

Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska

Detailed geochemical map of Upper Silesia

1 : 25 000

Arkusz
Sheet

ŚWIERKLANIEC

Redaktorzy
Editors

Anna Pasieczna Agnieszka Konon



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
Warszawa 2021

Sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Autorzy: Anna Pasieczna, Katarzyna Strzezińska, Agnieszka Konon, Kamil Bala, Angelika Szczypczyk

Recenzent: prof. dr hab. Izabela Bojakowska

Tłumaczenie: Krzysztof Leszczyński

Redakcja: Monika Masiak

Skład: Łukasz Borkowski

Projekt okładki: Łukasz Borkowski na podstawie projektu serii Wojciecha Markiewicza

Zdjęcie na okładce: Centrum Kultury Śląskiej w Nakle Śląskim, fot. Joanna Szyborska-Kaszycka

© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2021

ISBN 978-83-66888-68-5

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

Nakład 250 egz.

Druk i oprawa: Drukarnia Braci Grodzickich Sp.J., ul. Geodetów 47a, 05-500 Piaseczno

SPIS TREŚCI

Wstęp – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon</i>	5
Charakterystyka obszaru arkusza – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon</i>	5
Budowa geologiczna i złoża kopalin – <i>Katarzyna Strzezińska</i>	5
Antropopresja – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon</i>	7
Zakres i metodyka badań – <i>Anna Pasieczna</i>	7
Prace terenowe – <i>Anna Pasieczna</i>	7
Prace laboratoryjne – <i>Anna Pasieczna</i>	8
Bazy danych i konstrukcja map geochemicznych – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon, Kamil Bala, Angelika Szczypczyk</i>	9
Wyniki badań – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon</i>	18
Gleby – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon</i>	18
Osady – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon</i>	19
Wody powierzchniowe – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon</i>	21
Wnioski – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon</i>	21
Literatura	30
Tablice 1–63	

CONTENTS

Introduction – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon</i>	22
Characteristics of the map area – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon</i>	22
Geology and mineral deposits – <i>Katarzyna Strzezińska</i>	23
Human impact – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon</i>	24
Materials and methods – <i>Anna Pasieczna</i>	24
Field works – <i>Anna Pasieczna</i>	24
Laboratory works – <i>Anna Pasieczna</i>	25
Databases and geochemical maps construction – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon, Kamil Bala, Angelika Szczypczyk</i>	26
Results – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon</i>	26
Soils – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon</i>	26
Sediments – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon</i>	27
Surface water – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon</i>	28
Conclusions – <i>Anna Pasieczna, Agnieszka Konon</i>	29
References	30
Plates 1–63	

SPIS TABLIC

1. Mapa geologiczna
Geological map
2. Zabudowa terenu
Land development
3. Użytkowanie terenu
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. Klasyfikacja gleb z głębokości 0,0–0,3 m ze względu na dopuszczalną zawartość kadmu
Topsoil (0.0–0.3 m) classification according to the permissible content of cadmium

WSTĘP

Zdjęcie geochemiczne w skali 1:25 000 na terenie objętym arkuszem Świerklaniec M-34-50-D-b jest kontynuacją szczegółowych prac kartograficznych, zapoczątkowanych w latach 1996–1999 opracowaniem pilotowego arkusza Sławków M-34-63-B-b *Szczegółowej mapy geochemicznej Górnego Śląska* (Lis, Pasieczna, 1999). Do 2016 r. w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym (PIG-PIB) opracowano 17 arkuszy opublikowanych w formie oddzielnych atlasów. Wszystkie prace sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej po akceptacji Ministerstwa Środowiska (obecnie Ministerstwa Klimatu i Środowiska).

Przeważająca część obszaru arkusza obejmuje teren gminy Świerklaniec. Część północna należy do miasta Miasteczko Śląskie, część wschodnia i południowo-wschodnia to niewielkie fragmenty gmin Ożarówice i Bobrowniki, część zachodnia należy do miasta Tarnowskie Góry, a niewielkie rejon przy południowej granicy arkusza do Piekar Śląskich i Radzionkowa.

Historyczna i współczesna eksploatacja kopalni: rud Zn-Pb, limonitów, doloemitów i wapieni oraz piasku wpłynęła na przekształcenie stanu środowiska naturalnego i krajobrazu badanego obszaru. Płytkie wyrobiska po dawnej eksploatacji zostały częściowo zniwelowane lub zasypane odpadami i porośnięte samorzutną roślinnością (Prognoza, 2017; Studium..., 2019). Taki charakter ma teren obecnie pokryty przez lasy (między centrum Miasteczka Śląskiego a jego dzielnicą Bibiela oraz północno-zachodni skraj arkusza) gdzie rudy Zn-Pb i limonity eksploatowano w XIX w., zaś największe wyrobisko po eksploatacji piasku to dziś zbiornik Chechło-Nakło pełniący funkcje rekreacyjne.

Na analizowanym terenie nie ma dużych obiektów przemysłowych stanowiących bezpośrednie źródła zanieczyszczeń. Szkodliwe dla środowiska naturalnego są emisje Huty Cynku Miasteczko Śląskie (HCM), zlokalizowanej tuż za północną granicą arkusza oraz oddziaływanie składowiska odpadów zlikwidowanych Zakładów Chemicznych (ZCH) Tarnowskie Góry, znajdującego się za zachodnią granicą arkusza. Źródłem zanieczyszczeń jest także oddziaływanie węzła kolejowego w Tarnowskich Górach (w zachodniej części arkusza).

Część terenów arkusza odznacza się dużymi walorami przyrodniczymi i zabytkowymi. Należą do nich: Park Świerklaniec, który powstał w XVIII w. na dawnych mokradłach rzeki Brynicy i park w Nakle Śląskim, zabytkowy budynek (Pałac Kawalera) w Świerklańcu zbudowany w latach 1903–1906 oraz zbiorniki wodne Kozłowa Góra i Chechło-Nakło.

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

Zgromadzone informacje mogą być przydatne przy opiniowaniu projektów miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, prowadzeniu postępowań związanych z wydawaniem decyzji o uwarunkowaniach środowiskowych i pozwoleń wodnoprawnych, ocenie zagrożeń dla środowiska gruntowo-wodnego oraz wypełnianiu obowiązku nałożonego na starostów ustawą Prawo ochrony środowiska (POŚ), tj. prowadzeniu okresowych badań oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi w ramach monitoringu państwowego. Dane geochemiczne opracowania powinny być także wykorzystane przy sporządzaniu rejestrów historycznych zanieczyszczeń prowadzonych przez Generalną Dyрекcję Ochrony Środowiska (zgodnie z ustawą POŚ) oraz przy prowadzeniu Ocen Oddziaływania na Środowisko (a w szczególności przy ocenie oddziaływania skumulowanego).

Wersja elektroniczna atlasu dostępna jest 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, J. Szyborska-Kaszycka, P. Kaszycki** – pobieranie próbek;
- **K. Bala, T. Kolecki, A. Konon, W. Markowski, A. Pasieczna** – bazy danych;
- **D. Karmasz, A. Maksymowicz, M. Stasiuk, A. Sztuczynska** – kierownictwo i koordynacja prac analitycznych;
- **Ł. Andrzejewski, M. Cichorski** – mechaniczne przygotowanie próbek do analiz;
- **M. Bialecka, E. Kalwa** – chemiczne przygotowanie próbek do analiz;
- **J. Gašior, B. Kamińska, M. Stasiuk** – oznaczanie zawartości węgla organicznego metodą wysokotemperaturowego spalania z detekcją IR;
- **M. Bellok, M. Bialecka, E. Kalwa, A. Maksymowicz** – oznaczanie pH;
- **J. Duszyński, E. Górecka, D. Karmasz, D. Lech** – oznaczanie zawartości rtęci metodą CV-AAS;
- **W. Bureć-Drewniak, J. Kucharzyk, D. Karmasz, D. Lech, J. Retka** – oznaczanie zawartości pierwiastków głównych i śladowych metodami ICP-OES i ICP-MS;
- **M. Cygliński, A. Grabowska, A. Iłska, K. Szewczuk, A. Trojanowska** – analizy granulometryczne;
- **A. Konon, A. Pasieczna** – obliczenia statystyczne;
- **K. Bala, A. Konon, A. Pasieczna, A. Szczypczyk** – opracowanie map geochemicznych;
- **A. Pasieczna, A. Konon** – opracowanie części tekstowej atlasu.

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU ARKUSZA

Położenie geograficzne i administracyjne. Zgodnie z podziałem fizyczno-geograficznym arkusz Świerklaniec M-34-50-D-b znajduje się w makroregionie Wyżyny Śląskiej, na obszarze Garbu Tarnogórskiego, Wyżyny Katowickiej i Obniżenia Górnej Małej Panwi (Solon i in., 2018).

Administracyjnie obszar w granicach arkusza należy do powiatu tarnogórskiego, położonego w północno-zachodniej części województwa śląskiego. Swoim zasięgiem obejmuje gminę Świerklaniec, części miast: Tarnowskie Góry, Piekary Śląskie, Radzionków, Miasteczko Śląskie oraz części gmin Bobrowniki i Ożarówice. Zachodnia część obszaru arkusza to fragmenty dzielnic miasta Tarnowskie Góry (Lasowice i Bobrowniki Śląskie-Piekary Rudne). Północna część obejmuje centrum Miasteczka Śląskiego oraz jego dzielnice Żyglin i Żyglinek. Część wschodnia to fragmenty gminy Ożarówice, w powiecie tarnogórskim, natomiast południowo-wschodnia należy do gminy Bobrowniki, w powiecie będzińskim. Niewielki rejon w części południowej należy do miast Piekary Śląskie i Radzionków (tabl. 1–63).

Ukształtowanie powierzchni, geomorfologia i hydrografia. Powierzchnia obszaru arkusza charakteryzuje się mało urozmaiconą rzeźbą terenu. Jest to rejon położony na wysokości 280,0–349,7 m n.p.m. (odpowiednio w dolinie Brynicy i w rejonie Piekar Rudnych).

W niektórych rejonach arkusza w ukształtowaniu terenu zachowały się ślady dawnych niewielkich odkrywek i zagłębienia o kształcie leja po starych szybach (warpie), które powstały w wyniku eksploatacji rud metali oraz wapieni i doloemitów. Są one zgrupowane w lasach na północy, a także w rejonie Nakła Śląskiego i Świerklańca, gdzie niewielkie stawy uważane są za pozostałość po wydobywaniu rud ołowiu, srebra i żelaza w okresie od XIV do XIX wieku (Studium..., 2019).

Wyróżniającym się elementem morfologicznym są wzgórza zbudowane z wapieni triasowych w północnej części obszaru arkusza (w dzielnicach Żyglin i Ży-

glinek w Miasteczku Śląskim) oraz w jego południowo-zachodniej części – od Piekar Rudnych przez Nakło Śląskie po Nowe Chechło.

Część wschodnia obszaru arkusza to rozległa dolina Brynicy uchodzącej do Czarnej Przemysy (należącej do zlewni Wisły), a niewielki obszar w części zachodniej odwadniany jest przez potok Pniowiec, wpadający do Stoły (należącej do zlewni Odry). Źródła Brynicy znajdują się w Mysławie, poza północno-wschodnią granicą badanego obszaru, na wysokości 350 m n.p.m. u podnóża triasowych wznieścień (Jastrzab, Mrozowski, 1997). Rzeka bierze początek z małych strug, płynie w płaskiej, podmokłej dolinie, odwadniając silnie zmeliorowane obszary rolnicze. W jej środkowym biegu został utworzony zbiornik Kozłowa Góra. Do najważniejszych dopływów Brynicy, które wpływają bezpośrednio do zbiornika Kozłowa Góra należą: Potok spod Nakła oraz Dopływ spod Siemoni. Rów Świerklaniecki uchodzi do Brynicy poniżej zbiornika Kozłowa Góra, natomiast Dopływ spod Żyglinka wpada do Brynicy poza północno-wschodnią granicą arkusza.

Zbiornik Kozłowa Góra (Jezioro Świerklanieckie), powstał w latach 1935–1939 w wyniku przegrodzenia doliny Brynicy zaporą ziemną. Jego pierwotnym przeznaczeniem było wykorzystanie do celów militarno-obronnych jako elementu linii umocnień Obszaru Warownego „Śląsk”. W czasie normalnego poziomu piętrzenia wody ustalonego na wysokości 278,56 m n.p.m. powierzchnia zbiornika zajmuje 5,5 km², średnia głębokość nie przekracza 2,4 m, długość wynosi 3,6 km, a średnia szerokość osiąga 1,5 km (Machowski, Rzętała, 2020). Zbiornik Kozłowa Góra posiada również znaczenie przyrodnicze ze względu na to, że strefa cofki to ważne miejsce lęgowe wielu gatunków ptaków, w tym figurujących w polskiej Czerwonej Księdze, a także gatunków chronionych Dyrektywą Siedliskową. Aktualnie stanowi rezerwar wody pitnej, z ujęciem wody i stacją uzdatniania, zlokalizowaną poza granicą obszaru arkusza (Zakład Produkcji Wody w Wymysłowie). Zakład zaopatruje w wodę pitną ludność Miasteczka Śląskiego, Świerklańca, Piekar Śląskich, Bobrowników oraz wielu pobliskich miejscowości (Program..., 2017; Machowski, Rzętała, 2020).

W części środkowej obszaru objętego arkuszem znajduje się zbiornik Chechło-Nakło, który powstał w latach 60. XX w. na skutek niekontrolowanego wypływu wód podziemnych, które zalały wyrobisko piaskowni. W związku z trudnościami w odwodnieniu odkrywką, została podjęta decyzja o utworzeniu zbiornika, pełniącego wraz z otoczeniem funkcje rekreacyjne. Akwen jest zasilany przede wszystkim wypływami wód podziemnych oraz przez sieć rowów melioracyjnych i spływ powierzchniowy wód opadowych. Aby uniemożliwić ucieczkę wód zbiornika (odkrywką obejmowała źródłowy odcinek niewielkiego potoku) utworzono betonowy jaz podpiętrzający wody (Solarski i in., 2012).

Zabudowa i użytkowanie terenu. Sposób użytkowania i zabudowy jest odmienny w różnych częściach analizowanego obszaru: w większości teren ma charakter leśno-rolniczy (tabl. 2–3). Tereny bez zabudowy zajmują ok. 84% powierzchni arkusza. Są to głównie lasy w jego centralnej i północnej części oraz tereny pól uprawnych i nieużytków rozproszonych na południu i wschodzie. Inne tereny bez zabudowy to łąki, ogródki działkowe, parki, zbiorniki wodne oraz tereny kolejowe. Tereny zajęte przez zabudowę mieszkaniową, przemysłową oraz usługi i handel zajmują niewielką część obszaru arkusza. Zabudowa miejska zajmuje ok. 13% powierzchni, a zabudowa przemysłowa ok. 1,5%.

Gospodarka. Pierwsza wzmianka o górnictwie kruszcowym rud srebra i ołowiu z 1530 r. dotyczy Żygliny, gdzie zgłoszono 1 szyb wydobywczy i 1 płuczkę, a w latach 1530–1583 wydrążono ok. 315 szybów (Opracowanie...).

W XIX w. metodą odkrywkową oraz podziemnym systemem wieloszybikowym wydobywano rudy Zn-Pb i limonity w rejonie od Żygliny (współczesne ul. Rubinowa, Woźnicka, Cynkowa, Dworcowa, Gajowa) po teren HCM (Opracowanie...). W lasach między centrum Miasteczka Śląskiego a jego dzielnicą Bibiela od 1889 r. przez 30 lat prowadzono wydobywanie rud Zn-Pb w kopalni Szczęście Flory i limonitów (zawierających do 48% żelaza) w kopalni Bibiela (Nowak, 1927; Nowak, Pawlik). Rudy Zn-Pb transportowano koleją wąskotorową do Tarnowskich Gór. Eksploatacja

rud żelaza została zakończona w 1917 r. na skutek nagłego zalania kopalni przez napierające wody podziemne.

Poza północną granicą arkusza zlokalizowana jest Huta Cynku Miasteczko Śląskie (HCM), wytwarzająca cynk i ołów metodą wytopienia ogniowego w procesie *Imperial Smelting Process* (ISP), polegającą na redukcji wyprążonego koncentratu koksem. Ciąg technologiczny składa się ze: spiekalni, fabryki kwasu siarkowego, oddziału kadmu, pieca szybowego oraz rafinacji ołowiu. Cechą charakterystyczną stosowanego procesu technologicznego jest jednoczesne otrzymywanie cynku i ołowiu (Pozzi, Nowińska, 2006, 2010). Huta powstała w 1961 r., a w miarę wzrostu produkcji narastało jej negatywne oddziaływanie na środowisko naturalne, w związku z emisją pyłów, gazów i zrzutami ścieków. W początkowym okresie w hucie przerabiano rudę galmanową z Kopalni Orzeł Biały w Piekarach Śląskich oraz materiał zwałów pogórnich i pohutniczych hutnictwa cynku z rejonu Piekar Śląskich, Bytomia i Trzebinii. Dodatkowym surowcem były krajowe i zagraniczne koncentraty siarczkowe oraz tlenkowe rud cynku i ołowiu, z których uzyskiwano równocześnie cynk rafinowany o zawartości 98,7% Zn i ołów surowy (Studium..., 2020).

W latach 70. i 80. XX w. postępowala rozbudowa zakładu i zwiększała się jego presja na środowisko. Emisja pyłowa do atmosfery sięgała kilkudziesięciu ton cynku i ołowiu na rok. Pomimo wzrostu produkcji cynku (do 80 000 t/rok) w latach 1998–2004 dokonano znaczącego obniżenia uciążliwości huty dla środowiska w ramach tzw. Programu Dostosowawczego. Wdrożone działania proekologiczne pozwoliły na ograniczenie emisji pyłów o 86%, w tym cynku o 95%, ołowiu o 91%, kadmu o 95%, oraz emisji gazów o 95%. Ograniczono również o 39% ładunek metali ciężkich (Zn, Pb, Cd) w odprowadzanych ściekach. Realizacja tych działań proekologicznych spowodowała najpierw częściowe a następnie całkowite skreślenie HCM z listy 80 najbardziej uciążliwych dla środowiska zakładów w Polsce w 2004 r. Wdrożone działania naprawcze przyczyniły się do obniżenia emisji pierwiastków potencjalnie toksycznych do poziomów nie przekraczających dopuszczalnych norm, lecz ich wcześniejsza wieloletnia kumulacja utrzymuje się w środowisku terenów w otoczeniu huty (Studium..., 2020).

Za zachodnią granicą obszaru arkusza zlokalizowane jest składowisko odpadów niebezpiecznych Zakładów Chemicznych (ZCH) Tarnowskie Góry, które rozpoczęły działalność w XIX w., a po ich produkcji do dziś pozostało składowisko odpadów niebezpiecznych stanowiące problem ekologiczny miasta. Przy zachodniej granicy arkusza znajduje się też część węzła kolejowego Tarnowskie Góry, który jest jedną z największych stacji rozrządowych w Europie.

BUDOWA GEOLOGICZNA I ZŁOŻA KOPALIN

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

Podłoże utworów węglonośnych na analizowanym obszarze stanowią osady **karbonu** zaliczane do warstw malinowickich (wizen górny–namur A). Są to klastyczne osady terygeniczne, deponowane w warunkach morskich, z licznymi poziomami fauny morskiej, zbudowane głównie ze skał ilasto-mułowcowych z przewarstwieniami piaskowców. W południowej części obszaru arkusza są przykryte utworami serii paralicznej, a w części północnej osadami permskimi.

Utwory karbonu produktywnego występują jedynie w południowej części arkusza, na głębokości ok. 200–400 m. Stanowią kompleks piaskowcowo-mułowcowo-iłowcowy, zaliczony do serii paralicznej karbonu górnego – warstwy brzeżne (namur A) (Jureczka i in., 2005). Na przeważającej części analizowanego obszaru osady te są przykryte utworami triasu, a w części południowo-wschodniej osadami czwartorzędowymi.

Utwory serii paralicznej są zbudowane z osadów piaszczystych oraz ilasto-mułowcowych z przewarstwieniami cienkich pokładów węgla i łupków węglowych. Były deponowane w warunkach lądowych i przybrzeżnych, z okresowymi zalewaniami morskimi, które potwierdza występowanie w profilu serii fauny morskiej, obok licznych wkładek z fauną słodkowodną. Charakterystyczną cechą omawianej serii jest cykliczność sedymentacji. Maksymalną miąższość, sięgającą 600 m, utwory serii paralicznej osiągają w południowej części arkusza; ku północy wyklinowują się wyznaczając północną granicę GZW. W południowej części arkusza znajdują się ich wychodnie.

Rów tektoniczny położony w obrębie niecki Tarnowskich Gór (części rowu Sławkowa) wypełniają piaskowce, zlepieńce, iłowce i mułowce **permu**. Na opisywanym obszarze osady permskie zostały nawiercone dwoma otworami na głębokościach ok. 20 i ok. 140 m. Są to mułowce ze skupieniami pirytu oraz piaskowce i margle, przykryte naprzemianległymi seriami zlepieńców i piaskowców, o miąższości 269 m. Sumaryczna miąższość utworów molasy permskiej na obszarze arkusza wynosi ok. 400–450 m. Ten kompleks osadów, wcześniej zaliczany do czerwonego spągowca (Siedlecka, 1964), wydzielony jest jako formacja bolesławska, stratygraficznie należąca do cechsztynu (Kiersnowski, 1991).

Utwory **triasu** (dolnego i środkowego) o miąższości ok. 200 m występują na przeważającej części arkusza. Ich miąższość jest uwarunkowana tektoniką oraz rzeźbą powierzchni utworów karbońskich i permskich. Na południowym-zachodzie i północy tworzą niewielkie, rozczłonkowane wychodnie (tabl. 1).

Utwory triasu dolnego leżą erozyjnie na osadach karbonu górnego i permu, nie odsłaniając się na powierzchni terenu. Stratotypowy profil piasków, piaskowców, iłów, iłowców i mułowców pochodzenia lądowego (warstw świerklanieckich o miąższości ponad 40 m) został opisany w rejonie Świerklańca. Na przeważającej części obszaru badań występują one pod przykryciem węglanowych osadów triasu środkowego.

Profil osadów triasu środkowego jest częściowo wykształcony w postaci utworów charakterystycznych dla facji epikontynentalnej (germańskiej), nazywanej wapieniem muszlowym. Sumaryczna miąższość tych utworów sięga ok. 200 m. Budują one liczne wzgórza, które tworzą wyróżniający się element morfologiczny w południowo-zachodniej części arkusza.

Na terygenicznych utworach warstw świerklanieckich leżą niezgodnie morskie osady, wcześniej określane jako utwory retu, wykształcone w facji marglisto-dolomitycznej. Są to głównie: wapienie dolomityczne, dolomity margliste, margle dolomityczne i piaszczyste oraz sporadycznie wapienie jamiste o miąższości 30–50 m. Osady te budują wzgórza w południowej i wschodniej części arkusza.

Nad serią marglisto-dolomityczną występują wapienie zaliczone do warstw błotnickich i warstw gogolińskich, o łącznej miąższości ok. 40–60 m. Dolne partie formacji (warstwy błotnickie) są wykształcone jako wapienie pelitowe i drobnodetrytyczne. W górnej części profilu występują wapienie pelitowe z przelawiczeniami margli, których warstwy zawierają liczne deformacje synsedymentacyjne w postaci zafałdowań i osuwisk podmorskich.

Warstwy gogolińskie w dolnej części tworzy urozmaicona seria wapieni, margli i iłowców marglistych oraz zlepieńców śródformacyjnych. Ich stropową część (ogniwo z Żygłina) stanowi monotony kompleks wapieni płytowych i margli, miejscami z przewarstwieniami wapieni falistych (Kotlicki, 1995). Ich wychodnie występują na stokach wzgórz w południowo-zachodniej i północnej części arkusza.

Nad warstwami gogolińskimi zalega ok. 20–40 metrowa warstwa dolomitów kruszczońskich. Są to skały epigenetyczne, powstałe w następstwie hydrotermal-

nego przeobrażenia wapieni, głównie warstw gorazdeckich, a także terebratulowych i karchowickich. Budują ją dolomity, a rzadziej wapienie występujące gniazdowo i skrzystalizowane w różnym stopniu. Charakteryzują je silne spękania oraz obecność nieregularnych kawern, często wypełnionych minerałami ołowiu, cynku i żelaza (galena, sfaleryt, wurcyt, piryt, markasyt). Na ich wychodniach utlenione siarczki koncentrują się w galmanach oraz limonitach. Ich miąższość sięga 40 m w obrębie niecki tarnogórskiej. Wapienie i margle warstw górażdżańskich, terebratulowych i karchowickich, występujące w profilu nad dolomitami kruszczońskimi całkowicie uległy metasomatozie i wchodzą w skład dolomitów kruszczońskich.

Utwory **neogenu** są to gliny, piaski, mułki i ropy o pstrych barwach tworzące regolity zgromadzone w lejach i kominach krasowych, rozwiniętych w stropie skał węglanowych triasu. Leje mają średnice od kilku do kilkudziesięciu, a nawet kilkuset metrów. Osady te odsłaniają się na powierzchni w południowo-zachodniej i północnej części arkusza. Stwierdzono je również w profilach kilku otworów wiertniczych, gdzie osiągają miąższość do ok. 34 m. Utwory regolity (rudę limonitowe, galmany i glinki ogniotrwałe) były przedmiotem intensywnej eksploatacji w XIX w., m.in. w rejonie Niezdary.

Osady **czwartorzędowe** pokrywają ponad 75% powierzchni obszaru arkusza. Ich rozprzestrzenienie i miąższość wzrasta w kierunku północnym (gdzie wynosi ok. 40 m).

Osady zlodowaceń południowopolskich występują w strefach, gdzie pokrywy czwartorzędowe osiągają duże miąższości. Są to gliny zwietrzelinowe i gliny zwałowe, a także piaski i żwirzy rzeczno-lodowcowe oraz ropy i mułki zastoiskowe.

Osady zlodowaceń środkowopolskich to piaski i żwirzy wodnolodowcowe, często zalegające na glinach zwałowych oraz stwierdzone jedynie w otworach wiertniczych ropy i mułki zastoiskowe. Piaski, żwirzy, glazy i gliny zwałowe moren czołowych budują wzniesienia we wschodniej części arkusza.

Osady zlodowaceń północnopolskich (piaski i żwirzy rzeczne tarasów nadzalewowych, o miąższości sięgającej 6–8 m) występują jedynie w południowo-wschodniej części arkusza, w dolinie Brynicy.

Utwory czwartorzędu nierozdzielonego zajmują niewielką część powierzchni arkusza. Są to piaski, mułki i gliny deluwialne z wkładkami glin i rumoszy wapienno-dolomitycznych, o miąższości nie przekraczającej kilku metrów. Występują u podnóża stoków oraz w dnach suchych dolinek w południowo-zachodniej części arkusza. Piaski, żwirzy i mułki deluwialno-rzeczne, o miąższości 2–6 m zalegają w dnach suchych dolinek w południowej części arkusza. W centralnej i północnej części omawianego obszaru, na terenie rozległego sandru, powszechnie występują wydmy i cienkie pokrywy piasków eolicznych. Powstały one w schyłkowym okresie zlodowacenia wisły oraz na początku holocenu.

Osady holocenijskie występują w dolinach Brynicy, Potoku spod Nakła i mniejszych cieków. Są to piaski, żwirzy i mułki rzeczne tarasów zalewowych, o miąższości maksymalnie do 8 m, namuły den dolinnych (mułki piaszczyste z dużą ilością substancji humusowej) o miąższości 2–4 m oraz torfy.

Złoża kopalin. Na obszarze objętym arkuszem aktualnie udokumentowanych jest 9 złóż kopalin: wapieni, piasków podsadzkowych oraz piasków i żwirów. Informacje dotyczące parametrów złóż oraz parametrów jakościowych kopalin zacytowano za dokumentacjami geologicznymi poszczególnych złóż oraz systemem gospodarki i ochrony bogactw mineralnych (MIDAS).

W obrębie wychodni wapieni środkowego triasu udokumentowano cztery, sąsiadujące ze sobą niewielkie złoża **wapieni**. Bezpośrednio na powierzchni terenu lub pod nakładem piasków wodnolodowcowych o średniej miąższości ok. 2 m występują wapienie (o miąższości 2–11 m) stanowiące surowiec dla budownictwa i drogownictwa. Jedno ze złóż pozostaje niezagospodarowane, pozostałe eksploatowane są okresowo.

W środkowej i północno-zachodniej części arkusza, w obrębie piasków eolicznych i wodnolodowcowych udokumentowane zostały złoża **piasków podsadzkowych** Chechło, Pole Brynica i Strzybnica (którego przeważająca część mieści się na terenie

objętym arkuszem Tarnowskie Góry). Złoże te zajmują bardzo duże powierzchnie; złoże Chechło ok. 1172 ha, a złoże Pole Brynica ok. 157 ha. Miąższość piasków sięga 17 m. Niewielka część złoże Chechło była eksploatowana w latach 60. XX w., a powstałe wyrobisko poeksploatacyjne zostało zalane w następstwie niekontrolowanego napływu wód podziemnych i przekształcone w sztuczny zbiornik Chechło-Nakło, o powierzchni ponad 90 ha. Zasoby tego złoże wynoszą ok. 45,88 mln m³, podobnie jak zasoby piasków w złoże Pole Brynica 10,85 mln m³. Piaski kwarcowe, ze względu na swoje parametry (ok. 95–97% frakcji poniżej 2 mm) były wykorzystywane jako materiał podsadzkowy w okolicznych kopalniach węgla kamiennego. Złoże Pole Brynica pozostaje niezagospodarowane, udokumentowano natomiast w jego obrębie dwa mniejsze złoże piasków, które są wykorzystywane w lokalnym budownictwie.

We wschodniej części arkusza w obrębie piasków eolicznych wydm, tworzących ciąg wzgórz, zostało udokumentowane Złoże Żyglin IV. Złoże zajmuje powierzchnię 10,2 ha, jego miąższość wynosi 1,9–11,7 m, a grubość nadkładu 0,2–1,5 m. Złoże gromadzi kruszywo o punkcie piaskowym wynoszącym 100% i niewielkiej zawartości pyłów mineralnych (śr. 2,8%). Było eksploatowane na początku lat 90. XX w. Złoże Żyglin VI (eksploatowane w latach 2016–2018) zajmuje powierzchnię 70,7 ha, a jego miąższość waha się od 2 do 13 m. Piaski występują pod niewielkim nadkładem (średnio 0,3 m).

ANTROPOPRESJA

Problemy środowiskowe omawianego obszaru są konsekwencją historycznej eksploatacji rud Zn-Pb zawierających srebro, rud żelaza oraz współczesnej emisji pyłów i gazów z HCM, a w mniejszym stopniu urbanizacji i środków transportu. Rudy metali wydobywano sposobem odkrywkowym i podziemnym, a w wyniku tej działalności powstawały składowiska odpadów pogórnictwa, obecnie zalesione na skutek naturalnej sukcesji i najczęściej zaznaczające się słabo w morfologii terenu.

Powietrze atmosferyczne. Źródłem zanieczyszczenia powietrza są emisje z działalności przemysłowej, z sektora komunalno-bytowego oraz ze środków transportu.

Według corocznej oceny jakości powietrza prowadzonej przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska (WIOŚ), na obszarze województwa śląskiego emisja zanieczyszczeń gazowych (bez dwutlenku węgla) systematycznie maleje. Dominującym zanieczyszczeniem gazowym jest dwutlenek węgla stanowiący 98,2% ogólnej emisji gazów. Poza nim w zanieczyszczeniach gazowych znaczący udział ma metan, tlenek węgla i dwutlenek siarki (Stan..., 2018).

Obszar arkusza, zaliczony jest do strefy śląskiej, która przy ocenach zanieczyszczenia powietrza w kategoriach ochrony zdrowia należy do klasy A, pod względem zanieczyszczenia dwutlenkiem siarki, dwutlenkiem azotu, tlenkiem węgla, benzenem oraz ołowiem, kadmem, niklem i arsenem zawartymi w pyłe PM10. Oznacza to, że stężenia zanieczyszczeń nie przekraczają odpowiednio poziomów dopuszczalnych oraz poziomów dla celów długoterminowych. Zanieczyszczenie pyłami zawieszonymi PM10, PM2,5, ozonem i benzo(a)pirenem kwalifikuje strefę śląską do klasy C, co oznacza, że stężenia tych zanieczyszczeń przekraczają poziomy dopuszczalne lub docelowe (Roczna..., 2020).

Na jakość powietrza na analizowanym terenie największy wpływ mają zakłady przemysłowe znajdujące się w Tarnowskich Górach, w Piekarach Śląskich oraz HCM (Studium..., 2019).

Za ważne ogniska zanieczyszczeń powietrza należy też uznać niską emisję zanieczyszczeń z palenisk domowych oraz ze źródeł komunikacyjnych. Przystarałe systemy grzewcze, spalanie paliw stałych, spalanie odpadów w piecach in-

dywidualnych gospodarstw domowych i intensywny ruch samochodowy stanowią istotne źródło zanieczyszczenia pyłami. Przekroczenia zawartości pyłu zawieszonego PM10, PM2,5 i benzo(a)pirenu najczęściej występują w okresie zimowym, co wiąże się ze zwiększoną emisją pyłu powstającego przy spalaniu paliw w celach grzewczych. Negatywny wpływ na jakość powietrza atmosferycznego mają lokalne kotłownie pracujące na potrzeby ogrzewania, a także małe przedsiębiorstwa spalające węgiel w celach grzewczych lub technologicznych. Nie bez znaczenia jest również transport atmosferyczny zanieczyszczeń z pobliskich terenów aglomeracji górnośląskiej (Program..., 2017).

Wody powierzchniowe i podziemne. Głównym źródłem zanieczyszczeń środowiska wodnego są ścieki komunalne pochodzące z miast i zakładów produkcyjnych, spływy z terenów zurbanizowanych, z obszarów rolnych i leśnych, zanieczyszczenia pochodzenia komunikacyjnego, wytwarzane przez środki transportu i splukiwane z powierzchni dróg, zanieczyszczenia dostające się do wód powierzchniowych ze składowisk odpadów oraz emisja gazów i pyłów (Program..., 2015a, 2017).

Obszar arkusza leży w zlewniach następujących jednolitych części wód powierzchniowych (JCWP): zbiornik Kozłowa Góra, Brynica od źródeł do zbiornika Kozłowa Góra, Rów Świerklaniecki i Potok spod Nakła. Na podstawie badań monitoringowych przeprowadzonych w 2018 r. stan wód rzecznych na omawianym obszarze został oceniony jako zły a wyniki klasyfikacji wykazały ich stan chemiczny poniżej dobrego (Stan..., 2020). Badania wód Brynicy wykazały przekroczenia dopuszczalnych stężeń średniorocznych WWA, a w wodach Potoku spod Nakła odnotowano przekroczenia stężenia średniorocznego i maksymalnego kadmu (Prognoza, 2020).

Według danych za 2014 r. zbiornik Kozłowa Góra nie spełnia wymagań dla obszaru chronionego, ustanowionego ze względu na przeznaczenie wód do zaopatrzenia ludności w wodę. Stan chemiczny wód zbiornika został oceniony jako dobry, natomiast stan jego wód ogólnie jako zły. Okresowo występuje w nim zjawisko eutrofizacji wywołanej zanieczyszczeniami pochodzącymi ze źródeł komunalnych (Program..., 2015b; Studium..., 2019).

W ramach działań pilotażowych prowadzonych przez Górnośląskie Przedsiębiorstwo Wodociągów w latach 2017–2018 zostały wykonane badania w obszarze zlewni zbiornika. Uzyskane wyniki jakości wód wykazały jego dobry stan w zakresie mikrobiologii. Stan ekologiczny i chemiczny wód powierzchniowych w punktach zlokalizowanych na głównych dopływach do zbiornika został oceniony jako słaby. Osady dennie w zbiorniku Kozłowa Góra charakteryzowały się stosunkowo niską zawartością związków azotu i fosforu, natomiast odnotowano w nich wysokie zawartości niektórych metali (Newsletter..., 2019).

Na obszarze arkusza główny poziom użytkowy wód podziemnych znajduje się w węglanowych utworach triasu, a w pobliżu zbiornika Kozłowa Góra użytkowy poziom wód występuje w utworach karbońskich. Wody triasowego poziomu wodonośnego są eksploatowane na potrzeby zaopatrzenia ludności tej części Górnośląska przez wielootworowe ujęcie wód podziemnych Bibiela (Studium..., 2019). Omawiany obszar znajduje się głównie w obrębie Głównego Zbiornika Wód Podziemnych (GZWP) nr 327 Zbiornik Lubliniec-Myszków, a niewielka, południowo-zachodnia część arkusza w granicach GZWP nr 330 Zbiornik Gliwice.

Przeprowadzone w 2019 r. badania w ramach monitoringu diagnostycznego stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych wykazały, że wody (w dwóch punktach pomiarowych zlokalizowanych w gminie Świerklaniec) są zadawalającej jakości (Wyniki..., 2019). W rejonie Miasteczka Śląskiego wody podziemne uległy degradacji, która wyraża się między innymi poprzez: zmniejszenie zasobów na skutek wieloletnich systematycznych odwodnień górotworu przez historyczną eksploatację rud metali, surowców pospolitych oraz ujęć wody podziemnej; zmniejszenie infiltracji wód opadowych na terenach izolowanych i skanalizowanych; zanieczyszczenie płytkiego poziomu wód gruntowych (Opracowanie...).

Gleby. Na obszarze arkusza część gleb została przekształcona w wyniku procesów antropogenicznych, takich jak: wieloletnia eksploatacja rud cynku i ołowiu oraz rud żelaza, deponowanie odpadów wydobywczych, opadu pyłów i zmian chemizmu opadów atmosferycznych, jak również budownictwa i funkcji miejskich.

Badania jakości gleb użytkowanych rolniczo wykazały ich odczyn obojętny lub zasadowy. Gleby kwaśne na podłożu piaszczystym, występują na terenach leśnych (Studium..., 2019). Wyniki badań z 2015 r. prowadzonych w ramach Monitoringu Chemizmu Gleb Ornych Polski wykazały, że gleby w punkcie pomiarowym w Piekarach Śląskich charakteryzowały się wysokimi stężeniami kadmu, ołowiu, cynku wynoszącymi odpowiednio 67,98 mg/kg, 491,4 mg/kg, 6668,3 mg/kg (Wyniki..., 2015).

Bardzo wysokimi zawartościami metali ciężkich charakteryzują się gleby na terenie tzw. pierwszej strefy wpływów wokół HCM (Studium..., 2020). Stwierdzono w nich kumulację arsenu, kadmu i talu. Pomimo stosowanych filtrów o wysokiej skuteczności odpylania, metale i arsen przenikają do gleb w wyniku opadu pyłów (Nowińska, Adamczyk, 2013). Źródłem zanieczyszczenia gleb w latach 70. XX w. był żużel otrzymywany w procesach produkcyjnych HCM i sprzedawany jako nawóz magnezowo-wapniowy, używany do odkwaszania gleb.

Składowiska odpadów. Przy zachodniej granicy arkusza (na północ od Lasowic) jest zlokalizowane składowisko odpadów niebezpiecznych po byłych Zakładach Chemicznych (ZCH) Tarnowskie Góry stanowiące poważny problem ekologiczny dla tego rejonu. W tym samym obszarze w wielu miejscach są rozproszone odpady z hałd pozostałych po eksploatacji rud, z których przenikają do gruntów i wód metale, arsen i siarka (Lis, Pasieczna, 1995a, b, 1997).

W miejscu lokalizacji ZCH Tarnowskie Góry początkowo wydobywano rudy srebra i ołowiu, później prowadzono produkcję alunu glinowo-potasowego i kwasu siarkowego, a kolejnym etapem było uruchomienie huty żelaza i papierni. W latach 1924–1925 produkcję w zakładach rozpoczęto od wytwarzania litoponu (białego pigmentu, który jest mieszaniną siarczku cynku ZnS i siarczanu baru BaSO₄). W kolejnych latach w zakładach produkowano farby olejne, lakiery, dwuchromian sodu, chlorek baru, siarczek baru, azotan baru, siarczan baru, kwas borowy, boraks, siarczan glinu, siarczan miedzi. W dalszych etapach uruchomiono produkcję tlenku cynku, azotanu cynku, siarczanu cynku, nadboranu sodu, boraksu i kwasu borowego. Po II wojnie światowej produkowano litopon, odczynniki strontowe oraz związki baru, cynku i boru. W produkcji stosowano substancje uważane za środki szkodliwe (baryt; kwasy: azotowy, fosforowy, siarkowy, solny, szczawinowy; ług sodowy) (Majer, 2004). Produkcja związków baru i boru trwała też po II wojnie światowej. Po ich produkcji pozostało składowisko odpadów niebezpiecznych stanowiące ekologiczny problem miasta. Odpady poprodukcyjne (w ilości ok. 1,2 mln m³) przez ponad 70 lat lokowano na zwałowiskach wokół zakładu, bez wykonania jakichkolwiek urządzeń zabezpieczających środowisko. W latach 2000–2011 unieszkodliwiono ok. 1 mln m³ tych niebezpiecznych odpadów (Zakłady...). Odcieki ze składowiska powodują przenikanie związków boru, baru, strontu, arsenu, miedzi, cynku do gleby, wód powierzchniowych i podziemnych. Zaś erozja wietrzna odpadów znajdujących się na składowisku może przyczynić się do zanieczyszczenia gleb sąsiadujących terenów, zwłaszcza na wschód od składowiska (w Polsce przeważają wiatry wiejące z zachodu na wschód).

ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Badania wykonane w latach 2017–2021 obejmowały studium prac publikowanych i kwerendę materiałów archiwalnych, wyznaczenie miejsc pobierania próbek gleb na mapach topograficznych w skali 1 : 10 000, pobranie próbek i pomiary współrzędnych w miejscach ich lokalizacji, pomiary odczynu i przewodności elektrolicyjnej 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 załączony schemat (fig. 1).

PRACE TERENOWE

Próbki gleb pobierano w regularnej siatce 250×250 m (16 próbek/km²). Lokalizację miejsc opróbowania dokumentują mapy przedstawiające jednocześnie zabudowę i użytkowanie terenu (tabl. 2–3). Pobrano 1256 próbek gleb z głębokości

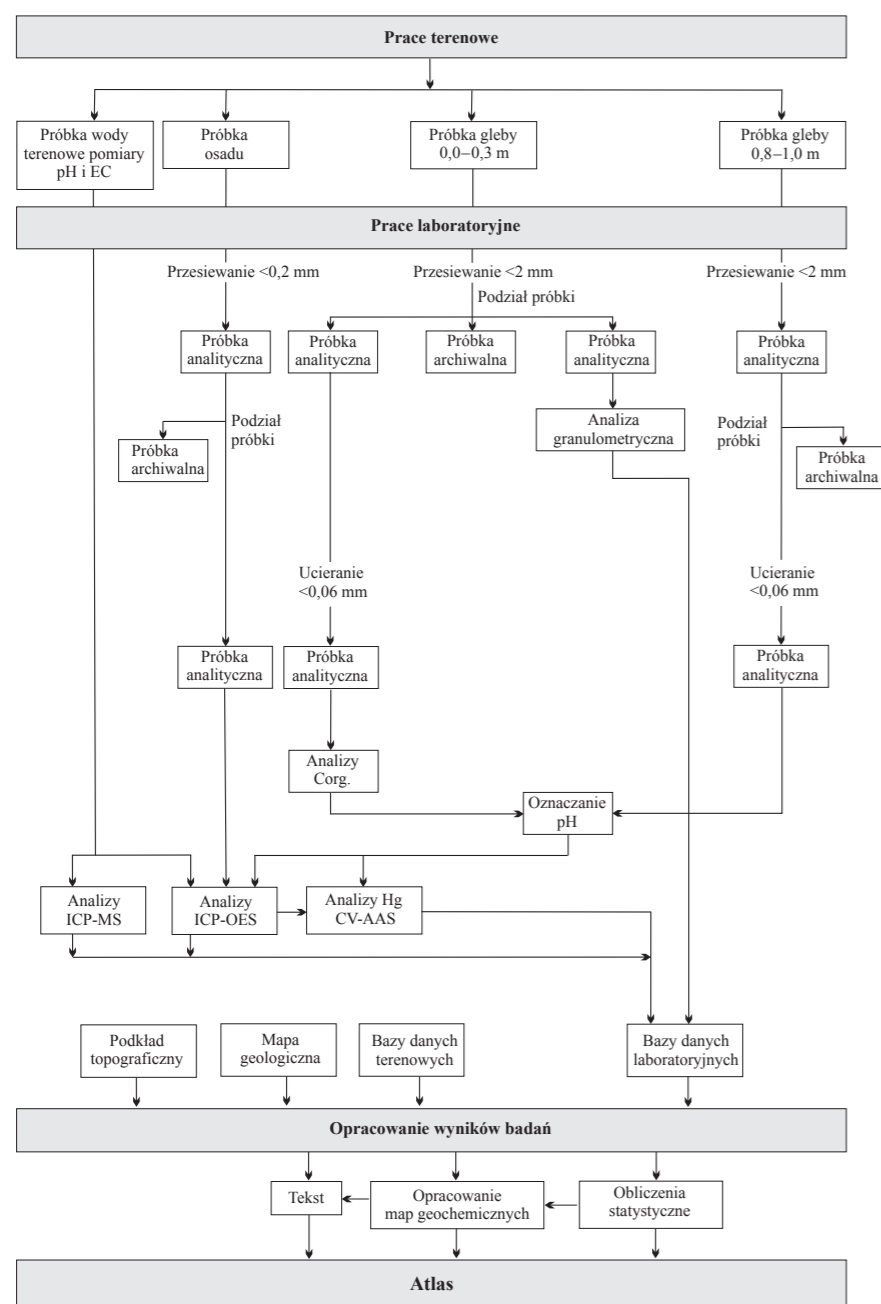


Fig. 1. Schemat wykonanych prac

0,0–0,3 m oraz 1188 z głębokości 0,8–1,0 m. W przypadku płytszego zalegania podłoża pobierano próbkę o miąższości 20 cm tuż nad skalą macierzystą. Próbki gleb (o masie ok. 500 g), pobierane za pomocą ręcznej sondy o średnicy 60 mm, umieszczano w woreczkach płóciennych opatrzonych odpowiednimi numerami i wstępnie suszono na drewnianych paletach w magazynie terenowym.

Próbki osadów i wód powierzchniowych (odpowiednio 321 i 278 próbek) pobierano z rzek, strumieni, rowów, kanałów, jezior, sadzawek i stawów. Odległość między miejscami pobierania próbek na ciekach wynosiła ok. 250 m. Punkty opróbowania wód powierzchniowych i osadów przedstawiono na tablicach obrazujących zawartość pierwiastków chemicznych w tych elementach środowiska, zaczynając odpowiednio od tablic 7 i 8.

Próbki osadów o masie ok. 500 g (i możliwie najdrobniejszej frakcji) pobierano z brzegów zbiorników za pomocą czepaka aluminiowego i umieszczano w pojemnikach plastikowych, o pojemności 500 ml, opisanych odpowiednimi numerami.

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

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

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

PRACE LABORATORYJNE

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

Przygotowanie próbek. Próbki gleb po przewiezieniu do laboratorium były suszone w temperaturze pokojowej i przesiewane przez sita nylonowe o oczkach 2 mm. Każdą próbkę gleby z głębokości 0,0–0,3 m, po przesianiu i kwartowaniu, dzielono na trzy podpróbki: jedną przeznaczoną do analizy chemicznej, drugą do analizy granulometrycznej i trzecią archiwalną. Każdą próbkę gleby z głębokości 0,8–1,0 m, po przesianiu i kwartowaniu, dzielono na dwie podpróbki: jedną przeznaczoną do analizy chemicznej, drugą archiwalną (fig. 1). Próbki gleb przeznaczone do analiz chemicznych ucierano do frakcji <0,06 mm w agatowych młynach kulowych.

Próbki osadów suszono w temperaturze pokojowej, a następnie przesiewano przez sita nylonowe o oczkach 0,2 mm. Frakcję <0,2 mm, po kwartowaniu, dzielono na dwie podpróbki: jedną przeznaczoną do analizy chemicznej i drugą archiwalną (fig. 1).

Próbki archiwalne zmagazynowano PIG-PIB w Warszawie.

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

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

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

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

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

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

Uwagi:.....

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

Nr próbki		pH		Współrzędne	
Osad	3			X	
Woda	4			Y	

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

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

Uwagi:.....

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

gleb i osadów przeprowadzono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej z generowaniem zimnych par rtęci (CV-AAS) w układzie przepływowo-wstrzykowy FIAS-100. Odczyn gleb oznaczono metodą potencjometryczną w zawiesinie H₂O, 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, SiO₂, SO₄, Sr, Ti i Zn w wodach powierzchniowych przeprowadzono metodą ICP-OES, a zawartości Ag, Al, As, Be, Cd, Co, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, U i V metodą ICP-MS. Zestawienie metod analitycznych i granic wykrywalności 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

Metody analityczne i granice wykrywalności

Analytical methods and detection limits

Tabela 1
Table

Pierwiastek/ związek Element/ compound	Metoda analityczna Analytical method	Jednostka Unit	Granica wykrywal- ności Detection limit	Metoda analitycz- na Analytical method	Jednostka Unit	Granica wykry- walności Detection limit
	Gleby, osady Soils, sediments			Wody powierzchniowe Surface water		
Ag	ICP-OES	mg/kg	1	ICP-MS	µg/dm ³	0,05
Al	ICP-OES	%	0,01	ICP-MS	µg/dm ³	0,5
As	ICP-OES	mg/kg	3	ICP-MS	µg/dm ³	2
B				ICP-OES	mg/dm ³	0,01
Ba	ICP-OES	mg/kg	1	ICP-OES	mg/dm ³	0,001
Be				ICP-MS	µg/dm ³	0,05
C _{org} (TOC)	*	%	0,02			
Ca	ICP-OES	%	0,01	ICP-OES	mg/dm ³	0,1
Cd	ICP-OES	mg/kg	0,5	ICP-MS	µg/dm ³	0,05
Co	ICP-OES	mg/kg	1	ICP-MS	µg/dm ³	0,05
Cr	ICP-OES	mg/kg	1	ICP-OES	mg/dm ³	0,003
Cu	ICP-OES	mg/kg	1	ICP-MS	µg/dm ³	0,05
Fe	ICP-OES	%	0,01	ICP-OES	mg/dm ³	0,01
Hg	CV-AAS	mg/kg	0,02			
K				ICP-OES	mg/dm ³	0,5
Li				ICP-MS	µg/dm ³	0,3
Mg	ICP-OES	%	0,01	ICP-OES	mg/dm ³	0,1
Mn	ICP-OES	mg/kg	2	ICP-OES	mg/dm ³	0,001
Mo				ICP-MS	µg/dm ³	0,05
Na				ICP-OES	mg/dm ³	0,5
Ni	ICP-OES	mg/kg	1	ICP-MS	µg/dm ³	0,5
P	ICP-OES	%	0,002	ICP-OES	mg/dm ³	0,05
Pb	ICP-OES	mg/kg	2	ICP-MS	µg/dm ³	0,05
S	ICP-OES	%	0,003			
Sb				ICP-MS	µg/dm ³	0,05
Se				ICP-MS	µg/dm ³	2
SiO ₂				ICP-OES	mg/dm ³	0,1
SO ₄				ICP-OES	mg/dm ³	1
Sr	ICP-OES	mg/kg	1	ICP-OES	mg/dm ³	0,003
Ti	ICP-OES	mg/kg	5	ICP-OES	mg/dm ³	0,002
Tl				ICP-MS	µg/dm ³	0,05
U				ICP-MS	µg/dm ³	0,05
V	ICP-OES	mg/kg	1	ICP-MS	µg/dm ³	1
Zn	ICP-OES	mg/kg	1	ICP-OES	mg/dm ³	0,003

ICP-OES – emisyjna spektrometria atomowa ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej
Inductively Coupled Plasma Atomic 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

pomiarów instrumentalnych (5% ogólnej liczby próbek). Czystość odczynników i naczyń kontrolowano za pomocą „ślepych próbek odczynnikowych” i „ślepych próbek proceduralnych”.

Niepewność rozszerzona wyników (przy założonym poziomie prawdopodobieństwa 95% i współczynnika rozszerzenia $k = 2$) dla próbek wód, gleb i osadów nie przekracza 25%, z wyjątkiem niepewności rozszerzonej dla zawartości rtęci w próbkach gleb i osadów oraz zawartości węgla organicznego w próbkach gleb, która wynosi 30%.

Analizy granulometryczne gleb z głębokości 0,0–0,3 m wykonano w Centrum Badań Gruntów i Skał PIG-PIB w Warszawie. Badanie składu ziarnowego przeprowadzono metodą sitową zgodnie z instrukcją opracowania map geochemicznych i wytycznymi norm PN-R-04033 oraz BN-78/9180-11.

Po utlenieniu materii organicznej próbek (przez zastosowanie nadtlenu wodoru) przesiewano je przez kolumnę sit o wymiarach oczek: 1 mm; 0,1 mm; 0,02 mm i ważono uzyskane frakcje: 2–1 mm, 1,0–0,1 mm i <0,02 mm.

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

BAZY DANYCH I KONSTRUKCJA MAP GEOCHEMICZNYCH

Podkład topograficzny. Jako podkładu map geochemicznych w skali 1:25 000 użyto najbardziej aktualnej mapy topograficznej w skali 1:50 000 w układzie współrzędnych 1992, arkusz Bytom M-34-50-D (zapis wektorowy VMap L2). Mapa topograficzna zawiera następujące wektorowe warstwy informacyjne:

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

Mapa geologiczna. Do ilustracji budowy geologicznej badanego obszaru wykorzystano *Szczegółową Mapę Geologiczną Polski* 1:50 000 arkusz Bytom M-34-50-D (Biernat 1954; reambulacja Wilanowski, Lewandowski, 2016). Obrazy wektorowe arkusza utworzone w wyniku cyfryzacji połączono z podkładem topograficznym w formie mapy geologicznej w skali 1:25 000 (tabl. 1).

Bazy danych. Utworzono oddzielne bazy danych (arkusze kalkulacyjne):

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

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

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

Dane arkusza zostały umieszczone w odrębnych tabelach (gleb, osadów i wód powierzchniowych) geobazy profesjonalnej Centralnej Bazy Danych Geologicznych (CBDG) funkcjonującej w systemie Oracle. Dane zebrane w tabelach posłużyły do opracowania monopierwiastkowych map geochemicznych w aplikacji ArcGIS 10.6. 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 oraz w osadach i wodach poszczególnych cieków i zbiorników, a także do konstrukcji map geochemicznych. Obliczenia parametrów statystycznych wykonano (w programie Statistica) zarówno dla całych zbiorów, jak i podzbiorów gleb, osadów i wód powierzchniowych. W przypadku zawartości pierwiastków poniżej granicy oznaczalności metody, do obliczeń statystycznych przyjmowano zawartość równą połowie limitu detekcji danej metody analitycznej. Wyliczono średnią arytmetyczną, średnią geometryczną, medianę oraz wartość minimalną i maksymalną. Dane te dla poszczególnych pierwiastków i wskaźników zestawiono w tabelach 2–5 i zamieszczono na mapach geochemicznych (tabl. 7–62).

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

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

- zabudowa terenu;
- użytkowanie terenu;
- zawartość węgla organicznego oraz frakcji piaszkowej, pyłowej i ilowej w glebach z głębokości 0,0–0,3 m;
- pH w glebach z głębokości 0,0–0,3 i 0,8–1,0 m;
- zawartość Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V i Zn w glebach z głębokości 0,0–0,3 m i 0,8–1,0 m oraz w osadach;
- 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, SO₄, Sb, Se, SiO₂, Sr, Ti, Tl, U, V i Zn w wodach powierzchniowych;
- klasyfikacja gleb z głębokości 0,0–0,3 m ze względu na dopuszczalną zawartość kadmu.

Mapy geochemiczne opracowano w programie ArcGIS 10.6, 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 ziarnowych w glebach, ich odczynu oraz zawartości w nich pierwiastków chemicznych wybrano izoliniową (obszarową) metodę opracowania map ze względu na jej przejrzystość i czytelność. Izoliniowe mapy geochemiczne utworzono stosując deterministyczną metodę odwrotnych odległości *Inverse Distance Weighted* – IDW. Jest to metoda pozwalająca uzyskać wynik dla danej komórki (*grid*) poprzez uśrednienie wartości z najbliższych punktów, a bliższe punkty mają większy wpływ na wartość interpolowaną. Wpływ ten jest ujęty jako odwrotność odległości danego punktu podniesiona do potęgi ustalonej przez wykonawcę. Zaletą metody jest określenie odległości, z której są brane pod uwagę punkty w procesie interpolacji.

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)

Tabela 2
Table

Gleby Soils	Parametry Parameters	Ag mg/kg	Al %	As mg/kg	Ba mg/kg	C _{org.} %	Ca %	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Fe %	Hg mg/kg	Mg %	Mn mg/kg	Ni mg/kg	P %	Pb mg/kg	S %	Sr mg/kg	Ti mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg	pH
Granica wykrywalności Detection 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	
Gleby ogółem Soils as a whole n = 1256	a	<1	0,02	<3	12	0,05	<0,01	<0,5	<1	<1	1	0,02	<0,02	<0,01	2	<1	<0,002	3	<0,003	1	<5	<1	8	3,41
	b	14	2,25	1628	9051	49,98	18,82	266,8	24	59	540	17,76	1,77	1,99	27 238	75	0,760	8342	1,000	342	516	72	16 346	9,38
	c	<1	0,40	12	369	5,00	0,37	4,1	2	7	16	0,80	0,08	0,07	318	6	0,035	256	0,045	19	56	10	351	5,81
	d	<1	0,31	7	237	2,87	0,09	2,3	1	5	11	0,48	0,05	0,03	98	4	0,025	151	0,029	12	48	7	161	5,65
	e	<1	0,33	7	239	2,47	0,07	2,3	1	5	10	0,47	0,05	0,03	107	3	0,027	147	0,026	12	48	7	157	5,73
Tereny bez zabudowy Non-built-up areas n = 1054	a	<1	0,02	<3	12	0,05	<0,01	<0,5	<1	<1	1	0,02	<0,02	<0,01	2	<1	<0,002	3	<0,003	1	<5	<1	8	3,41
	b	6	2,25	299	9051	49,98	18,82	112,4	24	32	540	17,76	1,14	1,99	27 238	75	0,252	5158	1,000	342	418	70	15 294	9,38
	c	<1	0,37	9	377	5,41	0,25	3,5	2	6	14	0,72	0,08	0,05	273	5	0,031	221	0,045	16	50	9	259	5,52
	d	<1	0,28	6	234	2,97	0,06	2,1	1	5	10	0,43	0,05	0,02	75	3	0,022	143	0,029	10	45	7	133	5,38
	e	<1	0,29	6	231	2,50	0,05	2,2	1	4	9	0,40	0,05	0,02	68	3	0,023	143	0,025	10	46	7	130	5,34
Tereny z zabudową wiejską Village areas n = 24	a	<1	0,14	<3	26	1,25	0,03	1,5	<1	3	4	0,13	0,02	0,01	9	1	0,012	23	0,017	3	13	3	50	4,91
	b	8	0,94	220	646	14,80	3,79	30,4	10	16	125	4,59	0,25	0,61	3632	18	0,379	1249	0,143	121	223	24	2445	8,42
	c	<1	0,45	20	209	3,83	0,49	5,9	3	8	18	1,05	0,08	0,09	534	7	0,067	319	0,043	21	58	11	640	6,57
	d	<1	0,42	9	170	3,05	0,21	4,1	2	7	12	0,76	0,06	0,06	332	5	0,052	205	0,034	14	48	10	381	6,51
	e	<1	0,43	7	165	2,89	0,18	3,4	2	7	11	0,71	0,06	0,05	368	6	0,054	158	0,026	13	46	9	267	6,53
Tereny z zabudową miejską Urban areas n = 159	a	<1	0,18	<3	52	0,46	0,02	<0,5	<1	3	3	0,23	<0,02	0,01	22	1	0,018	35	0,008	3	20	3	33	5,02
	b	4	1,50	116	1241	10,34	8,30	29,7	15	59	367	7,50	0,74	1,20	4746	49	0,208	2612	0,255	265	516	72	4075	9,28
	c	<1	0,55	13	306	2,69	1,03	4,4	4	13	25	1,23	0,08	0,16	566	10	0,054	286	0,037	37	87	15	672	7,41
	d	<1	0,50	10	253	2,25	0,45	3,2	3	10	18	0,98	0,06	0,11	398	8	0,048	186	0,031	24	73	13	435	7,36
	e	<1	0,48	10	263	2,19	0,46	2,9	3	11	17	1,00	0,06	0,11	420	8	0,047	164	0,030	21	71	13	426	7,58
Tereny przemysłowe Industrial areas n = 19	a	<1	0,20	<3	140	0,74	0,03	0,6	<1	3	9	0,27	<0,02	0,02	33	2	0,008	48	0,022	16	36	4	42	5,02
	b	14	1,01	1628	2017	11,09	4,92	266,8	10	36	243	4,32	1,77	1,98	1053	38	0,760	8342	0,414	136	365	28	16 346	8,81
	c	2	0,51	126	691	3,27	1,25	35,7	3	11	65	1,29	0,31	0,28	441	11	0,071	1833	0,089	46	99	12	2410	7,16
	d	<1	0,46	21	506	2,79	0,44	6,9	3	9	42	0,92	0,12	0,13	271	8	0,031	464	0,062	39	83	10	666	7,09
	e	<1	0,46	13	482	2,91	0,63	5,0	3	9	33	0,79	0,11	0,12	340	7	0,024	287	0,046	36	72	11	667	7,31
Pola uprawne Cultivated fields n = 157	a	<1	0,18	<3	12	0,05	<0,01	<0,5	<1	2	1	0,11	<0,02	0,01	37	2	0,005	3	<0,003	2	31	3	13	4,61
	b	2	1,22	66	421	5,21	5,62	13,7	17	25	51	8,26	0,18	1,00	3343	34	0,141	1477	0,247	70	133	34	1845	8,28
	c	<1	0,62	11	195	1,59	0,44	3,1	4	11	14	1,21	0,05	0,11	590	10	0,050	179	0,022	15	68	16	352	7,01
	d	<1	0,58	9	176	1,44	0,22	2,6	4	10	13	1,01	0,04	0,09	484	8	0,047	138	0,020	13	66	14	283	6,98
	e	<1	0,60	9	180	1,44	0,16	2,7	4	10	13	1,01	0,05	0,09	505	9	0,048	143	0,019	12	68	15	278	7,07
Lasy Forests n = 725	a	<1	0,02	<3	13	0,11	<0,01	<0,5	<1	<1	1	0,02	<0,02	<0,01	2	<1	<0,002	4	<0,003	1	<5	<1	8	3,41
	b	6	2,25	299	9051	49,98	7,19	112,4	24	32	150	10,03	0,96	1,99	5674	42	0,252	5751	0,408	342	200	70	15 294	9,38
	c	<1	0,28	8	443	6,39	0,12	3,5	1	5	13	0,49	0,09	0,03	129	3	0,023	236	0,047	14	46	7	210	4,98
	d	<1	0,22	5	263	3,57	0,04	1,9	<1	3	9	0,31	0,05	0,02	39	2	0,017	144	0,030	9	41	5	96	4,89
	e	<1	0,22	5	282	3,05	0,03	1,8	<1	3	8	0,30	0,05	0,02	29	2	0,016	145	0,029	9	43	5	84	4,77
Łąki Meadows n = 81	a	<1	0,05	<3	25	1,01	0,02	0,6	<1	1	2	0,10	<0,02	<0,01	9	<1	0,007	23	0,012	2	9	2	26	4,33
	b	2	1,81	100	1737	39,95	5,63	30,4	10	28	52	8,15	0,29	0,27	7561	27	0,146	5158	0,530	134	101	47	2301	8,19
	c	<1	0,50	13	268	4,58	0,29	4,2	3	8	12	1,02	0,07	0,06	439	6	0,048	319	0,047	17	43	12	385	6,29
	d	<1	0,43	9	207	2,68	0,15	3,2	2	7	10	0,68	0,06	0,04	225	5	0,041	181	0,031	13	39	10	266	6,23
	e	<1	0,45	8	209	2,24	0,14	3,1	2	7	10	0,67	0,06	0,05	226	5	0,043	165	0,026	13	37	11	253	6,25
Nieużytki, ugory Barren lands n = 170	a	<1	0,08	<3	25	0,14	<0,01	<0,5	<1	<1	2	0,08	<0,02	<0,01	4	<1	0,003	9	<0,003	2	13	1	20	3,95
	b	14	1,46	1628	1297	37,44	18,82	266,8	19	59	540	17,76	1,77	1,98	27 238	75	0,760	8342	1,000	299	418	60	16 346	8,74
	c	<1	0,52	27	235	3,85	0,86	7,0	4	10	23	1,27	0,08	0,13	666	9	0,050	360	0,054	27	68	13	685	6,84
	d	<1	0,44	9	181	2,33	0,25	3,0	3	8	13	0,79	0,05	0,07	287	6	0,037	152	0,030	15	56	11	305	6,77
	e	<1	0,43	8	194	2,01	0,28	2,8	3	8	12	0,72	0,05	0,07	361	6	0,040	129	0,026	14	55	10	275	6,84
Ogródki działkowe Allotments n = 13	a	<1	0,36	5	165	1,45	0,18	2,4	3	7	12	0,71	0,01	0,06	301	6	0,037	118	0,019	14	36	9	270	6,73
	b	<1	1,02	25	4881	5,16	1,62	11,2	6	25	63	1,93	0,13	0,17	801	17	0,379	529	0,055	125	92	25	872	7,79
	c	<1	0,61	11	747	2,48	0,48	4,1	4	12	26	1,19	0,07	0,11	559	11	0,086	204	0,034	38	74	15	509	7,34
	d	<1	0,58	10	387	2,34	0,41	3,7	4	12	23	1,12	0,06	0,11	536	10	0,067	186	0,032	30	72	14	479	7,34
	e	<1	0,62	9	253	2,15	0,39	3,2	4	12	22	1,10	0,06	0,11	551	11	0,056	171	0,033	25	78	14	509	7,33

Tabela 2 cd.
Table 2 cont.

Gleby Soils	Parametry Parameters	Ag mg/kg	Al %	As mg/kg	Ba mg/kg	C _{org.} %	Ca %	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Fe %	Hg mg/kg	Mg %	Mn mg/kg	Ni mg/kg	P %	Pb mg/kg	S %	Sr mg/kg	Ti mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg	pH
Parki Parks n = 16	a	<1	0,30	5	154	1,68	0,04	1,1	1	5	5	0,52	0,04	0,03	67	2	0,020	57	0,016	5	32	7	74	4,91
	b	<1	0,68	64	613	9,76	1,70	6,4	8	14	30	5,15	1,14	0,17	796	17	0,122	414	0,125	93	117	36	651	7,97
	c	<1	0,48	18	297	3,94	0,45	3,7	3	8	13	1,55	0,16	0,07	232	7	0,052	154	0,050	18	56	14	278	6,29
	d	<1	0,47	14	268	3,48	0,23	3,2	3	8	11	1,16	0,10	0,06	182	6	0,044	135	0,043	14	53	13	238	6,22
	e	<1	0,49	12	265	3,40	0,22	3,5	3	8	10	0,93	0,11	0,07	161	7	0,040	132	0,048	14	53	13	249	6,02
Trawniki Lawns n = 94	a	<1	0,22	<3	20	0,58	0,03	<0,5	<1	2	2	0,14	<0,02	0,02	16	1	0,009	13	0,007	3	20	3	33	5,76
	b	3	1,50	42	2778	10,34	8,09	29,7	15	57	367	7,50	0,74	1,20	4746	49	0,208	2612	0,255	265	516	72	3442	9,28
	c	<1	0,54	13	385	3,04	1,33	5,3	4	14	30	1,24	0,09	0,20	571	11	0,056	319	0,044	47	100	15	801	7,62
	d	<1	0,49	10	297	2,58	0,69	3,8	3	11	21	1,01	0,07	0,13	420	9	0,048	215	0,037	32	83	13	542	7,59
	e	<1	0,46	10	279	2,57	0,74	3,7	3	12	21	0,99	0,07	0,14	428	9	0,052	181	0,037	31	82	12	497	7,77
Gleby piaszczyste Sandy soils n = 1073	a	<1	0,02	<3	12	0,05	<0,01	<0,5	<1	<1	1	0,02	<0,02	<0,01	2	<1	<0,002	3	<0,003	1	3	<1	8	3,55
	b	6	2,25	213	4881	39,12	18,82	266,8	24	57	152	10,03	1,77	1,43	7561	43	0,760	8200	0,402	299	467	59	7239	8,81
	c	<1	0,36	9	352	3,46	0,27	3,3	2	6	13	0,71	0,07	0,06	283	5	0,031	215	0,033	15	53	9	270	5,76
	d	<1	0,28	6	223	2,44	0,07	2,0	1	5	9	0,43	0,05	0,03	89	3	0,023	134	0,025	10	47	7	137	5,61
	e	<1	0,30	6	217	2,26	0,06	2,1	1	4	9	0,42	0,05	0,02	95	3	0,023	133	0,024	10	47	7	131	5,67
Gleby gliniaste Clay soils n = 21	a	<1	0,56	8	132	1,26	0,12	2,2	4	10	14	0,84	<0,02	0,09	304	8	0,034	81	0,016	10	52	16	213	6,48
	b	1	1,38	76	1018	3,21	3,13	96,1	17	25	53	17,76	0,38	0,99	27 238	75	0,086	1658	0,041	47	154	60	6075	7,88
	c	<1	0,95	19	243	2,02	0,95	9,2	7	17	22	2,45	0,08	0,21	1946	19	0,050	310	0,027	21	85	26	822	7,46
	d	<1	0,93	16	211	1,95	0,63	4,9	6	17	21	1,79	0,06	0,18	755	17	0,049	228	0,026	19	83	25	550	7,45
	e	<1	0,91	15	191	1,89	0,46	4,0	7	17	21	1,66	0,06	0,16	626	16	0,050	198	0,025	19	82	24	497	7,67
Gleby torfiaste Peaty soils n = 97	a	<1	0,14	<3	21	0,11	<0,01	<0,5	<1	2	2	0,05	<0,02	<0,01	4	<1	<0,002	5	0,005	2	3	2	13	3,41
	b	1	1,52	80	1473	49,98	3,29	29,3	15	24	540	4,59	0,71	0,22	3632	27	0,252	1397	1,000	130	121	70	2301	7,91
	c	<1	0,49	16	488	23,74	0,42	8,5	2	8	29	0,97	0,22	0,04	184	7	0,065	505	0,174	28	44	15	430	4,68
	d	<1	0,43	12	391	18,86	0,19	6,8	1	7	20	0,68	0,18	0,03	65	5	0,051	395	0,139	21	37	12	302	4,57
	e	<1	0,42	13	415	20,92	0,14	8,4	2	8	20	0,66	0,21	0,03	46	6	0,056	471	0,153	22	38	12	305	4,28
Gleby antropogeniczne Man-made soils n = 65	a	<1	0,22	<3	73	0,49	0,04	0,7	<1	3	7	0,27	<0,02	0,03	57	2	0,010	61	0,012	8	36	4	120	5,18
	b	14	1,50	1628	9051	15,44	8,30	122,3	15	59	367	5,14	0,65	1,99	3881	49	0,180	8342	0,414	342	516	72	16 346	9,38
	c	1	0,58	52	528	3,46	1,76	9,9	4	14	43	1,43	0,10	0,28	572	13	0,049	546	0,057	61	114	16	1416	7,79
	d	<1	0,53	14	327	2,75	0,98	4,5	3	12	28	1,17	0,06	0,18	442	11	0,042	245	0,043	43	96	14	650	7,75
	e	<1	0,53	11	304	2,59	0,93	3,4	4	12	26	1,15	0,06	0,15	436	10	0,041	171	0,043	43	88	13	471	7,88
Tło geochemiczne; geochemical background																								
Gleby Europy ¹⁾ Soils of Europe n = 837	e	0,27	5,82	6	65	1,73	0,92	0,15	7	22	12	1,96	0,04	0,46	524	14	0,055	15	0,023	89	3420	33	48	7,7
Gleby Polski ²⁾ Soils of Poland n = 10 840	e	<1		<5	32		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		<5	54		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 ⁴⁾ ; permissible levels of elements causing the risk																								
I grupa; group I				25	400			2	50	200	200		5			150							500	
II grupa; group II				10–50	200–600			2–5	20–50	150–500	100–300		2–5			100–300							300–1000	
III grupa; group III				50	1000			10	100	500	300		10			300							1000	
IV grupa; group IV				100	1500			15	200	1000	600		30			500							2000	

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

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)

Tabela 3
Table

Gleby Soils	Parametry Parameters	Ag mg/kg	Al %	As mg/kg	Ba mg/kg	Ca %	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Fe %	Hg mg/kg	Mg %	Mn mg/kg	Ni mg/kg	P %	Pb mg/kg	S %	Sr mg/kg	Ti mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg	pH
Granica wykrywalności Detection 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	
Gleby ogółem Soils as a whole n = 1188	a	<1	0,03	<3	7	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	<0,01	<0,02	<0,01	<2	<1	<0,002	<2	<0,003	<1	<5	<1	3	3,58
	b	6	3,21	461	2382	22,80	46,5	67	51	2243	24,57	0,29	5,41	25 659	184	0,150	5216	0,820	388	510	143	8404	8,92
	c	<1	0,42	6	55	0,44	1,0	2	7	8	0,73	0,02	0,07	270	6	0,013	77	0,012	10	60	9	160	6,70
	d	<1	0,31	<3	35	0,03	<0,5	1	4	3	0,27	<0,02	0,03	39	3	0,007	14	0,005	4	52	5	32	6,64
	e	<1	0,28	<3	28	0,02	<0,5	<1	3	3	0,22	<0,02	0,02	26	2	0,006	9	0,004	3	54	4	20	6,72
Tereny bez zabudowy Non-built-up areas n = 1018	a	<1	0,03	<3	7	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	<0,01	<0,02	<0,01	<2	<1	<0,002	<2	<0,003	<1	<5	<1	3	3,58
	b	6	3,21	461	2382	22,80	42,6	67	51	421	24,57	0,29	4,64	25 659	184	0,150	5216	0,820	388	355	80	8404	8,92
	c	<1	0,41	6	51	0,40	0,8	2	6	6	0,68	0,02	0,06	248	6	0,011	67	0,012	9	58	8	131	6,58
	d	<1	0,30	<3	32	0,02	<0,5	1	4	3	0,24	<0,02	0,03	32	2	0,006	12	0,004	3	50	5	27	6,52
	e	<1	0,27	<3	26	0,01	<0,5	<1	3	2	0,20	<0,02	0,02	21	2	0,006	8	0,004	2	51	4	17	6,61
Tereny z zabudową wiejską Village areas n = 22	a	<1	0,10	<3	14	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	0,03	<0,02	<0,01	5	<1	0,003	5	<0,003	2	17	1	15	5,20
	b	<1	2,20	22	176	5,57	5,1	22	45	152	4,23	0,14	2,52	2350	48	0,088	802	0,146	44	89	50	1805	8,43
	c	<1	0,44	4	43	0,45	0,7	3	6	12	0,73	0,03	0,16	259	6	0,020	68	0,013	9	55	9	154	7,07
	d	<1	0,34	<3	33	0,07	<0,5	1	4	4	0,30	<0,02	0,04	82	3	0,012	21	0,005	5	51	5	57	7,04
	e	<1	0,33	<3	28	0,06	<0,5	1	3	3	0,23	<0,02	0,03	67	2	0,010	16	0,006	4	60	4	43	7,07
Tereny z zabudową miejską Urban areas n = 133	a	<1	0,10	<3	13	<0,01	<0,5	<1	1	<1	0,06	<0,02	<0,01	6	<1	<0,002	<2	<0,003	1	27	1	6	5,70
	b	2	1,81	139	415	14,63	46,5	25	50	2243	10,80	0,14	5,41	6462	61	0,125	3105	0,074	180	510	143	7522	8,61
	c	<1	0,52	10	78	0,82	1,9	3	9	25	1,11	0,03	0,13	448	9	0,022	150	0,010	15	74	13	389	7,52
	d	<1	0,42	4	53	0,12	0,7	2	6	6	0,57	<0,02	0,06	141	5	0,014	38	0,006	7	66	8	99	7,50
	e	<1	0,41	3	49	0,10	<0,5	2	7	5	0,55	<0,02	0,05	177	5	0,015	35	0,005	6	68	9	83	7,66
Tereny przemysłowe Industrial areas n = 15	a	<1	0,15	<3	17	0,01	<0,5	<1	2	2	0,13	<0,02	0,02	22	2	0,003	4	<0,003	2	33	2	12	5,88
	b	<1	0,85	15	801	1,14	8,4	5	12	43	1,93	0,11	0,24	737	21	0,030	581	0,054	103	243	27	430	8,30
	c	<1	0,48	4	152	0,16	1,2	2	6	10	0,70	<0,02	0,07	147	6	0,014	93	0,012	15	82	9	114	7,23
	d	<1	0,43	3	87	0,07	0,6	2	5	7	0,50	<0,02	0,06	77	5	0,011	36	0,008	8	72	7	68	7,20
	e	<1	0,43	3	61	0,08	0,5	2	5	7	0,58	<0,02	0,06	49	5	0,012	25	0,007	6	69	7	59	7,33
Pola uprawne Cultivated fields n = 139	a	<1	0,15	<3	12	<0,01	<0,5	<1	2	1	0,10	<0,02	0,01	13	1	0,003	3	<0,003	2	27	3	7	5,32
	b	6	3,21	461	316	14,63	42,6	57	51	45	21,01	0,29	4,64	14 818	83	0,150	5216	0,101	308	211	80	7170	8,52
	c	<1	0,79	18	59	1,75	2,6	6	16	12	2,02	0,04	0,23	873	16	0,023	253	0,007	26	81	21	493	7,46
	d	<1	0,64	7	46	0,21	0,8	4	11	8	1,01	0,03	0,10	307	9	0,017	52	0,005	10	75	14	132	7,44
	e	<1	0,72	7	44	0,13	0,6	4	11	8	1,04	0,02	0,09	349	10	0,018	47	0,005	7	77	16	113	7,48
Lasy Forests n = 720	a	<1	0,03	<3	7	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	<0,01	<0,02	<0,01	<2	<1	<0,002	<2	<0,003	<1	<5	<1	3	3,58
	b	1	2,88	127	883	22,80	17,3	35	41	172	11,61	0,25	0,46	6809	184	0,089	1245	0,451	388	310	73	1774	8,44
	c	<1	0,32	<3	41	0,11	0,4	1	4	4	0,35	<0,02	0,03	72	4	0,007	22	0,010	5	53	5	38	6,32
	d	<1	0,25	<3	28	0,01	<0,5	<1	3	2	0,17	<0,02	0,02	18	2	0,005	8	0,004	2	46	3	17	6,28
	e	<1	0,23	<3	24	<0,01	<0,5	<1	3	2	0,15	<0,02	0,02	14	2	0,005	6	0,004	2	46	3	14	6,40
Łąki Meadows n = 79	a	<1	0,08	<3	11	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	0,03	<0,02	<0,01	3	<1	<0,002	3	<0,003	1	11	<1	5	5,20
	b	5	2,20	93	349	14,37	27,5	67	45	35	24,57	0,17	0,35	25 659	62	0,083	4336	0,367	200	137	59	8404	8,31
	c	<1	0,43	7	48	0,35	1,1	3	7	6	0,98	0,02	0,05	538	6	0,012	150	0,013	9	53	9	225	6,88
	d	<1	0,31	<3	33	0,05	<0,5	1	4	3	0,27	<0,02	0,03	40	3	0,007	15	0,004	4	47	5	34	6,85
	e	<1	0,28	<3	27	0,03	<0,5	<1	4	3	0,22	<0,02	0,02	26	2	0,006	9	0,004	3	47	4	23	7,04
Nieużytki, ugory Barren lands n = 148	a	<1	0,05	<3	10	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	0,01	<0,02	<0,01	4	<1	<0,002	2	<0,003	1	14	<1	4	5,38
	b	4	1,79	336	610	17,06	11,7	16	38	421	10,90	0,21	5,41	6962	66	0,134	1753	0,280	249	355	72	5154	8,92
	c	<1	0,53	12	78	0,75	1,4	3	9	11	1,09	0,03	0,12	477	9	0,020	108	0,019	15	68	12	281	7,17
	d	<1	0,41	4	50	0,10	0,6	2	6	5	0,48	<0,02	0,05	105	4	0,012	31	0,007	6	60	8	81	7,13
	e	<1	0,44	<3	37	0,07	<0,5	2	6	5	0,50	<0,02	0,06	75	5	0,012	23	0,005	5	63	8	66	7,27

Tabela 3 cd.
Table 3 cont.

Gleby Soils	Parametry Parameters	Ag mg/kg	Al %	As mg/kg	Ba mg/kg	Ca %	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Fe %	Hg mg/kg	Mg %	Mn mg/kg	Ni mg/kg	P %	Pb mg/kg	S %	Sr mg/kg	Ti mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg	pH
Ogródki działkowe Allotments n = 12	a	<1	0,19	<3	21	0,03	<0,5	<1	2	2	0,23	<0,02	0,02	47	2	0,014	10	<0,003	2	34	3	20	6,90
	b	<1	1,35	27	2382	10,81	4,9	11	29	106	2,54	0,06	0,40	794	31	0,047	219	0,043	140	142	31	538	8,26
	c	<1	0,69	8	310	1,28	1,1	4	12	18	1,15	0,02	0,12	400	11	0,027	75	0,012	27	83	15	184	7,69
	d	<1	0,58	5	94	0,25	0,7	3	9	9	0,88	<0,02	0,08	290	7	0,025	53	0,008	14	77	12	127	7,68
	e	<1	0,73	5	69	0,15	0,8	4	12	12	9	0,94	<0,02	0,11	307	9	0,025	58	0,009	12	84	15	176
Parki Parks n = 16	a	<1	0,15	<3	21	0,02	<0,5	<1	2	1	0,16	<0,02	0,02	13	2	0,003	5	<0,003	2	37	2	13	5,15
	b	<1	0,99	38	158	2,31	4,3	8	16	13	1,75	0,13	0,10	800	16	0,051	84	0,820	31	114	20	198	7,54
	c	<1	0,42	7	70	0,27	0,8	2	6	5	0,72	0,03	0,05	134	5	0,022	29	0,076	7	54	9	78	6,55
	d	<1	0,37	4	56	0,10	0,5	2	6	4	0,54	<0,02	0,05	63	4	0,014	23	0,012	5	51	8	60	6,51
	e	<1	0,37	<3	57	0,09	<0,5	2	6	6	5	0,52	<0,02	0,05	64	4	0,016	25	0,008	4	42	8	56
Trawniki Lawns n = 74	a	<1	0,10	<3	13	<0,01	<0,5	<1	1	1	0,06	<0,02	<0,01	6	<1	<0,002	<2	<0,003	1	27	1	6	5,97
	b	2	1,81	139	801	6,14	46,5	15	50	2243	7,65	0,12	0,87	4442	61	0,125	3105	0,074	180	510	143	7522	8,61
	c	<1	0,48	9	98	0,63	2,0	3	8	41	0,95	0,03	0,09	365	8	0,025	147	0,012	19	81	13	430	7,66
	d	<1	0,39	4	59	0,14	0,7	2	6	6	0,49	<0,02	0,05	129	4	0,016	38	0,007	8	69	7	106	7,64
	e	<1	0,39	<3	56	0,14	0,5	1	5	5	0,47	<0,02	0,05	171	4	0,017	41	0,006	8	69	7	84	7,72
Gleby piaszczyste Sandy soils n = 927	a	<1	0,03	<3	7	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	<0,01	<0,02	<0,01	1	<1	<0,002	<2	<0,003	<1	10	<1	3	4,17
	b	6	1,42	167	2382	6,14	30,9	18	41	53	24,57	0,17	0,60	25 659	62	0,134	4287	0,262	65	206	64	5637	8,92
	c	<1	0,28	<3	41	0,05	<0,5	1	4	3	0,36	<0,02	0,03	125	3	0,008	33	0,006	4	54	5	53	6,61
	d	<1	0,24	<3	27	0,01	<0,5	<1	3	2	0,17	<0,02	0,02	22	2	0,005	8	0,003	2	47	3	19	6,56
	e	<1	0,23	<3	24	0,01	<0,5	<1	3	2	0,17	<0,02	0,02	17	2	0,005	6	0,004	2	48	3	15	6,66
Gleby gliniaste Clay soils n = 213	a	<1	0,21	<3	18	<0,01	<0,5	<1	3	2	0,05	<0,02	<0,01	5	2	0,003	7	<0,003	2	11	4	17	4,51
	b	2	3,21	461	648	22,80	46,5	67	51	56	21,01	0,29	5,41	14 818	184	0,150	5216	0,280	388	355	80	8404	8,52
	c	<1	1,00	19	91	2,03	2,7	7	19	16	2,26	0,05	0,26	852	20	0,028	241	0,014	33	83	25	563	7,12
	d	<1	0,91	9	72	0,36	1,0	5	16	13	1,60	0,03	0,15	335	15	0,022	73	0,009	15	76	21	189	7,04
	e	<1	0,93	8	67	0,21	0,9	6	17	14	1,58	0,04	0,14	376	15	0,024	58	0,008	10	77	21	154	7,28
Gleby torfiaste Peaty soils n = 23	a	<1	0,13	<3	14	<0,01	<0,5	<1	1	<1	0,04	<0,02	<0,01	4	<1	<0,002	3	<0,003	2	<5	<1	5	3,58
	b	<1	1,04	38	544	2,52	17,3	14	23	26	3,31	0,25	0,24	2350	48	0,089	802	0,820	81	69	73	1805	6,36
	c	<1	0,45	8	139	0,77	3,3	2	8	10	0,56	0,08	0,06	202	8	0,036	129	0,222	23	33	17	293	5,39
	d	<1	0,38	5	102	0,33	2,0	2	6	8	0,30	0,06	0,04	51	5	0,025	57	0,125	15	29	10	140	5,35
	e	<1	0,36	5	114	0,53	3,5	2	8	9	0,44	0,06	0,05	50	7	0,030	65	0,239	18	32	12	163	5,40
Gleby antropogeniczne Man-made soils n = 25	a	<1	0,23	<3	32	0,07	<0,5	<1	2	3	0,19	<0,02	0,03	52	2	0,008	15	<0,003	4	33	3	40	6,66
	b	4	1,33	336	801	5,25	8,2	16	26	2243	7,65	0,13	0,62	6462	34	0,088	1245	0,104	247	510	143	3203	8,30
	c	<1	0,67	28	196	1,15	2,3	5	11	136	1,59	0,04	0,18	739	13	0,032	248	0,028	40	121	22	595	7,77
	d	<1	0,60	9	142	0,57	1,6	4	9	22	1,07	0,03	0,13	330	10	0,026	122	0,018	22	97	15	306	7,76
	e	<1	0,66	6	141	0,58	1,9	4	11	16	0,93	0,04	0,14	344	10	0,024	109	0,020	22	85	15	362	7,84

a – minimum; b – maksimum; c – średnia arytmetyczna; d – średnia geometryczna; e – mediana; n – liczba próbek;
minimum maximum arithmetic mean geometric mean median number of samples

Parametry statystyczne zawartości pierwiastków chemicznych w osadach

Statistical parameters of chemical elements contents in sediments

Tabela 4
Table

Osady Sediments	Parametry Parameters	Ag mg/kg	Al %	As mg/kg	Ba mg/kg	Ca %	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Fe %	Hg mg/kg	Mg %	Mn mg/kg	Ni mg/kg	P %	Pb mg/kg	S %	Sr mg/kg	Ti mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg
Granica wykrywalności Detection 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
Osady (wszystkie próbki) Sediments (all samples) n = 321	a	<1	0,05	<3	9	<0,01	<0,5	<1	<1	<1	<0,01	<0,02	<0,01	3	<1	<0,002	6	0,004	1	<5	1	20
	b	11	5,76	1072	1365	13,66	168,1	86	131	242	21,06	1,06	6,20	51 110	81	6,890	23 890	4,270	171	422	122	33 260
	c	<1	0,72	26	233	0,70	12,4	5	12	33	1,65	0,16	0,14	573	12	0,132	526	0,312	24	51	18	876
	d	<1	0,51	13	160	0,29	6,3	2	9	19	0,83	0,09	0,06	107	8	0,056	215	0,162	16	41	12	427
	e	<1	0,58	14	198	0,33	7,4	2	10	25	0,86	0,12	0,05	91	8	0,069	277	0,181	18	41	14	525
Strumienie i rowy bez nazwy Streams and ditches (without a name) n = 189	a	<1	0,05	<3	16	0,01	<0,5	<1	1	<1	0,05	<0,02	<0,01	3	<1	0,004	6	0,007	1	<5	1	33
	b	11	5,76	1072	965	13,66	168,1	86	131	195	15,10	1,06	6,20	14380	81	0,772	7417	4,270	171	422	122	33 260
	c	<1	0,89	28	283	0,66	15,7	6	13	37	1,67	0,21	0,15	436	13	0,098	581	0,310	26	47	22	1000
	d	<1	0,67	15	208	0,29	9,2	2	10	27	0,86	0,14	0,06	98	9	0,069	328	0,190	19	37	16	509
	e	<1	0,71	16	260	0,31	9,5	2	11	31	0,83	0,16	0,05	68	10	0,074	379	0,189	21	38	17	547
Sadzawki Small water pools n = 8	a	<1	0,17	<3	23	0,07	1,3	<1	4	6	0,14	<0,02	0,02	28	4	0,011	46	0,020	4	21	2	110
	b	1	1,22	151	408	8,80	100,4	11	24	99	11,81	0,26	0,28	762	54	0,437	2623	0,438	102	69	91	1744
	c	<1	0,58	36	234	1,68	21,6	4	13	41	2,65	0,14	0,12	280	17	0,119	579	0,184	31	45	23	781
	d	<1	0,49	16	169	0,60	8,9	2	11	28	1,14	0,10	0,09	146	12	0,066	282	0,128	21	41	14	576
	e	<1	0,44	25	258	0,55	7,7	3	14	37	1,42	0,18	0,10	111	14	0,086	314	0,106	26	49	17	644
Stawy Ponds n = 8	a	<1	0,08	<3	13	0,03	0,8	<1	3	2	0,16	<0,02	0,02	19	2	0,010	19	0,015	2	15	2	45
	b	8	0,60	133	269	1,39	11,1	5	23	37	10,79	0,15	0,08	2440	20	0,044	23 890	0,348	14	154	15	3037
	c	1	0,28	20	91	0,31	4,1	2	7	14	1,69	0,06	0,04	358	6	0,025	3205	0,130	7	52	6	558
	d	<1	0,22	5	57	0,17	2,7	1	5	9	0,52	0,04	0,03	83	4	0,022	162	0,075	6	41	5	200
	e	<1	0,22	4	50	0,16	2,1	<1	5	6	0,47	0,03	0,03	69	3	0,024	56	0,101	8	37	4	143
Zbiornik Chechło-Nakło Chechło-Nakło Reservoir n = 21	a	<1	0,09	<3	39	<0,01	<0,5	<1	1	<1	0,07	<0,02	0,01	9	1	<0,002	7	0,004	2	39	1	20
	b	<1	0,39	6	389	1,09	2,3	5	8	13	0,94	0,06	0,35	199	14	0,016	51	0,075	9	175	10	103
	c	<1	0,18	<3	166	0,13	1,0	<1	3	4	0,32	<0,02	0,06	38	3	0,005	24	0,028	5	76	4	53
	d	<1	0,16	<3	133	0,04	0,7	<1	3	3	0,24	<0,02	0,03	26	3	0,004	21	0,021	5	69	3	47
	e	<1	0,17	<3	156	0,03	0,6	<1	3	4	0,21	<0,02	0,02	22	2	0,005	18	0,023	5	66	3	60
Zbiornik Kozłowa Góra Kozłowa Góra Reservoir n = 20	a	<1	0,07	<3	14	0,04	<0,5	<1	1	1	0,05	<0,02	<0,01	20	<1	0,006	11	0,016	2	16	1	39
	b	<1	1,05	53	313	1,11	14,4	9	22	54	3,37	0,29	0,18	492	24	0,091	509	0,584	31	107	26	1184
	c	<1	0,44	10	90	0,39	3,6	3	8	13	0,93	0,07	0,06	138	6	0,033	107	0,180	10	39	10	294
	d	<1	0,32	6	59	0,26	1,7	2	6	6	0,52	0,04	0,04	94	4	0,024	55	0,108	7	35	8	173
	e	<1	0,39	5	59	0,38	1,9	3	8	5	0,73	0,05	0,04	94	5	0,028	64	0,131	8	33	11	153
Brynica Brynica River n = 12	a	<1	0,07	<3	18	0,04	0,6	1	1	<1	0,25	<0,02	0,01	50	1	0,010	13	0,010	2	14	2	46
	b	<1	1,46	27	284	0,94	22,5	9	22	42	1,86	0,19	0,33	434	25	0,157	403	0,619	74	39	32	2454
	c	<1	0,44	12	126	0,40	5,8	6	7	12	0,98	0,06	0,10	184	8	0,074	107	0,183	15	31	10	609
	d	<1	0,34	9	99	0,29	3,6	5	6	8	0,82	0,04	0,07	147	6	0,056	73	0,109	10	29	8	379
	e	<1	0,37	11	131	0,38	4,7	7	6	9	1,08	0,05	0,09	142	7	0,075	77	0,140	10	34	9	517
Dopływ spod Żyglinka Dopływ spod Żyglinka Stream n = 14	a	<1	0,11	<3	9	0,01	<0,5	<1	<1	1	0,05	<0,02	<0,01	4	<1	0,004	23	0,009	1	17	1	20
	b	4	1,71	204	473	1,10	99,6	8	27	131	2,30	0,49	0,48	1067	22	0,378	3066	0,566	71	103	37	4268
	c	<1	0,77	54	159	0,30	18,1	2	10	33	0,84	0,17	0,08	141	7	0,073	588	0,211	18	39	14	895
	d	<1	0,55	26	93	0,17	9,2	<1	6	17	0,56	0,11	0,03	36	4	0,041	318	0,129	10	34	10	473
	e	<1	0,91	39	114	0,23	12,1	<1	8	20	0,66	0,12	0,04	28	5	0,057	448	0,218	12	33	14	633
Zlewnia Brynicy Brynica River catchment n = 112	a	<1	0,05	<3	9	0,01	<0,5	<1	<1	<1	0,05	<0,02	<0,01	4	<1	0,004	6	0,007	1	12	1	20
	b	11	3,16	1072	610	13,66	168,1	31	47	131	11,81	1,06	6,20	4125	54	0,437	7417	4,270	171	107	91	33 260
	c	<1	0,60	29	180	0,60	15,2	4	10	27	1,11	0,18	0,16	249	9	0,070	534	0,258	17	39	15	936
	d	<1	0,44	11	119	0,24	6,7	2	7	15	0,63	0,09	0,05	85	6	0,046	216	0,139	11	35	10	404
	e	<1	0,52	11	150	0,24	7,7	2	8	18	0,64	0,11	0,04	83	6	0,056	275	0,163	13	35	12	469
Potok spod Nakła Potok spod Nakła Stream n = 21	a	<1	0,29	4	98	0,11	2,1	2	3	4	0,47	<0,02	0,02	45	3	0,041	88	0,078	10	20	5	183
	b	3	1,66	95	525	2,36	18,9	12	34	89	2,64	0,29	0,55	744	24	0,310	792	0,972	71	195	31	2909
	c	<1	0,73	23	201	0,79	7,1	6	16	36	1,48	0,11	0,18	248	14	0,129	357	0,465	38	77	18	907
	d	<1	0,66	18	179	0,56	6,2	5	14	28	1,36	0,09	0,12	185	13	0,103	303	0,362	33	63	16	712
	e	<1	0,66	20	168	0,48	5,7	5	15	40	1,50	0,08	0,13	239	15	0,072	314	0,367	33	64	16	788

Tabela 4 cd.
Table 4 cont.

Osady Sediments	Parametry Parameters	Ag mg/kg	Al %	As mg/kg	Ba mg/kg	Ca %	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Fe %	Hg mg/kg	Mg %	Mn mg/kg	Ni mg/kg	P %	Pb mg/kg	S %	Sr mg/kg	Ti mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg
Zlewnia Potoku spod Nakła Potok spod Nakła Stream catchment n = 110	a	<1	0,09	<3	13	<0,01	<0,5	<1	1	<1	0,07	<0,02	<0,01	3	1	<0,002	7	0,004	2	<5	1	20
	b	8	3,85	143	833	2,82	149,1	44	131	195	11,68	0,71	1,13	3860	49	0,772	23 890	2,517	118	195	122	8022
	c	<1	0,80	22	269	0,47	11,2	4	13	32	1,50	0,15	0,10	279	12	0,105	686	0,267	27	56	20	783
	d	<1	0,57	11	199	0,22	5,1	2	9	19	0,77	0,09	0,06	80	8	0,049	221	0,143	18	45	13	339
	e	<1	0,65	13	245	0,31	5,9	2	10	29	0,80	0,14	0,05	64	10	0,070	325	0,166	24	49	15	375
Rów Świerklaniecki Rów Świerklaniecki Stream n = 21	a	<1	0,06	4	30	0,18	1,8	<1	2	3	0,28	<0,02	0,02	69	2	0,033	20	0,035	5	21	2	164
	b	3	1,08	143	488	6,52	18,4	8	38	101	21,06	0,20	0,67	7626	27	6,890	770	2,507	61	141	30	3113
	c	1	0,45	38	159	1,87	8,2	4	16	40	3,44	0,08	0,29	1303	13	0,780	258	0,631	30	71	14	1203
	d	<1	0,35	25	123	1,47	7,2	3	12	28	1,90	0,06	0,21	518	11	0,201	173	0,351	24	64	12	975
	e	1	0,40	29	143	1,64	7,6	4	14	32	1,72	0,07	0,26	508	12	0,152	231	0,294	28	76	15	958
Zlewnia Rowu Świerklanieckiego Rów Świerklaniecki Stream catchment n = 45	a	<1	0,06	<3	16	0,06	<0,5	<1	2	2	0,16	<0,02	<0,01	24	1	0,010	8	0,011	2	20	2	45
	b	3	5,76	143	488	8,80	27,9	30	47	125	21,06	0,27	0,88	7626	33	6,890	774	2,507	102	189	43	3113
	c	<1	0,61	28	149	1,71	9,3	6	15	34	2,42	0,09	0,25	968	14	0,399	247	0,502	26	70	16	1032
	d	<1	0,40	17	112	0,98	6,3	4	12	23	1,44	0,06	0,16	380	11	0,098	155	0,211	19	61	13	677
	e	<1	0,42	21	134	1,34	7,0	4	13	28	1,69	0,07	0,20	326	12	0,071	171	0,253	19	67	15	768
Zlewnia Pniowca Pniowiec Stream catchment n = 49	a	<1	0,12	<3	15	0,01	0,8	<1	1	3	0,05	<0,02	<0,01	6	1	0,008	19	0,035	4	6	2	33
	b	11	4,67	218	1365	1,62	32,7	68	30	148	15,10	0,53	0,55	51 110	81	0,655	1551	2,883	88	422	65	3122
	c	<1	0,91	28	336	0,42	10,9	7	10	35	2,25	0,18	0,06	1332	12	0,090	368	0,352	25	42	21	705
	d	<1	0,69	16	249	0,25	7,9	2	8	24	0,98	0,12	0,04	89	8	0,065	234	0,226	21	31	15	464
	e	<1	0,79	18	303	0,31	8,4	1	10	24	0,93	0,14	0,04	53	9	0,073	238	0,216	23	31	17	469
Tło geochemiczne; geochemical background																						
Osady strumieniowe Europy ¹⁾ Stream sediments of Europe n = 794	e		10,4	6	87,5	2,44	0,29	8	22	15	1,97	0,04	0,72	453	17	0,056	14	0,050	124	3800	29	60
Osady Polski ²⁾ Sediments of Poland n = 12 778	e	<1		<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⁾ Sediments of Cracow-Silesia Region n = 1459	e	1		6	98	0,71	2,5	4	9	15	1,07	0,06	0,13	292	11	0,066	59	0,052	24	42	12	259

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

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

Tabela 5
Table

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

Wody powierzchniowe Surface water	Parametry Parameters	EC mS/cm	pH	Ag µg/dm ³	Al µg/dm ³	As µg/dm ³	B mg/dm ³	Ba mg/dm ³	Be µg/dm ³	Ca mg/dm ³	Cd µg/dm ³	Co µg/dm ³	Cr mg/dm ³	Cu µg/dm ³	Fe mg/dm ³	K mg/dm ³	Li µg/dm ³	Mg mg/dm ³	Mn mg/dm ³	Mo µg/dm ³	Na mg/dm ³	Ni µg/dm ³	P mg/dm ³	Pb µg/dm ³	SO ₄ mg/dm ³	Sb µg/dm ³	Se µg/dm ³	SiO ₂ mg/dm ³	Sr mg/dm ³	Ti mg/dm ³	Tl µg/dm ³	U µg/dm ³	V µg/dm ³	Zn mg/dm ³
Granica wykrywalności Detection limit				0,05	0,5	2	0,01	0,001	0,05	0,1	0,05	0,05	0,003	0,05	0,01	0,5	0,3	0,1	0,001	0,05	0,5	0,5	0,05	0,05	1	0,05	2	0,1	0,003	0,002	0,05	0,05	1	0,003
Wody powierzchniowe (wszystkie próbki) Surface water (all samples) n = 278	a	0,02	4,4	<0,05	1,0	<2	0,01	0,035	<0,05	5,9	<0,05	<0,05	<0,003	0,37	0,01	<0,5	<0,3	1,0	0,001	<0,05	0,9	<0,5	<0,05	0,06	2	<0,05	<2	0,1	0,026	<0,002	<0,05	<0,05	<1	<0,003
	b	1,39	8,3	0,16	10 023,2	32	0,38	0,782	2,97	214,2	53,35	26,47	0,004	13,65	67,63	20,6	26,0	41,1	7,650	4,80	140,9	33,3	5,09	395,49	419	9,11	3	32,1	0,460	0,020	10,97	6,98	17	6,910
	c	0,37	6,6	<0,05	593,3	3	0,08	0,149	0,17	50,6	4,11	2,15	<0,003	2,21	1,22	4,1	4,4	10,0	0,247	0,41	14,5	4,0	0,16	11,29	74	0,64	<2	12,6	0,142	<0,002	0,32	0,52	2	0,477
	d	0,30	6,5	<0,05	104,5	<2	0,07	0,120	0,07	37,3	0,56	0,57	<0,003	1,69	0,25	3,2	2,9	7,4	0,104	0,20	9,1	2,3	0,05	1,49	63	0,46	<2	8,6	0,129	<0,002	0,11	0,13	1	0,100
	e	0,29	6,8	<0,05	69,1	<2	0,07	0,102	<0,05	35,7	0,51	0,58	<0,003	1,65	0,27	2,9	3,8	6,7	0,140	0,23	9,0	2,5	<0,05	0,95	63	0,44	<2	12,6	0,131	<0,002	0,08	0,07	1	0,100
Strumienie i rowy (bez nazwy) Streams and ditches (without a name) n = 145	a	0,02	4,4	<0,05	1,5	<2	0,02	0,035	<0,05	5,9	<0,05	<0,05	<0,003	0,41	0,01	0,6	<0,3	1,0	0,001	<0,05	0,9	<0,5	<0,05	0,07	11	<0,05	<2	2,2	0,026	<0,002	<0,05	<0,05	<1	<0,003
	b	1,39	7,7	0,16	10 023,2	32	0,38	0,438	2,97	214,2	53,35	26,47	0,004	13,65	25,42	20,6	26,0	41,1	3,702	4,80	140,9	33,3	5,09	395,49	419	9,11	3	32,1	0,460	0,020	10,97	6,98	17	6,910
	c	0,33	6,2	<0,05	984,8	3	0,09	0,113	0,28	43,8	6,58	3,39	<0,003	2,86	1,26	3,9	5,5	8,5	0,273	0,37	13,46	5,8	0,08	18,46	77	0,73	<2	15,7	0,137	0,003	0,42	0,46	3	0,746
	d	0,26	6,1	<0,05	269,7	<2	0,07	0,105	0,13	31,9	1,98	1,22	<0,003	2,25	0,38	3,0	4,2	6,0	0,137	0,12	6,91	4,0	<0,05	2,86	64	0,51	<2	14,5	0,120	<0,002	0,17	0,09	2	0,306
	e	0,24	6,4	<0,05	495,0	<2	0,07	0,104	0,14	33,2	3,13	2,00	<0,003	2,28	0,45	2,6	4,7	5,7	0,168	0,09	5,0	4,4	<0,05	2,84	66	0,54	<2	15,4	0,123	<0,002	0,17	<0,05	2	0,418
Sadzawki Small water pools n = 8	a	0,14	6,0	<0,05	4,5	<2	0,03	0,067	<0,05	19,7	<0,05	<0,05	<0,003	0,41	0,01	1,6	0,6	3,5	0,008	<0,05	2,6	<0,5	<0,05	0,06	28	0,12	<2	1,7	0,062	<0,002	<0,05	<0,05	<1	0,007
	b	0,81	7,6	0,05	1103,0	3	0,27	0,191	0,45	159,7	1,95	6,20	<0,003	2,66	6,10	14,4	10,4	20,1	0,430	1,15	66,8	6,0	0,39	5,65	109	2,55	<2	24,0	0,296	0,006	0,49	3,50	2	0,124
	c	0,49	6,9	<0,05	230,6	<2	0,08	0,131	0,11	65,5	0,50	0,96	<0,003	1,69	1,02	6,2	4,0	9,4	0,148	0,40	20,7	2,0	0,08	2,14	55	0,67	<2	9,4	0,160	<0,002	0,11	1,00	1	0,049
	d	0,40	6,9	<0,05	33,4	<2	0,06	0,124	0,06	53,1	0,23	0,13	<0,003	1,40	0,14	5,1	2,7	7,8	0,062	0,24	9,7	1,2	<0,05	0,98	50	0,44	<2	6,4	0,141	<0,002	0,06	0,30	1	0,034
	e	0,54	6,9	<0,05	14,9	<2	0,06	0,135	<0,05	62,8	0,19	<0,05	<0,003	1,82	0,10	5,4	3,4	6,4	0,092	0,35	6,7	1,3	<0,05	1,31	45	0,40	<2	7,4	0,140	<0,002	<0,05	0,60	1	0,029
Stawy Ponds n = 9	a	0,17	6,1	<0,05	1,0	<2	0,04	0,059	<0,05	28,9	<0,05	<0,05	<0,003	0,87	0,01	1,8	<0,3	3,4	0,001	0,08	3,5	0,7	<0,05	0,09	58	0,18	<2	0,1	0,092	<0,002	<0,05	<0,05	<1	0,007
	b	0,69	7,8	<0,05	135,9	<2	0,14	0,204	<0,05	113,0	1,21	0,25	<0,003	2,54	0,45	6,3	4,5	21,9	0,270	0,69	28,0	1,8	0,09	6,59	229	0,45	<2	16,7	0,266	<0,002	1,06	1,40	2	0,121
	c	0,50	7,0	<0,05	29,3	<2	0,08	0,111	<0,05	79,5	0,21	0,07	<0,003	1,33	0,07	4,1	2,5	15,1	0,073	0,38	15,9	1,3	<0,05	1,14	124	0,30	<2	7,4	0,170	<0,002	0,27	0,69	1	0,039
	d	0,43	7,0	<0,05	11,2	<2	0,07	0,105	<0,05	69,0	0,09	0,05	<0,003	1,25	0,02	3,7	1,4	11,9	0,037	0,29	12,4	1,2	<0,05	0,30	110	0,28	<2	2,5	0,160	<0,002	0,09	0,30	<1	0,023
	e	0,66	7,0	<0,05	15,7	<2	0,06	0,099	<0,05	88,9	0,07	<0,05	<0,003	1,06	0,02	4,4	3,6	18,3	0,053	0,46	18,6	1,2	<0,05	0,12	120	0,30	<2	11,8	0,171	<0,002	<0,05	0,39	<1	0,020
Zbiornik Chechło-Nakło Chechło-Nakło Reservoir n = 21	a	0,16	6,9	<0,05	3,0	<2	0,08	0,546	<0,05	12,5	<0,05	<0,05	<0,003	0,47	0,01	2,1	<0,3	4,1	0,004	0,21	8,6	<0,5	<0,05	<0,05	31	0,70	<2	0,1	0,124	<0,002	0,06	<0,05	<1	<0,003
	b	0,19	8,3	<0,05	59,1	<2	0,08	0,782	<0,05	13,7	<0,05	0,32	<0,003	0,86	0,11	2,3	<0,3	4,3	0,257	0,34	9,5	1,0	<0,05	0,65	35	1,19	<2	1,0	0,134	<0,002	0,35	<0,05	<1	0,003
	c	0,17	7,3	<0,05	25,3	<2	0,08	0,594	<0,05	13,0	<0,05	0,06	<0,003	0,71	0,03	2,2	<0,3	4,2	0,027	0,29	8,9	<0,5	<0,05	<0,05	33	0,04	<2	0,3	0,129	<0,002	0,10	<0,05	<1	<0,003
	d	0,17	7,3	<0,05	21,1	<2	0,08	0,592	<0,05	13,0	<0,05	<0,05	<0,003	0,71	0,02	2,2	<0,3	4,2	0,012	0,29	8,9	<0,5	<0,05	<0,05	33	0,03	<2	0,2	0,129	<0,002	0,09	<0,05	<1	<0,003
	e	0,17	7,3	<0,05	23,0	<2	0,08	0,575	<0,05	13,0	<0,05	0,05	<0,003	0,73	0,02	2,2	<0,3	4,2	0,011	0,29	8,9	<0,5	<0,05	<0,05	33	1,05	<2	0,2	0,129	<0,002	0,09	<0,05	<1	<0,003
Zbiornik Kozłowa Góra Kozłowa Góra Reservoir n = 21	a	0,21	6,2	<0,05	9,8	<2	0,01	0,090	<0,05	24,6	<0,05	<0,05	<0,003	0,37	0,03	<0,5	0,7	3,3	0,002	<0,05	3,8	<0,5	<0,05	0,11	21	<0,05	<2	1,4	0,049	<0,002	<0,05	<0,05	<1	<0,003
	b	0,59	7,8	<0,05	111,1	2	0,07	0,246	0,05	84,4	0,36	10,60	<0,003	1,97	67,63	4,5	3,0	15,8	7,650	0,52	12,5	2,0	0,12	3,15	122	0,37	<2	11,2	0,165	<0,002	<0,05	0,94	2	0,065
	c	0,35	6,9	<0,05	37,0	<2	0,03	0,125	<0,05	52,5	0,06	1,09	<0,003	0,84	4,62	2,9	2,2	10,7	0,644	0,30	10,2	1,0	<0,05	0,66	55	0,21	<2	6,0	0,120	<0,002	<0,05	0,46	1	0,115
	d	0,34	6,9	<0,05	29,2	<2	0,03	0,120	<0,05	50,3	<0,05	0,24	<0,003	0,79	0,39	2,4	2,1	10,1	0,074	0,21	9,9	0,8	<0,05	0,38	51	0,18	<2	5,2	0,115	<0,002	<0,05	0,34	<1	0,009
	e	0,36	6,8	<0,05	25,0	<2	0,03	0,102	<0,05	54,7	<0,05	0,15	<0,003	0,84	0,19	3,7	2,3	11,8	0,040	0,42	11,1	1,0	<0,05	0,28	53	0,23	<2	5,0	0,127	<0,002	<0,05	0,53	1	0,007
Brynica Brynica River n = 12	a	0,36	6,7	<0,05	24,8	<2	0,03	0,096	<0,05	61,3	<0,05	0,37	<0,003	0,47	0,20	3,6	3,1	13,0	0,081	0,51	8,6	1,5	<0,05	0,18	31	0,16	<2	7,4	0,137	<0,002	<0,05	0,70	<1	0,023
	b	0,48	7,6	<0,05	59,6	<2	0,03	0,11																										

Tabela 5 cd.
Table 5 cont.

Wody powierzchniowe Surface water	Parametry Parameters	EC mS/cm	pH	Ag µg/dm ³	Al µg/dm ³	As µg/dm ³	B mg/dm ³	Ba mg/dm ³	Be µg/dm ³	Ca mg/dm ³	Cd µg/dm ³	Co µg/dm ³	Cr mg/dm ³	Cu µg/dm ³	Fe mg/dm ³	K mg/dm ³	Li µg/dm ³	Mg mg/dm ³	Mn mg/dm ³	Mo µg/dm ³	Na mg/dm ³	Ni µg/dm ³	P mg/dm ³	Pb µg/dm ³	SO ₄ mg/dm ³	Sb µg/dm ³	Se µg/dm ³	SiO ₂ mg/dm ³	Sr mg/dm ³	Ti mg/dm ³	Tl µg/dm ³	U µg/dm ³	V µg/dm ³	Zn mg/dm ³				
Zlewnia Potoku spod Nakła Potok spod Nakła Stream catchment n = 93	a	0,06	4,5	<0,05	3,0	<2	0,02	0,040	<0,05	7,1	<0,05	<0,05	<0,003	0,41	0,01	1,3	<0,3	1,5	0,001	<0,05	1,0	<0,5	<0,05	0,09	19	0,12	<2	0,1	0,030	<0,002	<0,05	<0,05	<1	<0,003				
	b	0,97	8,3	0,10	6852,0	11	0,30	0,782	2,97	159,7	19,26	26,47	0,003	13,10	25,42	20,5	19,2	28,2	3,702	1,22	66,8	33,3	4,53	47,33	267	1,92	<2	31,4	0,308	0,009	1,47	4,99	13	2,389				
	c	0,28	6,5	<0,05	625,4	2	0,08	0,217	0,24	29,6	3,15	2,82	<0,003	2,05	1,01	3,7	3,6	6,0	0,273	0,25	11,9	4,2	0,29	6,76	66	0,69	<2	12,0	0,138	0,002	0,19	0,16	2	0,397				
	d	0,24	6,5	<0,05	172,1	<2	0,08	0,152	0,10	24,5	0,69	0,73	<0,003	1,62	0,24	2,9	1,7	5,2	0,099	0,16	8,0	2,0	0,05	2,51	56	0,61	<2	4,8	0,130	<0,002	0,12	0,05	1	0,087				
	e	0,20	6,6	<0,05	145,5	<2	0,08	0,109	0,08	27,8	0,84	0,83	<0,003	1,69	0,37	2,3	3,6	4,7	0,134	0,17	8,7	2,8	<0,05	2,09	60	0,63	<2	13,4	0,129	<0,002	0,10	<0,05	1	0,151				
Rów Świerklaniecki Rów Świerklaniecki Stream n = 23	a	0,63	6,4	<0,05	4,8	<2	0,05	0,087	<0,05	100,5	<0,05	<0,05	<0,003	1,05	0,02	4,3	1,9	18,4	0,051	0,32	18,5	0,8	<0,05	0,09	112	0,17	<2	8,0	0,120	<0,002	<0,05	1,37	1	0,019				
	b	0,86	7,8	0,05	69,5	4	0,10	0,126	<0,05	140,4	0,39	0,63	<0,003	2,33	0,56	12,2	5,8	29,3	0,357	1,60	48,0	3,1	0,22	1,85	148	0,68	<2	14,0	0,245	<0,002	0,06	2,19	3	0,045				
	c	0,75	7,2	<0,05	13,7	<2	0,07	0,097	<0,05	123,0	0,08	0,23	<0,003	1,62	0,12	5,7	3,8	23,8	0,145	0,70	25,6	1,6	0,09	0,37	125	0,33	<2	11,2	0,183	<0,002	<0,05	1,60	2	0,031				
	d	0,75	7,2	<0,05	10,9	<2	0,07	0,096	<0,05	122,3	0,06	0,18	<0,003	1,58	0,08	5,3	3,6	23,5	0,132	0,65	24,8	1,5	0,07	0,27	125	0,31	<2	11,1	0,180	<0,002	<0,05	1,60	2	0,030				
	e	0,75	7,1	<0,05	13,0	<2	0,07	0,094	<0,05	125,6	0,05	0,24	<0,003	1,61	0,07	5,5	4,0	24,7	0,142	0,73	24,4	1,3	0,07	0,27	120	0,33	<2	10,9	0,188	<0,002	<0,05	1,56	2	0,032				
Zlewnia Rowu Świerklanieckiego Rów Świerklaniecki Stream catchment n = 49	a	0,24	6,4	<0,05	1,0	<2	0,04	0,050	<0,05	37,2	<0,05	<0,05	<0,003	0,85	0,01	0,6	<0,3	4,3	0,004	<0,05	4,1	<0,5	<0,05	0,07	59	0,07	<2	1,7	0,115	<0,002	<0,05	<0,05	<1	<0,003				
	b	1,39	7,8	0,05	286,3	4	0,27	0,208	0,11	214,2	12,21	2,90	<0,003	4,86	1,33	15,6	10,4	41,1	0,411	3,18	140,9	11,2	0,22	6,47	419	0,88	3	16,4	0,460	0,002	0,40	6,98	5	0,990				
	c	0,67	7,2	<0,05	20,4	<2	0,09	0,110	<0,05	112,4	0,88	0,30	<0,003	1,90	0,15	6,1	3,9	21,0	0,124	0,75	30,1	2,6	0,06	0,49	126	0,36	<2	11,2	0,196	<0,002	0,05	1,73	2	0,105				
	d	0,73	7,2	<0,05	10,7	<2	0,08	0,107	<0,05	107,4	0,14	0,14	<0,003	1,73	0,06	5,2	3,3	19,5	0,087	0,48	25,6	1,9	0,05	0,27	119	0,30	<2	10,7	0,188	<0,002	<0,05	1,08	2	0,044				
	e	0,70	7,1	<0,05	9,80	<2	0,07	0,099	<0,05	113,0	0,08	0,15	<0,003	1,68	0,06	5,4	4,1	21,2	0,103	0,55	25,2	2,0	<0,05	0,27	120	0,33	<2	11,0	0,185	<0,002	<0,05	1,52	2	0,034				
Zlewnia Pniowca Pniowiec Stream catchment n = 40	a	0,08	4,4	<0,05	14,8	<2	0,02	0,060	<0,05	7,1	<0,05	<0,05	<0,003	0,48	0,04	<0,5	1,2	1,0	0,013	<0,05	1,1	<0,5	<0,05	0,09	2	0,10	<2	4,0	0,044	<0,002	<0,05	<0,05	<1	0,006				
	b	1,09	7,3	0,11	8853,2	22	0,38	0,387	1,88	140,4	31,51	18,15	0,004	7,62	21,38	14,8	26,0	36,3	1,012	4,80	106,0	18,8	0,31	103,90	234	9,11	2	32,1	0,456	0,011	1,13	2,43	6	3,234				
	c	0,29	6,1	<0,05	1016,8	4	0,12	0,127	0,26	37,8	4,91	3,56	<0,003	2,46	2,24	3,0	7,7	8,0	0,252	0,43	10,9	5,7	<0,05	9,63	67	1,01	<2	17,6	0,139	0,002	0,27	0,25	2	0,596				
	d	0,24	6,0	<0,05	317,2	2	0,09	0,116	0,13	29,4	1,72	1,74	<0,003	1,93	0,71	2,3	6,6	5,9	0,185	0,12	5,9	4,3	<0,05	2,34	55	0,63	<2	16,9	0,123	<0,002	0,16	0,07	2	0,299				
	e	0,25	6,4	<0,05	543,2	<2	0,09	0,111	0,15	29,6	2,57	2,51	<0,003	1,98	0,71	2,3	7,3	5,5	0,236	0,08	4,4	5,3	<0,05	3,27	57	0,64	<2	17,6	0,120	<0,002	0,20	<0,05	2	0,436				
Wartości wskaźników jakości wód powierzchniowych i pitnych; surface water and drinking water quality guidelines																																						
I klasa ¹⁾ Class I		≤0,36	7,5–8,2							≤68,3	0,5				0,1					≤5,0				10	≤0,18	10	≤31,6											
II klasa ¹⁾ Class II		≤0,45	7,3–8,2	≤5	≤400	≤50	≤2	≤0,5	≤0,8	≤76,2	1	≤50	≤0,05	≤50	0,3					≤40				20	≤0,22	10	≤37,7	≤2	≤20			≤0,05	≤2		≤50	≤1		
Naturalne wody mineralne ²⁾ Natural Mineral Water						10		1			3		0,05							500				20		10		5	10									
Wody pitne ³⁾ Drinking Water		2,5	≥6,5–9,5		200	10	1				5		0,05							50				200	20		10	250	5	10								

a – minimum; b – maksimum; c – średnia arytmetyczna; d – średnia geometryczna; e – mediana; n – liczba próbek;
minimum maximum arithmetic mean geometric mean median number of samples

¹⁾ Wartości wskaźników jakości wód powierzchniowych w Polsce; surface water quality guidelines in Poland (Rozporządzenie..., 2019)

²⁾ Naturalne wody mineralne; Natural Mineral Water (EU Directive 2009/54/EC Natural Mineral Water)

³⁾ Wody pitne; Drinking Water (EU Directive 1998/83/EC Drinking Water)

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

Klasy uziarnienia gleb dobierano kierując się wartościami obliczonych parametrów statystycznych ich zawartości na obszarze ww. 4 arkuszy. Odczyn gleb przedstawiono według skali przyjętej w gleboznawstwie (z podziałem na gleby kwaśne, obojętne i zasadowe). 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 Świerklaniec. Utworzono je w formie kartodiagramów kołowych, przypisując im odpowiednie średnice do poszczególnych klas zawartości, ułożonych najczęściej w postępie geometrycznym.

Sporządzając przykładową mapę klasyfikacji gleb powierzchniowych (tabl. 63) ze względu na zanieczyszczenie kadmem, wyniki badań geochemicznych odniesiono do wartości stężeń dopuszczalnych określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (Rozporządzenie..., 2016). Wydzielone obszary gleb zaklasyfikowano do grup użytkowania I, II, III i IV.

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

WYNIKI BADAŃ

GLEBY

Na zróżnicowanie składu granulometrycznego i chemicznego gleb występujących w obszarze arkusza wpłynęły przede wszystkim cechy litologiczne i chemiczne ich skał macierzystych (utworów karbonu, triasu, neogenu i czwartorzędu) (tabl. 1), o odmiennym składzie, z których utworzyły się różne typy i rodzaje gleb. Na większości obszaru arkusza występują gleby pseudobielicowe i bielicowe. Gleby brunatne, są rozwinięte głównie w niższych partiach wzgórz zbudowanych ze skał triasowych (w południowo-zachodniej części arkusza oraz w otoczeniu Miasteczka Śląskiego). W szczytowych partiach triasowych wzgórz (w rejonie Żyglina, Świerklańca, Nakła i Orzecha) na podłożu węglanowym rozwinęły się rędziny, lokalnie występują czarnoziemy, a w dolinach rzek gleby mułowo-torfowe i mady (Program..., 2017; Studium..., 2019, 2020).

Większość gleb na obszarze objętym arkuszem jest narażona na depozycje pyłów i gazów pochodzących z zakładów przemysłowych. W części północnej są to pyły metalonośne, które w przeszłości były w ogromnych ilościach emitowane z HCM w Miasteczku Śląskim, na zachodzie emisje ZCH Tarnowskie Góry i składowiska odpadów tego zakładu, a na południu pyły i gazy pochodzące z elektrowni i hut, z rejonu Bytomia i Piekar Śląskich (Studium..., 2019).

Istotny wpływ na zmiany środowiska glebowego ma również rolnictwo, poprzez stosowanie chemicznych środków ochrony roślin oraz nawozów sztucznych. Ważnymi źródłami antropogenicznych zanieczyszczeń są też emisje pochodzące ze

środków transportu samochodowego i wpływ ścieków komunalnych do gleb dolin rzecznych (Program..., 2017; Studium..., 2019). Szczególnie istotne zmiany chemizmu gleb powoduje eksploatacja rud metali i hutnictwo, a do największych zagrożeń należy oddziaływanie odpadów po tej działalności (Navarro i in., 2006; Acosta i in., 2011).

Skład granulometryczny Skład granulometryczny określający rozdrobnienie mineralnej części fazy stałej gleby jest wyrażany wielkością cząstek oraz procentowym udziałem każdej frakcji (Bednarek i in., 2004). W warunkach naturalnych skład granulometryczny gleby ulega bardzo małym zmianom i jest jedną z ważniejszych cech wpływających na jej właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne (Mocek i in., 2000; Ryżak i in., 2009).

W opracowaniu przyjęto podział cząstek gleb na grupy 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 piaszkowa, 0,1–0,02 mm frakcja pyłowa i <0,02 mm frakcja ilowa (tabl. 4–6). Zmiana przedziałów grup granulometrycznych zgodnie z aktualnymi wytycznymi Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego (Klasyfikacja..., 2008) uniemożliwiłaby porównanie składu granulometrycznego z danymi z arkuszy opracowanych wcześniej.

Skład granulometryczny badanych gleb jest wyraźnie związany z litologią materiału macierzystego. Na większości obszaru przeważają gleby zasobne we frakcję piaszkową (>60%), wykształcone głównie z czwartorzędowych piasków i żwirów wodnolodowcowych. Gleby najbardziej zapiaszczone i najmniej obfite we frakcję ilową i pyłową (często <10%) w większości są porośnięte lasami.

Gleby utworzone z węglanowych utworów triasu oraz z namulów dolin rzecznych charakteryzuje zawartość frakcji ilowej >20%. Frakcja ta, składająca się głównie z minerałów ilastych i wtórnych minerałów tlenkowych, ma decydujący wpływ na możliwość zatrzymywania zarówno pierwiastków pokarmowych dla roślin jak i pierwiastków toksycznych, zmniejsza też ich mobilność w warunkach hipergenicznych w porównaniu z glebami piaszczystymi.

Odczyn. Odczyn gleb uzależniony od składu chemicznego skał podłoża, od sposobu ich użytkowania i wpływu czynników antropogenicznych.

W warstwie powierzchniowej (0,0–0,3 m) odczyn bardzo kwaśny (pH <5) lub kwaśny (pH <6,3) notowano głównie w bielicowych i pseudobielicowych glebach lasów obfitujących w substancje organiczne. Gleby pól uprawnych cechują się odczynem obojętnym. Niewielkie obszary gleb o odczynie alkalicznym są zlokalizowane na wychodniach węglanowych utworów triasowych i na obszarach zurbanizowanych.

Na głębokości 0,8–1,0 m przeważają gleby obojętne i zasadowe. Ich większe rozprzestrzenienie wskazuje, że odczyn jest zależny przede wszystkim od chemizmu skał podłoża (węglanowych utworów triasu). Alkaliczność gleb na terenach miejsko-przemysłowych częściowo jest związana z opadem pyłów emitowanych z zakładów przemysłowych i palenisk domowych oraz wietrzeniem materiałów budowlanych i drogowych wykonanych z cementu.

Geochemia. Rozkład zawartości pierwiastków głównych i śladowych w badanych glebach jest uwarunkowany składem chemicznym utworów podłoża i czynnikami antropogenicznymi.

Zawartość srebra, kobaltu, chromu, żelaza, magnezu, manganu, niklu, fosforu i wanadu w powierzchniowej warstwie gleb (wyrażona wartościami ich median) jest mniejsza lub zbliżona do wartości tła geochemicznego tych pierwiastków w rejonie śląsko-krakowskim (tab. 2). Nieco większa jest zawartość arsenu, miedzi, cynku i strontu. Około dwukrotne wzbogacenie w porównaniu do tła regionalnego występuje w przypadku kadmu, siarki i tytanu, ponad trzykrotne dla ołowiu i ponad czterokrotne dla baru. Trzykrotne jest z kolei zubożenie gleb w wapń, co wiąże się z przewagą gleb piaszczystych, zawierających mało jego związków.

Gleby z obydwu zakresów głębokości rozwinięte na utworach triasu wyróżniają się podwyższoną zawartością glinu (>0,40%) w porównaniu do gleb utworzonych na piaskach i żwirach wodnolodowcowych. Kwaśny odczyn gleb wpływa na jego wypłukiwanie i kumulację w wodach (Migaszewski, Gałuszka, 2016), co zaznacza się szczególnie w ciekach północnej części obszaru arkusza (tabl. 12).

Niska zawartość węgla organicznego (<3%) jest charakterystyczna dla gleb powierzchniowych utworzonych ze skał węglanowych. Zawartościami podwyższonymi naturalnie (6–24%) wyróżniają się gleby podmokłych dolin rzecznych, wypełnionych namułami i torfami. Na zawartość tego składnika w glebach wyraźnie wpływa ich użytkowanie. Mediana zawartości węgla organicznego w glebach lasów wynosi 3,05%, a w glebach pól uprawnych zaledwie 1,44%.

W większości badanych gleb z obydwóch analizowanych warstw zawartość siarki waha się najczęściej od <0,003 do 0,080%. Gleby obfitujące w siarkę (0,160%) stwierdzono w glebach zasobnych jednocześnie w węgiel organiczny, co wskazuje na materię organiczną jako naturalne, wspólne źródło tych składników.

Zawartość fosforu w badanych glebach jest uzależniona zarówno od składu chemicznego skał macierzystych jak i sposobu ich użytkowania. Podstawowym, naturalnym źródłem fosforu w glebie jest skała macierzysta i zawarte w niej minerały fosforowe (Sapek, 2014). W granicach obszaru arkusza zawartość fosforu jest większa w warstwie powierzchniowej gleb w porównaniu z warstwą głębszą (wartości median wynoszą odpowiednio 0,027% i 0,006%). Gleby z obydwu zakresów głębokości rozwinięte ze skał węglanowych są bogatsze w fosfor w porównaniu do gleb na utworach piaszczystych (odpowiednio >0,030% i <0,030%). W warstwie wierzchniej najwięcej fosforu (>0,120%) zawierają gleby niektórych pól uprawnych, ogródków działkowych i doliny Brynicy. Źródłem fosforu na tych obszarach może być wprowadzanie go do gleb w postaci nawozów, oraz zrzuty ścieków.

W zachodniej części arkusza warstwa powierzchniowa gleb jest silnie zanieczyszczona przez bar (>480 mg/kg) (tabl. 16). Jego maksymalną zawartość (9051 mg/kg) zanotowano na terenie leśnym, na wschód od Lasowic. Zanieczyszczenie barem związane jest prawdopodobnie z rozpraszaniem odpadów ZCH Tarnowskie Góry, w których przez kilka dekad produkowano jego związki (Zakłady...). W warstwie głębszej anomalne zawartości baru ograniczają się do znacznie mniejszych powierzchni występujących lokalnie, przy zachodniej granicy obszaru arkusza, a na jego większości nie przekraczają 120 mg/kg (tabl. 17).

W glebach z obydwu zakresów głębokości powstałych na utworach węglanowych triasu zanotowano podwyższone zawartości wapnia (>1,00%), magnezu (>0,50%), strontu (>40 mg/kg), manganu (>400 mg/kg) i żelaza (>1,00%). W obszarach o podwyższonych zawartościach żelaza i manganu zaznaczają się też wyższe zawartości kobaltu, niklu, chromu i wanadu. Są to rejon, w których była prowadzona historyczna eksploatacja wapieni i dolomitów. Na terenach miejskich przyczyną wzbogacenia gleb w wapń może być również emisja pyłów ze spalania węgla. Najsilniejsze anomalie strontu (>320 mg/kg) w warstwie powierzchniowej gleb w rejonie Lasowic, głównie w sąsiedztwie składowiska odpadów ZCH Tarnowskie Góry, wiążą się z rozproszaniem do środowiska jego związków, które były stosowane jako odczynniki w procesach produkcji.

Anomalne zawartości arsenu (>160 mg/kg), kadmu (>8,0 mg/kg), ołowiu (>250 mg/kg) i cynku (>1000 mg/kg) zanotowane w glebach z obydwu zakresów głębokości przy północnej granicy obszaru arkusza, sąsiadującym z HCM w Miasteczku Śląskim, a także w warstwie powierzchniowej gleb w dolinie Dopływu spod Żyglina wiążą się zarówno z historyczną eksploatacją rud Zn-Pb jak i z współczesnymi emisjami huty. Najwyższe zawartości (8342 mg/kg ołowiu, 16 346 mg/kg cynku, 266,8 mg/kg kadmu i 1628 mg/kg arsenu) w warstwie powierzchniowej zanotowano w pobliżu huty cynku. Lokalne anomalie tych pierwiastków stwierdzone w południowo-zachodniej i wschodniej części obszaru arkusza prawdopo-

dobnie wiążą się z wydobywaniem rud Zn-Pb (Piekary Rudne, Radzionków, Orzech, Nakło Śląskie, Świerklaniec, Niezdara).

W warstwie gleb z głębokości 0,0–0,3 m zawartość rtęci wynosi najczęściej <0,20 mg/kg, natomiast w warstwie głębszej stwierdzono jej zawartość w zakresie zbliżonym do wartości tła geochemicznego w regionie śląsko-krakowskim (<0,10 mg/kg). Niewielkimi podwyższeniami (0,20–0,40 mg/kg) w warstwie wierzchniej wyróżniają się niektóre gleby w miejscach podmokłych, w glebach torfowych doliny Brynicy i innych cieków. Najwyższą zawartość rtęci (1,77 mg/kg) zanotowano w pobliżu HCM w Miasteczku Śląskim. Rtęć pomimo dużej lotności, jest łatwo sorbowana przez substancję organiczną i minerały ilaste, w wyniku czego ulega nagromadzeniu w wierzchniej warstwie gleby, a jej migracja z gleb jest znacznie ograniczona. Sorpcja rtęci wzrasta w glebach kwaśnych, a największe jej wiązanie zachodzi przy pH 3–5 (Kabata-Pendias, Pendias, 1999; Wikarek-Paluch, Rosik-Dulewska, 2020). Źródłem podwyższonych zawartości rtęci może być opad pyłów atmosferycznych ze spalania paliw (Bojakowska, Sokołowska, 2001; Hławiczka, 2008).

Rozpowszechnienie związków arsenu, kadmu, ołowiu i cynku w glebach z których mogą przenikać do wód jest przyczyną wielu chorób stwierdzonych u ludzi w różnych krajach świata (Kabata-Pendias, Mukherjee, 2007; Kabata-Pendias, Szteke, 2015; Migaszewski, Gałuszka, 2016). Z uwagi na łatwość kumulacji i szkodliwe oddziaływanie nadmiaru tych pierwiastków dla roślin i mikroorganizmów bytujących w glebach, a w dalszej konsekwencji na zdrowie ludzi, oszacowano wielkość powierzchni arkusza zanieczyszczonych w różnym stopniu tymi metalami (tab. 6). W obrębie arkusza zanieczyszczenie arsenem dotyczy niewielu gleb. Jego zawartość

Tabela 6
Table
Udział obszarów zajmowanych przez gleby o różnych zawartościach arsenu, kadmu, cynku i ołowiu na głębokości 0,0–0,3 m i 0,8–1,0 m
The share of areas occupied by soils with different arsenic, cadmium, lead and zinc content in topsoil (0.0–0.3 m) and subsoil (0.8–1.0 m)

Pierwiastek Element	Zawartość Content mg/kg	Powierzchniowa warstwa gleb Topsoil 0,0–0,3 m		Podglebie Subsoil 0,8–1,0 m	
		Obszar/Area km ²	%	Obszar/Area km ²	%
As	<10	57,87	70,14	72,71	88,13
	10–25	19,64	23,80	6,04	7,32
	25–50	2,95	3,58	2,36	2,86
	50–100	1,31	1,59	0,76	0,93
	>100	0,72	0,87	0,62	0,75
Cd	<2	33,89	41,08	74,30	90,06
	2–5	33,17	40,21	5,28	6,39
	5–10	9,98	12,10	1,80	2,19
	10–15	4,01	4,85	0,42	0,50
	>15	1,44	1,75	0,69	0,84
Pb	<100	25,09	30,41	72,78	88,21
	100–200	29,49	35,75	3,89	4,71
	200–500	19,70	23,88	3,54	4,29
	500–600	1,51	1,83	0,28	0,33
	>600	6,70	8,12	2,01	2,44
Zn	<300	58,52	70,94	74,65	90,49
	300–500	10,57	12,82	2,22	2,69
	500–1000	8,27	10,03	2,57	3,11
	1000–2000	3,55	4,30	1,87	2,27
	>2000	1,58	1,91	1,18	1,43

określaną jako szkodliwa (>100 mg/kg) stwierdzono w 0,87% gleb warstwy powierzchniowej i 0,75% gleb warstwy głębszej. Zanieczyszczenie gleb kadmem, ołowiem i cynkiem występuje lokalnie. W warstwie powierzchniowej 1,75% gleb zawiera >15 mg/kg kadmu, 8,12% gleb >600 mg/kg ołowiu, a 1,91% gleb >2000 mg/kg cynku. Na głębokości 0,8–1,0 m zmniejsza się udział gleb zanieczyszczonych tymi metalami i wynosi odpowiednio 0,84% dla kadmu, 2,44% dla ołowiu i 1,43% dla cynku.

Dla gleb z warstwy 0,0–0,3 m przeprowadzono ocenę stopnia zanieczyszczenia pierwiastkami toksycznymi, klasyfikując je do grup użytkowania I–III i IV na podstawie zawartości dopuszczalnych (Rozporządzenie..., 2016). Ze względu na zawartość arsenu, baru, chromu, cynku, kadmu, kobaltu, miedzi, niklu, ołowiu i rtęci do grup I–III (spełniających warunki wielofunkcyjnego użytkowania – zabudowa mieszkaniowa, użytki rolne i lasy) zaliczono od 90,05% do 100% analizowanych gleb. Do grupy IV gleb, które mogą być użytkowane tylko jako tereny przemysłowe zaliczono od 0,08% do 5,81% gleb, zaś od 0,08% do 8,12% to gleby o ponadnormatywnej zawartości metali (tab. 7). Pierwiastkiem zanieczyszczającym największe powierzchnie terenu jest ołów. W wielu przypadkach aktualne użytkowanie terenu jest niewłaściwe i wymaga monitorowania, a także rekultywacji. Przykład klasyfikacji gleb (w formie kartograficznej) ze względu na dopuszczalną zawartość kadmu, wskazującą właściwy sposób użytkowania (zgodnie z Rozporządzeniem..., 2016) przedstawia mapa rozkładu zawartości tego pierwiastka (tabl. 63). Około 1,75% powierzchni obszaru arkusza to tereny o zawartości >15 mg/kg kadmu, którą można uznać za toksyczną.

OSADY

Osady denne śródlądowych cieków i zbiorników wód stojących stanowią istotny element ekosystemów wodnych, biorący czynny udział w cyklu geochemicznym pierwiastków i materii organicznej (Jabłońska-Czapla, Grygoyć, 2020). Powstają w wyniku sedymentacji zawiesin mineralnych i organicznych, pochodzących ze spływów powierzchniowych oraz składników wytrącających się z wody. Skład chemiczny osadów jest uwarunkowany wieloma czynnikami naturalnymi i antropogenicznymi. Zależy przede wszystkim od litologii podłoża, geomorfologii i warunków klimatycznych oraz sposobu zagospodarowania i użytkowania obszaru zlewni (Bojakowska, Gliwicz, 2003; Smal i in., 2015; Tytła, Kostecki, 2019).

Na terenach uprzemysłowionych, zurbanizowanych oraz rolniczych pierwiastki i ich związki są transportowane do wód powierzchniowych i osadów ze zrzutami ścieków komunalnych i przemysłowych, w spływach powierzchniowych z pól uprawnych, szlaków komunikacyjnych oraz terenów miejskich, a także w pyłach ze spalania paliw i środków transportu (Siebielec i in., 2015). W rejonach eksploatacji i przetwórstwa rud metali w aluwialach zatrzymywana jest duża część ich ładunków uruchamianych do środowiska w wyniku procesów przemysłowych, a także w wyniku infiltracji i odcieków ze starych składowisk odpadów górniczych i hutniczych (Bojakowska, Sokołowska, 1998).

W granicach obszaru arkusza badano osady cieków i zbiorników w zlewniach: rzeki Brynicy, Potoku spod Nakła, Rowu Świerklanieckiego oraz potoku Pniowiec; obszary ich zlewni przedstawiono schematycznie na fig. 3. Zakresy i parametry statystyczne zawartości analizowanych pierwiastków w poszczególnych zlewniach zestawiono w tabeli 4.

Brynica i jej zlewnia. Obszar zlewni pokrywają piaski i żwiry wodnolodowcowe, pod którymi zalegają węglanowe skały triasowe. W jej północnej części (położonej poza obszarem arkusza) stosunki wodne mają charakter zbliżony do naturalnego (Czaja, 1988; Jastrzab, Mrozowski, 1997). Na stan jakościowy osadów rzeki wpływają głównie składniki nawozów sztucznych i pestycydów oraz spływy z dróg i zrzuty ścieków z niewielkich osad i wsi (Studium..., 2019), zaś chemizm osadów jej dopływów wiąże się z wyłukiwaniem zanieczyszczeń z rozproszonych

odpadów w rejonach historycznej eksploatacji rud Zn-Pb i limonitów oraz emisją pyłów przemysłowych z HCM w Miasteczku Śląskim.

Poza obszarem arkusza (i na niewielkim odcinku w jego obrębie – od wschodniej granicy do zbiornika Kozłowa Góra) Brynica płynie podmokłą doliną w naturalnym korycie. W tej części jej biegu zawartość analizowanych pierwiastków w osadach jest zbliżona lub nieco przekracza wartość ich tła geochemicznego w osadach regionu śląsko-krakowskiego (tab. 4). W tej części zlewni stwierdzono jedynie lokalne silne zanieczyszczenie osadów organicznych niewielkiego zbior-

Tabela 7
Table
Klasyfikacja gleb z głębokości 0,0–0,3 m ze względu na dopuszczalną zawartość pierwiastków potencjalnie toksycznych
Topsoil (0.0–0.3 m) classification according to the permissible content of potentially toxic elements

Pierwiastek mg/kg	Wartości dopuszczalne stężeń w glebie (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r.) Permissible limit values in soil (Decree of the Polish Ministry of the Environment of 1 st September 2016)			Liczba próbek /udział procentowy próbek w zależności od stopnia zanieczyszczenia Number of samples/percentage of samples according to the pollution degree		
	Grupa I–III Group I–III	Grupa IV Group IV	A	Grupa I–III Group I–III	Grupa IV Group IV	A
As	<50	50–100	>100	1225 97,53%	20 1,59%	11 0,88%
Ba	<1000	1000– 1500	>1500	1159 92,28%	73 5,81%	24 1,91%
Cr	<500	500–1000	>1000	1256 100%	–	–
Zn	<1000	1000– 2000	>2000	1178 93,79%	54 4,30%	24 1,91%
Cd	<10	10–15	>15	1173 93,39%	61 4,86%	22 1,75%
Co	<100	100–200	>200	1256 100%	–	–
Cu	<300	300–600	>600	1254 99,84%	1 0,08%	1 0,08%
Ni	<300	300–500	>500	1256 100%	–	–
Pb	<500	500–600	>600	1131 90,05%	23 1,83%	102 8,12%
Hg	<10	10–30	>30	1256 100%	–	–

Grupy I–III – obszary zabudowy mieszkaniowej, użytków rolnych i lasów
Group I–III – agricultural, forest and residential areas
Grupa IV – obszary przemysłowe
Group IV – industrial areas
A – obszary o zawartości ponadnormatywnej
areas with oversized content



Fig. 3. Lokalizacja cieków i zbiorników wód stojących oraz obszary zlewni (wg Mapa...)

nika (przypuszczalnie powstałego w wyrobisku poeksploatacyjnym) w miejscowości Niezdara i małego cieku w pobliżu wsi Ossy, gdzie była prowadzona eksploatacja rud Zn-Pb. Pozostałości po tej działalności gospodarczej są źródłem arsenu (151 mg/kg), kadmu (100,4 mg/kg), miedzi (99 mg/kg), żelaza (11,81%), niklu (54 mg/kg), fosforu (0,437%), ołowiu (224 mg/kg) i cynku (1470 mg/kg) w rejonie Niezdary. W analizowanych osadach cieku w pobliżu wsi Ossy zawartość srebra osiąga 11 mg/kg, arsenu 1072 mg/kg, kadmu 168,1 mg/kg, ołowiu 7417 mg/kg i cynku 33 260 mg/kg. Obfitują one także w wapń (13,06%), żelazo (7,63%) i siarkę (4,270%).

Z uwagi na wyraźne zanieczyszczenie metalami osadów w rejonie historycznej eksploatacji rud Zn-Pb i rud żelaza oraz oddziaływanie HCM, związane ze zrzutami jej ścieków i emisjami pyłów metalonośnych, w północnej części zlewni Brynicy wyodrębniono zlewnię Dopływu spod Żyglinka, który wraz z systemem rowów śródleśnych odwadnia ten teren. Aluwia strumienia i zasilających go dopływów są zanieczyszczone przez srebro (do 4 mg/kg), arsen (do 204 mg/kg), kadm (do 122,9 mg/kg), miedź (do 131 mg/kg), ołów (do 3066 mg/kg) i cynk (do 4268 mg/kg). Źródłem metali i arsenu są spływy z miejsc historycznej eksploatacji rud Zn-Pb i limonitów wydobywanych na terenie zlewni cieku oraz emisję HCM. Na terenie obecnie porośniętym przez lasy (między centrum Miasteczka Śląskiego a dzielnicą Bibiela) rudy eksploatowano w kopalniach Szczęście Flory i Bibiela w latach 1889–1917, prowadząc wydobywanie do głębokości 60 m (Bibiela; Nowak, 1927). Kopalnie zostały zalane w wyniku gwałtownego dopływu wód podziemnych do wyrobisk i pomimo podejmowanych prób osuszenia nie uruchomione ponownie. Od 1961 r.

do chwili obecnej teren zlewni Dopływu spod Żyglinka zanieczyszczają też pyły i żużle emitowane z HCM w trakcie procesów technologicznych. Oprócz wytopionych metali podstawowych (cynku, ołowiu) zawierają one szereg pierwiastków towarzyszących, w tym kadm, arsen i tal (Nowińska, Adamczyk, 2013), co znajduje odzwierciedlenie w składzie analizowanych osadów i wód. W osadach górnego biegu strumienia zanotowano kumulację fosforu (do 0,378%) związaną przypuszczalnie ze zrzutem ścieków komunalnych z miejscowości Imielów, a w większości osadów jego zlewni występuje podwyższona zawartość rtęci (0,40–1,06 mg/kg). Trudno jednoznacznie określić jej pochodzenie, ale przypuszczalnie związana z opadem pyłów powstających podczas spalania paliw kopalnych (Bojakowska, Sokółowska, 2001; Hławiczka, 2008)

Zbiornik Kozłowa Góra, położony w środkowym biegu Brynicy, stanowi granicę między zlewnią o charakterze zbliżonym do naturalnego a przeobrażonym. Na południu zamyka go betonowa tama, a od strony zachodniej i częściowo północno-zachodniej otoczony jest wałem ziemno-betonowym, który łączy się z zaporą czołową. Wzdłuż wału poprowadzono rów zbierający przecieki ze zbiornika oraz wody krótkich cieków płynących od zachodu. W części północnej znajduje się ujście Brynicy z rozległymi trzcinowiskami. Od wschodu brzeg zbiornika jest naturalny, płaski, z szuwarami, trzcinowiskami i podmokłymi łąkami (Rzętała, 2008; Studium..., 2019; Machowski, Rzętała, 2020).

Osady pobrane z brzegów zbiornika w większości zawierają analizowane pierwiastki w zakresie zbliżonym lub mniejszym w porównaniu do regionalnego tła geochemicznego (tab.4). Zanieczyszczenie metalami i siarką stwierdzono tylko poniżej ujścia do zbiornika Potoku spod Nakła, płynącego na tym odcinku szeroką bagnistą doliną wypełnioną torfami. W osadach o charakterze szlamu organicznego odnotowano najwyższe w obrębie osadów zbiornika zawartości ołowiu (509 mg/kg), kadmu (14,4 mg/kg), miedzi (54 mg/kg) i cynku (823 mg/kg) oraz siarki (0,584%). Metale ciężkie w osadach tej części zbiornika dostarczane z cynkowo-ołowiowych obszarów rudonośnych mogą wpływać niekorzystnie na jakość wody.

Potok spod Nakła i jego zlewnia. Potok odwadniający środkową część obszaru arkusza zasila zbiornik Kozłowa Góra. W swoim górnym biegu jest to ciek o charakterze rowu melioracyjnego, a w dolnym płynie szeroką doliną i jest zasilany bogatą siecią dopływów odwadniających tereny leśne i zabudowane (Studium..., 2019).

W aluwach zlewni potoku wartości median arsenu, kadmu i rtęci są dwukrotnie większe w porównaniu do wartości regionalnego tła geochemicznego (tab. 4). W przypadku baru i siarki wzbogacenie jest trzykrotne, a w przypadku ołowiu pięciokrotne. Podobnie jak w całym regionie w osadach potoku i jego zlewni wysoka jest też zawartość cynku. Jednocześnie o połowę niższe od wartości tła geochemicznego są zawartości wapnia i magnezu. Zubożenie osadów zlewni w te pierwiastki wynika z jej pokrycia piaskami i żwirami polodowcowymi, w których składzie przeważa kwarc.

Podwyższenia wartości parametrów statystycznych metali, arsenu i siarki w osadach zlewni wiążą się przede wszystkim z ich kumulacją w osadach jednego z bezimiennych dopływów Potoku spod Nakła, biorącym początek w rejonie zabagnionych terenów w sąsiedztwie ul. Gałczyńskiego w Miasteczku Śląskim. W aluwach tego cieku i sąsiadujących z nim zbiorników wód stojących zanotowano maksymalnie 8 mg/kg srebra, 133 mg/kg arsenu, 149,1 mg/kg kadmu, 131 mg/kg chromu, 195 mg/kg miedzi, 23 890 mg/kg ołowiu i 6059 mg/kg cynku. Osady te są ponadto bogate w żelazo (często 8–10%) i mangan (2400–3800 mg/kg). Anomalie można wiązać z górnictwem rud Zn-Pb i żelaza, które prawdopodobnie było prowadzone w dolinie potoku, podobnie jak w okolicy Żyglina (Degenhardt, 1870).

Osady niektórych drobnych cieków zlewni drenujących namuły dolinne wyróżnia obfitość glinu (często 1–2%), baru (300–500 mg/kg), a niekiedy także żelaza (2–5%) i wanadu (30–122 mg/kg). Osady zlewni (poza zbiornikiem Chechło-Nakło) są w znacznym stopniu zanieczyszczone rtęcią (0,15–0,40 mg/kg). Lokalne nagromadzenia fosforu (0,721%) zanotowano w aluwach cieku bez

nazwy na terenie leśnym oraz w osadach Potoku spod Nakła (0,772%) w okolicy Nowego Chechła.

Zbiornik Chechło-Nakło jest zlokalizowany w kompleksie piaszczystych utworów polodowcowych w zlewni Potoku spod Nakła. Oprócz wód podziemnych źródłem jego zasilania w wodę są też opady atmosferyczne (Rzętała, 2008; Solarski i in., 2012). Wokół zbiornika rozlokowane są domki letniskowe, campingi, hotele, restauracje itp. infrastruktura służąca wypoczynkowi. W osadach zbiornika nie stwierdzono zanieczyszczeń.

Rów Świerklaniecki i jego zlewnia. Strumień opływa wzgórze zbudowane z węglanowych utworów triasu. Przepływa przez Park Świerklaniecki, tereny zachodniego obrzeżenia zbiornika Kozłowa Góra i wpada do Brynicy poniżej niego. Odwadnia obszar Świerklańca i okolicznych użytków rolnych.

W badanych osadach zlewni zawartość większości pierwiastków jest zbliżona do wartości ich tła geochemicznego. Wyraźnie jest zwiększona zawartość siarki i cynku (tab. 4).

Podwyższoną zawartość metali zanotowano w osadach zbiorników wód stojących w rejonie oczyszczalni ścieków przy ul. Wiosennej oraz na terenie rozległego parku w Świerklańcu. Zanotowano tu maksymalnie 2 mg/kg srebra, 24,5 mg/kg kadmu, 47 mg/kg chromu, 125 mg/kg miedzi, 774 mg/kg ołowiu i 2783 mg/kg cynku.

W strumieniu opływającym zbiornik Kozłowa Góra osady o charakterze szlamu, bogate w materię organiczną kumulują arsen (do 143 mg/kg), żelazo (do 21,06%), mangan (do 7626 mg/kg), fosfor (do 6,890%) i siarkę (do 2,507%) dostarczane do strumienia z lokalnych zrzutów ścieków. Materia organiczna osadów stanowi barierę geochemiczną dla składników transportowanych niewielkimi ciekami oraz spływem powierzchniowym i podpowierzchniowym.

Zlewnia Pniowca. Północno-zachodni fragment obszaru arkusza należy do porośniętej lasami górnej części zlewni potoku Pniowiec. Obszar zlewni pokrywają piaski i żwiry wodnolodowcowe pod którymi zalegają osady triasu (w tym dolomity kruszczośne). Wydobywano z nich rudy Zn-Pb na tym terenie już od XVI w., korzystając z powierzchniowych partii złóż (Nowak, 1927; Filak, 2019), o czym świadczą hałdy pogórnice w rejonie Jasiowej Góry na terenie Miasteczka Śląskiego. Erozja terenu dawnej płytkiej eksploatacji rud Zn-Pb to główne źródło zanieczyszczenia osadów zlewni. Z eksploatacją rud Zn-Pb związane są lokalne zanieczyszczenia osadów Pniowca i jego dopływów przez srebro (do 11 mg/kg), arsen (do 218 mg/kg), kadm (do 32,7 mg/kg), ołów (do 1551 mg/kg) i cynk (do 3122 mg/kg).

Istotnym elementem użytkowania i możliwości zanieczyszczenia terenu są też szerokie nasypy węzła kolejowego Tarnowskie Góry-Miasteczko Śląskie. Jest to jedna z największych stacji rejonowych w Europie o długości 8,5 km. W osadach cieków odwadniających rejon torowisk kolejowych zaznacza się podwyższenie zawartości kobaltu (54–68 mg/kg), miedzi (144–148 mg/kg) i rtęci (0,24–0,53 mg/kg), co można wiązać ze spływami odcieków z torowisk (Wiłkomirski i in., 2011; Stojić i in., 2017).

Część osadów zlewni obfituje w pierwiastki pochodzenia geogenicznego – glin (1,50–4,67%), bar (300–1365 mg/kg), żelazo (9–15%), mangan (3660–51 110 mg/kg) i wanad (40–65 mg/kg).

Zlewnia Stoły. W zlewni Stoły znajduje się teren osiedla Lasowice w Tarnowskich Górach odwadniany przez ciek bez nazwy. Zanieczyszczenie metalami osadów tego strumienia wiąże się prawdopodobnie ze zrzutami ścieków z pobliskiej stacji demontażu pojazdów zlokalizowanego przy ulicy Cmentarnej. W aluwach cieku stwierdzono zawartość do 4 mg/kg srebra, do 39,1 mg/kg kadmu, do 86 mg/kg kobaltu, do 242 mg/kg miedzi, do 12,46 % żelaza, do 68 mg/kg niklu, do 544 mg/kg ołowiu i do 3033 mg/kg cynku. Na terenie Lasowic prowadzona była też płytka eksploatacja rud Zn-Pb, zatem część zanieczyszczeń może być związana również z tym źródłem. O wydobywaniu rud i ich wzbogacaniu świadczy nazwa osiedla Płuczki, w której przez pewien okres funkcjonowała również huta żelaza (Lasowice).

WODY POWIERZCHNIOWE

Oddziaływanie antropogeniczne na zasoby wodne ma zarówno wymiar ilościowy (zmiana stosunków wodnych), jakościowy (zanieczyszczenia wód, zmiany chemizmu), jak i morfologiczny (przekształcenia kształtu koryt cieków czy mis zbiorników). Niekorzystne zmiany mają w konsekwencji skutki ekologiczne, polegające na zaburzeniu warunków siedliskowych, ustępowaniu określonych gatunków i zmniejszaniu się bioróżnorodności (Bańkowska, Sikora, 2010). W ostatnim stuleciu znaczące zmiany jakości wód były głównie spowodowane zwiększonymi wpływami zanieczyszczeń chemicznych i biogenów z terenów przemysłowych, rolniczych i ogrodniczych, odciekami ze składowisk odpadów oraz zrzutami ścieków (Hajdukiewicz i in., 2013; Gromiec, 2014).

Przeprowadzone badania wód powierzchniowych dotyczyły oceny zawartości ich wybranych składników chemicznych oraz przewodności elektrolitycznej właściwej i odczynu. Zakresy zawartości poszczególnych pierwiastków, składników oraz pH i EC wód na analizowanym obszarze, wraz z wynikami ich obliczonych parametrów statystycznych przytoczono w tab. 5. W celu porównania zamieszczono w niej także wartości wskaźników jakości wód powierzchniowych stosowanych w Polsce, przyjmując wartości określone dla małych i średnich rzek na podłożu węglanowym (Rozporządzenie..., 2019). Dodatkowo przytoczono wartości wskaźników dla wód mineralnych i wód pitnych według zaleceń UE (EU Directive 1998/83/EC; EU Directive 2009/54/EC).

Stwierdzona wartość odczynu wód w ciekach i zbiornikach z terenu arkusza jest niezadawalająca. W 90% wód stwierdzono wartość pH <7,5 (w tym w części wód zbiornika Kozłowa Góra), co powoduje na ich zaliczenie do wód pozaklasowych. Natomiast ich mineralizacja wyrażana wartościami EC w 60% wód nie przekracza 0,36 mS/cm przyjmowanej jako graniczna dla wód I klasy (Rozporządzenie..., 2019). Wody zaliczone do pozaklasowych (EC ≤0,45) obejmują 31% wszystkich badanych próbek. Zanotowano je w zlewni Rowu Świerkłanieckiego i w górnym odcinku Potoku spod Nakła (od jego źródeł do Nowego Chechła).

Brynica i jej zlewnia. Wody Brynicy kumulują nadmierne zawartości baru (0,096–0,111 mg/dm³), żelaza (0,20–0,72 mg/dm³), magnezu (13,0–14,9 mg/dm³) i siarczanów (63–68 mg/dm³).

W dolnej części zlewni (w południowo-wschodnim krańcu obszaru arkusza) wody cieków, których doliny wypełniają czwartorzędowe namuły zawierają glin w zakresie kwalifikującym je do wód pozaklasowych (600–2160 µg/dm³). Gromadzą też beryl (do 0,63 µg/dm³), kadm (do 25,84 µg/dm³), kobalt (do 19,48 µg/dm³), żelazo (do 0,61 mg/dm³), siarczany (do 89 mg/dm³), a niekiedy także ołów (do 22,74 µg/dm³) i cynk (do 1,499 mg/dm³).

W wodach dopływu Brynicy odwadniającego okolice miejscowości Niezdara stwierdzono bardzo wysoką koncentrację fosforu (5,09 mg/dm³), przypuszczalnie związaną ze zrzutami ścieków bytowych.

Podobnie jak w przypadku aluwii ze względu na specyficzny skład wód konieczne jest wydzielenie w zlewni Brynicy mniejszej zlewni Dopływu spod Żyglinka. Wody są tu zanieczyszczone przez arsen (do 21 µg/dm³), kadm (do 29,87 µg/dm³), ołów (do 242,77 µg/dm³), tal (do 10,97 µg/dm³) i cynk (do 6,910 µg/dm³). Zanieczyszczenie badanych wód jest przypuszczalnie związane ze wpływami wód z terenów historycznej eksploatacji rud Zn-Pb i emisjami HCM. Wody zlewni Dopływu spod Żyglinka obfitują też w pierwiastki pochodzenia litogenicznego; glin (często w zakresie 1500–2000; maks. 10 023 µg/dm³), beryl (do 1,58 µg/dm³), kobalt (do 10,28 µg/dm³) i żelazo (do 3,98 mg/dm³).

Zbiornik Kozłowa Góra. Wody zbiornika charakteryzuje odczyn w granicach 6,2–7,8 i EC w przedziale 0,21–0,59 mS/cm (tab. 5). Zawartości większości analizowanych pierwiastków nie przekraczają wartości normatywnych, z wyjątkiem stężenia siarczanów (mediana >37,7 mg/dm³), które kwalifikują wody do pozaklasowych. W południowo-wschodniej części zbiornika zanotowano podwyższone stężenia kobaltu (do 10,6 µg/dm³), żelaza (do 67,63 mg/dm³) i manganu (do 7,65 mg/dm³).

Potok spod Nakła i jego zlewnia. W wodach zlewni potoku zanotowano przewodność elektrolityczną właściwą w przedziale 0,06–0,97 mS/cm i odczyn w granicach 4,5–8,3. Ze względu na stężenie siarczanów (mediana 60 mg/dm³) wody zlewni zalicza się do pozaklasowych (tab. 5).

Skład wód w różnych częściach zlewni jest odmienny. Wzbogacenia w pierwiastki związane ze składem chemicznym skał podłoża stwierdzono w wodach cieków wypływającego z obrzeży Miasteczka Śląskiego i sieci drobnych rowów w dolnej części zlewni. Wody te obfitują w glin (1000–4900 µg/dm³), beryl (0,30–1,70 µg/dm³), kadm (10–19 µg/dm³), kobalt (5–12 µg/dm³) i żelazo (0,40–3,00 mg/dm³). Lokalnie są wzbogacone w ołów (20–40 µg/dm³), krzemionkę (20–30 mg/dm³) i cynk (1–2 mg/dm³).

W górnym biegu Potoku spod Nakła notuje się podwyższone zawartości miedzi (2,20–4,62 µg/dm³), fosforu (2,29–4,53 mg/dm³), sodu (31–67 mg/dm³) i ołowiu (6,41–11,91 µg/dm³). Prawdopodobnym źródłem tych pierwiastków są zrzuty ścieków w rejonie ul. Głównej w Nakle Śląskim (Hydroportal).

Zbiornik Chechło-Nakło. Przewodność elektrolityczna wód zbiornika zmienia się w zakresie 0,16–0,19 mS/cm, wskazując na nieznaczną mineralizację, natomiast odczyn zanotowano w granicach 6,9–8,3. Zawartość analizowanych składników pozwala na zaliczenie wód do spełniających normy dla I/II klasy jakości. Podwyższone stężenie odnotowano jedynie dla baru, który występuje w zakresie 0,546–0,782 mg/dm³.

Rów Świerkłaniecki i jego zlewnia. Pomierzone wartości odczynu wód Rowu Świerkłanieckiego i jego zlewni wahają się w zakresie 6,4–7,8, a ich przewodność elektrolityczna właściwa zmienia się w przedziale 0,24–1,39 mS/cm.

W wodach cieków płynącego wzdłuż ulicy Damrota na osiedlu Borki w Świerkłańcu oraz w próbkach z fosi okalającej ruiny zamku na terenie Parku Świerkłaniec zanotowano wartość EC >1 mS/cm, związaną z podwyższoną zawartością siarczanów (140–264 mg/dm³), strontu (0,423–0,460 mg/dm³), miedzi (3,47–4,37 µg/dm³) i talu (0,23–0,40 µg/dm³). Prawdopodobnym źródłem tych substancji są ścieki zrzucane z terenów mieszkalnych i usługowo-przemysłowych Orzecha i Świerkłańca.

Podobnie jak na terenie całego arkusza wody zlewni są wzbogacone w bar (0,060–0,208 mg/dm³). Obfitują w wapń (100,5–214,2 mg/dm³) i magnez (20,1–41,1 mg/dm³), a lokalnie są zanieczyszczone przez kadm (do 12,21 µg/dm³), miedź (do 4,86 µg/dm³), uran (do 6,98 µg/dm³) i cynk (do 0,990 mg/dm³).

Zlewnia Pniowca. EC wód zlewni waha się w granicach 0,08–1,09 mS/cm, a odczyn zmienia się w zakresie 4,4–7,3. Ze względu na stężenie siarczanów (mediana 57 mg/dm³) i glinu (mediana 543,2 µg/dm³) większość wód zlewni należy do pozaklasowych.

W wodach obfitujących w glin zaznacza się podwyższenie pierwiastków pochodzenia litogenicznego – berylu (do 1,88 µg/dm³), kobaltu (do 18,15 µg/dm³), żelaza (do 21,38 mg/dm³) i krzemionki (do 32,1 mg/dm³).

Zanieczyszczenie wód przez kadm (do 31,51 µg/dm³), ołów (do 103,9 µg/dm³), tal (do 1,13 µg/dm³) i cynk (do 3,234 mg/dm³) wiąże się przypuszczalnie z erozją starych hałd odpadów po eksploatacji rud Zn-Pb na tym terenie.

Zlewnia Stoły. W wodach cieków bez nazwy przy zachodniej granicy arkusza stwierdzono podwyższoną zawartość miedzi (do 6,13 µg/dm³), manganu (do 0,887 mg/dm³) i strontu (do 0,296 mg/dm³).

WNIOSKI

1. Skład chemiczny skał macierzystych gleb znajduje odzwierciedlenie w ich geochemii i granulometrii. Na całym obszarze objętym arkuszem przeważają gleby utworzone z plejstocenijskich utworów piaszczystych zasobne we frakcję piaszkową i ubogie we wszystkie badane pierwiastki. Na węglanowych utworach triasu i holocenijskich namulach dolin rzecznych rozwinęły się gleby obfitujące we frakcję pyłową i ilową oraz glin, wapń, kobalt, chrom, żelazo, mangan, nikiel, stront i wanad.

2. Rozkład zawartości w glebach większości pierwiastków (kobaltu, chromu, miedzi, żelaza, magnezu, manganu, niklu, fosforu, strontu, tytanu i wanadu), których głównym źródłem są skały macierzyste, nie odbiega od wartości tła geochemicznego regionu śląsko-krakowskiego. Około dwukrotne wzbogacenie występuje w przypadku kadmu, siarki i tytanu, ponad trzykrotne dla ołowiu i ponad czterokrotne dla baru. Trzykrotne zubożenie gleb w wapń wiąże się z przewagą gleb piaszczystych, zawierających mało jego związków.

3. Odczyn badanych gleb jest związany z litologią skał macierzystych i sposobem ich użytkowania. W warstwie powierzchniowej przeważają gleby bardzo kwaśne i kwaśne rozwinięte z utworów piaszczystych w środkowej i północnej części obszaru arkusza. Gleby obszarów miejskich i terenów przemysłowych charakteryzuje najczęściej odczyn zasadowy. W warstwie głębszej przeważają gleby o odczynie obojętnym i zasadowym zgrupowane na południu.

4. Anomalie arsenu, kadmu, ołowiu i cynku, występujące w glebach z obydwu zakresów głębokości na północy obszaru objętego arkuszem wiążą się z historyczną eksploatacją rud Zn-Pb i limonitów oraz emisjami huty cynku w Miasteczku Śląskim.

5. Źródłem srebra, arsenu, kadmu, ołowiu i cynku w osadach cieków północnej części arkusza jest drenaż hałd odpadów rud cynkowo-olowiowych i rozproszonych miejsc wytopu z nich srebra oraz spływy powierzchniowe z gleb zanieczyszczonych tymi pierwiastkami w rejonie huty cynku Miasteczko Śląskie, zaś wzbogacenie w żelazo i mangan wiąże się głównie z ich wypłukiwaniem z miejsc historycznej eksploatacji limonitu.

6. Zanieczyszczenie barem gleb, osadów i wód w północno-zachodniej części arkusza związane jest z oddziaływaniem składowiska odpadów Zakładów Chemicznych Tarnowskie Góry, zawierających jego związki.

7. Wody powierzchniowe charakteryzują się dużą zmiennością odczynu i przewodności elektrolitycznej właściwej. W ciekach północnej części arkusza lokalnie występuje zanieczyszczenie przez zespół pierwiastków pochodzących ze spływu powierzchniowego z rejonów kopalnictwa rud metali i hutnictwa cynku (arsen, kadm, mangan, ołów, tal i cynk). Wody cieków odwadniających rejon składowiska odpadów Zakładów Chemicznych Tarnowskie Góry są zanieczyszczone przez bar i miedź, a cieków na południu arkusza, przyjmujących ścieki z oczyszczalni, przez fosfor i siarczany.

LITERATURA

- ACOSTA J.A., MARTINEZ-MARTINEZ S., ZORNOZA R., CARMONA D.M., KABAS S., 2011 – Multivariate statistical and GIS-based approach to evaluate heavy metals behaviour in mine sites for future reclamation. *J. Geochem. Explor.*, **109**: 8–17.
- BAŃKOWSKA A., SIKORA A., 2010 – Zagrożenia ekosystemów wodnych. *W: Kompedium wiedzy – ekosystemy wodne. Ośrodek Działań Ekologicznych „Źródła”*, Warszawa. <http://h2o.zrodla.org/pliki/rozdzial3.pdf> (dostęp 01.02.2021).
- BEDNAREK R., DZIADOWIEC H., POKOJSKA U., PRUSINKIEWICZ Z., 2004 – Badania ekologiczno-gleboznawcze. PWN, Warszawa.
- BIBIELA. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Bibiela> (dostęp 22.03.2021).
- BIERNAT S., 1954; reambulacja WILANOWSKI S., LEWANDOWSKI J., 2016 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Bytom. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BN-78/9180-11. Gleby i utwory mineralne. Podział na frakcje i grupy granulometryczne. Norma branżowa, 1978, PKN, Warszawa.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., 1998 – Wpływ górnictwa i hutnictwa rud metali na zanieczyszczenie pierwiastkami śladowymi aluwii Odry. *Prz. Geol.*, **46**: 603–608.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., 2001 – Rtęć w kopalinach wydobywanych w Polsce jako potencjalne źródło zanieczyszczenia środowiska. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **394**: 5–54.
- BOJAKOWSKA I., GLIWICZ T., 2003 – Wyniki geochemicznych badań osadów wodnych Polski w latach 2000–2002. *Bibl. Monitoringu Środowiska*, Warszawa: 46–81.
- CZAJA S., 1988 – Wpływ górnictwa i uprzemysłowienia na reżim odpływu rzek w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym na przykładzie zlewni Brynicy do profilu w Sosnowcu. *W: Dokumentacja geograficzna. Antropogeniczne uwarunkowania zmian odpływu i reżimu rzek w różnych regionach Polski* (red. I. Dynowska): 65–77. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław.
- DEGENHARDT O., 1870 – Der Oberschlesien-Polnische-Bergdistrict mit Hinweglassung des Diluviums. Karte von Oberschlesien 1:100 000. Verlag der Landkarten handlung von J.H. Neumann, Berlin.
- EU Directive 1998/83/EC Drinking Water.
- EU Directive 2009/54/EC Natural Mineral Water.
- FILAK M., 2019 – Pniowiec. *Montes Tarnovicensis* **97**. http://www.montes.pl/montes/_i.php?option=com_content&view=article&id=1057:pniowiec&catid=91:montes-tarnovicensis-nr-97&Itemid=2385 (dostęp 16.07.2020).
- GROMIEC M., 2014 – Zagrożenia związane z jakością wody: zanieczyszczenia i propozycje rozwiązań. *Gospodarka Wodna*, **10**: 377–383.
- HAJDUKIEWICZ H., WYŻGA B., ZAWIEJSKA J., AMIROWICZ A., OGŁECKI P., RADECKI-PAWLIK A., 2013 – Ocena hydromorfologicznej jakości rzeki dla potrzeb działań rewitalizacyjnych na przykładzie Białej Tarnowskiej. *W: Stan środowiska rzek południowej Polski – znaczenie środowiskowe, degradacja i możliwości rewitalizacji rzek wielonurtowych* (red. B. Wyżga): 87–114. Inst. Ochr. Przyr. PAN, Kraków.
- HŁAWICZKA S., 2008 – Rtęć w środowisku atmosferycznym. Wyd. Inst. Podst. Inż. Środ. PAN, Zabrze.
- HYDROPORTAL https://wody.isok.gov.pl/imap_kzgw/?gpmmap=gpPGW (dostęp 08.01.2021).
- JABŁOŃSKA-CZAPLA M., GRYGOYĆ K., 2020 – Spatial and temporal variability of metal(loid)s concentration as well as simultaneous determination of five arsenic and antimony species using HPLC-ICP-MS technique in the study of water and bottom sediments of the shallow, lowland, dam reservoir in Poland. *Envir. Sci. Pollut. Res. Internat.*, **27**: 12358–12375.
- JASTRZĄB M., MROZOWSKI M., 1997 – Brynica jaka jest jaka będzie. Biblioteka „Echa Czeladzi”, Urząd Miasta Czeladź.
- JURECZKA J., DOPITA M., GAŁKA M., KRIEGER W., KWARCINIŃSKI J., MARTINEC P., 2005 – Atlas geologiczno-złożowy polskiej i czeskiej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1999 – Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN, Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A., MUKHERJEE A., 2007 – Trace Elements from Soil to Human. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- KABATA-PENDIAS A., SZTEKE B., 2015 – Trace Elements in Abiotic and Biotic Environments. Taylor and Francis Group, CRC Press.
- KIERSNOWSKI H., 1991 – Litostratygrafia permu północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego – nowa propozycja. *Prz. Geol.*, **39**: 198–203.
- KLASYFIKACJA uziarnienia gleb i utworów mineralnych, 2008. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze. <http://ssa.ptg.sggw.pl/artukul/2635/particle-size-distribution-and-textural-classes-of-soils-and-mineral-materials-classification-of-pol> (dostęp 15.07.2020).
- KOTAS A., 1985 – Uwagi o ewolucji strukturalnej GZW. *W: Tektonika GZW* (red. J. Trzepieczyński): 17–46. Wyd. Uniw. Śl., Sosnowiec.
- KOTLIICKI S., 1995 – Badania nad litostratygrafią triasu Górnego Śląska. *Arch. PIG, Sosnowiec*: 123–140.
- LASOWICE (Tarnowskie Góry) https://pl.wikipedia.org/wiki/Lasowice_%28Tarnowskie_G%C3%B3ry%29 (dostęp 24.03.2021).
- LIS J., PASIECZNA A., 1995a – Atlas geochemiczny Polski w skali 1:2 500 000. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995b – Atlas geochemiczny Górnego Śląska w skali 1:200 000. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1997 – Anomalie geochemiczne Pb-Zn-Cd w glebach na Górnym Śląsku – 1997. *Prz. Geol.*, **2**: 182–190.
- LIS J., PASIECZNA A., 1999 – Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska 1: 25 000. Promocyjny arkusz Sławków. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MACHOWSKI R., RZĘTAŁA M., 2020 – Zbiornik Kozłowa Góra. *W: Encyklopedia województwa śląskiego [projekt WWW]*. Inst. Bad. Reg. Bibl. Śl., Katowice.
- MAJER E., 2004 – Rekultywacja terenów zdegradowanych przez przemysł chemiczny na przykładzie Tarnowskich Gór. Seminarium EU GeoEnvNet Geoinżynieria środowiska – transfer doświadczeń i dyrektyw UE do nowo przyjętych państw. http://kg.sggw.pl/konf/art_en/17.pdf (dostęp 23.02.2021).
- MAPA Hydrograficzna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Bytom, 2019. KZGW, Warszawa.
- MIDAS (System Gospodarki i Ochrony Bogactw Naturalnych Państwowego Instytutu Geologicznego-PIB). <http://geoportal.pgi.gov.pl/midas-web> (dostęp 25.01.2021).
- MIGASZEWSKI Z.M., GAŁUSZKA A., 2016 – Geochemia środowiska. PWN, Warszawa.
- MOCEK A., DRZYMAŁA S., MASZNER P., 2000 – Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. AR, Poznań.
- NAVARRO M.C., PÉREZ-SIRVENT C., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ M.J., VIDAL J., MARIMÓN J., 2006 – Lead, cadmium and arsenic bioavailability in the abandoned mine site of Cabezo Rajao (Murcia, SE Spain). *Chemosphere*, **63**: 484–489.
- NEWSLETTER: Działania pilotażowe. Zbiornik Kozłowa Góra, 2019 – Górnośląskie Przedsiębiorstwo Wodociągów Spółka Akcyjna. Interreg Central Europe – ProlineCe. https://www.google.pl/url?sa=t&rect=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwijk5KQ64fxAhUlxosKHWdqCKQoFjADegQIBhAE&url=https%3A%2F%2Fwww.gpw.katowice.pl%2Fimage-s%2FNEWLETTER_PROLINE_CE_MAJ19_PA_PL.pdf&usq=AOvVaw1_rFw-6mez7L3_0P-VBExbQ (dostęp 08.06.2021).
- NOWAK J., 1927 – Kronika miasta i powiatu Tarnowskie Góry. Księgarnia Polska Jana Nowaka w Tarnowskich Górach.
- NOWAK J., PAWLIK A., 2021 – Tajemnice zatopionej kopalni Bibiela. https://web.archive.org/web/20181110080242/http://www.anaconda.biz.pl/file/bibiela_odkrywa.pdf (dostęp 22.03.2021).
- NOWIŃSKA K., ADAMCZYK Z., 2013 – Mobilność pierwiastków towarzyszących odpadom hutnictwa cynku i ołowiu w środowisku. *Górnictwo i Geologia*, **8**: 77–87.
- OPRACOWANIE ekofizjograficzne dla miasta Miasteczko Śląskie. <https://docplayer.pl/8141910-Opracowanie-ekofizjograficzne-dla-miasta-miasteczko-slaskie.html> (21.02.2020).
- PN-R-04033. Gleby i utwory mineralne. Podział na frakcje i grupy granulometryczne. PKN, Warszawa, 1998.
- POZZI M., NOWIŃSKA K., 2006 – Zawartość pierwiastków towarzyszących w materiałach procesu technologicznego ISP Huty Cynku „Miasteczko Śląskie”. *Gosp. Sur. Min.*, **22** (3): 21–34.
- POZZI M., NOWIŃSKA K., 2010 – Szacowanie ilości metali ciężkich w składowisku odpadów niebezpiecznych Huty Cynku „Miasteczko Śląskie”. *Górnictwo i Geologia*, **5** (4): 221–229.
- POŻARYSKI W., GROCHOLSKI A., TOMCZYK H., KARNKOWSKI P., MORYC W., 1992 – Mapa tektoniczna Polski w epoce warwycyjskiej. *Prz. Geol.*, **40**: 643–651.
- PROGNOZA, 2017 – Prognoza oddziaływania na środowisko projektu Strategii Rozwoju Gminy
- PROGNOZA, 2020 – Prognoza oddziaływania na środowisko do Programu Ochrony Środowiska dla Powiatu Tarnogórskiego na lata 2021–2024 z perspektywą do roku 2029. Tarnowskie Góry.
- ŚWIERKLANIEC DO ROKU 2030 wraz z planem funkcjonalno-użytkowym zarządzania parkiem w Świerkłańcu, 2017. Gmina Świerklaniec. <https://ugswierklaniec.pl/images/projekty/prognoza.pdf> (dostęp 18.05.2020).
- PROGNOZA oddziaływania na środowisko do Programu Ochrony Środowiska dla Powiatu Tarnogórskiego na lata 2021–2024 z perspektywą do roku 2029, 2020. Tarnowskie Góry. <https://www.bip.tarnogorski.pl> (dostęp 11.01.2021).
- PROGRAM Ochrony Środowiska dla Gminy Świerklaniec na lata 2018–2021 z perspektywą na lata 2022–2025, 2017. Zakład Analiz Środowiskowych Eko-precyzja. Świerklaniec. <https://bip.swierklaniec.pl/a,39400,program-ochrony-srodowiska-dla-gminy-swierklaniec-na-lata-2018-2021-z-prespektywa-na-lata-2022-2025.html> (dostęp 23.09.2019).
- PROGRAM Ochrony Środowiska dla Województwa Śląskiego do roku 2019 z uwzględnieniem perspektywy do roku 2024, 2015a. <https://www.slaskie.pl/content/program-ochrony-srodowiska> (dostęp 16.07.2019).
- PROGRAM Ochrony Środowiska dla Powiatu Tarnogórskiego na lata 2016–2020 z perspektywą do roku 2024, 2015b. Tarnowskie Góry. <https://www.bip.tarnogorski.pl/?catid=72&parcat=11&t=menu> (dostęp 14.10.2020).
- ROCZNA ocena jakości powietrza w województwie śląskim. Raport wojewódzki za 2019, 2020 – Główny Inspektorat ochrony Środowiska. Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Katowicach Departamentu Monitoringu Środowiska. <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/rwms/publications/card/1181> (dostęp 02.02.2021).
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, a także środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. DzU poz. 2149.

- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi DzU poz. 1395.
- RYŻAK M., BARTMIŃSKI P., BIEGANOWSKI A., 2009 – Metody wyznaczania rozkładu granulometrycznego gleb mineralnych. *Acta Agrophysica*, **175** (4): 1–79.
- RZĘTAŁA M., 2008 – Funkcjonowanie zbiorników wodnych oraz przebieg procesów limnicznych w warunkach zróżnicowanej antropopresji na przykładzie rejonu górnośląskiego. Wydaw. Uniw. Śl., Katowice.
- SAPEK B., 2014 – Nagromadzenie i uwalnianie fosforu w glebach – źródła, procesy, przyczyny. *Woda–Środowisko–Obszary Wiejskie*, **14** (1): 77–100.
- SIEBIELEC S., SIEBIELEC G., SMRE CZAK B., 2015 – Zanieczyszczenia osadów dennych rzek i zbiorników wodnych. *Studia i raporty IUNG-PIB*, **46**: 163–181.
- SIEDLECKA A., 1964 – Osady permu na północno-wschodnim obrzeżeniu Zagłębia Górnośląskiego. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **34**: 309–394.
- SOLARSKI M., PRADELA A., PIELORZ B., 2012 – Charakterystyka morfometryczna zbiornika Nakło-Chechło. *Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych*, **44**: 64–70.
- SOŁON J., BORZYSZKOWSKI J., BIDŁASIK M., RICHLING A., BADORA K., BALON J., BRZEZIŃSKA-WÓJCIK T., CHABUDZIŃSKI Ł., DOBROWOLSKI R., GRZEGORCZYK I., JODŁOWSKI M., KISTOWSKI M., KOT R., KRAŻ P., LECHNIO J., MACIAS A., MAJCHROWSKA A., MALINOWSKA E., MIGOŃ P., MYGA-PIĄTEK U., NITA J., PAPIŃSKA E., RODZIK J., STRZYŻ M., TERPIŁOWSKI S., ZIAJA W., 2018 – Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geographia Polonica*, **91**: 143–170.
- STOJIĆ N., PUCAREVIĆ M., STOJIĆ G., 2017 – Railway transportation as a source of soil pollution. Transportation Research Part D. *Transport and Environment*, **57**: 124–129.
- SMAL H., LIGEZA S., WÓJCIKOWSKA-KAPUSTA A., BARAN S., URBAN D., OBROŚLAK R., PAWŁOWSKI A., 2015 – Spatial distribution and risk assessment of heavy metals in bottom sediments of two small dam reservoirs (south-east Poland). *Arch. Environ. Protect.*, **41** (4): 67–80.
- STAN środowiska w województwie śląskim w 2017 roku, 2018 – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska, Katowice. <http://www.katowice.wios.gov.pl/monitoring/raporty/2017/raport2017.pdf> (dostęp 16.07.2019).
- STAN środowiska w województwie śląskim. Raport 2020, 2020 – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Departament Monitoringu Środowiska. Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Katowicach. http://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/raporty/stan_srodowiska_2020_slaskie.pdf (dostęp 02.03.2021).
- STUDIUM uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Świerklaniec, 2019. <https://bip.swierklaniec.pl/a,39029,uchwala-nr-iii2719-rady-gminy-swierklaniec-z-dnia-28-stycznia-2019-r-w-sprawie-uchwalenia-studium-uw.html> (dostęp 26.10.2020).
- STUDIUM uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Miasteczko Śląskie, 2020. <https://miasteczkoslaskie.bip.net.pl/?a=4684> (dostęp 02.02.2021).
- TYTŁA M., KOSTECKI M., 2019 – Ecological risk assessment of metals and metalloids in bottom sediments of water reservoir located in the key anthropogenic “hot spot” area (Poland). *Environ. Earth Sci.*, **78**: 179.
- WIKAREK-PALUCH E., ROSIK-DULEWSKA C., 2020 – Biodostępność wybranych zanieczyszczeń w gruntach zdegradowanych chemicznie. Inst. Podst. Inż. Środ. PAN, Zabrze.
- WILKOMIRSKI B., SUDNIK-WÓJCIKOWSKA B., GALERA H., WIERZBICKA M., 2011 – Railway transportation as a serious source of organic and inorganic pollution. *Water Air and Soil Pollution*, **218**: 333–345.
- WYNIKI – klasy jakości wód podziemnych – monitoring jakości wód podziemnych – monitoring diagnostyczny. Państwowy Monitoring Środowiska, 2019 – PIG-PIB, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. <https://mjwp.gios.gov.pl/> (dostęp 15.02.2021).
- WYNIKI – Monitoring Chemizmu Gleb Ornych Polski. Państwowy Monitoring Środowiska, 2015 – IUNG-PIB, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. http://www.gios.gov.pl/chemizm_gleb/index.php?mod=pomiary&p=335 (dostęp 15.01.2021).
- ZAKŁADY Chemiczne Tarnowskie Góry: ekologiczna bomba <https://www.chemiaibiznes.com.pl/aktualnosc/zaklady-chemiczne-tarnowskie-gory-ekologiczna-bomba> (dostęp 13.05.2020).