni gruboławicowych piaskowców. Najwyżej położony punkt, sięgający do 318,9 m n.p.m., znajduje się w Chorzowie. W krajobrazie północno-wschodniej części obszaru wyróżniają się wzniesienia (do 300 m n.p.m.) zbudowane z węglanowych skał triasowych. Najniżej położony teren, na wysokości 245 m n.p.m., to okolice stawu Hubertus IV w Mysłowicach.

Cały obszar objęty arkuszem należy do zlewni Wisły. Przeważającą jego część zajmuje zlewnia IV rzędu Brynicy. Północno-wschodnia część należy do zlewni IV rzędu Czarnej Przemszy od zapory zbiornika Przeczyce do Brynicy. Sieć hydrograficzną tworzą przede wszystkim potok Bolina, rzeka Brynica wraz z dopływami: Rowem Michałkowickim, Rowem Śmiłowskiego oraz Rawą.

Na granicy Sosnowca, Katowic i Mysłowic znajdują się liczne sztuczne zbiorniki wodne powstałe wskutek wieloletniej eksploatacji piasku na potrzeby górnictwa węglowego oraz osiadania terenu w wyniku podziemnej eksploatacji górniczej. Na terenie Sosnowca jest zlokalizowany jeden z nich – Stawiki, o powierzchni 7,8 ha. W Katowicach znajdują się stawy Borki, Morawa oraz Hubertus I i II o powierzchniach odpowiednio: 9, 35, 7 i 17 ha. Zbiornik Hubertus III zajmujący powierzchnię 21 hektarów leży na granicy Katowic i Mysłowic. W Mysłowicach jest zlokalizowany Hubertus IV o powierzchni 7 ha. Zbiornik Stawiki oraz częściowo Hubertus III zostały zagospodarowane i pełnią funkcje rekreacyjne. Pozostałe są łowiskami wędkarskimi. Część stawów należących do Katowic wchodzi w skład zespołu przyrodniczo-krajobrazowego Szopienice-Borki (Geoserwis). Przy południowej granicy arkusza znajduje się Staw Upadowy powstały na terenie zlikwidowanego wyrobiska Upadowa IV, a także jeden ze zbiorników Doliny Trzech Stawów. W Siemianowicach Śląskich w dzielnicy Bańgów, w miejscu po dawnym wyrobisku piasku powstał staw Rzęsa o powierzchni ok. 13 ha (<https://dziecilubiaslaskie.pl/miejsca/staw-rzesa/> [dostęp 14.12.2024]). W dzielnicy Bytków (przy zachodniej granicy arkusza) są natomiast zlokalizowane Stawy Brysiowe.

Zabudowa i użytkowanie terenu. Obszar w granicach arkusza Siemianowice Śląskie charakteryzuje się gęstą i mocno zróżnicowaną stylistycznie zabudową zarówno mieszkaniową, jak i przemysłową, otaczającą historyczne centra miast. Są to tereny należące w większości do aglomeracji miejsko-przemysłowej. Zabudowa miejska zajmuje ok. 41% powierzchni, a zabudowa przemysłowa ok. 18% (tabl. 2). Wśród terenów niezabudowanych wysoki jest udział parków i zieleńców osiedlowych. W Siemianowicach Śląskich są to parki: Górnik, Bażantarnia, Pszczelnik, Hutniczy i Miejski, w Czeladzi: Grabek, Prochownia, Jordana i Kościuszki, w Sosnowcu: Park Tysiąclecia, Kresowy i Park im. porucznika pilota Jana Fusińskiego, w Katowicach: Park Powstańców Śląskich, Alojzego Budnioka i Wełnowiecki, a w Chorzowie Wojewódzki Park Kultury i Wypoczynku. Znajdują się tam również liczne ogródki działkowe. Przez teren objęty arkuszem przebiega autostrada A4 łącząca wschodnią i zachodnią granicę Polski, drogi krajowe (DK) 79, 86 i 94 oraz szereg linii kolejowych.

Gospodarka. Działalność gospodarcza na obszarze objętym arkuszem przez wiele lat była związana przede wszystkim z górnictwem węgla kamiennego oraz hutnictwem żelaza i metali nieżelaznych, aż po przełom XX i XXI w., kiedy likwidacji lub przekształceniom uległa większość zakładów przemysłowych.

Eksploatację węgla prowadziły kopalnie węgla kamiennego (KWK) „Gottwald”, „Katowice”, „Michał”, „Siemianowice”, „Czeladź” i „Saturn” (Jaros, 1984), które w latach 90. XX w. postawiono w stan likwidacji. Budowę KWK „Gottwald” w Katowicach, wielokrotnie zmieniającej nazwę, rozpoczęto w 1904 r., a w 2004 r. zakończono w niej wydobycie. Obecnie na jej terenie działa Silesia City Center – centrum handlowo-usługowo-rozrywkowe. KWK „Katowice” była zlokalizowana w katowickiej dzielnicy Bogucice. Funkcjonowała ona w latach 1823–1999, a obecnie jest terenem siedzib organizacji kulturalnych (m.in. Muzeum Śląskiego, Narodowej Orkiestry Symfonicznej Polskiego Radia oraz Międzynarodowego Centrum Kongresowego). W KWK „Siemianowice” w Siemianowicach Śląskich (kilkukrot-

nie zmieniającej nazwy) wydobyte prowadzono w latach 1885–1993. W 1975 r. połączono ją z działającą od 1883 r. w Siemianowicach Śląskich KWK „Michał”. W 2012 r. oddano do użytku Park Tradycji, który powstał w wyniku renowacji budynku maszynowni i szybu wyciągowego kopalni „Michał”, a także przyległego terenu dzielnicy Michałkowice (SCK...).

KWK „Czeladź” zlokalizowana w Piaskach – dzielnicy Czeladzi (stąd znana również jako KWK „Piaski”) – działała od 1858 r. W 1973 r., w wyniku jej połączenia z KWK „Milowice”, zakład zmienił nazwę na „Milowice–Czeladź”, a następnie w 1976 r. stał się częścią KWK „Saturn” – Ruch II i Ruch III. KWK „Saturn” (funkcjonująca od 1950 do 1990 r. pod nazwą „Czerwona Gwardia”) prowadziła wydobyte w latach 1887–1996 (Konopelska, 2006). Na początku XX w. należała do najnowocześniejszych zakładów Zagłębia Dąbrowskiego. Obecnie w dawnej kopalnianej elektrowni KWK „Saturn” mieści się Galeria Sztuki Współczesnej „Elektrownia”, a kopalnia jest elementem „Szlaku Zabytków Techniki” województwa śląskiego.

Początki przemysłu metalowego na terenach w granicach arkusza sięgają XIV–XVI w., kiedy w Roźdzeniu i Szopienicach powstały pierwsze kuźnice i były to warsztaty wytapiające żelazo z miejscowych rud darniowych z zastosowaniem węgla drzewnego jako paliwa. Intensywny rozwój hutnictwa żelaza przypada na XIX w. Jednym z powstałych wówczas zakładów była krótko działająca huta żelaza Dietrich w miejscu starej kuźnicy (przy skrzyżowaniu dzisiejszych ulic: Obrońców Westerplatte, Morawa i Bednarskiej) w Szopienicach-Burowcu (Katowice). W dzielnicy Katowic Zawodni funkcjonuje założona w 1874 r. huta żelaza FERRUM SA (początkowo odlewnia żelaza Rhein&Co.) produkująca rury stalowe (FERRUM SA), a na terenie przy południowo-zachodniej granicy arkusza mieściła się huta żelaza Baildon w Katowicach. Powstała ona w 1823 r. w miejscu XV-wiecznej kuźnicy. Podczas II wojny światowej huta wytwarzała produkty dla przemysłu zbrojeniowego, a po wojnie wiele gatunków stali konstrukcyjnych. W 2016 r. nastąpiła likwidacja zakładu, a teren przeznaczono pod zabudowę usługowo-handlową i biurową.

W Milowicach (obecnie dzielnica Sosnowca) w 1882 r. uruchomiono hutę Aleksander (Olszewicz, 1935), która w trakcie swojego funkcjonowania wielokrotnie zmieniała nazwę i profil produkcyjny, a ponadto ulegała przekształceniom własnościowym i w konsekwencji została podzielona na dwa zakłady. Głównym produktem wytwarzanym w niej przez lata były butle stalowe wysokociśnieniowe na gazy techniczne, produkowane do dziś przez Vitkovice Milmet SA (<https://www.vitkovice-milmet.pl/pl/> [dostęp 18.10.2023]). Drugą, równie ważną gałęzią działalności była produkcja łożysk tocznych, która została zapoczątkowana w latach 70. XX w. i kontynuowana jest obecnie przez amerykański koncern Timken Co. w Sosnowcu (Gwosdz, 2013). W Siemianowicach Śląskich (rejon ul. Matejki, Głowackiego, Fitznerów) w latach 1839–2003 działała huta stali Jedność, kiedyś Laura – *niem. Laurahütte* (Pomniki Organizacji...).

Północno-zachodnie krańce obszaru są terenami związanymi z eksploatacją rud Zn-Pb, które wydobywano w latach 70. i 80. XX w. ze złoża Dąbrówka Wielka. Prace prowadził ZGH Orzeł Biały (Pradela, Solarzski, 2013). Hutnictwo cynku było rozwijane od połowy XIX w. na terenie dzielnic Dąbrówka Mała, Roździeń i Szopienice oraz Wełnowiec-Józefowiec w Katowicach. W Dąbrówce Małej działały huty: Paweł, Walter Croneck (dziś mieści się tam firma BATERPOL SA), Norma i Bernhardt (Muzeum...). Początki Huty Metali Nieżelaznych (HMN) Szopienice sięgają 1834 r., kiedy w rejonie obecnej ul. Krakowskiej uruchomiono hutę cynku Wilhelmina, wykorzystującą jako surowiec galman z kopalni w Szarleju (Wilczok, 1984). W 1845 r. w hucie zaczęto produkować kadm. W 1912 r. otwarto hutę Uthemann wraz z prażalnią sfalerytu (<https://pl.wikipedia.org/wiki/Uthyman> [(dostęp 25.10.2021)]). Teren pomiędzy hutami Wilhelmina i Uthemann zajmowały hałdy poprodukcyjne. Po zamknięciu zakładów zakończył się długi i trudny proces re-

kultywacji 7-hektarowego składowiska odpadów pohnitcznych. Wywieziono stamtąd ok. 120 tys. ton szlamów cynkonośnych (Boryszew SA...).

HMN Szopienice została rozbudowana na początku XX w., dzięki czemu stała się największym na Śląsku producentem metali nieżelaznych (w tym największym producentem kadmu na świecie). Pod koniec lat 40. XX w. w hucie powstał wydział rafinerii miedzi, a w latach 50. ruszyła produkcja srebra i ciekłego dwutlenku siarki. Huta była największym polskim producentem wyrobów walcowanych z miedzi i mosiądzu, w tym taśm, blach, bloków, płyt, krążków oraz rurek cienkościennych. W 2008 r. podjęto decyzję o rozwiązaniu przedsiębiorstwa i rozpoczęciu procesu jego likwidacji (Huta...). Obecnie na terenie byłej huty działają różne firmy i przedsiębiorstwa, m.in.: MISTAL Sp. z o.o., BATERPOL SA (odzyskujący ołów ze zużytych akumulatorów), Elektrociepłownia Szopienice oraz znajdujące się w dawnej walcowni Muzeum Hutnictwa Cynku (Boryszew SA...).

Historia hutnictwa cynku w Wełnowcu-Józefowie (Katowice) sięga 1873 r., kiedy to uruchomiono hutę cynku Hohenlohe, gdzie od 1889 r. produkowano blachy na pokrycia dachowe, dla cynkografii, litografii oraz innych zastosowań. W wyniku przekształceń własnościowych i restrukturyzacyjnych (w latach 60. i 90. XX w. oraz na początku XXI w.) zakład funkcjonuje jako ZM SILESIA SA. Produkcja obejmuje cztery grupy produktowe: blachę cynkowo-tytanową, drut cynkowy i cynkowo-aluminiowy, odlewnicze stopy cynku oraz anody cynkowe (ZM SILESIA...). Również w Siemianowicach działały huty cynku: Jerzy (1818–1886) oraz Teresa (1840–1908).

Na terenie Bogucic (dzielnica miasta Katowice), od 1925 r. działa fabryka porcelany, pierwotnie pod nazwą Porcelana Giesche, a obecnie jako BGH Network SA (Porcelana Bogucice – <https://porcelanabogucice.pl/index.php> [dostęp 25.10.2023]; Fabryka Porcelany – <https://www.zabytkitechniki.pl/poi/153082> [dostęp 15.11.2023]). Obiekt znajduje się na liście Szlaku Zabytków Techniki województwa śląskiego. W Czeladzi w latach 1924–2008 działała Fabryka Wyrobów Ceramiczno-Sanitarnych „Józefów”. Po wyburzeniu dawnych hal produkcyjnych pozostałością po zakładzie jest mozaika na jednym z budynków przy ulicy Katowickiej (Miejsca...).

Oprócz przemysłu wydobywczego i hutniczego, na analizowanym terenie rozwija się działalność handlowo-usługowa, transportowa i budowlana (głównie w centralnych dzielnicach miast). W rezultacie przeprowadzonej w ostatnich latach restrukturyzacji wielkość produkcji, liczba zakładów oraz udział przemysłu w strukturze zatrudnienia wykazują tendencję spadkową.

BUDOWA GEOLOGICZNA I ZŁOŻA KOPALIN

Obszar arkusza Siemianowice Śląskie jest położony w północnej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW), w obrębie struktury antyklinalnej – siodła głównego. Tę część zagłębia tworzą paleozoiczne struktury waryscyjskie utworów karbonu, pocięte licznymi uskoki, o bardzo dobrze rozpoznanej budowie geologicznej dzięki licznym wierceniom i robotom górniczym, związanym z poszukiwaniem i eksploatacją złóż węgla kamiennego (Jureczka i in., 2005).

Najstarszymi rozpoznanymi utworami na opisywanym terenie są skały **kambru**, które zostały nawiercone w otworze badawczym Sosnowiec IG 1 na głębokości 3156 m. Są one reprezentowane przez piaskowce, mułowce oraz podrzędnie zlepieńce i zaliczane do kambru środkowego. Powyżej, z luką stratygraficzną odznaczającą się brakiem osadów ordowiku i syluru, zalega kompleks węglanowych skał dewońskich, o ponad tysięczmetrowej miąższości, zaliczony do **dewonu** środkowego i górnego. Jest on reprezentowany przez szare wapienie przeławiczone marglami, przechodzące poniżej w dolomity zawierające wprysnięcia i laminy anhydrytów (Wilanowski, 2016b).

Dominujący trzon budowy geologicznej opisywanego obszaru stanowią skały karbonu (dolny i środkowy) oraz osady triasu i czwartorzędu, a lokalnie również paleogenu–neogenu (Buła, Kotas, 1994). Utwory **karbonu** dolnego tworzą kilkusetmetrowej miąższości kompleks skał węglanowych, reprezentowanych przez ciemnoszare i czarne wapienie przechodzące w osady klastyczne (kulm) wykształcone jako piaskowce szarogłazowe, mułowce i iłowce (warstwy malinowickie). Osady kulmu występują też w spągu utworów karbonu górnego (namur A). Stanowią one bezpośrednie podłoże, leżących powyżej utworów węglonośnych karbonu górnego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (Wilanowski, 2016b).

Utwory karbonu górnego, produktywnego występują na zróżnicowanych głębokościach. W południowej i zachodniej części obszaru arkusza skały te tworzą wychodnie na powierzchni terenu lub zalegają bezpośrednio pod cienkim, do 10 m, nadkładem osadów czwartorzędowych. W północnej i północno-wschodniej części zalegają one głównie pod wapieniami i dolomitami triasu, natomiast na pozostałym obszarze występują pod nadkładem plejstoceńskich glin zwałowych oraz piasków i żwirów wodnolodowcowych (Biernat, Krysowska, 1956; reambulacja Wilanowski, 2016a; Wilanowski, 2016b).

Najstarszymi rozpoznanymi na powierzchni terenu utworami karbonu produktywnego są osady serii paralicznej karbonu węglonośnego (namur A). Powyżej w profilu karbonu występują osady lądowe – górnośląska seria piaskowcowa namuru górnego (namur B i C) oraz seria mułowcowa westfalu dolnego (westfal A i B). Sumaryczna miąższość tych serii na obszarze arkusza może sięgać do 1700 m (Jureczka i in., 2005).

Seria paraliczna charakteryzuje się cyklicznością sedymentacji (Kotas, Malczyk, 1972b). Zwykle nad pokładami węgla występują iłowce przechodzące w mułowce, nad którymi leżą utwory gruboklastyczne: piaskowce drobno- i średnioziarniste oraz sporadycznie gruboziarniste. Powyżej piaskowce ponownie przechodzą w mułowce i iłowce, aż do spągu kolejnego pokładu węgla. W całej serii występują liczne pokłady węgla oraz osady z fauną morską, brakiczną i słodkowodną. Miąższość utworów serii paralicznej na obszarze arkusza oszacowano na ok. 900–1100 m (Jureczka i in., 2005). Wychodnie tej serii są niewielkie i występują w środkowo-zachodniej części obszaru, w rejonie Koszutki – dzielnica Katowic (Biernat, Krysowska, 1956; reambulacja Wilanowski, 2016a).

Niezgodnie (z luką stratygraficzną) na utworach serii paralicznej leży górnośląska seria piaskowcowa. Następuje w niej wyraźna zmiana charakteru sedymentacji z paralicznej na limniczną, a granicę podkreśla nagła zmiana zespołów florystycznych. Strop górnośląskiej serii piaskowcowej stanowi ostatni poziom z fauną słodkowodną, towarzyszący pokładom węgla 408 i 407. Jest to jeden z najważniejszych poziomów korelacyjnych GZW. Górnośląską serię piaskowcową (warstwy siodłowe i rudzkie) tworzą głównie drobno- i średnioziarniste szare piaskowce, a także sporadycznie piaskowce gruboziarniste oraz zlepieńce (Kotas, Malczyk, 1972a). Występujące w jej obrębie przewarstwienia iłowców i mułowców mają zwykle kilka–kilkanaście metrów miąższości. W obrębie warstw siodłowych charakterystyczne jest dość częste występowanie pokładów węgla o miąższości do ok. 5 m, a czasami przekraczającej 10 m (Wilanowski, 2016b). Osady tej serii występują na powierzchni w środkowo-zachodniej części obszaru arkusza oraz sporadycznie w jego części południowej. Wychodnie tworzą głównie warstwy rudzkie, a lokalnie warstwy siodłowe. Miąższość górnośląskiej serii piaskowcowej jest zróżnicowana i wynosi od 100 do 350–400 m (Jureczka i in., 2005).

Serię mułowcową tworzą warstwy załęskie, odpowiadające westfalowi A, a w stropowej części także warstwy orzeskie dolnego westfalu B. Granicę pomiędzy westfalem A i B stanowi przewodni poziom tufitowy pokładu 327. Omawianą serię cechuje bardzo monotonna litologia – dominują mułowce i iłowce, a przewarstwienia drobnoziarnistych piaskowców mają zwykle miąższość kilku, czasami kilkunastu metrów. Charakterystyczna dla całej serii jest wyraźna przewaga osadów

aleurytowo-pelitycznych nad gruboklastycznymi oraz znaczna ilość cyklotemów węglowych, w których większości występują pokłady węgla kamiennego, najczęściej o niewielkiej miąższości (na ogół do 1,5 m). Pokłady są zmienne, często z przerozami i tylko w spągowej partii serii osiągają większą miąższość (Wilanowski, 2016b). W iłowcach i mułowcach występują liczne syderyty ilaste w postaci konkrekcji, wkładek i soczewek. Górna granica warstw orzeskich jest wyraźna, dzięki zmianie litofacjalnej osadów, natomiast dolna granica jest omdowna i nie zaznacza się ani litologicznie, ani paleontologicznie. Miąższość omawianej serii sięga ok. 150–200 m. Opiswane utwory (głównie warstwy orzeskie) występują na powierzchni lub pod cienką pokrywą osadów czwartorzędowych jedynie w południowej części obszaru arkusza (Wilanowski, 2016b).

Erozyjnie na osadach karbonu górnego leżą utwory **triasu** dolnego i środkowego. Na powierzchni terenu występują one w północnej (rejon Siemianowic Śląskich, Czeladzi oraz Sosnowca) i środkowej części obszaru, gdzie tworzą izolowane „wyspy” w podłożu czwartorzędu lub miocenu. Miąższość osadów triasu jest zmienna i waha się od 40 m w środkowej do ponad 100 m w północnej części arkusza, maksymalnie osiąga ok. 132 m w Czeladzi (Biernat, Krysowska, 1956; reambulacja Wilanowski, 2016a; Wilanowski, 2016b).

Utwory triasu dolnego (scytyk, z piętami ind i olenek) – warstwy świerklanieckie – są wykształcone jako piaski, piaskowce, iły, iłowce i mułowce. Ich stratotypowy profil został opisany w rejonie Świerklańca, kilkanaście kilometrów na północny zachód od krańców arkusza Siemianowice. Ich niewielkie wychodnie znajdują się głównie w Milowicach i Siemianowicach Śląskich (północno-zachodni kraniec arkusza). Są to osady pochodzenia łądowego o charakterystycznym czerwonym zabarwieniu. Miejscami towarzyszą im mułowce i piaskowce drobno- i średnioziarniste oraz podrzędnie piaskowce zlepieńcowate. Ich miąższość jest zmienna, na ogół wynosi ok. 10 m, a wyjątkowo ok. 20 m, lokalnie zredukowana jest do 2–4 m (Wilanowski, 2016b).

Na warstwach świerklanieckich niezgodnie leżą dolomity, margle i wapienie (wapienie jamiste) najniższego triasu środkowego (anizyku), wcześniej określane jako utwory retu. Tworzą one niewielkie wychodnie u podstawy wzgórz w okolicy Czeladzi (dzielnic Piaski), Milowic (dzielnic Sosnowca), a także w Siemianowicach Śląskich. W dolnej części profilu omawianych utworów znajdują się głównie szare dolomity z przewarstwieniami wapieni i margli oraz lokalnie dolomity marglistych i wapieni dolomitycznych. W górnej części występują dolomity jasno-żółte i szare z coraz liczniejszymi ku stropowi przewarstwieniami wapieni szarych lub szarobrazowych, grubokrystalicznych, zwięzłych z niewielkimi kawernami. Miąższość omawianych osadów wynosi 25–35 m, na wychodniach jest ona zredukowana do kilkunastu metrów (Biernat, Krysowska, 1956; reambulacja Wilanowski, 2016a; Wilanowski, 2016b).

Nad kompleksem tych skał występują wapienie warstw gogolińskich, które na opisywanym obszarze budują większość stoków i wierzchołków wzgórz, o wysokości od ok. 280 do 324 m n.p.m., pomiędzy Siemianowicami Śląskimi a Będzinem. W dolnej części profilu omawianych utworów zdecydowanie przeważają wapienie płytowe, a w górnej dominują wapienie faliste, zazwyczaj zailone i margliste. Miąższość warstw gogolińskich poza strefą ich wychodni przeważnie wynosi 30–38 m (Biernat, Krysowska, 1956; reambulacja Wilanowski, 2016a; Wilanowski, 2016b).

Dolomity kruszczone budują stoki i niektóre wierzchołki wzgórz o wysokości od ok. 280 do 310 m n.p.m. w Siemianowicach Śląskich, Czeladzi i Będzinie. Zespół średnioławicowych, ciemnoszarych, drobno- i średnioziarnistych dolomitów zbitych i jamisto-porowatych, miejscami skrzemionkowanych leży na badanym obszarze na ogół powyżej warstw gogolińskich. Podścielają one gruboławicowe i grubokrystaliczne, silnie porowate szare dolomity. W stropie kompleksu dolomitów kruszczone znajdują się dolomity szarożółte i żółte jamisto-porowate, drobno- i średnioziarniste oraz średnio- i gruboławicowe. W obrębie dolomitów kruszczone występuje mineralizacja siarczkami cynku i ołowiu, szczególnie obfita

w pobliżu spągu kompleksu. Miąższość dolomitów kruszczone wynosi ok. 25 m, jednak w wielu miejscach zostały one w znacznym stopniu wyeksploatowane, m.in. w skrajnie zachodniej części Siemianowic Śląskich (Biernat, Krysowska, 1956; reambulacja Wilanowski, 2016a; Wilanowski, 2016b).

Wyżej w profilu triasu środkowego (anizyku) występują dolomity diploporowe warstw jemielnickich, które odsłaniają się na powierzchni, budując wierzchołki wzgórz, głównie w północnej części obszaru arkusza w okolicy Będzina i Czeladzi. Dolna część profilu omawianych utworów jest reprezentowana przez średnio- i gruboławicowe, drobno- i średnioziarniste dolomity, wyżej występują dolomity cienkoławicowe, margliste, laminowane poziomo i faliście ze zróżnicowaną fauną i florą. Miąższość warstw diploporowych jest mocno zredukowana i na ogół nie przekracza 10 m (Biernat, Krysowska, 1956; reambulacja Wilanowski, 2016a; Wilanowski, 2016b).

Utwory **paleogenu–neogenu**, reprezentowane przez gliny, żwirry, zlepienie i łupki ilaste, występują na bardzo niewielkim obszarze w północnej części omawianego obszaru, przy granicy z arkuszem Wojkowice (Wilanowski, 2016b). Są to osady zgromadzone głównie w lejach krasowych, rozwiniętych w stropie skał węglanowych triasu, szczególnie w strefach wychodni wapieni gogolińskich i dolomitów kruszczone. Osady te wcześniej zaliczano do jury dolnej. W omawianych utworach podrzędnie występują też piaski i glinki ogniotrwałe. Skład chemiczny minerałów ilastych tworzących regolity i ich podobieństwo do niewątpliwie oligoceńsko-miocenickich „piasków formierskich”, występujących w lejach krasowych na wychodniach wapieni górnourajskich, skłania do przyjęcia głównie miocenickiego ich wieku (Lewandowski, Ciesielczuk, 1997). Miąższość omawianych utworów osiąga 20 m (Wilanowski, 2016b).

Osady **czwartorzędowe** pokrywają ok. 65% obszaru arkusza warstwą o bardzo zróżnicowanej miąższości, od kilku metrów na wysoczyznach do ponad 50 m w dolinach kopalnych, osiągają 60 m w południowo-wschodniej części arkusza (kopalna dolina Rawy). Poza dolinami kopalnymi, w obniżeniach, miąższość pokrywy osadów czwartorzędowych najczęściej mieści się w przedziale 20–30 m. Na powierzchni terenu występują – oprócz utworów dolin kopalnych – głównie gliny zwałowe zlodowacenia Sanu 1, piaski i żwirry wodnolodowcowe zlodowacenia Odry oraz gliny i piaski deluwialne (lokalnie na utworach triasu i karbonu) oraz eluwialne piaski i gliny zwietrzelinowe (Biernat, Krysowska, 1956; reambulacja Wilanowski, 2016a; Wilanowski, 2016b).

Glina zwałowa **złowaceń południowopolskich** (Sanu 1) odsłaniają się na powierzchni w południowej i środkowej części arkusza (okolice Bogucic i Milowic) albo są przykryte cienką warstwą osadów wodnolodowcowych zlodowacenia Odry lub utworów eluwialnych, a lokalnie deluwialnych. Są to gliny pylasto-piaszczyste, żółtobrazowe i szarożółte. Ich miąższość wynosi przeważnie 4–8 m, a na stokach wzgórz zbudowanych z utworów karbońskich ok. 2 m (Biernat, Krysowska, 1956; reambulacja Wilanowski, 2016a; Wilanowski, 2016b).

Piaski i żwirry wodnolodowcowe zachowały się tylko lokalnie pod przykryciem osadów wodnolodowcowych zlodowacenia Odry. Leżą one na glinach zwałowych lub bezpośrednio na utworach karbońskich. Są to piaski drobnoziarniste z przewarstwieniami piasków średnioziarnistych ze żwirami i pojedynczymi okruchami skał lokalnych, o miąższości 2–5 m. Piaski, żwirry i mułki rzeczne, wśród których dominują piaski różnoziarniste z domieszką żwirów drobnoziarnistych i z soczewkami żwirów w spągu wypełniają dolinę kopalną Brynicy (Biernat, Krysowska, 1956; reambulacja Wilanowski, 2016a; Wilanowski, 2016b).

Osady **złowaceń środkowopolskich** (Odry) budują ok. 20% powierzchni arkusza. Są to piaski i żwirry wodnolodowcowe rozprzestrzeniające się głównie w południowej i zachodniej części opisywanego obszaru. W dolinie Brynicy i Rawy tworzą sandr dolinny, którego powierzchnia łagodnie opada ku zachodowi, fragmentarycznie występują w postaci niewielkich płatów na wysoczyznach. Są to przeważnie żółte i jasnobrazowe piaski drobno- i średnioziarniste ze zmienną, na

ogół niewielką, domieszką drobnoziarnistych żwirów. Ich miąższość w dolinie wynosi 5–10 m, na pozostałym obszarze przeważnie 2–5 m, a sporadycznie – głównie na wysoczyznach – jest zredukowana do ok. 1,5 m. Iły i mułki zastoiskowe występują powszechnie w obniżeniu doliny Przemszy w południowej części arkusza pod przykryciem osadów wodnolodowcowych lub rzecznych. Są to szare iły piaszczyste i mułki o miąższości 3–8 m (Biernat, Krysowska, 1956; reambulacja Wilanowski, 2016a; Wilanowski, 2016b).

Utwory czwartorzędu nierozdzielonego zajmują niewielką część powierzchni arkusza. Są to piaski i gliny zwietrzelinowe (eluwialne), towarzyszące najczęściej glinom zwałowym zlodowacenia Sanu 1, ale też innym utworom powierzchniowym, głównie czwartorzędowym. Zajmują one znaczne powierzchnie w środkowej (rejon Dąbrówki Małej i Siemianowic Śląskich) i w mniejszym stopniu południowej części arkusza (rejon Szopienic). Są to przeważnie piaski zaglinione lub gliny bardzo piaszczyste żółte i brązowe, o miąższości ok. 1,5–2,0 m, lokalnie sięgającej 3 m. Glina i piaski deluwialne występują u podnóża wzgórz zbudowanych z utworów karbońskich, głównie w okolicy Katowic i Siemianowic Śląskich lub skał triasowych w okolicy Będzina i Sosnowca. Miejscami występują one na stokach lub częściowo wypełniają słabo wykształcone dolinki. Są to przemyte osady gliniasto-piaszczyste z pojedynczymi żwirami. Ich miąższość wynosi przeważnie 2–4 m, a lokalnie zaledwie ok. 1,5 m (Biernat, Krysowska, 1956; reambulacja Wilanowski, 2016a; Wilanowski, 2016b).

Utwory holocenu są reprezentowane głównie przez osady rzeczne i bagienne związane ze współczesnymi dolinami rzecznyymi Brynicy i Rawy. Są to mułki, piaski i żwirry rzeczne tarasów zalewowych rzek i den dolinnych. W ich obrębie dominują piaski drobno- i średnioziarniste z domieszką drobnoziarnistych żwirów w części spągowej i piasków pyłowych w części stropowej. Osady te o maksymalnej miąższości 5–10 m wypełniają dawne nierówności, starorzecza i łożyska płynących tam rzek. Namuły den dolinnych występują w górnych odcinkach dolin cieków oraz wypełniają zagłębienia terenu o utrudnionym odpływie wód. Są to piaski pylaste i drobnoziarniste o miąższości ok. 3 m. Torfy wypełniają kilka niewielkich zagłębień w dolinie Rawy. Przykrywają one mułki, piaski i żwirry rzeczne tarasów zalewowych. Torfy te częściowo wyeksploatowano lub rozkopano w trakcie prac melioracyjnych i miejscami przykryto osadami antropogenicznymi (Biernat, Krysowska, 1956; reambulacja Wilanowski, 2016a; Wilanowski, 2016b).

Złóża kopalne. Obszar objęty arkuszem Siemianowice Śląskie ma bogatą historię badań geologicznych ze względu na występujące na tym terenie złoża węgla kamiennego i w mniejszym stopniu surowców skalnych – wapieni i margli oraz piasków.

Pierwsze wzmianki o wydobyciu węgla kamiennego i zakładaniu kopalń na opisywanym obszarze sięgają XVIII w. Były to wówczas niewielkie kopalnie, prowadzone metodą odkrywkową, których łączna produkcja aż do lat 80. XVIII w. nie przekraczała kilkuset ton rocznie. W 1788 r. w Katowicach, w dzielnicy Janów, zlokalizowanej tuż za południową granicą arkusza, powstała kopalnia „Bergthal” działająca do 1823 r. Najstarszą kopalnią na opisywanym terenie jest późniejsza kopalnia „Wieczorek”, położona w południowej części opisywanego arkusza, a jej początki datują się na 1823 r., kiedy to w rejonie dzielnic Janów i Szopienice odkryto wychodnie miąższych (ok. 3 m) pokładów węgla kamiennego, na których powstało pole „Morgenroth” („Jutrzenka”). Wydobycie węgla kamiennego w, należących ówczesne do Niemiec, południowej i zachodniej części opisywanego arkusza rozwijało się w XIX w. dynamicznie. Od 1823 r. zaczęła działać późniejsza KWK „Katowice”, od 1837 r. – KWK „Mysłowice”, od 1845 r. – KWK „Kleofas”, a od 1855 r. – KWK „Siemianowice”. Było to związane ze stale zwiększającym się zapotrzebowaniem przemysłu na węgiel kamienny do powstałych w tamtym rejonie hut żelaza i cynku (KWK „Wieczorek”).

W drugiej połowie XIX w. w północno-wschodniej i wschodniej części arkusza, na obszarach należących w tamtym czasie do Rosji, zostały rozpoczęte prace po-

szukiwawcze i późniejsze wydobywanie węgla kamiennego, w związku z zapotrzebowaniem na ten surowiec przy produkcji cynku. Wydobywanie węgla na skalę przemysłową rozpoczęto w 1887 r., a jego intensywny rozwój w kolejnych dziesięcioleciach odbywał się głównie za przyczyną dużej aktywności Towarzystwa Górniczo-Przemysłowego Saturn, które w 1900 r. przejęło KWK „Saturn” w Czeladzi oraz uruchomiło w 1912 r. kopalnię „Jowisz” w Wojkowicach (na północ od opisywanego arkusza). Kopalnie te działały ze zmienną aktywnością, uzależnioną m.in. od sytuacji geopolitycznej (m.in. dwie wojny światowe), do końca XX w., kiedy to zakończono wydobywanie z uwagi na wyczerpanie zasobów i co za tym idzie znaczny wzrost kosztów produkcji (Jaros, 1984).

W dolomitach wapienia muszlowego dolnego w niecce bytomskiej występują rudy cynku i ołowiu oraz rudy żelaza. Na obszarze arkusza Siemianowice Śląskie złoża tych rud były znane w przeszłości z Gzichowa (dzielnica Będzina), gdzie czynna była niewielka kopalnia rud cynkowo-ołowiowych. Ślady po kopalnictwie rud cynku i ołowiu oraz rud żelaza są również znane z kilku miejsc zlokalizowanych na północ od Czeladzi (Biernat, 1970).

Na obszarze objętym arkuszem aktualnie jest udokumentowanych 19 złóż kopalni: węgla kamiennego, metanu pokładów węgla, wapieni i margli przemysłu wapienniczego oraz piasków i żwirów (Szuflicki i in., 2023). Informacje dotyczące parametrów złóż oraz parametrów jakościowych kopalni zacytowano za dokumentacjami geologicznymi poszczególnych złóż oraz systemem gospodarki i ochrony bogactw mineralnych (MIDAS).

Na całym obszarze udokumentowano piętnaście wielopokładowych złóż **węgla kamiennego** (Szuflicki i in., 2023). Są to złoża: „Wieczorek”, „Kleofas”, „Wujek”, „Siemianowice-Szopienice I”, „Polska-Wirek”, „Sosnowiec”, „Barbara-Chorzów”, „Barbara Chorzów 2”, „Katowice”, „Rozalia”, „Saturn”, „Grodziec”, „Siemianowice”, „Paryż” i „Mysłowice”, w różnym stopniu wchodzące w obręb arkusza. Z uwagi na wyczerpanie zasobów węgla kamiennego na skutek wieloletniej eksploatacji i dokumentowanie mniejszych złóż w granicach złóż już udokumentowanych, ich liczba i granice podlegają w ostatnich latach bardzo częstym zmianom. Zgodnie z *Bilansem zasobów...* (Szuflicki i in., 2023) obecnie największe zasoby bilansowe węgla posiadają złoża „Kleofas” (169,1 mln t) i „Polska-Wirek” (153,5 mln t), zasoby bilansowe złóż „Wieczorek” i „Wujek” wynoszą 105–110 mln t, a w pozostałych złożach od 27 do 61 mln t. Zasoby przemysłowe posiadają jedynie złoża „Wieczorek” – 2,56 mln t i „Wujek” – 11,07 mln t. Zasoby węgla kamiennego zostały udokumentowane do głębokości od 700–720 m (złoża „Siemianowice” i „Kleofas”) do 1000–1250 m (złoża „Wieczorek”, „Barbara-Chorzów”, „Grodziec”, „Rozalia”, „Paryż”, „Siemianowice-Szopienice I”, „Barbara-Chorzów 2”) w kategoriach A–C₂. Serię złożową stanowią pokłady warstw orzeskich (grupa 300), rudzkich (grupa 400), siódłowych (grupa 500) oraz warstw porębskich (grupa 600). Liczba udokumentowanych pokładów jest bardzo zmienna i wynosi od jednego w złożu „Barbara Chorzów”, trzech w złożu „Rozalia”, siedmiu w złożu „Siemianowice-Szopienice I”, do dwudziestu dziewięciu w złożu „Wujek”. Na opisywanym obszarze występują przede wszystkim węgle energetyczne typu 31+32, rzadziej węgle koksowe typu 33 i 34. Miąższości pojedynczych bilansowych pokładów węgla są zróżnicowane i wahają się od 1,0 do 10,4 m. Parametry jakościowe węgla kamiennych energetycznych charakteryzuje duże zróżnicowanie. Dla węgla typu 31+32 wartość opałowa waha się od 18 087 do 32 400 kJ/kg, zawartość popiołu zawiera się w szerokim przedziale od 2,5 do 32,0%, a zawartość siarki waha się od 0,25 do 2,77%. Dla węgla typu 33 i 34 wartość opałowa waha się od 25 740 do 33 300 kJ/kg, zawartość popiołu mieści się w przedziale od 1,7 do 20,0%, a zawartość siarki waha się od 0,5 do 1,8%.

W ramach restrukturyzacji i reorganizacji górnictwa od lat 90. XX w. zachodziły duże zmiany w strukturze górnictwa, polegające na likwidowaniu i/lub łączeniu kopalń/ruchów/zakładów górniczych węgla kamiennego w kopalnie wieloruchowe. W ostatnich latach XX w. (lata 1994–1999) zamknięto kopalnie: „Siemianowice”,

„Barbara-Chorzów”, „Paryż”, „Saturn”, „Sosnowiec”, „Katowice” i „Rozalia”. Zakłady wydobywcze i infrastruktura przemysłowa zostały w przeważającej części zlikwidowane, a tereny poprzemysłowe podlegają rewitalizacji i zyskują nowe przeznaczenie. W latach 2004–2021 zamknięto kopalnie: „Kleofas”, „Polska-Wirek”, „Mysłowice” i „Wieczorek”. KWK „Wujek-Śląsk” została połączona z KWK „Murcki-Staszic” i funkcjonuje od 2021 r. jako KWK „Staszic-Wujek”, ale nie prowadzi już wydobywania ze złoża „Wujek”.

Złożom węgla kamiennego towarzyszy **metan**. Występuje on w postaci sorbowanej tzn. fizyczno-chemicznie związanej z węglem kamiennym i rozproszoną substancją węglową, a jego zawartość w węglach rośnie wraz z głębokością występowania pokładu. Metan na obszarze arkusza jest udokumentowany do głębokości ok. 1250 m jako kopalina towarzysząca w złożach „Barbara-Chorzów 2” (poza obszarem eksploatacji węgla kamiennego) i „Wieczorek”. Nie jest on ujmowany i gospodarczo wykorzystywany.

W środkowej części obszaru objętego arkuszem, w obrębie wychodni **wapieni** warstw gogolińskich triasu środkowego, udokumentowano złoża „Calcium Brynica-Czeladź”. Na powierzchni 3,6 ha (w dwóch polach), pod nadkładem o zróżnicowanej miąższości od 0,2 do 6,5 m, udokumentowano wapienie i margle dla przemysłu wapienniczego o średniej miąższości 23,2 m. Średnia zawartość CaO w kopalinie wynosi 53,0%, MgO – 1,6%, a SiO₂ – 4,88%. Złoża eksploatowano okresowo od lat 20. do lat 60. XX w.

W obrębie osadów deluwialnych i wodnolodowcowych w północnej części arkusza udokumentowano złoża piasków „Michałkowice”. Zajmuje ono powierzchnię 2,18 ha. Kopalinę główną złoża stanowią piaski czwartorzędowe o miąższości od 10,5 do 13,2 m, znajdujące się pod nadkładem o grubości 0,9–3,1 m. Punkt piaskowy wynosi średnio 96,47%, zawartość pyłów mineralnych jest znikoma i waha się od 0,09 do 0,82%. Złoża pozostaje niezagospodarowane, a jego zasoby geologiczne wynoszą 465 tys. ton.

ANTROPOPRESJA

Obszar znajdujący się w granicach arkusza jest silnie zmieniony antropogenicznie. Głównymi źródłami powodującymi przekształcenia terenu są: przemysł wydobywczy, przemysł hutniczy metali żelaznych i nieżelaznych oraz przetwórstwo przemysłowe. Ponadto na przekształcenia terenu wpływają również silna urbanizacja oraz funkcjonująca infrastruktura liniowa.

Tereny przeobrażone w wyniku działalności przemysłu wydobywczego znajdują się na całym analizowanym obszarze. Miejsca, na których prowadziły działalność huty metali nieżelaznych i żelaznych, są natomiast zlokalizowane w południowo-wschodniej części arkusza, w rejonie dzielnicy Szopienice-Burowiec w Katowicach (hutnictwo cynku i ołowiu), w południowej części (hutnictwo rud żelaza) oraz w części centralnej, na południe od centrum miasta Siemianowice Śląskie (hutnictwo rud żelaza oraz rud cynku i ołowiu). Efektem działalności przemysłowej na tych obszarach są deformacje ciągłe (niecki osiadań) i nieciągłe powstałe w wyniku podziemnej eksploatacji węgla kamiennego. Największe ryzyko deformacji występuje na granicy miast Siemianowice Śląskie, Katowice i częściowo Czeladzi. Na obszarze arkusza występują również tereny historycznej płytkiej eksploatacji surowców mającej połączenie z powierzchnią. Liczne są hałdy, zwalowiska, składowiska przemysłowe i komunalne (w tym zrekultywowane), a także tereny poprzemysłowe, powstałe w wyniku likwidacji zakładów wydobywczych i hutniczych, którym nie nadano jeszcze nowych funkcji użytkowych (Oszańcy i in., 2014; Durka-Kamińska, 2020, 2021; Studium..., 2022), np. teren przy byłej Walcowni Rur Jedność w Siemianowicach Śląskich. W granicach arkusza znajdują się również obniżenia i zagłębienia po eksploatacji piasków, glin i wapieni. Naj-

większe z nich występują w południowo-wschodniej części arkusza na granicy miast Katowice, Sosnowiec i Mysłowice, ale również w Czeladzi w rejonie osiedla Borowa oraz w Siemianowicach Śląskich w Bytkowie, Michałkowicach przy granicy z Chorzowem i w Bańgowie w rejonie Stawu Rzęsa oraz części byłego składowiska odpadów komunalnych Landeco (Głogowska i in., 2018).

Wśród form związanych z funkcjonującą infrastrukturą liniową można wyróżnić głównie nasypy drogowe i kolejowe oraz tereny zajęte pod gęstą sieć dróg, a także linie kolejowe i tramwajowe. Natomiast obszary silnie zurbanizowane obejmują m.in. zabudowę mieszkaniową występującą na przeważającej części arkusza, wielkoobszarową zabudowę handlową (np. rejon ul. Kapicy i Kopalnianej w Siemianowicach Śląskich, Nowy Rozdzień w Katowicach), tereny magazynowe (np. rejon drogi DK86 w Sosnowcu), sportowe (np. ul. Kresowa w Sosnowcu, ul. Park Pszelnik w Siemianowicach Śląskich), obszary zajęte pod instalacje gospodarki odpadami np. Zakład Odzysku i Unieszkodliwiania Odpadów – rejon ul. Milowickiej w Katowicach, GPSZOK przy ul. Szyb Jana w Czeladzi (Głogowska i in., 2018; Cofałka i in., 2019).

Powietrze atmosferyczne. Istotny udział w kształtowaniu warunków arosanitarnych odgrywają czynniki antropogeniczne, w tym przede wszystkim emisja wynikająca z indywidualnego ogrzewania budynków mieszkalnych, która jest głównym źródłem wysokich koncentracji pyłu zawieszonego (zarówno PM10, jak i PM2,5) i zawartego w pyłe PM10 benzo(a)pirenu (Roczna ocena...). Poza emisją wynikającą ze spalania paliw niekorzystny wpływ na jakość powietrza atmosferycznego ma także emisja związana z sektorem transportu (emisja liniowa). Jej oddziaływanie dotyczy przede wszystkim obszarów dróg o dużym natężeniu ruchu (m.in. DK94, DK86, DK79) oraz ich bezpośredniego sąsiedztwa i przejawia się m.in. podwyższonymi stężeniami tlenków azotu, które są emitowane przez pojazdy kołowe. Nie bez znaczenia dla stanu powietrza są również zanieczyszczenia emitowane przez zakłady przemysłowe (emisja punktowa), w tym szczególnie uwalniane w sposób nieorganizowany lub za pośrednictwem niskich emitorów (Roczna ocena...).

Niezadowolająca jakość powietrza na obszarze arkusza wynika z faktu przekraczania poziomów dopuszczalnych/docelowych stężeń pyłu zawieszonego, benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10 oraz dwutlenku azotu. Dotychczasowe działania realizowane w celu ochrony powietrza skutkują sukcesywną i zauważalną jego poprawą, co potwierdzają wyniki państwowego monitoringu środowiska (Roczna ocena...).

Wody powierzchniowe. Sieć hydrograficzna opisywanego obszaru jest znacznie przekształcona antropogenicznie. Zarówno Brynica, jak i Rawa płyną uregulowanym, wybetonowanym i obwałowanym korytem bez powiązań hydraulicznych z wodami podziemnymi. W rejonie Katowic (Śródmieście) betonowy kolektor Rawy jest zakryty (Głogowska i in., 2018; Orzechowski, 2023). Rów Michałkowicki i Rów Śmiłowski tylko w dolnym biegu mają otwarte koryta, w pozostałej części płyną w zamkniętym kolektorze (Durka-Kamińska, 2020). Bolina, przepływająca przez analizowany obszar, w jego południowo-wschodniej części jest ciekim uregulowanym, o ziemnym korycie (Konieczny i in., 2015). Dodatkowymi elementami sieci hydrograficznej omawianego obszaru są powierzchniowe zbiorniki wodne o charakterze antropogenicznym. Powstały one głównie w wyniku obniżenia terenu, wskutek działalności górniczej i wydobywania kruszyw (Konieczny i in., 2015).

Stan jakości wód powierzchniowych płynących w obrębie obszaru objętego granicami arkusza oceniono jako zły (Ocena..., 2016–2021). Potwierdzeniem tego stanu wód jest również ocena środowiskowa wykonana dla trzech Jednolitych Części Wód Powierzchniowych (rzecznych), w ramach której wszystkie JCWP zostały uznane za zagrożone nieosiągnięciem celów środowiskowych wyznaczonych w Planie gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły (Rozporządzenie..., 2023). Na zły stan jakości wód wpływ mają: zrzuty ścieków komunalnych i przemysłowych, spływy powierzchniowe wód opadowych z terenów przemysłowych, dróg, placów

i powierzchni dachowych oraz zrzuty wód dołowych (z b. KWK „Siemianowice” – szyb Bańgów i Siemianowice III).

Wody podziemne. Analizowany obszar jest położony w makroregionie centralnym i śląsko-krakowskim (XII) regionie hydrogeologicznym (Paczyński, 1995), a także w granicach JCWPd 111 i JCWPd 112 (północno-wschodni oraz południowo-wschodni teren arkusza) wg charakterystyki Jednolitych Części Wód Podziemnych (Baza CBDG – <https://dm.pgi.gov.pl/> [dostęp 19.12.2023]). Wody podziemne o znaczeniu użytkowym występują w piaszczystych, piaszczysto-żwirowych i piaszczysto-pylastych utworach czwartorzędu, marglisto-dolomitycznych i wapiennych utworach triasu reprezentowanych przez pstry piaskowiec, wapień muszlowy i ret oraz w piaskowcach należących do górnośląskiej serii piaskowcowej karbonu (Nowicki, 2007). Jakość wód oceniana jest jako słaba z uwagi na presję obszarów zurbanizowanych i uprzemysłowionych (w tym: odwadnianie wyrobisk górniczych). W rejonach północno-wschodnich i południowo-wschodnich stan ogólny wód podziemnych ocenia się jako dobry (Karty charakterystyk, 2023).

W północno-wschodniej części obszaru znajduje się Główny Zbiornik Wód Podziemnych GZWP nr 329 Bytom, który jest zbudowany ze skał dolomityczno-wapiennych triasu dolnego i środkowego (wapień muszlowy i ret) z wodami występującymi w ośrodkach szczelinowo-krasowych. Zbiornik ten nie posiada ustanowionych obszarów ochronnych. Wody w większości przypadków zaklasyfikowano 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).

Oczyszczalnia ścieków. Zlokalizowana w północnej części Katowic oczyszczalnia ścieków Dąbrówka Mała – Centrum jest instalacją mechaniczno-biologiczno-chemiczną z podwyższonym usuwaniem biogenów, do której są doprowadzane ścieki z katowickiej dzielnicy Dąbrówka Mała, z Siemianowic Śląskich i Czeladzi oraz z, będących dzielnicą Sosnowca, Milowic. Średnia przepustowość oczyszczalni wynosi 18 tys. m³/dobę (Katowickie Wodociągi SA). Odbiornikiem ścieków oczyszczonych jest rzeka Brynica (km 6+685) – wylot jest zlokalizowany w okolicach osiedla Pekin (Uchwała..., 2021).

W południowej części obszaru, w granicach administracyjnych miasta Katowice, znajduje się Oczyszczalnia Ścieków Gigablok. Obiekt ten, będący największą z katowickich oczyszczalni, przyjmuje ścieki z północnych dzielnic miasta: os. Koszutka, Śródmieście oraz os. Paderewskiego, a także z Załęża i os. Tysiąclecia, położonych poza obszarem arkusza. W okresie bezdeszczowym średnia przepustowość instalacji sięga 40 tys. m³/dobę. Proces oczyszczania ścieków jest oparty na metodzie osadu czynnego z usuwaniem biogenów (azotu i fosforu). Powstające osady są stabilizowane w procesie fermentacji beztlenowej, a uzyskiwany biogaz jest wykorzystywany do wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej (Katowickie Wodociągi SA). Oczyszczone ścieki są odprowadzane do Rawy (km 4+880) wylotem zlokalizowanym w bliskim sąsiedztwie oczyszczalni (Uchwała..., 2021).

Gleby. Dominującymi typami gleb są gleby brunatne wykształcone na glinach zwałowych i zwietrzelinie skał węglanowych oraz gleby bielcowe powstałe na podłożu piaszczystym lub gliniastym (Aktualizacja..., 2020; Program..., 2021; Studium..., 2022). Pokrywa glebowa została silnie przekształcona w wyniku procesów antropogenicznych, w tym obecnej oraz historycznej działalności przemysłu wydobywczego i przetwórczego oraz rozwoju funkcji miejskich i infrastruktury. Wpływ przemysłu i urbanizacji przejawia się poprzez przekształcenia mechaniczne (zdarcie i/lub wymieszanie naturalnej pokrywy glebowej z innym materiałem allochtonicznym), zanieczyszczenie metalami ciężkimi (m.in.: deponowanie odpadów wydobywczych i przemysłowych, emisje ze środków transportu), osuszenia i zawodnienia (w wyniku m.in.: zmian stosunków wodnych) czy też zasolenia i zakwaszenia m.in. w wyniku emisji przemysłowych, oddziaływania hałd i zwa-

łówek odpadów wydobywczych z górnictwa węgla kamiennego oraz opadów atmosferycznych (Program..., 2017a; Program..., 2017b; Oszańczy i in., 2014; Durka-Kamińska, 2020, 2021).

Gleby na obszarach historycznej eksploatacji oraz przeróbki rud cynku i ołowiu wykazują znaczne koncentracje Zn, Pb, Cd, Tl i Mn, natomiast w rejonie eksploatacji i przeróbki węgla kamiennego może występować ich zwiększone zasolenie, zanieczyszczenie, a także zanieczyszczenie w wyniku opadu pyłu w przypadku erozji wietrznej materiału drobnoziarnistego ze zwałowisk (Fajfer i in., 2010). Ponadto na stan jakości gleb bezpośredni wpływ ma również chemizm opadów atmosferycznych. Na analizowanym obszarze przeważają (59%) opady o pH poniżej 5,6 (tj. opady kwaśne), przy czym w latach 2013–2017 ich ilość zmniejszyła się o ok. 6% (Liana i in., 2014, 2018). W tym samym przedziale czasu zmniejszyła się również depozycja siarczanów i metali takich jak: kadm, ołów czy nikiel, natomiast nieznacznie wzrosła depozycja chlorków, sodu oraz metali ciężkich – cynku, miedzi i chromu.

Osuwiska. W granicach arkusza, na terenie Siemianowic Śląskich udokumentowano 5 osuwisk, z których 4 powstały w utworach antropogenicznych, m.in. w nasypie utworzonym w wyniku deponowania odpadów z przeróbki rud cynku oraz w skarpie wkopu kolejowego. Spośród zinwentaryzowanych osuwisk trzy są ciągle aktywne, jedno jest aktywne okresowo, a jedno, którego rzeźba wewnątrz-osuwiskowa jest zatarta i nie wykazuje świeżych pęknięć, szczelin czy nabrzmień, oceniono jako nieaktywne. Powierzchnia żadnego z osuwisk nie przekracza 0,5 ha (Piotrowski, Ziomek, 2022). Aktywne i małe osuwisko (o powierzchni nieprzekraczającej 0,5 ha) zarejestrowano także w Czeladzi, w bezpośrednim sąsiedztwie zabytkowego kościoła pw. Św. Stanisława Biskupa i Męczennika (Baza SOPO – <https://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/> [dostęp 12.01.2024]).

Zwałowiska, hałdy i składowiska odpadów. Występujące w przeszłości liczne zwałowiska, hałdy i składowiska przemysłowe były związane z przemysłem wydobywczym oraz przetwórczym. Odpady wydobywcze powstałe w wyniku eksploatacji węgla kamiennego były deponowane na zwałowiskach zajmujących duże powierzchnie, które były lokalizowane w pobliżu zakładów górniczych. Również odpady przemysłowe (pohutnicze i energetyczne) były składowane na hałdach i składowiskach w rejonie zakładów produkcyjnych. Ze względu na wysoki stopień uprzemysłowienia opisywanego rejonu, zwałowiska, hałdy i składowiska przemysłowe były lokalizowane obok siebie, a nawet (niektóre z nich) w miejscach po wcześniej już wyeksploatowanych odpadach. Największe skupisko zwałowisk, hałd i składowisk przemysłowych (obecnie zrehabilitowanych, w tym częściowo rozebranych) znajdowało się w części centralnej, na granicy Czeladzi, Siemianowic Śląskich, Katowic i Sosnowca. Były to zwałowiska nadpoziomowe (np. przy ul. Węglowej w Czeladzi), podpoziomowe (np. Hieronim w Czeladzi) i stawy osadowe (np. Alfred) należące do d. KWK „Saturn” (Studium..., 2005). Również w tej części obszaru, na terenie Srokwca w Siemianowicach Śląskich, pomiędzy zwałowiskami odpadów wydobywczych były zlokalizowane hałdy i składowiska odpadów przemysłowych, w tym d. huty Jedność SA (np. hałda odpadów hutniczych w rejonie ulic: Konopnickiej i Starej Katowickiej) i d. huty cynku Silesia (np. rozebrana hałda na granicy Siemianowic Śląskich i Katowic w rejonie ulic Plebiscytowej i Konduktorskiej) oraz składowisko odpadów energetycznych d. PKE SA – EC „Katowice”, obecnie TAURON Ciepło SA – Zakład Wytwarzania Katowice (Franiel, 2001; Studium..., 2016; Durka-Kamińska, 2021; TAURON Ciepło SA – <https://cieplo.tauron.pl/o-nas/obszary-wytwarzania> [dostęp 12.12.2023]).

W latach 1996–2006 na terenie hałdy odpadów hutniczych d. huty Jedność SA, w jej wyeksploatowanej części, funkcjonowało składowisko odpadów niebezpiecznych (obecnie zrehabilitowane). Całkowita powierzchnia składowiska wynosiła 1,6 ha, a powierzchnia niecki składowiska, w której były składowane odpady niebezpieczne – 0,8 ha. Składowisko to zaprojektowano i wykonano jako szczelny zbiornik ziemny, który posiadał zabezpieczenie przed zanieczyszczeniem środo-

wiska gruntowo-wodnego w postaci dwóch warstw uszczelniających folii HDPE, a także systemu odbioru odcieków. Początkowo na składowisko przyjmowano osady ponutralizacyjne i osady z oczyszczalni wód chłodniczych, pochodzące z d. huty Jedność SA. W grudniu 1999 r., zgodnie z uzyskaną decyzją Wojewody Śląskiego, rozszerzono wykaz odpadów niebezpiecznych deponowanych na tym obiekcie. Składowanie odpadów odbywało się w sposób nieselektywny (Stańczyk i in., 2003). Ogółem nagromadzono 36 tys. Mg odpadów niebezpiecznych (Plan..., 2003).

Obecność zwałowisk odpadów wydobywczych zaznaczyła się również w rzeźbie terenów antropogenicznie przekształconych, zlokalizowanych w północno-zachodniej części obszaru w Siemianowicach Śląskich, w dzielnicy Michałkowice (częściowo rozebrane zwałowisko przy ul. Michałkowickiej b. KWK „Siemianowice”) oraz na jego południowo-wschodnich krańcach, na granicy Katowic, Mysłowic i Sosnowca. W krajobrazie, na terenie w granicach arkusza Siemianowice Śląskie, występują również składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, na których deponowano odpady komunalne. Na terenie Katowic w dzielnicy Dąbrówka Mała (przy ul. Leopolda) znajduje się zrehabilitowane składowisko odpadów komunalnych. Czynne składowisko odpadów komunalnych funkcjonuje przy ul. Żwirowej (w tej samej dzielnicy). Obecnie eksploatowana jest trzecia kwarta składowiska (pierwsza i druga zostały zamknięte i zrehabilitowane). W 2023 r., na terenie zrehabilitowanej pierwszej kwarty wybudowano elektrownię fotowoltaiczną o mocy 1 MW (MPGK – <https://www.mpgk.com.pl> [dostęp 14.12.2023]). W Siemianowicach Śląskich w dzielnicy Bańgów (ul. Zwycięstwa) w latach 1992–2014 funkcjonowało składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, na którym deponowano odpady komunalne (Stańczyk i in., 2003). Składowisko zostało zamknięte, a teren po nim zrehabilitowany.

ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Badania wykonane w latach 2021–2024 obejmowały: studium materiałów publikowanych i archiwalnych, wyznaczenie siatki opróbowania gleb na mapach topograficznych w skali 1:10 000, pobranie próbek i pomiary współrzędnych geograficznych w miejscach ich lokalizacji, pomiary odczynu i przewodności elektrolitycznej właściwej wód powierzchniowych w terenie, analizy chemiczne próbek, utworzenie baz danych terenowych i laboratoryjnych, obliczenia statystyczne wyników analiz chemicznych, opracowanie podkładu topograficznego, opracowanie mapy geologicznej i map geochemicznych oraz interpretację wyników. Kolejność prac ilustruje zamieszczony poniżej schemat (fig. 1).

PRACE TERENOWE

Próbki gleb pobierano za pomocą ręcznej sondy o średnicy 60 mm w regularnej siatce 250×250 m (16 próbek/km²). Lokalizację miejsc opróbowania dokumentują mapy przedstawiające jednocześnie zabudowę i użytkowanie terenu (tabl. 2, 3). Łącznie pobrano 1297 próbek z głębokości 0,0–0,3 m oraz 1163 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 251 i 225 próbek) pobierano w analogicznych lokalizacjach z rzek, strumieni, rowów, kanałów, jezior, osadników, sadzawek i stawów. Różnica pomiędzy liczbą próbek była uwarunkowana możliwością ich pobrania (brak materiału wynikający np. z okresowe-

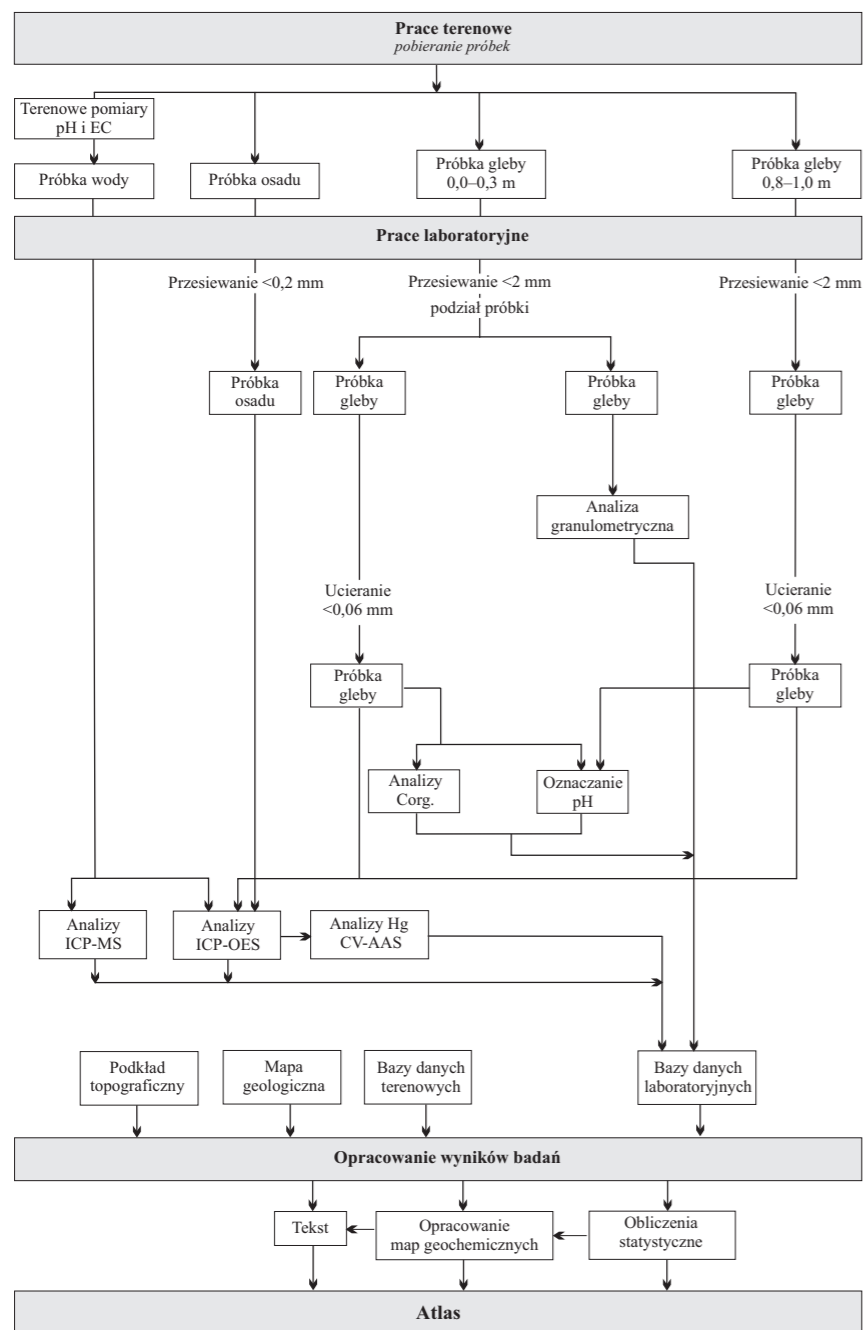


Fig. 1. Schemat wykonanych prac

go wysychania cieków lub wybetonowania ich koryt). Odległość między miejscami pobierania próbek z cieków i zbiorników wynosiła ok. 250 m. Lokalizację punktów opróbowania przedstawiono na tablicach (zaczynając odpowiednio od numerów 7 i 9), obrazujących zawartości poszczególnych pierwiastków w tych elementach środowiska.

Próbki wód powierzchniowych pobierano bezpośrednio strzykawką ze zbiornika/cieku. W przypadkach braku bezpiecznego podejścia, wody pobierano czerpakiem. Przewodność elektrolityczną właściwą wód (EC, ang. *Electrical Conductivity*) i ich odczyn (pH) mierzono w terenie za pomocą pH-metru/konduktometru (Elmetron CPC-105) z automatyczną kompensacją temperaturą, przyjmując temperaturę referencyjną 25°C. Pobrane wody były filtrowane w terenie przez

filtry Milipore 0,45 μm , wlewane do butelek o objętości 30 cm^3 i zakwaszane kwasem azotowym (V) do pH <math><2</math>. Butelki opisywano odpowiednimi numerami. Próbki osadów wodnych o masie ok. 500 g i możliwie najdrobniejszej frakcji pobierano z brzegów zbiorników i cieków za pomocą czerpaka i umieszczano w pojemnikach z tworzywa sztucznego o pojemności 500 cm^3 , opisanych odpowiednimi numerami.

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

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

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

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

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

Uwagi:.....

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

Nr próbki					pH	Współrzędne	
Osad 3						X	
Woda 4					EC	Y	

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

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

Uwagi:.....

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

PRACE LABORATORYJNE

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

Przygotowanie próbek. Próbki gleb po przewiezieniu do laboratorium były suszone w temperaturze pokojowej i przesiewane przez sита nylonowe o oczkach 2 mm. Każdą próbkę gleby z głębokości 0,0–0,3 m, po przesianiu i kwartowaniu, dzielono na dwie podpróbki: jedną przeznaczoną do analizy chemicznej, drugą do analizy granulometrycznej. Każdą próbkę gleby z głębokości 0,8–1,0 m, po przesianiu i kwartowaniu, przeznaczano do analizy chemicznej (fig. 1). Próbki gleb przeznaczone do analiz chemicznych ucierano do frakcji <math><0,06\text{ mm}</math> w agatowych młynach kulowych. Próbki osadów wodnych suszono w temperaturze pokojowej, a następnie przesiewano przez sита 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 z użyciem wody królewskiej (1 g próbki do końcowej masy mineralizatu 50 g) przez 1 godz. w temp. 95°C w termostатовanym bloku grzewczym.

Oznaczenia zawartości Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V i Zn w glebach i osadach 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-H₂O), stosując proporcje wagowe 1:5 (gleba:woda), a oznaczenia zawartości węgla organicznego (C_{org}) 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”.

Niepełność 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^3 , 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) według własnej procedury opracowanej na podstawie normy PN-B-04481: 1988. Po utlenieniu materii organicznej (przez zastosowanie 30% roztworu nadtlenku wodoru – perhydrołu) próbki przemywano przez sito 0,02 mm, a pozostałość przesiewano na sucho przez kolumnę sit o wymiarach oczek: 1 mm; 0,1 mm; 0,02 mm i ważono uzyskane frakcje: 2–1 mm, 1,0–0,1 mm i <math><0,02\text{ mm}</math>.

Wyniki analiz granulometrycznych (po przeliczeniu na udziały procentowe) przedstawiono na mapach klas ziarnowych: 1,0–0,1 mm – frakcja piaszkowa, 0,10–0,02 mm – frakcja pyłowa i <math><0,02\text{ mm}</math> – frakcja ilowa (tabl. 4–6).

Metody analityczne i granice oznaczalności

Analytical methods and determination limits

Tabela 1
Table

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

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

BAZY DANYCH I KONSTRUKCJA MAP GEOCHEMICZNYCH

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

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

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

Zebrane dane 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 wydzielenia podzbiorów do obliczeń statystycznych według różnych kryteriów środowiska, na przykład zawartości pierwiastków w glebach terenów przemysłowych, glebach leśnych, glebach terenów miejskich, w osadach i wodach poszczególnych cieków i zbiorników oraz do konstrukcji map geochemicznych. Obliczenia parametrów statystycznych wykonano (w programie *Statistica*) zarówno dla całych zbiorów, jak i podzbiorów gleb, osadów wodnych 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 (tablice 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 Katowice (Biernat, Krysowska, 1956; reambulacja Wilanowski, 2016a). 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 Siemianowice Śląskie opracowano następujące mapy (tabl. 2–63):

- zabudowa terenu,
- użytkowanie terenu,
- zawartość węgla organicznego oraz frakcji piaskowej, 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, SO₄²⁻, Sb, Se, SiO₂, 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 gleb, 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, 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 według skali przyjętej w gleboznawstwie, z podziałem na gleby (Bednarek i in., 2004): 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). Rozkład przestrzenny wybranych pierwiastków w glebach przedstawiono przy zastosowaniu postępu geometrycznego do wyznaczenia klas rozkładu.

Mapy geochemiczne osadów i wód powierzchniowych opracowano oddzielnie dla arkusza Siemianowice Śląskie. 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 (tabl. 63) ze względu na dopuszczalną zawartość kadmu, wyniki badań geochemicznych odniesiono do dopuszczalnych zawartości substancji powodujących ryzyko określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (Rozporządzenie..., 2016).

Tabela 2
Table

Parametry statystyczne zawartości pierwiastków chemicznych i odczynu gleb (0,0–0,3 m)

Statistical parameters of chemical elements contents and acidity of topsoils (0.0–0.3 m)

Gleby Soils	Parametry Parameters	Ag	Al	As	Ba	C _{org}	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	Ni	P	Pb	S	Sr	Ti	V	Zn	pH
		[mg/kg]	[%]	[mg/kg]		[%]		[mg/kg]				[%]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]		[%]	[mg/kg]					[-]	
	Granica oznaczalności Determination limit	1	0,01	3	1	0,02	0,01	0,5	1	1	1	0,01	0,02	0,01	2	1	0,002	2	0,003	1	5	1	1	2,00
Gleby ogółem Total soils n = 1297	a	<1	0,08	<3	14	0,05	0,01	<0,5	<1	2	2	0,10	<0,02	0,02	16	2	0,004	7	<0,003	1	6	2	22	4,66
	b	69	2,00	3910	1203	47,20	13,92	761,4	147	1420	8861	16,58	10,98	6,19	8721	605	1,594	17 240	4,301	322	2467	223	36 510	9,83
	c	–	0,60	32	158	4,29	1,00	11,3	6	20	65	1,61	0,15	0,29	644	15	0,052	420	0,063	34	124	18	1426	7,52
	d	–	0,56	13	124	3,10	0,59	5,7	5	14	30	1,33	0,09	0,19	477	12	0,041	214	0,037	24	104	16	773	7,49
	e	–	0,58	11	120	3,04	0,63	5,6	5	14	26	1,29	0,08	0,18	486	12	0,041	181	0,035	23	98	16	707	7,64
Tereny bez zabudowy Non-built-up areas n = 520	a	<1	0,08	<3	14	0,05	0,01	<0,5	<1	2	2	0,10	<0,02	0,02	16	2	0,004	7	<0,003	1	20	2	22	4,75
	b	69	1,85	3910	997	47,20	9,50	761,4	147	275	3055	11,54	2,66	5,03	8721	72	1,594	17 240	4,301	322	693	223	36 510	9,78
	c	–	0,63	31	141	4,09	0,75	12,7	6	16	50	1,53	0,13	0,26	651	14	0,049	416	0,064	27	108	18	1375	7,24
	d	–	0,57	12	109	2,74	0,39	6,0	5	13	25	1,27	0,08	0,16	451	11	0,035	203	0,031	18	93	16	729	7,20
	e	–	0,61	11	110	2,69	0,37	6,0	5	13	21	1,26	0,08	0,14	491	11	0,037	179	0,028	17	88	17	703	7,32
Tereny z zabudową wiejską Village areas n = 14	a	<1	0,27	5	59	0,81	0,09	2,6	2	6	8	0,57	0,03	0,04	236	4	0,026	92	0,008	6	51	6	315	5,96
	b	<1	0,76	13	153	3,70	7,85	9,2	6	18	38	1,72	0,10	0,49	1522	14	0,094	321	0,042	144	136	20	970	7,96
	c	–	0,53	9	93	2,25	0,93	5,8	4	10	17	1,03	0,06	0,13	524	9	0,047	181	0,025	24	82	14	542	7,10
	d	–	0,51	9	90	2,08	0,33	5,4	4	10	16	0,99	0,06	0,11	469	8	0,044	171	0,023	16	79	13	511	7,08
	e	–	0,52	9	91	2,16	0,25	5,6	4	10	14	0,96	0,06	0,11	462	8	0,042	169	0,024	13	79	14	465	7,13
Tereny z zabudową miejską Urban areas n = 538	a	<1	0,17	<3	28	0,21	0,06	<0,5	<1	3	6	0,25	<0,02	0,03	30	2	0,008	17	0,005	4	6	4	76	4,66
	b	27	2,00	833	923	31,29	13,92	98,8	44	1420	2617	12,83	10,98	6,19	6793	605	0,509	8497	1,732	229	1447	148	17 600	9,83
	c	–	0,58	27	173	4,14	1,16	7,8	5	22	47	1,53	0,16	0,31	637	15	0,057	367	0,056	37	124	18	1180	7,73
	d	–	0,54	13	139	3,27	0,81	5,2	4	15	30	1,31	0,09	0,21	494	12	0,048	208	0,039	28	106	16	759	7,71
	e	–	0,55	11	135	3,13	0,84	4,9	4	14	27	1,29	0,08	0,19	481	12	0,045	177	0,037	28	101	16	690	7,81
Tereny przemysłowe Industrial areas n = 225	a	<1	0,21	<3	24	0,18	0,03	<0,5	<1	4	4	0,35	<0,02	0,02	35	2	0,005	23	0,003	3	35	5	70	5,87
	b	37	1,88	1719	1203	30,06	7,24	391,1	131	205	8861	16,58	3,16	2,02	6334	111	0,425	6994	1,477	318	2467	199	35 470	9,78
	c	–	0,62	49	169	5,25	1,17	16,7	7	25	146	1,99	0,19	0,32	650	20	0,048	571	0,078	43	163	21	2185	7,68
	d	–	0,57	17	133	3,70	0,76	6,6	5	18	46	1,58	0,10	0,23	500	15	0,038	266	0,048	30	128	17	954	7,66
	e	–	0,58	13	122	3,52	0,86	6,0	5	17	39	1,55	0,09	0,25	494	15	0,037	229	0,047	29	114	17	865	7,75
Pola uprawne Cultivated fields n = 107	a	<1	0,25	<3	23	0,28	0,05	0,8	2	5	5	0,41	<0,02	0,03	56	3	0,013	32	0,004	4	47	6	80	6,21
	b	2	1,35	262	242	7,44	2,91	30,4	8	39	37	3,95	1,00	1,71	3211	23	0,126	722	0,057	60	177	33	3530	8,47
	c	–	0,65	15	106	1,96	0,53	8,8	4	11	15	1,33	0,08	0,25	838	10	0,047	180	0,022	14	90	17	867	7,26
	d	–	0,63	11	99	1,76	0,33	7,3	4	11	14	1,22	0,06	0,16	691	9	0,044	159	0,020	13	87	16	711	7,24
	e	–	0,69	10	105	1,79	0,27	6,4	4	12	15	1,17	0,07	0,12	623	10	0,044	160	0,019	13	86	16	625	7,29
Lasy Forests n = 90	a	<1	0,14	<3	16	0,26	0,03	<0,5	1	3	3	0,22	<0,02	0,02	61	2	0,005	17	0,005	2	20	3	48	4,75
	b	11	1,61	108	997	37,40	3,11	75,4	17	56	227	5,75	1,42	1,51	1679	41	0,115	4039	0,349	231	675	66	12 650	8,51
	c	–	0,58	14	156	4,88	0,50	7,5	5	14	34	1,44	0,12	0,18	402	13	0,031	339	0,045	26	103	17	963	6,79
	d	–	0,51	10	107	3,05	0,26	4,5	4	12	24	1,17	0,07	0,12	305	10	0,025	203	0,030	16	87	15	551	6,73
	e	–	0,55	10	104	2,86	0,23	5,1	4	12	22	1,21	0,08	0,11	353	11	0,024	221	0,029	15	81	16	575	6,77
Łąki Meadows n = 15	a	<1	0,23	6	42	1,35	0,09	4,0	1	5	8	0,46	0,03	0,05	170	5	0,016	110	0,014	5	40	6	471	6,17
	b	7	1,41	319	340	10,44	1,47	32,4	17	30	185	4,24	0,20	0,78	1005	51	0,104	1986	0,139	80	469	40	6348	7,76
	c	–	0,60	35	128	3,55	0,49	12,1	5	13	38	1,23	0,09	0,22	475	12	0,049	529	0,037	20	114	16	1344	7,03
	d	–	0,55	14	104	2,91	0,33	8,6	4	11	23	1,04	0,08	0,15	431	9	0,041	340	0,029	16	94	14	913	7,01
	e	–	0,57	9	95	3,02	0,26	5,8	5	11	15	1,05	0,08	0,12	438	8	0,043	272	0,024	15	87	14	615	6,97
Nieuzyski, ugory Barren lands n = 461	a	<1	0,08	<3	14	0,05	0,01	<0,5	<1	2	2	0,10	<0,02	0,02	16	2	0,004	7	<0,003	1	22	2	22	5,60
	b	69	1,88	3910	1203	47,20	8,43	761,4	147	344	8861	16,58	10,98	2,66	8721	111	1,594	17 240	4,301	322	2467	223	36 510	9,78
	c	–	0,63	47	166	5,21	1,11	16,9	7	24	108	1,89	0,20	0,31	743	18	0,056	567	0,087	40	141	21	1906	7,55
	d	–	0,58	15	127	3,39	0,62	6,4	5	16	38	1,49	0,10	0,21	504	14	0,040	237	0,043	26	111	17	869	7,53
	e	–	0,59	12	124	3,39	0,67	6,0	5	15	33	1,46	0,09	0,21	504	14	0,040	187	0,044	26	99	17	794	7,58
Ogródki działkowe Allotments n = 46	a	<1	0,27	3	45	0,63	0,07	1,4	2	6	11	0,51	<0,02	0,04	88	4	0,017	89	0,008	6	51	6	129	5,78
	b	9	1,34	164	484	10,05	9,50	62,7	12	180	168	3,82	0,52	5,03	1974	39	0,142	6440	0,241	104	348	38	11 360	8,80
	c	–	0,69	20	179	4,46	1,09	9,9	6	20	39	1,66	0,12	0,39	584	15	0,053	469	0,046	34	122	20	1403	7,42
	d	–	0,65	13	154	3,80	0,69	6,9	5	16	32	1,52	0,10	0,22	524	14	0,047	240	0,038	27	112	19	911	7,40
	e	–	0,69	11	145	3,86	0,80	6,5	5	15	29	1,54	0,10	0,18	509	14	0,045	207	0,036	27	109	20	855	7,36

Tabela 2 cd.
Table 2 cont.

Gleby Soils	Parametry Parameters	Ag	Al	As	Ba	C _{org}	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]
	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
Parki Parks n = 94	a	<1	0,12	<3	16	0,06	0,02	<0,5	<1	3	3	0,20	<0,02	0,02	24	2	0,006	10	0,004	2	25	3	41	5,23
	b	5	2,00	824	673	15,11	11,51	98,8	10	44	407	4,70	0,99	5,23	2131	36	0,167	3860	1,732	99	776	55	15 680	8,80
	c	–	0,61	29	153	3,61	0,74	10,7	5	14	40	1,40	0,13	0,24	516	12	0,044	368	0,058	25	108	17	1350	7,19
	d	–	0,55	13	122	2,89	0,40	6,9	4	13	28	1,22	0,09	0,14	410	11	0,036	237	0,033	20	95	15	813	7,15
	e	–	0,57	12	130	2,92	0,41	6,8	5	13	27	1,21	0,09	0,14	477	10	0,036	232	0,033	18	93	17	738	7,20
Trawniki Lawns n = 484	a	<1	0,17	<3	20	0,10	0,03	<0,5	<1	3	5	0,25	<0,02	0,03	30	2	0,006	17	<0,003	2	6	4	52	4,66
	b	37	1,62	1254	908	20,19	13,92	87,0	44	1420	1288	12,83	4,55	6,19	6793	605	0,509	8497	1,384	223	624	148	19 600	9,83
	c	–	0,56	28	163	3,97	1,14	7,4	5	21	48	1,47	0,13	0,30	587	15	0,054	351	0,056	36	122	17	1197	7,77
	d	–	0,53	13	131	3,21	0,80	4,8	4	15	30	1,27	0,09	0,21	464	12	0,045	201	0,039	28	106	16	728	7,75
	e	–	0,54	11	124	3,17	0,84	4,6	4	14	27	1,25	0,08	0,20	458	11	0,044	174	0,037	28	102	16	643	7,83
Gleby piaszczyste Sandy soils n = 362	a	<1	0,14	<3	14	0,05	0,01	<0,5	<1	2	2	0,10	<0,02	0,02	16	2	0,004	7	<0,003	1	20	2	22	4,71
	b	16	1,38	262	923	18,53	7,85	82,1	33	43	2617	4,97	1,08	2,41	4540	49	0,197	4029	0,704	144	280	38	8051	8,53
	c	–	0,54	14	118	2,79	0,53	8,7	4	11	31	1,20	0,09	0,17	596	10	0,042	273	0,030	19	86	15	909	7,15
	d	–	0,50	10	95	2,14	0,29	6,0	4	10	19	1,04	0,07	0,12	417	9	0,036	186	0,023	14	80	13	636	7,12
	e	–	0,54	10	96	2,17	0,27	5,9	4	10	17	1,05	0,07	0,11	468	9	0,039	168	0,023	13	80	15	608	7,21
Gleby gliniaste Clay soils n = 80	a	<1	0,41	3	54	0,65	0,07	0,9	2	8	7	0,64	<0,02	0,08	87	5	0,012	40	0,006	6	34	10	126	5,67
	b	5	1,48	132	250	10,05	3,90	61,9	13	40	168	4,64	0,52	1,71	4312	37	0,261	4246	0,126	46	145	33	8009	8,26
	c	–	0,78	17	119	2,26	0,61	10,2	5	14	21	1,66	0,09	0,31	975	12	0,049	258	0,026	17	98	20	1081	7,16
	d	–	0,77	13	113	1,97	0,39	7,5	5	14	18	1,54	0,07	0,21	739	12	0,043	185	0,023	15	95	20	803	7,13
	e	–	0,76	12	113	1,90	0,34	7,1	5	14	16	1,43	0,07	0,16	670	11	0,044	172	0,022	15	99	20	781	7,32
Gleby antropogeniczne Anthropogenic soils n = 853	a	<1	0,08	<3	16	0,14	0,02	<0,5	<1	3	3	0,17	<0,02	0,02	27	2	0,004	13	0,003	2	6	3	37	4,66
	b	69	2,00	3910	1203	47,20	13,92	761,4	147	1420	8861	16,58	10,98	6,19	8721	605	1,594	17 240	4,301	322	2467	223	36 510	9,83
	c	–	0,61	41	179	5,11	1,23	12,4	6	24	83	1,77	0,18	0,33	633	18	0,056	495	0,080	42	142	20	1663	7,71
	d	–	0,57	15	141	3,77	0,82	5,5	5	17	38	1,46	0,10	0,23	484	14	0,043	230	0,047	31	117	17	834	7,68
	e	–	0,57	12	139	3,63	0,87	5,1	5	15	34	1,45	0,09	0,23	474	14	0,041	190	0,044	31	111	17	749	7,78
Tło geochemiczne / Geochemical background																								
Gleby Europy ¹⁾ Soils of Europe	e	0,27 n = 840	5,82 n = 845	6,00 n = 837*	65,0 n = 837*	1,73 n = 819	0,659 n = 845	0,145 n = 840	7,00 n = 837*	22,00 n = 837*	12,0 n = 837*	1,96 n = 837*	0,037 n = 833	0,46 n = 845	382 n = 837*	14,0 n = 837*	0,056 n = 845	15,0 n = 837*	0,023 n = 837*	89,0 n = 845	3426 n = 845	33,0 n = 837*	48,0 n = 837*	5,51 n = 818
Gleby Polski ²⁾ Soils of Poland n = 10 840**	e	<1	nd.	<5	32	nd.	0,18	<0,5	2	4	5	0,51	<0,05	0,06	217	4	0,034	13	0,012	8	26	7	35	6,1
Gleby regionu śląsko-krakowskiego ³⁾ Soils of Cracow-Silesia Region n = 1564**	e	<1	nd.	<5	54	nd.	0,22	1,3	3	5	7	0,63	0,08	0,07	257	5	0,030	44	0,015	10	28	9	104	6,7
Dopuszczalne zawartości pierwiastków powodujących ryzyko z podziałem na grupy gruntów ⁴⁾ / Permissible contents of risk-causing substances by land groups ⁴⁾																								
I grupa Group I		nd.	nd.	25	400	nd.	nd.	2	50	200	200	nd.	5	nd.	nd.	150	nd.	200	nd.	nd.	nd.	nd.	500	nd.
II grupa Group II		nd.	nd.	10–50	200–600	nd.	nd.	2–5	20–50	150–500	100–300	nd.	2–5	nd.	nd.	100–300	nd.	100–500	nd.	nd.	nd.	nd.	300–1000	nd.
III grupa Group III		nd.	nd.	50	1000	nd.	nd.	10	100	500	300	nd.	10	nd.	nd.	300	nd.	500	nd.	nd.	nd.	nd.	1000	nd.
IV grupa Group IV		nd.	nd.	100	1500	nd.	nd.	15	200	1000	600	nd.	30	nd.	nd.	500	nd.	600	nd.	nd.	nd.	nd.	2000	nd.

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

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

nd. – nie dotyczy
not applicable

* ekstrakcja wodą królewską
aqua regia digestion

** ekstrakcja kwasem solnym
hydrochloric acid digestion

Tabela 3
Table

Parametry statystyczne zawartości pierwiastków chemicznych i odczynu gleb (0,8–1,0 m)

Statistical parameters of chemical elements contents and acidity of subsoils (0.8–1.0 m)

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]					[-]	
	1	0,01	3	1	0,01	0,5	1	1	1	0,01	0,02	0,01	2	1	0,002	2	0,003	1	5	1	1	2,00	
Gleby ogółem Total soils n = 1163	a	<1	0,08	<3	8	<0,01	<0,5	<1	1	<1	0,05	<0,02	<0,01	5	<1	<0,002	<2	<0,003	1	15	2	12	3,97
	b	73	4,00	2195	1455	19,58	2373,9	546	324	15 590	31,63	15,78	9,87	19 525	198	1,199	21 600	3,670	499	2069	683	43 640	12,38
	c	–	0,62	33	138	1,19	13,1	6	15	66	1,63	0,13	0,36	661	15	0,033	382	0,056	35	129	18	1311	7,77
	d	–	0,54	8	83	0,39	2,2	4	11	17	1,11	0,05	0,16	316	10	0,021	86	0,016	17	106	14	347	7,73
	e	–	0,58	7	86	0,48	2,4	4	11	16	1,15	0,05	0,15	355	10	0,023	86	0,018	18	104	15	362	7,89
Tereny bez zabudowy Non-built-up areas n = 481	a	<1	0,08	<3	8	<0,01	<0,5	<1	1	<1	0,05	<0,02	<0,01	5	<1	<0,002	<2	<0,003	1	15	2	12	4,80
	b	73	3,91	1854	1379	19,12	2373,9	546	273	5962	31,63	6,88	9,87	13 554	185	1,199	21 600	3,670	499	2069	683	43 640	9,77
	c	–	0,63	28	106	1,10	13,3	6	14	55	1,57	0,10	0,43	660	14	0,032	346	0,047	27	120	19	1160	7,52
	d	–	0,53	6	63	0,24	1,6	4	10	12	0,98	0,04	0,14	262	9	0,017	57	0,011	11	93	13	244	7,47
	e	–	0,58	5	60	0,16	1,4	4	11	11	1,05	0,03	0,13	270	9	0,017	49	0,010	10	91	15	201	7,65
Tereny z zabudową wiejską Village areas n = 12	a	<1	0,23	<3	16	0,03	<0,5	<1	3	2	0,15	<0,02	0,03	12	3	0,004	7	<0,003	2	38	5	18	6,34
	b	<1	1,37	14	98	3,59	7,9	10	20	15	2,03	0,05	2,20	1305	20	0,023	324	0,009	23	228	33	1601	8,28
	c	–	0,51	–	33	0,36	–	3	8	7	0,75	–	0,25	298	7	0,011	42	–	6	96	11	208	7,48
	d	–	0,43	–	27	0,08	–	2	6	5	0,57	–	0,08	160	5	0,010	19	–	5	83	9	69	7,46
	e	–	0,35	–	21	0,06	–	2	6	5	0,44	–	0,05	153	4	0,011	15	–	4	69	7	46	7,60
Tereny z zabudową miejską Urban areas n = 481	a	<1	0,11	<3	12	0,02	<0,5	<1	2	1	0,14	<0,02	0,02	22	2	0,003	3	<0,003	2	26	2	18	4,35
	b	26	4,00	1366	1455	19,58	155,7	67	324	1006	17,18	3,84	8,88	19 525	68	0,319	8018	1,307	321	698	134	16 390	12,38
	c	–	0,61	26	162	1,29	6,0	5	15	33	1,56	0,12	0,31	664	14	0,034	294	0,047	40	130	17	989	8,00
	d	–	0,54	9	101	0,56	2,4	4	11	18	1,15	0,06	0,17	352	10	0,026	99	0,020	22	112	14	392	7,97
	e	–	0,56	8	103	0,77	2,7	4	12	19	1,15	0,06	0,16	392	11	0,027	108	0,023	24	111	15	438	8,03
Tereny przemysłowe Industrial areas n = 189	a	<1	0,11	<3	11	0,01	<0,5	<1	2	2	0,12	<0,02	0,02	17	1	<0,002	3	<0,003	2	32	2	13	3,97
	b	51	1,89	2195	1179	8,55	1821,1	25	208	15 590	10,70	15,78	4,70	10 042	198	0,237	9391	2,240	263	732	125	43 240	9,44
	c	–	0,63	69	168	1,23	31,9	6	19	179	2,00	0,23	0,33	677	20	0,033	717	0,103	44	153	20	2585	7,84
	d	–	0,57	14	111	0,59	4,7	5	14	29	1,45	0,08	0,19	398	14	0,025	182	0,032	25	127	16	688	7,80
	e	–	0,59	10	114	0,69	4,3	5	13	26	1,50	0,08	0,19	449	14	0,025	167	0,034	29	119	17	606	7,92
Pola uprawne Cultivated fields n = 105	a	<1	0,10	<3	11	0,01	<0,5	<1	2	2	0,13	<0,02	0,01	11	1	0,003	4	<0,003	1	27	3	12	6,64
	b	4	2,87	185	443	16,59	61,8	11	48	49	10,60	2,51	9,87	10 717	67	0,056	444	0,052	89	240	115	7639	8,75
	c	–	0,69	14	67	1,39	6,5	4	11	11	1,64	–	0,74	998	12	0,017	73	0,007	12	92	17	767	7,71
	d	–	0,57	5	44	0,20	1,3	3	9	8	0,98	–	0,15	341	8	0,013	34	0,004	7	85	13	183	7,70
	e	–	0,59	4	36	0,09	0,5	3	9	7	0,86	–	0,09	268	7	0,012	20	0,004	6	86	12	126	7,71
Lasy Forests n = 85	a	<1	0,08	<3	12	<0,01	<0,5	<1	1	2	0,10	<0,02	0,01	9	1	<0,002	<2	<0,003	1	23	2	12	4,80
	b	27	1,53	153	937	15,28	214,2	86	37	119	31,63	0,54	8,02	2616	70	0,131	9005	0,351	265	2069	354	37 820	8,86
	c	–	0,61	12	126	0,77	7,7	6	12	20	1,79	0,06	0,30	393	14	0,022	344	0,039	25	144	20	1474	7,17
	d	–	0,51	5	71	0,19	1,3	4	10	12	1,07	0,04	0,14	220	10	0,016	59	0,014	12	98	14	221	7,08
	e	–	0,60	5	61	0,15	1,2	4	11	9	1,12	0,04	0,14	246	9	0,017	44	0,012	10	102	16	146	7,37
Łąki Meadows n = 14	a	<1	0,28	<3	16	0,03	<0,5	1	3	2	0,32	<0,02	0,04	44	3	0,006	7	<0,003	2	55	5	18	5,59
	b	2	1,43	50	605	6,55	16,4	16	81	126	5,01	0,12	1,47	1004	48	0,206	12 740	0,117	276	621	41	1856	8,51
	c	–	0,63	10	98	0,91	–	5	16	25	1,25	0,04	0,26	274	14	0,029	1052	0,023	32	139	14	457	7,43
	d	–	0,54	4	53	0,19	–	3	10	10	0,86	0,03	0,13	171	8	0,015	60	0,008	10	107	12	132	7,39
	e	–	0,40	4	48	0,13	–	3	9	10	0,63	0,03	0,12	138	8	0,012	16	0,006	8	89	12	50	7,59
Nie użytki, ugory Barren lands n = 395	a	<1	0,08	<3	8	<0,01	<0,5	<1	1	<1	0,05	<0,02	<0,01	5	<1	<0,002	<2	<0,003	1	15	2	12	3,97
	b	73	3,91	2195	1379	19,12	2373,9	546	324	15 590	17,18	15,78	5,89	19 525	198	1,199	21 600	3,670	499	1634	683	43 640	9,77
	c	–	0,64	53	151	1,23	26,4	7	18	119	1,90	0,21	0,37	865	18	0,041	580	0,087	41	136	21	1894	7,73
	d	–	0,54	9	87	0,39	2,8	4	11	20	1,19	0,06	0,17	332	11	0,022	101	0,020	18	106	15	417	7,69
	e	–	0,59	8	96	0,53	2,8	5	12	20	1,34	0,06	0,18	367	13	0,023	101	0,023	22	100	16	421	7,82
Ogródki działkowe Allotments n = 44	a	<1	0,23	<3	14	0,03	<0,5	1	4	3	0,35	<0,02	0,04	30	3	0,005	9	<0,003	3	43	5	26	6,34
	b	2	1,89	186	662	14,9	34,5	26	38	85	6,68	0,73	8,88	2966	76	0,103	848	0,096	373	531	54	5550	8,92
	c	–	0,74	12	107	1,58	3,6	5	13	19	1,43	0,07	0,76	455	13	0,025	123	0,018	32	146	20	518	7,71
	d	–	0,67	6	71	0,34	1,2	4	11	13	1,14	0,03	0,20	293	10	0,020	51	0,009	15	122	17	192	7,69
	e	–	0,74	5	61	0,20	1,1	5	13	13	1,19	0,04	0,16	339	10	0,019	36	0,010	13	110	18	141	7,72

Tabela 3 cd.
Table 3 cont.

Gleby Soils	Parametry Parameters	Ag	Al	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	Ni	P	Pb	S	Sr	Ti	V	Zn	pH
		[mg/kg]	[%]	[mg/kg]		[%]	[mg/kg]					[%]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]					[-]	
	Granica oznaczalności Determination limit	1	0,01	3	1	0,01	0,5	1	1	1	0,01	0,02	0,01	2	1	0,002	2	0,003	1	5	1	1	2,00
Parki Parks n = 91	a	<1	0,12	<3	11	0,02	<0,5	<1	2	1	0,07	<0,02	0,01	10	<1	0,002	5	<0,003	2	24	2	17	4,98
	b	4	2,01	234	1455	19,58	32,1	9	121	692	4,10	0,86	1,12	9820	34	0,104	1779	0,374	228	698	34	10 822	12,38
	c	–	0,60	15	131	0,82	4,5	4	12	36	1,18	0,09	0,17	461	11	0,026	192	0,031	25	122	14	745	7,41
	d	–	0,52	6	74	0,23	1,8	3	9	14	0,91	0,04	0,11	230	8	0,019	69	0,013	12	99	12	257	7,35
	e	–	0,55	5	66	0,15	1,9	4	11	12	1,03	0,04	0,12	279	9	0,018	72	0,012	10	103	14	235	7,65
Trawniki Lawns n = 429	a	<1	0,11	<3	12	0,01	<0,5	<1	2	1	0,12	<0,02	0,02	11	1	0,003	3	<0,003	2	26	2	18	4,49
	b	17	4,00	1366	1245	11,54	224,3	24	94	7356	8,64	3,45	6,91	6929	68	0,319	8018	2,240	321	542	61	22 650	9,92
	c	–	0,58	30	152	1,24	6,8	5	15	51	1,47	0,11	0,28	519	14	0,033	328	0,052	40	129	16	1103	8,03
	d	–	0,53	9	101	0,60	2,7	4	12	19	1,14	0,06	0,17	349	11	0,025	112	0,022	23	112	14	437	8,01
	e	–	0,55	8	103	0,79	2,9	4	12	20	1,15	0,06	0,17	396	11	0,026	114	0,026	27	112	15	438	8,09
Gleby piaszczyste Sandy soils n = 316	a	<1	0,08	<3	8	<0,01	<0,5	<1	1	<1	0,05	<0,02	<0,01	5	<1	<0,002	<2	<0,003	1	15	2	12	5,21
	b	2	2,01	185	662	13,07	53,5	17	52	89	11,18	0,74	7,83	12 807	46	0,477	722	0,251	173	698	70	4412	8,86
	c	–	0,42	–	48	0,40	–	3	7	7	0,75	–	0,20	359	6	0,016	52	0,009	8	82	10	263	7,58
	d	–	0,36	–	32	0,09	–	2	6	5	0,51	–	0,06	126	5	0,010	23	0,004	5	69	8	99	7,55
	e	–	0,36	–	27	0,07	–	2	5	5	0,52	–	0,05	110	4	0,010	17	0,003	4	68	8	79	7,64
Gleby gliniaste Clay soils n = 215	a	<1	0,21	<3	14	0,02	<0,5	<1	3	1	0,26	<0,02	0,03	23	3	0,003	3	<0,003	2	28	4	14	4,80
	b	4	2,87	327	552	19,12	178,6	18	48	2963	17,18	2,51	9,87	19 525	67	0,160	12 740	0,432	342	324	115	10 344	8,84
	c	–	0,82	15	92	1,41	8,3	5	14	27	1,93	0,07	0,66	1147	14	0,023	167	0,015	19	114	20	874	7,44
	d	–	0,75	7	67	0,28	1,5	4	12	11	1,36	0,03	0,20	381	11	0,019	50	0,007	12	104	18	241	7,38
	e	–	0,76	6	59	0,17	1,1	5	12	11	1,23	0,03	0,14	307	9	0,018	38	0,007	10	104	18	171	7,68
Gleby antropogeniczne Anthropogenic soils n = 631	a	<1	0,11	<3	15	0,02	<0,5	<1	2	3	0,16	<0,02	0,02	23	2	0,003	9	<0,003	2	25	2	43	3,97
	b	73	4,00	2195	1455	19,58	2373,9	546	324	15 590	31,63	15,78	4,04	6929	198	1,199	21 600	3,670	499	2069	683	43 640	12,38
	c	–	0,65	54	199	1,51	20,3	7	19	108	1,97	0,21	0,35	647	19	0,044	619	0,093	54	159	22	1983	7,98
	d	–	0,59	14	143	0,93	4,5	5	15	34	1,53	0,09	0,23	469	15	0,031	199	0,043	36	131	18	732	7,95
	e	–	0,61	12	143	1,00	4,1	5	15	31	1,53	0,09	0,23	483	15	0,030	167	0,040	36	125	18	634	8,04

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
Table

Parametry statystyczne zawartości pierwiastków chemicznych w osadach wodnych

Statistical parameters of chemical elements contents in aquatic sediments

Osady wodne <i>Aquatic sediments</i>	Parametry <i>Parameters</i>	Ag	Al	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	Ni	P	Pb	S	Sr	Ti	V	Zn
		[mg/kg]	[%]	[mg/kg]		[%]	[mg/kg]					[%]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]	[%]	[mg/kg]					
	Granica oznaczalności <i>Determination limit</i>	1	0,01	3	1	0,01	0,5	1	1	1	1	0,01	0,02	0,01	2	1	0,002	2	0,003	1	5	1
Osady wodne (wszystkie próbki) <i>Aquatic sediments (all samples)</i> n = 225	a	<1	0,03	<3	6	0,03	<0,5	<1	2	2	0,14	<0,02	0,02	14	1	0,003	6	0,005	2	8	3	31
	b	52	1,80	638	485	17,19	155,0	70	537	1817	36,30	7,85	1,74	13 460	348	1,344	7394	5,453	814	674	61	37 856
	c	–	0,62	33	142	1,97	13,8	10	40	145	2,99	0,49	0,47	1040	34	0,188	458	0,404	76	123	20	3076
	d	–	0,52	16	106	1,02	7,8	7	24	69	1,87	0,17	0,31	504	22	0,078	252	0,211	41	104	17	1373
	e	–	0,65	20	135	1,60	8,8	8	27	82	2,04	0,25	0,43	594	26	0,078	314	0,236	51	96	20	1534
Rowy (bez nazwy) <i>Ditches (no name)</i> n = 12	a	<1	0,32	7	35	0,23	3,8	3	9	14	0,90	<0,02	0,11	144	10	0,016	108	0,037	15	60	11	414
	b	2	1,49	53	309	3,83	29,7	30	85	226	3,40	0,53	1,36	1979	58	0,119	689	2,276	94	309	35	2309
	c	–	0,68	25	151	1,57	9,14	13	38	63	2,17	0,24	0,51	885	30	0,060	243	0,339	53	156	22	1325
	d	–	0,62	20	130	1,12	7,28	10	30	48	2,00	0,16	0,40	635	25	0,052	208	0,167	46	135	21	1176
	e	–	0,68	26	138	1,35	6,10	10	29	49	2,22	0,29	0,40	672	22	0,049	193	0,151	54	131	21	1184
Stawy <i>Ponds</i> n = 69	a	<1	0,07	<3	6	0,03	<0,5	<1	2	2	0,14	<0,02	0,02	14	1	0,003	6	0,005	2	26	3	31
	b	3	1,61	137	360	15,52	65,7	70	89	734	10,65	0,38	1,74	9524	82	0,216	1524	5,453	814	546	59	7114
	c	–	0,39	13	73	1,54	8,1	6	14	80	1,53	0,07	0,25	497	16	0,041	226	0,379	63	105	13	1046
	d	–	0,31	7	49	0,43	3,9	3	9	27	0,92	0,03	0,13	175	9	0,023	125	0,133	20	87	10	520
	e	–	0,32	6	43	0,28	3,8	3	9	19	0,88	0,03	0,11	137	9	0,020	108	0,106	14	78	10	449
Zlewnia Brynicy od Wielonki do Rawy <i>Catchment of the Brynica River from Wielonka Stream to the Rawa Stream</i> n = 138	a	<1	0,03	<3	6	0,03	<0,5	<1	2	2	0,14	<0,02	0,02	14	1	0,003	6	0,005	2	8	3	31
	b	52	1,80	597	374	17,19	88,0	41	117	769	36,30	3,08	1,74	13 460	348	1,340	2928	4,820	424	674	41	17 171
	c	–	0,66	24	138	2,17	12,1	8	31	98	3,01	0,36	0,51	1107	31	0,245	349	0,392	71	113	19	3339
	d	–	0,53	14	103	1,14	6,7	6	23	58	1,74	0,15	0,33	504	20	0,094	225	0,213	39	94	16	1337
	e	–	0,72	18	135	2,06	6,7	7	29	78	2,01	0,27	0,53	587	25	0,094	281	0,272	47	88	20	1228
Brynica <i>Brynica River</i> n = 46	a	<1	0,31	7	54	0,39	5,0	5	12	48	0,84	0,06	0,14	223	10	0,032	228	0,060	14	59	13	881
	b	12	1,20	51	309	4,00	54,6	23	74	302	6,64	1,55	1,18	6938	61	1,344	883	1,926	170	127	31	17 171
	c	3	0,88	32	205	2,54	22,6	10	43	143	2,89	0,61	0,74	1587	37	0,613	559	0,565	98	83	22	7668
	d	2	0,86	31	193	2,44	20,3	10	41	127	2,72	0,55	0,71	1259	35	0,505	533	0,481	89	81	22	6527
	e	3	0,89	31	214	2,63	19,6	10	42	134	2,72	0,60	0,74	1286	36	0,549	564	0,462	91	81	22	6767
Zlewnia Rawy <i>Catchment of the Rawa Stream</i> n = 78	a	<1	0,10	<3	12	0,04	0,6	<1	3	4	0,30	<0,02	0,04	24	3	0,006	30	0,010	3	45	3	88
	b	20	1,61	638	485	15,52	155,0	70	207	1212	10,65	7,85	1,20	9524	133	0,323	7394	5,453	814	546	61	37 856
	c	–	0,55	48	149	1,66	16,3	12	46	165	3,05	0,70	0,40	935	38	0,094	652	0,407	76	140	22	2625
	d	–	0,48	20	110	0,82	9,4	8	24	78	2,08	0,18	0,27	498	24	0,054	289	0,196	41	120	18	1324
	e	–	0,60	25	135	1,27	12,4	9	20	108	2,33	0,17	0,32	638	28	0,052	329	0,214	53	120	21	1645
Rawa <i>Rawa Stream</i> n = 18	a	2	0,31	24	85	1,46	11,9	14	85	145	3,59	0,94	0,46	966	55	0,074	314	0,121	52	93	25	1628
	b	7	0,85	53	359	2,50	25,9	25	207	197	10,44	3,54	0,89	2787	133	0,323	792	1,072	76	262	43	2468
	c	3	0,64	37	232	1,81	18,7	19	125	166	5,42	1,84	0,74	1555	86	0,222	465	0,304	64	162	32	2071
	d	3	0,63	36	224	1,79	18,2	18	121	165	5,23	1,74	0,72	1491	84	0,212	449	0,256	63	158	31	2057
	e	3	0,64	35	232	1,69	18,8	19	115	160	5,03	1,61	0,74	1539	83	0,218	419	0,237	64	161	32	2079

Tabela 4 cd.
Table 4 cont.

Tło geochemiczne / Geochemical background																						
Osady strumieniowe Europy ¹⁾ <i>Stream sediments of Europe¹⁾</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 ²⁾ <i>Sediments of Poland²⁾</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 ³⁾ <i>Sediments of Cracow-Silesia region³⁾</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
minimum

b – maksimum
maximum

c – średnia arytmetyczna
arithmetic mean

d – średnia geometryczna
geometric mean

e – mediana
median

n – liczba próbek
number of samples

¹⁾ Salminen, 2005

²⁾ Lis, Pasieczna, 1995a

³⁾ Lis, Pasieczna, 1995b

„–” 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 5
Table

Parametry statystyczne przewodności elektrolitycznej właściwej, odczynu i zawartości pierwiastków chemicznych w wodach powierzchniowych

Statistical parameters of electrolytic conductivity, acidity and chemical elements contents in surface water

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 ₄ ²⁻	Sb	Se	SiO ₂	Sr	Ti	Tl	U	V	Zn
	Granica oznaczalności Determination limit	[mS/cm]	[-]	[µg/dm ³]			[mg/dm ³]		[µg/dm ³]	[mg/dm ³]	[µg/dm ³]	[µg/dm ³]	[mg/dm ³]	[µg/dm ³]	[µg/dm ³]	[mg/dm ³]	[µg/dm ³]	[µg/dm ³]	[mg/dm ³]	[µg/dm ³]	[mg/dm ³]	[µg/dm ³]	[µg/dm ³]	[µg/dm ³]	[mg/dm ³]	[µg/dm ³]	[mg/dm ³]	[µg/dm ³]	[mg/dm ³]	[µg/dm ³]	[µg/dm ³]	[µg/dm ³]	[mg/dm ³]	[µg/dm ³]
		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
Wody powierzchniowe (wszystkie próbki) Surface water (all samples) n = 251	a	0,15	4,94	<0,05	<0,5	<2	<0,01	0,007	<0,05	10,3	<0,05	<0,05	<0,003	<0,05	<0,01	1,3	0,3	0,9	0,001	<0,05	1,6	<0,5	<0,05	<0,05	2	<0,05	<2	0,1	0,027	<0,002	<0,05	<0,05	<1	<0,003
	b	30,90	9,99	0,07	194,7	41	1,48	1,075	0,09	523,8	9,02	7,58	0,020	62,32	4,51	170,0	744,1	355,7	4,165	25,74	4948,7	294,6	1,59	6,10	661	14,91	153	18,3	15,902	0,004	1,30	2,46	41	2,627
	c	2,03	8,20	-	20,1	-	0,26	0,089	-	96,4	-	0,81	-	2,56	0,11	16,5	35,4	43,9	0,320	2,94	190,0	9,3	-	0,61	224	1,47	-	6,0	0,674	-	0,22	0,64	-	0,064
	d	1,20	8,17	-	12,2	-	0,20	0,061	-	74,3	-	0,22	-	1,56	0,03	11,6	15,6	29,1	0,082	1,36	71,5	4,0	-	0,35	111	0,85	-	3,4	0,357	-	0,11	0,37	-	0,021
	e	1,48	8,24	-	12,8	-	0,22	0,053	-	74,6	-	0,34	-	1,81	0,03	13,2	21,3	34,4	0,122	1,33	103,1	5,0	-	0,35	148	1,05	-	5,9	0,402	-	0,13	0,64	-	0,022
Rowy (bez nazwy) Ditches (no name) n = 10	a	0,33	7,53	<0,05	6,6	<2	0,02	0,014	<0,05	12,1	<0,05	<0,05	<0,003	0,60	<0,01	1,9	1,1	0,9	0,015	0,14	7,7	0,7	<0,05	0,29	5	0,28	<2	0,5	0,036	<0,002	<0,05	<0,05	<1	<0,003
	b	1,53	9,09	<0,05	194,7	4	0,21	0,150	<0,05	103,5	0,53	0,62	0,005	16,49	1,17	25,7	33,9	54,9	0,434	4,91	119,4	6,0	0,06	6,10	352	3,82	3	6,8	0,515	0,004	0,13	1,47	2	0,132
	c	0,73	7,91	-	60,9	-	0,13	0,067	-	43,9	0,17	0,35	-	5,15	0,19	9,0	17,6	17,3	0,127	3,15	54,3	3,0	-	1,91	94	2,31	-	3,8	0,300	-	-	0,45	1	0,034
	d	0,64	7,90	-	34,4	-	0,11	0,054	-	37,6	0,10	0,27	-	2,90	0,06	7,2	12,4	11,0	0,066	2,14	35,5	2,5	-	1,21	53	1,74	-	2,9	0,240	-	-	0,26	1	0,019
	e	0,53	7,73	-	45,8	-	0,12	0,059	-	45,3	0,12	0,30	-	2,88	0,09	8,4	13,7	9,9	0,058	4,23	43,4	3,1	-	1,03	57	2,52	-	4,0	0,259	-	-	0,27	1	0,020
Stawy Ponds n = 72	a	0,15	4,94	<0,05	<0,5	<2	0,04	0,026	<0,05	16,6	<0,05	<0,05	<0,003	0,34	<0,01	3,5	1,8	3,6	0,001	0,12	2,9	0,8	<0,05	0,06	8	<0,05	<2	0,1	0,038	<0,002	<0,05	<0,05	<1	<0,003
	b	2,63	9,41	<0,05	59,6	16	0,40	0,512	0,07	202,6	0,06	2,78	<0,003	3,52	2,08	16,1	41,0	84,1	1,289	2,17	194,9	50,9	0,33	4,51	540	6,94	6	10,5	0,702	0,002	0,31	2,46	2	0,045
	c	0,88	8,34	-	23,6	5	0,22	0,120	-	58,5	-	-	-	0,94	-	8,3	12,3	28,8	0,057	1,08	62,7	2,9	-	0,50	114	2,18	-	1,6	0,277	-	-	0,69	-	0,009
	d	0,73	8,29	-	17,5	3	0,20	0,103	-	50,3	-	-	-	0,79	-	7,4	7,9	23,5	0,012	0,89	41,8	1,8	-	0,34	56	1,38	-	0,9	0,248	-	-	0,45	-	0,007
	e	0,71	8,57	-	21,9	3	0,22	0,113	-	44,6	-	-	-	0,68	-	7,8	6,3	22,7	0,011	1,08	48,2	1,5	-	0,38	31	1,73	-	1,1	0,245	-	-	0,63	-	0,006
Zlewnia Brynicy od Wielonki do Rawy Catchment of the Brynica River from Wielonka Stream to the Rawa Stream n = 142	a	0,15	6,71	<0,05	<0,5	<2	<0,01	0,007	<0,05	11,7	<0,05	<0,05	<0,003	0,30	<0,01	1,3	0,3	1,1	0,002	0,11	1,6	<0,5	<0,05	<0,05	2	<0,05	<2	0,1	0,027	<0,002	<0,05	<0,05	<1	<0,003
	b	15,02	9,99	0,07	146,2	12	0,97	0,287	0,09	202,6	9,02	7,58	0,020	62,32	4,51	170,0	84,4	104,4	4,165	25,74	1907,9	294,6	1,59	4,76	661	14,91	6	16,4	1,315	0,003	0,76	2,46	41	2,627
	c	1,97	8,42	-	18,4	-	0,26	0,068	-	106,7	-	0,84	-	3,06	0,15	15,9	24,0	45,1	0,349	2,05	135,6	10,7	0,18	0,57	267	1,16	-	6,2	0,468	-	0,20	0,78	-	0,089
	d	1,38	8,40	-	10,6	-	0,20	0,057	-	85,6	-	0,25	-	1,77	0,03	10,9	13,3	31,5	0,106	1,00	72,0	4,5	0,08	0,30	133	0,61	-	3,5	0,350	-	0,12	0,47	-	0,024
	e	1,76	8,51	-	9,7	-	0,23	0,053	-	133,7	-	0,37	-	1,98	0,03	13,7	24,5	55,0	0,186	0,89	108,6	6,7	0,06	0,27	351	0,59	-	6,8	0,450	-	0,21	0,92	-	0,022
Brynica Brynica River n = 50	a	1,16	7,30	<0,05	1,0	<2	0,13	0,041	<0,05	130,1	<0,05	<0,05	<0,003	1,55	0,01	12,4	15,7	50,1	0,063	0,60	73,8	6,2	0,09	0,08	328	0,23	<2	5,4	0,416	<0,002	0,18	0,77	<1	0,016
	b	2,57	9,10	<0,05	81,5	2	0,42	0,068	0,09	174,7	0,18	1,28	<0,003	4,82	0,98	17,6	39,3	76,4	0,592	3,10	238,8	78,7	0,37	1,32	504	3,68	3	11,5	0,964	<0,002	0,76	1,33	1	0,522
	c	1,83	8,41	-	11,5	-	0,29	0,051	-	154,9	-	0,55	-	2,37	0,04	14,9	30,7	65,6	0,264	1,13	127,7	13,8	0,24	0,30	422	0,84	-	8,8	0,668	-	0,34	1,03	-	0,115
	d	1,81	8,40	-	8,5	-	0,27	0,050	-	154,4	-	0,43	-	2,26	0,02	14,9	29,9	65,2	0,223	1,05	123,1	10,2	0,22	0,25	419	0,60	-	8,6	0,654	-	0,32	1,02	-	0,056
	e	1,88	8,53	-	8,9	-	0,29	0,049	-	154,0	-	0,52	-	2,07	0,02	14,9	33,7	66,2	0,253	1,02	122,2	8,0	0,26	0,23	415	0,42	-	9,1	0,649	-	0,31	1,01	-	0,033
Zlewnia Rawy Catchment of the Rawa Stream n = 101	a	0,18	4,94	<0,05	<0,5	<2	0,02	0,014	<0,05	10,3	<0,05	<0,05	<0,003	0,27	<0,01	1,6	1,4	0,9	0,001	0,07	1,6	<0,5	<0,05	0,06	3	0,16	<2	0,1	0,036	<0,002	<0,05	<0,05	<1	<0,003
	b	2,55	8,91	<0,05	194,7	16	0,50	0,512	<0,05	185,0	1,27	3,10	0,008	16,49	1,00	30,0	99,8	100,7	1,530	24,01	301,9	26,8	0,64	6,10	633	6,94	11	18,3	1,471	0,004	1,30	1,73	2	0,132
	c	1,07	7,89	-	23,3	4	0,21	0,083	-	68,4	-	0,79	-	1,79	0,06	15,0	25,7	31,6	0,288	4,33	93,4	6,9	-	0,68	163	1,94	-	5,6	0,417	-	0,22	0,46	-	0,031
	d	0,90	7,85	-	16,0	3	0,18	0,060	-	58,4	-	0,19	-	1,30	0,02	11,9	17,1	24,4	0,058	2,21	61,0	3,6	-	0,45	88	1,41	-	3,0	0,331	-	0,09	0,30	-	0,018
	e	0,90	7,92	-	15,7	3	0,21	0,067	-	68,6	-	0,08	-	1,42	0,03	8,7	17,8	25,2	0,038	1,70	64,6	3,2	-	0,40	127	1,32	-	2,1	0,296	-	0,06	0,30	-	0,017
Rawy Rawa Stream n = 37	a	0,70	6,99	<0,05	8,5	<2	0,09	0,015	<0,05	39,7	<0,05	1,23	<0,003	1,51	0,02	15,3	13,2	9,6	0,215	2,70	58,8	6,0	0,06	0,21	72	0,70	<2	7,5	0,169	<0,002	0,12	0,07	<1	0,029
	b	2,55	8,44	<0,05	23,8	4	0,50	0,084	<0,05	185,0	1,27	3,10	0,008	3,59	0,11	30,0	99,8	100,7	1,393	24,01	301,9	26,8	0,64	1,50	633	1,99	11	14,9	1,471	<0,002	1,30	0,35	2	0,095
	c	1,60	7,64	-	14,0	3	0,26	0,034	-	103,1	0,32	1,91	-	2,17	0,05	26,1	45,7	47,7	0,629	8														

Środowiskowe normy jakości dla wskaźników stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych ²⁾ <i>Environmental quality standards for chemical status indicators of uniform part of the surface water²⁾</i>																																		
Maksymalne dopuszczalne stężenie ²⁾ <i>Maximum allowable concentration²⁾</i>	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0,45 (klasy 1 i 2) (class 1 and 2); 0,6 (klasa 3) (class 3); 0,9 (klasa 4) (class 4); 1,5 (klasa 5) (class 5)	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	34	nd.	14	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

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

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

Do 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

Podobnie jak na terenach sąsiednich (arkusz Chorzów na zachodzie i Dąbrowa Górnicza na wschodzie), pierwotna pokrywa glebowa w wielu miejscach obszaru objętego arkuszem Siemianowice Śląskie została silnie przekształcona w wyniku oddziaływania wielu czynników antropogenicznych, w tym obecnej oraz historycznej działalności przemysłu wydobywczego i przetwórczego oraz rozwoju funkcji miejskich i infrastruktury.

Skład granulometryczny dotyczy rozdrobnienia mineralnej części fazy stałej gleby i wyrażany jest wielkością cząstek oraz procentowym udziałem każdej z frakcji (Bednarek i in., 2004). W wyniku zachodzących procesów glebowych skład granulometryczny nie ulega zasadniczej 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 według 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 piaskowa, 0,10–0,02 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 analizowanych obecnie gleb z danymi dla gleb uzyskanymi i opublikowanymi wcześniej.

W składzie granulometrycznym badanych gleb przeważa frakcja piaskowa (1,0–0,1 mm). Największe jej zawartości (>75%) stwierdzono przede wszystkim w południowo-wschodniej części obszaru na terenach występowania plejstocénskich piasków i żwirów wodnolodowcowych (tabl. 4). Z kolei gleby rozwinięte głównie na czwartorzędowych glinach i piaskach deluwialnych oraz wychodniach triasowych skał węglanowych są wzbogacone we frakcję pyłową (0,10–0,02 mm) i ilową (<0,02 mm), których zawartość w niektórych rejonach przekracza 25% (tabl. 5 i 6). W obrębie frakcji ilowej ważną rolę odgrywa il koloidalny, w którego składzie znajdują się głównie minerały ilaste oraz wtórne minerały tlenkowe. Obecność tej frakcji wpływa na wiele ważnych właściwości gleby, a przed 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 zasadowym (pH >7,4). W powierzchniowej warstwie udział gleb o pH >7,4 wynosi 63%, a w warstwie głębszej 77%. Gleby o odczynie od bardzo kwaśnego do kwaśnego (pH <6,0) zajmują małe powierzchnie, zlokalizowane przede wszystkim w północno-zachodniej części obszaru na terenie leśnym (tabl. 7 i 8).

Geochemia. Przemiany antropogeniczne doprowadziły do znaczących zmian składu chemicznego gleb w stosunku do skał macierzystych. Rozkłady przestrzen-

ne analizowanych pierwiastków chemicznych w glebach, pozwalają na stwierdzenie obecności zanieczyszczeń pochodzących z różnorodnej działalności przemysłowej.

Mediany zawartości badanych składników w powierzchniowej warstwie gleb w różnym stopniu, z wyjątkiem rtęci, przekraczają wartości określone jako tło geochemiczne regionu śląsko-krakowskiego. Nieznacznie wyższe od tła geochemicznego jest mediana zawartości fosforu. Wyraźnie wyższe (około dwukrotnie) są mediany koncentracji arsenu, baru, kobaltu, żelaza, magnezu, manganu, niklu, siarki, strontu i wanadu, trzykrotnie większa jest zawartość wapnia, chromu, i tytanu, a około czterokrotnie kadmu, miedzi oraz ołowiu. Mediana koncentracji cynku przekracza tło geochemiczne aż około siedmiokrotnie (tab. 2; Lis, Pasieczna 1995b).

Najmniej zasobne w węgiel organiczny (<3,00%) są gleby w północnej i północno-wschodniej części obszaru arkusza, rozwinięte na węglanowych skałach triasu oraz piaskach i żwirach wodnolodowcowych. Koncentracje C_{org} przekraczające 12,00% (tabl. 19) występują w glebach antropogenicznych, również w otoczeniu zrehabilitowanych i w części rozebranych hałd i zwałowisk po eksploatacji węgla kamiennego. Przyczyna wysokich koncentracji tego składnika w glebach może wynikać m.in. z faktu składowania odpadów po wydobywaniu węgla kamiennego. Maksymalną zawartość węgla organicznego (47,20%) notuje się w Katowicach (południowo-zachodnia część omawianego terenu) w glebie w pobliżu torowiska.

Gleby z obydwu zakresów głębokości zawierają najczęściej od 0,40 do 0,80% glinu. Jedynie miejscami na obszarach, gdzie występują czwartorzędowe gliny i piaski deluwialne oraz triasowe utwory węglanowe, zawartość tego pierwiastka przekracza 0,80% (tabl. 12). Rozkład przestrzenny zawartości wapnia (>2,00%; tabl. 20, 21), magnezu (>0,50%; tabl. 36, 37) i manganu (>800 mg/kg; tabl. 38, 39), odzwierciedlający związek z chemizmem skał podłoża, jest bardziej wyraźny w głębszych warstwach i pokrywa się z wychodniami węglanowych utworów triasu, szczególnie wapieni i dolomitów. Są to rejonu obejmujące głównie północną i północno-wschodnią część obszaru arkusza. Gleby te są niekiedy również zasobne w kadm, żelazo, nikiel i cynk, co przypuszczalnie wskazuje na skały podłoża jako ich zasadnicze źródła. Natomiast anomalie geochemiczne tych pierwiastków obejmujące większe powierzchnie w warstwie powierzchniowej mogą wynikać z dużego przekształcenia powierzchni terenu.

W większości badanych gleb zawartość siarki nie przekracza 0,080%. Koncentracje powyżej 0,640% (tabl. 48, 49) tego pierwiastka stwierdzono w glebach antropogenicznych, również w otoczeniu zrehabilitowanych częściowo rozebranych hałd i zwałowisk po eksploatacji węgla kamiennego oraz nasypów. Maksymalną zawartość siarki (4,301%) odnotowano w warstwie gleby z głębokości 0,0–0,3 m pobranej z obszaru nieużytków w Czeladzi. W tym miejscu obserwuje się również wysoką zawartość kadmu (761,4 mg/kg), ołowiu (2371 mg/kg) oraz cynku (7940 mg/kg).

Mediana zawartości fosforu w powierzchniowej warstwie gleb (0,041%) jest prawie dwukrotnie wyższa w porównaniu do tej oznaczonej dla warstwy głębszej (0,023%). W glebach z poziomu 0,0–0,3 m podwyższonymi zawartościami tego pierwiastka w stosunku do tła geochemicznego regionu śląsko-krakowskiego charakteryzują się przede wszystkim gleby terenów miejskich (mediana 0,045%). Najwyższa koncentracja fosforu w obu poziomach gleb występuje na obszarze przemysłowym w glebie antropogenicznej pobranej w rejonie dawnej Walcowni Rur Jedność w Siemianowicach Śląskich. W ich obrębie odnotowano 1,594% fosforu w glebie powierzchniowej oraz 1,199% w warstwie głębszej.

Na Górnym Śląsku zawartość baru w glebach, głównie na obszarze wychodni ilasto-piaskowcowych utworów karbonu produktywnego przekracza 100 mg/kg (Lis, Pasieczna 1995a, b). Rozkład zawartości tego pierwiastka w próbkach pobranych z obu zakresów głębokości jest podobny. Większe powierzchnie gleb zawierających anomalne zawartości baru (120–480 mg/kg) występują w warstwie z głą-

bokości 0,0–0,3 m (tabl. 16, 17), co wskazuje na czynnik antropogeniczny jako istotną przyczynę zanieczyszczenia. Źródłem baru mogą być m.in. pyły ze spalania węgla kamiennego. Z badań Rózkowskiej i Ptak (1995) wynika, że przeciętna (średnia geometryczna) koncentracja baru w węglach górnośląskich wynosi 176 mg/kg, a w popiołach 1274 mg/kg. Maksymalną koncentrację baru (1203 mg/kg) w warstwie powierzchniowej stwierdzono w glebie z obszaru mocno przekształconego antropogenicznie, w zachodniej części obszaru, na granicy miast Katowice i Siemianowice Śląskie. Z kolei najwyższą jego zawartość (1455 mg/kg) w glebie z głębokości 0,8–1,0 m oznaczono w próbce pobranej na terenie parku w Katowicach (Śródmieście).

W rejonach eksploatacji kopalni oraz obecnych i historycznych hut metali nieżelaznych, w rejonie zrehabilitowanych i częściowo rozebranych hałd, zwałowisk i składowisk przemysłowych stwierdzono występowanie wyraźnych anomalii geochemicznych metali i arsenu. Wysokie koncentracje arsenu (>80 mg/kg; tabl. 13, 14), miedzi (>80 mg/kg; tabl. 28, 29), kadmu (>16,0 mg/kg; tabl. 22, 23), ołowiu (>500 mg/kg; tabl. 46, 47), cynku (>1000 mg/kg; tabl. 61, 62) i srebra (>4 mg/kg; tabl. 9, 10) w glebach z obydwu zakresów głębokości, obserwuje się głównie w zachodniej, południowo-wschodniej i południowej części obszaru. Na granicy miast Siemianowice Śląskie i Katowice odnotowano w glebach antropogenicznych maksymalne zawartości arsenu (3910 mg/kg), kadmu (2373,9 mg/kg), miedzi (15 590 mg/kg), ołowiu (21 600 mg/kg), rtęci (15,78 mg/kg) oraz wysokie koncentracje cynku (do 36 510 mg/kg), srebra (do 69 mg/kg) i siarki (do 3,670%). Gleby te niekiedy wykazują także znaczne zawartości chromu, manganu, niklu i strontu. Są to tereny, na których była prowadzona eksploatacja węgla oraz działały huty cynku, w tym m.in.: d. huta Jedność SA, Jerzy, Hohenlohe (obecnie ZM SILESIA SA). Ponadto na tym obszarze, pomiędzy zwałowiskami odpadów wydobywczych, były zlokalizowane hałdy i składowiska odpadów przemysłowych, w tym np.: hałda odpadów hutniczych po d. hucie Jedność SA i rozebrana hałda po d. hucie cynku Silesia.

Wyraźne anomalie geochemiczne metali i arsenu występują również w glebach w północno-wschodniej części Katowic (Dąbrówka Mała, Zawodzie, Rożdżeń, Szopienice-Burowiec). Oznaczono tam w glebach antropogenicznych maksymalne zawartości cynku (43 640 mg/kg) i srebra (73 mg/kg) oraz wysokie koncentracje miedzi, kadmu, ołowiu, rtęci i arsenu. Zanieczyszczenie gleb tymi pierwiastkami prawdopodobnie wiąże się z prowadzoną na tych terenach działalnością hut metali nieżelaznych i żelaznych. W różnych latach działały tam nieczynne obecnie już huty, m.in.: Dietrich, Paweł, Walter Croneck, Bernhardt, Wilhelmina, Uthemann oraz Huta Metali Nieżelaznych (HMN) Szopienice. HMN była największym na Śląsku producentem metali nieżelaznych oraz kadmu na świecie. W zakładzie działał także wydział rafinerii miedzi, a także produkowano srebro i ciekły dwutlenek siarki. Ponadto teren pomiędzy hutami Wilhelmina i Uthemann zajmowały hałdy poprodukcyjne, których proces rekultywacji został zakończony. Przy południowej granicy obszaru, w dzielnicy Katowic – Zawodziu funkcjonuje huta żelaza FERRUM SA.

Lokalne, antropogeniczne zanieczyszczenie metalami i arsenem gleb stwierdzano m.in. w centralnej części obszaru, na granicy miast Czeladź i Siemianowice Śląskie. W próbkach pobranych w obrębie nasypu drogowego, w obu poziomach opróbowania, występują wyraźne anomalie zawartości miedzi (1550 mg/kg w glebie z głębokości 0,0–0,3 m oraz 5962 mg/kg w warstwie głębszej). Notuje się tam też wysokie koncentracje kobaltu, strontu, chromu, niklu, ołowiu, tytanu, wanadu i cynku. W Katowicach, w glebie pobranej przy nasypie drogowym zarejestrowano również wysokie zawartości arsenu (>640 mg/kg), kadmu (>30,0 mg/kg), ołowiu (>3000 mg/kg) i cynku (>8000 mg/kg). Z kolei, w południowej części obszaru, w rejonie torowiska, gleby charakteryzują się znacznymi koncentracjami rtęci, srebra, arsenu, ołowiu oraz cynku, które w powierzchniowej warstwie i na głębokości 0,8–1,0 m wynoszą odpowiednio [mg/kg]: 10,98 i 3,84, 24 i 26, 833 i 453, 6617 i 5579 oraz 15 810 i 10 026.

Punktowe anomalie zawartości niektórych metali w glebach powierzchniowych obserwuje się na terenach zabudowy miejskiej w Sosnowcu. W okolicy osiedla Kalety w próbce pobranej z trawnika zanotowano maksymalne koncentracje chromu (1420 mg/kg) i niklu (605 mg/kg). Teren ten w przeszłości był antropogenicznie przekształcony w wyniku eksploatacji węgla kamiennego, a na wschód od analizowanego rejonu była prowadzona historyczna działalność hutnictwa rud żelaza. Natomiast przy wschodniej granicy arkusza w glebie antropogenicznej stwierdzono wysoką zawartość miedzi (2617 mg/kg).

W Czeladzi tuż przy granicy z Siemianowicami Śląskimi, w pobliżu ujścia Rowu Michałowickiego do rzeki Brynicy, w badanych glebach zaznaczają się wysokie koncentracje ołowiu, miedzi, cynku, rtęci i arsenu. Najwyższe oznaczone zawartości tych pierwiastków w tym rejonie, w powierzchniowej warstwie gleb i z głębokości 0,8–1,0 m wynoszą odpowiednio [mg/kg]: dla ołowiu 2523 i 12740, dla miedzi 555 i 2963, dla cynku 13 780 i 5329, dla rtęci 2,57 i 2,41 oraz dla arsenu 367 i 327.

Wyraźne anomalie geochemiczne kadmu (>8 mg/kg; tabl. 22, 23) oraz cynku (>1000 mg/kg; tabl. 61, 62) w glebach z obydwu zakresów głębokości występują też w rejonach wychodni utworów triasowych, w tym dolomitów diploporowych i kruszczońskich (północna i północno-wschodnia część arkusza). Gleby te są również zasobne m.in. w wapń, magnez, mangan i żelazo, co może wskazywać na związek tych pierwiastków z geologią skał w podłożu.

Z uwagi na łatwość kumulacji w glebach oraz szkodliwe oddziaływanie nadmiaru arsenu, kadmu, ołowiu oraz cynku dla roślin i mikroorganizmów bytujących w glebach, oszacowano wielkości powierzchni arkusza zajmowane przez gleby zanieczyszczone tymi pierwiastkami (tab. 6). Wysoka zawartość arsenu (>100 mg/kg) została stwierdzona na obszarze zajętych przez 4,09% powierzchni gleby z warstwy powierzchniowej i 4,90% gleby warstwy głębszej. W warstwie 0,0–0,3 m powierzch-

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

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

Tabela 6
Table

Pierwiastek Element	Zawartość Content [mg/kg]	Gleba Soil			
		0,0–0,3 m		0,8–1,0 m	
		[km ²]	[%]*	[km ²]	[%]*
As	<10	38,67	46,87	51,22	62,08
	10–25	28,50	34,55	17,81	21,59
	25–50	8,27	10,02	6,03	7,31
	50–100	3,69	4,47	3,40	4,12
	>100	3,37	4,09	4,04	4,90
Cd	<2	10,30	12,49	37,95	46,00
	2–5	26,27	31,85	19,44	23,56
	5–10	25,83	31,30	11,70	14,18
	10–15	8,21	9,95	3,90	4,73
	>15	11,89	14,41	9,51	11,53
Pb	<100	14,82	17,96	44,12	53,48
	100–200	30,40	36,85	15,68	19,01
	200–500	23,22	28,15	13,19	15,98
	500–600	2,99	3,62	1,49	1,81
	>600	11,07	13,42	8,02	9,72
Zn	<300	10,62	12,87	38,02	46,08
	300–500	16,28	19,73	10,36	12,56
	500–1000	26,72	32,39	13,62	16,51
	1000–2000	16,67	20,21	10,14	12,29
	>2000	12,21	14,80	10,36	12,56

* 82,5 km² = 100%

nia zajmowana przez gleby zanieczyszczone kadmem (>15 mg/kg) to 14,41%, ołowiem (>600 mg/kg) to 13,42% i cynkiem (>2000 mg/kg) to 14,80%. Na głębokości 0,8–1,0 m udział gleb zanieczyszczonych tymi metalami zmniejsza się i wynosi 11,53% dla kadmu, 9,72% dla ołowiu oraz 12,56% dla cynku.

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 od 95,61 do 99,92% analizowanych próbek gleb. Uwagę zwraca kadm, w którego przypadku tylko 12,49% próbek gleb spełnia wymagania dla grupy I. Ma to istotne znaczenie gdyż omawiany rejon to w dużej części aglomeracja miejska. 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 77,33–99,77% próbek gleb. Wyjątek stanowiły arsen, cynk, kadm i ołów, w których przypadku odsetek próbek spełniających wymagania dla grupy II był dużo mniejszy (12,49–46,88%). Od 65,00 do 99,92% próbek gleb spełniło wymogi dla grupy III (lasy, grunty zadrzewione i zakrzewione w tym na użytkach rolnych, nieużytki, tereny rekreacyjno-wypoczynkowe, użytki ekologiczne, tereny różne), przy czym najniższy odsetek próbek dotyczył kadmu (tab. 7). Przykład oceny zanieczyszczenia gleb (w formie kartograficznej) ze względu na dopuszczalną zawartość kadmu (Rozporządzenie..., 2016) przedstawia mapa rozkładu zawartości tego pierwiastka (tabl. 63). Przeprowadzona analiza nie uwzględnia etapów i sposobu prowadzenia badań zanieczyszczenia gleb i ziemi określonych w Rozporządzeniu (2016).

OSADY WODNE

W granicach obszaru objętego arkuszem badano osady pobrane z cieków i zbiorników wodnych (na mapach nazwane jako osady) w zlewniach: Brynicy od Wielonki do Rawy, Rawy i Boliny (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 Lis, Pasieczna, 1995b), a także do wartości wskaźnika ryzyka ekotoksikologicznego 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 Brynicy od Wielonki do Rawy obejmuje swym zasięgiem większą część analizowanego terenu, w tym rzekę Brynicę wraz z dopływami oraz zbiorniki wodne. Brynica w obszarze arkusza płynie uregulowanym, wybetonowanym i obwałowanym korytem. Jest przykładem cieku, który w wyniku działalności gospodarczej człowieka stracił naturalny charakter. Przepływa przez tereny silnie zurbanizowane i uprzemysłowione, które były głównym źródłem jej zanieczyszczenia, przede wszystkim na odcinku od Piekar Śląskich aż do ujścia do rzeki Przemszy – poza granicami arkusza (Uchwała..., 2016). W obrębie analizowanej zlewni ciekami zasilającymi Brynicę są Rów Michałowicki oraz Rów Śmiłowski. Cieki te tylko w swoim dolnym biegu mają otwarte koryta, a w pozostałej części płyną w zamkniętym kolektorze. Rów Michałowicki jest odbiornikiem m.in. wód z odwadniania d. KWK „Siemianowice”.

Mediany zawartości analizowanych pierwiastków chemicznych w osadach wodnych zlewni w różnym stopniu przekraczają wartości określone jako tło geochemiczne regionu śląsko-krakowskiego. Nieznacznie większa jest mediana zawar-

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

Tabela 7
Table

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	1056	608	1186	1244	53
	3	81,42%	46,88%	91,44%	95,91%	4,09%
Ba	1	<400	<200	<1000	<1500	>1500
	2	1240	1003	1296	1297	0
	3	95,61%	77,33%	99,92%	100,00%	0,00%
Cr	1	<200	<150	<500	<1000	>1000
	2	1292	1287	1296	1296	1
	3	99,61%	99,23%	99,92%	99,92%	0,08%
Zn	1	<500	<300	<1000	<2000	>2000
	2	423	167	843	1105	192
	3	32,61%	12,88%	65,00%	85,20%	14,80%
Cd	1	<2	<2	<10	<15	>15
	2	162	162	981	1110	187
	3	12,49%	12,49%	75,64%	85,58%	14,42%
Co	1	<50	<20	<100	<200	>200
	2	1295	1286	1295	1297	0
	3	99,85%	99,15%	99,85%	100,00%	0,00%
Cu	1	<200	<100	<300	<600	>600
	2	1248	1182	1260	1283	14
	3	96,22%	91,13%	97,15%	98,92%	1,08%
Ni	1	<150	<100	<300	<500	>500
	2	1296	1294	1296	1296	1
	3	99,92%	99,77%	99,92%	99,92%	0,08%
Pb	1	<200	<100	<500	<600	>600
	2	711	233	1076	1123	174
	3	54,82%	17,96%	82,96%	86,58%	13,42%
Hg	1	<5	<2	<10	<30	>30
	2	1296	1291	1296	1297	0
	3	99,92%	99,54%	99,92%	100,00%	0,00%

- 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*
 - liczba próbek spełniających kryteria dla poszczególnych grup gruntów *number of samples meeting the criteria for individual soil groups*
 - udział procentowy próbek (w stosunku do całkowitej liczby n) spełniających kryteria dla poszczególnych grup gruntów *percentage of samples (in relation to the total number n) meeting the criteria for individual soil groups*
- * – wartości przyjęte dla grupy II-1 (wartości najniższe) *values adopted for group II-1 (lowest values)*
- ** – nie spełniające wymogów dla żadnej z grup *not meeting the requirements for any of the groups*

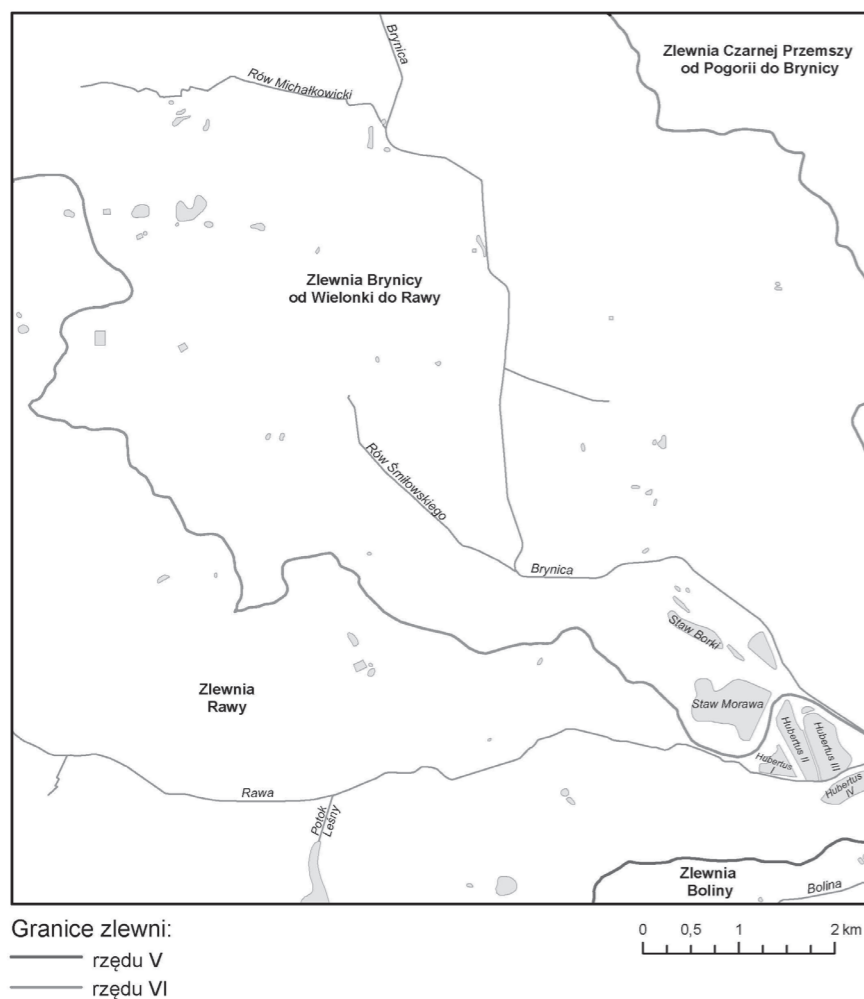


Fig. 3. Lokalizacja cieków oraz obszarów analizowanych zlewni (Hydroportal – https://wody.isok.gov.pl/imap_kzgw/ [dostęp 12.09.2024])

tości baru i fosforu. Wyraźnie wyższe (około dwukrotnie) są mediany koncentracji kobaltu, żelaza, manganu, niklu, strontu, tytanu, wanadu, trzykrotnie większa jest zawartość arsenu, wapnia, kadmu, chromu, a około czterokrotnie rtęci i magnezu. Mediany koncentracji miedzi, ołowiu, siarki i cynku około pięciokrotnie przekraczają tło geochemiczne (tab. 4; Lis, Pasieczna, 1995b).

Wysokie zawartości metali potencjalnie toksycznych (kadmu, miedzi, ołowiu i cynku) w osadach rzeki Brynicy w sposób szczególnie zaznaczają się poniżej ujścia Rowu z Orła Białego – poza północno-zachodnią granicą arkusza (Pasieczna i in., 2021). Obecne badania osadów Brynicy na obszarze leżącym w granicach arkusza Siemianowice Śląskie wykazały zróżnicowanie koncentracji metali, które mieszczą się w zakresach [mg/kg]: <1–12 dla srebra (tabl. 9), 5,0–54,6 dla kadmu (tabl. 22), 48–302 dla miedzi (tabl. 28), 228–883 dla ołowiu (tabl. 46) i 881–17 171 dla cynku (tabl. 61; tab. 4). Ponadto na tle wszystkich osadów wodnych występujących na terenie objętym arkuszem, aluwia Brynicy wyróżnia również wysoka zawartość rtęci (często >0,20 mg/kg; tabl. 32), siarki (>0,300%; tabl. 48) i fosforu (>0,320%; tabl. 44). W okolicach osiedla Pekin, poniżej oczyszczalni ścieków Dąbrówka Mała – Centrum, dodatkowym źródłem fosforu są zrzuty oczyszczanych ścieków.

Przez teren miasta Czeladź, w centralnej części zlewni, przepływa sztuczny ciek wodny. Jest to kanał, który odwadnia wyrobiska nieczynnych już kopalń węgla kamiennego. Przepływy w nim są wyrównane i zależą od ilości pompowanych

wód (Uchwała..., 2016). Osady pobrane z tego kanału charakteryzują się wysokimi koncentracjami niektórych pierwiastków. Notuje się tam 30–52 mg/kg srebra (tabl. 9), 306–374 mg/kg baru (tabl. 16), 24–41 mg/kg kobaltu (tabl. 24), 198–289 mg/kg miedzi (tabl. 28), 32,94–36,30% żelaza (tabl. 30), 0,63–0,84 mg/kg rtęci (tabl. 32), 7206–13 460 mg/kg manganu (tabl. 38), 144–348 mg/kg niklu (tabl. 42) i 352–424 mg/kg strontu (tabl. 53). Z kolei w osadzie pobranym ze stawu zlokalizowanego przy ujściu Rowu Michałkowickiego do Brynicy (północna część zlewni) zaznaczają się wysokie zawartości arsenu (597 mg/kg), kadmu (88 mg/kg), miedzi (108 mg/kg), żelaza (3,91%), rtęci (1,01 mg/kg), ołowiu (2928 mg/kg) oraz cynku (12 720 mg/kg). Anomalie geochemiczne tych pierwiastków obserwuje się również w glebach pobranych z tego rejonu.

W południowo-wschodniej części obszaru na pograniczu Katowic, Sosnowca i Mysłowic występują zbiorniki wodne pochodzenia antropogenicznego, powstałe w miejscach dawnej eksploatacji piasku. Stawy wraz z otoczeniem pełnią ważne funkcje rekreacyjne oraz mają duże znaczenie przyrodnicze (Orzechowski, 2023). W obrębie analizowanej zlewni znajdują się następujące stawy: Stawiki, Borki i Morawa. W osadach tych zbiorników zawartość srebra i rtęci często występuje poniżej granicy oznaczalności. Ponadto większość próbek zawiera arsen (<3–7 mg/kg), chrom (2–8 mg/kg), miedź (2–16 mg/kg) i nikiel (1–9 mg/kg), a także bar (6–69 mg/kg), wapń (0,03–0,58%), kobalt (<1–4 mg/kg), żelazo (0,14–1,07%), magnez (0,02–0,13%), mangan (14–236 mg/kg), fosfor (0,003–0,052%), stront (2–15 mg/kg) i wanad (3–12 mg/kg) w zakresie zbliżonym do tła geochemicznego regionu. Koncentracja kadmu, ołowiu i cynku w badanych osadach jest zróżnicowana. Maksymalne zawartości kadmu (14 mg/kg) i ołowiu (551 mg/kg) oznaczono w próbce osadu pochodzącej ze zbiornika Stawiki. Natomiast w stawie Morawa (w jego północno-wschodniej części) drobnoziarnisty osad bogaty w materię organiczną wyróżnia znacząca koncentracja większości badanych pierwiastków. Zanotowano tam 54 mg/kg arsenu, 226 mg/kg baru, 7,1 mg/kg kadmu, 43 mg/kg chromu, 121 mg/kg miedzi, 2,27% żelaza, 38 mg/kg niklu, 280 mg/kg tytanu, 41 mg/kg wanadu i 1652 mg/kg cynku.

Część osadów wodnych pobranych w obrębie zlewni charakteryzuje się wyższymi zawartościami analizowanych pierwiastków w stosunku do wartości PEC. Największą liczbę próbek, dla których ten wskaźnik został przekroczony, stwierdzono dla kadmu (65%), ołowiu (73%) i cynku (75%). W przypadku niklu, arsenu i miedzi procent próbek z przekroczonymi zawartościami jest niższy i wynosi odpowiednio 14, 19 i 22%. Koncentracje chromu i rtęci jedynie w kilku próbkach osadów były wyższe niż wartość progowa PEC dla tych metali.

Południowo-zachodnia i południowa część obszaru objętego arkuszem należy do **zlewni Rawy**. Na obszarze tym Rawa płynie uregulowanym, wybetonowanym i obwałowanym korytem. W rejonie Katowic (Śródmieście) znaczny jej fragment jest zakryty. Rawa jest odbiornikiem oczyszczanych ścieków z oczyszczalni Klimzowiec w Chorzowie (poza zachodnią granicą arkusza) oraz Gigabłok w Katowicach. W badanych osadach wodnych tej zlewni mediany zawartości analizowanych pierwiastków chemicznych w różnym stopniu, z wyjątkiem fosforu, przekraczają wartości określone jako tło geochemiczne regionu śląsko-krakowskiego. Około dwukrotnie wyższe od tła są mediany koncentracji wapnia, kobaltu, chromu, żelaza, magnezu, manganu, niklu, strontu, wanadu, trzykrotnie większa jest zawartość rtęci i tytanu, a około czterokrotnie arsenu i siarki. Mediany koncentracji kadmu i ołowiu około pięciokrotnie przekraczają tło geochemiczne, cynku sześciokrotnie, a miedzi aż siedmiokrotnie (tab. 4; Lis, Pasieczna, 1995b).

W osadach Rawy, w większości przypadków próbki pobrane poniżej Oczyszczalni Ścieków Gigabłok, zawierają znaczące koncentracje arsenu i metali. Zanotowano w nich do 53 mg/kg arsenu, 7 mg/kg srebra, 25,9 mg/kg kadmu, 197 mg/kg miedzi, 10,44% żelaza, 2787 mg/kg manganu, 133 mg/kg niklu, 792 mg/kg ołowiu i 2468 mg/kg cynku. Ponadto aluwia Rawy wyróżnia też wysoka zawartość rtęci (0,94–3,54 mg/kg) i chromu (85–207 mg/kg).

Przy wschodniej granicy obszaru, w dolinie Brynicy i Rawy, w sąsiedztwie d. hut metali nieżelaznych znajdują się zbiorniki wodne pochodzenia antropogenicznego: Hubertus I, II, III i IV. Stawy te powstały wskutek eksploatacji piasku na potrzeby górnictwa węglowego. Osady wodne tych zbiorników charakteryzują się zróżnicowanym składem chemicznym. Maksymalne zawartości srebra (3 mg/kg), arsenu (137 mg/kg), kadmu (65,7 mg/kg) i ołowiu (1524 mg/kg) stwierdzono w próbce osadu pobranej ze stawu Hubertus I. W obrębie tego zbiornika oznaczono również znaczące koncentracje glinu (do 1,61%) i tytanu (do 546 mg/kg). Z kolei w stawie Hubertus II obserwuje się maksymalne zawartości chromu (89 mg/kg), miedzi (734 mg/kg), żelaza (10,65%), magnezu (1,20%), wanadu (59 mg/kg) i cynku (7114 mg/kg). Osad wodny pobrany ze zbiornika Hubertus IV wyróżnia zaś najwyższa koncentracja baru (360 mg/kg), kobaltu (70 mg/kg), rtęci (0,37 mg/kg), manganu (9524 mg/kg) i niklu (82 mg/kg). Ponadto w zbiorniku tym notuje się zawartość wapnia do 15,52%, siarki do 5,453% i strontu do 814 mg/kg.

Wysokie koncentracje arsenu i metali występują w osadach pobranych ze zbiornika Łąka (przy południowej granicy arkusza). Stwierdzono tam maksymalnie: 638 mg/kg arsenu, 14 mg/kg srebra, 70,2 mg/kg kadmu, 1212 mg/kg miedzi, 7,85 mg/kg rtęci, 7394 mg/kg ołowiu i 25 912 mg/kg cynku.

Analiza uzyskanych wyników wykazała, że największa liczba próbek, dla których wartość progowa PEC została przekroczona dotyczy kadmu (72%), ołowiu (76%) oraz cynku (79%). W przypadku rtęci, niklu, arsenu i miedzi procent próbek z przekroczonymi zawartościami jest niższy i wynosi odpowiednio: 26, 32, 36 i 40%. Koncentracje chromu tylko w kilkunastu próbkach osadów były wyższe niż wartość progowa PEC.

W południowo-zachodniej części obszaru znajduje się niewielki fragment **zlewni Boliny**. Zawartość arsenu, kadmu, kobaltu, chromu, miedzi, żelaza, rtęci, magnezu, niklu, ołowiu, siarki, strontu, tytanu, wanadu i cynku w osadach tej zlewni jest wyższa niż tło geochemiczne regionu śląsko-krakowskiego. W przypadku baru, wapnia, manganu i fosforu większe koncentracje w stosunku do tła notuje się przede wszystkim w próbkach pobranych z silnie przekształconego antropogenicznie potoku Bolina (Lis, Pasieczna, 1995b). Osady tego cieku, na odcinku objętym badaniami, charakteryzują się zawartością chromu w zakresie od 106 do 537 mg/kg oraz miedzi od 595 do 1817 mg/kg. Stwierdzono w nich również znaczące koncentracje kadmu (10,3–19,5 mg/kg), niklu (51–83 mg/kg), ołowiu (246–537 mg/kg), cynku (2021–3276 mg/kg) i rtęci (0,92–1,39 mg/kg). Przekroczenia wartości progowej PEC w osadach zlewni odnotowano dla arsenu, kadmu, chromu, miedzi, niklu, rtęci, ołowiu i cynku. Przy czym koncentracje wyższe niż wartość PEC stwierdzone dla chromu, niklu i rtęci występowały głównie w aluwacjach Boliny, a dla arsenu w osadach zarastającego trzcinami zbiornika.

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 Brynicy od Wielonki do Rawy. W wodach zlewni wartości pH zmieniają się w przedziale 6,71–9,99, a przewodności elektrolitycznej właściwej w zakresie 0,15–15,02 mS/cm. Uwagę zwracającą wartości EC wynoszące od 10,52 do

15,05 mS/cm zmierzone w wodach pobranych z otwartych zbiorników wód opadowych zlokalizowanych m.in. przy centrum logistyki w Czeladzi. W tych miejscach stwierdzono również wysokie zawartości antymonu (2,63–14,91 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$).

Zawartości srebra, glinu, arsenu, boru, baru, berylu, kobaltu, chromu, molibdenu, seleniu, tytanu, talu i wanadu w wodach zlewni są niższe od wartości granicznych określonych dla I i II klasy jakości wód powierzchniowych dla wskaźników z grupy specyficznych substancji zanieczyszczających (Rozporządzenie..., 2021; tab. 5). W przypadku miedzi i cynku jedynie w pojedynczych przypadkach obserwuje się ich wyższe koncentracje (odpowiednio 62,32 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ i 2,627 mg/dm^3). Stężenia antymonu przekraczające wartości graniczne notuje się w ok. 18% próbek, z czego znaczna ich część pochodzi ze stawu Morawa i Rowu Śmiłowskiego. Uwzględniając środowiskowe normy jakości dla wskaźników stanu chemicznego, w badanych próbkach nie zostały przekroczone dopuszczalne koncentracje ołowiu. Zawartości niklu i kadmu tylko w kilku próbkach są wyższe od wartości normatywnych, osiągając maksymalne koncentracje odpowiednio: 294,6 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ i 9,02 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. Najwyższe stężenie niklu odnotowano w próbce wody pobranej z kanału w Czeladzi odwadniającego wyrobiska nieczynnych już kopalń węgla kamiennego. W tej lokalizacji oznaczono również w wodzie wysokie zawartości miedzi (62,32 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) i kadmu (0,72 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$). Z kolei maksymalne stężenie kadmu stwierdzono w wodzie z Rowu Śmiłowskiego, powyżej jego ujścia do rzeki Brynicy. W próbce tej oznaczono też 0,287 mg/dm^3 baru, 7,58 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ kobaltu, 2,58 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ antymonu i 2,627 mg/dm^3 cynku.

Wody rzeki Brynicy charakteryzuje wartość przewodności elektrolitycznej właściwej mieszcząca się w przedziale od 1,16 do 2,57 mS/cm. Na podwyższoną wartość EC (>1 mS/cm) wpływają przede wszystkim koncentracje sodu (73,8–238,8 mg/dm^3), wapnia (130,1–174,7 mg/dm^3), magnezu (50,1–76,4 mg/dm^3) i siarczanów (328–504 mg/dm^3). W wodach Brynicy obserwuje się stosunkowo niewielkie zawartości arsenu i metali. Koncentracje miedzi nie przekraczają 4,82 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, a ołowiu 1,32 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. Zawartości kadmu i chromu zazwyczaj występują poniżej granicy oznaczalności. Podwyższone zawartości niklu (54,3–78,7 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) i antymonu (2,36–3,68 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) odnotowano w kilku próbkach poniżej oczyszczalni ścieków. Na stężenie niektórych składników w wodach Brynicy mają również wpływ jej dopływy. Najwyraźniej zaznacza się to w przypadku sodu, którego źródłem są wody Rowu Michałkowickiego. Powyżej i poniżej jego ujścia zawartość tego pierwiastka w wodach Brynicy wynosi odpowiednio 73,8–77,6 mg/dm^3 i 96,2–238,8 mg/dm^3 . Rów Michałkowicki jest odbiornikiem wód dołowych z d. KWK „Siemianowice”. Poniżej miejsca ich zrzutu, w wodach cieku wzrastają koncentracje boru (0,36–0,60 mg/dm^3), litu (62,7–84,4 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$), magnezu (25,9–104,4 mg/dm^3), siarczanów (137–661 mg/dm^3) oraz strontu (0,337–1,020 mg/dm^3).

Wartość odczynu pH wód pobranych ze stawów: Stawiki, Borki i Morawa waha się w zakresie 8,07–8,97, a przewodności elektrolitycznej właściwej od 0,41 do 0,99 mS/cm. Wody tych zbiorników wykazują stosunkowo niewielkie stężenia badanych składników, w tym metali potencjalnie toksycznych dla organizmów żywych. Zawartości analizowanych pierwiastków nie przekraczają wartości normatywnych (Rozporządzenie..., 2021). Wyjątek stanowi antymon, którego wyższe koncentracje (2,99–3,82 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) zanotowano w większości próbek pochodzących ze stawu Morawa.

Zlewnia Rawy. W wodach zlewni wartości pH zmieniają się w szerokim przedziale 4,94–8,91, a przewodności elektrolitycznej właściwej w granicach 0,18–2,55 mS/cm. Badane wody charakteryzują się niższą zawartością większości analizowanych pierwiastków w stosunku do wartości granicznych określonych dla I i II klasy jakości wód powierzchniowych (Rozporządzenie..., 2021; tab. 5). Stężenia antymonu przekraczające wartości graniczne występują w ok. 30% próbek, z czego znaczna ich część pochodzi ze stawów Hubertus I, II, i III. Uwzględniając środowiskowe normy jakości dla wskaźników stanu chemicznego, w badanych próbkach

z obszaru zlewni nie zostały przekroczone dopuszczalne stężenia niklu i ołowiu. Koncentracje kadmu większe od wartości normatywnych (maks. 1,27 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) stwierdzono w kilkunastu próbkach pochodzących głównie z Rawy. Zaznaczają się one w wodach w okolicy Roźdzenia w Katowicach na obszarze przemysłowym. W próbkach tych występują również podwyższone na tle zlewni stężenia talu i seleniu.

Próbki wód pobrane ze stawów Hubertus I, II, III i IV charakteryzuje wartość pH zmieniająca się w szerokim przedziale od 4,94 do 8,91 i EC w zakresie 0,44–1,57 mS/cm. Wody o wartości EC powyżej 1 mS/cm występują w zbiorniku Hubertus I, w którym notuje się też znaczące zawartości wapnia (68,5–69,1 mg/dm^3), potasu (15,9–16,1 mg/dm^3), magnezu (43,3–44,0 mg/dm^3), sodu (141,3–144,4 mg/dm^3), siarczanów (148–149 mg/dm^3), antymonu (6,33–6,94 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) i uranu (1,44–1,73 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$). Koncentracje większości analizowanych pierwiastków nie przekraczają wartości normatywnych (Rozporządzenie..., 2021). Wyjątek stanowi antymon, którego stężenie przekraczające 2 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ klasyfikuje wody zbiorników Hubertus I, II, i III jako pozaklasowe. Znaczącym źródłem antymonu są emisje związane z przemysłem przeróbki rud miedzi oraz spalania niektórych węgla i odpadów komunalnych (Kabata-Pendias, Pendias, 1999; Jabłońska-Czapla, 2014).

Zlewnia Boliny. Wartość pH wód zlewni zmienia się w przedziale 7,49–9,05, a przewodności elektrolitycznej właściwej w granicach 0,29–30,90 mS/cm. Uwagę zwracają oznaczone jedynie w wodach Boliny wartości EC wynoszące od 27,20 do 30,90 mS/cm oraz wysokie stężenia pierwiastków charakterystycznych dla wód kopalnianych. Stwierdzono tam: 0,922–1,075 mg/dm^3 baru, 81,3–89,9 mg/dm^3 potasu, 322,1–355,7 mg/dm^3 magnezu, 4223,5–4948,7 mg/dm^3 sodu, 645,9–744,1 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ litu, 13,563–15,802 mg/dm^3 strontu i 431–466 mg/dm^3 siarczanów. W wodach Boliny zaznaczają się również znaczące koncentracje wapnia (459,5–523,8 mg/dm^3), glinu (12,9–24,8 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$) i seleniu (135–153 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$).

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Na omawianym obszarze antropogenicznymi źródłami zanieczyszczeń środowiska przyrodniczego są przede wszystkim: górnictwo, hutnictwo metali żelaznych i nieżelaznych, deponowanie odpadów wydobywczych i przerobczych na obejmujących duże powierzchnie hałdach oraz zwałowiskach, urbanizacja (np. zabudowa mieszkaniowa, przemysłowa i handlowa) oraz infrastruktura transportowa.
2. Mediany zawartości badanych pierwiastków w powierzchniowej warstwie gleb są wyższe od wartości tła geochemicznego dla regionu śląsko-krakowskiego. Wyjątek stanowi jedynie rtęć. Pierwiastkami, dla których obserwuje się najwyższe przekroczenia tła są kadm, miedź, ołów i cynk.
3. Na obydwu zakresach głębokości przeważają gleby o odczynie zasadowym. Odczynem od bardzo kwaśnego do kwaśnego charakteryzują się małe powierzchnie gleb, które występują przede wszystkim w północno-zachodniej części obszaru na terenie leśnym.
4. W rejonach historycznych i współcześnie działających hut metali, a także w otoczeniu zrehabilitowanych i częściowo rozebranych hałd i zwałowisk w glebach występują liczne anomalie geochemiczne srebra, arsenu, kadmu, chromu, miedzi, żelaza, rtęci, niklu, ołowiu i cynku.
5. Związek chemizmu gleb ze składem skał podłoża zaznacza się jedynie na terenach wychodni triasowych utworów węglanowych, gdzie występują gleby zasobne w wapń, magnez, żelazo, mangan, kadm i cynk.
6. W osadach wodnych wszystkich zlewni mieszczących się w granicach obszaru arkusza stwierdzono przekroczenia wartości progowych wskaźnika PEC dla arsenu, kadmu, ołowiu, cynku, niklu, miedzi i chromu.

7. 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 potoku Bolina, rzeki Brynicy i jej dopływów oraz niektórych zbiorników wodnych. Na stan jakości wód mają wpływ głównie zrzuty ścieków komunalnych i przemysłowych, spływy powierzchniowe wód opadowych z terenów przemysłowych i komunikacyjnych oraz zrzuty wód dołowych.

LITERATURA

- AKTUALIZACJA, 2020 – Aktualizacja Programu Ochrony Środowiska dla miasta Katowice na lata 2021–2024 z perspektywą do 2026. Urząd Miasta Katowice, Katowice. Załącznik do uchwały Nr XXXIX/850/21 Rady Miasta Katowice z dnia 30 września 2021 r.; <https://bip.katowice.eu/UrządMiasta/Zamierzenia/Programy/dokument.aspx?idr=125981&menu=633> (dostęp 18.12.2023).
- BEDNAREK R., DZIADOWIEC H., POKOJSKA U., PRUSINKIEWICZ Z., 2004 – Badania ekologiczno-gleboznawcze. PWN, Warszawa.
- BIERNAT S., 1970 – Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Katowice. Wydaw. Geol., Warszawa.
- BIERNAT S., KRYSOVSKA M., 1956 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Katowice. Inst. Geol., Warszawa.
- BN-78/9180-11 – Gleby i utwory mineralne. Podział na frakcje i grupy granulometryczne. Norma branżowa, 1978. PKN, Warszawa.
- BORYSZEWSA – Zakończono rekultywację terenów Huty Szopienice; <https://www.boryszew.com.pl/zakonczono-rekultywacje-terenow-huty-szopienice/> (dostęp 25.10.2023).
- 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.
- COFAŁKA P., GORGOŃ J., BŁASZCZYK E., BORGULAT J., BRONDER J., CENOWSKI M., FUDAŁA J., FUDAŁA M., GŁOGOWSKA M., JAROSZ W., KRUPANEK J., MICHALISZYN-GABRYŚ B., MORACZEWSKA-MAJKUT K., NÁDUDVARI Á., OWCZARSKA I., PIASECKA-RODAK J., STRZELECKA-JASTRZĄB E., GAŁAŚ A., GAŁAŚ S., 2019 – Plan Adaptacji miasta Katowice do zmian klimatu do 2030 r. Załącznik do uchwały Nr XII/268/19 Rady Miasta Katowice z dnia 26 września 2019 r.; <https://bip.katowice.eu/Lists/Dokumenty/Attachments/114607/sesja%20XII-268-19.pdf> (dostęp 12.10.2023).
- 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).
- DURKA-KAMIŃSKA R., 2021 – Prognoza oddziaływania na środowisko miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego dzielnicy Srokowiec w Siemianowicach Śląskich; <https://bip.msiemianowicesl.finn.pl/bipkod/25686142> (dostęp 07.12.2023).
- 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.].
- FERRUM SA – Historia; <https://www.ferrum.com.pl/historia/> (dostęp 15.11.2023).

- FRANIEL I., 2001 – Przydatność siewek brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.) do rekultywacji terenów zdegradowanych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, **477**: 203–208.
- GEOSERWIS – <https://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/> (dostęp 6.11.2024).
- GŁOGOWSKA M., GORGON J., BRONDER J., COFAŁKA P., FUDAŁA J., FUDAŁA M., KRUPANEK J., PIASECKA-RODAK J., STRZELECKA-JASTRZĄB E., CENOWSKI M., COFAŁKA K., ŁUKASIK W., MICHALISZYN-GABRYŚ B., NÁDUDVARI Á., BŁASZCZYK E., JAROSZ W., OW CZARSKA I., GAJOWIEC B., GAŁAŚ A., GAŁAŚ S., 2018 – Plan Adaptacji miasta Siemianowice Śląskie do zmian klimatu do 2030 r.; http://44mpa.pl/wp-content/uploads/2018/10/MPA_SiemianowiceS_projekt.pdf (dostęp 12.10.2023).
- GWOSDZ K., 2013 – Pomiedzy starą a nową ścieżką rozwojową. Mechanizmy ewolucji struktury gospodarczej i przestrzennej regionu tradycyjnego przemysłu na przykładzie konurbacji katowickiej po 1989 r. Wyd. I. Uniwersytet Jagielloński, Kraków.
- HUTA – Huta Metali Nieżelaznych Szopienice; https://pl.wikipedia.org/wiki/Huta_Metali_Nie%C5%BCelaznych_Szopienice (dostęp 24.10.2023).
- JABŁOŃSKA-CZAPLA, 2014 – LC-ICP-MS w analizie specyficjnej antymonu w próbkach pochodzenia biologicznego. *LAB Laboratoria, Aparatura, Badania*, **19**, 1: 30–32, 80.
- JAROS J., 1984 – Słownik historyczny kopalń węgla na ziemiach polskich. Wyd. II poprawione i zaktualizowane. Śląski Instytut Naukowy, Katowice.
- JURECZKA J., DOPITA M., GAŁKA M., KRIEGER W., KWARCINŃSKI J., MARTINEC P., 2005 – Atlas geologiczno-złożowy polskiej i czeskiej części Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1999 – Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wydaw. Nauk. PWN, Warszawa.
- KARTY CHARAKTERYSTYK, 2023 – Karty charakterystyk JCWPd; <http://karty.apgw.gov.pl:4200/jcw-podziemne> (dostęp 07.12.2023).
- KATOWICKIE WODOCIĄGI SA – <https://www.wodociagi.katowice.pl> (dostęp 07.12.2023).
- 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 (dostęp: 10.06.2024).
- KONIECZNY W., BŁOŃSKA A., ROMAŃCZYK M., SIKORA K., WIELAND Z., 2015 – Opracowanie ekofizjograficzne dla Miasta Mysłowice. Rodzaj podstawowy z elementami opracowania problemowego wykonane w granicach administracyjnych miasta. Biuro Rozwoju Regionu sp. z o.o. w Katowicach; https://planowanie.myslowice.pl/wp-content/uploads/2019/09/tekst_opracowania_ekofizjograficznego_478.pdf (dostęp 25.09.2023).
- KONOPELSKA W., 2006 – Saturn: z dziejów kopalni i Towarzystwa Górniczo-Przemysłowego „Saturn” w Czeladzi. Wyd. II. Urząd Miasta Czeladź.
- KOTAS A., MALCZYK W., 1972a – Górnos Śląska seria piaskowcowa piętra namuru górnego Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego. *Pr. Inst. Geol.*, **61**: 412–466.
- KOTAS A., MALCZYK W., 1972b – Seria paraliczna piętra namuru dolnego Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego. *Pr. Inst. Geol.*, **61**: 329–411.
- KWK WIECZOREK – https://pl.wikipedia.org/wiki/Kopalnia_W%C4%99gla_Kamienego_%E2%80%9EWieczorek%E2%80%9D (dostęp 13.05.2024).
- LEWANDOWSKI J., CIESIELCZUK J., 1997 – Przyczynę do poznania reolitytów krasowych Wyżyny Śląskiej. *Pr. Nauk. UŚl. Geologia*, **14**.
- LIANA E., POBUDEJSKI M., MARCHLEWSKA-KNYCH B., BOŻEK A., JANECZKO-MAZUR A., 2014 – Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i ocena depozycji zanieczyszczeń do podłoża w latach 2013–2015. Wyniki badań monitoringowych w województwie śląskim w 2013 r. WIOŚ, Katowice.
- LIANA E., ADYNKIEWICZ M., BŁACHUTA J., KOLANEK A., TERLECKA E., POBUDEJSKI M., MISZUK B., OTOP I., MAZUREK M., RAWA W., 2018 – Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych i ocena depozycji zanieczyszczeń do podłoża w latach 2016–2018. Wyniki badań monitoringowych w województwie śląskim w 2017 r. GIOŚ, Warszawa.
- 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 1: 200 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1999 – Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska w skali 1:25 000, ark. Sławków. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- 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.
- MIDAS – System Gospodarki i Ochrony Bogactw Naturalnych Państwowego Instytutu Geologicznego-PIB; <http://geoportal.pgi.gov.pl/midas-web> (dostęp 23.11.2023).
- MIEJSCA – Miejsca z historią: Zakłady Ceramiczne „Józefów” – ul. Katowicka 157 w Czeladzi; <https://miejscahistoria.org/zaklady-ceramiczne-jozefow-ul-katowicka-157-w-czeladzi/> (dostęp 11.10.2023).
- 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.
- MUZEUM – Muzeum Cynku, Katowice; <http://muzeumcynku.katowice.pl/his.html> (dostęp 19.10.2023).
- NOWICKI Z. (red.), 2007 – Wody podziemne miast Polski. Miasta powyżej 50 000 mieszkańców – Siemianowice Śląskie. Informator PSH: 365–380. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- OCENA, 2016–2021 – Ocena stanu jednolitych części wód rzek i zbiorników zaporowych w latach 2016–2021 na podstawie monitoringu – tabela. GIOŚ; <https://wody.gios.gov.pl/pjwp/publication/RIVERS/88> (dostęp 23.11.2023).
- OLSZEWICZ W., 1935 – Z dziejów hutnictwa żelaznego na Śląsku. Komunikat Nr. 1 i 3. Nowe wydanie, Instytut Śląski w Katowicach; https://sbc.org.pl/Content/151340/PDF/ii2442-1934_1935-01_03a-0001.pdf (dostęp 16.11.2023).
- ORZECZOWSKI M., 2023 – Prognoza oddziaływania na środowisko Projektu Strategii Rozwoju Miasta Katowice do 2030 r. <https://bip.katowice.eu/SiteAssets/Lists/Dokumenty/Uprawnienia/PROGNOZA%20SRM%20Katowice%202030.pdf> (dostęp 10.10.2023).
- OSZAŃCY K., POCHWAŁA M., CHMURA U., LANDWÓJTOWICZ A., KUSEK W., KUCZER M., 2014 – Program ochrony środowiska dla miasta Katowice na lata 2014–2017 z perspektywą do roku 2021. Urząd Miasta Katowice; <https://bip.katowice.eu/UrządMiasta/ZamierzeniaIProgramy/default.aspx?id=470&menu=634> (dostęp 29.09.2023).
- 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., KONON A., STRZEMIŃSKA K., BALA K., SZCZYP-CZYK A., 2021 – Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska 1:25 000, ark. Świerklaniec. Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Badaw., Warszawa.
- PIOTROWSKI A., ZIOMEK K., 2022 – Objasnienia do mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi. Skala 1:10 000. Miasto Siemianowice Śląskie, powiat Siemianowice Śląskie, województwo śląskie. Państw. Inst. Geol., – Państw. Inst. Badaw., Sosnowiec; <https://geoportal.pgi.gov.pl/sopo-gvview/objpdf?f=2345> (dostęp 12.01.2024).
- PLAN, 2003 – Uchwała Nr II/1 1/1/2003 Sejmiku Województwa Śląskiego z dnia 25 sierpnia 2003 r. w sprawie: przyjęcia „Planu gospodarki odpadami dla województwa śląskiego”, stanowiącego część Wojewódzkiego Programu Ochrony Środowiska; https://www.slaskie.pl/content/1248427307_2009-07-24 (dostęp 12.12.2023).
- PN-B-04481:1988, p. 4.1 – Grunty budowlane. Badania próbek gruntu (norma wycofana).
- POMNIKI ORGANIZACJI – Pomnik Huty „Jedność” w Siemianowicach Śląskich; <https://pomnikorganizacji.wordpress.COM/2021/07/28/pomnik-huty-jednosc-w-siemianowicach-slaskich/> (dostęp 19.10.2023).
- PRADELA A., SOLARSKI M., 2013 – Rozwój górnictwa rud cynku i ołowiu w bytomsko-tarnogórskim rejonie złożowym od końca XVIII w. do czasów współczesnych. [W:] Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko (red. R. Machowski, M. Rzętała). *Studenckie Koło Naukowe Geografów UŚ, Wydział nauk o Ziemi UŚ*, **14**: 43–50.
- PROGRAM, 2017a – Program Ochrony Środowiska dla Gminy Czeladź na lata 2017–2020 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2021–2024. Załącznik do Uchwały Nr XLIV/534/2017 Rady Miejskiej w Czeladzi z dnia 8 listopada 2017 r. https://bip.czeladz.pl/dokumenty/uchwala_nr_XLIV_534_2017.pdf (dostęp 10.10.2023).
- PROGRAM, 2017b – Program Ochrony Środowiska dla miasta Sosnowca na lata 2017–2020 z perspektywą na lata 2021–2024. Załącznik nr 1 do Uchwały Nr 698/LVI/2017 Rady Miejskiej w Sosnowcu z dnia 30 listopada 2017 r.; <https://www.bip.um.sosnowiec.pl/a,531452,program-ochrony-srodowiska-dla-miasta-sosnowca-na-lata-2017-2020-z-perspektywa-na-lata-2021-2024.html> (dostęp 12.12.2023).
- PROGRAM, 2021 – Program Ochrony Środowiska dla Gminy Czeladź na lata 2021–2024 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2025–2028, Czeladź. Załącznik do uchwały Nr XLI/529/2021 Rady Miejskiej w Czeladzi z dnia 27 października 2021 r.; https://bip.czeladz.pl/dokumenty/XLI_529_2021.pdf (dostęp 14.12.2023).
- RICHLING A., SOŁON J., MACIAS A., BALON J., BORZYSZKOWSKI J., KISTOWSKI M. (red.) 2021 – Regionalna geografia fizyczna Polski. Bogucki Wydaw. Nauk., Poznań.
- 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 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 „Górnos Śląsko-Zagłębiowska Metropolia” (Dz.U. 2017 poz. 1290).

- RÓŹKOWSKA A., PTAK B., 1995 — Bar w węglach kamiennych Górnego Śląska. *Prz. Geol.*, **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.
- SCK – Siemianowickie Centrum Kultury-Park Tradycji; <https://www.siemck.pl/park-tradycji/> (dostęp 20.10.2023).
- STAŃCZYK K., PRZYWARSKA R., LEWANDOWSKI A., GOSZCZ R., NOSZCZYK M., LIBERSKI W., 2003 – Plan Gospodarki Odpadami dla miasta Siemianowice Śląskie na lata 2004–2015. GIG; https://bip.msiemianowicesl.finn.pl/res/serwisy/bip-siemianowicesl/komunikaty/_012_206006.pdf?version=1.0 (dostęp 14.12.2023).
- STUDIUM, 2005 – Uchwała Nr LXI/920/2005 w sprawie aktualizacji Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Czeladź; https://bip.czeladz.pl/planowanie_przestrzenne/Studium_uwarunkowan/1884.html (dostęp 14.12.2023).
- STUDIUM, 2016 – Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Czeladź. Załącznik nr 1 do Uchwały nr XXV/336/2016 Rady Miejskiej w Czeladzi z dnia 19 maja 2016 r.; https://bip.czeladz.pl/zalaczniki/zalacznik_1_studium.pdf (dostęp 6.2.2024).
- STUDIUM, 2022 – Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Siemianowice Śląskie, 2022 Urząd Miasta Siemianowice Śląskie. Załącznik Nr 1 do Uchwały Nr 537/2022 Rady Miasta Siemianowice Śląskich z dnia 29 września 2022 r. w sprawie uchwalenia zmiany „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Siemianowice Śląskie”; <https://bip.msiemianowicesl.finn.pl/bipkod/25717281> (dostęp 23.11.2023).
- 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, 2016 – Uchwała Nr XXV/336/2016 Rady Miejskiej w Czeladzi z dnia 19 maja 2016 r. w sprawie uchwalenia „studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Czeladź”; https://bip.czeladz.pl/planowanie_przestrzenne/Studium_uwarunkowan/11728.html (dostęp 12.12.2023).
- UCHWAŁA, 2021 – Uchwała Nr XXXIX/851/21 Rady Miasta Katowice z dnia 30 września 2021 r. w sprawie wyznaczenia Aglomeracji Katowice (Dz. Urz. Woj. Śl. z 2021 r. poz. 6302).
- VITKOVICE MILMET – <https://www.vitkovice-milmet.pl/pl/> (dostęp 18.10.2023).
- WILANOWSKI S., 2016a – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Katowice, reambulacja. Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Badaw., Warszawa.
- WILANOWSKI S., 2016b – Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Katowice (943). Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Badaw., Warszawa.
- WILCZOK E., 1984 – 150 lat hutnictwa metali nieżelaznych w Szopienicach. Dzieje huty metali nieżelaznych „Szopienice” i jej załogi. Wydaw. Huta Metali Nieżelaznych „Szopienice”, Katowickie Towarzystwo Społeczno-Kulturalne, Katowice.
- ZM SILESIA – Historia; <https://silesiasa.pl/historia/> (dostęp 17.10.2023).