




Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
Departament Monitoringu Środowiska

**Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska
we Wrocławiu**



**OCENA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH
NA OBSZARACH UPRZEMYSŁOWIONYM,
NARAŻONYCH NA ODDZIAŁYWANIE
PUNKTOWYCH ŹRÓDEŁ ZANIECZYSZCZEŃ
NA TERENIE WOJEWÓDZTWA DOLNOŚLĄSKIEGO
W 2020 ROKU**



Wrocław 2021



Badania monitoringowe środowiska realizowane w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska są finansowane ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Materiał został opracowany w Głównym Inspektoracie Ochrony Środowiska, Departamencie Monitoringu Środowiska, Regionalnym Wydziale Monitoringu Środowiska we Wrocławiu, ul. Chełmońskiego 14, 51-630 Wrocław w ramach realizacji PMŚ w 2020 roku
tel. (71) 327 30 40÷45, 47; e-mail: rwmswroclaw@gios.gov.pl

Autorzy: Beata Meinhardt
Elżbieta Banach
Teresa Zarodkiewicz
Piotr Hanula

Współpraca graficzna:
Mirośław Sikorski

Naczelnik Regionalnego Wydziału
Monitoringu Środowiska we Wrocławiu
Departament Monitoringu Środowiska

/podpisano kwalifikowanym podpisem elektronicznym/

**Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
Departament Monitoringu Środowiska
Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska we Wrocławiu**

Ocena jakości wód podziemnych na obszarach uprzemysłowionych,
narażonych na oddziaływanie punktowych źródeł zanieczyszczeń
w województwie dolnośląskim w 2020 roku

SPIS TREŚCI

I. WPROWADZENIE	5
II. PUNKTY POMIAROWE	6
III. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ	10
1. SKŁADOWISKO ODPADÓW „MAK-MET” W GODZIKOWICACH (pow. oławski, gm. Oława).....	10
2. SKŁADOWISKO ODPADÓW W STRZEGOMIANACH (pow. wrocławski, gm. Sobótka)	12
3. SKŁADOWISKO SUPRA AGROCHEMIA Sp. z o.o.(m. Wrocław)	14
4. TERENY WODONOŚNE M. WROCŁAW (pow. wrocławski, gm. Siechnice).....	16
5. OBIEKT SKŁADOWISKO ODPADÓW W JAROSŁAWIU (gm. Udanin, pow. średzki)	20
6. SKŁADOWISKO ODPADÓW LEGNICA (m. Legnica).....	22
7. SKŁADOWISKO - HAŁDA SKAŁY PŁONNEJ W REJONIE SZYBU SG W JAKUBOWIE (gm. Radwanice, pow. polkowicki)	25
8. SKŁADOWISKO ODPADÓW W ZAWISZOWIE (gm. Świdnica, pow. świdnicki)	28
9. SKŁADOWISKO ODPADÓW W CIECHANOWICACH (gm. Marciszów, pow. kamiennogórski)	31
10. SKŁADOWISKO ODPADÓW W SIEDLEĆCINIE (gm. Jeżów Sudecki, pow. karkonoski)	34
IV. PODSUMOWANIE	36
V. WNIOSKI	39
VI. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE	41

I. WPROWADZENIE

W 2020 roku Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska we Wrocławiu prowadził w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska na terenie województwa dolnośląskiego badania jakości wód podziemnych na obszarach zagrożonych zanieczyszczeniami przemysłowymi i komunalnymi wokół źródeł stanowiących potencjalne zagrożenie środowiska. Badaniami objęto nie eksploatowane składowiska odpadów, gdzie do rekultywacji wykorzystano osady ściekowe oraz inne obiekty np. magazynujące substancje niebezpieczne, stanowiące zagrożenie dla jakości wód podziemnych.

Celem monitoringu było określenie wpływu obiektu na środowisko wodne lub w przypadku obiektów, gdzie prowadzono już badania, określenie kierunków zachodzących zmian. Badaniami objęto 10 obiektów w 31 punktach pomiarowych. Pobór próbek wód odbywał się raz w roku z piezometrów rozmieszczonych wokół badanych obiektów.

Zakres badań wód podziemnych wokół składowisk odpadów był zgodny z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 roku w sprawie składowisk odpadów (Dz.U.2013.523) i obejmował oznaczenie takich wskaźników jak: odczyn, przewodność elektrolityczna, ogólny węgiel organiczny (OWO), zawartość metali ciężkich (Cu, Zn, Pb, Cd, Cr⁺⁶, Hg) i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA). Dodatkowo oznaczono także związki azotu, chlorki, siarczany oraz wskaźniki specyficzne przy wybranych obiektach odzwierciedlające charakter presji np. żelazo, mangan, fluorki, fosforany.

Obiekty objęte badaniami wymieniono poniżej. W nawiasach podano liczbę badanych punktów pomiarowo kontrolnych.

1. Składowisko P.H.U MAK- MET w Godzikowicach (gm. Oława, pow. oławski) – (3),
2. Składowisko odpadów w Strzegomianach (gm.Sobótka, pow. wrocławski) – (2),
3. Teren SUPRA AGROCHEMIA Sp. z o.o. we Wrocławiu (m. Wrocław) – (5),
4. Tereny wodonośne m. Wrocławia (gm. Siechnice, pow. wrocławski, – (6),
5. Składowisko odpadów w Jarosławiu (gm. Udanin, pow. średzki) – (2),
6. Składowisko odpadów w Legnicy (m. Legnica) – (3),
7. Składowisko - hałda skały płonnej w rejonie szybu SG w Jakubowie (gm. Radwanice, pow. polkowicki) – (3),
8. Składowisko odpadów w Zawiszowie (gm. Świdnica, pow. świdnicki) – (3),
9. Składowisko odpadów w Ciechanowicach (gm. Marciszów, pow. kamiennogórski) – (3),
10. Składowisko odpadów w Siedlęcinie (gm. Jeżów Sudecki, pow. karkonoski) – (1).

Pobór próbek wód podziemnych z piezometrów przeprowadzono za pomocą zanurzeniowych pomp wirowych „GIGANT” i „WHALE” po przepompowaniu otworu i usunięciu dwukrotnej objętości wody.

Oceny jakości wód podziemnych wokół badanych obiektów dokonano w oparciu o obowiązujące rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U.2019.2148).

Określa ono sposób klasyfikacji elementów jakościowych (fizykochemicznych) i ilościowych, zawiera definicje klasyfikacji stanu chemicznego i stanu ilościowego oraz sposób interpretacji wyników badań i prezentacji stanu wód podziemnych, częstotliwość dokonywania ocen jakości poszczególnych elementów oraz stanu wód. Klasyfikacja elementów fizykochemicznych stanu wód podziemnych obejmuje pięć następujących klas jakości wód podziemnych:

- klasa I – wody o bardzo dobrej jakości,
- klasa II – wody dobrej jakości,
- klasa III – wody zadowalającej jakości,
- klasa IV – wody niezadowalającej jakości,
- klasa V – wody złej jakości.

Ww. rozporządzenie definiuje dobry i słaby stan chemiczny wód podziemnych. Wody klas I - III reprezentują dobry stan chemiczny, a IV i V słaby stan chemiczny. W niniejszych badaniach określono stan jakościowy wód podziemnych wokół kontrolowanych obiektów.

II. PUNKTY POMIAROWE

W tabeli 1 przedstawiono podstawowe dane punktów poboru wód podziemnych objętych badaniami. Oceny wyników badań dokonano za pomocą programu komputerowego „Regionalny monitoring wód podziemnych województwa dolnośląskiego” opracowanego przez PIG Kielce.

Przy każdym z badanych obiektów przedstawiono jego krótką charakterystykę oraz ocenę wyników badań. Warunki geologiczne i hydrogeologiczne zostały rozpoznane przy poborze prób na podstawie materiałów dostępnych u poszczególnych zarządców obiektów.

Na mapkach zaznaczono rozmieszczenie piezometrów.

Tabela 1. Podstawowe dane punktów poboru wód podziemnych badanych w ramach monitoringu wód podziemnych na obszarach bezpośrednio zagrożonych zanieczyszczeniami w 2020 r. – składowiska odpadów i inne obiekty [źródło: GIOŚ]

Nazwa obiektu	Nazwa otworu	Data poboru	Głębokość zwierciadła wody ∇ w m	Współrzędne geograficzne punktu lub obiektu	Uwagi
Składowisko P.H.U MAK- MET w Godzikowicach (gm. Oława, pow. oławski)	piezometr P4	10.09.20	∇ 0,90	N 50.91940 ⁰ E 17.30935 ⁰	piezometr zlokalizowany na kierunku napływu wód na teren obiektu
	piezometr P3		∇ 1,70	N 50.91971 ⁰ E 17.31265 ⁰	piezometr zlokalizowany na kierunku spływu wód z terenu obiektu
	piezometr P2		∇ 1,30	N 51.91918 ⁰ E 17.31858 ⁰	piezometr zlokalizowany na kierunku spływu wód z terenu obiektu
Składowisko odpadów w Strzegomianach (gm. Sobótka, pow. wrocławski)	piezometr P3	26.08.20	∇ 5,40	N 51.89492 ⁰ E 16.76960 ⁰	piezometr zlokalizowany na kierunku spływu wód z terenu obiektu przy drodze wjazdowej
	piezometr P2		∇ 5,25	N 51.89508 ⁰ E 16.76917 ⁰	piezometr na kierunku spływu wód z terenu obiektu
Teren SUPRA AGROCHEMIA Sp. z o.o. we Wrocławiu (m. Wrocław)	piezometr P4	02.09.20	∇ 2,35	N 51.12390 ⁰ E 17.10898 ⁰	piezometr na kierunku napływu wód na teren obiektu
	piezometr P5		∇ 1,75	N 51.12407 ⁰ E 17.10733 ⁰	piezometr na kierunku spływu wód od strony hałdy „nowej”
	piezometr P7		∇ 2,00	N 51.12373 ⁰ E 17.10544 ⁰	piezometr na kierunku spływu wód przy hałdzie „północnej”
	piezometr P8		∇ 2,00	N 51.12361 ⁰ E 17.10415 ⁰	piezometr na kierunku spływu wód w zachodniej części końca hałdy „północnej”
	piezometr P2		∇ 1,70	N 51.17197 ⁰ E 17.10588 ⁰	piezometr na kierunku spływu wód przy hałdzie „południowej”

Nazwa obiektu	Nazwa otworu	Data poboru	Głębokość zwiernia- dła wody ▽ w m	Współrzędne geograficzne punktu lub obiektu	Uwagi
Tereny wodonośne m. Wrocławia (gm. Siechnice, pow. wrocławski)	piezometr PH(P7)	09.05.20	▽ 4,05	N 51,04515 ⁰ E 17,13644 ⁰	piezometr przy hałdzie Huty Siechnice, na kierunku spływu wód w kierunku stawów infiltracyjnych
	piezometr P 15		▽ 1,10	N 51,04264 ⁰ E 17,14829 ⁰	piezometr w pobliżu składowiska EC Czechnica, na terenach wodonośnych w strefie bezpośredniej ujęć
	piezometr P 11 profil VIII		▽ 0,75	N 51,04251 ⁰ E 17,14563 ⁰	piezometr pomiędzy składowiskiem EC, a hałdą Huty Siechnice, na kierunku spływu wód
	piezometr P 23(P3)		▽ 1,50	N 51,04153 ⁰ E 17,13250 ⁰	piezometr przy hałdzie Huty Siechnice, na terenie zakładu „Local Recycling” Center Sp. z o.o.
	piezometr P 9(10)		▽ 3,10	N 51,04532 ⁰ E 17,13832 ⁰	piezometr na kierunku spływu wód, w pobliżu stawów infiltracyjnych
	piezometr P11 profil VII		▽4,25	N 51,05059 ⁰ E 17,13318 ⁰	piezometr na kierunku spływu wód, w pobliżu stawów infiltracyjnych, w dalszej odległości od hałdy
Składowisko odpadów w Jarosławiu (gm. Udanin, pow. średzki)	piezometr P3	23.06.20	▽ 5,65	N 51.081440 E 16.531750	piezometr na kierunku spływu wód z obiektu
	piezometr P2		▽ 5,75	N 51.081920 E 16.532040	piezometr na kierunku spływu wód z obiektu
Składowisko odpadów w Legnicy (m. Legnica)	piezometr P1	17.09.20	▽ 3,95	N 51.24150 ⁰ E 16.18319 ⁰	piezometr zlokalizowany na kierunku napływu wód na teren składowiska
	piezometr P2		▽ 2,40	N 51.23909 ⁰ E 16.18882 ⁰	piezometr zlokalizowany na kierunku spływu wód ze składowiska
	piezometr P3		▽ 7,10	N 51.23708 ⁰ E 16.18733 ⁰	piezometr zlokalizowany na kierunku spływu wód ze składowiska
Składowisko-hałda skały płonnej w rejonie szybu SG w Jakubowie (gm. Radwanice, pow. polkowicki)	piezometr P1	10.09.20	▽ 7,40	N 51.603140 E 15.999250	piezometr zlokalizowany na kierunku napływu wód na teren obiektu
	piezometr P2		▽ 4,20	N 50.600190 E 16.998630	piezometr zlokalizowany na kierunku spływu wód z obiektu

Nazwa obiektu	Nazwa otworu	Data poboru	Głębokość zwierciadła wody ▽ w m	Współrzędne geograficzne punktu lub obiektu	Uwagi
	piezometr P3		▽ 4,40	N 51.60028 ⁰ E 15.99921 ⁰	piezometr zlokalizowany na kierunku spływu wód z obiektu
Składowisko odpadów w Zawiszowie (gm. Świdnica, pow. świdnicki)	piezometr P1	19.08.20	▽ 8,10	N 50,87413 ⁰ E 16,49664 ⁰	piezometr na kierunku napływu wód na teren obiektu
	piezometr P4		▽ 2,80	N 50,87513 ⁰ E 16,50529 ⁰	piezometr na kierunku spływu wód z obiektu
	piezometr P2		▽ 3,70	N 50,873590 E 16,501270	piezometr na kierunku spływu wód z obiektu
Składowisko odpadów w Ciechanowicach (gm. Marciszów, pow. kamiennogórski)	piezometr P1	23.09.20	▽ 1,70	N 50,86948 ⁰ E 16,00222 ⁰	piezometr na kierunku spływu wód z obiektu
	piezometr P2		▽ 2,00	N 50,86983 ⁰ E 16,00117 ⁰	piezometr na kierunku spływu wód na teren obiektu
	piezometr P4		▽ 2,40	N 50,87024 ⁰ E 16,00081 ⁰	piezometr zlokalizowany na kierunku napływu wód na teren obiektu
Składowisko odpadów w Siedlęcinie (gm. Jeżów Sudecki, pow. karkonoski)	piezometr P 2	24.09.20	▽ 2,80	N 50,95549 ⁰ E 15.67559 ⁰	piezometr zlokalizowany na kierunku spływu wód przy zbiorniku Pilchowickim

III. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

1. SKŁADOWISKO ODPADÓW P.H.U MAK- MET w Godzikowicach (gm. Oława, pow. oławski)

1.1. Charakterystyka obiektu

Składowisko P.H.U MAK-MET (dawniej Ekoren DKE Sp. z o.o.) zlokalizowane jest w gminie Oława, w kierunku południowo-wschodnim od centrum miasta Oława na działce nr 493/14 (obręb Godzikowice). Od strony północnej obiektu zlokalizowane są urządzenia i infrastruktura techniczna P.H.U MAK-MET, a od strony wschodniej znajduje się składowisko przemysłowe należące do PPZM „Centrozłom”. Od południa Zakład graniczy z gruntami użytkowymi rolniczo. W odległości 400-600 m w kierunku południowo-zachodnim, wzdłuż szosy Wrocław - Opole znajduje się rozproszona zabudowa mieszkalno- gospodarcza wsi Godzikowice. Od północy Zakład graniczy z Wtórmetem Sp. z o.o.

Analizowane składowisko to składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne z wydzieloną częścią dla odpadów niebezpiecznych o kodach 19 03 06 - odpady niebezpieczne zestalone oraz 19 03 04 - odpady niebezpieczne częściowo stabilizowane.

Obiekt był eksploatowany w latach 1999 - 2008. Rekultywację obiektu zakończono w 2015 roku. Powierzchnia składowiska wynosi 0,6 ha, a pojemność 12300 m³. Składowano tu m.in. odpady zawierające azbest, odpady stabilizowane niebezpieczne i bakelit.

Na składowisku do końca 2008 roku zdeponowano 126710,14 Mg odpadów. Obiekt posiada uszczelnione 3 kwatery, drenaż do rowu melioracyjnego, pompownię odcieków, staw na odcieki, drogi dojazdowe i place manewrowe z betonową nawierzchnią i kanalizacją deszczową, plac postojowy dla maszyn roboczych i samochodów dostawczych, ogrodzenie, instalację wodociągową i kanalizację sanitarną ze zbiornikiem bezodpływowym, kanalizację deszczową z wylotem do rowu melioracyjnego, obiekt administracyjno-socjalno-techniczny, wybetonowany i uszczelniony plac do gromadzenia surowców wtórnych, pojemników kontenerowych, wagę samochodową. Na terenie P.H.U MAK-MET działa PSZOK. Kierunek przepływu wód podziemnych określono jako północno-wschodni, ku osi dolinki bocznej odwadniającej teren, należącej do zlewni Odry.

1.2. Ocena wyników badań

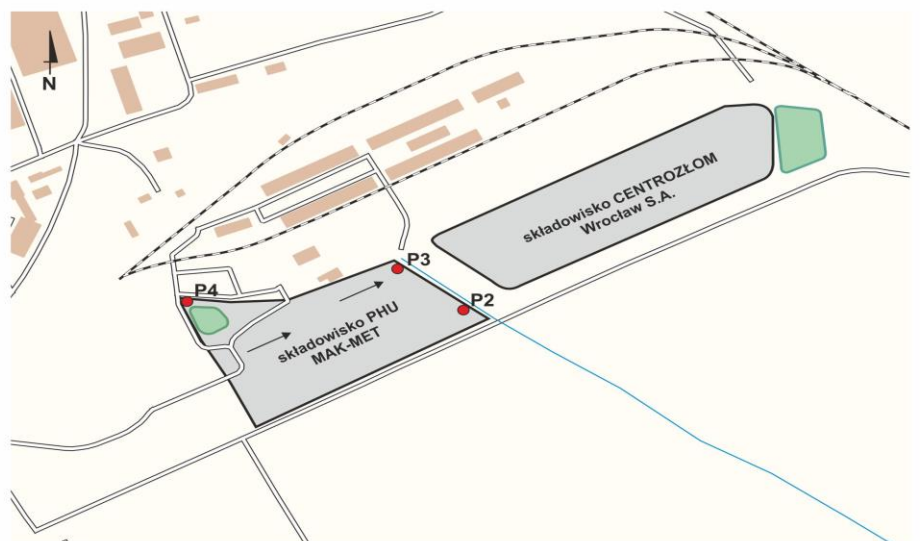
Próbki wód podziemnych pobrano z 3 piezometrów P4, P2 i P3. Analizowane próbki wód podziemnych zaklasyfikowano do wód złej jakości (klasa V).

W piezometrze P4, położonym na kierunku napływu wód na składowisko, o klasyfikacji do klasy V zdecydowało stężenie WWA, podobnie jak w 2014 roku.

O klasyfikacji wód w piezometrze P2, położonym na kierunku spływu wód z obiektu do klasy V zdecydowało stężenie cynku, kadmu, manganu, siarczanów, OWO i WWA. Podobną jakość wód wykazano w tym piezometrze podczas badań w 2014 roku.

W piezometrze P3, położonym na kierunku spływu wód, o klasyfikacji wód do klasy V zdecydowały wartości przewodności elektrycznej wł., stężenie OWO, jonu amonowego, chlorków, manganu i żelaza w klasie V. Wody tego piezometru zaliczono w poprzednich badaniach w 2014 roku do wód złej jakości (klasa V). Stan chemiczny wód podziemnych, pobranych wokół składowiska P.H.U MAK-MET uznać można za słaby, tak jak w poprzednich badaniach w 2014 roku.

Lokalizacja punktów poboru próbek wód podziemnych na terenie składowiska odpadów PHU MAK-MET w Godzikowicach



Opracowanie: RWMŚ we Wrocławiu

2. SKŁADOWISKO ODPADÓW W STRZEGOMIANACH (pow. wrocławski, gm. Sobótka)

2.1. Charakterystyka obiektu

Składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne dla miasta i gminy Sobótka w Strzegomianach położone jest w obrębie Masywu Ślęży. Pod względem administracyjnym obiekt położony jest na terenie gminy Sobótka, powiat wrocławski ziemski - działka nr 375/2 (obręb Strzegomiany). Obiekt funkcjonował w latach 1986-2009. Dojazd do składowiska odbywa się drogą 463/1, wykonaną z płyt betonowych. Obiekt położony jest ok. 2 km od centrum Sobótki przy drodze relacji Sobótka – Nasławice. Grunty otaczające opisywany obiekt to grunty rolne klasy IV i V oraz pastwiska klasy VI. Od strony południowo-zachodniej teren składowiska graniczy z fermą drobiu.

Składowisko posiada uszczelnienie z roztworu lateksu. Powierzchnia składowiska wynosi 12715 m², a pojemność kwatery 20300 Mg. Na składowisku nagromadzono 22261,5 Mg odpadów. Właścicielem nieruchomości - działki nr 375/1 (obręb Strzegomiany), na której zlokalizowana jest kwatera składowiska jest Gmina Sobótka z siedzibą w Sobótce. W latach 2013-2020 na podstawie umowy użyczenia tytuł prawny do instalacji posiadała Dolnośląska Inicjatywa Samorządowa Sp. z o.o., która przejęła prawa i obowiązki w zakresie rekultywacji obiektu. Obiekt został zreultywowany.

Obecnie na terenie obiektu funkcjonuje Punkt Selektywnej Zbiórki Odpadów Komunalnych. Eksploatację prowadzi Zakład Usług Komunalnych „HADLUX” sp. z o. o z siedzibą w Sobótce. Generalny spływ wód podziemnych następuje w kierunku północnym.

2.2. Ocena wyników badań

Wody podziemne pobrano z 2 piezometrów, rozmieszczonych na kierunku spływu wód z obiektu. Piezometr P1, położony na kierunku napływu wód był „suchy”. W przypadku piezometru P3, położonego przy drodze wjazdowej na teren obiektu stwierdzono występowanie wód złej jakości (klasa V). Zdecydowało o tym stężenie WWA.

W poprzednich badaniach przeprowadzonych tu w 2012 roku przez WIOS Wrocław stwierdzono tu występowanie wód zadowalającej jakości (klas III).

W piezometrze P2, położonym na kierunku spływu wód stwierdzono występowanie wód zadowalającej jakości (klasa III), podobnie jak w poprzednich badaniach, przeprowadzonych w 2012 roku. O takiej klasyfikacji zdecydowało stężenie azotanów i chlorków w klasie III. Odczyn osiągnął granice klasy IV.

Stan chemiczny badanych wód uznać można za słaby w piezometrze P3 oraz za dobry w piezometrze P2 .

Lokalizacja punktów poboru próbek wód podziemnych wokół składowiska odpadów w Strzegomianach



Opracowanie: RWMŚ we Wrocławiu

- piezometr
- las, zagajnik
- zabudowa
- składowisko
- kierunek przepływu wód podziemnych
- == droga
- kolej

3. SKŁADOWISKO SUPRA AGROCHEMIA Sp. z o.o.

3.1. Charakterystyka obiektu

Zakład zajmuje działki 2/25, 2/30, 2,2, 2/15, 2/16 obręb Kowale przy ul. Monopolowej 6 we Wrocławiu. Położony jest w północno - wschodniej części miasta. Jego sąsiedztwo stanowią od północy PPG DECO Sp. z.o.o., od południowego - wschodu AKWAWIT S.A. Od strony zachodniej i południowo-zachodniej teren graniczy z Kanałem Żeglugowym Odry, a od strony wschodniej z nieużytkami oraz linią kolejowa relacji Wrocław – Kluczbork - Opole.

Zakład zlokalizowany jest na terenie byłych Wrocławskich Zakładów Przemysłu Nieorganicznego (WZPN), kupionych przez Z.CH. POLICE w 1998. Do 1997 roku prowadzono tutaj produkcję superfosfatu prostego, a potem utworzono Zakład Produkcyjny „Wrocław”, który konfekcjonował nawozy do podmiotów wskazanych przez Z.CH. POLICE.

Obecnie Spółka nie eksploatuje instalacji.

Na terenie Zakładu znajdowały się hałdy, które powstawały w latach 1924 -1985 i zawierały fluorokrzemian wapnia (odpad z procesu produkcji) – hałda „północna”, „południowa” oraz „nowa”.

Zdeponowane w formie zwałowisk pn. hałda „północna”, „południowa” oraz „nowa”, odpady charakteryzowały się wysoką koncentracją fluoru, co wskazuje że głównym składnikiem odpadów był kwas fluorokrzemowy, który stanowił produkt uboczny przy produkcji nawozów fosforowych. Ponadto do głównych składników odpadów należała krzemionka, glinokrzemiany, węglan wapnia oraz w mniejszym stopniu metale ciężkie.

Zdeponowane odpady zostały wydobyte i wywiezione w 2015 roku. Wydobyte odpady to odpady o kodzie 060903 - poreakcyjne odpady związków wapnia zawierające lub zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi (hałda „północna” i hałda „nowa”) oraz odpady o kodzie 060904 - poreakcyjne odpady związków wapnia inne niż wymienione w 060903 – hałda „południowa”.

Teren wyrobisk po hałdach został zasypany ziemią, a obecnie porasta go roślinność. Na terenie obiektu zamontowano 9 piezometrów.

3.2. Ocena wyników badań

Poboru prób wód podziemnych dokonano z pięciu piezometrów - P4 położonego na kierunku napływu wód na teren obiektu oraz piezometrów P5, P7, P8 i P2, położonych na kierunku spływu wód z obiektu.

We wszystkich analizowanych piezometrach stwierdzono występowanie wód złej jakości (klasa V).

W piezometrze P4, położonym na kierunku napływu wód o takiej klasyfikacji decydowało stężenie jonu amonowego, fluorków, fosforanów, manganu i siarczanów.

W piezometrze tym stwierdzono wyższe wartości przewodności elektrycznej wł., wyższe stężenie OWO, jonu amonowego, chlorków, siarczanów, fluorków, fosforanów, cynku, kadmu, chromu, manganu, żelaza, niższy odczyn niż w piezometrach P5, P7 i P8, położonych na kierunku spływu wód. Jest to prawdopodobnie związane z historycznym użytkowaniem terenu, na którym zlokalizowano piezometr P4.

W piezometrach położonych na kierunku spływu wód o klasyfikacji wód do klasy V decydowały następujące wskaźniki:

- piezometr P5, P7, P8 - fluorki
- piezometr P2 – jon amonowy, fluorki, mangan, ołów, siarczany i żelazo.

Stan chemiczny wód podziemnych, badanych wokół analizowanego obiektu uznać można za słaby.



4. TERENY WODONOŚNE M. WROCŁAW (pow. wrocławski, gm. Siechnice)

4.1. Charakterystyka obiektu

Tereny wodonośne Wrocławia, znajdujące się w zarządzie Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji Spółka S.A. we Wrocławiu, wykorzystywane są do poboru wody dla potrzeb produkcji i dostaw wody do miejskiej sieci wodociągowej. Obszary te położone są częściowo w południowo-wschodnim krańcu Wrocławia, około 6 km od centrum, w rejonie osiedli: Świątniki, Bierdzany i Nowy Dom, a częściowo w gminie Siechnice, pomiędzy miejscowościami: Radwanice, Trestno, Blizanowice, Mokry Dwór i miastem Siechnice. Na północ od terenów wodonośnych przepływa rzeka Odra, same tereny leżą w dolinie rzeki Oława, a na południe od nich przepływa niewielka rzeka Zielona. Obszary te stanowią równocześnie część polderu przeciwpowodziowego Odry. Na obszarze tym wybudowano odpowiednią infrastrukturę techniczną, między innymi: kanały i stawy infiltracyjne, studnie, rurociągi, przepompownie, obwałowania, drogi, jazy i śluzy oraz inne niezbędne elementy infrastruktury. Powierzchnia terenów wodonośnych wynosi 1026 ha. Na ich obszarze lokalizowane są ujęcia wody powierzchniowej i infiltracyjnej. Stanowią one źródło surowca do produkcji wody wodociągowej dla Wrocławia. Zasilanie wodami z rzeki Oława realizowane jest dzięki pompowni Czechnica. Z niej woda ta rozprowadzana jest do 63 stawów infiltracyjnych siecią kanałów i rowów. Regulację przepływu realizuje się za pomocą systemu zastawek i jazów zastawkowych. Wprowadzona do gruntu za pomocą stawów infiltracyjnych woda, ujmowana jest następnie poprzez 558 studni poborowych, skąd rurociągami przesyłana jest do trzech pompowni: Radwanice, Bierdzany i Przepompownia Świątniki. Rurociągi te pracują jako lewary dzięki systemowi wież odpowietrzających. Za pomocą systemu wyżej wymienionych przepompowni woda dostarczana jest do zakładów uzdatniania wody:

- Zakład Uzdatniania „Na Grobli”,
- Zakład Uzdatniania „Mokry Dwór”.

Wody podziemne obejmują podziemny zbiornik wodny GZWP 320 w rejonie występowania czwartorzędowego poziomu wodonośnego o średnim stopniu zagrożenia antropogenicznego wód.

Mimo znacznej ingerencji człowieka i ciągłej, wieloletniej eksploatacji, tereny wodonośne stanowią cenny ekosystem z unikalnym środowiskiem przyrodniczym, między innymi także dzięki ochronie tych obszarów i przestrzegania niezbędnych wymogów dotyczących jakości wody.

Stanowią one część dużego klina przyrodniczego, wchodzącego głęboko w obszar miasta w ramach korytarza ekologicznego Doliny Odry. Są one naturalną kontynuacją nadodrzańskich lasów i łąk ciągnących się w kierunku Wrocławia od Kotowic i Siechnic. Omawiany teren wchodzi w skład Obszarów Natura 2000: Grądów Odrzańskich (PLB 020002), będących jedną

z ostoi ptaków w Polsce oraz Grądów w Dolinie Odry, (PLH020017) - Specjalny Obszar Ochrony Siedlisk. Ekosystem terenów wodonośnych oparty jest na podmokłym środowisku tworzonym przez zbiorniki wodne takie jak rozlewiska i stawy oraz ciek wodny: rzeki (Oława, Zielona, Odra), ramiona boczne, kanały, rowy. Duże obszary stanowią łąki, w tym łąki zmienno wilgotne, występują także zadrzewienia pozostałe po łągach wierzbowo-topolowych oraz nowe zadrzewienia wkraczające na łąki od strony miejscowości Siechnice i Radwanice.

Źródłem zanieczyszczenia środowiska w rejonie terenów wodonośnych pozostaje nadal zorganizowana i niezorganizowana emisja pyłów i gazów z Zespołu Elektrociepłowni Wrocławskich „Kogeneracja” S.A. – Elektrociepłownia Czechnica, wywiewanie pyłów oraz ługowanie wieloskładnikowych zanieczyszczeń ze składowiska popiołów Elektrociepłowni i hałdy żelazochromu Huty Siechnice (zamkniętej w XX wieku), która to hałda została przerobiona przez firmę „Local Recycling” Center Sp. z o.o. w latach 2013-2020.

Elektrociepłownia Czechnica emituje do atmosfery dwutlenek siarki, tlenki azotu, pył, pył ogółem, pył zawieszony PM10, pył zawieszony PM2,5, arsen, kadm, chrom, miedź, nikiel, ołów, rtęć, chlorowodór, benzen, benzo (a)piren.

Obecnie w pobliżu terenów wodonośnych przebiega Wschodnia Obwodnica Wrocławia.

4.2. Ocena wyników badań

Do analizy laboratoryjnej pobrano próbki wód podziemnych z 6 piezometrów, zlokalizowanych na terenach wodonośnych w pobliżu składowiska EC Czechnica i byłej hałdy Huty Siechnice. Stwierdzono następującą jakość wód podziemnych:

W piezometrach P15 i P11 profil VIII, położonych w pobliżu składowiska EC Czechnica stwierdzono występowanie wód niezadawalającej jakości (klasa IV). O klasyfikacji decydowały następujące wskaźniki:

- piezometr P15 – stężenia chlorków, manganu i potasu w klasie V oraz jonu amonowego i sodu w klasie IV,
- piezometr P11 profil VIII – stężenia chlorków, sodu i potasu w klasie V.

Podobną jakość wód wykazano w piezometrze P15 także w 2018 roku. W piezometrze P11 profil VIII stwierdzono wówczas występowanie wód zadowalającej jakości (klasa III).

Wody piezometru P11 profil VII, położonego w pobliżu stawów infiltracyjnych, w dalszej odległości od byłej hałdy Huty, zaklasyfikowano do wód zadowalającej jakości (klasa III) ze względu na stężenie azotanów (26 mg/l). Stężenie potasu osiągnęło granice klasy IV. W 2018 roku wody tego piezometru zaklasyfikowano także do wód zadowalającej jakości (klasa III).

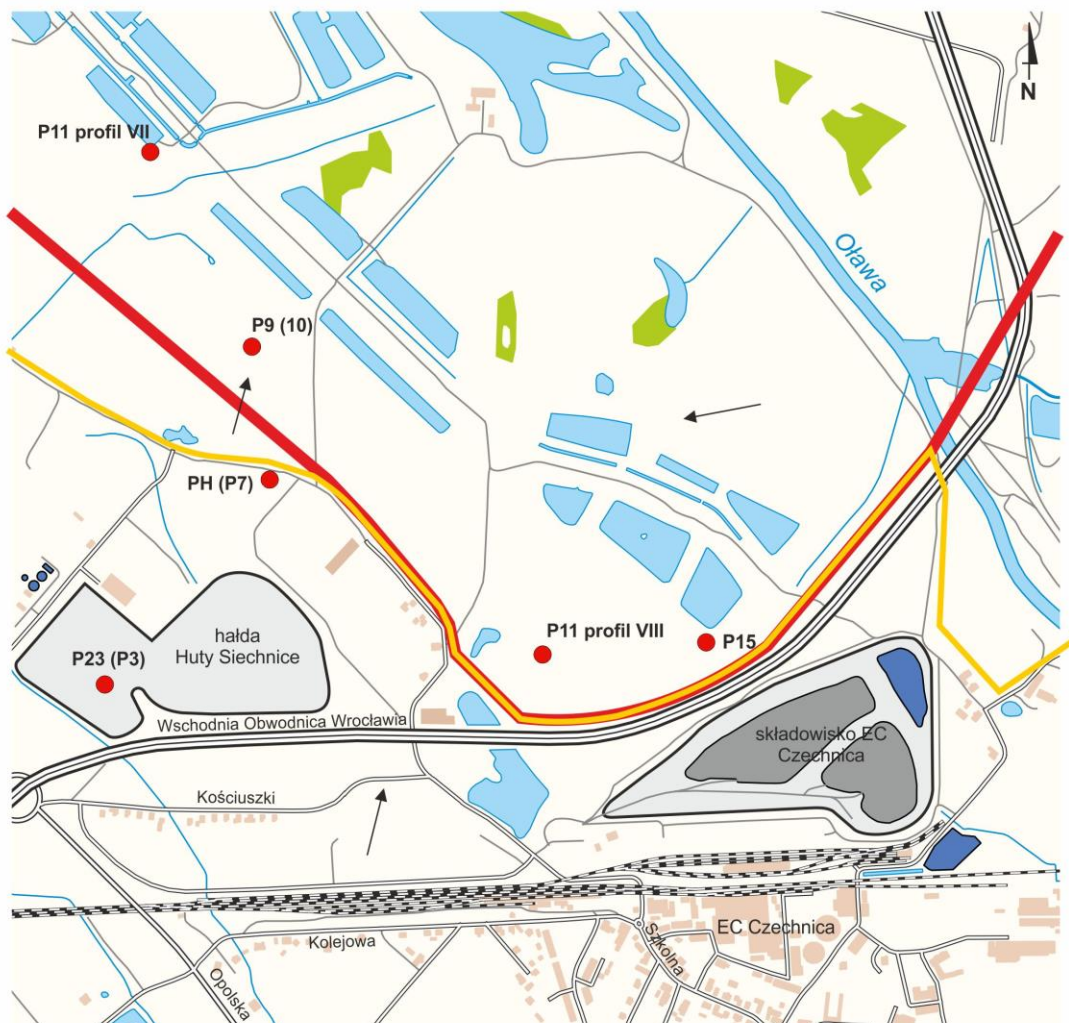
W wodach piezometru P9(10), położonego na kierunku spływu wód w pobliżu stawów infiltracyjnych stwierdzono występowanie wód zadowalającej jakości (klasa III) ze względu na stężenie azotanów (33 mg/l), azotynów i wapnia. W 2018 roku w wodach tego piezometru stwierdzono występowanie wód dobrej jakości (klasa II).

Wody piezometru PH(P7), zlokalizowanego przy hałdzie Huty Siechnice, na kierunku spływu wód w kierunku stawów infiltracyjnych, zaklasyfikowano do wód niezadawalającej jakości (klasa IV), podobnie jak w 2018 roku. Zdecydowało o tym stężenie azotanów (76 mg/l).

W wodach piezometru P23(P3), zlokalizowanego w pobliżu hałdy Huty Siechnice na terenie zakładu jej przerobu, stwierdzono występowanie wód bardzo dobrej jakości (klasa I). Badane wskaźniki osiągnęły w większości granice klasy I, a chlorki, mangan oraz wapń wykazały stężenie w granicach klasy II. W poprzednich badaniach, przeprowadzonych w 2018 roku wody tego piezometru zaliczono do klasy IV, ze względu na stężenie manganu.

Stan chemiczny wód piezometrów P15, P11_VIII, PH(P7) uznać można za słaby, a piezometrów P9(10), P11_VII, P23(P3) za dobry.

Lokalizacja punktów poboru próbek wód podziemnych na terenach wodonośnych miasta Wrocławia



Opracowanie: RWMS we Wrocławiu

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● piezometr ulica droga polna kolej zabudowa składowisko odpadów kwatera składowiskowa zagajnik zbiornik wodny osadnik ciek, rów melioracyjny rzeka | <ul style="list-style-type: none"> strefa ochrony bezpośredniej terenów wodonośnych strefa ochrony pośredniej terenów wodonośnych ← kierunek przepływu wód podziemnych |
|--|---|

5. OBIEKT SKŁADOWISKO ODPADÓW W JAROSŁAWIU (gm. Udanin, pow. Średzki)

5.1. Charakterystyka obiektu

Składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w miejscowości w m. Jarosław położone jest na działce 223/2 obręb Jarosław w gminie Udanin w wyrobisku po eksploatacji kruszywa. Właścicielem obiektu jest Gmina Udanin. Najbliższa zwarta zabudowa zlokalizowana jest w odległości około 1 km na południe od obiektu. W odległości około 1,5 m na północny wschód od kwatery składowiska płynie potok Średzka Woda oraz w odległości 2,2 km na zachód potok Cicha Woda.

Powierzchnia działki, na której jest ono zlokalizowane wynosi 0,98 ha a powierzchnia kwatery 0,6 ha. Składowisko otoczone jest gruntami ornymi. Obiekt funkcjonował w latach 1998-2009. Kwaterna składowiska posiada uszczelnienie w postaci gliny o miąższości: dno - 0,5 m; ściany boczne - 0.3 m: Brak uszczelnienia materiałem ilastym oraz uszczelnienia syntetycznego. Odpady zdeponowane w kwaterze to głównie: zmieszane odpady komunalne z zawartością frakcji biodegradowalnej, odpady z rolnictwa, odpady pochodzące z oczyszczalni ścieków. Składowisko wyposażone jest w 3 piezometry (w dniu poboru prób jeden był suchy) i studzienki odgazowujące. W 2017 roku zakończono rekultywację obiektu. Lokalnie przepływ wód podziemnych czwartorzędowego piętra wodonośnego odbywa się w kierunku północno wschodnim z dalszą zmianą kierunku przepływu w kierunku północno zachodnim, zgodnie ze spadkiem terenu oraz kierunkami przepływu wód podziemnych i powierzchniowych.

5.2. Ocena wyników badań

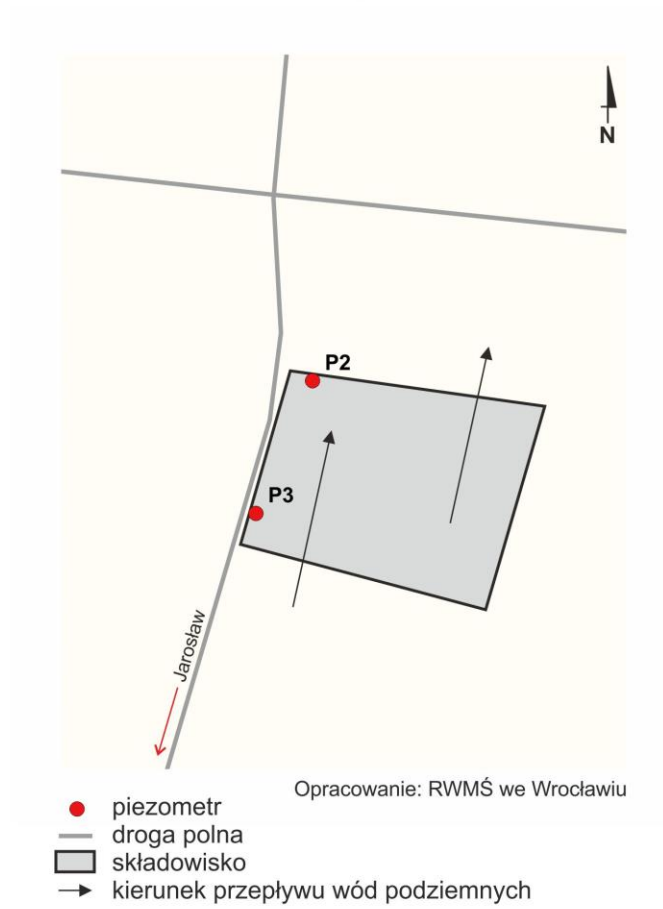
Próbki wód podziemnych pobrano z 2 piezometrów P2 i P3, zlokalizowanych na kierunku spływu wód z obiektu. Piezometr P1, położony na kierunku napływu wód był „suchy”.

Próbki wód podziemnych, pobrane w rejonie składowiska odpadów w m. Jarosław zaklasyfikowano do wód niezadawalającej jakości (klasa IV), podobnie jak podczas badań WIOŚ Wrocław w 2017 roku. O takiej klasyfikacji decydowały następujące wskaźniki:

- piezometr P3 – stężenie azotanów (88 mg/l) oraz jonu amonowego
- piezometr P2 - stężenie azotanów (100 mg/l) oraz siarczanów.

Stan chemiczny wód podziemnych, pobranych z piezometrów zlokalizowanych na kierunku spływu wód ze składowiska w m. Jarosław (P3 i P2) uznać można za słaby.

Lokalizacja punktów poboru próbek wód podziemnych wokół składowiska odpadów w Jarosławiu



6. SKŁADOWISKO ODPADÓW LEGNICA (m. Legnica)

6.1. Charakterystyka obiektu

Składowisko odpadów w Legnicy zlokalizowane jest w północnej części miasta Legnicy, bezpośrednio przy granicy z gminą Miłkowice i Kunice, pomiędzy ulicami Dobrzejowską od strony wschodniej i Rzeszotarską od strony zachodniej, na działkach nr ewid.: 11/3, nr 11/4, nr 12 – obręb Pawice oraz działkach 66/1 i nr 67/2 - obręb Rzeszotary. Od strony północnej składowisko przylega do granic miasta. Odległość składowiska od centrum miasta wynosi 4 km i około 800 m od najbliższych terenów zwartej zabudowy mieszkaniowej tj. osiedli Piątnica i Pawice na południe od składowiska i około 1 km na północ od składowiska - wsie Rzeszotary i Dobrzejów.

Zarządcą badanego obiektu jest Legnickie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o. w Legnicy. Eksploatację obiektu rozpoczęto w 1977 r. od kwatery nr I. Kwatera ta zlokalizowana została w dawnym wyrobisku po eksploatacji surowca ceramicznego i nie posiada uszczelnienia dna oraz skarp. Wykonano jedynie rów opaskowy wokół kwatery. Składowanie odpadów w kwaterze nr I zakończono w 1992 r. i została ona zrehabilitowana. W 1991 r. zostały oddawane do użytku kolejne kwatery. Obecnie eksploatowanych jest pięć kwater.

Składowisko zajmuje teren o powierzchni 27,6 ha, całkowita projektowana pojemność wynosi 2 340 tys.m³. Powierzchnia czynnych kwater to 14,12 ha. W 2019 roku na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Legnicy zdeponowano 12.951,15 Mg odpadów. Składowisko wypełnione jest w 60 %.

Zgodnie z Uchwałą Nr XXIV/617/12 Sejmiku Województwa Dolnośląskiego z 27 czerwca 2012 r. w sprawie wykonania Wojewódzkiego Planu Gospodarki Odpadami dla Województwa Dolnośląskiego 2012 z późn. zm., instalacje do przetwarzania odpadów należące do Legnickiego Przedsiębiorstwa Gospodarki Komunalnej Spółka z o.o. w Legnicy utworzyły Regionalną Instalację Przetwarzania Odpadów Komunalnych w regionie północnym województwa dolnośląskiego.

Podstawową działalnością prowadzoną w Regionalnej Instalacji Przetwarzania Odpadów Komunalnych (RIPOK) w Legnicy jest odzysk i unieszkodliwianie opadów. Do instalacji przyjmowane są zmieszane odpady komunalne i odpady z selektywnej zbiórki "u źródła ich powstawania", odpady biodegradowalne. Odpady poddawane są przetwarzaniu czyli sortowaniu, rozdrabnianiu, kompostowaniu, które stanowią procesy odzysku oraz unieszkodliwiania.

W skład Regionalnej Instalacji Przetwarzania Odpadów Komunalnych w Legnicy wchodzi:

- Instalacja do przetwarzania selektywnie zebranych odpadów zielonych i innych bioodpadów - kompostownia,

- Kabina wstępnej segregacji, układ przenośników taśmowych przystosowanych do transportu niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych oraz separator metali żelaznych,
- Sortownia odpadów surowcowych,
- Instalacja do mechanicznego przetwarzania niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych.

W ostatnich latach w legnickim zakładzie mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych przeprowadzono szereg inwestycji. W części mechanicznej zbudowano nowoczesną sortownię odpadów surowcowych (o mocy przerobowej 10,5 tys. ton/rok), jak i sortownię zmieszanych odpadów komunalnych (50 tys. ton/rok).

Na najbliższe lata LPGK zaplanowało w RIPOK-u kolejne inwestycje – m.in. rozbudowę sortowni zmieszanych odpadów komunalnych, automatyzację i robotyzację procesów doczyszczania selektywnie zebranych frakcji odpadów komunalnych, czy rozbudowę PSZOK.

Na składowisku gromadzone są odpady komunalne z terenu miasta Legnicy i okolicznych gmin. Przewiduje się jego funkcjonowanie do 2032 r.

Dla określenia wpływu składowiska odpadów w Legnicy na wody podziemne wykonano otwory obserwacyjne: P1 od strony napływu wód w rejon składowiska, oraz otwory P2 i P3 i P4 od strony spływu wód podziemnych ze składowiska. Spływ wód podziemnych odbywa się w kierunku południowo zachodnim i wschodnim.

6.2. Ocena wyników badań

Do badań pobrano próbki wód podziemnych z 3 piezometrów zlokalizowanych wokół składowiska (P1, P2 i P3).

Wody pobrane z piezometru P1, zlokalizowanego na kierunku napływu wód podziemnych na składowisko zaliczono do wód niezadawalającej jakości (klasa IV). Zdecydowały o tym wartości przewodności elektrycznej wł., stężenia siarczanów i chlorków w klasie IV oraz stężenia jonu amonowego i OWO w klasie V. Wartości pozostałych badanych wskaźników w tym piezometrze odpowiadały I klasie. W 2012 roku stwierdzono tu występowanie wód złej jakości (klasa V).

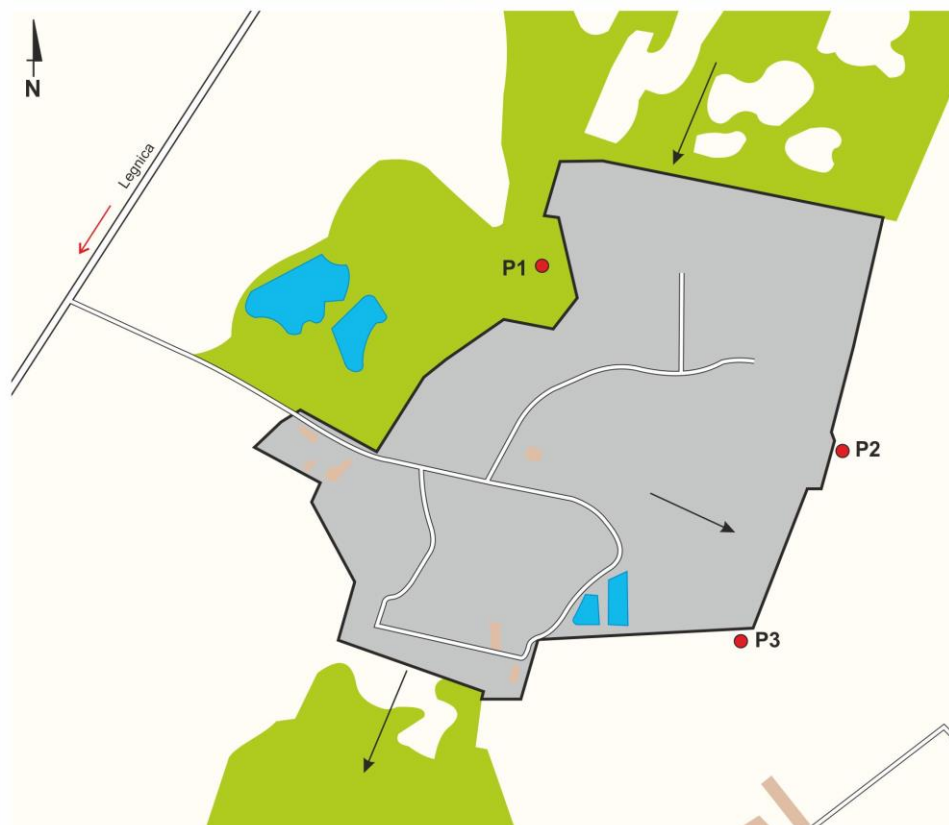
Wody pobrane z piezometrów P2 i P3 położonych na kierunku spływu wód ze składowiska charakteryzowały się zróżnicowaną jakością od wód bardzo dobrej jakości (klasa I) do wód niezadawalającej jakości (klasa IV).

Wody piezometru P2 zaklasyfikowano do wód niezadawalającej jakości (klasa IV). O takiej klasyfikacji decydowało stężenie OWO w klasie IV i siarczanów w klasie V. Pozostałe wskaźniki osiągnęły granice klas I - III. W przypadku tego piezometru nastąpiło pogorszenie jakości wody z klasy I w 2012 roku do klasy IV w 2020 roku.

W piezometrze P3 stwierdzono występowanie wód bardzo dobrej jakości (klasa I).

Stan chemiczny wód uznać można za dobry w piezometrze P3 i za słaby w piezometrach P1 i P2.

Lokalizacja punktów poboru próbek wód podziemnych wokół składowiska odpadów w Legnicy



- piezometr
- las, zagajnik
- składowisko
- zabudowa
- droga, ulica
- zbiornik wodny, zbiornik na odcieki
- kierunek przepływu wód podziemnych

Opracowanie RWMŚ we Wrocławiu

7. SKŁADOWISKO - HAŁDA SKAŁY PŁONNEJ W REJONIE SZYBU SG W JAKUBOWIE (gm. Radwanice, pow. polkowicki)

7.1. Charakterystyka obiektu

Składowisko - hałda skały płonnej, zlokalizowane jest w rejonie Szybu SG w Jakubowie, w gminie Radwanice w powiecie polkowickim na działkach o nr ewid.: 125/3, 243, 249, 250,125/9. Obiekt został zaprojektowany i wybudowany w latach siedemdziesiątych. Jest to składowisko zboczowe, dwupoziomowe o powierzchni 8,3 ha i pojemności użytkowej 860 tys.m³.

Właścicielem jak i zarządzającym obiektem jest KGHM Polska Miedź S.A. Oddział Zakłady Górnicze „Polkowice-Sierszowice” w Kaźmierzowie. Obiekt przeznaczony był do składowania głównie odpadów skalnych z górnictwa miedzi. Skała płonna, towarzysząca rudzie miedzi, wytwarzana podczas eksploatacji górniczej jest to za wyjątkiem rozdrobnienia, nie zmieniony, naturalny element litosfery, zbudowany głównie z piaskowców, dolomitów, wapieni, anhydrytów, łupków, margli i żwirów. Do roku 1998 zdeponowano tu łącznie ok. 472 tys. Mg odpadów skalnych z górnictwa miedzi.

W roku 2004 KGHM „Polska Miedź” S.A. Oddział Zakłady Górnicze „Polkowice-Sierszowice” w Kaźmierzowie wystąpiła z wnioskiem do Wojewody Dolnośląskiego o wydanie zgody na zamknięcie składowiska odpadów skały płonnej w Jakubowie, przedstawiając koncepcję technicznego sposobu zamknięcia składowiska oraz harmonogram działań związanych z jego rekultywacją. Obiekt został przeznaczony do zamknięcia decyzją Wojewody Dolnośląskiego z dnia 21 grudnia 2007 r. znak: SR.IV.6621-3/2/JB/07.

Nieczynne składowisko skały płonnej poddane zostało rekultywacji w kierunku leśnym zgodnie z harmonogramem zamieszczonym w ww. decyzji. Niekorzystne własności chemiczne i fizyczne skał budujących hałdy uniemożliwiały ich rekultywację wyłącznie metodami biologicznymi. Zastosowano więc dwuetapową, techniczno-biologiczną metodę rekultywacji. Techniczna rekultywacja obiektów polegała na uformowaniu skarpi oraz nawiezieniu warstwą utworów glebowych o miąższości około 80 cm. Po zakończeniu etapu technicznego rekultywacji przystąpiono do wprowadzenia na przygotowane obiekty roślinności czyli do rekultywacji biologicznej. Do nasadzeń stosowano najwyższej jakości sadzonki drzew i krzewów. Działania związane z rekultywacją planowano zakończyć, zgodnie z harmonogramem w IV kwartale 2020 r.

Wokół obiektu znajdują się 3 otwory obserwacyjne do badania jego oddziaływania na jakość wód podziemnych. Przepływ wód podziemnych odbywa się w kierunku południowo-zachodnim.

7.2. Ocena wyników badań

Próbki wód podziemnych pobrano z 3 piezometrów (P1, P2 i P3) zlokalizowanych wokół składowiska.

Wody w piezometrze P1, położonym na kierunku napływu wód na składowisko, określającym tło hydrogeochemiczne, zakwalifikowano do wód niezadawalającej jakości (klasa IV). O takiej klasyfikacji zdecydowało stężenie azotanów (99 mg/l). Pozostałe wskaźniki z wyjątkiem cynku (II klasa) osiągnęły granice klasy I. W poprzednich badaniach przeprowadzonych w 2013 roku odnotowano tutaj występowanie wód klasy III.

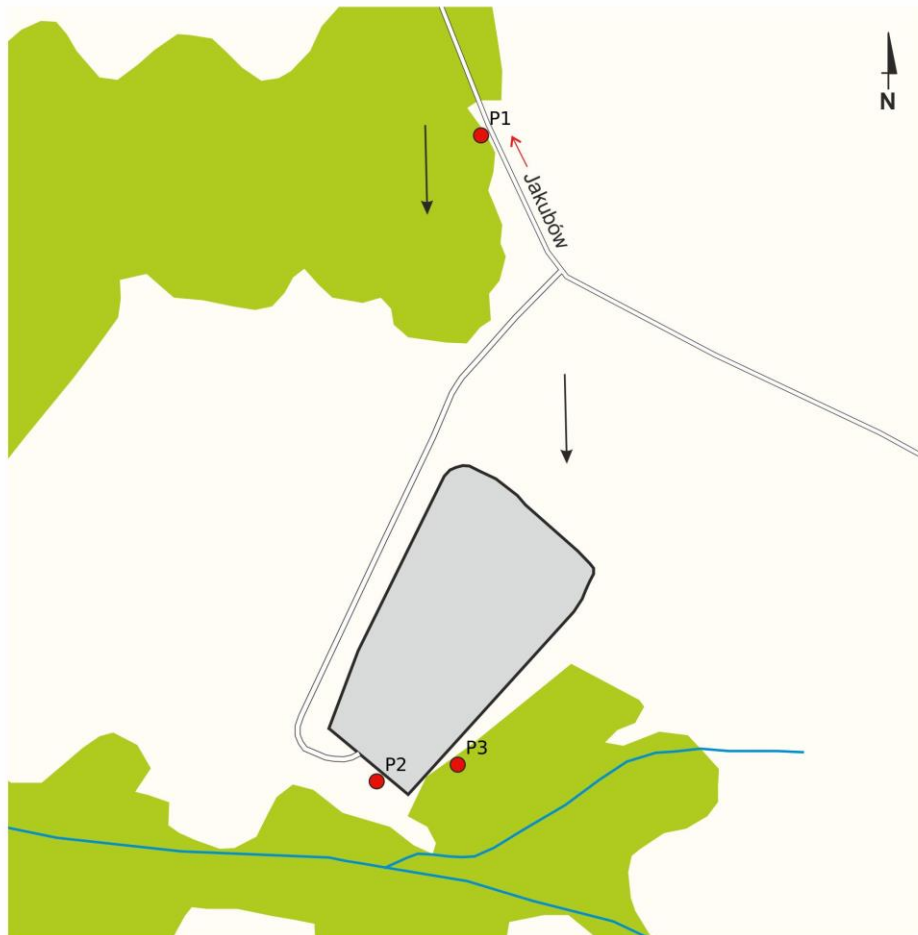
W próbkach wód pobranych w piezometrach P2 i P3, położonych na kierunku spływu wód ze składowiska, stwierdzono występowanie zróżnicowanych klas jakości wód.

W wodach piezometru P2 stwierdzono występowanie wód niezadawalającej jakości (klasa IV). Zdecydowały o tym stężenia siarczanów, chlorków oraz przewodność elektryczna wł. w klasie V. Wartości pozostałych badanych wskaźników z wyjątkiem ogólnego węgla organicznego i jonu amonowego w klasie II nie przekraczały wartości klasy I. W 2013 roku w wodach tego piezometru stwierdzono występowanie wód bardzo dobrej jakości (klasa I). Odnotowano tu znaczny wzrost wartości siarczanów, chlorków oraz przewodności elektrycznej.

W piezometrze P3 stwierdzono występowanie wód dobrej jakości (klasa II) ze względu na wartości przewodności elektrycznej, jonu amonowego, siarczanów i chlorków. Wartości pozostałych badanych wskaźników mieściły się w granicach klasy I. W 2013 roku stwierdzono tu występowanie wód klasy III.

Stan chemiczny badanych wód uznać można za dobry w piezometrze P3, a w piezometrach P1 i P2 za słaby.

Lokalizacja punktów poboru prób wód podziemnych wokół składowiska odpadów w Jakubowie



Opracowanie: RWMS we Wrocławiu

- piezometr
- kierunek przepływu wód podziemnych
- składowisko
- las, zagajnik
- == droga

8. SKŁADOWISKO ODPADÓW W ZAWISZOWIE (gm. Świdnica, pow. świdnicki)

8.1. Charakterystyka obiektu

Składowisko odpadów w Zawiszowie zlokalizowane jest we wsi Zawiszów, leżącej na północ od Świdnicy. Administracyjnie teren składowiska leży na dz. nr 31/1 i 31/2 o powierzchni 1 4,91 ha, obręb nr 0031 Zawiszów. Teren w części wschodniej graniczy z rzeką Bystrzycą i dalej z oczyszczalnią ścieków miasta Świdnica. Od południa znajdują się pola uprawne wsi Zawiszów, od północy – tereny rolnicze wsi Sulistrowice. Składowisko tworzą 3 kwatery składowe, o pow. 1,2 ha, 1,3 ha oraz 1,6 ha. Powierzchnia obiektu wynosi 90000 m², a planowana pojemność 2068900 m³. Składowisko może przyjmować do 80 000 Mg odpadów/rok. Posiada ono uszczelnienie geomembraną PEHD 2,5 mm.

Administratorem składowiska jest Przedsiębiorstwo Utylizacji Odpadów Sp. z o.o., które powstało w 1998 roku jako podmiot prawa handlowego w ramach partnerstwa publiczno-prywatnego jednej osoby prywatnej oraz Miasta Świdnica i Gminy Świdnica. Spółka zaczęła prowadzić działalność w 1999 roku, rozpoczynając budowę składowiska odpadów w Zawiszowie. Pierwszy etap budowy został ukończony 30 czerwca 2001 roku co pozwoliło, aby od 2 lipca 2001 roku rozpocząć przyjmowanie do składowania odpadów komunalnych. W kolejnych latach oddawano do użytkowania kolejne kwatery. Składowisko posiada pozwolenie zintegrowane – decyzja Nr PZ 210/2013 z dnia 29 sierpnia 2013 r. wydana przez Marszałka Województwa Dolnośląskiego. Pozwolenie jest ważne do 28 sierpnia 2023 roku.

Aby sprostać rozwojowi technologii stosowanych w gospodarowaniu odpadami od 2009 roku rozpoczęto budowę instalacji mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów. W 2010 roku została zakupiona i uruchomiona linia do sortowania odpadów komunalnych, a w roku 2011 przystąpiono do realizacji budowy biogazowni, której celem jest zagospodarowanie gazu wysypiskowego. Jako pierwszy etap została wykonana instalacja odgazowania składowiska i spalanie gazu zbieranego z terenu kwater, do czasu wybudowania biogazowni w pochodni, która od maja 2011 roku spala około 60 m³ gazu na godzinę. Kolejnym etapem rozbudowy zakładu było wprowadzenie do eksploatacji instalacji do stabilizacji tlenowej frakcji organicznej, wydzielonej ze zmieszanych odpadów komunalnych. Obiekt został przekazany do użytkowania w 2013 roku.

Ścieki technologiczne ze składowiska zbierane są w dwóch zbiornikach podziemnych i są używane w systemach zraszania. Wody opadowe odprowadzane są do zbiornika bezodpływowego. Obok składowiska działa instalacja do biologicznego przetwarzania odpadów zielonych i innych bioodpadów.

W rejonie składowiska znajduje się jeden piezometr położony na kierunku napływu wód (P1) oraz trzy piezometry położone na terenie spływu wód ze składowiska (P2, P3 i P4). Wody podziemne przepływają w kierunku rzeki Bystrzycy.

8.2. Ocena wyników badań

Wody podziemne pobrano z trzech piezometrów, zlokalizowanych wokół składowiska.

Wody piezometru P1, zlokalizowanego na kierunku napływu wód w kierunku obiektu zaklasyfikowano do wód niezadawalającej jakości (klasa IV) ze względu na stężenie chlorków w klasie V i odczyn w klasie IV. Podczas badań przeprowadzonych w 2011 roku stwierdzono tu występowanie wód zadowalającej jakości (klasa III).

W piezometrze P2, położonym na kierunku spływu wód ze składowiska wykazano występowanie wód złej jakości (klasa V). Zdecydowały o tym wartości przewodności elektrycznej wł. oraz stężenie OWO, jonu amonowego i WWA. Podobną jakość wód wykazano także w wodach tego piezometru w 2011 roku.

Wody piezometru P4, położonego na kierunku spływu wód z obiektu charakteryzowały się zadowalającą jakością (klasa III). O klasyfikacji zdecydował odczyn oraz stężenie OWO w klasie IV. W 2011 roku wody tego piezometru charakteryzowały się złą jakością (klasa V).

Stan chemiczny wód badanych piezometrach P1 i P2 uznać można za słaby, a piezometrze P4 za dobry.

Lokalizacja punktów poboru prób wód podziemnych wokół składowiska odpadów w Zawiszowie



Opracowanie: RWMŚ we Wrocławiu

- piezometr
- ← kierunek przepływu wód podziemnych
- składowisko
- zbiornik na odcieki, osadniki
- zabudowa
- las, park, zagajnik
- droga

9. SKŁADOWISKO ODPADÓW W CIECHANOWICACH (gm. Marciszów, pow. kamiennogórski)

9.1. Charakterystyka obiektu

Składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne dla gminy Marciszów zlokalizowane jest w Ciechanowicach (działki nr 390, 391), w odległości około 400 m na północ od zabudowań tej miejscowości. Składowisko zajmuje stare wyrobisko o średniej głębokości ok. 2,0 m po eksploatacji żwiru. Do obiektu przylegają grunty orne oraz łąki. Od strony północno -wschodniej, teren graniczy z wyrobiskiem nieczynnej żwirowni. Teren składowiska położony jest na lokalnym wzniesieniu będącym fragmentem wysoczyzny plejstoceniowej. Ku zachodowi teren gwałtownie obniża się przechodząc w rozległą dolinę rzeki Bóbr, która przepływa w odległości ok. 400 m od granicy składowiska. Dojazd do składowiska odbywa się drogą lokalną, stanowiącą odnogę drogi wojewódzkiej Marciszów - Kaczorów. Składowisko zostało oddane do eksploatacji 1993 roku, w roku 2004 było rozbudowywane w pionie. Składowisko zostało zaprojektowane jako obiekt składający się z 3 kwater składowych i 1 kwatery - kompostownika. Na terenie obiektu wybudowana została 1 kwatera składowa o powierzchni 0,65 ha i pojemności 35 600 m³. Po rozbudowie obiektu w roku 2004 i podwyższeniu wałów chłonność kwatery zwiększyła się do 50000 m³ odpadów luzem. Kwatera składowa obiektu jest uszczelniona (dno i skarpy) folią PCV o grubości 1,9 mm. Jest uzbrojona w drenaż odcieków ułożony w dnie, a przechwytywane odcieki gromadzone są z żelbetowym zbiorniku o pojemności czynnej wynoszącej 10,5 m³, skąd wywożone są do oczyszczalni ścieków komunalnych. Znajdujący się na terenie składowiska kompostownik, służył do kompostowania organicznych odpadów zielonych. Stanowił on zagłębioną kwaterę, uszczelnioną folią o grubości 1,5 mm, o dnie dodatkowo wyłożonym płytami chodnikowymi celem uniknięcia mechanicznych uszkodzeń folii. Do obiektów infrastruktury składowiska należały: brodzik dezynfekcyjny, barak socjalno – gospodarczy, barak magazynowy, obudowane i zadaszone boksy do gromadzenia surowców wtórnych. Składowisko było eksploatowane do końca 2009 roku. W 2014 roku zakończono jego rekultywację. Aktualnie na terenie obiektu na wydzielonym miejscu prowadzony jest Punkt Selektywnej Zbiórki Odpadów Komunalnych dla Gminy Marciszów.

9.2. Ocena wyników badań

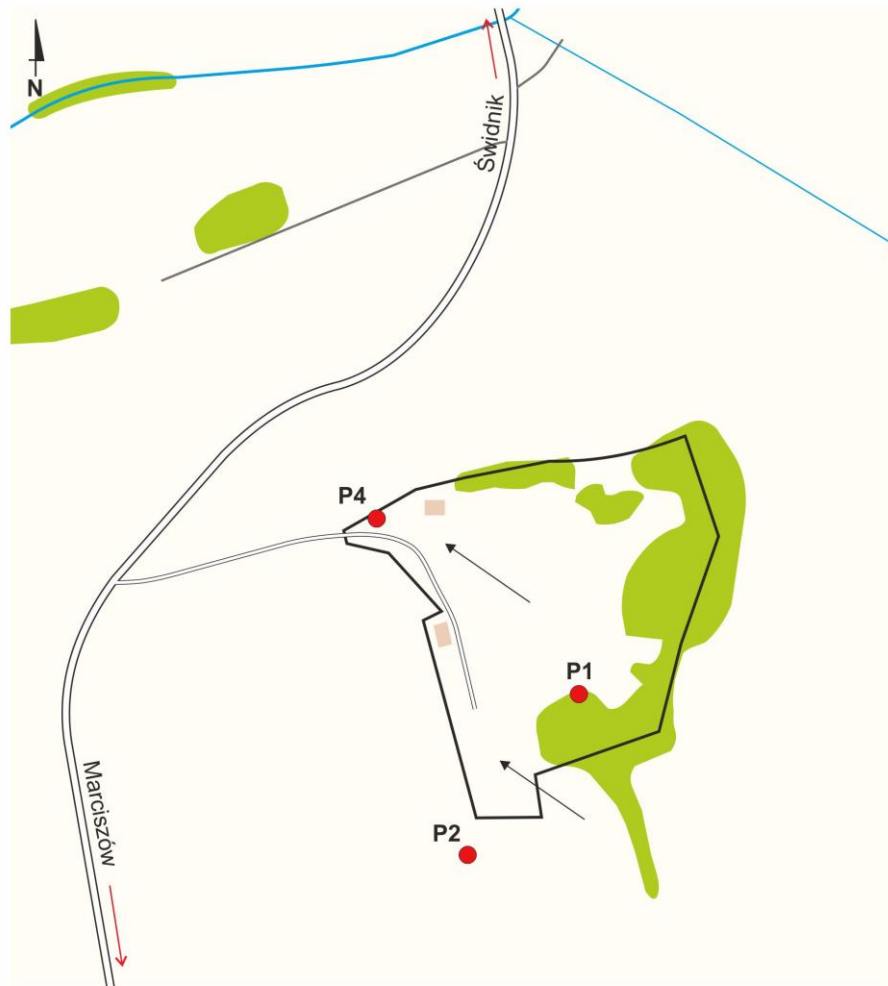
Wody podziemne pobrano z trzech piezometrów, rozmieszczonych w otoczeniu obiektu. W piezometrze P4, położonym na kierunku napływu wód na teren obiektu stwierdzono występowanie wód dobrej jakości (klasa II). Podczas badań prowadzonych w 2011 roku w wodach tego piezometru stwierdzono występowanie wód zadowalającej jakości (klas III) W piezometrach P1 i P2 położonych na kierunku spływu wód z obiektu stwierdzono występowanie zróżnicowanych klas jakości wód.

Wody piezometru P1 zaklasyfikowano do wód niezadawalającej jakości (klasa IV) ze względu na stężenie OWO i jonu amonowego. Wskaźniki te osiągnęły granice klasy V. Podczas badań prowadzonych tutaj w 2011 roku w wodach tego piezometru stwierdzono także występowanie wód niezadawalającej jakości (klasa IV).

W przypadku piezometru P2 o klasyfikacji do wód zadowalającej jakości (klasa III) zdecydowały azotany (38,1 mg/l).

Stan chemiczny wód podziemnych pobranych z piezometrów wokół składowiska w Ciechanowicach uznać można za dobry w piezometrach P4 i P2 oraz za słaby w piezometrze P1.

Lokalizacja punktów poboru próbek wód podziemnych na terenie i wokół składowiska odpadów w Ciechanowicach



- piezometr
- == droga
- droga polna
- rzeka, ciek
- zabudowa
- obszar składowiska
- kierunek przepływu wód podziemnych

Opracowanie: RWMS we Wrocławiu

10. SKŁADOWISKO ODPADÓW W SIEDŁĘCINIE (gm. Jeżów Sudecki, pow. karkonoski)

10.1. Charakterystyka obiektu

Składowisko odpadów w Siedlęcinie zostało wybudowane na potrzeby miasta Jelenia Góra i sąsiadujących gmin. Funkcjonowało w latach 1987-2007. Administratorem składowiska było Miejskie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Spółka z o.o. w Jeleniej Górze. Składowisko zlokalizowane jest poza wsią Siedlęcin na terenie wyrobiska po byłej żwirowni i piaskowni, w odległości około 7 km na północny zachód od Jeleniej Góry. Wzdłuż wschodniego skraju wyrobiska, w odległości 30 m od wjazdu na składowisko, przebiega linia kolejowa. Najbliższe zabudowania znajdują się w odległości około 250 m na wschód od składowiska. Najbliższe zabudowania mieszkalne i gospodarcze znajdują się w odległości 600 m na północ od składowiska. W odległości ok. 380 m znajduje się Jezioro Pilchowickie, do którego mają ujście dwa potoki okalające od strony południowej i północnej teren składowiska. Powierzchnia składowiska wynosi 9,4 ha. Nagromadzenie odpadów na koniec 2007 roku wyniosło 1155,6 tys. Mg. Niecka składowiska głębokości 1–4 m uszczelniona jest folią PCV grubości 1 mm.

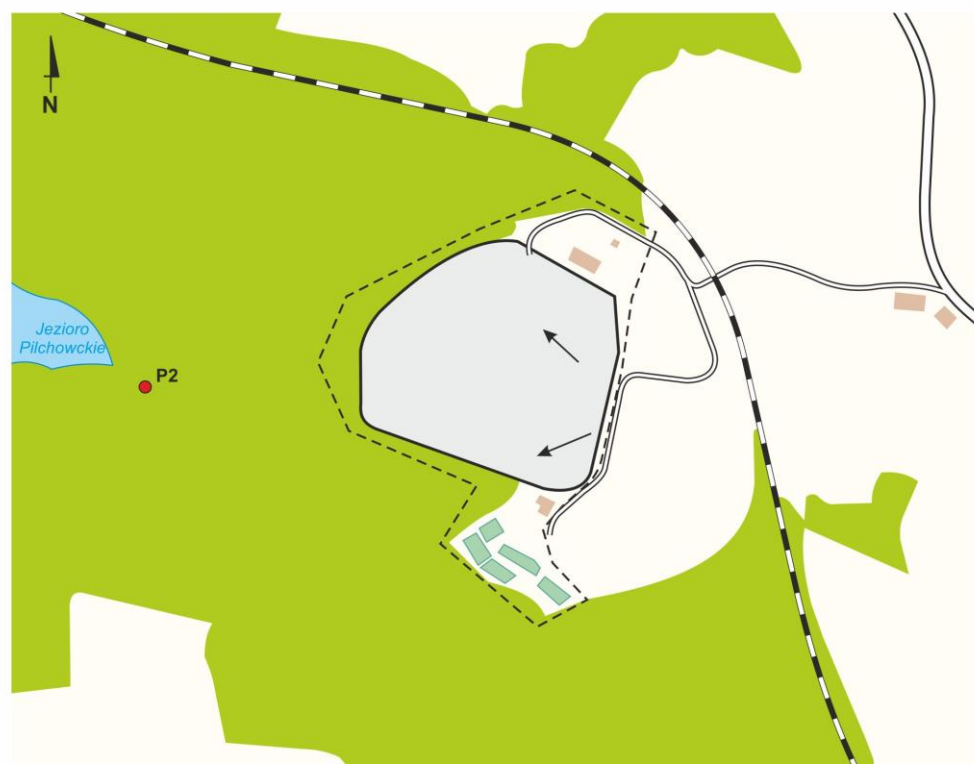
W warstwie obsypki piaskowo-żwirowej znajduje się drenaż odcieków. Część robocza obiektu otoczona jest rowem opaskowym zbierającym wody opadowe z korony składowiska. Odcieki z drenażu i wody z rowu opaskowego grawitacyjnie odprowadzane są do pięciu stawów przepływowych o powierzchni 2476 m² i pojemności 1700 m³, pełniących funkcję zbiorników bezodpływowych. Na mocy decyzji Marszałka woj. dolnośląskiego znak OŚ – 7624/12/2010 z 2010 roku wykonano rekultywację omawianego składowiska. Zakończono ją w końcu 2013 roku, formując ziemny kopiec. Wokół obiektu rozmieszczono 4 piezometry.

10.2. Ocena wyników badań

Podczas poboru prób wód podziemnych w 2020 roku udało się pobrać próbkę wody jedynie z piezometru P2, zlokalizowanego poniżej składowiska na kierunku spływu wód z obiektu.

Wodę pobraną z tego piezometru zaliczono do wód zadowalającej jakości (klasa III). O takiej klasyfikacji zdecydował odczyn w klasie IV. Pozostałe piezometry rozmieszczone przy składowisku odpadów były suche. Stan chemiczny badanej próbki wody można uznać za dobry.

Lokalizacja punktów poboru prób wód podziemnych wokół składowiska odpadów w Siedlęcinie



- piezometr
- kierunek przepływu wód podziemnych
- składowisko
- zbiornik na odcieki
- zabudowa
- las, park
- == droga
- kolej

Opracowanie: RWMŚ we Wrocławiu

IV. PODSUMOWANIE

Monitoring wód podziemnych na obszarach bezpośrednio zagrożonych zanieczyszczeniami, prowadzony w ramach PMŚ przez RWMS we Wrocławiu w 2020 roku, obejmował kontrolę jakości wód podziemnych wokół 10 obiektów, stanowiących potencjalne zagrożenie dla środowiska oraz będących bezpośrednim źródłem oddziaływania zanieczyszczeń komunalnych i przemysłowych. Badania prowadzono w 31 punktach pomiarowych.

Określono jakość badanych wód podziemnych w klasach jakości w poszczególnych punktach pomiarowych oraz oceniono ich stan chemiczny. Do oceny wyników wykorzystano bazę „Regionalny monitoring wód podziemnych województwa dolnośląskiego”.

Wody podziemne, pobrane do badań wokół wytypowanych obiektów, podobnie jak w poprzednich latach, charakteryzowały się zróżnicowaną jakością: od wód o bardzo dobrej jakości (klasa I) do wód złej jakości (klasa V).

Wskaźniki, które decydowały o klasyfikacji przy poszczególnych obiektach wymieniono w tabeli nr 2.

Jakość wód w 31 punktach pomiarowych (100%) kształtowała się następująco:

- w 2 punktach (6,45%) występowały wody I klasy - bardzo dobrej jakości,
- w 2 punktach (6,45%) występowały wody II klasy - dobrej jakości,
- w 6 punktach (19,36%) występowały wody III klasy - zadowalającej jakości,
- w 11 punktach (35,48%) występowały wody IV klasy - niezadowalającej jakości,
- w 10 punktach (32,26%) występowały wody V klasy - złej jakości.

Wyniki badań wskazują na przewagę wód słabej jakości w klasach IV i V (w 21 piezometrach, co stanowi 67,74%) nad wodami dobrej jakości w klasach I, II i III (w 10 piezometrach, co stanowiło 32,26%). Jest to podobna tendencja jak w poprzednich latach na obszarach uprzemysłowionych, narażonych na oddziaływanie punktowych źródeł zanieczyszczeń, gdzie przeważały wody słabej jakości w klasach IV i V. W 2020 roku o zaklasyfikowaniu wód do klasy IV i V wokół składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne decydowały głównie chlorki, siarczany, jon amonowy, OWO, przewodność elektryczna wł. i WWA.

Wokół obiektów, gdzie składowano odpady niebezpieczne dodatkowo o klasyfikacji decydowały fluorki, metale ciężkie (Cd, Pb, Zn), żelazo, mangan, azotany.

Występowanie wód, w których zawartość azotanów była podwyższona (powyżej 50 mg NO₃/l), stwierdzono w otoczeniu składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Jarosławiu, na terenach wodonośnych Wrocławia, wokół hałdy skały płonnej w Jakubowie.

W poniższej tabeli wskazano obiekty, gdzie stwierdzono słaby stan wód (klasa IV i V), oraz wyszczególniono wskaźniki decydujące o zaklasyfikowaniu wód do klas IV lub V.

Tabela 2. Obiekty objęte badaniami przez RWMS we Wrocławiu w ramach oceny jakości wód podziemnych na obszarach bezpośrednio zagrożonych zanieczyszczeniami w 2020 r. ze wskazaniem ilości punktów i wskaźników decydujących o słabym stanie chemicznym wód (klasa IV i V) [źródło: GIOŚ]

L.p.	Lokalizacja	Ilość ppk	Ilość ppk w klasie IV	Ilość ppk w klasie V	Wskaźniki decydujące o klasyfikacji w klasie IV lub V
1.	Składowisko P.H.U MAK- MET w Godzikowicach (gm. Oława, pow. oławski)	3		3	OWO*, jon amonowy, WWA, siarczany, chlorki, PEW**, Zn, Cd, Mn, Fe
2.	Składowisko odpadów w Strzegomianach (gm. Sobótka, pow. wrocławski)	2		1	WWA
3.	Teren SUPRA AGROCHEMIA Sp. z o.o. we Wrocławiu (m. Wrocław)	5		5	fluorki, jon amonowy, siarczany, Pb, fosforany, Mn, Fe
4.	Tereny wodonośne m. Wrocławia (gm. Siechnice, pow. wrocławski)	6	3		mangan, jon amonowy, azotany, chlorki, sól, potas
5.	Składowisko odpadów w Jarosławiu (gm. Udanin, pow. średzki)	2	2		azotany, jon amonowy, siarczany
6.	Składowisko odpadów w Legnicy (m. Legnica)	3	2		OWO, siarczany, chlorki, jon amonowy, PEW**
7.	Składowisko- hałda skały płonnej w rejonie szybu SG w Jakubowie (gm. Radwanice, pow. polkowicki)	3	2		azotany, siarczany, chlorki, PEW**
8.	Składowisko odpadów w Zawiszowie (gm. Świdnica, pow. świdnicki)	3	1	1	OWO, chlorki, jon amonowy, PEW**, odczyn, WWA
9.	Składowisko odpadów w Ciechanowicach (gm. Marciszów, pow. kamiennogórski)	3	1		jon amonowy, OWO
10.	Składowisko odpadów w Siedlęcinie (gm. Jeżów Sudecki, pow. karkonoski)	1			

*OWO – ogólny węgiel organiczny

**PEW – przewodność elektryczna wł.

Ocena stanu wód podziemnych badanych na obszarach bezpośrednio zagrożonych zanieczyszczeniami w województwie dolnośląskim w 2020 roku

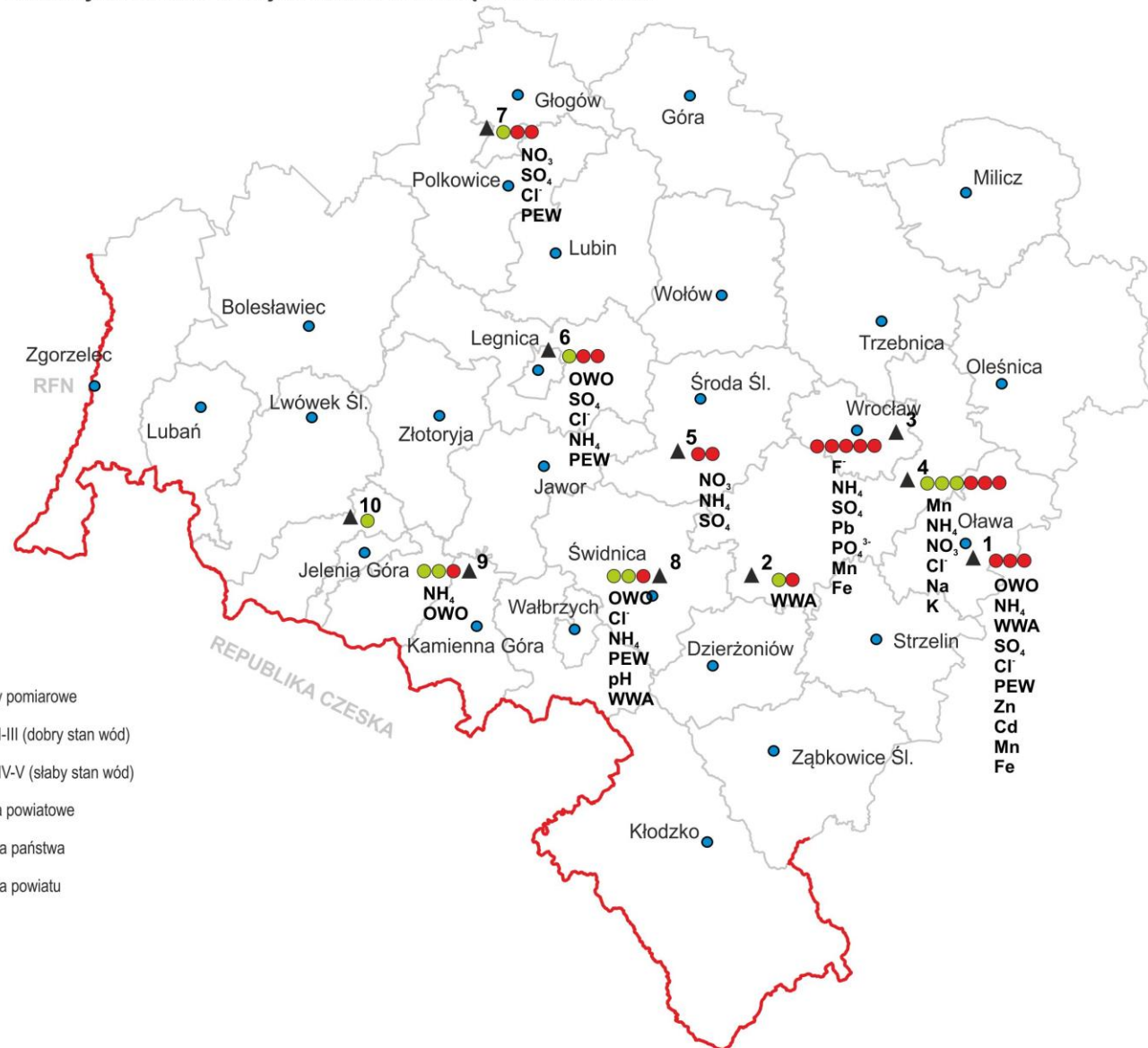
1. Składowisko MAK-MET w Godzikowicach
2. Składowisko odpadów w Strzegomianach
3. Teren SUPRA Agrochemia Sp. z o.o. we Wrocławiu
4. Tereny wodonośne m. Wrocławia
5. Składowisko odpadów w Jarosławiu
6. Składowisko odpadów w m. Legnica
7. Hałda skały płonnej zlokalizowana w rejonie Szybu SG w Jakubowie
8. Składowisko odpadów w Zawiszowie
9. Składowisko odpadów w Ciechanowicach
10. Składowisko odpadów w Siedlęcinie

Wskaźniki, które zostały przekroczone:

NO₃ - azotany
 NH₄ - jon amonowy
 Cd - kadm
 Zn - cynk
 Fe - żelazo
 Mn - mangan
 SO₄ - siarczany
 Cl⁻ - chlorki
 F - fluorki
 PO₄³⁻ - fosforany
 Na - sód
 K - potas

PEW - przewodność elektrolityczna
 OWO - ogólny węgiel organiczny
 pH - odczyn
 WWA - wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

- ▲ punkty pomiarowe
- klasa I-III (dobry stan wód)
- klasa IV-V (słaby stan wód)
- miasta powiatowe
- granica państwa
- granica powiatu



V. WNIOSKI

Przeprowadzone w 2020 roku badania wód podziemnych na terenie województwa dolnośląskiego wokół obiektów stanowiących potencjalne zagrożenie dla środowiska oraz będących bezpośrednim źródłem oddziaływania zanieczyszczeń komunalnych i przemysłowych wykazały występowanie obszarów, gdzie stwierdzono zanieczyszczenie wód podziemnych. Analiza wyników wskazała na utrzymujący się słaby stan wód podziemnych wokół badanych już w poprzednich latach, wszystkich obiektów. Pogorszenie jakości wód wystąpiło w pojedynczych piezometrach, usytuowanych wokół składowisk odpadów w m. Strzegomiany, Legnica, Zawiszów, wokół składowiska - hałda skały płonnej w Jakubowie oraz na terenach wodonośnych Wrocławia. Wokół składowiska P.H.U MAK-MET w Godzikowicach utrzymywała się nadal zła jakość wód (klasa V) we wszystkich piezometrach, a wokół składowiska w Jarosławiu stwierdzono ponownie występowanie wód niezadawalającej jakości (klasa IV).

Zgodnie z art.124, ust. 4 ustawy z dnia 14 grudnia 2012 roku o odpadach (Dz.U. 2018 r., poz. 21 z późn.zm.) obowiązek monitorowania składowisk odpadów spoczywa na zarządcy obiektu. Monitoring składowisk odpadów jest elementem monitoringu lokalnego, którego głównym zadaniem jest rozpoznanie i śledzenie wpływu stwierdzonych lub potencjalnych ognisk zanieczyszczeń na jakość wód podziemnych w celu przeciwdziałania ujemnym skutkom ich zanieczyszczeń.

Składowiska odpadów, nawet wiele lat po zakończeniu eksploatacji obiektów i wykonaniu rekultywacji terenu, stanowią potencjalne źródło zagrożenia dla wód podziemnych. Badania prowadzone w ramach PMŚ przez Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska we Wrocławiu są wykorzystywane do oceny stanu środowiska w aspekcie oddziaływających presji oraz w działalności kontrolnej WIOŚ w celu potwierdzenia prawidłowości badań wykonywanych przez inne jednostki. Pozwalają one także zidentyfikować zanieczyszczenia występujące wokół obiektów, których właściciele lub zarządcy nie prowadzą samodzielnie badań. W wielu przypadkach sieć piezometrów jest zbyt mała, aby ocenić wpływ obiektu na środowisko.

Podczas badań przeprowadzonych w 2020 roku stwierdzono uszkodzenie piezometrów, zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie przerobionej hałdy Huty Siechnice w Siechnicy, w pobliżu terenów wodonośnych Wrocławia. Brak możliwości poboru wód podziemnych z tego obszaru tworzy lukę w wieloletniej obserwacji jakości tych wód i stwarza niebezpieczeństwo braku możliwości obserwacji migracji chromu w kierunku terenów wodonośnych.

W piezometrach wokół składowisk odpadów w Strzegomianach, Jarosławiu i Siedlęcinie stwierdzono brak możliwości poboru prób ze względu na brak wody w otworach. Jest to przesłanką do oczyszczenia filtrów piezometrów lub ich pogłębienia, ewentualnie wywierceni w innym miejscu.

Obowiązujące rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów (Dz.U. 2013.523) nakłada na zarządców obiektów obowiązek oznaczenia w wodach podziemnych takich wskaźników, jak: odczyn, przewodność, ogólny węgiel organiczny (OWO), zawartość metali ciężkich (Cu, Zn, Pb, Cd, Cr⁺⁶, Hg), suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Z badań RWMS przeprowadzonych w 2020 roku wynika, iż podobnie jak w poprzednich latach o obniżeniu klasyfikacji wód w danym punkcie pomiarowym, często obok wymienionych powyżej parametrów decydują także wskaźniki dodatkowe, takie jak np. związki azotu, siarczany, fosforany, chlorki oraz żelazo i mangan, pochodzenia naturalnego lub antropogenicznego czy też inne wskaźniki specyficzne np. fluorki. Dlatego zakres badań podany w obowiązującym rozporządzeniu w sprawie składowisk odpadów powinien być rozszerzony o te wskaźniki. Dotyczy to zwłaszcza związków azotu, które nie zostały ujęte jako obowiązkowe do badania w wymienionym powyżej rozporządzeniu, a decydują często o klasyfikacji.

VI. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

- Cuprum nr 4 (65) 2012 - Odpady wydobywcze z górnictwa miedzi w Polsce - bilans, stan zagospodarowania i aspekty środowiskowe. KGHM CUPRUM sp. z o.o. – CBR, Wrocław. Izabela Kotarska,
- Dane z bazy „Karta składowiska i karta spalarni” – WIOŚ Wrocław,
- Informacje od Zarządców obiektów, udzielane w trakcie poboru prób wód podziemnych w 2020 roku,
- Materiały własne WIOŚ Wrocław (protokoły z kontroli obiektów, objętych badaniami w 2020 roku),
- Materiały, w tym dokumentacje hydrogeologiczne z wykonania otworów obserwacyjnych, tworzących sieć monitoringu wód podziemnych wokół składowiska odpadów, wykorzystane w opracowaniach WIOŚ pt.: Ocena jakości wód podziemnych na obszarach uprzemysłowionych, narażonych na oddziaływanie punktowych źródeł zanieczyszczeń w województwie dolnośląskim w latach 2007- 2019,
- Sprawozdania z monitoringu składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, nadesłane do WIOŚ w ramach ustawowych obowiązków zarządców obiektów,
- warstwy mapowe Open Street Map,
- warstwy mapowe - Mapa Hydrograficznego Podziału Polski w skali 1:10000

Strony www:

- https://pl.wikipedia.org/wiki/Tereny_wodono%C5%9Bne_Wroc%C5%82awia
- <http://www.lpgk.nazwa.pl/RIPOK>
- <https://portalkomunalny.pl/ripok-legnicy-inwestuje-technologie-332059/>
- <http://www.czasopismo.cuprum.wroc.pl/journal-articles/view/65>