

DOKUMENTACJA HYDROGEOLOGICZNA

**OKREŚLAJĄCA WARUNKI PODŁOŻA PROJEKTOWANEJ
ROZBUDOWY SKŁADOWISKA ODPADÓW POŁOŻONEGO W GŁOGOWIE
PRZY UL. KOMUNALNEJ, POPRZECZ REALIZACJĘ BUDOWY II I III ETAPU
ISTNIEJĄCEJ KWATERY SKŁADOWIANIA ODPADÓW
INNYCH NIŻ NIEBEZPIECZNE I OBOJĘTNE
(dz. nr 35/2)**

Obręb: Huta
Gmina: Miasto Głogów
Powiat: głogowski
Województwo: dolnośląskie
Zlewnia: rzeka Odry

ZLECENIODAWCA/INWESTOR:

**GPK - Głogów Sp. z o.o.
ul. Przemysłowa 7A, 67-200 Głogów**

Zespół dokumentujący :

mgr Joanna Łukasiewicz
upr. geol V-1541, VII-1372



mgr inż. Agata Kaczmarska



SPIS TREŚCI TEKSTU

1	WSTĘP	4
2	WYKAZ WYKORZYSTANYCH MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH, AKTÓW PRAWNYCH, LITERATURY	5
3	CHARAKTERYSTYKA TERENU PRAC	8
3.1	Lokalizacja	8
3.2	Opis projektowanej inwestycji	8
3.2.a	Aktualne zagospodarowanie terenu	9
3.2.b	Założenia projektowe wykonania składowiska	9
3.2.c	Rodzaj i ilość przewidzianych do składowania odpadów	11
3.2 d	Lokalizacja wykonanych prac geologicznych	14
3.3	Warunki fizycznogeograficzne i klimatyczne	14
3.4	Bilans hydrologiczny	16
3.5	Obszary chronione w rejonie inwestycji	18
4	ZAKRES WYKONANYCH PRAC GEOLOGICZNYCH	18
4.1	Prace przygotowawcze	18
4.2	Prace terenowe - wiercenia i badania gruntów	19
4.3	Zabudowa kolumny filtracyjnej i pomiary hydrogeologiczne	20
4.4	Badania geofizyczne (SGE)	21
4.5	Prace laboratoryjne	21
4.6	Magazynowanie i przechowywanie próbek geologicznych	22
4.7	Likwidacja otworów badawczych	23
4.8	Prace kameralne i dokumentacyjne	23
5	WYNIKI PRAC TERENOWYCH I BADAŃ LABORATORYJNYCH	23
5.1	Opis budowy geologicznej	23
5.2	Warunki hydrogeologiczne	25
5.3	Wodoprzepuszczalność	29
5.4	Pojemność kompleksu sorpcyjnego	32
5.5	Wydzielenie warstw hydrogeologicznych	33
5.6	Jakość wód podziemnych	34
6	PRZEWIDYWANA ILOŚĆ I JAKOŚĆ WÓD ODCIEKOWYCH	38
6.1	Prognoszowana ilość wód odciekowych	38
6.2	Prognoszowana jakość wód odciekowych	38
7	OPIS ZAGROŻEŃ DLA ŚRODOWISKA	38
7.1	Etap realizacji inwestycji	38
7.2	Etap eksploatacji	39
7.3	Etap likwidacji inwestycji	40
7.4	Sytuacje awaryjne	40
7.5	Czas i zasięg migracji potencjalnych zanieczyszczeń	40
8	OCENA ZAGROŻENIA DLA ŚRODOWISKA	41
9	MONITORING SKŁADOWISKA	42
10	WSKAZANIA DOTYCZĄCE PRAC REKULTYWACYJNYCH	43
11	WNIOSKI I ZALECENIA	43

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW TEKSTOWYCH

- A. Kserokopia decyzji zatwierdzającej projekt prac geologicznych
- B. Sprawozdanie z badań laboratoryjnych (zestawienie badań właściwości fizycznych próbek gruntu, wyniki badań składu granulometrycznego)
- C. Sprawozdanie z badań laboratoryjnych (zestawienie badań właściwości fizycznych i filtracyjnych próbek gruntu, wyniki badań filtracji)
- D. Sprawozdanie z badań laboratoryjnych wody
- E. Opracowanie wyników badań geofizycznych

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW GRAFICZNYCH

- | | |
|--|----------------|
| 1. Mapa przeglądowa w skali 1:25 000 | - zał. 1 |
| 2. Mapa dokumentacyjna w skali 1:1000 | - zał. 2.1 |
| 3. Mapa lokalnych warunków hydrogeologicznych w skali 1:1000 | - zał. 2.2 |
| 4. Mapa przepuszczalności gruntów na rzędnej 82,5 w skali 1:1000 | - zał. 2.3 |
| 5. Mapa z lokalizacją piezometrów w rejonie opracowania | - zał. 2.4 |
| 6. Mapa ewidencji cieków powierzchniowych | - zał. 2.5 |
| 7. Mapa geologiczna ark. Szlichtyngowa ark. 614 w skali 1:50 000 | - zał. 3 |
| 8. Mapa hydrogeologiczna ark. Szlichtyngowa ark. 614 w skali 1:50 000 | - zał. 4.1 |
| 9. Mapa hydrogeologiczna pierwszego poziomu wodonośnego ark. 614 | - zał. 4.2 |
| 10. Mapa Głównych Zbiorników Wód Podziemnych w Polsce | - zał. 4.3 |
| 11. Przekroje hydrogeologiczne w skali 1:200/1000 | - zał. 5.1-5.5 |
| 12. objaśnienia do przekrojów hydrogeologicznych | - zał. 5.6 |
| 13. Konstrukcje geologiczno-techniczne wykonanych otworów badawczych 1H-5H | - zał. 6.1-6.5 |
| 14. Wykresy uziarnienia gruntów | - zał. 7 |
| 15. Wykresy pompowania pomiarowego otw. nr 1H, 3H, 4H | -zał.8.1-8.3 |

1. WSTĘP

Inwestor : GPK - Głogów Sp. z o.o.

ul. Przemysłowa 7A, 67-200 Głogów

Przedmiotowa „Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne podłoża projektowanej Rozbudowy Składowiska Odpadów...” została opracowana na zlecenie firmy GPK-Głogów Sp. z o.o. z siedzibą przy ul. Przemysłowej 7A w Głogowie. Opracowanie przygotowała Pracownia Geologiczna s.c. Joanna i Robert Łukasiewicz z siedzibą w Ruszowicach przy ul. Brzaskwiniowej 7.

Niniejsza dokumentacja stanowi opis zrealizowanych robót geologicznych oraz wyników badań terenowych i laboratoryjnych wykonanych w celu udokumentowania warunków hydrogeologicznych w podłożu terenu przewidzianego pod inwestycję. Prace zostały przeprowadzone w związku z realizacją założeń opracowania pt.: „Projekt robót geologicznych dla udokumentowania warunków hydrogeologicznych podłoża projektowanej Rozbudowy Składowiska Odpadów położonego w Głogowie przy ul. Komunalnej, poprzez realizację budowy II i III etapu istniejącej kwatery składowania odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne (dz. nr 35/2)”. Projekt ten został sporządzony w grudniu 2024 r. / styczniu 2025 r. i zatwierdzony decyzją nr 35/2025 właściwego organu administracji geologicznej – tj. Marszałka Województwa Dolnośląskiego - zał. tekst. A.

Celem niniejszego opracowania jest szczegółowe rozpoznanie budowy geologicznej oraz określenie warunków hydrogeologicznych w podłożu terenu planowanej inwestycji. Dokumentacja ma na celu ocenę przydatności podłoża gruntowego dla potrzeb rozbudowy składowiska, określenie parametrów filtracyjnych warstw wodonośnych oraz ocenę jakości wód podziemnych. Wyniki tych badań stanowią niezbędną podstawę do podjęcia właściwych decyzji projektowych, zapewniających skuteczną ochronę środowiska wodno-gruntowego przed ewentualnym zanieczyszczeniem.

Zakres prac badawczych obejmował wykonanie otworów wiertniczych, z których wybrane w miejscach stwierdzenia zwierciadła wody podziemnej (otwory 1H, 3H i 4H) - zostały zabudowane kolumnami filtracyjnymi w celu umożliwienia obserwacji hydrogeologicznych i poboru próbek wody. Całość programu badawczego uzupełniono o analizę makroskopową gruntów, sondowania geoelektryczne oraz kompleksowe badania laboratoryjne próbek gruntów i wody. Tak skonstruo-

wany cykl badań pozwolił na rzetelne udokumentowanie warunków panujących w obrębie działki nr 35/2 (obręb Huta).

Sporządzona dokumentacja hydrogeologiczna została wykonana w fazie przedprojektowej. Opracowanie ma posłużyć przyjęciu stosownych rozwiązań techniczno-projektowych w zakresie realizacji II i III etapu kwatery składowania odpadów, w tym systemów uszczelnień i monitoringu.

2. WYKAZ WYKORZYSTANYCH MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH, AKTÓW PRAWNYCH, LITERATURY

A. Materiały archiwalne i kartograficzne

Podstawę informacyjną dla oceny budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych stanowiły następujące opracowania:

- *Dokumentacja Geologiczno-Inżynierska określająca warunki podłoża projektowanej rozbudowy Składowiska Odpadów położonego w Głogowie przy ul. Komunalnej, poprzez realizację budowy I i III etapu istniejącej kwatery składowania odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne (dz. nr 35/2) - wyk. Pracownia Geologiczna s.c. Joanna i Robert Łukasiewicz, wrzesień 2025 r.*
- *Dokumentacja Hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w podłożu projektowanych kwater składowiska - wyk. PWG Geosonda, kwiecień 2011 r.*
- *Dokumentacja Geologiczno-Inżynierska dla terenu przewidzianego pod budowę Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów - wyk. PWG Geosonda, kwiecień 2011 r.*
- *Dokumentacja wstępnych badań technicznych podłoża gruntowego w obszarze wysypiska odpadów komunalnych i przemysłowych Żukowice-Biechów - wyk. Przedsiębiorstwo Geologiczne z Wrocławia, 1987 r.*

B. Mapy i zasoby cyfrowe:

- Mapa sytuacyjno-wysokościowa (skala 1:1000) oraz Mapa topograficzna (ark. 442.13, skala 1:25 000) z PZGiK.
- Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski oraz Mapy Hydrogeologiczne Polski (ark. 614 - Szlichtyngowa, skala 1:50 000) wraz z objaśnieniami.
- Mapa Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) oraz Mapa geośrodowiskowa Polski (ark. 614).
- Materiały pozyskane z:
 - *geoportal.gov.pl*,

- geoportal.dolnyslask.pl
- geologia.pgi.gov.pl,
- gdos.gov.pl,
- isok.gov.pl,
- imgw.pl.

C. Podstawa prawna i normy badawcze:

Projektowanie i realizację prac geologicznych oparto na aktualnych przepisach prawa oraz normach technicznych:

Opracowanie sporządzono zgodnie z aktualnymi przepisami prawa:

- Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. - Prawo geologiczne i górnicze (t.j. tekst jednolity - Dz.U. z 2026r poz. 69).
- Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. - Prawo wodne (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1087 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. z 2016 r. poz. 2033).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów (Dz. U. z 2013 r. poz. 523).
- Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 1587 z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 54 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. z 2019 r. poz. 2150).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód (Dz.U. 2004 nr 32 poz. 284).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2019 poz. 1839)
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 29 sierpnia 2023 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 2023 poz. 1724)

D. Normy i metodyki badawcze:

Prace terenowe i pobieranie próbek:

- PN-EN ISO 22475-1:2006 - Rozpoznanie i badania geotechniczne. Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych - Część 1: Techniczne zasady wykonania.
- PN-EN ISO 5667-3:2018-08 - Jakość wody. Pobieranie próbek. Część 3: Utrwalanie i postępowanie z próbkami wody

- PN-86/B-02480 - Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów
- PN-81/G-02100 - Studnie wiercone. Zasady projektowania i wykonywania (zastosowana przy konstrukcji i obsypce filtrów piezometrycznych).

Badania laboratoryjne i analizy makroskopowe:

- PN-EN ISO 14688-1:2018-05 - Rozpoznanie i badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis.
- PN-B-04481:1988 - Grunty budowlane. Badania próbek gruntu
- PN-EN ISO 17892-4:2017-01 - Badania laboratoryjne gruntów. Część 4: Oznaczanie składu granulometrycznego (metoda sitowa i areometryczna wykonana przez laboratorium).
- PN-EN ISO 17892-11:2019-05 - Badania laboratoryjne gruntów. Część 11: Badania filtracji (oznaczenie współczynnika filtracji w edometrze).
- PN-EN ISO 17993:2005 - Jakość wody. Oznaczanie 15 wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) metodą HPLC (zastosowana w analizie fizykochemicznej wody).

Badania geofizyczne i metody obliczeniowe:

- Metodyka Sondowań Geoelektrycznych (SGE) - Wykonanie i interpretacja sondowań oporowych w układzie Schlumbergera.
- Wzory empiryczne (Hazena, Seelheima, USBSC) - Wykorzystane do analitycznego wyznaczenia współczynnika filtracji k na podstawie uziarnienia gruntów.

E. Literatura fachowa:

- Pazdro Z., Kozerski B., „Hydrogeologia ogólna”, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1990 r.
- Richling A., Solon J., Macias A., Balon J., Borzykowski J., Kistowski M. „Regionalna geografia fizyczna Polski” Poznań 2021 r.
- Macioszczyk A. (red.), „Podstawy hydrogeologii stosowanej”, Warszawa 2011 r.
- Haładus A., Kulma R., „Dynamika wód podziemnych”, Kraków 2012 r.
- Turek S., „Poradnik hydrogeologa”, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1971 r.
- Malinowski J., „Zasoby i ochrona wód podziemnych”, Wrocław 1993 r.
- Kleczkowski A. S., Rózkowski A. (red.), „Słownik hydrogeologiczny”, PIG, Warszawa 2002 r.
- Herbich P. (red.), „Metodyka określania zasobów eksploatacyjnych ujęć zwykłych wód podziemnych - poradnik metodyczny”, Warszawa 2004 r.
- Dąbrowski S., Przybyłek J., „Metodyka próbnych pompowań w dokumentowaniu zasobów wód podziemnych. Poradnik metodyczny”, Warszawa 2005 r.
- Okołowicz W. „Regionalizacja klimatyczna Polski”

- Instrukcje i poradniki metodyczne PIG-PIB w zakresie dokumentowania i monitoringu wód podziemnych w rejonie składowisk odpadów oraz IMGW-PIB - dla potwierdzenia stanów wody i temperatur.

3. CHARAKTERYSTYKA TERENU PRAC

3.1. Lokalizacja

Teren objęty pracami dokumentacyjnymi znajduje się w zachodniej części miasta Głogowa, w obrębie jednostki ewidencyjnej 0016 Huta (dawniej Biechów), przy ulicy Komunalnej. Pod względem administracyjnym obszar ten przynależy do gminy miejskiej Głogów, powiatu głogowskiego w województwie dolnośląskim. Prace badawcze skoncentrowano na działce o numerze geodezyjnym 35/2, stanowiącej własność Inwestora - spółki GPK-Głogów Sp. z o.o.

Przedmiotowa nieruchomość, o powierzchni wynoszącej blisko 12 ha (11,93 ha), charakteryzuje się nieregularnym kształtem zbliżonym do trójkąta. Obszar projektowanej rozbudowy składowiska (II i III etap) został wyznaczony w jej północno-zachodniej części. Dojazd do terenu badań realizowany jest od strony drogi wojewódzkiej nr 292 poprzez ulice Strefową oraz Komunalną.

Lokalizację wykonanych robót geologicznych w odniesieniu do siedziby gminy przedstawia *Mapa przeglądowa* w skali 1:25 000 - zał. 1. Lokalizację składowiska z uwzględnieniem obszaru wykonanych prac geologicznych i archiwalnych otworów obserwacyjnych przedstawia *Mapa dokumentacyjna* w skali 1:1000 - zał. 2.1

Tabela 1 Współrzędne wykonanych otworów badawczych w państwowym układzie współrzędnych „2000” południk osiowy 15°:

Nr otworu obserwacyjnego	X	Y
1H	5727169.6	5570328.3
2H	5727200.6	5570480.9
3H	5727086.5	5570490.1
4H	5726922.1	5570501.5
5H	5727060.2	5570585.3

3.2 Opis projektowanej inwestycji

Przedmiotem zamierzenia inwestycyjnego jest strategiczna rozbudowa regionalnej instalacji do unieszkodliwiania odpadów poprzez realizację II i III etapu budowy składowiska odpadów

innych niż niebezpieczne i obojętne. Celem niniejszego opracowania jest precyzyjne określenie parametrów hydrogeologicznych podłoża, co w połączeniu z wykonaną wcześniej dokumentacją geologiczno-inżynierską, stanowi fundament dla zapewnienia pełnego bezpieczeństwa środowiskowego obiektu.

3.2.a Aktualne zagospodarowanie terenu

Teren charakteryzuje się krajobrazem antropogenicznym, przekształconym w wyniku dotychczasowej eksploatacji składowiska.

Współczesny sposób użytkowania działki nr 35/2 jest ściśle zdeterminowany jej funkcją przemysłową oraz bezpośrednim sąsiedztwem z istniejącym składowiskiem odpadów. Teren ten jest częściowo przekształcony i zagospodarowany pod infrastrukturę techniczną, w tym drogi technologiczne oraz place manewrowe obsługujące kwaterę nr I.

Północno-zachodnia część działki, przewidziana pod nowe niecki składowe, stanowi obecnie obszar nieużytków. Istotnym elementem zagospodarowania tego fragmentu terenu są zgromadzone w jego centralnej części znaczne masy ziemne. Materiał ten pochodzi z prac makroniwelacyjnych przeprowadzonych w trakcie realizacji I etapu inwestycji i został zdeponowany czasowo w celu jego ponownego wykorzystania przy formowaniu obwałowań i skarp projektowanych kwater II i III etapu. Wschodnie obrzeża działki pozostają niezagospodarowane i są porośnięte przez naturalną roślinność. Teren od strony zachodniej jest ograniczony wyraźną barierą antropogeniczną w postaci wysokiego obwałowania zewnętrznego sąsiedniego składowiska przemysłowego.

3.2.b Założenia projektowe wykonania składowiska

Projektowana rozbudowa zakłada wdrożenie wielostopniowego systemu zabezpieczeń przeciwfiltracyjnych. Wykorzystana zostanie naturalna bariera geologiczna, którą tworzą kompleksy gruntów spoistych (gliny, iły) o wysokich parametrach szczelności. System ten zostanie wzmocniony uszczelnieniem syntetycznym (geomembrana PEHD).

Wskazane rozwiązania mają charakter przedprojektowy. Wyniki niniejszych badań, uzupełnione o szczegółowe parametry mechaniczne i fizyczne gruntów stanowią wiążące wytyczne dla sporządzenia docelowego projektu budowlanego. Pozwolą one na optymalizację lokalizacji kwater oraz precyzyjne dobranie rzędnych posadowienia niecek tak, aby zachować wymagany przepisami bezpieczny odstęp od zwierciadła wód podziemnych. Całość inwestycji musi bezwzględnie spełniać rygorystyczne standardy określone w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów* (Dz.U. 2013 poz. 523).

Zgodnie z założeniami projektowymi zagospodarowanie terenu rozbudowy składowiska wraz z robotami budowanymi zaplanowano następująco:

- Wykonanie wykopów pod nieckę kwatery;
- Wykonanie obwałowania kwatery;
- Ukształtowanie dna kwatery;
- Uszczelnienie dna oraz skarp kwatery 0,5m warstwą sztucznej bariery geologicznej o wsp. filtracji $k \leq 1,0 \times 10^{-9}$ m/s;
- Uszczelnienie dna oraz skarp kwatery folią PEHD
- Ułożenie na dnie oraz skarpach kwatery geowłókniny ochronnej folię PEHD
- Wykonanie szczelnego połączenia istniejącej kwatery składowania odpadów z nowoprojektowaną kwaterą (połączenie folii PEHD, sztucznej bariery geologicznej)
- Ułożenie na dnie oraz skarpach 0,5m warstwy drenażowo-ochronnej o wsp. filtracji k większej niż 1×10^{-4} m/s
- Ułożenie w dnie kwatery rurociągów odbierających odcieki składowiskowe;
- Wykonanie 0,5m obsypki żwirowej drenażu 8/16 i 16/32 mm o wsp. filtracji k większej niż 1×10^{-4} m/s
- Wykonanie studni rewizyjnych drenażu odcieków;
- Wykonanie głównego zbieracza odcieków;
- Wykonanie przepompowni odcieków wraz z infrastrukturą towarzyszącą;
- Wykonanie nowego, żelbetowego zbiornika na odcieki kwatery wraz z niezbędną infrastrukturą towarzyszącą;
- Wykonanie drogi wjazdowej do kwatery (nasypy, mur oporowy);
- Wykonanie drogi p.poż. wokół kwatery nawiązującej do istniejącego układu p.poż.
- Wykonanie pomieszczenia z zestawem hydroforowym – sieć p.poż.
- Wykonanie sieci pożarowej z hydrantami (wokół istniejącej oraz nowej niecki kwatery)
- Wykonanie studni odgazowujących kwaterę
- Wykonanie zasilania elektrycznego niezbędnej infrastruktury technicznej;
- Wykonanie oświetlenia terenu;
- Wykonanie systemu monitoringu wizyjnego obszaru kwatery wraz z infrastrukturą towarzyszącą
- Likwidacja istniejącego oświetlenia terenu, przebiegającego na linii demarkacyjnej nowej i

istniejącej niecki kwatery. Wykorzystanie zdemontowanych elementów w ramach tworzenia nowego systemu oświetlenia/monitoringu wizyjnego.

- Wykonanie systemu monitoringu wód podziemnych (piezometry)
- Wykonanie ogrodzenia terenu
- Wykonanie pasa zieleni
- Wykonanie szczelnego placu dedykowanego pod przyszłą rozbudowę Zakładu
- Przeniesienie istniejącej stacji paliw
- Wykonanie ewentualnego drenażu podfoliowego (fakultatywnie).

3.2.c Rodzaj i ilość przewidzianych do składowania odpadów

Instalacja przewidziana jest do przyjmowania odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne (m.in. z grup 17, 19 i 20) w ilościach wynikających z regionalnych potrzeb gospodarki odpadami, tj. ok. 25 000 Mg rocznie. Dobór zabezpieczeń jest ściśle skorelowany z prognozowanym składem morfologicznym odpadów.

Składowisko zlokalizowane jest w Głogowie przy ulicy Komunalnej 3, na działce ewidencyjnej nr 35/2, obręb nr 0016 Huta, gmina Głogów, powiat głogowski, województwo dolnośląskie. Działalność obejmuje przyjmowanie, ważenie i kontrolę odpadów; unieszkodliwianie poprzez składowanie w kwaterze nr I; oraz wykorzystanie wybranych odpadów do tworzenia warstw izolacyjnych, budowy skarp, obwałowań, okrywy rekultywacyjnej oraz tymczasowych dróg dojazdowych.

Kluczowe parametry techniczne składowiska wynosić będą:

- **Powierzchnia całego składowiska (mierzona po obrysie skarp wewnętrznych do środka grobli eksploatacyjnej):** ok. 56 790 m²
- **Maksymalna rzędna składowania odpadów:** 120,0 m n.p.m.
- **Pojemność geometryczna składowiska:** do 936 000 m³
- **System uszczelnienia:**
 - warstwa gruntu o miąższości 0,5 m, i współczynnika filtracji $k \leq 1,0 \times 10^{-9}$ m/s
 - folia PEHD o minimalnej grubości 2 mm gładka na dnie i obustronnie fakturowana na skarpach
 - geowłóknina
 - warstwa drenażowo-ochronna o miąższości min. 0,5 m z kruszywa o współczynnika filtracji $k > 10^{-4}$ m/s.

Charakterystyka Odpadów Przeznaczonych do Unieszkodliwiania (Proces D5)

Składowanie odpadów innych niż niebezpieczne odbywa się w kwaterze nr I w sposób nieselektywny, co oznacza, że odpady z grupy 20 (podgrupy 19 05 i 19 12) są składowane razem z odpadami z grupy 17. Wszystkie przyjmowane odpady muszą spełniać kryteria dopuszczenia do składowania.

Tabela 2: Odpady przewidywane do unieszkodliwiania w procesie D5 w kwaterze nr I

Lp.	Kod odpadów	Rodzaj odpadów	Ilość odpadów [Mg/rok]
1.	17 02 02	Szkło	200
2.	17 05 06	Urobek z pogłębiania inny niż wymieniony w 17 05 05	700
3.	17 06 04	Materiały izolacyjne inne niż wymienione w 17 06 01 i 17 06 03	300
4.	19 05 01	Nieprzekompostowane frakcje odpadów komunalnych i podobnych	5 00
5.	19 05 03	Kompost nieodpowiadający wymaganiom (nienadający się do wykorzystania)	5 000
6.	19 05 99	Inne niewymienione odpady	7 275
7.	19 12 12	Inne odpady (w tym zmieszane substancje i przedmioty) z mechanicznej obróbki odpadów inne niż wymienione w 19 12 11	11 000
8.	20 03 06	Odpady ze studzienek kanalizacyjnych	25

Technologia składowania obejmuje usypywanie warstw o miąższości 0,2-0,5 m, zagęszczanych kompaktorem. Po osiągnięciu łącznej miąższości około 2 m, warstwy są przykrywane 0,2 m warstwą izolacyjną, której udział nie przekracza 15%.

Charakterystyka Odpadów Przeznaczonych do Odzysku (Procesy R3 i R5)

Wybrane rodzaje odpadów są wykorzystywane w procesach odzysku (R3 i R5) do celów inżynierskich na terenie składowiska.

Tabela 3: Odpady przeznaczone do odzysku w procesie R3 i R5 na terenie kwatery nr I

Lp.	Kod odpadów	Rodzaj odpadów	Ilość odpadów [Mg/rok]
I.	Odpady przeznaczone do wykonania warstwy izolacyjnej (proces odzysku R5)		
1.	17 01 01	Odpady betonu oraz gruz betonowy z rozbiórek i remontów	2 694
2.	17 01 02	Gruz ceglany	2 694
3.	17 01 03	Odpady innych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia	2 694
4.	17 01 07	Zmieszane odpady z betonu, gruzu ceglanego, odpadowych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia inne niż wymienione w 17 01 06	2 694
5.	17 05 04	Gleba i ziemia, w tym kamienie, inne niż wymienione w 17 05 03	2 694
6.	20 02 02	Gleba i ziemia, w tym kamienie	2 694
II.	Odpady przeznaczone do budowy tymczasowych dróg dojazdowych (proces odzysku R5)		
1.	17 01 01	Odpady betonu oraz gruz betonowy z rozbiórek i remontów	54
2.	17 01 02	Gruz ceglany	54
3.	17 01 03	Odpady innych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia	54
4.	17 01 07	Zmieszane odpady z betonu, gruzu ceglanego, odpadowych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia inne niż wymienione w 17 01 06	54
5.	17 05 04	Gleba i ziemia, w tym kamienie, inne niż wymienione w 17 05 03	54
6.	20 02 02	Gleba i ziemia, w tym kamienie	54
III.	Odpady przeznaczone do budowy skarp, w tym obwałowań, i kształtowania korony składowiska (proces odzysku R5)		
1.	17 01 01	Odpady betonu oraz gruz betonowy z rozbiórek i remontów	6 400
2.	17 01 02	Gruz ceglany	6 400
3.	17 01 03	Odpady innych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia	6 400
4.	17 01 07	Zmieszane odpady z betonu, gruzu ceglanego, odpadowych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia inne niż wymienione w 17 01 06	6 400
5.	ex 17 01 81	Elementy betonowe i kruszywa niezawierające asfaltu	6 400
6.	17 05 08	Tłuczeń torowy (kruszywo) inny niż wymieniony w 17 05 07	6 400
7.	19 12 09	Minerały (np. piasek, kamienie)	6 400
IV.	Odpady przeznaczone do wykonywania bieżącej okrywy rekultywacyjnej		
IV.1.	Proces odzysku R3		
1.	19 05 03	Kompost nieodpowiadający wymaganiom (nienadający się do wykorzystania)	3 584,81
IV.2.	Proces odzysku R5		
1.	17 05 04	Gleba i ziemia, w tym kamienie, inne niż wymienione w 17 05 03	3 584,81
2.	20 02 02	Gleba i ziemia, w tym kamienie	3 584,81

Odpady te są wykorzystywane do tworzenia warstw izolacyjnych (grubość 0,2 m, udział do 15%), budowy tymczasowych dróg dojazdowych (szerokość do 4 m, grubość do 30 cm), budowy skarp i obwałowań (warstwa do 25 cm) oraz bieżącej okrywy rekultywacyjnej (grubość około 30 cm, całkowita do 1 m dla nasadzeń niskich lub 2 m dla drzewiastych). Odpady przeznaczone do odzysku nie są magazynowane przed wykorzystaniem.

3.2.d Lokalizacja wykonanych prac geologicznych

W celu weryfikacji budowy podłoża wykonano 5 otworów badawczych (1H-5H). Rozmieszczenie punktów badawczych nawiązuje do siatki wierceń wykonanych na potrzeby Dokumentacji Geologiczno-Inżynierskiej, co pozwoliło na stworzenie spójnego modelu budowy geologicznej. Otwory 1H, 3H oraz 4H zostały zabudowane filtracyjnie. Rozpoznanie wiertnicze zostało zweryfikowane poprzez sondowania geoelektryczne (SGE), co umożliwiło ciągłe odwzorowanie stropu warstw nieprzepuszczalnych identyfikowanych jako iły neogeńskie i gliny zwarte.

3.3 Warunki fizycznogeograficzne i klimatyczne

Fizjografia i Geomorfologia

Obszar wykonanych robót geologicznych położony jest na granicy mezoregionu Wzgórza Dalkowskie (318.42) oraz Pradoliny Głogowskiej (318.32). Teren prac znajduje się w strefie krańdowej spiętrzonej moreny czołowej zlodowacenia środkowopolskiego, która opada ku dolinie Odry. Jak wykazano w Dokumentacji Geologiczno-Inżynierskiej (2025 r.), podłoże charakteryzuje się silnymi zaburzeniami glacictektonicznymi, obejmującymi zarówno osady plejstocénskie, jak i neogeńskie iły oraz gliny zwarte.

Warunki klimatyczne

Region należy do śląsko-wielkopolskiego regionu klimatycznego, cechującego się najdłuższym w Polsce latem (ok. 100 dni).

- Temperatura: Średnia roczna temperatura powietrza wzrosła w ostatnich dekadach i wynosi obecnie ok. 9,5°C (anomalie w latach 2024-2025 sięgały nawet 11°C). Najcieplejszym miesiącem jest lipiec (śr. +19°C), najzimniejszym styczeń (śr. -0,5°C).
- Opady
Charakterystyczne dla ostatnich lat są wydłużone okresy suszy hydrologicznej przerywane gwałtownymi opadami nawałnymi.

- **Średnia roczna wieloletnia wielkość opadów** dla stacji Głogów (251160080) wynosi ok. 533 mm*
- **Roczna wielkość najwyższego opadu** z okresu ostatnich 30 lat dla stacji Głogów została stwierdzona w 1993 roku i wynosi 689 mm*. Miesiącem z największą sumą opadów z 30 lat był lipiec 1996 r – 192,6 mm.
- Średnie roczne parowanie wskaźnikowe osiąga wartość ok. 490 mm.
- Wiatry: Dominują kierunki zachodnie (W) i północno-zachodnie (NW). Średnia prędkość wiatru wynosi 2,9 m/s.

* Wielkości określone dla przedziału czasowego 1987-2016, dostępnego na stronie *imgw.pl*. Wyniki z lat 2017- dla stacji Głogów i innych sąsiednich na ww. stronie nie są dostępne.

Warunki hydrologiczne i ochrona przeciwpowodziowa. Inwentaryzacja cieków powierzchniowych.

Omawiany obszar leży w zlewni rzeki Odry. Teren składowiska (dz. 35/2) jest pozbawiony cieków powierzchniowych. Od strony południowo-zachodniej, po sąsiedniej działce nr 35/1 przebiega rów (suchy w trakcie wykonywania robót terenowych). W odległości ok. 90 m na południe od południowego naroża przedmiotowej działki nr 35/2 przebiega rów R-4 odprowadzający wody w uogólnionym kierunku północnym. W odległości ok. 230 m na wschód od granicy dokumentowanej działki znajduje się rów R-3 odprowadzający wody w kierunku wschodnim (*geoportal.dolnyslask.pl*). Na załączniku nr 2.5 – *Mapie cieków powierzchniowych* przedstawiono wszystkie zinwentaryzowane w terenie cieki powierzchniowe.

Charakterystyka stanów wody Odry (wodowskaz Głogów):

- Stan ostrzegawczy: 400 cm / Stan alarmowy: 450 cm.
- Maksimum historyczne: 712 cm (1997r.).
- Ostatnie wezbranie ekstremalne: 690 cm (wrzesień 2024r.).

Pomimo tak wysokich stanów wód w ostatnich latach, lokalizacja projektowanej rozbudowy (etap II i III) znajduje się całkowicie poza zasięgiem stref zalewowych Q1% oraz Q0,2% wyznaczonych na aktualnych Mapach Zagrożenia Powodziowego. Teren składowiska leży na wyniesieniu morfologicznym powyżej krawędzi erozyjnej doliny, co gwarantuje pełne bezpieczeństwo przed zalaniem.

3.4 Bilans hydrologiczny

Na wzrost ilości wody w składowanych odpadach wpływ mają opad atmosferyczny i woda zawarta w odpadach. Na zmniejszenie ilości wody składają się: parowanie terenowe, wchłanianie i czasowa retencja w masie odpadów oraz odcieki. Na zmniejszenie ilości odcieków wpływa uszczelnienie dna i skarp, system drenażu i wysoka zawartość frakcji drobnej o dużej pojemności sorpcyjnej.

a) Przypuszczalna ilość wody zawartej w przewidzianych do składowania odpadach

Dane:

- całkowita masa odpadów: 1 123 200 Mg

Tabela 4: Rodzaj odpadów, ich procentowy udział i ilość wody zawartej

Skład morfologiczny	Udział [%]	Masa odpadów [Mg]	Przyjęta wilgotność frakcji [%]	Woda [Mg]
tworzywa sztuczne	0,4	4493	2	90
szkło	10,7	120 182	1	1202
metale	4,3	48 298	1	483
frakcja <10 mm	84,6	950 227	25	237 557
SUMA	100	1 123 200	-	239 330

Przypuszczalna ilość wody zawartej w odpadach wynosić będzie: **239 330 Mg (m³)**

b) Przypuszczalna ilość wody, która może być wchłonięta przez składowane odpady

Dane:

- średnia gęstość odpadów po zagęszczeniu: 1,4 Mg/ m³
- objętość odpadów: 1 123 200 Mg x 1,4 Mg/ m³ = 802 286 m³
- porowatość odpadów: 30%
- efektywna retencja odpadów: 60% objętości porów

Obliczenia:

$$802\,286\text{ m}^3 \times 0,30 \times 0,60 = 144\,411\text{ m}^3$$

Przez masę składowanych odpadów zostanie wchłonięte do 144 411 m³ wody.

c) Parowanie terenowe

Dane:

- średnia roczna suma opadów: 533 mm/rok
- powierzchnia kwatery: 56 790,4 m²
- współczynnik parowania (dla czynnej kwatery – odsłonięte odpady): 50% opadu

Obliczenia:

- objętość opadu:

$$0,533 \text{ m/rok} \times 56\,790,4 \text{ m}^2 = 30\,269 \text{ m}^3/\text{rok}$$

- parowanie:

$$30\,269 \text{ m}^3 \times 0,50 = 15\,135 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Parowanie terenowe z powierzchni składowiska wynosi 15 135 m³/rok

d) Bilans hydrologiczny składowiska

Dopływy:

- objętość opadu atmosferycznego: 30 269 m³/rok
- woda zawarta w odpadach: 239 330 Mg (m³)

Odpływy i retencja:

- parowanie terenowe: 15 135 m³/rok
- wchłanianie i czasowa retencja: do 144 411 m³ wody
- odcieki (ilość będzie ograniczona przez uszczelnienie dna i skarp, zastosowanie drenażu, wysoką zawartość frakcji drobnej o dużej pojemności sorpcyjnej)

Uproszczony bilans roczny wód opadowych:

$$30\,269 \text{ m}^3/\text{rok} - 15\,135 \text{ m}^3/\text{rok} = 15\,134 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Analiza otrzymanych wyników bilansu hydrologicznego składowiska odpadów wskazuje na znaczną zdolność retencyjną masy odpadów. Wynika to z dominującego udziału frakcji poniżej 10 mm, która ma znaczną zdolność retencyjną. Odpady stabilizowane oraz drobne frakcje po mechaniczno-biologicznym przetwarzaniu cechują się wysoką porowatością, zdolnością czasowego ma-

gazynowania wody w strukturze wewnętrznej oraz ograniczoną przepuszczalnością w porównaniu do odpadów niesegregowanych.

Roczna ilość wód opadowych infiltrujących powierzchnię składowiska jest w znacznej części zredukowana przez parowanie terenowe, pozostała ilość wody ulega czasowemu zatrzymaniu w masie odpadów, nie prowadzi do przekroczenia chłonności i pojemności retencyjnej składowiska.

3.5 Obszary chronione w rejonie inwestycji

Teren badań znajduje się poza granicami wielkopowierzchniowych form ochrony przyrody. W odległości ok. 100 m w kierunku północnym znajdują się Łęgi Głogowskie – użytki ekologiczne. Łęgi Odrzańskie zlokalizowane są w odległości 5 km w kierunku wschodnim. Jest to obszar Natura 2000: obszar siedliskowy i ptasi. Obszar siedliskowy Kozioróg w Czernej oddalony jest o ok. 7,2 km w kierunku północno-zachodnim. Jest to obszar siedliskowy Natura 2000. Prawie 8 km w kierunku zachodnim wydzielono Obszar Chronionego Krajobrazu –Wzgórza Dalkowskie. Kluczowym uwarunkowaniem jest lokalizacja przedmiotowej inwestycji w obrębie Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 303 - Pradolina Głogowska. W związku z tym, niniejsza dokumentacja kładzie szczególny nacisk na udowodnienie ciągłości i miąższości utworów nieprzepuszczalnych, stanowiących naturalny ekran chroniący zasoby GZWP przed potencjalną migracją zanieczyszczeń. W pobliżu projektowanej rozbudowy składowiska znajdują się ujęcia wód podziemnych:

- ujęcie Serby ok. 5,5-6 km w kierunku północno-wschodnim (położone na drugim brzegu Odry),
- ujęcie Nielubia ok. 3,5 km w kierunku południowo-zachodnim
- ujęcie Kromolin ok. 9,5-10 km na zachód

Ze względu na znaczne odległości oraz kierunki przepływu wód podziemnych, planowane przedsięwzięcie nie stwarza zagrożenia dla ww. ujęć wód podziemnych.

4. ZAKRES WYKONANYCH PRAC GEOLOGICZNYCH

4.1 Prace przygotowawcze

Zgodnie z założeniami projektu, etap wstępny objął analizę materiałów archiwalnych oraz wizję lokalną. Dokonano geodezyjnego wyznaczenia 5 punktów badawczych w nawiązaniu do państwowej osnowy geodezyjnej (Układ 2000, Strefa V). Prace przygotowawcze pozwoliły na weryfikację dostępności terenu dla zestawu wiertniczego, ze szczególnym uwzględnieniem morfologii antropogenicznych mas ziemnych oraz istniejącej infrastruktury składowiska.

4.2 Prace terenowe - wiercenia i badania gruntów

Zrealizowano pełny zakres prac wiertniczych, obejmujący wykonanie 5 otworów badawczych (1H-5H). Wiercenia prowadzono systemem mechaniczno-obrotowym z pełnym rdzeniowaniem gruntów rodzimych, przy użyciu płuczki polimerowej (biodegradowalnej).

Zasadnicze roboty wiertnicze zostały wykonane przez wyspecjalizowaną firmę zewnętrzną Eko-Living Adriana Kolasa z siedzibą przy ul. Jana Piltza 37/29 w Krakowie pod stałym nadzorem geologicznym autorów opracowania.

- **Metraż:** Łączny metraż wierceń wyniósł 137,0 mb (przy projektowanym maksymalnym metrażu 140,0 mb), przy głębokościach otworów od 18,0 m do 38,0 m (zgodnie z Tabelą nr 2).
- **Profilowanie:** Podczas wierceń prowadzono bieżący opis litologiczny, barwy i domieszek zgodnie z normami PN-B-04481 oraz PN-EN ISO 14688-1 i 2.
- **Rdzeniowanie:** Próbkę rdzeniowaną gromadzono w skrzynkach geologicznych, zapewniając możliwość weryfikacji profilu na etapie dokumentowania.

Tabela nr 5. Zestawienie głębokości wykonanych otworów badawczych oraz rzędnych terenu

Nr otworu	Głębokość otworu wykonana	Głębokość otworu projektowana	Rzędna powierzchni terenu przy otworze
	[m p.p.t]	[m p.p.t]	[m n.p.m]
1H	29,0	32,0	88,01
2H	20,0	20,0	86,73
3H	32,0	32,0	92,04
4H	38,0	38,0	90,13
5H	18,0	18,0	88,05

Z rdzeni wiertniczych pobrano próbki gruntów o nienaruszonej strukturze (NNS) za pomocą próbników cienkościennych oraz próbki o naruszonej strukturze do badań laboratoryjnych (granulometria, parametry fizykochemiczne).

Analizy makroskopowe: Wykonane zgodnie z normą PN-EN ISO 14688-1, pozwoliły na wstępne wydzielenie warstw izolacyjnych (iłów i glin) oraz przepuszczalnych (piasków, pospółek i żwirów).

4.3 Zabudowa kolumny filtracyjnej i pomiary hydrogeologiczne

Zgodnie z założeniami projektu, otwory, w których stwierdzono występowanie wody podziemnej, zostały zabudowane kolumnami filtracyjnymi:

- Otwory nr 1H, 3H, 4H zostały zabudowane kolumnami filtracyjnymi z rur PVC (DN 80). Konstrukcja otworów (zgodnie z załącznikami 6.1, 6.3, 6.4) objęła rury nadfiltrowe, część czynną (filtr szczelinowy dobrany do granulacji warstwy) oraz rurę podfiltrową
 - **Pompowania pomiarowe:** W każdym otworze przeprowadzono 6-godzinne pompowanie pomiarowe na jednym stopniu dynamicznym (wydajność 1,4-3,7 m³/h). Pompowanie przeprowadzono za pomocą pompy głębinowej firmy Omnigena. Wydajność z jaką przeprowadzano pompowanie mierzono za pomocą wodomierza przepływowego. Pomiar zwierciadła wody prowadzono z użyciem elektronicznej świstawki hydrogeologicznej. Pompowanie prowadzono do momentu ustabilizowania się depresji, nie krócej jednak niż 6 godzin. Pomiary zwierciadła wody prowadzono do osiągnięcia stanu wody sprzed pompowania. Częstotliwość pomiarów prowadzono zgodnie z zaleceniami „*Metodyki próbnych pompowań w dokumentowaniu zasobów wód podziemnych*”. Wyniki pomiarów i obserwacji notowano w dziennikach próbnych pompowań. W sposób graficzny wyniki pompowania przedstawiono na Wykresach pompowania – załącznik nr 8.1-8.3.
 - **Obserwacje zwierciadła wody:** Dokonano pomiarów głębokości do zwierciadła wody z dokładnością do 1 cm, odnosząc je do ustalonych geodezyjnie rzędnych terenu.
- Otwory (suche, bez warstw przepuszczalnych) nr 2H, 5H zabudowano kolumnami rur pełnych PVC (DN 80), bez denka:
 - **Badania współczynników filtracji metodą zalewania otworów.** W każdym otworze na dwóch głębokościach przeprowadzono pomiary zmian (opadania) zwierciadła wody w czasie. Badania trwały od 0,2 do 65 godzin.
 - **Obserwacje zwierciadła wody** Obserwacje głębokości zalegania zwierciadła wody w otworach prowadzono za pomocą elektronicznej świstawki hydrogeologicznej z dokładnością do 1 cm.

Po wykonaniu pomiarów i pobraniu próbek zostały zlikwidowane urobkiem z zachowaniem rygorów izolacji warstw.

Tabela nr 6. Dane techniczne konstrukcji otworów badawczych i wyniki pomiarów hydrogeologicznych

Nr otworu	Głębokość otworu	Średnica rur / filtra	Interwał zafiltrowania	Rura podfiltrowa	Zwierciadło ustabilizowane wody
	[m]	[mm]	[m p.p.t.]	[m]	[m p.p.t.]
1H	29,0	80	16,0-22,0	7,0	7,4
3H	32,0	80	19,5-27,5	4,5	10,4
4H	38	80	14,0-18,0	20,0	7,6

4.4 Badania geofizyczne (SGE)

Zgodnie z założeniami projektowymi, zrealizowano program badań geofizycznych obejmujący 15 sondowań geoelektrycznych-elektrooporowych (SGE) metodą Schlumbergera do głębokości 50 m p.p.t. Sondowania na liniach ciągów wykonano w odstępach 70 m w symetrycznym układzie Schlumbergera. Krzywe pomiarowe sondowań rejestrowano do rozstawów linii prądowych AB 250 m. Uzyskano więc penetrację głębokościową do ok. 50 m p.p.t. Wysoka efektywność metody SGE wynika z różnic wartości oporów elektrycznych: wysokie wartości warstw piaszczysto-żwirowych (potencjalnych kolektorów wodonośnych) i znacznie niższych wartości oporów elektrycznych nieprzepuszczalnych glin i iłów. Uzyskane wyniki sondowań SGE w połączeniu z wynikami wierceń (profilami otworów) pozwoliły na przedstawienie rezultatów w postaci krzywych pomiarowych oraz przekrojów izooków. Przekroje geoelektryczne przedstawiają w sposób graficzny:

- Przestrzenne odwzorowanie kolektorów piaszczysto-żwirowych oraz nieprzepuszczalnych glin i iłów.
- Określenie ciągłości naturalnej bariery geologicznej.
- Prognozowanie potencjalnych kierunków migracji zanieczyszczeń.

Szczegółowe informacje i opracowanie wyników badań geofizycznych zawarte są w załączniku tekstowym nr E.

4.5 Prace laboratoryjne

Pobrany materiał badawczy (grunty i woda) poddano kompleksowym analizom w akredytowanych laboratoriach (GEOTEKO, DM Laboratorium Analiz Środowiskowych) oraz uzupełniając w laboratorium własnym (rozkład uziarnienia - analizy sitowe). Zakres badań został dobrany tak, aby w pełni scharakteryzować właściwości izolacyjne i transportowe podłoża.

Zakres i metodyka badań były następujące:

Badania właściwości fizycznych gruntów:

- Analiza makroskopowa: Wykonana dla 20 próbek (8+12) zgodnie z normą PN-EN ISO 14688-1:2018-05.
- Badania uziarnienia: Przeprowadzono 5 analiz sitowych oraz 7 analiz areometrycznych według normy PN-EN ISO 17892-4:2017-01. Na tej podstawie, zgodnie z normą PN-86/B-02480, oznaczono zawartość frakcji i sklasyfikowano rodzaje gruntów.
- Badania pojemności sorpcyjnej (MBC): Dla 8 próbek wyznaczono pojemność sorpcyjną MBC oraz powierzchnię właściwą gruntu S_t przy użyciu metody sorpcji błękitu metylenowego (zgodnie z normą PN-88/B-04481). Badania te, mimo że poza zakresem akredytacji, stanowią kluczowy dowód na zdolność bariery do unieruchamiania zanieczyszczeń.

Badania właściwości filtracyjnych:

Metoda edometryczna: Wykonano 5 badań filtracji w edometrze (poza zakresem akredytacji). Dla każdej z tych prób oznaczono gęstość początkową objętościową zgodnie z normą PN-EN ISO 17892-2:2015-02.

Metody empiryczne: Dla gruntów niespoistych współczynnik filtracji (k) obliczono na podstawie krzywych uziarnienia, stosując wzory Hazena, Seelheima oraz USBSC („amerykański”), uwzględniając zakresy ich stosowalności w zależności od średnic zastępczych (d_{10}, d_{20}, d_{50}).

Analizy chemiczne wody:

Z otworów 1H, 3H i 4H pobrano próbki wody podziemnej i poddano je analizie fizykochemicznej w laboratorium DM. Zakres objął parametry tła: pH, PEW, OWO, ChZT, chlorki, siarczany, metale ciężkie (Pb, Zn, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni) oraz sumę WWA.

4.6 Magazynowanie i przechowywanie próbek geologicznych

Zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej, pobrane w trakcie wierceń próbki zostały zabezpieczone i podlegają zasadom czasowego przechowywania:

Próbki rdzeniowane (gruntów): Materiał pozyskany w trakcie wierceń otworów 1H-5H jest gromadzony w opisanych skrzynkach geologicznych. Próbki te są przechowywane w sposób chroniący je przed nadmiernym wysychaniem oraz wpływem czynników atmosferycznych.

Próbki laboratoryjne: Pozostałości materiału po wykonanych analizach w laboratoriach GEOTEKO i DM są zarchiwizowane przez podmiot wykonujący badania do czasu zakończenia procedur dokumentacyjnych.

Termin przechowywania: Zgodnie z Prawem Geologicznym i Górniczym, likwidacja próbek może nastąpić najwcześniej po zatwierdzeniu niniejszej „Dokumentacji hydrogeologicznej...” przez Marszałka Województwa Dolnośląskiego. Do tego czasu materiał pozostaje do dyspozycji organu administracji geologicznej.

4.7 Likwidacja otworów badawczych

Po zakończeniu wszystkich pomiarów i poborze prób, otwory zostały zlikwidowane. Proces ten, w przypadku otworów nr 1H, 3H i 4H, objął demontaż kolumn filtracyjnych oraz wypełnienie przestrzeni otworu mleczkiem cementowo-bentonitowym, co zapewniło trwałą izolację horyzontów wodonośnych. Otwory nr 2H i 5H zostały zlikwidowane urobkiem z zachowaniem następstwa geologicznego warstw. Teren po zakończeniu prac został doprowadzony do stanu użyteczności pierwotnej.

4.8 Prace kameralne i dokumentacyjne

Wyniki badań polowych, geofizycznych i laboratoryjnych zostały poddane korelacji, na podstawie której opracowano model hydrogeologiczny oraz sporządzono przekroje hydrogeologiczne. Dokumentacja stanowi podstawę do oceny warunków hydrogeologicznych w rejonie projektowanej rozbudowy składowiska (etap II i III).

Kończącą interpretację warunków hydrogeologicznych przeprowadzono w kontekście wymogów Rozporządzenia Ministra Środowiska z 2013 r.

5. WYNIKI PRAC TERENOWYCH I BADAŃ LABORATORYJNYCH

5.1 Opis budowy geologicznej

Pod względem geologicznym przedmiotowy teren położony jest w obrębie Monokliny Przed-sudeckiej. W jednostce tej na metamorficznym podłożu starszego paleozoiku zalega niezgodnie seria utworów permo-mezozoicznych, a następnie pokrywa złożona z utworów kenozoicznych. Starsze podłoże paleozoiczne jest tu słabo rozpoznane. Najstarsze, rozpoznane w tym rejonie utwory to piaskowce czerwonego spągowca oraz łowce, anhydryty, sole kamienne i dolomity cechsztynu. Na utworach cechsztynu zalega kompleks utworów triasowych, reprezentowanych przez pia-

skowce, mułowce, wapienie, dolomity, margle i gipsy. W okresie jury, kredy i starszego paleogenu omawiany obszar podlegał denudacji, co zaznacza się luką sedymentacyjną.

Z uwagi na charakter opracowania szczegółowo omówione zostają jedynie stropowe partie neogenu i czwartorzędu.

Budowa geologiczna podłoża projektowanej rozbudowy składowiska została ustalona w oparciu o korelację danych wiertniczych, profilowań geoelektrycznych oraz analizę przekrojów. Wyniki przeprowadzonych prac wiertniczych oraz korelacja z badaniami geofizycznymi jednoznacznie wskazują na skomplikowaną budowę geologiczną. Cechuje się ona strukturą przewalania się utworów neogénskich i czwartorzędowych, co jest bezpośrednim efektem intensywnych procesów glacyotektonicznych. W profilach otworów zaobserwowano wtórne, naprzemianległe zaleganie pakietów iłów i glin oraz niespoistych osadów wodnolodowcowych, co skutkuje brakiem ciągłości pionowej poszczególnych kompleksów litologicznych.

W profilu litostratygraficznym wydzielono następujące jednostki:

Utwory antropogeniczne (Holocen) Reprezentowane są przez nasypy niekontrolowane oraz warstwę gleby.

Utwory czwartorzędowe (Plejstocen) Czwartorzęd wykształcony jest w postaci osadów wodnolodowcowych (piaski, żwiry, pospółki) oraz lodowcowych (gliny, piaski gliniaste), których miąższość jest ściśle powiązana z erozyjnym zróżnicowaniem stropu utworów starszych:

Osady niespoiste: stanowią główny element profilu w otworach położonych w zachodniej części dokumentowanego terenu tj. 1H (żwiry, piaski grube, pospółki do 24,4 m p.p.t.) oraz 4H (piaski grube oraz pospółki do 18,4 m p.p.t.). Mięszszy kompleks piaszczysty nawiercono również w otworze 3H w interwale 12,0-27,5 m p.p.t., co wskazuje na obecność głębokiej rynny erozyjnej wypełnionej osadami o wysokiej przepuszczalności.

Osady spoiste (gliny, piaski gliniaste): reprezentowane są przez gliny pylaste i piaszczyste, z kamieniami oraz piaski gliniaste. W rejonach, gdzie erozja usunęła ily neogénskie, to osady te przejmują funkcję izolacyjną. W otworze 4H gliny piaszczyste zalegają od głębokości 18,4 m aż do 38,0 m p.p.t., a w otworze 2H od 0,3 m do 12,0 m.

Utwory neogénskie (Miocen) Występowanie iłów neogénskich i glin zwartych jest silnie zaburzone glacyotektonicznie, co potwierdzają profile otworów oraz przekroje geoelektryczne.

W północno-wschodniej części obszaru (otwory 3H, 5H) stwierdzono naprzemianległe zaleganie iłów i piasków. W otworze 5H ily występują od głębokości 0,6 m, są jednak rozdzielone wkładkami gliniastymi.

Interpretacja sondowań wykazuje w rejonach występowania iłów wyraźne obniżenie oporów właściwych do poziomu poniżej 20 Ω m. Pozwala to na wyznaczenie ciągłości bariery izolacyjnej w rejonach, gdzie strop neogenu ulega obniżeniu. Część południowo-zachodnia terenu charakteryzuje się dużymi wartościami izoomów w warstwie przypowierzchniowej. Strop osadów nieprzepuszczalnych zalega tu na głębokości 20-30 m p.p.t. (lokalnie być może głębiej).

5.2 Warunki hydrogeologiczne

Obszar objęty robotami geologicznymi położony jest w podregionie Wielkopolsko-Śląskim (XIII 3), w którym główny użytkowy poziom wodonośny występuje w utworach czwartorzędu i niekiedy neogenu.

Piętro neogenu tworzy typ zbiornika o charakterze subartezyjskim, izolowanym od powierzchni terenu. Kompleks ilasty przeławicony jest osadami piaszczystymi tworząc wielowarstwowy system wodonośny o złożonych warunkach hydrogeologicznych. W rejonie Wzgórz Dalkowskich warstwy neogenu uległy zaburzeniom glacitektonicznym. Warstwy piaszczyste zostały porozrywane i często są odcięte od obszarów zasilania. Niemniej jednak w obrębie neogenu wyróżnić można dwa poziomy wodonośne: mioceni i oligoceni.

Według *Mapy hydrogeologicznej Polski* w skali 1: 50 000, ark. Szlichtyngowa teren badań położony jest w obrębie jednostki hydrogeologicznej 1aQII/Tr (zał. 4.1). Zgodnie z Mapą występowania pierwszego poziomu wodonośnego (zał. 4.2), rzędna występowania I poziomu wodonośnego dla zwierciadła swobodnego powinna wahać się w tym rejonie od 75,0mnpm do 85,0mnpm, a główne czwartorzędowe piętro wodonośne występować najczęściej na głębokości około 5,0-10,0m p.p.t.

Projektowana inwestycja znajduje się w sąsiedztwie Głównego Zbiornika Wód Podziemnych w Polsce (GZWP) tj. w strefie krawędziowej zbiornika nr 302 Pradolina Barycz-Głogów (W) (zał. 4.3). Zbiornik ten posiada znaczenie użytkowe w kontekście zaopatrzenia w wodę miasta Głogowa (ujęcie wody Serby). Teren projektowanej rozbudowy składowiska nie znajduje się w obrębie ustanowionych stref ochronnych ujęć wód podziemnych. Najbliższe ujęcia wód podziemnych to: Nielubia i Kromolin oraz po drugiej stronie Odry: Serby, Chociemyśl i Kotla.

Przedmiotowa inwestycja położona jest natomiast w obrębie jednolitej części wód podziemnych JCWPd nr 78. Charakterystyka tej jednostki przedstawia się następująco:

JCWPd: 78

Kod jednolitej części wód podziemnych JCWPd: GW600078

Numer (nazwa) Jednolitej części wód podziemnych JCWPd: 78

Powierzchnia [km²]: 1729,43

Region wodny – region wodny Środkowej Odry

Dorzecze: – obszar dorzecza Odry

Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej – RZGW we Wrocławiu

Ocena stanu ilościowego – dobry

Ocena stanu chemicznego – dobry

Ogólna ocena stanu JCWPd – dobry

Ocena ryzyka nieosiągnięcia celu środowiskowego – zagrożona chemicznie.

W oparciu o wyniki przeprowadzonych wierceń, pomiarów poziomów wód oraz analizę materiałów archiwalnych, określono warunki hydrogeologiczne w rejonie projektowanej rozbudowy składowiska.

Na badanym obszarze zidentyfikowano jeden główny użytkowy poziom wodonośny związany z czwartorzędowymi osadami wodnolodowcowymi (piaski, żwiry, pospółki). Warunki występowania wód są ściśle powiązane z opisaną wcześniej strukturą „przewalania się” utworów neogen-skich i czwartorzędowych, co skutkuje dwojakim charakterem zwierciadła wody:

1. **Zwierciadło o charakterze swobodnym:** Występuje w rejonach, gdzie utwory przepuszczalne kontaktują się bezpośrednio z powierzchnią, a przykryte są jedynie cienką warstwą nasy-pów/gleby.
 - W otworze 1H zwierciadło swobodne ustalono na głębokości 7,4 mppt (rzędna 80,61 m n.p.m.).
 - W otworze 3H zwierciadło swobodne stwierdzono na głębokości 5,00 m p.p.t. (rzęd-na 87,04 m n.p.m.). Jest to woda zawieszona, utrzymująca się w okresach zwiększo-nych opadów atmosferycznych. Wykonanie wykopów pod projektowaną niekę składowiska spowoduje usunięcie w całości warstwy piaszczystej, będącej kolekto-rem wody dla tego zwierciadła. A więc zwierciadło wody zawieszanej nie będzie występowało po wykonaniu wykopu pod przedmiotową kwaterę.
 - W otworze 4H zwierciadło swobodne występuje na głębokości 7,60 m p.p.t. (rzędna 82,53 m n.p.m.).

2. **Zwierciadło o charakterze napiętym:** Związane jest z występowaniem warstw piaszczystych odizolowanych od góry utworami spoistymi (iłami lub glinami).

- Zwierciadło napięte udokumentowano w otworze 3H. Woda została nawiercona pod pakietem ilów na głębokości 12,00 m p.p.t., po czym ustabilizowała się na głębokości 10,40 m p.p.t. (rzędna 81,64 m n.p.m.).

Obszary suche W północno-wschodniej części terenu, w miejscach gdzie dominują miększe, zaburzone glaciektogenicznie utwory spoiste nie stwierdzono występowania poziomu wód podziemnych. Otwory 2H oraz 5H (mimo odwiercenia do odpowiednio 20,0 m i 18,0 m p.p.t.) pozostały suche. Potwierdza to wysoką szczelność naturalnej bariery geologicznej w tej części projektowanej rozbudowy składowiska.

Tabela nr 7. Głębokość zwierciadła wody podziemnej

Nr otworu	Zwierciadło wody nawiercone	Rzędna	Zwierciadło wody ustabilizowane	Rzędna zwierciadła ustabilizowanego
	[m p.p.t.]	[m n.p.m.]	[m p.p.t.]	[m n.p.m.]
1H	7,40	80,61	7,4	80,61
3H	5,00	87,04	5,0	87,04
3H	12,00	80,04	10,4	81,64
4H	7,60	82,53	7,60	82,53

W przypadku badań archiwalnych z 2025 r., stwierdzono zarówno swobodne jak i ustabilizowane zwierciadło wody, które stabilizowało się na głębokościach 2,6-13,9mppt, tj. na rzędnych 81,3-84,0mnpm. W podłożu w otworach nr 1D i 2D opisano nagromadzenia wody zamknięte w soczewkach piaszczystych, otoczonych gruntami spoistymi. W otworze nr 6D na stropie glin, w obrębie piasków stwierdzono natomiast występowanie tzw. wody zawieszanej Podobnie jak w przypadku soczewki piasku z wodą zawieszoną w otworze nr 3H, wykonanie wykopu pod projektowaną kwaterę spowoduje całkowite usunięcie warstwy piasku wraz z wodą zawieszoną, więc w tym miejscu nie będzie zwierciadła wody. Dodatkowo w otworach nr 4D, 5D opisano z kolei sączenia wśród osadów spoistych. W przypadku otworu nr 5D sączenie stwierdzone w okresie wierceń (lipiec 2025 r) było bardzo małe i zwierciadło wody nie stabilizowało się. Zarówno w przypadku otworu nr 4D jak i 5D, wykonanie wykopu pod kwaterę do rzędnej 81,5 m n.p.m. spowoduje usunięcie części warstwy ilów, a wraz z nią miejsc wystąpienia sączeń (spękań bądź ewentualnych

spiaszczeń). Sączenia zaobserwowane w otworach 4D i 5D nie będą miały żadnego wpływu na planowane przedsięwzięcie.

W archiwalnych otworach badawczych z 2011 r. (nr 1/11, 2/11, 8/11, 11/11 i 12/11) swobodne zwierciadło wód stwierdzono na głębokościach od 4,8 do 10,3 m.p.p.t, co odpowiada rzędnym bezwzględnym w granicach 81,1÷82,7 m n.p.m. Napięte zwierciadło wody (otwór nr 4/11 i 9/11) stabilizowało się w okresie wierceń na rzędnej 81,2÷82,6 m n.p.m.

Z kolei w roku 1987 w otworach nr 9/87, 14/87 i 15/87 ustabilizowany poziom zwierciadła wody utrzymywał się na głębokości od 4,0 do 8,7mppt, co odpowiadało rzędnym na poziomie 79,9÷83,3m n.p.m.

Kierunki spływu i dynamika wód

- Kierunek spływu: Na podstawie analizy rzędnych zwierciadła wody (od 80,61 m n.p.m. w 1H do 82,53 m n.p.m. w 4H) lokalny kierunek spływu wód podziemnych odbywa się generalnie w kierunku północno-zachodnim, ku dolinie rzeki Odry, która stanowi regionalną bazę drenażu.
- Zasilanie: Głównym źródłem zasilania poziomu wodonośnego jest infiltracja opadów atmosferycznych.
- Wahania: Przyjmuje się, że sezonowe wahania zwierciadła wody są zależne od cyklu hydrologicznego i stanów wody w rzece Odrze, z którą poziom czwartorzędowy pozostaje w związku hydraulicznym. Analiza głębokości zwierciadła wody podziemnej z 3 najbliższych piezometrów (nr W3, W5 i W6 - *Mapa z lokalizacją piezometrów w rejonie opracowania* – zał. nr 2.4) pozwoliła na określenie wielkości wahań położenia zwierciadła wód podziemnych. Przeanalizowano kwartalne wyniki z 5 lat, na podstawie, których można stwierdzić wahania wody na poziomie 0,4 m w przypadku otworu piezometrycznego W3 i 1,5-2,0 m w przypadku piezometrów nr W5 i W6. Otwory W5 i W6 położone są w kierunku na północ od składowiska, na terenie doliny Odry (w kierunku Odry), a rzędne powierzchni terenu przy otworach W5 i W6 są znacznie niższe od rzędnych powierzchni dokumentowanego terenu (86,73-90,13 m n.p.m.) i wynoszą 74,38-76,98 m n.p.m. Otwory nr W5 i W6 położone są na tarasie zalewowym Odry, a zwierciadło wody w otworach W5 i W6 jest więc ściśle związane z poziomem wody w Odrze. Należy założyć, że wahania zwierciadła wód podziemnych mogą wynosić 1,0-1,5 m. Zwierciadło wody może być wyższe od stwierdzonego maksymalnie do ok. 0,8 m.

Podsumowując, warunki hydrogeologiczne są zróżnicowane - od terenów z miąższym, zasobnym poziomem wodonośnym (rejon 1H, 4H), po obszary w pełni izolowane, bezwodne (rejon 2H, 5H).

5.3 Wodoprzepuszczalność

Parametry filtracyjne gruntów budujących podłoże projektowanych kwater określono na podstawie kompleksowej analizy wyników badań laboratoryjnych składu granulometrycznego (zał. tekst B i graficzny nr 7), badań właściwości filtracyjnych metodą edometryczną (zał. tekst C) oraz na podstawie przeprowadzonych badań terenowych: próbnych pompowań i metodą zalewania otworów.

Próbne pompowania pomiarowe przeprowadzono w otworach nr 1H, 3H i 4H na jednym stopniu dynamicznym. Wartość współczynnika filtracji obliczono w oparciu o pomiary depresji zwierciadła wody w otworach w trakcie pompowania pomiarowego. Do obliczeń posłużyły wzory:

- dla otworów nr 1H i 4H:

- promień leja depresji - wzór Kusakina, dla wód o zwierciadle swobodnym :

$$R = 575 * s * \sqrt{kH} \quad k[m/s]$$

- współczynnik filtracji - wzór Dupuita, dla warstw o swobodnym zwierciadle wody, bez otworów obserwacyjnych:

$$k = \frac{0,733 * Q * l \frac{K}{r} * \frac{1}{b}}{H^2 - h^2}$$

b – poprawka Forchheimera

$$b = \sqrt{\frac{l}{h}} * \sqrt[4]{\frac{2h-1}{h}}$$

Obliczenia promienia leja depresji oraz współczynnika filtracji przeprowadzono dla jednego stopnia dynamicznego, metodą kolejnych przybliżeń.

gdzie:

- r - promień otworu
- R – promień leja depresji
- H - wysokość statycznego zwierciadła wody
- h - wysokość dynamicznego zwierciadła wody
- Q - wydajność
- s - depresja
- k - współczynnik filtracji na podstawie wyników przesiewu
- l – długość robocza filtra

- dla otworu nr 3H:
 - promień leja depresji - wzór Sichardta, dla wód o zwierciadle napiętym:

$$R = 3000 * s * \sqrt{k} \quad k[m/s]$$

- współczynnik filtracji - wzór Dupuita, dla warstw o napiętym zwierciadle wody, bez otworów obserwacyjnych:

$$k = \frac{0,366 * Q * \lg \frac{R}{r}}{msb}$$

b – poprawka Forchheimera

$$b = \sqrt{\frac{l}{h}} * \sqrt[4]{\frac{2h-l}{h}}$$

Obliczenia promienia leja depresji oraz współczynnika filtracji przeprowadzono dla jednego stopnia dynamicznego, metodą kolejnych przybliżeń.

gdzie:

- r - promień otworu
- R – promień leja depresji
- m miąższość warstwy wodonośnej
- Q - wydajność
- s - depresja
- k - współczynnik filtracji na podstawie wyników przesiewu
- l – długość robocza filtra

Poniżej w tabeli nr 8 przedstawiono dane i wyniki obliczeń parametrów hydrogeologicznych dla wykonanego pompowania pomiarowego

Tabela nr 8. Dane i wyniki obliczeń parametrów hydrogeologicznych na podstawie badań laboratoryjnych i pomiarów hydrogeologicznych – pompowania pomiarowego

Parametr	Otwór nr 1H	Otwór nr 3H	Otwór nr 4H
	[m]	[mm]	[m p.p.t.]
Wydajność [m³/h]	1,4	2,1	3,7
Depresja [m]	0,21	0,36	0,27
Wysokość statycznego zwierciadła wody [m]	17,0	-	7,6
Wysokość dynamicznego zwierciadła wody [m]	16,79	-	7,33
Miaższość warstwy wodonośnej [m]		15,5	
Promień studni [m]	0,108	0,108	0,108

Promień leja depresji [m]	4,93	17,51	8,88
Długość robocza filtra [m]	6,0	8,0	4,0
Poprawka Forchheimera	0,6817	0,3592	0,83
Współczynnik filtracji na podstawie badań laboratoryjnych [m/s]/ [m/d]	0,00025 21,6	0,000243 21,0	0,0016 138,2
Współczynnik filtracji na podstawie pompowania pomiarowego [m/s] [/m/d]	0,0000979 8,45	0,000263 22,7	0,00043 37,3
Uśredniona wartość współczynnika filtracji [m/s] [/m/d]	0,000174 15,0	0,000263 22,7	0,001015 87,7

Dla otworów nr 2H i 5H przeprowadzono badania współczynników filtracji metodą zalewania. Współczynnik filtracji wyznaczono stosując wzór Magga. Metoda ta polega na umieszczeniu w otworze na określonej głębokości rury PCV. Po zalaniu otworu wodą prowadzi się obserwację zmian (opadania) zwierciadła wody w czasie. Infiltracja wody zachodzi tylko przez dno otworu. Do obliczeń zastosowano wzór:

$$k = \frac{r}{4h_{sr}} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

gdzie:

r – promień wewnętrzny rury PCV

r = 0,04m

h₁ – początkowa wysokość słupa wody

h₂ – końcowa wysokość słupa wody

Δh – różnica wysokości słupa wody w rurze na początku i końcu pomiaru

Δt – czas trwania pomiarów

$$h_{SR} = \frac{1}{2} (h_1 + h_2)$$

Tabela nr 9. Wyniki obserwacji i wyników badań współczynnika filtracji metodą zalewania otworów

Parametr	Otwór nr 2H	Otwór nr 2H	Otwór nr 5H	Otwór nr 5H
	[głina //mułkiem]	[ił]	[piasek gliniasty]	[ił]
Początkowa wysokość słupa wody h₁ [m]	1,12	5,48	2,03	6,24
Końcowa wysokość słupa wody h₂ [m]	1,09	5,47	1,74	6,23
Różnica wysokości słupa wody w rurze na początku i końcu pomiaru Δh [m]	0,03	0,01	0,29	0,01
Czas trwania pomiarów Δt [s] [h]	75 600s 21h	234 000s 65h	720s 0,2h	234 000s 65h
Współczynnik filtracji [m/s]	3,59 x 10 ⁻⁹	7,8 x 10 ⁻¹¹	2,137 x 10 ⁻⁶	6,85 x 10 ⁻¹¹
Współczynnik filtracji [m/d]	3,1 x 10 ⁻⁴	6,74 x 10 ⁻⁶	0,185	5,92 x 10 ⁻⁶

Wartości współczynnika filtracji (k) zestawiono zgodnie z klasyfikacją ujętą w legendzie do przekrojów (zał. 5.6).

- **Utwory bardzo dobrze i dobrze przepuszczalne:** Dla osadów sypkich (żwiry, pospółki) uśredniony współczynnik filtracji wyznaczony metodami empirycznymi wynosi od 59,6 do 87,7 m/dobę.
- **Utwory dobrze przepuszczalne:** Dla piasków o różnej granulacji uśrednione wartości współczynnika filtracji mieszczą się w przedziale 15,0 - 33,6 m/dobę
- **Utwory słabo przepuszczalne:** Reprezentowane przez piaski gliniaste i mułki, dla których współczynnik filtracji k wynosi od 0,16 do 0,19 m/dobę.
- **Utwory nieprzepuszczalne:** Dla glin piaszczystych i mułkowych badania laboratoryjne wykazały wartości rzędu $2,7 \times 10^{-4}$ m/dobę
- **Utwory nieprzepuszczalne (bariera izolacyjna):** Dla iłów oraz glin zwartych (seria poznawska) uzyskano wyniki od $5,5 \times 10^{-6}$ do $7,3 \times 10^{-6}$ m/dobę

Szczegółowe badania w edometrze (metoda zmiennego spadku) glin piaszczystych i mułkowych oraz glin zwartych i iłów wykazały bardzo niskie wartości współczynników filtracji. Grunty te mają bardzo dobre właściwości izolacyjne, jednak ze względu na różnice litologiczne i różnice wartości współczynnika filtracji wyróżniono dwie warstwy gruntów nieprzepuszczalnych.

W celu zobrazowania występowania gruntów nieprzepuszczalnych w zakładanym poziomie wykonania dna niecki w dokumentowanym podłożu, sporządzono *Mapę przepuszczalności gruntów na rzędnej 82,5* w skali 1:1000 - zał. 2.3.

5.4 Pojemność kompleksu sorpcyjnego

Zdolności sorpcyjne gruntów, determinujące barierę fizykochemiczną podłoża, określono na podstawie badań wskaźnika błękitu metylenowego (MBC) oraz powierzchni właściwej (S_t) [zał. tekst C].

- **Iły neogeńskie:** Wykazują bardzo wysoką pojemność sorpcyjną. Dla próbki z otworu 1H (głęb. 26,6 m) wartość MBC wynosi 11,3 g/100g przy powierzchni właściwej 237,7 m²/g. Podobne wyniki uzyskano w otworze 2H (głęb. 19,2-19,3 m): MBC = 11,2 g/100g [zał. tekst. C].

- **Osady gliniaste czwartorzędowe:** Dla glin piaszczystych (otwór 4H, głęb. 20,2-20,4 m) pojemność sorpcyjna jest niższa i wynosi 3,0 g/100g, co jednak w połączeniu z dużą miąższością tych utworów w tej części terenu (ponad 19 m) stanowi istotny czynnik ograniczający migrację zanieczyszczeń. Z kolei dla piasków gliniastych (otwór 5H, głęb. 4,5 m) pojemność sorpcyjna wynosi odpowiednio 2,1 g/100g,
- **Utwory piaszczyste:** Badania piasków grubych (otwór 1H, głęb. 17,0 m) wykazały śladową pojemność sorpcyjną na poziomie 0,1 g/100g [Zał. tekst. C], co potwierdza, że warstwy te pełnią jedynie funkcję transportową dla wód podziemnych.

5.5 Wydzielenie warstw hydrogeologicznych

W oparciu o analizę litologiczną, wyniki badań laboratoryjnych oraz interpretację profilowań geofizycznych (SGE), w podłożu projektowanej rozbudowy kwater II i III wydzielono reprezentatywne warstwy hydrogeologiczne. Przedstawiony podział stanowi uogólnienie warunków grunto-wo-wodnych, opracowane na podstawie profili reprezentatywnych otworów badawczych (1H-5H), które w pełni obrazują zmienność i specyfikę geologiczną dokumentowanego terenu.

- **Warstwa I:** Strefa przypowierzchniowa (aeracji) Obejmuje glebę oraz nasypy o miąższości do ok. 0,8 m. Jest to warstwa o charakterze uogólnionym, reprezentująca przypowierzchniową strefę przewietrzania, w której nie stwierdzono ciągłego poziomu wodonośnego.
- **Warstwa II :** Główny poziom wodonośny czwartorzędowy (plejstocen) Warstwa reprezentatywna dla osadów niespoistych, budowana przez miąższe pakiety piasków, żwirów i pospółek. Na podstawie uogólnionych wyników badań granulometrycznych oraz parametrów przyjętych do przekrojów, wyróżniono dwie warstwy:
 - **Warstwa IIa** – zaliczono do niej żwiry i pospółki charakteryzujące się wysoką przepuszczalnością – utwory bardzo dobrze i dobrze przepuszczalne (współczynnik filtracji od 59,6 do 87,7 m/dobę – $6,9 \times 10^{-4}$ do $1,015 \times 10^{-3}$ m/s). Współczynnik filtracji został wyznaczony w oparciu o badania laboratoryjne oraz uśrednione wyniki laboratoryjne i wyniki badań pompowania pomiarowego. W otworach reprezentatywnych dla części piaszczystej (1H, 4H), zwierciadło wody występuje na głębokości 7,4 - 7,6 m p.p.t. i ma charakter przeważnie swobodny.

- **Warstwa IIb** – reprezentowana jest przez piaski o różnej granulacji zaliczonych do utworów dobrze i średnio przepuszczalnych. Charakterystyczny parametr warstwy – współczynnik filtracji został wyznaczony analogicznie jak dla warstwy IIa i wynosi: 15,0 do 33,6 m/dobę – $1,74 \times 10^{-4}$ do $3,89 \times 10^{-4}$ m/s. W otworze nr 3H, gdzie występuje nawodniona warstwa piasków średnioziarnistych, zwierciadło wody ma charakter lekko napięty: nawiercone zwierciadło na głębokości 12,0 m p.p.t., ustabilizowane na głębokości 10,4 m p.p.t.
- **Warstwa III:** Kompleks izolacyjny (neogen/plejstocen). Reprezentatywna bariera geologiczna, w skład której wchodzi ły oraz osady gliniaste. Ze względu na silne zaburzenia głącjotektoniczne, warstwa ta wykazuje uogólnioną strukturę „przewalania się” utworów neogenu i czwartorzędu (najlepiej udokumentowaną w reprezentatywnych otworach 3H i 5H). Parametry tej warstwy, wyznaczone na podstawie reprezentatywnych próbek (Załącznik tekst B i C), potwierdzają jej funkcję ochronną. Zdolność sorpcyjna: reprezentatywne wartości wskaźnika MBC: $2,1 \div 11,3$ g/100g, średnio 7,44 g/100g, co gwarantuje skuteczną barierę fizykochemiczną dla projektowanych kwater składowiska. Ze względu na różnice litologiczne i niewielkie różnice współczynnika filtracji wyróżniono dwie warstwy:
 - **Warstwa IIIa:** utwory słabo przepuszczalne do których zaliczono piaski gliniaste i mułki. Wartość współczynnika filtracji wynosi $0,16 \div 0,19$ m/dobę czyli $1,85 \div 2,2 \times 10^{-6}$ m/s.
 - **Warstwa IIIb:** utwory nieprzepuszczalne reprezentowane przez gliny, gliny piaszczyste, gliny mułkowe. Wartość współczynnika filtracji wynosi $2,7 \times 10^{-4}$ m/dobę – $3,125 \times 10^{-9}$ m/s.
 - **Warstwa IIIc:** do utworów nieprzepuszczalnych warstwy IIIb zaliczono ły i gliny zwarte. Wartość współczynnika filtracji wynosi od $5,5 \times 10^{-6}$ do $7,3 \times 10^{-6}$ m/dobę – $6,37 \times 10^{-11}$ do $8,45 \times 10^{-11}$ m/s.

5.6 Jakość wód podziemnych

Ocena stanu chemicznego wód podziemnych została przeprowadzona w celu ustalenia aktualnego tła hydrogeochemicznego przed rozpoczęciem eksploatacji II i III etapu kwatery. Analizę oparto na wynikach badań laboratoryjnych próbek pobranych z nowo wykonanych otworów (laboratorium DM) oraz danych archiwalnych z roku 2011.

Charakterystyka tła archiwalnego (2011r.) Historyczne badania wód z otworów 1/11, 3/11, 9/11 i 12/11 wykazały zróżnicowany stan chemiczny:

- Wody z większości otworów (1/11, 9/11, 12/11) zaklasyfikowano do V klasy jakości (słaby stan chemiczny), głównie ze względu na wysokie stężenia cynku (Zn), dochodzące do 48,5 mg/dm³.
- Najlepszą jakością (III klasa) charakteryzowały się wody z otworu 3/11, zlokalizowanego w strefie utworów słabo przepuszczalnych
- Pozostałe parametry, takie jak metale ciężkie (Pb, Cd, Cu, Hg, Cr), odczyn (pH 7,2-7,9) oraz WWA (poniżej granicy wykrywalności), mieściły się w normach dla klas I-II.

Aktualne wyniki badań (2025 r.)

W ramach obecnych prac pobrano 3 próbki wody do badań laboratoryjnych. Próby pobrano z otworów nr 1H, 3H i 4H. Badania przeprowadziło Laboratorium Analiz Środowiskowych DM Dorota Prządo z siedzibą we Wrocławiu przy ul. Opolskiej 140. Zakres badań obejmował badania fizyko-chemiczne (pH, przewodność elektryczna właściwa, chlorki, siarczany, ChZT-Cr, OWO, chrom), badania zawartości metali ciężkich (rtęć, arsen, cynk, kadm, ołów, nikiel, miedź) oraz sumę WWA (Bezno(a)antracen, Chryzen, Benzo(b)fluoranten, Benzo(k)fluoranten, Benzo(a)piren, Dibenzo(a,h)antracen, Benzo(g,h,i)perylen, Indeno(1,2,3-c,d)piren). Poniżej, w tabeli nr 8, przedstawiono szczegółowe wyniki badań laboratoryjnych i zestawiono je z wynikami archiwalnymi z 2011 r. Wody, zgodnie z Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych, zaliczono do II klasy (otwór nr 1H i 3H) oraz III klasy (otwór nr 4H).

- Wartości pH, zawartość chlorków i chromu dla wszystkich prób mieści się w I klasie
- Przewodność elektryczna i zawartość siarczanów pozwala na zakwalifikowanie wszystkich wód do II klasy jakości
- OWO (Ogólny Węgiel Organiczny): W otworach nr 1H i 3H wyniki mieszczą się w I klasie jakości. W otworze 4H stwierdzono zawartość w wysokości 10,9 mg/l (IV klasa). Wartość ta jest zbliżona do górnych granic notowanych w 2011 r. (9,8 mg/l) i wskazuje na stabilną zawartość substancji organicznej w poziomie czwartorzędowym.
- Chemiczne zapotrzebowanie tlenu ChZT-Cr zanalizowano jedynie na podstawie *Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowa-*

nia stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód (Dz.U. 2004 nr 32 poz. 284) uznane-go za uchylone. Pod względem ChZT woda z otworu 1H została zaliczona do I klasy, z otwo-ru nr 3H do II klasy, a zotworu nr 4H do III klasy.

- Suma WWA: Badania przeprowadzone metodą chromatografii cieczowej (HPLC-FLD/UV) wykazały, że stężenia wszystkich badanych wielopierścieniowych węglowodorów aroma-tycznych kształtują się poniżej granicy oznaczalności (najczęściej <3,0 ng/l). Sumaryczna zawartość WWA wynosi <3,0ng/l, co potwierdza brak zanieczyszczenia tymi związkami.
- Metale ciężkie: wszystkie otrzymane wyniki mieszczą się I-III klasie z przewagą wyników zaliczonych do I klasy. Szczegółowe wyniki przedstawiono w tabeli nr 10
- Wody w rejonie rozbudowy składowiska zachowują charakter obojętny. W porównaniu do danych z 2011 r., nie obserwuje się gwałtownych zmian w składzie chemicznym głównego poziomu wodonośnego.
- Wnioski dot. stanu chemicznego Aktualne wyniki badań (na przykładzie otworu 4H) wyka-żują, że wody podziemne w rejonie kwatery II i III są wolne od zanieczyszczeń organicz-nych z grupy WWA. Lokalnie wysoka zawartość OWO oraz notowane historycznie pod-wyższone stężenia arsenu, cynku, miedzi i niklu wskazują na specyficzne tło hydrogeoche-miczne rejonu Głogowa (wpływ antropopresji przemysłowej i miejskiej), które stanowi punkt odniesienia dla przyszłego monitoringu operacyjnego składowiska.

Tabela nr 10. Wyniki badań laboratoryjnych

Wskaźniki	Jed- nostka	Otwór 1H	Otwór 3H	Otwór 4H	Otwór 1/11	Otwór 3/11	Otwór 9/11	Otwór 12/11
Odczyn	j. pH	7,4±0,2 (I)	7,6±0,2 (I)	7,1±0,2 (I)	7,4 (I)	7,2 (I)	7,2 (I)	7,2 (I)
Elektryczna prze- wodność właściwa (KLASA)	µS/cm	889±18 (II)	1090±22 (II)	870±17 (II)	1040 (II)	1230 (II)	2180 (II)	965 (II)
Chlorki (Cl ⁻) (KLASA)	mg/dm ³	31,8±4,5 (I)	54,5±7,6 (I)	33,0±4,6 (I)				
Siarczany (KLASA)	mg/dm ³	133±16 (II)	238±29 (II)	118±14 (II)				
Chemiczne zapo- trzebowanie tlenu ChZT-Cr (KLASA)	mg/dm ³	5,9±0,9	14,0±2,1	24,0±3,6				
Ogólny węgiel orga- niczny (OWO)	mg/dm ³	<1,50±0,30 (I)	4,75±0,95 (I)	10,9±1,9 (IV)	5,2 (II)	1,1 (I)	9,8 (II)	4,3 (I)

(KLASA)								
Chrom (KLASA)	mg/dm ³	<0,010 (0,010±0,002) (I)	<0,010 (0,010±0,002) (I)	<0,010 (0,010±0,002) (I)	<0,002 (I)	<0,002 (I)	<0,002 (I)	<0,002 (I)
Rtęć (KLASA)	mg/dm ³	<0,0040 (0,0040±0,0004) (I)	<0,0040 (0,0040±0,0004) (I)	<0,0040 (0,0040±0,0004) (I)	<0,001 (I)	<0,001 (I)	<0,001 (I)	<0,001 (I)
Arsen (KLASA)	mg/dm ³	<0,010 ±0,001 (I)	<0,010 ±0,001 (I)	0,01010 ±0,00081 (III)				
Cynk (KLASA)	mg/dm ³	<0,01±0,002 (I)	0,0101 ±0,0022 (I)	0,080±0,018 (III)	15,0 (V)	0,594 (III)	48,5 (V)	8,38 (V)
Kadm (KLASA)	mg/dm ³	<0,0020 (0,0020±0,0002) (I)	<0,0020 (0,0020±0,0002) (I)	<0,0020 (0,0020±0,0002) (I)	0,003 (II)	<0,001 (I)	0,007 (IV)	<0,001 (I)
Ołów (KLASA)	mg/dm ³	<0,0040 (0,0040±0,0004) (I)	<0,0040 (0,0040±0,0004) (I)	<0,0040 (0,0040±0,0004) (I)	<0,003 (I)	<0,003 (I)	<0,003 (I)	<0,003 (I)
Nikiel (KLASA)	mg/dm ³	<0,0020 ±0,0001 (I)	0,00400 ±0,00028 (I)	0,00530 ±0,00037 (II)				
Miedź (KLASA)	mg/dm ³	0,00220 ±0,00035 (II)	0,0078 ±0,0012 (I)	0,0344 ±0,0055 (II)	0,016 (II)	0,011 (II)	0,005 (I)	0,005 (I)
Bezo(a)antracen	ng/dm ³	<3,0 (3,0±0,57)	<3,0 (3,0±0,57)	<3,0 (3,0±0,57)				
Chryzen	ng/dm ³	<3,0 (3,0±0,75)	<3,0 (3,0±0,75)	<3,0 (3,0±0,75)				
Benzo(b)fluoranten	ng/dm ³	<3,0 (3,0±0,72)	<3,0 (3,0±0,72)	<3,0 (3,0±0,72)				
Benzo(k)fluoranten	ng/dm ³	<3,0 (3,0±0,72)	<3,0 (3,0±0,72)	<3,0 (3,0±0,72)				
Benzo(a)piren	ng/dm ³	<3,0 (3,0±0,51)	<3,0 (3,0±0,51)	<3,0 (3,0±0,51)				
Dibenzo(a,h)antracen	ng/dm ³	<3,0 (3,0±0,45)	<3,0 (3,0±0,45)	<3,0 (3,0±0,45)				
Benzo(g,h,i)perylen	ng/dm ³	<3,0 (3,0±0,63)	<3,0 (3,0±0,63)	<3,0 (3,0±0,63)				
Indeno(1,2,3-c,d)piren	ng/dm ³	<3,0 (3,0±0,51)	<3,0 (3,0±0,51)	<3,0 (3,0±0,51)				
Suma węglowodórów aromat. (WWA) (KLASA)		<3,0 ng/dm ³ (I)	<3,0 ng/dm ³ (I)	<3,0 ng/dm ³ (I)	<0,02 (I) mg/dm ³	<0,02 (I) mg/dm ³	<0,02 (I) mg/dm ³	<0,02 (I) mg/dm ³
KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH		II	I	III	V	III	V	V

6. PRZEWIDYWANA ILOŚĆ I JAKOŚĆ WÓD ODCIEKOWYCH

6.1 Prognozowana ilość wód odciekowych

Ilość wód odciekowych prognozowano w oparciu o średnią roczną sumę opadów atmosferycznych dla Głogowa i okolic (stacja synoptyczna Legnica; posterunek opadowy Głogów) średnia roczna suma opadów z wielolecia (norma klimatyczna) wynosi ok. 533 mm. Przyjęto, że w fazie eksploatacji kwatery, współczynnik infiltracji efektywnej generującej odcieki wyniesie od 15% do 25% tej wartości, co jest zgodne z metodyką obliczania bilansu wodnego dla składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne. Wody te będą gromadzone w systemie drenażu dennego i kierowane do zbiornika odcieków.

6.2 Prognozowana jakość wód odciekowych

Jakość odcieków będzie typowa dla składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne. Spodziewane są podwyższone wartości ChZT, BZT₅, azotu amonowego oraz chlorków i siarczanów. Ze względu na stwierdzone w tle hydrogeochemicznym (rozdział 5.3) podwyższone stężenia cynku, należy monitorować ten parametr również w odciekach, aby określić jego wpływ na efektywność bariery geologicznej.

7. OPIS ZAGROŻEŃ DLA ŚRODOWISKA

7.1 Etap realizacji inwestycji

Zagrożenia są krótkotrwale i związane z pracami ziemnymi. W ramach robót ziemnych zostaną usunięte masy ziemne pod budowę II i III etapu kwatery. W skład robót wejdą także formowanie dna i skarp kwatery, a także profilowanie skarp wewnętrznych oraz ułożenie warstw gruntów słabo przepuszczalnych. Dodatkowo będą wykonywane wkopy pod obiekty kubaturowe i sieci uzbrojenia podziemnego. Możliwymi uciążliwościami będą więc okresowy wzrost natężenia hałasu i lokalne zanieczyszczenie powietrza pyłami i spalinami. Głównym ryzykiem jest punktowe zanieczyszczenie warstwy przypowierzchniowej produktami ropopochodnymi z maszyn budowlanych. Ze względu na głębokie zaleganie zwierciadła wody (ok. 7,4-7,6 m p.p.t.), ryzyko przeniknięcia ewentualnych zanieczyszczeń do poziomu użytkowego w tym etapie jest minimalne.

Podczas prowadzenia robót ziemnych należy zapewnić należytą organizację zaplecza budowy, w tym właściwe i zgodne z obowiązującymi przepisami gospodarowanie odpadami. Powsta-

łe w trakcie realizacji przedsięwzięcia ścieki i odpady należy usuwać zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Miejsca postojowe wykorzystywanego sprzętu budowlanego należy wyposażyć w maty sorbujące. Sprzęt codziennie przed uruchomieniem należy skontrolować pod względem ewentualnych możliwych wycieków. Niezbędne do przeprowadzenia robót oleje, smary, ropa itp. będą przechowywane w odpowiednich do tego celu szczelnych pojemnikach. W przypadku wystąpienia ewentualnego wycieku substancji ropopochodnych, firma wykonawcza powinna być wyposażona w zestaw sorpcyjny.

Prowadzenie robót związanych z etapem realizacji rozbudowy składowiska przy zastosowaniu obowiązujących norm i przepisów oraz przy użyciu sprawnego sprzętu nie powinno wpływać negatywnie na środowisko.

7.2 Etap eksploatacji

Głównym zagrożeniem jest potencjalna migracja wód odciekowych w przypadku rozszczelnienia bariery sztucznej. Jednak obecność naturalnej bariery (WH-III) o uśrednionym współczynniku $k \approx 10^{-9}$ m/s oraz wysokiej pojemności sorpcyjnej reprezentatywne próbki nawet ($MBC > 11$ g/100g) stanowi skuteczne zabezpieczenie przed skażeniem GZWP nr 302.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów, w przypadku składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, projektowane kwatery należy zabezpieczyć (w miejscach gdzie bariera geologiczna nie spełnia odpowiednich warunków, w tym przypadku parametru rozciągłości poziomej bariery geologicznej przekraczającej obszar projektowanej rozbudowy składowiska) sztuczną barierą geologiczną i izolacją syntetyczną, systemem drenażu wód odciekowych, a także zabezpieczenie obwałowaniami zewnętrznymi.

Zgodnie z ww. rozporządzeniem, wokół składowiska umieszcza się zewnętrzny system rowów drenażowych. Z południowo-zachodniej i północnej strony projektowanej rozbudowy istnieją już takie rowy. Mimo prowadzonych od kilkunastu lat badań i obserwacji (również dla innych Podmiotów) na przedmiotowym terenie, rowy zawsze były suche. Ze strony wschodniej planowana rozbudowa sąsiadować będzie bezpośrednio z istniejącą czynną kwaterą składowiska. Nie ma więc potrzeby wykonywania dodatkowego systemu rowów drenażowych.

Zgodnie z ww. rozporządzeniem w fazie eksploatacji składowiska należy prowadzić monitoring. Prawidłowa eksploatacja, prowadzona zgodnie z zapisami pozwolenia zintegrowanego, pozwoli na zminimalizowanie zagrożeń dla środowiska.

7.3 Etap likwidacji inwestycji

Po zakończeniu eksploatacji i wykonaniu rekultywacji technicznej (uszczelnienie wierzchnie i odpowiednie ukształtowanie powierzchni kwater), infiltracja wód opadowych do złoża odpadów zostanie drastycznie ograniczona, co zminimalizuje produkcję odcieków i zagrożenie dla wód podziemnych. System drenażu należy utrzymać również w fazie poeksploatacyjnej. Monitoring lokalny składowiska należy prowadzić zgodnie z przepisami i odpowiednimi decyzjami. Teren składowiska powinien być oznakowany i zabezpieczony przed dostępem osób niepowołanych.

7.4 Sytuacje awaryjne

Do sytuacji awaryjnych zalicza się gwałtowne rozszczelnienie zbiornika odcieków lub awarię systemu drenażu. Dzięki naturalnie występującym warstwom izolacyjnym dodatkowo uzupełnionym sztuczną barierą i izolacją syntetyczną, podłoże posiada zdolność do czasowej retencji zanieczyszczeń, co daje czas na podjęcie działań naprawczych.

Ewentualna niewłaściwa eksploatacja składowiska może doprowadzić do utraty stateczności skarp składowiska. Geodezyjny monitoring osiadania czaszy składowiska pozwoli na uniknięcie awarii takiego typu.

Prawidłowa eksploatacja składowiska, prowadzona zgodnie z instrukcją eksploatacji składowiska, zgodnie z wytycznymi przepisów BHP i przeciwpożarowych pozwoli na zminimalizowanie wystąpienia ewentualnych awarii. Monitoring środowiskowy zapewnia regularną kontrolę, szybkie wychwytywanie ewentualnych zagrożeń i pozwoli na szybką reakcję na możliwe awarie minimalizując zagrożenia dla środowiska.

7.5 Czas i zasięg migracji potencjalnych zanieczyszczeń

Biorąc pod uwagę niską przepuszczalność naturalnej bariery izolacyjnej i dodatkową sztucznie wykonaną barierę geologiczną, czas pionowej migracji zanieczyszczeń przez warstwy utworów spoistych (iłów i glin) o miąższości kilku metrów szacowany jest na dziesięciolecia, projektowana rozbudowa składowiska nie stwarza realnych zagrożeń zanieczyszczenia wód podziemnych i powierzchniowych. Projektowane na składowisku systemy (sztuczna warstwa bariery geologicznej, izolacja syntetyczna, system drenażu wód odciekowych) skutecznie zabezpieczą wody podziemne i powierzchniowe przed zanieczyszczeniami.

8. OCENA ZAGROŻENIA DLA ŚRODOWISKA

Rozbudowa Składowiska Odpadów w Głogowie, przy zachowaniu reżimu technologicznego i szczelności drenażu, nie stanowi zagrożenia dla jakości wód podziemnych i powierzchniowych. Lokalizacja przedmiotowego składowiska w sąsiedztwie terenów przemysłowych, z dala od terenów zamieszkałych i w znacznej odległości od terenów podlegających prawnej ochronie wskazuje na dobry wybór. Zgodnie z *Rozporządzenie w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko* i *Rozporządzeniem zmieniające rozporządzenie w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko* Inwestor dla przedsięwzięcia mogącego zawsze znacząco oddziaływać na środowisko, musi uzyskać decyzję środowiskową. Realizacja przedsięwzięcia i późniejsza faza eksploatacji może przyczynić się do poniższych zagrożeń:

- hałas – ochronie przed hałasem podlegają głównie tereny zabudowy mieszkaniowej, tereny szpitali, domów opieki, tereny związane ze stałym pobytem dzieci i młodzieży oraz tereny o przeznaczeniu rekreacyjno-wypoczynkowym. Projektowana rozbudowa zlokalizowana jest na terenie przemysłowym, sąsiaduje z terenami zagospodarowanymi również na składowiska odpadów, najbliższe tereny zamieszkałe oddalone są o ok. 1,2-1,6 km. Analiza uciążliwości akustycznej projektowanej inwestycji nie wykazuje przekroczeń dopuszczalnych wartości dla najbliższych terenów zabudowy mieszkaniowej
- powietrze atmosferyczne – głównie emisja spalin z samochodów transportowych i urządzeń obsługi (spycharki, kompaktory), pylenie z nieutwardzonych dróg oraz emisja gazowa związana z rozkładem substancji organicznych
- powierzchnia ziemi i gleby – zmiany w ukształtowaniu powierzchni terenu związane z rozbudową kwatery, wykonaniem dróg dojazdowych i technologicznych, placów manewrowych i postojowych, wykonaniem wykopów pod infrastrukturę podziemną
- wody powierzchniowe i podziemne – lokalne ograniczenia infiltracji wód opadowych poprzez planowaną infrastrukturę techniczną składowiska (rozbudowa kwatery, budowa dróg, placów), które nie powinno jednak zaburzać panujących stosunków wodnych. Ochrona wód powierzchniowych i podziemnych polegać będzie na uszczelnieniu dna i skarp kwatery, wykonaniu systemu drenażu wód odciekowych a także monitorowaniu stanu tych wód

- krajobraz, flora i fauna – przedmiotowy teren planowanej inwestycji położony jest w sąsiedztwie Huty Miedzi Głogów i składowisk przemysłowych tego zakładu, drogi wojewódzkiej nr 292 i torów kolejowych. Skażenie terenu (metale, WWA, związki fluoru), występowanie nasadzeń jednorodnych (topoli), położenie między drogą, linią kolejową i dużym zakładem przemysłowych powoduje niską atrakcyjność dla siedlisk zwierząt. Pod względem krajobrazu teren również nie posiada większych walorów, sąsiedztwo stanowią inne składowiska odpadów.

Niewłaściwa eksploatacja składowiska, nieodpowiednia gospodarka odciekami bądź ewentualne awarie mogą stanowić potencjalne znaczące negatywne oddziaływanie na środowisko. Naturalne warunki geologiczne (miększe iły neogeńskie i gliny czwartorzędowe) uzupełnione dodatkową barierą geologiczną i syntetyczną oraz odpowiednie wykonanie i eksploatacja drenażu odcieków powinny minimalizować potencjalne zagrożenia dla środowiska.

9. MONITORING SKŁADOWISKA

Monitoring składowiska, zgodnie z obowiązującymi przepisami, dzieli się na 3 etapy: faza przedeksploatacyjna, eksploatacyjna i poeksploatacyjna.

Faza przedeksploatacyjna polega na jednorazowych badaniach poziomu wód podziemnych i tła geochemicznego wód podziemnych i powierzchniowych.

Faza eksploatacyjna i poeksploatacyjna:

- pomiar poziomu wód podziemnych
- określenie składu wód podziemnych, powierzchniowych i odciekowych,
- określenie objętości wód odciekowych
- wielkości przepływu wód powierzchniowych
- emisja gazu składowiskowego
- skład gazu składowiskowego
- osiadanie czaszy składowiska
- badanie struktury i składu masy odpadów.

Zgodnie z ww. rozporządzeniem zakres badań wód powierzchniowych i podziemnych powinien obejmować parametry:

- odczyn pH
- elektrolityczna przewodność właściwa
- siarczany, chlorki

- metale ciężkie (Pb, Zn, As, Cd, Cr⁶⁺ Cu, Hg, Ni)
- chemiczne zapotrzebowanie na tlen ChZT
- suma WWA (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne)

Częstotliwość badań wskazana została w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów.

10.WSKAZANIA DOTYCZĄCE PRAC REKULTYWACYJNYCH

Rekultywacja polega na nadaniu lub przywróceniu zdegradowanym lub zdewastowanym gruntom wartości użytkowych lub przyrodniczych. Do zalecanych działań rekultywacyjnych należy odpowiednie ukształtowanie rzeźby terenu, uregulowanie stosunków wodnych, odtworzenie warstwy glebowej, itp. Po zakończeniu przyjmowania odpadów i zabezpieczeniu odpadów przed infiltracją wód opadowych, należy uzyskać zgodę na zamknięcie kwatery (w drodze decyzji). Składowisko należy zabezpieczyć przed działaniem wiatru i wód opadowych wykonując odpowiednie uszczelnienie jego powierzchni (warstwa ekranująca, drenażowa i ziemna z warstwą gleby).

Zaleca się rekultywację w kierunku zieleni technicznej. Warstwa uszczelniająca powinna być połączona z obwałowaniami kwater, aby stworzyć całkowicie zamknięty system (tzw. "wannę"), co w połączeniu z podłożem ilastym całkowicie odizoluje odpady od środowiska wodnego.

11.WNIOSKI I ZALECENIA

- a) Zrealizowany na podstawie Projektu robót geologicznych zakres prac terenowych (wiercenia 1H-5H, sondowania geoelektryczne SGE) oraz badań laboratoryjnych pozwolił na pełną realizację postawionego zadania geologicznego, jakim było określenie warunków hydrogeologicznych w rejonie planowanej rozbudowy składowiska.
- b) Prace geologiczne zostały wykonane zgodnie z Projektem robót geologicznych, zatwierdzonym decyzją Marszałka Województwa Dolnośląskiego nr DOW-G-I.7430.11.2025.KK z dnia 29.07.2025 r.
- c) Na podstawie wyników badań reprezentatywnych otworów oraz interpretacji przekrojów geoelektrycznych (zał. tekst E) stwierdza się, że budowa geologiczna podłoża północno-wschodnich

części projektowanych kwater II i III charakteryzuje się obecnością miąższego kompleksu utworów nieprzepuszczalnych (iły neogeńskie, gliny plejstocénskie), stanowiących naturalną barierę geologiczną.

- d) Analiza parametrów hydrogeologicznych (uśredniony współczynnik filtracji k rzędu 10^{-9} m/s) oraz reprezentatywne wysokie zdolności sorpcyjne bariery ($MBC > 11$ g/100g) wskazują, że planowana inwestycja nie wpłynie ujemnie na panujący w tym terenie reżim hydrogeologiczny i nie zagraża jakości wód GZWP nr 302.
- e) Maksymalny poziom wód podziemnych może być wyższy od stwierdzonego o ok. 0,8 m.
- f) Woda podziemna występująca w otworze nr 3H oraz w archiwalnych otworach nr 1D, 2D i 6D jest wodą zawieszoną, występującą okresowo. Po wykonaniu wykopu pod nieckę w okolicy ww. otworów, zostaną usunięte warstwy piasków stanowiących kolektor wód zawieszonych, a w podłożu na zakładanej min. rzędnej 81,5 m n.p.m. pozostaną iły.
- g) Pierwsza część kwatery – obszar nr 1 obejmujący południowo-wschodnią część dokumentowanego terenu, projektowana min. rzędna dna wykopu wynosi 81,50 m n.p.m. Ze względu na położenie zwierciadła wody podziemnej w tym rejonie $82,0 \div 82,5$ m n.p.m. i powyżej (maksymalnie $82,8 \div 83,5$ m n.p.m.), przeprowadzenie robót możliwe jedynie w okresach niskich stanów wód podziemnych.
- h) Druga część kwatery – obszar nr 1A obejmujący północno-zachodnią część dokumentowanego terenu, projektowana min. rzędna dna wykopu wynosi 81,80 m n.p.m. Ze względu na położenie zwierciadła wody podziemnej w tym rejonie $<81,0 \div \sim 81,7$ m n.p.m. (maksymalnie $<81,8 \div 82,5$ m n.p.m.), przeprowadzenie robót jest możliwe i bezpieczne. Prace zaleca się prowadzić w okresach możliwie niskich stanów wód podziemnych.
- i) Niniejsza dokumentacja stanowi podstawę dla projektanta i wykonawcy obiektu do finalizacji rozwiązań technicznych rozbudowy kwater, zapewniając bezpieczne dla środowiska wodno-gruntowego warunki realizacji przedsięwzięcia.
- j) Niniejsza dokumentacja podlega zatwierdzeniu przez organ administracji geologicznej - Marszałka Województwa Dolnośląskiego, zgodnie z art. 93, ust. 1 i 2 ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2024 poz. 1290). W tym celu Zleceniodawca przedłoży

w Urzędzie Marszałkowskim Województwa Dolnośląskiego egzemplarze dokumentacji wraz z wnioskiem o jej przyjęcie.

- k) Dokumentacja została sporządzona w dwóch egzemplarzach w formie papierowej oraz w postaci dokumentu elektronicznego na nośnikach cyfrowych (4 płyty CD).