

Raport

„Określenie wpływu na środowisko oraz technologii i kosztów rekultywacji niezrekultywowanych składowisk odpadów, usytuowanych na nieruchomościach położonych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54-60, ul. Waleriana Łukasińskiego 15/17 (Obszar 1 i 2) oraz przy ul. Andrzeja Struga 30 (Obszar 3)”

Łódź, 07.12.2023 r.

Zgierz – Nowoczesne miasto po godzinach

tel. 42 71 95 100
fax 42 71 43 114

www.bip.zgierz.pl
www.miasto.zgierz.pl

e-urząd@umz.zgierz.pl
Plac Jana Pawła II 16, 95-100 Zgierz



Podstawa podjęcia pracy

Umowa Nr OR.602.6.578.2023 z dnia 26 lipca 2023 r. na realizację usługi „Określenie obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów, ich wpływu na środowisko oraz technologii i kosztów ich rekultywacji” – CZĘŚĆ 2 wieloczęściowego zadania realizowanego przez Gminę Miasto Zgierz w ramach projektu „Zgierz-nowoczesne miasto po godzinach” współfinansowanego ze środków Norweskiego Mechanizmu Finansowego 2014-2021 i Mechanizmu Finansowego EOG 2014-2021 w ramach programu Rozwój Lokalny.

Autor Raportu spełniający wymagania Specyfikacji Warunków Zamówienia, zgodnie z Wykazem Potencjału Wykonawcy z dnia 8 lipca 2023 r.:

dr inż. Renata Żyłła, Dyrektor Centrum Gospodarki o Obiegu Zamkniętym, Sieć Badawcza Łukasiewicz-Łódzki Instytut Technologiczny (Ł-ŁIT)

Pozostali Wykonawcy:

dr inż. Magdalena Olak-Kucharczyk, Ł-ŁIT

dr Iwona Kucińska-Król, Ł-ŁIT

dr Natalia Festinger, Ł-ŁIT


Recenzent Raportu spełniający wymagania Specyfikacji Warunków Zamówienia, zgodnie z Wykazem Potencjału Wykonawcy z dnia 8 lipca 2023 r.:

prof. dr hab. Kazimierz Szymański, Politechnika Koszalińska, Wydział Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji

Spis treści

.....	1
Raport „Określenie wpływu na środowisko oraz technologii i kosztów rekultywacji niezrekultywowanych składowisk odpadów, usytuowanych na nieruchomościach położonych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54-60, ul. Waleriana Łukasińskiego 15/17 (Obszar 1 i 2) oraz przy ul. Andrzeja Struga 30 (Obszar 3)”	1
Przedstawienie (udostępnionej i pozyskanej) dokumentacji administracyjno–prawnej	6
Przedstawienie poszczególnych składowisk wg dokumentacji administracyjno-prawnej	17
2.1. Składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej 54/60	17
2.2. Składowisko gipsów i popiołów przy ul. Miroszewskiej 54/60	35
2.3. Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (Wysypisko „Za Bzurą”)	50
Przedstawienie charakterystyki obecnego statusu i stanu prawnego składowisk	55
3.1. Składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej 54/60	55
3.2. Składowisko gipsów i popiołów przy ul. Miroszewskiej 54/60	100
3.3. Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”)	105
Określenie wpływu poszczególnych składowisk na środowisko	122
4.1. Składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych oraz składowisko gipsów i popiołów przy ul. Miroszewskiej 54/60	122
4.2. Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”)	183
Określenie technologii rekultywacji poszczególnych składowisk, zawierające w szczególności:	196
5.1 Przedstawienie dwóch najlepszych technologii rekultywacji dla każdego ze składowisk z uwzględnieniem ich obecnego stanu i statusu, z podaniem uzasadnienia prawnego, ekonomicznego, technologicznego, z jednoczesnym wskazaniem na wady i zalety, słabe i mocne strony danej technologii na podstawie przeglądu	

literatury naukowej i bazy patentów (z ewentualnym przedstawieniem wariantów)	196
5.2 Przedstawienie uzasadnienia prawnego, ekonomicznego i technologicznego w przypadku stwierdzenia braku możliwości rekultywacji (ewentualnie wariantowania) i ekwiwalentnie przedstawienie możliwych i racjonalnych działań w zakresie zabezpieczenia danego składowiska.....	257
5.3 Wskazanie dokumentacji wymaganej do przeprowadzenia rekultywacji we wskazanych technologiach z podaniem uzasadnienia prawnego, ekonomicznego, technologicznego z uwzględnieniem statusu składowisk lub ekwiwalentnie dokumentacji wymaganej dla przeprowadzenia zabezpieczenia danego składowiska.....	257
5.4 wskazanie i merytoryczne uzasadnienie korzystniejszej technologii rekultywacji dla każdego ze składowisk	260
Oszacowanie kosztów wskazanych sposobów rekultywacji poszczególnych składowisk, zawierające w szczególności:	262
6.1 określenie i uzasadnienie przyjętych materiałów, cen, czasokresu danych, źródeł finansowania dla rekultywacji danego składowiska	262
6.2 Ekwiwalentnie określenie i uzasadnienie przyjętych materiałów, cen, czasokresu danych, źródeł finansowania dla działań w zakresie zabezpieczenia danego składowiska	264
6.3 przedstawienie dostępnych źródeł finansowania dla rekultywacji lub ekwiwalentnie dla zabezpieczenia składowisk	264
Przedstawienie źródeł wykorzystanych do sporządzenia Raportu: ..	271
7.1 Źródeł dowodowych, badawczych i prawnych, na których oparto poszczególne elementy Raportu.....	271
7.2 Bibliografia	272
7.3 wykazu map, rycin, rysunków, wykresów, tabel, itp.....	296
podsumowanie przedstawiające kluczowe ustalenia i wnioski.....	308
Streszczenie w języku niespecjalistycznym	314
Wykaz osób biorących udział w sporządzeniu Raportu, z podaniem imienia, nazwiska i wykształcenia/tytułu naukowego	316

Iceland 
Liechtenstein Norway
Norway grants grants

1

Przedstawienie (udostępnionej i pozyskanej) dokumentacji administracyjno-prawnej

• Wyniki pomiarów i monitoringu prób środowiskowych - Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska

Protokół z Kontroli Pozaplanowej Numer WIOS-LODZ 87/2021

Sprawozdanie z Badań Nr 138/2021

Data poboru próbek do badań **09.03.2021 r.**

Na podstawie art. 10b Ustawy z dnia 20 lipca 1991 r. „O Inspekcji ochrony środowiska” (Dz.U. Dz.U.2023.824 t.j.).

Pobrane zostały do analizy laboratoryjnej próby wody z 9 piezometrów usytuowanych w różnych częściach składowiska, próby z odcieków ze składowiska odpadów w okolicy wału ziemnego R-1 oraz wału R-2, 2 próby wody z rzeki Bzury przed i za składowiskiem.

Protokół z Kontroli Numer WIOS-LODZ

Sprawozdanie z Badań Nr 686/2021

Data poboru próbek do badań **07.09.2021 r.**

Oględziny składowisk odpadów zlokalizowanych na terenach byłych Zakładów Przemysłu Barwników „Boruta” w Zgierzu

Pobrane zostały do analizy laboratoryjnej próby wody z 9 piezometrów usytuowanych w różnych częściach składowiska, próby z odcieków ze składowiska odpadów w okolicy wału ziemnego R-1 oraz wału R-2, 2 próby wody z rzeki Bzury przed i za składowiskiem.

Protokół z Kontroli Numer WIOS-LODZ 190/2022

Sprawozdanie z Badań Nr 306/2022

Data poboru próbek do badań **26.04.2022 r.**

Pobrane zostały do analizy laboratoryjnej próby wody z 9 piezometrów usytuowanych w różnych częściach składowiska, 2 próby ścieków z rowu w okolicy wału ziemnego, 2 próby wody z rzeki Bzury przed i za składowiskiem.

Protokół z Kontroli Pozaplanowej Numer WIOS-LODZ 466/2022

Sprawozdanie z Badań Nr 900/2022

Data poboru próbek do badań **08.11.2022 r.**

Na podstawie art. 9 ustawy z dnia 20 lipca 1991 r. „O inspekcji ochrony środowiska” (Dz.U.2023.824 t.j.).

Rozpoznanie w terenie zgłoszenia dotyczącego zanieczyszczenia środowiska, w tym poważnej awarii z nieustalonych sprawcą zdarzenia. W trakcie kontroli w dniu 8 listopada 2022 r. pobrane zostały do analizy laboratoryjnej próby wody z 9 piezometrów usytuowanych w różnych częściach składowiska, 2 próby ścieków z rowu w okolicy wału ziemnego, 2 próby wody z rzeki Bzury przed i za składowiskiem. Kontrola została podjęta w celu zbadania zanieczyszczenia wód wgłębnych przez składowisko odpadów przemysłowych EKO-Boruta Sp. z o.o. w Zgierzu.

• **Decyzje administracyjne dla składowiska odpadów przemysłowych, w tym niebezpiecznych – Wojewody Łódzkiego, Marszałka Województwa Łódzkiego, Wojewody Łódzkiego, Ministra Środowiska**

1994 r.	<p>Decyzja Kierownika Urzędu Rejonowego w Zgierzu Nr 129/94 z dnia 29.07.1994 r.</p> <p>Pozwolenie na budowę składowiska odpadów poprodukcyjnych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54 dla ZPB „Boruta” w Zgierzu</p> <p>Na podstawie art. 59 ust. 1 ustawy z dnia 7.07.1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. Nr 89, poz. 414)</p>
1995 r.	<p>Decyzja Kierownika Urzędu Rejonowego w Zgierzu Nr 157/95 z dnia 13.07.1995 r.</p> <p>Pozwolenie na użytkowanie składowiska odpadów poprodukcyjnych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54 dla ZPB „Boruta” w Zgierzu</p> <p>Na podstawie art. 59 ust. 1 ustawy z dnia 7.07.1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. Nr 89, poz. 414)</p>
1998 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/120/98 z dnia 31.12.1998 r.</p> <p>Pozwolenie dla Spółki z o.o. EKO-Boruta w Zgierzu na przekazanie na składowisko odpadów przemysłowych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54 odpadów niebezpiecznych wg listy załączonej do Decyzji</p> <p>Na podstawie art. 11 ust. 3, art. 13 Ustawy z dnia 27 czerwca 1997 r. „O odpadach” (Dz.U. Nr 96, poz. 592), oraz Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 24 grudnia 1997 r. w sprawie klasyfikacji odpadów (Dz.U. Nr 162, poz. 1135).</p>
1999 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/13/99 z dnia 25.02.1999 r.</p> <p>Zmiana Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/120/98 z dnia 31.12.1998 r. poprzez dodanie nowych kodów odpadów do listy stanowiącej załącznik do decyzji</p> <p>Na podstawie art. 11 Ustawy z dnia 27 czerwca 1997 r. „O odpadach” (Dz.U. Nr 96, poz. 592).</p>
1999 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/21/99 z dnia 11.03.1999 r.</p> <p>Zmiana Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/120/98 z dnia 31.12.1998 r. poprzez dodanie nowych kodów odpadów do listy stanowiącej załącznik do decyzji</p> <p>Na podstawie art. 11 Ustawy z dnia 27 czerwca 1997 r. „O odpadach” (Dz.U. Nr 96, poz. 592).</p>
1999 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/24/99 z dnia 06.04.1999 r.</p>

	<p>Zmiana Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/120/98 z dnia 31.12.1998 r. poprzez dodanie nowych kodów odpadów do listy stanowiącej załącznik do decyzji</p> <p>Na podstawie art. 11 Ustawy z dnia 27 czerwca 1997 r. „O odpadach” (Dz.U. Nr 96, poz. 592).</p>
1999 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/38/99 z dnia 13.07.1999 r.</p> <p>Zmiana Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/120/98 z dnia 31.12.1998 r. poprzez dodanie nowych kodów odpadów do listy stanowiącej załącznik do decyzji</p> <p>Na podstawie art. 11 Ustawy z dnia 27 czerwca 1997 r. „O odpadach” (Dz.U. Nr 96, poz. 592).</p>
2000 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego OS.VI.6622-o/d/24/2000 z dnia 23.06.2000 r.</p> <p>Zmiana Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/120/98 z dnia 31.12.1998 r. poprzez dodanie nowych kodów odpadów do listy stanowiącej załącznik do decyzji</p> <p>Na podstawie art. 11 Ustawy z dnia 27 czerwca 1997 r. „O odpadach” (Dz.U. Nr 96, poz. 592 ze zm.), Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 14 lipca 1998 r. w sprawie określenia rodzajów inwestycji szczególnie szkodliwych dla środowiska i zdrowia ludzi, albo mogących pogorszyć stan środowiska oraz wymagań, jakim powinny odpowiadać oceny oddziaływania na środowisko tych inwestycji (Dz.U. Nr. 93 poz.589), Rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie szczegółowych zasad usuwania, wykorzystywania i unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych z dnia 21 października 1998 r. (Dz.U. Nr 1145, poz. 942).</p>
2001 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego OS.VI.6622-o/d/27/2001 z dnia 12.10.2001 r.</p> <p>Zmiana adresu Podmiotu Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/120/98 z dnia 31.12.1998 t.j. Spółki EKO-Boruta z: Zgierz, ul. Struga 30 na adres Zgierz, ul. Struga 10 r.</p> <p>Na podstawie art. 155 Kodeksu Postępowania Administracyjnego (Kpa)</p>
2001 r.	<p>Decyzja Łódzkiego Urzędu Wojewódzkiego w Łodzi GN.IV.7224/2/1753/a/2001 z dnia 27.07.2001 r.</p> <p>Nabycie przez ZPB „Boruta” w Zgierzu z dniem 5 grudnia 1990 r. prawa użytkowania wieczystego gruntu położonego w Zgierzu m.in. przy ul. Miroszewskiej 54/60</p> <p>Na podstawie art. 200 ustawy z dnia 21 sierpnia 1997 roku o gospodarce nieruchomościami (t.j. Dz.U.2000, Nr 46, poz. 543), rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 10 lutego 1998 roku w sprawie przepisów wykonawczych dotyczących uwłaszczenia osób prawnych nieruchomościami będącymi dotychczas w ich zarządzie (Dz.U. Nr 23, poz. 120) oraz Art. 236 § 1 Kodeksu cywilnego (Dz.U. 1964, Nr 16, poz. 93).</p>

2001 r. **AKT NOTARIALNY**

Umowa przeniesienia prawa użytkowania wieczystego i naniesień budowlanych stanowiących odrębną nieruchomość:

GGG 7410/2792/2001 - działki 273/1, 273/2, 273/3, 273/4, 273/5, 273/6, 273/7, 273/8, 273/9, 273/10, 273/11, 273/12, 273/13, 273/14, 273/15, 273/16, 273/17, 273/18, 273/19, 273/20, 273/21, 273/22, 273/23, 273/25, 273/26, 273/27, 273/28, 273/29, 273/30, 273/31, 273/32, 273/33, 273/34, 273/35, 273/36, 273/37, 273/38;

GGG 7410/2785/2001 – 149/5, 149/6, 149/7, 149/8, 149/9, 149/10, 149/11, 149/12, 149/13, 149/14, 149/15, 149/16, 149/17, 149/18;

2000 r. **Decyzja Wojewody Łódzkiego OS.VI.6622-o/d/23/2000**

Zezwolenie Spółce EKO-Boruta w Zgierzu przy ul. Struga 30 na unieszkodliwianie odpadów innych niż niebezpieczne poprzez ich składowanie. Lista odpadów przewidzianych do unieszkodliwiania stanowi załącznik do decyzji.

Na podstawie art. 11 ust. 3 i 4, art. 13 Ustawy z dnia 27 czerwca 1997 r. „O odpadach” (Dz.U. Nr 96, poz. 592 ze zm.), Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 24 grudnia 1997 r. w sprawie klasyfikacji odpadów (Dz.U. Nr 162, poz. 1135), Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 14 lipca 1998 r. w sprawie określenia rodzajów inwestycji szczególnie szkodliwych dla środowiska i zdrowia ludzi, albo mogących pogorszyć stan środowiska oraz wymagań, jakim powinny odpowiadać oceny oddziaływania na środowisko tych inwestycji (Dz.U. Nr. 93 poz.589).

2000 r. **Decyzja Wojewody Łódzkiego OS.VI.6622-o/d/36/2000**

Zmiana **Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.6622-o/d/23/2000** z dnia 23.06.2000 r. poprzez dodanie nowych kodów odpadów do listy stanowiącej załącznik do decyzji

Na podstawie art. 11 ust. 9a i 9b, art. 13 Ustawy z dnia 27 czerwca 1997 r. „O odpadach” (Dz.U. Nr 96, poz. 592 ze zm.), Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 24 grudnia 1997 r. w sprawie klasyfikacji odpadów (Dz.U. Nr 162, poz. 1135), Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 14 lipca 1998 r. w sprawie określenia rodzajów inwestycji szczególnie szkodliwych dla środowiska i zdrowia ludzi, albo mogących pogorszyć stan środowiska oraz wymagań, jakim powinny odpowiadać oceny oddziaływania na środowisko tych inwestycji (Dz.U. Nr. 93 poz.589); Rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie szczegółowych zasad usuwania, wykorzystywania i unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych z dnia 21 października 1998 r. (Dz.U. Nr 1145, poz. 942).

2001 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego OS.VI.6622-o/d/28/2001</p> <p>Zmiana adresu Podmiotu Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.6622-o/d/23/2000 z dnia z dnia 23.06.2000 r. t.j. Spółki EKO-Boruta z: Zgierz, ul. Struga 30 na adres Zgierz, ul. Struga 10 r.</p> <p>Na podstawie art. 155 Kodeksu Postępowania Administracyjnego (Kpa)</p>
2002 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego OS.VI.6622-o/d/37/2001 z dnia 25.02.2002</p> <p>Zmiana oznaczenia kodów odpadów w:</p> <ul style="list-style-type: none">- Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/120/98 z dnia 31.12.1998 oraz decyzjach zmieniających;- Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/23/2000 z dnia 23.06.2000 r. dotyczącej zezwolenia na przekazywanie odpadów innych niż niebezpieczne na składowisko przemysłowe w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54 oraz Decyzji zmieniającej. <p>Na podstawie art. 155 Kodeksu Postępowania Administracyjnego (Kpa), w związku z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. Nr r 112, poz. 1206) oraz Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. O odpadach (Dz.U. Nr 62, poz. 628).</p>
2003 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego OS.VI.6622-d/o/30/2003 z dnia 18.08.2003 r.</p> <p>Zmiana Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.6622-d/o/37/2002 z dnia 25.02.2002 r. w zakresie ograniczenia rodzajów odpadów niebezpiecznych i innych niż niebezpieczne, unieszkodliwianych poprzez ich składowanie na składowisku odpadów poprodukcyjnych</p> <p>Na podstawie art. 155 Kodeksu Postępowania Administracyjnego (Kpa)</p>
2002 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-o.i/85/2002 z dnia 23 grudnia 2002 r.</p> <p>W sprawie zatwierdzenia <u>instrukcji eksploatacji składowiska</u> odpadów poprodukcyjnych położonego w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej</p> <p>Na podstawie Art. 50, 53 ust. 1, 2, 3 pkt 1 i ust. 4 Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. Nr 62 poz. 628 ze zm.). Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 27 Września 2001 roku w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. Nr 112 poz. 1206); Art. 2 ust. 1 pkt 9 lit. d Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 24 września 2002 roku w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych kryteriów związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięć do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz.U. Nr 179, poz. 1490).</p>
2002 r.	<p>Dokumentacja techniczna</p> <p>Instrukcja eksploatacji składowiska odpadów poprodukcyjnych położonego w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej – mgr inż. Małgorzata Osęka</p>
2005 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-o.i/120/2005 z dnia 25 listopada 2005 r.</p>

	<p>Zmiana Decyzji Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-o.i/85/2002 z dnia 23 grudnia 2002 r. poprzez dodanie nowych kodów odpadów do listy stanowiącej załącznik do decyzji</p> <p>Na podstawie Art. 50, 53 ust. 1, 2 ust. 3 pkt 1 i ust. 4 Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. Nr 62 poz. 628 ze zm.); Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 27 Września 2001 roku w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. Nr 112 poz. 1206); Art. 2 ust. 1 pkt 39 Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 roku w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz.U. 257, poz. 2573 ze zm.); Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów (Dz.U. Nr 220, poz. 1858).</p>
2003 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-z/o/43/2003 z dnia 31.10.2003 r.</p> <p>W sprawie udzielenia zezwolenia na prowadzenie działalności w zakresie odzysku odpadów</p> <p>Na podstawie art. 378 ust. 2 pkt. 1 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. Nr 62, poz. 627 ze zm.); art. 26 ust. 1, ust. 3 pkt 1, art. 28 ust. 1 oraz Art. 63 ust. 6 pkt. 5 Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. Nr 62, poz. 628 ze zm.); Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. Nr 112, poz. 1206); Art. 2 Ust. 1 pkt. 9 lit d. Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 24 września 2002 w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych kryteriów związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięć do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz.U. Nr 179, poz. 1490)</p>
2004 r.	<p>Dokumentacja techniczna</p> <p>Opracowanie Projektowe „Projekt Rekultywacji kwatery numer jeden na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych w Zgierzu przy ulicy Mieroszewskiej”, wykonawca - Przedsiębiorstwo Inżynierii Środowiska K. Rysiukiewicz, R. Kauka S.C.</p>
2005 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-p,o,z,t,u/13/2005 z dnia 31.01.2005 r.</p> <p>W sprawie wydania pozwolenia na wytwarzanie odpadów z uwzględnieniem wymagań przewidzianych dla prowadzenia działalności w zakresie odzysku, unieszkodliwiania, zbierania i transportu odpadów</p> <p>Na podstawie art. 180, art. 181 ust. 1 pkt. 4, art. 183, 184, 188, art. 378 ust. 2 pkt. 2 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. Nr 62, poz. 627 ze zm.); art. 17, 18, 26, 28, 31 oraz 63 ust. 6 pkt. 2 Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. Nr 62, poz. 628 ze zm.); Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. Nr 112, poz. 1206); art. 2 ust. 1 pkt. 39 Rozporządzenia Rady Ministrów z 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących</p>

	<p>znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz.U. Nr 257, poz. 2573)</p>
2005 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-p,o,z,t,u/13-2005/3/2006 z dnia 19.01.2006 r.</p> <p>Zmiana Decyzji Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-p,o,z,t,u/13/2005 z dnia 31.01.2005 r. poprzez zawężenie wykazu odpadów przewidzianych do unieszkodliwiania i wydłużenie terminu decyzji do 31 grudnia 2006 r.</p> <p>Na podstawie art. 17, 18, 26, 28, 31 oraz 63 ust. 6 pkt. 2 Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. Nr 62, poz. 628 ze zm.); Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. Nr 112, poz. 1206); art. 2 ust. 1 kpt. 41 Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz.U. Nr 257, poz. 2573).</p>
2006 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-p,o,z,t,u/13-2005/3-2006/109/2006 z dnia 29.12.2006 r.</p> <p>Zmiana Decyzji Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-p,o,z,t,u/13/2005 z dnia 31.01.2005 r. zmianę ilości odpadów przewidzianych do unieszkodliwiania i wydłużenie terminu decyzji do II kwartału 2007 r.</p> <p>Na podstawie art. 192 oraz 378 ust. 2 pkt 1 lit. a ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. Nr 129, poz. 902 t.j. ze zm.); art. 26 oraz 63 ust. 6 pkt. 2 Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. Nr 62, poz. 628 ze zm.); Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. Nr 112, poz. 1206); art. 2 ust. 1 pkt. 39 Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz.U. Nr 257, poz. 2573)</p>
2006 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego SR.VII-G/6617-2/1239/2006 z dnia 29.12.2006 r.</p> <p>W sprawie zamknięcia składowiska odpadów (kwatery I składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych, w miejscowości Zgierz, przy ul. Miroszewskiej)</p> <p><u>Termin zamknięcia kwatery 30.04.2007 r.</u></p> <p>Na podstawie art. 54 ust. 2 pkt. 1 i ust. 4 Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. Nr 62, poz. 628 ze zm.); art. 2 ust. 1 kpt. 39 Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia</p>

	do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz.U. Nr 257, poz. 2573 ze zm.)
2007 r.	<p>Decyzja Wojewody Łódzkiego SR.VII-G/6613-1/p/1264/2007 z dnia 28.12.2007 r.</p> <p>Zmiana Decyzji Wojewody Łódzkiego SR.VII-G/6617-2/1239/2006 z dnia 29.12.2006 r. poprzez zmianę sposobu i harmonogramu działań rekultywacyjnych na kwaterze I – przesunięcie terminu o rok do 2010 r.</p> <p>Na podstawie Kpa</p>
2009 r.	<p>Decyzja Marszałka Województwa Łódzkiego RO.VI-AB-6620/48/09 z dnia 16.02.2009 r.</p> <p>Zmiana Decyzji Wojewody Łódzkiego SR.VII-G/6617-2/1239/2006 z dnia 29.12.2006 r. poprzez zmianę sposobu i harmonogramu działań rekultywacyjnych na kwaterze I – przesunięcie terminu o rok do 2011 r.</p> <p>Na podstawie Kpa</p>
2010 r.	<p>Decyzja Marszałka Województwa Łódzkiego RO.VI-AB-6620/48/1/2010 z dnia 18.05.2010 r.</p> <p>Zmiana Decyzji Wojewody Łódzkiego SR.VII-G/6617-2/1239/2006 z dnia 29.12.2006 r. poprzez zmianę sposobu i harmonogramu działań rekultywacyjnych na kwaterze I – przesunięcie terminu realizacji do 2017 r.</p> <p>Na podstawie Kpa</p>

- **Decyzje administracyjne dla składowiska gipsów i popiołów – Starosty Zgierskiego, Marszałka Województwa Łódzkiego, Wojewody Łódzkiego, Ministra Środowiska**

2000 r.	<p>Decyzja Starosty Zgierskiego OS-7521/1/8/2000 z dnia 28.02.2000 r.</p> <p>Zatwierdzenie dokumentacji określającej warunki hydrogeologiczne w rejonie osadników i popiołów na terenie ZPB „Boruta” w Zgierzu w likwidacji</p> <p>Na podstawie art. 45 ust. 1 i art. 103 ust. 1 Ustawy z dnia 4.04.1994 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. Nr 27, poz. 96 ze zm.) oraz Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 23 sierpnia 1994 roku w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinna odpowiadać dokumentacja hydrologiczna i geologiczno-inżynierska (Dz.U. Nr 93, poz. 444)</p>
---------	--

- **Decyzje administracyjne dla składowiska Za Bzurą – Starosty Zgierskiego, Marszałka Województwa Łódzkiego, Wojewody Łódzkiego, Ministra Środowiska**

2006 r.	<p>Decyzję Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-d/69/2006 z dnia 10 sierpnia 2006 r. w sprawie ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko</p> <p>Wojewoda Łódzki zobowiązał firmę EKO-Boruta Sp. z o.o. zarządzającego działką o numerze ewidencyjnym 90/27 do ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko</p> <p>Na podstawie art. 362 ust. 1 pkt 1 i ust. 2 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 129, poz. 902) w związku z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz.U. Nr 61, poz. 549)</p>
2007 r.	<p>Decyzję Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-d/83/2007 z dnia 28 września 2007 r. w sprawie ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko</p> <p>Wojewoda Łódzki zobowiązał firmę EKO-Boruta Sp. z o.o. zarządzającego działką o numerze ewidencyjnym 90/27 do ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko</p> <p>Na podstawie art. 362 ust. 1 pkt 1 i ust. 2 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 129 poz. 902) w związku z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz.U. Nr61, poz. 549)</p>

- **Uchwały Rady Miasta Zgierza**

2022 r.	<p>UCHWAŁA NR XLIV/583/2022 RADY MIASTA ZGIERZA z dnia 9 lutego 2022 r.</p> <p>w sprawie uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego miasta Zgierza dla terenów przemysłowych, położonych w rejonie ulicy Konstantynowskiej - Zachód</p> <p>Na podstawie art. 18 ust. 2 pkt. 5 ustawy z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (Dz. U. z 2021, poz. 1372, poz. 1834) oraz art. 20 ust 1 i art. 36 ust. 4 ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. z 2021 r., poz. 741, poz. 784, poz. 922, poz. 1873, poz. 1986) oraz w związku z uchwałą nr LIII/483/10 Rady Miasta Zgierza z dnia 30 września 2010 r. w sprawie przystąpienia do sporządzenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego miasta Zgierza dla terenów przemysłowych, położonych w rejonie ulicy Konstantynowskiej - Zachód</p>
---------	---

- Raport z analizy obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów (Etap 2) Zamówienie pn: Określenie obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów usytuowanych na nieruchomościach położonych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54-60 , ul. Waleriana Łukasińskiego 15/17 (Obszar 1 i 2) oraz ul. Andrzeja Struga (Obszar 3), stanowiące CZĘŚĆ I wieloczęściowego zadania realizowanego przez Gminę Miasto Zgierz w ramach projektu „Zgierz - nowoczesne miasto po godzinach” współfinansowanego ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2014-2021 w ramach programu „Rozwój Lokalny”.
- Ocena oddziaływania składowisk po zakładowych zlokalizowanych na terenie byłych zakładów „Boruta” w Zgierzu na życie i zdrowie mieszkańców Zgierza i okolic oraz środowiska, Instytut Ochrony Środowiska Państwowy Instytut badawczy na zlecenie Najwyższej Izby Kontroli delegatura w Łodzi, 2019 r.
- Informacja o wynikach kontroli DELEGATURA W ŁODZI ZAPOBIEGANIE ZAGROŻENIOM ZE STRONY SKŁADOWISK POZAKŁADOWYCH Z TERENU WOJEWÓDZTWA ŁÓDZKIEGO, Nr ewid. 170/2020/P/19/112/LLO LLO.430.002.2020;
- Wystąpienie pokontrolne Grzegorz Schreiber, Urząd Marszałkowski Województwa Łódzkiego, P/19/112- Zapobieganie zagrożeniom ze strony składowisko zakładowych z terenu województwa łódzkiego (LLO.410.0.025.01.2019).
- Wystąpienie pokontrolne Piotr Maks, Łódzki Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska, P/19/112- Zapobieganie zagrożeniom ze strony składowisko zakładowych z terenu województwa łódzkiego (LLO.410.0.025.02.2019).
- Wystąpienie pokontrolne Przemysław Staniszewski, Prezydent Miasta Zgierza, P/19/112- Zapobieganie zagrożeniom ze strony składowisko zakładowych z terenu województwa łódzkiego (LLO.410.0.025.04.2019).
- Wystąpienie pokontrolne Bogdan Jarota, Starosta Zgierski. P/19/112- Zapobieganie zagrożeniom ze strony składowisko zakładowych z terenu województwa łódzkiego (LLO.410.0.025.05.2019).
- ANALIZA ZMIAN W ZAGOSPODAROWANIU PRZESTRZENNYM GMINY MIASTO ZGIERZ, 2014
- Halina Klatkowa, Główny Koordynator Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski J. fortuna; Koordynator regionu Polski Centralnej – M.D. Baraniecka, Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, arkusz Zgierz (590), Państwowy Instytut Geologiczny.
- <https://www.geoportal.gov.pl/>
- Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Portal jakości wód powierzchniowych <https://wody.gios.gov.pl/pjwp/>
- <https://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/>

Akty prawne stanowiące podstawę prawną do wydanych decyzji i prowadzonych postępowań

- Specustawa z dnia 16 czerwca 2023 r. o wielkoobszarowych terenach zdegradowanych (Dz.U. 2023 poz. 1719)
- Ustawa z dnia 27 czerwca 1997 r. o odpadach (Dz.U. Nr 96, poz. 592)
- ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. Nr 62, poz. 628)
- Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U.2023.1587 t.j.)
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz.U.2023.1587 t.j.)
- Rozporządzenia Ministra Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 24 grudnia 1997 r. w sprawie klasyfikacji odpadów (Dz.U. Nr 162, poz. 1135)
- Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. Nr 112, poz. 1206)
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 24 grudnia 1997 r. w sprawie klasyfikacji odpadów (Dz.U. 1997, Nr 162, poz.1135)
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów (Dz.U. Nr 220, poz. 1858)
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz.U. 2003.61.549)
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2006 r. w sprawie odzysku lub unieszkodliwiania odpadów poza instalacjami i urządzeniami (Dz. U. Nr 49, poz. 356)
- 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska (Dz.U. Nr 62, poz. 629 ze zm.)
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) Nr 1907/2006 (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals)

2

Przedstawienie poszczególnych składowisk wg dokumentacji administracyjno-prawnej

2.1. Składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej 54/60

2.1.1. Przedstawienie wynikających z dokumentacji administracyjno-prawnej informacji o składowiskach: m. in.: o lokalizacji, budowie, parametrach oraz o instalacjach/infrastrukturze składowiskowej (tj. piezometry, drenaże, hydranty, pasy ochronne/izolacyjne, ogrodzenia, itp.) i infrastrukturze technicznej

Składowisko odpadów poprodukcyjnych zostało zaprojektowane w 1994 r. przez „ARKA-KONSORCJUM” Technika dla Środowiska i Gospodarka Odpadami w Poznaniu i wybudowane w 1995 r. na podstawie pozwolenia na budowę składowiska i pozwolenia na eksploatację.

W 1995 r. Zakłady Przemysłu Barwników „Boruta” w Zgierzu uzyskały pozwolenie na użytkowanie składowiska odpadów poprodukcyjnych o powierzchni 6 237 ha na podstawie art. 59 ust. 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz.U. Nr 89, poz. 414), zgodnie z warunkami zabudowy i zagospodarowania terenu oraz warunkami pozwolenia na budowę (**Decyzja Kierownika Urzędu Rejonowego w Zgierzu Nr 157/95**). Składowisko odpadów zostało zbudowane przy ul. Miroszewskiej 54/60 na terenie należącym do Skarbu Państwa, do którego ZPB „Boruta” miał tytuł prawny na mocy użytkowania wieczystego (Księga wieczysta **LD1G/00066882/4**). Składowisko położone jest na działkach o następujących numerach ewidencyjnych: 149, 273/1, 273/4, 273/5, 273/6, 273/7, 273/8, 273/9, 273/10, 273/13, 273/14, 273/15, 273/16, 273/17, 273/18, 273/19, 273/20, 273/21, 273/22, 273/23, 273/24, 273/25, 273/26, 273/28, 273/30, 273/33 (dwie kwatery). Kwatera I przeznaczona do zagospodarowania odpadów przemysłowych, a od 1998 r. również odpadów niebezpiecznych, jest zlokalizowana na działkach o numerach ewidencyjnych: 273/1, 273/18, 279/19 273/20, 273/21, 273/23, 273/24, 273/25, 273/26, 273/28, 273/30, 273/33.

Firma EKO-Boruta Sp. z o.o. rozpoczęła swoją działalność związaną ze składowaniem odpadów na składowisku odpadów przemysłowych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54 na mocy **Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/120/98** z dnia 31.12.1998 r. Wojewoda Łódzki wydał decyzję w oparciu o zapisy Art. 11 ust. 3 Ustawy z dnia 27 czerwca 1997 r. o odpadach (Dz.U. Nr 96, poz. 592), która weszła w życie z dniem 1 stycznia 1998 r. Ustawa zobowiązywała

odbiorców odpadów niebezpiecznych do uzyskania zezwolenia na usuwanie tych odpadów, w tym na transport oraz na ich wykorzystanie lub unieszkodliwianie. Wydanie zezwolenia w formie decyzji spoczywało na wojewodzie właściwym ze względu na miejsce wykorzystania lub unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych po zasięgnięciu opinii państwowego Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego oraz właściwego wójta, burmistrza lub prezydenta miasta.

Zgodnie z Art.13 w/w Ustawy wytwarzający odpady i odbiorca odpadów byli zobowiązani do prowadzenia ilościowej i jakościowej ewidencji odpadów zgodnie z przyjętą ich klasyfikacją. Z dniem 1 stycznia 1998 r. weszło w życie Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 24 grudnia 1997 r. w sprawie klasyfikacji odpadów (Dz.U. 1997, Nr 162, poz.1135).

Zgodnie z orzeczeniem **Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/120/98** przewidywano przyjęcie na składowisko do 60 000 Mg odpadów w skali roku. Odpady miały być ważone na terenie ZPB „Boruta” i składowane zgodnie z instrukcją eksploatacji składowiska. W okresie od 1999 r. do 2000 r. rozszerzono listę odpadów przeznaczonych do składowania o kolejne kody. Pełną listę kodów odpadów przeznaczonych do składowania zatwierdzonych zapisami Decyzji Wojewody Łódzkiego stanowi **Załącznik nr 2** Raportu.

W czerwcu 2000 r. Spółka EKO-Boruta Sp. z o.o. w Zgierzu uzyskała zezwolenie na unieszkodliwianie odpadów innych niż niebezpieczne poprzez ich składowanie na mocy **Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.6622-o/d/23/2000**. Do decyzji załączono listę odpadów przewidzianych do unieszkodliwiania. Odpady zgodnie z decyzją miały być dostarczane na teren spółki EKO-Boruta Sp. z o.o. w Zgierzu, a następnie na składowisko odpadów zlokalizowane przy ul. Miroszewskiej, której właścicielem była ZPB „Boruta” Po zważeniu odpady miały być składowane w sposób bezpieczny, zgodny z zatwierdzoną instrukcją eksploatacji składowiska, nie zagrażający pogorszeniem warunków ochrony życia lub zdrowia ludzi oraz środowiska. W decyzji określono chłonność wysypiska odpadów niebezpiecznych w skali roku na 6 000 Mg.

Z dniem 1 października weszła w życie ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. Nr 62, poz. 628), która określiła ramy prawne w zakresie eksploatacji składowiska. Z uwagi na nowy katalog kodów odpadów, obowiązujący od 1 stycznia 2002 r. zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. Nr 112, poz. 1206), firma EKO-Boruta Sp. z o.o. wystąpiła o zmianę decyzji dostosowującej oznaczenia kodów odpadów przeznaczonych do składowania. W dniu 25 lutego 2002 r. **Wojewoda Łódzki Decyzją OS.VI.6622-o/d/37/2002** z dnia 25.02.2002 uwzględniając zapisy Decyzji **OS.VI.7635-o/d/120/98** oraz **OS.VI.6622-o/d/23/2000** ujednolicił i uaktualnił listę odpadów niebezpiecznych i innych niż niebezpieczne

przeznaczonych do składowania na składowisku odpadów przemysłowych przy ulicy Miłoszewskiej (**Załącznik nr 3**).

Zgodnie z Art. 53 nowej ustawy o odpadach pozwolenie na użytkowanie składowiska odpadów mogło być wydane po zatwierdzeniu **instrukcji eksploatacji składowiska** odpadów oraz po przeprowadzeniu kontroli przez wojewódzkiego inspektora ochrony środowiska. W grudniu 2002 r. mgr inż. Małgorzata Osęka przygotowała Instrukcję eksploatacji składowiska odpadów poprodukcyjnych położonego w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej. W dniu 23 grudnia 2002 r. **Wojewoda Łódzki** wydał **Decyzję SR.VI.6622-o.i/85/2002** z dnia 23 grudnia 2002 r., na podstawie której zakwalifikował składowisko odpadów jako składowisko odpadów niebezpiecznych zgodnie z nową klasyfikacją typów składowisk odpadów (Art. 50 w/w ustawy).

W projekcie zaplanowano równomierne rozłożenie piezometrów jako infrastrukturę kontrolno-pomiarową służącą do poboru prób wód podziemnych (S1-S9). Piezometry S2, S6, S7, S8 były przeznaczone do ujęcia wód czwartorzędowych górnej warstwy wodonośnej nad nakładem gliniasto-pyłastym, S1, S3, S4, S5, S9 – do ujęcia wody dolnej warstwy wodonośnej. W pierwszej warstwie wodonośnej otwory zlokalizowane zostały na północ od składowiska w kierunku spływu wód podziemnych. Dwa z nich znajdują się blisko składowiska odpadów niebezpiecznych (S1 i S2). Pozostałe zostały ułożone w 2 liniach oddalonych o około 50 m i około 130 m na północ od ogrodzenia składowiska (S3 i S8). Otwór głębszy znajduje się w pobliżu wschodniego obrzeża składowiska (**Rysunek 2.1**).

Do monitorowania uszczelnienia składowiska (z folii PEHD) przewidziano pod nim drenaż kontrolny wyprowadzony do studzienki połączonej z kolektorem zbiorczym odcieków. Raz w miesiącu studzienka kontrolna była sprawdzana pod kątem zawartości cieczy pochodzącej spod uszczelnienia.

Na terenie składowiska odpadów przemysłowych zaplanowane zostały następujące elementy zagospodarowania: tereny składowania odpadów o łącznej powierzchni 1,6021 ha (kwatery I i II), rezerwa terenu na składowanie materiałów izolacyjnych (piasku) na terenie osadnika, rezerwa terenu nad budowę placu i deponatorów odpadów szczególnie toksycznych w rejonie starej pompowni (*brak możliwości ustalenia lokalizacji*), drogi dojazdowej 1 i 2, pas zieleni izolacyjnej, ogrodzenie, zaplecze administracyjno-socjalne.

Dojazd do składowiska zaplanowano od dróg publicznych ulicą Miroszewską następnie dwiema niezależnymi drogami dojazdowymi od ul. Miroszewskiej:

- drogą dojazdową o długości 120 m wzdłuż wschodniej i północnej korony obwałowania z placem manewrowym przy północnej skarpie składowiska, czyli od strony portierni, prowadząca na teren grobli kwatery I,

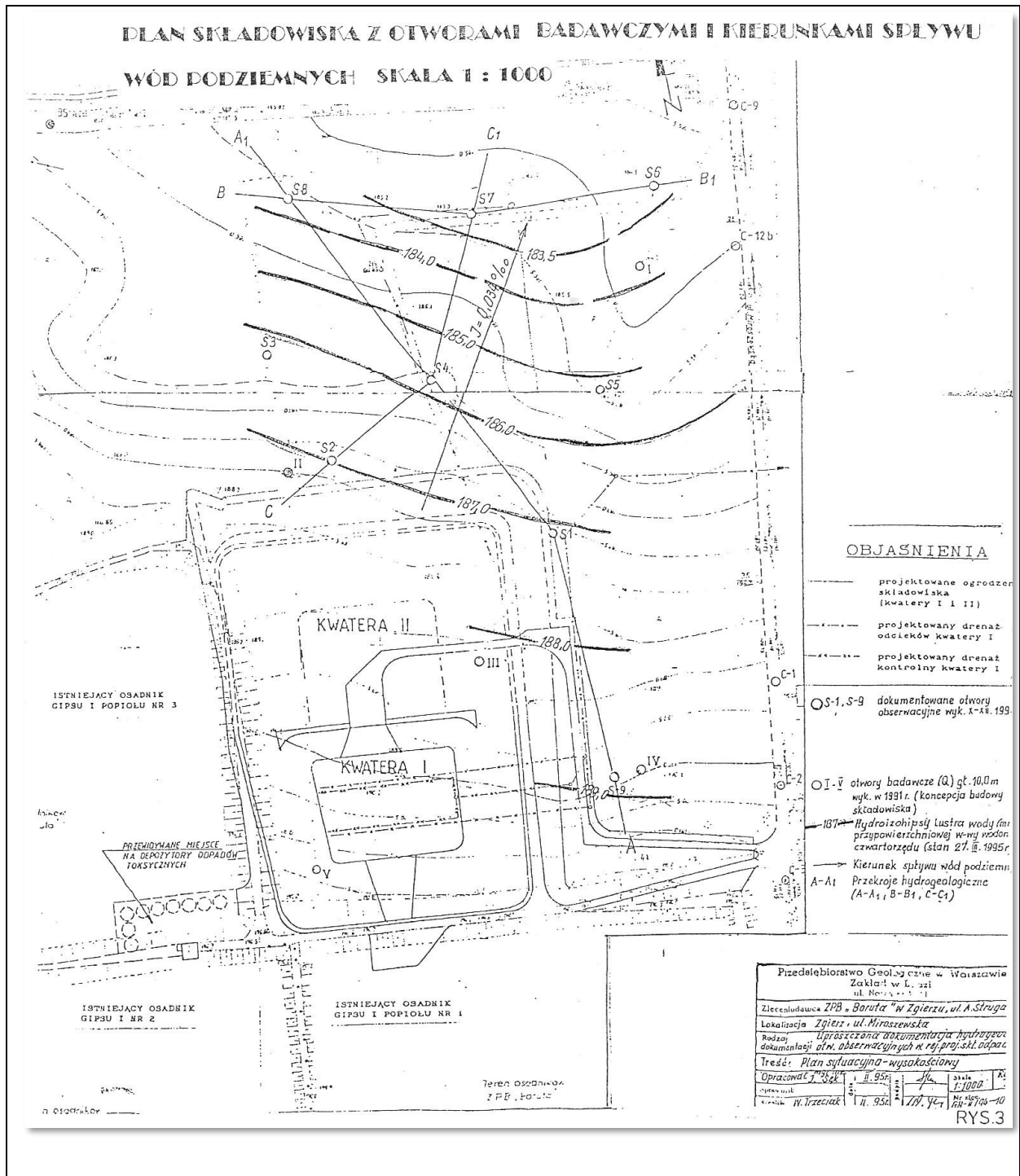
- drogą dojazdową prostopadłą do ulicy Miroszewskiej, o długości 150 m z placem manewrowym przy południowej skarpie składowiska drogą wyłożoną płytami betonowymi w rejonie budynku Z 214 R (do starej pompowni).

Składowisko odpadów przemysłowych w Zgierzu było podpowierzchniowo-nadpowierzchniowe (**Rysunek 2.1**). Na etapie przygotowywania instrukcji eksploatacji składowiska odpadów poprodukcyjnych położonych w Zgierzu przy ulicy Miroszewskiej w 2002 r. teren składowiska stanowiła kwatery I ograniczona groblą o powierzchni 0,8137 ha i objętości geometrycznej 50 376 m³ (skarpy wewnętrzne o spadku 1:2,5, zewnętrzne, 1:1,5, ukształtowanie dna kwatery ze spadkiem 0,5% i 2%). Dno i skarpy niecki zostały uszczelnione. Zaprojektowano następujące uszczelnienie: glina piaszczysta rodzima o miąższości 5 - 10 m, warstwa wyrównawcza z piasku średniego (grubość warstwy 0,1 m), geomembrana PEHD firmy AGRU Austria (grubość 2 mm, gładka i fakturowana), geowłóknina syntetyczna, warstwa filtracyjna ułożona wzdłuż drenów ze żwiru 4/8 (grubość warstwy 0,3 m), warstwa ochronna z mieszaniny żwiru i popiołu (grubość 0,3 m). Składowisko odpadów przewidziano do rzędnej 196,2 m n.p.m. W dnie niecki ułożony był drenaż odcieków z rur PEHD Ø 117/100 mm.

Odcieki powstające na składowisku były odprowadzane drenażem zbiorczym do sieci kanalizacji przemysłowej dawnego ZPB „Boruta” a następnie do oczyszczalni ścieków. Umożliwiało to buforowanie odcieków w przypadku wysokich stężeń toksycznych związków.

Nie przewidziano instalacji odgazowania. Zaprojektowano pionowe i pochyłe warstwy mieszaniny piasku i popiołu. Dla zabezpieczenia przed przedostaniem się ewentualnego gazu do kanalizacji zastosowano na połączeniach drenażu zamknięcia wodne 0,3 m i odpowietrzenie do atmosfery.

Zdjęcia składowiska gipsów i popiołów oraz odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych z lat 1978, 1996, 2012 oraz 2023 przedstawiono na **Fot. 2.1, Fot. 2.2, Fot. 2.3 i Fot. 2.4**.



Rysunek 2.1. Plan składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (Załącznik do decyzji **Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-o.i/85/2002.**



Fot. 2.1. Zdjęcia składowiska przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu z 1978 r. z Geoportal <https://mapy.geoportal.gov.pl>.



Fot. 2.2. Zdjęcia składowiska przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu z 1996 r. z Geoportal <https://mapy.geoportal.gov.pl>.



Fot. 2.3. Zdjęcia składowiska przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu z 2012 r. z Geoportal <https://mapy.geoportal.gov.pl>.



Fot. 2.4. Zdjęcia składowiska przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu z 2023 r. z Geoportal <https://mapy.geoportal.gov.pl>.

W sąsiedztwie działającej kwatery I wyznaczono miejsce na rozbudowę składowiska o kwaterę II o powierzchni 0,7884 ha i pojemności 47 044,8 m³. Kwatera II docelowo nie została wykorzystana.

Zaprojektowano ogrodzenie z siatki stalowej na słupkach o wysokości 2 m. Na etapie przygotowania instrukcji eksploatacji składowiska ogrodzenie z siatki zostało zastąpione ogrodzeniem z drutu kolczastego na stalowych słupkach. Oświetlona była brama wjazdowa na składowisko (jeden punkt świetlny). Zgodnie z instrukcją eksploatacji składowiska odpadów poprodukcyjnych położonych w Zgierzu przy ulicy Miroszewskiej teren składowiska był wyposażony w kamerę przemysłową (obecnie nie działającą). Aktualnie kamera jest umiejscowiona poza terenem składowiska i monitoruje bramy.

Zaplanowano pas zieleni od strony wschodniej, rozciągający się od drogi dojazdowej wzdłuż wschodniej skarpy aż do ulicy Miroszewskiej (samosiewy brzoź oraz innych drzew i krzewów).

Pod względem organizacyjnym ustalono, że odpady będą składowane metodą tortowo-oddolną i przyskarpową, pozwalającą maksymalnie wykorzystać chłonność składowiska.

Odpady miały być składowane w sposób uporządkowany w następujących opakowaniach: bębnoch, beczkach metalowych oraz wykonanych z tworzywa sztucznego, ustawionych w 2 warstwach w wyznaczonych sektorach. Odpady takie jak zanieczyszczony gruz, zanieczyszczona ziemia, gipsy, miały być składowane luzem metodą przyskarpową. Składowanie odpadów powinno odbywać się systemem warstwowym o wysokości warstw 1,5 m, przedzielonych warstwą izolacyjną o grubości 0,2-0,3 m. Odpady zawierające azbest miały być składowane w workach foliowych, w opakowaniach typu „Big-Bag” lub na paletach opakowanych folią. Wody opadowe powinny być odprowadzane drenażem żwirowym do drenażu odcieków. Wyładowane odpady powinny być przykrywane warstwą izolacyjną przy wykorzystaniu piasku, ziemi z wykopów, pokruszonego gruzu lub zanieczyszczonej ziemi jako materiałów izolacyjnych. Na składowisko nie wolno było przyjmować: odpadów radioaktywnych, odpadów mogących wywołać samozapłon, odpadów pochodzących z zakładów medycznych lub weterynaryjnych, większej ilości odpadów biologicznie czynnych, np. nie stabilizowanych osadów ściekowych.

Zgodnie z projektem, składowisko miało być zabezpieczone przed dostępem osób postronnych, zamykane po zakończeniu pracy i zabezpieczone przed wjazdem i wejściem osób nieupoważnionych. Teren miał być monitorowany za pomocą kamery przemysłowej.

Na mocy decyzji Wojewoda Łódzki zobowiązał EKO-Boruta Sp. z o.o. do przeprowadzania badań wody z otworów piezometrycznych zlokalizowanych w obrębie składowiska odpadów zgodnie z załączonym do decyzji harmonogramem.

Zgodnie z ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 roku o odpadach zarządzający składowiskiem odpadów powinien sporządzać zbiorcze zestawienia danych o rodzaju i ilości składowanych odpadów, o sposobach gospodarowania nimi oraz o instalacjach i urządzeniach służących do odzysku i unieszkodliwiania tych odpadów, które powinny być przekazywane marszałkowi województwa. Dokumentację składowiska stanowiły: książka raportów dziennych składowiska, książka raportów miesięcznych składowiska, dokumentacja, której prowadzenie wynikało z zapisów ustawy o odpadach oraz innych dokumentów wprowadzonych do stosowania przez zarządzającego składowiskiem. Kwaterna I składowiska została podzielona na sektory w kształcie prostokątów o wymiarach 4 x 9 m. Podział ten pozwalał na dokładną lokalizację składowanych odpadów.

W 2003 r. firma EKO-Boruta Sp. z o.o. złożyła wniosek i uzyskała zezwolenie na prowadzenie działalności w zakresie odzysku odpadów polegającym na wykorzystaniu odpadów jako składnika warstw izolujących oraz przesyпки oddzielającej warstwy odpadów na składowisku odpadów przemysłowych w Zgierzu przy ulicy Miroszewskiej: gruz betonowy lub ceglany zanieczyszczony substancjami niebezpiecznymi (17 01 06*) oraz ziemia i gleba, w tym kamienie zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi (17 05 03*). Jednocześnie firma uzyskała zezwolenie na odzysk w/w odpadów w procesie odzysku R14 – inne działania prowadzące do wykorzystania odpadów w całości lub części lub do odzyskania z odpadów substancji lub materiałów, łącznie z ich wykorzystaniem. W dniu 31 stycznia 2005 r. **Wojewoda Łódzki** wydał **decyzję SR.VI.6622-p,o,z,t,u/13/2005** w sprawie wydania zezwolenia na wytwarzanie odpadów z uwzględnieniem wymagań przewidzianych dla prowadzenia działalności w zakresie odzysku, unieszkodliwiania, zbierania i transportu odpadów dla firmy EKO-Boruta Sp. z o.o., w której uzyskał m. in. zgodę na odzysk 1 000 Mg/rok zmieszanych lub segregowanych odpadów z betonu, gruzu ceglanego, odpadowych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia zawierających substancje niebezpieczne (17 01 06*) oraz 2 000 Mg/rok gleby i ziemi, w tym kamieni zawierających substancje niebezpieczne (17 05 03*). Określono dopuszczalną metodę odzysku – wykorzystanie jako składnika warstw izolujących oraz wykorzystanie do tworzenia przesyпки oddzielającej warstwy odpadów. Można przypuszczać, że w tym okresie spółka rozpoczęła proces wyrównywania terenu przygotowując się do zakończenia eksploatacji składowiska. W **decyzji Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-p,o,z,t,u/13-2005/3-2006/109/2006** z dnia 29.12.2006 r. nadmieniono w uzasadnieniu, że firma EKO-Boruta Sp. z o.o. planuje zamknięcie składowiska (wniosek DN/45/2006 z dnia 12 maja 2006 r.), z którego wynika, że prowadzący składowisko nie zamierza prowadzić działalności w zakresie odzysku i unieszkodliwiania odpadów po dacie 30 kwietnia 2007 r., a co za tym idzie, nie zamierza ubiegać się o uzyskanie pozwolenia zintegrowanego. W dniu 12 maja 2006 r. firma EKO-Boruta Sp. z o.o. wystąpiła z wnioskiem w sprawie zamknięcia kwatery I składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych przy ul.

Miroszewskiej w Zgierzu. **Wojewoda Łódzki** wydał zgodę w drodze **decyzji SR.VII-G/6617-2/1239/2006** określając techniczny sposób zamknięcia i harmonogram działań rekultywacyjnych, które ostatecznie zostały przesunięte na mocy zmieniających **decyzji Wojewody Łódzkiego SR.VII-G/6613-1/p/1264/2007, RO.VI-AB-6620/48/09** oraz **RO.VI-AB-6620/48/1/10** (Tabela 2.1).

Tabela 2.1. Techniczny sposób zamknięcia Kwatery I i harmonogram działań rekultywacyjnych (po zmianach).

Lp.	Planowana czynność	Termin realizacji
1.	Formowanie czaszy składowiska	31.12.2009 r.
2.	Tworzenie warstw izolacyjnych z materiałów mineralnych oraz folii i geowłókniny	31.12.2016 r.
3.	Tworzenie warstwy humusowej i nasadzenie roślinności określonej w projekcie	30.09.2017 r.

Wojewoda Łódzki zobowiązał EKO-Borutę Sp. z o.o. zarządzającą składowiskiem do sprawowania nadzoru nad zrehabilitowaną kwaterą składowiska w ramach jego monitoringu. Zobowiązał zarządzającego składowiskiem do prowadzenia monitoringu kwatery I przez okres 30 lat od daty jej zamknięcia zgodnie z warunkami określonymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów (Dz.U. Nr 220, poz. 1858), na podstawie art. 60 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach, (Dz.U. Nr 62, poz. 628), które zostało nieznacznie zmienione w 2010 roku rozporządzeniem z dnia 8 grudnia 2010 r. (Dz.U. Nr 238, poz. 1588).

Zgodnie z w/w rozporządzeniem monitoring w fazie poeksploatacyjnej obejmował:

- badanie wielkości opadu atmosferycznego z pomiarów prowadzonych na terenie składowiska odpadów lub poza nim, o ile w trakcie oceny stanu wyjściowego lub procedury zamknięcia składowiska odpadów wskazano stację meteorologiczną reprezentatywną dla lokalizacji składowiska odpadów;
- pomiar poziomu wód podziemnych;
- kontrolę osiadania powierzchni składowiska odpadów w oparciu o ustalone repery;
- badanie określonych parametrów wskaźnikowych (pH, przewodność elektrolityczna właściwa, dla składowisk przyjmujących odpady komunalne wymagany był dodatkowo monitoring: ogólnego węgla organicznego (OWO); zawartości poszczególnych metali ciężkich (Cu, Zn, Pb, Cd, Cr(VI), Hg) oraz

- sumę wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych) w wodach powierzchniowych, odciekowych, podziemnych i gazie składowiskowym;
- sprawdzanie sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego (nie dotyczyło składowiska odpadów przemysłowych, w tym niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu).

Zakres parametrów wskaźnikowych oraz minimalną częstotliwość badań wód powierzchniowych, odciekowych, podziemnych oraz gazu składowiskowego w poszczególnych fazach eksploatacji składowiska odpadów zestawiono w **Tabeli 2.2.**

Tabela 2.2. Zakres parametrów wskaźnikowych oraz minimalna częstotliwość badań wód powierzchniowych odciekowych, podziemnych oraz gazu składowiskowego w poszczególnych fazach eksploatacji.

Częstotliwość pomiarów				
Lp	Mierzony parametr	Faza przed-eksploatacyjna	Faza eksploatacji	Faza poeksploatacyjna
1	Wielkość przepływu wód powierzchniowych	jednorazowo	co 3 miesiące	co 6 miesięcy
2	Skład wód powierzchniowych	jednorazowo	co 3 miesiące	co 6 miesięcy
3	Objętość wód odciekowych	brak	co 1 miesiąc	co 6 miesięcy
4	Skład wód odciekowych	brak	co 3 miesiące	co 6 miesięcy
5	Poziom wód podziemnych	jednorazowo	co 3 miesiące	co 6 miesięcy
6	Skład wód podziemnych	jednorazowo	co 3 miesiące	co 6 miesięcy
7	Emisja gazu składowiskowego	brak	co 1 miesiąc	co 6 miesięcy
8	Skład gazu składowiskowego	brak	co 1 miesiąc	co 6 miesięcy
9	Sprawność systemu odprowadzania gazu składowiskowego	brak	brak	co 12 miesięcy

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów (Dz.U. Nr 220, poz. 1858), jeżeli z wyników monitoringu prowadzonego przez okres 5 lat od zamknięcia składowiska odpadów wynikało, że składowisko nie oddziałuje na środowisko, właściwy organ mógł zmniejszyć częstotliwość badań poszczególnych parametrów wskaźnikowych, nie rzadziej jednak niż raz na 2 lata, a dla przewodności elektrolitycznej właściwej nie rzadziej niż raz na rok. Pomiar wielkości przepływu i składu płynących wód powierzchniowych, o ile występowały one w bezpośrednim otoczeniu składowiska opadów, odbywał się w nie mniej niż dwóch punktach: jeden w górnym biegu każdego cieku, powyżej składowiska odpadów, drugi w dolnym biegu, poniżej składowiska odpadów. Pomiar objętości i składu wód odciekowych odbywał się w każdym miejscu ich gromadzenia.

Ilość, głębokość oraz sposób budowy otworów (piezometrów) do poboru prób oraz badań składu wód podziemnych określone było w pozwoleniu na budowę składowiska. Ilość otworów nie mogła być jednak mniejsza niż 3 otwory dla każdego z poziomów wodonośnych, z czego jeden powinien znajdować się na dopływie wód podziemnych, dwa pozostałe - na przewidywanym odpływie wód podziemnych. Jeżeli pod składowiskiem odpadów występował więcej niż jeden poziom wodonośny, w tym użytkowe poziomy wodonośne, konieczny był monitoring poziomów wodonośnych do pierwszego użytkowego poziomu wodonośnego włącznie.

Zgodnie z w/w rozporządzeniem przynajmniej raz w roku w fazie eksploatacji i w fazie poeksploatacyjnej powinien być badany przebieg osiadania składowiska odpadów oraz stateczność zboczy, przy wykorzystaniu metod geodezyjnych, z wykorzystaniem ustalonych reperów oraz metod geotechnicznych.

2.1.2. Przedstawienie wynikających z dokumentacji administracyjno-prawnej informacji o odpadach, m. in. o przewidzianych do składowania i składowanych odpadach, ich ilości, rodzajach, właściwościach, itp.

Prawdopodobnie pierwsze odpady na kwaterę I w obrębie składowiska odpadów poprodukcyjnych przy ul. Miroszewskiej 54/60 trafiły w 1995 r. na mocy **Decyzji Marszałka Województwa Łódzkiego Nr 157/95** wydanej dla ZPB „Boruta” w Zgierzu. Były to odpady poprodukcyjne wytworzone w ZPB „Boruta” W 1998 roku Spółka EKO-Boruta Sp. z o.o. w Zgierzu uzyskała pozwolenie na przekazanie na w/w składowisko odpadów niebezpiecznych, które zostały wyszczególnione w **Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/120/98** z dnia 31.12.1998 r.

Rodzaje odpadów przewidzianych do składowania

Klasyfikacja odpadów była dokonana na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 24 grudnia 1997 r. w sprawie klasyfikacji odpadów (Dz.U. Nr 162, poz. 1135). Ówczesne rozporządzenie na podstawie art. 6 ust. 2 ustawy z dnia 27 czerwca 1997 r. o odpadach (Dz. U. Nr 96, poz. 592) sklasyfikowało odpady w zależności od źródła ich powstawania, dzieląc je na 20 grup. Kod odpadu składał się z trzech par cyfr (w sumie sześciocyfrowy kod), które definiowały odpowiednio: grupy, podgrupy i rodzaje odpadów. Wyszczególnienie rodzajów odpadów niebezpiecznych przewidzianych do składowania na mocy **Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/120/98** z dnia 31.12.1998 r. stanowi **Załącznik nr 2** Raportu. Na składowisko miały trafiać m.in. odpady niebezpieczne z przemysłu syntezy organicznej, produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania powłok ochronnych (farb, lakierów, emalii ceramicznych), kitu, klejów, szczeliw i farb drukarskich, odpady z rozpuszczalników organicznych, przeterminowane leki i chemikalia, odpady ze spalania i termicznego

rozkładu odpadów komunalnych, odpady zawierające azbest oraz inne niebezpieczne odpady stałe. Na składowisko mogły trafiać również odpady z kształtowania i powierzchniowej obróbki metali i tworzyw sztucznych (12 01 11, 12 01 12) oraz odpady nieorganiczne z przygotowania powierzchni i powlekania metali oraz z procesów hydrometalurgii metali nieżelaznych (11 01 08).

Na podstawie wywiadu środowiskowego z pracownikami Instytutu Barwników i Półproduktów Organicznych można przypuszczać, że w pierwszych latach funkcjonowania składowiska spodnia warstwa odpadów deponowanych w kwaterze nr I w większości pochodziła z procesów produkcji ZPB „Boruta” Morfologia odpadów była zbliżona do odpadów w miejscu gromadzenia historycznych odpadów (na „Składowisku Za Bzurą”), poza osadami ściekowymi (patrz **Rozdział 2.3.2**). Przypuszcza się, że w wierzchniej warstwie deponowano odpady pochodzące w większości od innych podmiotów. W wierzchniej warstwie deponowano płyty azbestowe.

Ze względu na właściwości fizyczne deponowanych odpadów można je podzielić na: **odpady stałe**, m.in.:

- materiały filtracyjne pochodzące z przeróbki ropy naftowej, oczyszczania gazu ziemnego oraz wysokotemperaturowej przeróbki węgla (05 04 01);
- zużyty węgiel aktywny nie pochodzący z produkcji chloru (06 13 02);
- zużyte sorbenty, w tym zawierające związki chlorowców, pochodzące z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania tworzyw sztucznych oraz kauczków i włókien syntetycznych (07 02 09, 07 02 10);
- popioły lotne oraz pył z kotłów i pieców (19 01 03, 19 01 04);

szlamy i osady, m in.:

- osady i szlamy z fosforanowania, wytworzone z obróbki i powlekania metali (11 01 08);
- szlamy zawierające rozpuszczalniki, w tym chloroorganiczne (14 05 04, 14 05 05);
- szlamy farb drukarskich, w tym zawierające rozpuszczalniki chloroorganiczne (08 03 05, 08 03 06);
- osady pofiltracyjne, w tym zawierające związki chlorowców, pochodzące z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania tworzyw sztucznych oraz kauczków i włókien syntetycznych (07 02 09, 07 02 10);

odpady ciekłe, m in.:

- pochodzące z różnych procesów produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania podstawowych produktów przemysłu syntezy organicznej, w tym organicznych barwników i pigmentów, odpady z procesów destylacji, reakcji, w tym zawierające związki chlorowców (np. 07 01 07, 07 01 08, 07 02 08, 07 03 07, 07 03 08);

- oleje mineralne stosowane jako nośniki ciepła i elektroizolatory (13 03 05) oraz odpady z odwadniania olejów w separatorach (13 05 03).

Katalog odpadów, które mogły trafić na teren Kwatery I składowiska był stopniowo rozszerzany o nowe kody odpadów:

- rozpuszczalniki organiczne, roztwory z przemywania i ciecze macierzyste z produkcji, przygotowania obrotu i stosowania podstawowych produktów przemysłu syntezy organicznej, tworzyw sztucznych oraz kauczuku i włókien syntetycznych, organicznych barwników i pigmentów (07 01 04, 07 02 04, 07 03 04) na podstawie **decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/13/99** z dnia 25.02.1999 r.;
- odpady azbestowe z elektrolizy z produkcji chloru i chlorowców (06 07 01), na podstawie **decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/21/99** z dnia 11.03.1999r.;
- odpady zawierające metale, rtęć – gruz, którego tynki zanieczyszczone były oparami rtęci (06 04 04), na podstawie **decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/21/99** z dnia 11.03.1999 r.;
- odpady zawierające azbest z hutnictwa szkła (10 11 10) na podstawie **decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/24/99** z dnia 06.04.1999 r.;
- odpady zawierające metale, odpady zawierające inne metale ciężkie (06 04 05) na podstawie **decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o/d/38/99** z dnia 13.07.1999 r.;
- odpady ciekłe i szlamy z obróbki i powlekania metali, odpady nie zawierające cyjanków, lecz zawierające chrom (11 01 03) na podstawie decyzji Wojewody Łódzkiego **OS.VI.7635-o/d/38/99** z dnia 13.07.1999 r.;
- odpady zawierające kwas siarkowy (06 01 01) na podstawie **decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.6622-o/d/24/2000** z dnia 23.06.2000 r.

W 2000 r. firma EKO-Boruta Sp. z o.o. otrzymała zezwolenie w drodze **decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.6622-o/d/23/2000** z dnia 23.06.2000 r. na unieszkodliwianie odpadów innych niż niebezpieczne poprzez ich składowanie. Lista odpadów przewidzianych do unieszkodliwiania stanowi Załącznik nr 1 do decyzji (**Załącznik nr 4** do Raportu). Na składowisku mogły być deponowane głównie odpady stałe, m.in. odpady skóry wygarbowanej zawierającej chrom (04 01 08), odpady z materiałów złożonych (tkaniny impregnowane, elastomery, plastomery) (04 02 09); tlenki metali (06 04 01); zużyte katalizatory (07 03 06, 07 07 06); tekstylia (16 08 11), grunt i kamienie (16 09 02); odpady z remontów i przebudowy dróg (17 01 07) i inne. Składowano również szlamy, m in. szlamy wodne zawierające farby i lakiery pochodzące z procesów produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania farb i lakierów (08 01 08). Lista odpadów została rozszerzona o nowe pozycje odpadów innych niż niebezpieczne:

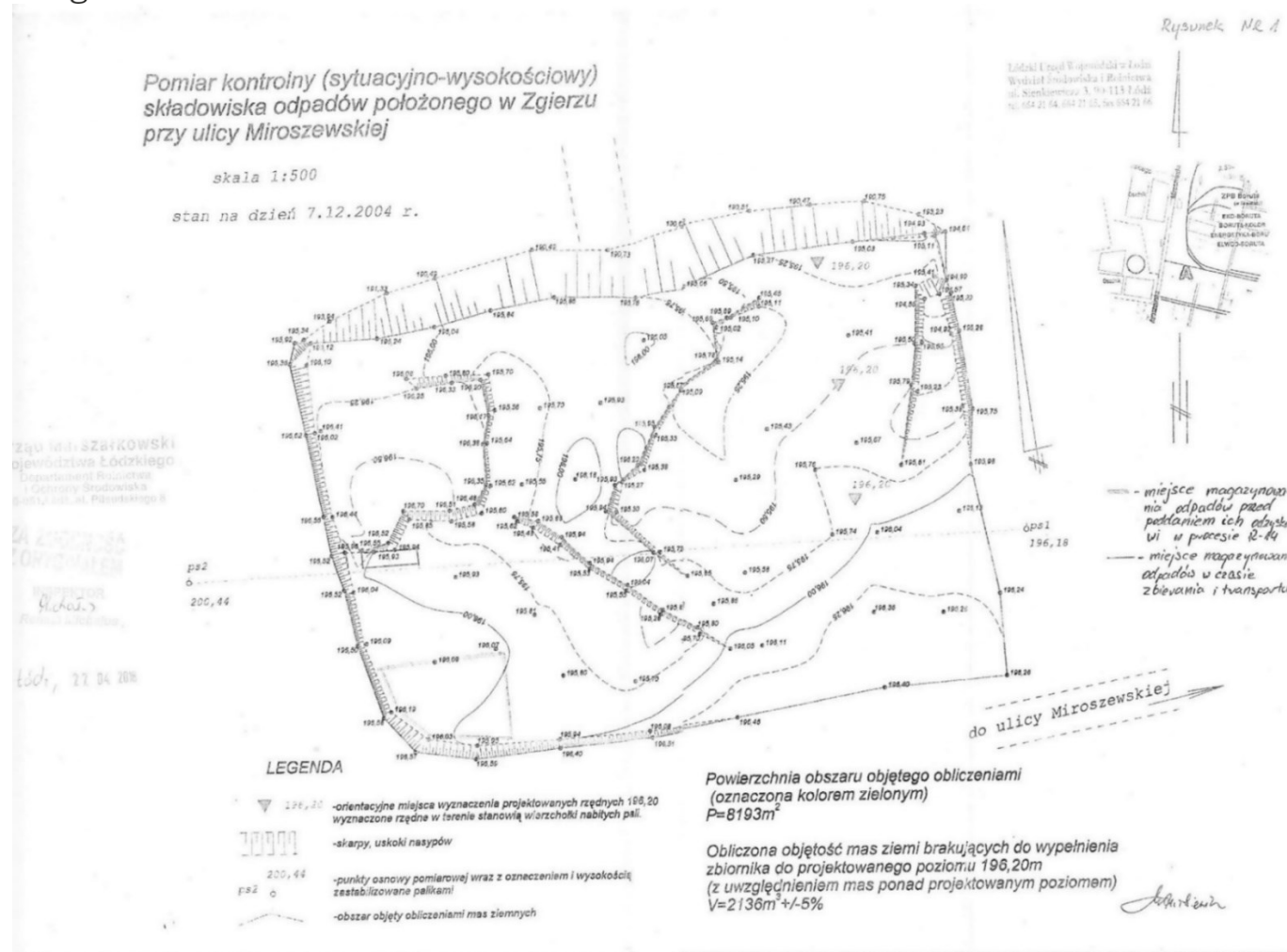
- odpady z polerowania i wykończenia z przemysłu skórzanego (04 01 09);
- odpady z przetworzonych włókien oraz tkanin pochodzenia roślinnego (04 02 05);

- odpady stałe z oczyszczania gazu (10 08 05);
- pyły odlewnicze (10 10 04);
- smoła i produkty smołowe (17 03 03);

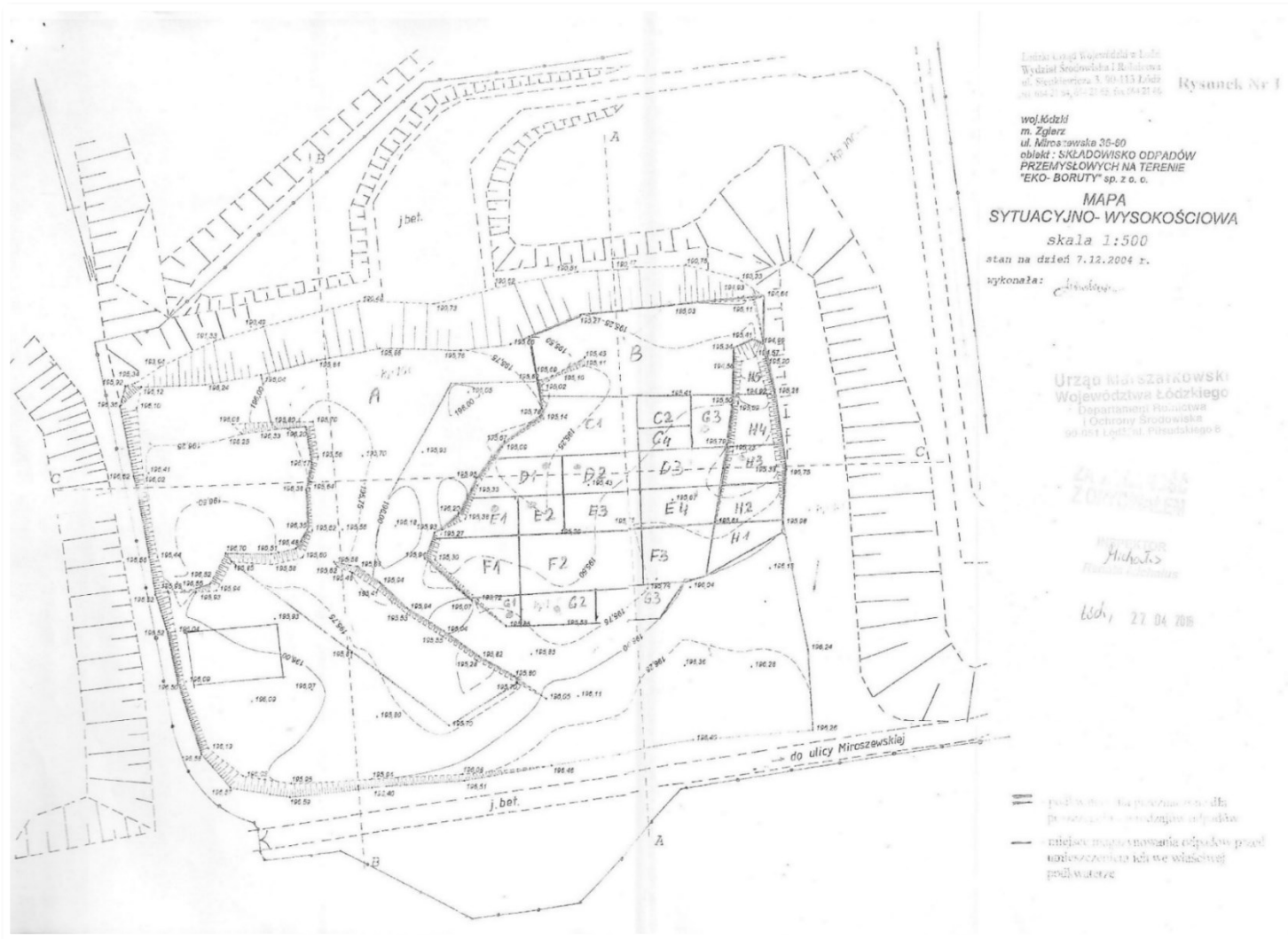
W związku z wejściem w życie nowej ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 roku o odpadach (Dz.U. Nr 62 poz. 628) skutkującym zmianą katalogu kodów odpadów Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. Nr 1112, poz. 1206) **Wojewoda Łódzki** w drodze **decyzji OS.VI.6622-o/d/37/2001** z dnia 25.02.2002 r. zmienił oznaczenia kodów odpadów wymienionych we wszystkich wcześniej wydanych decyzjach (**Załącznik Nr 3 Raportu**). W nowym rozporządzeniu Ministra Środowiska została zachowana struktura podziału 20 grup odpadów w zależności od źródła ich powstawania. Odpady sklasyfikowano w grupach od 01 do 12 lub od 17 do 20, przypisując im odpowiedni kod sześciocyfrowy określający rodzaj odpadu (wyłączając kody kończące się na 99). W przypadku nieodnalezienia odpowiedniej pozycji w grupach od 01 do 12 lub od 17 do 20, odpady należało zakwalifikować w grupach 13, 14 i 15. W przypadku nieodnalezienia odpowiedniej pozycji w w/w grupach, odpady należało zaklasyfikować w grupie 16, zawierającej odpady nieujęte w innych grupach. Odpady ze specyficznych gałęzi przemysłu należało sklasyfikować w kilku grupach.

Zasadniczą zmianą legislacyjną było ustalenie listy odpadów niebezpiecznych poprzez oznakowanie odpadów niebezpiecznych w katalogu odpadów indeksem górnym w postaci gwiazdki "*" przy kodzie rodzaju odpadów. Odpady opakowaniowe będące odpadami komunalnymi, jeśli miały być zbierane selektywnie lub stanowiły zmieszane odpady opakowaniowe, zaklasyfikowano do podgrupy 15 01, a nie w 20 01.

W 2004 r. komora kwatery nr I składowiska była w znacznej części wypełniona (**Rysunek 2.2.**). W dniu 25 listopada 2005 r. Wojewoda Łódzki zmienił **decyzję Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-o,i/85/2005** z dnia 23 grudnia 2002 r. zatwierdzającą instrukcję eksploatacji składowiska odpadów poprodukcyjnych (**decyzja Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-o,i/120/2005**). Odpady przeznaczone do unieszkodliwiania powinny być lokowane bezpośrednio po rozładunku wyznaczonych podkwaterach lub o ile wymagały tego względy techniczne, umieszczane w wyznaczonym miejscu na terenie kwatery składowiska do czasu lokowania ich we właściwej podkwaterze (**Rysunku 2.3**). Ilość poszczególnych rodzajów odpadów oraz przeznaczenie poszczególnych pod kwatere przedstawia wyszczególniono w decyzji Wojewody Łódzkiego **SR.VI.6622-p,o,z,t,u/13/2005 z dnia 31 stycznia 2005 r.** w sprawie wydania pozwolenia na wytwarzanie odpadów z uwzględnieniem wymagań przewidzianych do prowadzenia działalności w zakresie odzysku, unieszkodliwiania, zbierania i transportu odpadów (**Tabela 2.3**).



Rysunek 2.2. Pomiar kontrolny (sytuacyjno-wysokościowy) składowiska położonego w Zgierzu przy ulicy Miroszewskiej z 2004 roku (Załącznik do **decyzji Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-o,i/120/2005**).



Rysunek 2.3. Mapa sytuacyjno-wysokościowa składowiska położonego w Zgierzu przy ulicy Miroszewskiej z 2004r. (Załącznik do **decyzji Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-o,i/120/2005**).

Tabela 2.3. Kody odpadów wraz z ilością możliwą do deponowania na składowisku wg decyzji **Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-p,o,z,t,u/13/2005.**

Lp	Kod odpadu	Rodzaj odpadu	Ilość Mg/rok	Miejsce składowania
1	06 13 02*	Zużyty węgiel aktywny	10	G2
2	07 02 10*	Inne zużyte sorbenty i osady pofiltracyjne.	10	H5
3	07 03 10*	Inne zużyte sorbenty i osady pofiltracyjne.	10	H4
4	16 05 06*	Chemikalia laboratoryjne i analityczne (np. odczynniki laboratoryjne) zawierające substancje niebezpieczne. W tym mieszaniny chemikaliów laboratoryjnych i analitycznych.	120	C1
5	16 05 07*	Zużyte nieorganiczne chemikalia zawierające substancje nieorganiczne (np. Przetworzoną czynniki chemiczne.	10	C2
6	16 05 06*	Zużyte organiczne chemikalia zawierające substancje niebezpieczne, np. Przetworzone odczynniki chemiczne.	10	C4
7	16 05 08*	Odpady zawierające ropę naftową.	5	C3
8	16 07 08*	Zużyte katalizatory zawierające metale przejściowe lub ich niebezpieczne związki.	20	D1
9	16 08 07*	Zużyte katalizatory zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi.	20	D2
10	17 01 06*	Zmieszane lub wysegregowane odpady z betonu, gruzu ceglanego, odpadowych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia zawierającym substancje niebezpieczne	20	H3
11	17 03 01*	Asfalt zawierający smołę.	120	H1
12	17 05 03*	Gleba i ziemia w tym kamienie zawierające substancje niebezpieczne, np. PCB.	20	H2
13	17 06 01*	Materiały izolacyjne zawierające azbest	60	A
14	17 06 05*	Materiały konstrukcyjne zawierające azbest	200	A
15	19 01 05*	Osady filtracyjne (np. placek filtracyjny) z oczyszczania gazów odlotowych.	10	E1
16	19 01 06*	Szlamy i inne odpady uwodnione z oczyszczania gazów odlotowych.	10	E2

17	19 01 07*	Odpady stałe z oczyszczania gazów odlotowych Odpady stałe z oczyszczania gazów odlotowych.	30	D3
18	19 01 10*	Zużyty węgiel aktywny z oczyszczania gazów odlotowych	20	G1
19	19 01 11*	Żuźle i popioły paleniskowe zawierające substancje niebezpieczne.	700	B
20	19 01 13*	Popioły lotne zawierające substancje niebezpieczne.	10	E3
21	19 01 15*	Pyły z kotłów zawierające substancje niebezpieczne	10	E4
22	19 01 17*	Odpady z pirolizy odpadów zawierające substancje niebezpieczne.	20	F1
23	19 03 06*	Odpady niebezpieczne zestalone.	700	B
24	19 04 02*	Popioły lotne i inne odpady z oczyszczania gazów odlotowych.	50	F2
25	19 04 03*	Nie zeszkłona faza stała.	50	F3
26	19 08 06*	Nasycone lub zużyte żywice jonowymienne.	10	G3

2.2. Składowisko gipsów i popiołów przy ul. Miroszewskiej 54/60

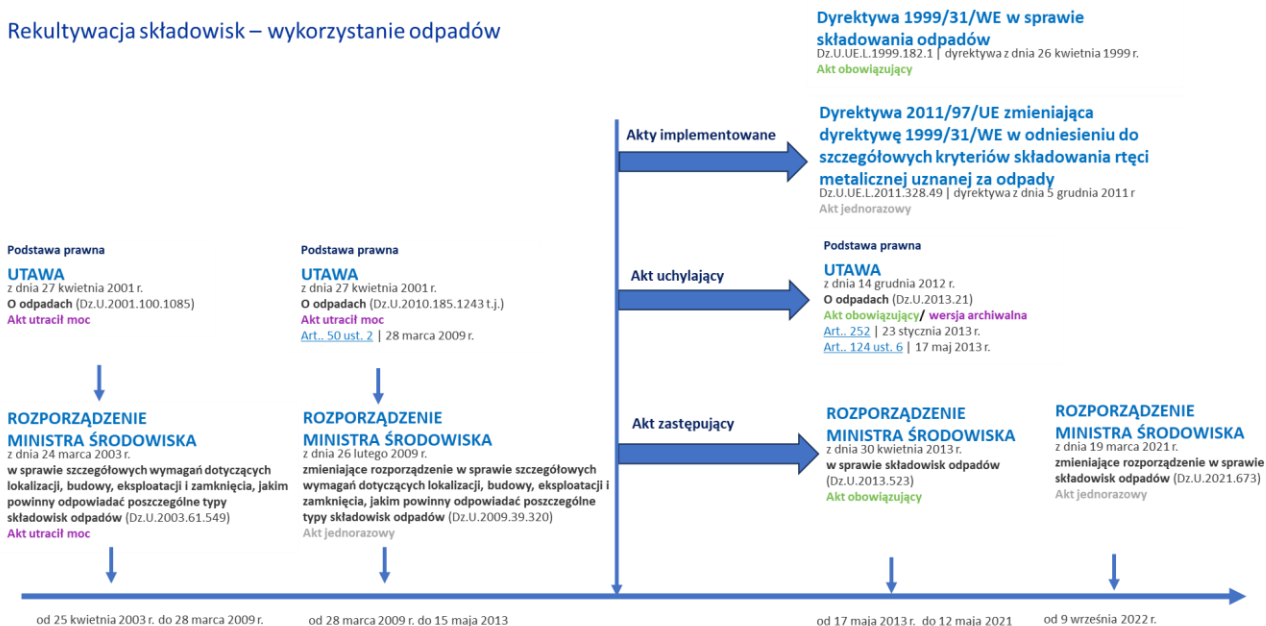
2.2.1. Przedstawienie wynikających z dokumentacji administracyjno–prawnej informacji o składowiskach: m. in.: o lokalizacji, budowie, parametrach oraz o instalacjach/infrastrukturze składowiskowej (tj. piezometry, drenaże, hydranty, pasy ochronne/izolacyjne, ogrodzenia, itp.) i infrastrukturze technicznej

Według opracowania projektowego pt.: „Projekt zamknięcia i rekultywacji osadników ZPB „Boruta” w Zgierzu” z 2000 r. wykonanego przez ARKA KONSORCJUM S.A. wynika, że osadniki gipsów i popiołów zostały wybudowane w drugiej połowie lat 60-tych jako nadpoziomowe miejsce gromadzenia gipsów i popiołów pochodzących z ZPB „Boruta” w Zgierzu, co zostało potwierdzone w raporcie Najwyższej Izby Kontroli pt.: „Zapobieganie zagrożeniom ze strony składowisk po zakładowych z terenu województwa łódzkiego” ([Nr ew. 170/2020/P19/112/LLO; LL.430.002.2020](#)). Składowisko stanowiły obwałowania o wysokości od 8 m do 12 m, w obrębie których gromadzono odpady. Według w/w opracowania projektowego zamknięcia i rekultywacji składowania odpadów zaprzestano w pierwszej połowie lat 90. Z tego też względu nie osiągnięto pełnego wypełnienia osadników, pozostawiając znaczną różnicę wynoszącą w maksymalnym punkcie około 7 m pomiędzy koroną nasypu a stropem wypełnienia. W ramach rekultywacji osadników wypełniono je popiołem i gruzem. Według w/w raportu Najwyższej Izby Kontroli, po zakończeniu eksploatacji składowiska w 1986 r., składowano jeszcze przez ok. 10 lat gips i sól wapniową pochodzącą z produkcji

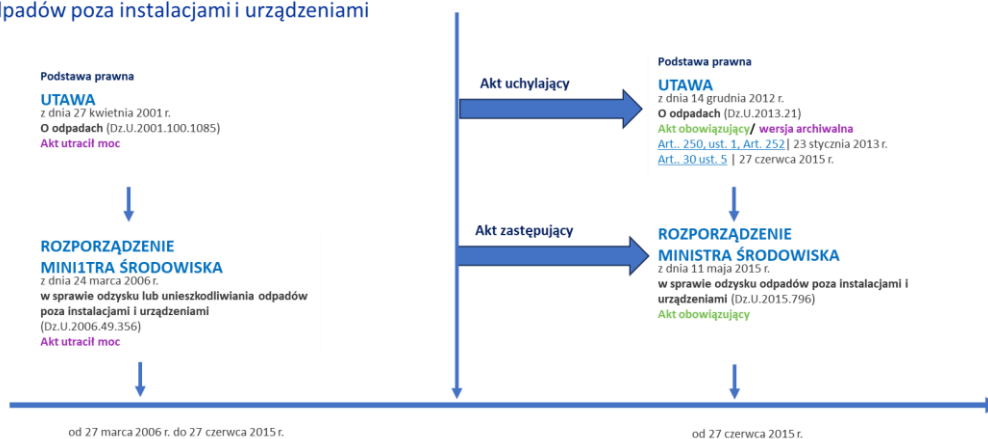
kwasów w ZPB „Boruta” Szacuje się, że od 1990 r. rocznie przybywało ok. 1500 ton odpadów.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz.U. 2003.61.549) w procesie zamknięcia składowiska odpadów lub jego części powinno wykonać się prace rekultywacyjne w sposób zabezpieczający składowisko odpadów przed jego szkodliwym oddziaływaniem na wody powierzchniowe i podziemne oraz powietrze. Rekultywacja powinna integrować obszar składowiska odpadów z otaczającym środowiskiem oraz umożliwić obserwację wpływu składowiska odpadów na środowisko. W dniu 28 marca 2009 r. w w/w rozporządzeniu wprowadzono zapis, że rekultywację składowiska powinno wykonywać się zgodnie z harmonogramem działań związanych z rekultywacją składowiska odpadów, określonym w zgodzie (wydanej w formie decyzji administracyjnej) na zamknięcie składowiska odpadów lub jego wydzielonej części. Zgodnie z w/w rozporządzeniem od 28 marca 2009 r. do rekultywacji terenu mogły być stosowane, oprócz nowych materiałów przeznaczonych do kształtowania czaszy składowiska, również określone kody odpadów określone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2006 r. w sprawie odzysku lub unieszkodliwiania odpadów poza instalacjami i urządzeniami (Dz. U. Nr 49, poz. 356) (**Rysunek 2.4**).

Rekultywacja składowisk – wykorzystanie odpadów



Odzysk odpadów poza instalacjami i urządzeniami



Rysunek 2.4. Oś czasowa obowiązywania aktów prawnych dotyczących rekultywacji składowisk oraz wykorzystania odpadów poza instalacjami i urządzeniami.

Według zapisów raportu Najwyższej Izby Kontroli pt.: „Zapobieganie zagrożeniom ze strony składowisk po zakładowych z terenu województwa łódzkiego” (**Nr ew. 170/2020/P19/112/LLO; LL.430.002.2020**) teren składowiska gipsów i popiołów od 1990 r. należał do firmy Eko-Boruta Sp. z o.o., w związku z powyższym powinna przeprowadzić proces rekultywacji. W 2007 roku firma EKO-Boruta Sp. z o.o. złożyła wnioski:

- w dniu 10 maja 2007 r. w sprawie udzielenia zezwolenia na prowadzenie działalności w zakresie odzysku odpadów poza instalacjami i urządzeniami oraz
- w dniu 17 maja 2007 r. w zakresie udzielenia zezwolenia na prowadzenie działalności zbierania i transportu odpadów oraz

- wygaszenia **decyzji Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-p,o,z,t,u/13/2005** z dnia 31 stycznia 2005 r. Z późniejszymi zmianami.

W dniu 13 lipca 2007 r. **Wojewoda Łódzki** w drodze **Decyzji SR.VI.6622-o,z,t/68/2007** udzielił zezwolenia Spółce EKO-Boruta Sp. z o.o. na prowadzenie działalności w zakresie odzysku, zbierania i transportu odpadów innych niż niebezpieczne. W decyzji zostały określone rodzaje i ilości odpadów przewidzianych do odzysku metodą R14 – *inne działania polegające na wykorzystaniu odpadów w całości lub części oraz warunki odzysku*, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2006 r. w sprawie odzysku lub unieszkodliwiania odpadów poza instalacjami i urządzeniami (Dz. U. Nr 49, poz. 356).

Odzysk metodą R14 miał polegać na wykorzystaniu odpadów do formowania czaszy składowiska gipsów i popiołów o powierzchni 5,39 ha na działkach ewidencyjnych 273/1, 273/18, 273/30, 273/31, 273/32, 273/33, 273/34, 273/35, 273/36, 273/37, 273/38. W decyzji określono następujący bilans masowo-objętościowy odpadów i minerałów przeznaczonych dla wykorzystania warstwy wyrównującej, uszczelniającej oraz warstw rekultywacji biologicznej:

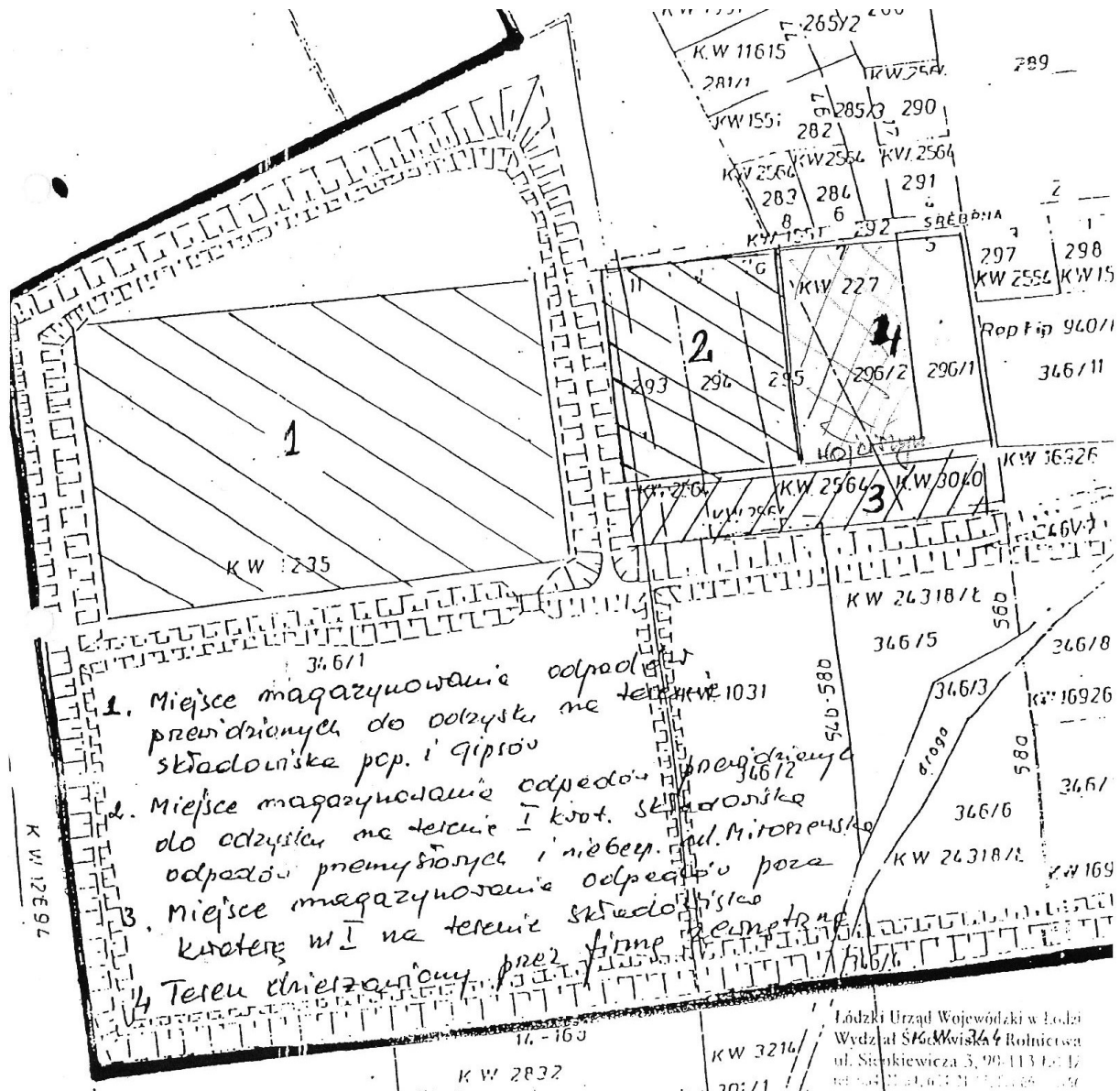
- warstwa wyrównująca 8 085 m³ (ok. 13 tys. Mg odpadów);
- glina, 16 170 m³;
- warstwa podglebia 23 120 m³ (odpady);
- żwir 1 030 m³;
- humus 10 780 m³.

Łączna ilość odpadów wykorzystywana do porządkowania i zabezpieczania przed korozją wodną i wietrzną skarpy składowiska odpadów gipsów i popiołów nie powinna przekroczyć 4 400 Mg/a w okresie 3 lat. Łączna ilość odpadów wykorzystywana do rekultywacji biologicznej i tworzenia warstwy rekultywacji nie powinna przekroczyć 7 400 Mg/a w okresie 5 lat.

W **Decyzji** określono miejsce i sposób magazynowania odpadów przeznaczonych do odzysku metodą R14. Spółka EKO-Boruta Sp. z o.o. posiadała tytuł prawny do dysponowania terenem, na którym znajdowała się zamknięta kwatera I składowiska odpadów przemysłowych, w tym niebezpiecznych przy ulicy Miroszewskiej 54/60. Odpady o kodzie 17 05 04 (gleba i ziemia, w tym kamienie inne niż wymienione w 17 05 03) oraz 17 05 06 (urobek z pogłębiania inny niż wymieniony w 17 05 05) mogły być magazynowane na w/w terenie. Pozostałe odpady powinny być bezpośrednio wykorzystane w procesie rekultywacji na terenie składowiska gipsów i popiołów. Jednocześnie firma uzyskała pozwolenie na prowadzenie działalności w zakresie zbierania i transportu odpadów na w/w terenie zamkniętej kwatery I składowiska odpadów niebezpiecznych przy ulicy Miroszewskiej. Zezwolenie na zbieranie i transport dotyczył wytwórców z obszaru całego kraju. Dokładne miejsce magazynowania zbieranych odpadów i o kodzie 17 05 04 oraz 17 05 06, które mogły być magazynowane przed procesem odzysku metodą R14, określał plan sytuacyjny stanowiący załącznik do wniosku o udzielenie zezwolenia na prowadzenie działalności w zakresie zbierania

i transportu odpadów (**Rysunek 2.5**). Termin ważności zezwolenia określony w **decyzji Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-o,z,t/68/2007** z dnia 13 lipca 2007 r. został przedłużony do 13 lipca 2012 r. w drodze **decyzji RO.VI.-AB-6620/120/2010** z dnia 18 czerwca 2010 r.

W dniu 30 września 2010 r. firma EKO-Boruta Sp. z o.o. złożyła wniosek o zmianę w/w Decyzji w zakresie warunków zezwolenia na odzysk odpadów metodą R14 na terenie zamkniętego składowiska gipsów i popiołów w Zgierzu. Wniosek dotyczył wykreślenia z **decyzji Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-o,z,t/68/2007** z dnia 13 lipca 2007 r. z wykazu rodzajów i ilości odpadów przewidzianych do odzysku metodą R14 przeznaczonych do rekultywacji składowiska gipsów i popiołów odpadów o kodzie 10 01 80, 17 05 04 oraz 17 05 06 oraz dodanie nowego kodu odpadu 10 02 08 – *odpady stałe z oczyszczania gazów odlotowych inne niż wymienione 10 02 07*. Z uwagi na fakt, że odzysk w/w odpadu metodą R14 w procesie rekultywacji składowiska gipsów i popiołów był niezgodny z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 21 marca 2006 r. w sprawie odzysku lub unieszkodliwiania odpadów poza instalacjami urządzeniami (Dz.U. Nr 49, poz. 356; patrz **Tabela 2.4,2.5**), **Marszałek Województwa Łódzkiego** odmówił w drodze **decyzji RO.VI.-AB-6620/120/1/2010** z dnia 2 listopada 2010 r. wydania zezwolenia. Decyzja została utrzymana w mocy przez Ministra Środowiska w drodze **decyzji DIŚoa-281-25/6984/11/MT** z dnia 8 marca 2011 r.



Rysunek 2.5. Miejsce magazynowania odpadów niebezpiecznych i przeznaczonych do odzysku.



Iceland Liechtenstein Norway

Norway grants grants

Tabela 2.4. ZAŁĄCZNIK do Rozporządzenia z dnia 24 marca 2003 (Dz.U. Nr 61, poz. 549)

RODZAJE ODPADÓW ORAZ WARUNKI ICH WYKORZYSTANIA DO BUDOWY SKARP, W TYM OBWAŁOWAŃ, KSZTAŁTOWANIA KORONY SKŁADOWISKA, WYKONYWANIA OKRYWY REKULTYWACYJNEJ (BIOLOGICZNEJ) PODCZAS EKSPLOATACJI NADPOZIOMOWEGO SKŁADOWISKA ODPADÓW

Lp.	Kod odpadów ¹⁾	Rodzaj odpadów ¹⁾	Warunki wykorzystania (odzysku)
1	2	3	4
1	01 01 02	Odpady z wydobywania kopalin innych niż rudy metali	Wykorzystanie do budowy skarp, w tym obwałowań, i kształtowania korony składowiska.
	01 04 08	Odpady żwiru lub skruszone skały inne niż wymienione w 01 04 07	
	01 04 09	Odpadowe piaski i ropy	
	01 04 12	Odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopalin inne niż wymienione w 01 04 07 i 01 04 11	Maksymalna warstwa odpadów użytych do budowy skarp i kształtowania korony składowiska powinna być mniejsza niż 25 cm (warunek ten nie dotyczy zużytych opon).
	01 04 13	Odpady powstające przy cięciu i obróbce postaciowej skał inne niż wymienione w 01 04 07	
	01 04 81	Odpady z flotacyjnego wzbogacania węgla inne niż wymienione w 01 04 80	W przypadku wykorzystania zużytych opon inne rodzaje odpadów mogą być użyte wyłącznie do grubości opony poprzez jej wypełnienie. Zużyte opony mogą być użyte wyłącznie jednowarstwowo.
	10 09 03	Żużle odlewnicze	
	10 09 06	Rdzenie i formy odlewnicze przed procesem odlewania inne niż wymienione w 10 09 05	
	10 09 08	Rdzenie i formy odlewnicze po procesie odlewania inne niż wymienione w 10 09 07	
	10 09 10	Pyły z gazów odlotowych inne niż wymienione w 10 09 09	
	10 09 12	Inne cząstki stałe niż wymienione w 10 09 11	
	10 10 06	Rdzenie i formy odlewnicze przed procesem odlewania inne niż wymienione w 10 10 05	
10 10 08	Rdzenie i formy odlewnicze po procesie odlewania inne niż wymienione w 10 10 07		

	10 10 10	Pyły z gazów odlotowych inne niż wymienione w 10 10 09	
	10 12 08	Wybrakowane wyroby ceramiczne, cegły, kafle i ceramika budowlana (po przeróbce termicznej)	
	10 13 82	Wybrakowane wyroby	
	16 01 03	Zużyte opony	
	16 11 04	Okładziny piecowe i materiały ogniotrwałe z procesów metalurgicznych inne niż wymienione w 16 11 03	
	17 01 01	Odpady betonu oraz gruz betonowy z rozbiórek i remontów	
	17 01 02	Gruz ceglany	
	17 01 03	Odpady innych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia	
	17 01 07	Zmieszane odpady z betonu, gruzu ceglanego, odpadowych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia inne niż wymienione w 17 01 06	
	ex 17 01 80	Tynki	
	ex 17 01 81	Elementy betonowe i kruszywa niezawierające asfaltu	
	17 05 08	Tłuczeń torowy (kruszywo) inny niż wymieniony w 17 05 07	
	19 09 02	Osady z klarowania wody	
	19 12 09	Minerały (np. piasek, kamienie)	
2	01 04 12	Odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopalin inne niż wymienione w 01 04 07 i 01 04 11	Wykorzystanie do wykonywania okrywy rekultywacyjnej (biologicznej), przy czym grubość warstwy stosowanych odpadów powinna być uzależniona od planowanych obsiewów lub nasadzeń. Grubość ta nie może przekraczać 1 m w przypadku nasadzeń niskich lub 2 m w przypadku nasadzeń drzewiastych. Odpady o kodach: 10 01 01, 10 01 02, 10 01 15
	02 03 80	Wytłoki, osady i inne odpady z przetwórstwa produktów roślinnych (z wyłączeniem 02 03 81)	
	02 07 80	Wytłoki, osady moszczowe i pofermentacyjne, wywary	
	10 01 01	Żużle, popioły paleniskowe i pyły z kotłów (z wyłączeniem pyłów z kotłów wymienionych w 10 01 04)	
	10 01 02	Popioły lotne z węgla	

10 01 15	Popioły paleniskowe, żużle i pyły z kotłów ze współspalania inne niż wymienione w 10 01 14	i 10 01 80 przed wykorzystaniem należy wymieszać w proporcji 1:1 z odwodnionymi osadami ściekowymi.
10 01 80	Mieszanki popiołowo-żużlowe z mokrego odprowadzania odpadów paleniskowych	
17 05 04	Gleba i ziemia, w tym kamienie, inne niż wymienione w 17 05 03	
17 05 06	Urobek z pogłębiania inny niż wymieniony w 17 05 05	
19 05 03	Kompost nieodpowiadający wymaganiom (nienadający się do wykorzystania)	
19 08 05	Ustabilizowane komunalne osady ściekowe	
20 02 02	Gleba i ziemia, w tym kamienie	

**Tabela 2.5. ZAŁĄCZNIK Nr 2 do Rozporządzenia z dnia 30 kwietnia 2013 r. (Dz. Dz.U. 2022.1902 t.j.)
 RODZAJE ODPADÓW ORAZ WARUNKI ICH WYKORZYSTANIA W CELACH, O KTÓRYCH MOWA W § 17 UST. 1
 ROZPORZĄDZENIA**

Kod odpadów ¹⁾	Rodzaj odpadów ²⁾	Warunki wykorzystania (odzysku)
Odpady, które mogą być stosowane do budowy skarp, w tym obwałowań, oraz kształtowania korony składowiska		
01 01 02	Odpady z wydobywania kopalin innych niż rudy metali	Odzysk prowadzi się pod następującymi warunkami: 1) maksymalna warstwa odpadów użytych do budowy i kształtowania skarp lub kształtowania korony składowiska powinna być mniejsza niż 25 cm, przy czym warunek ten nie dotyczy zużytych opon; 2) w przypadku wykorzystania zużytych opon inne rodzaje odpadów mogą być użyte wyłącznie do grubości opony przez jej wypełnienie, przy czym zużyte opony mogą być użyte wyłącznie jednowarstwowo; 3) odpady z podgrupy 17 01 oraz odpady o kodach 10 12 08 i 10 13 82 przed ich zastosowaniem należy poddać kruszeniu;
01 04 08	Odpady żwiru lub skruszone skały inne niż wymienione w 01 04 07	
01 04 09	Odpadowe piaski i iły	
01 04 12	Odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopalin inne niż wymienione w 01 04 07 i 01 04 11	
01 04 13	Odpady powstające przy cięciu i obróbce postaciowej skał inne niż wymienione w 01 04 07	
01 04 81	Odpady z flotacyjnego wzbogacania węgla inne niż wymienione w 01 04 80	

ex 06 03 99	Odpady z przesiewu i przepału kamienia wapiennego	<p>4) odpady o kodach ex 06 03 99 i 10 01 05 mogą być wykorzystane:</p> <p>a) po wymieszaniu ich przed zastosowaniem z odpadami o kodzie 01 04 08, przy czym odpady o kodzie 10 01 05 nie mogą stanowić więcej niż 20% składu sporządzonej mieszanki i nadbudowa obwałowań z wykorzystaniem sporządzonej mieszanki nie może przekraczać każdorazowo 1,5 m,</p> <p>b) wyłącznie do stabilizacji, budowy lub nadbudowy obwałowań na składowiskach,</p> <p>c) w postaci osadników szlamów posodowych;</p> <p>5) odpady o kodzie 10 01 80 mogą być wykorzystane do budowy skarp, pod warunkiem że zostaną odpowiednio zagęszczone, a prace budowlane są prowadzone zgodnie z przepisami prawa budowlanego;</p> <p>6) odpady o kodzie 19 09 03 mogą być wykorzystane wyłącznie do zabezpieczenia i kształtowania skarp na składowiskach odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, na których są składowane odpady w postaci mieszanek popiołowo-żużlowych, popiołów paleniskowych i pyłów z kotłów, z wyłączeniem pyłów z kotłów wymienionych w 10 01 04, oraz na składowiskach odpadów fosfogipsu i fosfogipsów wymieszanych z żużłami, popiołami paleniskowymi i pyłami z kotłów, z wyłączeniem pyłów z kotłów wymienionych w 10 01 04.</p>
10 01 05	Stałe odpady z wapniowych metod odsiarczania gazów odlotowych	
10 01 80	Mieszanki popiołowo-żużłowe z mokrego odprowadzania odpadów paleniskowych	
10 06 80	Żużle szybowe i granulowane	
10 09 03	Żużle odlewnicze	
10 09 06	Rdzenie i formy odlewnicze przed procesem odlewania inne niż wymienione w 10 09 05	
10 09 08	Rdzenie i formy odlewnicze po procesie odlewania inne niż wymienione w 10 09 07	
10 09 10	Pyły z gazów odlotowych inne niż wymienione w 10 09 09	
10 09 12	Inne cząstki stałe niż wymienione w 10 09 11	
10 10 06	Rdzenie i formy odlewnicze przed procesem odlewania inne niż wymienione w 10 10 05	
10 10 08	Rdzenie i formy odlewnicze po procesie odlewania inne niż wymienione w 10 10 07	
10 10 10	Pyły z gazów odlotowych inne niż wymienione w 10 10 09	
10 12 08	Wybrakowane wyroby ceramiczne, cegły, kafle i ceramika budowlana (po przeróbce termicznej)	
10 13 82	Wybrakowane wyroby	
16 01 03	Zużyte opony	
16 11 04	Okładziny piecowe i materiały ogniotrwałe z procesów metalurgicznych inne niż wymienione w 16 11 03	
17 01 01	Odpady betonu oraz gruz betonowy z rozbiórek i remontów	
17 01 02	Gruz ceglany	

17 01 03	Odpady innych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia	
17 01 07	Zmieszane odpady z betonu, gruzu ceglanego, odpadowych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia inne niż wymienione w 17 01 06	
ex 17 01 80	Usunięte tynki	
ex 17 01 81	Elementy betonowe i kruszywa niezawierające asfaltu	
17 05 04	Gleba i ziemia, w tym kamienie, inne niż wymienione w 17 05 03	
17 05 08	Tłuczeń torowy (kruszywo) inny niż wymieniony w 17 05 07	
19 09 02	Osady z klarowania wody	
19 09 03	Osady z dekarbonizacji wody	
19 12 09	Minerały (np. piasek, kamienie)	
Odpady, które mogą być stosowane do wykonywania rekultywacji przez wykonanie okrywy rekultywacyjnej (biologicznej)		
01 04 12	Odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopalni inne niż wymienione w 01 04 07 i 01 04 11	<p>Odzysk prowadzi się pod następującymi warunkami:</p> <p>1) grubość warstwy stosowanych odpadów powinna być uzależniona od planowanych obsiewów lub nasadzeń; grubość ta nie może przekraczać 1 m w przypadku nasadzeń niskich lub 2 m w przypadku nasadzeń drzewiastych;</p> <p>2) odpady o kodach: 10 01 01, 10 01 02, 10 01 03, 10 01 15 i 10 01 80 przed wykorzystaniem należy wymieszać w proporcji 1:1 z odwodnionymi ustabilizowanymi komunalnymi osadami ściekowymi;</p> <p>3) komunalne osady ściekowe wykorzystywane do wykonywania okrywy rekultywacyjnej nie mogą przekraczać warunków dotyczących jakości, w tym zawartości: metali ciężkich, substancji organicznej, azotu ogólnego, fosforu ogólnego, wapnia i magnezu, obecności bakterii chorobotwórczych</p>
02 03 80	Wytłoki, osady i inne odpady z przetwórstwa produktów roślinnych (z wyłączeniem 02 03 81)	
02 07 80	Wytłoki i osady moszczowe i pofermentacyjne, wywary	
06 05 03	Osady z zakładowych oczyszczalni ścieków inne niż wymienione w 06 05 02	
10 01 01	Żużle, popioły paleniskowe i pyły z kotłów (z wyłączeniem pyłów z kotłów wymienionych w 10 01 04)	
10 01 02	Popioły lotne z węgla	
10 01 03	Popioły lotne z torfu i drewna niepoddanego obróbce chemicznej	

10 01 15	Popioły paleniskowe, żużle i pyły z kotłów ze współspalania inne niż wymienione w 10 01 14	<p>z rodzaju Salmonella, łącznej liczby żywych jaj pasożytów jelitowych. Ascaris sp., Trichuris sp., Toxocara sp. oraz wartości pH dla komunalnych osadów ściekowych określonych w przepisach wydanych na podstawie art. 96 ust. 13 ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz. U. z 2022 r. poz. 699, z późn. zm.) dla komunalnych osadów ściekowych stosowanych przy dostosowywaniu gruntów do określonych potrzeb wynikających z planów gospodarki odpadami, planów zagospodarowania przestrzennego lub decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu;</p> <p>4) odpady o kodzie 06 05 03 mogą być wykorzystane wyłącznie na składowiskach odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, na których są składowane odpady fosfogipsu i fosfogipsów wymieszane z odpadami o kodzie 10 01 01;</p> <p>5) odpady o kodach 19 09 03 i 19 08 12 mogą być wykorzystane wyłącznie do zabezpieczenia i kształtowania skarp na składowiskach odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, na których są składowane odpady w postaci mieszanek popiołowo-żużlowych, popiołów paleniskowych i pyłów z kotłów, z wyłączeniem pyłów z kotłów wymienionych w 10 01 04, oraz na składowiskach odpadów fosfogipsu i fosfogipsów wymieszanych z żużłami, popiołami paleniskowymi i pyłami z kotłów, z wyłączeniem pyłów z kotłów wymienionych w 10 01 04.</p>
10 01 80	Mieszanki popiołowo-żużłowe z mokrego odprowadzania odpadów paleniskowych	
17 05 04	Gleba i ziemia, w tym kamienie, inne niż wymienione w 17 05 03	
17 05 06	Urobek z pogłębiania inny niż wymieniony w 17 05 05	
19 05 03	Kompost nieodpowiadający wymaganiom (nienadający się do wykorzystania)	
19 08 05	Ustabilizowane komunalne osady ściekowe	
19 08 12	Szlamy z biologicznego oczyszczania ścieków przemysłowych inne niż wymienione w 19 08 11	
19 09 03	Osady z dekarbonizacji wody	
20 02 02	Gleba i ziemia, w tym kamienie	

Z dokumentacji wynika, że rekultywacja zamkniętego składowiska gipsów i popiołów nie została przeprowadzona zgodnie z zapisami zezwoleń oraz obowiązującego prawa. W 2012 r. spółka EKO-Boruta Sp. z o.o. podjęła starania o uzyskanie przedłużenia ważności zezwolenia na odzysk odpadów metodą R14 na terenie zamkniętego składowiska gipsów i popiołów w Zgierzu. W dniu 12 lipca 2012 r. **Marszałek Województwa Łódzkiego** odmówił w drodze **decyzji ROVI.7244.2.2.2012.AB** spółce EKO-Boruta Sp. z o.o. zmiany **decyzji Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-o,z,t/68/2007** z dnia 13 lipca 2007 r. w części dotyczącej zmiany terminu ważności zezwolenia na odzysk odpadów metodą R14. **Prezydent Miasta Zgierza** zaopiniował wniosek negatywnie **postanowieniem OR:6230-11/12** z dnia 6 lipca 2012 r. W uzasadnieniu jako przyczynę podano, że Spółka dysponowała dostatecznie długim okresem czasu na wykonanie obowiązku zrehabilitowania składowiska gipsów i popiołów w Zgierzu. Ze składanych przez spółkę EKO-Boruta Sp. z o.o. zbiorczych zestawień danych o rodzajach i ilościach odpadów przyjętych na teren składowiska wynikało, że: firma w 2009 r. przyjęła ok. 700 Mg odpadów – ustabilizowanych komunalnych osadów ściekowych; w 2010 r. ok. 5 300 Mg odpadów – ustabilizowanych komunalnych osadów ściekowych; w 2011 ok. 4 040 Mg odpadów – gleby i ziemi. W trakcie wizji przeprowadzonej w dniu 2 lipca 2012 r. przez pracowników Wydziału Infrastruktury Środowiskowej Departamentu Rolnictwa i Ochrony Środowiska Urzędu Marszałkowskiego w Łodzi, stwierdzono między innymi brak podjęcia jakichkolwiek prac rekultywacyjnych na terenie składowiska gipsów i popiołów. Postawiono zarzut, że spółka jedynie przyjmowała odpady w ramach posiadanego zezwolenia na zbieranie i odzysk z określonego **Decyzją Wojewody Łódzkiego** z dnia 13 lipca 2007 r. i magazynowała je na koronie składowiska odpadów (ustabilizowane komunalne osady ściekowe, glebę i ziemię). Magazynowanie odpadów ustabilizowanych komunalnych osadów ściekowych było naruszaniem warunków **Decyzji Wojewody Łódzkiego** z dnia 13 lipca 2007 r. Ponadto zwrócono uwagę, że od 22 stycznia 2010 r. ma mocy Ustawy o zmianie ustawy o odpadach oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. Nr 28, poz. 145) obowiązywał zakaz zbierania komunalnych osadów ściekowych poza miejscem ich wytworzenia (Art. 13a ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach). **Marszałek Województwa Łódzkiego** w drodze **decyzji** z dnia 26 sierpnia 2013 r. cofnął bez odszkodowania **decyzję Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-o,z,t/68/2007** z dnia 13 lipca 2007 r. Kontrola przeprowadzona w listopadzie i grudniu 2013 roku przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska wykazała, że Spółka EKO-Boruta Sp. z o.o. nie dopełniła obowiązku usunięcia w całości ze składowiska nielegalnie składowanych odpadów. Ponadto stwierdzono obecność odpadów azbestowych, rozlewiska, w których woda charakteryzowała się wysokimi wartościami przewodnictwa elektrolitycznego i ogólnego węgla organicznego.

Można uznać, że zamknięte składowisko gipsów i popiołów nie zostało zrehabilitowane zgodnie z obowiązującymi zapisami prawa.

2.2.2. Przedstawienie wynikających z dokumentacji administracyjno–prawnej informacji o odpadach, m. in. o przewidzianych do składowania i składowanych odpadach, ich ilości, rodzajach, właściwościach, itp.

Według opracowania projektowego pt.: „Projekt zamknięcia i rekultywacji osadników ZPB „Boruta” w Zgierzu” wynika, że osadniki gipsów i popiołów zostały wybudowane w drugiej połowie lat 60-tych do gromadzenia gipsów i popiołów pochodzących ZPB „Boruta” w Zgierzu. Według w/w raportu Najwyższej Izby Kontroli, po zakończeniu eksploatacji składowiska w 1986 r., składowano jeszcze przez ok. 10 lat gips i sól wapniową pochodzącą z produkcji kwasów w ZPB „Boruta” Szacuje się, że od 1990 r. rocznie przybywało ok. 1500 ton odpadów. Na podstawie wywiadu z byłym Dyrektorem ZPB „Boruta” ustalono, że w procesie neutralizacji kwasu siarkowego konieczne było stosowanie dużych ilości mleka wapiennego, które następnie, mocno zanieczyszczone substancjami organicznymi, trafiało bezpośrednio na składowisko gipsów i popiołów rurociągiem.

Podstawowym składnikiem popiołu zdeponowanego na składowisku gipsów i popiołów w Zgierzu były glinokrzemiany, stanowiące przeciętnie około 60-70% całości. Istotny udział w składzie chemicznym popiołu miały ponadto Fe_2O_3 ; CaO, K_2O oraz MgO nadające odpadom charakter zasadowy. Wykazano, że stężenie pierwiastków śladowych w popiele było nieco wyższe niż ich naturalny poziom występujący zwykle w skorupie ziemskiej, ale nie przekraczało dopuszczalnych normatywów. Można uznać, że morfologia odpadów zdeponowanych na przedmiotowym składowisku była jednorodna i określona składnikowo.

Morfologia odpadów uległa zmianie po roku 2007. Jak już wspomniano, w dniu 13 lipca 2007 r. Spółce EKO-Boruta Sp. z o.o. uzyskała zezwolenie w drodze **Decyzji Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-o,z,t/68/2007** na prowadzenie działalności w zakresie odzysku, zbierania i transportu odpadów innych niż niebezpieczne. Spółka w ramach procesu rekultywacji składowiska gipsów i popiołów mogła prowadzić odzysk metodą R14 – *inne działania polegające na wykorzystaniu odpadów w całości lub części* zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2006 r. w sprawie odzysku lub unieszkodliwiania odpadów poza instalacjami i urządzeniami (Dz. U. Nr 49, poz. 356). Rodzaj odpadów przewidzianych do wykorzystania na terenie składowiska gipsów i popiołów zostały określone w **Tabeli 2.4**, (od 2013 r. **Tabela 2.5**). W decyzji określono następujący bilans masowo-objętościowy odpadów i minerałów przeznaczonych dla wykorzystania warstwy wyrównującej, uszczelniającej oraz warstw rekultywacji biologicznej:

- warstwa wyrównująca 8 085 m³ (ok. 13 tys. Mg odpadów);
- glina, 16 170 m³;
- warstwa podglebia 23 120 m³ (odpady);
- żwir 1 030 m³;
- humus 10 780 m³.

Poza tym morfologia gipsów i popiołów została znacząco zmieniona poprzez składowanie w sposób nieuprawniony odpadów innych niż gipsy i popioły, w tym odpadów komunalnych. W związku z nieprawidłowościami działalności spółki EKO-Boruta Sp. z o.o. dotyczącymi składowisk odpadów w dniu 12 września 2013 roku pracownicy Urzędu Marszałkowskiego Województwa Łódzkiego przeprowadzili wizję na terenie przyległym do powyższych składowisk. Zaobserwowano między innymi bardzo duże ilości odpadów zmagazynowanych na terenie nieeksploatowanego południowo-wschodniego osadnika gipsów i popiołów (Raport Najwyższej Izby Kontroli pt.: „Zapobieganie zagrożeniom ze strony składowisk po zakładowych z terenu województwa łódzkiego” ([Nr ew. 170/2020/P19/112/LLO; LL.430.002.2020](#))).

2.3. Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (Wysypisko „Za Bzurą”)

2.3.1. Przedstawienie wynikających z dokumentacji administracyjno–prawnej informacji o składowiskach: m. in.: o lokalizacji, budowie, parametrach oraz o instalacjach/infrastrukturze składowiskowej (tj. piezometry, drenáže, hydranty, pasy ochronne/izolacyjne, ogrodzenia, itp.) i infrastrukturze technicznej

Według wywiadu środowiskowego z byłym Dyrektorem ZPB „Boruta” miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) powstało w 1911 r., w momencie przeniesienia produkcji barwników i produktów chemii organicznej (w tym leków) z centrum Zgierza. Teren bezpośrednio przy brzegu rzeki Bzura, zlokalizowany na działce 90/27 w Zgierzu pełnił rolę przykładowego składowiska odpadów poprodukcyjnych.

Z uwagi na niekorzystne usytuowanie bezpośrednio przy brzegu rzeki Bzury, składowisko zaczęło budzić obawy mieszkańców, z uwagi na duże prawdopodobieństwo zalegania poprodukcyjnych odpadów niebezpiecznych. W dniu 10 sierpnia 2006 r. **Wojewoda Łódzki** wydał **decyzję SR.VI.6622-d/69/2006** w sprawie ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko na podstawie artykułu 362 ust. 1 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska (Dz.U. Nr 62, poz. 629 ze zm.) w związku z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji budowy eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk (Dz.U. Nr 61, poz. 549). Wojewoda zobowiązał firmę EKO-Boruta Sp. z o.o. do ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko wysypiska „Za Bzurą” (aktualnie miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych), zlokalizowanego na działce 90/27, z uwzględnieniem:

- zabezpieczenia zgromadzonej hałdy odpadów przed podmyciem przy wystąpieniu wielkiej wody w rzece Bzurze;
- ograniczenia przesiąkania wód deszczowych przez warstwy odpadów do wód powierzchniowych i podziemnych;

poprzez wykonanie:

- ścianki szczelnej stalowej lub PVC u podnóża skarpy wzdłuż prawego brzegu Bzury oraz częściowo od zachodniej i wschodniej strony hałdy. Górna krawędź ścianki winna być wyniesiona minimum 0,5 m powyżej poziomu wielkiej wody stuletniej i jednocześnie zapewniać stabilność skarpy;
- rowów opaskowych od północnej, zachodniej i wschodniej strony hałdy oraz drenażu opaskowego ujmującego wody opadowe z za ścianki szczelnej;
- drenażu i wyrobów opaskowych kierujących wody do istniejącego kolektora sanitarnego usytuowanego na lewym brzegu rzeki Bzury i dalej do oczyszczalni ścieków;
- uszczelnienia terenu hałdy.

W uzasadnieniu **decyzji** zaznaczono, że nadpoziomowe wysypisko zlokalizowane wzdłuż prawego brzegu rzeki Bzury jest długości 340 m i szerokości 110 -120 m. Wysokość hałdy wyrasta z kierunkiem eksploatacji wysypiska t.j. od wschodu

na zachód. W części wschodniej wynosi 2-4 m, w części środkowej do 4-6 m, a w części zachodniej osiąga 8-10 m. Szacunkowo objętość odpadów wynosi około 340 000 m³. Stroma, bardzo wysoka skarpa w zachodniej części hałdy przechodzi bezpośrednio w brzeg rzeki. W części wschodniej stopa skarpy wysypiska oddalona jest od prawego brzegu rzeki około 1-5 m. Powierzchnia hałdy jest nieregularna i charakteryzuje się licznymi zagłębieniami. Na lewym brzegu rzeki Bzury w odległości około 10 m od głównej krawędzi koryta rzeki przebiega kolektor sanitarny \varnothing 1200 mm odprowadzający ścieki do oczyszczalni.

Wskazano, że wysypisko posiada bardzo niekorzystne warunki hydrogeologiczne w związku z usytuowaniem w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki Bzury na silnie przepuszczalnych gruntach – piaski drobne o dużej miąższości, bez uszczelnienia. Takie usytuowanie wysypiska stwarza możliwość zanieczyszczenia gleby, wód podziemnych i wód rzeki Bzury. W sytuacji wystąpienia wielkiej wody w rzece Bzurze istnieje groźba podmycia południowej skarpy hałdy, szczególnie w części zachodniej i usunięcie nagromadzonych odpadów.

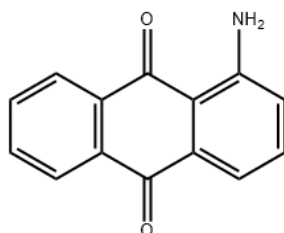
Minister Środowiska Decyzją DOOŚ-III-sk-138-10806/06/ALK uchylił w całości zaskarżoną **Decyzję Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-d/69/2006** z dnia 10 sierpnia 2006 r. i przekazał sprawę do ponownego rozpatrzenia przez organ I instancji.

W dniu 28 września 2007 r. **Wojewoda Łódzki** ponownie wezwał spółkę EKO-Boruta Sp. z o.o. **decyzją SR.VI.6622-d/83/2007** do podjęcia działań określonych w zaskarżonej Decyzji **SR.VI.6622-d/69/2006** z dnia 10 sierpnia 2006 r. określając termin wykonania obowiązków do dnia 30 września 2009 r., z wyjątkiem uszczelnienia terenu, które powinno być zrealizowane do dnia 30 września 2010 r. **Decyzja** została utrzymana w mocy przez **Ministra Środowiska (Decyzja DOOŚ-III-sk-5-212/08/ALS** z dnia 4.06.2008 r.) po ponownym zaskarżeniu firmy EKO-Boruta Sp. z o.o. Jednakże obowiązki nałożone w drodze w/w decyzji nie zostały zrealizowane.

2.3.2. Przedstawienie wynikających z dokumentacji administracyjno–prawnej informacji o odpadach, m. in. o przewidzianych do składowania i składowanych odpadach, ich ilości, rodzajach, właściwościach, itp.

Z uwagi na odległy okres nie jest znana ilość składowanych odpadów. Na podstawie wywiadu z byłym Dyrektorem ZPB „Boruta” wiadomo, że zakład w szczycie rozwoju produkował ok. 30 tysięcy Mg barwników rocznie, z czego 70% stanowiły barwniki azowe, ok. 10% barwniki kadziowe oraz 10% barwniki siarkowe. Do procesów wysalania barwników stosowano znaczące ilości NaCl i KCl. Zakład produkował kwasy organiczne: kwas H, kwas Gamma, kwas I (**Tabela 2.6**) oraz betanaftol, R-sól, hydrosulfit jako półprodukty do syntezy własnych barwników. Funkcjonował wydział produkcji kwasu siarkowego (ok. 500 tys. Mg/rok), który był wykorzystywany

we własnej produkcji (głównie do produkcji kwasów organicznych: kwas H, kwas Gamma i kwas I) i sprzedawany na zewnątrz. Z punktu widzenia obciążenia dla środowiska, najgorszym produktem, poza aminami kancerogennymi, były w/w kwasy organiczne (**Tabela 2.6**). Procesy syntezy prowadzono w bardzo niskim pH. Ścieki po procesie miały wartości pH od 1 do 2. Zachodziła konieczność neutralizacji ścieków po procesie syntezy, stąd też ogromne ilości mleka wapiennego, stosowanego do neutralizacji, były utylizowane na osadnikach gipsów i popiołów. Niestety procesy syntezy niektórych kwasów oraz innych półproduktów były bardzo niskie – do 50%. W przypadku testowania nowych syntez chemicznych, ta wydajność była jeszcze niższa i wynosiła nawet 20%. Do poprawy wydajności produkcji związków organicznych były stosowane różne katalizatory np. metale ciężkie, takie jak: rtęć, cynk i ołów. Rtęć była używana jako środek katalizujący sulfonację w procesie otrzymywania alfa-aminoantrachinonu (**Rysunek 2.6**).



Rysunek 2.6. Struktura chemiczna alfa-aminoantrachinonu.

Tabela 2.6. Zestawienie tzw. kwasów literowych używanych przez ZPB „Boruta” do produkcji barwników azowych.

Rodzaj kwasu	Nazwa	Wzór strukturalny
Kwas H	sól sodowa kwasu 1-amino-8-hydroksy-3.6-naftalenodwusulfonowego	
Kwas Gamma	kwas 2-amino-8-naftolo-6-sulfonowy	
Kwas I	kwas 2-amino-5-naftolo-7-sulfonowy, kwas 2-amino-5-hydroksynaftalenosulfonowy-7, kwas 6-amino- α -naftolo-sulfonowy-3	

Kadm, kobalt i chrom były używane w produkcji azowych barwników metalokompleksowych (bezpośrednie, kwasowe, reaktywne). Takie barwniki posiadają lepszą odporność na światło i dają głębsze barwy.

Na podstawie wywiadu środowiskowego pracowników Instytutu Barwników i Półproduktów Organicznych ustalono, że do momentu uruchomienia miejskiej oczyszczalni w Zgierzu (aktualnie zarządzanej przez "Wodociągi i Kanalizacja - Zgierz" Sp. z o.o.), korzystano z zakładowej oczyszczalni ścieków na terenie ZPB „Boruta”. Wszystkie ścieki z procesów syntezy były kierowane do zakładowej oczyszczalni. Na miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) trafiały m.in. osady ściekowe z mechanicznej i fizyko-chemicznej obróbki ścieków. Osady ściekowe zawierały wszystkie wytrącone chemikalia pozostające w kapielach poreakcyjnych, w tym aminy kancerogenne, barwniki, kwasy organiczne i inne.

Produkowano również przez pewien czas leki oraz barwniki spożywcze (ok. 20 Mg/rok) jako dodatkowy asortyment. Działalność produkcyjna w ZPB „Boruta” na pełną skalę była zachowana do 2002 r. Na składowisko trafiały odpady stałe, np. z procesów czyszczenia maszyn, nieudane partie barwników (na skutek tzw. zesmolenia), osady i szlamy, ubrania robocze, zużyte węgle aktywne, ziemia orzempkowa, resztki farb i lakierów (z wydziału opakowań blaszanych).

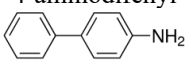
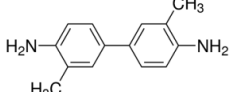
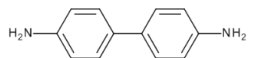
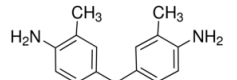
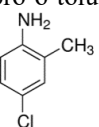
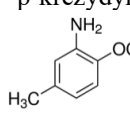
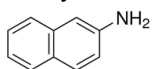
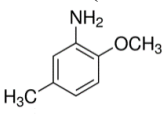
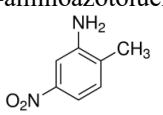
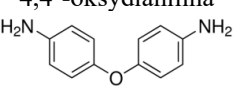
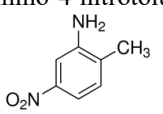
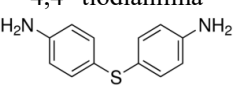
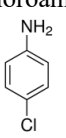
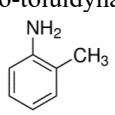
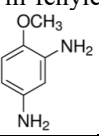
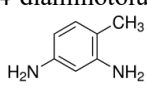
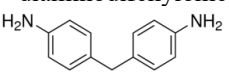
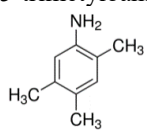
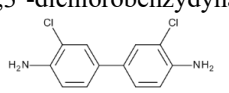
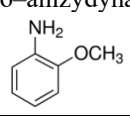
Barwniki azowe były jednym z głównym produktów zakładu. Do produkcji barwników były używane aminy aromatyczne. Wśród stosowanych amin były aminy kancerogenne, które zostały aktualnie zakazane w całej Unii Europejskiej. Do produkcji barwników azowych w ZPB „Boruta” stosowano do 1981 roku benzydynę, która powodowała liczne przypadki nowotworów pęcherza moczowego wśród pracowników załogi. ZPB „Boruta” produkowała na bardzo chłonny rynek irański i innych krajów arabskich czerń benzydynową na czarną odzież dla kobiet (hidżabu, burek, itp.).

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) Nr 1907/2006 (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals) [1] dotyczące bezpiecznego stosowania chemikaliów zawiera wykaz substancji szkodliwych i niebezpiecznych dla zdrowia i życia człowieka, których obecność jest ograniczona lub stosowanie ich jest zabronione. Do substancji tych zaliczone są m.in. aminy aromatyczne. Do tych związków należą aminy aromatyczne grupy MAK III A1 – uznane za kancerogenne dla człowieka oraz grupy MAK III A2 uznane za kancerogenne na przebadanych zwierzętach (**Tabela 2.7**). Aminy aromatyczne zakazane w UE były stosowane w ZPB „Boruta” S.A. prawie do końca działalności produkcyjnej zakładu (poza benzydyną wycofaną z produkcji w 1981 r.).

Od roku 1990, kiedy rozpoczęto ewidencjonowanie odpadów, roczny ich przyrost wynosił ok. 270 ton rocznie (Raport Najwyższej Izby Kontroli pt.: „Zapobieganie

zagrożeniom ze strony składowisk po zakładowych z terenu województwa łódzkiego”
 (Nr ew. 170/2020/P19/112/LLO; LL.430.002.2020).

Tabela 2.7. Zestawienie kancerogennych amin aromatycznych stosowanych w ZPB „Boruta” do produkcji barwników azowych.

L.p.	Nazwa aminy	Nr CAS	L.p.	Nazwa aminy	Nr CAS
1. A1	4-aminodifenył 	92-67-1	12. A12	3,3'-dimetylobenzydyna 	119-93-7
2. A2	Benzydyna 	92-87-5	13. A13	4,4'-metylenodi-o-toluidyna 	838-88-0
3. A3	4-chloro-o-toluidyna 	95-69-2	14. A14	p-krezydyna 	120-71-8
4. A4	2-naftyloamina 	91-59-8	15. A15	4,4'-metyleno-bis-(2-chloroanilina) 	101-14-4
5. A5	o-aminoazotoluen 	97-56-3	16. A16	4,4'-oksydianilina 	101-80-4
6. A6	2-amino-4-nitrotoluen 	99-55-8	17. A17	4,4'-tiodianilina 	139-65-1
7. A7	4-chloroanilina 	106-47-8	18. A18	o-toluidyna 	95-53-4
8. A8	4-metoksy-m-fenylendiamina 	615-05-4	19. A19	2,4-diaminotoluen 	95-80-7
9. A9	4,4'-diaminodifenyłometan 	101-77-9	20. A20	2,4,5-trimetyloanilina 	137-17-7
10. A10	3,3'-dichlorobenzydyna 	91-94-1	21. A21	o-anizydyna 	90-04-0

3

Przedstawienie charakterystyki obecnego statusu i stanu prawnego składowisk

3.1. Składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej 54/60

3.1.1. Przedstawienie aktualnego stanu prawnego, z uwzględnieniem aktualnego oznaczenia nieruchomości, w tym adresu, numerów działek ewidencyjnych, powierzchni, wpisów w księgach wieczystych, zapisów miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, itd.

Jak już wspomniano w **Rozdziale 2.1.1.** składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych, zostało zbudowane przy ul. Miroszewskiej 54/60 na działkach o następujących numerach ewidencyjnych: 149, 273/1, 273/4, 273/5, 273/6, 273/7, 273/8, 273/9, 273/10, 273/13, 273/14, 273/15, 273/16, 273/17, 273/18, 273/19, 273/20, 273/21, 273/22, 273/23, 273/24, 273/25, 273/26, 273/28, 273/30, 273/33. Kwatery I przeznaczona do zagospodarowania odpadów przemysłowych, a od 1998 r. również odpadów niebezpiecznych, jest zlokalizowana na działkach o numerach ewidencyjnych: część 273/1, 273/18, 279/19 273/20, 273/21, 273/22, 273/23, 273/24, 273/25, 273/26, 273/28, 273/30, 273/33.

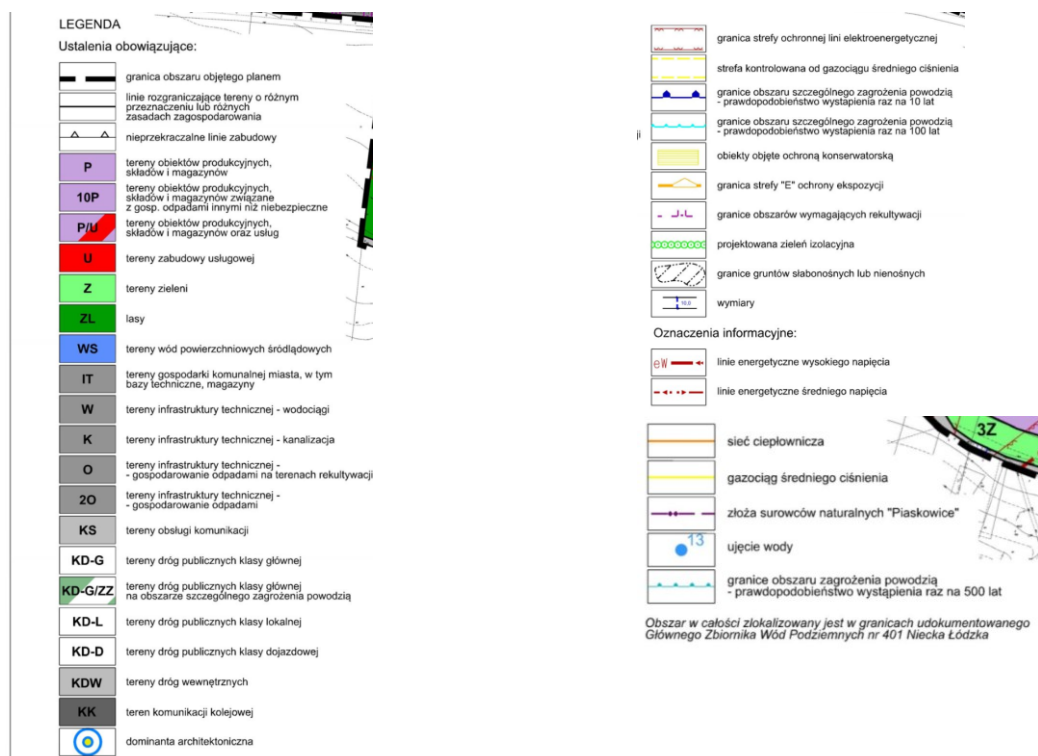
Teren był własnością Skarbu Państwa, którym dysponowała Spółka EKO-Boruta z o.o. na mocy użytkowania wieczystego. Z uwagi na poważne zarzuty organów kontrolnych o nierzetelne gospodarowanie odpadami na powierzonym terenie, które stworzyło zagrożenie życiu populacji zgierskiej, niewykonywanie obowiązków wynikających z decyzji określających między innymi zasady rekultywacji oraz nieuregulowanie przez spółkę zobowiązań z tytułu wieczystego użytkowania gruntu podjęto starania o rozwiązanie użytkowania wieczystego. **Starosta Zgierski** złożył wniosek do Prokuratury Generalnej Rzeczypospolitej Polskiej o wszczęcie procedury zmierzającej do rozwiązania umowy użytkowania wieczystego oraz skierował do Wojewody Łódzkiego pismo wycofujące wniosek dotyczący wyrażenia zgody na zbycie prawa własności na rzecz dotychczasowego użytkownika wieczystego. Aktualnie dysponentem terenu jest Skarb Państwa (Wyrok Zaoczny, II C 2458/20 o Rozwiązanie Użytkowania Wieczystego, 19.01.2021 r., Sąd Okręgowy w Łodzi, II Wydział Cywilny Łódź, Księga wieczysta **LD1G/00066882/4; LD1G/00068077/2**).

Na skutek zmian gospodarczych, funkcjonowanie ZPB „Boruta” uległo drastycznym zmianom, skutkując stanem likwidacji spółki (ostatni wpis do KRS jest z dnia 9 maja 2002 r.). W dniu 30 grudnia 2003 roku Rada Miasta Zgierz przyjęła Uchwałę Nr XV/140/03 w sprawie utworzenia na terenie Gminy Miasta Zgierz parku przemysłowego o nazwie "**Park Przemysłowy Boruta Zgierz**". Powstał on na terenie po byłych Zakładach Przemysłu Barwników „Boruta” określony pomiędzy

ul. Miroszewską, rzeką Bzurą, ul. Chemików, ul. Konstantynowską i ul. Wiejską, za wyjątkiem gruntów należących do Łódzkiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej. Dodatkowo terenem Parku objęto m.in. składowiska odpadów gipsów i popiołów oraz składowisko odpadów niebezpiecznych. Powierzchnia Parku wynosi 173,9605 ha, na której rozpoczęły działalność firmy z bardzo wielu branż, m.in. zakłady chemiczne, firmy produkcyjne, zakłady utylizacji odpadów oraz inne. Z uwagi na przemysłowy i rozwojowy charakter przedmiotowego terenu miasta Zgierza, rozpoczęto prace nad przygotowaniem **planu zagospodarowania przestrzennego**. Pierwsze prace nad **planem zagospodarowania przestrzennego** dla terenu, na którym znajdują się składowiska odpadów objętych przedmiotową analizą oddziaływania na środowisko były podjęte ponad 10 lat temu (Uchwała Nr LII/483/10 Rady Miasta Zgierza z dnia 30 września 2010 r.) Zostały jednak wstrzymane ze względu na zmianę w nowym studium dla tego terenu. W dniu 22 marca 2022 r. w **Dzienniku Urzędowym Województwa Łódzkiego** została opublikowana Uchwała **NR XLIV/583/2022 Rady Miasta Zgierza** z dnia 9 lutego 2022 r. w sprawie uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego miasta Zgierza dla terenów przemysłowych, położonych w rejonie ulicy Konstantynowskiej – Zachód i weszła w życie po upływie 30 dni od dnia ogłoszenia. Obszary składowiska odpadów niebezpiecznych oraz gipsów i popiołów zostały zakwalifikowane jako tereny infrastruktury technicznej - gospodarowanie odpadami na terenach rekultywacji (10) (**Rysunek 3.1-3.2.**), dla których obowiązuje przeprowadzenie rekultywacji w kierunku zgodnym z wydanymi decyzjami w sprawie rekultywacji.



Rysunek 3.1. Plan zagospodarowania przestrzennego.



Rysunek 3.2. Legenda do Planu zagospodarowania przestrzennego.

Niestety założenia **planu zagospodarowania przestrzennego** oraz **Uchwały Nr XV/140/03** zostały postawione w drastycznej konfrontacji ze stanem faktycznym środowiska naturalnego na w/w terenie. Wyniki kontroli WIOŚ wykazały, że od listopada 2013 r. w rejonie kwatery I składowiska odpadów przemysłowych przy ul. Miroszewskiej utworzyły się rozlewiska z wyraźnie wyczuwalnym zapachem chemikaliów z widocznym na powierzchni rozlewisk opalizującym filmem świadczącym o migracji ze składowiska zanieczyszczeń ropopochodnych. Wyniki analiz potwierdziły ponadnormatywne wartości ogólnego węgla organicznego (OWO) w pobranych próbkach wody z piezometrów oraz wskaźnika przewodności elektrolitycznej właściwej (PWE) świadczyły o pogorszeniu jakości wód podziemnych w rejonie lokalizacji składowiska (więcej informacji w **Rozdziale 4**).

Nierzetelna i nieodpowiedzialna gospodarka odpadami stanowi poważne zagrożenie dla całej populacji żyjących i funkcjonujących w otoczeniu zanieczyszczonych terenów. O tym jak poważny jest to problem świadczy wydanie specustawy z dnia 16 czerwca 2023 r. o wielkoobszarowych terenach zdegradowanych (Dz.U. 2023 poz. 1719). W większości przypadków tereny zostają uznane za zdegradowane na skutek składowania odpadów w miejscu do tego nieprzystosowanym, w szczególności odpadów niebezpiecznych, zgromadzonych w przeszłości, w sposób stwarzający zagrożenie dla życia lub zdrowia ludzi (w szczególności przez zakłady należące w przeszłości lub obecnie do Skarbu Państwa). Skutkiem obecności odpadów

niebezpiecznych w środowisku mogą następować emisje do wód powierzchniowych i podziemnych, emisje do powietrza, a także zanieczyszczenie powierzchni ziemi, a finalnie również zagrożenie dla zdrowia lub życia ludzkiego.

W myśl ustawy pod pojęciem wielkoobszarowy teren zdegradowany – rozumie się teren o powierzchni przynajmniej 10 ha, na którym znajduje się składowisko historycznych odpadów przemysłowych lub miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych wraz z sąsiadującymi obszarami, na których występuje istotne zagrożenie dla zdrowia ludzi lub stanu środowiska spowodowane emisją w rozumieniu art. 3 pkt 4 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska z tego składowiska lub miejsca. Zadania w zakresie prowadzenia działań związanych z poprawą stanu środowiska na wielkoobszarowym terenie zdegradowanym, z wyjątkiem działań prowadzonych na terenach zamkniętych, stanowią zadania własne gminy, o których mowa w art. 7 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (Dz. U. z 2023 r. poz. 40, 572, 1463 i 1688). Gminy zostały zobowiązane do podjęcia działań zmierzających do wykonania kompleksowej oceny stanu środowiska na wielkoobszarowym terenie zdegradowanym oraz opracowania projektu planu poprawy stanu środowiska na tym terenie, na podstawie tej oceny. Kompleksowa ocena obejmuje m.in. badania zanieczyszczenia powierzchni ziemi oraz badania zanieczyszczenia wód powierzchniowych i podziemnych konieczne do opracowania projektu planu.

Projekt planu poprawy stanu środowiska na terenie uznanym za wielkoobszarowy teren zdegradowany powinien zawierać: 1) informacje m.in. o planowanym sposobie usuwania odpadów ze składowisk historycznych odpadów przemysłowych lub miejsc gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych lub ich rekultywacji, 2) opis technicznego zabezpieczenia miejsca po wydobyciu odpadów, 3) opis sposobu rekultywacji gruntów, o ile jest konieczna, 4) sposobie remediacji – w przypadku gdy stwierdzono zanieczyszczenie powierzchni ziemi, uwzględniając identyfikację substancji powodujących ryzyko w rozumieniu art. 3 pkt 37a ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska wraz z wynikami badań zanieczyszczenia gleby i ziemi tymi substancjami; 5) przeprowadzenia działań na rzecz ochrony wód powierzchniowych lub podziemnych lub powierzchni ziemi, w szczególności budowy nieprzepuszczalnych barier poziomych lub pionowych lub systemów studni, lub pomp i oczyszczalni pozwalających na oczyszczanie wód, lub barier reaktywnych oczyszczających wody podziemne, lub kaskad i systemów napowietrzania wód, lub poletek służących fitooczyszczaniu wód, lub innych urządzeń lub instalacji służących oczyszczaniu wód – w przypadku gdy występuje zagrożenie zanieczyszczeniem wód powierzchniowych lub podziemnych lub powierzchni ziemi; 6) prowadzeniu sytemu kontroli terenu. Z dniem, w którym decyzja w sprawie poprawy stanu środowiska stała się prawomocną, właściwy organ zostaje zobowiązany do podjęcia działań zmierzających do przywrócenia pierwotnego stanu terenu.

Specustawa z dnia 16 czerwca 2023 r o wielkoobszarowych terenach zdegradowanych (Dz.U. 2023 poz. 1719) obejmuje załącznik określający Listę rozpoznanych wielkoobszarowych terenów zdegradowanych, na których Ustawodawca uznał za konieczne podjęcie działań z poprawą stanu środowiska. Na tej liście znajdują się:

1. Tereny Zakładów Chemicznych „Zachem” w Bydgoszczy.
2. Tereny Zakładów Chemicznych „Organika-Azot” w Jaworznie.
3. Tereny Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry” w Tarnowskich Górach.
4. **Tereny Zakładów Przemysłu Barwników „Boruta” w Zgierzu**
5. Tereny Zakładów Włókien Chemicznych „Wistom” w Tomaszowie Mazowieckim

W związku z powyższym od dnia wejścia w życie w/w ustawy (12 września 2023 r.) tereny położone na działkach o następujących numerach ewidencyjnych: 149, 273/1, 273/4, 273/5, 273/6, 273/7, 273/8, 273/9, 273/10, 273/13, 273/14, 273/15, 273/16, 273/17, 273/18, 273/19, 273/20, 273/21, 273/22, 273/23, 273/24, 273/25, 273/26, 273/28, 273/30, 273/33 przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu nie są już zamkniętym składowiskiem odpadów nie poddanym właściwej rekultywacji, tylko **wielkoobszarowym terenem zdegradowanym**.

Z uwagi na konieczność prowadzenia monitoringu wód podziemnych, w okolicy terenu składowiska, w pasie ochronnym zieleni rozmieszczone są piezometry. Są one usytuowane na kilku działkach, które w momencie budowy składowiska stanowiły jedną działkę 149 (**Tabela 3.1**). Dla działek 149/4 do 149/18 – według księgi wieczystej LD1G/00068077/2, nastąpiło sądowe rozwiązanie użytkowania wieczystego z firmy EKO-Boruta Sp. z o.o. na Skarb Państwa (WYROK ZAOCZNY Z DNIA 19 STYCZNIA 2021 ROKU SYGN. AKT II C 2458/20 WYDANY PRZEZ SĄD OKRĘGOWY W ŁODZI II WYDZIAŁ CYWILNY O ROZWIĄZANIE UŻYTKOWANIA WIECZYSTEGO). Właścicielem pobliskich działek o numerze 149/1, 149/2, 149/3, 149/4, według księgi wieczystej o numerze LDG1G/0066558/4, jest spółka Wodociągi i Kanalizacja-Zgierz” Sp. z o.o.

Tabela 3.1. Lokalizacja piezometrów na terenie składowiska odpadów produkcyjnych, w tym niebezpiecznych „Boruta” w Zgierzu

Piezometr	φ	λ	Wysokość [m n.p.t.]	Numer działki
S-1	51 50 36.7	19 23 10.9	0,70	273/14
S-2	51 50 38.1	19 23 06.4	0,20	149/5
S-3	51 50 39.7	19 23 05.3	0,90	149/5
S-4	51 50 39.2	19 23 09.0	0,30	273/3
S-5	51 50 38.7	19 23 12.2	0,80	273/16
S-6	51 50 41.0	19 23 14.8	0,85	149/14
S-7	51 50 41.6	19 23 10.6	0,90	149/11
S-8	51 50 42.0	19 23 06.8	0,85	149/7
S-9	51 50 33.9	19 23 11.1	0,70	273/28

3.1.2. Przedstawienie aktualnego stanu na gruncie

W trakcie oględzin składowisk odpadów usytuowanych na nieruchomościach położonych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54-60, ul. Waleriana Łukasińskiego 15/17 (Obszar 1 i 2) oraz przy ul. Andrzeja Struga 30 (Obszar 3) dokonano:

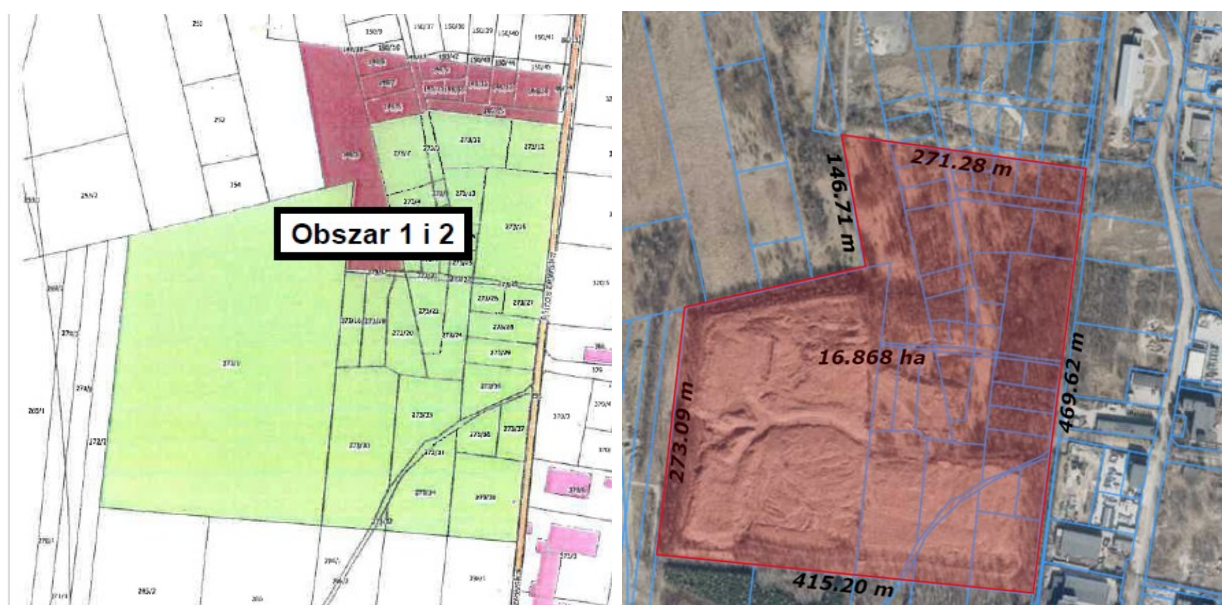
- identyfikacji roślin wskaźnikowych jako indykatorów stopnia skażenia gleby,
- oceny aktualnych parametrów i ukształtowania składowisk, instalacji/infrastruktury składowiskowej i infrastruktury technicznej (tj.: piezometry, hydranty, pasy ochronne/izolacyjne, ogrodzenia, infrastruktura techniczna, media, itp.),
- poboru prób wody z piezometrów, rowu opaskowego, rozlewisk, studzienki oraz rzeki Bzury,
- poboru próbek gleby ze składowisk,
- oceny szacunkowej ilości i rodzajów nagromadzanych odpadów,
- zidentyfikowano sposób składowania / gromadzenia odpadów.

W oparciu o Geoportal krajowy zawierający zasoby krajowej Infrastruktury Informacji Przestrzennej w Polsce (<https://mapy.geoportal.gov.pl>) wyliczono powierzchnię całkowitą obszaru składowisk (obszar 1 i 2), tj. odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych oraz gipsów i popiołów, a także terenu przeznaczonego na kwaterę II, gdzie rozmieszczona jest część piezometrów. Powierzchnia ta wyniosła 16,868 ha. Dane przyjęte do wyliczeń są przedstawione na **Fot. 3.1.**

Składowisko odpadów przemysłowych, w tym niebezpiecznych znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie osadników gipsów i popiołów (składowiska odpadów gipsów i popiołów), na terenie częściowo monitorowanym, objętym zakazem wstępu osobom nieuprawnionym. Oględziny składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych oraz składowiska gipsów i popiołów wykazały, że wjazd na teren składowisk jest zabezpieczony za pomocą dwóch bram zamkniętych na kłódki (**Fot. 3.2**), natomiast teren składowisk nie jest ogrodzony, przez co istnieje możliwość wejścia osób postronnych. Jedynie od północnej strony Obszar 2 składowiska gipsów i popiołów oraz składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych graniczy z ogrodzonym terenem firmy „Wodociągi i Kanalizacja – Zgierz Sp. z o.o.” (**Fot. 3.3**). Bramy wjazdowe znajdują się przy ulicy Miroszewskiej naprzeciw ulicy Energetyków. Pomiędzy bramami wjazdowymi znajduje się tablica informacyjna (**Fot. 3.2**). Dookoła składowisk znajdują się tablice informujące o składowisku odpadów niebezpiecznych i o zakazie wstępu na jego teren (**Fot. 3.4**). Niektóre z tych tablic są przysłonięte roślinnością lub przewrócone. Wejście na składowisko gipsów i popiołów oraz odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych możliwe jest z obu stron zamkniętych na kłódki bram od strony ulicy Miroszewskiej. Wzdłuż ulicy Miroszewskiej w stronę północną od bram wejście na składowisko jest łatwe, natomiast od strony północnej,

południowej i zachodniej jest utrudnione ze względu na strome zbocze zarośnięte drzewami.

Jeszcze przed wejściem na teren składowisk przy ul. Miroszewskiej wyczuwalny jest nieprzyjemny zapach, a do dalszego badania terenu konieczne jest stosowanie zabezpieczeń w postaci kombinezonu ochronnego, rękawic i maski przeciwchemicznej. Nieprzyjemny zapach wyczuwalny jest głównie od strony północnej i wschodniej składowiska gipsów i popiołów oraz odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych. Od strony drogi S14 w czasie wizji lokalnej nieprzyjemnego zapachu nie stwierdzono.



Fot. 3.1. Obszar składowiska gipsów i popiołów oraz odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu (Obszar 1 i 2).



Fot. 3.2. Bramy wjazdowe (lewe zdjęcie) oraz znajdująca się między nimi tablica informacyjna (prawe zdjęcie) na teren składowiska gipsów i popiołów i odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych, od strony ulicy Miroszewskiej.



Fot. 3.3. Ogrodzenie terenu firmy „Wodociągi i Kanalizacja – Zgierz Sp. z o.o.” sąsiadującego z północną stroną Obszaru 2 składowiska gipsów i popiołów oraz składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych.



Fot. 3.4. Przykładowe zdjęcia tablicy informującej o składowisku odpadów niebezpiecznych.

Fot. 3.5 przedstawia obszar składowiska gipsów i popiołów oraz odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu.

Obszar 1 składowisk przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu (**Fot. 3.6**) schematycznie podzielono na 4 części (1A–1D). Części 1A–1C to obszary składowiska gipsów i popiołów, 1D to składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych – kwatera I, a 1E to teren planowanej kwatery II. Na **Fot. 3.6** schematycznie pokazano też drogi dojazdowe do poszczególnych składowisk. Droga od lewej bramy (oznaczona na **Fot. 3.6** kolorem pomarańczowym) wznosi się, aby po kilkudziesięciu metrach osiągnąć „poziom” niższej hałdy gipsów i popiołów (obszar 1A) oraz odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (obszar 1D). Następnie droga biegnie w głąb terenu składowiska gipsów i popiołów. Po jej lewej stronie znajduje się kolejna hałda (nasyp) gipsów i popiołów (w obszarze 1A i 1B), natomiast po prawej mija się składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (kwaterę I – obszar 1D), które „przechodzi” w kolejną hałdę, tym razem gipsów i popiołów (1C).

Droga od prawej bramy (oznaczona na **Fot. 3.6** kolorem żółtym) biegnie po płaskim terenie, skręca w prawo, a następnie w lewo i po raz kolejny w lewo. Kończy się ona placem z płyt betonowych u podnóża skarpy kwatery I składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych. Obie drogi dojazdowe są utwardzone, pokryte płytami betonowymi. Na **Fot. 3.7** przedstawiono widok na składowisko gipsów

i popiołów wykonane za pomocą drona. Widać wyraźnie roślinność porastającą hałdy – głównie trawy i młode drzewa. Powierzchnia hałdy jest nierówna. Na części 1A wzdłuż północnej i częściowo wschodniej stronie znajduje się co najmniej 17 wykopanych prostokątnych dołów nieznanego przeznaczenia (**Fot. 3.8**). Są one wielkości około 80 cm x 100-120 cm, o różnej głębokości (od 10 do 40 cm). Prawdopodobnie są to doły przygotowane do wykonania ogrodzenia. Na **Fot. 3.9** przedstawiono lokalizację ww. dołów. Wzdłuż drogi dojazdowej do składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych oraz po północnej stronie planowanej kwatery II znajdują się pozostałości ogrodzenia. Metalowe słupki są ucięte na wysokości kilkunastu cm od podłoża. Lokalizacja pozostałości ogrodzenia została przedstawiona na **Fot. 3.9**.

Od wejścia na składowisko lewą bramą, po lewej stronie usytuowane są hałdy gipsów i popiołów (część 1A i 1B). Skarpa północna części 1A znajdująca się przy wejściu ma w najwyższym punkcie wysokość około 10 metrów. Skarpa południowa tej hałdy ma wysokość od 8,3 – 10,5 m.

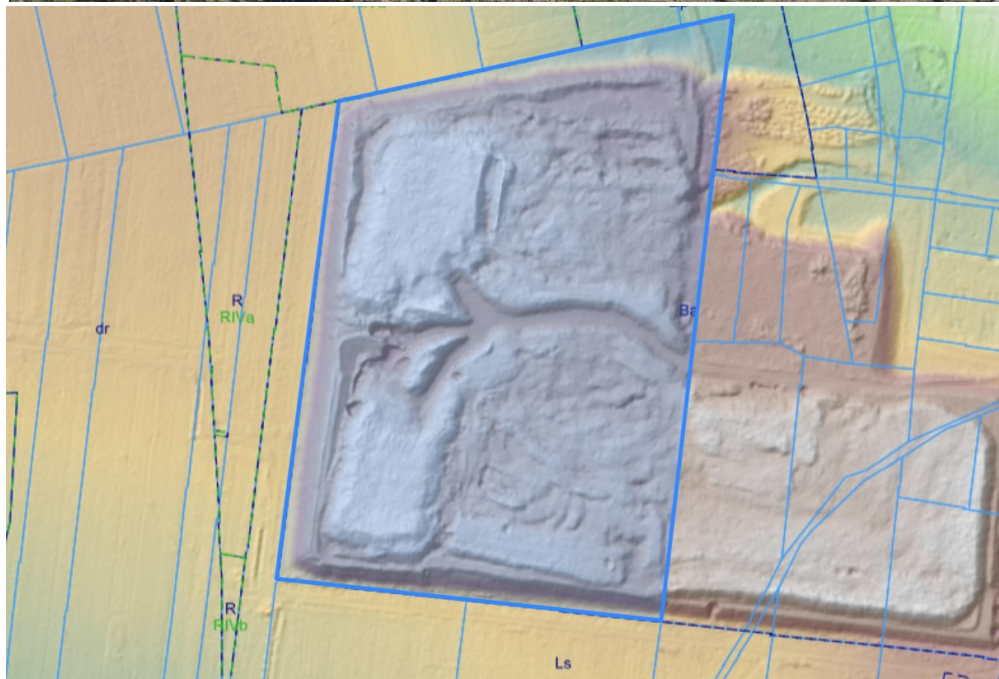
Na skarpie południowej składowiska gipsów i popiołów znajdują się pozostałości po ceramicznych rurach odprowadzających gipsy i popioły z zakładów produkcyjnych ZPB „Boruta” bezpośrednio na składowiska przy ulicy Miroszewskiej (**Fot. 3.10**). Zachowały się betonowe postumenty linii odprowadzającej, zlokalizowane na niższej skarpie południowej, w odległościach około 10 m od siebie. Linia odprowadzająca była poprowadzona w sposób zapewniający spadek wysokości. Lokalizacja linii została przedstawiona na **Fot. 3.11**.

Na składowisku gipsów i popiołów można zaobserwować gipsy i popioły zlokalizowane pod cienką warstwą gleby (**Fot. 3.12**).

Podczas oględzin, na terenie składowiska gipsów i popiołów oraz odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych stwierdzono, że na większości terenu składowisk odpady są przykryte ziemią i porośnięte roślinnością (**Fot. 3.13, Fot. 3.14**), a jedynie incydentalnie można zobaczyć odsłonięte odpady w większości komunalne, jak również inne odpady, np. zużyte maski gazowe, buty, plastikowe butelki, poprodukcyjne odpady włókiennicze itd. (**Fot. 3.15 – Fot. 3.18**).

Podczas oględzin zaobserwowano skupiska płyt eternitowych (**Fot. 3.20 i Fot. 3.21**). Odpady eternitowe w postaci pokryć dachowych zawierających azbest składowane były w workach foliowych, opakowaniach „big-bag” lub na paletach opakowanych folią. Ze względu na oddziaływanie warunków atmosferycznych opakowania uległy zniszczeniu i aktualnie azbest nie jest w żaden sposób zabezpieczony (**Fot. 3.21**). Odpady eternitowe klasyfikowane jako niebezpieczne znajdują się na powierzchni około 655 m², a wysokość stosów tych odpadów wynosi od 1,3 do 2,0 m. Szacowana objętość odpadów eternitu znajdująca się na terenie składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych wynosi 1057 m³.

Na terenie składowiska gipsów i popiołów stwierdza się widoczne miejsca wypalenia się odpadów wynikające z samozapłonów. Podczas wizji lokalnej w trakcie realizacji usługi zaobserwowano (przy użyciu drona) tłące się odpady o powierzchni około 2 m². **Fot. 3.22** przedstawia dogasający pożar oraz jego lokalizację. Z wypełnionego odpadami odkrytego zapadliska (oznaczonego kolorem żółtym) wydobywał się dym o nieprzyjemnym zapachu. Wykrycie miejsc, które były spalone w wyniku pożarów (oznaczonych kolorem czerwonym), stało się możliwe dzięki zdolności drona do dostępu do trudno dostępnych miejsc i rejestrowaniu obrazów z różnych punktów (kątów). Czynność ta byłaby utrudniona, ze względu na brak możliwości bliskiego dojścia do terenu wysokiego ryzyka, w którym trwało spalanie odpadów, prawdopodobnie komunalnych.



Fot. 3.5. Obszar składowiska gipsów i popiołów oraz składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (obszar 1 i 2) - widok z drona (zdjęcie górne) oraz ukształtowanie terenu składowiska gipsów i popiołów oraz składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (na podstawie mapy.geoportal.gov.pl) (zdjęcie dolne).



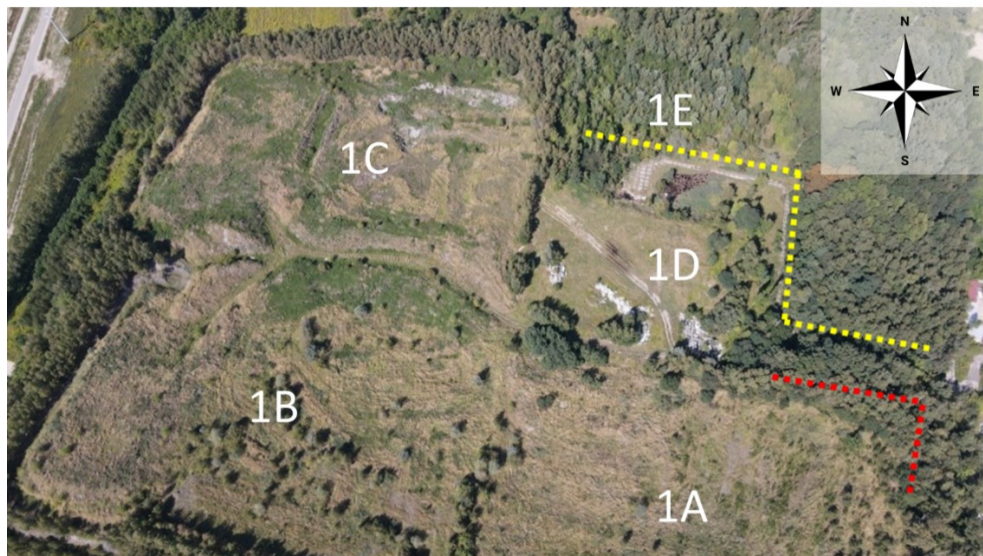
Fot. 3.6. Obszar składowiska gipsów i popiołów, oraz składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (obszar 1) przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu – wycinek mapy z <https://mapy.geoportal.gov.pl>.



Fot. 3.7. Widok z drona na składowisko gipsów i popiołów (części 1A, 1B i 1C).



Fot. 3.8. Prostokątne doły nieznanego przeznaczenia znajdujące się wzdłuż drogi dojazdowej do składowiska gipsów i popiołów (zdjęcie po lewej) oraz pozostałości po ogrodzeniu terenu składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (kwatery I i planowana kwatera II) (zdjęcie po prawej).



Fot. 3.9. Lokalizacja pozostałości po ogrodzeniu (żółty) oraz prostokątnych dołów nieznanego przeznaczenia (czerwony).



Fot. 3.10. Pozostałości linii odprowadzającej odpady z dawnych zakładów ZPB „Boruta” na składowisko gipsów i popiołów przy ulicy Miroszewskiej.



Fot. 3.11. Prawdopodobna lokalizacja linii transportującej gipsy i popioły z dawnych zakładów ZPB „Boruta” na składowisko przy ul. Miroszewskiej (z wykorzystaniem mapy <https://www.google.pl/maps/>).



Fot. 3.12. Widoczne popioły na składowisku gipsów i popiołów od strony ulicy Miroszewskiej (okolice linii transportującej odpady na składowisko, część 1A).



Fot. 3.13. Roślinność na składowisku gipsów i popiołów (hałda od strony ulicy Miroszewskiej, część 1A).



Fot. 3.14. Roślinność na hałdzie gipsów i popiołów (oznaczona jako A na **Fot. 3.19**).



Fot. 3.15. Zużyte maski gazowe (zdj. z lewej) na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym odpadów niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu i buty porośnięte mchem (zdj. z prawej) na terenie pasa ochronnego niedaleko ulicy Miroszewskiej.



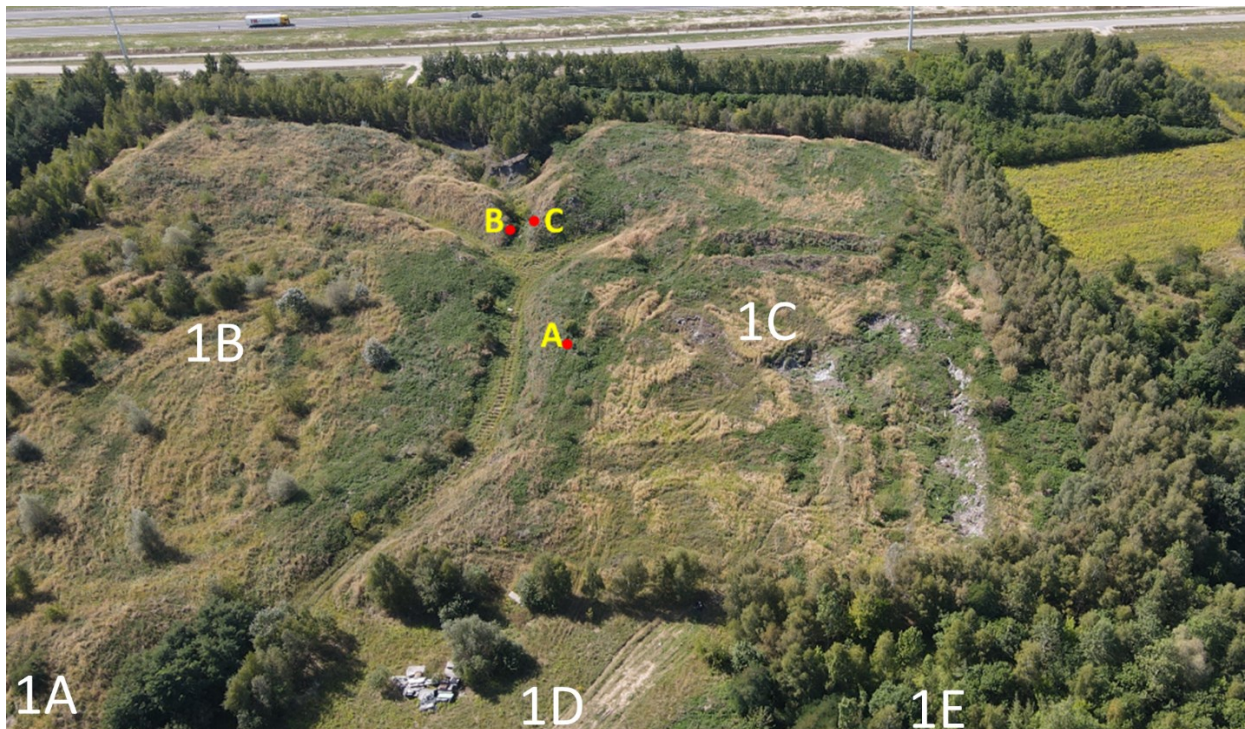
Fot. 3.16. Skarpa hałdy odpadów na składowisku gipsów i popiołów (oznaczona jako B na **Fot. 3.19**).



Fot. 3.17. Skarpa hałdy odpadów na składowisku gipsów i popiołów (oznaczona jako C na rysunku **Fot. 3.19**) z 2023 r (zdjęcie górne) i 2015 roku (zdjęcie dolne – materiał G. Wielgosiński).



Fot. 3.18. Skarpa hały odpadów na składowisku gipsów i popiołów z widocznymi poprodukcyjnymi odpadami włókienniczymi (oznaczona jako C na **Fot. 3.19**) z 2023 r. (zdjęcie górne) i 2015 roku (zdjęcie dolne – materiał G. Wielgosiński).



Fot. 3.19. Składowisko gipsów i popiołów oraz odpadów poprodukcyjnych, w tym odpadów niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu z lokalizacją miejsc, w których wykonano zdjęcia: **Fot. 3.14**, **Fot. 3.16**, **Fot. 3.17**, **Fot. 3.18**.



Fot. 3.20 Skupiska płyt eternitowych na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (kwatery I) przy ul. Miroszewskiej (widok z góry, z drona).



Fot. 3.21. Skupiska płyt eternitowych na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (kwatery I) przy ul. Miroszewskiej (widok z boku, z drona).



Fot. 3.22. Tłące się odpady na składowisku gipsów i popiołów (zdjęcie z lewej) oraz lokalizacja wypalonych kraterów (czerwony) i krateru dymiącego podczas wizji lokalnej (żółty) (zdjęcie z prawej).

Rozlewiska na terenie składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych przy ulicy Miroszewskiej

U podnóża północnej skarpy kwatery I zlokalizowane są rozlewiska, których źródłem są prawdopodobnie odcieki składowiskowe (**Fot. 3.23** i **Fot. 3.24**). Odcieki te stwarzają niebezpieczeństwo dla środowiska, ponieważ przedostają się do środowiska gruntowo-wodnego. Widoczny jest również rów opaskowy zlokalizowany na północnej skarpie składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych, który jest wypełniony odciekami (**Fot. 3.24**). W pobliżu rowu opaskowego zlokalizowane jest rozlewisko. Odcieki opalizują (**Fot. 3.24**), co może sugerować, że są w nich obecne substancje ropopochodne. Wyczuwalny jest chemiczny zapach. Na **Fot. 3.25** widać rozlewiska powstałe prawdopodobnie wskutek gromadzenia się wód deszczowych.

Na terenie pasa ochronnego oraz planowanej kwatery II składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych znajduje się 9 piezometrów (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8 i S9). Lokalizacja piezometrów została przedstawiona na **Fot. 3.26**, a zdjęcia piezometrów S9 i S1 na **Fot. 3.27**.

W ramach wizji lokalnej pobrano próbki wód z piezometrów, które następnie poddano analizom w Sieci Badawczej Łukasiewicz – Łódzkim Instytucie

Technologicznym. Zgodnie z akredytacją próbki były pobrane do plastikowych i szklanych butelek, zgodnie z charakterem analiz (analiza związków organicznych i związków nieorganicznych). W próbkach wód z piezometrów oznaczono następujące parametry: pH, przewodnictwo elektrolityczne, ChZT, OWO, chlorki, siarczany, cyjanki, azotany, fosforany, metale ciężkie, aminy aromatyczne oraz BZT₅.



Fot. 3.23. Odcieki u podnóża składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (kwatery I), na terenie planowanej kwatery II (na północ od kwatery I).



Fot. 3.24. Odcieki u podnóża kwater I (zdjęcie po lewej) oraz rów opaskowy (zdjęcie po prawej) składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej.



Fot. 3.25. Stojąca woda deszczowa na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych – kwatera I (zdjęcie z lewej) oraz wyschnięta zastoina wodna nieznajdująca się na przebiegu spływu wód podziemnych (zdjęcie z prawej – okolice piezometru S5, tuż przy ulicy Miroszewskiej).



Fot. 3.26. Lokalizacja piezometrów na składowisku odpadów przy ulicy Miroszewskiej oraz kierunek spływu wód podziemnych (przy wykorzystaniu wycinka mapy z Google Maps).



Fot. 3.27. Zdjęcia piezometru S9 (zdjęcie z lewej) i S1 (zdjęcie z prawej).

Roślinność na terenie składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych oraz składowiska gipsów i popiołów

Obszar 1 i 2 (1A, 1B, 1C, 1D i 1E) otoczony jest ze wszystkich stron drzewami. Fragment terenu znajdujący się równolegle do ul. Miroszewskiej o szerokości około 70 m i długości 200 m na prawo od bram wjazdowych porastają w większości drzewa liściaste z przewagą brzozy brodawkowej (*Betula pendula* Roth) oraz omszonej (*Betula pubescens* Ehrh). Zbiorczo cały pozostały obszar składowisk jest otoczony pasem drzew szerokości około 20 m, przy czym na odcinku północnym części ulicy Miroszewskiej (około 100 m od bram wjazdowych) – szerokość obszaru z drzewami obejmuje nawet około 200 m (na wschód od części 1D). Zadrzewione tereny wykazują dużą różnorodność biologiczną ponieważ znajdują się tam również inne drzewa liściaste, takie jak między innymi: klon pospolity (*Acer platanoides* L.), klon jesionolistny (*Acer negundo* L.), klon jawor (*Acer pseudoplatanus* L.), głóg dwuszyjkowy (*Crataegus laevigata*), wierzba iwa (*Salix caprea* L.), topola osika (*Populus tremula* L.), czy drzewa z rodzaju *Robinia* L. (zwyczajowo w Polsce zwane akacjami). Występują także dęby szypułkowe (*Quercus robur* L.), a od strony ulicy Miroszewskiej, w odległości około 50 m na północ od ulicy Energetyków i około 50 m od bram rośnie również 6 wiekowych kasztanowców (*Aesculus* L.) z liśćmi

wybarwionymi na brązowo, wieloletnie klony pospolite oraz dęby szypułkowe. W obszarze tym występują również młode buki zwyczajne (*Fagus sylvatica* L.). Przebarwienie liści kasztanowców ma charakter sezonowy, a drzewa te widoczne są także jako brązowe na zdjęciach satelitarnych z lat 2009-2022 wykonanych w miesiącach jesiennych, jednakże nie wyróżniają się tym kolorem z tła innych drzew w miesiącach wiosennych (są wtedy zielone). Przebarwienie może zatem wynikać z jesiennej pory roku lub aktywności szkodników np. szrotówek kasztanowcowiaczek (*Cameraria ohridella*), pod wpływem, którego liście mogą brązowieć nawet już od letniej pory roku. Wspomniane drzewa mogą mieć wiek przynajmniej kilkadziesiąt lat, co można szacunkowo stwierdzić na podstawie oceny ich obwodów (~ do 260 cm) i są widoczne na zdjęciach satelitarnych przynajmniej od 2009 roku. W tej samej okolicy są obecne także wiekowe dęby szypułkowe i klony zwyczajne. Łącznie jest to prawdopodobnie największe zgrupowanie starych drzew na terenie składowisk przy ulicy Miroszewskiej (obwody 200-370 cm). Na skraju zadrzewionego pasa ochronnego i na terenie planowanej kwatery II składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (część 1E) występują także zdziczałe drzewa owocowe: śliwy. Na wysokości ul. Miroszewskiej w okolicy piezometru S9 występuje wiele powalonych stosunkowo młodych drzew, w większości brzoź (10-30 lat), gdzie leżące pnie i gałęzie są spróchniałe i wilgotne. Przy obrośniętym w większości brzożami wzniesieniu składowiska gipsów i popiołów (skarpa północna części 1A) tuż obok drogi prowadzącej od lewej bramy rosną paprocie. Co więcej na tej skarpie (1A) rosną młode brzozy, ale także wiekowe dęby szypułkowe – to kolejne miejsce, gdzie występują stare drzewa. Brzozy natomiast są drzewami młodymi i samosiewnymi, w przeciwieństwie do starych dębów szypułkowych, a uwzględniając ich obwody (200 – 300 cm) i wysokość – mogą być to drzewa nawet ponad 100-letnie. Dalej na zboczu południowym części 1B przeważają młodsze drzewa, z przewagą brzozy (**Fot. 3.28**). Z lewej strony wymienionej wcześniej drogi otoczonej z obu stron drzewami, po południowej stronie Obszaru 1 i 2, już poza samym składowiskiem znajduje się zadrzewiony teren, na którym przy ulicy Miroszewskiej rośnie kilka buków (*Fagus* L.) o obwodach do 2 m (pomiar na wysokości 5 cm i 130 cm od ziemi), wskazując na wiek około 100 lat. Inne drzewa w tym obszarze, w kierunku zachodnim, aż do drogi S14 są znacznie młodsze. Zadrzewienie zachodniego zbocza składowiska (1B i 1C) oraz terenu płaskiego równoległe do trasy S14 przy drodze serwisowej to w większości młode brzozy, prawdopodobnie samosieje.

Zadrzewiony teren otaczający obszar 1 i 2 cechuje się bardzo dużą różnorodnością biologiczną, co ma pozytywny wpływ na okolicę składowisk generując ściółkę i nową glebę oraz utrzymując w niej wodę, co pozytywnie powinno wpływać na oczyszczanie tych terenów. Dość dobre warunki zadrzewienia w tym obszarze świadczą o braku istotnego skażenia gleby, być może z niewielkim wyjątkiem wspomnianego fragmentu w części wschodniej, w pobliżu piezometru S9, gdzie znajdują się wymienione wcześniej zawilgotniałe i próchniejące martwe brzozy.

Pozostałe tereny części 1A, 1B, 1C oraz niżej położony 1D wewnątrz opisywanej otuliny są w większości niezadrzewione, porośnięte roślinami z rodziny wiechlinowatych (*Poaceae*) i inną roślinnością stepową (**Fot. 3.30**): trzcinniki oraz inne trawy, pozostałymi roślinami łąkowymi jak nawłóć kanadyjska (*Solidago canadensis* L.), czy pokrzywy. Gdziekolwiek, bliżej obszaru zadrzewionego występują jedynie młode drzewka lub krzewy, wskazując na naturalne wysiewanie. Jest to także charakterystyczne dla części południowo-wschodniej składowiska (1A), gdzie wyrosły bardzo młode brzozy. Część obszaru położonego niżej (planowana kwatery II składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (1D)) jest miejscami podmokła i widoczne są odcieki. Można w tym rejonie zaobserwować mchy i trzciny, co może wskazywać na permanentnie lub okresowo podmokły charakter fragmentów tego rejonu (**Fot. 3.29**). Wyżej położone rejony 1A, 1B i 1C są zaś prawdopodobnie znacznie bardziej narażone na suszę niż tereny zadrzewione. Przesuszenie wyżej położonych trawiastych terenów niezadrzewionych może wynikać z tego, że gorzej wiążą wodę, w przeciwieństwie do terenów zadrzewionych. Niezadrzewione obszary stepowe są zatem bardziej narażone na wysychanie i pożary.

Mimo występowania negatywnych czynników w części niezadrzewionej składowiska gipsów i popiołów oraz składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (kwatery I), można tam zaobserwować ślady bytowania dzikich zwierząt – sarn, królików, ptaków i innych (**Fot. 3.30**).



Fot. 3.28. Panorama na część 1B składowiska gipsów i popiołów.



Fot. 3.29. Pas ochronny porośnięty drzewami w okolicach piezometru S9 z powalonymi drzewami i gałęziami; oraz omszony, zabagniony teren przy drodze dojazdowej do kwatery I składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (obszar 1 i 2).



Fot. 3.30. Widok na część 1C składowiska gipsów i popiołów – stepowy krajobraz z widocznym w oddali otoczeniem drzew z przewagą brzoź, obserwowaną sarną oraz dymem z zapadliska.

Infrastruktura składowiska gipsów i popiołów oraz odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych

Na terenie składowiska gipsów i popiołów oraz składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych znajduje się hydrant. Jest on zlokalizowany w okolicy składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych, poniżej skarpy kwatery I (**Fot. 3.31** i **Fot. 3.34**). Obok hydrantu znajduje się słup z reflektorami i nieczynną kamerą przemysłową skierowany w stronę terenu kwatery I i planowanej kwatery II (**Fot. 3.32** i **Fot. 3.34**).

Składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych oraz składowisko gipsów i popiołów są zlokalizowane w południowej części miasta Zgierz na terenach przemysłowych. W otoczeniu składowisk (Obszar 1 i 2) znajduje się kompleks budynków i instalacje przemysłowe oddzielone ulicą Miroszewską. Od południa i zachodu znajdują się nieużytki oddzielone nowo wybudowaną trasą ekspresową S14. Od północy składowiska gipsów i popiołów oraz odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych znajduje się teren oczyszczalni ścieków. Najbliższa zabudowa mieszkalna zlokalizowana jest około 1500 m na północny zachód od ww. składowisk. W odległości około 700 m na północ od omawianych składowisk za rzeką Bzurą znajduje się miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”).

Idąc drogą betonową w kierunku podnóża składowiska odpadów niebezpiecznych (kwatery I) podczas wizji lokalnej znajdowała się niezabezpieczona, pozbawiona pokrywy, studzienka. Stanowiła ona poważne ryzyko dla bezpieczeństwa osób przemieszczających się po składowisku oraz zwierząt. Do studzienki prowadzi wąż, który prawdopodobnie odprowadza odcieki ze składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (kwatery I). Aktualnie studzienka jest zabezpieczona płytą betonową i taśmą ostrzegawczą (**Fot. 3.33**, lokalizacja **Fot. 3.34**).



Fot. 3.31. Hydrant znajdujący się na składowisku gipsów i popiołów oraz odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej, tuż przy drodze betonowej prowadzącej do składowiska odpadów niebezpiecznych oraz słup, na którym znajduje się reflektor i nieczynna kamera (lokalizacja na **Fot. 3.34**).



Fot. 3.32. Słup z reflektorami i nieczynną kamerą przemysłową usytuowany obok hydrantu, w okolicy składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (lokalizacja na **Fot. 3.34**).



Fot. 3.33. Studzienka zlokalizowana niedaleko składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (lokalizacja na **Fot. 3.34**).



Fot. 3.34. Lokalizacja kamery monitoringu, hydrantu i studzienki (zdjęcie z drona).

3.1.3. Porównanie założeń wynikających z dokumentacji formalno-prawnej z aktualnym stanem na gruncie, przedstawione w formie opisowej i graficznej

Składowisko odpadów przemysłowych, w tym niebezpiecznych (Kwatera I) przy ul. Miroszewskiej zgodnie z **Decyzją Wojewody Łódzkiego SR.VI-G/6617-2/1239/2006** wraz z **Decyzjami** zmieniającymi **SR.VI-G/6613-1/p/1264/2007**, **RO.VI-AB-6620/48/09** oraz **RO.VI-AB-6620/48/10**, powinno zostać poddane rekultywacji do 30 września 2017 r. poprzez uformowanie czaszy składowiska, utworzenie warstw izolacyjnych (z materiałów mineralnych oraz folii i geowłókniny) oraz utworzeniu warstwy humusowej i nasadzeniu roślinności. Założenia do rekultywacji kwatery I zostały zawarte w projekcie technologicznym, stanowiącym część składową projektu budowlanego, na podstawie którego zostało wydane **Pozwolenie nr 129/94** na budowę składowiska (objektu) w Zgierzu z dnia 29.07.1994 roku (na podstawie opracowania projektowego – „Projekt rekultywacji kwatery numer 1 na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych w Zgierzu przy ulicy Miroszewskiej”).

➤ Ukształtowanie czaszy składowiska

Rekultywacja składowiska polega m.in. na ukształtowaniu wierzchowiny, aby jej bilans wodny był zerowy. Oznacza to, że suma opadów atmosferycznych powinna być równa lub mniejsza od sumy parowania terenowego przy zachowaniu prędkości nierozmywających pokrywy składowiska i biologicznego umocnienia skarp. Na podstawie oględzin na terenie składowiska stwierdzono, że powierzchnia terenu została wyrównana do rzędnej 196,2 m n.p.m. (**Fot. 3.35**, patrz **Fot. 3.5** – ukształtowanie terenu składowiska na podstawie mapy.geoportal.gov.pl). Pomimo, że

teren jest relatywnie wyrównany do założonych rzędnych, widoczne są rozlewiska w zagłębieniu lokalnej piaszczystej drogi. Na powierzchni składowiska zalegają hałdy płyt azbestowych.



Fot. 3.35. Teren składowiska odpadów przemysłowych, w tym niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej (kwatera I).

➤ **Utworzenie warstw izolacyjnych z materiałów mineralnych oraz folii i geowłókniny**

Zgodnie z Projektem rekultywacji kwatery I łączna grubość wszystkich warstw pokrycia składowiska powinna wynosić 1,3 m z uwagi na przyszły porost traw i krzewów. Układ warstw (wymieniając od góry), zaprojektowano następująco:

- 20 cm - warstwa mineralno-humusowa;
- 50 cm - warstwa ochronna drenażowa, piasek, gruby lub średni,
- folia PEHD o grubości 1,5 mm, gładka i nakrapiana,
- 10 cm - warstwa wyrównawcza,
- 50 cm - warstwa uszczelniająca mineralna (gliny zwałowe lub ility).

Według projektu rekultywacji, warstwa mineralno-humusowa powinna być wykonana z materiału mineralnego zawierającego od 8 do 11% substancji organicznej (np. piaski z dodatkiem torfu lub odwodnionego osadu ściekowego, posiadającego atest na wykorzystanie do celów rolniczych). Uszczelnienie mineralne powinno być wykonane z gruntów o współczynniku filtracji nie większym niż 1×10^{-9} m/s.

➤ **Utworzenie warstwy humusowej i nasadzenie roślinności**

Według projektu rekultywacji kwatery I składowiska odpadów przemysłowych, w tym niebezpiecznych, w ciągu dwóch lat od jej zamknięcia powinny zostać wykonane techniczne warstwy rekultywacyjne umożliwiające rekultywację biologiczną. Po nawiezieniu warstwy zakrywającej (podglebia i humusu) powinny być zasadzone wybrane gatunki krzewów pozwalające na utworzenie gleby oraz zabezpieczenie składowiska przed erozją wodną i wietrzną: głóg dwuszyjkowy, rokitnik oraz róża fałdzistolistna.

Zastosowanie wielogatunkowego składu mieszanki gatunków roślin daje większą gwarancję uzyskania zgodności wymagań roślin z wykształconymi warunkami. Z gatunków traw przeznaczonych do rekultywacji biologicznej zalecono: mietlicę pospolitą, mietlicę rozłogową, kostrzewę czerwoną rozłogową, kostrzewę nitkowatą, kostrzewę łąkową, stokłosę bezostną, rajgras francuski, wiechlinę łąkową i kupkówkę pospolitą oraz dodatkowo rośliny motylkowe: koniczynę białą, koniczynę szwedzką, komornicę różkową, nostryk biały, łubin wieloletni.

Na podstawie oględzin na gruncie stwierdzono, że teren składowiska odpadów przemysłowych, w tym niebezpiecznych, w większości jest niezadrzewiony, porośnięty roślinami z rodziny wiechlinowatych (*Poaceae*) i inną roślinnością stepową (**Fot. 3.36**): trzcinniki oraz inne trawy, pozostałymi roślinami łąkowymi jak nawłóć kanadyjska (*Solidago canadensis* L.) oraz pokrzywy. Gdziekolwiek, bliżej obszaru zadrzewionego występują jedynie młode drzewa lub krzewy, wskazując na naturalne wysiewanie. Część obszaru jest miejscami podmokła, z istniejącymi bajorami różnej wielkości. Trudno określić czy jest to efekt opadów deszczu, czy też braku odpowiedniego odpływu nadmiaru wody spływającej z wyżej położonych części osadników gipsów i popiołów. Można w tym rejonie zaobserwować także mchy i trzciny, co może wskazywać na permanentnie lub okresowo podmokły charakter fragmentów tego rejonu.



Fot. 3.36. Roślinność na terenie kwatery I składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych.

Teren kwatery I otoczony jest ze wszystkich stron drzewami. Fragment terenu równoległego do ul. Miroszewskiej porastają drzewa z przewagą brzozy brodawkowej (*Betula pendula* Roth), i brzozy omszonej (*Betula pubescens* Ehrh), o szerokości około 70 m i długości 200 m na prawo od bram. Zbiorczo cały pozostały obszar składowisk jest otoczony pasem drzew szerokości około 20 m, przy czym na poziomie północnej części ulicy Miroszewskiej około 100 m od bram szerokość obszaru z drzewami obejmuje nawet około 200 m. Zadrzewione tereny wykazują dużą różnorodność biologiczną ponieważ znajdują się tam również inne drzewa liściaste, takie jak: klon pospolity (*Acer platanoides* L.), klon jesionolistny (*Acer negundo* L.), klon jawor (*Acer pseudoplatanus* L.), głóg dwuszyjkowy (*Crataegus laevigata*), wierzba iwa (*Salix caprea* L.), topola osika (*Populus tremula* L.), czy drzewa z rodzaju *Robinia* L. (zwyczajowo w Polsce zwane akacjami). Szerszy opis roślinności opisano w [Rozdziale 3.1.2.\)](#)

➤ **Monitoring wód podziemnych**

Według projektu rekultywacji czyste wody deszczowe pochodzące z rekultywowanego obszaru powinny być odprowadzane bezpośrednio do gruntu poza obrys kwatery. Ze względu na liczną zieleń z rosnącą w sąsiedztwie nadmiar wód deszczowych jest wykorzystywany przez zieleń.

Składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych otoczone jest od strony północno-wschodniej (zgodnie z kierunkiem spływu wód) 9 piezometrami monitorującymi czwartorzędowy poziom wód wodonośnych po zamknięciu rekultywacji składowiska otwory były wykorzystywane do wymaganego przepisami monitoringu poeksploatacyjnego składowiska odpadów. Więcej informacji na temat lokalizacji piezometrów zamieszczono w [Rozdziale 3.1.1.](#) Wojewoda Łódzki zobowiązał EKO-Borutę Sp. z o.o. zarządzającego składowiskiem do sprawowania nadzoru nad składowiskiem po okresie rekultywacji w ramach jego monitoringu. Firma EKO-Boruta Sp. z o.o. została zobowiązana do prowadzenia monitoringu kwatery I przez okres 30 lat od daty jej zamknięcia zgodnie z warunkami określonymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów (Dz.U. Nr 220, poz. 1858), które zostało zmienione w 2010 r. rozporządzeniem z dnia 8 grudnia 2010 r. (Dz.U. Nr 238, poz. 1588). Jak już opisano w [Rozdziale 2.1.1.](#), w/w rozporządzenie określało zakres monitoringu składowiska w zależności od jego fazy funkcjonowania: przedeksploatacyjnej, eksploatacyjnej i poeksploatacyjnej. Projekt rekultywacji składowiska odpadów niebezpiecznych określił m.in. zakres badań wód podziemnych (**Tabela 3.2.**).

Tabela 3.2. Parametry wskazane w projekcie rekultywacji i badane przez WIOŚ.

Parametr wskazany w projekcie rekultywacji	Parametry badane przez GIOŚ
odczyn pH	+
przewodność elektrolityczna właściwa	+
ogólny węgiel organiczny (OWO)	+
chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZT)	+
biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (BZT)	
barwa naturalna	
mętność	
substancje ropopochodne	+
chlorki	+
siarczany	+
azot azotanowy	+
azot amonowy	+
mangan	+
żelazo	+
sód	
potas	
magnez	
twardość ogólna	
zawartość metali ciężkich (Cu,Zn,Pb,Cd,Cr ⁺⁶ ,Hg)	+
sumę wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA)	

Wyniki badań wód podziemnych z piezometrów wraz z ich analizą zostały opisane w [Rozdziale 4.1.1.](#)

3.1.4. Ocena możliwości wykorzystania obecnie, wydanej dla poszczególnych składowisk dokumentacji, udostępnionej przez Zamawiającego oraz pozyskanej przez Wykonawcę

12 września weszła w życie ustawa z dnia 16 czerwca 2023 r. o wielkoobszarowych terenach zdegradowanych (Dz.U.2023.1719). Ustawa określa m.in. wielkoobszarowe tereny zdegradowane, na których jest konieczne podjęcie działań związanych z poprawą stanu środowiska; zasady ewidencjonowania wielkoobszarowych terenów zdegradowanych; zadania i kompetencje organów administracji publicznej dotyczące działań związanych z poprawą stanu środowiska na wielkoobszarowych terenach zdegradowanych; sposób prowadzenia działań związanych z poprawą stanu środowiska na wielkoobszarowych terenach zdegradowanych oraz źródła finansowania działań związanych z poprawą stanu środowiska na wielkoobszarowych terenach zdegradowanych.

W myśl ustawy pod pojęciem wielkoobszarowy teren zdegradowany – rozumie się teren o powierzchni przynajmniej 10 ha, na którym znajduje się składowisko historycznych odpadów przemysłowych lub miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych wraz z sąsiadującymi obszarami, na których występuje istotne zagrożenie dla zdrowia ludzi lub stanu środowiska spowodowane emisją w rozumieniu art. 3 pkt 4 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska z tego składowiska lub miejsca. W przypadku wielkoobszarowych terenów zdegradowanych, choć faktycznie składowane są tam odpady, trudno jest często je zakwalifikować pod kątem formalno-prawnym jako składowiska odpadów w rozumieniu art. 3 ust. 1 pkt 25 obecnej ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach, a w konsekwencji stosować przepisy dotyczące składowania i magazynowania odpadów uregulowane w tej ustawie. W przypadku, gdy z chwilą wejścia w życie nieobowiązującej ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach, dany teren nie funkcjonował jako istniejące składowisko odpadów (bo proces deponowania odpadów zakończył się wcześniej), kiedy zaczęły obowiązywać ostrzejsze wymagania prawne dotyczące składowania odpadów i teren ten nie został objęty stosownymi przepisami dostosowawczymi, od strony formalnej nie można rozpatrywać takiego terenu jako obiektu budowlanego przeznaczonego do składowania odpadów. Na wielkoobszarowych terenach zdegradowanych oprócz składowisk odpadów występują często również miejsca, na których znajdują się odpady o nieuregulowanym statusie prawnym.

W myśl nowej ustawy Miejsce **gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych** to miejsce niebędące składowiskiem odpadów w rozumieniu art. 3 ust. 1 pkt 25 ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz. U. z 2023 r. poz. 1587, 1597 i 1688), w którym znajdują się odpady przemysłowe zgromadzone przed dniem 1 października 2001 r. i wytworzone przez zakład w rozumieniu art. 3 pkt 48 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska, za pomocą którego w przeszłości działalność gospodarczą prowadzili Skarb Państwa, państwowa osoba prawna lub jednostki gospodarki uspołecznionej, nawet jeżeli po dniu 1 października 2001 r. w tym miejscu nadal były umieszczane odpady przemysłowe lub inne odpady. **Składowisko historycznych odpadów przemysłowych** to składowisko odpadów w rozumieniu art. 3 ust. 1 pkt 25 ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach, w którym znajdują się odpady przemysłowe zgromadzone przed dniem 1 października 2001 r. i wytworzone przez zakład w rozumieniu art. 3 pkt 48 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. -Prawo ochrony środowiska, za pomocą którego w przeszłości działalność gospodarczą prowadzili Skarb Państwa, państwowa osoba prawna lub jednostki gospodarki uspołecznionej, nawet jeżeli po dniu 1 października 2001 r. na tym składowisku nadal były umieszczane odpady przemysłowe lub inne odpady.

Zadania w zakresie prowadzenia działań związanych z poprawą stanu środowiska na wielkoobszarowym terenie zdegradowanym, z wyjątkiem działań prowadzonych na terenach zamkniętych, stanowią zadania własne gminy, o których mowa w art. 7

ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (Dz. U. z 2023 r. poz. 40 ze zm.). Gminy zostały zobowiązane do podjęcia działań zmierzających do wykonania kompleksowej oceny stanu środowiska na wielkoobszarowym terenie zdegradowanym oraz opracowania projektu planu poprawy stanu środowiska na tym terenie, na podstawie tej oceny.

Kompleksowa ocena stanu środowiska obejmuje: badania właściwości odpadów; badania zanieczyszczenia powierzchni ziemi zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 101a ust. 5 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz.U.2022.2556 t.j.); badania zanieczyszczenia wód powierzchniowych i podziemnych oraz sporządzenie mapy wskazującej położenie wielkoobszarowego terenu zdegradowanego, w tym składowisk historycznych odpadów przemysłowych i miejsc gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych, względem zlewni jednolitych części wód powierzchniowych w rozumieniu art. 16 pkt 20 ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne lub jednolitych części wód podziemnych w rozumieniu art. 16 pkt 19 tej ustawy oraz obszarów chronionych w rozumieniu art. 16 pkt 32 tej ustawy; badania zanieczyszczenia powietrza, o ile w ramach badań, o których mowa w pkt 1 lub 2, stwierdzono w odpadach lub powierzchni ziemi obecność substancji lotnych mogących oddziaływać na zdrowie ludzi; inne niezbędne badania konieczne do opracowania projektu planu.

Istotne zagrożenie dla zdrowia ludzi lub stanu środowiska - rozumie się przez to zagrożenie występujące na danym obszarze spowodowane zanieczyszczeniem środowiska przynajmniej jedną substancją (**Tabela 3.3**):

- niebezpieczną w rozumieniu art. 3 pkt 37 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2022 r. poz. 2556 i 2687 oraz z 2023 r. poz. 877, 1506 i 1688),
- powodującą ryzyko w rozumieniu art. 3 pkt 37a ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska,
- stwarzającą szczególne zagrożenie dla środowiska, o której mowa w art. 160 ust. 2 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska, lub określoną w przepisach wydanych na podstawie art. 160 ust. 3 tej ustawy,
- priorytetową w rozumieniu art. 16 pkt 56 ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. - Prawo wodne (Dz. U. z 2023 r. poz. 1478 i 1688),
- szczególnie szkodliwą dla środowiska wodnego w rozumieniu art. 16 pkt 57 ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. - Prawo wodne,
- zanieczyszczającą w rozumieniu art. 16 pkt 58 ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. - Prawo wodne.

Tabela 3.3. Rodzaj substancji stanowiącej zagrożenie występujące na danym obszarze spowodowane zanieczyszczeniem środowiska.

<p>Substancja niebezpieczna - jedną lub więcej substancji albo mieszaniny substancji, które ze względu na swoje właściwości chemiczne, biologiczne lub promieniotwórcze mogą, w razie nieprawidłowego obchodzenia się z nimi, spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi lub środowiska; substancją niebezpieczną może być surowiec, produkt, półprodukt, odpad, a także substancja powstała w wyniku awarii</p>	<p>Aminy aromatyczne, benzydyna Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) Nr 1907/2006 (ze zm.) w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals)</p>
<p>Substancja powodująca ryzyko - substancja stwarzająca zagrożenie i mieszaninę stwarzającą zagrożenie, należąca co najmniej do jednej z klas zagrożenia wymienionych w częściach 2-5 załącznika I do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniającego i uchylającego dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniającego rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 (Dz. Urz. UE L 353 z 31.12.2008, str. 1, z późn. zm.), w szczególności substancje powodujące ryzyko, o których mowa w przepisach wydanych na podstawie art. 101a ust. 5 pkt 1</p>	
<p>Substancja stwarzająca szczególne zagrożenie dla środowiska, o której mowa w art. 160 ust. 2 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska, lub określoną w przepisach wydanych na podstawie art. 160 ust. 3 tej ustawy.</p>	<p>Azbest, PCB</p>
<p>Substancja priorytetowa - substancja stanowiąca zanieczyszczenie chemiczne wód powierzchniowych oraz zagrożenie, które może spowodować w szczególności ostrą i chroniczną toksyczność dla organizmów wodnych, akumulację zanieczyszczeń w ekosystemie oraz utratę siedlisk i różnorodności</p>	<p>Metale ciężkie Cd, Hg, Pb Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 1 marca 2019 r. w sprawie wykazu substancji priorytetowych (Dz.U.2019.528)</p>

<p>biologicznej, jak również zagrożenia dla zdrowia ludzkiego, i których emisje do wód należy stopniowo ograniczać, a w przypadku priorytetowych substancji niebezpiecznych - substancje lub grupy substancji, które są toksyczne, trwałe i podatne na bioakumulację, oraz inne substancje lub grupy substancji, których poziom osiąga stan niepokojący, które stopniowo należy usuwać ze środowiska wodnego w celu ich wyeliminowania.</p>	
<p>Substancje szczególnie szkodliwe dla środowiska wodnego - substancje lub grupy substancji, które są toksyczne, trwałe oraz zdolne do bioakumulacji, a także inne substancje lub grupy substancji, których poziom osiąga stan niepokojący.</p>	<p>Hg, Cd, Heksachlorocykloheksan, Tetrachlorometan, Pentachlorofenol, Heksachlorobenzen Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (Dz.U.2019.1311)</p>
<p>Substancje zanieczyszczające - rozumie się przez to substancje mogące spowodować zanieczyszczenie, w szczególności: organiczne związki chlorowcowe lub substancje, które mogą tworzyć takie związki w środowisku wodnym, związki fosforoorganiczne, związki cyanoorganiczne, substancje lub preparaty, lub produkty ich rozkładu, o udowodnionych właściwościach rakotwórczych lub mutagennych lub właściwościach mogących zakłócać w środowisku wodnym lub przez to środowisko funkcje: reprodukcyjne, steroidogenowe, hormonów tarczycy lub inne funkcje endokrynologiczne.</p>	<p>Zużyte sorbenty, w tym zawierające związki chlorowców, pochodzące z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania tworzyw sztucznych oraz kauczuków i włókien syntetycznych (07 02 09, 07 02 10);</p>

Zgodnie art. 101a ust. 5 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (Dz.U.2022.2556 t.j.) zanieczyszczenie powierzchni ziemi ocenia się na

podstawie przekroczenia dopuszczalnych zawartości substancji powodujących ryzyko w glebie lub w ziemi. Minister właściwy do spraw klimatu, określa w drodze rozporządzenia sposób prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi, w tym:

1) substancje powodujące ryzyko szczególnie istotne dla ochrony powierzchni ziemi, ich dopuszczalne zawartości w glebie oraz dopuszczalne zawartości w ziemi, zróżnicowane dla poszczególnych właściwości gleby oraz grup gruntów, wydzielonych w oparciu o sposób ich użytkowania;

2) szczegółowe wymagania dotyczące ustalania dopuszczalnej zawartości w glebie oraz dopuszczalnej zawartości w ziemi substancji powodującej ryzyko, innej niż wskazana w pkt 1, z uwzględnieniem analizy jej wpływu na zdrowie ludzi i stan środowiska;

3) etapy identyfikacji terenów zanieczyszczonych;

4) rodzaje działalności mogących z dużym prawdopodobieństwem powodować historyczne zanieczyszczenie powierzchni ziemi, wraz ze wskazaniem przykładowych dla tych działalności zanieczyszczeń;

5) referencyjne metodyki wykonywania badań zanieczyszczenia gleby i ziemi;

6) szczegółowe wymagania dotyczące oceny zanieczyszczenia gleby, ziemi lub wód gruntowych na terenie zakładu, gdzie jest lub była w przeszłości eksploatowana instalacja wymagająca uzyskania pozwolenia zintegrowanego, w celu zapewnienia identyfikacji każdego zanieczyszczenia przed uruchomieniem instalacji, w trakcie jej eksploatacji oraz po zamknięciu, w tym wymagania dotyczące zakresu i sposobu sporządzenia raportu początkowego.

Obowiązuje Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz.U.2016.1395). W Załączniku 2 w/w rozporządzenia wymieniono wśród działalności mogących z dużym prawdopodobieństwem powodować historyczne zanieczyszczenie powierzchni Ziemi wraz ze wskazaniem przykładowych dla tych działalności zanieczyszczeń wymieniono Miejsca składowania lub gromadzenia odpadów, w tym także wysypiska, zwałowiska i wylewiska, które były przeznaczone do składowania lub gromadzenia odpadów przed dniem 1 października 2001 r. Za aktualne badania zanieczyszczenia gleby i ziemi substancjami powodującymi ryzyko uważa się wyniki badań, od których wykonania nie upłynęło więcej niż 10 lat, o ile zostały wykonane przez laboratorium, o którym mowa w art. 147a ust. 1 pkt 1 lub ust. 1a ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz.U.2022.2556 t.j.) (akredytowane laboratorium w rozumieniu ustawy z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (Dz. U. z 2021 r. poz. 1344 oraz Dz. U. z 2022 r. poz. 974) lub certyfikowane jednostki badawcze, o których mowa w art. 16 ust. 1 ustawy z dnia 25 lutego 2011 r. o substancjach chemicznych i ich mieszaninach (Dz. U. z 2022 r. poz. 1816)) oraz zgodnie z metodykami określonymi w rozporządzeniu (Załącznik 3 w/w Rozporządzenia), a także jeżeli od dnia ich

wykonania na danym terenie nie zaistniały okoliczności mogące wpłynąć na zawartość zanieczyszczenia, w szczególności poważna awaria przemysłowa, emisja lub zdarzenie mogące powodować bezpośrednie zagrożenie szkodą lub szkodę w środowisku.

Projekt planu poprawy stanu środowiska na terenie uznanym za wielkoobszarowy teren zdegradowany powinien zawierać: 1) informacje m.in. o planowanym sposobie usuwania odpadów ze składowisk historycznych odpadów przemysłowych lub miejsc gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych lub ich rekultywacji, 2) opis technicznego zabezpieczenia miejsca po wydobyciu odpadów, 3) opis sposobu rekultywacji gruntów, o ile jest konieczna, 4) sposobie remediacji – w przypadku gdy stwierdzono zanieczyszczenie powierzchni ziemi, uwzględniając identyfikację substancji powodujących ryzyko w rozumieniu art. 3 pkt 37a ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska wraz z wynikami badań zanieczyszczenia gleby i ziemi tymi substancjami; 5) przeprowadzenia działań na rzecz ochrony wód powierzchniowych lub podziemnych lub powierzchni ziemi, w szczególności budowy nieprzepuszczalnych barier poziomych lub pionowych lub systemów studni, lub pomp i oczyszczalni pozwalających na oczyszczanie wód, lub barier reaktywnych oczyszczających wody podziemne, lub kaskad i systemów napowietrzania wód, lub poletek służących fitooczyszczaniu wód, lub innych urządzeń lub instalacji służących oczyszczaniu wód – w przypadku gdy występuje zagrożenie zanieczyszczeniem wód powierzchniowych lub podziemnych lub powierzchni ziemi; 6) prowadzeniu systemu kontroli terenu.


Podmiot wykonujący kompleksową ocenę oraz opracowujący projekt planu musi posiadać warunki techniczne i organizacyjne niezbędne do wykonania tej oceny lub opracowania tego projektu oraz zapewnia ich wykonanie i opracowanie przez osoby posiadające co najmniej stopień naukowy doktora oraz wiedzę i doświadczenie zawodowe w zakresie:




- 1) inżynierii środowiska;
- 2) geologii, w tym oceny możliwości rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w środowisku;
- 3) hydrogeologii, w tym oceny możliwości rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w środowisku;
- 4) toksykologii rozumianej jako ocena wpływu substancji niebezpiecznych na organizmy, populacje i ekosystemy oraz ocena ryzyka zdrowotnego i środowiskowego wynikającego z zanieczyszczenia środowiska.

Działania objęte projektem planu są planowane i projektowane w taki sposób, aby uwzględniały warunki geologiczne i hydrogeologiczne na wielkoobszarowym terenie zdegradowanym, zapewniały stabilność geotechniczną składowanych lub zgromadzonych na tym terenie odpadów, w przypadku gdy odpady te nie są usuwane, oraz aby zapewniały stabilność budynków lub budowli położonych na tym terenie lub na terenach sąsiednich.

Właściwy organ sporządza i przedkłada staroście wniosek o wydanie [decyzji w sprawie poprawy stanu środowiska na wielkoobszarowym terenie zdegradowanym](#), zwanej dalej "decyzją w sprawie poprawy stanu środowiska", niezwłocznie po wykonaniu kompleksowej oceny i opracowaniu projektu planu oraz po otrzymaniu informacji o możliwości finansowania działań związanych z poprawą stanu środowiska ze środków, przewidzianych w ustawie. Do decyzji wnioskodawca musi dysponować, oprócz kompleksową oceną stanu środowiska i planem poprawy stanu środowiska, następującą dokumentacją (**Tabela 3.4.**).

Tabela 3.4. Wykaz dokumentacji potrzebnej do wydania decyzji w sprawie poprawy stanu środowiska na wielkoobszarowym terenie zdegradowanym

	<ul style="list-style-type: none">➤ wykaz nieruchomości, na których projektowany plan będzie wykonywany, wskazaniem nieruchomości z podaniem oznaczeń z księgi wieczystej lub zbioru dokumentów prowadzonego dla tej nieruchomości oraz z ewidencji gruntów i budynków; powierzchnia nieruchomości, a jeżeli projekt planu obejmuje tylko jej część - powierzchnia tej części i całej nieruchomości; imiona i nazwiska albo nazwa właścicieli działek wchodzących w skład danego wielkoobszarowego terenu zdegradowanego oraz podmiotów posiadających inny tytuł prawny do tych działek oraz adresy ich zamieszkania albo siedzib;➤ informacja o obciążeniu działek wchodzących w skład danego wielkoobszarowego terenu zdegradowanego ograniczonymi prawami rzeczowymi i wskazanie osoby, której przysługują ograniczone prawa rzeczowe na nieruchomości, w tym imię i nazwisko albo nazwę oraz adres jej zamieszkania albo siedziby➤ wypis z ewidencji gruntów i budynków wraz z kopią mapy ewidencyjnej oraz wypisem i wrysem z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, jeżeli został uchwalony➤ mapa z rejestrem nieruchomości, na których ma być wykonany projektowany plan, a w przypadku gdy projekt planu dotyczy tylko części nieruchomości - mapa z podziałem i rejestrem nieruchomości➤ odpis księgi wieczystej albo oświadczenie przedstawiające aktualny stan wpisów w księdze wieczystej założonej dla nieruchomości wraz ze wskazaniem numeru księgi wieczystej albo zaświadczenie o stanie prawnym, który wynika ze zbioru dokumentów prowadzonego dla tej nieruchomości, a w przypadku ich braku - zaświadczenie właściwego sądu stwierdzające, że nieruchomość nie ma założonej księgi wieczystej lub że nie jest dla niej prowadzony zbiór dokumentów
---	--

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ wskazanie nieruchomości podlegających wywłaszczeniu albo czasowemu zajęciu w celu wykonania projektowanego planu
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ wykaz decyzji z zakresu ochrony środowiska dotyczących obszaru stanowiącego wielkoobszarowy teren zdegradowany albo jego część, które wygasają w całości albo w części z mocy prawa w związku z wykonaniem projektowanego planu, w szczególności z uwagi na brak możliwości egzekucji obowiązków wynikających z tych decyzji albo sprzeczności tych decyzji z projektowanym planem, a także w przypadku decyzji nakładających na Skarb Państwa lub jednostkę samorządu terytorialnego obowiązki w zakresie ochrony środowiska, których zakres częściowo albo całkowicie pokrywałby się z projektowanym planem. ➤ wykazem toczących się postępowań w sprawie wydania decyzji <p>UWAGA ! Zgodnie z Art. 12. z dniem wszczęcia postępowania w sprawie wydania decyzji w sprawie poprawy stanu środowiska zawieszają się w/w postępowania</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ wykaz decyzji z zakresu ochrony środowiska dotyczących obszaru stanowiącego wielkoobszarowy teren zdegradowany albo jego część, które zachowują moc, o ile określone w nich działania są zgodne z projektowanym planem, nie będą utrudniały wykonania tego planu oraz są realizowane, a ich wykonanie jest planowane w terminach zgodnych z tym planem, w tym: ➤ wykaz toczących się postępowań w sprawie wydania decyzji <p>UWAGA ! Zgodnie z Art. 12. z dniem wszczęcia postępowania w sprawie wydania decyzji w sprawie poprawy stanu środowiska zawieszają się w/w postępowania</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ wskazanie zakresu działań zapobiegawczych lub naprawczych podjętych przed dniem złożenia wniosku, o którym mowa w ust. 1, przez Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska na podstawie art. 16 pkt 2 ustawy z dnia 13 kwietnia 2007 r. o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie, które powinny być kontynuowane w celu zachowania efektu tych działań.

Z dniem, w którym **decyzja w sprawie poprawy stanu środowiska** stała się prawomocna, właściwy organ staje się posiadaczem odpadów zgromadzonych na wywłaszczanej lub czasowo zajętej nieruchomości. Właściwy organ przejmuje obowiązki posiadacza odpadów w zakresie ich usuwania lub wydobywania określone w decyzjach (**Tabela 3.3.**), które wygasają w całości albo w części z mocy prawa w związku z wykonaniem planu.

3.2. Składowisko gipsów i popiołów przy ul. Miroszewskiej 54/60

3.2.1. Przedstawienie aktualnego stanu prawnego, z uwzględnieniem aktualnego oznaczenia nieruchomości, w tym adresu, numerów działek ewidencyjnych, powierzchni, wpisów w księgach wieczystych, zapisów miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, itd.

Osadniki gipsów i popiołów zostały wybudowane przy ul. Miroszewskiej 54/60 w drugiej połowie lat 60-tych do gromadzenia gipsów i popiołów pochodzących ZPB „Boruta” w Zgierzu na działkach o następujących numerach ewidencyjnych: 273/1; 273/18; 273/30; 273/31; 273/32; 273/33; 273/34; 273/35; 273/36; 273/37; 273/38.

Analogicznie jak w przypadku sąsiadującego składowiska odpadów przemysłowych, w tym niebezpiecznych, teren był własnością Skarbu Państwa, którym dysponowała EKO-Boruta Sp. z o.o. na mocy użytkowania wieczystego. Z uwagi na poważne zarzuty organów kontrolnych o nierzetelne gospodarowanie odpadami na powierzonym terenie, które stworzyło zagrożenie życiu populacji zgierskiej, niewykonywanie obowiązków wynikających z decyzji określających między innymi zasady rekultywacji oraz nieuregulowanie przez spółkę zobowiązań z tytułu wieczystego użytkowania gruntu podjęto starania o rozwiązanie użytkowania wieczystego. **Starosta Zgierski** złożył wniosek do Prokuratury Generalnej Rzeczypospolitej Polskiej o wszczęcie procedury zmierzającej do rozwiązania umowy użytkowania wieczystego oraz skierował do Wojewody Łódzkiego pismo wycofujące wniosek dotyczący wyrażenia zgody na zbycie prawa własności na rzecz dotychczasowego użytkownika wieczystego. Aktualnie dysponentem terenu jest Skarb Państwa (Wyrok Zaoczny, II C 2458/20 o Rozwiązanie Użytkowania Wieczystego, 19.01.2021 r., Sąd Okręgowy w Łodzi, II Wydział Cywilny Łódź, Księga wieczysta **LD1G/00066882/4**).

Składowisko gipsów i popiołów jest objęte **planem zagospodarowania przestrzennego miasta Zgierza** (Uchwała **NR XLIV/583/2022 Rady Miasta Zgierza** z dnia 9 lutego 2022 r. w sprawie uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego miasta Zgierza dla terenów przemysłowych, położonych w rejonie ulicy Konstantynowskiej – Zachód). Obszary składowiska gipsów i popiołów został zakwalifikowany jako tereny infrastruktury technicznej – gospodarowanie odpadami na terenach rekultywacji (10), dla których obowiązuje przeprowadzenie rekultywacji w kierunku zgodnym z wydanymi decyzjami w sprawie rekultywacji.

W związku z wejściem w życie ustawy z dnia 16 czerwca 2023 r. o wielkoobszarowych terenach zdegradowanych (Dz.U. 2023 poz. 1719) tereny położone na działkach o następujących numerach ewidencyjnych: 273/1; 273/18;

273/30; 273/31; 273/32; 273/33; 273/34; 273/35; 273/36; 273/37; 273/38 przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu nie są już zamkniętym składowiskiem odpadów nie poddanym właściwej rekultywacji, tylko **wielkoobszarowym terenem zdegradowanym**. Więcej informacji w **Rozdziale 3.1.1**.

3.2.2. Przedstawienie aktualnego stanu na gruncie

Składowisko odpadów przemysłowych, w tym niebezpiecznych znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie osadników gipsów i popiołów (składowiska odpadów gipsów i popiołów), na terenie częściowo monitorowanym, objętym zakazem wstępu osobom nieuprawnionym. Udokumentowany opis terenu osadników i otoczenia wraz z dokumentacją graficzną składowiska umieszczono w Rozdziale **Rozdziale 3.1.2**.

3.2.3. Porównanie założeń wynikających z dokumentacji formalno- prawnej z aktualnym stanem na gruncie, przedstawione w formie opisowej i graficznej

Według opracowania projektowego pt.: „Projekt zamknięcia i rekultywacji osadników ZPB „Boruta” w Zgierzu” wynika, że osadniki gipsów i popiołów zostały wybudowane w drugiej połowie lat 60-tych jako nadpoziomowe miejsce gromadzenia gipsów i popiołów pochodzących ZPB „Boruta” w Zgierzu, co zostało potwierdzone w raporcie Najwyższej Izby Kontroli pt.: „Zapobieganie zagrożeniom ze strony składowisk po zakładowych z terenu województwa łódzkiego” (Nr ew. 170/2020/P19/112/LLO; LL.430.002.2020).

Z uwagi na wygaszanie działalności ZPB „Boruta” na początku XX wieku, zaistniała potrzeba wypełnienia osadników odpowiednim materiałem umożliwiającym właściwe ukształtowanie czaszy składowiska (gruzem budowlanym i popiołami) do odpowiednich rzędnych z nachyleniem 1,0% w kierunku zachodnim i północnym. Projekt zamknięcia i rekultywacji osadników ZPB „Boruta” przewidywał objęcie rekultywacją 5,09 ha powierzchni.

W dniu 13 lipca 2007 r. **Wojewoda Łódzki** w drodze **Decyzji SR.VI.6622-o,z,t/68/2007** udzielił zezwolenia Spółce EKO-Boruta na prowadzenie działalności w zakresie odzysku, zbierania i transportu odpadów innych niż niebezpieczne. W decyzji zostały określone rodzaje i ilości odpadów przewidzianych do odzysku metodą R14 – inne działania polegające na wykorzystaniu odpadów w całości lub części oraz warunki odzysku, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2006 r. w sprawie odzysku lub unieszkodliwiania odpadów poza instalacjami i urządzeniami (Dz. U. Nr 49, poz. 356). Odzysk polegał na wykorzystaniu odpadów do wypełnienia i ukształtowania czaszy osadników.

➤ **Ukształtowanie czaszy składowiska**

Według projektu rekultywacji osadników gipsów i popiołów gruz o największych średnicach (żelbetonowy) powinien zostać złożony w dolnej części wypełnienia. Drobniejsza frakcja powinna zostać złożona na gruzie żelbetonowym. Stosunek objętościowy grubszej do drobniejszej frakcji powinien wynosić 3:1. Z uwagi na przyszły porost krzewów i drzew na wspólnej przymie, założono łączną grubość wszystkich warstw pokrycia składowiska 1,10 m:

- 20 cm - warstwa mineralno-humusowa;
- 45 cm podglebie (pomiędzy drenażami);
- rura drenarska PCV 110/97 wraz z obsybką;
- 30 cm warstwa uszczelniająca mineralna;
- 15 cm warstwa wyrównawcza.

Warstwa wyrównawcza powinna być wykonana z gruntu mineralnego, ewentualnie mieszanki betonu i cegieł rozkruszonych do granulacji piasku drobnego lub średniego. O współczynniku filtracji warstwy rzędu 10^{-5} m/s. Uszczelnienie mineralne powinno być wykonane z gruntów ilastych, glin ilastych o współczynniku filtracji 10^{-9} m/s, łatwo zagęszczających się, bez części organicznych. Drenaż opadowy powinien być wykonany z materiału filtracyjnego o współczynniku filtracji 10^{-1} – 10^{-2} m/s w postaci żwiru lub piasków gruboziarnistych o drobnej przepuszczalności. Podglebie mogło być wykonane z każdego sypkiego gruntu mineralnego lub z mieszanki betonu i cegły rozkruszonej do granulacji piasku średniego i grubego. Warstwa mineralno-humusowa powinna być wykonana z materiału mineralnego zawierającego od 8 do 11% substancji organicznej.

W celu odwodnienia czaszy osadników zaprojektowano drenaż z rur PCV o średnicy 110/97 rozwarstwiony co 10 m umożliwiający doprowadzenie wód opadowych do kolektora zbiorczego o średnicy 200 mm usytuowanego wzdłuż wschodniej skarpy. Założono, że część czystych wód opadowych będzie pobierana przez zieleń nasadzoną w północnej części osadników, a część będzie wsiąkać w powierzchniowe grunty przepuszczalne. Minimalne nachylenie terenu w powierzchni górnej osadników po rekultywacji powinno wynosić 1,0%.

Z udostępnionej przez Urząd Miasta Zgierza dokumentacji oraz Raportu z kontroli NIK ustalono, że firma EKO-Boruta Sp. z o.o. nie wywiązała się z obowiązku właściwej rekultywacji terenu składowania gipsów i popiołów. Marszałek Województwa Łódzkiego w drodze decyzji z dnia 26 sierpnia 2013 r. cofnął bez odszkodowania **Decyzję Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-o,z,t/68/2007** z dnia 13 lipca 2007 r. w zakresie zezwolenia na odzysk odpadów metodą R14.

Oględziny na gruncie wykazały, że czasie składowiska nie są uformowane zgodnie z projektem rekultywacji (patrz [Rozdział 3.1.2.](#)). Teren jest pofałdowany, z licznymi zapadliskami (**Fot. 3.37**).



Fot. 3.37. Zdjęcia z drona wierzchniej skarpy składowiska gipsów i popiołów.

➤ **Utworzenie warstwy humusowej i nasadzenie roślinności**

Zgodnie z założeniem projektu rekultywacji cała powierzchnia i skarpy zrehabilitowanego składowiska miały być obsiane mieszanką traw i roślin motylkowych. Założono wielogatunkowy skład mieszanek w celu uzyskania zgodności wymagań roślin z wykształconymi warunkami siedliskowymi. Zalecono zastosowanie: mietlicy pospolitej, mietlicy rozłogowej, kostrzewę czerwoną rozłogową, kostrzewy nitkowatej, kostrzewy łąkowej, stokłosę bezostną, rajgras francuski, wierzchlinę łąkową i kupkówkę pospolitą. Do mieszanki traw zalecono 30-40% nasion roślin motylkowych, taki jak koniczyna biała, koniczyna szwedzka, komonica różkowa, nostryk biały oraz łubin wieloletni. Wielkość terenu pod obsiew oszacowano na ok. 5,09 ha.

W drugim etapie zaplanowano nasadzenie drzew i krzewów w obrzeżnej części osadników, w sąsiedztwie skarpy, jako pasy zieleni. W części północnej zaproponowano nasadzenie kęp drzew – wierzb wiciowych w celu odnowienia terenu, na którym będzie następować główny zrzut wód czystych opadowych.

Oględziny składowiska wykazały, że obrzeża składowiska gipsów i popiołów są otoczone młodymi i samosiewnymi drzewami, w większości przypadków brzojami.

Centralne części składowisk są porośnięte roślinnością trawiastą. Opis roślinności został szerzej dokonany w [Rozdziale 3.](#)

3.2.4. Ocena możliwości wykorzystania obecnie, wydanej dla poszczególnych składowisk dokumentacji, udostępnionej przez Zamawiającego oraz pozyskanej przez Wykonawcę

Szczegółowy opis oceny możliwości wykorzystania posiadanej dokumentacji umieszczono w Rozdziale [Rozdziale 3.1.4.](#)

3.3. Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”)

3.3.1 Przedstawienie aktualnego stanu prawnego, z uwzględnieniem aktualnego oznaczenia nieruchomości, w tym adresu, numerów działek ewidencyjnych, powierzchni, wpisów w księgach wieczystych, zapisów miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, itd.

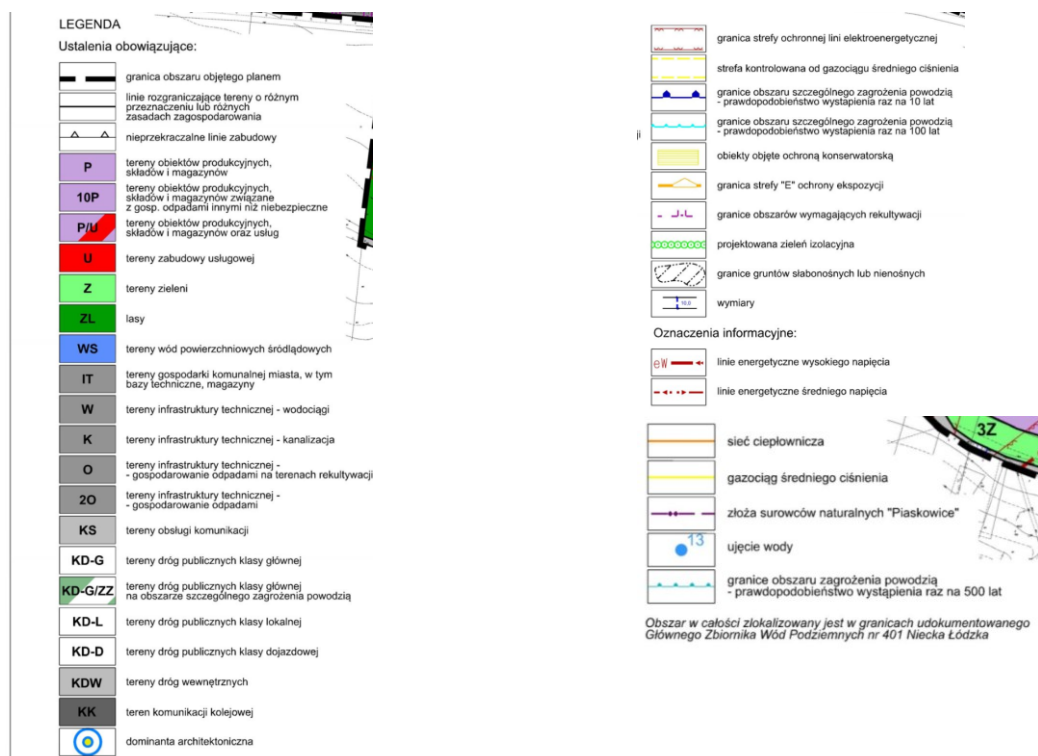
Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) powstało w 1911 r., w momencie przeniesienia produkcji barwników i produktów chemii organicznej (w tym leków) z centrum Zgierza. Teren znajduje się bezpośrednio przy brzegu rzeki Bzura, zlokalizowany na działce 90/27 w Zgierzu pełnił rolę przyzakładowego składowiska odpadów poprodukcyjnych.

Teren, podobnie jak pozostałe składowiska, był własnością Skarbu Państwa, którym dysponowała ZPB „Boruta”, następnie EKO-Boruta Sp. z o.o. na mocy użytkowania wieczystego. Z uwagi na niekorzystne usytuowanie bezpośrednio przy brzegu rzeki Bzury, niedostosowanie się do zobowiązań nałożonych na EKO-Boruta Sp. z o.o. przez **Wojewodę Łódzkiego Decyzją SR.VI.6622-d/69/2006** z dnia 10 sierpnia 2006 r. w sprawie ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko na podstawie na podstawie artykułu 362 ust. 1 Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska (Dz.U. Nr 62, poz. 629 ze zm.) w związku z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji budowy eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk (Dz.U. Nr 61, poz. 549) oraz nieuregulowanie przez spółkę zobowiązań z tytułu wieczystego użytkowania gruntu podjęto starania o rozwiązanie użytkowania wieczystego. **Starosta Zgierski** złożył wniosek do Prokuratury Generalnej Rzeczypospolitej Polskiej o wszczęcie procedury zmierzającej do rozwiązania umowy użytkowania wieczystego oraz skierował do Wojewody Łódzkiego pismo wycofujące wniosek dotyczący wyrażenia zgody na zbycie prawa własności na rzecz dotychczasowego użytkownika wieczystego. Aktualnie dysponentem terenu jest Skarb Państwa (Wyrok Zaoczny, II C 2458/20 o Rozwiązanie Użytkowania Wieczystego, 19.01.2021 r., Sąd Okręgowy w Łodzi, II Wydział Cywilny Łódź, Księga wieczysta **LD1G/00058520/0**).

Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) jest objęte planem **zagospodarowania przestrzennego miasta Zgierza** (Uchwała **NR XLIV/583/2022 Rady Miasta Zgierza** z dnia 9 lutego 2022 r. w sprawie uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego miasta Zgierza dla terenów przemysłowych, położonych w rejonie ulicy Konstantynowskiej – Zachód) (**Rysunek 3.3**). Obszar składowiska został zakwalifikowany jako tereny zieleni (1Z).

W związku z wejściem w życie ustawy z dnia 16 czerwca 2023 r. o wielkoobszarowych terenach zdegradowanych (Dz.U. 2023 poz. 1719) teren położony na działce 90/27 w Zgierzu wraz z pozostałymi obszarami składowisk odpadów niebezpiecznych oraz gipsów i popiołów stanowią **wielkoobszarowy teren zdegradowany**. Więcej informacji w **Rozdziale 3.1.1.**





Rysunek 3.3. Plan i legenda do Planu zagospodarowania przestrzennego.

3.3.2 Przedstawienie aktualnego stanu na gruncie

Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) (**Fot. 3.38**) graniczy po stronie południowej z rzeką Bzurą. W oparciu o Geoportal krajowy (<https://mapy.geoportal.gov.pl>) wyliczono powierzchnię całkowitą obszaru składowiska i wyniosła ona 4,522 ha. Dane przyjęte do wyliczeń są przedstawione na **Fot. 3.39**.

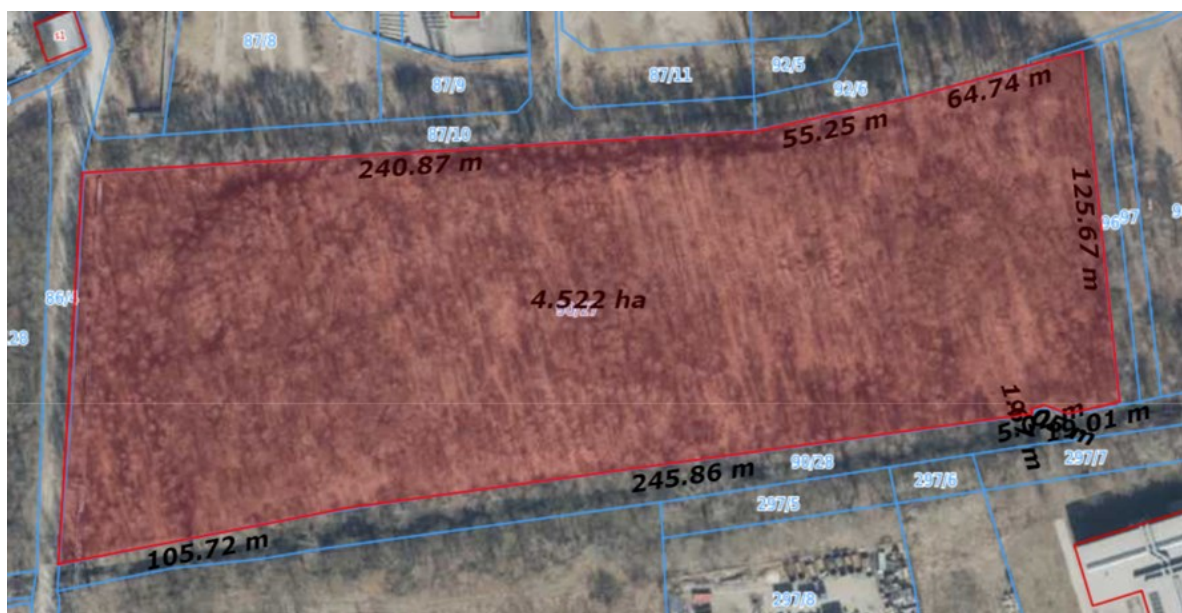
Lokalny kierunek przepływu wód gruntowych w rejonie miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowiska Za Bzurą”) jest południowy. Zatem migracja zanieczyszczeń z terenu składowisk odbywa się w stronę rzeki. Dodatkowo wody opadowe spływają ze składowiska południową skarpą bezpośrednio do rzeki Bzury. Podczas wizji lokalnej zaobserwowano, iż woda w rzece Bzura ma kolor zielonkawy (**Fot. 3.40**).

Zbocza hały w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”) (obszar 3) po stronie północnej i południowej zlokalizowane są zaraz przy granicach działki 90/27. Zachodnia skarpa przesunięta jest 31-39 m w głąb działki. Najwyższa skarpa znajduje się po stronie zachodniej (wysokość 8 m od poziomu drogi Miroszewskiej). Od strony rzeki Bzury (strona południowa składowiska) skarpa osiąga wysokość od 4 m (w części wschodniej) do 8 m (w części zachodniej). Wysokość hały zmniejsza się w kierunku wschodnim (**Fot. 3.41**).

Od strony południowo-wschodniej składowiska znajduje się mostek nad rzeką Bzurą (**Fot. 3.42**), którym najprawdopodobniej w przeszłości były przywożone odpady. Od tej strony jest łagodny wjazd na skarpe.



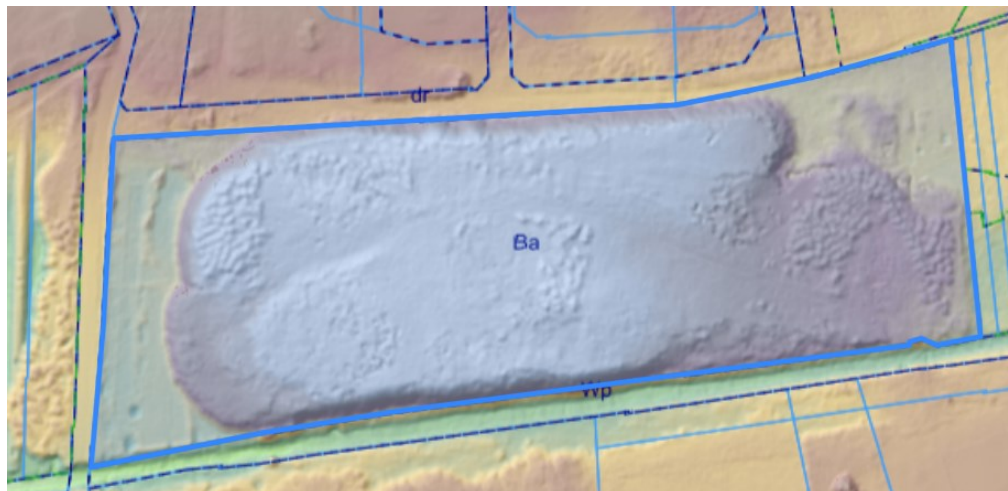
Fot. 3.38. Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) (widok z góry, z drona).



Fot. 3.39. Obszar miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) w Zgierzu (Obszar 3).



Fot. 3.40. Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) od strony rzeki Bzury (składowisko po lewej stronie zdjęcia).



Fot. 3.41. Ukształtowanie terenu w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) (zdjęcie z mapy.geoportal.gov.pl).



Fot. 3.42. Mostek nad rzeką Bzurą prawdopodobnie stanowiący w przeszłości dojazd do miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) bezpośrednio od strony zakładu.

Wzdłuż strony zachodniej składowiska znajduje się wydeptana ścieżka prowadząca do mostu przez rzekę Bzurę. Widoczna jest również ścieżka prowadząca w głąb składowiska wzdłuż rzeki Bzury. Ponadto, zauważono obecność prawdopodobnie nielegalnie deponowanych „nowych” odpadów komunalnych. Ilość wskazuje na incydentalne zwożenie odpadów komunalnych przez nieuprawnione osoby prywatne (**Fot. 3.43**). Głównie znajdują się one wzdłuż skarpy północnej i przy ścieżce po stronie wschodniej. Dodatkowo stwierdzono niewielką ilość ściętych drzew, co może wskazywać na wykorzystywanie ich na opał. Lokalizację ściętych drzew i deponowanych „nowych” odpadów przedstawiono na **Fot. 3.44**.



Fot. 3.43. Liczne nielegalnie deponowane „nowe” odpady komunalne w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”).



Fot. 3.44. Lokalizacja „nowych” odpadów (żółty) oraz ściętych drzew (czerwony) w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”) (z wykorzystaniem mapy.geoportal.gov.pl).

Na terenie tego składowiska znajduje się wiele starych zapadlisk (**Fot. 3.45**), widoczne są odpady (np. folie, tekstylia, przedmioty plastikowe itd.) przykryte niewielką ilością ziemi, która zdążyła porosnąć mchem i trawą. Zapadliska w trakcie oględzin były suche tzn. nie zaobserwowano wydzielania się z nich żadnych odcieków.



Fot. 3.45. Suche i stare zapadliska w miejscu gromadzenia historycznych odpadów („Składowisko Za Bzurą”) na szczycie północnej skarpy.

Na skarpie wschodniej, północnej i zachodniej miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”) nie jest wyczuwalny nieprzyjemny zapach. Natomiast na skarpie graniczącej z rzeką Bzurą, szczególnie od strony zachodniej dominuje nieprzyjemny chemiczny zapach, prawdopodobnie związany z obecnością związków ropopochodnych. Ziemia na skarpie w kilku miejscach jest zabarwiona na kolor niebieski, czerwony czy fioletowy (**Fot. 3.46**). Skarpa w wielu miejscach jest podmyta i widoczne są odcieki o kolorze czerwonym, natomiast gleba pokryta jest czarnym szlamem o charakterystycznym chemicznym zapachu pochodzącym prawdopodobnie od związków ropopochodnych (**Fot. 3.47, Fot. 3.48**). Lokalizację przedstawiono na **Fot. 3.49**.



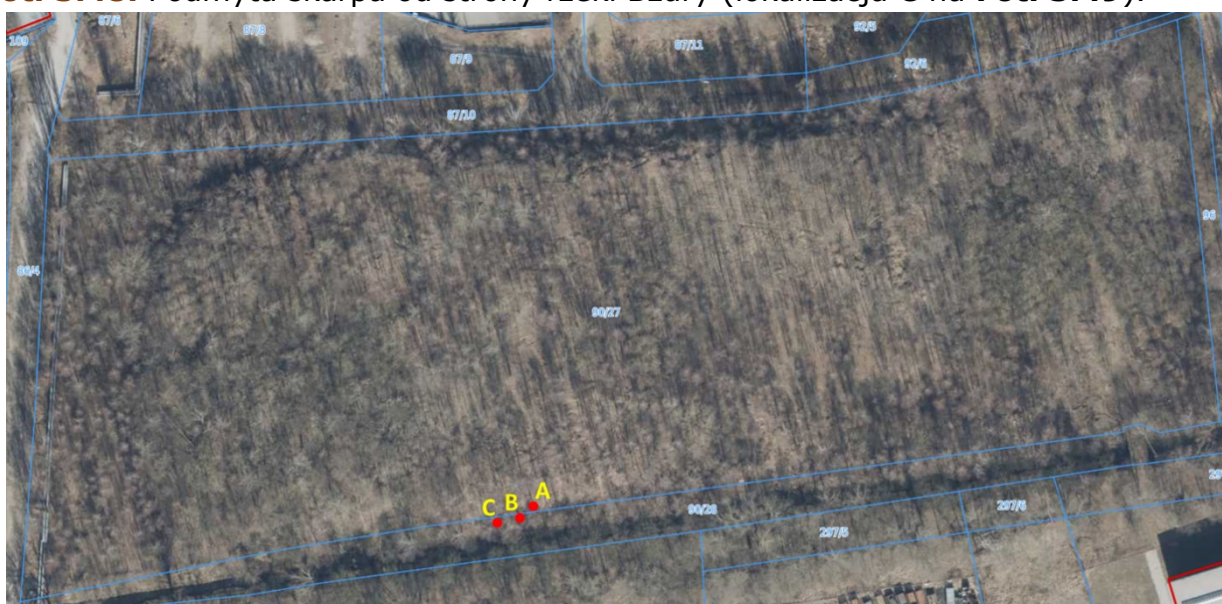
Fot. 3.46. Zabarwiona na fioletowo gleba na skarpie od strony rzeki Bzury w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”) (lokalizacja A na **Fot. 3.49**).



Fot. 3.47. Odciek ze skarpy od strony rzeki Bzury z „zawilgoceniem” gleby prawdopodobnie związkami ropopochodnymi (lokalizacja B na **Fot. 3.49**).



Fot. 3.48. Podmyta skarpa od strony rzeki Bzury (lokalizacja C na **Fot. 3.49**).



Fot. 3.49. Lokalizacja zabarwionej gleby (z Fot. 44), odcieków i podmytej skarpy w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowiska Za Bzurą”).

Roślinność na terenie miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”)

Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) nie jest zabezpieczone żadnym ogrodzeniem i ma postać wzniesienia powyżej poziomu ulicy Miroszewskiej, które porośnięte jest różnorodną roślinnością, głównie paprociami, mchem, trawami oraz samosiejami brzozy i innych drzew (**Fot. 3.50**). Można zaobserwować tam wystające spod ściółki i traw odpady poprodukcyjne i odpady o morfologii zbliżonej do odpadów komunalnych. Drzewa przy samej drodze (bez nazwy, po północnej stronie składowiska) odchodzącej od ulicy Miroszewskiej u podstawy wzniesienia składowiska są obrośnięte winobluszczem (**Fot. 3.51**). Występują tam także dęby. Na samym szczycie skarpy znajduje się łąka porośnięta trawami oraz drzewami z przewagą brzozy brodawkowej (*Betula pendula* Roth) lub omszonej (*Betula pubescens* Ehrh) (**Fot. 3.50**). W pobliżu rzeki poza brzozą brodawkową występują także liczne drzewa z gatunku topola osika (*Populus tremula* L.) i olsza szara (*Alnus incana* (L.) Moench). Wiele tych drzew zostało powalonych lata temu przez działalność bobrów (*Castor fiber* L.) (**Fot. 3.52**). Drzewa powalone są cieńsze niż rosnące drzewa, a wygląd ściętego drewna wskazuje, że aktywność ta miała miejsce dość dawno temu. Cały Obszar 3 wydaje się charakteryzować dość dużą różnorodnością biologiczną, a składowisko odpadów pokryte jest warstwą gleby i ściółki, która ze względu na wspomnianą bioróżnorodność nie powinna się cechować wysokim stopniem skażenia.



Fot. 3.50. Roślinność na skarpie w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”) (od strony północnej).



Fot. 3.51. Roślinność w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”) (zdjęcie po lewej) oraz uszkodzone, spróchniałe drzewa w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”) (zdjęcie po prawej).



Fot. 3.52. Powalone przez bobry drzewa między Bzurą a obszarem wzniesienia składowiska.

Infrastruktura składowiska

Miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) stanowi wzniesienie porośnięte roślinnością, przylegające bezpośrednio do koryta rzeki Bzury. Teren jest nieoznakowany i nieogrodzony. Składowisko nie jest wyposażone w niezbędną infrastrukturę techniczną: nie ma kamer monitorujących, ogrodzenia, tablic informacyjnych oraz nie zlokalizowano piezometrów na kierunku

spływu wody do rzeki Bzury. Od strony wschodniej i strony północnej obecne są pojedyncze pozostałości ogrodzenia (**Fot. 3.53**).

Składowisko znajduje się ok. 1.5 km od najbliższej granicy Lasu Okręglik (w kierunku południowo-wschodnim) oraz ok. 900 m od najbliższej granicy Lasu Krogulec w kierunku północno-zachodnim. Składowisko nie przylega bezpośrednio do parków ani rezerwatów przyrody. Najbliższy Rezerwat Przyrody Las Łagiewnicki znajduje się ok. 5,5 km od granicy składowiska w kierunku południowo-wschodnim.

Podczas oględzin pobrano próbki wody z rzeki Bzury – przed i za miejscem gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) oraz próbki gleby z okolic odcieków i ze skarpy. Lokalizacja poboru próbek została przedstawiona na **Fot. 3.54**.



Fot. 3.53. Pozostałość ogrodzenia od strony północnej w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”).



Fot. 3.54. Lokalizacja pobranych próbek wody (PB1 – woda z rzeki Bzury przed miejscem gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (przed „Składowiskiem Za Bzurą”); PB2 – woda z rzeki Bzury za miejscem gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (za „Składowiskiem Za Bzurą”); GB1 – gleba z okolic odcieku; GB2 i GB3 – gleba ze skarpy)

3.3.3 Porównanie założeń wynikających z dokumentacji formalno–prawnej z aktualnym stanem na gruncie, przedstawione w formie opisowej i graficznej

Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) powstało na początku XX. W okresie użytkowania składowiska nie istniały przepisy regulujące wymagania eksploatacji i rekultywacji składowisk odpadów niebezpiecznych. Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) stanowi wzniesienie porośnięte roślinnością, przylegające bezpośrednio do koryta rzeki Bzury. Teren jest nieoznakowany i nieogrodzony. Składowisko nie jest wyposażone w niezbędną infrastrukturę techniczną: nie ma kamer monitorujących, ogrodzenia, tablic informacyjnych oraz piezometrów w miejscach spływu wody do rzeki Bzury. Od strony wschodniej i strony północnej obecne są pojedyncze pozostałości ogrodzenia.

W 2000 roku powstał sześcioczęściowy Projekt Zamknięcia i rekultywacji miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowiska Za Bzurą”). Już w 1994 r. w wyniku oceny uciążliwości składowiska na środowisko wykazano, że składowisko najsilniej oddziałuje na wody gruntowe, gdyż podłoże przepuszczalne nie zostało uszczelnione, a wody opadowe infiltrują przez złożę odpadów przenosząc do wody gruntowej zanieczyszczenia mineralne. W dokumentacji zaproponowano:

- renowację i zabezpieczenie przeciwoerozyjne skarp południowych i północnych przy zachowaniu istniejącego drzewostanu;

- ukształtowanie czaszy składowiska, nadając spadki min. 3% w kierunkach wschodnim i zachodnim zapewniając naturalny spływ popiołu;
- zapewnienie warunków odprowadzania gazów ze składowiska, poprzez nałożenie warstwy odpowietrzającej i studni odgazowującej;
- ujęcie wód opadowych z powierzchni składowiska i odprowadzenie ich do zbiorników retencyjnych z przelewem awaryjnym do rzeki Bzury.

Projekt zakładał, że przed przystąpieniem do robót rekultywacyjnych, teren składowiska i przyległy, zostanie oczyszczony z zalegających odpadów. Już w 2000 r. odnotowano, że koryto rzeki jest zanieczyszczone osuwającą się ziemią, pochodzącą z przyległej skarpy składowiska.

➤ Ukształtowanie czaszy składowiska

Powierzchnia przymy składowiska została uformowana poprzez niezorganizowane deponowanie odpadów bezpośrednio z samochodów wywrotek. Na skarpach zidentyfikowano według dokumentacji z 2000 r. duże fragmenty obsunięcia ziemi oraz bruzdy spowodowane erozją spływającej wody. Odnotowano informację, że na składowisku były złożone w części północno-wschodniej gruz, elementy obmurza kotłów, stłuczki, złom metalowy w postaci rur i armatury, w części południowo zachodniej – odpady zawierające duże ilości wapna, w części środkowej od strony południowej złożono ziemię z wykopów pod oczyszczalnię ścieków jako materiał dla potrzeb rekultywacji.

W ramach przygotowania podłoża i formowania czaszy składowiska zaproponowano:

- nałożenie warstwy drenażowej z piasku gruboziarnistego o grubości 20 cm;
- nałożenie dwóch warstw z popiołu lotnego na warstwę piasku o grubości 30 cm każda, zagęszczone mechanicznie tak, aby uzyskać współczynnik filtracji K mniejszy od $1,0 \times 10^{-9}$ m/s.

Przewidziano infrastrukturę wzmacniającą stopę skarpy składowiska: haki stalowe (geokraty) o wysokości 5 cm oraz płyty JOMB.

W dniu 10 sierpnia 2006 r. **Wojewoda Łódzki** wydał **Decyzję SR.VI.6622-d/69/2006** w sprawie ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko na podstawie na podstawie artykułu 362 ust. 1 Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska (Dz.U. Nr 62, poz. 629 ze zm.) w związku z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji budowy eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk (Dz.U. Nr 61, poz. 549). Wojewoda zobowiązał firmę EKO-Boruta Sp. z o. o. do ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowiska Za Bzurą”), zlokalizowanego na działce 90/27, z uwzględnieniem: • zabezpieczenia

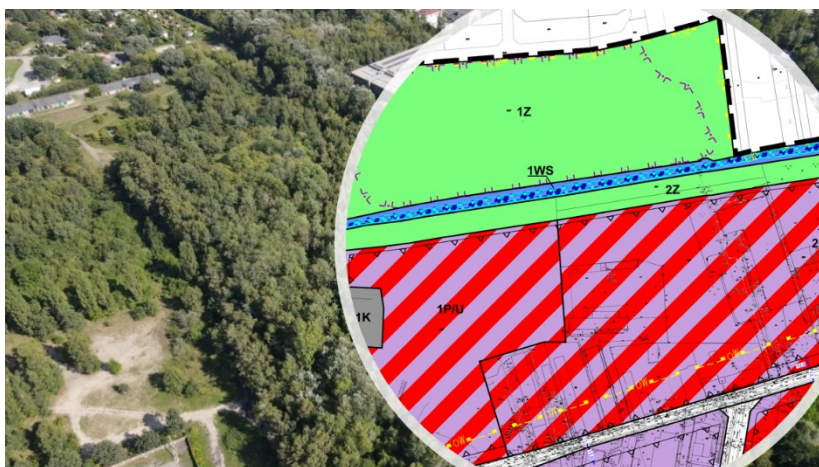
zgromadzonej hały odpadów przed podmyciem przy wystąpieniu wielkiej wody w rzece Bzurze; • ograniczenia przesiąkania wód deszczowych przez warstwy odpadów do wód powierzchniowych i podziemnych; poprzez wykonanie: • ścianki szczelnej stalowej lub PVC u podnóża skarpy wzdłuż prawego brzegu Bzury oraz częściowo od zachodniej i wschodniej strony hały. Górna krawędź ścianki winna być wyniesiona minimum 0,5 m powyżej poziomu wielkiej wody stuletniej i jednocześnie zapewniać stabilność skarpy; • rowów opaskowych od północnej, zachodniej i wschodniej strony hały oraz drenażu opaskowego ujmującego wody opadowe zza ścianki szczelnej; • drenażu i wyrobów opaskowych kierujących wody do istniejącego kolektora sanitarnego usytuowanego na lewym brzegu rzeki Bzury i dalej do oczyszczalni ścieków; • uszczelnienia terenu hały.

Niestety żadne z w/w działań nie zostały podjęte do realizacji. Czasza skarpy składowiska do dnia dzisiejszego pozostała w formie pierwotnej, stanowiąc poważne zagrożenie dla środowiska.

➤ **Utworzenie warstwy humusowej i nasadzenie roślinności**

Teren miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) jest w całości porośnięty roślinnością (**Fot. 3.55**). Charakterystykę roślinności szerzej opisano w [Rozdziale 3.3.2](#). Cały teren wierzchołkowy był zalesiony samosiewami, głównie brzozą już w momencie przygotowania projektu rekultywacji w 2000 r. Można było spotkać również osiki, bez koralowy oraz świerki.

Zgodnie z założeniem projektu rekultywacji cała powierzchnia powinna zostać poddana wykarczowaniu przed procesem rekultywacji skarpy składowiska. Po procesie rekultywacji powinno nastąpić obsianie terenu trawami rocznymi (20%), roślinami motylkowymi (30%) oraz trawami rozłogowymi i kłaczowymi (50%).



Fot. 3.55. Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”).

3.3.4 Ocena możliwości wykorzystania obecnie, wydanej dla poszczególnych składowisk dokumentacji, udostępnionej przez Zamawiającego oraz pozyskanej przez Wykonawcę

Szczegółowy opis oceny możliwości wykorzystania posiadanej dokumentacji umieszczono w Rozdziale **Rozdziale 3.1.4.**

4

Określenie wpływu poszczególnych składowisk na środowisko

4.1. Składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych oraz składowisko gipsów i popiołów przy ul. Miroszewskiej 54/60

4.1.1. Zidentyfikowanie i opis zanieczyszczeń środowiska ze wskazaniem źródeł badawczych, przedstawione również w formie graficznej, wnioski z analizy ortofotomap z 2022 r. i wyników badań teledetekcyjnych oraz terenowych, a także przedstawienie zidentyfikowanych aberracji, problemów, ze szczególnym uwzględnieniem i opisaniem uszkodzeń, zmian, mających miejsce negatywnych zjawisk, migracji, zidentyfikowanych zagrożeń, sporządzone w formie opisowej i graficznej

Problem zanieczyszczenia środowiska w otoczeniu składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych został zauważony od ponad 10 lat. Wyniki kontroli wykazały, że od 2013 r. jakość wód podziemnych w rejonie składowisk przy ul. Miroszewskiej uległa znacznemu pogorszeniu (Raport Najwyższej Izby Kontroli pt.: „Zapobieganie zagrożeniom ze strony składowisk po zakładowych z terenu województwa łódzkiego” (Nr ew. 170/2020/P19/112/LLO; LL.430.002.2020)). Spowodowane było to przedostawaniem się odcieków ze składowiska do środowiska. Anormalnie wysokie stężenia dotyczyły przede wszystkim chlorków – ok. 6000 razy, siarczanów – ok. 4 razy oraz azotanów – ok. 10 razy. Pobrane w kwietniu 2019 r. próby wody z piezometrów oraz odcieków z rowu opaskowego na terenie składowiska nieprzerwanie wykazywały przekroczenia dla wskaźników takich jak: PWE, OWO, chlorki, bor, mangan, nikiel. Wartości tych wskaźników przekroczone były dla wód podziemnych klasy IV (niezadowalającej jakości), w których wartości elementów fizykochemicznych są podwyższone w wyniku naturalnych procesów zachodzących w wodach podziemnych oraz wyraźnego wpływu działalności człowieka.

Rutynowe kontrole podmiotów uprawnionych do inspekcji środowiska obejmują standardowe pomiary charakteryzujące stopień zanieczyszczenia wód, takich jak: Chemiczne Zapotrzebowanie na Tlen (ChZT) i Ogólny Węgiel Organiczny (OWO). ChZT i OWO są to zastępcze wskaźniki, które umożliwiają pośrednio określić zawartość substancji organicznych w ściekach. Niestety, pod wartością wyrażoną w mg tlenu potrzebnego do utleniania obecnych związków organicznych w litrze ścieków mogą kryć się zarówno naturalne związki humusowe, nieszkodliwe dla środowiska, jak również toksyczne substancje, groźne dla organizmów żywych przy niskich stężeniach. Dlatego

też wskazane są badania analityczne, które pozwolą zidentyfikować określone zagrożenia ukryte pod skumulowanym parametrem ChZT czy OWO.

Z uwagi na morfologię odpadów, które zostały zdeponowane w kwaterze I składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych, co budzi uzasadnione obawy, że podwyższone wartości ChZT i OWO mogą sygnalizować znaczące zagrożenie dla środowiska ze względu na skażenie toksycznymi, niebezpiecznymi substancjami organicznymi. Dlatego wykonano serię analiz wód z piezometrów oraz odcieków, a także pobrano próbki gleb z terenu obu składowisk.

Woda z piezometrów

Pobrano próbki z 8 piezometrów (S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8 i S9). W piezometrze S1 nie było wody. Jak wynika z otrzymanej dokumentacji (Sprawozdanie Politechniki Łódzkiej pt. „Analiza przyczyn zmian jakości wód podziemnych monitorowanych przez piezometry oraz przedostawania się odcieku ze składowiska do środowiska na składowisku odpadów poprodukcyjnych – kwatera I w Zgierzu, ul. Miroszewska 54/56”) głębokość wierceń piezometrów wynosi 5,1-20,0 m. Lokalizacja piezometrów została przedstawiona na **Fot. 4.1**.

Wykonano oznaczenia następujących parametrów: pH, przewodnictwo elektrolityczne, ChZT, OWO, chlorki, azot ogólny, azotany (V), siarczany(VI), cyjanki, fosforany (V), metale ciężkie, aminy aromatyczne oraz BZT₅. Zgodnie z akredytacją próbki były pobrane do plastikowych i szklanych butelek zgodnie z charakterem analiz (analiza związków organicznych i związków nieorganicznych). **Fot. 4.2** przedstawia próbki wody pobranej z piezometrów S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8 i S9.



Fot. 4.1. Lokalizacja piezometrów na składowisku odpadów przy ulicy Miroszewskiej oraz kierunek spływu wód podziemnych (przy wykorzystaniu wycinka mapy z Google Maps).



Fot. 4.2. Próbkę wody pobrane z piezometrów dnia 20 września 2023 r.

Jak wynika z raportu Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowego Instytutu Badawczego z 2019 roku, pt. „Ocena oddziaływania składowisk pozakładowych zlokalizowanych na terenie byłych zakładów „Boruta” w Zgierzu na życie i zdrowie mieszkańców Zgierza i okolic oraz dla środowiska” wyniki badań wody z piezometrów w latach 1995-2008 wskazywały, że niemal od początku funkcjonowania składowiska w wodach podziemnych obecne były zanieczyszczenia związane z tą działalnością. Widoczny był sukcesywny wzrost zawartości siarczanów i przewodności elektrolitycznej w wodzie gruntowej. W stosunku do badań z lat 1995-2008 nastąpił wzrost przewodności elektrolitycznej w wodach z piezometrów zlokalizowanych na kierunku przepływu wód od strony składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych. Wartości przewodnictwa elektrolitycznego przekroczone są stale od 2016 do 2023 roku w wodzie z piezometru S1 (**Rysunek 4.1**). Wyjątek stanowi woda z piezometru S8, w którym woda miała najniższe wartości przewodnictwa.

Wartości pH wód ze wszystkich dziewięciu piezometrów nie przekraczają górnej granicy dla III klasy czystości wód podziemnych w badaniach WIOŚ i Ł-ŁIT w latach 2021-2023. Woda w pojedynczych pomiarach wykazywała niższy poziom pH aniżeli dolna granica dla III klasy czystości wskazując na IV-V klasę czystości wody (**Rysunek 4.2**).

Wartości chemicznego zapotrzebowania na tlen (ChZT) w ostatnim kwartale znacznie wzrosły w przypadku prawie wszystkich piezometrów w stosunku do lat 2021-2022. Najwyższe wartości ChZT odnotowano dla wody z piezometru S9 – zarówno w IV kwartale 2022 jak i III kwartale 2023 r. Wyjątek stanowi woda z piezometru S9, która

wykazała spadek wysokiej wartości ChZT między IV kwartałem 2022 r., a III kwartałem 2023 r. (**Rysunek 4.3**).

Największe przekroczenia parametru OWO dla IV klasy czystości odnotowywano dla próbki wody z piezometru S9 (nawet około 70 razy). Najniższe wartości tego parametru utrzymują się dla wody z piezometrów S8 i S3 (**Rysunek 4.4**). Wysokie wartości OWO wskazują na wysoki poziom zanieczyszczeń organicznych wody. Wykonywane dotychczas badania uwzględniają jedynie obecność fenoli i węglowodorów ropopochodnych, które w większości mieszczą się w III klasie jakości wody. Można zatem przypuszczać, że przyczyną tak wysokich wartości OWO są związki organiczne, które w przeszłości były wykorzystywane do produkcji barwników i mogą znajdować się na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych. Wysoka wartość OWO wody pobranej z piezometru S9 związana jest z litologią utworów w rejonie tego otworu. Powyżej ujętej warstwy wodonośnej występują pyły ilaste z okruchami zwęglonego drewna.

Wzrosły również w stosunku do badań w latach 1995-2008 zawartości siarczanów i chlorków w wodzie z piezometrów. W przypadku chlorków przekroczenia wykazują próbki wody z piezometrów S1, S2, S4 i S7. W pozostałych wartości nie przekraczają normy dla IV klasy czystości wody (**Rysunek 4.5**). W III kwartale 2023 roku uzyskano przekroczenie ilości siarczanów dla większości piezometrów (S2, S3, S4, S7 i S9). Najmniejsza zawartość siarczanów obecna jest w wodzie z piezometru S8 (**Rysunek 4.6**).

Stężenie azotanów w badanych próbkach wody z piezometrów S1-S9 sukcesywnie maleją od 2021 roku. Przekroczenie wartości granicznej dla IV klasy czystości wody podziemnej wykazano jedynie w przypadku wody z piezometru S5 w pierwszym kwartale 2021 roku według badań WIOŚ (**Rysunek 4.7**).

Badania wody z piezometrów wykonane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wskazują, że stężenie fosforanów nie jest przekraczane w żadnym z punktów pomiarowych dla IV klasy czystości wód podziemnych (**Rysunek 4.8**). Wartości te wskazują wręcz na I klasę czystości, poza piezometrem S2, gdzie wodę można zakwalifikować do III klasy jakości.

W ostatnim badaniu przeprowadzonym przez zespół Ł-ŁIT odnotowano zdecydowany wzrost ilości ołowiu w wodzie ze wszystkich piezometrów. Jednakże wartości te nie przekraczają wartości granicznych dla IV klasy czystości wód podziemnych. Aktualnie wodę tą można zaklasyfikować do I-II klasy czystości, jednakże niezbędny jest dalszy monitoring zawartości ołowiu w wodzie.

Badania laboratoryjne wskazały ponadto, że zarówno zawartość cyjanków, jak i amin jest niższa niż dolna granica akredytowanej metody analitycznej. Oba te parametry nie są zatem przekraczane dla żadnego z piezometrów. Zawartość chromu i cynku z wodzie z piezometrów nie przekracza normy dla IV klasy czystości wód

podziemnych (**Rysunek 4.9 i 4.10**), chociaż stężenia te w ostatnim badaniu (tj. III kwartale 2023 roku) znacznie wrosło w większości piezometrów.

Wartości graniczne dla IV klasy czystości wód podziemnych zostały przekroczone dla kadmu jedynie raz od początku 2021 roku (tj. w II kwartale 2022 roku). Aktualnie wartości wskazują na II klasę czystości (**Rysunek 4.11**).

Wartości graniczne kobaltu dla IV klasy czystości wód podziemnych nie zostały ani razu przekroczone od początku 2021 roku (tj. w II kwartale 2022 roku) w żadnym z piezometrów. Aktualnie wartości wskazują na I klasę czystości (**Rysunek 4.12**).

Ilość oznaczanej miedzi w wodzie z piezometrów sukcesywnie rośnie od 2022 roku, głównie dla wody z piezometru S2, S4 oraz S8. W przypadku tych punktów pomiarowych zawartość miedzi wskazuje na zły stan wody (V klasę czystości dla wód podziemnych) (**Rysunek 4.13**).

Istotnym wskaźnikiem zanieczyszczenia wód gruntowych jest również zawartość niklu. Widoczny jest wzrost ilości niklu w wodach z większości piezometrów (**Rysunek 4.14**). W III kwartale wartości graniczne dla IV klasy jakości wód podziemnych zostały przekroczone w 4 piezometrach (S2, S4, S6 oraz S7). W 2022 roku najwyższe wartości odnotowano w wodzie z piezometru S1 położonego najbliżej miejsca wypływu odcieków ze składowiska. Największy wzrost odnotowano dla piezometru S7.

W ostatnim badaniu przeprowadzonym przez zespół Ł-ŁIT odnotowano zdecydowany wzrost ilości ołowiu w wodzie ze wszystkich piezometrów (**Rysunek 4.15**). Jednakże wartości te nie przekraczają wartości granicznych dla IV klasy czystości wód podziemnych. Aktualnie wodę tą można zaklasyfikować do I-II klasy czystości, jednakże niezbędny jest dalszy monitoring zawartości ołowiu w wodzie.

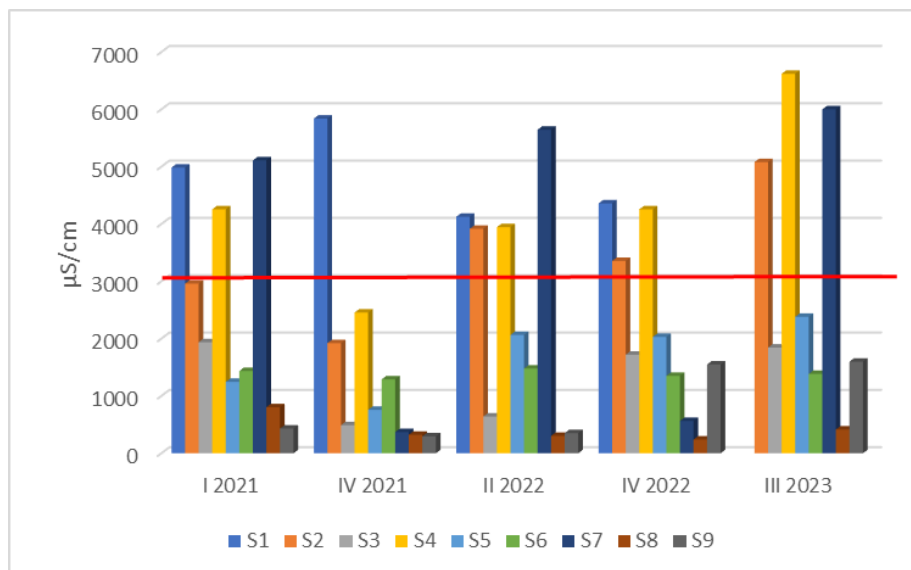
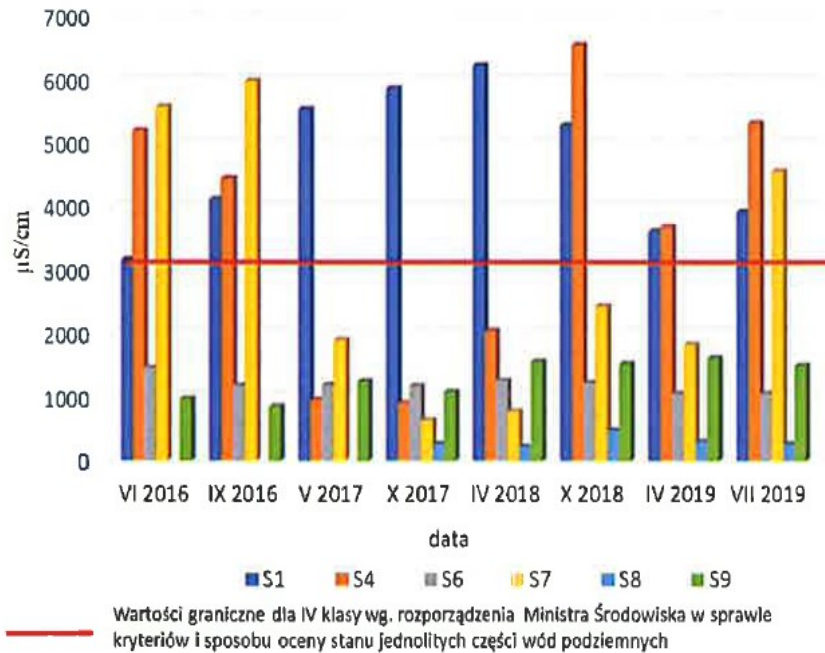
Poziom rtęci w próbkach wody z piezometrów malał od 2021 roku, jednakże w III kwartale 2023 roku wzrósł (**Rysunek 4.16**). Najwyższe wartości odnotowano dla wody z piezometru S4 i S2. Nadal ilości rtęci wskazują na nieprzekroczenie wartości granicznych dla IV klasy czystości wód podziemnych i poza S4 wskazują na I klasę czystości. Ilość fenoli lotnych (indeks fenolowy) wzrósł od 2022 roku (**Rysunek 4.17**). W III kwartale 2023 roku przekroczył granicę dla IV klasy jakości wód podziemnych w przypadku wody z piezometru S2 i S4.

Biologiczne zapotrzebowanie na tlen wskazuje stopień zanieczyszczenia wody związkami organicznymi. Jednakże wskaźnik nie obejmuje substancji odpornych na biodegradację. BZT₅ w wodach podziemnych jest na ogół niewielkie i rzadko przekracza wartość 1 mg O₂/dm³. Uznaje się, że wody posiadające BZT₅ wyższe niż 5 mg O₂/dm³ są zanieczyszczone. Woda w analizowanych piezometrach ma wskaźnik BZT₅ dużo wyższy. Najwyższe wartości BZT₅ odnotowano w przypadku piezometru S2, S4, S7 i S9. Natomiast najniższą w piezometrze S6 – 8,96 mg O₂/dm³ (**Rysunek 4.18**).

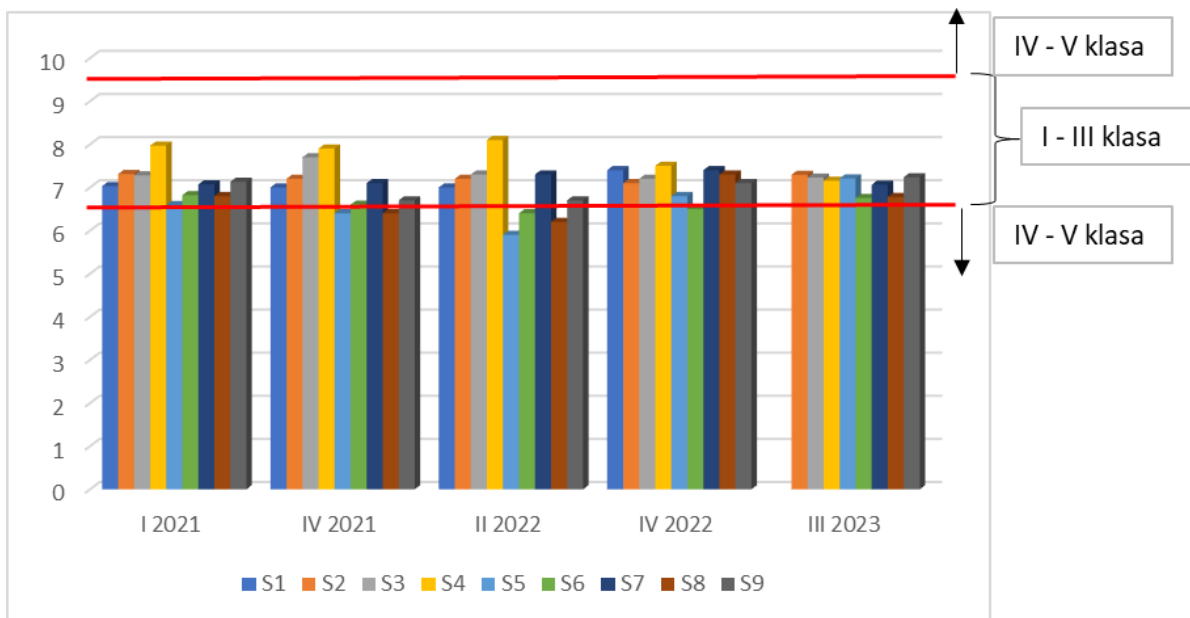
Wzrost wartości chlorków, siarczanów czy azotanów w piezometrach nie jest wynikiem deponowania nowych odpadów w rejonie składowiska odpadów

poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych, ponieważ od kilku lat składowisko to jest zamknięte. Może to wynikać z perforacji warstwy uszczelniającej (geomembrany) i wymywania zanieczyszczeń z odpadów przez wody opadowe. Może to wynikać z nieumiejętnego rozładunku odpadów znajdujących się w metalowych lub plastikowych pojemnikach. Obecność odcieków u podnóża kwatery I może świadczyć również o niedrożności instalacji, której celem jest odprowadzenie odcieków ze składowiska do pobliskiej oczyszczalni ścieków. Ze względu na zaległości finansowe odpływ odcieków był wstrzymany przez kilka lat, co mogło spowodować, że nadmiar wód opadowych mógł przesiąkać przez północną ścianę składowiska powyżej istniejącej membrany (brak uszczelnienia na skarpie północnej kwatery I). Udrożnienie odpływu wód drenażowych w 2016 roku pozwoliło częściowo zahamować ten proces. Jednakże pojawiające się rozlewiska u podnóża kwatery I świadczą o tym, że odbiór wód drenażowych jest zbyt mały i konieczne jest jego udrożnienie.

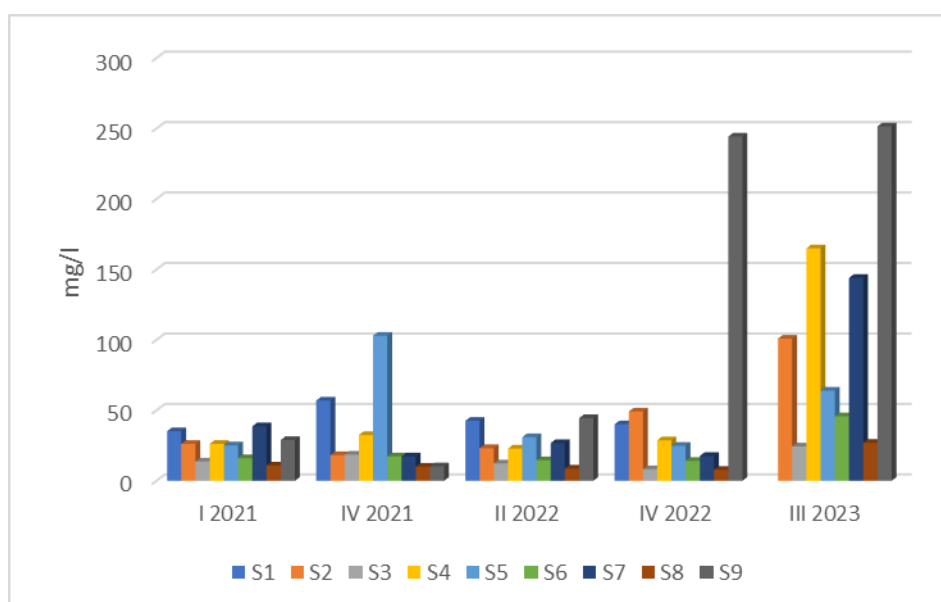
Najwięcej parametrów przekraczających granice dla IV klasy czystości wód podziemnych odnotowano w przypadku piezometrów S2 (przewodność elektrolityczna, OWO, Cl^- , SO_4^{2-} , Cu, Ni, fenole, wysoki BZT₅), S4 (przewodność elektrolityczna, OWO, Cl^- , SO_4^{2-} , Cu, Ni, fenole, wysoki BZT₅) oraz P7 (przewodność elektrolityczna, OWO, Cl^- , SO_4^{2-} , Ni, wysoki BZT₅), które znajdują się na linii spływu wód ze składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych.



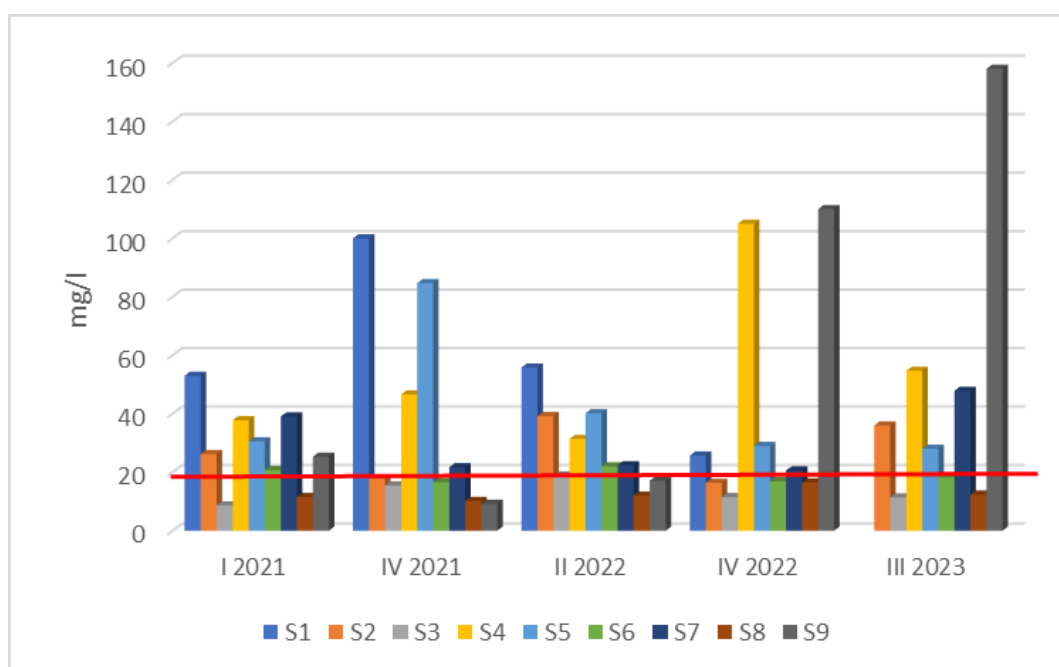
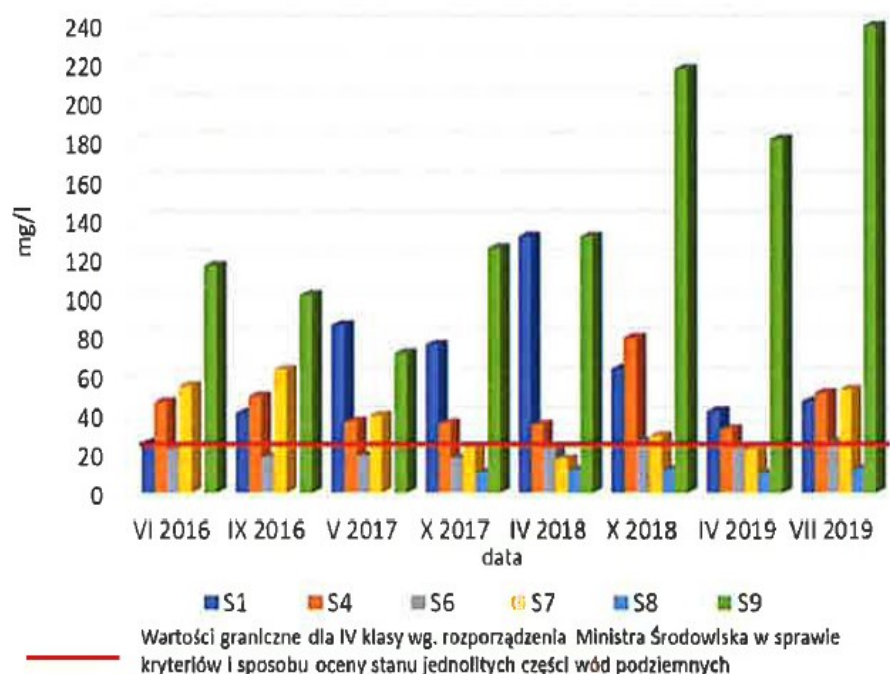
Rysunek 4.1. Wyniki przewodności elektrolitycznej w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane z WIOŚ z lat 2016-2019 (wykres górny). Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z 11 października 2019 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (dla poszczególnych kwartałów) (wykres dolny).



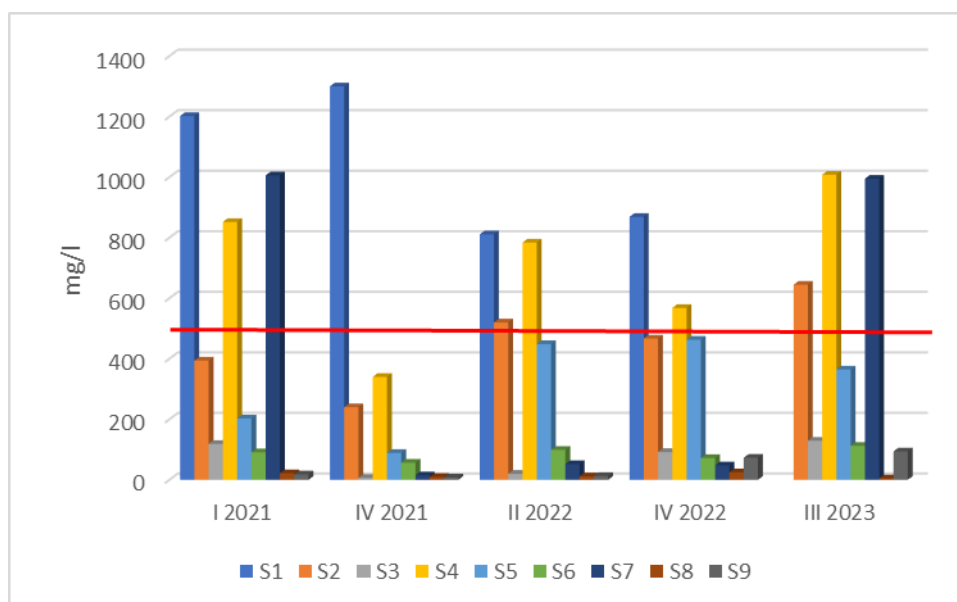
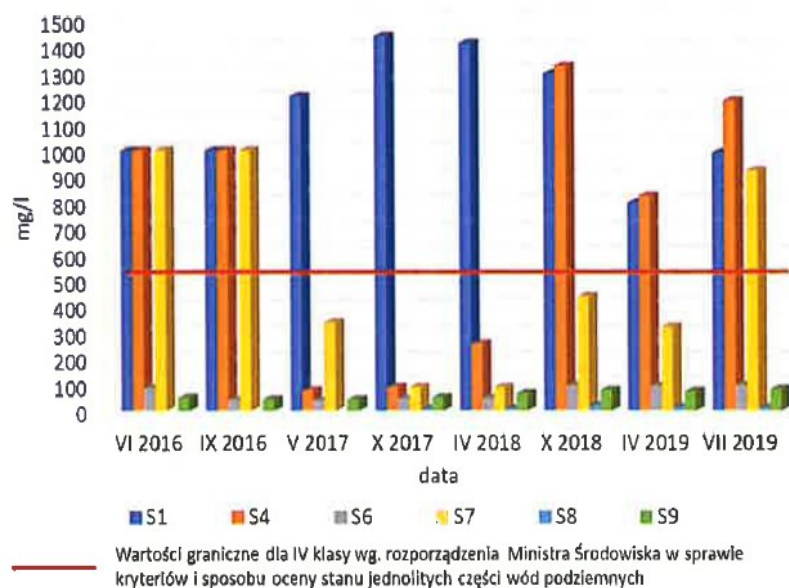
Rysunek 4.2. Wyniki pH wody z piezometrów. Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla I - III klasy wg rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z 11 października 2019 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych, dla poszczególnych kwartałów.



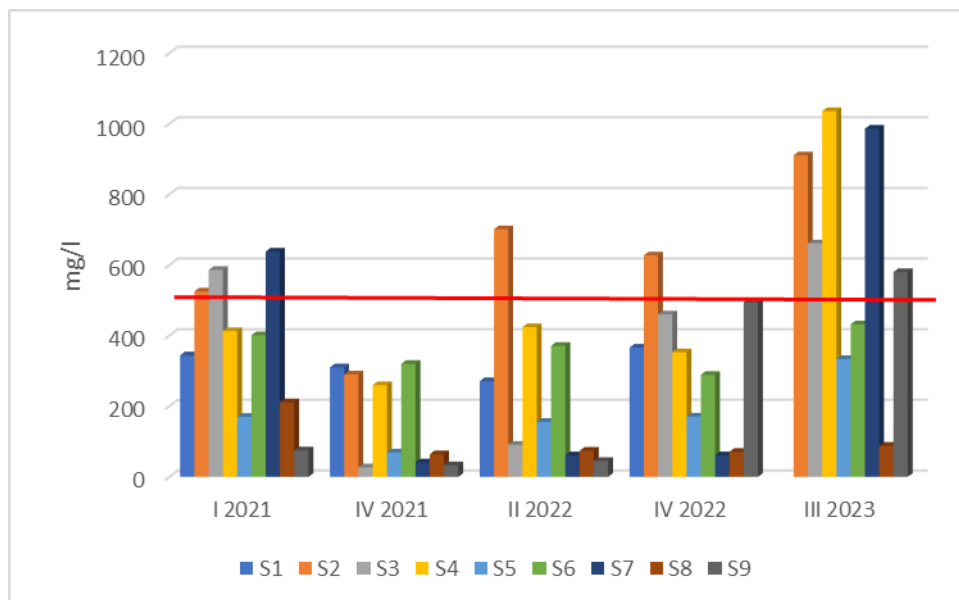
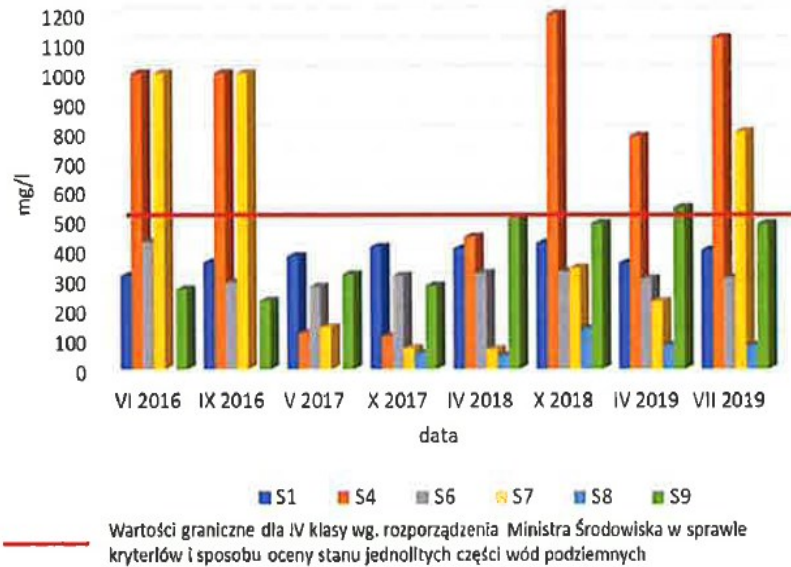
Rysunek 4.3. Wyniki chemicznego zapotrzebowania na tlen (ChZT) wody z piezometrów. Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku, dla poszczególnych kwartałów.



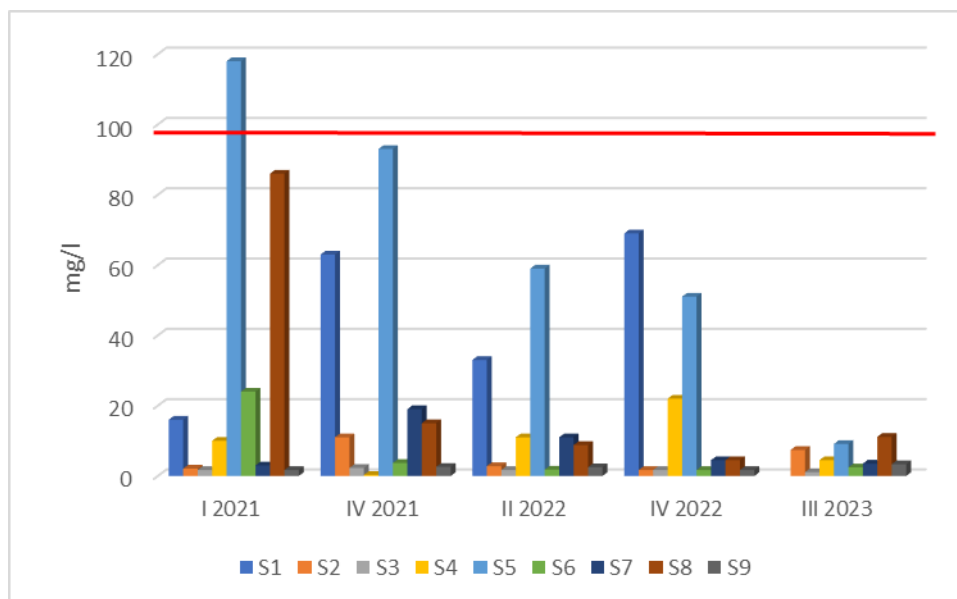
Rysunek 4.4. Wyniki ogólnego węgla organicznego (OWO) w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane z WIOŚ z lat 2016-2019 (wykres górny); Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia 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. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów (wykres dolny).



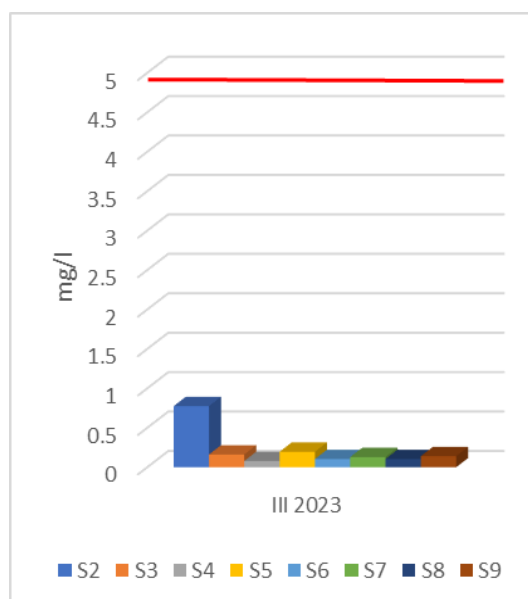
Rysunek 4.5. Zawartość chlorków w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane z WIOŚ z lat 2016-2019 (wykres górny); Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów (wykres dolny).



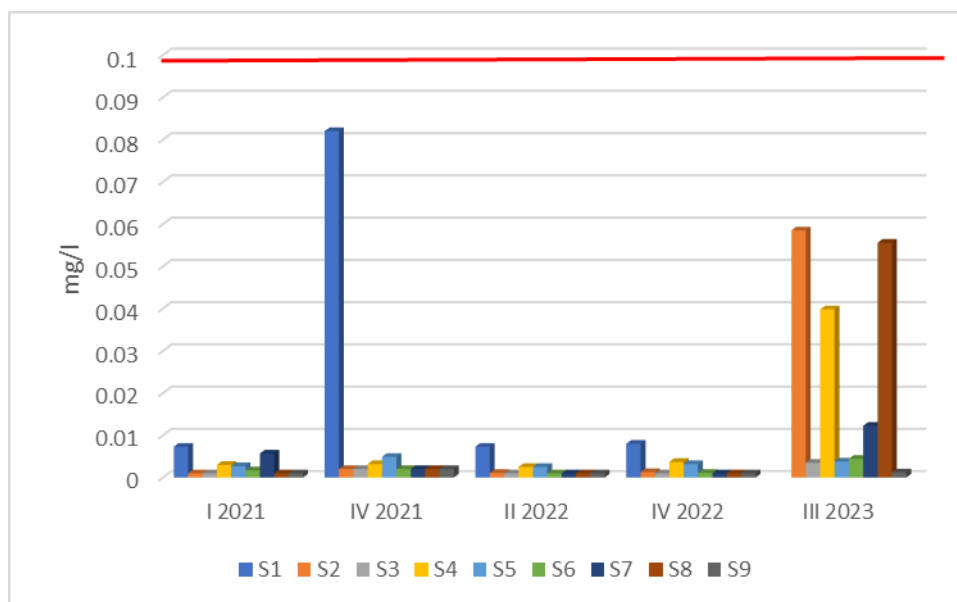
Rysunek 4.6. Zawartość siarczanów w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane z WIOŚ z lat 2016-2019 (wykres górny); Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów (wykres dolny).



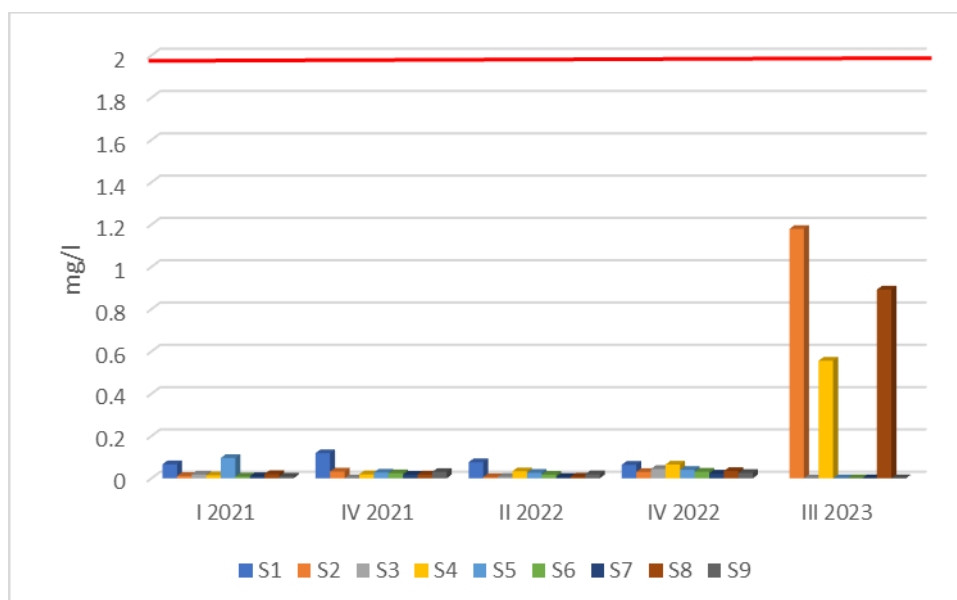
Rysunek 4.7. Zawartość azotanów w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.



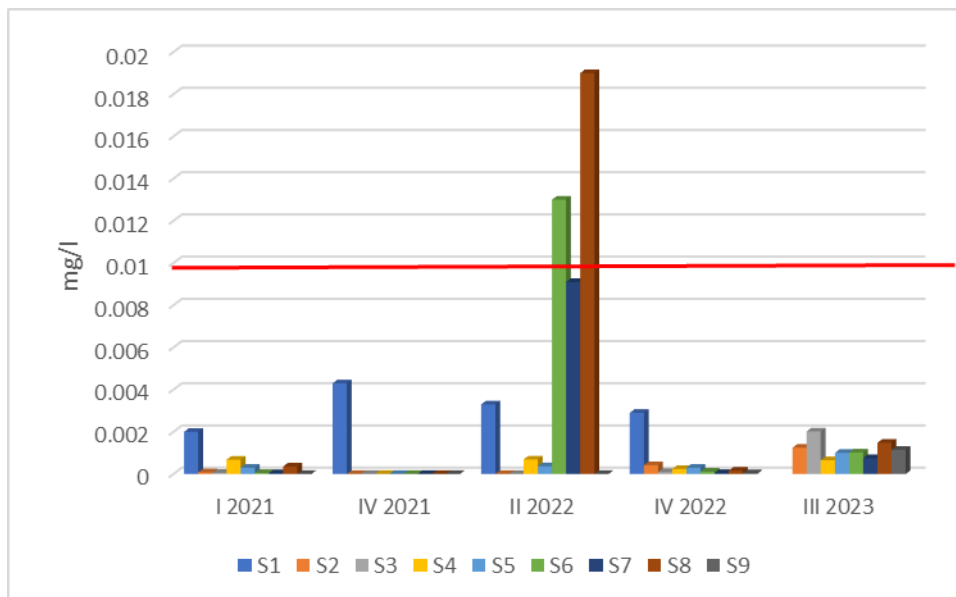
Rysunek 4.8. Zawartość fosforanów w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.



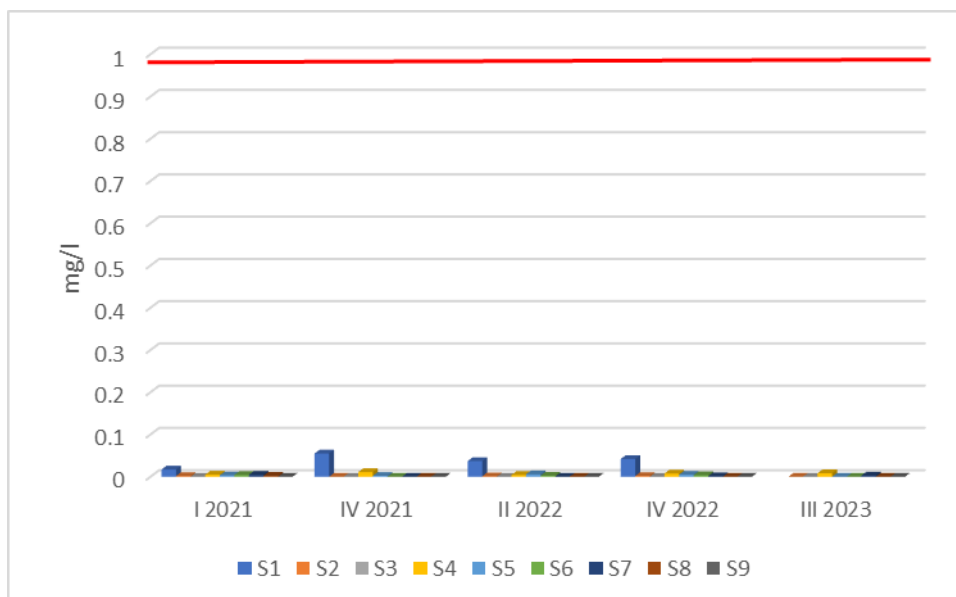
Rysunek 4.9. Zawartość chromu w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.



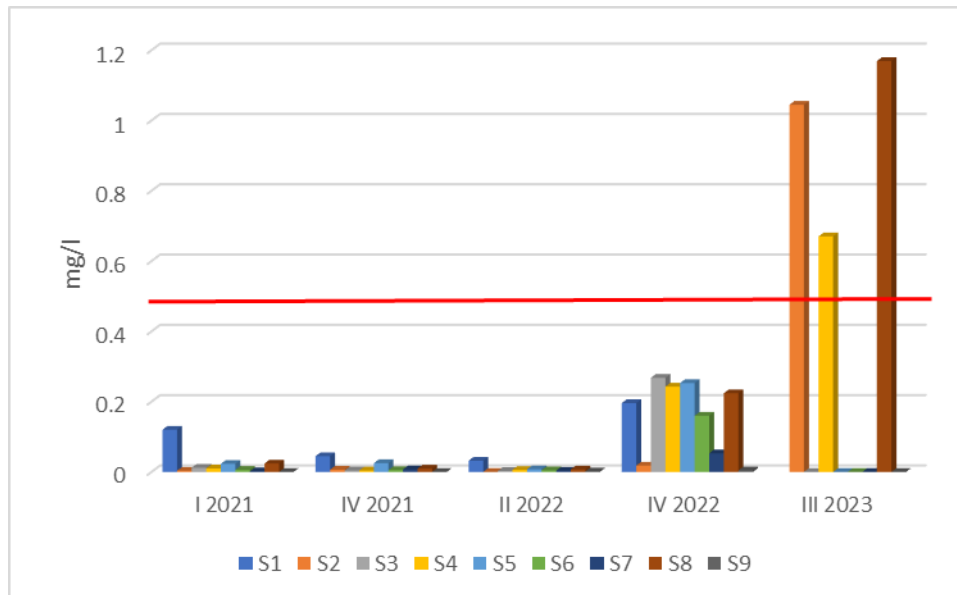
Rysunek 4.10. Zawartość cynku w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.



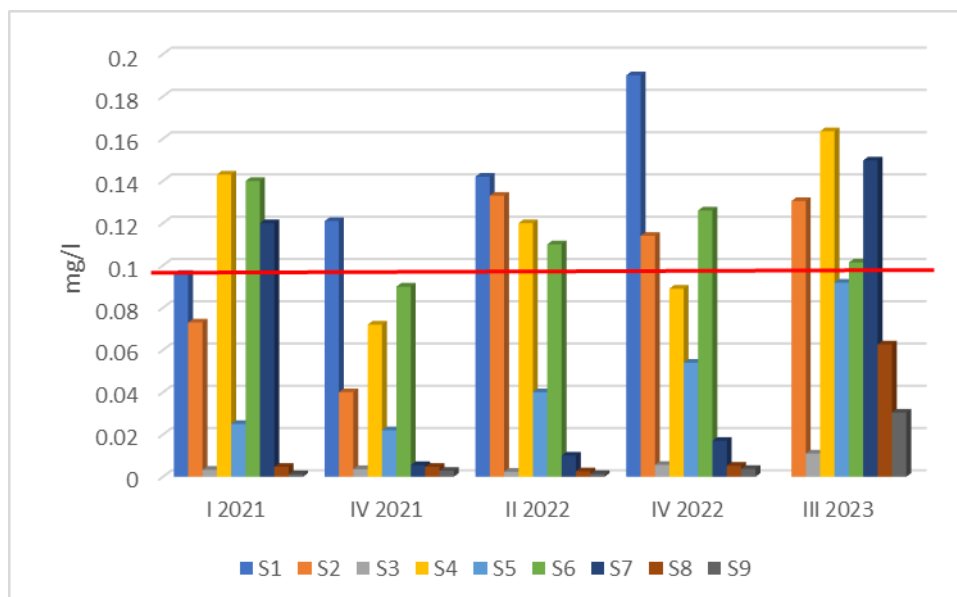
Rysunek 4.11. Zawartość kadmu w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.



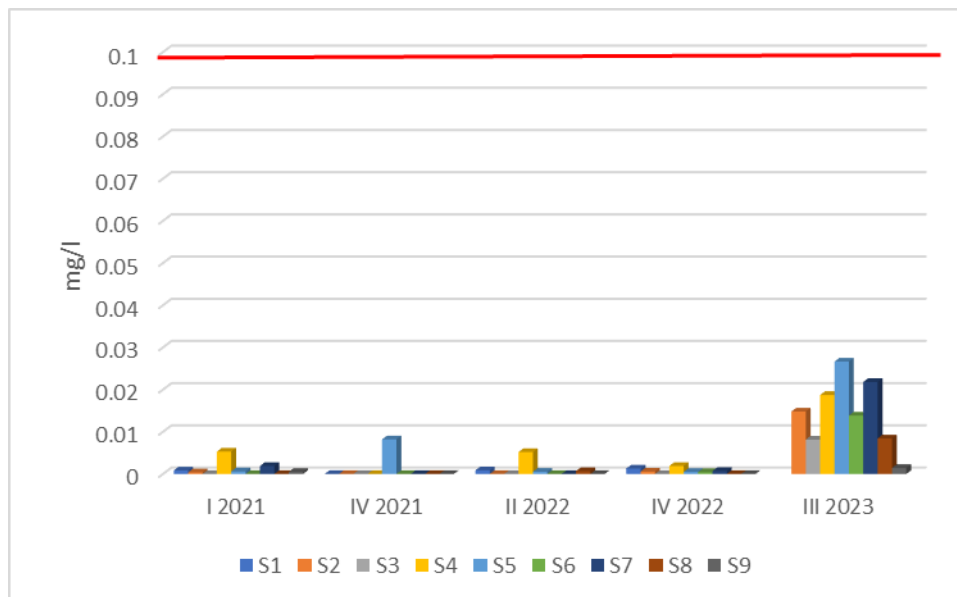
Rysunek 4.12. Zawartość kobaltu w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.



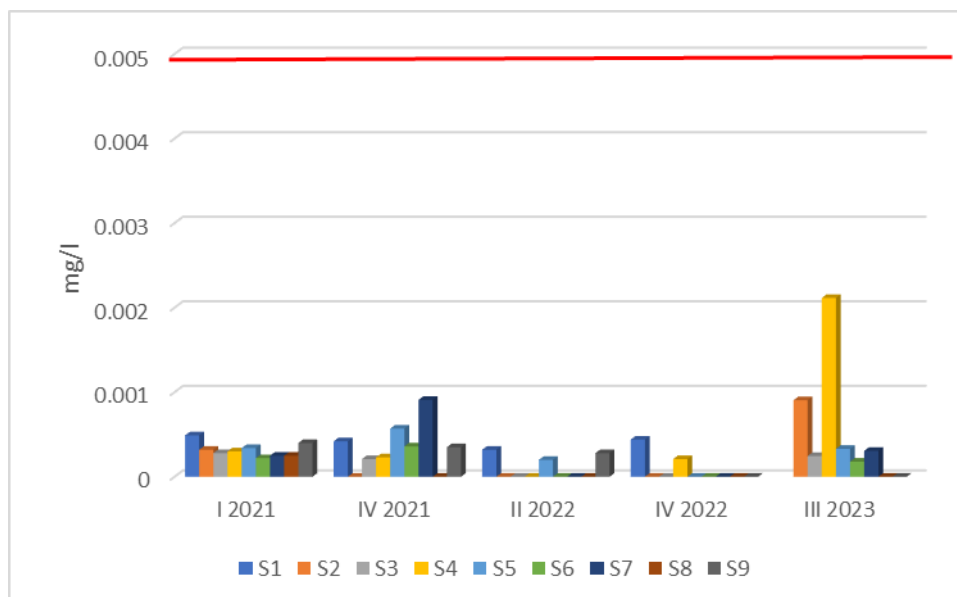
Rysunek 4.13. Zawartość miedzi w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.



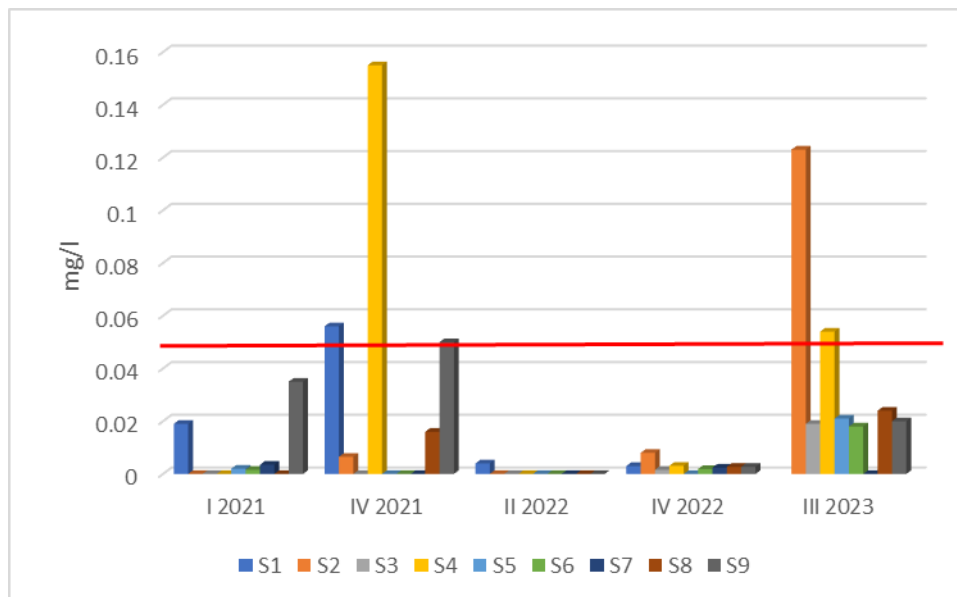
Rysunek 4.14. Zawartość niklu w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.



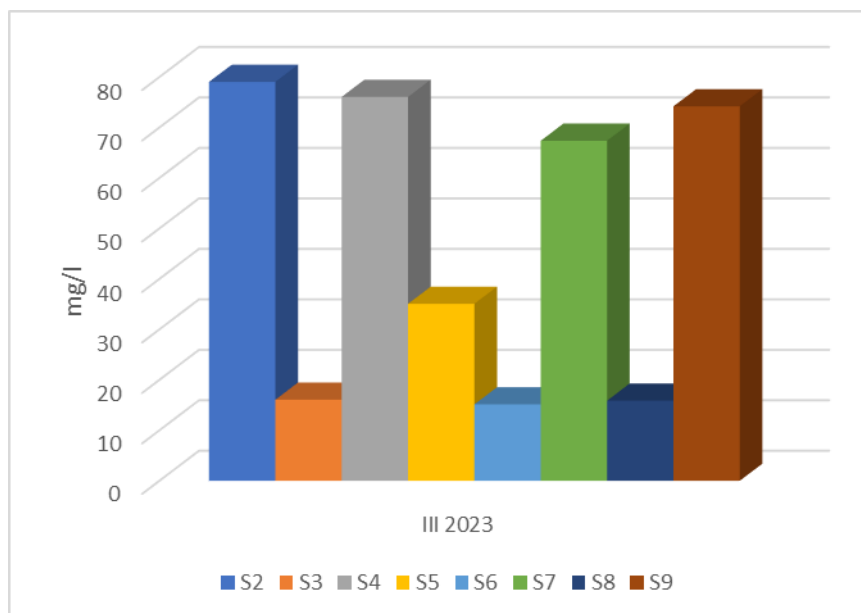
Rysunek 4.15. Zawartość ołowiu w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.



Rysunek 4.16. Zawartość rtęci w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia 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. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.



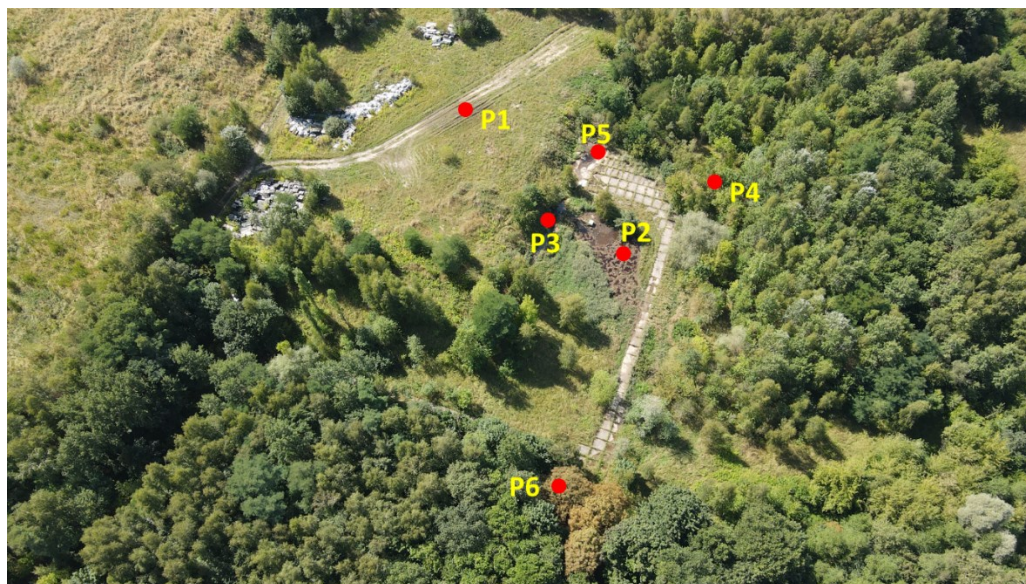
Rysunek 4.17. Zawartość fenoli lotnych (indeks fenolowy) w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.



Rysunek 4.18. Zawartość BZT₅ w wodach z piezometrów S2-S9 w III kwartale 2023r.

Podczas oględzin pobrano próbki wody z drogi przebiegającej przez składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych, rowu opaskowego, płyt

chodnikowych, drogi dojazdowej, rozlewisk pod składowiskiem odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych oraz studzienki kanalizacyjnej. Lokalizacja poboru próbek wody (P1-P6) ze składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych przedstawiono na **Fot. 4.3**. Wyniki wykonanych analiz zaprezentowano w tabeli (**Tabeli 4.1.**).



Fot. 4.3. Lokalizacja poboru próbek z odcieków na terenie składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (kwatery I i planowana kwatera II).

Tabela. 4.1. Zestawienie wyników badań odcieków ze składowisk i ścieków ze studzienki kanalizacyjnej na terenie składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych wykonanych przez Ł-ŁIT w październiku 2023 r.

Badany wskaźnik	Jednostka	próbka						Wartości dopuszczalne *
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	
pH	pH	7,91 ± 0,01	8,23 ± 0,09	7,42 ± 0,21	7,81 ± 0,03	8,07 ± 0,88	7,84 ± 0,04	6,5-9
Przewodność	µS/cm	0,37 ± 0,03	6,23 ± 2,61	7,38 ± 0,56	5,01 ± 2,86	6,33 ± 0,69	4,68 ± 1,10	-
ChZT-Mn	mg/l O ₂	32,5 ± 6,72	516 ± 124	1164 ± 635,6	249,53 ± 58,66	434,33 ± 79,25	148,1 ± 15,52	125
OWO	mg/l C	12,9 ± 0,32	154 ± 43,0	392,67 ± 12,87	80,23 ± 13,57	153,1 ± 55,9	68,5 ± 5,60	30
Azotany	mg/l NO ₃	0,891 ± 0,1056	14,12 ± 4,21	11,87 ± 0,62	5,61 ± 1,77	12,9 ± 2,26	7,65 ± 0,68	30
Azot ogólny	mg/l NO ₃ -N	0,21 ± 0,01	3,19 ± 0,95	2,68 ± 0,14	1,27 ± 0,40	2,92 ± 0,51	1,73 ± 0,15	30
Siarczany	mg/l SO ₄	113 ± 3,2	484 ± 79,4	119,6 ± 39,8	350,7 ± 100,4	276,7 ± 8,0	1251,5 ± 0,8	500
Chlorki	mg/l Cl	3,16 ± 0,17	1681,7 ± 630,2	1393,3 ± 242,8	889,7 ± 578,6	1215,0 ± 165,2	566,5 ± 2,4	1000

Fosforany	mg/l PO ₄	0,29 ± 0,01	0,21 ± 0,10	2,40 ± 1,85	0,62 ± 0,54	1,76 ± 1,18	0,17 ± 0,09	-
Cyjanki	mg/l CN	<0,001	0,014 ± 0,002	0,080 ± 0,004	0,015 ± 0,010	0,030 ± 0,013	0,021 ± 0,001	0,1
BZT ₅	mg/l O ₂	-	68,22	189,76	12,34	29,78	12,77	25
Fenole lotne (indeks fenolowy)	mg/l	0	0	0,159	0	0	0,019	0,1

* Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (Dz. U. 2019, poz. 1311).

Przekroczenie wartości dopuszczalnych

Najwięcej parametrów zostało przekroczonych w przypadku odcieku P3 (**Tabela 4.1.**), czyli odcieku pobranego z rowu opaskowego u podnóża kwatery I składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (ChZT, OWO, Cl⁻, BZT₅ i fenole lotne). Bardzo zanieczyszczony jest również odciek P2 i P5, które zlokalizowane są w okolicy rowu opaskowego na terenie planowanej kwatery II.

Badanie gruntu

W ramach wizji lokalnej pobrano również próbki gleby ze składowiska gipsów i popiołów, składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych. Na **Fot. 4.4** przedstawiono lokalizację poboru próbek. Grunt pobrano z głębokości 50 cm. Wyciąg wodny wykonano poprzez zalanie 20 g gleby 100 ml wody destylowanej, wymieszaniu i pozostawieniu do odstania.



Fot. 4.4. Lokalizacja poboru próbek gleby ze składowiska gipsów i popiołów, składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych.

Opis pobranych próbek gruntu:

G1 – próbka pobrana ze składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych, z okolic składowania odpadów eternitu. Grunt jest suchy, drobnoziarnisty, barwy popielato-brązowej z białymi wtrąceniami o zapachu stęchlizny, zawiera 15,9% wody. Wyciąg wodny jest przejrzysty o zabarwieniu szaro-popielatym. Odczyn wyciągu wodnego jest równy $\text{pH} = 7,6$. W wyciągu wodnym są rozpuszczone substancje mineralne. Przewodnictwo elektrolityczne roztworu wynosi $2270 \mu\text{S/cm}$. Wartość ChZT wyciągu wodnego wynosi $22,8 \text{ mg/l O}_2$, a OWO – $9,59 \text{ mg/l C}$. Dodatkowo stwierdzono zawartość chlorków, których stężenie wyniosło $2,43 \text{ mg/l}$.

G2 – próbka pobrana z pasa ochronnego przy składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych w okolicy studzienki kanalizacyjnej. Grunt jest suchy, drobnoziarnisty, z obecnością korzeni, barwy brązowej i zapachu intensywnie ziemistym. Zawiera 11,4% wody. Wyciąg wodny jest mętny, barwy popielatej. pH wyciągu wodnego jest obojętne i równe $7,0$. Przewodnictwo elektrolityczne wynosi $143,4 \mu\text{S/cm}$, ChZT $83,8 \text{ mg/l O}_2$, a OWO – $40,4 \text{ mg/l C}$. Stężenie chlorków wyniosło $17,1 \text{ mg/l}$.

G3 – próbka pobrana ze składowiska gipsów i popiołów części 1A. Grunt suchy, szarobrązowy, drobnoziarnisty o zapachu ziemistym. Zawiera 32,1% wody. Wyciąg wodny jest przejrzysty o barwie szarej. Odczyn wyciągu wodnego jest równy $7,6$. Przewodnictwo elektrolityczne wskazuje na dużą ilość rozpuszczonych substancji mineralnych i wynosi $2350 \mu\text{S/cm}$, ChZT $43,6 \text{ mg/l O}_2$, a OWO – $23,2 \text{ mg/l C}$. Stężenie chlorków wyniosło $2,36 \text{ mg/l}$.

G4 – próbka pobrana ze składowiska gipsów i popiołów części 1C. Gleba brązowo-żółta, z korzeniami i piaskiem, zbrylająca się, gliniasta, drobnoziarnista, delikatnie wilgotna o zapachu ziemistym. Zawiera 17,6% wody. Wyciąg wodny jest mętny o barwie szaro-popielatej. Odczyn wyciągu wodnego jest lekko zasadowy i wynosi $8,0$. Przewodnictwo elektrolityczne wynosi $186 \mu\text{S/cm}$, ChZT $< 15 \text{ mg/l O}_2$, a OWO – $5,62 \text{ mg/l C}$. Stężenie chlorków wyniosło $1,92 \text{ mg/l}$.

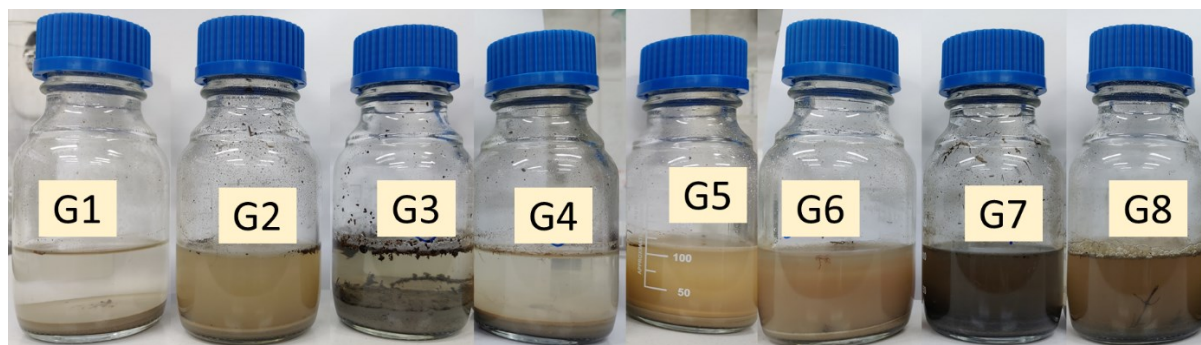
G5 – próbka pobrana z pasa ochronnego przy składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych w okolicy piezometru S1. Grunt żółto-brązowy, z piaskiem, wilgotny, zbrylający się, drobnoziarnisty, bez zapachu. Zawiera 9,79% wody. Wyciąg wodny jest mętny o barwie żółto-popielatej. Odczyn wyciągu wodnego jest równy $7,5$. Przewodnictwo elektrolityczne wynosi $248 \mu\text{S/cm}$, ChZT $32,0 \text{ mg/l O}_2$, a OWO – $22,0 \text{ mg/l C}$. Stężenie chlorków wyniosło $44,7 \text{ mg/l}$.

G6 – próbka pobrana z rowu opaskowego znajdującego się za planowaną kwaterą II. Grunt żółto-brązowo-popielaty, z piaskiem, zbrylający się, wilgotny, drobnoziarnisty, bez zapachu. Zawiera 11,0% wody. Wyciąg wodny jest mętny o barwie żółto-popielatej. Odczyn wyciągu wodnego jest lekko zasadowy i jest równy $8,0$. Przewodnictwo elektrolityczne wynosi $287 \mu\text{S/cm}$, ChZT 202 mg/l O_2 , a OWO – $53,8 \text{ mg/l C}$. Stężenie chlorków wyniosło $62,5 \text{ mg/l}$.

G7 – próbka pobrana z okolic odcieku zlokalizowanego na terenie planowanej kwatery II składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych. Grunt o konsystencji czarnej mazi, drobnoziarnisty, wilgotny, o intensywnym zapachu chemicznym. Zawiera 24,5% wody. Wyciąg wodny jest mętny o barwie ciemno-brązowej. Odczyn wyciągu wodnego jest zasadowy i jest równy 8,0. Przewodnictwo elektrolityczne wynosi 777 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ChZT 482 mg/l O_2 , a OWO – 129 mg/l C. Stężenie chlorków wyniosło 68,1 mg/l.

G8 – próbka pobrana z okolic odcieku zlokalizowanego u podnóża składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (kwatery I). Gleba barwy czarno-brązowej, zbrylająca się, drobnoziarnista, wilgotna, o intensywnym zapachu chemicznym. Zawiera 13,5% wody. Wyciąg wodny jest mętny o barwie brązowej. Odczyn wyciągu wodnego jest lekko zasadowy i wynosi 7,8. Przewodnictwo elektrolityczne wynosi 471 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ChZT 295 mg/l O_2 , a OWO – 87,0 mg/l C. Stężenie chlorków wyniosło 41,5 mg/l.

Na **Fot. 4.5** przedstawiono wyciągi wodne badanych próbek gleby, a w **Tabeli 4.2** uzyskane wyniki.



Fot. 4.5. Wyciągi wodne próbek gruntu pobranych ze składowiska gipsów i popiołów oraz składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych.

Tabela 4.2. Wyniki próbek gleby i wyciągu wodnego ze składowiska gipsów i popiołów oraz składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych.

Badany wskaźnik	Jednostka	próbka							
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
Wilgoć	%	15,9	11,4	32,1	17,6	9,79	11,0	24,5	13,5
Cr	mg/kg	1451	23	45	23	10	9	20	1
Co	mg/kg	8	2	8	6	2	2	2	3
Ni	mg/kg	187	9	29	17	6	6	7	19
Cu	mg/kg	197	12	40	15	7	6	22	15
Zn	mg/kg	929	82	232	80	39	68	294	253
As	mg/kg	8,0	2,8	9,8	4,2	1,6	1,7	2,7	5,1
Cd	mg/kg	3,9	1,2	1,7	0,4	0,1	0,3	1,8	0,7
Hg	mg/kg	0,9	0,5	1,2	3,7	0,1	0,2	1,3	0,4
Pb	mg/kg	143	21	80	23	10	12	111	15
Wyciąg wodny									

pH	pH	7,6	7,0	7,6	8,0	7,5	8,0	8,0	7,8
Przew.	μS/cm	2270	143,4	2350	185,7	248	287	777	471
ChZT-Mn	mg/l O ₂	22,8	83,8	43,6	< 15	32	202	482	295
OWO	mg/l C	9,59	40,4	23,2	5,62	22	53,8	129	87
Chlorki	mg/l Cl	2,43	17,1	2,36	1,92	44,7	62,5	68,1	41,5

Najwyższe wartości przewodności elektrolitycznej wykazano w glebie G1 i G3 (**Tabeli 4.2.**) ze składowiska gipsów i popiołów oraz składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych, Z kolei najwyższe wartości ChZT i OWO otrzymano w próbce gleby G7 pobranej z okolic odcieku z kwatery I.

Wykonano metodą ICP-MS oznaczenie całkowitej zawartości metali ciężkich (Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Hg oraz Pb) w próbkach gleby pobranej ze składowiska gipsów i popiołów oraz składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych. Jak można zauważyć w **Tabeli 4.2.**, zawartości metali są znaczące. Największą ilość chromu odnotowano w próbce gleby pobranej z okolic płyt eternitowych na terenie kwatery I (1451 mg/kg gleby). W tej samej próbce wykryto duże ilości niklu (187 mg/kg), miedzi (197 mg/kg), cynku (929 mg/kg), arsenu (8 mg/kg) oraz ołowiu (143 mg/kg). Niepokojąca jest również ilość ołowiu w próbce G7 (111 mg/kg), gdzie obecna jest duża ilość cynku (253 mg/kg).

Na zlecenie Gminy Miasta Zgierz została przeprowadzona analiza stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów usytuowanych na nieruchomościach położonych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54-60, ul. Waleriana Łukasińskiego 15/17 (Obszar 1 i 2) oraz ul. Andrzeja Struga (Obszar 3), stanowiące CZĘŚĆ I wieloczęściowego zadania realizowanego przez Gminę Miasto Zgierz w ramach projektu „Zgierz - nowoczesne miasto po godzinach” współfinansowanego ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2014-2021 w ramach programu „Rozwój Lokalny”.

Na potrzeby oznaczenia zawartości metali ciężkich w roślinach znajdujących się na obszarach niezrekultywowanych składowisk odpadów, firma MGGPAERO wykonała terenową kampanię w celu poboru próbek liści z trzech dominujących na obszarach składowisk gatunków: klonu jesionolistnego (*Acer negundo*), brzozy brodawkowatej (*Betula pendula*) i wierzby iwy (*Salix caprea*) [2]. Dominujące gatunki zostały wybrane na podstawie przeprowadzonej wizji terenowej oraz przeglądu literatury pod kątem podatności wybranych gatunków drzew na wpływ metali ciężkich znajdujących się w glebie. Próbki liści zostały zebrane z górnej części koron drzew przez arborystów z wykorzystaniem specjalistycznego sprzętu. Na **Fot. 4.6.** pokazano zdjęcia opracowane przez firmę MGGPAERO w zakresie stanu zdrowotnego roślinności zielonej i drzew w ramach przeprowadzonych analiz.

Wnioski uzyskane z oględzin na gruncie oraz wyniki analiz zawartości zanieczyszczeń w próbkach wody i gleby (patrz [rozdział 4.1.1.](#)) potwierdziły wyniki analiz wykonanych w 2022 r. przez firmę MGGPAERO w zakresie zawartości metali ciężkich [2]. Najwyższe stężenie rtęci uzyskano w próbce gleby w punkcie, w których analizy wykazały najwyższe stężenie rtęci w liściach wierzby (**Fot. 4.7**). Wyniki badań potwierdziły, że największe obciążenie dla środowiska w wyniku oddziaływania zdeponowanych odpadów na terenie składowiska, zaobserwowano na terenie rozlewiska znajdującego się w północnej granicy kwatery I (**Fot. 4.8** i **Fot. 4.9**). Dalszy opis wyników analiz przedstawiono w [rozdziale 4.1.1.](#)

Analiza archiwalnych ortofotomap udostępnionych w Google Maps z 2015 roku uwidoczniła prawdopodobieństwo deponowania odpadów niezgodnie z **Decyzją Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-o,z,t/68/2007** dniu 13 lipca 2007 r. na prowadzenie działalności w zakresie odzysku, zbierania i transportu odpadów innych niż niebezpieczne, w której określono rodzaje i ilości odpadów przewidzianych do odzysku metodą R14 – inne działania polegające na wykorzystaniu odpadów w całości lub części oraz warunki odzysku na terenie składowiska gipsów i popiołów. Na **Fot. 4.10** wyraźnie widoczna jest ingerencja w złożę gipsów i popiołów w części 1B i 1C.



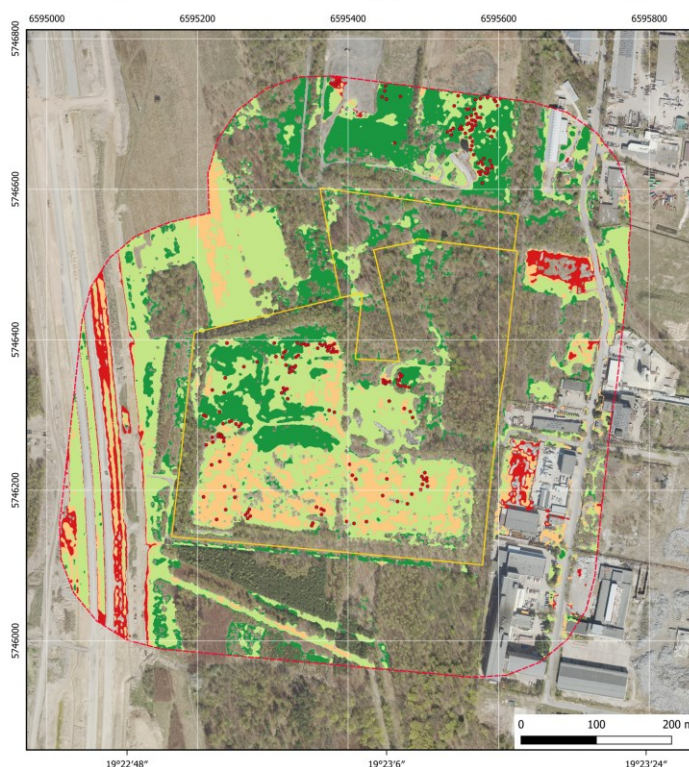
2.2 Mapa kondycji zdrowotnej drzew

obszar 1 i 2

- obszar opracowania
 - bufor 150 m
- Kondycja drzew**
- kondycja dobra
 - kondycja osłabiona lub drzewo w bardzo złym stanie

MGGPAERO

Zamówienie pn: "Określenie obecnego stanu nieuregulowanych składowisk odpadów ustyłowanych na nieruchomościach położonych w Zgierz przy ul. Miroszewskiej 54-60 (Obszar 1), ul. Waleriana Łukasińskiego (Obszar 2) oraz ul. Andrzeja Struga (Obszar 3) stanowiącym CZĘŚĆ I wieloetapowego zadania realizowanego przez Gminę Miasto Zgierz w ramach projektu „Zgierz - nowożytnie miasto po godzinach” finansowanego w ramach z programu Mechanizmu Finansowego EOGi Rozwoju Lokalny.



2.3 Mapa kondycji zdrowotnej roślinności zielonej

obszar 1 i 2

- obszar opracowania
 - bufor 150 m
- zagrożenie wpływem składowisk
- Kondycja roślinności zielonej**
- bardzo dobra
 - dobra
 - pogorszona
 - zła

MGGPAERO

Zamówienie pn: "Określenie obecnego stanu nieuregulowanych składowisk odpadów ustyłowanych na nieruchomościach położonych w Zgierz przy ul. Miroszewskiej 54-60 (Obszar 1), ul. Waleriana Łukasińskiego (Obszar 2) oraz ul. Andrzeja Struga (Obszar 3) stanowiącym CZĘŚĆ I wieloetapowego zadania realizowanego przez Gminę Miasto Zgierz w ramach projektu „Zgierz - nowożytnie miasto po godzinach” finansowanego w ramach z programu Mechanizmu Finansowego EOGi Rozwoju Lokalny.

Fot. 4.6. Mapa kondycji zdrowotnej drzew (zdjęcie górne) i roślinności zielonej (zdjęcie dolne) na terenie składowiska gipsów i popiołów i odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych wykonana przez MGGPAERO w 2022 r. [2].



2.4 Mapa obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów oraz obszaru ich oddziaływania

obszar 1 i 2

- aktualny zasięg składowisk
- obszar opracowania
- bufor 150 m

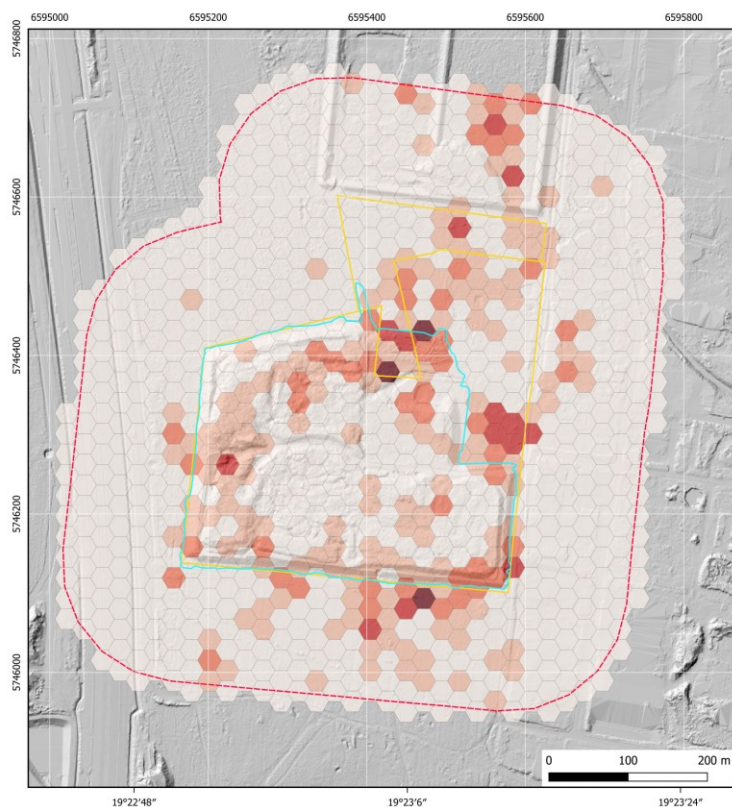
Liczba wierzb o wysokim stężeniu rtęci

- 9 - 14
- 4 - 8
- 1 - 3
- 0

MGGPAERO

Zamówienie pn: "Określenie obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów usytuowanych na nieruchomościach położonych w Zgierzu przy ul. Miruszewskiej 54-60 (Obszar 1), ul. Waleriana Łukasińskiego (Obszar 2) oraz ul. Aniela Struga (Obszar 3) stanowiącym CZESC I wieloetapowego zadania realizowanego przez Gminę Miasto Zgierz w ramach projektu „Zgierz - nowoczesne miasto po godzinach” finansowanego w ramach z programu Mechanizmu Finansowego EOG Rozwój Lokalny.

Fot. 4.7. Mapa stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów oraz obszaru ich oddziaływania pod względem stężenia rtęci w wierzbach wykonana przez MGGPAERO w 2022 r. [2].



2.4 Mapa obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów oraz obszaru ich oddziaływania

obszar 1 i 2

- aktualny zasięg składowisk
- obszar opracowania
- bufor 150 m

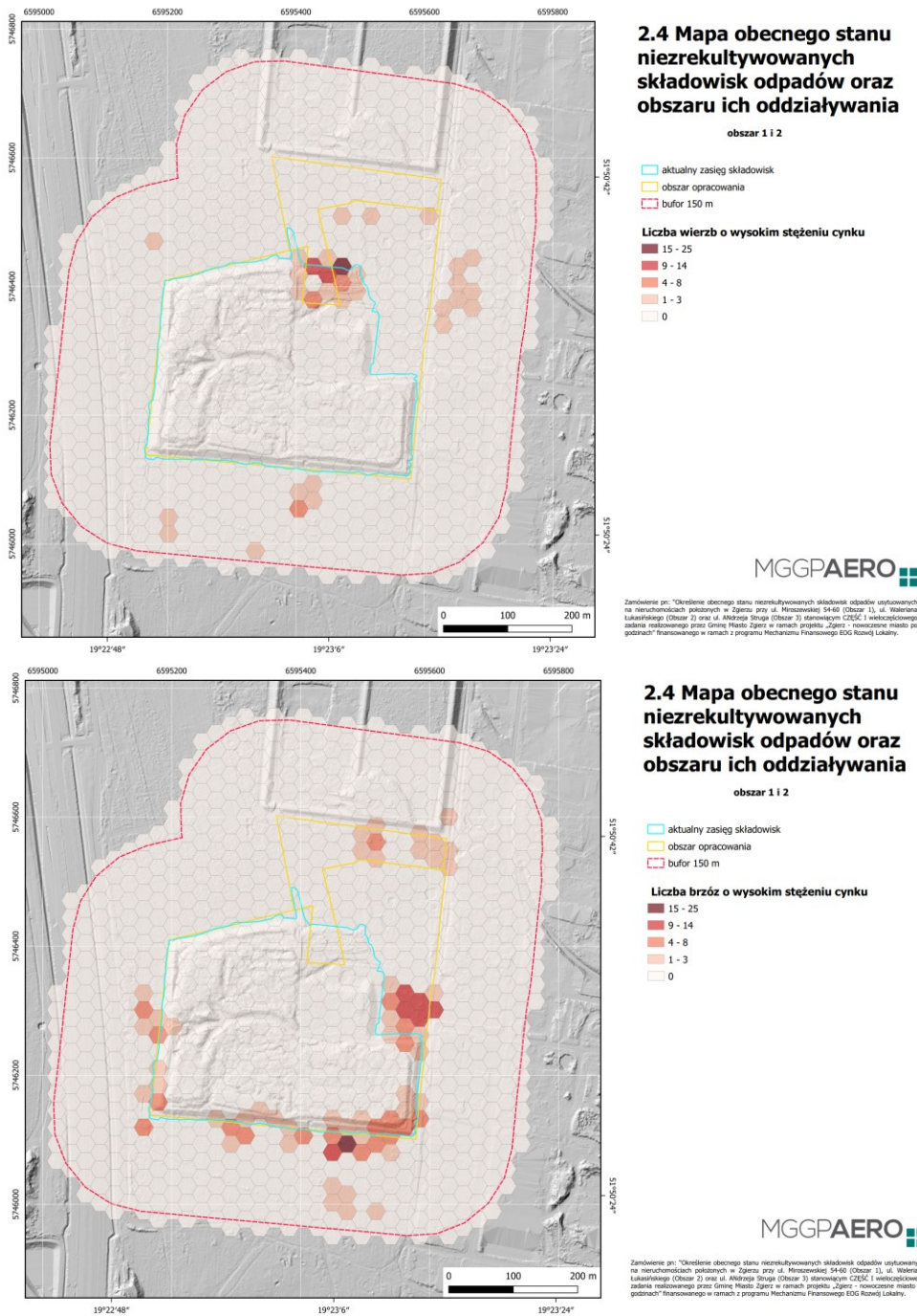
Suma punktów składowych (im większa suma tym większy wpływ i oddziaływanie składowisk na otaczającą roślinność)

- 15 - 25
- 9 - 14
- 4 - 8
- 1 - 3
- 0

MGGPAERO

Zamówienie pn: "Określenie obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów usytuowanych na nieruchomościach położonych w Zgierzu przy ul. Miruszewskiej 54-60 (Obszar 1), ul. Waleriana Łukasińskiego (Obszar 2) oraz ul. Aniela Struga (Obszar 3) stanowiącym CZESC I wieloetapowego zadania realizowanego przez Gminę Miasto Zgierz w ramach projektu „Zgierz - nowoczesne miasto po godzinach” finansowanego w ramach z programu Mechanizmu Finansowego EOG Rozwój Lokalny.

Fot. 4.8. Mapa obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów oraz obszaru ich oddziaływania wykonana na podstawie sumy punktów składowych. Mapa wykonana przez MGGPAERO w 2022 r. [2].



Fot. 4.9. Mapa stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów oraz obszaru ich oddziaływania pod względem stężenia cynku w wierzbach (zdjęcie górne) i brzożach (zdjęcie dolne) wykonana przez MGGPAERO w 2022 r. [2].



Fot. 4.10. Ortofotomapy 3D z 2015 roku uzyskane dzięki maps.google.com pokazujące prawdopodobnie nielegalne działania firmy polegające na ingerencji w hałdy gipsów i popiołów.

4.1.2. Przedstawienie wpływu obecnego stanu składowisk na stan środowiska, w szczególności na powierzchnię ziemi, kopaliny, wody, powietrze, krajobraz, klimat, dobra materialne, zabytki i krajobraz kulturowy, formy ochrony przyrody w tym Natura 2000, pozostałe elementy różnorodności biologicznej oraz zagrożenia dla zdrowia ludzi (ze zidentyfikowaniem przyczyn i ich skutków), przedstawione w formie opisowej i graficznej

Położenie fizycznogeograficzne

Gmina Zgierz jest gminą wiejską, położoną w centrum Polski, w środkowej części województwa łódzkiego, na północ od miasta Łodzi i wchodzi w skład następujących jednostek podziału terytorialnego kraju:

- Powiatu Zgierskiego,
- Województwa Łódzkiego.

Gmina Zgierz zajmuje obszar o powierzchni 199,2 km² (ok. 20.000 ha), a podstawową formą użytkowania terenu jest użytkowanie rolnicze (ok. 58% powierzchni). Wśród użytków rolnych w Gminie, grunty orne stanowią 82%, resztę stanowią łąki i sady. Duży udział w ogólnej powierzchni Gminy mają także użytki leśne, które zajmują powierzchnię 5906 ha (ok. 30% powierzchni) (*Prognoza oddziaływania na środowisko dotycząca projektu Aktualizacji Programu Ochrony Środowiska dla Gminy Zgierz na lata 2013 – 2016 z perspektywą na lata 2017 – 2020*). Pozostałe tereny w strukturze użytkowania gruntów zajmują grunty pod wodami, grunty zabudowane i zurbanizowane oraz tereny inne, takie jak: użytki ekologiczne oraz nieużytki.

Teren byłych ZPB „Boruta” znajduje się w dzielnicy przemysłowej w południowo-zachodniej części miasta Zgierza. W dniu 30 grudnia 2003 roku Rada Miasta Zgierza przyjęła Uchwałę Nr XV/140/03 w sprawie utworzenia na terenie Gminy Miasto Zgierz parku przemysłowego o nazwie "**Park Przemysłowy Boruta Zgierz**". Obowiązuje plan zagospodarowania przestrzennego Uchwała **NR XLIV/583/2022 Rady Miasta Zgierza** z dnia 9 lutego 2022 r. w sprawie uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego miasta Zgierza dla terenów przemysłowych, położonych w rejonie ulicy Konstantynowskiej – Zachód. Obszary składowiska odpadów niebezpiecznych oraz gipsów i popiołów zostały zakwalifikowane jako tereny infrastruktury technicznej – gospodarowanie odpadami na terenach rekultywacji (10,



20), dla których obowiązuje przeprowadzenie rekultywacji w kierunku zgodnym z wydanymi decyzjami w sprawie rekultywacji.

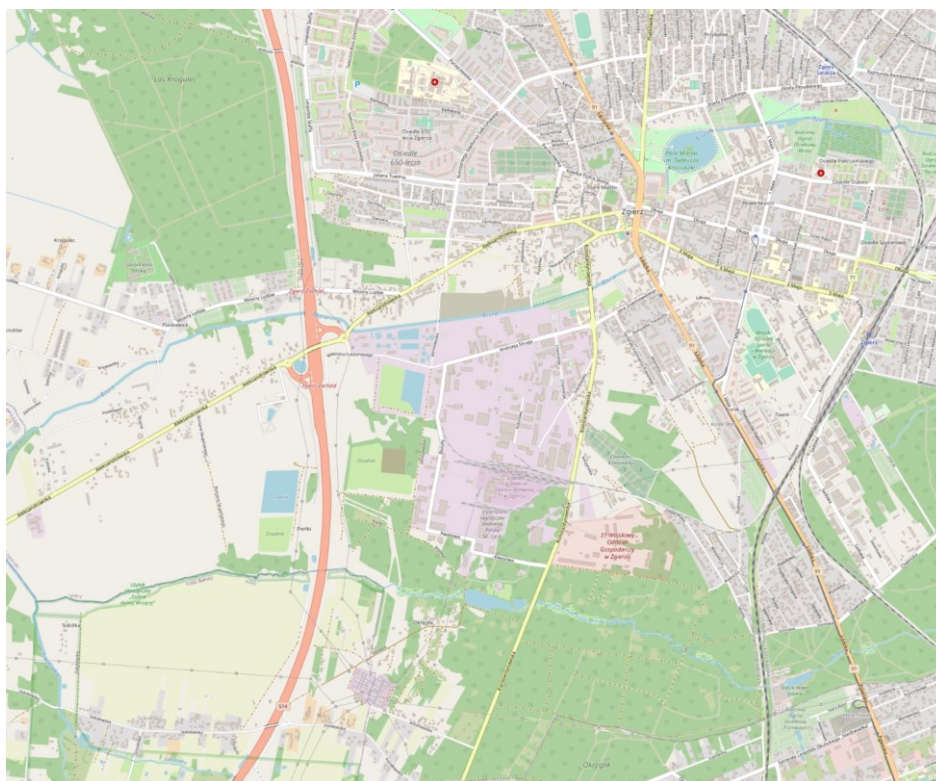
Rzeźba terenu i warunki geologiczne

Gmina Zgierz leży na pograniczu trzech makroregionów:

- północna część terenu należy do Równiny Łowicko-Błońskiej i została ukształtowana jako teren płaski, lekko pochylony ku północy i poprzecinany dolinami dopływów Bzury; wysokości bezwzględne: 115 - 140 m n.p.m.
- środkowy i południowy obszar Gminy Zgierz należy do Wysoczyzny Łaskiej, równina morenowa ograniczona od wschodu Wzniesieniami Łódzkimi; wysokości bezwzględne: najczęściej 150 - 170 m. n.p.m.
- południowo-wschodni należy do Wzniesień Łódzkich w makroregionie Wzniesień Południowomazowieckich; Wzniesienia Łódzkie zbudowane z naprzemianległych, zaburzonych glacitektonicznie glin zwałowych i piasków.

Na obszarze Gminy Zgierz przeważają gleby klasy IV i V i dominują gleby bielicowe, pseudobielicowe oraz gleby skrytobielicowe, mniejszy udział mają gleby brunatne, kwaśne, czarne i szare ziemie związane z rzekami (Czerniawką, Moszczenicą).

Zgierz leży w zasięgu zlodowacenia Warty w jego **strefie brzeżnej** w obrębie lobu Północno Wschodniego (**Rysunek 4.19**).

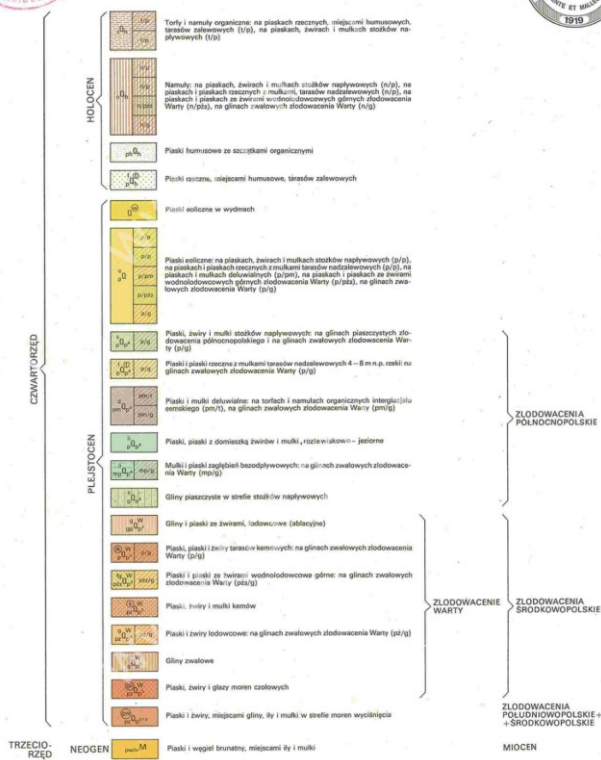
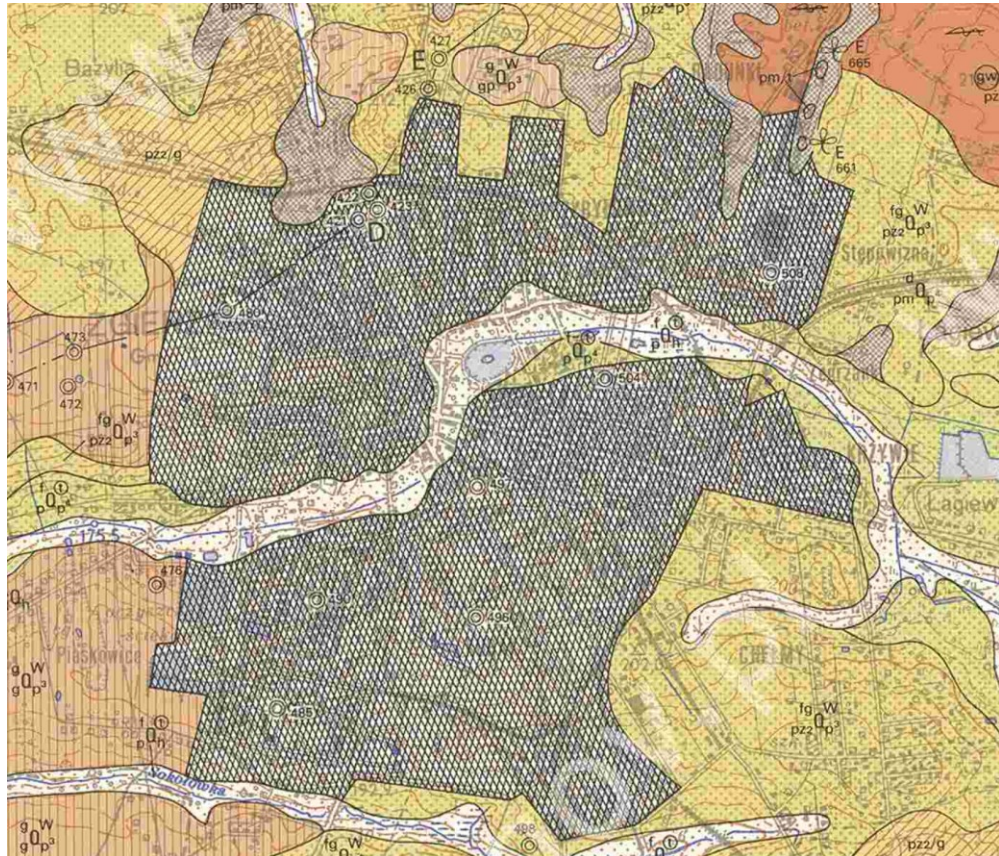


Rysunek 4.19. Mapa Zgierza.

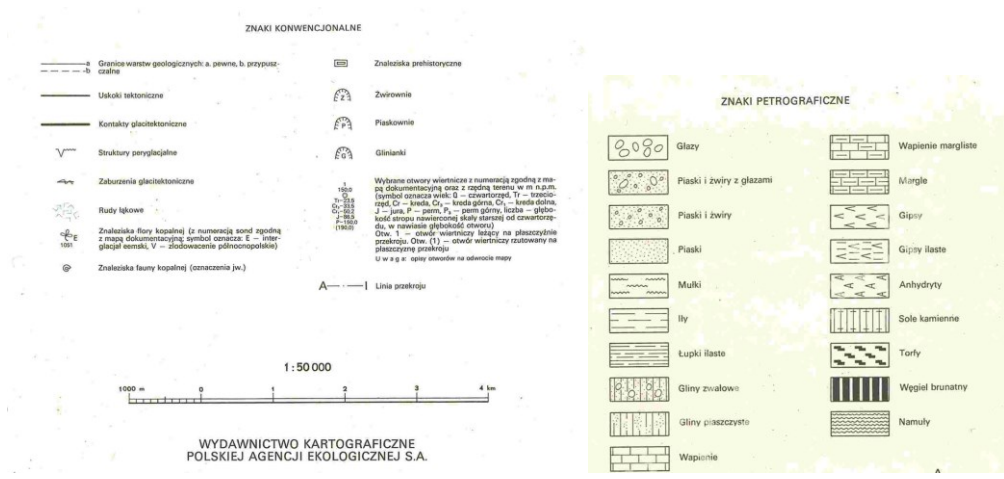
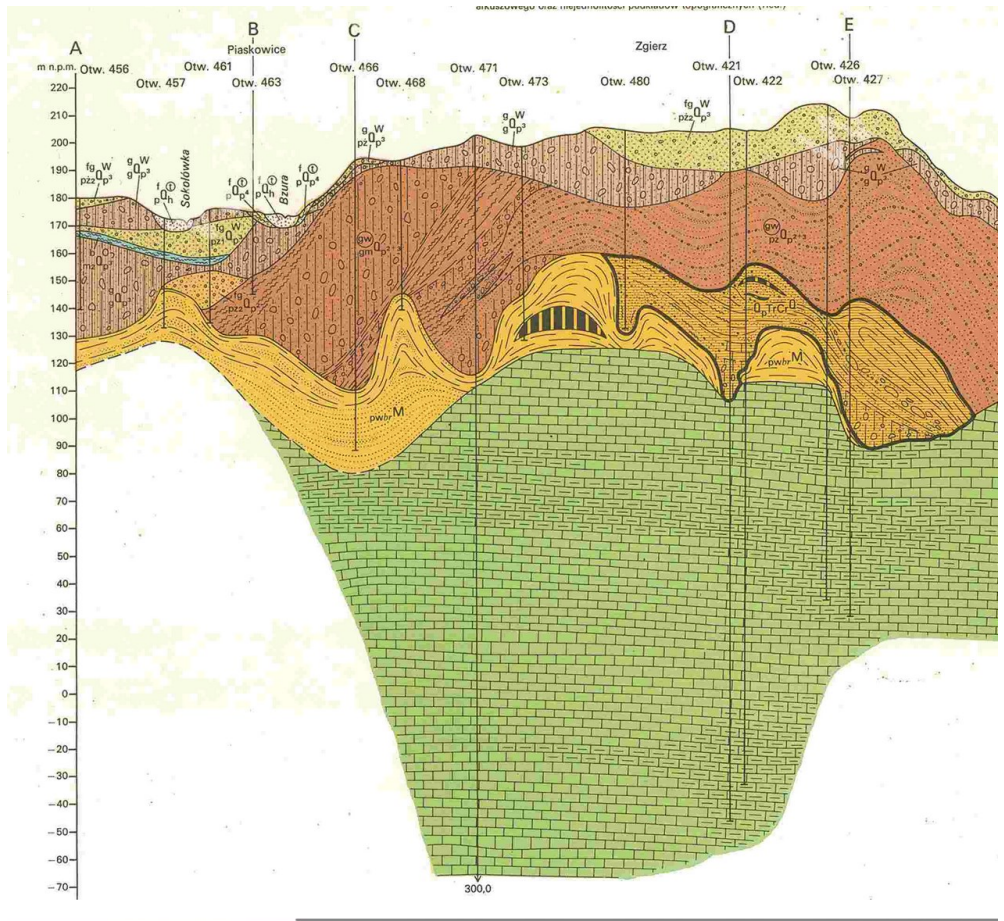
Obszar został ukształtowany przez procesy glacialne i przemodelowany w warunkach interglacjalnych, peryglacjalnych i holocenijskich. Okolice Zgierza obejmują część strefy krawędziowej Wyżyny Łódzkiej, która obniża się czterema stopniami na północ w kierunku pradoliny warszawsko berlińskiej [3]. Pod względem geomorfologicznym jest to wysoczyzna plejstocenijska, stanowiąca obszar akumulacji moreny dennej zlodowacenia Warty oraz obszar akumulacji fluwioglacialnej. Rzędne terenu wynoszą od 182 m do około 193 m n.p.m. Powierzchnia terenu nachylona jest w kierunku doliny Bzury o spadku terenu do 3% [4].

Analizowany teren znajduje się w obrębie kredowej niecki Łódzkiej, będącej podłożem dla utworów kenozoiku. Osady niecki – wapienie, margle, wapienie margliste - zalegają na głębokości ok. 96 -106 m p.p.t. na rzędnej ok. 80-93 m n.p.m [4]. Utwory kredowe przykryte są nieciągłą pokrywą utworów paleogeńsko-neogeńskich, na których zalegają utwory czwartorzędowe: piaski, ropy lub gliny [4]. Utwory górno kredowe w okolicach Zgierza mają dużą miąższość (534,9 m) [3]. Budowę geologiczną rejonu Zgierza przedstawiono na **Rysunku 4.20 i Rysunku 4.21**).

Teren przykryty zwartym płaszczem osadów czwartorzędowych. Miąższość tego płaszczka jest jednak bardzo zróżnicowana od niewielu decymetrów w Dąbrówce i Strumianach do około 140-150 m w Zgierz i najbliższych okolicach miasta poprzez kilkunastometrowe grubości w północno zachodniej części terenu koło Wróblewa i Ozorkowa [3].



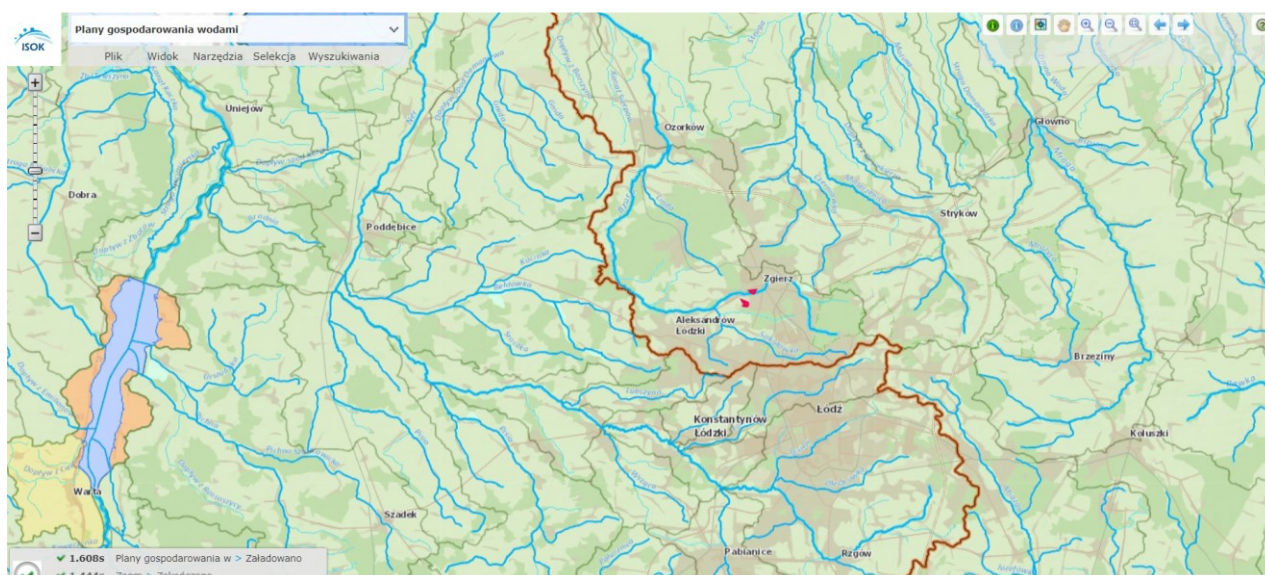
Rysunek 4.20. Budowa geologiczna rejonu Zgierza.



Rysunek 4.21. Budowa geologiczna rejonu Zgierz.

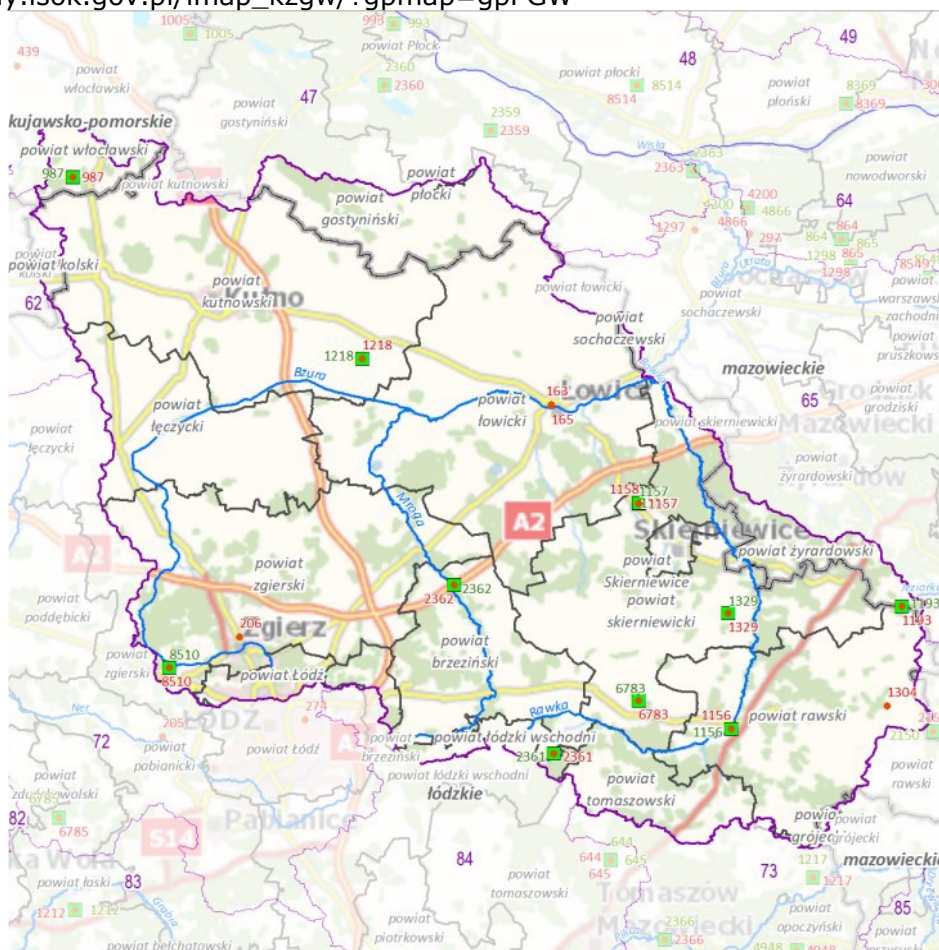
Wody

Analizowany teren położony jest w zlewni górnej Bzury, która na analizowanym obszarze płynie ze Wschodu na Zachód (**Rysunek 4.22**). Przepływał w odległości 600-650 m w kierunku północnym od miejsca, na których ulokowane są obok siebie składowisko odpadów niebezpiecznych oraz osadniki gipsów i popiołów. Teren znajduje się w obrębie jednolitej części wód powierzchniowych PLRW200010272137 Bzura od źródła do Starówki. Bzura w analizowanym rejonie zgodnie z podziałem na typy wód powierzchniowych należy do typu potok nizinny piaszczysty (PNp). Na Rysunku 4.23 przedstawiono położenie wielkoobszarowych terenów zdegradowanych względem zlewni jednolitych części wód podziemnych.



Powiązanie JCWP z JCWPd (w rozumieniu ekosystemu zależnego od wód podziemnych)		
Kody powiązanych JCWPd	PLGW200063	
Ocena stanu JCWP		
Czy JCWP jest monitorowana?	M	
Kod i nazwa podobnej monitorowanej JCWP		
Ocena stanu za lata 2010 - 2012	Stan/potencjał ekologiczny	SŁABY
	Wskaźniki determinujące stan	BZT5, Fitobentos (wskaźnik okrzemkowy IO), Makrobezkręgowce bentosowe (indeks MMI)
	Stan chemiczny	PSD
	Wskaźniki determinujące stan	Benzo(g,h,i)perylen, Indeno(1,2,3-cd)piren
	Stan (ogólny)	ZŁY
Presje antropogeniczne na stan wód		
Rodzaj użytkowania części wód	rolno-leśna	
Presje/oddziaływania i zagrożenia antropogeniczne	nierozpoznana presja, presja komunalna	
Ocena ryzyka nieosiągnięcia celu środowiskowego	zagrożona	

Rysunek 4.22. Mapa wskazująca położenie wielkoobszarowych terenów zdegradowanych względem zlewni jednolitych części wód powierzchniowych.
https://wody.isok.gov.pl/imap_kzgw/?gpmmap=gpPGW



**Jednolita część wód podziemnych (jcwpd)
 z lokalizacją punktów sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych**



Rysunek 4.23. Mapa wskazująca położenie wielkoobszarowych terenów zdegradowanych względem zlewni jednolitych części wód podziemnych.

Powiązanie JCWP z JCWPd (w rozumieniu ekosystemu zależnego od wód podziemnych)	
Kody powiązanych JCWPd	PLGW200063
Ocena stanu JCWP	
Czy JCWP jest monitorowana?	M
Kod i nazwa podobnej monitorowanej JCWP	
Ocena stanu za lata 2010 - 2012	Stan/potencjał ekologiczny
	SŁABY
	Wskaźniki determinujące stan
	BZT5, Fitobentos (wskaźnik okrzemkowy IO), Makrobezkręgowce bentosowe (indeks MMI)
	Stan chemiczny
	PSD
	Wskaźniki determinujące stan
	Benzo(g,h,i)perylene, Indeno(1,2,3-cd)piren
	Stan (ogólny)
	ZŁY
Presje antropogeniczne na stan wód	
Rodzaj użytkowania części wód	rolno-leśna
Presje/oddziaływania i zagrożenia antropogeniczne	nierozpoznana presja, presja komunalna
Ocena ryzyka nieosiągnięcia celu środowiskowego	zagrożona

Stan jednolitej części wód ocenia się poprzez porównanie wyników klasyfikacji stanu/potencjału ekologicznego i stanu chemicznego. Jednolita część wód może być oceniona jako będąca w „dobrym stanie”, jeśli jednocześnie jej stan/potencjał ekologiczny jest sklasyfikowany przynajmniej jako dobry, a stan chemiczny sklasyfikowany jest jako „dobry”. Zgodnie z Art. 53 ust. 4 Ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (Dz.U.2023.1478 t.j.) minister właściwy do spraw gospodarki wodnej w porozumieniu z ministrem właściwym do spraw klimatu oraz ministrem właściwym do spraw środowiska określa, w drodze rozporządzenia:

- elementy jakości dla klasyfikacji:
 - stanu ekologicznego jednolitych części wód powierzchniowych w ciekach naturalnych, jeziorach i innych naturalnych zbiornikach wodnych, wodach przejściowych oraz wodach przybrzeżnych;
 - potencjału ekologicznego sztucznych jednolitych części wód powierzchniowych i silnie zmienionych jednolitych części wód powierzchniowych;
- definicje klasyfikacji:
 - stanu ekologicznego jednolitych części wód powierzchniowych w ciekach naturalnych, jeziorach i innych naturalnych zbiornikach wodnych, wodach przejściowych oraz wodach przybrzeżnych,
 - potencjału ekologicznego sztucznych jednolitych części wód powierzchniowych i silnie zmienionych jednolitych części wód powierzchniowych,
 - stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych;
 - typy wód powierzchniowych, z podziałem na kategorie tych wód.

Od 1 stycznia 2022 r. obowiązuje Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 25 czerwca 2021 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego oraz sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, a także środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych.

Informacje o stanie ekologicznym dla tej części wód przedstawia **Tabela 4.3.** Aktualny stan rzeki jest uznany za zły.

Tabela 4.3. Aktualny stan rzeki Bzury (Karolew).

PL01S0901_3211	Bzura - Karolew	RWMS w Łodzi	RW	PLRW200010272137
Fluoranten 4.1.15.				
Woda				
stężenie średnie [µg/l]	stężenie maksymalne [µg/l]	PoM	klasa	rok
0,02208	0,04095	0,105381	>1	2022
Benzo(a)piren 4.1.28.a.				
Woda				
stężenie średnie [µg/l]	stężenie maksymalne [µg/l]	PoM	klasa	rok
0,011015	0,026228	0,073373	>1	2022
Benzo(b)fluoranten				
4.1.28.b.				
stężenie maksymalne [µg/l]	PoM	klasa	rok	
0,0176	0,794782	>1	2022	
Benzo(k)fluoranten				
4.1.28.c.				
stężenie maksymalne [µg/l]	PoM	klasa	rok	
0,0125	0,036071	1	2022	
Benzo(g,h,i)perylene				
4.1.28.d.				
stężenie maksymalne [µg/l]	PoM	klasa	rok	
0,0210	0,316487	>1	2022	

Cele środowiskowe zawarte w „Planie gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły” są zgodne z art. 4 Dyrektywy 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego

i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej, tzw. Ramowa Dyrektywa Wodna. W/w dyrektywa w art. 4 przewiduje dla wód podziemnych następujące główne cele środowiskowe:

- zapobieganie dopływowi lub ograniczenia dopływu zanieczyszczeń do wód podziemnych,
- zapobieganie pogarszaniu się stanu wszystkich części wód podziemnych (z zastrzeżeniami wymienionymi w RDW),
- zapewnienie równowagi pomiędzy poborem a zasilaniem wód podziemnych,
- wdrożenie działań niezbędnych dla odwrócenia znaczącego i utrzymującego się rosnącego trendu stężenia każdego zanieczyszczenia powstałego w skutek działalności człowieka.



Odziaływanie Składowisk przy ul. Miroszewskiej

DUŻE

Rozszczelnienie membrany na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych, może powodować emisję niebezpiecznych substancji do wód podziemnych. Stwarza to zagrożenie dla życia ludzi. Związki chemiczne organiczne i nieorganiczne oraz metale ciężkie mogą przedostawać się do wód powierzchniowych i podziemnych. W wyniku procesów chemicznych może nastąpić rozkład substancji do toksycznych produktów i półproduktów rozkładu.

Warunki klimatyczne – ochrona powietrza

Gmina Zgierz znajduje się w regionie Środkowopolskim, leży w strefie ścierania się wpływów atlantyckich i kontynentalnych, klimat umiarkowany. Opady atmosferyczne są niskie: 550 – 600 mm. Okres wegetacji roślin uzależniony jest od przebiegu pogody i trwa ok. 250 – 280 dni, występują okresowe zakłócenia w przebiegu wegetacji, które spowodowane są niedoborem opadów.



Odziaływanie Składowisk przy ul. Miroszewskiej

ŚREDNIE

Samozapłony mogą przyczyniać się do emisji niebezpiecznych substancji do środowiska. W trakcie oględzin był odczuwalny zapach chemikaliów w powietrzu. Nieprzyjemny zapach był odczuwalny tylko na terenie składowiska.

Obszary wodno-błotne oraz inne obszary o płytkim zaleganiu wód podziemnych

W pobliżu opisanego terenu nie ma obszarów wodno-błotnych.

Obszary przylegające do jezior

W zasięgu oddziaływania składowisk nie znajdują się obszary przylegające do jezior.

Obszary wybrzeży

W zasięgu oddziaływania składowisk, w odległości do 2,5 km nie występują obszary wybrzeży.

Obszary górskie lub leśne

W zasięgu oddziaływania składowisk nie występują obszary górskie. Zgodnie z art. 3 Ustawy z dnia 28 września 1991 r. o lasach (Dz.U.2023.1356 t.j.), lasem w rozumieniu ustawy jest grunt:

1. zwartej powierzchni co najmniej 0,10 ha, pokryty roślinnością leśną (uprawami leśnymi) – drzewami i krzewami oraz runem leśnym – lub przejściowo jej pozbawiony:
 - a) przeznaczony do produkcji leśnej lub
 - b) stanowiący rezerwat przyrody lub wchodzący w skład parku narodowego albo
 - c) wpisany do rejestru zabytków;
2. związany z gospodarką leśną, zajęty pod wykorzystywane dla potrzeb gospodarki leśnej: budynki i budowle, urządzenia melioracji wodnych, linie podziału przestrzennego lasu, drogi leśne, tereny pod liniami energetycznymi, szkółki leśne, miejsca składowania drewna, a także wykorzystywany na parkingi leśne i urządzenia turystyczne.

Obszary objęte ochroną, w tym strefy ochronne ujęć wód i obszary ochronne zbiorników wód śródlądowych

Zgierz zaopatrywany jest w wodę ze stacji wodociągowej zlokalizowanej przy ul. Ciosnowskiej. Źródłem wody są ujęcia wód głębinowych:

- ujęcie „Ciosnowska”, gdzie eksploatowane są 3 studnie ujmujące wodę z warstwy górnokredowej i 3 studnie ujmujące wodę z warstwy czwartorzędowej,
- ujęcie „Morenowa”, gdzie woda wydobywana jest z 2 studni ujmujących wodę z warstwy górnokredowej.

Zasoby eksploatacyjne wg pozwolenia wodno-prawnego wynoszą dla ujęcia:

- „Ciosnowska” – 150 m³/h z warstwy czwartorzędowej oraz 300 m³/h z warstwy górnokredowej,
- „Morenowa” – 330 m³/h z warstwy górnokredowej.

Zapotrzebowanie miasta na wodę wynosi od 8 000 m³/d do 14 000 m³/d i jest w całości pokrywane przez ilość wody wydobywanej z wyżej wymienionych ujęć.



Odziaływanie Składowisk przy ul. Miroszewskiej

NISKE

Ujęcia zlokalizowane są 4 km od składowisk

Obszary wymagające specjalnej ochrony ze względu na występowanie gatunków roślin i zwierząt lub ich siedlisk lub siedlisk przyrodniczych objętych ochroną, w tym obszary Natura 2000 oraz pozostałe formy ochrony przyrody

W trakcie wizji w terenie dokonanych na działkach o następujących numerach ewidencyjnych: 149, 273/1, 273/4, 273/5, 273/6, 273/7, 273/8, 273/9, 273/10, 273/13, 273/14, 273/15, 273/16, 273/17, 273/18, 273/19, 273/20, 273/21, 273/22, 273/23, 273/24, 273/25, 273/26, 273/28, 273/30, 273/33 nie stwierdzono występowania szczególnie cennych, pojedynczych lub grupowych elementów przyrodniczych podlegających ochronie (np. drzew pomnikowych, głązów narzutowych, stanowisk roślin rzadkich i chronionych). Nie stwierdzono także występowania gniazd ptaków drapieżnych, które są objęte ochroną indywidualną. Zaobserwowano ślady życia w ekosystemie większych zwierząt leśnych (dziki, sarny, jelenie).

Wszystkie trzy składowiska są zlokalizowane poza obszarem Natura 2000. Położenie obszarowych i indywidualnych form ochrony przyrody, utworzonych na podstawie Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U.2023.1336 t.j.), względem terenu lokalizacji składowisk odpadów przy ul. Miroszewskiej, zestawiono w **Tabeli 4.4.**

Tabela 4.4. Formy ochrony przyrody w odległości do 15 km od granic składowiska odpadów niebezpiecznych gipsów i popiołów.

Farma ochrony przyrody			
Nazwa	Opis	Rodzaj ochrony	Przybliżone odległość i kierunek
Parki Narodowe			
Brak			
Rezerваты Przyrody			
Rezerwat przyrody Ciosny	Chroni naturalne skupisko okazałych jałowców pospolitych rosnących na wydmach śródlądowych		7,81 km w kierunku N
Grądy nad Moszczenicą	Chroni różnorodność zbiorowisk leśnych z przewagą grądów i bogatą florą wczesnowiosenną rozwijającą się w harmonii z		11,57 km w kierunku NE

	warunkami geomorfologii ocznymi		
Torfowisko Rąbień	Celem ochrony rezerwatu jest zachowanie torfowiska wysokiego ze zróżnicowaną roślinnością		6,42 km w kierunku SW
Las Łagiewnicki	<p>Przedmiotem ochrony jest kompleks naturalnych fitocenoz leśnych, charakteryzujących się bogactwem florystycznym. Na terenie rezerwatu stwierdzono dotychczas 280 gatunków roślin naczyniowych, w tym 9 gatunków podlegających ochronie ścisłej (naparstnica zwyczajna, pełnik europejski, wawrzynek wilczełyko, bluszcz pospolity i 5 gatunków storczyków) oraz 7 gatunków chronionych częściowo (m.in. marzanka wonna, kopytnik pospolity, konwalia majowa). Rezerwat jest także cenną ostoją faunistyczną – szczególnie bogata jest fauna owadów i ptaków. Na terenie rezerwatu wyodrębniono 5 zbiorowisk leśnych:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grąd wysoki • Grąd niski – drzewostan dębowo-brzozowo-grabowy z domieszką olchy. • Grąd typowy – głównie brzoza, dąb, grab i jodła pospolita. • Zbiorowiska przypominające strukturą subatlantycką dąbrowę acidofilną, z dobrze rozwijającym się dębem szypułkowym. • Dąbrowa świetlista z przewagą dębu bezszypułkowego 		5,98 km w kierunku NE
Struga Dobieszkowska	Celem ochrony jest zachowanie naturalnego krajobrazu leśnego strumienia Młynówki, z licznymi formami morfologicznymi, m.in. jarami, misami źródłiskowymi oraz lasami, głównie łęgowymi i grądowymi.		13,63 km w kierunku S

Polesisko Konstantynowskie	Przedmiotem ochrony jest fragment lasu o cechach naturalnych, obejmujący resztki bagiennego lasu olszowego, płaty zajmującego największą powierzchnię grądu oraz smugi łągu jesionowo-olszowego		9,27 km w kierunku N
Parki krajobrazowe			
Wzniesień Łódzkich	Strefa ochronna: 3083 ha Obszary chronione: 3 rezerваты przyrody		5,61 km w kierunku NE
Natura 2000			
Grądy nad Lindą PLH 100022	Chroni meandrującą rzekę Linda z dopływem, kompleksem źródeł oraz grądy i łągi jesionowo - olszowe	SOO	4,25 km w kierunku NW
Dąbrowa Grotnicka PLH10000	Chroni zespół dąbrowy świetlistej oraz wiele stanowisk roślin ciepłolubnych	SOO	8,96 km w kierunku NW



Oddziaływanie Składowisk przy ul. Miroszewskiej

ŚREDNIE Parki krajobrazowe mogą być pośrednio narażone na zanieczyszczenia gruntów i wód podziemnych. W szczególności jeśli chodzi o związki mobilne, trwałe i toksyczne.

Obszary, na których standardy jakości środowiska zostały przekroczone

Zgodnie z art. 3 pkt 34 Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2013 poz. 1232) przez standard jakości środowiska rozumie się poziomy dopuszczalne substancji lub energii oraz pułap stężenia ekspozycji, które muszą być osiągnięte w określonym czasie przez środowisko jako całość lub jego poszczególne elementy przyrodnicze. Standardy jakości środowiska mogą być zróżnicowane w zależności od obszarów. W zasięgu oddziaływania składowisk nie występują obszary, na których zostały przekroczone standardy jakości środowiska.

Uzdrowiska i obszary ochrony uzdrowiskowej

W zasięgu oddziaływania przedsięwzięcia nie występują uzdrowiska i obszary ochrony uzdrowiskowej.

Klimat

Gmina Zgierz znajduje się w regionie Środkowopolskim, leży w strefie ścierania się wpływów atlantyckich i kontynentalnych, klimat umiarkowany. Opady atmosferyczne są niskie: 550 – 600 mm. Okres wegetacji roślin uzależniony jest od przebiegu pogody

i trwa ok. 250 – 280 dni, występują okresowe zakłócenia w przebiegu wegetacji, które spowodowane są niedoborem opadów.

Szata roślinna i świat zwierzęcy

Szata roślinna Gminy Zgierz posiada cechy charakterystyczne dla terenów rolniczych.

Z elementów roślinności dominują agrocenozy pól uprawnych (typ biocenozy wytworzony na terenach użytkowanych rolniczo, np. pola, łąki, sady) oraz murawy z roślinnością zielną (na powierzchniach nieużytkowanych rolniczo). Obszary, na terenie Gminy Zgierz, które mające znaczenie dla poprawnego funkcjonowania środowiska, zostały objęte formami ochrony. Obok lasów państwowych znajdują się tu lasy prywatne i występują kontynentalne bory mieszane, w dolinach cieków (siedliska wodno-gruntowe) niżowe łągi olszowe i jesionowo – olszowe, okresowo lekko zabagnione. W Gminie Zgierz znajduje się również krajobraz łąkowy (wielogatunkowy, wielowarstwowy, żyzny las). Wśród gatunków drzew należy wymienić:

- lipy (*Tilia*);
- dęby (*Quercus L.*);
- buki (*Fagus L.*);
- olchy (*Alnus Mill.*).

Na stanowiskach żwirowo-piaskowych:

- dęby (*Quercus L.*);
- lipy (*Tilia*);
- sosny (*Pinus L.*);
- brzozy (*Betula L.*).

Elementem krajobrazu Gminy Zgierz są zadrzewienia śródpolne, o znaczącej roli dla różnorodności biologicznej (zwiększają bogactwo gatunkowe, korzystnie wpływają na mikroklimat przestrzeni, ograniczają erozję wietrzną, mają właściwości wodochronne). Na terenach użytków rolnych rzadko spotyka się większe skupienia zadrzewień a wzdłuż większości dróg występują nieciągłe szpalery drzew.

Gatunki zwierząt

Na obszarze Gminy Zgierz wśród bezkręgowców stwierdzono występowanie:

- chrabąszcza majowego (*Melolontha melolontha*);
- komara brzęczącego/pospolitego (*Culex pipiens*);
- szerszenia (*Vespa crabro*);
- ogończyka akacjowego (*Satyrium acaciae*);
- bielinka kapustnika (*Pieris brassicae*).

Wśród ślimaków i małż żyją na tym terenie:

- szczeżuja pospolita (*Anodonta anatina*);
- zatoczek pospolity (*Planorbis planorbis*);
- krążalek obły (*Discus ruderatus*);

- winniczek (*Helix pomatia*);
- błotniarka stawowa (*Lymnaea stagnalis*).

Ichtyofaunę rzek stanowią następujące gatunki:

- minód (*Petromyzontida*);
- ciernik (*Gasterosteus aculeatus*);
- kiełb (*Gobio gobio*);
- śliz pospolity (*Barbatula barbatula*);
- płoć (*Rutilus rutilus*);
- piskorz (*Misgurnus fossilis*);
- lin (*Tinca tinca*);
- okoń pospolity (*Perca fluviatilis*).

Przedstawicielami płazów i gadów są takie gatunki jak:

- traszka zwyczajna (*Lissotriton vulgaris*);
- traszka grzebieniasta (*Triturus cristatus*);
- ropucha szara, ropucha zwyczajna (*Bufo bufo*);
- rzekotka (*Hylidae*);
- żmija zygzakowata (*Vipera berus*);
- zaskroniec zwyczajny (*Natrix natrix*);
- jaszczurka zwinka (*Lacerta agilis*).
- żaba ropucha (*Anura*)

Rodzina ssaków reprezentowana jest najczęściej przez:

- kuna leśna (*Martes martes*);
- jeż wschodni (*Erinaceus roumanicus*);
- jeż zachodni, jeż europejski (*Erinaceus europaeus*);
- mopek (*Barbastella*);
- nornik północny (*Alexandromys oeconomicus*);
- gronostaj (*Mustela erminea*);
- lis (*Vulpes*);
- tchórz zwyczajny (*Mustela putorius*);
- dzik euroazjatycki, dzik (*Sus scrofa*);
- borsuk (*Meles*).

Ptaki reprezentują następujące gatunki:

- słowik szary (*Luscinia luscinia*);
- dzierzba rudogłowa (*Lanius senator*);
- słowik rdzawy (*Luscinia megarhynchos*);
- skowronek polny (*Alauda arvensis*);
- przepiórka (*Coturnix coturnix*);
- szpak (*Sturnus vulgaris*);
- wrona siwa (*Corvus corone*);
- dudek zwyczajny (*Upupa epops*);
- sikora (modra, bogatka)
- bocian biały (*Ciconia ciconia*);

- czajka pospolita (*Vanellus vanellus*);
- kuropatwa (*Perdix perdix*).

Zabytki/dobra materialne

W zasięgu oddziaływania przedsięwzięcia nie występują uzdrowiska i obszary ochrony uzdrowiskowej. Na terenie inwestycji nie występują żadne zabytki. Na terenie miasta Zgierz w jego centralnej części występuje szereg pojedynczych zabytkowych drewnianych domów pod ochroną konserwatorską oraz część muzealna tzw. Miasto Tkaczy.

4.1.3. Wskazanie, analizę i ocenę zagrożeń dla środowiska, z uwzględnieniem najnowszych technologii szybkiego reagowania na niekontrolowane emisje zanieczyszczeń na podstawie dostępnej literatury naukowej i bazy patentów

Analiza i zagrożenia dla środowiska

Odpady niebezpieczne zdeponowane w kwaterze I na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej mają morfologię częściowo zbliżoną do miejsca gromadzenia historycznych odpadów („Składowisko Za Bzurą”). Odpady pochodzące z procesów produkcji barwników, w tym zużyte katalizatory (metale ciężkie) zostały omówione w [Rozdziale 4.2.3.](#)

Oprócz typowych odpadów pochodzących z ZPB „Boruta” usytuowanych w komorze kwatery I mogły być zdeponowane inne odpady, które mogą być szczególnie niebezpieczne dla środowiska. Należy podkreślić, że substancje łatwo rozpuszczalne, mobilne i trwałe mogą mieć największy wpływ na skażenie obszarów towarzyszących miejscu składowania.

Wykorzystanie narzędzi cyfrowych do monitorowania składowiska odpadów

Rozwój technologii cyfrowych i komunikacyjnych (ICT), rozwój Internetu rzeczy (IoT), zwiększone wykorzystanie sztucznej inteligencji (AI) i technik uczenia maszynowego (ML) do analizy danych mogą stanowić narzędzia wspierające zdalne monitorowanie składowiska odpadów. W tym celu zastosować można zarówno technologię blockchain, algorytmy analizujące niezbędne dane zebrane w terenie jak i sztuczną inteligencję. Monitoring zdalny umożliwi monitorowanie dobowych zmian różnych parametrów fizykochemicznych, a także wykrywanie zdarzeń wynikających z epizodycznych wycieków źródeł zanieczyszczeń. Dzięki automatycznemu przesyłaniu danych pomiarowych do centralnej bazy danych, niezbędna liczba wizyt w punktach pomiarowych maleje. Dlatego niezawodne stacje monitorujące, które dostarczają ciągłych danych w czasie rzeczywistym, są niezbędnym elementem kontroli

składowiska – zarówno do dynamicznej kontroli składowiska, jak i do ciągłego monitorowania.

Stacje monitorujące mogą obejmować zestawy dedykowanych sond, określonej elektroniki i systemów komunikacyjnych, które automatycznie przesyłają dane o określonych wcześniej odpowiednich parametrach do systemu nadzorującego w celu wyświetlania, archiwizacji i analizy on-line. Dla każdego monitorowanego parametru ustalane są określone progi alarmowe, które powodują interwencję wskazanych jednostek gminy.

Ważnym aspektem jest również skuteczne i niezawodne czyszczenie powierzchni optycznych, np. poprzez czyszczenie sprężonym powietrzem lub czyszczenie mechaniczne, zapewniające dokładny, pozbawiony odchyłań i stabilny pomiar różnych parametrów fizykochemicznych do zastosowań kontrolnych.

Pomiar parametrów wody z wykorzystaniem czujników zamieszczono w **Tabeli 4.5**.

Tabela 4.5. Pomiar parametrów wody z wykorzystaniem czujników.

Parametry fizyczne (tj. temperatura, przewodnictwo,...)	Parametry chemiczne (tj. pH, redoks, jony,...)	Czujniki biologiczne (BZT, toksyczność, mikrobiologiczne wskaźniki jakościowe,...)
<p>Konwersja mierzonych parametrów na sygnał cyfrowy nie jest złożona Urządzeniem pomiarowym jest praktycznie czujnik • Urządzenia pomiarowe są stabilne w czasie, nie ulegają nadmiernemu zużyciu i wymagają niewielkiej kalibracji</p>	<p>Należy dokonać konwersji parametrów chemicznych na fizyczne Urządzenie pomiarowe może być złożone, ponieważ czujnik działa jedynie w określonych warunkach, stąd zazwyczaj wymaga zastosowania odczynników chemicznych • Ponieważ proces konwersji parametrów chemicznych w fizyczne zazwyczaj powoduje zużycie odczynników, urządzenia pomiarowe nie są stabilne w czasie i zwykle wymagają kalibracji</p>	<p>Należy dokonać konwersji parametrów biologicznych na fizyczne Urządzenie pomiarowe jest złożone, zazwyczaj wymaga zastosowania odczynników • w przypadku gdy proces konwersji parametrów biologicznych jest realizowany z etapem pośrednim konwersji na parametry chemiczne, urządzenia pomiarowe nie są stabilne w czasie i zwykle wymagają kalibracji, ponieważ proces konwersji parametrów chemicznych w fizyczne zazwyczaj powoduje zużycie odczynników chemicznych</p>

Najważniejsze bariery i luki w zakresie wykorzystania urządzeń pomiarowych do monitorowania składowisk.

W zakresie wykorzystania urządzeń pomiarowych do monitorowania składowisk zidentyfikowano następujące bariery i luki:

- **Natury technologicznej**

W ciągu ostatnich dwudziestu lat obserwowano niski rozwój technologii czujników ze względu na fizyczne ograniczenia przy jednocześnie dużym rozwoju narzędzi ICT w obszarze sensorów (**Tabela 4.6**).

Tabela 4.6. Bariery i luki natury technologicznej.

Istotne aspekty w zakresie technologii czujników	Istotne aspekty w zakresie narzędzi ICT
<p>parametry czujników czułość czujnika selektywność złożoność próbek zużycie odczynników (czujniki chemiczne i biologiczne) wiarygodność danych pomiarowych (precyzja, zgodność, powtarzalność itd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • walidacja danych pomiarowych 	<p>łączność zainstalowanych systemów monitorujących interoperacyjność w zakresie danych integracja danych cyberbezpieczeństwo analiza danych w oparciu o AI i ML urządzenia przenośne i niedrogie zużycie energii</p> <ul style="list-style-type: none"> • autonomiczność

- **Natury ekonomicznej**

Obecnie inteligentne czujniki nie są zbyt drogie, natomiast inteligentne systemy do analizy danych wymagają dużych nakładów pieniężnych. Uniemożliwia to szerokie rozpowszechnienie stosowania inteligentnych systemów monitorowania np. do kontroli składowisk odpadów (**Tabela 4.7**).

Tabela 4.7. Bariery i luki natury ekonomicznej.

Koszty	Rynek
<p>koszty czujników i urządzeń dodatkowe koszty obejmujące m.in. instalację, komunikację i przekazanie do użytku koszty utrzymania systemu</p> <ul style="list-style-type: none"> • koszty związane z ochroną danych 	<p>ograniczony rynek nie pozwala na obniżenie kosztu jednostkowego urządzeń</p> <ul style="list-style-type: none"> • nieprzystępne modele biznesowe dla gmin pod względem kosztów licencji oprogramowania i hostingu danych w chmurze

- **Natury prawnej**

Prawodawstwo nie sprzyja wykorzystaniu inteligentnych urządzeń monitorujących co stanowi jedną z głównych barier w pełnym rozwoju i rozpowszechnieniu zdalnych systemów monitorujących różne parametry fizykochemiczne do monitorowania składowisk (**Tabela 4.8**).

Tabela 4.8. Bariery i luki natury prawnej.

Ustawodawstwo	Ustawodawcy
brak prawnej możliwości wykorzystania danych zebranych przez zdalne systemy monitorujące niska częstotliwość próbkowania danych wytyczne i dyrektywy regulujące dostęp do danych i zapewniające ich poufność i bezpieczeństwo	organy regulacyjne wciąż nie są przekonane co do korzyści wynikających ze stosowania zdalnych systemów monitorujących i nie wymagają ich instalacji ze względu na niską wymaganą częstotliwość próbkowania, nie ma potrzeby opracowania bardziej wydajnych urządzeń pomiarowych i trudne jest zastosowanie analizy opartej o duże zbiory danych i ML

Możliwość zastosowania inteligentnych urządzeń pomiarowych otwiera nowe wyzwania operacyjne i techniczne dla gminy w zakresie integracji tych urządzeń.

W **Tabeli 4.9.** zamieszczono istotne aspekty w zakresie integracji danych i narzędzi ICT

Tabela 4.9. Istotne aspekty w zakresie integracji danych i narzędzi ICT.

Istotne aspekty w zakresie integracji danych	Istotne aspekty w zakresie narzędzi ICT
modele danych, protokoły i interoperacyjność otwarte zarządzanie danymi protokoły IoT definicja użytecznych parametrów bezpośrednich i pośrednich integracja w procesie decyzyjnym optymalne kryteria instalacji urządzeń monitorujących (liczba, lokalizacja, rodzaj...) • optymalizacja wydajności transmisji danych na duże odległości	standardowe i niezawodne algorytmy, narzędzia i oprogramowanie do analizy dużych zbiorów danych czy w oparciu o ML do różnych celów (walidacja danych, wykrywanie zdarzeń, inteligentne alerty,) w ramach systemu zdalnego monitorowania opracowanie standardów bezpieczeństwa w celu rozwiązania różnych wyzwań (poufność, integralność, ...) • zmniejszenie liczby parametrów mierzonych bezpośrednio w wymaganych odstępach czasu, aby uzyskać wystarczającą ilość informacji do analizy dużych zbiorów danych i procedur ML

Monitoring zdalny umożliwiający monitorowanie dobowych zmian różnych parametrów fizykochemicznych, a także wykrywanie zdarzeń wynikających

z epizodycznych wycieków źródeł zanieczyszczeń może zostać zrealizowany z zastosowaniem rozwiązań dostępnych rynkowo.

Na rynku dostępne są w pełni autonomiczne stacje pomiarowe wyposażone w zestaw czujników analizujących wybrane parametry wody takie jak: natlenienie, zmętnienie, twardość, kwasowość, zasolenie, temperatura czy barwa, z dużą częstotliwością. Przykładowe czujniki podano w **Tabeli 4.10**.

Tabela 4.10. Przykładowe czujniki.

Przykład czujników wieloparametrowych	Mierzone parametry
Modułowy system czujników oparty o zasadę pomiaru spektrometrii UV-Vis w zakresie 190-750 nm z wieloparametrową sondą do monitorowania ścieków, wód powierzchniowych czy wody pitnej	BZT, ChZT, OWO, RWO, UV254 lub UV przy dowolnej długości fali, azotany, mętność, kolor, związku chloru, pH/redoks, temperatura
Czujnik do pomiaru ładunku węgla organicznego	UV254, OWO, RWO, ChZT lub BZT, a jednocześnie mętność i temperatura
Czujnik do monitorowania chloru	Monitorowanie wolnego i całkowitego chloru metodą amperometryczną. Wewnętrzny elektrolit buforowy umożliwia niezależny od pH pomiar w zakresie pH od 4 do 10+, a system 3 elektrod zapewnia wyjątkowo stabilne odczyty. Wysoka precyzja jest zapewniona nawet przy dużych wahaniach m.in. pH czy temperatury
Wieloparametrowa sonda do zdalnego pomiaru amonu.	Urządzenie niezawodne o długiej żywotności, zapewniające stabilność pomiaru. Kompensacja wartości amonu w czasie rzeczywistym następuje za pomocą temperatury, pH i potasu oraz wysokowydajnej elektrody odniesienia.

Opis wybranych parametrów

Kolor jest jednym z parametrów określających jakość wody. Czysta woda ma lekko jasnoniebieski kolor i wydaje się bezbarwna w małych objętościach. Kolor wody odbiegający od naturalnego może być spowodowany odpadami organicznymi (liście, drewno), substancjami humusowymi, ściekami przemysłowymi lub erozją gleby. Kolor wody może wynikać np. z obecności soli żelaza (kolor jest wtedy zielono-niebieski), żelaza i manganu (kolor od żółtego do brązowego), siarki (niebieski), siarkowodoru (szmaragdowy) lub związków organicznych (żółty, pomarańczowy, brązowy, rdzawy, wiśniowy, brązowy, czarny) oraz plankton (wtedy jest zielony).

Mętność - jakość optyczna (organoleptyczna) wody, która określa zdolność pochłaniania i rozpraszania promieni świetlnych. Najczęściej powodują ją cząstki lub

zawiesiny koloidalne (cząstki gliny, materia organiczna, krzemionka, nierozpuszczone węglany, wodorotlenki żelaza, siarka koloidalna, różnego rodzaju emulsje, a nawet skupiska bakterii).

Temperatura jest jednym z najważniejszych czynników kształtujących przebieg procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych zachodzących w zbiornikach wodnych. Wzrost temperatury przyspiesza procesy biochemiczne i chemiczne zachodzące w wodach i może informować o możliwości nielegalnego zrzutu ścieków.

Monitorowanie pH, ważne jest w aspekcie monitorowania wód powierzchniowych i zrzutu źródeł zanieczyszczeń. Wskaźnik pH informuje, jak kwaśna lub zasadowa jest woda. Zbiorniki wodne, takie jak jeziora lub rzeki, mają zwykle pH w zakresie od 6,5 do 8,5. Zbyt wysokie lub zbyt niskie wartości pH mogą doprowadzić do wymierania fauny i flory w wodach powierzchniowych.

Na rynku dostępny jest bezobsługowy czujnik do pomiaru pH i temperatury w czasie rzeczywistym bezpośrednio w medium lub w kuwecie przepływowej. Nawet w trudnych warunkach (do 90°C) lub w wodzie o bardzo niskiej przewodności zapewniona jest długoterminowa stabilność i precyzyjny pomiar. Czujnik jest fabrycznie skalibrowany i gotowy do pracy od razu. Tego rodzaju czujnik może być stosowany w systemach wczesnego ostrzegania monitorujących źródło wody, zarówno w wodach gruntowych, jak i powierzchniowych.

Najprostszy i najbardziej niezawodny sposób pomiaru zapewniają czujniki optyczne, niezależnie czy jest to ChZT, OWO, azotany, TSS, zmętnienie, tlen rozpuszczony i wiele innych parametrów. Tam, gdzie jest to możliwe, stosowane są metody optyczne. Tego rodzaju urządzenia pomiarowe zapewniają niskie koszty konserwacji i łatwą obsługę dla operatorów.

Życie w wodzie zależy od odpowiedniego stężenia *rozpuszczonego tlenu*. W wodzie powierzchniowej stężenie tlenu wynosi zwykle 9,2 mg/l w temperaturze 20°C i 14,5 mg/l w temperaturze 0°C. Jednakże poziom rozpuszczonego tlenu w wodach powierzchniowych może się szybko zmieniać, np. na skutek fitoplanktonu lub procesów beztlenowych. Na rynku dostępny jest czujnik umożliwiający pomiar stężenia tlenu rozpuszczonego i temperatury bezpośrednio w medium, który znajduje zastosowanie do pomiaru dla wód powierzchniowych, gruntowych, pitnych oraz ścieków

- *Przewodność* to parametr wody, który mówi, w jakim stopniu woda przewodzi prąd. Wysokie stężenie substancji rozpuszczonych powoduje wyższy poziom przewodności. Zanieczyszczenie wody, np. z chemikaliami powoduje wyższą przewodność. Na rynku dostępna jest sonda wieloparametrowa mierząca przewodność i temperaturę bezpośrednio w wodzie. Na podstawie pomiaru temperatury korygowany jest online pomiar przewodności. Pomiar przewodności elektrycznej z zastosowaniem 4 elektrod daje wyniki, które są praktycznie niezależne od możliwego zanieczyszczenia (fouling).

Pomiar parametrów oparty jest o różne metody m. in. spektrofotometryczne. Metoda spektrometryczna zapewnia kilka istotnych zalet:

- z zastosowaniem pojedynczej sondy można zmierzyć jednocześnie dużą liczbę parametrów. Ta elastyczność pozwala również na rozszerzenie zakresu mierzonych/określanych parametrów dla przyszłych zastosowań, które nie były rozważane na wczesnym etapie projektowania systemu.
- dane spektralne dobrze korelują z oznaczanymi substancjami. W wypadku większych zmian w składzie wody, wymagana jest jedynie nowa kalibracja.
- możliwe jest rozróżnienie pomiędzy substancjami całkowitymi i rozpuszczonymi, przy wykorzystaniu odpowiedniego algorytmu matematycznego.

Metoda ta jest obecnie uznana i stosowana na całym świecie, np. w systemach alarmowych wody pitnej i rzek oraz podczas monitorowania zrzutów przemysłowych.

Dane dotyczące jakości wody można przesyłać do dowolnej centralnej bazy danych za pośrednictwem niemal dowolnego protokołu. System umożliwia monitorowanie substancji organicznych i zmętnienia oraz wykrywanie zdarzeń na pełną skalę z alarmami w czasie rzeczywistym. Czas serwisowania systemu wynosi 6 miesięcy.

Komunikacja urządzeń IoT monitorującej składowisko może odbywać się za pomocą sieci LTE-M lub NB-IoT. To dwa podejścia dedykowane dla urządzeń niskiego zużycia energii i niskiej przepustowości danych, które idealnie nadają się do aplikacji IoT, również w kontekście rozwijającej się technologii 5G i dostępności sieci na terenie składowiska.

Dane zbierane przez urządzenia IoT można przechowywać w chmurze na dedykowanych serwerach. Dane te są zazwyczaj przechowywane w:

- **Azure Blob Storage:** Do nieskończonej skali przechowywania nieustrukturyzowanych danych, takich jak zdjęcia, filmy, logi z czujników.
- **Azure Table Storage:** Do przechowywania dużej ilości nierelacyjnych danych, które nie wymagają złożonych operacji join.
- **Microsoft SQL Database:** Dla bardziej złożonych wymagań aplikacji, które korzystają z relacyjnych baz danych.
- **Cosmos DB:** Dla aplikacji wymagających globalnego rozproszenia i niskiego opóźnienia dostępu do danych.

Skrypty powiadomień:

- Mogą być opracowane w ramach dostępnych aplikacji logicznych, które mogą wyzwać powiadomienia w oparciu o określone zdarzenia lub warunki, jak również dedykowanych skryptów w dowolnym języku programistycznym.

- Skrypty te mogą wykorzystywać różne "Notification Hubs" do wysyłania powiadomień push do aplikacji mobilnych lub internetowych, jak również SMS.

Rozwiązanie monitorowania składowiska odpadów z wykorzystaniem technologii IoT może być dostarczone przez szereg różnych podmiotów. Firmy telekomunikacyjne dostarczą niezbędne usługi sieciowe, takie jak LTE-M czy NB-IoT, zapewniające łączność urządzeń. Dostawcy usług w chmurze, tacy jak Microsoft Azure, umożliwią przechowywanie i analizę danych. Firmy konsultingowe i IT będą wspierać w projektowaniu i implementacji systemu, a producenci sprzętu elektronicznego dostarczą niezbędne sensory i urządzenia.

4.1.4. Wskazanie aspektów, których usunięcie/wyeliminowanie/zabezpieczenie jest konieczne i możliwe do wykonania przed rozpoczęciem prac rekultywacyjnych oraz sposobu ich wykonania z oszacowaniem kosztów

Przed rozpoczęciem prac rekultywacyjnych niezbędne jest przeprowadzenie następujących prac:

- Dla składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54-60:
 - a) usunięcie odpadów zawierających azbest z wierzchowiny składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych.

Jedyną dopuszczalną formą ostatecznego unieszkodliwiania odpadów zawierających azbest jest składowanie na składowiskach odpadów niebezpiecznych lub na wydzielonych częściach składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne.

Szacunkowa unieszkodliwiania odpadów zawierających azbest wynosi 1 000 PLN za tonę.

Przyjmując, że na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych znajduje się 1057 m³ odpadów zawierających azbest, szacunkowa cena transportu i unieszkodliwiania może wynieść około 3 200 000 PLN.
 - b) w zależności od przyjętej ścieżki rekultywacji oraz perspektywy czasowej planowanych w niej działań proponuje się zabezpieczenie składowiska odpowiednią warstwą izolacyjną. W przypadku niewdrożenia proponowanych technologii w ciągu 2 lat zaleca się wykonanie zabezpieczenia wierzchowiny i północnej skarpy kwatery I warstwą izolacyjną z materiałów mineralnych oraz geomembraną i geowłókniną, celem ograniczenia przesiąkania wód deszczowych przez warstwy odpadów do wód powierzchniowych i podziemnych i odprowadzenie wód deszczowych do rowu opaskowego u podnóża kwatery I, poprzedzone wycinką i karczowaniem drzew i krzewów.

Szacunkowa cena geomembrany wykonanej z polietylenu o wysokiej gęstości (PE-HD) i o wysokiej wytrzymałości mechanicznej, grubości 2 mm, odpornej na działanie związków chemicznych (np. produkty ropopochodne), nie ulegającej degradacji biologicznej (odpornej na korzenie roślin, grzyby, bakterie), odpornej na zginanie

w niskiej temperaturze (-40°C): brutto 15 500 PLN za 530 m² (rolka o szerokości 530 cm i długości 100 mb). Masa rolki ok. 1 tony.

Przyjmując, że suma powierzchni wierzchowiny i skarpy północnej składowiska wynosi ok. 13350 m², cena geomembrany wraz z jej transportem i montażem może wynieść ok. 1 200 000 PLN.

- c) usprawnienie procesu odpływu odcieków ze składowiska (być może udrożnić kolektor odbierający odcieki) lub zabezpieczyć niekontrolowany wyciek odcieków z rowu opaskowego, w taki sposób aby cała objętość powstałych odcieków była odprowadzona kolektorem do pobliskiej oczyszczalni ścieków.

Szacunkowy koszt: 70 000 PLN

- d) usunięcie odcieków z rowu opaskowego u podnóża kwatery I i usunięcie rozlewiska z terenu planowanej kwatery II celem ograniczenia przesiąkania zanieczyszczeń do gleby i wód gruntowych.

Szacunkowy koszt: 100 000 PLN

- e) ogrodzenie terenu oraz montaż tablic ostrzegawczych.

Ogrodzenie powinno objąć całościowo teren składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych wraz z terenem składowiska gipsów i popiołów i gruntami przyległymi (tj. nieruchomości położone w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54-60, ul. Waleriana Łukasińskiego 15/17 (Obszar 1 i 2)). Jako ogrodzenie proponuje się wykorzystanie ogrodzenia siatkowego z siatki drucianej ze słupkami. Koszt ogrodzenia oszacowano na około 112 000-120 000 PLN.

- f) wycinka drzew

Szacunkowy koszt ok. 35 000 PLN

- g) wyrównanie terenu wraz z nawiezieniem ziemi

Szacunkowy koszt - ok. 400 000 PLN

- Dla składowiska gipsów i popiołów w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54-60:

- a) Przeprowadzenie wentylacji gruntu (ang. venting) w części zawierającej nielegalnie zdeponowane odpady, w tym odpady o morfologii zbliżonej do morfologii odpadów komunalnych

Szacowany koszt: ok. 7 000 000 PLN

- b) Usunięcie nielegalnie zdeponowanych odpadów, w tym odpadów o morfologii zbliżonej do morfologii odpadów komunalnych, celem ograniczenia/wyeliminowania pożarów powstających wskutek samozapłonu ulatniającego się biogazu i powodujących emisję do atmosfery toksycznych gazów i pyłów.

Szacunkowa cena przyjęcia do zagospodarowania 1 tony niesegregowanych zmieszanych odpadów komunalnych wynosi ok. 650 PLN brutto.

1 m³ odpadów komunalnych waży od 130 do 250 kg.

Przyjmując, że na składowisku gipsów i popiołów znajduje się 50 000-75 000 m³ odpadów, szacunkowy koszt odpadów do zagospodarowania może wynieść nawet 12 000 000 PLN brutto.

- c) ogrodzenie terenu oraz montaż tablic ostrzegawczych.

Łączną wycenę ogrodzenia podano w pkt. e).

- d) wycinka drzew

Szacunkowy koszt - ok. 100 000 PLN

e) wyrównanie terenu składowiska.

Szacunkowy koszt – ok. 200 000 PLN.

4.1.5. Oszacowanie ryzyka, tj. prawdopodobieństwa wystąpienia konkretnego skutku w określonym czasie lub w określonej sytuacji, wynikającego ze zidentyfikowanego wpływu obecnego stanu składowisk na środowisko

Analiza ryzyka polega na określeniu możliwych zdarzeń prowadzących do strat materialnych, ludzkich i środowiskowych. Ocena ryzyka jest wyrażona w efekcie końcowym w pieniądzu.

Możliwe zagrożenia i rozważane scenariusze awaryjne:

Awaria systemu odprowadzania wód opadowych może wystąpić raz na kilka lat w wyniku ekstremalnych warunków pogodowych. Skutki obejmowałyby skażenie wód gruntowych i powierzchniowych obszarów przyległych w tym rzeki Bzury. Przeciwdziałanie obejmuje zainstalowanie dodatkowych drenaży, rowów odwadniających oraz zbiorników retencyjnych.

Awaria systemu odprowadzania wód opadowych może wynikać ze wzrostu roślinności, która utrudni monitorowanie punktów kontrolnych składowiska jak również, odpływy wód nie będą miały wystarczającej przepustowości. Regularne prace pielęgnacyjne, zarządzanie gatunkami inwazyjnymi oraz utrzymanie przejrzystości składowiska mogą temu zapobiegać.

Nieszczelność bariery ochronnej może spowodować wycieki i przenikanie zanieczyszczeń do warstw wodonośnych. Jest to proces powolny konieczny do monitorowania. Czujniki IoT (Internet of Things) mogą wykrywać wycieki szkodliwych substancji w czasie rzeczywistym, co pozwala na szybką interwencję i ograniczenie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń.

Przerwa lub opóźnienie w systemie monitorowania: Ryzyko opóźnienia reakcji na wyciek substancji szkodliwych. Wzmocnienie systemu redundancji i regularne audyty mogą zminimalizować ryzyko, jak również system zdalnego monitorowania IoT parametrów środowiskowych w czasie rzeczywistym.

Wybuch pożaru: Może wystąpić raz na kilka lat, zwłaszcza w gorących, suchych okresach. System monitorowania temperatury i stężenia gazów, jak również plany szybkiej reakcji, są kluczowe.

Niestabilność geotechniczna: Osunięcia ziemi lub zapadanie się terenu na składowisku mogą prowadzić do poważnych problemów strukturalnych i wypadków.

Emisja toksycznych gazów: Procesy biodegradacji lub nieprawidłowe składowanie mogą prowadzić do uwolnienia toksycznych/palnych gazów, takich jak metan, tlenki azotu do atmosfery.

Emisja toksycznych substancji o nieznanym składzie pochodzące z odpadów poprodukcyjnych składowanych w beczkach do gleby, wód podziemnych lub atmosfery.

Podejście oparte do monitorowania opartego na IoT może pomóc w lepszym modelowaniu i przewidywaniu ryzyka poprzez ciągle zbieranie danych, które mogą być analizowane w czasie rzeczywistym, dając lepszy obraz potencjalnych zagrożeń i ich dynamiki.

Metoda RiskScore

Powyższe zagrożenia można wyrazić w postaci scenariuszy zdarzeń awaryjnych, które są podstawą analizy ryzyka metodą RiskScore lub Analizy Warstw Zabezpieczeń stosowanych w analizie ryzyka.

W tej metodologii Ryzyko jest iloczynem prawdopodobieństwa zdarzenia inicjującego i wartości skutków. Ocena ryzyka Wielkie, Duże, Małe, Pomijalne należy do przedsiębiorstwa zlecającego analizy ryzyka.

1. Identyfikacja zagrożeń

Uszkodzenie systemu odprowadzania wód opadowych.

Zarośnięcie obszaru składowiska.

Nieszczelność bariery ochronnej / gruntowej.

Przerwa lub opóźnienie w systemie monitorowania składowiska.

Wybuch pożaru.

Niestabilność geotechniczna.

Emisja toksycznych gazów.

2. Analiza ryzyka

(Wartości przyjmę jako hipotetyczne, powinny być poparte jakimiś rynkowymi wycenami)

Prawdopodobieństwo ryzyka = Ilość oczekiwanych wystąpień zdarzenia / ilość możliwych okazji

Ryzyko = Prawdopodobieństwo wystąpienia × Skutki

$$R = P \times S$$

Scenariusz 1: Uszkodzenie systemu odprowadzania wód opadowych:

Prawdopodobieństwo (P): Określone na podstawie danych historycznych, np. występowanie co 5 lat (P = 0.2 na rok).

Skutki (S): Średnie, z powodu potencjalnego zanieczyszczenia wód gruntowych (np. S = 500 tys złotych – koszt akcji remediacyjnej).

Ryzyko (R): $R = P \times S = 0.2 \times 500,000 \text{ zł} = 100,000 \text{ zł}$ oczekiwane straty rocznie.

Scenariusz 2: Zarośnięcie sieci drenaży składowiska:

Prawdopodobieństwo: Zależne od częstotliwości utrzymania terenu (np. $P = 0.1$ na rok przy okresowej inspekcji i konserwacji).

Skutki: Umiarkowane, utrudnienie dostępu i monitorowania (np. $S = 100,000$ zł).

Ryzyko: $R = P \times S = 0.1 \times 100,000 \text{ zł} = 10,000 \text{ zł}$ oczekiwane straty rocznie.

Scenariusz 3: Nieszczelność bariery ochronnej/gruntowej:

Prawdopodobieństwo: Bardzo zależy od położenia składowiska i jego przygotowania do użytkowania jako miejsca składowania odpadów- Może być rzadkie, ale z poważnymi konsekwencjami (np. $P = 1$ na rok). W rozpatrywanych trzech miejscach składowania/gromadzenia miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) stanowi największe zagrożenie ze względu na brak geoizolacji i położenie blisko rzeki. Z kolei odpady tam składowane zawierają substancji niebezpiecznych.

Skutki: Średnie, zanieczyszczenia wody (np. $S = 500$ tys. złotych).

Ryzyko: $R = P \times S = 1.0 \times 500,000 \text{ zł} = 500,000 \text{ zł}$ oczekiwane straty rocznie.

Scenariusz 4: Przerwa lub opóźnienie w systemie monitorowania składowiska:

Prawdopodobieństwo: Może być stosunkowo częste (np. $P = 0.3$ na rok).

Skutki: Umiarkowane, ryzyko niezauważenia innych zagrożeń (np. $S = 200,000$ zł).

Ryzyko: $R = P \times S = 0.3 \times 200,000 \text{ zł} = 60,000 \text{ zł}$ oczekiwane straty rocznie.

Scenariusz 5: Wybuch pożaru:

Prawdopodobieństwo: Zależne od materiałów składowanych i warunków (np. $P = 0.1$ na rok).

Skutki: Wysokie, ze względu na potencjalne straty materialne, wizerunkowe i ryzyko zdrowotne (np. $S = 2$ miliony złotych).

Ryzyko: $R = P \times S = 0.1 \times 2,000,000 \text{ zł} = 200,000 \text{ zł}$ oczekiwane straty rocznie. (Koszt skutków może być znacznie większy)

Scenariusz 6: Niestabilność geotechniczna:

Prawdopodobieństwo: Zależne od budowy składowiska i warunków geologicznych (np. $P = 0.01$ na rok).

Skutki: Wysokie, możliwość katastrofy (np. $S = 2$ miliony złotych).

Ryzyko: $R = P \times S = 0.01 \times 2,000,000 \text{ zł} = 20,000 \text{ zł}$ oczekiwane straty rocznie.

Scenariusz 7: Emisja toksycznych gazów:

Prawdopodobieństwo: Zależne od rodzaju przechowywanych odpadów (np. $P = 0.1$ na rok).

Skutki: Wysokie, zagrożenie dla zdrowia i środowiska (np. $S = 1$ milion złotych).

Ryzyko: $R = P \times S = 0.1 \times 1,000,000 \text{ zł} = 100,000 \text{ zł}$ oczekiwane straty rocznie.

3. Ocena ryzyka

Uszkodzenie systemu odprowadzania wód opadowych:

Ryzyko: 100,000 zł oczekiwane straty rocznie.

Ocena: Jeśli akceptowalny roczny koszt ryzyka dla składowiska to 500,000 zł, to ryzyko tego scenariusza jest poniżej akceptowalnego poziomu i nie wymaga działań.

Zarośnięcie obszaru składowiska:

Ryzyko: 10,000 zł oczekiwane straty rocznie.

Ocena: Jeśli koszty pielęgnacji i zarządzania roślinnością są niższe niż oczekiwane straty, ryzyko jest akceptowalne; jeśli są wyższe, należy zastosować dodatkowe środki kontroli roślinności.

Nieszczelność bariery ochronnej / gruntowej:

Ryzyko: 500,000 zł oczekiwane straty rocznie.

Ocena: Z uwagi na wysokie skutki środowiskowe, nawet niskie prawdopodobieństwo może nie być akceptowalne, co wymaga zastosowania dodatkowych środków zapobiegawczych, np. podwójnych barier ochronnych.

Przerwa lub opóźnienie w systemie monitorowania składowiska:

Ryzyko: 60,000 zł oczekiwane straty rocznie.

Ocena: Ryzyko może być akceptowalne, ale jego obniżenie poprzez wzmocnienie systemów monitorowania i redundancji może być korzystne kosztowo i operacyjnie.

Wybuch pożaru:

Ryzyko: 200,000 zł oczekiwane straty rocznie.

Ocena: Ryzyko jest znaczne, szczególnie w kontekście bezpieczeństwa i zdrowia, więc zastosowanie dodatkowych środków prewencyjnych i planów ewakuacyjnych jest wskazane.

Niestabilność geotechniczna:

Ryzyko: 20,000 zł oczekiwane straty rocznie.

Ocena: Z uwagi na potencjalnie katastrofalne skutki, ryzyko powinno być jak najbardziej zminimalizowane, co może wymagać wzmocnienia infrastruktury i regularnych kontroli geotechnicznych.

Emisja toksycznych gazów:

Ryzyko: 100,000 zł oczekiwane straty rocznie.

Ocena: Ryzyko to może być trudne do zaakceptowania z uwagi na skutki dla zdrowia ludzi i środowiska, co wymaga zastosowania systemów kontroli emisji gazów i monitoringu jakości powietrza.

Łączne ryzyko finansowe rozważanych scenariuszy wynosi 1 mln zł.

Należy zatem podjąć odpowiednie działania w celu obniżenia ryzyka. Działania te mogą obejmować:

Wzmocnianie istniejących systemów zarządzania ryzykiem.

Wprowadzanie nowych technologii i procedur operacyjnych.

Szkolenia personelu monitorującego składowisko.

Zwiększenie częstotliwości inspekcji i konserwacji.

Regularny przegląd i aktualizacja możliwego ryzyka.

4. Zarządzanie ryzykiem

4.1 Uszkodzenie systemu odprowadzania wód opadowych:

Zapobieganie: Regularna konserwacja i inspekcja systemu odprowadzania wód.

Środki zaradcze: Utworzenie dodatkowych systemów drenażowych i zbiorników retencyjnych, aby zminimalizować skutki awarii (składowisko odpadów niebezpiecznych, osadników gipsów i popiołów oraz miejsce gromadzenia historycznych odpadów („Składowisko Za Bzurą”).

Plan awaryjny: Opracowanie planów reagowania na przypadki ekstremalnych zjawisk pogodowych, w tym ewakuacji i oczyszczania.

4.2 Zarośnięcie obszaru składowiska:

Zapobieganie: Regularne przycinanie i utrzymywanie roślinności w ryzach.

Środki zaradcze: Opracowanie planu zarządzania terenem zielonym, w tym kontrola gatunków inwazyjnych.

Plan awaryjny: Wdrożenie procedur szybkiego usuwania roślinności w przypadku nagłego zarośnięcia uniemożliwiającego dostęp do infrastruktury.

4.3 Nieszczelność bariery ochronnej / gruntowej:

Zapobieganie: Zastosowanie podwójnych barier ochronnych i systemów wykrywających wycieki. (jeśli to możliwe)

Środki zaradcze: Regularne audyty i testy integralności barier.

Plan awaryjny: Gotowość do szybkiego reagowania i naprawy w przypadku wykrycia nieszczelności, w tym procedury oczyszczania terenu.

4.4 Przerwa lub opóźnienie w systemie monitorowania składowiska:

Zapobieganie: Wprowadzenie systemów redundancji dla krytycznych elementów monitorowania.

Środki zaradcze: Stała gotowość techniczna i serwisowa do naprawy systemów monitorujących.

Plan awaryjny: Wdrożenie systemów alarmowych do ręcznego monitorowania przy przerwach w działaniu systemów automatycznych.

4.5 Wybuch pożaru:

Zapobieganie: Instalacja systemów detekcji dymu i ciepła oraz plany prewencyjnego usuwania materiałów łatwopalnych (detekcja w podczerwieni).

Środki zaradcze: Posiadanie na miejscu wyposażenia gaśniczego i przeszkolonego personelu.

Plan awaryjny: Opracowanie i przeprowadzanie regularnych ćwiczeń ewakuacyjnych i reagowania na pożar.

4.6 Emisja toksycznych gazów:

Zapobieganie: Monitorowanie poziomów gazów i zapewnienie odpowiedniej wentylacji.

Środki zaradcze: Wprowadzenie systemów neutralizujących toksyczne gazy oraz regularne przeglądy procedur przechowywania odpadów.

Plan awaryjny: Posiadanie planów ewakuacji pobliskich mieszkańców oraz procedur informowania służb ratunkowych i społeczności lokalnych o zdarzeniach.

Wdrażanie systemów monitorowania online (w czasie rzeczywistym) na składowisku odpadów jest istotne dla zapewnienia bezpieczeństwa i ochrony środowiska.

Oto kilka możliwych do realizacji systemów monitorowania:

System monitorowania stężenia metanu: Czujniki rozmieszczone w strategicznych miejscach składowiska mogą ciągle mierzyć stężenie metanu, wysyłając ostrzeżenia, gdy poziomy przekroczy wartości bezpieczne. Mogą być zainstalowane zarówno na powierzchni, jak i wewnątrz pryzm odpadów. (urządzenie pomiarowe + metanu)

System monitorowania temperatury: Czujniki temperatury mogą być umieszczane wewnątrz pryzm, gdzie zachodzą procesy biologiczne, aby zapobiegać samozapłonowi materiałów. System ten może być połączony z automatycznym systemem nawadniania do chłodzenia w przypadku wykrycia podwyższonej temperatury.

Monitorowanie składu chemicznego wód gruntowych: Czujniki umieszczone w studniach obserwacyjnych wokół składowiska mogą badać skład chemiczny wód gruntowych. (urządzenie pomiarowe + czujniki pH, temp, mętności itp.)

Analiza powietrza za pomocą stacji pogodowych z czujnikami jakości powietrza: Stacje monitorowania jakości powietrza wykorzystujące spektrometrię masową mogą wykrywać i ilościowo określać obecność szkodliwych związków organicznych i nieorganicznych w powietrzu.

Systemy wizyjne i termiczne: Kamery CCTV z funkcją rozpoznawania obrazu i kamery termiczne mogą być używane do wczesnego wykrywania nieautoryzowanego dostępu, zmian w strukturze składowiska oraz wykrywania gorących punktów, które mogą wskazywać na rozwijający się pożar.

Systemy GIS i teledetekcji: Zintegrowane systemy informacji geograficznej (GIS) w połączeniu z teledetekcją satelitarną mogą śledzić zmiany w ukształtowaniu terenu i identyfikować potencjalne zagrożenia wynikające z przesunięć masowych odpadów.

Bioindykatory: Używanie roślin lub mikroorganizmów, które zmieniają kolor lub inne właściwości w odpowiedzi na obecność toksycznych substancji, może służyć jako wczesne ostrzeżenie przed zanieczyszczeniem.

4.1.6. Wskazanie sposobu/ów zabezpieczenia każdego ze składowisk przed negatywnym oddziaływaniem na środowisko w okresie przed rozpoczęciem prac rekultywacyjnych wraz z oszacowaniem kosztów

Skarpa północna składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych nie jest zabezpieczona geomembraną, co powoduje, że odcieki zbierają się w rowie opaskowym i w efekcie tworzą na terenie przyległym rozlewisko. Zanieczyszczenia z rozlewiska mogą w dalszej kolejności zanieczyszczać glebę i wody gruntowe. Należałoby usprawnić proces odpływu odcieków ze składowiska (być może udrożnić kolektor odbierający odcieki) lub zabezpieczyć niekontrolowany wyciek odcieków

z rowu opaskowego, w taki sposób aby cała objętość powstałych odcieków była odprowadzona kolektorem do pobliskiej oczyszczalni ścieków.

Na składowisku gipsów i popiołów często dochodzi do samozapłonów i pożarów, co jest związane z wytwarzaniem biogazem, który powstaje w procesie fermentacji metanowej nielegalnie zdeponowanych odpadów komunalnych. Od 2017 roku do listopada 2023 straż pożarna zarejestrowała 52 pożary (małe i średnie) na terenie składowiska gipsów i popiołów (według danych uzyskanych od Państwowej Straży Pożarnej w Zgierzu). W trakcie pożarów do atmosfery emitowane są zanieczyszczenia gazowe i pyły. W związku z powyższym, należy usunąć nielegalnie zdeponowane odpady, w tym odpady o morfologii zbliżonej do odpadów komunalnych.

4.1.7. Wskazanie sposobu/ów poprawy stanu środowiska spowodowanego zanieczyszczeniem substancjami niebezpiecznymi lub ich mieszaniną powodującymi zanieczyszczenie powierzchni ziemi i/lub wód, wpływ na zdrowie ludzi i stan środowiska (remediacji lub innych wskazań koniecznych i możliwych do wykonania) w okresie przed rozpoczęciem prac rekultywacyjnych wraz z oszacowaniem kosztów

Zabezpieczenie składowisk w sposób opisany w pkt. 4.1.6. w istotny sposób wpłynie na poprawę stanu środowiska, w szczególności środowiska wodnego.

4.1.8. Wskazanie rodzaju badań (ich istoty, zakresu oraz sposobu wykonania), których przeprowadzenie byłoby racjonalne i uzasadnione przed rozpoczęciem zabezpieczenia oraz rekultywacji wraz z oszacowaniem kosztów

Ocieki ze składowiska, szczególnie z niezabezpieczonej geomembraną skarpy północnej składowiska odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych, mogły spowodować trwałe zanieczyszczenie gleby na terenie przyległym. W związku z możliwością przenikania zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych, jak również metali ciężkich do gleby oraz wód gruntowych na terenie przyległym do kwatery 1 odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych, należy wykonać badania wód gruntowych oraz gleby z terenu przyległego do składowiska, w celu określenia skali skażenia.

Zakres badań dla wód podziemnych i odcieków z rowu opaskowego i rozlewisk:

OWO, ChZT, BZT5, pH, zawiesiny ogólne, przewodnictwo, fenole, aminy aromatyczne (w tym benzydyna), WWA, indeks olejowy, metale ciężkie (chrom, kobalt, nikiel, cynk, ołów, rtęć, kadm, miedź, arsen) chlorki, siarczany, siarczki, cyjanki, żelazo ogólne, azot ogólny, fosfor ogólny, pestycydy

Zakres badań dla gleby:

OWO, ChZT, BZT5, pH, zawiesiny ogólne, przewodnictwo, fenole, aminy aromatyczne (w tym benzydyna), WWA, indeks olejowy, metale ciężkie (chrom, kobalt,

nikiel, cynk, ołów, rtęć, kadm, miedź, arsen) chlorki, siarczany, siarczki, cyjanki, żelazo ogólne, azot ogólny, fosfor ogólny, pestycydy.

W ramach badania geologicznego i geotechnicznego konieczne jest przeprowadzenie badań: wykonanie sondowań terenu metodą „Direct Push” lub odwiertów z pobieraniem próbek gruntu. Pobieranie prób gleby do badań środowiskowych metodą „direct push” pozwala na precyzyjne określenie ilościowej zawartości substancji szkodliwej w gruncie pobranym z różnych głębokości, sięgających do 25 m. Pobrana próbka gruntu nie ulega wtórnemu zanieczyszczeniu podczas wyciągnięcia z otworu.

W ramach badania środowiskowego wskazane jest przeprowadzenie badań gruntu metodą in-situ: MIHPT (Membrane Interface Probe with Hydraulic Profiling Tool) i OIHPT (Optical Image Profiler with Hydraulic Profiling Tool).

Badanie gruntu za pomocą sondy MIHPT umożliwia wykrywanie w czasie rzeczywistym lotnych związków organicznych (LZO). Sonda umożliwia również pomiary przewodności elektrycznej gruntu (EC Dipol) oraz przewodności hydraulicznej (HPT Injection Port).

Badanie gruntu za pomocą OIHPT pozwala na wykrywanie zanieczyszczeń w postaci cieczy organicznych niemieszających się z wodą (NAPL) takich, jak paliwa, oleje czy smoły. Sonda umożliwia również pomiary przewodności elektrycznej gruntu (EC Dipol) oraz przewodności hydraulicznej (HPT Injection Port).

4.2. Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”)

4.2.1. Zidentyfikowanie i opis zanieczyszczeń środowiska ze wskazaniem źródeł badawczych, przedstawione również w formie graficznej, wnioski z analizy ortofotomap z 2022 r. i wyników badań teledetekcyjnych oraz terenowych, a także przedstawienie zidentyfikowanych aberracji, problemów, ze szczególnym uwzględnieniem i opisaniem uszkodzeń, zmian, mających miejsce negatywnych zjawisk, migracji, zidentyfikowanych zagrożeń, sporządzone w formie opisowej i graficznej

Rzeka Bzura

W ramach wizji lokalnej na miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) pobrano próbki wody z miejsc przedstawionych na **Fot. 4.11**. Wyniki analizy próbek wody z rzeki Bzury wskazują, że woda w rzece Bzurze zarówno przed, jak i za składowiskiem klasyfikowana jest głównie jako woda gorsza niż II klasa czystości zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 25 czerwca 2021 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego oraz sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, a także środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (**Tabela 4.11**).



Fot. 4.11. Lokalizacja punktów poboru próbek wody z rzeki Bzury.

Tabela 4.11. Wyniki badania wskaźników fizyczno-chemicznych rzeki Bzury zakwalifikowanej jako potok nizinny piaszczysty.

Badany wskaźnik	Jednostka	próbka		Klasa jakości wód *
		PB1	PB2	
pH	pH	7,31 ± 0,02	7,30 ± 0,08	II
Przewodność	µS/cm	669 ± 5,8	689 ± 12	>II
ChZT-Mn	mg/l O ₂	13,5 ± 1,4	15,1 ± 0,7	>II
OWO	mg/l C	9,2 ± 0,2	9,9 ± 0,8	I
Azotany	mg/l NO ₃	7,6 ± 0,2	8,6 ± 0,9	>II
Azot ogólny	mg/l NO ₃ -N	1,7 ± 0,1	1,9 ± 0,2	I
Siarczany	mg/l SO ₄	61,8 ± 2,6	90,9 ± 2,9	>II
Chlorki	mg/l Cl	45,8 ± 0,1	49,2 ± 0,3	>II
Fosforany	mg/l PO ₄	0,21 ± 0,001	0,26 ± 0,01	>II
Cyjanki	mg/l CN	<0,001	<0,001	-
BZT5	mg/l O ₂	7,03	7,51	>II
Fenole	mg/l	0,015	0,012	-

*Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 25 czerwca 2021 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego oraz sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, a także środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych.

Wyniki wskazują na podwyższenie wartości różnych parametrów czystości wody dla próbek pobranych za składowiskiem (PB2) w stosunku do próbek pobranych przed składowiskiem (PB1). Jednakże zmiany te są niewielkie. Pomiędzy punktami pomiarowymi zaobserwowano rury, którymi możliwe było odprowadzenie wody/ścieków do koryta rzeki. Zaleca się stały monitoring stanu wody rzeki Bzury przez okres 1 roku w odstępach 2-tygodniowych aby możliwe było zaobserwowanie zmian okresowych czystości wody w rzece.

W ramach wizji lokalnej w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowiska Za Bzurą”) pobrano próbki gleby. Próbkę pobrano ze skarpy graniczącej z rzeką Bzurą, z głębokości 50 cm. Na **Fot. 4.12** przedstawiono lokalizację poboru próbek, natomiast na **Fot. 4.13** wyciągi wodne uzyskane z pobranych próbek gleby. W **Tabeli 4.12** przedstawiono wyniki badań.



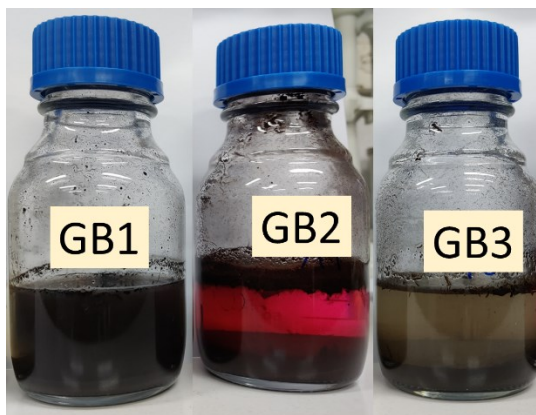
Fot. 4.12. Lokalizacja poboru próbek gleby z miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowiska Za Bzurą”).

Opis próbek gleby:

GB1 – próbka pobrana ze skarpy w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (ze „Składowiska Za Bzurą”) od strony rzeki Bzury. Grunt o barwie czarnej z popielatymi wtrąceniami, gruboziarnisty, delikatnie wilgotny, o zapachu delikatnie chemicznym. Zawiera 35,2% wody. Wyciąg wodny jest mętny o barwie czarnej. Odczyn wyciągu wodnego jest równy 7,6. Przewodnictwo elektrolityczne wynosi 2210 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ChZT 368,0 mg/l O_2 , a OWO – 112,0 mg/l C. Stężenie chlorków wyniosło 39,5 mg/l.

GB2 – próbka pobrana ze skarpy w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (ze „Składowiska Za Bzurą”) od strony rzeki Bzury (z widocznym zabarwieniem gleby na różowo). Grunt o barwie ciemno fioletowej, drobnoziarnisty, o zapachu stęchlizny. Zawiera 43,5% wody. Wyciąg wodny jest przejrzysty o barwie fioletowo-czerwonej. Odczyn wyciągu wodnego jest równy 5,7. Przewodnictwo elektrolityczne wynosi 669 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ChZT 68,5 mg/l O_2 , a OWO – 18,9 mg/l C. Stężenie chlorków wyniosło 5,78 mg/l.

GB3 – próbka pobrana ze skarpy w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (ze „Składowiska Za Bzurą”) od strony rzeki Bzury w okolicy mostka po południowo-wschodniej stronie składowiska. Gleba wilgotna, drobnoziarnista, z obecnością małych korzeni o barwie czarnej i zapachu delikatnie chemicznym. Zawiera 37,5% wody. Wyciąg wodny jest mętny o barwie brązowo-szarej. Odczyn wyciągu wodnego jest równy 7,6. Przewodnictwo elektrolityczne wynosi 1326 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ChZT 35,6 mg/l O_2 , a OWO – 18,8 mg/l C. Stężenie chlorków wyniosło 4,29 mg/l.



Fot. 4.13. Wyciągi wodne próbek gruntu pobranych z miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (ze „Składowiska Za Bzurą”).

Tabela 4.12. Wyniki próbek gleby i wyciągu wodnego pobranych z miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (ze „Składowiska Za Bzurą”)

Badany wskaźnik	Jednostka	Próbka gleby - mineralizacja		
		GB1	GB2	GB3
Wilgoć	%	35,2	43,5	37,5
Cr	mg/kg	101	483	483
Co	mg/kg	5	5	19
Ni	mg/kg	46	37	136
Cu	mg/kg	6210	66	2520
Zn	mg/kg	2054	480	19268
As	mg/kg	7,8	15,4	13,1
Cd	mg/kg	10,5	8,2	16,6
Hg	mg/kg	1,8	15	137
Pb	mg/kg	6380	54	7357
Wyciąg wodny - ekstrakcja				
pH	pH	7,6	5,7	7,6
Przew.	µS/cm	2210	669	1326
ChZT-Mn	mg/l O ₂	368	68,5	35,6
OWO	mg/l C	112	18,9	18,8
Chlorki	mg/l Cl	39,5	5,78	4,29

Badania laboratoryjne wykazały obecność pochodnych amin aromatycznych, szczególnie pochodnych benzydyny w próbce gleby o zabarwieniu różowym, pobranej ze skarpy graniczącej z rzeką Bzurą na miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (ze „Składowiska Za Bzurą”) (próbka GB2). W związku z powyższym zaleca się bardziej szczegółowe badania gleby pod kątem obecności w/w zanieczyszczeń.

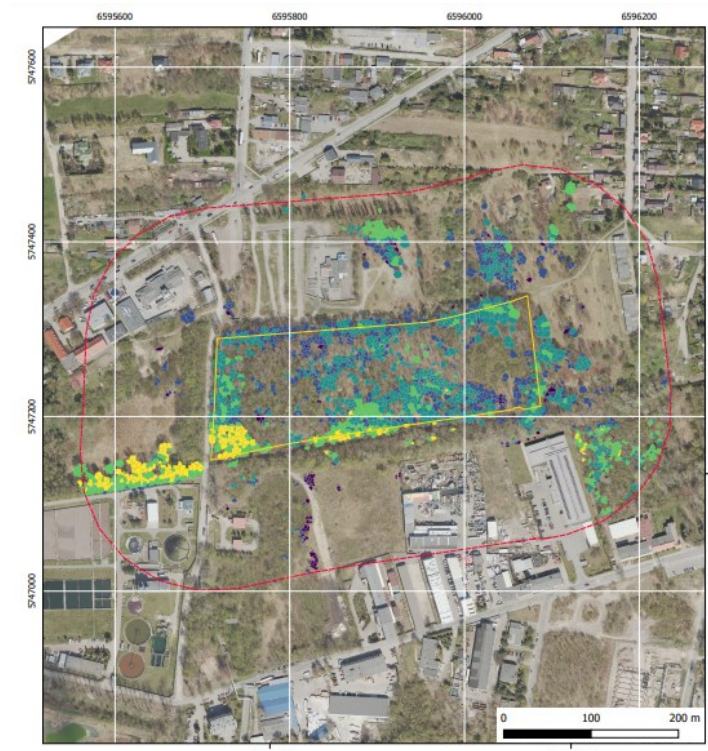
Najwyższe wartości przewodności elektrolitycznej, ChZT i OWO wykazano w glebie GB1 (**Tabela 4.12.**).

Analiza pod kątem obecności metali ciężkich z wykorzystaniem ICP-MS, potwierdziła bardzo duże ilości właściwie każdego badanego metalu ciężkiego w próbce gleby GB3, pobranej z okolic mostku przy rzece Bzurze (**Tabela 4.12.**). Ogromne ilości cynku (19268 mg/kg), ołowiu (7357 mg/kg) i innych metali ciężkich wskazują na ogromny problem zagrażający środowisku, szczególnie rzece Bzurze i środowisku wodno-gruntowemu. Na uwagę zasługują również ilość rtęci w tejże próbce (137 mg/kg). Bardzo duże ilości metali ciężkich są również obecne w próbce gleby (GB1) pobranej ze skarpy w pobliżu odcieku.

Na zlecenie Gminy Miasta Zgierz została przeprowadzona analiza stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów usytuowanych na nieruchomościach położonych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54-60, ul. Waleriana Łukasińskiego 15/17 (Obszar 1 i 2) oraz ul. Andrzeja Struga (Obszar 3), stanowiące CZĘŚĆ I wieloczęściowego zadania realizowanego przez Gminę Miasto Zgierz w ramach projektu „Zgierz - nowoczesne miasto po godzinach” współfinansowanego ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2014-2021 w ramach programu „Rozwój Lokalny” [2].

Na potrzeby oznaczenia zawartości metali ciężkich w roślinach znajdujących się na obszarach niezrekultywowanych składowisk odpadów, firma MGGPAERO wykonała terenową kampanię w celu poboru próbek liści z trzech dominujących na obszarach składowisk gatunków: klonu jesionolistnego (*Acer negundo*), brzozy brodawkowatej (*Betula pendula*) i wierzby iwy (*Salix caprea*) [2]. Dominujące gatunki zostały wybrane na podstawie przeprowadzonej wizji terenowej oraz przeglądu literatury pod kątem podatności wybranych gatunków drzew na wpływ metali ciężkich znajdujących się w glebie. Próbkę liści zostały zebrane z górnej części koron drzew przez arborystów z wykorzystaniem specjalistycznego sprzętu. Na **Fot. 4.14 (A i B)** pokazano zdjęcia opracowane przez firmę MGGPAERO w zakresie stanu zdrowotnego roślinności zielnej i drzew w ramach przeprowadzonych analiz.

Wnioski uzyskane z oględzin na gruncie oraz wyniki analiz zawartości zanieczyszczeń w próbkach wody i gleby (patrz [rozdział 4.1.1.](#)) potwierdziły wyniki analiz wykonanych w 2022 r. przez firmę MGGPAERO w zakresie zawartości metali ciężkich [2]. Wyniki badań potwierdziły, że teren jest silnie zanieczyszczony metalami ciężkimi, w szczególności Zn i Cu. Dalszy opis wyników analiz przedstawiono w [rozdziale 4.2.1.](#) Najwyższe stężenie rtęci uzyskano w próbce gleby w punkcie, w których analizy wykazały najwyższe stężenie rtęci w liściach wierzby (**Fot. 4.15**). **Fot. 4.16** przedstawia natężenie występowania wszystkich efektów oddziaływania „Składowiska za Bzurą” na roślinność [2].



2.1 Mapy zawartości metali ciężkich w liściach wybranego gatunku

obszar 3

- obszar opracowania
- bufor 150 m

brzoza brodawkowata (Betula Pendula) - predykcja zawartości cynku

- 1778 - 2628 µg/g
- 1347 - 1778
- 937 - 1347
- 487 - 937
- 68 - 487

MGGPAERO

Zamówienie nr: "Ocena stanu i skutków oddziaływań środowiska odpadów wykorzystanych na ziemiach rolniczych położonych w Zjezrze przy ul. Mroczewskiej 54-60 (Obszar 1), ul. Waleriana Łukasińskiego (Obszar 2) oraz ul. Aniołowa Struga (Obszar 3) stanowiącym CZŚC I wieloetapowego zadania realizowanego przez Gminę Miasto Zjezrze w ramach projektu „Zjezrze – nowoczesne miasto po godzinach” finansowanego w ramach z programu Mechanizmu Finansowego EOG Rozwoju Łukoty.



2.1 Mapy zawartości metali ciężkich w liściach wybranego gatunku

obszar 3

- obszar opracowania
- bufor 150 m

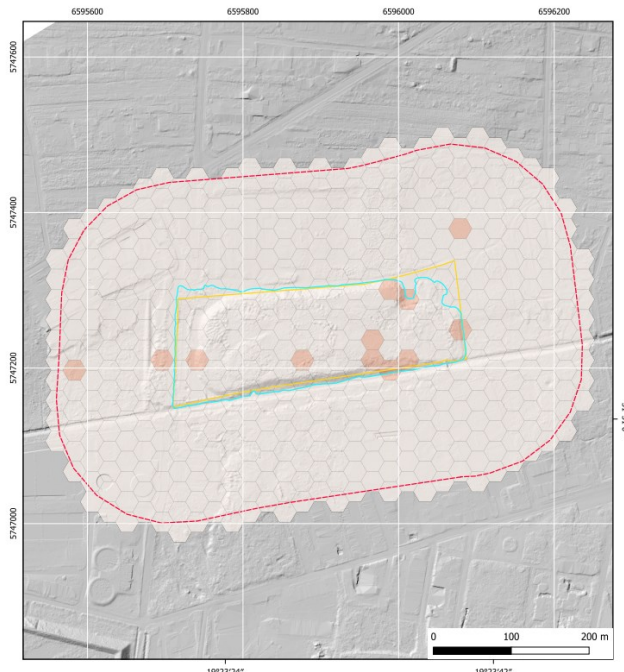
wierzba iwa (Salix Caprea) - predykcja zawartości cynku

- 1778 - 2628 µg/g
- 1347 - 1778
- 937 - 1347
- 487 - 937
- 68 - 487

MGGPAERO

Zamówienie nr: "Ocena stanu i skutków oddziaływań środowiska odpadów wykorzystanych na ziemiach rolniczych położonych w Zjezrze przy ul. Mroczewskiej 54-60 (Obszar 1), ul. Waleriana Łukasińskiego (Obszar 2) oraz ul. Aniołowa Struga (Obszar 3) stanowiącym CZŚC I wieloetapowego zadania realizowanego przez Gminę Miasto Zjezrze w ramach projektu „Zjezrze – nowoczesne miasto po godzinach” finansowanego w ramach z programu Mechanizmu Finansowego EOG Rozwoju Łukoty.

Fot. 4.14. Mapa zawartości cynku w liściach brzozy brodawkowatej (zdjęcie górne) i wierzby iwy (zdjęcie dolne) wykonana przez firmę MGGPAERO w 2022 r. [2].



2.4 Mapa obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów oraz obszaru ich oddziaływania

obszar 3

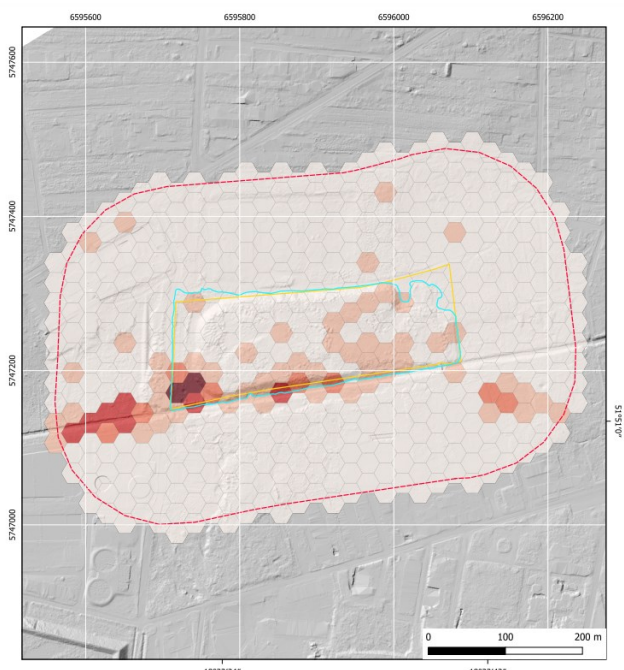
- aktualny zasięg składowisk
- obszar opracowania
- bufor 150 m

- Liczba wierzb o wysokim stężeniu rtęci**
- 1 - 3
 - 0

MGGPAERO

Zamówienie pn: "Określenie obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów ustrafowanych na nieruchomościach położonych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54-60 (Obszar 1), ul. Waleriana Łukasińskiego (Obszar 2) oraz ul. Aleksandra Struga (Obszar 3) stanowiącym CZCZ. I wieloetapowego zadania realizowanego przez Gminę Miasto Zgierz w ramach projektu „Zgierz - nowoczesne miasto po godzinach” finansowanego w ramach z programu Mechanizmu Finansowego EOG Ramowej Umowy.

Fot. 4.15. Liczba wierzb o wysokim stężeniu rtęci – Mapa stanu niezrekultywowanego miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (ze „Składowiska Za Bzurą”) wykonana przez firmę MGGPAERO w 2022 r. [2].



2.4 Mapa obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów oraz obszaru ich oddziaływania

obszar 3

- aktualny zasięg składowisk
- obszar opracowania
- bufor 150 m

- Suma punktów składowych (im większa suma tym większy wpływ i oddziaływanie składowisk na otaczającą roślinność)**
- 15 - 25
 - 9 - 14
 - 4 - 8
 - 1 - 3
 - 0

MGGPAERO

Zamówienie pn: "Określenie obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów ustrafowanych na nieruchomościach położonych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54-60 (Obszar 1), ul. Waleriana Łukasińskiego (Obszar 2) oraz ul. Aleksandra Struga (Obszar 3) stanowiącym CZCZ. I wieloetapowego zadania realizowanego przez Gminę Miasto Zgierz w ramach projektu „Zgierz - nowoczesne miasto po godzinach” finansowanego w ramach z programu Mechanizmu Finansowego EOG Ramowej Umowy.

Fot. 4.16. Suma punktów składowych oddziaływania na środowisko – Mapa stanu niezrekultywowanego miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (ze „Składowiska Za Bzurą”) wykonana przez firmę MGGPAERO w 2022 r. [2].

4.2.2. Przedstawienie wpływu obecnego stanu składowisk na stan środowiska, w szczególności na powierzchnię ziemi, kopaliny, wody, powietrze, krajobraz, klimat, dobra materialne, zabytki i krajobraz kulturowy, formy ochrony przyrody w tym Natura 2000, pozostałe elementy różnorodności biologicznej oraz zagrożenia dla zdrowia ludzi (ze zidentyfikowaniem przyczyn i ich skutków), przedstawione w formie opisowej i graficznej

Powierzchnia ziemi

Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) ma bardzo niekorzystne warunki hydrogeologiczne, ze względu na usytuowanie w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki Bzury na silnie przepuszczalnych gruntach. Miejsce to nie posiada uszczelnienia, w związku z powyższym stwarza możliwość zanieczyszczenia gleby, wód podziemnych i wód rzeki Bzury. Istnieje zagrożenie podmycia południowej skarpy hały w przypadku wystąpienia wielkiej wody w rzece, szczególnie w części zachodniej.

Strukturę geologiczną terenu oraz wpływ obecnego stanu składowiska opisano w **Rozdziale 4.1.2.**

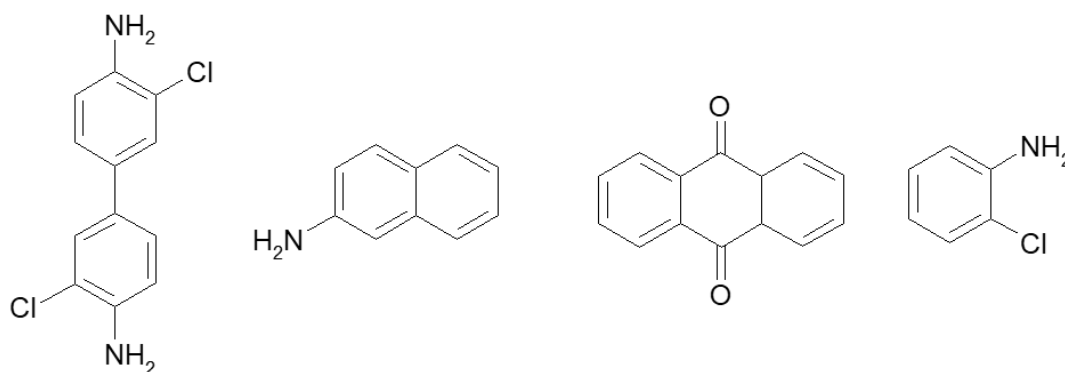
W dniu 10 sierpnia 2006 r. **Wojewoda Łódzki** na mocy **Decyzji** nr **6SR.VI.6622-d/69/2006** w sprawie ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko zobowiązał firmę EKO-Boruta Sp. z o.o. do podjęcia działań na działce o numerze ewidencyjnym 90/27 w celu ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko. Niestety, pomimo ponowienia procedury administracyjnej, nie udało się wyegzekwować działań naprawczych i ochronnych od firmy EKO-Boruta Sp. z o.o.

4.2.3. Wskazanie, analiza i ocena zagrożeń dla środowiska, z uwzględnieniem najnowszych technologii szybkiego reagowania na niekontrolowane emisje zanieczyszczeń na podstawie dostępnej literatury naukowej i bazy patentów

Odpady przemysłowe zdeponowane na miejscu gromadzenia historycznych odpadów („Składowisko Za Bzurą”) zalegają bezpośrednio na gruncie. Lokalizacja składowiska jest niedopuszczalna pod każdym względem, stwarzając zagrożenie dla środowiska. Przedstawienie wpływu obecnego stanu składowiska na powierzchnię ziemi, kopaliny, wody, powietrze, krajobraz, klimat, dobra materialne, zabytki i krajobraz kulturowy oraz formy ochrony przyrody w tym Natura 2000 przedstawiono w [Rozdziale 4.2.2.](#) W związku z powyższym w niniejszym rozdziale przedstawiono pogłębioną analizę zagrożeń dla środowiska z punktu widzenia procesów fizyko-chemicznych i transformacji najbardziej reprezentatywnych grup zanieczyszczeń wynikających z zalegania historycznych odpadów.

Barwniki i Aminy Aromatyczne

Analiza morfologii odpadów zalegających w miejscu gromadzenia historycznych odpadów („Składowisko Za Bzurą”) wykazała, że w glebie na składowisku znajdują się pozostałości barwników, amin aromatycznych oraz ich pochodnych lub produktów transformacji chemicznej na skutek długotrwałego oddziaływania czynników środowiska (promieniowanie UV) (**Rysunek 4.24**). Aminy aromatyczne (AA) są powszechnie stosowane jako półprodukty w syntezie barwników azowych w przemyśle włókienniczym [5, 6]. Niektóre AA były stosowane zarówno w syntezie barwników [7]. Stwierdzono, że aminy aromatyczne mogą być prekursorami n-nitrozoaminy (NA) powstającej w trakcie uzdatniania wody (np., w procesie chlorowania, a nawet ozonowania) [8, 9]. Aminy aromatyczne same mogą być mutagenne, kancerogenne i toksyczne [10, 11].



Rysunek 4.24. Prawdopodobne produkty redukcji barwników azowych zdeponowanych na miejscu gromadzenia historycznych odpadów („Składowisko Za Bzurą”).

Barwniki azowe mogą tworzyć toksyczne produkty degradacji, takie jak 2,4-dimetyloanilina, anilina, 3,3'-dimetoksybenzydyna i 1-amino-2-naftol, zarówno w środowisku redukującym, jak i utleniającym [10, 12]. Niedostępność tlenu i obecność mediatorów redoks [13–15], mają kluczowe znaczenie dla degradacji mikrobiologicznej barwników azowych. W warunkach beztlenowych drobnoustroje odbarwiają barwniki azowe poprzez redukcję wiązania -N=N- tworząc aminy aromatyczne [16], które są odporne na dalszą degradację i mogą się kumulować w środowisku [17, 18]. Barwniki azowe, które mogą uwalniać jedną z 22 rakotwórczych AA, są zakazane w tekstyliach odzieżowych w Unii Europejskiej [19].

Brüschweiler i inni [11] zbadali mutagenność 397 amin aromatycznych dopuszczonych do stosowania w UE, które mogłyby być uwalniane z 470 znanych włókienniczych barwników azowych. Zidentyfikowano 40 potencjalnie niebezpieczne AA korzystając z publicznie dostępnych baz danych i testów Ames. Aminy te mogą być

potencjalnymi produktami degradacji ok 180 barwników azowych dopuszczonych do stosowania. W publicznie dostępnych bazach danych UE informacje dotyczące toksyczności i poziomu ryzyka można znaleźć tylko dla 62 spośród 127 (49%) aromatycznych amin. Zidentyfikowano 15 (potencjalnie) rakotwórczych i/lub genotoksycznych substancji oraz 11 substancji, które mogą powodować uczulenie w wyniku kontaktu ze skórą [11]. Wytypowano cztery związki wykazujące wysoki wskaźnik ryzyka (2,2'-Dimetylobenzodinyne, dichlorowodorek 1,2,4-triaminobenzenu, 1,1-Bis(4-aminofenyl) cycloheksan oraz 4,6-Diaminoresorcinol.

Rawat i inni [12] przeanalizowali struktury chemiczne 61 barwników na podstawie dostępnych publikacji i zidentyfikowali prawdopodobne toksyczne ugrupowania poprzez analizę korelacji danych literaturowych z informacjami toksykologicznymi zawartymi w arkuszach danych MSDS. Większość tych barwników jest dopuszczona do użytku jako nietoksyczne i nie są one objęte regulacjami prawnymi. Większość barwników uznanych za bezpieczne posiada grupy funkcyjne które mogą indukować mutagenność/rakotwórczość po procesie degradacji. Ustalono, że po procesie degradacji tych barwników powstają związki rakotwórcze, takie jak β -naftyloamina, anilina, triazyna, p-fenylendiamina, β -amino- α -naftol, które są znanymi genotoksykantami [10]. Mając to na uwadze większość barwników uznawanych za nietoksyczne (mianowicie Reactive Red 195, Reactive Red 141, Acid Orange 7 i Acid Orange 52) można zaklasyfikować jako potencjalnie toksyczne. Jednak obecnie przy ocenie toksyczności kładzie się nacisk tylko na toksyczność nienaruszonych barwników i nie bada się toksyczności ich produktów rozkładu w procesie utleniania, które z natury rzeczy będą musiały się tworzyć. W niektórych badaniach wykazano jednak powstawanie toksycznych produktów podczas degradacji barwników azowych [10, 20]. Przykładowo, w wyniku degradacji barwników Acid Orange 7 i Reactive Black 5 powstają niebezpieczne aminy aromatyczne [20]. Tym samym klasyfikacja, uznająca te barwniki za nietoksyczne prowadzi do niewłaściwej identyfikacji ryzyka. Z drugiej strony, biorąc pod uwagę dużą liczbę strukturalnie zróżnicowanych barwników azowych oraz produktów ich rozkładu ze względów ekonomicznych nie jest możliwe przeprowadzenie oceny ekotoksyczności każdego z nich [12, 21].

Metale ciężkie

Wyniki analiz próbek gleby wykazały, że istnieje duże zagrożenie skażenia środowiska metalami ciężkimi. Istnieją liczne dokumenty w zakresie negatywnego oddziaływania metali ciężkich na środowisko i bezpieczeństwo organizmów żywych. Metale ciężkie mogą być przenoszone i biomagnifikowane za pośrednictwem łańcuchów pokarmowych zagrażając zdrowiu ludzkiemu [22–27]. Skuteczny monitoring i nadzór nad stężeniem metali ciężkich: rtęć (Hg), arsen (As), nikiel (Ni), kobalt (Co), miedź (Cu), kadm (Cd) i chrom (Cr) w środowisku wodnym i glebie jest bardzo potrzebnym narzędziem ochrony populacji [24, 25]. Metale ciężkie mogą wpływać na ryby i inne bezkręgowce [28].

Aspekt szybkiego reagowania został przedstawiony w punkcie 4.1.3.

4.2.4. Wskazanie aspektów, których usunięcie/wyeliminowanie/zabezpieczenie jest konieczne i możliwe do wykonania przed rozpoczęciem prac rekultywacyjnych oraz sposobu ich wykonania z oszacowaniem kosztów

W miejscu gromadzenia historycznych odpadów („Składowisko Za Bzurą”) niezbędne jest przeprowadzenie następujących prac:

- a) ogrodzenie terenu wraz z zainstalowaniem tablic informacyjnych o zakazie wstępu osób nieupoważnionych celem zabezpieczenia przed dostępem osób nieuprawnionych oraz nielegalnym składowaniem odpadów,

Koszt ogrodzenia oszacowano na 60 000-65 000 PLN, koszt bramy wjazdowej na około 2 000 PLN.

Koszt 5 tablic informacyjnych: 5 000 PLN.

- b) wykonanie bariery nieprzepuszczalnej i bariery reaktywnej wraz z wykonaniem drenażu i rowów opaskowych kierujących wody do istniejącego kolektora sanitarnego usytuowanego na lewym brzegu rzeki Bzury i dalej do oczyszczalni ścieków.

Szacunkowy koszt: 96 000 000 PLN.

4.2.5. Oszacowanie ryzyka, tj. prawdopodobieństwa wystąpienia konkretnego skutku w określonym czasie lub w określonej sytuacji, wynikającego ze zidentyfikowanego wpływu obecnego stanu składowisk na środowisko

Analiza ryzyka polega na określeniu możliwych zdarzeń prowadzących do strat materialnych, ludzkich i środowiskowych. Ocena ryzyka jest wyrażona w efekcie końcowym w pieniądzu. Ocenę ryzyka dla miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowiska Za Bzurą”) przedstawiono w rozdziale 4.1.5.

4.2.6. Wskazanie sposobu/ów zabezpieczenia każdego ze składowisk przed negatywnym oddziaływaniem na środowisko w okresie przed rozpoczęciem prac rekultywacyjnych wraz z oszacowaniem kosztów

Ze względu na posiadanie przez miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) bardzo niekorzystnych warunków hydrogeologicznych, w tym usytuowanie na silnie przepuszczalnych gruntach, bez uszczelnienia, w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki Bzury, zachodzi możliwość zanieczyszczenia gleby, wód podziemnych i wód rzeki Bzury. W sytuacji wystąpienia wielkiej wody w w/w rzece istnieje groźba podmycia południowej skarpy hałdy, szczególnie w części zachodniej i przemieszczenia nagromadzonych odpadów.

W związku z powyższym, proponuje się następujące działania zabezpieczające miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”):

- zabezpieczenia zgromadzonej hałdy odpadów przed podmyciem przy wystąpieniu wielkiej wody w rzece Bzurze;
- ograniczenia przesiąkania wód deszczowych przez warstwy odpadów do wód powierzchniowych i podziemnych;

Ograniczenia przesiąkania wód deszczowych można dokonać poprzez wykonanie:

- ścianki szczelnej stalowej lub PVC u podnóża skarpy wzdłuż prawego brzegu Bzury oraz częściowo od zachodniej i wschodniej strony hałdy - górna krawędź ścianki winna być wyniesiona minimum 0,5 m powyżej poziomu wielkiej wody stuletniej i jednocześnie zapewniać stabilność skarpy;
- rowów opaskowych od północnej, zachodniej i wschodniej strony hałdy oraz drenażu opaskowego ujmującego wody opadowe zza ścianki szczelnej;
- drenażu i wyrobów opaskowych kierujących wody do istniejącego kolektora sanitarnego usytuowanego na lewym brzegu rzeki Bzury i dalej do oczyszczalni ścieków;
- uszczelnienia terenu hałdy.

W/w działania są zgodne ze zobowiązaniem firmy EKO-Boruta Sp. z o.o. do ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowiska Za Bzurą”), zlokalizowanego na działce 90/27, wydanym przez Wojewodę.

Inną możliwością jest zastosowanie bioremediacji lub fitoremediacji gleby na skarpie przyległej do rzeki Bzury. Fitoremediacja tzn. zastosowanie roślin, które będą akumulować w sobie zanieczyszczenia np. metale ciężkie. Bioremediacja polegałaby na zastosowaniu mikroorganizmów do degradacji zanieczyszczeń organicznych np. barwników. Powyższe metody są metodami eksperymentalnymi. Dobrym rozwiązaniem, chroniącym skarpe składowiska przed osuwaniem do rzeki, byłoby zamontowanie geokraty ze strukturami włóknistymi, biodegradowalnymi, pochodzącymi z recyklingu.

4.2.7. Wskazanie sposobu/ów poprawy stanu środowiska spowodowanego zanieczyszczeniem substancjami niebezpiecznymi lub ich mieszaniną powodującymi zanieczyszczenie powierzchni ziemi i/lub wód, wpływ na zdrowie ludzi i stan środowiska (remediacji lub innych wskazań koniecznych i możliwych do wykonania) w okresie przed rozpoczęciem prac rekultywacyjnych wraz z oszacowaniem kosztów

Zabezpieczenie składowiska w sposób opisany w rozdziale 4.2.6. w istotny sposób wpłynie na poprawę stanu środowiska, w szczególności środowiska wodnego.

4.2.8. Wskazanie rodzaju badań (ich istoty, zakresu oraz sposobu wykonania), których przeprowadzenie byłoby racjonalne i uzasadnione przed rozpoczęciem zabezpieczenia oraz rekultywacji wraz z oszacowaniem kosztów

W związku z możliwością przenikania zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych, jak również metali ciężkich do gleby oraz wód gruntowych oraz wód rzeki Bzury, należy wykonać szczegółowe badania wody z rzeki Bzury, wód gruntowych, gleby z czaszy składowiska oraz gleby ze skarp składowiska, w szczególności z południowej skarpy graniczącej z rzeką Bzurą.

Zakres badań dla wód powierzchniowych i podziemnych:

OWO, ChZT, BZT₅, pH, zawiesiny ogólne, przewodnictwo, fenole, aminy aromatyczne (w tym benzydyna), WWA, indeks olejowy, metale ciężkie (chrom, kobalt, nikiel, cynk, ołów, rtęć, kadm, miedź, arsen) chlorki, siarczany, siarczki, cyjanki, żelazo ogólne, azot ogólny, fosfor ogólny, pestycydy

Zakres badań dla gleby:

OWO, ChZT, BZT₅, pH, zawiesiny ogólne, przewodnictwo, fenole, aminy aromatyczne (w tym benzydyna), WWA, indeks olejowy, metale ciężkie (chrom, kobalt, nikiel, cynk, ołów, rtęć, kadm, miedź, arsen) chlorki, siarczany, siarczki, cyjanki, żelazo ogólne, azot ogólny, fosfor ogólny, pestycydy.

W ramach badania geologicznego i geotechnicznego konieczne jest przeprowadzenie badań: wykonanie sondowań terenu metodą „Direct Push” lub odwiertów z pobieraniem próbek gruntu. Pobieranie próbek gleby do badań środowiskowych metodą „direct push” pozwala na precyzyjne określenie ilościowej zawartości substancji szkodliwej w gruncie pobranym z różnych głębokości, sięgających do 25 m. Pobrana próbka gruntu nie ulega wtórnemu zanieczyszczeniu podczas wyciągnięcia z otworu.

W ramach badania środowiskowego wskazane jest przeprowadzenie badań gruntu metodą in-situ: MIHPT (Membrane Interface Probe with Hydraulic Profiling Tool) i OIHPT (Optical Image Profiler with Hydraulic Profiling Tool).

Badanie gruntu za pomocą sondy MIHPT umożliwia wykrywanie w czasie rzeczywistym lotnych związków organicznych (LZO). Sonda umożliwia również pomiary przewodności elektrycznej gruntu (EC Dipol) oraz przewodności hydraulicznej (HPT Injection Port).

5

Określenie technologii rekultywacji poszczególnych składowisk, zawierające w szczególności:

5.1 Przedstawienie dwóch najlepszych technologii rekultywacji dla każdego ze składowisk z uwzględnieniem ich obecnego stanu i statusu, z podaniem uzasadnienia prawnego, ekonomicznego, technologicznego, z jednoczesnym wskazaniem na wady i zalety, słabe i mocne strony danej technologii na podstawie przeglądu literatury naukowej i bazy patentów (z ewentualnym przedstawieniem wariantów)

5.1.1 Przegląd literatury

Remediacja terenów zdegradowanych

Remediacja polega na poddaniu gleby, ziemi i wód gruntowych działaniom naprawczym, mającym na celu usunięcie lub zmniejszenie różnego rodzaju zanieczyszczeń, ich kontrolowanie oraz ograniczenie rozprzestrzeniania się, tak aby teren zanieczyszczony przestał stwarzać zagrożenie dla zdrowia ludzi lub stanu środowiska. Istnieją różne metody remediacji, które można podzielić na 3 zasadnicze rodzaje: remediacja fizyczna, remediacja chemiczna i remediacja biologiczna. Inny sposób podziału metod remediacji to metody *in-situ* (na miejscu, bez konieczności przemieszczania gruntu na terenie prowadzonej remediacji) i *ex-situ* (poza rejonem występowania zanieczyszczenia gleby, po wcześniejszym wydobyciu gruntu i/lub ewentualnym wypompowaniu wody podziemnej). Rozróżnia się również remediację on site - jest to połączenie metod *ex-situ* i *in-situ*, polegającą na wybraniu zanieczyszczonego gruntu i odpompowaniu wód podziemnych z miejsca ich występowania (*ex-situ*) i przeprowadzenie procesu oczyszczania w rejonie występowania zanieczyszczenia - na terenie tej samej działki (*in-situ*), bez wyjazdu na drogi publiczne. Metoda *ex-situ* wiąże się ze sporymi kosztami, dlatego zalecana jest głównie do działań na małych powierzchniach terenu. Pod względem środowiskowym, ale często również ekonomicznym, najlepszym sposobem remediacji, w szczególności dużych powierzchni, stają się metody *in-situ*.

W oparciu o decyzje urzędowe dot. katalogu odpadów deponowanych na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych w Zgierzu wyróżniono kilka głównych rodzajów zanieczyszczeń terenu: metale ciężkie, substancje ropopochodne, azbest, fosforany, opony, żwir, żużle, gipsy i popioły, zużyte materiały sorpcyjne, węgiel aktywny, materiały filtracyjne, filtry olejowe, piaski, ropy, pyły, ceramika, gruz, beton, tynki, kruszywa, minerały, kamienie, gleby, chemikalia i odczynniki chemiczne oraz odpady komunalne. Pełną listę odpadów przeznaczonych do

składowania na w/w składowisku wraz z ich kodami zaprezentowano w **Załączniku nr 2** Raportu.

Remediacja gruntów zanieczyszczonych metalami ciężkimi

Na podstawie przeprowadzonego przeglądu literaturowego, metody remediacji gleby zanieczyszczonej metalami ciężkimi można podzielić na następujące kategorie [29]:

1. Metody fizyczne.
2. Metody chemiczne.
3. Metody biologiczne.

Tabela 5.1 przedstawia zestawienie dostępnych metod prezentujące ich główne założenia, zastosowanie, wady oraz zalety, a także stopień rozpowszechnienia.

Fizyczna remediacja gleby polega na odwróceniu lub zatrzymaniu szkód w glebie za pomocą metod fizycznych, w tym poprzez wymianę gleby, izolację, zabezpieczanie i desorpcję termiczną [30, 31].

Zasklepienie powierzchniowe polega na przykryciu zanieczyszczonych gruntów warstwą wodoodpornego materiału, tworząc stabilną powierzchnię ochronną. Technika ta nie pozwala na usunięcie zanieczyszczeń metalami ciężkimi z gleby ani zmniejszenie ich reaktywność w glebie [30]. Niemniej jednak, metoda ta skutecznie służy jako nieprzepuszczalna dla wód powierzchniowych bariera, zapobiegająca dalszemu zanieczyszczeniu gleby wskutek przenikania wód powierzchniowych i gruntowych [30]. Grunty poddane zasklepieniu powierzchniowemu tracą swoje naturalne funkcje środowiskowe, ale mogą być wykorzystywane dla celów cywilnych/społecznych, np. jako parkingi lub boiska [32]. Stosuje się zarówno pokrywy jedno- jak i wielowarstwowe, wykonane z takich materiałów jak glina, beton, asfalt, polietylen o dużej gęstości [30]. Pokrywa musi mieć odpowiednią wytrzymałość i stabilność oraz powinna wystawać 60–90 cm poza skażony obszar [33]. Dodatkowo stosuje się rowy, groble i zbocza w celu zapewnianie odpowiedniego odprowadzenia wody z czap powierzchniowych [30]. W przypadku nałożenia wierzchniej warstwy gleby na nieprzepuszczalną czapę, możliwe jest jej ponowne zasiedlenie roślinnością [30].

Enkapsulacja jest alternatywną metodą zaradczą, która polega na hermetycznym, fizycznym odizolowaniu zanieczyszczonej gleby poprzez zastosowanie odpowiedniego systemu barier, składającego się z nieprzepuszczalnych pokryw oraz wertykalnych (rzadziej horyzontalnych) barier podziemnych [30, 31]. Pokrywy o niskiej przepuszczalności, najczęściej syntetyczne tekstylia lub warstwy gliny, minimalizują przenikanie wód powierzchniowych, a tym samym zapobiegają przedostawaniu się zanieczyszczeń do wód gruntowych (w kierunku wertykalnym) [30, 31]. Podziemne, nieprzepuszczalne bariery (cementowe, betonowe, drewniane, aluminiowe, stalowe, polietylenowe) powstrzymują przedostawanie się zanieczyszczonej gleby w kierunku

horyzontalnym do otaczających gruntów. Głównym wyzwaniem w tej metodzie jest stworzenie barier wertykalnych [30, 31].

Składowanie jest jedną z najprostszych metod polegającą na usunięciu zanieczyszczonej gleby i przetransportowaniu jej na bezpieczne składowisko w celu jej utylizacji [30]. Bezpieczne składowiska stanowią odpowiednio zaprojektowane i zabezpieczone tereny, posiadające m.in. nieprzepuszczalne bariery, systemy drenażowe oraz wały zabezpieczające [30]. Koszt takiej metody szacuje się na 300-500 \$/tonę [30].

Termiczna desorpcja polega na ogrzaniu podłoża/gruntów w celu usunięcia zanieczyszczeń, a jej skuteczność zależy od lotności substancji zanieczyszczającej [30]. Technika ta skutecznie usuwa zanieczyszczenie o wysokiej lotności, takie jak rtęć, jednakże powoduje znaczące zmiany we właściwościach fizykochemicznych oraz składzie mineralicznym gleby [34, 35].

Tabela 5.1. Techniki remediacji gleby zanieczyszczonej metalami ciężkimi wraz z ich zaletami i wadami [29–31].

Metoda	Technika remediacji	Założenia	Zastosowanie	Zalety	Wady	Stopień rozpowszechnienia
Fizyczna remediacja	Zasklepianie powierzchniowe	Polega na przykryciu zanieczyszczonych gruntów warstwą wodoodpornego materiału, tworząc stabilną powierzchnię ochronną.	<i>In-situ</i> , duże zanieczyszczenie.	Prosta implementacja, niski koszt, wysoki stopień bezpieczeństwa.	Ograniczenie do małych obszarów i wybranych lokalizacji geograficznych, brak możliwości uprawy ziemi.	Szeroko stosowane.
	Składowanie	Polega na usunięciu zanieczyszczonej gleby i przetransportowaniu jej na bezpieczne składowisko w celu jej utylizacji.	<i>Ex-situ</i> , duże zanieczyszczenie	Wysoki stopień bezpieczeństwa, natychmiastowy rezultat. Całkowite usunięcie zanieczyszczeń.	Wysokie koszty, wymaga dodatkowych terenów na składowanie odpadów.	Szeroko stosowane.
	Enkapsulacja	Polega na hermetycznym, fizycznym odizolowaniu zanieczyszczonej gleby poprzez zastosowanie odpowiedniego systemu nieprzepuszczalnych barier horyzontalnych i wertykalnych.	<i>In-situ</i> , duże zanieczyszczenie	Wysoki stopień bezpieczeństwa, krótki czas realizacji.	Ograniczenie do niewielkich, płytko zanieczyszczonych obszarów, wysokie koszty, utrata możliwości uprawy ziemi.	Remediacja gleby zanieczyszczonej radionuklidami i odpadami mieszanymi.
	Termiczna desorpcja	Polega na ogrzaniu gruntów w celu usunięcia zanieczyszczeń.	<i>In-situ</i> .	Skutecznie usuwa zanieczyszczenia o wysokiej lotności.	Skuteczność uzależniona od lotności zanieczyszczenia. Duże zmiany we właściwościach fizykochemicznych oraz składzie	-

					mineralogicznym gleby.	
Chemiczna remediacja	Stabilizacja	Dodanie odczynników/substancji pozwalających na stworzenie związków nierozpuszczalnych.	<i>In-situ</i> , duże zanieczyszczenie.	Przystępność cenowa, natychmiastowy efekt, łatwa implementacja.	Metoda dedykowana dla konkretnego metalu, tymczasowa efektywność, zanieczyszczenia pozostają w glebie i mogą zostać uwolnione w określonych warunkach.	Tymczasowa remediacja, brak oficjalnego zatwierdzenia.
	Zestalenie		<i>In-situ, ex-situ</i> , duże zanieczyszczenie.	Możliwość szybkiej implementacji, wysoka efektywność.	Wysokie koszty, obszary i gleba poddane remediacji tracą funkcje środowiskowe. Rozwiązanie nie jest permanentne – możliwe jest uwalniania metali ciężkich przy określonych warunkach.	Często praktykowana.
	Przemywanie	Polega na zastosowaniu wody lub innych cieczy, substancji chemicznych lub gazów zdolnych do usuwania zanieczyszczeń z gleby. Metale ciężkie są usuwane z gleby i przenoszone do fazy	<i>In-situ</i> , gruboziarnista gleba, umiarkowane/ duże zanieczyszczenie.	Usuwanie zanieczyszczeń z górnych warstw gleby, minimalne naruszenie gleby, niskie koszty, prosta implementacja.	Ograniczenie zastosowanie do gruboziarnistej gleby o wysokiej przepuszczalności, możliwość zanieczyszczenia wód gruntowych. Nie jest to rozwiązanie	Ograniczone zastosowanie, głównie dla mieszanych zanieczyszczeń.

		ciekłej poprzez wytrącanie, wymianę jonową, chelatację, adsorpcję.			pozwalające na całkowitą eliminację metali ciężkich z gleby.	
	Wymywanie		<i>Ex-situ</i> , umiarkowane/duże zanieczyszczenie.	Wysoka skuteczność, szybkie efekty.	Bardzo duży stopień naruszenia gleby.	Często praktykowane.
	Witryfikacja	Podgrzanie ziemi do wysokiej temperatury z zakresu 1400-2000°. W tym celu wykorzystuje się energię pochodzącą ze spalania paliw kopalnych lub bezpośrednie podgrzewanie przy użyciu mikrofal, elektrod lub plazmy.	<i>In-situ, ex-situ</i> , duże zanieczyszczenie.	Usuwanie zanieczyszczeń bezpośrednio poprzez utrzymywanie wysokiej temperatury w glebie. Wysoka skuteczność.	Wysokie koszty, ograniczona do małych ilości gleby, tereny i gleba poddane remediacji tracą funkcje środowiskowe. Technologia wysoce skomplikowana, wymagająca dużych nakładów energii.	Często praktykowana.
	Metoda elektrokinetyczna	Metoda polega na zastosowaniu wysokiego napięcia w celu wytworzenia gradientu pola elektrycznego pomiędzy dwoma elektrodami. Naładowane metale ciężkie zostają przeniesione w kierunku biegunów poprzez elektromigrację, przepływ	<i>In-situ</i> , drobnoziarnista gleba, umiarkowane/ duże zanieczyszczenie.	Usuwanie zanieczyszczeń, minimalny stopień naruszenia gleby. Skuteczna dla gleb o niskiej przepuszczalności, prosta implementacja, niskie koszty.	Czasochłonność, niska wydajność, ograniczone zastosowanie do gleb drobnoziarnistych z niską przepuszczalnością. Brak możliwości kontroli pH, potrzeba zastosowania membran jonowymiennych w celu usprawnienia migracji.	W fazie rozwoju, w skali pilotażowej.

		elektroosmotyczny lub proces elektroforezy.				
Biologiczna remediacja	Zastosowanie roślin (fitoremediacja)	Polega na zasiedleniu zanieczyszczonej gleby przez rośliny zdolne do adsorpcji, składowania zanieczyszczeń w łodygach/liściach lub do ich przekształcenia w związki mniej szkodliwe.	<i>In-situ</i> , niskie/umiarkowane zanieczyszczenie.	Wysoka akceptacja społeczna, niskie koszty, łatwość implementacji, odpowiednia dla dużych obszarów o niskim stopniu zanieczyszczenia. Rośliny mają wysoką tolerancję na wysokie stężenie metali w korzeniach, łodygach oraz liściach.	Zastosowanie ograniczone dla terenów o niskim stopniu zanieczyszczenia, niska efektywność, czasochłonność, metoda dedykowana dla konkretnego metalu. Trudności związane z doбором odpowiednich roślin dla danych pierwiastków.	W fazie rozwoju, w skali pilotażowej.
	Zastosowanie mikroorganizmów	Mikroorganizmy przekształcają metale ciężkie poprzez zmianę ich właściwości chemicznych i fizycznych. Procesy te obejmują kompleksowanie zewnątrzkomórkowe, akumulację wewnątrzkomórkową oraz wytrącanie lub reakcję utleniania i redukcji.	<i>In-situ</i> , niskie/umiarkowane zanieczyszczenie.	Niskie koszty, prostota implementacji, minimalny stopień naruszenia gleby.	Niska wydajność, zastosowanie głównie jako uzupełnienie podstawowych technik remediacji. Trudności związane z zapewnieniem odpowiednich warunków bytowych dla mikroorganizmów.	Brak obecnych zastosowań do usuwania metali ciężkich.

Remediacja chemiczna obejmuje szereg metod opartych na odczynnikach oraz reakcjach chemicznych stosowanych do usuwania zanieczyszczeń z gleby [30, 31, 36]. Wśród tych metod można wyróżnić: zestalanie/stabilizację, witrifikację, przemywanie/wymywanie oraz metodę elektrokinetyczną [30, 31].

Zestalanie/stabilizację wykonuje się zazwyczaj poprzez mieszanie zanieczyszczonej gleby z odczynnikami/materiałami ograniczającymi ruchliwość metali ciężkich [30, 31]. Zestalanie to fizyczna enkapsulacja zanieczyszczeń w matrycy (np. cement, bitum, asfalt, spoiwa termoplastyczne). Stabilizacja zaś polega na zastosowaniu środków chemicznych ograniczających ruchliwość zanieczyszczeń [30, 31]. Dostępne są różnorodne, opłacalne ekonomicznie i przyjazne dla środowiska materiały, które nie tylko unieruchamiają metale w zanieczyszczonych glebach, ale także poprawiają jakość gleby, np. środki na bazie wapna [37], kalcynowane muszle ostryg [38], skorupki jaj [39], muszle małży [40] oraz kalcynowane muszle sercówek [41].

Witrifikacja jest metodą polegającą na zestaleniu/stabilizacji zanieczyszczeń takich jak metale ciężkie z wykorzystaniem energii cieplnej (1400–2000°C) [30, 31]. W tym celu często dodaje się do zanieczyszczonej gleby prekursor tworzący szkło, następnie podgrzewa się mieszaninę aż do jej upłynięcia, a po jej ochłodzeniu otrzymuje się amorficzne, jednorodne szkło [42]. Metale ciężkie mogą być unieruchomione w procesie witrifikacji w wyniku dwóch głównych interakcji z matrycą szklaną: wiązania chemicznego i enkapsulacji [43]. Temperatura ogrzewania w procesie zeszklenia jest kluczowym czynnikiem immobilizacji metali ciężkich w zanieczyszczonych glebach [31].

Przemywanie i wymywanie to skuteczne metody remediacji gleby, w których stosuje się wodę lub odpowiedni roztwór wymywający w celu usunięcia zanieczyszczeń z gleby [30, 31]. W przypadku metali ciężkich możliwe jest zastosowanie środków takich jak woda [44], saponiny [45], kwasy organiczne [46], środki chelatujące [47], środki powierzchniowo czynne [48] oraz kwasy organiczne o niskiej masie cząsteczkowej [49]. Jednym z najskuteczniejszych środków chelatujących stosowanych do usuwania metali ciężkich z gleby jest kwas etylenodiaminotetraoctowy (EDTA) [50]. Do zalet EDTA należy niska biodegradowalność, wysoka wydajność/skuteczność, dostępność odpowiednich technik recyklingu i znikomy wpływ na aktywność mikroorganizmów i enzymów zawartych w glebie [51].

Remediacja elektrokinetyczna to innowacyjna metoda remediacji gleb zamieszczonych m.in. metalami ciężkimi. Metoda ta polega na usunięciu metali ciężkich z zanieczyszczonej gleby poprzez różne mechanizmy, w tym elektromigrację, elektroosmozę, elektroforezę i elektrolizę, w wyniku zastosowania prądu elektrycznego [30, 31, 52]. W celu zwiększenia efektywności tej metody możliwe jest zastosowanie również środków chelatujących, takich jak EDTA, kwas etylenodiaminodibursztynowy, kwas nitrylotrioctowy i kwas cytrynowy [53]. Możliwe jest również połączenie przemywania/wymywania oraz metody elektrokinetycznej w celu zwiększenia efektywności usuwania metali ciężkich [54–57].

Bioremediacja jest jedną z najnowocześniejszych technik stosowanych w celu częściowej odbudowy ekosystemu gleby zanieczyszczonej metalami ciężkimi [30, 31]. Metoda ta wykorzystuje procesy biologiczne typowe dla roślin oraz mikroorganizmów, które umożliwiają usuwanie, niszczenie lub unieruchamianie zanieczyszczeń [58]. Bioremediacja jest metodą przyjazną dla środowiska i opłacalną ekonomicznie, zwłaszcza w przypadku niskich stężeń metali, w porównaniu z konwencjonalnymi metodami chemicznymi i fizycznymi, które często są bardzo drogie i nieskuteczne, a dodatkowo prowadzą do powstania znacznych ilości toksycznych osadów [59]. Dzięki zastosowaniu bioremediacji do oczyszczania 1 akra ziemi zanieczyszczonej ołowiem możliwe jest osiągnięcie oszczędności na poziomie 50-65% w porównaniu do tradycyjnej metody jaką jest wywiezienie i składowanie zanieczyszczonej gleby [60]. Bioremediacja za pomocą mikroorganizmów jest skuteczna, jeśli zastosuje się mieszaninę różnych gatunków, która będzie działać synergicznie [61]. Wśród mechanizmów wykorzystywanych przez mikroorganizmy do oczyszczania gleby z metali ciężkich można wyróżnić wytrącanie, biosorpcję przez wewnątrzkomórkowe białka wiążące, konwersję metali do nieszkodliwych form przez enzymy [59]. Jednoczesne zastosowanie zarówno roślin, jak i mikroorganizmów pozwala na szybsze i efektywniejsze oczyszczanie zanieczyszczonych gleb [62]. W **Tabeli 5.2** oraz **Tabeli 5.3** przedstawiono zestawienie odpowiednio roślin oraz różnych gatunków mikroorganizmów, które można stosować do remediacji gleby zanieczyszczonej metalami ciężkimi.

Podsumowując, biorąc pod uwagę ograniczenia związane z fizycznymi i chemicznymi metodami remediacji gleby, takie jak wysokie koszty, nieodwracalne zmiany właściwości gleby, naruszenie naturalnego ekosystemu gleby, oraz powstawanie drugorzędnych zanieczyszczeń, bioremediacja wydaje się być odpowiednią technologią do remediacji gleby zanieczyszczonej metalami ciężkimi. Dodatkowo, jednoczesne zastosowanie dwóch technik bioremediacji, tj. zarówno roślin, jak i mikroorganizmów, pozwala na szybsze i bardziej skuteczne oczyszczenie gleby [62]. Bioremediacja nie tylko jest metodą przyjazną środowisku, ale także pozwala na oczyszczenie zarówno gleby, jak i wód gruntowych.

Tabela 5.2. Lista roślin uprawnych zdolnych do remediacji gleby zanieczyszczonej metalami ciężkimi [63].

Roślina uprawna	Zanieczyszczony obszar	Metale	Referencje
<i>Allium schoenoprasum</i> L. (szczypiorek)	Gleba	Ni, Co, Cd	[64]
<i>Brassica juncea</i> (L.) Coss (gorczyca indyjska)	Gleba i woda	Cd, Cu, Zn, Pb	[65–69]
<i>Brassica napus</i> L. (rzepak)	Gleba	Cd, Cu, Zn, Pb	[67, 70, 71]
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp. (groch gołębni)	Gleba	As, Cd	[72]
<i>Cicer arietinum</i> L. (ciecierzyca)	Gleba	Cd, Pb, Cr, Cu	[73–75]
<i>Cucumis sativus</i> L. (ogórek)	Woda	Pb	[66]
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms (hiacynt wodny)	Woda	As, Cr, Zn, Cs, Co	[76–78]
<i>Jatrofa curcas</i> L. (orzec przeczyszczający)	Gleba	Fe, Al, Cu, Mn, Cr, As	[79–81]
<i>Lantana camara</i> L. (lantana pospolita)	Gleba	Zn, Hg, Pb	[82]
<i>Lens culinaris</i> Medik. (soczewica)	Gleba	Pb	[83]
<i>Lepidium sativum</i> L. (rzeżucha)	Gleba	As, Cd, Fe, Pb, Hg	[84, 85]
<i>Lactuca sativa</i> L. (sałata)	Gleba	Cu, Fe, Mn, Zn, Ni, Cd	[84, 86–88]
<i>Medicago sativa</i> L. (lucerna siewna)	Gleba	Pb, Co, As, Cd	[89]
<i>Oryza sativa</i> L. (ryż)	Gleba	Cu, Cd	[90]
<i>Pistia stratiotes</i> L. (sałata wodna)	Woda	Cr, Cd, As	[91–93]
<i>Pisum sativum</i> L. (groch)	Gleba	Pb, Cu, Zn, Fe, Cd, Ni	[72, 94–97]
<i>Raphanus sativus</i> L. (rzodkiewka)	Gleba	Cr, As, Cd, Fe, Pb, Cu	[84, 98]
<i>Spinacia oleracea</i> L. (szpinak)	Gleba	Cd, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn	[99–103]
<i>Solanum nigrum</i> L. (psianka czarna)	Gleba	Cr, Cd	[104–106]
<i>Sorgo bicolor</i> (L.) Moench (sorgo dwubarwne)	Gleba	Cd, Cu, Zn, Fe	[107]
<i>Zea mays</i> L. (kukurydza)	Gleba	Cd, Pb, Zn, Cu	[103–109]

Tabela 5.3. Lista mikroorganizmów zdolnych do remediacji gleby zanieczyszczonej metalami ciężkimi [29].

Metal	Bakteria	Grzyb	Referencje
Pb	<i>Micrococcus luteus, Bacillus subtilis, B. firmus, B. megaterium, Aspergillus niger, Penicillium species, Brevibacterium iodinium, Pseudomonas spp., Staphylococcus spp., Streptomyces spp.</i>	<i>Candida sphaerica</i>	[110–115]
Cd	<i>Pseudomonas aeruginosa, Alcaligenes faecalis, Bacillus subtilis, B. megaterium</i>	<i>Coprinosis atramentaria</i>	[111, 113, 116]
Cu	<i>Staphylococcus sp., Streptomyces sp., Enterobacter cloacae, Desulfovibrio desulfuricans, Flavobacterium spp., Methylobacterium organophilum, Arthrobacter strain, Enterobacter cloacae, Micrococcus sp., Gemella spp., Micrococcus spp., Pseudomonas sp., Flavobacterium spp., A. faecalis (GP06), Pseudomonas aeruginosa (CH07)</i>	<i>Aspergillus versicolor, Aspergillus niger, Sphaerotilus natans, Aspergillus niger, Candida spp.</i>	[110, 111, 114, 117–125]
Ni	<i>Micrococcus sp., Pseudomonas spp., Acinetobacter sp. Desulfovibrio desulfuricans</i>	<i>Aspergillus versicolor, Aspergillus spp., Aspergillus niger, Aspergillus niger, Candida spp.</i>	[110, 122, 124–127]
Hg	<i>Klebsiella pneumoniae, Pseudomonas aeruginosa, Vibrio parahaemolyticus (PG02), Bacillus licheniformis, Vibrio fluvialis</i>	<i>Candida parapsilosis</i>	[117, 128–130]

Cr	<i>Bacillus cereus, Acinetobacter spp. Arthrobacter sp.</i>	<i>Aspergillus niger, Rhizopus oryzae, Saccharomyces cerevisiae, Penicillium chrysogenum, Aspergillus versicolor, Sphaerotilus natans, Saccharomyces cerevisiae, Phanerochaete chrysosporium, Hansenula polymorpha, S. cerevisiae, Yarrowiali polytica, Rhodotorula pilimanae, Pichiaguillier mondii, and Rhodotorula mucilage</i>	[111, 123, 125, 131-135]
Zn	<i>Bacillus firmus, Pseudomonas spp.</i>	-	[110, 136]
Co	<i>Enterobacter cloacae</i>	-	[117]

Remediacja gruntów zanieczyszczonych azbestem

Azbest to określenie pewnych grup mineralnych mających postać włókien o stosunku długości do średnicy włókna co najmniej 100:1. Nazwa azbest nie określa konkretnego minerału, lecz dotyczy ogółu minerałów krzemianowych tworzących włókna.

Techniczną klasyfikację azbestów oparto na długościach i średnicach wiązek włókien. W różnych klasyfikacjach średnice agregatów uznawanych za wiązki zmieniają się znacznie; zazwyczaj są one rzędu milimetrów. Długość wiązek wynosi od dziesiątych części milimetra do 100 mm. Azbesty poddawane obróbce mogą rozpadać się na mniejsze cząstki (tzw. fibryle). Stwierdzono, że wymiary pojedynczych włókien po rozdrobnieniu mogą się zmieniać w bardzo szerokim zakresie: od nanometrów (nm) i mikrometrów (μm) do milimetrów.

Azbest należy do substancji stwarzających szczególne zagrożenia dla środowiska i objęty jest zakazem wprowadzania do obrotu lub ponownego wykorzystania [137]. Do aktów prawnych dotyczących azbestu zaliczamy:

- ustawę z dnia 19 czerwca 1997 r. o zakazie stosowania wyrobów zawierających azbest (t.j. Dz. U. z 2020 r. poz. 1680) wprowadzająca zakaz produkcji wyrobów zawierających azbest, obrotu azbestem i wyrobami zawierającymi azbest – najważniejszy akt prawny,
- rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej w sprawie sposobów i warunków bezpiecznego użytkowania i usuwania wyrobów zawierających azbest z dnia 2 kwietnia 2004 r. (Dz. U. z 2004 r. Nr 71, poz. 649 z późn. zm.). Art. 1 rozporządzenia określa obowiązki wykonawcy prac polegających na bezpiecznym użytkowaniu i usuwaniu wyrobów zawierających azbest, sposoby i warunki bezpiecznego użytkowania oraz usuwania wyrobów zawierających azbest, warunki przygotowania do transportu i transportu wyrobów i odpadów zawierających azbest, a także wymagania, jakim powinno odpowiadać oznakowanie wyrobów i odpadów zawierających azbest – akt wykonawczy regulujący zagadnienia dotyczące azbestu
- rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 13 grudnia 2010 r. w sprawie wymagań w zakresie wykorzystywania wyrobów zawierających azbest oraz wykorzystywania i oczyszczania instalacji lub urządzeń, w których były lub są wykorzystywane wyroby zawierające azbest - określa warunki wykorzystywania wyrobów zawierających azbest, a także usuwania wyrobów zawierających azbest
- Program Oczyszczania Kraju z Azbestu (POKA) uchwalony na lata 2009 – 2032” załącznik do uchwały nr 39/2010 Rady Ministrów z dnia 15 marca 2010 r.

POKA zakłada całkowite wyeliminowanie ze stosowania wyrobów zawierających azbest do roku 2032, a jego głównymi celami są:

- usunięcie i unieszkodliwienie wyrobów zawierających azbest;
- minimalizacja negatywnych skutków zdrowotnych spowodowanych obecnością azbestu na terytorium kraju;

- likwidacja szkodliwego oddziaływania azbestu na środowisko.

POKA grupuje zadania przewidziane do realizacji na poziomie centralnym, wojewódzkim i lokalnym, w pięciu blokach tematycznych: • zadania legislacyjne; • działania edukacyjno-informacyjne; • zadania w zakresie usuwania azbestu i wyrobów zawierających azbest; • monitoring realizacji POKA przy pomocy elektronicznego systemu informacji przestrzennej; • działania w zakresie oceny narażenia i ochrony zdrowia.

Zgodnie z polskim ustawodawstwem odpady zawierające azbest mogą być unieszkodliwiane jedynie na składowiskach odpadów niebezpiecznych lub na wydzielonych częściach składowisk innych niż niebezpieczne i obojętne lub na podziemnych składowiskach odpadów niebezpiecznych. Obecnie odpady zawierające azbest są zazwyczaj składowane na dedykowanych do tego celu składowiskach. W tym celu muszą one być odpowiednio zabezpieczone (hermetycznie spakowane), aby zapobiec emisji włókien azbestowych do otoczenia, a także oznakowane [138]. Ten sposób jest tani, jednak nie rozwiązuje problemu zanieczyszczenia środowiska oraz nie eliminuje zagrożenia [138]. Co więcej, metoda ta nie jest zgodna z ideą zrównoważonego użytkowania gruntów, recyklingu oraz z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym [138]. Z tego względu, coraz więcej uwagi poświęca się alternatywnym metodom, które mają na celu denaturację azbestu lub jego konwersję na nieszkodliwe związki [138]. Wśród nich można wyróżnić następujące techniki, których zestawienie przedstawiono w **Tabeli 5.4** [138]:

1. Zestalenie/stabilizacja.
2. Metody termiczne, w tym witrifikacja.
3. Metody mechaniczne.
4. Metody chemiczne.
5. Metody biologiczne.

Metoda zestalania/stabilizacji odpadów zawierających azbest, a następnie ich składowanie jest uznawane za bezpieczne rozwiązanie, zgodne z przyjętymi przepisami i może być stosowane do szerokiej gamy odpadów [139, 140]. Metoda ta opiera się na wymieszaniu odpadów zawierających azbest z lepiszczem, którym zazwyczaj jest cement, a następnie dodaniu wody w celu uwodnienia [141, 142]. Podczas hydratacji włókna azbestu są wychwytywane i unieruchamiane. W rezultacie możliwe jest ograniczenie mobilności i uwalniania niebezpiecznych składników, jak i zmniejszenie powierzchni kontaktu ze środowiskiem, a także zmniejszenie porowatości i przepuszczalność odpadów [143]. Procesy chemiczne zachodzące w trakcie zestalania/stabilizacji mogą prowadzić do zmian chemicznych, w tym do transformacji rozpuszczalnych metali toksycznych, takich jak żelazo w azbeście, do stosunkowo stabilnego krzemianu, wodorotlenku lub węglanu, a procesy fizyczne mogą skutkować

wychwytywaniem (mikrokapsułkowaniem) toksycznych składników w powstałej zestalonej matrycy [144].

Metody termiczne należą do jednych z najbardziej rozpowszechnionych na skalę przemysłową. Wśród nich należy wyróżnić wityfikację, która polega na przekształceniu odpadów w stabilne, jednorodne szkło krzemianowe za pomocą obróbki termicznej [138]. Zastosowanie wysokich temperatur (1200-1600°C) pozwala na całkowite zniszczenie struktury włókien azbestowych, a tym samym przekształcenie odpadów zawierających azbest w wolny od azbestu produkt końcowy [145, 146]. Proces ten nie tylko niszczy szkodliwe włókna azbestu, ale także pozwala na zmniejszenie objętości odpadów składowanych na składowiskach odpadów, ponieważ część produktów końcowych można ponownie wykorzystać. Przykładowo, wityfikacja azbestu w temperaturze 1600°C przy użyciu działa plazmowego pozwala na 49% zmniejszenie objętości oraz 30% zmniejszenie masy składowanych odpadów [147]. Produktem końcowym powstałym w wyniku tej obróbki jest materiał przypominający kamień, pozbawiony włókien azbestu [148]. Technologia ta znalazła praktyczne zastosowanie w otwartym w 1999 roku we Francji zakładzie przemysłowym Inertam należącym do spółki Europlasma [138]. Zakład ten posiada licencję na przetwarzanie $8 \cdot 10^3$ ton odpadów zawierających azbest rocznie przy kosztach wahających się od $1,0 \cdot 10^3$ do $2,5 \cdot 10^3$ €/tonę [138]. Zakład ten przetwarza około $7 \cdot 10^3$ ton odpadów zawierających azbest na rok, w wyniku czego produkuje on ok. $4 \cdot 10^3$ - $6 \cdot 10^3$ ton/rok materiału przypominającego skalę o nazwie Cofalit [138]. Materiał ten może być stosowany jako zamiennik kwarcu i bazaltu w budownictwie lub do produkcji ceramiki szklanej, i jest sprzedawany za 10€/tonę [138, 149, 150]. Wityfikację odpadów zawierających azbest można również przeprowadzić za pomocą ciepła Joule'a [138, 151]. Ta technologia jest szczególnie interesująca, ponieważ może być stosowana do remediacji gleb zanieczyszczonych azbestem *in-situ* [151]. Proces ten można prowadzić także w instalacjach przemysłowych, czego przykładem jest oczyszczalnia GeoMelt® w Japonii [138]. Technologia ta pozwala skutecznie zniszczyć włókna azbestu i zmniejszyć objętość odpadów zawierających azbest o około 80% [138]. Dla przykładu, wityfikację 3 ton odpadów zawierających azbest w temperaturze 1565°C przeprowadzono w ciągu 44h z wydajnością procesu równą 0,91 kW/kg [138, 152]. Główną wadą wityfikacji jest wykorzystanie energii elektrycznej jako źródła energii, co wiąże się z wysokimi kosztami [138]. Z drugiej strony, metoda ta pozwala na znaczące zmniejszenie ilości składowanych odpadów i pozwala na produkcję materiału, który może zostać ponownie wykorzystany [138]. Zastosowanie metody hydrotermicznej pozwala na obniżenie czasu i/lub temperatury poprzez zastosowanie dodatku wody jako jedynego odczynnika [138, 153]. Wykazano, że przy użyciu pary nadkrytycznej ($T=500-700^\circ\text{C}$; $P=1,75-7,40$ MPa), włókna chryzotylowe zostały całkowicie przekształcone w forsteryt w ciągu 3 godzin w temperaturze 690°C i w ciągu 1 godziny w temperaturze 700°C [153]. Alternatywę stanowi zastosowanie reaktorów mikrofalowych, ze względu na fakt, że odpady zawierające azbest zazwyczaj cechują się niską przepuszczalnością termiczną [154, 155]. Metoda ta pozwala na




nieodwracalną destrukcję włókien azbestowych w temperaturze ok. 1100°C, a powstały produkt może być także użyty jako dodatek do cementu i innych materiałów budowlanych. Ponadto, piece mikrofalowe mogą być transportowe i używane bezpośrednio w miejscach występowania odpadów zawierających azbest, co pozwala na redukcję kosztów związanych z przewożeniem odpadów oraz niweluje ryzyko uwolnienia szkodliwych włókien azbestowych do środowiska [156]. Przykładem jest zastosowany a Japonii w 2011 roku mikrofalowy piec obrotowy, który pozwolił na przetworzenie 84 kg h⁻¹ (2 t d⁻¹) odpadów zawierających azbest [157].

W przypadku metod mechanicznych, przykładem jest zastosowanie laboratoryjnego młyna pierścieniowego (250 obr./min), który umożliwił przekształcenie zarówno czystych włókien azbestowych, jak i kompozytów cementowo-azbestowych w nieszkodliwe produkty końcowe w ciągu 12 minut [158]. Amorfizacja włókien azbestowych spowodowana jest prawdopodobnie fragmentacją na skutek mielenia w wyniku zniszczenia wiązań OH [159].

Tabela 5.4. Metody obróbki odpadów zawierających azbest [138, 160].

Metoda	Założenia	Zalety	Wady	Przykłady	Referencje
Zestalenie/stabilizacja	Ma na celu trwałe związanie szkodliwych włókien azbestu z obojętnymi dla środowiska substancjami.	Relatywnie prosta i niedroga metoda, bezpieczna.	Nie pozwala na całkowite usunięcie niebezpiecznych włókien. Ilość składowanych odpadów może wzrosnąć o 30-200%. Nie pozwala na osiągnięcie produktu końcowego możliwego do recyklingu.	Zastosowanie matryc cementowych (np. cementu portlandzkiego) lub żywic polimerowych.	[141, 158, 161]
Metody termiczne	Wykorzystują fakt, że włókna azbestu są niestabilne w wysokich temperaturach (<500-600°C) i ulegają dehydroksylacji, na skutek czego są przekształcane w nieszkodliwe produkty. Składa się z trzech etapów – utraty zaadsorbowanej wody, usunięcia strukturalnych grup OH oraz rekrytalizacji	Możliwość uzyskania nieszkodliwych produktów, które mogą zostać ponownie wykorzystane.	Konieczność oczyszczania gazów wylotowych mogących zawierać włókna azbestu. Wysokie zapotrzebowanie energetyczne ze względu na konieczność zastosowania wysokich temperatur.	Witryfikacja (1200-1600°C), piroliza, metoda hydrotermiczna, reaktory mikrofalowe, metoda CORDIAM.	[145-157, 162-171]

	materiałów amorficznych po dehydroksylacji.				
Metody mechaniczne	Amorfizacja w wyniku fragmentacji energetycznej spowodowanej mieleniem.	Produktem końcowym są wolne od azbestu proszki, które mogą zostać ponownie wykorzystane.	Konieczność oczyszczania gazów wylotowych, które mogą zawierać włókna azbestu.	Młyn pierścieniowy.	[138, 158, 159]
Metody chemiczne	Oparte na denaturacji włókien azbestowych za pomocą środków chemicznych powodujących usunięcie metali obecnych w ich strukturze krystalicznej.	Możliwość przekształcenia szkodliwych włókien azbestowych w nietoksyczne produkty końcowe.	Konieczność stosowania odczynników chemicznych. Często są to metody czasochłonne i wymagające dużego nakładu odczynników, co przekłada się na wysokie koszty.	Kwas fluorosulfonowy (FSO ₃ H). Kwasy organiczne (kwas mrówkowy, octowy i szczawiowy) lub kwasy nieorganiczne (kwas siarkowy, azotowy, solny). Związki chelatujące.	[172–179]
Metody biologiczne	Zastosowanie grzybów, porostów i bakterii, które wydzielają substancje chelatujące, dzięki czemu są one zdolne np. do wyodrębnienia jonów żelaza z włókien azbestu, zmniejszając w ten	Możliwość ograniczenia toksyczności odpadów zawierających azbest. Metoda przyjazna środowisku, ekologiczna.	Brak możliwości całkowitego wyeliminowania włókien azbestu. Związanie włókien azbestu z materiałem nieorganicznym (cement) znacząco obniża efektywność metody. Bardzo wolny wzrost porostów oraz ograniczona	Verticillium sp., Acarospora cervina, Candelariella aurella, Candelariella vitellina, Bacillus mucilaginosus	[42, 180–186]

Iceland 
Liechtenstein  Norway 
Norway grants grants

	sposób ich szkodliwość.		głębokość działania.		
--	----------------------------	--	-------------------------	--	--

W przypadku metod chemicznych największym wyzwaniem jest wysokie zużycie odczynników chemicznych, generujące wysokie koszty [138]. Z tego względu alternatywę stanowią procesy termochemiczne, w których dodatki chemiczne (głównie roztwory alkaliczne) są dodawane do odpadów zawierających azbest w celu obniżenia temperatury topnienia, wspomagając tym samym rozkład azbestu [160]. Główną zaletą jest obniżenie kosztów energii, ponieważ dzięki zastosowaniu dodatków chemicznych dekompozycja odpadów zawierających azbest zachodzi w temperaturze otoczenia [160]. Innym przykładem jest zastosowanie roztworu wodnego kwasu siarkowego do przetworzenia odpadów cementowo-azbestowych – zastosowano kwas siarkowy (5,0 N) podgrzany do 100°C, co umożliwiło przetworzenie 500 g/l odpadów w nieszkodliwe produkty końcowe, takie jak siarczan wapnia (CaSO_4) [177].

Zastosowanie metod biologicznych jest ograniczone, ze względu na fakt, że nie umożliwiają one całkowitej eliminacji włókien azbestu, a dodatkowo ich skuteczność jest bardzo ograniczona przez związanie azbestu z materią nieorganiczną, jaką jest cement [138]. Jednakże, metoda ta znajduje zastosowanie jako obróbka wstępna odpadów zawierających azbest przed procesami hydrotermalnymi, co pozwala na zmniejszenie użycia odczynników oraz energii [138]. Przykładem jest rozpuszczenie cementu w opadach azbestowo-cementowych poprzez kwas mlekowy pochodzący z aktywności metabolicznej *Lactobacillus casei* i/lub *Lactobacillus plantarum* oraz zastosowanie ciemnej fermentacji [138, 187].

Wiele krajów na świecie oprócz utylizacji, dostrzega potencjał części odpadów i próbuje odzyskać z nich cenne surowce. Przykładem jest wykorzystanie azbestu jako materiału budowlanego po wcześniejszych procesach immobilizujących włókna azbestu (zeszklwienie czy rozpuszczanie w środowisku kwaśnym).

Remediacja gruntów zanieczyszczonych związkami ropopochodnymi

Zanieczyszczenie wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) jest niezwykle niebezpieczne dla środowiska, a szczególnie dla fauny i flory. Źródłem WWA są zakłady rafinerijno-petrochemiczne, przedsiębiorstwa chemii przemysłowej, przemysłu celulozowo-papierniczego, hutniczego i innych branż [188, 189]. Kryteria oddziaływania skażeń i wielkości dopuszczalnych stężeń substancji ropopochodnych ustala się według specjalnie określonej procedury. Określa się początkowo zawartość danego skażenia w glebie w obrębie sfery lokalnego oddziaływania antropogenicznego. Ta wielkość uznawana jest za tło regionalne. Aby wyznaczyć poziom tła, korzysta się z prowadzonych przez administrację terenową baz danych. Ekologiczno-higieniczny skład gleby ustala się według najwyższego stężenia substancji chemicznych w glebie i na tej podstawie podejmuje decyzję o uruchomieniu rekultywacji. Na terenie skażonym produktami ropopochodnymi obowiązkowe jest:

- określenie wskaźnika oraz centrum rozlewu ropy i produktów ropopochodnych,
- oznaczenie spływu WWA na powierzchni i w profilu glebowym terenu skażonego,
- identyfikacja substancji zanieczyszczających,

- ustalenie charakteru towarzyszącego skażenia,
- wskazanie stopnia i charakteru transformacji gleb i roślinności, skażenia wód,
- określenie możliwości samooczyszczenia gleb i efektywności działań w związku z likwidacją skażenia,
- ocena strat w środowisku przyrodniczym i rolniczym.

Ważne jest również zastosowanie odpowiedniej metody zapobiegającej rozprzestrzenianiu się skażonej wody gruntowej poprzez izolowanie studni czy ujęć wodnych. W tym celu stosuje się bariery fizyczne z cementu czy bentonitu lub wykorzystuje się metody dynamiczne, np. wypompowywanie skażonej wody gruntowej [190].

Substancje zanieczyszczające mają dwojaką ścieżkę zanieczyszczania środowiska. Substancje o gęstości większej od wody pod wpływem sił grawitacyjnych przemieszczają się do głębszych warstw wodonośnych, a ich rozprzestrzenianie się w kierunku horyzontalnym jest ograniczone. Natomiast substancje o gęstości mniejszej od wody unoszą się na powierzchni wody podziemnej i przemieszczają się na znaczne odległości. Zanieczyszczenia ropopochodne należą do drugiej grupy. Zanieczyszczenia ropopochodne mogą ulegać odparowywaniu do powietrza gruntowego, przemieszczeniu się jako osobna faza, rozpuszczaniu w wodzie obecnej w gruncie, transformacji biologicznej lub adsorpcji na ziarnach gruntu [191]. WWA ze względu na niewielką rozpuszczalność nie stanowią zagrożenia samoistnego migrowania w glebie. Jednakże są wielce niebezpieczne ze względu na toksyczność dla wszystkich organizmów żywych i możliwość zanieczyszczenia wód gruntowych [192].

Do eliminowania zanieczyszczeń związkami ropopochodnymi z gleby wymienia się metody fizyczne, chemiczne i biologiczne. Procesy fizyczne polegają na wymuszeniu transportu zanieczyszczenia, chemiczne – na zmianie struktury chemicznej zanieczyszczenia i tym samym zmiany zachowania w gruncie i powstania substancji mniej toksycznych, natomiast biologiczne – na zmianie struktury chemicznej pod wpływem naturalnych procesów biologicznych zachodzących w żywych organizmach (bakterie, grzyby). Najczęściej stosuje się połączenie dwóch, a nawet trzech metod jednocześnie. W zależności od miejsca prowadzenia procesu oczyszczania gleby wyróżnia się metody *in-situ* oraz *ex-situ*. Metoda *in-situ* polega na oczyszczaniu gleby w miejscu występowania zanieczyszczenia, natomiast metoda *ex-situ* na oczyszczaniu wydobytego gruntu i spompowanych wód poza terenem występowania.

Usunięcie zanieczyszczeń ropopochodnych rozpoczyna się od usunięcia lub izolacji zanieczyszczeń poprzez ich odgrodzenie i wprowadzenie kontroli. Następnie należy zmienić właściwości zanieczyszczeń doprowadzając do obniżenia toksyczności, reaktywności lub mobilności. Niezbędna jest również eliminacja źródeł zanieczyszczeń. Niezmiernie ważne w technologii oczyszczania gleb jest uwzględnienie zagadnień związanych z hydrogeologią, geotechniką i biochemicznym rozkładem substancji ropopochodnych w środowisku wodnym [193].

Izolacja i immobilizacja zanieczyszczeń są działaniem doraźnym, które ma na celu opóźnienie lub czasowe zatrzymanie ich migracji. Metodę tą stosuje się w przypadku, gdy likwidacja zanieczyszczenia nie jest możliwa z przyczyn ekologicznych lub techniczno-ekonomicznych. Do unieruchomienia zanieczyszczeń stosuje się bariery fizyczne w postaci przegród z materiałów o niskiej przepuszczalności, o grubości odpowiednio dopasowanej do warunków. Taką przegrodę można wykonać (a) bez wybierania gruntu (metodą wibracyjną – jako cienkie ściany stalowe lub zasłony palowe; metodą wiertniczą – z właczaniem pod ciśnieniem zaczynów uszczelniających cementowych lub syntetycznych); (b) z wybieraniem gruntu (w formie przegród wykonywanych metodą dwufazową). Do uszczelnienia można stosować bentonit, substancje wiążące oraz wypełniacze mineralne.

Do usuwania WWA może dochodzić na drodze samooczyszczania. Jest to naturalny proces polegający na współdziałaniu czynników o charakterze fizycznym, chemicznym i biologicznym. Najważniejszą rolę w tym procesie w przypadku zanieczyszczenia ropopochodnymi środowiska gruntowo-wodnego odgrywa naturalna biodegradacja [192]. Taka biodegradacja polega na transformacji substancji toksycznych do substancji mniej szkodliwych z wykorzystaniem mikroorganizmów autochtonicznych. W efekcie dochodzi do biotransformacji zanieczyszczenia do nieszkodliwych produktów biodegradacji: dwutlenku węgla, wody, biomasy i związków nieorganicznych. Mikroorganizmy zasiedlające skażoną glebę mogą wykorzystać do reprodukcji związki ropopochodne jako główne źródło węgla i energii [194]. Biodegradacja może zachodzić zarówno w warunkach tlenowych, jak i beztlenowych [195]. W przypadku stosowania samooczyszczania niezbędny jest monitoring procesów fizykochemicznych i procesów biologicznych jakie zachodzą w oczyszczanym środowisku gruntowo-wodnym. Niewykluczone jest ryzyko powstawania metabolitów bardziej toksycznych aniżeli zanieczyszczenie wyjściowe, co może prowadzić do zwolnienia szybkości biodegradacji lub jej całkowitego zahamowania [192]. W celu przyśpieszenia biodegradacji wykorzystuje się wspomaganie samooczyszczania poprzez biostymulację, czyli wprowadzenie do gleby tlenu, wody oraz substancji biogennych i powierzchniowo czynnych zwiększających aktywność mikroorganizmów, oraz bioaugmentację polegającą na zaszczepieniu gleby mikroorganizmami o wysokiej skuteczności w biodegradacji zanieczyszczeń ropopochodnych. Do augmentacji stosuje się mikroorganizmy autochtoniczne, allochtoniczne lub zmodyfikowane genetycznie [196]. Coraz większą uwagę w związku z remediacją terenów zanieczyszczonych substancjami ropopochodnymi przywiązuje się do metod fitoremediacyjnych. Metody te wykorzystują naturalną aktywność roślin do pobierania składników, również zanieczyszczeń. Metody te są bezpieczne i ekonomicznie uzasadnione, jednakże długotrwałe [197]. Istnieją gatunki roślin, które tolerują obecność WWA i nie obumierają w ich obecności jak większość roślin. Do mechanizmów oczyszczania gleb przez rośliny zalicza się fitostabilizację i fitoakumulację (fitoekstrakcję) [198].

Wśród metod remediacji gruntów zanieczyszczanych związkami ropopochodnymi można wyróżnić następujące techniki [199–202]:

1. Metody fizyczne, w tym metody termiczne.
2. Metody chemiczne.
3. Metody biologiczne.

Zestawienie powyższych metod, wraz z krótkim opisem, wadami i zaletami przedstawiono w **Tabeli 5.5**. Podobnie jak w przypadku gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi, również w przypadku gleb zanieczyszczonych związkami ropopochodnymi szczególną uwagę poświęca się bioremediacji. Wynika to z faktu, że metody te są proste w eksploatacji, skuteczne, stosunkowo niedrogie, a także przyjazne środowisku i nie generują wtórnych zanieczyszczeń. W **Tabeli 5.6** przedstawiono gatunki roślin, których zastosowanie jest możliwe w procesie fitoremediacji gruntów zanieczyszczonych związkami ropopochodnymi. Z kolei w **Tabeli 5.7** zebrano mikroorganizmy zdolne do usuwania zanieczyszczeń ropopochodnych. Należy zaznaczyć, że skuteczność bioremediacji jest wyższa w przypadku zastosowania połączenia różnych kultur mikroorganizmów.

Tabela 5.5. Zestawienie metod remediacji gruntów zanieczyszczonych związkami ropopochodnymi wraz z ich wadami oraz zaletami [199–202].

	Metoda	Założenia	Zalety	Wady
Fizyczna remediacja	Izolacja	Polega na zastosowaniu materiałów nisko- lub/i nieprzepuszczalnych takich jak cement/glina w celu izolacji gleb zanieczyszczonych związkami ropopochodnymi, aby zapobiec dalszej migracji/rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń. Przykładem jest zasklepienie powierzchniowe oraz enkapsulacja.	Krótki czas remediacji, prostota, niskie koszty, możliwość zastosowania dla różnych koncentracji zanieczyszczeń, także wysokich.	Brak degradacji zanieczyszczeń ropopochodnych, zanieczyszczenia są nadal obecne w glebie, nie jest to metoda permanentna, utrata funkcji środowiskowych gleby.
	Spalanie, piroliza, witrifikacja	Metody te opierają się na destrukcji zanieczyszczeń ropopochodnych poprzez zastosowanie wysokiej temperatury. Spalanie zazwyczaj odbywa się w temperaturze do 1200°C, w warunkach tlenowych; piroliza również w temperaturze do 1200°C, a le w warunkach beztlenowych, pod ciśnieniem; witrifikacja w temperaturze 1600-2000°C (w jej wyniku powstają obojętne i stabilne	Krótki czas remediacji.	Wysokie koszty, zanieczyszczenie powietrza, wtórne zanieczyszczenia, wysoka temperatura. Brak możliwości zastosowania na dużą skalę.

		chemicznie produkty krystaliczne lub szkliste).		
	Desorpcja termiczna	Polega na podgrzaniu gruntów w celu usunięcia ropopochodnych poprzez ich odparowanie. Możliwe jest zastosowanie różnych technik grzania, takich jak zgranie oporowe lub przy użyciu mikrofal.	Wysoka wydajność, szybkość remediacji.	Zmiana właściwości fizycznych i chemicznych gleby, zniszczenie materii organicznej, wysokie koszty ograniczające możliwość zastosowania na dużą skalę.
	Ekstrakcja parowa/napowietrzanie	Polega na zastosowaniu pomp próżniowych w celu wytworzenia gradientu ciśnień w celu usunięcia zanieczyszczeń.	Prostota, krótki czas remediacji, niskie koszty, wysoka skuteczność dla lotnych związków organicznych.	Wydobyte opary/gazy wymagają wtórnego oczyszczania, duże zużycie energii, skomplikowana aparatura.
	Remediacja elektryczna	Polega na zastosowaniu elektrod oraz prądu elektrycznego w celu wytworzenia pola elektrycznego i usunięcia zanieczyszczeń w wyniku działania gradientu potencjałów.	Niski koszt eksploatacji, prostota, bez wtórnego zanieczyszczenie.	Zmiana właściwości fizycznych i chemicznych gleby.
	Ekstrakcja z wykorzystaniem płynów nadkrytycznych	Polega na zastosowaniu płynów nadkrytycznych (CO ₂ , metan, propan, butan oraz woda) o dużej dyfuzyjności i zdolności do rozpuszczania jako ekstrahentów w celu odseparowania zanieczyszczeń ropopochodnych od gleby.	Wysoka wydajność, szybkość ekstrakcji, niski poziom zanieczyszczeń wtórnych, ekologiczna metoda.	Wydobyte zanieczyszczenia ropopochodne wymagają wtórnego oczyszczania z wykorzystaniem urządzeń wysokociśnieniowych

Chemiczna remediacja	Zestalenie/stabilizacja	Polega na ograniczeniu mobilności i migracji zanieczyszczeń ropopochodnych w glebie poprzez ich unieruchomienie w odpowiedniej matrycy lub poprzez transformację w formę stabilną chemicznie o mniejszej szkodliwości i reaktywności. W tym celu stosuje się np. cement portlandzki, gips, krzemiany, węgiel, fosforany, spoiwa na bazie siarki i gliny organiczne.	Możliwość zastosowania <i>in-situ</i> , ograniczenie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń i ich szkodliwości poprzez transformację do mniej toksycznych/reaktywnych form.	Zanieczyszczeni nie są trwale usuwane z gleby.
	Wymywanie/przemywanie np. przy użyciu środków powierzchniowo czynnych	Polega na zastosowaniu roztworów wodnych zawierających środki powierzchniowo czynne (np. Tween80, TritonX-100, Brji30) do wymywania zanieczyszczeń ropopochodnych poprzez obniżenie napięcia powierzchniowego roztworu, co wpływa na wzrost rozpuszczalności zanieczyszczeń organicznych, umożliwiając ich separację z gleby. Możliwe jest również zastosowanie innych dodatków chemicznych takich tak: heksan,	Duża wydajność, metoda odpowiednia dla różnorodnych zanieczyszczeń ropopochodnych.	Zanieczyszczenia wtórne, nie sprzyja wzrostowi roślin.

		acetylo-octan etylu, dichlorometan,		
	Plazma niskotemperaturowa	Polega na zastosowaniu zewnętrznego pola elektrycznego w celu wytworzenia plazmy niskotemperaturowej, tj. zjonizowanego gazu, co prowadzi do powstania wolnych rodników lub substancji silnie utleniających (O ₃ lub ·OH), które rozkładają zanieczyszczenia ropopochodne.	Niskie zużycie energii, bez dodatku chemikaliów, brak selektywności w stosunku do zanieczyszczeń ropopochodnych.	Technologia nie w pełni rozwinięta, żywotność elektrod wymaga poprawy.
	Utlenianie katalityczne	Polega na zastosowaniu fotokatalitycznej oksydacji polegającej na dodaniu katalizatora w postaci półprzewodnika (TiO ₂ , CdS, SnO ₂ , WO ₃ , Fe ₂ O ₃) do gleby zanieczyszczonej związkami ropopochodnymi. Następnie w wyniku działania promieniowania ultrafioletowego wytwarzane są wolne rodniki, dzięki którym zanieczyszczenia ropopochodne są rozkładane do CO ₂ , H ₂ O oraz innych substancji nieorganicznych.	Łagodne warunki remediacji, nie wymaga specjalnej obróbki, wysoka zdolność utleniania, metoda ekologiczna i wolna od zanieczyszczeń.	Wysokie zużycie energii, efekt fotokatalityczny jest łatwy do zaburzenia, brak gwarancji skuteczności.

	Reakcja utleniania i redukcji	<p>Technologia chemicznego utleniania i redukcji polega na zastosowaniu utleniaczy lub środków redukujących. W wyniku reakcji utleniania i redukcji zanieczyszczenia ropopochodne ulegają rozkładowi na produkty nietoksyczne lub stosunkowo mniej toksyczne. W tym celu stosowane są takie substancje jak: peroksymonosiarczany, wodorosiarczyny sodu, nadsiarczany, nadwęglan sodu, wodorosiarczyny sodu, siarczany żelazawy, nadmanganiany, nadtlenek wodoru, żelazo zerwartościowe, odczynnik Fentona itp.</p>	Niezawodność, duża ilość dostępnych odczynników chemicznych.	Utrata funkcji środowiskowych gleby.
Bioremediacja	Fitoremediacja	<p>Technologia bioremediacji <i>in-situ</i> wykorzystująca procesy fizyczne, chemiczne lub biologiczne roślin, umożliwiające wchłanianie, ulatnianie, przekształcanie, rozkładanie lub wiązanie zanieczyszczeń ropopochodnych.</p>	Niski koszt, prostota metody, możliwość stosowania dla dużych obszarów, niskie ryzyko wtórnego zanieczyszczenia.	Długi okres remediacji, metoda skuteczna tylko dla niskiej koncentracji zanieczyszczeń.

	Bioremediacja z wykorzystaniem mikroorganizmów	<p>Metoda ta polega na wykorzystaniu mikroorganizmów do rozkładu w warunkach tlenowych węglowodorów i innych substancji organicznych pochodzących z ropy do nietoksycznych związków nieorganicznych. Wykorzystuje fakt, że niektóre mikroorganizmy wykorzystują substancje takie jak węglowodory ropopochodne jako źródło węgla i energii koniecznego do ich wzrostu oraz rozmnażania, przekształcając jednocześnie zanieczyszczenia ropopochodne w substancje nietoksyczne.</p>	<p>Remediacja <i>in-situ</i> lub <i>ex-situ</i>, niskie koszty, niskie ryzyko środowiskowe, prostota, niskie ryzyko wtórnego zanieczyszczenia.</p>	<p>Brak skuteczności dla wysokich koncentracji zanieczyszczeń ropopochodnych.</p>
--	--	--	--	---

Tabela 5.6. Gatunki roślin zdolne do remediacji gruntów zanieczyszczonych związkami ropopochodnymi [199].

Rodzaj zanieczyszczenia	Gatunek rośliny	Skuteczność	Referencje
Surowy olej ropy naftowej	Trzcina pospolita (<i>Phragmites australis</i>) i sit morski (<i>Juncus maritimus</i>)	16% w 150 dni (trzcina pospolita)	[203]
Węglowodory ropopochodne	Pszenica zwyczajna (<i>Triticum aestivum</i>), kukurydza zwyczajna (<i>Zea mays</i>), biała koniczyna (<i>Trifolium repens</i>), lucerna siewna (<i>Medicago sativa</i>), życica wielokwiatowa (<i>Lolium multiflorum</i>)	59,55% dla życicy wielokwiatowej, 35,21% dla lucerny siewnej	[204]

Ropa naftowa	Imperata cylindyczna (<i>Imperata cylindrica</i>); świerzbiec (<i>Mucuna bracteata</i>); orliczka pasiasta (<i>Pteris vittata</i>); epipremnum złociste (<i>Epipremnum aureum</i>)	Imperata - 40%; świerzbiec - 31%, orliczka - 36%; epipremnum - 50% (dla 42 dni)	[205]
Węglowodory ropopochodne	Lucerna siewna (<i>Medicago sativa</i> L)	91% (w 60 dni w połączeniu z <i>Acidocella aminolytica</i> oraz <i>Acidobacterium capsulatum</i>)	[206]

Tabela 5.7. Mikroorganizmy zdolne do remediacji zanieczyszczeń ropopochodnych [199].

Mikroorganizm	Rodzaj zanieczyszczenia	Skuteczność	Referencje
<i>Aspergillus</i> spp.	Ropa naftowa	59–87,7%	[207]
<i>Aspergillus ochraceus</i> CBMAI 849	Benzo(a)piren	76,6–99,7%	[208]
<i>Penicillium</i> sp. RMA1/RMA2	Ropa naftowa	57%/55%	[209]
<i>Aspergillus</i> sp. RFC-1	Węglowodory ropopochodne	60,3–97,4%	[210]
<i>Ochrobactrum</i> sp.	Ropa naftowa	83,49%	[211]
<i>Candida tropicalis</i>	Olej napędowy	83%	[212]
<i>Pseudomonas</i> sp.	Benzyna/olej napędowy/olej silnikowy	76%/83%/69%	[213]
<i>Bacillus sorenness</i> D11, <i>Pseudomonas stutzeri</i> D13, <i>Bacillus cereus</i> D12	Węglowodory ropopochodne (pochodzące z benzyny oraz oleju napędowego)	80%	[214]

Odpady komunalne

Odpady komunalne inaczej nazywane odpadami bytowymi, są odpadami związanymi z nieprzemysłową działalnością człowieka. A zatem odpady komunalne powstają w gospodarstwach domowych. Co więcej odpadami komunalnymi nazywa się również odpady pochodzące od innych wytwórców, a które ze względu na swój charakter lub skład są podobne do odpadów powstających w gospodarstwach domowych, z wyjątkiem odpadów niebezpiecznych. Odpady komunalne dzieli się na 4 grupy: (1) odpady traktowane jako surowce wtórne niekonsumpcyjne (papierowe, tworzywa sztuczne, szkło, metale, tekstylia) stanowiące około 30% masy odpadów komunalnych stałych, (2) odpady rzadko traktowane jako surowce wtórne (biodegradowalne) stanowiące ok. 50% masy odpadów stałych, (3) odpady paleniskowe pochodzące z sezonowego ogrzewania domostw i stanowiące do 20% odpadów, (4) odpady o znikomej wartości surowca wtórnego (wykorzystana chemia gospodarcza) stanowiące nieliczną grupę odpadów komunalnych stałych. A zatem 40-50% odpadów to substancje organiczne, a maksymalnie 60% to części mineralne [215, 216].

Do unieszkodliwiania odpadów komunalnych najczęściej stosuje się składowanie odpadów na odpowiednio przygotowanych składowiskach, które muszą posiadać odpowiednią lokalizację, uszczelnienie. Po eksploatacji składowiska niezbędna jest rekultywacja i zagospodarowanie terenu takiego składowiska. Inną metodą jest kompostowanie i termiczne przekształcanie odpadów – głównie spalanie i piroliza. Odpady komunalne można poddać również przerobowi na paliwo stałe, fermentacji metanowej w komorach oraz wykorzystać na przyzmacz energetycznych [216].

Rozwiązania inżynierskie wspomagające proces remediacji środowiska wodno-gruntowego

Jednym z problemów związanych ze składowaniem odpadów, jak również z terenami zdegradowanymi, jest zanieczyszczenie środowiska wodno-gruntowego. Tereny mocno zanieczyszczone związkami organicznymi i nieorganicznymi charakteryzują się zazwyczaj niską zdolnością do samooczyszczania. W celu ograniczenia rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń można zastosować różnorodne konstrukcje inżynierskie np. nieprzepuszczalne bariery ochronne oraz przepuszczalne bariery reaktywne (PBR, z ang. permeable reactive barriers) [217].

W przypadku starych wysypisk, nieposiadających uszczelnienia podstawy, można zastosować pionowe przesłony przeciwfiltracyjne (nieprzepuszczalne), które powinny ograniczyć migrację zanieczyszczeń. Wykonanie tego typu konstrukcji powinno być poprzedzone sporządzeniem szczegółowej dokumentacji hydrogeologicznej.

Kluczowym parametrem, determinującym zastosowanie pionowych przesłon przeciwfiltracyjnych jest rodzaj podłoża, na którym znajduje się składowisko. Zaleca się wykonanie przesłon dla składowisk z podłożem słabo przepuszczalnym (warstwa słabo przepuszczalna na głębokości od kilku do ok. 30 m). W tym przypadku, można otoczyć składowisko ściankami szczelnymi i połączyć je z warstwą nieprzepuszczalną, tworząc zamkniętą „nieckę”, co uniemożliwia/ogranicza infiltrację odcieków do wód podziemnych. Gromadzące się w „niecce” odcieki muszą być odprowadzane przez odpowiedni system drenażowy, a następnie poddane oczyszczeniu. Zaleca się utrzymanie poziomu wód wewnątrz niecki poniżej poziomu wód gruntowych, co zapewni skierowanie potencjalnego strumienia przepływu w stronę składowiska i zabezpieczy tereny przyległe przed zanieczyszczeniem. W przypadku, gdy w podłożu brak warstwy słabo przepuszczalnej lub występuje na znacznej głębokości, pionowe przesłony przeciwfiltracyjne powinny być wykonane w połączeniu z uszczelnieniem dna składowiska, co jest czysto teoretycznym i bardzo skomplikowanym rozwiązaniem. Mogą być wówczas zastosowane systemy podwójnych przesłon przeciwfiltracyjnych z ciągłym odpompowywaniem wody. Jednakże, rozwiązanie to wiąże się z koniecznością ujmowania dużych ilości wód, które muszą być następnie oczyszczane [218].

Bariery PBR definiuje się jako przepuszczalne strefy podłoża wypełnione materiałem reaktywnym, w których podczas przepływu wód gruntowych dochodzi do przechwycenia zanieczyszczeń lub obniżenia ich stężeń do wartości akceptowalnych. Bariery PBR zaczęto stosować na początku lat 90-tych XX wieku w USA i Kanadzie, jako alternatywę do energochłonnej metody „pompuj i oczyszczaj”. [217]. Bariery te instalowane są w gruncie prostopadle do kierunku przepływu wód. Materiał reaktywny powinien charakteryzować się dobrymi właściwościami filtracyjnymi, sorpcyjnymi a także mechanicznymi [219, 220]. Jako materiał reaktywny stosowny jest węgiel aktywny, żelazo zerowartościowe, magnetyt, torf, lignit, zeolit, wapno, popiół lotny, kamień wapienny, metale granulowane, glina, ORC® (komponent uwalniający tlen). Technologię tę można zastosować do usuwania m.in. metali ciężkich, fenoli, WWA, lotnych związków organicznych, polichlorowanych bifenyli itp. [221–225]. Wśród zalet tej technologii należy wymienić możliwość unieruchomienia zanieczyszczeń lub ich rozkład w warunkach *in-situ*, bez konieczności odpompowywania wód na powierzchnię terenu. Technologia ta nie wymaga dodatkowych nakładów energetycznych, ponieważ wykorzystywany jest naturalny przepływ wód gruntowych przez barierę. Zastosowanie znajdują systemy ciągłe, kombinowane otwarte i zamknięte oraz multibariery (bariery wielowarstwowe) [221]. Ciekawym rozwiązaniem jest zastosowanie jako materiałów aktywnych odpadów [226], jak również zastosowanie metody łączącej bariery PBR i zaawansowane utlenianie [227].

Kolejnymi przykładami konstrukcji inżynierskich, wspomagających procesy oczyszczania środowiska gruntowo-wodnego, są reaktywne studnie cyrkulacji wody gruntowej, studnie napowietrzające i biostymulujące, bariery fizyczne i hydrauliczne. Ostatnie z wymienionych konstrukcji, oprócz ograniczenia migracji zanieczyszczeń, umożliwiają kontrolę warunków hydrogeologicznych w rejonie bariery i oczyszczanie

środowiska przy zastosowaniu systemu „pompuj i oczyszczaj”. Ograniczenie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w tym przypadku polega na obniżaniu zwierciadła wody podziemnej, tak aby uniemożliwić migrację zanieczyszczeń poza obszar docelowy [221].

Reaktywne studnie cyrkulacji wody gruntowej (GCW, z ang. Groundwater circulation well systems) łączą w sobie technologię barier hydraulicznych i przepuszczalnych barier reaktywnych. Różnią się one od barier PBR tym, że zanieczyszczenia przemieszczane są z wodą gruntową do studni recyrkulacyjnej z przepływem pionowym, co znacznie skraca czas oczyszczania. Studia reaktywna składa się z systemów reaktorów z materiałem reaktywnym, w których następuje oczyszczanie wody. Oczyszczona woda zostaje następnie pompowana na inny poziom wodonośny, niż ten z którego została pobrana [228].

Studnie napowietrzające i biostymulujące można zastosować do środowiska zanieczyszczonego związkami organicznymi podatnymi na biodegradację. Pierwszym etapem jest wentylacja podłoża, podlegająca na zatłaczaniu powietrza do warstw gruntu, w tym warstw wodonośnych, co prowadzi do zwiększenia stężenia tlenu i rozpoczęcia drugiego etapu – procesu biodegradacji. Biostymulację można również prowadzić poprzez dostarczenie do środowiska wodno-gruntowego nutrientów, co przyspiesza samoistną biodegradację [221].

Innym przykładem materiałów znajdujących zastosowanie w inżynierii lądowej i wodnej są geosyntetyki. Geosyntetyk, zgodnie z normą PN-EN ISO 10318:2007 („Geosyntetyki. Terminy i definicje”), definiowany jest jako wyrób, którego przynajmniej jeden składnik wytworzony został z polimeru (poliestru, polipropylenu, polietylenu lub poliamidu), mający postać arkusza, paska lub formy przestrzennej, stosowany w kontakcie z gruntem (lub innym materiałem) w geotechnice, fundamentowaniu i budownictwie lądowym i wodnym. Zgodnie z w/w normą, geosyntetyki mogą pełnić w konstrukcjach jedną z następujących funkcji: drenowanie, filtrowanie, ochrona (osłona), zbrojenie, rozdzielanie (separacja), powierzchniowe zabezpieczenie przeciwerozyjne, bariera [229]. Wśród geosyntetyków wyróżnić można geotekstylię (geotkaniny, geowłókniny, geodzianiny), geotekstylne wyroby pokrewne (geosiatki, georuszty drenażowe, geosyntetyki komórkowe, geotaśmy, geomaty, geosyntetyki dystansujące), bariery geosyntetyczne (geosyntetyczne bariery polimerowe, geosyntetyczne bariery ilowe, geosyntetyczne bariery bitumiczne), geokompozyty [229]. Geosyntetyki wykorzystywane są przy budowie składowisk odpadów komunalnych i przemysłowych, w celu odizolowania składowanych odpadów i produktów ich rozkładu od wód gruntowych i powierzchniowych. Zastosowanie znajdują geomembrany, bentomaty i geowłókniny. Maty bentonitowe i geomembrany działają jako bariery nieprzepuszczalne. Z kolei geowłókniny zabezpieczają geomembrany przed uszkodzeniem mechanicznym. Do uszczelnienia dna składowiska stosuje się ułożenie z geosyntetyków w następującej kolejności: bentomata, geomembrana i geowłóknina [230]. Geomembrany oprócz zastosowania do uszczelnienia dna składowiska, mogą być również zastosowane wraz z warstwami

mineralnymi do zamknięcia składowiska. Nie należy natomiast stosować tego materiału na podłożu nawodnionym i wysiękach wodnych. Geowłókniny są również stosowane jako filtr w systemie ujęcia odcieków ze składowisk odpadów [231, 232]. Dobór geowłókniny powinien być oparty o wiedzę dotyczącą zarówno parametrów gruntu chronionego, jak i materiału filtracyjnego takich jak: właściwości fizyczne, mechaniczne, hydrauliczne oraz odporność na czynniki atmosferyczne, chemiczne i biologiczne. W przypadku zastosowania geowłóknin w systemach filtracyjnych i drenażowych niezbędne jest ponadto określenie efektywności oraz czasu skutecznego działania tych produktów. Geowłóknina stanowiąca filtr ochraniający grunt w procesie filtracji, powinna spełniać kryterium przepuszczalności (nie powodować ograniczeń przepływu wody) i kolmatacji (odpowiednia średnica porów, umożliwiająca przepływ filtracyjny) [233]. Po określonym czasie eksploatacji przepuszczalność spada. Badania geowłókniny zastosowanej na składowisku odpadów Radiowo wykazały, że po 15 latach eksploatacji przepuszczalność poprzeczna zmniejszyła się 6-cio krotnie. Podczas przebudowy systemu ujęcia i odprowadzenia odcieków na tym składowisku, zrezygnowano z zastosowania geowłóknin na rzecz filtra mineralnego ze żwiru i piasku, ponieważ uznano, iż filtry mineralne dają gwarancję długotrwałego działania systemu bez zagrożenia zamuleniem. Istotny jest więc właściwy dobór materiałów filtracyjnych, który zapewni właściwe działania drenażu, zapewniając bezpieczeństwo geotechniczne składowiska odpadów [232].

Dobór odpowiedniego rozwiązania inżynierskiego powinien być poprzedzony dokładną analizą morfologii i geologii terenu, wyników badań terenowych i laboratoryjnych, rozpoznania rodzajów zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego oraz jego źródła.

5.1.1 Przegląd bazy patentów

W oparciu o bazę patentów European Patent Office (<https://worldwide.espacenet.com/>) przeprowadzono wyszukiwanie rozwiązań technologicznych dotyczących:

a) *Remediacji gleby zanieczyszczonej metalami ciężkimi:*

Wg stanu na dzień 9.11.2023 r. znaleziono 3230 opisów (wynalazków i wzorów użytkowych). Różnicowanie prowadzono w zakresie haseł: soil remediation and heavy metal.

Analiza wybranych opisów pozwala na podział rozwiązań na 3 zasadnicze grupy:

- metody remediacji (stosowane pojedynczo lub mieszane),
- środki do remediacji,
- urządzenia do remediacji.

Lista wybranych patentów w podziale na metody:

Metoda elektrokinetyczna: WO2019218652A1, CN114888073A, CN114602965A, CN113000597A, CN116651918A

Z wykorzystaniem dżdżownic: CN114888073A, CN105817473A, CN106583439A, CN101947539A, CN104275345A, CN111570504A

Fitoremediacja: CN111229808A, CN101947539A, CN114713622A, CN110577831A, CN110653252A

Rośliny hiperakumulatorowe: CN111744953A, CN101724404A, CN116651925A

Mikroorganizmy: CN109759437A, CN111229808A, CN105817473A, CN110586644A, CN105149342A, CN114713622A, CN109013688A, CN104070062A, CN110283599A, CN108213073A, CN111570504A, CN104056852A, CN111744953A, CN105149343A, CN111570501A, CN105149342A, CN110653252A, CN111234835A, CN116640578A

Z wykorzystaniem pola magnetycznego: CN111744953A, CN108296273A, CN105149343A, CN111570501A, CN112296075A, CN105149342A, CN112170475A, CN111872096A, CN111589851A, CN111872096A, CN107900094A

Separacja magnetyczna: CN112170475A

Separacja magnetyczno-elektryczna: CN112296075A

Chelatowanie: CN112170475A, CN211161184U

Stabilizacja: CN106984642A, CN106984641A, CN105537260A, CN116656374A

Immobilizacja chemiczna: WO2022155832A1, CN108002922A, CN106077074A, CN104056852A

Remediacja pasywna: CN109020748A, WO2022155832A1, CN115156283A, CN111234835A, CN114918240A, CN112742861A, CN114854426A, CN110586644A, CN110577831A, CN106748479A, CN107900094A, CN110586645A, CN116651919A, w tym z wykorzystaniem biowęgla: CN111229808A, CN108002922A, CN110903829A, CN115074136A, CN114918240A, CN115895672A

Ługowanie: CN217191617U, CN210474965U, CN105149343A, CN211304226U, CN105149342A, CN105537260A, CN103111463A, CN107900094A, CN210474967U, CN116655085A

Metoda bioniczna: CN110586644A, CN108746186A, CN108746186A

Podsumowując, na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że istnieją różne metody remediacji gleby zanieczyszczonej metalami ciężkimi. Z różną efektywnością usuwają one metale ciężkie. W wielu patentach stosowane były również metody łączone.

b) Remediacji gleby zanieczyszczonej substancjami ropopochodnymi

Lista wybranych patentów w podziale na metody:

Metoda mikrobiologiczna: CN114591748A, CN112588814A, CN109317511A, CN209452489U, CN114505340A, CN116410864A, CN108587935A, CN116135984A, CN115041513A, CN105280941A, CN109158413A

Metoda elektro-mikrobiologiczna: CN112588814A

Metoda elektrokinetyczna: CN109317511A

Desorpcja termiczna: CN211839549U, CN219112494U, CN115780494A, CN218475768U, CN214289993U

Z wykorzystaniem biowęgla: CN114505340A, CN113234715A, CN107523561A

Porównując powyższe metody można stwierdzić, że metody biologiczne są obecnie najpowszechniej stosowane w likwidacji węglowodorów zanieczyszczających środowisko gruntowe.

c) Remediacji gleby zanieczyszczonej azbestem

W bazie Espacenet wpisano hasło: asbestos disposal oraz asbestos waste disposal. Uzyskano odpowiednio 181 i 76 rezultatów.

Lista wybranych patentów w podziale na metody:

Rozdrabnianie azbestu, kruszarki: KR102166997B1, AU2019264687A1, WO0238296A1, KR102180292B1, JP2010119925A, KR102193971B1

Metody termiczne: DE4227024A1, DE4211161A1, JP3359964B2, JPH10337547A, DE4330551A1, JP2008245855A, JPH10337547A, JP2008245855A, KR101093436B1, JPH10337547A, EP0484866A2, JP3359964B2, JPH08285249A, FR2749524A1, DE4136241A1, US2015151153A1, DE4301977C1, DE4407339A1, DE4330551A1

Z użyciem kwasów: JPH02149389A, WO2008093368A1

Piroliza: CN2662087Y, KR101093436B1

Środki katalityczne usprawniające spalanie: JP2008150568A

Immobilizacja włókien azbestowych, np. poprzez natryskiwanie polimerów: DE4229885A1, JP2007315152A, CA2680816A1, DE4440470A1, KR101255531B1, JP2007315152A

Mieszanie ze spoiwem: EP0107269A2

d) Remediacji gleby zanieczyszczonej fosforanami

W bazie Espacenet wpisano hasło: **remediation soil and phosphates**. Uzyskano 1672 rezultatów. Z analizy wytypowanych z tej liczby patentów wynika, że działanie remediacyjne dotyczy usuwania fosforanów ze ścieków, spływów gruntowych lub w szczególności osadów ściekowych (EP3296268A1). Zanieczyszczenia fosforanowe są adsorbowane przez będący przedmiotem patentu środek adsorbujący zawierający tlenek żelaza i spoiwo na bazie bentonitu, w postaci granulatu charakteryzującego się wysoką skutecznością w adsorpcji fosforanów i fosforu organicznego.

Znakomita większość patentów dotyczy wykorzystania fosforanów jako substratu lub pasywatora umożliwiającego rekultywację gleby (JP2015029982A, CN110330978A) zanieczyszczonej różnego rodzaju substancjami: zanieczyszczeniami węglowodorowymi (CA2258473A1), ropą naftową (CN114535272A), metalami ciężkimi (CN112588811A, CN106278707A, CN111303888A, CN107557015A), w tym w szczególności kadmem (CN107418591A, CN114262613A, CN113105294A), kadmem, ołowiem i arsenem (CN111253947A), kompozytem Cd-Pb-Cr (VI) (CN112570440A), antymonem (CN109382396A).

Fosforany są również składnikami kompozycji umożliwiających oczyszczanie zanieczyszczonej gleby i/lub wód gruntowych *in-situ* (US2015034559A1). Kompozycje

te przygotowane są na bazie stabilizowanych form koloidalnego węgla aktywnego, które stosuje się do szybkiej absorpcji zanieczyszczeń. Umożliwiają one transport cząstek węgla aktywnego przez matrycę gleby i wód gruntowych po zastosowaniu przez iniekcję, zasilanie grawitacyjne lub perkolację do gleby i wód gruntowych, co z kolei pozwala odkażać wody gruntowe na miejscu, bez kosztów i zakłóceń związanych z wydobywaniem zanieczyszczonej gleby i wód gruntowych z gruntu w celu oczyszczenia *in-situ* lub umieszczenia na składowisku odpadów niebezpiecznych.

Ponadto fosforany są składnikami substancji reaktywnych (WO0240410A1) stosowanych do rekultywacji zanieczyszczonego gruntu poprzez wstrzykiwanie do zanieczyszczonego gruntu znajdującego się w pewnej odległości od powierzchni, ekstrakcję zanieczyszczonej wody, jej oczyszczenie za pomocą urządzenia do uzdatniania, ponowne nasycenie substancjami reaktywnymi i ponowne wstrzykiwanie do zanieczyszczonego gruntu, aż do uzyskania pożądanego poziomu zanieczyszczeń w wodzie.

e) *Zużytych filtrów olejowych*

Lista wybranych patentów:

Desorpcja termiczna: CN209334434U, CN111659723A

Mikroorganizmy: CN111438177A

Metoda chemiczna: CN111438177A, CN103170497A

Metoda plazmowa: CN116422685A

Kataliza: CN116274323A, CN206622440U

Piroliza: CN116274323A

Ekstrakcja gruntu parą: WO03035290A1

f) *Zużytych opon*

Na podstawie przeglądu patentów dotyczącego utylizacji zużytych opon gumowych, główną metodą recyklingu z 2340 osiągniętych rezultatów pod hasłem „termiczne metody przekształcania opon” jest piroliza. Proces pirolizy odbywa się w temperaturze 450-800 °C. Do ogrzewania opon wykorzystywany jest gaz nośny.

Lista wybranych patentów:

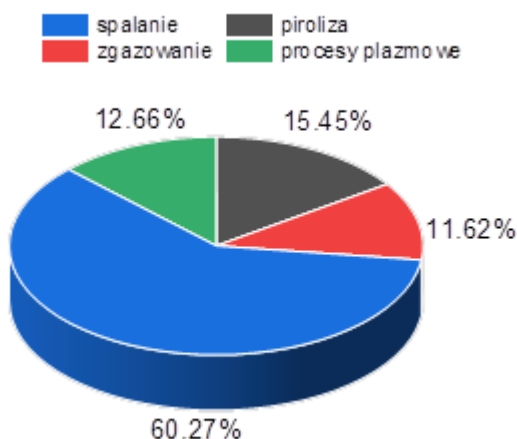
Metody termiczne: CA2744752A1, EP1785248A1, CN109943358A, CN103695021A, US11441038B2, CN109943358A, w tym:

Piroliza: CA2744752A1, EP1785248A1, JP2008024907A, US10808294B2, CN115029150A, CN103695021A, US11441038B2

g) *Termicznego przekształcania odpadów*

Na dzień 9.11.2023, stosując wybrane hasła, wyszukano 93657, 24002, 18059 oraz 19674 patenty dotyczące odpowiednio spalania (hasła wyszukiwania: *combustion of municipal and hazardous waste; combustion of hazardous waste; combustion of municipal waste; incinerator municipal and hazardous waste; incinerator of*

hazardous waste; incinerator municipal waste), pirolizy (hasła wyszukiwania: *pyrolysis of municipal and hazardous waste; pyrolysis of hazardous waste; pyrolysis of municipal waste*), zgazowania (hasła wyszukiwania: *gasification of municipal and hazardous waste; gasification of hazardous waste; gasification of municipal waste*) oraz metod plazmowych (hasła wyszukiwania: *plasma treatment of municipal and hazardous waste; plasma treatment of hazardous waste; plasma treatment of municipal waste; plasma gasification of municipal and hazardous waste; plasma gasification of hazardous waste; plasma gasification of municipal waste*). Numery wybranych patentów umieszczono poniżej. **Rysunek 5.1.** przedstawia udział procentowy poszczególnych metod termicznego przekształcania odpadów komunalnych, niebezpiecznych oraz ich mieszanin w wyszukanych patentach. Wyszukane rozwiązania różnią się zakresem zastosowanych temperatur oraz zakresem innych parametrów technologicznych, jak również konstrukcją aparatury stosowanej do przekształcania odpadów. Istnieją rozwiązania dające możliwość przetwarzania jednocześnie odpadów niebezpiecznych i komunalnych (np. patent CN104818064A, CN112283715A, US2011158858A1, RU2767786C1), czy też gleby zanieczyszczonej substancjami organicznymi i odpadów komunalnych (np. patent CN103936311A). Należy zauważyć, iż w przeciwieństwie do procesów spalania, produkty powstałe podczas zastosowania pozostałych metod termicznych, mają znaczną wartość rynkową i nie stwarzają problemów związanych z zanieczyszczeniem atmosfery (np. patent CA2066667A1). Jeden z patentów prezentuje sposób wytwarzania adsorbentu z wykorzystaniem osadów komunalnych i zużytych opon (patent CN102728321A). Kolejny natomiast, przedstawia sposób wytwarzania wełny mineralnej z odpadów (patent CN102180593A). Ponadto, instalacje termicznego przekształcania odpadów dają możliwość odzysku ciepła (np. patent CN219530866U, CN112682800A, ES2019736A6; CN216521694U) oraz produkcji energii elektrycznej (np. patent US2006118065A1, WO2011003032A2; WO2008011213A2; US2008178784A1; EP2860450A1; CN102061196A).



Rysunek 5.1. Udział procentowy poszczególnych metod termicznego przekształcania odpadów komunalnych, niebezpiecznych oraz ich mieszanin w wyszukanych patentach (opracowanie własne na podst. <https://worldwide.espacenet.com>).

Lista wybranych patentów:

spalanie: US4750437A; US2007112577A1; CN113145611A; CN110762542A; RO135303A0; US5022329A; CN209978039U; CN207455599U; CN115164204A; US5376354A; US4133273A; EP0382673A2; US4620492A; CA1271921A; PL238808B1; CN108800155A; CN211260824U; CN116538510A; CN115875680A; CN217464441U; CN112610964A; CN116336472A; CN115371051A; CN112628752A; CN218033157U; EP0304879A2; CN112254133A; CN218510897U; CN217441658U; CN214949134U; CN111412475A; CN214581129U; CN211781103U; CN205424943U; CN209213871U; CN100465513C; CN115523497A; CN112197274A; CN219510803U; CN115751326A; CN218358392U; CN112833403A; CN210123159U; EP0247149A1; CN208074969U; CN115437286A; CN111306549A; US5325797A; CN213930946U; CN215909058U; CN106311265A; CN112361350A; CN219530866U; CN218348670U; CN112682800A; CN112361351A; ES2019736A6; US2006118065A1; CA2055552A1; WO2011003032A2; CN101413826A; CN107243505A; CN212456857U; CN201237223Y; CN110793042A; CN211854036U; CN217763451U; CN216521694U; CN218721519U; CN215951443U; CN212227048U; CN211781120U; CN210772211U; CN209857078U; CN212252631U; CN211475950U; US5022329A;

piroliza: CN104818064A; CA2066667A1; US2014041299A1; CN102728321A; CN210291885U; JPH11257619A; EP0098595A2; CN114151798A; CN216203362U; CN110813976A; CN107327851A; CN214468640U; CN116286045A; CA2646416A1; CN114811591A; CN112944350A; CN215175077U; CN114576636A; CN113666597A; CN112797413A; CN112815329A; CN110563081A; DE3814723A1; CA2642590A1; CN109882852A; CN115493153A; US11326106B2; CN113980694A; CN213513903U; CN116144384A; CN113182311A; CN112283713A; CN212339256U; CN213334398U; CN108728140A; CN102553895A; CN108728175A; CN213012682U; CN109735353A; CN219530857U; ZA845115B; CN111637464A; CN213686835U; CN112113223A; CN116618423A; CN114192555A; CN110586609A; CN209508172U; CN116293722A; CN212687868U; CN110699098A; CN116463136A; CN211921422U; CN111808621A; CN104862011A; CN111253962A; CN115532787A; CN112605094A; CN217230618U; CN115612516A; CN211575134U; CN113551233A; CN101936534A; CN110017483A; CN115539959A; CN115155659A; CN209782638U; CN114321930A; CN111621310A; CN209978056U; CN219581335U; RU2767786C1; CN212252623U;

zgazowanie: CN114939593A; US2011271883A1; CN102519047A; WO2008011213A2; CN108410505A; US5052312A; CN111234880A; CN206724183U; CN111623355A; US2009241420A1; CN101880538A; CN107084396A; CN116354572A; CN115216346A; CN111748379A; CA2184653A1; CN103936311A;

WO2018185782A1; CA2651449A1; CN112283715A; US2011158858A1; US6155182A; US6149765A; US2008178784A1; WO9519407A1; EP2860450A1; CN116179242A; CN106281518A; CN209782641U; CN209512031U; CN216972441U; CN210885962U; CN213207852U;

procesy plazmowe: CN116658918A; CN208357448U; CN213901081U; GB2422602A; US2009004071A1; CN102180593A; RU2183794C2; CN208200843U; CN112833405A; CN219433269U; CN115031236A; US2007289509A1; US2006144305A1; CN210885961U; CN111853817A; CN109731884A; CN205782959U; CN212335134U; CN219130319U; CN110848703A; CN208195216U; CN206940807U; WO2004072547A1; CA2457335A1; EP2638130A1; WO2009058626A1; CN1233478C; CN108518693A; CN211011385U; US2012031232A1; CN102061196A; CN109355101A; CA2515911A1; CN110715297A; US2009064581A1; CN211339405U; CN212335126U; CN111286365A; US5276253A; CN106765142A; CN206514306U; CN108359499A; US6380507B1; US2010229522A1; CN115245951A; CN210186679U; CN106642159A; CN115246628A; CN110038371A; CN219318442U; CN115899709A; CN105062562A; CN209893405U; CN105797530A; CN106016273A; CN215627785U; CN108395906A; CN204824145U; CN213840937U; CN110469857A; CN105129729A; CN217356898U; CN210186721U; NZ556254A; CN114234200A; CN111872029A; CN110608439A; CN203648519U; CN211781100U; CN217503678U; CN114165788A; CN212442517U; CN115245952A; CN205760430U; CN205760459U; CN109737430A; CN209322811U; CN209322809U; US2009118561A1; CN105062566ACN215614012U; GB2478797A; CN204848777U; CN103013568A; CA2832892A1; CN104593080A; US2014175335A1; WO2016030881A1; WO2009058626A1; CN102389887A

5.1.2 Propozycje technologii

5.1.3.1 Składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych

Metody termicznego przekształcania odpadów

Jedną z metod unieszkodliwiania odpadów jest przekształcanie termiczne. Zgodnie z ustawą o odpadach, termiczne przekształcanie obejmuje: spalanie, pirolizę, zgazowanie i proces plazmowy (art. 3, ust 1 pkt 29 ustawy o odpadach [234]). Należy jednak zwrócić uwagę, iż w przypadku zastosowania pirolizy, zgazowania lub procesu plazmowego, substancje generowane w tych procesach powinny być następnie spalane.

Spalanie z definicji jest egzotermiczną reakcją chemiczną, w której substancja reagując z tlenem tworzy dwutlenek węgla i wodę. Odpadami procesowymi spalania są gazy odlotowe, żużle i popioły. Gazy odlotowe zawierają pyły, dwutlenek węgla, tlenek węgla, wodę, ditlenek siarki, tlenki azotu, chlorowodór, fluorowodór, metale ciężkie i związki organiczne. Zanieczyszczenia te usuwane są przy zastosowaniu różnorodnych

technologii [235], a oczyszczone gazy odlotowe odprowadzone do atmosfery. Popioły i żużle, z kolei mogą zawierać metale ciężkie i inne substancje toksyczne. Wśród najbardziej popularnych procesów immobilizacji odpadów poprocesowych spalania wyróżnić należy: cementowanie, bituminizację, witrifikację, geopolimeryzację inne technologie np. Synrock czy Geodur - oparte na dedykowanych dla danego rodzaju odpadów mieszankach [236]. Żużel po procesie immobilizacji i uzyskaniu odpowiednich parametrów technicznych może być wykorzystany jako materiał budowlany np. do budowy dróg [237]. Neutralizacja popiołów i pyłów na drodze stabilizacji/zestalenia, ma na celu chemiczne przekształcenie odpadów, tak by nie wymywały się z nich substancje szkodliwe występujące w postaci związków rozpuszczalnych [238]. Ponadto, podczas tego procesu można uzyskać zmianę niektórych parametrów fizycznych odpadu, aby poprawić jego wytrzymałość mechaniczną, zmniejszenie nasiąkliwości, zwiększenie mrozoodporności itp. Temu procesowi poddaje się najczęściej odpady niebezpieczne o charakterze nieorganicznym (lub zawierające niewielkie ilości związków organicznych), z których wymywają się rozpuszczalne związki chemiczne stanowiące substancje szkodliwe zagrażające środowisku. Jednym z przykładów w/w procesu jest technologia „Geodur”, którą zastosowano do unieszkodliwiania żużli, pyłów i popiołów ze spalarni odpadów komunalnych w ZUSOK w Warszawie - Województwo Mazowieckie i spalarni osadów ściekowych przy oczyszczalni ścieków „Czajka” w Warszawie [239].

Spalanie prowadzone jest w spalarniach odpadów lub we współspalarniach odpadów, które stanowią osobne, wyspecjalizowane instalacje. Ustawa o odpadach definiuje w/w instalacje w następujący sposób:

- a. spalarnia odpadów – „rozumie się przez to zakład lub jego część przeznaczone do termicznego przekształcania odpadów z odzyskiem lub bez odzysku wytwarzanej energii cieplnej, obejmujące instalacje i urządzenia służące do prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów wraz z oczyszczaniem gazów odlotowych i wprowadzaniem ich do powietrza, kontrolą, sterowaniem i monitorowaniem procesów oraz instalacjami związanymi z przyjmowaniem, wstępnym przetwarzaniem i magazynowaniem odpadów dostarczonych do termicznego przekształcania oraz instalacjami związanymi z magazynowaniem i przetwarzaniem substancji otrzymanych w wyniku spalania i oczyszczania gazów odlotowych; jeżeli współspalanie odpadów odbywa się w taki sposób, że głównym celem tej instalacji nie jest wytwarzanie energii ani wytwarzanie produktów materialnych, tylko termiczne przekształcenie odpadów, wówczas instalacja ta uważana jest za spalarnię odpadów”;
- b. współspalarnia odpadów – „rozumie się przez to zakład lub jego część, których głównym przedmiotem działalności jest wytwarzanie energii lub produktów, w których wraz z paliwami są przekształcane termicznie odpady w celu odzyskania zawartej w nich energii lub w celu ich unieszkodliwiania, obejmujące instalacje i urządzenia służące do prowadzenia procesu termicznego przekształcania wraz z oczyszczaniem gazów odlotowych i wprowadzaniem ich

do atmosfery, kontrolą, sterowaniem i monitorowaniem procesów, instalacjami związanymi z przyjmowaniem, wstępnym przetwarzaniem i magazynowaniem odpadów dostarczonych do termicznego przekształcania oraz instalacjami związanymi z magazynowaniem i przetwarzaniem substancji otrzymanych w wyniku spalania i oczyszczania gazów odlotowych”.

Wytyczne odnośnie warunków termicznego przekształcania odpadów zawarte są w Rozporządzeniu Ministra Rozwoju z dnia 21 stycznia 2016 r. w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów oraz sposobów postępowania z odpadami powstałymi w wyniku tego procesu [240]. Zgodnie z powyższym dokumentem, proces spalania lub współspalania odpadów należy prowadzić w taki sposób, aby: temperatura gazów powstających w wyniku spalania została podniesiona w kontrolowany i jednorodny sposób oraz była utrzymywana przez co najmniej 2 sekundy na poziomie nie niższym niż 1100°C dla odpadów o zawartości związków chlorowcoorganicznych przeliczonych na chlor w odpadach powyżej 1%, a dla pozostałych odpadów 850°C [240]. Ponadto, całkowita zawartość węgla organicznego w żużlach i popiołach paleniskowych powinna być niższa niż 3% lub strata przy prażeniu żużli i popiołów paleniskowych powinna być niższa niż 5% suchej masy [240]. Ilość i szkodliwość odpadów powstałych podczas procesu termicznego przekształcania powinna być zminimalizowana. Powstałe odpady należy poddać odzyskowi, a w przypadku braku takiej możliwości –unieszkodliwić ze szczególnym uwzględnieniem frakcji metali ciężkich [240].

Do spalania odpadów niebezpiecznych oraz medycznych zazwyczaj stosowane są piece obrotowe. W przypadku odpadów stałych, czasami stosuje się spalarnie rusztowe (w tym współspalanie z innymi odpadami). Natomiast w przypadku niektórych materiałów wstępnie przetworzonych można zastosować spalarnie ze złożem fluidalnym. Na terenie zakładów chemicznych powszechnie stosuje się również piece statyczne [241].

Zgodnie z Ustawą o Odpadach (art. 160, ust 3 [234]) „zarządzający spalarnią odpadów lub współspalarnią odpadów, przyjmując odpady niebezpieczne do ich termicznego przekształcenia, jest obowiązany również do:

1. zapoznania się z przekazywanym przez posiadacza odpadów opisem odpadów, który powinien obejmować:
 - a. stan fizyczny i skład chemiczny odpadów niebezpiecznych oraz informacje niezbędne do dokonania oceny przydatności tych odpadów do procesu termicznego przekształcenia odpadów,
 - b. właściwości odpadów,
 - c. wskazanie substancji, z którymi te odpady nie mogą być łączone w celu ich łącznego termicznego przekształcenia,
 - d. niezbędne środki ostrożności związane z postępowaniem z tymi odpadami;
2. pobrania próbek, przed rozładowaniem odpadów, w celu zweryfikowania zgodności stanu fizycznego i składu chemicznego oraz właściwości odpadów z opisem, o którym mowa w pkt 1;

3. przechowywania próbek, o których mowa w pkt 2, przez okres co najmniej jednego miesiąca po termicznym przekształceniu odpadów”.

W związku z powyższym, w przypadku zastosowania technologii spalania odpadów zdeponowanych na Składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych w Zgierzu, należałoby wykonać analizy ich składu chemicznego tzn. składu chemicznego każdej beczki, kontenera itd., co niewątpliwie znacznie podwyższyłoby koszt zastosowania tej technologii.

Na Świecie działa ponad 2000 spalarni, w tym ok 1200 instalacji w Japonii i blisko 500 w Europie [242]. W Polsce funkcjonuje 8 spalarni odpadów komunalnych o łącznej mocy przerobowej 1 114 000 ton odpadów/rok i 38 instalacji termicznego przekształcania odpadów niebezpiecznych o łącznej mocy przerobowej 450 807 ton odpadów/rok [243]. W Europie, opłata za przyjęcie odpadów niebezpiecznych do spalarni wahała się od 50 do 5000 euro/tonę [241]. Sektor spalania odpadów niebezpiecznych obejmuje dwa główne podsektory: komercyjne spalarnie odpadów oraz dedykowane spalarnie odpadów, które różnią się od siebie stosowanymi technologiami i charakterystyką przetwarzanych odpadów [241].

Jednym z przykładów ekologicznej spalarni odpadów jest Ekospalarnia w Krakowie (**Fot. 5.1.**). Spalarnia ta może przekształcić do 245 tys. ton odpadów/rok [244]. Jest to obiekt nowoczesny i bezpieczny dla ludzi i środowiska, a potwierdzeniem tego jest pasieka znajdująca się przy spalarni. Pszczoły żyją i funkcjonują prawidłowo w środowisku czystym, są więc niejako „markerami” czystości środowiska. Na terenie spalarni w Krakowie, pszczoły nie tylko potwierdzają, że jest to obiekt ekologiczny ale są też dodatkowym elementem ścieżki edukacyjnej przybliżającej najważniejsze części procesu termicznego przekształcania odpadów, która funkcjonuje na terenie zakładu. Zakład wyposażony jest w nowoczesną instalację oczyszczania spalin spełniającą rygorystyczne normy dotyczące emisji do powietrza. Proces oczyszczania spalin składa się z następujących etapów: odazotowanie spalin, oczyszczanie spalin metodą półsuchą, odpylanie spalin. Dane dotyczące emisji są publikowane na stronie internetowej oraz na tablicach informacyjnych umieszczonych przed obiektem.



Fot. 5.1. Ekospalarnia odpadów w Krakowie (źródło: <https://sztuka-architektury.pl/>) (zdjęcie z lewej) Pasieka przy Ekospalarnia odpadów w Krakowie (źródło: <https://khk.krakow.pl/pl/ekospalarnia/ztpo-ule/>) (zdjęcie z prawej).

Technologia zastosowana w w/w spalarni pozwala na odzysk ciepła i produkcję odnawialnej energii na użytek własny i miasta. Zakład stosuje technologię rusztową, a proces technologiczny składa się następujących faz: suszenie, odgazowanie, spalanie i zgazowanie. Komora dopalania posiada odpowiednią geometrię, dzięki czemu możliwe jest utrzymywanie temperatury w komorze powyżej 850°C przy czasie przebywania spalin powyżej 2 sekund. Gorące spaliny opuszczające komorę dopalania poddawane są schłodzeniu w rekuperatorze przed wejściem do stacji oczyszczania, co umożliwia odzyskanie ciepła i wykorzystanie go do podgrzewania wody dla celów użytkowych lub do wytwarzania pary technologicznej. Wynikające stąd oszczędności pozwalają zredukować koszty utylizacji odpadów. Zakład, w trybie kogeneracji, wytwarza energię cieplną o wartości ok 1mln GJ. Ekospalarnia, w ciągu roku, jest w stanie wytworzyć ok. 100 tys. MWh energii elektrycznej [244]. Energia ta, wystarczałaby na całoroczne zasilenie wszystkich krakowskich tramwajów lub zaspokojenie potrzeb energetycznych miejskich wodociągów [245]. Zakład zwiększa więc bezpieczeństwo energetyczne miasta, a wytwarzana energia posiada tzw. zielone certyfikaty, czyli świadectwa pochodzenia energii elektrycznej z odnawialnego źródła energii.

W obecnych czasach, zachodzi konieczność zmniejszenia emisji dwutlenku węgla oraz stosowania zasad gospodarki o obiegu zamkniętym w projektowaniu procesów technologicznych. Ze względu na fakt, iż podczas spalania odpadów, węgiel zawarty w odpadach trafia do atmosfery w postaci dwutlenku węgla, coraz większe znaczenie zaczyna odgrywać proces pirolizy. Piroliza (uwęglanie) polega na termicznym rozkładzie substancji organicznej bez dostępu tlenu w zakresie temperatur ok. 250 – 900°C. W procesie powstają stałe, płynne i gazowe produkty, które nadal posiadają właściwości palne. Udziały poszczególnych frakcji są zależne od składu odpadów. W skład fazy stałej wchodzi: koks pirolityczny, substancje obojętne oraz pyły ze znaczną zawartością metali ciężkich. Faza płynna to kondensaty wodne i oleiste, składające się z mieszaniny olejów, smół, wody oraz składników organicznych tj. kwasy i alkohole. Faza gazowa to tzw. gaz pirolityczny (wytłewny), zawierający przede wszystkim parę wodną, wodór, metan oraz etan (i ich homologi), wyższe węglowodory alifatyczne, tlenek i dwutlenek węgla oraz inne związki gazowe (również chlorowane), jak: H₂S, NH₃, HCl, HF, HCN. Stałe i ciekłe produkty uwęglania poddawane są procesowi zgazowania. Gaz pirolityczny, ze względu na właściwości palne, wykorzystywany jest na terenie zakładu, a pozostałe produkty gazowe są odprowadzane. Olej pirolityczny powstaje przy zastosowaniu umiarkowanego reżimu temperaturowego (300–500°C), natomiast gaz pirolityczny wytwarzany jest w wysokich temperaturach (500–900°C). Piroliza może być zastosowana jako alternatywa lub uzupełnienie procesu spalania [246]. Gaz pirolityczny jest spalany w wiecznym płomieniu lub zużywany na miejscu do ogrzewania reaktora do pirolizy. Olej pirolityczny z kolei może być stosowany jako paliwo opałowe lub jako olej napędowy. Natomiast, sadza popirolityczna może być stosowana z różnym powodzeniem w dziedzinach, gdzie stosuje się sadze czyste, dotąd otrzymywane w procesach petrochemicznych [247].

Proces zgazowania zaliczany jest do procesów częściowego spalania, podczas którego w temperaturze ok. 700°C paliwo stałe przechodzi w gazowe. Czynnikiem zgazowującym jest tlen, powietrze, para wodna, węglowodory i dwutlenek węgla. Produktami zgazowania jest gaz palny, ciecze oraz substancje mineralne. Uzyskany palny gaz procesowy, jest następnie dopalany w dodatkowej komorze. Komory dopalania stosuje się także w przypadkach, gdy wymiary komory pierwotnej i panujące w niej warunki nie umożliwiają zupełnego spalania palnych związków unoszonych wraz ze spalinami. Produkty zgazowania mogą być wykorzystywane jako materiał wsadowy lub jako paliwo.

Stosowane są następujące reaktory zgazowujące [241]:

- zgazowarka (inne nazwy to: czadnica, gazogenerator) ze złożem fluidalnym;
- zgazowarka przepływowa;
- zgazowarka cyklonowa;
- zgazowarka ze szczelnym złożem.

Odpady niebezpieczne mogą być zgazowane bezpośrednio, jeżeli są płynne, mają konsystencję półpłynną lub są drobno granulowane. Występują również kombinacje procesów termicznych tj. piroliza – spalanie, piroliza – zgazowanie, zgazowanie – spalanie. Techniki są na różnym etapie rozwoju [241].

Ważnym uzupełnieniem tradycyjnych technik zagospodarowania odpadów przemysłowych i komunalnych są technologie plazmowe. Technologie te stanowią alternatywę dla tradycyjnych technik zagospodarowania trudnych odpadów przemysłowych np. azbestu, odpadów radioaktywnych, chemicznych i biologicznych. Plazma jest to czwarty stan skupienia tj. zjonizowana materia przypominająca gaz. Jonizacja zupełna zachodzi w bardzo wysokich temperaturach powyżej 30000 K. Plazma staje się wówczas mieszaniną jonów dodatnich i elektronów bez udziału cząstek neutralnych. Skład chemiczny plazmy stanowi skład chemiczny materii, z której plazma powstała. Wyróżnia się plazmę nisko- i wysokotemperaturową. Technologie plazmowe znalazły zastosowanie w wielu dziedzinach gospodarki. Technologia plazmowa, dzięki zastosowaniu wysokich temperatur oraz braku dostępu tlenu, pozwala na rozkład polichlorowanych bifenyli (PCB), dichlorodiuftenylotrichloroetanu (DDT), związków ołowiu, rtęci, kadmu oraz zapobiega powstawaniu dioksyn i furanów. Technologie te znajdują również zastosowanie w unieszkodliwianiu skażonej gleby [248, 249] jak również innych rodzajów odpadów [250, 251]. Na rynku dostępnych jest wiele technologii plazmowych w tym zgazowanie plazmowe, polegające na przekształceniu materii organicznej w gaz syntezowy składający się z wodoru i tlenku węgla. Pozostałością nieorganiczną tego procesu jest żużel, który może być poddany recyklingowi. Gaz syntezowy można zastosować jako paliwo lub do wytworzenia energii elektrycznej [252].

Tabela 5.8. przedstawia analizę SWOT dla procesów termicznego przekształcania odpadów.

Tabela 5.8. Analiza SWOT dla procesów termicznego przekształcania odpadów (na podst. [253, 254])

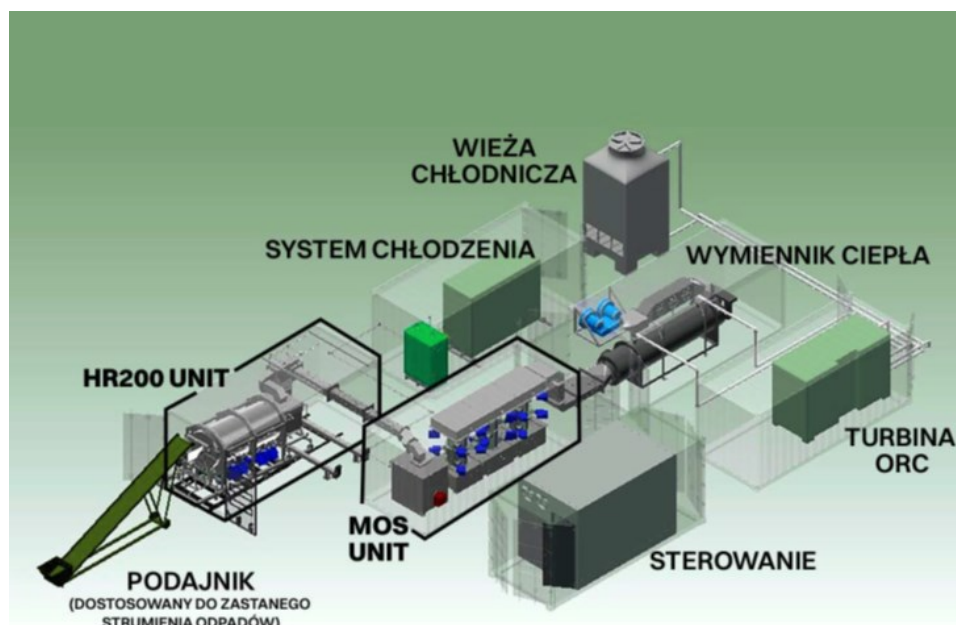
	Pozytywne	Negatywne
Metoda	Zalety (Mocne strony)	Wady (Słabe strony)
Spalanie [253, 254]	<ul style="list-style-type: none"> • sprawdzona metoda – w Europie blisko 500 instalacji, • unieszkodliwianie szerokiej gamy odpadów, • wstępne przygotowywanie odpadów nie jest konieczne, • redukcja masy odpadów o ponad 90%, • odzysk energii, 	<ul style="list-style-type: none"> • spalane odpady powinny charakteryzować się wysoką wartością opałową, niską wilgotnością, niską zawartością chloru i siarki, niską zawartością popiołu, • brak możliwości spalania odpadów płynnych, stężonych kwasów i zasad, • energochłonność oraz konieczność zastosowania drogich urządzeń monitorujących cały proces, co przekłada się na wysoki koszt, • wysokie nakłady inwestycyjne, • trudne do zagospodarowania pozostałości, • wysokie koszty składowania pozostałości, • emisja CO₂, • konieczność oczyszczania gazów odlotowych przed wprowadzeniem ich do atmosfery
Piroliza i zgazowanie [253, 254]	<ul style="list-style-type: none"> • unieszkodliwianie wielu rodzajów odpadów, • możliwość unieszkodliwiania odpadów stałych, półpłynnych i płynnych o charakterze organicznym, niezależnie od ich wartości opałowej, zawartości związków toksycznych, olejowych, popiołu, wilgotności oraz gabarytów, • ograniczona ilość pyłów, • możliwość odzysku cennych związków z odpadów, • wytwarzanie gazu pirolitycznego, • mniejsze koszty eksploatacyjne i inwestycyjne z powodu małej emisji spalin i ich oczyszczania, • odzysk energii cieplnej i elektrycznej wytwarzanej w procesie – produkcja energii odnawialnej. 	<ul style="list-style-type: none"> • rekomendowane mniejsze instalacje, • dodatkowe koszty związane z oczyszczaniem paliwa, • wysokie koszty inwestycyjne, • trudne w eksploatacji

	<ul style="list-style-type: none"> • mało toksyczne pozostałości, np. koks pirolityczny, który cechuje się wysoką zawartością węgla, • niskie temperatury procesu, 	
Instalacje Plazmowe [253]	<ul style="list-style-type: none"> • unieszkodliwianie związków chemicznych, • instalacja urządzeń ochrony powietrza nie jest konieczna, • pozostałości po procesie nadają się do zagospodarowania 	<ul style="list-style-type: none"> • bardzo wysokie temperatury procesu, • konieczność częstych napraw instalacji, • nowa, niezbadana instalacja, • znaczne zużycie energii, • wysokie koszty inwestycyjne
	Szanse	Zagrożenia
Metody termiczne przekształcenia odpadów	<ul style="list-style-type: none"> • wejście w życie ustawy o wielkoobszarowych terenach zdegradowanych, • rozwój metod i technologii zagospodarowania pozostałości po termicznym przekształceniu, • transformacja cyfrowa - monitoring wytypowanego zawężonego obszaru, który jest najbardziej zanieczyszczony 	<ul style="list-style-type: none"> • brak instalacji do termicznego przekształcania/zbyt mała wydajność instalacji termicznego przekształcania odpadów niebezpiecznych, • brak ekspertów zajmujących się termicznym przekształcaniem odpadów niebezpiecznych, • brak finansowania - jednostki samorządowe same muszą pozyskać finansowanie na wysokobudżetowe projekty związane z terenami zdegradowanymi

Linia technologiczna Aton (**Rysunek 5.2**) wykorzystuje technologię MTT (Microwave Thermal Treatment) – technologię dezintegracji w skoncentrowanym polu elektromagnetycznym oraz technologię MOS (Microwave Oxidation System) – termiczno-autokatalityczne czyszczenie zamienionych w gaz substancji, które oczyszczane są do momentu, w którym nie ma toksycznych związków lotnych, ani nieprzyjemnych zapachów (technologia „dopalania” gazów poprocesowych).

Unieszkodliwianie odpadów poprzez: rozbicie związków chemicznych i rozłożenie toksycznych gazów na proste cząsteczki i przekształcenie ich w zieloną energię z zerową emisją oraz możliwością odzyskiwania cennych materiałów. Takie rozwiązanie pozwala na molekularne rozdrabnianie odpadów i zamienianie ich w gaz bez użycia płomieni i paliw kopalnych jak standardowe spalarnie. Proces wytwarza ogromne ilości energii, którą można skutecznie odzyskiwać. Technologia jest neutralna „węglowo”. Jej zastosowanie nie powoduje dodatkowej emisji CO₂ do atmosfery. Rozwiązanie jest objęte ochroną patentową: **P.394104** Sposób i urządzenie do jednoczesnego

dopalania i oczyszczania gazów wylotowych, w szczególności z pieców, spalarni i instalacji do obróbki termicznej odpadów.



Rysunek 5.2. Przebieg procesu technologicznego z użyciem linii technologicznej Aton.

Dwa główne komponenty systemu to:

- Cylinder HR200 (Horizontal Rotary Unit) – reaktor mikrofalowy
- Jednostka MOS (Microwave Oxidation System).

Rysunek 5.2. prezentuje przebieg procesu technologicznego użyciem w/w technologii. Termiczna obróbka wsadu odbywa się wewnątrz ceramicznego cylindra, który jest „przezroczysty” dla mikrofal (nie nagrzewa się); w ten sposób temperatura procesu wewnątrz, może być łatwo kontrolowana i regulowana. W zależności od rodzaju przetwarzanych odpadów, różne właściwości fizyko-chemiczne zostaną zastosowane i dadzą warunki zapewniające jak najefektywniejszy rozpad wsadu. Redukcja masy przetwarzanego materiału może wynosić 90% – 99%, a złożone związki dzielą się na proste cząsteczki podczas zaawansowanego dwuetapowego procesu. Strumień odpadów po rozpadzie stałych lub półciekłych substancji z procesu MTT w HRU są odpowiednio i automatycznie kierowane dalej. Rezydualne ciała stałe – do pojemnika odbiorczego – a gazy są przesyłane do jednostki MOS w celu dalszego oczyszczenia.

MOS to wysoce wydajna wieża (wieże) do oczyszczania gazów stosowana (stosowane) do „dopalania” substancji lotnych z układu wydechowego jednostki Aton HR. Kombinacja turbulentnego przepływu gazów, wysoka temperatura zapewniona przez skoncentrowane pole elektromagnetyczne i właściwości autokatalityczne specjalnego ceramicznego wsadu, neutralizują wszelkie pozostałe zanieczyszczenia w

tej „zeroemisyjnej” utylizacji odpadów. MOS eliminuje nieprzyjemne zapachy i zapewnia redukcję szkodliwych gazów z efektywnością do 99,9%.

Linia Aton HR200 jest jedną z najbardziej zaawansowanych technologicznie i przyjaznych dla środowiska systemów usuwania odpadów dostępne na światowym rynku. To kompleksowe, elastyczne rozwiązanie o dużej różnorodności zastosowań oraz z niezwykłą zdolnością do odzyskiwania zielonej energii. Linia Aton HR200 ma zdolność przetwarzania 200 kg odpadów na godzinę w trybie ciągłym. Instalację cechują łatwość rozbudowy w celu uzyskania większej wydajności przetwarzania odpadów.

Przy zastosowaniu systemu Aton HR200 można zutylizować ponad 140 różnych rodzajów odpadów stałych i płynnych, m.in.:

- wszystkie rodzaje tworzyw sztucznych i gumy,
- odpady medyczne,
- odpady weterynaryjne,
- odpady niebezpieczne,
- zanieczyszczenia ściekowe, osady,
- rozlewy olejowe,
- odpady elektroniczne (z recyklingiem metali szlachetnych),
- odpady stałe,
- odpady przemysłowe,
- odpady organiczne.

Linia technologiczna Aton HR200 jest to rozwiązanie mobilne, mieszczące się w 6 kontenerach przewożonych ciężarówkami. Powierzchnia potrzebna do instalacji systemu to około 600 m². Instalacja systemu, testowanie i uruchomienie wraz ze szkoleniem personelu obsługującego urządzenia trwa od kilku do kilkunastu tygodni. Linia jest wyposażona w kilka protokołów bezpieczeństwa, które mogą: automatycznie przełączyć system w tryb awaryjny lub go bezpiecznie wyłączyć.

Odzysk energetyczny

MTT to najbardziej wydajna technologia w odzyskiwaniu energii z procesu unieszkodliwiania odpadów. Ilość energii uzyskanej w wydajność systemu zależy od wartości kalorycznej przetworzonego strumienia odpadów. W szczególnych przypadkach system może produkować do 1MW/h dodatkowej energii. Z punktu widzenia produkcji energii najbardziej efektywny wkład odpadów to rozdrobnione opony o średniej wartości opałowej 35-45 MJ/kg lub więcej.

Energia uzyskiwana na wyjściu systemu to gorąca woda lub/i para które mogą być przekształcone w energię elektryczną w jednostce ORC lub przekierowane do systemów grzewczych lub innych kotłów przemysłowych.

Dzięki zastosowaniu opatentowanej metody oczyszczania gazu w jednostce MOS, można zapewnić niespotykane niską, bliską zeru, emisję większości toksycznych gazów do atmosfery.

Cena linii technologicznej Aton HR200 – 2,5 mln Euro

Wydajność linii technologicznej Aton HR200 – ok. 5 ton/dobę

Ww. cena nie uwzględnia modułu laboratoryjnego do badania odpadów koniecznego w przypadku, gdy mamy do czynienia z nieokreślonym rodzajem odpadów oraz modułu wityfikacji (do usuwania metali ciężkich).

Nie przedstawiono oferty cenowej na takie rozwiązanie.

Wg oferenta istnieje możliwość wykonania instalacji przemysłowej o wydajności ok. 120 ton/dobę. Nie przedstawiono oferty cenowej na takie rozwiązanie.

Analiza SWOT dla technologii termicznego unieszkodliwiania odpadów

Analizę SWOT opracowano w oparciu o informacje od oferenta oraz analizy własne. Stanowi ona porównanie do alternatywnego rozwiązania tj. technologii spalania odpadów (**Tabela 5.9**).

Tabela 5.9. Analiza SWOT dla technologii termicznego unieszkodliwiania odpadów.

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> • Zasilany prądem, nie wymaga wykorzystanie w procesie dodatkowych paliw kopalnych. Koszt eksploatacji systemu może być neutralny w bilansie energii potrzebnej do procesu utylizacji. • Nie wykorzystuje żadnych paliw kopalnych, dzięki czemu nie ma dodatkowej emisji CO₂ z procesu (w porównaniu do wysokiej i szkodliwej emisji CO₂ z paliw kopalnych wykorzystywanych w konwencjonalnych metodach termicznych oczyszczania odpadów (spalanie i piroliza) • Efektywność energetyczna (nie ma przejścia energii ze źródła przez powierzchnię grzania i dopiero potem na odpady. Cała energia mikrofalowa wychwycona na dipolach generuje ciepło we wszystkich punktach przetwarzanego strumienia odpadów. Ilość energii zużytej w danym procesie można precyzyjnie kontrolować i optymalizować) • Ograniczone stosowanie filtrów (stałych lub ciekłych) na wylocie gazów (w porównaniu do 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimalna emisja NO_x • Cena w stosunku do wydajności (jednostka Aton HR200 pozwala na unieszkodliwienie 5 ton odpadów/dobę) • Cena nie obejmuje dodatkowych modułów unieszkodliwiania odpadów na składowisku w Zgierzu: modułu laboratoryjnego do badań (do ustalania rodzajów odpadów w poszczególnych opakowaniach) oraz modułu do wityfikacji • Brak na chwilę obecną rozwiązania w skali przemysłowej

konwencjonalnych metod termicznych oczyszczania odpadów wymagających rozbudowanych i kosztownych filtrów) <ul style="list-style-type: none"> • Umożliwia przetwarzanie odpadów zanieczyszczonych metalami ciężkimi (możliwe jest ustabilizowanie odpadów poprzez WITRYFIKACJĘ - jednak wymaga to zastosowania dodatkowego modułu). Moduł zapewni wymywalność związków na poziomie dużo wyższym niż poziomy wskazane przez najbardziej restrykcyjne normy. 	
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> • Opracowanie przemysłowej linii technologicznej o większej wydajności unieszkodliwiania odpadów 	<ul style="list-style-type: none"> • Opór mieszkańców Zgierza przed zainstalowaniem linii technologicznej

Składowanie podziemne i zestalanie

Jedną z metod unieszkodliwiania odpadów jest składowanie podziemne. Składowanie podziemne jest powszechnie stosowane na świecie do unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych [255, 256] w tym radioaktywnych [257–262]. Inną metodą jest głębokie zatłaczanie (np. zatłaczanie odpadów w postaci umożliwiającej pompowanie do odwiertów, wysadów solnych lub naturalnie powstających komór itd.) [263–265]. Odpady mogą być również składowane podziemnie w otworach górniczych [266]. Załącznik nr 2 do ustawy o odpadach przedstawia Niewyczerpujący wykaz procesów unieszkodliwiania. Wśród tych procesów można znaleźć metodę D5 tj. Składowanie na składowiskach w sposób celowo zaprojektowany (np. umieszczanie w uszczelnionych oddzielnych komorach, przykrytych i izolowanych od siebie wzajemnie i od środowiska itd.) [234].

Przed składowaniem odpady, szczególnie odpady niebezpieczne, powinny być poddane przetworzeniu. Jedną z metod przetworzenia jest proces stabilizacji/zestalania. Proces ten jest odpowiedni dla odpadów radioaktywnych [267, 268], czy też odpadów zawierających metale ciężkie [269–275] np. popioły lotne po spaleniu odpadów niebezpiecznych. Stabilizacja/zestalanie bazujące na cementowaniu jest uważane za tanią, szybką i wysoce wydajną technologię [276]. Materiał stosowany do stabilizacji/zestalania nie tylko zestala odpady niebezpieczne za pomocą środków chemicznych, ale także oddziałuje z komponentami odpadów w różnoraki sposób np.

powoduje, że są one nierozpuszczalne, unieruchomione, enkapsulowane, niszczone, sorbowane w matrycy np. cementowej [272] czy asfaltowej [275]. Produkty tego procesu mogą być następnie składowane lub zastosowane w budownictwie. Stopień efektywności produktów procesu stabilizacji/zestalania jest definiowany w oparciu o dwa parametry: wytrzymałość i odporność na wymywanie. Otrzymane produkty, wykazujące brak wymywalności zanieczyszczeń do otaczającego środowiska (lub odpowiednio niską wymywalność) oraz odpowiednią wytrzymałość fizykochemiczną, mogą być potencjalnie zastosowane jako materiały konstrukcyjne w budownictwie [276, 277]. Zastosowanie alternatywnych cementów może zwiększyć kompatybilność z zanieczyszczeniami i obniżyć dawkę środka wiążącego, obniżając w ten sposób ślad węglowy. Na przykład reaktywny cement magnezowy wykazuje wysoką kompatybilność z metalami, jak również z materią organiczną [276].

Technologia unieszkodliwienia odpadów przy zastosowaniu wielkokubaturowego, bezemisyjnego, podziemnego obiektu

Na rynku oferuje się techniczno-technologiczny sposób unieszkodliwienia odpadów zmieszanych, w tym niebezpiecznych. Przy zastosowaniu tej technologii można unieszkodliwiać następujące odpady: odpady poprodukcyjne, w tym niebezpieczne, odpady komunalne zmieszane oraz odpady zalegające w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”).

Rozwiązanie to jest wynalazkiem chronionym patentami: nr: EP 1502 666, P. 220 655 oraz zgłoszeniem patentowym P. 446570. Konstrukcja wielkokubaturowego, bezemisyjnego, podziemnego obiektu będzie wykonana z betonów modyfikowanych, chemicznie odpornych, wodoszczelnych, o specjalnej recepturze ze zbrojeniem kompozytowym, eliminującym procesy korozyjne, składająca się z płyty nośnej, ścian obwodowych, zamknięta kopułą płaskodenną. Na **Rysunku 5.3** i **Rysunku 5.4** zaprezentowano schematy instalacji odpowiednio dla odpadów niebezpiecznych stałych i płynnych.

Konsorcjum przewiduje, iż pierwszą czynnością na terenie planowanej lokalizacji instalacji będzie pogrążenie w gruncie na całym jej obwodzie grodzic stalowych (np. typu „Larsena”) poniżej projektowanej głębokości posadowienia płyty nośnej i z planowanym dystansem do wykonanych w kolejności ścian bocznych.

Na górnym poziomie terenu, minus ok. 2 m, zabite będą pale głębokokotwione w module 15x15 m, w osi których zostaną wykonane belki nośne wzdłużne i poprzeczne betonowe zbrojone zbrojeniem kompozytowym. Powstała w ten sposób kratownica nakryta zostanie płaskodenną kopułą zamykającą obiekt, odcinając równocześnie napływ wody opadowej do budowanego i w dalszej kolejności wypełnianego obiektu do chwili jego ostatecznego zamknięcia.

Po zabezpieczeniu wjazdów do wnętrza instalacji przed opadami atmosferycznymi nastąpi wybranie gruntu z przestrzeni obudowanej grodzicami

stalowymi „Larsena” i odłożenie gruntu w celu wykorzystania do przeprowadzenia rekultywacji technicznej i biologicznej ustalonego arealu terenu.

Płyta denna usytuowana na uprzednio wzmocnionym i uszczelnionym podłożu o zaprojektowanej grubości determinowanej jakością podłoża oraz wysokością ścian bocznych, zbrojona kompozytami, stanowić będzie podstawę do budowy np. około metrowej szerokości ścian bocznych podobnie zbrojonych i systematycznie uszczelnianych zagęszczoną i kontrolowaną warstwą izolacji mineralnej o grubości < 0,5 m, wykonaną pomiędzy budowaną ścianą a grodzicami stalowymi „Larsena”. Tak zagęszczona i dogęszczająca się w procesie kolmatacji warstwa zapewni zewnętrzną szczelność zbiornika-instalacji, o współczynniku filtracji od 10^{-9} do 10^{-12} m/s.

Stosowany beton W 16 wytrzymałe napór słupa wody o wysokości 1600 m, natomiast współczynnik filtracji warstwy mineralnej izolacji np. 10^{-12} m/s, oznacza, że w ciągu tysiąca lat woda może wniknąć w przesłonę na głębokość 3 cm. Łączna grubość ścian, warstwy geopolimerowej i warstwy przesłony mineralnej, będzie nie mniejsza niż ok. 2 m, co zapewni eliminację wszelkich odpadów poprzez ich trwałe odseparowanie od środowiska naturalnego praktycznie na zawsze.

Odpady niebezpieczne znajdujące się w pojemnikach lub beczkach będą przemieszczone na teren spełniający wymogi płyty remediacyjnej i tam poddane będą zestaleniu.

Czynności związane z pobraniem pojemnika ze składowiska, przeniesieniu go na płytę remediacyjną, a następnie poddane zestaleniu, będą wykonywane pod nadzorem Jednostki Ratownictwa Chemicznego Państwowej Straży Pożarnej.

Zabezpieczone i zestalone odpady niebezpieczne w dotychczasowych opakowaniach przemieszczone będą do zbiornika-instalacji na izolowaną płytę denną i rozstawione warstwowo, z dystansem ok. 0,1 m wobec siebie, a następnie zalane warstwą konstrukcyjno-izolacyjną, co spowoduje, że każde opakowanie będzie miało indywidualną komorę izolacyjną uniemożliwiającą jakiegokolwiek wzajemne oddziaływanie odpadów.

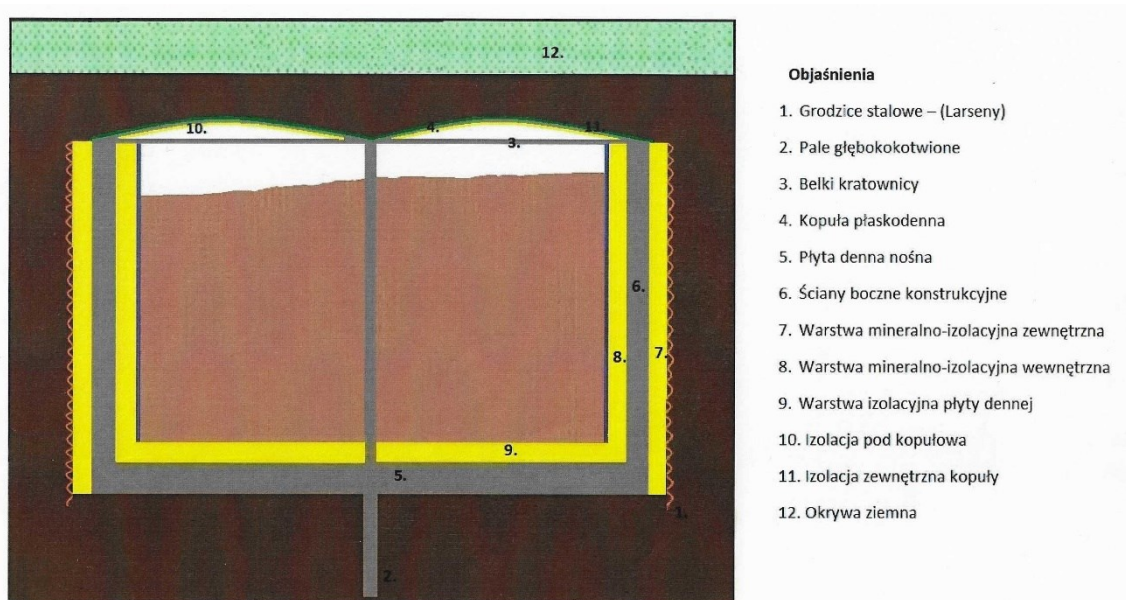
Wykonując te czynności poziom po poziomie wypełniamy w całości zbiornik-instalację, uzyskując w konsekwencji monolit w postaci odpadów i konstrukcji obiektu.

Po sukcesywnym, warstwowym zapełnieniu zbiornika-instalacji odpadami oraz podsadzeniu stropu, na segmentowej kopule wykonana będzie syntetyczna izolacja pozioma poza obrys obiektu oraz zabezpieczona rekultywacyjną okrywą ziemną, a następnie połać będzie pokryta szatą zieloną.

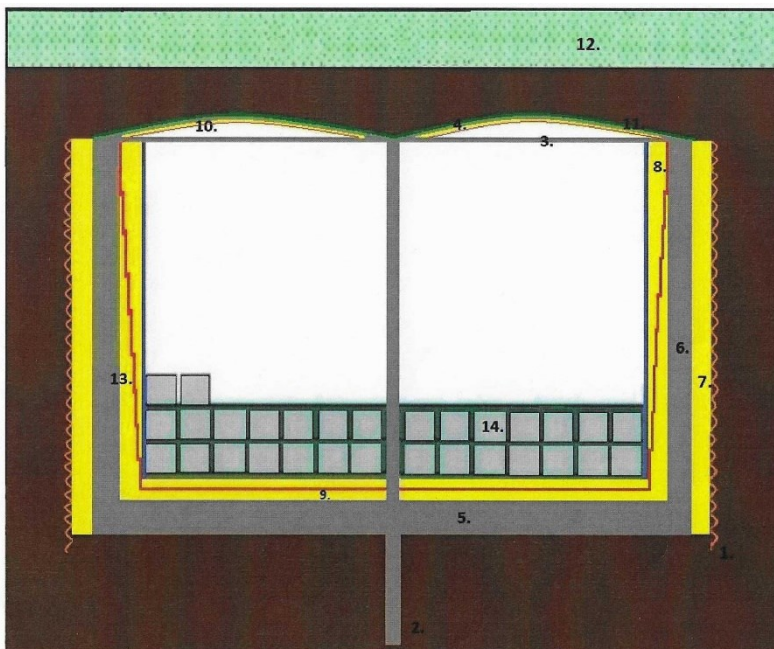
Rozwiązanie to również eliminuje konieczność kosztownego i długotrwałego procesu ustalania rodzajów odpadów w poszczególnych opakowaniach, który jest nieodzowny przy stosowaniu innych rozwiązań, szczególnie przy unieszkodliwianiu termicznym.

Konsorcjum przewiduje, iż zastosowanie przedstawionego rozwiązania techniczno-technologicznego gwarantuje uzyskanie oczekiwanego trwałego i skutecznego efektu ekologicznego.

Niniejsza technologia była prezentowana na różnych forach, m.in. w Ministerstwie Środowiska (Departament odpadów), w Narodowym Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (Departament ochrony ziemi), w Głównym Inspektoracie Ochrony Środowiska, uzyskując pozytywne opinie. Ponadto, Główny Inspektor Ochrony Środowiska wydał opinię zgodnie z którą technologia ta **„gwarantuje praktycznie całkowitą nieprzenikalność wielomateriałowej izolacji pionowej i poziomej składowanych odpadów”**, spełniając konkluzje materiałów referencyjnych BAT (Best Available Techniques) tj. Najlepsze Dostępne Techniki, oraz pozostając w zgodzie z przepisami obowiązującego ustawodawstwa w zakresie gospodarowania odpadami.



Rysunek 5.3. Zbiornik – instalacja do unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych stałych.



Objaśnienia:

1. Grodzice stalowe – (Larseny)
2. Pale głębokotwione
3. Belki kratownicy
4. Kopuła płaskodenna
5. Płyta denna nośna
6. Ściany boczne konstrukcyjne
7. Warstwa mineralno-izolacyjna zewnętrzna
8. Warstwa mineralno-izolacyjna wewnętrzna
9. Warstwa izolacyjna płyty dennej
10. Izolacja pod kopułowia
11. Izolacja zewnętrzna kopuły
12. Okrywa ziemna
13. Osłona ołowiana
14. Odpady w pojemnikach

Rysunek 5.4. Zbiornik – instalacja do unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych płynnych.

Analiza SWOT dla unieszkodliwiania odpadów przy zastosowaniu wielkokubaturowego, bezemisyjnego, podziemnego obiektu.

Analizę SWOT zaprezentowano w **Tabeli 5.10**. Mocne i słabe sarkofagu porównano do alternatywnego rozwiązania tj. technologii spalania odpadów.

Tabela 5.10. Analiza SWOT dla unieszkodliwiania odpadów przy zastosowaniu wielkokubaturowego, bezemisyjnego, podziemnego obiektu.

Mocne strony (S)	Słabe strony (W)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Instalacja sarkofagu gwarantuje pełną izolację odpadów w okresie liczonym w tysiącach lat. 2. Znacznie niższy koszt rekultywacji i unieszkodliwiania odpadów. 3. Krótki czas realizacji zadania. 4. Budowa sarkofagu pod ziemią pozwoli na dowolne ukształtowanie terenu z wykorzystaniem pozbawionej zanieczyszczeń ziemi z wykopu. 5. Brak konieczności transportu odpadów do zakładu utylizacji, co generowałoby dodatkowe koszty, 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ograniczone możliwości wykorzystania terenu składowiska po rekultywacji. Brak możliwości budowy np. parkingu podziemnego. 2. Pozostawienie odpadów na miejscu. 3. Czasowe zajęcie terenów czystych, wolnych od zanieczyszczeń, położonych w najbliższym możliwym sąsiedztwie terenu skażonego po ZPB „Boruta”

<p>emisje i ewentualne zagrożenia w ruchu lądowym.</p> <p>6. Brak jakichkolwiek emisji, w przeciwieństwie do spalania odpadów.</p> <p>7. Brak konieczności kosztownego dowozu czystej ziemi do przeprowadzenia rekultywacji technicznej uwzględniającej docelowe ukształtowanie terenu</p>	<p>S.A. Niemniej po zakończeniu prac przejęty teren zostanie poddany rekultywacji i może odzyskać poprzednią lub nową funkcję.</p>
Szanse (O)	Zagrożenia (T)
<p>1. Zabezpieczenie w sarkofagu odpadów z innych lokalizacji, np. z innych nielegalnych składowisk na terenie gminy.</p> <p>2. Zaplanowanie dla terenu rekultywowanego składowiska nowej funkcji, np. hale produkcyjne lub magazynowe, zieleń miejska czy tereny rekreacyjne.</p>	<p>1. Zniszczenie sarkofagu na skutek działań wojennych przy zastosowaniu nowoczesnej techniki wojskowej – wpływ na stan środowiska</p> <p>2. Ruchy sejsmiczne – stopień zagrożenia znikomy.</p>

	O1	O2	T1
S1	2	2	2
S2	2	0	0
S3	0	0	0
S4	0	2	2
S5	2	0	0
S6	2	1	0
W1	0	2	0
W2	0	1	2
W3	0	0	0

Powiązania SWOT: 0 – brak oddziaływania, 1 – słabe oddziaływanie, 2 – silne oddziaływanie

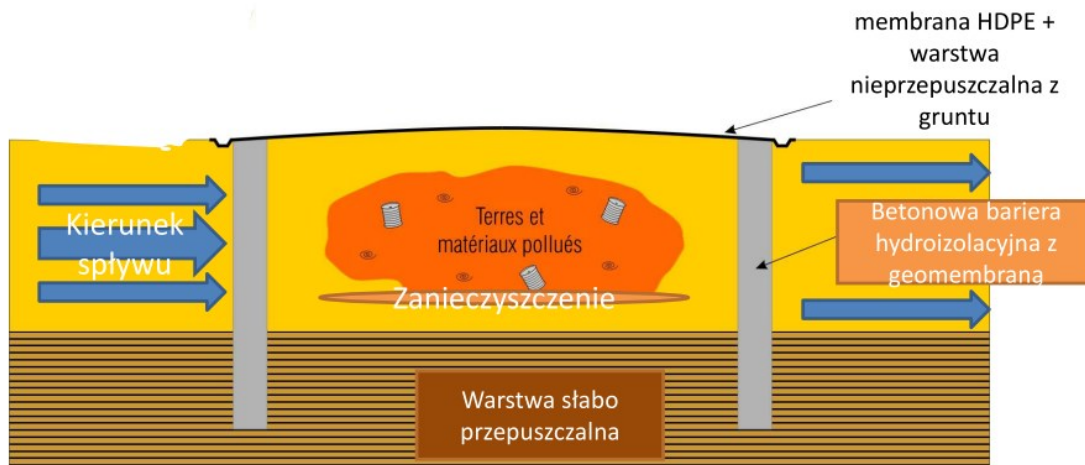
Analizę powiązań czynników ograniczono do zagrożeń, ponieważ istotą instalacji sarkofagu jest likwidacja zagrożenia, jakie stanowią odpady. Sarkofag jest konstrukcją wykorzystującą wszystkie dostępne technologie i materiały, tak aby wykluczyć ryzyko przedostania się izolowanej substancji do środowiska. Zdaniem konsorcjum rozszczelnienie sarkofagu, który będzie potężną, monolityczną, podziemną konstrukcją, jest trudne do wyobrażenia, ale nawet w takim wypadku odpady zalegające w jego wnętrzu pozostaną izolowane masą wypełniającą i przesłoną mineralną. Celowe rozszczelnienie sarkofagu byłoby zadaniem bardzo trudnym, wymagającym wykorzystania ciężkiego sprzętu, dlatego ryzyko zniszczenia sarkofagu można uznać za jedynie teoretyczne (stany szczególne: działania wojenne, ruchy sejsmiczne).

Najważniejszą cechą instalacji jest całkowita bezemisyjność i bezpieczeństwo, które wraz z brakiem konieczności transportu odpadów i niższym kosztem unieszkodliwienia odpadów niż w przypadku ich spalania.

Umieszczenie sarkofagu pod powierzchnią ziemi i wykorzystanie ziemi z wykopu do ukształtowania terenu pozwala na zaplanowanie zupełnie nowej funkcji dla terenu dzisiejszego składowiska. Sarkofag ogranicza swobodę planowania konstrukcji podziemnych, co jest niewątpliwie słabą stroną tego rozwiązania, ale w zamian pozwala w zasadzie dowolnie projektować zagospodarowanie powierzchni.

Pełne zamknięcie składowiska hydroizolacyjną barierą obwodową

W ramach tej technologii proponuje się zamknięcie składowiska polegające na wybudowaniu wokół przedmiotowego terenu pionowych betonowych barier hydroizolacyjnych z przesłoną geomembraną HDPE w środku bariery (**Rysunek 5.5**). Bariery te cechują się odpornością na działanie związków chemicznych. Membrana HDPE ma za zadanie uniemożliwić rozprzestrzenianie się zanieczyszczenia w długim okresie czasu, w momencie agresywnego oddziaływania zanieczyszczeń na beton i jego ewentualnej degradacji. W/w bariera będzie w pełni szczelna i uniemożliwi jakiegokolwiek dalsze rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń. Hydroizolacyjna bariera obwodowa zostanie wykonana na głębokość minimum kilka metrów poniżej góry zalegania utworów nieprzepuszczalnych, co zagwarantuje szczelność w podstawie składowiska. W celu ograniczenia napływu wód opadowych, które spiętrzyłyby zanieczyszczone odcieki na składowisku wykonana zostanie na całej powierzchni przedmiotowego terenu nieprzepuszczalna warstwa hydroizolacyjna tj. geomembraną HDPE oraz przykrycie warstwą gruntów nieprzepuszczalnych. Powierzchnia zostanie dodatkowo wyprofilowana oraz zdrenowana powierzchniowo, w celu odprowadzenia wód opadowych poza teren składowiska i miejsca wykonania pionowej obwodowej bariery hydroizolacyjnej.



Rysunek 5.5. Schemat pełnego zamknięcia składowiska hydroizolacyjną barierą obwodową.

5.1.3.2 Składowisko gipsów i popiołów

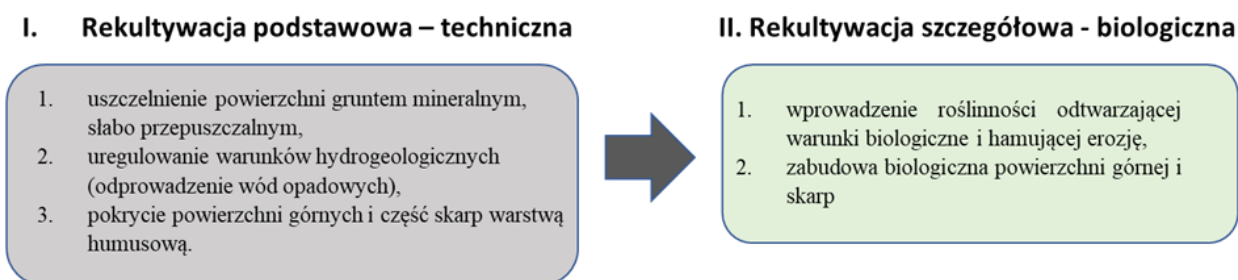
Wizja lokalna przeprowadzona w dniu 2 lipca 2012 r. przez pracowników Wydziału Infrastruktury Środowiskowej Departamentu Rolnictwa i Ochrony Środowiska Urzędu Marszałkowskiego w Łodzi, wykazała, że na terenie składowiska gipsów i popiołów nie podjęto żadnych prac rekultywacyjnych. Ponadto, należy przypomnieć, iż morfologia odpadów została znacznie zmieniona poprzez zdeponowanie na nim nieuprawnionych odpadów, w tym odpadów komunalnych. Co obecnie skutkuje samozapłonami i pożarami nielegalnie zdeponowanych tam odpadów. Działania rekultywacyjne na w/w składowisku należałoby więc rozpocząć od usunięcia i odpowiedniego unieszkodliwienia odpadów innych niż gipsy i popioły. Kolejnym, zalecanym krokiem jest zbadanie terenu, z którego usunięte zostaną nieuprawnione odpady, w celu wykluczenia ewentualnego ich zanieczyszczenia wtórnego przez nieuprawnione odpady. Ponadto, należy usunąć warstwę wierzchnią tj. trawę i samosieje drzew. Następnie można zastosować odpowiednie dla tego typu składowiska technologie rekultywacji.

Zgodnie z informacjami przedstawionymi w opracowaniu projektowym pt. „Projekt zamknięcia i rekultywacji osadników ZPB „Boruta” w Zgierzu” popioły zdeponowane na składowisku zalicza się do odpadów zawierających substancje szkodliwe, słabo toksyczne, o niekorzystnych właściwościach fizykochemicznych. Mogą one stanowić zagrożenie dla środowiska, jeśli zostaną wprowadzone w dużych stężeniach, co jest jednak utrudnione z powodu małej rozpuszczalności. Głównym negatywnym sposobem oddziaływania na środowisko jest pylenie wtórne tzn. pylenie z powierzchni skarp składowiska oraz z jego otoczenia. Podczas przeprowadzonych przez pracowników Łukasiewicz-ŁIT wizji lokalnych (w terminach od sierpnia do października 2023 r.) stwierdzono, że korona składowiska porośnięta jest trawą i młodymi drzewami, natomiast skarpy porośnięte są trawą i drzewami, co utrudnia pylenie wtórne.

Rekultywacja powinna polegać na odpowiednim ukształtowaniu wierzchowiny składowiska, zapewniającym zerowy bilans wodny. W takim przypadku suma opadów atmosferycznych powinna być równa lub mniejsza od sumy parowania terenowego oraz zdolności nieszkodliwego spływu wód z jej powierzchni, przy zachowaniu prędkości nierozmywających pokrywę i skarpy.

Po usunięciu nielegalnie zdeponowanych odpadów komunalnych ze składowiska gipsów i popiołów, można będzie założyć, iż w związku ze specyfiką gipsów i popiołów, na składowisku nie będzie zachodził proces fermentacji metanowej (nie będzie wytwarzany biogaz). W związku z tym nie będzie konieczny montaż studzienek odgazowujących.

Opracowanie projektowe pt. „Projekt zamknięcia i rekultywacji osadników ZPB „Boruta” w Zgierzu” przewidywało następujące etapy rekultywacji: techniczny i biologiczny. Ogólne założenia każdego z etapów przedstawiono na **Rysunku 5.6**.



Rysunek 5.6. Ogólne założenia technologii rekultywacji składowiska gipsów i popiołów zaproponowanej w projekcie pt. „Projekt zamknięcia i rekultywacji osadników ZPB „Boruta” w Zgierzu”.

Podstawowe kształtowanie terenu powinno być zrealizowane na etapie wypełnienia osadników gruzem i popiołem. Następnie, należało wyrównać teren, uszczelnić go, rozłożyć rury drenarskie wraz z obsypką a pomiędzy drenażami wysypać podglebie. Zadaniem drenażu, zaprojektowanego z rur PCV o średnicy 110/97 mm miało być odprowadzanie wód opadowych do kolektora zbiorczego o średnicy 200 mm usytuowanego wzdłuż wschodniej skarpy. Założono, że część wód opadowych pobierana będzie przez zieleń nasadzoną w części północnej osadników, a część będzie wsiąkać w przypowierzchniowe grunty przepuszczalne. Ostatnią warstwę stanowić miała warstwa humusowo-mineralna. Przewidywano, że etap rekultywacji technicznej powinien być zakończony w ciągu dwóch lat od zamknięcia kwatery. Po zakończeniu etapu technicznego, zalecano odczekać od kilku do kilkunastu tygodni, celem umożliwienia integracji odpadów z nadległą ziemią i zajścia procesu aktywizacji biologicznej w powłoce mineralnej. Następnie należało rozpocząć kolejny etap, czyli rekultywację biologiczną. Przewidywano użytkowanie tego terenu jako trwałej łąki kośnej. Należało więc wysiać trawy i rośliny motylowe. W obrzeżnej części osadników, w sąsiedztwie skarpy, planowano nasadzić drzewa i krzewy jako pasy zieleni. W części

północnej proponowano nasadzić kępy drzew – wierzb wiciowych celem odwodnienia terenu, na którym będzie następować główny zrzut wód opadowych. Oprócz w/w rodzaju drzew, planowano również posadzić głóg dwuszyjkowy, lipę drobnolistną oraz topolę. Sumarycznie planowano posadzić 710 drzew i krzewów.

Na podstawie wizji lokalnych przeprowadzonych przez Ł-ŁIT oraz analiz fizykochemicznych można stwierdzić, że w/w działania rekultywacyjne są adekwatne do obecnego stanu składowiska i terenów przyległych. Proponuje się więc zastosować technologię rekultywacji przewidzianą w opracowaniu pt. „Projekt zamknięcia i rekultywacji osadników ZPB „Boruta” w Zgierzu”. Alternatywnym rozwiązaniem jest pełne zamknięcie składowiska hydroizolacyjną barierą obwodową”. Szczegóły technologii przedstawiono w rozdziale 5.1.3.1.

5.1.3.3 Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”)

Opracowana w 1994 r ocena uciążliwości składowiska dla środowiska wykazała, że:

- składowisko oddziałuje najsilniej na wody gruntowe, gdyż jego przepuszczalne podłożenie nie zostało uszczelnione, co powoduje infiltrację wód opadowych przez złożę odpadów, przenosząc do wody gruntowej zanieczyszczenia mineralne i organiczne,
- wody gruntowe pod składowiskiem w części zachodniej są ok. 10-krotnie bardziej zanieczyszczone niż wody pod wschodnią najstarszą częścią składowiska,
- większość badanych prób wody gruntowej została zaliczona do pozaklasowych, stosownie do kryteriów klasyfikacji wód gruntowych dla potrzeb monitoringu,
- oddziaływanie na jakość wody rzeki Bzury związane jest przede wszystkim z zamuleniem dna przez odpady oraz kontakt wody z opadami zdeponowanymi bezpośrednio na brzegu rzeki,
- oddziaływanie składowiska na powietrze jest mało znaczące,
- w gruntach odnotowano podwyższone stężenia chlorków i ChZT, wysokie zawartości azotu ogólnego, dość wysokie wartości metali ciężkich.

Zgodnie z opracowaniem „Zamknięcie i rekultywacja składowiska za Bzurą” (projekt wykonawczy) podjęte miały być następujące czynności związane z rekultywacją w/w składowiska:

- renowacja i zabezpieczenie przeciwerozyjne skarp południowych i północnych, przy zachowaniu istniejącego drzewostanu,
- ukształtowanie czaszy składowiska, nadając spadki min. 3% w kierunkach wschodnim i zachodnim, zapewniając naturalny spływ wód powierzchniowych z całej czaszy,
- uszczelnienie czaszy składowiska przy zastosowaniu lotnego popiołu,

- zapewnienie warunków odprowadzania gazów (przewietrzania) ze składowiska po jego uszczelnieniu, poprzez nałożenie warstwy odpowietrzającej z piasku i studni odgazowania,
- ujęcie wód opadowych z powierzchni (czaszy) składowiska i odprowadzenie ich do zbiorników retencyjnych z przelewem awaryjnym do rzeki Bzury,
- wjazd na składowisko od strony ul. Jagiellońskiej,
- renowacja istniejącego ogrodzenia, wygrozdzenie nowego wjazdu wraz z bramą wjazdową od strony ul. Jagiellońskiej i ogrodzenie zbiornika wody opadowej,
- pokrycie powierzchni czaszy składowiska warstwą z ziemi urodzajnej, założenie zieleni-trawnika

Podstawa skarpy od strony rzeki Bzury miała być zabezpieczona płytami typu JOMB. Natomiast skarpa zachodnia po której miała spływać woda, miała być ukształtowana ze spadkiem 1:2,5, uszczelniona matą bentonitową. Na uszczelnionej powierzchni planowano nałożyć warstwę ziemi uprawnej i zieleni – darni.

Przed przystąpieniem do robót rekultywacyjnych planowano teren składowiska i tereny przyległe oczyścić z zalegających odpadów. Wywieźć je na składowisko problemowe i do składowiska złomu. Oczyścić koryto rzeki Bzury na długości składowiska z zalegających zanieczyszczeń. Z powierzchni czaszy wykarczować istniejący drzewostan (krzewy) i wywieźć nad zewnątrz do kompostowni odpadów.

Na podstawie wizji lokalnych przeprowadzonych przez Ł-ŁIT oraz analiz fizykochemicznych pobranych prób gleby i wody z rzeki Bzury można stwierdzić, że w/w działania rekultywacyjne są nieadekwatne do obecnego stanu składowiska i terenów przyległych. Proponuje się zastosować odpowiednią metodę unieszkodliwienia zdeponowanych odpadów oraz skażonej gleby np. przy zastosowaniu metod termicznego przekształcenia bądź zdeponowanie odpadów w wielkokubaturowym, bezemisyjnym, obiekcie podziemnym. Natomiast, oczyszczony z odpadów teren poddać np. bioremediacji fitoremediacji, czy też płukaniu pod kątem usunięcia pozostałości zanieczyszczeń organicznych, nieorganicznych i metali ciężkich. W dalszej kolejności, po uzyskaniu odpowiednich wydajności usunięcia w/w zanieczyszczeń, należałoby zagospodarować teren zgodnie z założeniami planu zagospodarowania przestrzennego.

5.2 Przedstawienie uzasadnienia prawnego, ekonomicznego i technologicznego w przypadku stwierdzenia braku możliwości rekultywacji (ewentualnie wariantowania) i ekwiwalentnie przedstawienie możliwych i racjonalnych działań w zakresie zabezpieczenia danego składowiska

W przypadku wszystkich analizowanych składowisk istnieje możliwość przeprowadzenia rekultywacji. Zaproponowano optymalne technologie rekultywacji i wskazano mapę postępowania w zakresie działań zawartych w Ustawie z dnia 16 czerwca 2023 r. o wielkoobszarowych terenach zdegradowanych (Dz. U. 2023 poz. 1719).

5.3 Wskazanie dokumentacji wymaganej do przeprowadzenia rekultywacji we wskazanych technologiach z podaniem uzasadnienia prawnego, ekonomicznego, technologicznego z uwzględnieniem statusu składowisk lub ekwiwalentnie dokumentacji wymaganej dla przeprowadzenia zabezpieczenia danego składowiska

W dniu 12 września weszła w życie ustawa z dnia 16 czerwca 2023 r. o wielkoobszarowych terenach zdegradowanych (Dz.U.2023.1719). Ustawa określa m.in. wielkoobszarowe tereny zdegradowane, na których jest konieczne podjęcie działań związanych z poprawą stanu środowiska; zasady ewidencjonowania wielkoobszarowych terenów zdegradowanych; zadania i kompetencje organów administracji publicznej dotyczące działań związanych z poprawą stanu środowiska na wielkoobszarowych terenach zdegradowanych; sposób prowadzenia działań związanych z poprawą stanu środowiska na wielkoobszarowych terenach zdegradowanych oraz źródła finansowania działań związanych z poprawą stanu środowiska na wielkoobszarowych terenach zdegradowanych. Zgodnie z nową ustawą teren, na którym znajdują się składowiska odpadów niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej, osadników gipsów i popiołów oraz miejscu gromadzenia historycznych odpadów („Składowisko Za Bzurą”) zostały zakwalifikowane jako wielkoobszarowy teren zdegradowany:

- Składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej 54/60 - Składowisko historycznych odpadów przemysłowych
- Osadniki gipsów i popiołów przy ul. Miroszewskiej 54/60 Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych
- Składowisko „Za Bzurą” przy ul. Struga 30 - Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych

Aby dokonać rekultywacji w/w terenów wymagane jest pozyskanie [decyzji w sprawie poprawy stanu środowiska na wielkoobszarowym terenie zdegradowanym](#). W

Rozdziale 3.1.4 przedstawiono w Tabeli 3.4. dokumentację wymaganą do pozyskania takiej decyzji.

Rysunek 5.7. prezentuje etapy działań prowadzących do poprawy stanu środowiska na wielkoobszarowym terenie zdegradowanym.



Rysunek 5.7. Etapy działań prowadzących do poprawy stanu środowiska na wielkoobszarowym terenie zdegradowanym.

Karczowanie drzew, przygotowanie terenu

Do usuwania drzew i krzewów znajdujących się na gruntach niebędących gruntami leśnymi objętych decyzją w sprawie poprawy stanu środowiska nie stosuje się przepisów o ochronie przyrody w zakresie obowiązku uzyskiwania zezwoleń na ich usunięcie oraz opłat z tym związanych.

Rekultywacja terenu, wyrównanie czaszy składowiska

Do rekultywacji gruntów objętych decyzją w sprawie poprawy stanu środowiska nie stosuje się przepisów ustawy z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych. Do remediacji zanieczyszczonej powierzchni ziemi objętej decyzją w sprawie poprawy stanu środowiska nie stosuje się przepisów art. 101h i art. 101i ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska.

Utylizacja odpadów

Gospodarkę odpadami należy prowadzić w sposób zapewniający ochronę życia i zdrowia ludzi oraz środowiska, w szczególności gospodarka odpadami nie może: powodować zagrożenia dla wody, powietrza, gleby, roślin lub zwierząt; powodować uciążliwości przez hałas lub zapach; wywoływać niekorzystnych skutków dla terenów wiejskich lub miejsc o szczególnym znaczeniu, w tym kulturowym i przyrodniczym.

➤ Termiczne spalanie odpadów

Gmina, lub upoważniona firma, która w ramach realizacji planu poprawy środowiska podejmie działania w kierunku spalania frakcji odpadów jest zobowiązana do przekazania odpadów podmiotowi, który posiada odpowiednie zezwolenie na przetwarzanie odpadów w procesie spalania. Pod pojęciem spalarni odpadów rozumie się przez to zakład lub jego część przeznaczone do termicznego przekształcania odpadów z odzyskiem lub bez odzysku wytwarzanej energii cieplnej, obejmujące instalacje i urządzenia służące do prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów wraz z oczyszczaniem gazów odlotowych i wprowadzaniem ich do powietrza, kontrolą, sterowaniem i monitorowaniem procesów oraz instalacjami związanymi z przyjmowaniem, wstępnym przetwarzaniem i magazynowaniem odpadów dostarczonych do termicznego przekształcania oraz instalacjami związanymi z magazynowaniem i przetwarzaniem substancji otrzymanych w wyniku spalania i oczyszczania gazów odlotowych; jeżeli współspalanie odpadów odbywa się w taki sposób, że głównym celem tej instalacji nie jest wytwarzanie energii ani wytwarzanie produktów materialnych, tylko termiczne przekształcenie odpadów, wówczas instalacja ta uważana jest za spalarnię odpadów (ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U.2023.1587 t.j.)).

Zagadnienia spalania termicznego spalania odpadów reguluje Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 21 stycznia 2016 r. w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów oraz sposobów postępowania z odpadami powstałymi w wyniku tego procesu (Dz.U.2016.108). Rozporządzenie stanowi transpozycję przepisów rozdziału IV pt. "Przepisy szczególne dotyczące spalarni odpadów i współspalarni odpadów" dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola).

➤ Unieszkodliwienia odpadów przy zastosowaniu podziemnego obiektu

Gmina, lub upoważniona firma, która w ramach realizacji planu poprawy środowiska podejmie działania w Unieszkodliwienia odpadów przy zastosowaniu podziemnego obiektu jest zobowiązana do przekazania odpadów podmiotowi, który uzyskał koncesję na podziemne składowanie odpadów na podstawie ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. - Prawo geologiczne i górnicze. Podziemnym składowiskiem odpadów jest część górotworu, w tym podziemne wyrobisko górnicze, wykorzystywana w celu unieszkodliwiania odpadów przez ich składowanie.

Zgodnie z art. 124 ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach, lokalizacja, budowa oraz prowadzenie składowiska odpadów musi spełniać wymagania zapewniające bezpieczne dla życia i zdrowia ludzi oraz dla środowiska składowanie odpadów, w szczególności wymagania zapobiegające zanieczyszczeniu wód powierzchniowych i podziemnych, gleby i ziemi oraz powietrza.

5.4 wskazanie i merytoryczne uzasadnienie korzystniejszej technologii rekultywacji dla każdego ze składowisk

Biorąc pod uwagę hierarchię postępowania z odpadami, składowanie jest najmniej akceptowanym, niekorzystnym, a w przypadku niektórych grup odpadów wręcz niedozwolonym rozwiązaniem dotyczącym zagospodarowania odpadów.

W oparciu o analizę literatury naukowej i bazy rozwiązań patentowych dotyczących technologii rekultywacji składowisk, ofert pozyskanych od firm specjalizujących się w utylizacji odpadów oraz przeprowadzone wywiady środowiskowe zaproponowano technologie rekultywacji adekwatne do stanu zastanego na gruncie.

Należy podkreślić, że jedynie składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych z formalnego punktu widzenia ma status składowiska odpadów, natomiast „Składowisko gipsów i popiołów” i „Składowisko Za Bzurą” są miejscami gromadzenia historycznych odpadów zgodnie ze specustawą z dnia 16 czerwca 2023 r. (Dz.U. 2023, poz. 1719), a zatem nie są składowiskami.

W przypadku składowiska odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych zaproponowano 3 warianty unieszkodliwiania odpadów: metodę termicznego unieszkodliwiania odpadów, technologię unieszkodliwiania odpadów przy zastosowaniu wielkokubaturowego, bezemisyjnego, podziemnego obiektu oraz pełne zamknięcie składowiska hydroizolacyjną barierą obwodową.

Aktualnie rozwój technologii zagospodarowania odpadów zmierza w szczególności do odzysku energii. Przez odzysk energii rozumieć należy przede wszystkim procesy termiczne (np. spalania, zgazowania itd.), które umożliwiają odzysk energii cieplnej. Odzyskiwanie energii musi się odbywać przy wysokim poziomie efektywności energetycznej. Należy zauważyć, że zastosowanie technologii spalania powinno być

poprzedzone odpowiednimi badaniami m.in. oznaczeniem ciepła spalania odpadów przeznaczonych do spalania. W przypadku uzyskania relatywnie niskiej wartości tego parametru, odpady należy zagospodarować w inny sposób tzn. stosując wielkokubaturowy, bezemisyjny, podziemny obiekt czy też pełne zamknięcie składowiska hydroizolacyjną barierą obwodową.

Dla miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko gipsów i popiołów” zaproponowano usunięcie nielegalnie zdeponowanych odpadów o morfologii zbliżonej do morfologii odpadów komunalnych na wierzcholinie, odpowiednie ukształtowanie wierzcholiny, zapewniające zerowy bilans wodny oraz rekultywację techniczną i biologiczną. Gipsy i popioły zgromadzone na w/w terenie nie stanowią istotnego zagrożenia dla zdrowia i życia ludzi oraz stanu środowiska, co jest głównie związane z odczynem składowanych tam odpadów. Gipsy i popioły zdeponowane w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko gipsów i popiołów” charakteryzowały się odczynem zasadowym, a jak powszechnie wiadomo, mobilność metali ciężkich, głównych szkodliwych zanieczyszczeń tam obecnych, jest w tych warunkach znacznie ograniczona. Zastosowanie wyżej wymienionych prac rekultywacyjnych jest w pełni wystarczające i uzasadnione. Alternatywnym rozwiązaniem jest pełne zamknięcie składowiska hydroizolacyjną barierą obwodową.

Jak wspomniano powyżej, miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) zgodnie ze specustawą nie jest składowiskiem. Jest miejscem, gdzie zalegają odpady, zgromadzone tam w przeszłości bez zabezpieczenia podłoża, jak również bez wykonania warstwy rekultywacyjnej na powierzchni tego miejsca. Konsekwencją takiego stanu jest migracja substancji niebezpiecznych do środowiska gruntowo-wodnego i rozprzestrzenianie się ich, co może wywoływać negatywny wpływ na zdrowie i życie ludzi oraz stan środowiska.

Dlatego też, miejscu gromadzenia historycznych odpadów („Składowisko Za Bzurą”) zaproponowano metodę unieszkodliwienia zdeponowanych odpadów oraz skażonej gleby przy zastosowaniu termicznego przekształcenia bądź zdeponowanie odpadów w wielkokubaturowym, bezemisyjnym, obiekcie podziemnym. Korzystniejszą technologią będzie przekształcenie termiczne odpadów, jednakże podobnie jak dla składowiska odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych, na wstępie należy wykonać oznaczenia ciepła spalania, w celu potwierdzenia możliwości zastosowania i efektywności energetycznej tej technologii. W przypadku uzyskania niskich wartości tego parametru, odpady proponuje się unieszkodliwić przy zastosowaniu wielkokubaturowego, bezemisyjnego, podziemnego obiektu. Oczyszczony z odpadów teren należy następnie poddać np. bioremediacji, fitoremediacji, czy też płukaniu pod kątem usunięcia pozostałości zanieczyszczeń organicznych, nieorganicznych i metali ciężkich.

6

Oszacowanie kosztów wskazanych sposobów rekultywacji poszczególnych składowisk, zawierające w szczególności:

6.1 określenie i uzasadnienie przyjętych materiałów, cen, czasokresu danych, źródeł finansowania dla rekultywacji danego składowiska

6.1.1. Składowisko gipsów i popiołów oraz składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej.

- dla składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych

Wariant 1 technologii: termiczne przekształcenie odpadów – spalanie z wykorzystaniem istniejących w kraju instalacji

Na podstawie analizy dostępnych danych rynkowych dotyczących zrealizowanych usług unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych z różnych terenów Polski (m.in. w Gminie Nowy Wiśnicz, w Częstochowie) wyznaczono cenę unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych na poziomie 11 000 – 12 000 zł za tonę. Szacowana ilość odpadów 50 000 m³. Przyjęto, że 1m³ odpadów waży średnio 1,25 tony.

Koszt unieszkodliwiania odpadów poprzez ich spalanie: ok. 687-750 mln PLN.

Wariant 2 technologii - technologia termicznego unieszkodliwiania odpadów z wykorzystaniem mikrofal

Cena szacunkowa wybudowania instalacji (złożonej z modułu HR200 oraz jednostki MOS) o wydajności ok. 5 ton/dobę: 2,5 mln Euro tj. 10 808 250 PLN* (*kurs z dn. 05.12.2023 r, 1 Euro = 4,3233 zł).

Cena nie obejmuje:

- Modułu do badania odpadów,
- Modułu do witrafikacji metali ciężkich.

Wariant 3 technologii - Technologia unieszkodliwiania odpadów przy zastosowaniu wielkokubaturowego, bezemisijnego, podziemnego obiektu

Cena szacunkowa: 225 000 000, 00 zł.

Cena obejmuje:

- Wykonanie zbiornika instalacji na terenie położonym możliwie najbliżej obszaru składowania odpadów,
- Wykonanie płyty remediacyjnej,
- Rozebranie składowiska ww. odpadów wraz z ich zestalaniem oraz ulokowaniem pojemników z odpadami w zbiorniku-instalacji.
- rekultywację terenu składowiska odpadów niebezpiecznych z uwzględnieniem ewentualnych skażeń gruntu do głębokości 1 m wraz z rekultywacją terenu nad zbiornikiem-instalacją.

Przyjęto, że:

- powierzchnia zabudowy zbiornika-instalacji wraz z powierzchnią płyty remediacyjnej stanowić będzie około 0,75 ha,
 - wewnątrz obiektu zostanie zdeponowanych 50 000 m³ (ok. 62 500 Mg) odpadów niebezpiecznych w stanie płynnym, poprodukcyjnych, unieszkodliwionych i przekształconych w stan stały (zestalonych).
- Termin wykonania zadania w wariantcie 2: do 40 miesięcy.

Wariant 4 technologii – Pełne zamknięcie składowiska hydroizolacyjną barierą obwodową

Cena szacunkowa: ok. 80 mln PLN

- dla składowiska gipsów i popiołów

Wariant 4 technologii – Pełne zamknięcie składowiska hydroizolacyjną barierą obwodową

Cena szacunkowa: ok. 98 mln PLN

6.1.2. Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”).

Uwaga ogólna: Nie zakłada się odzysku surowców wtórnych ze względu na zanieczyszczenie terenu.

Wariant 1 technologii – spalanie z wykorzystaniem istniejących w kraju instalacji
Na podstawie analizy dostępnych danych rynkowych dotyczących zrealizowanych usług unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych z różnych terenów Polski (m.in. w Gminie Nowy Wiśnicz, w Częstochowie) wyznaczono cenę unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych na poziomie 11 000 – 12 000 zł za tonę. Szacowana ilość odpadów 340 000 m³. Przyjęto, że 1m³ odpadów waży średnio 1,25 tony. Koszt unieszkodliwienia odpadów poprzez ich spalanie: ok. 4,7-5,1 mld PLN.

Wariant 3 technologii - Technologia unieszkodliwienia odpadów przy zastosowaniu wielkokubaturowego, bezemisyjnego, podziemnego obiektu

Cena szacunkowa: 282 000 000, 00 zł.

Cena obejmuje:

- a) Wykonanie zbiornika instalacji na terenie położonym możliwie najbliżej obszaru składowania odpadów,
- b) Wykonanie płyty remediacyjnej,
- c) Rozebranie składowiska ww. odpadów wraz z ich zestalaniem oraz ulokowaniem pojemników z odpadami w zbiorniku-instalacji.
- d) rekultywację terenu składowiska odpadów niebezpiecznych z uwzględnieniem ewentualnych skażeń gruntu do głębokości 1 m wraz z rekultywacją terenu nad zbiornikiem-instalacją.

Przyjęto, że wewnątrz obiektu zostanie zdeponowanych ok 340 000 m³ (ok. 425 000 Mg) odpadów.

Wariant 5 technologii – rekultywacja techniczna wraz z bioremediacją lub fitoremediacją lub płukaniem gruntu (ang. soil washing).

Szacunkowy koszt płukania gruntu: 30 000 000 PLN

Wariant 5 do zastosowania po wariancie 1 lub 3.

6.2 Ekwiwalentnie określenie i uzasadnienie przyjętych materiałów, cen, czasokresu danych, źródeł finansowania dla działań w zakresie zabezpieczenia danego składowiska

Zgodnie z przeprowadzonymi wizjami lokalnymi oraz przeglądem dokumentacji określono, że niezbędne jest zabezpieczenie składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych i składowiska gipsów i popiołów, jak również miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”).

Szczegółowy opis planowanych prac wraz z szacunkową wyceną zamieszczono w Rozdziale 4.1.4 (dla składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych i składowiska gipsów i popiołów) oraz w Rozdziale 4.2.4 (dla miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”).

Możliwe źródła finansowania prac podano w Rozdziale 6.3.

6.3 przedstawienie dostępnych źródeł finansowania dla rekultywacji lub ekwiwalentnie dla zabezpieczenia składowisk

Możliwe źródła finansowania rekultywacji/zabezpieczania składowisk wskazuje Ustawa z dnia 16 czerwca 2023 r. o wielkoobszarowych terenach zdegradowanych (Dz.U. 2023 poz. 1719). Są to:

- Instrument na rzecz Odbudowy i Zwiększenia Odporności,
- Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego,
- Fundusz Spójności,
- Fundusz InvestEU,
- Inne środki pozyskane przez właściwy organ,
- Środki własne gminy,
- Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej lub wojewódzkie fundusze ochrony środowiska i gospodarki wodnej (jedynie w przypadku, gdy nie mogą być objęte w całości finansowaniem ze środków wymienionych powyżej).

Środki finansowe, zgodnie z zapisami art. 18 ust. 1 i 2 ww. ustawy, mogą być przeznaczone na finansowanie następujących działań:

- działań związanych z poprawą stanu środowiska na wielkoobszarowym terenie zdegradowanym obejmujących:
 - wykonanie kompleksowej oceny,
 - opracowanie projektu planu,
 - cenę nabycia nieruchomości albo wysokość odszkodowania za wywłaszczenie i czasowe zajęcie nieruchomości albo wysokość odszkodowania za szkodę poniesioną w związku z ograniczeniem sposobu korzystania z nieruchomości,
 - wykonanie planu.
 - działań związanych z poprawą stanu środowiska na wielkoobszarowym terenie zdegradowanym obejmujących także działania zapobiegawcze lub naprawcze podejmowane na wielkoobszarowym terenie zdegradowanym przez regionalnego dyrektora ochrony środowiska na podstawie art. 16 pkt 2 ustawy z dnia 13 kwietnia 2007 r. o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie.
- Europejski Instrument na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności (Recovery and Resilience Facility – RRF).

Działania na rzecz usunięcia zagrożeń dla zdrowia i życia ludzi jakie stwarzają wielkoobszarowe tereny przemysłowe, minimalizacja ich negatywnego wpływu na środowisko przyrodnicze oraz odzyskanie tych terenów do ponownego wykorzystania poprzez nadanie im nowych funkcji są zapisane w **Krajowym Planie Odbudowy i Zwiększania Odporności (KPO)** (WARSZAWA, czerwiec 2022 r.), Komponent B „Zielona energia i zmniejszenie energochłonności”, B3.2. Wsparcie rekultywacji środowiska i ochrony przed substancjami niebezpiecznymi, B3.2.1. Inwestycje w neutralizację ryzyka i rekultywację wielkoobszarowych terenów przemysłowych i Morza Bałtyckiego Wyzwania (Challenges).

Zakłady Przemysłu Barwników „Boruta” w Zgierzu zostały zidentyfikowane w **Krajowym Planie Odbudowy i Zwiększania Odporności** jako jeden z wielkoobszarowych terenów zdegradowanych.

Program KPO stanowi odpowiedź na występujące w środowisku wielkoskalowe zanieczyszczenia powstałe w przeszłości w wyniku działalności człowieka, które zagrażają środowisku naturalnemu oraz zdrowiu i życiu ludzi. W ramach KPO nastąpi kompleksowa inwentaryzacja problemu zanieczyszczeń, która będzie dotyczyła oceny konkretnych uprzednio wybranych lokalizacji. Przeprowadzona zostanie pełna ocena stanu środowiska na danym wielkoobszarowym terenie zdegradowanym oraz inwentaryzacja potrzeb w zakresie naprawy stanu środowiska. Podjęcie działań będzie możliwe dopiero po przejściu nieruchomości od ich dotychczasowych użytkowników/właścicieli na podstawie planowanych przepisów specustawy przez wskazany w tej ustawie organ administracji. W zależności od możliwego zakresu oczyszczenia danej lokalizacji oraz charakteru zanieczyszczeń obszary te zostaną docelowo przeznaczone na cele środowiskowe, komunalne, społeczne czy przemysłowo-usługowe. Z uwagi na krótki horyzont czasowy KPO, możliwe będzie

sfinansowanie prac badawczo-analitycznych dla wybranych lokalizacji, które pozwolą na opracowanie kompleksowej dokumentacji na potrzeby przeprowadzenia w kolejnym etapie inwestycji terenowych. Zakłada się, że prace terenowe zostaną sfinansowane z innych środków europejskich i krajowych.

Zgodnie z zapisami KPO, w zakresie inwestycyjnym dot. likwidacji „bomb ekologicznych” wspierane będzie:

- kompleksowe rozpoznanie stanu środowiska na wybranych wielkoobszarowych terenach zdegradowanych, w tym inwentaryzacja zanieczyszczeń i odpadów oraz budynków i infrastruktury na danym terenie, przeprowadzenie badań zanieczyszczenia wód powierzchniowych i podziemnych oraz powierzchni ziemi, ocena stanu elementów przyrodniczych, sporządzenie dokumentacji ekofizjograficznej;
- ograniczenie negatywnego oddziaływania na środowisko oraz przywrócenie do ponownego użytkowania wybranych wielkoobszarowych terenów zdegradowanych, np. poprzez usuwanie i unieszkodliwianie odpadów lub zabezpieczenie i rekultywację miejsc składowania odpadów, rekultywację gruntów, działania na rzecz ochrony wód, remediację zanieczyszczonej powierzchni ziemi, odtwarzanie elementów przyrodniczych, przygotowanie do zagospodarowania terenu.
- Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego (EFRR)

Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego (EFRR) jest jednym z głównych instrumentów finansowych europejskiej polityki spójności. Służy on złagodzeniu dysproporcji w rozwoju europejskich regionów i podniesieniu poziomu życia w regionach znajdujących się w najmniej korzystnej sytuacji. Jego działalność jest ukierunkowana w szczególności na regiony dotknięte poważnymi i trwałymi trudnościami naturalnymi lub demograficznymi.

Zasady dotyczące EFRR na lata 2021–2027 określono w następujących aktach:

- ROZPORZĄDZENIE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2021/1058 z dnia 24 czerwca 2021 r. w sprawie Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego i Funduszu Spójności,
- rozporządzenie w sprawie przepisów szczegółowych dotyczących celu „Europejska współpraca terytorialna” (Interreg).

W okresie programowania 2021–2027 UE na EFRR przeznaczyła około 226 mld EUR. Regionom słabiej rozwiniętym przysługuje stopa współfinansowania do 85 % kosztów projektów.

- Fundusz Spójności (FS)

Fundusz Spójności został ustanowiony w 1994 r. i udostępnia środki na projekty z zakresu ochrony środowiska w tych państwach członkowskich, których dochód narodowy brutto na mieszkańca nie sięga 90 % średniej unijnej. Jego celem jest zwiększenie gospodarczej, społecznej i terytorialnej spójności Unii Europejskiej

w trosce o sprzyjanie zrównoważonemu rozwojowi. W okresie programowania 2021–2027 z funduszu są wspierane m.in. :

- inwestycje na rzecz środowiska, włączając w to dziedziny związane ze zrównoważonym rozwojem i energią przynoszące korzyści środowisku.

Zasady dotyczące Funduszu Spójności na lata 2021–2027 określono w ROZPORZĄDZENIU PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2021/1058 z dnia 24 czerwca 2021 r.

w sprawie Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego i Funduszu Spójności.

W latach 2021–2027 Unia Europejska przeznaczy na Fundusz Spójności 42,6 mld EUR (według cen z 2018 r.), z czego wkład na rzecz instrumentu „Łącząc Europę” wyniesie 10 mld EUR.

Poziom współfinansowania może sięgnąć 85 % wartości projektów.

W ramach EFRR i FS będą finansowane inwestycje w zakresie zamykania, przekształcania lub zabezpieczania istniejących składowisk, pod warunkiem, że takie inwestycje nie zwiększają ich przepustowości.

- Fundusz InvestEU

Fundusz InvestEU jest mechanizmem gwarancyjnym przeznaczonym dla instytucji finansowych. Jego zadaniem jest zapewnienie gwarancji finansowania dla projektów inwestycyjnych. Poprzez zwiększenie zdolności do ponoszenia ryzyka, możliwe jest uruchomienie inwestycji długoterminowych bez konieczności angażowania środków budżetowych danego kraju i tym samym niegenerowanie długu publicznego. Budżet gwarancji Funduszu InvestEU wynosi 32,5 mld EUR, z czego 26 mld zostało zaangażowane z budżetu UE 4,9 mld przekazał EBI, a 1,6 to mld EUR to inne wkłady. Zakłada się iż powyższe środki gwarancyjne pozwolą na uruchomienie finansowania dłużnego, które docelowo ma zapewnić realizację projektów o łącznej wartości niespełna 400 mld euro.

Zasady wsparcia z Funduszu InvestEU

Fundusz InvestEU nie jest instrumentem bezzwrotnym (dotacją). Wsparcie przyjmie postać instrumentu zwrotnego, np. pożyczki, gwarancje i in. (wykup długoterminowych obligacji).

Wspiera inwestycje o podwyższonym profilu ryzyka, które nie mogłyby liczyć na finansowanie zwrotne od instytucji finansowych.

Wsparcie jest dystrybuowane przez Grupę EBI (75% gwarancji UE) oraz krajowe banki rozwojowe (25% gwarancji UE).

Wsparcie z Funduszu ma mobilizować prywatne (przede wszystkim), ale również publiczne środki na inwestycje o strategicznym znaczeniu dla gospodarki UE.

Co do zasady, wsparcie nie stanowi pomocy publicznej.

- Program Regionalny „Fundusze Europejskie dla Łódzkiego 2021-2027”

Zgodnie z zapisami dokumentu „Fundusze Europejskie dla Łódzkiego 2021- 2027” jednymi z wyzwań regionu łódzkiego są tereny zanieczyszczone lub zdegradowane, w tym niezrekultywowane zamknięte składowiska odpadów (w 2019 r. w województwie pozostało 20 niezrekultywowanych składowisk komunalnych) oraz miejsca nielegalnego składowania odpadów (tzw. dzikie wysypiska), będące potencjalnym zagrożeniem dla środowiska (m.in. pożary, skażenie chemiczne) oraz zdrowia i życia ludzi. Wsparcie może być udzielone w przypadkach, gdy podmiot odpowiedzialny za degradację terenu czy też nielegalne składowanie odpadów nie może być zidentyfikowany lub nie może zostać obciążony odpowiedzialnością za sfinansowanie remediacji lub rekultywacji zgodnie z zasadą „zanieczyszczający płaci” oraz Dyrektywą 2004/35.

Rekultywacja składowisk odpadów w Zgierzu wpisuje się w: Cel polityki FST: 2. Bardziej przyjazna dla środowiska, niskoemisyjna i przechodząca ku gospodarce zeroemisyjnej oraz odporna Europa dzięki promowaniu czystej i sprawiedliwej transformacji energetycznej, zielonych i niebieskich inwestycji, gospodarki o obiegu zamkniętym, łagodzenia zmian klimatu i przystosowania się do nich, zapobiegania ryzyku i zarządzania ryzykiem, oraz zrównoważonej mobilności miejskiej, Cel szczegółowy: RSO2.7. Wzmacnianie ochrony i zachowania przyrody, różnorodności biologicznej oraz zielonej infrastruktury, w tym na obszarach miejskich, oraz ograniczanie wszelkich rodzajów zanieczyszczenia (EFRR).

- Interreg

Interreg to unijne programy, które wspierają rozwój, współpracę oraz integrację europejskich regionów. Ich zadaniem jest rozwiązywanie problemów, które wykraczają poza granice państw i które wymagają podjęcia wspólnych działań. Sprzyja to poprawie jakości życia lokalnych społeczności. Każdy projekt Interreg jest realizowany w międzynarodowych partnerstwach.

W latach 2021-2027 Polska uczestniczy w 11 programach Interreg, z łącznym budżetem prawie 1,8 mld euro.

Z programów Interreg można otrzymać refundację do 80% wydatków w projekcie (90% w programie z Ukrainą).

Programy są skierowane m.in. do jednostki samorządu terytorialnego (JST), małych i średnich przedsiębiorstw, instytucji badawczych i uniwersytetów.

- Horyzont Europa

Program Ramowy Unii Europejskiej Horyzont Europa jest największym w historii Unii programem w zakresie badań naukowych i innowacji.

W ciągu 7 lat (2021–2027) na nowatorskie badania i innowacyjne rozwiązania przeznaczone zostanie łącznie 95,5 mld euro.

Struktura programu Horyzont Europa została oparta na trzech zasadniczych, wzajemnie wspierających się filarach:

Filar I. Doskonała baza naukowa

Filar II. Globalne wyzwania i europejska konkurencyjność przemysłowa

Filar III. Innowacyjna Europa

Badania na rzecz środowiska wpisują się w filar II, klaster 6. Żywność, biogospodarka, zasoby naturalne, rolnictwo i środowisko.

Na projekty realizowane w ramach klastra 6. Przeznaczono 9 mld euro.

Zadaniem programu Horyzont Europa w klastrze 6. jest zapewnienie możliwości wzmocnienia i zrównoważenia celów środowiskowych, społecznych i ekonomicznych oraz przekierowanie działalności gospodarczej człowieka na ścieżkę prowadzącą do zrównoważonego rozwoju.

Podstawowym celem klastra 6. jest transformacja gospodarki i społeczeństwa UE, idąca w kierunku znacznego ograniczenia degradacji środowiska, zatrzymania i odwrócenia utraty różnorodności biologicznej oraz lepszego zarządzania zasobami naturalnymi przy jednoczesnym wsparciu realizacji celów klimatycznych UE i zapewnieniu bezpieczeństwa żywnościowego oraz dostępu do czystej wody dla wszystkich obywateli.

Ochrona oraz przywracanie integralności ekosystemów i ich zdolności do świadczenia szerokiego wachlarza podstawowych usług, a tym samym przywrócenie różnorodności biologicznej Europy na ścieżkę odbudowy do 2030 r., zgodnie z wymogami unijnej strategii ochrony różnorodności biologicznej, ma fundamentalne znaczenie dla osiągnięcia celów Europejskiego Zielonego Ładu. Zatrzymanie i odwrócenie utraty różnorodności biologicznej może również pomóc w uniknięciu zagrożeń dla zdrowia ludzi w przyszłości.

Zgodnie z Planem Strategicznym Horyzontu Europa na lata 2021-2024 interwencje w zakresie badań i innowacji w ramach klastra 6. będą ukierunkowane m.in. na następujące wyzwania:

- Gospodarka o obiegu zamkniętym i biogospodarka

Neutralne dla klimatu cykle produkcyjne obejmujące bezpieczne zintegrowane rozwiązania o obiegu zamkniętym na poziomie terytorialnym i sektorowym, dotyczące przepływów materiałowych i łańcuchów wartości produktów, w tym sektor tekstylny, elektroniczny, tworzyw sztucznych i budownictwa. A także kluczowe sektory biogospodarki, takie jak zrównoważone systemy wytwarzania bioproduktów, zrównoważone leśnictwo, rozwiązania oparte na surowcu pochodzenia biologicznego na małą skalę i wodne łańcuchy wartości.

- Czyste środowisko i zero zanieczyszczeń

Poszerzenie wiedzy o źródłach i ścieżkach zanieczyszczenia w celu ich całkowitej eliminacji, tak aby zagwarantować wszystkim ludziom czyste i zdrowe gleby, powietrze oraz wody słodkie i morskie.

Działania w zakresie stanu gleby i żywności będą wspierane w ramach misji Soil health and food.

Działania w zakresie szeroko rozumianego stanu wód będą wspierane w ramach misji Healthy oceans, seas coastal and inland waters.

- LIFE

Program LIFE to jedyny instrument finansowy Unii Europejskiej poświęcony wyłącznie współfinansowaniu projektów z dziedziny ochrony środowiska, w tym przyrody oraz wpływu człowieka na klimat i dostosowania się do jego zmian. Jego głównym celem jest wspieranie procesu wdrażania wspólnotowego prawa ochrony środowiska, realizacja unijnej polityki w tym zakresie, a także identyfikacja i promocja nowych rozwiązań dla problemów dotyczących środowiska w tym przyrody. Program LIFE funkcjonuje w UE nieprzerwanie od 1992 roku.

Jego głównym celem jest wspieranie procesu wdrażania wspólnotowego prawa ochrony środowiska, realizacja unijnej polityki w tym zakresie, a także identyfikacja i promocja nowych rozwiązań dla problemów dotyczących środowiska i klimatu.

Program LIFE – program działań na rzecz środowiska i klimatu (2021-2027) został ustanowiony ROZPORZĄDZENIEM PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2021/783 z dnia 29 kwietnia 2021 r. ustanawiającym Program działań na rzecz środowiska i klimatu (LIFE) i uchylającym rozporządzenie (UE) nr 1293/2013.

Z zakresu środowiska program LIFE specyfikuje dwa podprogramy (schemat poniżej):



Program LIFE zarządzany jest przez Komisję Europejską, za pośrednictwem Agencji Wykonawczej CINEA, która raz w roku publikuje zaproszenie do składania wniosków. Beneficjentem Programu LIFE może być każdy podmiot (jednostki, podmioty i instytucje publiczne lub prywatne) zarejestrowany na terenie państwa należącego do UE. Całkowity budżet Programu LIFE na lata **2021-2027** wynosi **5,432 mld euro**, w tym na działania na rzecz środowiska – **3,488 mld euro**.

Standardowe dofinansowanie projektu LIFE przez **Komisję Europejską** wynosi **do 60%** wartości kosztów kwalifikowanych, a w przypadku projektów przyrodniczych **do 75%** (w przypadku projektów służących gatunkom i siedliskom priorytetowym/zagrożonym). Polscy Wnioskodawcy mogą dodatkowo ubiegać się o współfinansowanie projektu ze środków krajowych NFOŚiGW uzupełniając montaż finansowy przedsięwzięcia nawet do 95% kosztów kwalifikowanych.

NFOŚiGW w ramach Inkubatora Wniosków LIFE udostępnia także środki w wysokości nawet do 80 tys. zł na przygotowanie i złożenie wniosków do Programu LIFE.

7

Przedstawienie źródeł wykorzystanych do sporządzenia Raportu:

7.1 Źródła dowodowych, badawczych i prawnych, na których oparto poszczególne elementy Raportu

W niniejszym raporcie wykorzystano informacje uzyskane z następujących źródeł:

- wywiadów środowiskowych z byłymi pracownikami Instytutu Barwników i Półproduktów Organicznych oraz byłym Dyrektorem ZPB „Boruta”,
- rozmów z potencjalnymi oferentami,
- ustaw i rozporządzeń prezentowanych w rozdziale nr 1,
- decyzji i uchwał i innej dokumentacji administracyjno–prawnej prezentowanej w rozdziale nr 1.
- Raport Najwyższej Izby Kontroli pt.: „Zapobieganie zagrożeniom ze strony składowisk po zakładowych z terenu województwa łódzkiego”,
- Raport z analizy obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów (Etap 2), *Zamówienie pn: Określenie obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów usytuowanych na nieruchomościach położonych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54-60 , ul. Waleriana Łukasiewicza 15/17 (Obszar 1 i 2) oraz ul. Andrzeja Struga (Obszar 3), stanowiące CZĘŚĆ I wieloczęściowego zadania realizowanego przez Gminę Miasto Zgierz w ramach projektu „Zgierz - nowoczesne miasto po godzinach” współfinansowanego ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2014-2021 w ramach programu „Rozwój Lokalny”.*
- Sprawozdanie Politechniki Łódzkiej pt. „Analiza przyczyn zmian jakości wód podziemnych monitorowanych przez piezometry oraz przedostawania się odcieku ze składowiska do środowiska na składowisku odpadów poprodukcyjnych – kwatera I w Zgierzu, ul. Miroszewska 54/56”
- Raport Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowego Instytutu Badawczego z 2019 roku , pt. „Ocena oddziaływania składowisk pozakładowych zlokalizowanych na terenie byłych zakładów „Boruta” w Zgierzu na życie i zdrowie mieszkańców Zgierza i okolic oraz dla środowiska”
- mapy ze stron internetowych: geoportal.gov.pl, [google maps](https://www.google.com/maps),
- zdjęć własnych,
- wyników badań przeprowadzonych w Łukasiewicz-ŁIT,
- wyników badań udostępnionych przez Wodociągi i Kanalizacja – Zgierz Sp. z o.o.,
- wyniki badań udostępnionych przez WIOŚ: Sprawozdanie z badań nr 138/2021, Sprawozdanie nr 686/2021, Sprawozdanie z badań nr 306/2022, Sprawozdanie z badań nr 900/2022.

7.2 Bibliografia

1. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) Nr 1907/2006 (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals). (2006).
2. Raport z analizy obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów (Etap 2), Zamówienie pn: Określenie obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów usytuowanych na nieruchomościach położonych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54-60 , ul. Waleriana Łukasińskiego 15/17 (Obszar 1 i 2) oraz ul. Andrzeja Struga (Obszar 3), stanowiące CZĘŚĆ I wieloczęściowego zadania realizowanego przez Gminę Miasto Zgierz w ramach projektu „Zgierz - nowoczesne miasto po godzinach” współfinansowanego ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2014-2021 w ramach programu „Rozwój Lokalny”. (2022).
3. Klatkova, H. (n.d.). Państwowy Instytut Geologiczny, Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, Arkusz Zgierz 590. Państwowy Instytut Geologiczny.
4. Raport Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowego Instytutu Badawczego z 2019 roku , pt. „Ocena oddziaływania składowisk pozakładowych zlokalizowanych na terenie byłych zakładów „Boruta” w Zgierzu na życie i zdrowie mieszkańców Zgierza i okolic oraz dla środowiska”. (2019).
5. Węglarz-Tomczyk , E. & Górecki, Ł. (2012). Barwniki azowe – aktywność biologiczna i strategie syntezy, 66(12), 1298–1307.
6. Freeman, H. (2013). Aromatic amines: use in azo dye chemistry. *Frontiers in Bioscience*, 18(1), 145. <https://doi.org/10.2741/4093>
7. Zhang, A., Li, Y., Song, Y., Lv, J., & Yang, J. (2014). Characterization of pharmaceuticals and personal care products as N-nitrosodimethylamine precursors during disinfection processes using free chlorine and chlorine dioxide. *Journal of Hazardous Materials*, 276, 499–509. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.05.069>
8. Leavey-Roback, S. L., Sugar, C. A., Krasner, S. W., & Suffet, I. H. (Mel). (2016). NDMA formation during drinking water treatment: A multivariate analysis of factors influencing formation. *Water Research*, 95, 300–309. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.02.060>
9. Sgroi, M., Vagliasindi, F. G. A., Snyder, S. A., & Roccaro, P. (2018). N-Nitrosodimethylamine (NDMA) and its precursors in water and wastewater: A review on formation and removal. *Chemosphere*, 191, 685–703. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.10.089>
10. Brüscheiler, B. J., Küng, S., Bürgi, D., Muralt, L., & Nyfeler, E. (2014). Identification of non-regulated aromatic amines of toxicological concern which

- can be cleaved from azo dyes used in clothing textiles. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 69(2), 263–272. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2014.04.011>
11. Brüsweiler, B. J., & Merlot, C. (2017). Azo dyes in clothing textiles can be cleaved into a series of mutagenic aromatic amines which are not regulated yet. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 88, 214–226. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2017.06.012>
 12. Rawat, D., Mishra, V., & Sharma, R. S. (2016). Detoxification of azo dyes in the context of environmental processes. *Chemosphere*, 155, 591–605. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.04.068>
 13. Keck, A., Klein, J., Kudlich, M., Stolz, A., Knackmuss, H. J., & Mattes, R. (1997). Reduction of azo dyes by redox mediators originating in the naphthalenesulfonic acid degradation pathway of *Sphingomonas* sp. strain BN6. *Applied and Environmental Microbiology*, 63(9), 3684–3690. <https://doi.org/10.1128/aem.63.9.3684-3690.1997>
 14. McMullan, G., Meehan, C., Conneely, A., Kirby, N., Robinson, T., Nigam, P., ... Smyth, W. F. (2001). Microbial decolourisation and degradation of textile dyes. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 56(1–2), 81–87. <https://doi.org/10.1007/s002530000587>
 15. Nam, G., Mohamed, M. M., & Jung, J. (2021). Enhanced degradation of benzo[a]pyrene and toxicity reduction by microbubble ozonation. *Environmental Technology*, 42(12), 1853–1860. <https://doi.org/10.1080/09593330.2019.1683077>
 16. Pandey, A., Singh, P., & Iyengar, L. (2007). Bacterial decolorization and degradation of azo dyes. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 59(2), 73–84. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2006.08.006>
 17. Bafana, A., Jain, M., Agrawal, G., & Chakrabarti, T. (2009). Bacterial reduction in genotoxicity of Direct Red 28 dye. *Chemosphere*, 74(10), 1404–1406. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.11.043>
 18. Sweeney, E. A., Chipman, J. K., & Forsythe, S. J. (1994). Evidence for direct-acting oxidative genotoxicity by reduction products of azo dyes. *Environmental Health Perspectives*, 102(suppl 6), 119–122. <https://doi.org/10.1289/ehp.94102s6119>
 19. Załącznik XVII do rozporządzenia REACH, nr 1907/2006 (WE). (2009).
 20. Gottlieb, A., Shaw, C., Smith, A., Wheatley, A., & Forsythe, S. (2003). The toxicity of textile reactive azo dyes after hydrolysis and decolourisation. *Journal of Biotechnology*, 101(1), 49–56. [https://doi.org/10.1016/S0168-1656\(02\)00302-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1656(02)00302-4)
 21. Pinheiro, H. M., Touraud, E., & Thomas, O. (2004). Aromatic amines from azo dye reduction: status review with emphasis on direct UV spectrophotometric detection in textile industry wastewaters. *Dyes and Pigments*, 61(2), 121–139. <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2003.10.009>

22. Mansour, S. A., & Sidky, M. M. (2002). Ecotoxicological Studies. 3. Heavy metals contaminating water and fish from Fayoum Governorate, Egypt. *Food Chemistry*, 78(1), 15–22. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00197-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00197-2)
23. Liu, Y., Liu, G., Yuan, Z., Liu, H., & Lam, P. K. S. (2018). Heavy metals (As, Hg and V) and stable isotope ratios ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) in fish from Yellow River Estuary, China. *Science of The Total Environment*, 613–614, 462–471. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.088>
24. Ahmed, Md. K., Shaheen, N., Islam, Md. S., Habibullah-al-Mamun, Md., Islam, S., Mohiduzzaman, Md., & Bhattacharjee, L. (2015). Dietary intake of trace elements from highly consumed cultured fish (*Labeo rohita*, *Pangasius pangasius* and *Oreochromis mossambicus*) and human health risk implications in Bangladesh. *Chemosphere*, 128, 284–292. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.02.016>
25. Kumar, V., Thakur, R. K., & Kumar, P. (2019). Assessment of heavy metals uptake by cauliflower (*Brassica oleracea* var. botrytis) grown in integrated industrial effluent irrigated soils: A prediction modeling study. *Scientia Horticulturae*, 257, 108682. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108682>
26. Rahman, Z., & Singh, V. P. (2019). The relative impact of toxic heavy metals (THMs) (arsenic (As), cadmium (Cd), chromium (Cr)(VI), mercury (Hg), and lead (Pb)) on the total environment: an overview. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(7), 419. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7528-7>
27. Kahlon, S. K., Sharma, G., Julka, J. M., Kumar, A., Sharma, S., & Stadler, F. J. (2018). Impact of heavy metals and nanoparticles on aquatic biota. *Environmental Chemistry Letters*, 16(3), 919–946. <https://doi.org/10.1007/s10311-018-0737-4>
28. Morkunas, I., Woźniak, A., Mai, V., Rucińska-Sobkowiak, R., & Jeandet, P. (2018). The Role of Heavy Metals in Plant Response to Biotic Stress. *Molecules*, 23(9), 2320. <https://doi.org/10.3390/molecules23092320>
29. Dhaliwal, S. S., Singh, J., Taneja, P. K., & Mandal, A. (2020). Remediation techniques for removal of heavy metals from the soil contaminated through different sources: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(2), 1319–1333. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06967-1>
30. Liu, L., Li, W., Song, W., & Guo, M. (2018). Remediation techniques for heavy metal-contaminated soils: Principles and applicability. *Science of The Total Environment*, 633, 206–219. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.161>
31. Li, C., Zhou, K., Qin, W., Tian, C., Qi, M., Yan, X., & Han, W. (2019). A Review on Heavy Metals Contamination in Soil: Effects, Sources, and Remediation Techniques. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 28(4), 380–394. <https://doi.org/10.1080/15320383.2019.1592108>
32. NJDPE. (2014). *TECHNICAL GUIDANCE ON THE CAPPING OF SITES UNDERGOING REMEDIATION*. Trenton, NJ: New Jersey Department of Environmental Protection.

33. Rumer, R., & Ryan, M. E. (1995). Barrier containment technologies for environmental remediation applications. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Barrier-containment-technologies-for-environmental-Bodocsi-Rumer/430a2f9091ff3db4d69ddd91b33105d0c3eddaaf>
34. Chang, T. C., & Yen, J. H. (2006). On-site mercury-contaminated soils remediation by using thermal desorption technology. *Journal of Hazardous Materials*, 128(2), 208–217. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2005.07.053>
35. Roh, Y., Edwards, N. T., Lee, S. Y., Stiles, C. A., Armes, S., & Foss, J. E. (2000). Thermal-treated soil for mercury removal: Soil and phytotoxicity tests. *Journal of Environmental Quality*, 29. <https://doi.org/10.2134/jeq2000.00472425002900020007x>
36. Song, B., Zeng, G., Gong, J., Liang, J., Xu, P., Liu, Z., ... Ren, X. (2017). Evaluation methods for assessing effectiveness of in situ remediation of soil and sediment contaminated with organic pollutants and heavy metals. *Environment International*, 105, 43–55. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.05.001>
37. Lim, J. E., Ahmad, M., Lee, S. S., Shope, C. L., Hashimoto, Y., Kim, K.-R., ... Ok, Y. S. (2013). Effects of Lime-Based Waste Materials on Immobilization and Phytoavailability of Cadmium and Lead in Contaminated Soil. *CLEAN – Soil, Air, Water*, 41(12), 1235–1241. <https://doi.org/10.1002/clen.201200169>
38. Ok, Y. S., Oh, S.-E., Ahmad, M., Hyun, S., Kim, K.-R., Moon, D. H., ... Yang, J. E. (2010). Effects of natural and calcined oyster shells on Cd and Pb immobilization in contaminated soils. *Environmental Earth Sciences*, 61(6), 1301–1308. <https://doi.org/10.1007/s12665-010-0674-4>
39. Soares, M. A. R., Quina, M. J., & Quinta-Ferreira, R. M. (2015). Immobilisation of lead and zinc in contaminated soil using compost derived from industrial eggshell. *Journal of Environmental Management*, 164, 137–145. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.08.042>
40. Otero, M., Cutillas-Barreiro, L., Nóvoa-Muñoz, J. C., Arias-Estévez, M., Fernández-Sanjurjo, M. J., Álvarez-Rodríguez, E., & Núñez-Delgado, A. (2015). Cr(VI) sorption/desorption on untreated and mussel-shell-treated soil materials: fractionation and effects of pH and chromium concentration. *Solid Earth*, 6(2), 373–382. <https://doi.org/10.5194/se-6-373-2015>
41. Islam, M. N., Taki, G., Nguyen, X. P., Jo, Y.-T., Kim, J., & Park, J.-H. (2017). Heavy metal stabilization in contaminated soil by treatment with calcined cockle shell. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(8), 7177–7183. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-8330-5>
42. Yao, Z., Li, J., Xie, H., & Yu, C. (2012). Review on Remediation Technologies of Soil Contaminated by Heavy Metals. *Procedia Environmental Sciences*, 16, 722–729. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.10.099>
43. Navarro, A. (2012). Effect of Sludge Amendment on Remediation of Metal Contaminated Soils. *Minerals*, 2(4), 473–492. <https://doi.org/10.3390/min2040473>

44. Dermont, G., Bergeron, M., Mercier, G., & Richer-Lafleche, M. (2008). Soil washing for metal removal: A review of physical/chemical technologies and field applications. *Journal of Hazardous Materials*, 152(1), 1–31. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.10.043>
45. Maity, J. P., Huang, Y. M., Fan, C.-W., Chen, C.-C., Li, C.-Y., Hsu, C.-M., ... Jean, J.-S. (2013). Evaluation of remediation process with soapberry derived saponin for removal of heavy metals from contaminated soils in Hai-Pu, Taiwan. *Journal of Environmental Sciences*, 25(6), 1180–1185. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(12\)60162-4](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(12)60162-4)
46. Kim, J.-O., Lee, Y.-W., & Chung, J. (2013). The role of organic acids in the mobilization of heavy metals from soil. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 17(7), 1596–1602. <https://doi.org/10.1007/s12205-013-0323-z>
47. Jiang, W., Tao, T., & Liao, Z.-M. (2011). Removal of Heavy Metal from Contaminated Soil with Chelating Agents. *Open Journal of Soil Science*, 1(2), 70–76. <https://doi.org/10.4236/ojss.2011.12010>
48. Sun, H., Wang, H., Qi, J., Shen, L., & Lian, X. (2011). Study on surfactants remediation in heavy metals contaminated soils. In *2011 International Symposium on Water Resource and Environmental Protection* (Vol. 3, pp. 1862–1865). Presented at the 2011 International Symposium on Water Resource and Environmental Protection. <https://doi.org/10.1109/ISWREP.2011.5893616>
49. Almaroai, Y. A., Usman, A. R. A., Ahmad, M., Kim, K.-R., Moon, D. H., Lee, S. S., & Ok, Y. S. (2012). Effects of Synthetic Chelators and Low-Molecular-Weight Organic Acids on Chromium, Copper, and Arsenic Uptake and Translocation in Maize (*Zea mays* L.). *Soil Science*, 177(11), 655. <https://doi.org/10.1097/SS.0b013e31827ba23f>
50. Leštan, D., Luo, C., & Li, X. (2008). The use of chelating agents in the remediation of metal-contaminated soils: A review. *Environmental Pollution*, 153(1), 3–13. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.11.015>
51. Qiao, J., Sun, H., Luo, X., Zhang, W., Mathews, S., & Yin, X. (2017). EDTA-assisted leaching of Pb and Cd from contaminated soil. *Chemosphere*, 167, 422–428. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.10.034>
52. Jankaite, A., & Vasarevičius, S. (2005). Remediation technologies for soils contaminated with heavy metals. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 13(2), 109–113. <https://doi.org/10.1080/16486897.2005.9636854>
53. Song, Y., Ammami, M.-T., Benamar, A., Mezazigh, S., & Wang, H. (2016). Effect of EDTA, EDDS, NTA and citric acid on electrokinetic remediation of As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn contaminated dredged marine sediment. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(11), 10577–10586. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5966-5>
54. Li, D., Sun, D., Hu, S., Hu, J., & Yuan, X. (2016). Conceptual design and experiments of electrochemistry-flushing technology for the remediation of

- historically Cr(VI)-contaminated soil. *Chemosphere*, 144, 1823–1830. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.09.077>
55. Ng, Y. S., Sen Gupta, B., & Hashim, M. A. (2014). Performance Evaluation of Two-Stage Electrokinetic Washing as Soil Remediation Method for Lead Removal using Different Wash Solutions. *Electrochimica Acta*, 147, 9–18. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2014.08.124>
 56. Kim, G.-N., Jung, Y.-H., Lee, J.-J., Moon, J.-K., & Jung, C.-H. (2008). An analysis of a flushing effect on the electrokinetic-flushing removal of cobalt and cesium from a soil around decommissioning site. *Separation and Purification Technology*, 63(1), 116–121. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2008.04.006>
 57. Kim, G.-N., Kim, S., Moon, J.-K., & Hyun, J. (2015). Removal of uranium from soil using full-sized washing electrokinetic separation equipment. *Annals of Nuclear Energy*, 81, 188–195. <https://doi.org/10.1016/j.anucene.2015.01.046>
 58. Ayangbenro, A. S., & Babalola, O. O. (2017). A New Strategy for Heavy Metal Polluted Environments: A Review of Microbial Biosorbents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(1), 94. <https://doi.org/10.3390/ijerph14010094>
 59. Ojuederie, O. B., & Babalola, O. O. (2017). Microbial and Plant-Assisted Bioremediation of Heavy Metal Polluted Environments: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(12), 1504. <https://doi.org/10.3390/ijerph14121504>
 60. Blaylock, M. J., Salt, D. E., Dushenkov, S., Zakharova, O., Gussman, C., Kapulnik, Y., ... Raskin, I. (1997). Enhanced Accumulation of Pb in Indian Mustard by Soil-Applied Chelating Agents. *Environmental Science & Technology*, 31(3), 860–865. <https://doi.org/10.1021/es960552a>
 61. Kang, C.-H., Kwon, Y.-J., & So, J.-S. (2016). Bioremediation of heavy metals by using bacterial mixtures. *Ecological Engineering*, 89, 64–69. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.01.023>
 62. Vangronsveld, J., Herzig, R., Weyens, N., Boulet, J., Adriaensen, K., Ruttens, A., ... Mench, M. (2009). Phytoremediation of contaminated soils and groundwater: lessons from the field. *Environmental Science and Pollution Research*, 16(7), 765–794. <https://doi.org/10.1007/s11356-009-0213-6>
 63. Sumiahadi, A., & Acar, R. (2018). A review of phytoremediation technology: heavy metals uptake by plants. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 142, 012023. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/142/1/012023>
 64. Golan-Goldhirsh, A. (2006). PLANT TOLERANCE TO HEAVY METALS, A RISK FOR FOOD TOXICITY OR A MEANS FOR FOOD FORTIFICATION WITH ESSENTIAL METALS: THE ALLIUM SCHOENOPRASUM MODEL. In I. Twardowska, H. E. Allen, M. M. Häggblom, & S. Stefaniak (Eds.), *Soil and Water Pollution Monitoring, Protection and Remediation* (pp. 479–486). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4728-2_31

65. Belimov, A. A., Hontzeas, N., Safronova, V. I., Demchinskaya, S. V., Piluzza, G., Bullitta, S., & Glick, B. R. (2005). Cadmium-tolerant plant growth-promoting bacteria associated with the roots of Indian mustard (*Brassica juncea* L. Czern.). *Soil Biology and Biochemistry*, 37(2), 241–250. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2004.07.033>
66. Takeda, R., Sato, Y., Yoshimura, R., Komemushi, S., & Sawabe, A. (2010). Accumulation Of Heavy Metals By Cucumber And Brassica Juncea Under Different Cultivation Conditions. *Proceedings of the Annual International Conference on Soils, Sediments, Water and Energy*, 11(1). Retrieved from <https://scholarworks.umass.edu/soilsproceedings/vol11/iss1/19>
67. Turan, M., & Esringü, A. (2007). Phytoremediation based on canola (*Brassica napus* L.) and Indian mustard (*Brassica juncea* L.) planted on spiked soil by aliquot amount of Cd, Cu, Pb, and Zn. *Plant, Soil and Environment*, 53(1), 7–15. <https://doi.org/10.17221/3188-PSE>
68. Singh, A., & Fulekar, M. H. (2012). Phytoremediation of Heavy Metals by Brassica juncea in Aquatic and Terrestrial Environment. In N. A. Anjum, I. Ahmad, M. E. Pereira, A. C. Duarte, S. Umar, & N. A. Khan (Eds.), *The Plant Family Brassicaceae: Contribution Towards Phytoremediation* (pp. 153–169). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-3913-0_6
69. Sharma, H. (2016). Phytoremediation of Lead Using Brassica Juncea and Vetiveria Zizanioides. *International Journal of Life Sciences Research*, 4(1), 91–96.
70. Sheng, X.-F., & Xia, J.-J. (2006). Improvement of rape (*Brassica napus*) plant growth and cadmium uptake by cadmium-resistant bacteria. *Chemosphere*, 64(6), 1036–1042. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.01.051>
71. Dell'Amico, E., Cavalca, L., & Andreoni, V. (2008). Improvement of Brassica napus growth under cadmium stress by cadmium-resistant rhizobacteria. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(1), 74–84. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.06.024>
72. Garg, N., Singla, P., & Bhandari, P. (2015). Metal uptake, oxidative metabolism, and mycorrhization in pigeonpea and pea under arsenic and cadmium stress. *TURKISH JOURNAL OF AGRICULTURE AND FORESTRY*, 39, 234–250. <https://doi.org/10.3906/tar-1406-121>
73. Dasgupta, S., Mahindrakar, A. B., & Satvat, P. S. (2011). Ability of *Cicer arietinum* (L.) for Bioremoval of Lead and Chromium from Soil. *International Journal of Technology and Engineering System*, 2(3), 338–341.
74. Wani, P. A., Khan, M. S., & Zaidi, A. (2007). Impact of heavy metal toxicity on plant growth, symbiosis, seed yield and nitrogen and metal uptake in chickpea. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47(6), 712. <https://doi.org/10.1071/EA05369>
75. Kambhampati, M. S., & Vu, V. T. (2013). EDTA Enhanced Phytoremediation of Copper Contaminated Soils Using Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Bulletin of*

- Environmental Contamination and Toxicology*, 91(3), 310–313.
<https://doi.org/10.1007/s00128-013-1072-x>
76. Alvarado, S., Guédez, M., Lué-Merú, M. P., Nelson, G., Alvaro, A., Jesús, A. C., & Gyula, Z. (2008). Arsenic removal from waters by bioremediation with the aquatic plants Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and Lesser Duckweed (*Lemna minor*). *Bioresource Technology*, 99(17), 8436–8440.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.02.051>
 77. Mishra, V. K., & Tripathi, B. D. (2009). Accumulation of chromium and zinc from aqueous solutions using water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Journal of Hazardous Materials*, 164(2), 1059–1063.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.09.020>
 78. Saleh, H. M. (2012). Water hyacinth for phytoremediation of radioactive waste simulate contaminated with cesium and cobalt radionuclides. *Nuclear Engineering and Design*, 242, 425–432. <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2011.10.023>
 79. Jamil, S., Abhilash, P. C., Singh, N., & Sharma, P. N. (2009). *Jatropha curcas*: A potential crop for phytoremediation of coal fly ash. *Journal of Hazardous Materials*, 172(1), 269–275. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.07.004>
 80. Yadav, S. K., Juwarkar, A. A., Kumar, G. P., Thawale, P. R., Singh, S. K., & Chakrabarti, T. (2009). Bioaccumulation and phyto-translocation of arsenic, chromium and zinc by *Jatropha curcas* L.: Impact of dairy sludge and biofertilizer. *Bioresource Technology*, 100(20), 4616–4622.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.04.062>
 81. Marrugo-Negrete, J., Durango-Hernández, J., Pinedo-Hernández, J., Olivero-Verbel, J., & Díez, S. (2015). Phytoremediation of mercury-contaminated soils by *Jatropha curcas*. *Chemosphere*, 127, 58–63.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.12.073>
 82. Alaribe, F. O., & Agamuthu, P. (2015). Assessment of phytoremediation potentials of *Lantana camara* in Pb impacted soil with organic waste additives. *Ecological Engineering*, 83, 513–520.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.07.001>
 83. Wani, P. A., & Khan, M. S. (2013). Bioremediation of Lead by a Plant Growth Promoting Rhizobium Species RL9. *Bacteriology Journal*, 2(4), 66–78.
<https://doi.org/10.17311/bj.2012.66.78>
 84. Gunduz, S., Uygur, N., & Kahramanoglu, I. (2012). Heavy metal phytoremediation potentials of *Lepidium sativum* L., *Lactuca sativa* L., *Spinacia oleracea* L. and *Raphanus sativus* L. *Her. J. Agric. Food Sci. Res.*, 1, 1–5.
 85. Smolinska, B., & Szczodrowska, A. (2017). Antioxidative response of *Lepidium sativum* L. during assisted phytoremediation of Hg contaminated soil. *New Biotechnology*, 38, 74–83. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2016.07.004>
 86. Achakzai, A., Bazai, Z., & Kayani, S. A. (2011). ACCUMULATION OF HEAVY METALS BY LETTUCE (*LACTUCA SATIVA* L.) IRRIGATED WITH DIFFERENT LEVELS OF WASTEWATER OF QUETTA CITY. Retrieved from

- [https://www.semanticscholar.org/paper/ACCUMULATION-OF-HEAVY-METALS-BY-LETTUCE-\(LACTUCA-OF-Achakzai-Bazai/b9ba3c739d37fb465584e3b18b4d02f357a64539](https://www.semanticscholar.org/paper/ACCUMULATION-OF-HEAVY-METALS-BY-LETTUCE-(LACTUCA-OF-Achakzai-Bazai/b9ba3c739d37fb465584e3b18b4d02f357a64539)
87. Rashid, A., Mahmood, T., Mehmood, F., Khalid, A., Saba, B., Batool, A., & Riaz, A. (2014). PHYTOACCUMULATION, COMPETITIVE ADSORPTION AND EVALUATION OF CHELATORS-METAL INTERACTION IN LETTUCE PLANT. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13(10), 2583–2592. <https://doi.org/10.30638/eemj.2014.288>
 88. Quainoo, A. K., Konadu, A., & Kumi, M. (2015). The Potential of Shea Nut Shells in Phytoremediation of Heavy Metals in Contaminated Soil Using Lettuce (*Lactuca sativa*) as a Test Crop. *Journal of Bioremediation & Biodegradation*, 06(01), 1–7. <https://doi.org/10.4172/2155-6199.1000268>
 89. Ghnaya, T., Mnassri, M., Ghabriche, R., Wali, M., Poschenrieder, C., Lutts, S., & Abdelly, C. (2015). Nodulation by *Sinorhizobium meliloti* originated from a mining soil alleviates Cd toxicity and increases Cd-phytoextraction in *Medicago sativa* L. *Frontiers in Plant Science*, 6. Retrieved from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2015.00863>
 90. Li, P., Wang, X., Zhang, T., Zhou, D., & He, Y. (2008). Effects of several amendments on rice growth and uptake of copper and cadmium from a contaminated soil. *Journal of Environmental Sciences*, 20(4), 449–455. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)62078-1](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)62078-1)
 91. Akter, S., Afrin, R., Mia, Y., & Hossen, Z. (2014). Phytoremediation of Chromium (Cr) from Tannery Effluent by Using Water Lettuce (*Pistia stratiotes*). Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Phytoremediation-of-Chromium-%28Cr%29-from-Tannery-by-%28-Akter-Afrin/18234632f6c6bf5ec37a9b9988ddde5443e7c652>
 92. Das, S., Goswami, S., & Talukdar, A. D. (2014). A Study on Cadmium Phytoremediation Potential of Water Lettuce, *Pistia stratiotes* L. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 92(2), 169–174. <https://doi.org/10.1007/s00128-013-1152-y>
 93. Farnese, F., Oliveira, J., Lima, F., Leão, G., Gusman, G., & Silva, L. (2014). Evaluation of the potential of *Pistia stratiotes* L. (water lettuce) for bioindication and phytoremediation of aquatic environments contaminated with arsenic. *Brazilian Journal of Biology*, 74(3 suppl 1), S108–S112. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.01113>
 94. Małeczka, A., Piechalak, A., Morkunas, I., & Tomaszewska, B. (2008). Accumulation of lead in root cells of *Pisum sativum*. *Acta Physiologiae Plantarum*, 30, 629–637. <https://doi.org/10.1007/s11738-008-0159-1>
 95. Wani, P. A., Khan, M. S., & Zaidi, A. (2008). Effects of Heavy Metal Toxicity on Growth, Symbiosis, Seed yield and Metal Uptake in Pea Grown in Metal Amended Soil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 81(2), 152–158. <https://doi.org/10.1007/s00128-008-9383-z>

96. Hegedúsová, A., Jakabová, S., Vargová, A., Hegedús, O., & Pernyeszi, T. J. (2021). Use of phytoremediation techniques for elimination of lead from polluted soils. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 9(2), 125–132. <https://doi.org/10.36547/nbc.1217>
97. Sharma, S., Sharma, P., & Mehrotra, P. (2010). Bioaccumulation of Heavy Metals in *Pisum sativum* L. Growing in Fly Ash Amended Soil. *Journal of American Science*, 6(6), 43–50.
98. Hatano, K., Kanazawa, K., Tomura, H., Yamatsu, T., Tsunoda, K., & Kubota, K. (2016). Molasses melanoidin promotes copper uptake for radish sprouts: the potential for an accelerator of phytoextraction. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(17), 17656–17663. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6904-x>
99. Patel, M., & Subramanian, M. (2006). Effect of A Chelating Agent on Lead Uptake by *Spinacia Oleracea*. *Pollution research*, 1, 77–79.
100. Salaskar, D., Shrivastava, M., & Kale, S. (2011). Bioremediation potential of spinach (*Spinacia oleracea* L.) for decontamination of cadmium in soil. *CURRENT SCIENCE*, 101(10), 1359–1363.
101. Pathak, C., Chopra, A. K., & Srivastava, S. (2013). Accumulation of heavy metals in *Spinacia oleracea* irrigated with paper mill effluent and sewage. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(9), 7343–7352. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3104-8>
102. Jahanbakhshi, S., Rezaei, M., & Sayyari-Zahan, M. H. (2014). Optimization of phytoremediation in Cd- contaminated soil by using Taguchi method in *Spinacia oleracea*. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Optimization-of-phytoremediation-in-Cd-contaminated-Jahanbakhshi-Rezaei/6d97332a7fe356e673ff7e395af30bed98dd3272>
103. Abhilash, M. R., Srikantaswamy, S., Shiva Kumar, D., Jagadish, K., & Shruthi, L. (2016). Phytoremediation of Heavy Metal Industrial contaminated soil by *Spiracia oleracea* L and *Zeamays* L. *International Journal of Applied Sciences (ISSN 2455-4499)*, 4(1), 192–199. <https://doi.org/10.21013/jas.v4.n1.p22>
104. Wei, S., Zhou, Q., & Koval, P. V. (2006). Flowering stage characteristics of cadmium hyperaccumulator *Solanum nigrum* L. and their significance to phytoremediation. *Science of The Total Environment*, 369(1), 441–446. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.06.014>
105. Wei, S., Li, Y., Zhou, Q., Srivastava, M., Chiu, S., Zhan, J., ... Sun, T. (2010). Effect of fertilizer amendments on phytoremediation of Cd-contaminated soil by a newly discovered hyperaccumulator *Solanum nigrum* L. *Journal of Hazardous Materials*, 176(1), 269–273. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.11.023>
106. Ji, P., Sun, T., Song, Y., Ackland, M. L., & Liu, Y. (2011). Strategies for enhancing the phytoremediation of cadmium-contaminated agricultural soils by *Solanum nigrum* L. *Environmental Pollution*, 159(3), 762–768. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.11.029>

107. Pinto, A. P., Mota, A. M., de Varennes, A., & Pinto, F. C. (2004). Influence of organic matter on the uptake of cadmium, zinc, copper and iron by sorghum plants. *Science of The Total Environment*, 326(1), 239–247. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.01.004>
108. Tiecher, T. L., Ceretta, C. A., Ferreira, P. A. A., Lourenzi, C. R., Tiecher, T., Giroto, E., ... Brunetto, G. (2016). The potential of Zea mays L. in remediating copper and zinc contaminated soils for grapevine production. *Geoderma*, 262, 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.08.015>
109. Mojiri, A. (2011). The Potential of Corn (Zea mays) for Phytoremediation of Soil Contaminated with Cadmium and Lead. *Journal of Biological and Environmental Sciences*. Retrieved from [https://www.semanticscholar.org/paper/The-Potential-of-Corn-\(Zea-mays\)-for-of-Soil-with-Mojiri/aff2241c65bb8a3395e02090aea2c61473e98b28](https://www.semanticscholar.org/paper/The-Potential-of-Corn-(Zea-mays)-for-of-Soil-with-Mojiri/aff2241c65bb8a3395e02090aea2c61473e98b28)
110. Kumaran, S., Sundaramanicam, A., & Bragadeeswaran, S. (2011). Adsorption Studies on Heavy Metals by Isolated Cyanobacterial Strain (Nostoc sp.) From Uppanar Estuarine Water, Southeast Coast of INDIA. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Adsorption-Studies-on-Heavy-Metals-by-Isolated-sp.-Kumaran-Sundaramanicam/962b5f7391eb30ceff412d233369e66a636afa15>
111. De, J., Ramaiah, N., & Vardanyan, L. (2008). Detoxification of Toxic Heavy Metals by Marine Bacteria Highly Resistant to Mercury. *Marine Biotechnology*, 10(4), 471–477. <https://doi.org/10.1007/s10126-008-9083-z>
112. Kumar, R., Bhatia, D., Singh, R., Rani, S., & Bishnoi, N. R. (2011). Sorption of heavy metals from electroplating effluent using immobilized biomass *Trichoderma viride* in a continuous packed-bed column. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 65(8), 1133–1139. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2011.09.003>
113. Puyen, Z. M., Villagrasa, E., Maldonado, J., Diestra, E., Esteve, I., & Solé, A. (2012). Biosorption of lead and copper by heavy-metal tolerant *Micrococcus luteus* DE2008. *Bioresource Technology*, 126, 233–237. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.09.036>
114. Abioye, O. P., Oyewole, O. A., Oyeleke, S. B., Adeyemi, M. O., & Orukotan, A. A. (2018). Biosorption of lead, chromium and cadmium in tannery effluent using indigenous microorganisms. <https://doi.org/10.21472/bjbs.050903>
115. Luna, J. M., Rufino, R. D., & Sarubbo, L. A. (2016). Biosurfactant from *Candida sphaerica* UCP0995 exhibiting heavy metal remediation properties. *Process Safety and Environmental Protection*, 102, 558–566. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2016.05.010>
116. Lakkireddy, K., & Kües, U. (2017). Bulk isolation of basidiospores from wild mushrooms by electrostatic attraction with low risk of microbial contaminations. *AMB Express*, 7(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s13568-017-0326-0>

117. Jafari, S. A., Cheraghi, S., Mirbakhsh, M., Mirza, R., & Maryamabadi, A. (2015). Employing Response Surface Methodology for Optimization of Mercury Bioremediation by *Vibrio parahaemolyticus* PG02 in Coastal Sediments of Bushehr, Iran. *CLEAN - Soil, Air, Water*, 43(1), 118–126. <https://doi.org/10.1002/clen.201300616>
118. Kim, J. O., Choi, J. Y., Park, J. K., Kim, J. H., Jin, S. G., Chang, S. W., ... Choi, H.-G. (2008). Development of Clindamycin-Loaded Wound Dressing with Polyvinyl Alcohol and Sodium Alginate. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 31(12), 2277–2282. <https://doi.org/10.1248/bpb.31.2277>
119. Kim, S.-Y., Kim, J.-H., Kim, C.-J., & Oh, D.-K. (1996). Metal adsorption of the polysaccharide produced from *Methylobacterium organophilum*. *Biotechnology Letters*, 18(10), 1161–1164. <https://doi.org/10.1007/BF00128585>
120. Roane, T. M., Pepper, I. L., & Gentry, T. J. (2015). Chapter 18 - Microorganisms and Metal Pollutants. In I. L. Pepper, C. P. Gerba, & T. J. Gentry (Eds.), *Environmental Microbiology (Third Edition)* (pp. 415–439). San Diego: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394626-3.00018-1>
121. Marzan, L. W., Hossain, M., Mina, S. A., Akter, Y., & Chowdhury, A. M. M. A. (2017). Isolation and biochemical characterization of heavy-metal resistant bacteria from tannery effluent in Chittagong city, Bangladesh: Bioremediation viewpoint. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 43(1), 65–74. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2016.11.002>
122. Javaid, A., Bajwa, R., & Manzoor, M. (2011). Biosorption of heavy metals by pretreated biomass of *Aspergillus Niger*. *Pakistan Journal of Botany*, 43(1), 419–425.
123. Ashokkumar, P., Loashini, V. M., & Bhavya, V. (2017). Effect of pH, Temperature and biomass on biosorption of heavy metals by *Sphaerotilus natans*. *International Journal of Microbiology and Mycology*, 6(1), 32–38.
124. Dönmez, G., & Aksu, Z. (2001). Bioaccumulation of copper(ii) and nickel(ii) by the non-adapted and adapted growing CANDIDA SP. *Water Research*, 35(6), 1425–1434. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(00\)00394-8](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(00)00394-8)
125. Taştan, B. E., Ertuğrul, S., & Dönmez, G. (2010). Effective bioremoval of reactive dye and heavy metals by *Aspergillus versicolor*. *Bioresource Technology*, 101(3), 870–876. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.08.099>
126. Congeevaram, S., Dhanarani, S., Park, J., Dexilin, M., & Thamaraiselvi, K. (2007). Biosorption of chromium and nickel by heavy metal resistant fungal and bacterial isolates. *Journal of Hazardous Materials*, 146(1), 270–277. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.12.017>
127. Kim, I. H., Choi, J.-H., Joo, J. O., Kim, Y.-K., Choi, J.-W., & Oh, B.-K. (2015). Development of a Microbe-Zeolite Carrier for the Effective Elimination of Heavy Metals from Seawater. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25(9), 1542–1546. <https://doi.org/10.4014/jmb.1504.04067>

128. Al-Garni, S. M., Ghanem, K. M., & Ibrahim, A. S. (2010). Biosorption of mercury by capsulated and slime layerforming Gram -ve bacilli from an aqueous solution. *African Journal of Biotechnology*, 9(38), 6413–6421. <https://doi.org/10.4314/ajb.v9i38>
129. Muneer, B., Iqbal, M., R, S., & Shakoori, A. (2013). Tolerance and Biosorption of Mercury by Microbial Consortia: Potential Use in Bioremediation of Wastewater. *Pakistan journal of zoology*, 45(1), 247–254.
130. Saranya, K., Sundaramanickam, A., Shekhar, S., Swaminathan, S., & Balasubramanian, T. (2017). Bioremediation of Mercury by *Vibrio fluvialis* Screened from Industrial Effluents. *BioMed Research International*, 2017, e6509648. <https://doi.org/10.1155/2017/6509648>
131. Singh, N., Verma, T., & Gaur, R. (2013). Detoxification of hexavalent chromium by an indigenous facultative anaerobic *Bacillus cereus* strain isolated from tannery effluent. *African Journal of Biotechnology*, 12(10). <https://doi.org/10.4314/ajb.v12i10>
132. Achal, V., Kumari, D., & Pan, X. (2011). Bioremediation of Chromium Contaminated Soil by a Brown-rot Fungus, *Gloeophyllum sepiarium*. *Research Journal of Microbiology*, 6(2), 166–171. <https://doi.org/10.17311/jm.2011.166.171>
133. Parvathi, K., Nagendran, R., & Nareshkumar, R. (2007). Effect of pH on chromium biosorption by chemically treated *Saccharomyces*. *JSIR Vol.66(8) [August 2007]*. Retrieved from <http://nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/1303>
134. Chatterjee, S., Ch, N., Chatterjee, R., & Dutta, S. (2012). Bioreduction of chromium (VI) to chromium (III) by a novel yeast strain *Rhodotorula mucilaginosa* (MTCC 9315). *African Journal of Biotechnology*, 11(83), 14920–14929. <https://doi.org/10.5897/AJB12.1899>
135. Ksheminska, H., Fedorovych, D., Honchar, T., Ivash, M., & Gonchar, M. (2008). Yeast Tolerance to Chromium Depends on Extracellular Chromate Reduction and Cr(III) Chelation. *Food Technology and Biotechnology*, 46(4), 419–426.
136. Salehizadeh, H., & Shojaosadati, S. A. (2003). Removal of metal ions from aqueous solution by polysaccharide produced from *Bacillus firmus*. *Water Research*, 37(17), 4231–4235. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(03\)00418-4](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(03)00418-4)
137. Plan gospodarki odpadami dla województwa łódzkiego na lata 2019-2025 z uwzględnieniem lat 2026-2031 (Łódź 2021) – Załącznik do Uchwały nr XXXVI/466/21 Sejmiku Województwa łódzkiego z dnia 28 września 2021 r. (2021). Sejmiku Województwa łódzkiego.
138. Spasiano, D., & Pirozzi, F. (2017). Treatments of asbestos containing wastes. *Journal of Environmental Management*, 204, 82–91. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.08.038>
139. Bayar, S., Demir, I., & Engin, G. O. (2009). Modeling leaching behavior of solidified wastes using back-propagation neural networks. *Ecotoxicology and*

- Environmental Safety*, 72(3), 843–850.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2007.10.019>
140. Ucaroglu, S., & Talinli, İ. (2012). Recovery and safer disposal of phosphate coating sludge by solidification/stabilization. *Journal of Environmental Management*, 105, 131–137. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.03.029>
 141. Chan, Y. M., Agamuthu, P., & Mahalingam, R. (2000). Solidification and stabilization of asbestos waste from an automobile brake manufacturing facility using cement. *Journal of Hazardous Materials*, 77(1), 209–226. [https://doi.org/10.1016/S0304-3894\(00\)00244-2](https://doi.org/10.1016/S0304-3894(00)00244-2)
 142. Obmiński, A., & Janeczek, J. (2020). The effectiveness of asbestos stabilizers during abrasion of asbestos-cement sheets. *Construction and Building Materials*, 249, 118767. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118767>
 143. Wiles, C. C. (1987). A review of solidification/stabilization technology. *Journal of Hazardous Materials*, 14(1), 5–21. [https://doi.org/10.1016/0304-3894\(87\)87002-4](https://doi.org/10.1016/0304-3894(87)87002-4)
 144. Wallis, S. L., Emmett, E. A., Hardy, R., Casper, B. B., Blanchon, D. J., Testa, J. R., ... Berry, T.-A. (2020). Challenging Global Waste Management – Bioremediation to Detoxify Asbestos. *Frontiers in environmental science*, 8, 20. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00020>
 145. Colombo, P., Brusatin, G., Bernardo, E., & Scarinci, G. (2003). Inertization and reuse of waste materials by vitrification and fabrication of glass-based products. *Current Opinion in Solid State and Materials Science*, 7(3), 225–239. <https://doi.org/10.1016/j.cossms.2003.08.002>
 146. Tu, X., Yu, L., Yan, J., Cen, K., & Chéron, B. G. (2010). Plasma Vitrification of Air Pollution Control Residues From Municipal Solid-Waste Incineration. *IEEE Transactions on Plasma Science*, 38(12), 3319–3325. Presented at the IEEE Transactions on Plasma Science. <https://doi.org/10.1109/TPS.2010.2056939>
 147. Inaba, T., & Iwao, T. (2000). Treatment of waste by DC arc discharge plasmas. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 7(5), 684–692. Presented at the IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation. <https://doi.org/10.1109/94.879362>
 148. Inaba, T., Nagano, M., & Endo, M. (1999). Investigation of plasma treatment for hazardous wastes such as fly ash and asbestos. *Electrical Engineering in Japan*, 126(3), 73–82. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6416\(199902\)126:3<73::AID-EEJ8>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6416(199902)126:3<73::AID-EEJ8>3.0.CO;2-J)
 149. Bernardo, E., Esposito, L., Rambaldi, E., & Tucci, A. (2011). Sintered glass ceramic articles from plasma vitrified asbestos containing waste. *Advances in Applied Ceramics*, 110(6), 346–352. <https://doi.org/10.1179/1743676111Y.0000000020>
 150. Bernardo, E., Scarinci, G., Edme, E., Michon, U., & Planty, N. (2009). Fast-Sintered Gehlenite Glass–Ceramics from Plasma-Vitrified Municipal Solid Waste

- Incinerator Fly Ashes. *Journal of the American Ceramic Society*, 92(2), 528–530. <https://doi.org/10.1111/j.1551-2916.2008.02892.x>
151. Dellisanti, F., Rossi, P. L., & Valdrè, G. (2009). Remediation of asbestos containing materials by Joule heating vitrification performed in a pre-pilot apparatus. *International Journal of Mineral Processing*, 91(3), 61–67. <https://doi.org/10.1016/j.minpro.2008.12.001>
 152. Finuance, K. G., Thompson, L. E., Abuku, T., & Nakauchi, H. (2008). Treatment of Asbestos Wastes Using the GeoMelt® Vitrification Process. In *WM2008 Conference* (pp. 1–10). Presented at the WM2008 Conference, Phoenix, AZ.
 153. Anastasiadou, K., Axiotis, D., & Gidakos, E. (2010). Hydrothermal conversion of chrysotile asbestos using near supercritical conditions. *Journal of Hazardous Materials*, 179(1), 926–932. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.03.094>
 154. Leonelli, C., Veronesi, P., Boccaccini, D. N., Rivasi, M. R., Barbieri, L., Andreola, F., ... Pellacani, G. C. (2006). Microwave thermal inertisation of asbestos containing waste and its recycling in traditional ceramics. *Journal of Hazardous Materials*, 135(1), 149–155. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2005.11.035>
 155. Yoshikawa, N., Kashimura, K., Hashiguchi, M., Sato, M., Horikoshi, S., Mitani, T., & Shinohara, N. (2015). Detoxification mechanism of asbestos materials by microwave treatment. *Journal of Hazardous Materials*, 284, 201–206. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.09.030>
 156. Yvon, Y., & Sharrock, P. (2011). Characterization of Thermochemical Inactivation of Asbestos Containing Wastes and Recycling the Mineral Residues in Cement Products. *Waste and Biomass Valorization*, 2(2), 169–181. <https://doi.org/10.1007/s12649-011-9063-9>
 157. Kashimura, K., Yamaguchi, T., Sato, M., Yoneda, S., Kishima, T., Horikoshi, S., ... Shinohara, N. (2015). Rapid Transformation of Asbestos into Harmless Waste by a Microwave Rotary Furnace: Application of Microwave Heating to Rubble Processing of the 2011 Tohoku Earthquake. *Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste*, 19(3), 04014041. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HZ.2153-5515.0000249](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HZ.2153-5515.0000249)
 158. Plescia, P., Gizzi, D., Benedetti, S., Camilucci, L., Fanizza, C., De Simone, P., & Paglietti, F. (2003). Mechanochemical treatment to recycling asbestos-containing waste. *Waste Management*, 23(3), 209–218. [https://doi.org/10.1016/S0956-053X\(02\)00156-3](https://doi.org/10.1016/S0956-053X(02)00156-3)
 159. Colangelo, F., Cioffi, R., Lavorgna, M., Verdolotti, L., & De Stefano, L. (2011). Treatment and recycling of asbestos-cement containing waste. *Journal of Hazardous Materials*, 195, 391–397. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.08.057>
 160. Bolan, S., Kempton, L., McCarthy, T., Wijesekara, H., Piyathilake, U., Jasemizad, T., ... Bolan, N. (2023). Sustainable management of hazardous asbestos-containing materials: Containment, stabilization and inertization. *Science of The*

- Total Environment, 881, 163456.*
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163456>
161. Chan, Y. M., Agamuthu, P., & Mahalingam, R. (2004). Solidification and Stabilization of Asbestos Brake Lining Dust Using Polymeric Resins. *Environmental Engineering Science, 17*(4), 203–213. <https://doi.org/10.1089/10928750050137543>
162. Zaremba, T., Krzakała, A., Piotrowski, J., & Garczorz, D. (2010). Study on the thermal decomposition of chrysotile asbestos. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 101*(2), 479–485. <https://doi.org/10.1007/s10973-010-0819-4>
163. Kusiorowski, R., Zaremba, T., Piotrowski, J., & Podwórny, J. (2015). Utilisation of cement-asbestos wastes by thermal treatment and the potential possibility use of obtained product for the clinker bricks manufacture. *Journal of Materials Science, 50*(20), 6757–6767. <https://doi.org/10.1007/s10853-015-9231-6>
164. Kusiorowski, R., Zaremba, T., Piotrowski, J., & Gerle, A. (2013). Thermal decomposition of asbestos-containing materials. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 113*(1), 179–188. <https://doi.org/10.1007/s10973-013-3038-y>
165. Viani, A., Gualtieri, A. F., Pollastri, S., Rinaudo, C., Croce, A., & Urso, G. (2013). Crystal chemistry of the high temperature product of transformation of cement-asbestos. *Journal of Hazardous Materials, 248–249*, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.12.030>
166. Gualtieri, A. F., Cavenati, C., Zanatto, I., Meloni, M., Elmi, G., & Gualtieri, M. L. (2008). The transformation sequence of cement-asbestos slates up to 1200°C and safe recycling of the reaction product in stoneware tile mixtures. *Journal of Hazardous Materials, 152*(2), 563–570. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.07.037>
167. Gualtieri, A. F., Gualtieri, M. L., & Tonelli, M. (2008). In situ ESEM study of the thermal decomposition of chrysotile asbestos in view of safe recycling of the transformation product. *Journal of Hazardous Materials, 156*(1), 260–266. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.12.016>
168. Gualtieri, A. F., Cavenati, C., Zanatto, I., Meloni, M., Elmi, G., & Gualtieri, M. L. (2008). The transformation sequence of cement-asbestos slates up to 1200°C and safe recycling of the reaction product in stoneware tile mixtures. *Journal of Hazardous Materials, 152*(2), 563–570. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.07.037>
169. Gualtieri, A. F., Giacobbe, C., Sardisco, L., Saraceno, M., Lassinantti Gualtieri, M., Lusvardi, G., ... Zanatto, I. (2011). Recycling of the product of thermal inertization of cement-asbestos for various industrial applications. *Waste Management, 31*(1), 91–100. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.07.006>
170. Gualtieri, A. F., & Tartaglia, A. (2000). Thermal decomposition of asbestos and recycling in traditional ceramics. *Journal of the European Ceramic Society, 20*(9), 1409–1418. [https://doi.org/10.1016/S0955-2219\(99\)00290-3](https://doi.org/10.1016/S0955-2219(99)00290-3)

171. Abruzzese, C., Marabini, A. M., Paglietti, F., & Plescia, P. (1998). Cordiam process: A new treatment for asbestos wastes. *EPD Congress Book*, 563–577.
172. Sugama, T., Sabatini, R., & Petrakis, L. (1998). Decomposition of Chrysotile Asbestos by Fluorosulfonic Acid. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 37(1), 79–88. <https://doi.org/10.1021/ie9702744>
173. Yanagisawa, K., Kozawa, T., Onda, A., Kanazawa, M., Shinohara, J., Takanami, T., & Shiraishi, M. (2009). A novel decomposition technique of friable asbestos by CHClF₂-decomposed acidic gas. *Journal of Hazardous Materials*, 163(2), 593–599. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.07.017>
174. Valouma, A., Verganelaki, A., Maravelaki-Kalaitzaki, P., & Gidarakos, E. (2016). Chrysotile asbestos detoxification with a combined treatment of oxalic acid and silicates producing amorphous silica and biomaterial. *Journal of Hazardous Materials*, 305, 164–170. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.11.036>
175. Teir, S., Revitzer, H., Eloneva, S., Fogelholm, C.-J., & Zevenhoven, R. (2007). Dissolution of natural serpentinite in mineral and organic acids. *International Journal of Mineral Processing*, 83(1), 36–46. <https://doi.org/10.1016/j.minpro.2007.04.001>
176. Rozalen, M., & Huertas, F. J. (2013). Comparative effect of chrysotile leaching in nitric, sulfuric and oxalic acids at room temperature. *Chemical Geology*, 352, 134–142. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2013.06.004>
177. Nam, S.-N., Jeong, S., & Lim, H. (2014). Thermochemical destruction of asbestos-containing roofing slate and the feasibility of using recycled waste sulfuric acid. *Journal of Hazardous Materials*, 265, 151–157. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2013.11.004>
178. Werner, A. J., Hochella, M. F., Guthrie, G. D., Hardy, J. A., Aust, A. E., & Rimstidt, J. D. (1995). Asbestiform riebeckite (crocidolite) dissolution in the presence of Fe chelators: Implications for mineral-induced disease. *American Mineralogist*, 80(11–12), 1093–1103. <https://doi.org/10.2138/am-1995-11-1201>
179. Prandi, L., Tomatis, M., Penazzi, N., & Fubini, B. (2002). Iron Cycling Mechanisms and Related Modifications at the Asbestos Surface. *The Annals of Occupational Hygiene*, 46(suppl_1), 140–143. https://doi.org/10.1093/annhyg/46.suppl_1.140
180. Martino, E., Prandi, L., Fenoglio, I., Bonfante, P., Perotto, S., & Fubini, B. (2003). Soil Fungal Hyphae Bind and Attack Asbestos Fibers. *Angewandte Chemie*, 115(2), 229–232. <https://doi.org/10.1002/ange.200390051>
181. Martin, A. K., Johnson, G. C., McCarthy, D. F., & Filson, R. B. (1992). Attempts to control lichens on asbestos cement roofing. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 30(4), 261–271. [https://doi.org/10.1016/0964-8305\(92\)90032-J](https://doi.org/10.1016/0964-8305(92)90032-J)
182. Daghino, S., Martino, E., Vurro, E., Tomatis, M., Girlanda, M., Fubini, B., & Perotto, S. (2008). Bioweathering of chrysotile by fungi isolated in ophiolitic sites.

- FEMS Microbiology Letters*, 285(2), 242–249. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2008.01239.x>
183. Daghino, S., Turci, F., Tomatis, M., Favier, A., Perotto, S., Douki, T., & Fubini, B. (2006). Soil Fungi Reduce the Iron Content and the DNA Damaging Effects of Asbestos Fibers. *Environmental Science & Technology*, 40(18), 5793–5798. <https://doi.org/10.1021/es060881v>
 184. Favero-Longo, S. E., Turci, F., Tomatis, M., Castelli, D., Bonfante, P., Hochella, M. F., ... Fubini, B. (2005). Chrysotile asbestos is progressively converted into a non-fibrous amorphous material by the chelating action of lichen metabolites. *Journal of Environmental Monitoring*, 7(8), 764–766. <https://doi.org/10.1039/B507569F>
 185. Favero-Longo, S. E., Castelli, D., Fubini, B., & Piervittori, R. (2009). Lichens on asbestos–cement roofs: Bioweathering and biocovering effects. *Journal of Hazardous Materials*, 162(2), 1300–1308. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.06.060>
 186. Bhattacharya, S., John, P. J., & Ledwani, L. (2015). Bacterial Weathering of Asbestos. *Silicon*, 7(4), 419–431. <https://doi.org/10.1007/s12633-014-9260-9>
 187. Spasiano, D., Luongo, V., Petrella, A., Alfè, M., Pirozzi, F., Fratino, U., & Piccinni, A. F. (2017). Preliminary study on the adoption of dark fermentation as pretreatment for a sustainable hydrothermal denaturation of cement-asbestos composites. *Journal of Cleaner Production*, 166, 172–180. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.029>
 188. Picariello, E., Baldantoni, D., & De Nicola, F. (2023). Annual dynamics of indigenous microbial communities of forest soils after severe PAH contamination. *Applied Soil Ecology*, 186, 104812. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.104812>
 189. Sun, C., Xiao, J., Bai, L., Bai, J., Liu, J., Geng, L., & Zhang, Y. (2023). Defined and natural PAH contaminations shift PAH-degrading bacterial community in rhizosphere of ornamental plant species *Echinacea purpurea* L. *Environmental Technology & Innovation*, 31, 103189. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103189>
 190. Zakrzewska, M. (2015). Bioremediacja, czyli jak oczyścić grunty z zanieczyszczeń ropopochodnych. Retrieved from <https://sozosfera.pl/nauka-i-srodowisko/bioremediacja-czyli-jak-oczyscic-grunty-z-zanieczyszczen-ropopochodnych/>
 191. Zoller, U., & Rubin, H. (2001). FEASIBILITY OF IN SITU NAPL-CONTAMINATED AQUIFER BIOREMEDIATION BY BIODEGRADABLE NUTRIENT–SURFACTANT MIX. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 36(8), 1451–1471. <https://doi.org/10.1081/ESE-100105724>
 192. Ocena składu zanieczyszczeń gleb skażonych TPH i WWA pod kątem opracowania technologii ich bioremediacji. (2017). INiG – PIB Kraków, ul. Lubicz 25A, Poland.

193. Ukiwe, L. N., Egereonu, U. U., Njoku, P. C., Nwoko, C. I. A., & Allinor, J. I. (2013). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Degradation Techniques: A Review. *International Journal of Chemistry*, 5(4), p43. <https://doi.org/10.5539/ijc.v5n4p43>
194. Olszanowski, A., Sozański, M., Urbaniak, A., & Voelkel, A. (2001). *Remediacja i bioremediacja zanieczyszczonych wód i gruntów oraz wykorzystanie modelowania i technik informatycznych w inżynierii środowiska*. Wydaw. Politechniki Poznańskiej.
195. Mulligan, C. N., & Yong, R. N. (2004). Natural attenuation of contaminated soils. *Environment International*, 30(4), 587–601. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2003.11.001>
196. Zafra, G., Absalón, Á. E., Anducho-Reyes, M. Á., Fernandez, F. J., & Cortés-Espinosa, D. V. (2017). Construction of PAH-degrading mixed microbial consortia by induced selection in soil. *Chemosphere*, 172, 120–126. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.12.038>
197. Grobelak, A., Kacprzak, M., & Fijałkowski, K. (2010). Fitoremediacja - niedoceniony potencjał roślin w oczyszczaniu środowiska, *R.14*(6), 276–280.
198. Kluk, D. & Steliga, T. (2016). Ocena zmian toksyczności gleby skażonej niklem i substancjami ropopochodnymi w procesach fitoremediacji, *R. 72*(4), 230–241.
199. Ambaye, T. G., Chebbi, A., Formicola, F., Prasad, S., Gomez, F. H., Franzetti, A., & Vaccari, M. (2022). Remediation of soil polluted with petroleum hydrocarbons and its reuse for agriculture: Recent progress, challenges, and perspectives. *Chemosphere*, 293, 133572. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133572>
200. Lv, Y., Bao, J., & Zhu, L. (2022). A comprehensive review of recent and perspective technologies and challenges for the remediation of oil-contaminated sites. *Energy Reports*, 8, 7976–7988. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.06.034>
201. Kuppusamy, S., Maddela, N. R., Megharaj, M., & Venkateswarlu, K. (2020). Approaches for Remediation of Sites Contaminated with Total Petroleum Hydrocarbons. In S. Kuppusamy, N. R. Maddela, M. Megharaj, & K. Venkateswarlu (Eds.), *Total Petroleum Hydrocarbons: Environmental Fate, Toxicity, and Remediation* (pp. 167–205). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24035-6_7
202. Ossai, I. C., Ahmed, A., Hassan, A., & Hamid, F. S. (2020). Remediation of soil and water contaminated with petroleum hydrocarbon: A review. *Environmental Technology & Innovation*, 17, 100526. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2019.100526>
203. Ribeiro, H., Mucha, A. P., Almeida, C. M. R., & Bordalo, A. A. (2014). Potential of phytoremediation for the removal of petroleum hydrocarbons in contaminated salt marsh sediments. *Journal of Environmental Management*, 137, 10–15. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.01.047>

204. Yousaf, U., Ali Khan, A. H., Farooqi, A., Muhammad, Y. S., Barros, R., Tamayo-Ramos, J. A., ... Yousaf, S. (2022). Interactive effect of biochar and compost with Poaceae and Fabaceae plants on remediation of total petroleum hydrocarbons in crude oil contaminated soil. *Chemosphere*, 286, 131782. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131782>
205. Tang, K. H. D., & Angela, J. (2019). Phytoremediation of crude oil-contaminated soil with local plant species. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 495(1), 012054. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/495/1/012054>
206. Eze, M. O., Thiel, V., Hose, G. C., George, S. C., & Daniel, R. (2022). Enhancing rhizoremediation of petroleum hydrocarbons through bioaugmentation with a plant growth-promoting bacterial consortium. *Chemosphere*, 289, 133143. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133143>
207. Zhang, J.-H., Xue, Q.-H., Gao, H., Ma, X., & Wang, P. (2016). Degradation of crude oil by fungal enzyme preparations from *Aspergillus* spp. for potential use in enhanced oil recovery. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 91(4), 865–875. <https://doi.org/10.1002/jctb.4650>
208. Passarini, M. R. Z., Rodrigues, M. V. N., da Silva, M., & Sette, L. D. (2011). Marine-derived filamentous fungi and their potential application for polycyclic aromatic hydrocarbon bioremediation. *Marine Pollution Bulletin*, 62(2), 364–370. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.10.003>
209. Al-Hawash, A. B., Alkooranee, J. T., Abbood, H. A., Zhang, J., Sun, J., Zhang, X., & Ma, F. (2018). Isolation and characterization of two crude oil-degrading fungi strains from Rumaila oil field, Iraq. *Biotechnology Reports*, 17, 104–109. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2017.12.006>
210. Al-Hawash, A. B., Zhang, X., & Ma, F. (2019). Removal and biodegradation of different petroleum hydrocarbons using the filamentous fungus *Aspergillus* sp. RFC-1. *MicrobiologyOpen*, 8(1), e00619. <https://doi.org/10.1002/mbo3.619>
211. Varjani, S. J., Rana, D. P., Jain, A. K., Bateja, S., & Upasani, V. N. (2015). Synergistic ex-situ biodegradation of crude oil by halotolerant bacterial consortium of indigenous strains isolated from on shore sites of Gujarat, India. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 103, 116–124. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.03.030>
212. Adams, G., Tawari-Fufeyin, P., Okoro, S., & Ehinomen, I. (2015). Bioremediation, Biostimulation and Bioaugmentation: A Review. *International Journal of Environmental Bioremediation and Biodegradation*, 3, 28–39. <https://doi.org/10.12691/ijebb-3-1-5>
213. Ruley, J. A., Tumuhairwe, J. B., Amoding, A., Westengen, O. T., & Vinje, H. (2020). Rhizobacteria Communities of Phytoremediation Plant Species in Petroleum Hydrocarbon Contaminated Soil of the Sudd Ecosystem, South Sudan. *International Journal of Microbiology*, 2020, e6639118. <https://doi.org/10.1155/2020/6639118>

214. Alsayegh, S. Y., Al-Ghouti, M. A., & Zouari, N. (2021). Study of bacterial interactions in reconstituted hydrocarbon-degrading bacterial consortia from a local collection, for the bioremediation of weathered oily-soils. *Biotechnology Reports*, 29, e00598. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2021.e00598>
215. Różańska, B., Sobczyk, M., & Antoniak, M. (2011). Infrastruktura komunalna w 2010 r.; Informacje i Opracowania Statystyczne: Główny Urząd Statystyczny.
216. Rosik-Dulewska, C. (2015). *Podstawy gospodarki odpadami*. PWN.
217. Pawluk, K., Lendo-Siwicka, M., & Wrzesiński, G. (2017). Technologie wykonania przepuszczalnych barier reaktywnych. *ACTA SCIENTIARUM POLONORUM - Architectura Budownictwo*, 16(2), 91–99. <https://doi.org/10.22630/ASPA.2017.16.2.12>
218. Koda, E. & Stępień, M. (2001). Zastosowanie pionowych przesłon przeciwfiltracyjnych wokół składowisk odpadów.
219. Pawluk, K. (2015). Charakterystyka właściwości mechanicznych wybranych materiałów reaktywnych, 14(3), 57–66.
220. Fronczyk, J. (2006). Przepuszczalne bariery sorpcyjne - właściwości materiału aktywnego, 15(1), 85–94.
221. Pawluk, K. (2011). Konstrukcje inżynierskie wspomagające procesy oczyszczania środowiska gruntowo-wodnego, (53), 258–271.
222. Suponik, T., & Lutyński, M. (2013). IN-SITU TREATMENT OF GROUNDWATER CONTAMINATED WITH UNDERGROUND COAL GASIFICATION PRODUCTS / OCZYSZCZANIE IN-SITU WÓD PODZIEMNYCH ZANIECZYSZCZONYCH PRZEZ PRODUKTY PODZIEMNEGO ZGAZOWANIA WĘGLA. *Archives of Mining Sciences*, 58(4), 1263–1278. <https://doi.org/10.2478/amsc-2013-0087>
223. Zawierucha, I. & Malina, G. (2014). Zastosowanie zeolitu do usuwania jonów metali śladowych z wody w technologii przepuszczalnych barier aktywnych, 36(1).
224. Budania, R., & Dangayach, S. (2023). A comprehensive review on permeable reactive barrier for the remediation of groundwater contamination. *Journal of Environmental Management*, 332, 117343. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117343>
225. Sakr, M., El Agamawi, H., Klammler, H., & Mohamed, M. M. (2023). A review on the use of permeable reactive barriers as an effective technique for groundwater remediation. *Groundwater for Sustainable Development*, 21, 100914. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2023.100914>
226. Sanchez-Ramos, D., López-Bellido Garrido, F. J., Acosta Hernández, I., Rodríguez Romero, L., Villaseñor Camacho, J., & Fernández-Morales, F. J. (2023). Sustainable use of wastes as reactive material in permeable reactive barrier for remediation of acid mine drainage: Batch and continuous studies. *Journal of Environmental Management*, 345, 118765. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118765>

227. Zhang, X., Chen, Y., Tang, J., & Zhang, A. (2023). Removal of refractory organic matter from landfill-contaminated groundwater by a permeable reactive barrier coupled with an Fe⁰/PMS advanced oxidation system. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(6), 111326. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.111326>
228. Ciampi, P., Esposito, C., Bartsch, E., Alesi, E. J., & Petrangeli Papini, M. (2023). Pump-and-treat (P&T) vs groundwater circulation wells (GCW): Which approach delivers more sustainable and effective groundwater remediation? *Environmental Research*, 234, 116538. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116538>
229. Duszyńska, A. (2010). Co warto wiedzieć o geosyntetykach?, (2).
230. Cholewa, M. & Job, R. (2011). Wytrzymałość na przebicie geosyntetycznych przesłon uszczelniających, 35(2).
231. Stępień, S., Jędryszek, M., & Koda, E. (2012). Ocena zmian przepuszczalności geowłókniny zastosowanej jako fi ltr w systemie ujęcia odcieków ze składowiska odpadów komunalnych, (57), 159–170.
232. Koda, E., Miszkowska, A., Sieczka, A., & Fołtyn, P. (2016). ZŁOŻONY SYSTEM UJĘCIA ODCIEKÓW ZE STAREGO SKŁADOWISKA ODPADÓW JAKO ELEMENT BEZPIECZEŃSTWA GEOTECHNICZNEGO. *Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture*. <https://doi.org/10.7862/rb.2016.62>
233. Wojtasik, D. (2006). Zmienność współczynników filtracji piasku gliniastego i geowłókniny w procesie długotrwałego przepływu, 5(2), 55–63.
234. Dz. U. z 2023 r. poz.1587, 1597. (2012, December 14). Ustawa o odpadach.
235. Wielgosiński, Grzegorz. (2013). Technologie oczyszczania spalin w spalarniach odpadów - i nie tylko, (1(32)).
236. Mikuła, Janusz & Łach, Michał. (2018). Zagospodarowanie odpadów poprocesowych z termicznego przekształcania odpadów komunalnych, (4 (64)).
237. Martysz, Gabriel & Węgliński, Szymon. (2021). Laboratoryjne badania żużla ze spalania odpadów komunalnych dla zastosowań w budownictwie drogowym, (11–12), 77–80.
238. Mierzwiński, D., Łach, M., & Mikuła, J. (2017). ALKALINE TREATMENT AND IMMOBILIZATION OF SECONDARY WASTE FROM WASTE INCINERATION. *Inżynieria Ekologiczna*, 18(2), 102–108. <https://doi.org/10.12912/23920629/68329>
239. M. Fengler. (2012). Stabilizacja i zestalanie (imobilizacja) odpadów niebezpiecznych ze spalarni odpadów komunalnych w technologii „Geodur”, 11–12, 38–44.
240. Dz. U. 2016 poz. 108. (2016). Rozporządzeniu Ministra Rozwoju z dnia 21 stycznia 2016 r. w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów oraz sposobów postępowania z odpadami powstałymi w wyniku tego procesu, Dz. U. 2016 poz. 108.
241. Neuwahl, Frederik, Cusano, Gianluca, Gómez Benavides, Jorge, Holbrook, Simon, & Roudier, Serge. (2019). Dokument referencyjny dotyczący najlepszych

- dostępnych technik (BAT) w zakresie spalania odpadów. Dyrektywa w sprawie emisji przemysłowych 2010/75/UE (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola). Urząd Publikacji Unii Europejskiej.
242. Wielgosinski, G. & Czerwińska, Justyna. (2019). Spalarnie odpadów komunalnych w Polsce, *4*(69).
 243. Kępys, W., & Jaszczura, K. (2020). Waste Thermal Treatment Installations in Poland. *Inżynieria Mineralna*, *1*(1). <https://doi.org/10.29227/IM-2020-01-07>
 244. *Materiały ze strony internetowej Ekospalarni w Krakowie*, <https://khk.krakow.pl/pl/ekospalarnia/>. (2023). Retrieved from <https://khk.krakow.pl/pl/ekospalarnia/>
 245. Dziejic, D., & Wrona, K. (2021). Logistyczny system gospodarowania odpadami na przykładzie Ekospalarni w Krakowie. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, *(4(994))*, 85–103. <https://doi.org/10.15678/ZNUEK.2021.0994.0405>
 246. Klein, Marek, Kluska, Jacek, Misiuk, Sebastian, & Kardaś, Dariusz. (2011). Przebieg i produkty procesu pirolizy wybranych tworzyw sztucznych w reaktorze ciśnieniowym, *50*(5), 54–55.
 247. Siekierski, M., Majewska, K., & Podsiadło, S. (2021). Gospodarka odpadami Termiczne przekształcanie odpadów – spalarnie i współspalarnie. *MAZOWSZE Studia Regionalne*, *38*(38), 29–50. <https://doi.org/10.21858/msr.38.02>
 248. Biernat, Krzysztof, Dziołak, Paulina Luiza, & Samson-Bręk. (2011). Technologie energetycznego wykorzystania odpadów, *9*(2).
 249. Aggelopoulos, C. A. (2022). Recent advances of cold plasma technology for water and soil remediation: A critical review. *Chemical Engineering Journal*, *428*, 131657. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.131657>
 250. Cai, X., & Du, C. (2021). Thermal Plasma Treatment of Medical Waste. *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, *41*(1), 1–46. <https://doi.org/10.1007/s11090-020-10119-6>
 251. Sikarwar, V. S., Hrabovský, M., Van Oost, G., Pohořelý, M., & Jeremiáš, M. (2020). Progress in waste utilization via thermal plasma. *Progress in Energy and Combustion Science*, *81*, 100873. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2020.100873>
 252. Lewandowski, Dariusz, Szałatkiewicz, Jakub, & Bogacka, Magdalena. (2021). Plazmowe technologie w zagospodarowaniu odpadów przemysłowych i komunalnych. In *Współczesne Problemy Ochrony Środowiska i Energetyki*. Katedra Technologii i Urządzeń Zagospodarowania Odpadów, Politechnika Śląska.
 253. Okraszewska, E. (2017). Gospodarka paliwowo-energetyczna w kontekście wykorzystania odpadów do produkcji zielonej energii. *Gospodarka w Praktyce i Teorii*, *49*(4). <https://doi.org/10.18778/1429-3730.49.03>
 254. Wysocki, Zygmunt. (2010). Unieszkodliwianie odpadów niebezpiecznych metodą quasi-pirolizy, *1*, 72–74.
 255. Zimmels, Y., Kirzhner, F., Lux, K.-H., & Zeller, T. (2006). Underground disposal of hazardous waste in Israel – Design principles and conceptual approach.

- Tunnelling and Underground Space Technology*, 21(1), 68–78. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2005.04.002>
256. Benardos, A. G., & Kaliampakos, D. C. (2006). Design of an underground hazardous waste repository in Greece. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 21(3–4), 341. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2005.12.053>
257. Rempe, N. T. (2007). Permanent underground repositories for radioactive waste. *Progress in Nuclear Energy*, 49(5), 365–374. <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2007.04.002>
258. Akgün, H., Koçkar, M. K., & Aktürk, Ö. (2006). Evaluation of a compacted bentonite/sand seal for underground waste repository isolation. *Environmental Geology*, 50(3), 331–337. <https://doi.org/10.1007/s00254-006-0212-6>
259. Zhang, X., Yin, H., Yu, W., Lei, Z., & Qu, J. (2023). Numerical Study of Gas Breakthrough in Preferential Rocks for Underground Nuclear Waste Repositories. *Minerals*, 13(3), 393. <https://doi.org/10.3390/min13030393>
260. Marty, N. C. M., Fritz, B., Clément, A., & Michau, N. (2010). Modelling the long term alteration of the engineered bentonite barrier in an underground radioactive waste repository. *Applied Clay Science*, 47(1–2), 82–90. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2008.10.002>
261. Baek, S.-H., Kim, S.-S., Kwon, J.-S., & Um, E. S. (2017). Ground penetrating radar for fracture mapping in underground hazardous waste disposal sites: A case study from an underground research tunnel, South Korea. *Journal of Applied Geophysics*, 141, 24–33. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2017.03.017>
262. Chapman, N., & Hooper, A. (2012). The disposal of radioactive wastes underground. *Proceedings of the Geologists' Association*, 123(1), 46–63. <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2011.10.001>
263. Zhang, S., Feng, Y., Li, B., Deng, J., Geng, T., & Zhang, J. (2022). Fracture development during disposal of hazardous drilling cuttings by deep underground injection: A review. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 14(5), 1652–1670. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2022.05.001>
264. Langer, M., & Heusermann, S. (2001). Geomechanical stability and integrity of waste disposal mines in salt structures. *Engineering Geology*, 61(2–3), 155–161. [https://doi.org/10.1016/S0013-7952\(01\)00049-7](https://doi.org/10.1016/S0013-7952(01)00049-7)
265. Guo, C., Wang, X., Li, C., Zhang, K., & Cai, Z. (2020). The application of the yield approach to study slurry migration in drill cuttings waste underground disposal. *Journal of Cleaner Production*, 254, 120144. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120144>
266. Popov, V. & V. Popov. (n.d.). *Disposal of Hazardous Waste in Underground Mines*.
267. Shi, C., & Fernández-Jiménez, A. (2006). Stabilization/solidification of hazardous and radioactive wastes with alkali-activated cements. *Journal of Hazardous Materials*, 137(3), 1656–1663. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.05.008>
268. Lim, S.-H., Lee, S.-H., Song, J.-S., & Kim, K.-H. (2023). Solidification of radioactive soil waste through volume reduction and stabilization: Characteristic

- evaluation and waste acceptance criteria satisfaction. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 10, 100324. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100324>
269. Wei, X., Xie, F., Dong, C., Wang, P., Xu, J., Yan, F., & Zhang, Z. (2022). Safe disposal of hazardous waste incineration fly ash: Stabilization/solidification of heavy metals and removal of soluble salts. *Journal of Environmental Management*, 324, 116246. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116246>
270. Shen, D., Bao, Q., Qiu, J., Gu, F., Wu, Z., Wu, M., ... Long, Y. (2022). Effect of calcium oxide on chromium solidification during the melting of hazardous waste incineration fly ash. *Journal of Environmental Management*, 317, 115475. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115475>
271. Vaidya, R., Kodam, K., Ghole, V., & Surya Mohan Rao, K. (2010). Validation of an in situ solidification/stabilization technique for hazardous barium and cyanide waste for safe disposal into a secured landfill. *Journal of Environmental Management*, 91(9), 1821–1830. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.04.002>
272. Malviya, R., & Chaudhary, R. (2006). Factors affecting hazardous waste solidification/stabilization: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 137(1), 267–276. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.01.065>
273. Liu, C., Zhang, D., Shao, H., Lu, Y., Xu, S., Li, X., & Mao, L. (2023). Volatilization characteristic and solidification of Pb, Zn, Cd and as during cement kiln co-processing of solid waste. *Construction and Building Materials*, 406, 133410. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133410>
274. Zhang, Z., Zhao, C., Rao, Y., Yu, C., Luo, Z., Zhao, H., ... Wang, Q. (2023). Solidification/stabilization and risk assessment of heavy metals in municipal solid waste incineration fly ash: A review. *Science of The Total Environment*, 892, 164451. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164451>
275. Wang, Y., Li, R., & Qiao, J. (2023). Solidification of heavy metals in municipal solid waste incineration washed fly ash by asphalt mixture. *Chemosphere*, 343, 140281. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.140281>
276. Hossain, Md. U., Wang, L., Chen, L., Tsang, D. C. W., Ng, S. T., Poon, C. S., & Mechtcherine, V. (2020). Evaluating the environmental impacts of stabilization and solidification technologies for managing hazardous wastes through life cycle assessment: A case study of Hong Kong. *Environment International*, 145, 106139. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106139>
277. Hodul, J., Dohnáľková, B., & Drochytka, R. (2015). Solidification of Hazardous Waste with the Aim of Material Utilization of Solidification Products. *Procedia Engineering*, 108, 639–646. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.06.193>

7.3 wykazu map, rycin, rysunków, wykresów, tabel, itp.

Rysunki:

- Rysunek 2.1.** Plan składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych.
- Rysunek 2.2.** Pomiar kontrolny (sytuacyjno-wysokościowy) składowiska położonego w Zgierzu przy ulicy Miroszewskiej z 2004 roku.
- Rysunek 2.3.** Mapa sytuacyjno-wysokościowa składowiska położonego w Zgierzu przy ulicy Miroszewskiej z 2004 roku.
- Rysunek 2.4.** Oś czasowa obowiązywania aktów prawnych dotyczących rekultywacji składowisk oraz wykorzystania odpadów poza instalacjami i urządzeniami.
- Rysunek 2.5.** Miejsce magazynowania odpadów niebezpiecznych i przeznaczonych do odzysku.
- Rysunek 2.6** Struktura chemiczna alfa-aminoantrachinonu.
- Rysunek 3.1.** Plan zagospodarowania przestrzennego.
- Rysunek 3.2.** Legenda do Planu zagospodarowania przestrzennego.
- Rysunek 3.3.** Plan i legenda do Planu zagospodarowania przestrzennego.
- Tabela 3.4.** Wykaz dokumentacji potrzebnej do wydania decyzji w sprawie poprawy stanu środowiska na wielkoobszarowym terenie zdegradowanym
- Rysunek 4.1.** Wyniki przewodności elektrolitycznej w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane z WIOŚ z lat 2016-2019 (wykres górny). Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z 11 października 2019 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (dla poszczególnych kwartałów) (wykres dolny).
- Rysunek 4.2.** Wyniki pH wody z piezometrów. Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla I - III klasy wg rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z 11 października 2019 roku w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych, dla poszczególnych kwartałów.
- Rysunek 4.3.** Wyniki chemicznego zapotrzebowania na tlen (ChZT) wody z piezometrów. Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku, dla poszczególnych kwartałów.
- Rysunek 4.4.** Wyniki ogólnego węgla organicznego (OWO) w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane z WIOŚ z lat 2016-2019 (wykres górny); Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia 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. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów (wykres dolny).
- Rysunek 4.5.** Zawartość chlorków w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane z WIOŚ z lat 2016-2019 (wykres górny); Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz

z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia 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. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów (wykres dolny).

Rysunek 4.6. Zawartość siarczanów w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane z WIOŚ z lat 2016-2019 (wykres górny); Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia 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. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów (wykres dolny).

Rysunek 4.7. Zawartość azotanów w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia 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. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.

Rysunek 4.8. Zawartość fosforanów w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia 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. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.

Rysunek 4.9. Zawartość chromu w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia 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. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.

Rysunek 4.10. Zawartość cynku w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia 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. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.

Rysunek 4.11. Zawartość kadmu w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia 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. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.

Rysunek 4.12. Zawartość kobaltu w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia 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. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.

Rysunek 4.13. Zawartość miedzi w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia 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. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.

Rysunek 4.14. Zawartość niklu w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia 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. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.

Rysunek 4.15. Zawartość ołowiu w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia 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. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.

Rysunek 4.16. Zawartość rtęci w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia 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. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.

Rysunek 4.17. Zawartość fenoli lotnych (indeks fenolowy) w wodach z piezometrów: Wyniki pozyskane od WIOŚ w Łodzi w latach 2021-2022 oraz wyniki uzyskane przez zespół Ł-ŁIT w III kwartale 2023 roku wraz z wartościami granicznymi dla IV klasy wg rozporządzenia 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. 2019, poz. 2148), dla poszczególnych kwartałów.

Rysunek 4.18. Zawartość BZT5 w wodach z piezometrów S2-S9 w III kwartale 2023 roku.

Rysunek 4.19. Mapa Zgierza.

Rysunek 4.20. Budowa geologiczna rejonu Zgierza.

Rysunek 4.21. Budowa geologiczna rejonu Zgierza.

Rysunek 4.22. Mapa wskazująca położenie wielkoobszarowych terenów zdegradowanych względem zlewni jednolitych części wód powierzchniowych.

https://wody.isok.gov.pl/imap_kzgw/?gpmap=gpPGW

Rysunek 4.23. Mapa wskazująca położenie wielkoobszarowych terenów zdegradowanych względem zlewni jednolitych części wód podziemnych.

Rysunek 4.24. Prawdopodobne produkty redukcji barwników azowych zdeponowanych na miejscu gromadzenia historycznych odpadów („Składowisko Za Bzurą”).

Rysunek 5.1. Udział procentowy poszczególnych metod termicznego przekształcania odpadów komunalnych, niebezpiecznych oraz ich mieszanin w wyszukanych patentach (opracowanie własne na podst. <https://worldwide.espacenet.com>).

Rysunek 5.2. Przebieg procesu technologicznego z użyciem linii technologicznej Aton.

Rysunek 5.3. Zbiornik – instalacja do unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych stałych.

Rysunek 5.4. Zbiornik – instalacja do unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych płynnych.

Rysunek 5.5. Ogólne założenia technologii rekultywacji składowiska gipsów i popiołów zaproponowanej w projekcie pt. „Projekt zamknięcia i rekultywacji osadników ZPB „Boruta” w Zgierzu”.

Rysunek 5.6. Etapy działań prowadzących do poprawy stanu środowiska na wielkoobszarowym terenie zdegradowanym.

Fotografie:

Fot. 2.1. Zdjęcia składowiska przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu z 1978 r. z Geoportal <https://mapy.geoportal.gov.pl>.

Fot. 2.2. Zdjęcia składowiska przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu z 1996 r. z Geoportal <https://mapy.geoportal.gov.pl>.

Fot. 2.3. Zdjęcia składowiska przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu z 2012 r. z Geoportal <https://mapy.geoportal.gov.pl>.

Fot. 2.4. Zdjęcia składowiska przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu z 2023 r. z Geoportal <https://mapy.geoportal.gov.pl>.

Fot. 3.1. Obszar składowiska gipsów i popiołów oraz odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu (Obszar 1 i 2).

Fot. 3.2. Bramy wjazdowe (lewe zdjęcie) oraz znajdująca się między nimi tablica informacyjna (prawe zdjęcie) na teren składowiska gipsów i popiołów i odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych, od strony ulicy Miroszewskiej.

Fot. 3.3. Ogrodzenie terenu firmy „Wodociągi i Kanalizacja – Zgierz Sp. z o.o.” sąsiadującego z północną stroną Obszaru 2 składowiska gipsów i popiołów oraz składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych.

Fot. 3.4. Przykładowe zdjęcia tablicy informującej o składowisku odpadów niebezpiecznych.

Fot. 3.5. Obszar składowiska gipsów i popiołów oraz składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (obszar 1 i 2) - widok z drona (zdjęcie górne) oraz ukształtowanie terenu składowiska gipsów i popiołów oraz składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (na podstawie mapy.geoportal.gov.pl) (zdjęcie dolne).

Fot. 3.6. Obszar składowiska gipsów i popiołów, oraz składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (obszar 1) przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu – wycinek mapy z <https://mapy.geoportal.gov.pl>.

Fot. 3.7. Widok z drona na składowisko gipsów i popiołów (części 1A, 1B i 1C).

Fot. 3.8. Prostokątne doły nieznanego przeznaczenia znajdujące się wzdłuż drogi dojazdowej do składowiska gipsów i popiołów (zdjęcie po lewej) oraz pozostałości po ogrodzeniu terenu składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (kwatery I i planowana kwatera II) (zdjęcie po prawej).

Fot. 3.9. Lokalizacja pozostałości po ogrodzeniu (żółty) oraz prostokątnych dołów nieznanego przeznaczenia (czerwony).

Fot. 3.10. Pozostałości linii odprowadzającej odpady z dawnych zakładów ZPB „Boruta” na składowisko gipsów i popiołów przy ulicy Miroszewskiej.

Fot. 3.11. Prawdopodobna lokalizacja linii transportującej gipsy i popioły z dawnych zakładów ZPB „Boruta” na składowisko przy ul. Miroszewskiej (z wykorzystaniem mapy <https://www.google.pl/maps/>).

Fot. 3.12. Widoczne popioły na składowisku gipsów i popiołów od strony ulicy Miroszewskiej (okolice linii transportującej odpady na składowisko, część 1A).

Fot. 3.13. Roślinność na składowisku gipsów i popiołów (hałda od strony ulicy Miroszewskiej, część 1A).

Fot. 3.14. Roślinność na hałdzie gipsów i popiołów (oznaczona jako A na Fot. 3.19).

Fot. 3.15. Zużyte maski gazowe (zdz. z lewej) na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym odpadów niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu i buty porośnięte mchem (zdz. z prawej) na terenie pasa ochronnego niedaleko ulicy Miroszewskiej.

Fot. 3.16. Skarpa hałdy odpadów na składowisku gipsów i popiołów (oznaczona jako B na Fot. 3.19).

Fot. 3.17. Skarpa hałdy odpadów na składowisku gipsów i popiołów (oznaczona jako C na rysunku Fot. 3.19) z 2023 r (zdjęcie górne) i 2015 roku (zdjęcie dolne).

Fot. 3.18. Skarpa hałdy odpadów na składowisku gipsów i popiołów z widocznymi poprodukcyjnymi odpadami włókienniczymi (oznaczona jako C na Fot. 3.19) z 2023 r. (zdjęcie górne) i 2015 roku (zdjęcie dolne).

Fot. 3.19. Składowisko gipsów i popiołów oraz odpadów poprodukcyjnych, w tym odpadów niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej w Zgierzu z lokalizacją miejsc, w których wykonano zdjęcia: Fot. 3.14, Fot. 3.16, Fot. 3.17, Fot. 3.18.

Fot. 3.20 Skupiska płyt eternitowych na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (kwatery I) przy ul. Miroszewskiej (widok z góry, z drona).

Fot. 3.21. Skupiska płyt eternitowych na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (kwatery I) przy ul. Miroszewskiej (widok z boku, z drona).

Fot. 3.22. Tłące się odpady na składowisku gipsów i popiołów (zdj. z lewej) oraz lokalizacja wypalonych kraterów (czerwony) i krateru dymiącego podczas wizji lokalnej (żółty) (zdj. z prawej).

Fot. 3.23. Odcieki u podnóża składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (kwatery I), na terenie planowanej kwatery II (na północ od kwatery I).

Fot. 3.24. Odcieki u podnóża kwatery I (zdjęcie po lewej) oraz rów opaskowy (zdjęcie po prawej) składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej.

Fot. 3.25. Stojąca woda deszczowa na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych – kwatery I (zdjęcie z lewej) oraz wyschnięta zastoina wodna nieznajdująca się na przebiegu spływu wód podziemnych (zdjęcie z prawej – okolice piezometru S5, tuż przy ulicy Miroszewskiej).

Fot. 3.26. Lokalizacja piezometrów na składowisku odpadów przy ulicy Miroszewskiej oraz kierunek spływu wód podziemnych (przy wykorzystaniu wycinka mapy z Google Maps).

Fot. 3.27. Zdjęcia piezometru S9 (lewe zdjęcie) i S1 (prawe zdjęcie).

Fot. 3.28. Panorama na część 1B składowiska gipsów i popiołów.

Fot. 3.29. Pas ochronny porośnięty drzewami w okolicach piezometru S9 z powalonymi drzewami i gałęziami; oraz omszony, zabagniony teren przy drodze dojazdowej do kwatery I składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (obszar 1 i 2).

Fot. 3.30. Widok na część 1C składowiska gipsów i popiołów – stepowy krajobraz z widocznym w oddali otoczeniem drzew z przewagą brzoź, obserwowaną sarną oraz dymem z zapadliska.

Fot. 3.31. Hydrant znajdujący się na składowisku gipsów i popiołów oraz odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej, tuż przy drodze betonowej prowadzącej do składowiska odpadów niebezpiecznych oraz słup, na którym znajduje się reflektor i nieczynna kamera (lokalizacja na Fot. 3.34).

Fot. 3.32. Słup z reflektorami i nieczynną kamerą przemysłową usytuowany obok hydrantu, w okolicy składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (lokalizacja na Fot. 3.34).

Fot. 3.33. Studzienka zlokalizowana niedaleko składowiska odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych (lokalizacja na Fot. 3.34).

Fot. 3.34. Lokalizacja kamery monitoringu, hydrantu i studzienki (zdjęcie z drona).

Fot. 3.35. Teren składowiska odpadów przemysłowych, w tym niebezpiecznych przy ul. Miroszewskiej (kwatery I)

Fot. 3.36. Roślinność na terenie kwatery I składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych.

Fot. 3.37. Zdjęcia z drona wierzchniej skarpy składowiska gipsów i popiołów.

Fot. 3.38. Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) (widok z góry, z drona).

Fot. 3.39. Obszar miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) w Zgierzu (Obszar 3).

Fot. 3.40. Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) od strony rzeki Bzury (składowisko po lewej stronie zdjęcia).

Fot. 3.41. Ukształtowanie terenu w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) (zdjęcie z mapy.geoportal.gov.pl).

Fot. 3.42. Mostek nad rzeką Bzurą prawdopodobnie stanowiący w przeszłości dojazd do miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”) bezpośrednio od strony zakładu.

Fot. 3.43. Liczne nielegalnie deponowane nowe odpady komunalne w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”).

Fot. 3.44. Lokalizacja „nowych” odpadów (żółty) oraz ściętych drzew (czerwony) w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”) (z wykorzystaniem mapy.geoportal.gov.pl).

Fot. 3.45. Suche i stare zapadliska w miejscu gromadzenia historycznych odpadów („Składowisko Za Bzurą”) na szczycie północnej skarpy.

Fot. 3.46. Zabarwiona na fioletowo gleba na skarpie od strony rzeki Bzury w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”) (lokalizacja A na Fot. 3.49).

Fot. 3.47. Odciek ze skarpy od strony rzeki Bzury z „zawilgoceniem” gleby prawdopodobnie związkami ropopochodnymi (lokalizacja B na Fot. 3.49).

Fot. 3.48. Podmyta skarpa od strony rzeki Bzury (lokalizacja C na Fot. 3.49).

Fot. 3.49. Lokalizacja zabarwionej gleby (z Fot. 44), odcieków i podmytej skarpy w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowiska Za Bzurą”).

Fot. 3.50. Roślinność na skarpie w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”) (od strony północnej).

Fot. 3.51. Roślinność w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”) (zdjęcie po lewej) oraz uszkodzone, spróchniałe drzewa w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”) (zdjęcie po prawej).

Fot. 3.52. Powalone przez bobry drzewa między Bzurą a obszarem wzniesienia składowiska.

Fot. 3.53. Pozostałość ogrodzenia od strony północnej w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (na „Składowisku Za Bzurą”).

Fot. 3.54. Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowisko Za Bzurą”).

Fot. 4.1. Lokalizacja piezometrów na składowisku odpadów przy ulicy Miroszewskiej oraz kierunek spływu wód podziemnych (przy wykorzystaniu wycinka mapy z Google Maps).

Fot. 4.2. Próbkki wody pobrane z piezometrów dnia 20 września 2023 r.

Fot. 4.3. Lokalizacja poboru próbek z odcieków na terenie składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych (kwatery I i planowana kwatery II).

Fot. 4.4. Lokalizacja poboru próbek gleby ze składowiska gipsów i popiołów, składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych.

Fot. 4.5. Wyciągi wodne próbek gruntu pobranych ze składowiska gipsów i popiołów oraz składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych.

Fot. 4.6. Mapa kondycji zdrowotnej drzew (zdjęcie górne) i roślinności zielnej (zdjęcie dolne) na terenie składowiska gipsów i popiołów i odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych wykonana przez MGGPAERO [2].

Fot. 4.7. Mapa stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów oraz obszaru ich oddziaływania pod względem stężenia rtęci w wierzbach wykonana przez MGGPAERO w 2022 r. [2].

Fot. 4.8. Mapa obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów oraz obszaru ich oddziaływania wykonana na podstawie sumy punktów składowych. Mapa wykonana przez MGGPAERO w 2022 r. [2].

Fot. 4.9. Mapa stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów oraz obszaru ich oddziaływania pod względem stężenia cynku w wierzbach (zdjęcie górne) i brzożach (zdjęcie dolne) wykonana przez MGGPAERO w 2022 r. [2].

Fot. 4.10. Mapy 3D z 2015 roku uzyskane dzięki maps.google.com pokazujące prawdopodobnie nielegalne działania firmy polegające na ingerencji w hałdy gipsów i popiołów.

Fot. 4.11. Lokalizacja punktów poboru próbek wody z rzeki Bzury.

Fot. 4.12. Lokalizacja poboru próbek gleby z miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych („Składowiska Za Bzurą”).

Fot. 4.13. Wyciągi wodne próbek gruntu pobranych z miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (ze „Składowiska Za Bzurą”).

Fot. 4.14. Mapa zawartości cynku w liściach brzozy brodawkowatej (zdjęcie górne) i wierzby iwy (zdjęcie dolne) wykonana przez firmę MGGPAERO w 2022 r. [2].

Fot. 4.15. Liczba wierzb o wysokim stężeniu rtęci – Mapa stanu niezrekultywowanego miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (ze „Składowiska Za Bzurą”) wykonana przez firmę MGGPAERO w 2022 r. [2].

Fot. 4.16. Suma punktów składowych oddziaływania na środowisko – Mapa stanu niezrekultywowanego miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (ze „Składowiska Za Bzurą”) wykonana przez firmę MGGPAERO w 2022 r. [2].

Fot. 5.1. Ekospalarnia odpadów w Krakowie (źródło: <https://sztuka-architektury.pl/>) (zdj. z lewej) Pasieka przy Ekospalarnia odpadów w Krakowie (źródło: <https://khk.krakow.pl/pl/ekospalarnia/ztpo-ule/>) (zdj. z prawej).

Tabele:

Tabela 2.1. Techniczny sposób zamknięcia Kwatery I i harmonogram działań rekultywacyjnych (po zminach).

Tabela 2.2. Zakres parametrów wskaźnikowych oraz minimalna częstotliwość badań wód powierzchniowych odcinkowych, podziemnych oraz gazu składowiskowego w poszczególnych fazach eksploatacji.

Tabela 2.3. Kody odpadów wraz z ilością możliwą do deponowania na składowisku.

Tabela 2.4. ZAŁĄCZNIK do Rozporządzenia z dnia 24 marca 2003 (Dz.U. 2003.61.549) RODZAJE ODPADÓW ORAZ WARUNKI ICH WYKORZYSTANIA DO BUDOWY SKARP, W TYM OBWAŁOWAŃ, KSZTAŁTOWANIA KORONY SKŁADOWISKA, WYKONYWANIA OKRYWY REKULTYWACYJNEJ (BIOLOGICZNEJ) PODCZAS EKSPLOATACJI NADPOZIOMOWEGO SKŁADOWISKA ODPADÓW

Tabela 2.5. ZAŁĄCZNIK Nr 2 do Rozporządzenia z dnia 30 kwietnia 2013 r. (Dz. Dz.U. 2022.1902 t.j.) RODZAJE ODPADÓW ORAZ WARUNKI ICH WYKORZYSTANIA W CELACH, O KTÓRYCH MOWA W § 17 UST. 1 ROZPORZĄDZENIA

Tabela 2.6. Zestawienie tzw. kwasów literowych używanych przez ZPB „Boruta” do produkcji barwników azowych

Tabela 2.7. Zestawienie kancerogennych amin aromatycznych stosowanych w ZPB „Boruta” do produkcji barwników azowych.

Tabela 3.1. Lokalizacja piezometrów na terenie składowiska odpadów „Boruta” w Zgierzu

Tabela 3.2. Parametry wskazane w projekcie rekultywacji i badane przez GIOŚ.

Tabela 3.3. Rodzaj substancji stanowiącej zagrożenie występujące na danym obszarze spowodowane zanieczyszczeniem środowiska.

Tabela 4.1. Zestawienie wyników badań odcieków ze składowisk i ścieków ze studzienki kanalizacyjnej na terenie składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych wykonanych przez Ł-ŁIT w październiku 2023 r.

Tabela 4.2. Wyniki próbek gleby i wyciągu wodnego ze składowiska gipsów i popiołów oraz składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych.

Tabela 4.3. Wyniki badania wskaźników fizyczno-chemicznych rzeki Bzury zakwalifikowanej jako potok nizinny piaszczysty.

Tabela 4.4. Wyniki próbek gleby i wyciągu wodnego pobranych z miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (ze „Składowiska Za Bzurą”).

Tabela 4.5. Pomiar parametrów wody z wykorzystaniem czujników.

Tabela 4.6. Bariery i luki natury technologicznej.

Tabela 4.7. Bariery i luki natury ekonomicznej.

Tabela 4.8. Bariery i luki natury prawnej.

Tabela 4.9. Istotne aspekty w zakresie integracji danych i narzędzi ICT.

Tabela 4.10. Przykładowe czujniki.

Tabela 4.11. Wyniki badania wskaźników fizyczno-chemicznych rzeki Bzury zakwalifikowanej jako potok nizinny piaszczysty.

Tabela 4.12. Wyniki próbek gleby i wyciągu wodnego pobranych z miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych (ze „Składowiska Za Bzurą”)

Tabela 5.1. Techniki remediacji gleby zanieczyszczonej metalami ciężkimi wraz z ich zaletami i wadami [1–3].

Tabela 5.2. Lista roślin uprawnych zdolnych do remediacji gleby zanieczyszczonej metalami ciężkimi [35].

Tabela 5.3. Lista mikroorganizmów zdolnych do remediacji gleby zanieczyszczonej metalami ciężkimi [1].

Tabela 5.4. Metody obróbki odpadów zawierających azbest [110, 132].


Tabela 5.5. Zestawienie metod remediacji gruntów zanieczyszczonych związkami ropopochodnymi wraz z ich wadami oraz zaletami [171–174].

Tabela 5.6. Gatunki roślin zdolne do remediacji gruntów zanieczyszczonych związkami ropopochodnymi [171].

Tabela 5.7. Mikroorganizmy zdolne do remediacji zanieczyszczeń ropopochodnych [171].

Tabela 5.8. Analiza SWOT dla procesów termicznego przekształcania odpadów (na podst. [225, 226])

Tabela 5.9. Analiza SWOT dla technologii termicznego unieszkodliwiania odpadów.



Iceland
Liechtenstein Norway
Norway grants grants

Tabela 5.10. Analiza SWOT dla unieszkodliwienia odpadów przy zastosowaniu wielkokubaturowego, bezemisyjnego, podziemnego obiektu.

8

podsumowanie przedstawiające kluczowe ustalenia i wnioski

Przedmiotem opracowania były niezrekultywowane tereny składowiska odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych oraz miejsc gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych, odpowiednio „Składowisko gipsów i popiołów” i „Składowisko Za Bzurą”. Niniejszy raport przedstawia w/w tereny w aspekcie wydanej dokumentacji administracyjno-prawnej, ich obecnego statusu i stanu prawnego oraz stanu na gruncie. Ponadto, w dokumencie tym określono wpływ poszczególnych składowisk/miejsc gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych na środowisko, jak również zaproponowano technologie rekultywacji wraz z oszacowaniem ich kosztu.

Wyżej wymienione tereny, w związku z wejściem w życie ustawy z dnia 16 czerwca 2023 r. o wielkoobszarowych terenach zdegradowanych (Dz.U. 2023 poz. 1719), należy określić mianem wielkoobszarowych terenów zdegradowanych.

Oszacowana sumaryczna powierzchnia składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych oraz miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko gipsów i popiołów” wynosi 16,868 ha, natomiast miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko Za Bzurą” 4,522 ha.

Na składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych trafiały głównie odpady niebezpieczne z przemysłu syntezy organicznej, produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania powłok ochronnych (farb, lakierów, emalii ceramicznych), kitu, klejów, szczeliw i farb drukarskich, odpady z rozpuszczalników organicznych, przeterminowane leki i chemikalia, odpady ze spalania i termicznego rozkładu odpadów komunalnych, odpady zawierające azbest oraz inne niebezpieczne odpady stałe. Ponadto, na tym składowisku deponowano również odpady z kształtowania i powierzchniowej obróbki metali i tworzyw sztucznych oraz odpady nieorganiczne z przygotowania powierzchni i powlekania metali oraz z procesów hydrometalurgii metali nieżelaznych. Na podstawie wywiadu środowiskowego z pracownikami Instytutu Barwników i Półproduktów Organicznych ustalono, że spodnia warstwa odpadów w pierwszych latach funkcjonowania składowiska pochodziła w 90% z produkcji ZPB „Boruta” Można przypuszczać, iż morfologia odpadów była zbliżona do odpadów deponowanych w miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko Za Bzurą”. Dopiero w wierzchniej warstwie deponowano odpady od innych podmiotów, głównie płyty azbestowe.

Podstawowym składnikiem popiołu zdeponowanego na miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko gipsów i popiołów” były glinokrzemiany, stanowiące przeciętnie około 60-70% całości. Istotny udział w składzie chemicznym popiołu miały ponadto Fe_2O_3 ; CaO, K_2O oraz MgO nadające odpadom

charakter zasadowy. Na podstawie wywiadu z byłym Dyrektorem ZPB „Boruta” ustalono, że w procesie neutralizacji kwasu siarkowego konieczne było stosowanie dużych ilości mleka wapiennego, które następnie, mocno zanieczyszczone substancjami organicznymi, trafiało bezpośrednio rurociągiem na miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko gipsów i popiołów”. Morfologia odpadów zdeponowanych na tym terenie została znacząco zmieniona po roku 2007, kiedy to w sposób nieuprawniony zaczęto składować tam odpady inne niż gipsy i popioły, w tym odpady o morfologii zbliżonej do odpadów komunalnych.

Głównymi produktami ZPB „Boruta” były barwniki azowe, kadziowe oraz siarkowe. Przez pewien czas wytwarzano również leki oraz barwniki spożywcze. Ponadto, zakład produkował kwas siarkowy, kwasy organiczne: kwas H, kwas Gamma, kwas I, betanaftol, R-sól, hydrosulfit jako półprodukty do syntezy barwników. Podczas procesów technologicznych stosowano znaczne ilości NaCl i KCl, mleka wapiennego, oraz metali ciężkich (rtęć, cynk, ołów, kadm, kobalt i chrom). Na podstawie wywiadu środowiskowego z pracownikami Instytutu Barwników i Półproduktów Organicznych ustalono, że do momentu uruchomienia miejskiej oczyszczalni w Zgierzu, korzystano z zakładowej oczyszczalni ścieków na terenie ZPB „Boruta”. Wszystkie ścieki z procesów syntezy były kierowane do zakładowej oczyszczalni. Na miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko Za Bzurą” trafiały m.in. osady ściekowe z mechanicznej i fizykochemicznej obróbki ścieków. Osady ściekowe zawierały wszystkie wytrącone chemikalia pozostające w kąpielach poreakcyjnych, w tym aminy kancerogenne, barwniki, kwasy organiczne i inne. Ponadto, na składowisko trafiały odpady stałe, np. z procesów czyszczenia maszyn, nieudane partie, osady i szlamy, ubrania robocze, zużyte węgle aktywne, ziemia okrzemkowa, resztki farb i lakierów (z wydziału opakowań blaszanych).

Szacowana ilość zdeponowanych odpadów wynosi 48 tys. m³, 446-471 tys. m³ i 340 tys. m³, odpowiednio dla składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych, miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko gipsów i popiołów” oraz miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko Za Bzurą”. Szacowana objętość odpadów eternitu na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych wynosi 1057 m³. Natomiast, ilość odpadów o morfologii zbliżonej do morfologii odpadów komunalnych, zdeponowanych nielegalnie na miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko gipsów i popiołów” szacuje się na 50 - 75 tys. m³.

Przeprowadzone wizje lokalne na składowisku odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych, miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko gipsów i popiołów” oraz miejscu gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko Za Bzurą”, pozwoliły stwierdzić, iż:

- tereny wszystkich analizowanych składowisk/miejsc gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych nie posiadają ogrodzenia,

- wszystkie w/w tereny wymagają zabezpieczenia przed dostępem osób trzecich – ogrodzenie, tablice informujące o zakazie wstępu,
- u podnóża skarpy północnej składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych zlokalizowane są 4 rozlewiska, utworzone przez odcieki składowiskowe, w których woda ma nieprzyjemny, chemiczny zapach,
- na terenie miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko gipsów i popiołów” oraz odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych wyczuwalny jest nieprzyjemny zapach, a do dalszego badania terenu konieczne jest stosowanie zabezpieczeń w postaci kombinezonu ochronnego, rękawic i maski przeciwchemicznej,
- na terenie miejsc gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych odpowiednio „Składowisko Za Bzurą” oraz „Składowisko gipsów i popiołów” występują liczne suche i stare zapadliska w dużej mierze porośnięte roślinnością,
- na terenie miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko gipsów i popiołów” dochodzi do samozapłonów i odkrywania składowanych odpadów.

W fazie poeksploatacyjnej składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych zostało objęte monitoringiem środowiska. Badaniom podlegają m.in. wody powierzchniowe, odcieki i wody podziemne. Monitoring środowiska nie obejmuje miejsc gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych odpowiednio „Składowisko gipsów i popiołów” i „Składowisko Za Bzurą”.

Analizy wyników badań wody pobranej z piezometrów podczas wizji lokalnych oraz badań wykonanych w ramach monitoringu środowiska wykonanych przez WIOŚ wykazały, że:

- w stosunku do badań z lat 1995-2008 nastąpił wzrost przewodności elektrolitycznej w wodach z piezometrów zlokalizowanych na kierunku przepływu wód od strony składowiska odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych,
- wartości pH wód ze wszystkich dziewięciu piezometrów nie przekraczają górnej granicy dla III klasy czystości wód podziemnych,
- wartości chemicznego zapotrzebowania na tlen (ChZT) w ostatnim kwartale znacznie wzrosły w przypadku prawie wszystkich piezometrów w stosunku do lat 2021-2022,
- największe przekroczenia parametru OWO dla IV klasy czystości odnotowywano dla próbki wody z piezometru S9 (około 70 razy). Najniższe wartości tego parametru utrzymują się dla wody z piezometrów S8 i S3,
- w stosunku do badań w latach 1995-2008 wzrosły zawartości siarczanów i chlorków w wodzie z piezometrów. W przypadku chlorków przekroczenia wykazują próbki wody z piezometrów S1, S2, S4 i S7. W pozostałych wartości nie przekraczają normy dla IV klasy czystości wody. W III kwartale 2023 roku uzyskano przekroczenie ilości siarczanów dla większości piezometrów (S2, S3,

S4, S7 i S9). Najmniejsza zawartość siarczanów obecna jest w wodzie z piezometru S8,

- stężenie azotanów w badanych próbkach wody z piezometrów S1-S9 sukcesywnie maleją od 2021 roku,
- stężenie fosforanów nie jest przekraczane w żadnym z punktów pomiarowych dla IV klasy czystości wód podziemnych,
- odnotowano zdecydowany wzrost ilości ołowiu w wodzie ze wszystkich piezometrów. Jednakże wartości te nie przekraczają wartości granicznych dla IV klasy czystości wód podziemnych. Aktualnie wodę tą można zaklasyfikować do I-II klasy czystości, jednakże niezbędny jest dalszy monitoring zawartości ołowiu w wodzie,
- zarówno zawartość cyjanków, jak i amin jest niższa niż dolna granica akredytowanej metody analitycznej. Oba te parametry nie są zatem przekraczane dla żadnego z piezometrów,
- zawartość chromu i cynku z wodzie z piezometrów nie przekracza normy dla IV klasy czystości wód podziemnych,
- wartości graniczne dla IV klasy czystości wód podziemnych zostały przekroczone dla kadmu jedynie raz od początku 2021 roku (tj. w II kwartale 2022 roku). Aktualnie wartości wskazują na II klasę czystości,
- wartości graniczne kobaltu dla IV klasy czystości wód podziemnych nie zostały ani razu przekroczone od początku 2021 roku w żadnym z piezometrów. Aktualnie wartości wskazują na I klasę czystości,
- ilość oznaczanej miedzi w wodzie z piezometrów sukcesywnie rośnie od 2022 roku, głównie dla wody z piezometru S2, S4 oraz S8. W przypadku tych punktów pomiarowych zawartość miedzi wskazuje na zły stan wody (V klasę czystości dla wód podziemnych),
- W III kwartale wartości graniczne zawartości niklu dla IV klasy jakości wód podziemnych zostały przekroczone w 4 piezometrach (S2, S4, S6 oraz S7). W 2022 roku najwyższe wartości odnotowano w wodzie z piezometru S1 położonego najbliższej miejsca wypływu odcieków ze składowiska. Największy wzrost odnotowano dla piezometru S7.
- poziom rtęci w próbkach wody z piezometrów malał od 2021 roku, jednakże w III kwartale 2023 roku wzrósł. Najwyższe wartości odnotowano dla wody z piezometru S4 i S2. Nadal ilości rtęci wskazują na nieprzekroczenie wartości granicznych dla IV klasy czystości wód podziemnych i poza S4 wskazują na I klasę czystości.
- Ilość fenoli lotnych (indeks fenolowy) wzrósł od 2022 roku. W III kwartale 2023 roku przekroczył granicę dla IV klasy jakości wód podziemnych w przypadku wody z piezometru S2 i S4
- Woda w piezometrach charakteryzowała się wskaźnikiem BZT₅ powyżej 5. Najwyższe wartości BZT₅ odnotowano w przypadku piezometru S2, S4, S7 i S9. Natomiast najniższą w piezometrze S6 – 8,96 mg O₂/dm³,

- Najwięcej parametrów przekraczających granice dla IV klasy czystości wód podziemnych odnotowano w przypadku piezometrów S2 (przewodność elektrolityczna, OWO, Cl⁻, SO₄²⁻, Cu, Ni, fenole, wysoki BZT₅), S4 (przewodność elektrolityczna, OWO, Cl⁻, SO₄²⁻, Cu, Ni, fenole, wysoki BZT₅) oraz P7 (przewodność elektrolityczna, OWO, Cl⁻, SO₄²⁻, Ni, wysoki BZT₅), które znajdują się na linii spływu wód ze składowiska odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych.

Analizy wyników badań odcieków z rowu opaskowego składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych oraz terenów przyległych wykazały, że najwięcej parametrów zostało przekroczonych w przypadku odcieku z rowu opaskowego (ChZT, OWO, Cl⁻, BZT₅ i fenole lotne). Bardzo zanieczyszczone są również odcieki zlokalizowane w okolicy rowu opaskowego na terenie planowanej kwatery II.

Wyniki badań gleby pobranej z terenu składowiska gipsów i popiołów oraz składowiska odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych wykazały, że:

- pH wyciągów wodnych było obojętne lub lekko zasadowe,
- wyciągi wodne charakteryzowały się dość wysokim przewodnictwem elektrolitycznym, a najwyższe wartości tego parametru (>2000 μS/cm) otrzymano dla gleb pobranych z wierzchołki składowiska odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych oraz wierzchołki składowiska gipsów i popiołów,
- najwyższe wartości ChZT (> 200mg/l O₂) otrzymano dla gleby pobranej z terenu planowanej kwatery II składowiska odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych,
- najwyższe wartości OWO (> 50mg/l C) otrzymano dla gleby pobranej z terenu planowanej kwatery II składowiska odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych,
- najwyższe wartości chlorków (> 50mg/l C) otrzymano dla gleby pobranej z terenu planowanej kwatery II składowiska odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych oraz terenu do niej przyległego,
- w glebie pobranej kwatery I składowiska odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych znajdują się znaczne ilości metali ciężkich (chromu, niklu, miedzi, cynku, arsenu oraz ołowiu).
- w próbce gleby pobranej z terenu planowanej kwatery II składowiska odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych wykryto znaczną ilość ołowiu i dużą ilość cynku,

Główne zagrożenie dla środowiska, w przypadku składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych stwarzają odcieki składowiskowe, które mogą zanieczyszczać środowisko wodno-gruntowe.

Wnioski uzyskane z oględzin na gruncie oraz wyniki analiz zawartości zanieczyszczeń w próbkach wody i gleby potwierdziły wyniki analiz wykonanych w

2022 r. przez firmę MGGPAERO w zakresie zawartości metali ciężkich. Najwyższe stężenie rtęci uzyskano w próbce gleby w punkcie, w których analizy wykazały najwyższe stężenie rtęci w liściach wierzby. Wyniki badań potwierdziły, że największe obciążenie dla środowiska w wyniku oddziaływania zdeponowanych odpadów na terenie składowiska, zaobserwowano na terenie rozlewiska znajdującego się w północnej granicy kwatery I.

Wyniki badań wody pobranej z rzeki Bzury wskazują na podwyższenie wartości różnych parametrów czystości wody próbek pobranych za składowiskiem w stosunku do próbek pobranych przed składowiskiem. Jednakże, zmiany te są niewielkie. Pomiędzy punktami pomiarowymi zaobserwowano rury, którymi możliwe było odprowadzenie wody/ścieków do koryta rzeki.

Wyniki badań próbek gleby pobrane z miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko Za Bzurą” wykazały, że :

- pH wyciągów wodnych jest zbliżone do obojętnego lub lekko kwaśne,
- uzyskane wartości przewodnictwa elektrolitycznego zawierają się w granicach od 669 do 2210 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- najwyższą wartość ChZT (368,0 mg/l O_2), OWO (112,0 mg/l C) oraz chlorków (395 mg/l) uzyskano dla gleby pobranej ze skarpy tuż przy rzece,
- w glebie obecne są aminy aromatyczne (m.in. benzydyna),
- gleba zawiera bardzo duże ilości metali ciężkich (cynku, ołowiu, rtęci, cynku, miedzi, kadmu itd.),

Wnioski uzyskane z oględzin na gruncie oraz wyniki analiz zawartości zanieczyszczeń w próbkach gleby potwierdziły wyniki analiz wykonanych w 2022 r. przez firmę MGGPAERO w zakresie zawartości metali ciężkich. Wyniki badań potwierdziły, że teren jest silnie zanieczyszczony metalami ciężkimi, w szczególności Zn i Cu.

Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko Za Bzurą” posiada bardzo niekorzystne warunki hydrogeologiczne, w tym usytuowanie na silnie przepuszczalnych gruntach, bez uszczelnienia, w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki Bzury. W związku z tym zachodzi możliwość zanieczyszczenia gleby, wód podziemnych i wód rzeki Bzury. W sytuacji wystąpienia wielkiej wody w w/w rzece istnieje groźba podmycia południowej skarpy hałdy, szczególnie w części zachodniej i przemieszczenia nagromadzonych odpadów.

Proponuje się następujące technologie rekultywacji:

- Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko gipsów i popiołów”: I etap: wentylacja gruntu a następnie usunięcie odpadów o morfologii zbliżonej do odpadów komunalnych, II etap: zastosowanie technologii rekultywacji przewidzianej w opracowaniu pt. „Projekt zamknięcia i rekultywacji osadników ZPB „Boruta” w Zgierz” lub pełne zamknięcie terenu hydroizolacyjną barierą obwodową,

- Składowisko odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych: I etap: unieszkodliwienie odpadów zawierających azbest, II etap: termiczne przekształcenie odpadów, unieszkodliwienie odpadów przy zastosowaniu wielkokubaturowego, bezemisyjnego, podziemnego obiektu lub pełne zamknięcie składowiska hydroizolacyjną barierą obwodową,
- Miejsce gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko Za Bzurą”: unieszkodliwienie zdeponowanych odpadów oraz skażonej gleby przy zastosowaniu termicznego przekształcenia, bądź zdeponowanie odpadów w wielkokubaturowym, bezemisyjnym, obiekcie podziemnym. Następnie, proponuje się zastosować rekultywację techniczną oraz bioremediację/fitoremediację lub płukanie gruntu, pod kątem usunięcia pozostałości zanieczyszczeń organicznych, nieorganicznych i metali ciężkich. W dalszej kolejności, po uzyskaniu odpowiednich wydajności usunięcia w/w zanieczyszczeń, należałoby zagospodarować teren zgodnie z założeniami planu zagospodarowania przestrzennego.

9

Streszczenie w języku niespecjalistycznym

Raport „Określenie wpływu na środowisko oraz technologii i kosztów rekultywacji niezrekultywowanych składowisk odpadów, usytuowanych na nieruchomościach położonych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej 54-60, ul. Waleriana Łukasińskiego 15/17 (Obszar 1 i 2) oraz przy ul. Andrzeja Struga 30 (Obszar 3)” przedstawia istotne elementy kompleksowej oceny stanu środowiska na terenie zdegradowanym po byłych Zakładach Przemysłu Barwników „Boruta” w Zgierzu.

Przedmiotem raportu są niezrekultywowane tereny składowiska odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych oraz miejsc gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych, odpowiednio „Składowisko gipsów i popiołów” i „Składowisko Za Bzurą”.

Zakres raportu obejmuje przedstawienie poszczególnych terenów w aspekcie wydanej dokumentacji administracyjno-prawnej, ich obecnego statusu i stanu prawnego oraz stanu na gruncie, określenie wpływu poszczególnych składowisk/miejsc gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych na środowisko oraz zaproponowanie technologii rekultywacji wraz z oszacowaniem ich kosztu.

W niniejszym raporcie przedstawiono informacje o odpadach przewidzianych do składowania i składowanych, ich ilości, rodzaje, kody oraz właściwości. Oszacowano powierzchnie składowisk/miejsc gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych i ilości zdeponowanych na nich odpadów.

Przedstawiono wyniki badań pobranych prób wód z piezometrów oraz rzeki Bzury, odcieków składowiskach i gleby z w/w terenów, jak również wnioski z przeprowadzonych wizji lokalnych.

Wskazano i dokonano oceny zagrożeń dla środowiska, z uwzględnieniem najnowszych technologii szybkiego reagowania na niekontrolowane emisje zanieczyszczeń. Zaproponowano narzędzia cyfrowe - czujniki do monitorowania składowiska odpadów. Przeprowadzono analizę ryzyka, w której określono możliwe zdarzenia prowadzące do strat materialnych, ludzkich i środowiskowych. Przedstawiono możliwe zagrożenia i różne scenariusze awaryjne.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono wpływ obecnego stanu składowisk/miejsca gromadzenia historycznych odpadów na stan środowiska oraz zaproponowano sposoby zabezpieczenia ich przed negatywnym oddziaływaniem na środowisko w okresie przed rozpoczęciem prac rekultywacyjnych wraz z oszacowaniem kosztów.

W oparciu o analizę wyników przeprowadzonych prac i wyników badań wytypowano metody unieszkodliwiania odpadów wraz z podaniem szacowanych kosztów i możliwych źródeł finansowania. Dla składowiska odpadów poprodukcyjnych, w tym niebezpiecznych zaproponowano metodę termicznego unieszkodliwiania odpadów, technologię unieszkodliwiania odpadów przy zastosowaniu wielkokubaturowego, bezemisyjnego, podziemnego obiektu lub pełne zamknięcie składowiska hydroizolacyjną barierą obwodową. Dla miejsca gromadzenia historycznych odpadów przemysłowych „Składowisko gipsów i popiołów” zaproponowano wentylację gruntu a następnie usunięcie odpadów o morfologii zbliżonej do odpadów komunalnych, odpowiednie ukształtowanie wierzchołki składowiska, zapewniające zerowy bilans wodny oraz rekultywację techniczną i biologiczną lub pełne zamknięcie składowiska hydroizolacyjną barierą obwodową. Natomiast dla miejsca gromadzenia historycznych odpadów („Składowisko Za Bzurą”) zaproponowano metodę unieszkodliwiania zdeponowanych odpadów oraz skażonej gleby przy zastosowaniu metod termicznego przekształcania, bądź zdeponowanie odpadów w wielkokubaturowym, bezemisyjnym, obiekcie podziemnym. Następnie, proponuje się zastosować rekultywację techniczną oraz bioremediację/fitoremediację lub płukanie gruntu, pod kątem usunięcia pozostałości zanieczyszczeń organicznych, nieorganicznych i metali ciężkich. W dalszej kolejności, po uzyskaniu odpowiednich wydajności usunięcia w/w zanieczyszczeń, należałoby zagospodarować teren zgodnie z założeniami planu zagospodarowania przestrzennego.

10

Wykaz osób biorących udział w sporządzeniu Raportu, z podaniem imienia, nazwiska i wykształcenia/tytułu naukowego

dr inż. Renata Żyłła, Ł-ŁIT

dr inż. Magdalena Olak-Kucharczyk, Ł-ŁIT

dr Iwona Kucińska-Król, Ł-ŁIT

dr Natalia Festinger, Ł-ŁIT

mgr Sebastian Górecki, Ł-ŁIT

dr hab. Marcin Kudzin, Ł-ŁIT

mgr inż. Zdzisława Mrozińska, Ł-ŁIT

dr inż. Edyta Sulak, Ł-ŁIT

dr hab. Michał Ponczek, Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska

dr inż. Anetta Walawska, Ł-ŁIT

mgr inż. Joanna Olczyk, Ł-ŁIT

mgr inż. Joanna Lewartowska, Ł-ŁIT

dr inż. Anna Kaczmarek, Ł-ŁIT

mgr inż. Martyna Gloc, Ł-ŁIT

Arkadiusz Szwegier, Ł-ŁIT

Akredytowane Laboratorium Chemicznych Analiz Instrumentalnych:

mgr inż. Agnieszka Lisiak-Kucińska, Ł-ŁIT

mgr inż. Gabriela Pałucka, Ł-ŁIT

Akredytowane Laboratorium Badań Ekologii Wyrobów Włókienniczych:

mgr Agnieszka Dałek, Ł-ŁIT

mgr inż. Rafał Milala, Ł-ŁIT

Akredytowane Laboratorium z Centrum Inżynierii Środowiska w Opolu, Sieć Badawcza Łukasiewicz-Institut Ceramiki i Materiałów Budowlanych (Ł-ICiMB)

Konsultacje merytoryczne:

prof. dr hab. inż. Grzegorz Wielgosiński, Politechnika Łódzka, Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska

11

Recenzja wykonanego Raportu, jako załącznik do Raportu, w której przedstawiona zostanie ocena recenzowanego opracowania ze wskazaniem czy ogólna ocena jest pozytywna

Załącznik nr 1 – Recenzja Raportu.

12

Spis załączników

Załącznik nr 1 – Recenzja Raportu

Załącznik nr 2 - do Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.7635-o_d_120_98

Załącznik nr 3 - do Decyzji Wojewody Łódzkiego SR.VI.6622-o_d_37_2002

Załącznik nr 4 - do Decyzji Wojewody Łódzkiego OS.VI.6622-o_d_23_2000