Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych
ul. Kossutha 6, 40-844 Katowice
jednostka badawczo-rozwojowa KRS 0000058172; NIP 634-012-55-19
tel.: (32) 254-60-31, fax: (32) 254-17-17, e-mail: ietu@ietu.katowice.pl
www.ietu.katowice.pl

Zakład: DNP3

Tytuł pracy:

ANALIZA MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA TERENU PRZY ULICY ZWIERZYNIECKIEJ W TYCHACH W CELU OKREŚLENIA ZMIANY JEGO FUNKCJI DLA POTRZEB ZMIANY STUDIUM UWARUNKOWAŃ I KIERUNKÓW ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENNEGO MIASTA TYCHY

Zleceniodawca: **Pracownia Planowania Przestrzennego i Architektury w Tychach, 43-100 Tychy, Al. Piłsudskiego 12**

data umowy: 16.11.2009

Katowice, Luty 2010

ZINTEGROWANY INSTYTUT NAUKOWO-TECHNOLOGICZNY
Paliwa-Bezpieczeństwo-Środowisko

Zespół autorski:

Lp.	Nazwisko i imię,	tytuł naukowy	Autorstwo rozdziałów i podrozdziałów	Podpis
1	Bronder Joachim	dr	1, 2, 3, 5.3, 6, 9, 11	
2	Sieja Lidia	doc. dr	8	
3	Gorgoń Justyna	dr inż. arch.	10	
4	Płaza Grażyna	dr hab.	7	
5	Terakowski Maciej	mgr inż.	4	
6	Kalisz Mariusz	mgr inż.	5	
7	Kwosek Magdalena	mgr	3.2	

Kierownik Tematu
dr Joachim Bronder

.....

Kierownik Zespołu
dr Marek Korcz

.....

Zatwierdzam:
Dyrektor IETU

DYREKTOR IETU

.....
dr hab. inż. Jan Skowronek

Rozdzielnik:

1. Zleceniodawca 3 egz.
2. Kierownik Tematu 1 egz.
3. Biblioteka 1 egz.
4. Archiwum wersja elektroniczna (na adres fro@ietu.katowice.pl)

Sposób udostępnienia pracy: (zaznaczyć **X**)

Za zgodą Zleceniodawcy **X**	Za zgodą Dyrektora **X**	~~Za zgodą Kierownika Zespołu~~	~~Ogólnodostępna~~

Spis treści

1 WSTĘP 3

1.1 PRZEDMIOT I CEL PRACY 3
1.2 ZAKRES PRACY 3
1.3 METODYKA PRACY 4
1.4 ZARYS HISTORII OBSZARU BADAŃ 5

2 CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ 8

2.1 POŁOŻENIE I UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU NIERUCHOMOŚCI 8
2.2 WARUNKI GEOLOGICZNE I HYDROGEOLOGICZNE OBSZARU BADAŃ 10
2.3 SZACUNEK OBJĘTOŚCI GRUNTÓW NASYPOWYCH 11

3 OCENA ZANIECZYSZCZENIA GRUNTÓW NASYPOWYCH 14

3.1 POBÓR PRÓBEK MATERIAŁU BADAWCZEGO 14
3.2 ZAKRES I METODA OZNACZEŃ 15
3.3 METODA OCENY ZANIECZYSZCZENIA GRUNTÓW 17
3.4 WYNIKI POMIARÓW ZAWARTOŚCI ZANIECZYSZCZEŃ W GRUNTACH 18
3.5 OCENA ZANIECZYSZCZENIA GRUNTÓW ANALIZOWANYCH PRÓBEK GRUNTU 18
3.6 OCENA CAŁOŚCIOWA ZANIECZYSZCZENIA GRUNTÓW NIERUCHOMOŚCI 19
3.7 PRAWDOPODOBNE PRZYCZYNY ZANIECZYSZCZENIA GRUNTÓW NIERUCHOMOŚCI 20
3.8 OCENA ZANIECZYSZCZENIA GRUNTÓW W ASPEKCIE PRZESTRZENNYM 21
3.9 PORÓWNANIE ZAWARTOŚCI METALI W GRUNTACH DZIAŁKI I W GLEBACH JEJ OTOCZENIA 23

4 ZAWARTOŚĆ SUBSTANCJI ORGANICZNYCH W ODPADACH KOMUNALNYCH I SZACUNEK CZASU ICH MINERALIZACJI 25

4.1 BADANIA UROBKU Z ODWIERTÓW 25
4.2 ZAKRES I METODA OZNACZEŃ 25
4.3 WYNIKI BADAŃ 25
4.4 INTERPRETACJA WYNIKÓW BADAŃ 26

5 POMIAR SKŁADU GAZÓW W SKŁADOWISKU ODPADÓW KOMUNALNYCH 28

5.1 ZAKRES I METODA OZNACZEŃ 28
5.2 WYNIKI POMIARÓW 29
5.3 OCENA ZAGROŻNIA WYBUCHEM ORAZ TOKSYCZNYM DZIAŁANIEM GAZU 30
5.4 WNIOSKI 31

6 OKREŚLENIE KODU ORAZ CHARAKTERU ODPADÓW 34

7 EKSPERTYZA SANITARNA MATERIAŁU SKŁADOWISKA 36

7.1 ZAKRES I METODA OZNACZEŃ 36
7.2 WYNIKI 38
7.3 WNIOSKI 39

8 OCENA POTENCJALNYCH ZAGROŻEŃ WYNIKAJĄCYCH Z WCZEŚNIEJSZEJ, NIŻ WYNIKA TO Z PRZEPISÓW, ZMIANY FUNKCJI TERENU, NA KTÓRYM ODBYWAŁO SIĘ SKŁADOWANIE ODPADÓW KOMUNALNYCH 41

9 WSKAZANIE MOŻLIWYCH KIERUNKÓW DZIAŁAŃ NAPRAWCZYCH ORAZ SZACUNEK KOSZTÓW ICH WDROŻENIA 46

9.1 KIERUNKI I KOSZTY DZIAŁAŃ NAPRAWCZYCH SKŁADOWISKA ODPADÓW KOMUNALNYCH 46
9.2 KIERUNKI I KOSZTY DZIAŁAŃ NAPRAWCZYCH ZWIĄZANYCH Z ZANIECZYSZCZENIEM GRUNTU 47
9.3 DZIAŁANIA ZWIĄZANE ZE STWIERDZENIEM POJAWIENIA SIĘ ZAGROŻENIA ZANIECZYSZCZENIA WÓD PODZIEMNYCH 48

10 ANALIZA MOŻLIWYCH KIERUNKÓW ZAGOSPODAROWANIA TERENU 50

11 WNIOSKI I UWAGI KOŃCOWE 55

WYKORZYSTANE MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE 61

Spis rysunków

RYS. 1. MAPA ZASIĘGU WYROBISKA NA POCZĄTKU LAT SZEŚĆDZIESIĄTYCH XX WIEKU 5
RYS. 2. MAPA PRAWDOPODOBNEGO ZASIĘG STREF SKŁADOWANIA ODPADÓW KOMUNALNYCH 6
RYS. 3. MAPA LOKALIZACJI DZIAŁKI NA TLE MAPY TOPOGRAFICZNEJ W SKALI 1:10 000 8
RYS. 4. MAPA MODELU POWIERZCHNI SPĄGU GRUNTÓW NASYPOWYCH 12
RYS. 5. WIZUALIZACJA WYNIKÓW OCENY JAKOŚCI GRUNTU WG STANDARDÓW DLA UŻYTKÓW GRUPY B 22
RYS. 6. WIZUALIZACJA WYNIKÓW OCENY JAKOŚCI GRUNTU WG STANDARDÓW DLA UŻYTKÓW GRUPY C 23
RYS. 7. FAZY ROZKŁADU MATERII ORGANICZNEJ [9] 27
RYS. 8. MAPA PUNKTÓW POMIARU ZAWARTOŚCI GAZÓW WYSYPISKOWYCH. WYNIKI POMIARU METANU 28
RYS. 9. MAPA LOKALIZACJI PUNKTÓW POBORU PRÓBEK DO BADAŃ MIKROBIOLOGICZNYCH 36
RYS. 10. MAPA OBSZARÓW FUNKCJONALNYCH WYODRĘBNIONYCH NA TERENIE NIERUCHOMOŚCI 52

Spis tabel

TABELA 1. WYNIK JEDNOCZYNNIKOWEJ ANALIZY WARIANCJI MIĄŻSZOŚCI NASYPÓW 13
TABELA 2. SZACUNEK OBJĘTOŚCI GRUNTÓW NASYPOWYCH NA OBSZARZE BADANEJ NIERUCHOMOŚCI 13
TABELA 3. POŁOŻENIE OTWORÓW BADAWCZYCH ORAZ GŁĘBOKOŚĆ POBORU PRÓBEK GRUNTU 15
TABELA 4. ZASTOSOWANE METODYKI OZNACZEŃ 16
TABELA 5. SPOSOBY UŻYTKOWANIA TERENU W GRUPACH UŻYTKOWANIA 17
TABELA 6. ZASTOSOWANE W OCENIE DOPUSZCZALNE ZAWARTOŚCI ZANIECZYSZCZEŃ W GRUNTACH [32] 17
TABELA 7. ZAWARTOŚĆ ZANIECZYSZCZEŃ W PRÓBKACH GRUNTU NASYPOWEGO [MG/KG S. M.] 18
TABELA 8. OCENA ZANIECZYSZCZENIA PRÓBEK GRUNTU 19
TABELA 9. ANALIZA STATYSTYCZNA ZAWARTOŚCI ZANIECZYSZCZEŃ 20
TABELA 10. ŚREDNIE ZAWARTOŚCI METALI W GRUNTACH DZIAŁKI I W GLEBACH JEJ OTOCZENIA 24
TABELA 11. ZASTOSOWANE METODYKI OZNACZENIA PARAMETRÓW MATERIAŁU ODPADOWEGO 25
TABELA 12. WYNIKI POMIARÓW PARAMETRÓW ODPADOWYCH GRUNTÓW NASYPOWYCH 26
TABELA 13. PORÓWNANIE WYNIKÓW PARAMETRÓW ODPADÓW W LATACH 1973 I 2009 26
TABELA 14. WYNIKI POMIARÓW GAZÓW WYSYPISKOWYCH 30
TABELA 15. OCENA ZAGROŻEŃ GAZEM WYSYPISKOWYM 31
TABELA 16. WYNIKI ANALIZY MIKROBIOLOGICZNEJ PRÓBEK MATERIAŁU ODPADOWEGO 38
TABELA 17. WYNIKI ANALIZY MIKROBIOLOGICZNEJ PRÓBEK WODY 38
TABELA 18. WARTOŚCI DOPUSZCZALNE WSKAŹNIKÓW MIKROBIOLOGICZNYCH DLA WÓD 39
TABELA 19. WYMAGANIA, JAKIM POWINNY ODPOWIADAĆ KATEGORIE JAKOŚCI WODY A1-A3 [29] 40

Spis fotografii

FOT. 1. POWIERZCHNIA SKŁADOWISKA ODPADÓW KOMUNALNYCH W DNIU 18 LISTOPADA 2009 9
FOT. 2. ZASYPYWANY MNIEJSZY ZBIORNIK WODNY. STAN W DNIU 18 LISTOPADA 2009 10
FOT. 3. WIERCENIE OTWORU BADAWCZEGO NA TERENIE NIERUCHOMOŚCI PRZY ULICY ZWIERZYNIECKIEJ 14
FOT. 4. LUŹNO ZALEGAJĄCE ODPADY NA TERENIE NIERUCHOMOŚCI 35

Załączniki:

I. Karty otworów badawczych

II. Streszczenie w języku niefachowym

1 WSTĘP

1.1 PRZEDMIOT I CEL PRACY

Celem opracowania jest *analiza możliwości zagospodarowania terenu przy ulicy Zwierzynieckiej w Tychach w celu określenia zmiany jego funkcji dla potrzeb zmiany studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Tychy.*

Niniejsze opracowanie dostarczyło odpowiedzi na pytanie, czy zaszłości wynikające z wcześniejszego zagospodarowania analizowanego terenu jako cegielni, wyrobiska gliny oraz składowiska odpadów komunalnych stanowią barierę zmian funkcji terenu. W ramach pracy dokonano oceny aktualnego stanu nieruchomości i na tej podstawie określono zakres pożądanych działań naprawczych oraz w zależności od decyzji co do podjęcia lub nie podjęcia tych działań, możliwe kierunki zagospodarowania terenu.

Przedmiotem opracowania są grunty nieruchomości należącej obecnie do firmy SYNERGIA. Nieruchomość położona jest przy ulicy Zwierzynieckiej, jej powierzchnia wynosi około 5,74 ha. Na analizowanej nieruchomości usytuowana jest instalacja gospodarki odpadami w postaci składowiska odpadów komunalnych.

Podstawą wykonania opracowania jest umowa zawarta pomiędzy Pracownią Planowania Przestrzennego i Architektury w Tychach z siedzibą w Tychach przy Alei Piłsudskiego 12, a Instytutem Ekologii Terenów Uprzemysłowionych z siedzibą w Katowicach, przy ulicy Kossutha 6. Zleceniodawca wykorzysta niniejsze opracowanie do własnych potrzeb wynikających z procesu zagospodarowania nieruchomości.

Istotnym faktem związanym z realizacją opracowania jest deficyt informacyjny związany z funkcjonowaniem, zlokalizowanego na terenie analizowanej nieruchomości, dawnego składowiska odpadów komunalnych. Zarówno Zleceniodawca jak i Wykonawca raportu nie posiadają wiedzy, co do sposobu eksploatacji składowiska odpadów, jego rekultywacji oraz nie dysponują informacjami na temat podjętych działań zmierzających do ograniczenia negatywnego oddziaływania składowiska na środowisko.

1.2 ZAKRES PRACY

Zakres zrealizowanych prac obejmował:

- Wykonanie 10 otworów badawczych o głębokości od 4 do 6 metrów, o łącznej długości 46,5 m. Pobór i zabezpieczenie 11 próbek gruntu oraz po jednej próbce wody gruntowej i powierzchniowej.
- Wykonanie dokumentacji fotograficznej z prac terenowych oraz stanu nieruchomości.
- Wykonanie oceny materiału odpadowego w tym:
  - Oznaczenie zawartości metali ciężkich (As, Ba, Cr, Sn, Zn, Cd, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Hg) i węglowodorów paliw płynnych oraz ocena zanieczyszczenia gruntów.
  - Określenie zawartości substancji organicznych w odpadach komunalnych oraz próby oszacowania czasu ich mineralizacji.

- Pomiar składu gazów w 6 otworach składowiska odpadów komunalnych (CH_4, CO, CO_2, O_2, H_2S, H).
- Określenie kodu odpadów oraz ustalenie charakteru odpadów w sensie, czy mamy potencjalnie do czynienia z odpadem niebezpiecznym czy odpadem nie niebezpiecznym.

- Wykonanie ekspertyzy sanitarnej składowiska zawierającej wyniki oznaczeń następujących parametrów (4 próbki materiału odpadowego i 2 próbki wód):
  - Liczba żywych jaj pasożytów jelitowych.
  - NPL (najbardziej prawdopodobna liczba) bakterii *Clostridium perfringens*.
  - NPL bakterii grupy coli.
  - NPL bakterii grupy coli typu kałowego.
- Wykonanie oceny potencjalnych zagrożeń wynikających z wcześniejszej, niż wynika to z przepisów, zmiany funkcji terenu (zagrożenia w postaci emisji gazów wysypiskowych i zagrożenia sanitarne).
- Określenie możliwych kierunków działań naprawczych oraz oszacowanie kosztów tych działań.
- Analiza możliwych kierunków zagospodarowania:
  - W przypadku podjęcia działań naprawczych terenu.
  - W przypadku braku działań naprawczych terenu.
- Sporządzenie raportu z prac oraz streszczenia w języku niefachowym.

1.3 METODYKA PRACY

Opracowanie miało charakter kompleksowy. W ramach projektu prowadzono prace studialne, szczególnie na etapie przygotowawczym i końcowym, prace terenowe (pobór prób w terenie, wykonanie pomiarów zawartości gazów w składowisku odpadów) oraz prace laboratoryjne (oznaczenie zawartości mikro oraz makro składników w gruncie nasypowym oraz odpadzie komunalnym).

Oznaczenia fizykochemiczne wykonano w akredytowanym laboratorium IETU.

W ocenie uzyskanych wyników oraz możliwości zagospodarowania terenu wykorzystano obowiązujące w kraju rozwiązania prawne [22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34] oraz zaproponowane przez Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych rozwiązania metodyczne [4, 14].

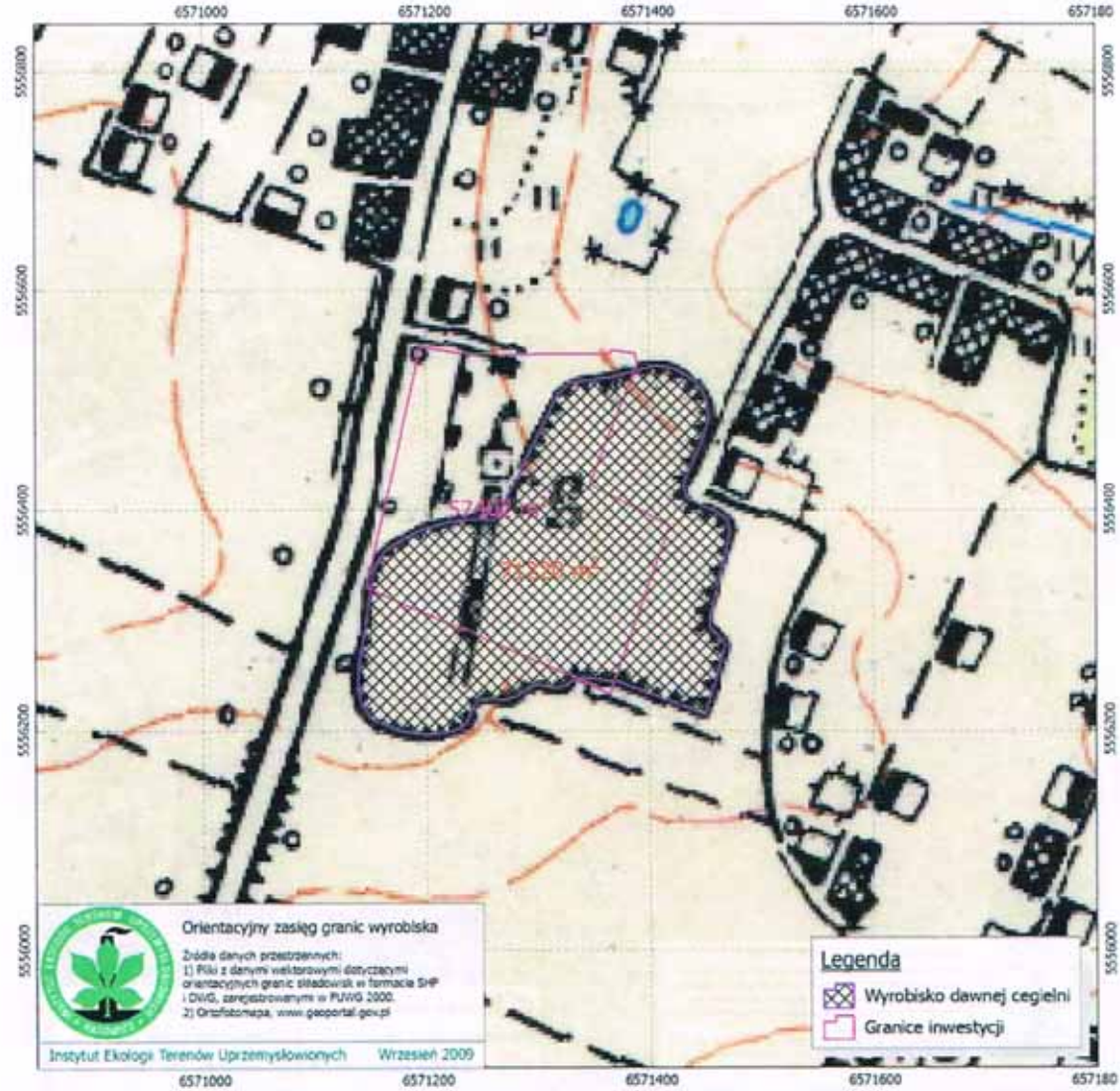
Z uwagi na różnorodność prowadzonych badań i analiz, szczegółowe metodyki pomiarów, oznaczeń oraz interpretacji wyników zamieszczono w częściach raportu prezentujących oraz omawiających poszczególne wyniki badań.

W pracy zastosowano technologię Systemów Informacji Geograficznej (GIS).

1.4 ZARYS HISTORII OBSZARU BADAŃ

Obszar nieruchomości i jej otoczenia podlegał w przeszłości intensywnym przeobrażeniom. Od około 1750 roku na terenie nieruchomości zaczęła działalność cegielnia książęca[1]. W roku 1870 cegielnię zmodernizowano wprowadzając napęd parowy.

W latach 50. XX wieku nastąpiło jej zamknięcie[2]. W wyniku działalności cegielni powstało wyrobisko, którego powierzchnia na początku lat 60 -tych XX wieku wynosiła 7,12 ha (Rys. 1), z czego 3,59 ha znalazło się w zasięgu analizowanej nieruchomości.



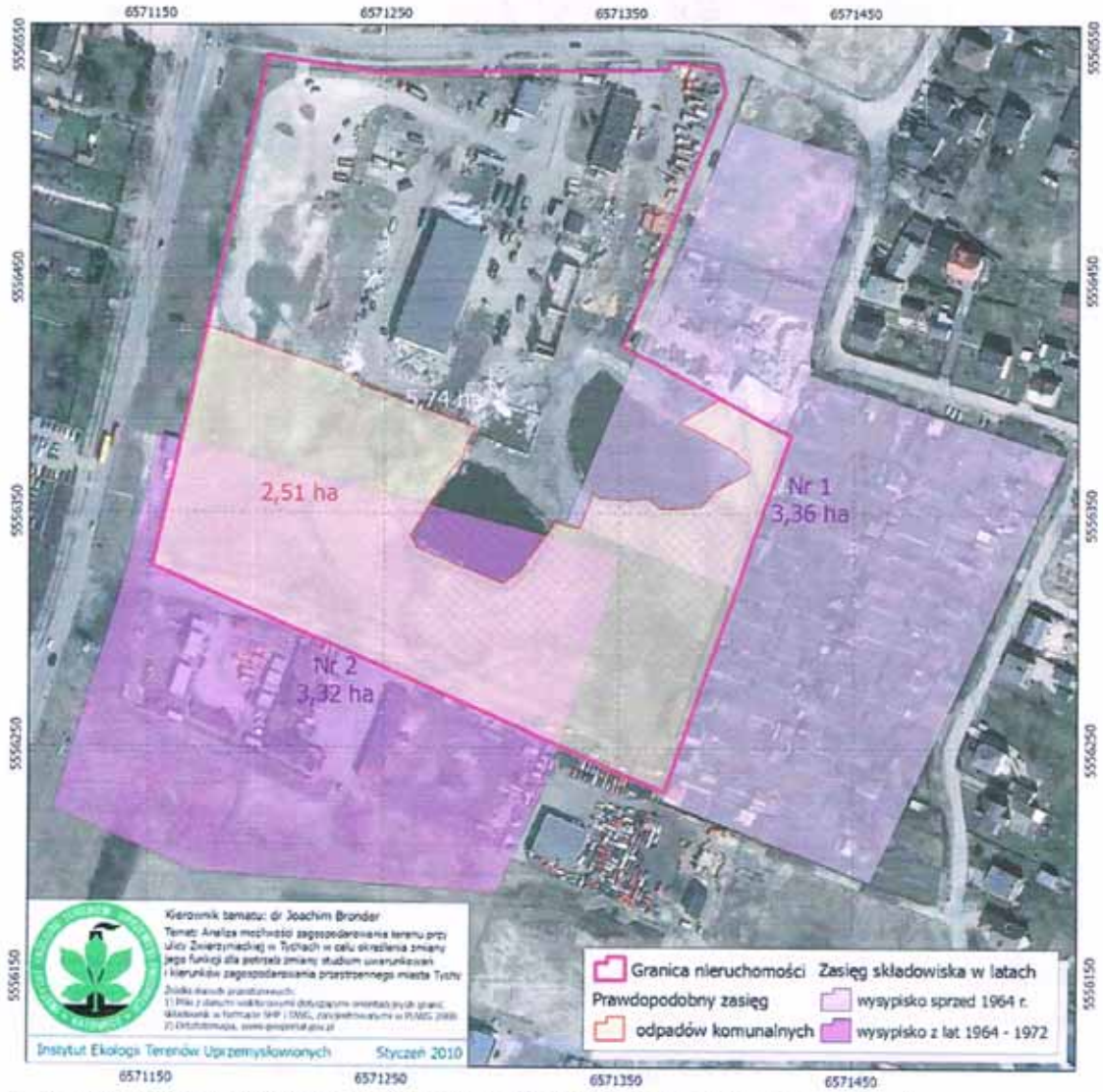
Rys. 1. Mapa zasięgu wyrobiska na początku lat sześćdziesiątych XX wieku

Odnośnie późniejszego okresu na stronie firmy ALBA[3] można przeczytać iż *„... w 1951 r. zostało utworzone w Tychach przedsiębiorstwo państwowe pod nazwą: Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania (MPO).*

[1] Historia Tychów; dokument elektroniczny: http://tychy.dlaludzi.eu/

[2] Lipok-Bierwiaczonek Maria; Od browaru do strefy; 2006-10-10; Gazeta Wyborcza; dokument elektroniczny: http://katowice.gazeta.pl/katowice/1,75275,3675793.html

Później *w 1990 r. w wyniku komunalizacji mienia, przedsiębiorstwo stało się własnością Gminy Tychy, przyjmując nazwę: Komunalne Przedsiębiorstwo Techniki Sanitarnej (KPTS). W 1991 r. Rada Miejska w Tychach na wniosek Zarządu Miasta podjęła uchwałę o przekształceniu KPTS w jednoosobową Spółkę Gminy - Przedsiębiorstwo Techniki Sanitarnej Sp. z o.o. (PTS Sp. z o.o.). W lutym 1992 r. spółka została zarejestrowana w sądzie gospodarczym w Katowicach (nr RHB 7885). Jedynym udziałowcem spółki była Gmina Tychy. W 1995 r. zmianie uległa struktura właścicielska oraz nazwa przedsiębiorstwa na ALBA Przedsiębiorstwo Techniki Sanitarnej Sp. z o.o. (ALBA PTS Sp. z o.o.) ...".*



Rys. 2. Mapa prawdopodobnego zasięg stref składowania odpadów komunalnych

Wynikiem przejęcia nieruchomości przez Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania w Tychach było zapoczątkowanie na jej terenie gospodarki odpadami polegającej (zapewne między innymi) na składowaniu różnych odpadów w tym odpadów komunalnych.

[3] ALBA, Historia; dokument elektroniczny: http://www.tychy.alba.com.pl/firma/historia_spolki.html

Zgodnie z informacją zamieszczoną na przekazanej przez Zleceniodawcę mapie cyfrowej, składowanie odpadów komunalnych odbywało się w dwóch okresach. Pierwszy okres składowania odpadów najprawdopodobniej rozpoczął się już na początku lat pięćdziesiątych i zakończył się w roku 1964 - składowisko wschodnie; drugi okres obejmował lata od 1964 do 1972 – składowisko zachodnie (Rys. 2).

W trakcie badań geotechnicznych określono przypuszczalny zasięg występowania odpadów komunalnych [12]. Najprawdopodobniej całkowita powierzchnia strefy odpadów komunalnych w obrębie analizowanej nieruchomości wynosi około 2,5 ha (Rys. 2). Ilość zgromadzonych w granicach analizowanej nieruchomości odpadów komunalnych wynosi około 111,5 tys. m^3.

W wyniku przekształceń własnościowych w latach 90 -tych ubiegłego wieku, pełniący funkcje usługowe dla miasta Tychy teren nieruchomości stał się prywatną własnością spółki ALBA. Z kolei spółka ALBA odsprzedała ten teren kolejnemu właścicielowi, który wyraził wolę wprowadzenia nowych funkcji dla terenu, do tej pory użytkowanego jako zaplecza usługowego Miasta Tychy.

Stąd pojawiła się konieczność oceny aktualnego stanu nieruchomości w celu stwierdzenia ewentualnego istnienia barier przekształceń jej funkcji.

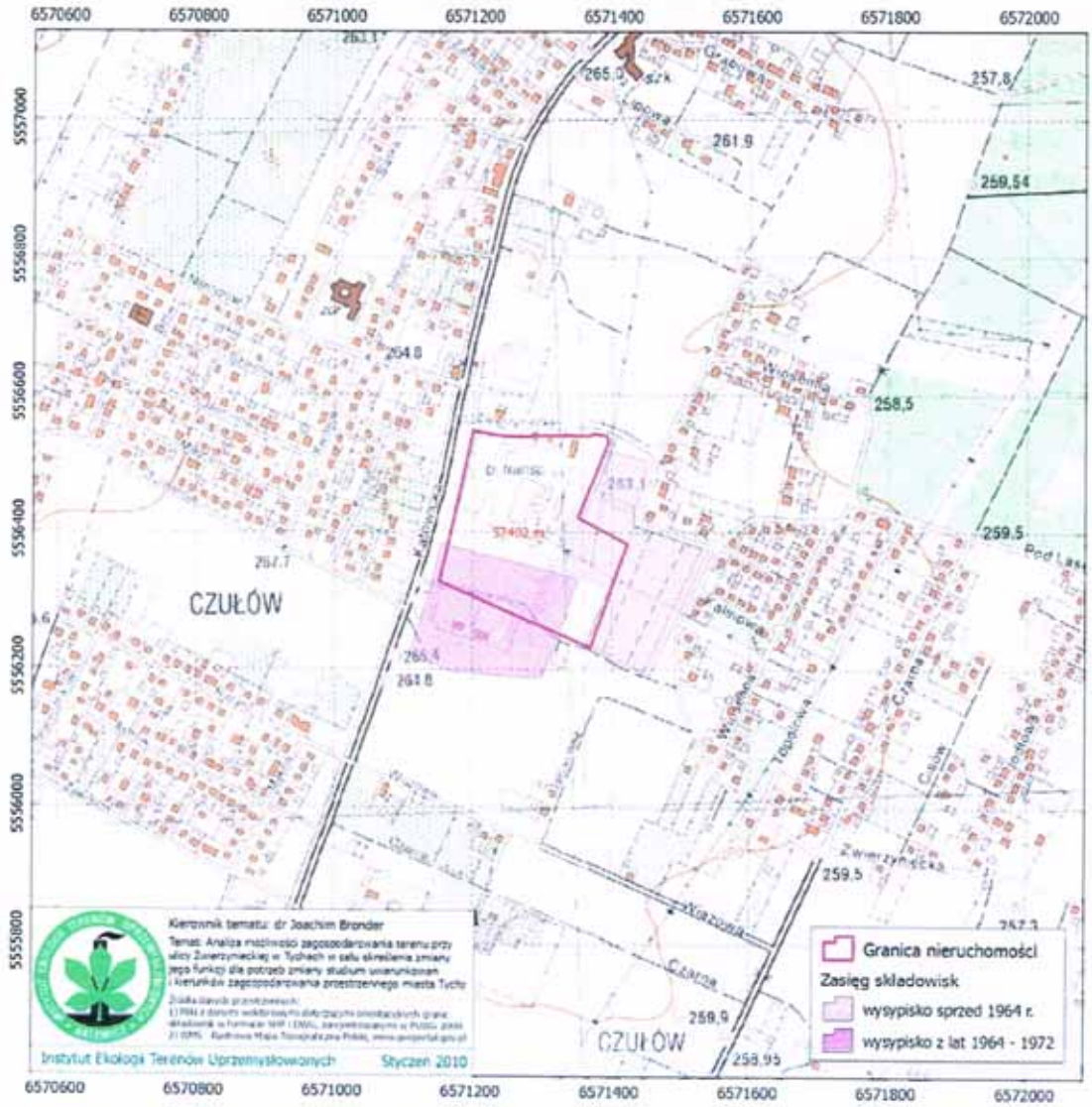
2 CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

2.1 POŁOŻENIE I UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU NIERUCHOMOŚCI

Obszar analizowanej nieruchomości położony jest Tychach w dzielnicy Czułów, przy ulicy Zwierzynieckiej, która stanowi jednocześnie jego północną granicę.

Równolegle do krawędzi zachodniej nieruchomości przebiega ulica Katowicka. Od strony wschodniej nieruchomość graniczy z ogródkami działkowymi „Narcyz", a od strony południowej z drogą gruntową.

Tuż przy ogrodzeniu od strony wschodniej, na północny-wschód od większego ze stawów znajduje się nieruchomość, na której zgromadzono pewną ilość odpadów, prawdopodobnie odpadów papierowych (Rys. 3).



Rys. 3. Mapa lokalizacji działki na tle mapy topograficznej w skali 1:10 000

Odczytana, na podstawie dostarczonej przez Zleceniodawcę warstwy informacyjnej GIS, powierzchnia nieruchomości wynosi około 5,74 ha. W obrębie nieruchomości można wyróżnić dwie różniące się od siebie części: część północną oraz część południową.

W części północnej znajduje się główna część infrastruktury technicznej w postaci budynków, dróg zakładowych, sieci elektrycznych i kanalizacyjnych.

W części południowej znajduje się zamknięte składowisko odpadów komunalnych.

Fot. 1. Powierzchnia składowiska odpadów komunalnych w dniu 18 listopada 2009

Powierzchnia składowiska odpadów komunalnych pokryta jest roślinnością ruderalną.

Wyróżnić tutaj można następujące gatunki roślin: łopian pajęczynowaty; przymiotno kanadyjskie; słonecznik bulwiasty; tasznik pospolity; wrotycz pospolity; żółtlica drobnokwiatowa; bylica pospolita; łopian pajęczynowaty; konyza kanadyjska; stulicha psia. Na podmokłym podłożu spotyka się trzcinę pospolitą. Spośród roślin trwałych spotyka się siewki wierzby, olchy, brzozy i robinii akacjowej.

Powierzchnia terenu w obrębię obu części (poza dwoma zbiornikami wodnymi) jest płaska (Fot. 1). Powierzchnia składowiska odpadów komunalnych jest położona o około pół metra wyżej od północnej części nieruchomości. Średnia wysokość terenu wynosi około 264,5 m n.p.m.

W strefie mniej więcej pomiędzy obu wyżej wymienionymi częściami znajdują się dwa zbiorniki wodne.

Odczytana na podstawie mapy zasadniczej z dnia 16 października 2008 [43] powierzchnia tych zbiorników wynosi 0,26 ha - w przypadku zbiornika większego oraz 0,20 ha - w przypadku zbiornika mniejszego. Powierzchnia tego drugiego w ostatnim czasie, ze względu na jego częściowe zasypanie została zmniejszona (Fot. 2). Oba zbiorniki podlegają procesowi eutrofizacji[4], co uwidacznia się w ich specyficznym, zielonkawym kolorze (Fot. 2). Najprawdopodobniej dominują tutaj glony jednokomórkowe.

Fot. 2. Zasypywany mniejszy zbiornik wodny. Stan w dniu 18 listopada 2009

2.2 WARUNKI GEOLOGICZNE I HYDROGEOLOGICZNE OBSZARU BADAŃ

Na mapie geologicznej Polski w skali 1:500 000, można odczytać, iż obszar badań położony jest w obrębie należących do plejstocenu glin zwałowych, zwietrzelin glin zwałowych oraz piasków i żwirów lodowcowych[5]. Na szczegółowej Mapie Geologicznej Polski obszar badań położony jest w zasięgu plejstoceńskich glin zwałowych [2].

Występowanie na terenie nieruchomości utworów gliniastych, przyczyniło się do utworzenia tutaj cegielni oraz związanego z nią wyrobiska.

[4] Eutrofizacja [gr. eutrophia 'dobre odżywianie'], ekol. wzbogacanie się zbiorników wodnych w substancje odżywcze (pierwiastki biogenne, gł. azot i fosfor, także potas i sód), powodujące nadmierną produkcję biomasy glonów, źródło: Encyklopedia PWN; dokument elektroniczny: http://encyklopedia.pwn.pl/haslo.php?id=3899259

[5] Mapa geologiczna Polski, 1:500 000, Ministerstwo Środowiska, Państwowy Instytut Geologiczny; dokument elektroniczny: http://www.pgi.gov.pl/mapy/mgp500/MGP500_main.html

W trakcie wykonywania otworów badawczych w podłożu gruntów nasypowych stwierdzono występowanie utworów gliniastych w tym m.in. gliny pylastej, gliny piaszczystej.

Dominującym na obszarze nieruchomości utworem litologicznym jest nasyp niebudowlany (NN). W otworach 103, 105, 108, 109, 110 natrafiono na rozpoznawalne makroskopowo odpady komunalne [40].

Nasyp niebudowlany zawiera zarówno grunty rodzime jak i składniki nasypu niekontrolowanego. Grunty rodzime w nasypie niebudowlanym reprezentowane są przez piasek drobny, piasek średni, piasek gliniasty, glinę, glinę piaszczystą, glinę pylastą. Do gruntów rodzimych zalicza się także występujący tutaj namuł oraz namuł gliniasty.

Z kolei składnikami nasypu niekontrolowanego są wspominane wcześniej odpady komunalne oraz fragmenty cegieł, żużel, kamienie, żywice, gruz [40].

Pod względem stosunków hydrogeologicznych, analizowany obszar znajduje się poza zasięgiem Głównych Zbiorników Wód Podziemnych[6]. Z drugiej jednak strony obszar ten znajduje się on w granicach dwóch użytkowych poziomów wód podziemnych: poziomu karbońskiego „ Tychy-Siersza" oraz poziomu czwartorzędowego. W czasie prowadzenia prac terenowych poziom wód gruntowych wahał się w przedziale od 2,2 do 3,7 m głębokości, średnio 3,0 m [40].

Występowanie na obszarze badań słabo przepuszczalnych utworów gliniastych jest najprawdopodobniej jedną z głównych przyczyn występowania tutaj dwóch stawów. Zasypanie stawów doprowadziłoby zapewne do lekkiego podniesienia się poziomu wód gruntowych.

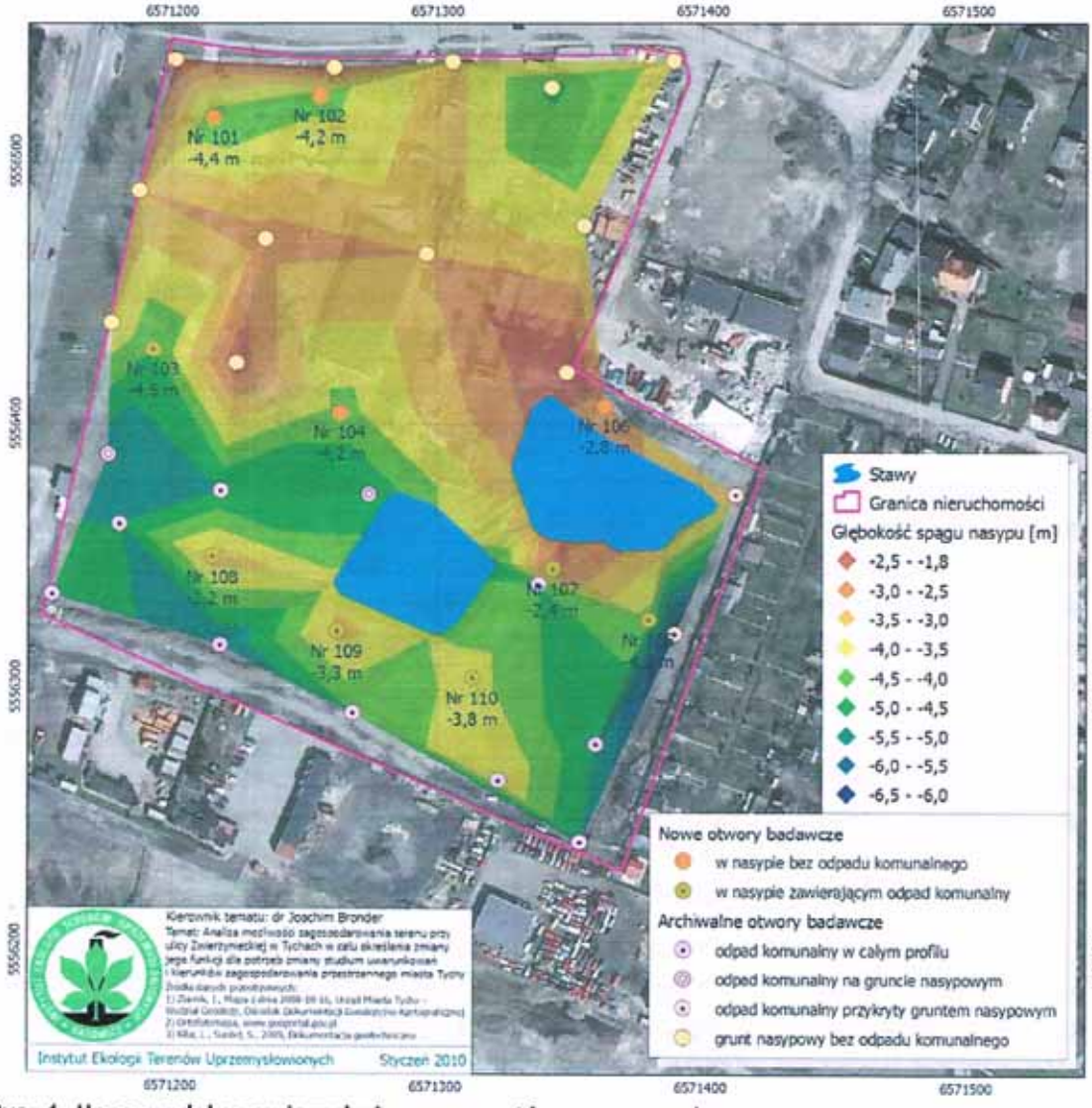
2.3 SZACUNEK OBJĘTOŚCI GRUNTÓW NASYPOWYCH

Teren nieruchomości został wcześniej przebadany pod kątem warunków geotechnicznych. Wykonano wówczas 25 otworów badawczych dochodzących do podłoża gruntów nasypowych [12]. Wyniki pomiarów głębokości zalegania poszczególnych utworów pozwoliły na wstępne ustalenie miąższości gruntów nasypowych.

Wykonanie dodatkowych 10 otworów, w których nawiercono spąg gruntów nasypowych, pozwoliło na bardziej szczegółowe określenie ukształtowania powierzchni naturalnego podłoża tychże gruntów, a tym samym, bardziej precyzyjne oszacowanie objętości nasypów.

Stosując interpolację metodą triangulacyjną utworzono model powierzchni spągu gruntów nasypowych (Rys. 4.). Średnia miąższość gruntów nasypowych (średnia głębokość spągu tych gruntów) w granicach modelu triangulacyjnego utworzonego na podstawie 35 punktów pomiarowych, z wyłączeniem obszaru dwóch stawów wynosi 3,8 m. Obliczona na podstawie modelu triangulacyjnego objętość gruntów nasypowych znajdujących się w granicach nieruchomości, z wyłączeniem powierzchni pod stawami, wynosi 200 481 m^3 (Tabela 2).

[6] IKAR Geoportal Państwowego Instytutu Geologicznego; dokument elektroniczny: http://ikar2.pgi.gov.pl/mvs_viewer/mapviewermvs.jsf?width=627&height=403&firstpageload=true



Rys. 4. Mapa modelu powierzchni spągu gruntów nasypowych

W celu określenia czy średnia głębokość nasypów antropogenicznych w strefie składowiska odpadów komunalnych różni się od średniej głębokości pozostałych gruntów nasypowych wykonano analizę wariancji, przy czym czynnikiem był typ gruntu nasypowego.

Przed przystąpieniem do analizy wariancji sprawdzono charakter rozkładu statystycznego głębokości spągu nasypów. Na podstawie wyników testu *Shapiro-Wilk'a* stwierdzono, iż dane te cechują się rozkładem normalnym. Sprawdzono również homogeniczność wariancji głębokości nasypu dwóch typów odpadów. Na podstawie wyniku testu *Levene'a* stwierdzono homogeniczność wariancji.

Wykonana analiza wykazała istnienie istotnych różnic, na poziomie istotności 0,001 pomiędzy średnimi głębokościami nasypu zawierającego odpady komunalne i nasypu nie zawierającego odpadów komunalnych.

Stwierdzono przy tym, iż średnia głębokość tego pierwszego jest większa o 1,2 m w stosunku do średniej miąższości gruntu nasypowego nie zawierającego odpadów komunalnych (Tabela 1).

Być może wynika to z tego, iż ta część wyrobiska przed składowaniem odpadów komunalnych została celowo pogłębiona lub odpady komunalne składowano w najgłębszej części wyrobiska.

Tabela 1. Wynik jednoczynnikowej analizy wariancji miąższości nasypów

PODSUMOWANIE					
Grupy	Licznik	Suma	Średnia	Wariancja	
Punkty w gruncie nasypowym	16	51,80	3,24	0,77	
Punkty w odpadzie komunalnym	19	84,40	4,44	0,96	
ANALIZA WARIANCJI					
Źródło wariancji	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Średnie kwadraty	Wartość statystyki F	Wartość p
Pomiędzy grupami	12,60361	1	12,6036	14,3997	0,00060019
W obrębie grup (błąd)	28,88382	33	0,8753		
Razem	41,48743	34			

Źródło: Obliczenia własne

Tabela 2 zawiera syntetyczne zestawienie szacunków objętości dwóch głównych typów gruntów nasypowych zalegających na obszarze nieruchomości. W tabeli zamieszczono również wartości 95% przedziałów ufności dla średnich głębokości, co pozwoliło określić zakres prawdopodobnych objętości wymienionych wyżej dwóch typów nasypów.

Tabela 2. Szacunek objętości gruntów nasypowych na obszarze badanej nieruchomości

Typ gruntu	Obszar [m^2]	Średnia miąższość [m]	Wariancja średniej [m]	95% przedział ufności [m]	Minimalna objętość [m^3]	Maksymalna objętość [m^3]	Objętość średnia [m^3]
Grunt nasypowy (bez stawów i zbiorników)	27 690	3,238	0,772	0,468	76 700	102 618	89 659
Odpad komunalny (poza zbiornikami wodnymi)	25 069	4,442	0,961	0,473	99 497	123 212	111 355
Grunt nasypowy i odpad komunalny razem	52 759	-	-	-	176 197	225 830	201 014
Grunt nasypowy i odpad komunalny w zasięgu modelu triangulacyjnego	52 578	3,800	-	-	-	-	200 481[7]

Źródło: Obliczenia własne

Obliczona na podstawie wyników zawartych w powyższej tabeli, prawdopodobna objętość gruntów nasypowych wynosi 201 014 m^3. Grunty nasypowe zawierające odpad komunalny stanowią 55% wszystkich gruntów nasypowych zalegających w obszarze nieruchomości.

Zakładając poprawność wyznaczenia zasięgu występowania obu typów gruntów nasypowych, można stwierdzić, iż z prawdopodobieństwem 0,95 objętość tych gruntów na terenie nieruchomości kształtuje się w przedziale od 176 tys. m^3 do 226 tys. m^3.

[7] na podstawie modelu triangulacyjnego

3 OCENA ZANIECZYSZCZENIA GRUNTÓW NASYPOWYCH

3.1 POBÓR PRÓBEK MATERIAŁU BADAWCZEGO

Pobór próbek materiału badawczego wykonano w dniu 18 listopada 2009 roku. Łącznie na potrzeby oceny gruntów nieruchomości pobrano próbki gruntu z 10 otworów badawczych.

Otwory badawcze wykonało Przedsiębiorstwo Geologiczno-Geodezyjne GEOPROJEKT ŚLĄSK. Otwory nawiercono przy pomocy wiertnicy mechanicznej WH. Do niniejszego raportu dołączono karty wykonanych otworów badawczych (Załącznik I). Na zdjęciu poniżej wiercenie otworu badawczego nr 108 (Fot. 3).

Fot. 3. Wiercenie otworu badawczego na terenie nieruchomości przy ulicy Zwierzynieckiej

Z każdego otworu badawczego pobrano po jednej próbce materiału badawczego w celu wykonania oznaczeń zawartości 12 metali oraz dwóch węglowodorów paliw płynnych. W jednym z otworów (punkt 101), znajdujących się na terenie parkingu dawnej bazy transportowej pobrano dodatkową próbkę gruntu ze względu na jej intensywne zaolejenie i poddano ją analizie na zawartość węglowodorów paliw płynnych.

Ponadto w ramach prac terenowych, pobrano cztery próbki gruntu i dwie próbki wody na potrzeby analizy mikrobiologicznej (Tabela 3).

Przybliżoną lokalizację punktów pomiarowych wyznaczono w oparciu o odbiornik GPS 12, każdorazowo określając dokładność pozycji. Po wykonaniu wierceń przeprowadzono niwelację otworów badawczych.

Otwory badawcze 101, 102, 104 i 106 reprezentują nasyp antropogeniczny nie zawierający odpadów komunalnych. Pozostałe otwory wykonano w nasypie antropogenicznym zawierającym odpady komunalne (Tabela 3, Rys. 4.).

Tabela 3. Położenie otworów badawczych oraz głębokość poboru próbek gruntu

Nr	Szerokość geograficzna	Długość geograficzna	Błąd pozycji [m]	Wysokość [m n.p.m.]	Głębokość otworu [m]	Poziom wody [m]	Głębokość poboru [m]	Typ gruntu
101	50,140448	18,996295	4,7	264,75	5,0	-2,7	0,5-1,0	Grunt nasypowy[8]
102	50,140518	18,996858	2,9	264,39	4,5	-3,7	0,5-1,0	Grunt nasypowy
103	50,139660	18,995962	3,8	264,39	6,0	-2,2	2,0-2,5	Odpady kom.
104	50,139434	18,996944	3,0	263,66	5,0	-	0,5-1,0	Grunt nasypowy
105	50,138716	18,998559	3,7	263,88	4,5	-3,7	1,5-2,0	Odpady kom.
106	50,139445	18,998339	4,4	263,46	4,0	-	0,5-1,0	Grunt nasypowy
107	50,138893	18,998054	4,4	264,04	4,5	-	1,0-1,5	Odpady kom.
108	50,138946	18,996263	3,3	265,78	4,0	-2,9	1,5-2,0	Odpady kom.[9]
109	50,138689	18,996912	3,8	264,97	4,5	-	1,5-2,0	Odpady kom.
110	50,138528	18,997625	4,0	264,72	4,5	-2,7	2,5-3,0	Odpady kom.

3.2 ZAKRES I METODA OZNACZEŃ

W ramach oceny zanieczyszczenia gruntów nasypowych wykonano oznaczenia 12 metali (As, Ba, Cr, Sn, Zn, Cd, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Hg) oraz dwóch węglowodorów paliw płynnych – C_6-C_{12} (suma benzyn) oraz C_{10}-C_{40} (oleju mineralnego). Oznaczenia wyżej wymienionych 12 metali wykonano dla 10 próbek gruntów nasypowych, oznaczenia węglowodorów dla 11 próbek.

Tabela 4 zawiera syntetyczny opis zastosowanych metod pomiarów zawartości zanieczyszczeń w próbkach gruntu łącznie z opisem metody wstępnej i metody oznaczania. W tabeli zamieszczono także dane na temat granic oznaczalności, zakresu akredytacji i źródeł metodyk. Większość zastosowanym metod oznaczeń objęta jest akredytacją Polskiego Centrum Akredytacji.

Zastosowane procedury badawcze są odpowiednie do oceny zanieczyszczenia gruntów na obszarach należących do grupy B i grupy C użytkowania ziemi według podziału z Rozporządzenia Ministra Środowiska [32].

[8] Dodatkowa próbka z głębokości 2,8 m zaolejona

[9] Próbkę gruntu do badań mikrobiologicznych pobrano z głębokości 2,5-3,0 m

Tabela 4. Zastosowane metodyki oznaczeń

L.p.	Oznaczany parametr	Symbol chemiczny	Jednostka miary	Część wstępna metodyki	Metoda oznaczania
1	Arsen	As	mg/kg	Mineralizacja Aqua Regia	AAS[10]
2	Bar	Ba	mg/kg	Mineralizacja Aqua Regia	ICP[11]
3	Chrom	Cr	mg/kg	Mineralizacja Aqua Regia	ICP
4	Cyna	Sn	mg/kg	Mineralizacja Aqua Regia	ICP
5	Cynk	Zn	mg/kg	Mineralizacja Aqua Regia	ICP
6	Kadm	Cd	mg/kg	Mineralizacja Aqua Regia	ICP
7	Kobalt	Co	mg/kg	Mineralizacja Aqua Regia	ICP
8	Miedź	Cu	mg/kg	Mineralizacja Aqua Regia	ICP
9	Molibden	Mo	mg/kg	Mineralizacja Aqua Regia	ICP
10	Nikiel	Ni	mg/kg	Mineralizacja Aqua Regia	ICP
11	Ołów	Pb	mg/kg	Mineralizacja Aqua Regia	ICP
12	Rtęć	Hg	mg/kg	Mineralizacja Aqua Regia	AAS[12]
13	Benzyna suma	Węglowodory C_6-C_{12}	mg/kg	Mikroekstrakcja do fazy stacjonarnej (SPME)	GC-MS[13]
14	Olej mineralny	Węglowodory C_{10}-C_{40}	mg/kg	Przyspieszona ekstrakcja (ASE)	GC-FID[14]

Tabela 4. Zastosowane metodyki oznaczeń (ciąg dalszy)

L.p.	Oznaczany parametr	Granica oznaczalności [mg/kg]	Źródło metodyki	Akredytacja
1	Arsen	0,30	Procedura badawcza PB-08/4, Wydanie 2 z dnia 06.10.2003	Tak
2	Bar	6,03	Procedura badawcza PB-08/2, Wydanie 2 z dnia 29.10.2007	Tak
3	Chrom	4,33	Procedura badawcza PB-08/2, Wydanie 2 z dnia 29.10.2007	Tak
4	Cyna	5,33	Procedura badawcza PB-08/2, Wydanie 2 z dnia 29.10.2007	Tak
5	Cynk	4,42	Procedura badawcza PB-08/2, Wydanie 2 z dnia 29.10.2007	Tak
6	Kadm	2,09	Procedura badawcza PB-08/2, Wydanie 2 z dnia 29.10.2007	Tak
7	Kobalt	0,86	Procedura badawcza PB-08/2, Wydanie 2 z dnia 29.10.2007	Tak
8	Miedź	3,16	Procedura badawcza PB-08/2, Wydanie 2 z dnia 29.10.2007	Tak
9	Molibden	6,63	Procedura badawcza PB-08/2, Wydanie 2 z dnia 29.10.2007	Tak
10	Nikiel	27,00	Procedura badawcza PB-08/2, Wydanie 2 z dnia 29.10.2007	Tak
11	Ołów	41,40	Procedura badawcza PB-08/2, Wydanie 2 z dnia 29.10.2007	Tak
12	Rtęć	0,40	Procedura badawcza PB-08/3, Wydanie 2 z dnia 20.01.2005	Tak
13	Benzyna suma	0,02	Z wykorzystaniem procedury badawczej do oznaczeń LZO (PB-12 Wydanie 1 z dnia 06.02.2004)	Nie
14	Olej mineralny	3,67	Procedura badawcza PB-17, Wydanie 3 z dnia 30.12.2009	Nie

[10] AAS absorpcyjna spektrometria atomowa : 1) oznaczanie arsenu-techniką wytwarzania wodorków

[11] ICP - emisyjna spektrometria atomowa z plazmą wzbudzoną indukcyjnie

[12] AAS absorpcyjna spektrometria atomowa : 2) oznaczanie rtęci techniką zimnych par

[13] GC-MS- chromatografia gazowa z detekcją mas

[14] GC-FID- chromatografia gazowa z detekcją płomieniowo-jonizacyjną

3.3 METODA OCENY ZANIECZYSZCZENIA GRUNTÓW

W ocenie jakościowej pobranych próbek środowiskowych zastosowano obecnie obowiązujące regulacje prawne [32, 38]. I tak w ocenie stopnia zanieczyszczenia gruntów analizowanej nieruchomości przy ulicy Zwierzynieckiej, zastosowano *wartości dopuszczalne stężeń w glebie lub w ziemi,* które zamieszczono w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 roku w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi [32].

Przyjęto przy tym założenie, iż przyszła funkcja terenu jest sprawą otwartą. Dlatego w ocenie zanieczyszczenia gruntów zastosowano wartości dopuszczalne dla terenów grupy użytkowania B oraz grupy użytkowania C.

Tabela 5. Sposoby użytkowania terenu w grupach użytkowania

Grupa B	Grupa C
1 grunty zaliczone do użytków rolnych, 2 obszary leśne, 3 tereny zurbanizowane, poza terenami przemysłowymi i komunikacyjnymi	1 tereny przemysłowe, 2 użytki kopalne, 3 tereny komunikacyjne

Źródło: Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 roku w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi

Tabela 6 zawiera zastosowane w ocenie gruntów wartości normatywne. Ocenę wykonano poprzez porównanie otrzymanych wyników pomiarów z zawartościami dopuszczalnymi.

Tabela 6. Zastosowane w ocenie dopuszczalne zawartości zanieczyszczeń w gruntach [32]

L.p.	Parametr	Grunty grupy B[15], głębokość 0,3-15,0 m, w (mg/kg s. m.)	Grunty grupy C, głębokość 0,0-2,0 m, w (mg/kg s. m.)	Grunty grupy C, głębokość 2,0-15,0 m, w (mg/kg s. m.)
1	As	20	60	25
2	Ba	250	1000	300
3	Cr	150	500	150
4	Sn	30	350	40
5	Zn	350	1000	300
6	Cd	5	15	6
7	Co	30	200	50
8	Cu	100	600	200
9	Mo	10	250	30
10	Ni	50	300	70
11	Pb	100	600	200
12	Hg	3	30	4
13	Węglowodory C_6-C_{12}	5	500	50
14	Węglowodory C_{10}-C_{40}	200	3000	1000

[15] Dla gruntów o wodoprzepuszczalności powyżej 10^{-7} m/s

3.4 WYNIKI POMIARÓW ZAWARTOŚCI ZANIECZYSZCZEŃ W GRUNTACH

Tabela 7 zawiera zestawienie wyników pomiarów zawartości 12 metali oraz 2 węglowodorów paliw płynnych. Zaznaczono wyniki oznaczeń charakteryzujące się przekroczeniami zawartości dopuszczalnych dla gruntów grupy B użytkowania ziemi.

W tym przypadku wartości dopuszczalne odnoszą się do warstwy od 0,3 do 15 metrów głębokości i wodoprzepuszczalności powyżej 10^{-7} m/s.

Tabela 7. Zawartość zanieczyszczeń w próbkach gruntu nasypowego [mg/kg s. m.]

Nr próbki	As	Ba	Cr	Sn	Zn	Cd	Co
101	5,80	681,83	19,61	<12,96	546,17	2,81	3,46
102	5,01	143,55	25,66	<12,96	133,54	<2,09	7,50
103	6,34	275,49	29,97	102,39	567,80	<2,09	6,29
104	8,58	188,49	25,40	<12,96	228,37	<2,09	9,82
105	5,87	396,01	70,80	21,26	1358,95	<2,09	7,04
106	4,83	105,54	26,02	<12,96	93,09	<2,09	6,91
107	7,22	364,15	41,53	34,54	582,49	<2,09	7,19
108	9,26	297,66	43,58	84,70	240,38	<2,09	17,04
109	7,48	264,12	29,61	<12,96	277,25	<2,09	7,43
110	7,44	321,24	68,61	<12,96	361,65	<2,09	9,45

Tabela 7. Zawartość zanieczyszczeń w próbkach gruntu nasypowego [mg/kg s. m.] (ciąg dalszy)

Nr próbki	Cu	Mo	Ni	Pb	Hg	Benzyna suma	Olej mineralny
101 / 101'	19,74	<8,17	<27,03	165,90	3,71	0,08 / **7,88**	4,59 / **832,47**
102	19,97	<8,17	<27,03	<41,4	<0,4	0,09	16,30
103	85,45	<8,17	<27,03	135,81	1,22	0,02	88,31
104	41,37	<8,17	<27,03	71,33	<0,4	<0,02	15,79
105	58,10	<8,17	<27,03	244,06	<0,4	1,29	278,84
106	22,84	<8,17	<27,03	<41,4	<0,4	0,14	<3,67
107	50,31	<8,17	<27,03	169,20	0,55	2,79	418,25
108	54,11	<8,17	31,15	89,66	<0,4	0,41	13,39
109	43,05	<8,17	<27,03	115,21	<0,4	0,08	88,65
110	37,36	<8,17	<27,03	104,88	<0,4	1,33	20,00

3.5 OCENA ZANIECZYSZCZENIA GRUNTÓW ANALIZOWANYCH PRÓBEK GRUNTU

Biorąc pod uwagę zawartości dopuszczalne dla gruntów grupy B użytkowania ziemi o głębokości od 0,3-15,0 m, nie stwierdzono w analizowanych próbkach przekroczeń dopuszczalnych zawartości arsenu, chromu, kadmu, kobaltu, miedzi, molibdenu oraz niklu. Natomiast zawartości baru, cyny, cynku ołowiu, rtęci oraz węglowodorów paliw płynnych (sumy benzyn oraz oleju mineralnego) przekraczają w niektórych próbkach poziom dopuszczalny dla gruntów grupy B (Tabela 7).

Ocena uwzględniająca wyniki wszystkich, 14 analizowanych parametrów, wskazuje iż 8 na 11 przebadanych próbek charakteryzuje się przekroczeniami zawartości dopuszczalnych dla gruntów B użytkowania ziemi.

Natomiast 3 próbki charakteryzują się przekroczeniami zawartości dopuszczalnych dla gruntów C użytkowania ziemi.

Tabela 8. Ocena zanieczyszczenia próbek gruntu

Według standardów dla gruntów grupy B			
Nr próbki	Maksymalny iloraz	Parametr z maks. ilorazem	Ocena próbki
101	2,73	Ba	Zanieczyszczona
102	0,57	Ba	W normie
103	3,41	Sn	Zanieczyszczona
104	0,75	Ba	W normie
105	3,88	Zn	Zanieczyszczona
106	0,42	Ba	W normie
107	2,09	Olej mineralny	Zanieczyszczona
108	2,82	Sn	Zanieczyszczona
109	1,15	Pb	Zanieczyszczona
110	1,28	Ba	Zanieczyszczona
101'	4,16	Olej mineralny	Zanieczyszczona

Według standardów dla gruntów grupy C			
Nr próbki	Maksymalny iloraz	Parametr z maks. ilorazem	Ocena próbki
101	0,68	Ba	W normie
102	0,14	Ba	W normie
103	2,56	Sn	Zanieczyszczona
104	0,23	Zn	W normie
105	1,36	Zn	Zanieczyszczona
106	0,11	Ba	W normie
107	0,58	Zn	W normie
108	0,30	Ba	W normie
109	0,28	Zn	W normie
110	1,21	Zn	Zanieczyszczona
101'	0,83	Olej mineralny	W normie

Źródło: Obliczenia własne

Należy jednak tutaj wziąć pod uwagę fakt, przekroczenia w punktach 103 oraz 110 wynikają po części z faktu, iż głębokość poboru próbek w tychże punktach była większa niż 2 metry; a dla tej głębokości obowiązują bardziej restrykcyjne kryteria jakościowe. Zatem zmiana sposobu poboru próbek gruntu (poniżej 2 metrów głębokości) teoretycznie mogłaby wpłynąć na wynik oceny tego terenu. Na przykład, jeżeli zawartość analizowanych zanieczyszczeń nie różniłaby się znacząco wraz ze zmianą głębokości i jeżeli pobralibyśmy próbki gruntu z głębokości poniżej 2 metrów pod powierzchnią terenu wówczas 6 na 11 próbek cechowałoby się przekroczeniami wartości dopuszczalnych dla użytków grupy C.

Taka sytuacja dotyczy próbek nr 101 (przekroczenia Ba, Zn), 103 (Sn, Zn), 105 (Ba, Zn, Pb), 107 (Ba, Zn), 108 (Sn) oraz 110 (Ba, Zn).

3.6 OCENA CAŁOŚCIOWA ZANIECZYSZCZENIA GRUNTÓW NIERUCHOMOŚCI

W dalszej części analizy określono dopasowanie danych pomiarowych do rozkładu normalnego oraz wykonano obliczenia podstawowych statystyk w tym wartości miar położenia dla danych pomiarowych nietransformowanych oraz danych transformowanych.

Ze względu na niewielką ilość danych pomiarowych zastosowano test *Shapiro-Wilk'a* (Tabela 9). W tabeli zamieszczono tylko wyniki dla zanieczyszczeń, dla których stwierdzono przekroczenie zawartości dopuszczalnych.

Spośród analizowanych serii pomiarowych jedynie zawartości baru i ołowiu cechują się rozkładem normalnym. W przypadku serii danych o rozkładzie odmiennym od normalnego, test powtórzono po transformacji danych logarytmem naturalnym. Tak przekształcone serie danych cechowały się rozkładem normalnym.

W przypadku danych o rozkładzie logarytmiczno normalnym miary położenia obliczono jako średnie arytmetyczne danych transformowanych, a wynik obliczeń poddano zwrotnie transformacji przy pomocy funkcji ekspotencjalnej.

Tabela 9. Analiza statystyczna zawartości zanieczyszczeń

Parametr	Ba	Sn	Zn	Pb	Hg	C_6-C_{12}	C_{10}-C_{40}
Liczba próbek	10	10	10	10	10	11	11
Minimum	105,54	0,85	93,09	30,57	0,01	0,01	2,53
Maksimum	681,83	102,39	1358,95	244,06	3,71	7,88	832,47
Średnia arytmetyczna	303,81	27,04	438,97	116,67	0,65	1,28	161,74
Odchylenie Standardowe	161,95	36,75	368,77	64,96	1,13	2,35	259,75
Wartość statystyki W	0,89	0,72	0,80	0,96	0,60	0,61	0,78
Wynik testu	Rozkład normalny	Rozkład log-normalny	Rozkład log-normalny	Rozkład normalny	Rozkład log-normalny	Rozkład log-normalny	Rozkład log-normalny
Miara położenia	303,81	10,44	333,06	116,67	0,22	0,25	41,37
Standard dla gruntów grupy B	250,00	30,00	350,00	100,00	3,00	5,00	200,00

Źródło: Obliczenia własne

Wartości miar położenia zawartości (średnich arytmetycznych) baru oraz ołowiu przekraczają poziom dopuszczalny dla gruntów grupy B użytkowania ziemi.

Wartości miar położenia pozostałych analizowanych tutaj zanieczyszczeń (transformowanych średnich arytmetycznych), nie przekraczają wartości dopuszczalnych dla gleb grupy B użytkowania ziemi.

3.7 PRAWDOPODOBNE PRZYCZYNY ZANIECZYSZCZENIA GRUNTÓW NIERUCHOMOŚCI

W dalszej części przeanalizowano potencjalne przyczyny przekroczeń dopuszczalnych zawartości zanieczyszczeń biorąc pod uwagę standardy dla gruntów grupy B użytkowania ziemi. Występowanie na tym obszarze przekroczeń dopuszczalnych zawartości sumy benzyn i oleju mineralnego może być związane m.in. z faktem istnienia tutaj bazy transportowej.

Przekroczenia zawartości dopuszczalnych baru obserwuje się generalnie w próbkach gruntu pobranego ze składowiska odpadów komunalnych (wyjątkiem jest punkt 101).

Mogą one być związane z faktem, iż bar stosowany jest m.in. w produkcji cegieł, szkła dachówek i ceramiki [11]. Ponadto bar używany jest m.in. w przemyśle papierniczym [10], a zarówno szkło jak i papier stanowią istotny składnik odpadów komunalnych [3].

Przekroczenia zawartości dopuszczalnych cyny obserwuje się wyłącznie w próbkach ze składowiska odpadów komunalnych. Najprawdopodobniej podwyższone zawartości tego metalu związane są z jego stosowaniem w produkcji opakowań konserw, a także w produkcji farb i papieru [10].

Podwyższone zawartości cynku i ołowiu mogą być związane z prowadzoną na obszarze Górnego Śląska działalnością górniczą-hutniczą rud cynku i ołowiu oraz z obserwowanym na tym obszarze podniesieniem średnich zawartości w glebie tych metali [20, 21].

Pewną rolę w podwyższeniu zawartości cynku i ołowiu mogą odgrywać występujące tutaj żużle.

W próbce gruntu pobranej z okolic placu manewrowego dawnej bazy transportowej stwierdzono przekroczenia rtęci. Podwyższona zawartość tego metalu związana jest najprawdopodobniej z oddziaływaniem pojazdów parkujących lub manewrujących na placu.

Obserwuje się, *iż w obszarach objętych oddziaływaniem intensywnego ruchu drogowego następuje wzrost zawartości rtęci w gruntach, przy czym stwierdzono wyraźny spadek w miarę oddalania się od osi jezdni* [5].

3.8 OCENA ZANIECZYSZCZENIA GRUNTÓW W ASPEKCIE PRZESTRZENNYM

W dalszej części przedstawiono wyniki oceny zanieczyszczenia gruntów w aspekcie przestrzennym. W tym celu dokonano podziału obszaru badań na wieloboki Thiessena (Rys. 5, Rys. 6) oraz obliczono maksymalne ilorazy pomierzonych zawartości zanieczyszczeń do dopuszczalnych zawartości zanieczyszczeń odpowiednich dla gruntów grup B i C użytkowania ziemi. Należy jednak pamiętać, iż wieloboki te nie definiują rzeczywistych granic obszarów o różnych cechach środowiskowych.

Prezentowane mapy pełnią jedynie rolę ilustracyjną. Pozwalają lepiej zrozumieć relacje przestrzenne pomiędzy wynikami oceny, a innymi cechami przestrzeni (np. występowaniem specyficznej formy użytkowania ziemi).

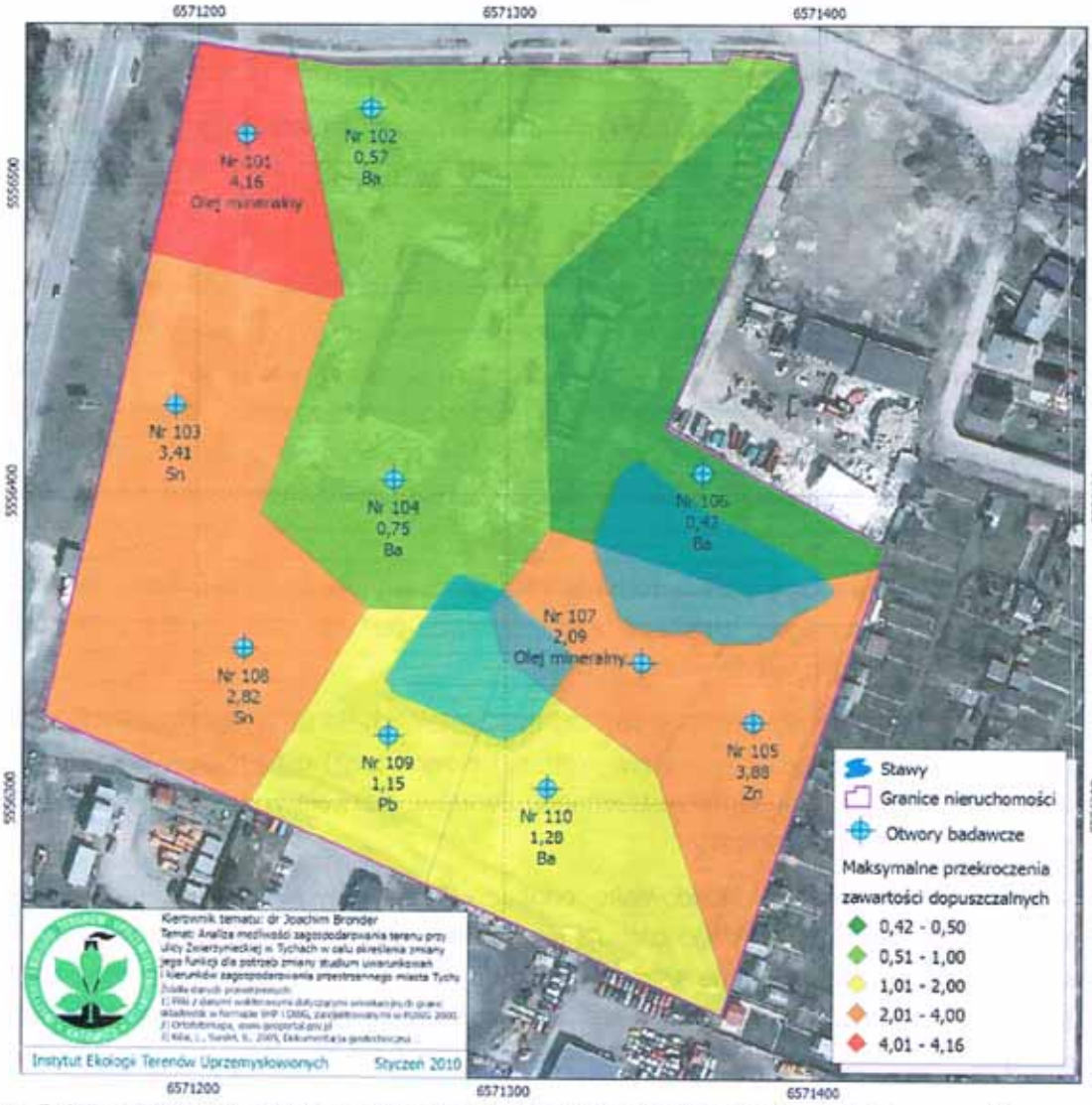
Rys. 5 przedstawia przestrzenny rozkład maksymalnych ilorazów pomierzonych zawartości do zawartości dopuszczalnych (tzw. krotności przekroczeń) dla gruntów grupy B użytkowania ziemi. Analiza rozkładu przestrzennego ilorazów, pozwala wyróżnić, w obrębie badanej nieruchomości, 3 podobszary.

Podobszar pierwszy to składowisko odpadów komunalnych. Wszystkie przebadane próbki gruntu odpadu komunalnego cechują się przekroczeniami zawartości dopuszczalnych. Najwyższe przekroczenia związane są z zawartościami cyny i cynku, najmniejsze zaś z zawartościami baru i ołowiu. Zastanawiające jest zanieczyszczenie gruntu w punkcie 107 olejem mineralnym.

Podobszar drugi reprezentowany jest przez jeden punkt (101) położony na placu manewrowym dawnej bazy transportowej. W punkcie tym pobrano dwie próbki gruntu z dwóch różnych głębokości. Próbka górna charakteryzuje się przekroczeniami dopuszczalnych zawartości baru, cynku, ołowiu oraz rtęci natomiast próbka dolna przekroczeniami dopuszczalnych zawartości sumy benzyn oraz oleju mineralnego.

Najprawdopodobniej grunty bazy transportowej (patrz Rys. 3), położone w zachodniej części nieruchomości, przykryte warstwą betonu o nieokreślonej głębokości, cechują się zanieczyszczeniem substancjami ropopochodnymi.

Ostatni podobszar reprezentowany jest przez 3 punkty; 102, 104 i 106. Próbki gruntu pobrane w tych punktach cechują się brakiem przekroczeń dopuszczalnych zawartości 14 analizowanych zanieczyszczeń. Reprezentują one grunt nasypowy, który nie zawiera odpadów komunalnych. Najwyższe ilorazy zawartości pomierzonych do zawartości dopuszczalnych związane są z zawartościami w gruntach baru. Najniższy iloraz stwierdzono w punkcie 106.



Rys. 5. Wizualizacja wyników oceny jakości gruntu wg standardów dla użytków grupy B

Rys. 6 z kolei, przedstawia rozkład przestrzenny maksymalnych ilorazów zawartości pomierzonych do zawartości dopuszczalnych dla gruntów grupy C użytkowania ziemi.

Możliwym jest wyodrębnienie w obrębie obszaru badań 3 podobszarów: podobszaru północno-zachodniego (NW), południowo-wschodniego (SE) oraz podobszaru „centralnego" rozciągającego się z południa na północ przez cały obszar nieruchomości.

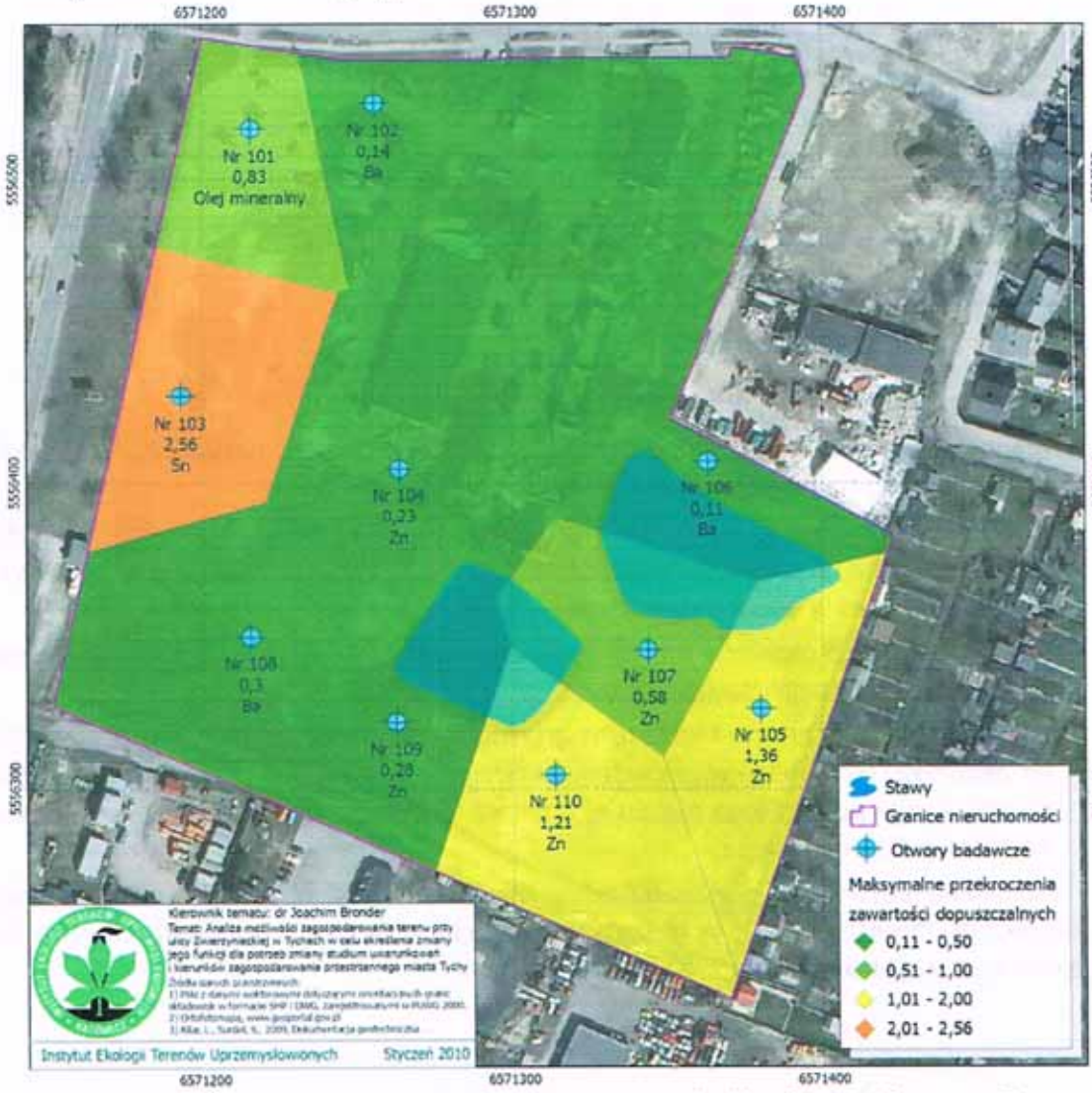
Podobszary NW i SE zawierają punkty, w których albo stwierdzono przekroczenia zawartości dopuszczalnych, albo wartości maksymalnych ilorazów zawartości pomierzonych do zawartości dopuszczalnych przekraczają wartość 0,5. W obszarze „centralnym" maksymalne ilorazy w analizowanych punktach badawczych nie przekraczają wartości 0,3.

Podwyższone zawartości analizowanych zanieczyszczeń w podobszarze NW najprawdopodobniej związane są z występowaniem na tym fragmencie nieruchomości placu manewrowego bazy transportowej.

Z kolei podwyższone zawartości zanieczyszczeń w podobszarze SE mogą być związane z faktem, iż zgromadzony tam materiał odpadowy pochodzi z innego źródła w stosunku do pozostałej części składowiska odpadów komunalnych.

Prawdopodobnie jest to nieco młodszy odpad, co znajduje swe potwierdzenie w wyższych, w stosunku do pozostałych 3 punktów pomiarowych, stężeń metanu, przekraczających 20% (Rys. 8, Tabela 14, Tabela 15).

Pozostała część nieruchomości, łącznie z zachodnim fragmentem składowiska odpadów komunalnych cechuje się brakiem przekroczeń dopuszczalnych zawartości 14 analizowanych zanieczyszczeń dla obszarów grupy C.



Rys. 6. Wizualizacja wyników oceny jakości gruntu wg standardów dla użytków grupy C

3.9 PORÓWNANIE ZAWARTOŚCI METALI W GRUNTACH DZIAŁKI I W GLEBACH JEJ OTOCZENIA

Wyniki oznaczeń zawartości metali w glebach nieruchomości porównano z wynikami badań zanieczyszczenia powierzchniowej warstwy gleb, prowadzonych w latach dziewięćdziesiątych dwudziestego wieku przez Państwowy Instytut Geologiczny.

W analizie porównawczej zastosowano mediany oraz przedziały zawartości metali charakteryzujące obszar analizowanej działki.

Mediany zawartości metali w glebach miasta Tychy obliczono na podstawie danych zamieszczonych w Atlasie gleb miejskich w Polsce [21]. Przedziały zawartości metali charakteryzujące obszar analizowanej działki odczytano z map powyższego atlasu. Zestawienie wyników pomiarów zawartości metali w gruntach analizowanej nieruchomości oraz w warstwie 0,0-0,2 zawiera tabela poniżej.

Tabela 10. Średnie zawartości metali w gruntach działki i w glebach jej otoczenia

Pierwiastek	Tło dla gleb Górnego Śląska [mg/kg]	Mediana dla obszaru Tychów[16] [mg/kg]	Gleby otoczenia[17] izolinia dolna [mg/kg]	Gleby otoczenia izolinia górna[17] [mg/kg]	Mediana dla obszaru badań [mg/kg]
Arsen (As)	<5	6,00	9	16	6,78
Kadm (Cd)	1,10		1,5	3,3	1,01
Chrom (Cr)	5,00	6,50			29,79
Miedź (Cu)	5,00	8,00	8	15	42,21
Rtęć (Hg)	0,07		0,05	0,10	0,18
Nikiel (Ni)	4,00	5,20			16,80
Ołów (Pb)	39,00		49	110	110,05
Cynk (Zn)	79,00	110,60	61	122	319,45

Analiza powyższej tabeli pozwala na stwierdzenie, iż:

- Średnie zawartości porównywanych metali w gruntach badanej nieruchomości są wyższe od wartości tła tych metali dla Górnego Śląska.
- Średnie zawartości chromu, miedzi, rtęci, niklu i cynku w gruntach badanej nieruchomości są wyższe od średnich zawartości tych metali w glebach miasta Tychy oraz wyższe od zawartości w glebach najbliższego otoczenia.
- Średnia zawartość ołowiu w gruntach nieruchomości jest zbliżona do zawartości tego metalu w glebach najbliższego otoczenia.
- Średnie zawartości arsenu i kadmu, w gruntach analizowanej nieruchomości są niższe od zawartości tych metali w glebach najbliższego otoczenia, a w przypadku zawartości kadmu, średni poziom tego metalu w gruntach nieruchomości jest niższy od poziomu tła dla gleb Górnego Śląska.

Generalnie obserwuje się wyższe średnie zawartości metali w gruntach nieruchomości w stosunku do zawartości metali w glebach najbliższego jej otoczenia oraz średnich zawartości tych metali w glebach miasta Tychy.

[16] Obliczono na podstawie współczynnika wzbogacenia dla warstwy 0,0-0,2 m ppt

[17] Warstwa 0,0 - 0,2 m ppt.

4 ZAWARTOŚĆ SUBSTANCJI ORGANICZNYCH W ODPADACH KOMUNALNYCH I SZACUNEK CZASU ICH MINERALIZACJI

4.1 BADANIA UROBKU Z ODWIERTÓW

W dniu 18-11-2009 r. wykonano odwierty w terenie zajmowanym przez analizowane w niniejszej ekspertyzie wysypisko. Urobek z tych odwiertów pobrany został do analiz laboratoryjnych. Dla przedmiotowej materii przyjęto użycie terminu „urobek", aby uniknąć ewentualnych sporów definicyjnych, czy mamy do czynienia z odpadami, glebą czy gruntem.

Głównym celem tych badań było sporządzenie charakterystyki materiału zalegającego w tym wysypisku, i to zarówno w aspekcie oceny stopnia przereagowania (mineralizacji) zdeponowanych tam niegdyś odpadów, jak i w aspekcie oceny stopnia zanieczyszczeń w ujęciu glebowym.

4.2 ZAKRES I METODA OZNACZEŃ

Zakres badań charakterystycznych i specyficznych dla analiz odpadów komunalnych obejmował następujące oznaczenia wykonane wg niżej przytoczonych metodyk:

Tabela 11. Zastosowane metodyki oznaczenia parametrów materiału odpadowego

L.p.	Parametr	Metoda
1	Wilgotność	Metoda wagowa wg PN-93/Z-15008.02
2	Straty prażenia	W temperaturze 550°C, metoda wagowa wg PN-Z-15011-3:2001
3	Węgiel organiczny	Metoda miareczkowa wg PN-Z-15011-3:2001
4	Rozkładalne substancje organiczne (RSO)	Metoda miareczkowa z dwuchromianem potasu zgodnie z opisem zawartym w podręczniku EAWAG [17]
5	Azot ogólny Kjeldahla	Metoda destylacyjna wg PN-Z-15011-3:2001
6	AT4	Metoda manometryczna z użyciem głowicy OXI-TOP w oparciu o zapisy normy austriackiej [18]

Poza powszechnie stosowanymi w badaniach odpadów komunalnych, standardowymi metodami badań, wprowadzono dodatkowo oznaczenie parametru AT4, który określa biochemiczną aktywność (oddychanie) badanego materiału, wyrażaną, jako zużycie tlenu w okresie 4 dni w standardowych warunkach w 20°C.

Istota tego parametru zbliżona jest do oznaczenia BZT_5 dla wód czy ścieków.

4.3 WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań próbek materiału badawczego z odwiertów w zakresie parametrów specyficznych dla charakterystyki fizyko-chemicznej odpadów komunalnych przedstawia poniższa tabela (Tabela 12).

Tabela 12. Wyniki pomiarów parametrów odpadowych gruntów nasypowych

Nr próbki	Wilgotność [%]	Straty prażenia przy 550°C [% s. m.]	C organiczny [% s. m.]	RSO [% s. m.]	N ogólny Kjeldahla [% s. m.]	AT4 [mg O_2/g s. m.]
101	10,04	11,95	0,37	5,90	0,047	Nie oznaczano
102	11,44	3,67	0,96	2,74	0,071	Nie oznaczano
103	41,80	20,46	5,96	17,17	0,350	3,5
104	14,07	4,91	1,33	3,80	0,110	1,4
105	20,38	8,28	2,07	5,90	0,140	1,3
106	13,49	2,48	0,52	1,45	0,052	0,3
107	18,44	7,54	1,36	6,91	0,150	2,0
108	18,29	5,22	1,30	4,02	0,120	0,9
109	17,28	5,55	2,99	3,95	0,100	1,2
110	19,33	6,25	1,17	1,80	0,076	0,8
Mediana	17,79	5,90	1,32	3,99	0,105	1,3

4.4 INTERPRETACJA WYNIKÓW BADAŃ

Wyniki badań potwierdzają wcześniejsze przypuszczenia, co do jakości materii znajdującej się aktualnie w bryle byłego wysypiska odpadów komunalnych. Za wyjątkiem próbki z punktu 103, który wyróżniał się bardzo wysokim poziomem zwierciadła wód podziemnych i w którym materia była prawdopodobnie stale zawodniona, pozostałe próbki prezentują w miarę wyrównaną charakterystykę fizyko-chemiczną.

Dla porównania z odpadami „świeżymi" można przytoczyć dane zawarte w pracy [35], przedstawiające m.in. charakterystykę odpadów komunalnych miasta Tychy z roku 1973, a więc z czasów końcowych lat eksploatacji badanego wysypiska. Tabela 13 przedstawia wartości średnie i poziomy redukcji parametrów odpadów z miasta Tychy w latach 1973 i 2009.

Tabela 13. Porównanie wyników parametrów odpadów w latach 1973 i 2009

Lp.	Parametr	Jednostka	Wyniki z roku 1973	Wyniki z roku 2009	Poziom redukcji w %
1	Wilgotność	%	50,20	17,79	64,6
2	Straty prażenia w 550°C	% s. m.	61,30	5,90	90,4
3	Węgiel organiczny	% s. m.	23,90	1,32	94,5
4	Rozkładalne substancje organiczne (RSO)	% s. m.	35,90	3,99	88,9
5	Azot ogólny Kjeldahla	% s. m.	1,13	0,11	90,3
6	Wartość opałowa	MJ/kg	7,39	Nie oznaczano	-

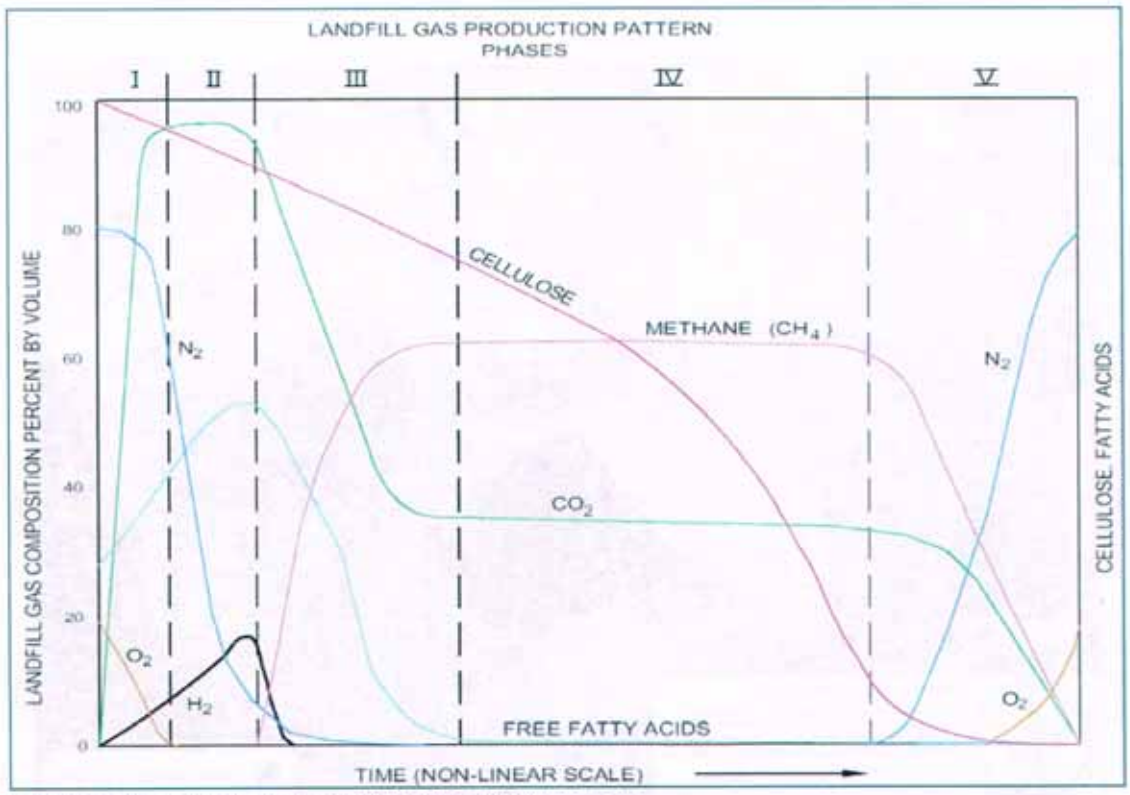
Źródło: Sieja (1982) oraz obliczenia własne

Przyjmując, że odpowiadają one charakterystyce odpadów deponowanych na badanym wysypisku, można stwierdzić, że do chwili obecnej substancje rozkładalne zredukowane zostały o około 90% tj. z ok. 36% do średnio ok. 4%. Węgiel organiczny został jeszcze bardziej zredukowany, z ok. 24% do około 1,3%, a więc o około 94%.

Oznaczony w niniejszych badaniach parametr AT4 również wskazuje na wysoki stopień zmineralizowania materii. Parametr ten stosuje się do oceny stopnia przefermentowania odpadów (a także osadów) poddawanych przeróbce w warunkach beztlenowych.

Materiał taki uznaje się za dojrzały (przefermentowany) jeśli AT4 < 7, natomiast według wymagań niemieckich, gdy AT4 < 5.

Wskazuje to, że zasadnicza część sekwencji rozkładu (mineralizacji) substancji organicznych została już dokonana i obecnie w wysypisku zachodzą już tylko końcowe procesy, ostatnia faza reakcji dla tego specyficznego reaktora, jakim jest wysypisko odpadów. Potwierdzają to także badania składu gazów wysypiskowych. Załączony rysunek, obrazujący fazy reakcji zachodzących w wysypisku, wyraźnie wskazuje, że mamy do czynienia z końcowym etapem, V fazą, życia wysypiska (Rys. 7).



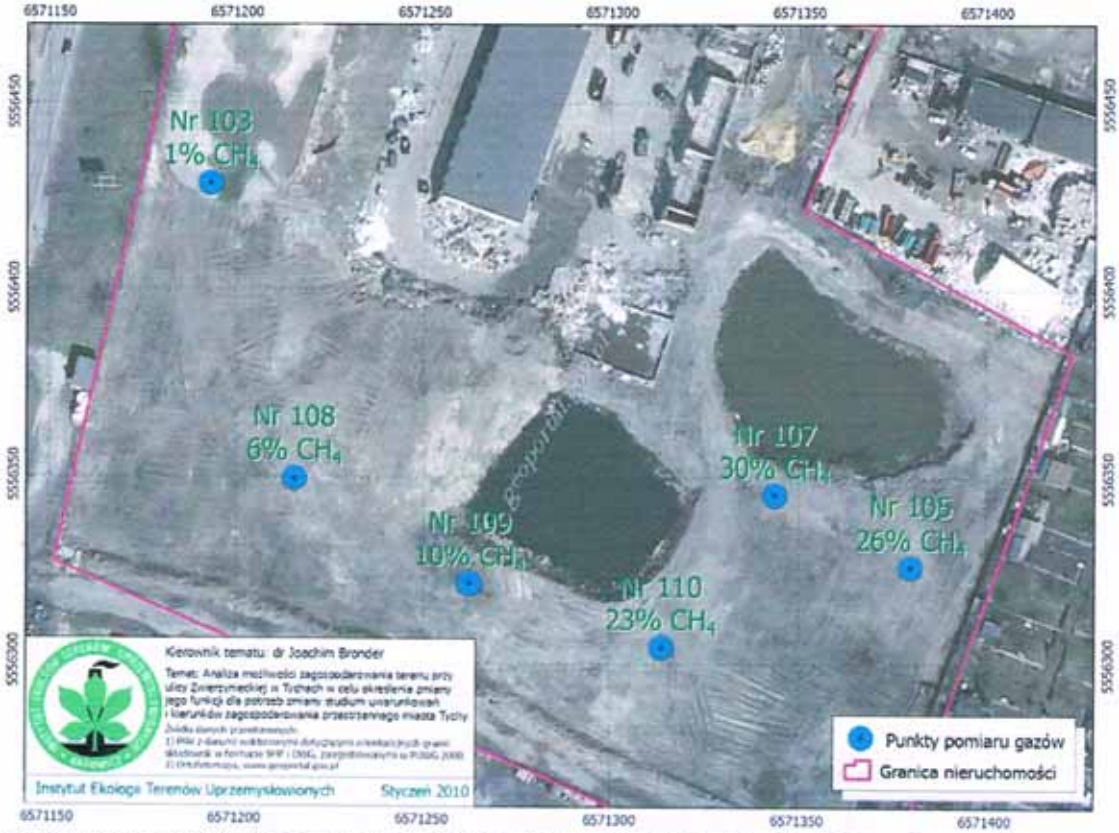
Rys. 7. Fazy rozkładu materii organicznej [9]

Nie można jednak - na bazie przeprowadzonych tutaj badań i pomiarów – jednoznacznie zawyrokować, kiedy proces mineralizacji masy organicznej zgromadzonej w bryle wysypiska zakończy się definitywnie. Stwierdzane, bowiem były przypadki, że i po 80 latach procesy rozkładu w bryle wysypiska nadal trwały. Wiadomo, iż ustawowo istnieje zakaz przekształcania terenu wysypiska na cele gospodarczo-użytkowe do 50 lat po zamknięciu wysypiska. Rozpatrywane tu wysypisko w Tychach zostało zamknięte około 35 lat temu, czyli ustawowy okres zakazu jeszcze nie minął, a jak wykazały badania, procesy mineralizacji, jakkolwiek w fazie końcowej, ciągle jeszcze trwają. Teoretycznie możliwym jest przyśpieszenie procesu mineralizacji tak, przynajmniej w kontekście emisji gazów wysypiskowych.

Na przedmiotowym składowisku można by zastosować proces napowietrzania [3] *in-situ*, to jest bez konieczności wydobycia materiału odpadowego. Można wstępnie oszacować, że taki, technologicznie wspomagany proces mineralizacji trwałby około od 3 do 5 lat.

5 POMIAR SKŁADU GAZÓW W SKŁADOWISKU ODPADÓW KOMUNALNYCH

W celu określenia rzeczywistej aktywności biologicznej nieczynnego składowiska odpadów komunalnych w dniu 4 -go grudnia 2009 wykonano pomiary jakościowe gazów wysypiskowych. Pomiary wykonano w 6 otworach badawczych (Rys. 8). W otworach badawczych wykonano pomiar stężeń następujących parametrów: metanu (CH_4), dwutlenku węgla (CO_2), tlenu (O_2), siarkowodoru (H_2S) oraz tlenku węgla (CO) i wodoru (H_2). Ponadto wykonano pomiar stężeń amoniaki (NH_3) oraz dwutlenku siarki (SO_2) jednak otrzymano wyniki na poziomie równym zero (NH_3) lub na granicy błędu pomiarowego (SO_2).



Rys. 8. Mapa punktów pomiaru zawartości gazów wysypiskowych. Wyniki pomiaru metanu

5.1 ZAKRES I METODA OZNACZEŃ

Pomiar stężeń wyżej wymienionych gazów wykonano poprzez bezpośrednią analizę gazu w odwiertach wykonanych na terenie starego składowiska w Tychach.

Analizowane gazy czerpano próbnikiem teflonowym Ø 55 mm o długości 950 mm instalowanym w odwiercie w sposób uniemożliwiający dopływ powietrza atmosferycznego i połączonym z urządzeniem pomiarowym przewodem PE Ø 7 mm. Jako urządzenia pomiarowego użyto analizatora gazów *Geotechnical Instruments GA-2000 plus*. Urządzenie to wyposażone jest w pompę zasysającą i pozwala na oznaczenie stężeń następujących gazów:

- metan CH_4 (w zakresie 0-100%),
- dwutlenek węgla CO_2 (w zakresie 0-100%),

- tlen O_2 (w zakresie 0-25%),
- siarkowodór H_2S (w zakresie 0-5000 ppm),
- amoniak NH_3 (w zakresie 0-1000 ppm),
- wodór H_2 (w zakresie 0-1000 ppm – zewnętrzna celka pomiarowa),
- tlenek węgla CO (w zakresie 0-1000 ppm – zewnętrzna celka pomiarowa),
- dwutlenek siarki SO_2 (w zakresie 0-100 ppm – zewnętrzna celka pomiarowa).

Pomiar stężenia CH_4 i CO_2 odbywa się na zasadzie absorpcji promieniowania podczerwonego (określone długości fal dla każdego z gazów). Zawartość tlenu i siarkowodoru mierzona jest za pomocą detektorów elektrochemicznych. Dokładność pomiaru dla podstawowych gazów (wg specyfikacji producenta) jest następująca:

Gaz	Zakres stężeń gazu		
	0 - 5%	5% - 15%	Powyżej 15%
Metan CH_4	±0.5%	±1.0%	±3.0%
Dwutlenek węgla CO_2	±0.5%	±1.0%	±3.0%
Tlen O_2	±1.0%	±1.0%	±1.0%

Dokładność pomiarów pozostałych gazów określona na podstawie rzeczywistych danych kalibracyjnych jest następująca:

Gaz	Stężenie gazu	
	Stężenie w gazie kalibracyjnym	Dokładność pomiaru
Siarkowodór H_2S	0	± 25 ppm
	1400	± 25 ppm
Amoniak NH_3	0	± 0 ppm
	250	± 4 ppm
Wodór H_2	0	± 0 ppm
	999	± 120 ppm
Tlenek węgla CO	0	± 0 ppm
	503	± 60 ppm
Dwutlenek siarki SO_2	0	± 0 ppm
	60	± 3 ppm

5.2 WYNIKI POMIARÓW

Wyniki pomiarów gazów wysypiskowych przedstawia Tabela 14. W dniu pomiarów temperatura powietrza wynosiła około 6 stopni Celsjusza, a ciśnienie atmosferyczne wahało się od 976 do 977 mbar.

Tabela 14. Wyniki pomiarów gazów wysypiskowych

Id otworu	CH_4 [%]	O_2 [%]	H_2 [ppm]	CO_2 [%]	H_2S [ppm]	CO [ppm]	N[18] [%]	Ciśnienie [mbar]
103[19]	1,0	18,4	61	1,3	68	16	79,3	977
105	26,0	1,7	63	11,5	65	16	60,8	977
107[20]	30,4	5,6	64	9,3	71	17	54,7	977
108	**6,2**	6,1	53	10,4	72	12	77,3	976
109	**10,4**	**16,2**	52	2,4	69	14	71,0	977
110	22,9	8,1	59	7,3	62	15	61,7	977

5.3 OCENA ZAGROŻNIA WYBUCHEM ORAZ TOKSYCZNYM DZIAŁANIEM GAZU

Gaz wysypiskowy wywołuje szereg zagrożeń. Z uwagi na potencjalne przyszłe zagospodarowanie terenu jako obszaru usług dla mieszkańców, uwagę zwrócona na dwa główne rodzaje zagrożeń. Pierwsze to zagrożenie wybuchem, drugie zaś to zagrożenie wynikające z toksycznego działania gazu wysypiskowego. Nie analizowano zagrożenia związanego z uciążliwością zapachową, przy czym nie stwierdzono jego istnienia w trakcie trzykrotnego wizytowania terenu badań.

W ocenie zagrożenia wybuchem wykorzystano wyniki pomiarów zawartości w gazie wysypiskowym metanu, tlenu i wodoru. W świetle uzyskanych wyników, ten ostatni nie odgrywa żadnej roli w kontekście zagrożenia wybuchem. Natomiast stwierdzono potencjalne zagrożenie wybuchem wynikające ze stężeń metanu (CH_4) oraz tlenu (O_2). Stężenia metanu w zakresie pomiędzy dolną, a górną granicą wybuchowości stwierdzono w otworach badawczych nr 108 i 109. Jednak tylko w otworze nr 109 stwierdzono stężenie tlenu na poziomie przekraczającym minimalny poziom tego gazu w mieszance wybuchowej (Tabela 15). Oczywiście do powstania wybuchu potrzebny jest jeszcze czynnik inicjujący (np. temperatura powyżej 595 stopni Celsjusza) [42].

Z kolei w ocenie zagrożenia zdrowia wykorzystano wyniki pomiarów stężeń tlenku węgle, dwutlenku węgla i siarkowodoru. Koniecznym było przeliczenie wartości pomiarowych wyrażonych w procentach i w ppm na wartości wyrażane w mg/m^3 uwzględniając przy tym panujące w czasie pomiaru ciśnienie atmosferyczne i temperaturę powietrza. Otrzymane, przeliczone wyniki zestawiono w tabeli niżej (Tabela 15). Wykonując ocenę zagrożenia zdrowia założono scenariusz polegający na usytuowaniu budynku na składowisku i migracji gazu poprzez szczeliny w podłodze do zamkniętego pomieszczenia.

W ocenie wykorzystano dopuszczalne poziomy stężeń NDS i NDSCh dla środowiska pracy opublikowane w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 10 października 2005 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [25, 22].

[18] Stężenie azotu obliczono jako dopełnienie do 100 %

[19] Woda na głębokości 0,3 m

[20] Otwór niezabezpieczony, swobodny dopływ powietrza

W myśl powyższego rozporządzenia *najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS) - wartość średnia ważona stężenia, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8 -godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w Kodeksie pracy, przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń* [25, 22].

Natomiast *najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe (NDSCh) - wartość średnia stężenia, które nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia pracownika, jeżeli występuje w środowisku pracy nie dłużej niż 15 minut i nie częściej niż 2 razy w czasie zmiany roboczej, w odstępie czasu nie krótszym niż 1 godzina* [25, 22].

Tabela 15. Ocena zagrożeń gazem wysypiskowym

Ocena zagrożenia wybuchem			
Numer otworu	CH_4 [%]	O_2 [%]	H_2 [%]
103	1,0	18,4	0,0061
105	26,0	1,7	0,0063
107	30,4	5,6	0,0064
108	6,2	6,1	0,0053
109	**10,4**	**16,2**	0,0052
110	22,9	8,1	0,0059
Średnia	**16,2**	**9,4**	**0,0059**
DGW[21]	5,0	11,6[22]	4,0000
GGW[24]	15,0	-	75,6000

Ocena zagrożenia zdrowia			
Numer otworu	CO_2 [mg/m^3]	H_2S [mg/m^3]	CO [mg/m^3]
103	24 083	98	19
105	213 045	93	19
107	172 289	102	20
108	192 470	103	14
109	44 462	99	17
110	135 237	89	18
Średnia	**130 264**	**97**	**18**
NDS[23]	9 000	10	30
NDSCh[25]	29 000	20	180

Nie stwierdzono zagrożeń zdrowotnych wynikających ze stężeń tlenku węgla. Natomiast stwierdzono znaczne przekroczenia najwyższych dopuszczalnych stężeń chwilowych siarkowodoru (H_2S) i dwutlenku węgla (CO_2). Stężenia tych dwóch gazów w poszczególnych otworach badawczych wielokrotnie przekraczają zarówno poziomy NDS jak i NDSCh. To samo odnosi się do wartości średnich stężeń tych gazów. Jedynie w punkcie nr 103 nie stwierdzono przekroczeń NDSCh (Tabela 15).

5.4 Wnioski

Analiza uzyskanych wyników wskazuje, iż, potencjał emisji biogazu na terenie starego składowiska w Tychach jest zróżnicowany. Może mieć to związek z niejednorodnością składu zdeponowanych odpadów, ich wiekiem i stopniem przefermentowania, bądź miąższością odpadów w różnych częściach składowiska. Przeprowadzone pomiary wykazały zmienność stężeń metanu w granicach 6-30% przy zróżnicowanych stężeniach dwutlenku węgla i tlenu. Aktywność biochemiczna złoża odpadów i zdolność do generowania biogazu wzrasta w kierunku wschodnim terenu starego składowiska.

[21] DGW - dolna granica wybuchowości (w zamkniętej przestrzeni)

[22] Minimalne stężenie tlenu w mieszance wybuchowej

[23] NDS - Najwyższe dopuszczalne stężenie [25, 22]

[24] GGW - Górna granica wybuchowości (w zamkniętej przestrzeni)

[25] NDSCh - Najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe [25, 22]

Biorąc pod uwagę typowy rozkład odpadów komunalnych na składowisku, intensywność wydzielania się biogazu w czasie jest różna i zależy ściśle od czasu eksploatacji składowiska. Początkowo niska - emisja biogazu osiąga maksimum po około 5 latach od rozpoczęcia eksploatacji składowiska, zmniejszając się w ciągu następnych 15-20 lat aż do całkowitego zaniku (do około 40 lat) [41]. O potencjale emisji tak zwanych gazów wysypiskowych decyduje między innymi zawartość odpadów ulegających biodegradacji. Dla typowych składowisk odpadów miejskich, gdzie zawartość frakcji ulegającej biodegradacji (odpady organiczne, drewno, papier, część tekstyliów) waha się w granicach 50-60%, stężenia metanu w biogazie powstającym w fazie zaawansowanego rozkładu beztlenowego może przekraczać 60%, a wg niektórych źródeł może wynosić nawet 80% [15].

Z uwagi na to iż na składowiskach komunalnych dąży się do maksymalnego zagęszczenia odpadów, przepływ gazów w głąb złoża (w tym tlenu) jest utrudniony, co sprzyja dominacji procesów beztlenowych.

Rozkład beztlenowy (metanogeneza) jest skomplikowanym procesem biochemicznym, w którym złożone substancje organiczne są rozkładane przez bakterie do związków prostych, chemicznie ustabilizowanych - głównie do metanu i dwutlenku węgla. W procesie rozkładu beztlenowego wyróżnia się fazę upłynniania stałych substancji organicznych (hydroliza) oraz fazę zgazowania na mokro i fermentacji metanowej [15].

Jak wykazały pomiary, w części zachodniej analizowanego terenu (otwór nr 103), aktywność złoża odpadów należy określić jako niską – panują tu warunki tlenowe, przy śladowej zawartości metanu i dwutlenku węgla w badanym gazie. Kierując się w stronę wschodnią (centralna część składowiska - otwory nr 108, 109), skład gazu w otworach badawczych zmienia się i widać tu wyraźne zwiększenie stężenia metanu i dwutlenku węgla (do ok. 10%), przy równoczesnym spadku stężenia tlenu.

W otworach zlokalizowanych we wschodniej części analizowanego terenu panują charakterystyczne warunki beztlenowe, typowe dla fermentacji metanowej odpadów komunalnych, gdzie stężenie CH_4 waha się w granicach 23-30%. Skład pobieranego gazu, oraz analiza profili wierceń pozwalają wnioskować, że we wschodniej części składowiska panują warunki typowe dla beztlenowego rozkładu odpadów komunalnych.

Biorąc pod uwagę wiek przedmiotowego składowiska (jak również fakt że w składzie morfologicznym odpadów komunalnych deponowanych przed 30-40 laty rejestrowano niższe zawartości odpadów organicznych przy większym udziale odpadów, które nie podlegają biodegradacji, w tym mineralnych – np. popiołu), można wnioskować że potencjał emisji biogazu w czasie rzeczywistym, winien mieć tendencje malejącą.

Jednoznaczne stwierdzenie tego faktu wymagałoby zainstalowania studni odgazowujących i prowadzenie cyklicznych badań monitoringowych. Nie można natomiast wykluczyć niebezpieczeństwa występowania w bryle analizowanego składowiska pustek wypełnionych biogazem, które mogą stwarzać zarówno potencjalne zagrożenie wybuchem, jak i zagrożenie dla zdrowia w przypadku niekontrolowanego uwolnienia gazu.

Stwierdzenie występowania takich pustek lub ich braku mogą potwierdzić dodatkowe bezinwazyjne badania geofizyczne (np. georadarowe).

W przypadku zagospodarowania terenu, a przede wszystkim odizolowania powierzchni gruntu warstwą nieprzepuszczalną (beton, nawierzchnia bitumiczna), bryła starego składowiska winna zostać uprzednio odgazowana poprzez połączony system studni ssących, skąd zbierany biogaz (jeżeli parametry ilościowe i jakościowe na to pozwolą) kierowany byłby do wykorzystania energetycznego lub unieszkodliwiany poprzez spalanie w pochodni.

Nie jest również wykluczone że w przypadku takiego zagospodarowania przedmiotowego terenu, wyżej wymieniony system drenujący, z uwagi na względy bezpieczeństwa byłby nieodzownym elementem, który winien funkcjonować przez okres następnych kilkunastu lat, bądź do czasu stwierdzonego zakończenia emisji biogazu ze składowiska.

6 OKREŚLENIE KODU ORAZ CHARAKTERU ODPADÓW

W przypadku podjęcia decyzji o wydobyciu zalegających na terenie nieruchomości gruntów nasypowych będzie mieli do czynienia z procesem wytwarzania odpadów. Całkowita ilość gruntów nasypowych kształtuje się na poziomie około 201 tys. m^3, z czego 55% stanowi grunt w postaci odpadów komunalnych. Materiał zalegający na badanym terenie, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów [30] można zaklasyfikować, jako odpad o kodach:

- 19 06 04, tj. przefermentowane odpady z beztlenowego rozkładu odpadów komunalnych (usytuowane w południowej części nieruchomości) oraz
- 17 05 04, tj. gleba i ziemia, w tym kamienie, inne niż wymienione w 17 05 03 (usytuowane w północnej części analizowanej nieruchomości).

Odpady o kodzie 19 06 04 reprezentujące grunty składowiska odpadów komunalnych stanowią potencjalnie *odpad z instalacji i urządzeń służących zagospodarowaniu odpadów* (odpad grupy 19). Odpady o kodzie 19 06 04, to odpady inne niż niebezpieczne, które można składować na składowisku odpadów komunalnych.

Na podstawie opisu makroskopowego należy uznać, że ewentualnie wytworzone odpady o kodzie 17 05 04 nie są niebezpieczne w rozumieniu Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 13 maja 2004 r. w sprawie warunków, w których uznaje się, że odpady nie są niebezpieczne [26].

Na wytworzenie tych odpadów ich wytwórca powinien uzyskać pozwolenie Prezydenta Miasta Tychy, wydawane na wniosek wytwórcy. Zezwolenie na transport odpadów tego rodzaju wydane na podstawie przepisów o odpadach nie jest wymagane. Odpady takie mogą być poddane odzyskowi lub unieszkodliwieniu na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne.

Posiadacz odpadów dostarczający odpady na składowisko powinien posiadać kartę charakterystyki odpadu, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 7 września 2005 r. w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowisku odpadów danego typu [23].

Odpad spełniający wymagania dla grupy C użytkowania ziemi można także poddać odzyskowi lub unieszkodliwieniu poza instalacjami na terenach grupy C, zachowując wymogi Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 marca 2006 r. w sprawie odzysku lub unieszkodliwiania odpadów poza instalacjami i urządzeniami [27] w celu:

- wypełniania terenów niekorzystnie przekształconych (takich jak zapadliska, nieeksploatowane odkrywkowe wyrobiska lub wyeksploatowane części tych wyrobisk) pod warunkiem, że:

1) planowane działania są lub będą określone w trybie przepisów o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, w trybie przepisów prawa budowlanego, albo w drodze decyzji określającej zakres, sposób i termin zakończenia rekultywacji zgodnie z przepisami ustawy z

dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska [38] lub ustawy z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych [39],

2) wypełnianie odpadami prowadzi się do rzędnych przyległych terenów nieprzekształconych z zastrzeżeniem, że warstwę powierzchniową o grubości od 1 do 1,5 m należy formować w sposób zapewniający jej funkcję glebotwórczą lub w sposób odpowiadający docelowemu przeznaczeniu terenu,

- utwardzania powierzchni terenów, do których posiadacz ma tytuł prawny, z tym, że utwardzanie to nie powinno zakłócać stanu wody na gruncie - zgodnie z art. 29 ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. - Prawo wodne [36].

oraz:

- do rekultywacji biologicznej zamkniętego składowiska lub jego części (tak zwanej okrywy rekultywacyjnej), przy czym grubość warstwy stosowanych odpadów powinna być uzależniona od planowanych obsiewów lub nasadzeń.

W różnych miejscach na terenie badanej nieruchomości znajdują się także luźno zalegające odpady o zróżnicowanej genezie (patrz zdjęcie niżej).

Fot. 4. Luźno zalegające odpady na terenie nieruchomości

7 EKSPERTYZA SANITARNA MATERIAŁU SKŁADOWISKA

W ramach oceny sanitarnej materiału składowiska odpadów komunalnych poddano badaniom 4 próbki materiału odpadowego w postaci stałej oraz 2 próbki wód.

Próbki dostarczono do Pracowni Mikrobiologii w dniu 25 listopada 2009 roku. Jedna z próbek wód reprezentowała wodę większego stawu, druga wodę podziemną pobraną z punktu nr 110 (Rys. 9).

Rys. 9. Mapa lokalizacji punktów poboru próbek do badań mikrobiologicznych

7.1 ZAKRES I METODA OZNACZEŃ

W ramach ekspertyzy sanitarnej wykonano oznaczenia liczby żywych jaj pasożytów jelitowych, liczby bakterii beztlenowych *Clostridium perfringens*, liczby bakterii typu coli oraz liczby bakterii grupy coli typu fekalnego.

Zaproponowany przez Instytut Ekologii terenów Uprzemysłowionych zakres ekspertyzy był zweryfikowany przez Państwowego Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego w Katowicach (patrz pismo poniżej).

PAŃSTWOWY WOJEWÓDZKI INSPEKTOR SANITARNY
w KATOWICACH
40 – 957 Katowice ul. Raciborska 39 skrytka pocztowa 591

psse.katowice@pis.gov.pl http://wsse.katowice.pis.gov.pl/

Katowice, dnia 23.11.2009r.

Sekretariat PWIS
032 251 22 15

Główny Specjalista ds. Systemu Jakości
032 351 23 54

Kierownik Działu Nadzoru Sanitarnego
032 351 23 24
Oddział Epidemiologii
032 351 23 10
Oddział Higieny Żywności, Żywienia i Przedmiotów Użytku
032 351 23 24
Oddział Higieny Komunalnej i Środowiska
032 351 23 04
Oddział Higieny Pracy
032 351 23 26
Oddział Higieny Dzieci i Młodzieży
032 257 04 08
Oddział Zapobiegawczego Nadzoru Sanitarnego
032 353 23 20
Oddział Higieny Radiacyjnej
032 351 23 27

Oddział Oświaty Zdrowotnej
032 251 52 08

Dział Laboratoryjny
032 351 22 24

Punkt Informacyjny
032 351 23 00

Oddział Ekonomiczny
032 351 22 09

Oddział Administracyjny
032 351 22 49
Sekcja ds. Zamówień Publicznych
tel./fax 032 351 23 45

Sekcja Kadr i Szkolenia
032 351 23 36

Sekcja Organizacji i Kontroli
032 251 25 59

Kasa
032 251 79 42

fax :
032 251 79 62
032 257 25 46

NZ/521/G/0254/296/09
(NZ.521-289/09)

p.A. Pawel 25.11.2009

Pracownia Planowania
Przestrzennego i Architektury
Aleja Marszałka Piłsudskiego 12
43-100 Tychy

W odpowiedzi na pismo z dnia 21.10.2009r. w sprawie zakresu i wymagań jakie powinna spełniać ekspertyza sanitarna sporządzana na potrzeby określenia możliwości zagospodarowania terenu składowiska odpadów komunalnych położonego w Tychach – Czułowie w rejonie ulic Katowickiej i Zwierzynieckiej uprzejmie informuję, że brak jest przepisów prawnych określających wymagania, jakim powinna odpowiadać przedmiotowa ekspertyza.

Niemniej jednak, zakres ekspertyzy powinien obejmować elementy wymienione w załączniku do wniosku pn. „Zakres prac dla potrzeb analizy i ekspertyzy sanitarnej dla terenu położonego w rejonie ulic Katowickiej i Zwierzynieckiej w Tychach – Czułowie". Ponadto przedmiotowy dokument powinien umożliwiać ocenę wpływu realizacji prac i obiektów planowanych na składowisku na zdrowie ludzi i środowisko.

Państwowy Wojewódzki Inspektor Sanitarny w Katowicach
lek. inż. Grzegorz Hudzik

PPIS
2 11. 2009
WPŁYNĘŁO 1965

W badanym materiale oznaczenia czterech wskaźników mikrobiologicznych wykonano przy pomocy następujący metod:

- Liczba żywych jaj pasożytów jelitowych - modyfikacja metody wg *Wasilkowej* [1] metoda referencyjna do badań komunalnych osadów ściekowych (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 sierpnia 2002 r., Dziennik Ustaw z dnia 27 sierpnia 2002 r.).

- Liczba bakterii beztlenowych *Clostridium perfringens* - wg PN-EN 26461-1 Wykrywanie ilościowe przetrwalników beztlenowych redukujących siarczany (*clostridia*); modyfikacja: namnażanie na podłożu stałym.
- Liczba bakterii typu coli - wg PN-75 C-04615/05 Oznaczanie bakterii grupy coli metodą fermentacji probówkowej.
- Liczba bakterii grupy coli typu fekalnego wg - metody fermentacji probówkowej wg PN-77 C-04615.

7.2 WYNIKI

Tabela 16 zawiera wyniki charakterystyki mikrobiologicznej materiału odpadowego, z kolei Tabela 17 zawiera wyniki charakterystyki mikrobiologicznej próbek wód.

W badanym materiale odpadowym stwierdzono obecność bakterii coli. Najwięcej bakterii tego typu było w próbce nr 108. W pozostałych próbkach nie stwierdzono bakterii coli typu kałowego, bakterii beztlenowych oraz jaj pasożytów.

Tabela 16. Wyniki analizy mikrobiologicznej próbek materiału odpadowego

Numer próbki odpadu	Bakterie coli (NPL[26]/w 100 g s. m.)	Bakterie coli typu kałowego (NPL/w 100 g s. m.)	C. *perfringens* (liczba / g s. m.)	Jaja pasożytów (liczba / g s. m.)
105	785 804	Brak	Brak	Brak
107	726 335	Brak	Brak	Brak
108	2 918 997	Brak	Brak	Brak
110	737 129	Brak	Brak	Brak

W próbkach wody (Tabela 17) stwierdzono występowanie bakterii typu coli; w próbce 210 czterokrotnie więcej niż w próbce nr 211. W próbce 211 pojawiły się bakterie coli typu kałowego (130 NPL/100 cm^3). Natomiast w próbce 210, gdzie ilość bakterii coli była większa, nie stwierdzono obecności bakterii coli typu kałowego.

W analizowanych próbkach nie stwierdzono pozostałych wskaźników mikrobiologicznych (C. *perfringens* oraz jaj parazytów).

Wyniki oznaczeń zawartości NPL bakterii coli naniesiono także na mapę punktów poboru próbek do badań mikrobiologicznych (Rys. 9).

Tabela 17. Wyniki analizy mikrobiologicznej próbek wody

Numer próbki wód	Bakterie coli (NPL/w 100 cm^3)	Bakterie coli typu kałowego (NPL/w 100 cm^3)	C. *perfringens* (liczba/cm^3)	Jaja pasożytów (liczba/cm^3)
210 (woda gruntowa)	24 000	Brak	Brak	Brak
211 (woda stawu)	6 200	130	Brak	Brak

[26] NPL - najbardziej prawdopodobna liczba

7.3 WNIOSKI

Tabela 18 zawiera wartości dopuszczalne wskaźników mikrobiologicznych dla wody do picia [34], do wód do kąpielisk [33] zawarte w rozporządzeniach Ministra Zdrowia, a Tabela 19 wartości dopuszczalne do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia zawarte w rozporządzeniu Ministra Środowiska [29].

W wyniku przeprowadzonej analizy nie stwierdzono obecności bakterii coli typu kałowego w odpadach komunalnych (w gruncie i w wodzie gruntowej). Natomiast obecność tych bakterii stwierdzono w próbce wody pobranej z jednego ze stawów.

Ze względu na pojawienie się bakterii coli typu kałowego w wodzie ze stawu w sezonie wiosennym zostaną wykonane dodatkowo badania mikrobiologiczne próbek wód obu stawów mające na celu weryfikację otrzymanych wyników. Wyniki tych wiosennych pomiarów zostaną przesłane Zleceniodawcy.

Zawartość bakterii coli typu kałowego przekracza wartości dopuszczalne dla wody pitnej oraz wartości pożądane dla wody do kąpieli. Również sumaryczna zawartość bakterii typu coli przekracza wartości pożądane dla wody do kąpieli.

Tabela 18. Wartości dopuszczalne wskaźników mikrobiologicznych dla wód

Wartość dopuszczalna	Bakterie coli (NPL/w 100 ml)	Bakterie coli typu kałowego (NPL/w 100 ml)	*Clostridium perfringens* (liczba/cm^3)	Jaja pasożytów (liczba/cm^3)
Do picia [34]	0	-	0	-
Do kąpieli - wartość pożądane [33]	500	100	-	-
Do kąpieli - wartość dopuszczalna [33]	10 000	1 000	-	-

Najprawdopodobniej obecność bakterii typu kałowego w wodzie stawu wynika ze zrzutu ścieków bytowych do jego wód.

Bakterie typu kałowego to bakterie mezofilne, które giną w temperaturze poniżej 10°C i powyżej 45°C, i najlepiej rozwijają się w temperaturze od 30 do 37°C, co odpowiada temperaturze ludzkiego ciała.

Zgodnie z wyżej wymienionym Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia wyróżnia się trzy kategorie wód [29]:

A1 - woda wymagająca prostego uzdatniania fizycznego, w szczególności filtracji oraz dezynfekcji;

A2 - woda wymagająca typowego uzdatniania fizycznego i chemicznego, w szczególności utleniania wstępnego, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji, dezynfekcji (chlorowania końcowego);

A3 - woda wymagająca wysokosprawnego uzdatniania fizycznego i chemicznego, w szczególności utleniania, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji, adsorpcji na węglu aktywnym, dezynfekcji (ozonowania, chlorowania końcowego).

Tabela 19. Wymagania, jakim powinny odpowiadać kategorie jakości wody A1-A3 [29]

Wskaźniki jakości wody	Jednostki	Wartości graniczne wskaźników jakości wody					
		A1		A2		A3	
		Zalecane	Dopuszczalne	Zalecane	Dopuszczalne	Zalecane	Dopuszczalne
Liczba bakterii grupy coli	W 100 ml wody	50	50		5000	5000	50000
Liczba bakterii grupy coli typu kałowego (termotolerancyjne)	W 100 ml wody	20	20		2000	20000	20000
Liczba paciorkowców kałowych (enterokoki)	W 100 ml wody	20	20		1000	10000	10000
Bakterie z rodzaju Salmonella	W 5 l wody dla A1, w 1 l wody dla A2		Nieobecne w 5000 ml		Nieobecne w 1000 ml		

Analiza powyższej tabeli wskazuje, iż wody stawu ze względu na liczbę bakterii grupy coli należą do wód kategorii A3, co oznacza, iż mogą one być przeznaczone do spożycia pod warunkiem ich wcześniejszego *wysokosprawnego uzdatniania fizycznego i chemicznego, w szczególności utleniania, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji, adsorpcji na węglu aktywnym, dezynfekcji (ozonowania, chlorowania końcowego).*

W stanie surowym nie nadają się do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia ze względu na zawartość bakterii coli oraz zawartość bakterii coli typu kałowego.

8 OCENA POTENCJALNYCH ZAGROŻEŃ WYNIKAJĄCYCH Z WCZEŚNIEJSZEJ, NIŻ WYNIKA TO Z PRZEPISÓW, ZMIANY FUNKCJI TERENU, NA KTÓRYM ODBYWAŁO SIĘ SKŁADOWANIE ODPADÓW KOMUNALNYCH

Porządkowanie gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce rozpoczęło się w zasadzie dopiero w drugiej połowie lat 90 -tych ubiegłego wieku, a regulacje prawne zapoczątkowane Prawem Ochrony Środowiska [38] i Ustawą o odpadach [37] zobowiązywały do podjęcia działań związanych z ochroną środowiska przed odpadami. W kolejnych latach (zwłaszcza w okresie przygotowań Polski do członkostwa w UE) i po wstąpieniu do Unii – wydawane były kolejne akta prawne regulujące sprawy związane z postępowaniem z odpadami w tym również Rozporządzenia dotyczące unieszkodliwiania odpadów poprzez składowanie.

Efekty rażących zaniedbań w okresie ostatnich kilku dziesięcioleci w gospodarce odpadami komunalnymi – odczuwamy niestety obecnie; tylko dość pobieżna inwentaryzacja wysypisk odpadów wykonana w latach 90 -tych wykazała istnienie ponad 10 tyś. miejsc „dzikiego" składowania odpadów komunalnych, czyli zestarzałych wysypisk mogących zagrażać środowisku.

Stare wysypisko odpadów komunalnych w Tychach Czułowie jest przykładem obiektu, na którym składowano odpady bez zastosowania jakichkolwiek zabezpieczeń w fazie budowy, eksploatacji i po jej zakończeniu. Składowanie odpadów odbywało się w dwóch okresach od początku lat 50 -tych do 1964 r. w drugim okresie odpady wprowadzano na teren składowiska do 1972 r. Obszar składowania odpadów oszacowano na około 2,5 ha, a objętość zgromadzonych odpadów komunalnych kształtuje się w przedziale 99 tyś. m^3 - 123 tyś m^3 (Rys. 2, Tabela 2). Wykonana ocena zanieczyszczenia gruntów na analizowanym terenie zwłaszcza na obszarze składowania odpadów – wykazała znaczne przekroczenia dopuszczalnych zawartości zanieczyszczeń metalami ciężkimi oraz węglowodorami. Podstawą oceny były obowiązujące regulacje prawne [32, 38] w sprawie standardów jakości gleby i ziemi.

W większości przeanalizowanych próbek gruntu zanieczyszczenia przekraczają dopuszczalne wartości dla grupy użytkowania B (użytki rolne, obszary leśne, tereny zurbanizowane) natomiast w części przebadanych próbek gruntu – stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych wartości dla gruntów C użytkowania ziemi (tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne).

Wykonana ocena stopnia mineralizacji (przereagowania) zdeponowanych odpadów wskazała, że w bryle składowiska nie nastąpiło całkowite zakończenie procesów biochemicznego rozkładu.

Potwierdzają to także pomiary jakościowe gazów wysypiskowych na terenie starego składowiska w Tychach. W zależności od wieku danej części złoża odpadów potencjał emisji biogazu jest zróżnicowany.

W zależności od składu zdeponowanych w przeszłości odpadów a także czasu zalegania zmienność stężeń metanu mieści się w granicach 6-30% przy zróżnicowanych stężeniach dwutlenku węgla i tlenu.

Wskazuje to na ciągle istniejącą aktywność biochemiczną złoża odpadów, zdolność do generowania biogazu wzrasta w kierunku wschodnim terenu byłego składowiska. Stwierdzono, że mimo iż potencjał emisji biogazu ma tendencję malejącą, niemniej zagrożenie nadal istnieje, nie wyklucza się występowania pustek wypełnionych biogazem, które mogą stworzyć potencjalne zagrożenie wybuchem. Takie przypadki miały już miejsce, również w Polsce na składowiskach na których nie prowadzono prawidłowej gospodarki biogazu (przykład: Łódź 1991 r – śmiertelne zatrucie ludzi).

Aktualnie obowiązujące Rozporządzenie Ministra Środowiska z 2003 r. [28] określa wymagania związane zarówno z fazą budowy i eksploatacji jak i fazą zamknięcia składowiska. Byłe składowisko odpadów w Tychach - Czułowie nie spełnia żadnego z określonych w Rozporządzeniu wymagań.

Oczywiście w okresie funkcjonowania składowiska takie wymogi prawne nie obowiązywały, jednak niezaprzeczalnym jest fakt istnienia obiektu – który mimo, że upłynęło ponad 30 lat od zakończenia składowania odpadów – jest aktywny w sensie zachodzących w dalszym ciągu procesów biochemicznych. Wprawdzie intensywność tych procesów nie jest na obecnym etapie wysoka, to nie ulega wątpliwości, że w okresie od zakończenia eksploatacji obiektu stanowi „bombę ekologiczną" emitując zanieczyszczenia do wód gruntowych, powietrza i gleby.

Jakie dotychczasowe szkody mogły wyniknąć z zalegania odpadów na składowisku w Tychach – trudno ocenić, gdyż brak jest podstawowych informacji o tym obiekcie takich jak:

- dokumentacja stwierdzająca rodzaj i ilość zdeponowanych odpadów,
- rejestr przestrzennego rozkładu odpadów wewnątrz wysypiska,
- wyników dokładnych badań geologicznych i hydrogeologicznych otoczenia wysypiska,
- powstałe dotychczas szkody w sąsiedztwie wysypiska w wyniku osiadania gruntu, penetracji wód odciekowych i gazu wysypiskowego.

Bezpieczeństwo ekologiczne to główny cel działań – których konieczność podjęcia wynika z przepisów prawnych i ostrych wymogów stawianych współczesnym składowiskom odpadów.

Aby ograniczyć do minimum emisję zanieczyszczeń ze składowiska Rozporządzenie [28] przewiduje szereg działań technicznych (uszczelnienie, odwodnienie, ujęcie wód odciekowych, odgazowanie, pas zieleni itd.) i prowadzenie eksploatacji w taki sposób, by zapewnić stateczność geotechniczną obiektu.

Stosując kontrolowany system eksploatacji składowisk (formowanie złoża, kompakcja) – można przewidzieć jaki jest przebieg procesu przemian biochemicznych w określonej jednostce czasu, co potwierdzają wyniki badań monitorujących prowadzonych w ciągu całego okresu eksploatacji i 30 lat po jego zakończeniu (zgodnie z prawem).

Natomiast w przypadku analizowanego składowiska działania takie nie były prowadzone. Nie dokonano także właściwego (z punktu widzenia obecnych przepisów) zabezpieczenia składowiska po zakończeniu eksploatacji.

W związku z tym należy liczyć się z dalszym jego negatywnym oddziaływaniem na środowisko a szczególnie:

- migracją gazu wysypiskowego w różnych kierunkach,
- w związku z prawdopodobnym niepełnym uszczelnieniem wierzchowiny składowiska, następować może infiltracja wód opadowych i powstawanie zanieczyszczonych odcieków,
- osiadaniem bryły składowiska.

Na analizowanym terenie stwierdzono występowanie utworów gliniastych (wyrobisko pocegielniane), ponadto obszar znajduje się poza zasięgiem Głównych Zbiorników Wód Podziemnych – i to stanowi pozytywny element w ocenie potencjalnych zagrożeń. Można przypuszczać, że gliniaste i ilaste utwory podłoża nasypów antropogenicznych powstrzymują migrację zanieczyszczeń wymywanych przez wody opadowe ze złoża składowanych odpadów – jednak brak jest potwierdzenia ciągłości zalegania tych utworów w całym podłożu. Oceniana nieruchomość znajduje się w granicach dwóch użytkowych poziomów wód podziemnych; poziom wód gruntowych w trakcie badań stwierdzono w przedziale 2,2-3,7 głębokości. Dwa znajdujące się na terenie stawy powstały wskutek nieuregulowanej gospodarki wodno – odciekowej w obrębie składowiska.

W pobranych próbkach wód ze stawów stwierdza się obecność bakterii grupy coli, a w jednym ze stawów również bakterii coli typu kałowego.

Wyklucza to w obecnym stanie wykorzystanie wód do jakiegokolwiek celu użytkowego.

Z faktu zmiany funkcji terenu będącego miejscem składowania odpadów – przed wykonaniem ostatecznych zabezpieczeń w zakresie oddziaływania na środowisko – wynikają wyżej opisane zagrożenia, które można najogólniej scharakteryzować następująco:

- w złożach odpadów komunalnych nie zakończone zostały procesy przemian biochemicznych czego dowodem są wyniki badań przeprowadzonych w ramach niniejszej ekspertyzy, a w szczególności stwierdzona obecność gazu wysypiskowego w złożu jak i wyniki badań materiału składowanego.

Dlatego należy uznać, że analizowany teren byłego składowiska w Tychach jest miejscem tzw. „skażenia zestarzałego" wymagającego działań naprawczych. Możliwe do podjęcia działania opisane zostały w punkcie 6.

Zgodnie z Rozporządzeniem [28]:

§ 17.1 „W procesie zamknięcia składowiska odpadów lub jego części wykonuje się prace rekultywacyjne w sposób

- zabezpieczający przed szkodliwym oddziaływaniem na wody powierzchniowe i podziemne oraz powietrze,
- integrujący obszar składowiska odpadów z otaczającym środowiskiem,
- umożliwiający obserwację wpływu składowiska odpadów na środowisko."

§ 18.1 „Na terenie składowiska nie mogą być wykonywane przez okres 50 lat od dnia zamknięcia składowiska budynki, wykopy, instalacje naziemne i podziemne, z wyłączeniem instalacji związanych z funkcjonowaniem składowiska."

§ 18.2 „Okres 50 lat od dnia zamknięcia składowiska odpadów może być skrócony, jeżeli z ekspertyzy geotechnicznej oraz z ekspertyzy sanitarnej, dołączonej do wniosku o zmianę decyzji – wynika, że prowadzenie na składowisku prac o których mowa w § 18.1 – nie spowoduje zagrożenia dla życia, zdrowia ludzi lub dla środowiska."

W świetle powyższego należy stwierdzić, że na byłym składowisku odpadów w Tychach jeszcze przez okres najbliższych ok. 15 lat nie będą możliwe przedsięwzięcia o których mowa w cytowanym § 18.1 Rozporządzenia. Dla ewentualnego skróceniu tego czasu mogą być podjęte działania przyśpieszające przebieg procesów zachodzących w bryle składowiska.

Działania te należałoby w głównej mierze skoncentrować na szybszym odgazowaniu złoża odpadów poprzez wykonanie instalacji odgazowujących metodą odwiertów czyli zainstalowania tzw. studni wierconych.

Ujęcie gazu metodą odwiertów wykonuje się w odstępach 20-50 m. W odwiercie (ok. 300 mm średnicy) umieszcza się perforowaną rurę (100-250 mm). Rurę perforowaną umieszcza się w obsypce z kruszywa. Taki drenaż pionowy jest na ogół efektywny i odporny na osiadania (w przeciwieństwie do drenażu poziomego).

W omawianym przypadku składowiska w Tychach – można, z uwagi na fakt występowania fazy końcowej przemian biochemicznych przyjąć założenie, że odstępy między odwiertami wynosiłyby 70-100 m. Ostateczna decyzja dotycząca rozmieszczenia studni odgazowujących podjęta być winna w fazie projektowej.

Według literatury fachowej – nie jest możliwym dokładne określenie czasu zakończenia procesów w złożu składowiska. W omawianym przypadku należy się liczyć z co najmniej kilkuletnim okresem poprzedzającym możliwość wykorzystania terenu do pełnienia określonych funkcji.

Niezwykle istotne jest zapewnienie bezpieczeństwa geotechnicznego obszaru byłego składowiska. Jest to bowiem ciągle jeszcze „twór" dynamiczny, nie jest możliwe obecnie wskazanie miejsc, gdzie mogą powstać odkształcenia terenu.

W związku z tym sugeruje się, by zainstalowane zostały na terenie byłego składowiska odpadów tzw. reperów dla celów obserwacji i kontroli ewentualnego osiadania i zmian ukształtowania powierzchni.

Należy zwrócić uwagę na jeszcze jeden problem związany z zabiegami przyśpieszającymi przebieg procesów biochemicznych w złożu odpadów.

Ocena gruntów nasypowych wskazuje na wykonanie w przeszłości zabiegu niwelacji i częściowego przykrycia warstwą gliny obszaru składowania odpadów. Stąd może wynikać fakt, że uszczelniana wierzchowina (brak potwierdzenia czy na całej powierzchni) – uniemożliwiając penetrację wody – powoduje przesuszanie złoża odpadów a tym samym spowolnienie procesów przemian biochemicznych.

Na przebieg tych procesów wpływ wywiera wilgotność złoża – stąd sugestia okresowego zraszania złoża np. wodą z istniejących na terenie nieruchomości – stawów.

Przedstawione powyżej propozycje zabiegów które mogą być rozważane do podjęcia w celu przyśpieszania cyklu zakończenia przemian w składowisku – mają charakter wyłącznie zabiegów doraźnych, przy minimalnych nakładach finansowych. Inne możliwe kierunki działań byłyby uzależniane od planów docelowego wykorzystania terenu.

Na analizowanej nieruchomości oprócz omawianego powyżej obszaru byłego składowiska odpadów – znajdują się obszary pełniące w przeszłości funkcję „otoczenia" lub zaplecza składowiska np. bazy transportowej. Obszary te należy uznać jako będące w zasięgu bezpośredniego oddziaływania składowiska.

Na mapie lokalizacji działki (Rys. 3) przedstawione zostały prawdopodobne zarysy obszaru byłego składowania odpadów znajdujące się w części południowej analizowanej nieruchomości. W wykonanej ocenie z punktu widzenia zanieczyszczenie gruntu (punkt 3.8) wskazano na istnienie 3 podobszarów o zróżnicowanym zanieczyszczeniu. Oczywiście najbardziej negatywna ocena dotyczy obszaru znajdującego się w południowej części nieruchomości zaznaczonej jako miejsce dawnego składowania odpadów.

W części północno-zachodniej zidentyfikowano obszar prawdopodobnej lokalizacji dawnej bazy transportowej, charakteryzującej się przekroczeniami zanieczyszczeń - w tym benzyn i oleju.

Natomiast najmniejszym zanieczyszczeniem charakteryzuje się obszar w północno – wschodniej części nieruchomości.

Pomimo różnic w zanieczyszczeniu gruntu poszczególnych podobszarów – nie ulega kwestii fakt, że bez jednoznacznie stwierdzonego (w wyniku monitorowania oddziaływań byłego składowiska odpadów) – zakończenia procesów przemian biochemicznych w złożu, nie jest możliwe podjęcie ostatecznych decyzji dotyczących docelowego zagospodarowania terenu analizowanej nieruchomości.

9 WSKAZANIE MOŻLIWYCH KIERUNKÓW DZIAŁAŃ NAPRAWCZYCH ORAZ SZACUNEK KOSZTÓW ICH WDROŻENIA

Wykonana w ramach projektu ocena materiału badawczego pobranego z terenu nieruchomości wykazała, iż mamy tutaj do czynienie z dwoma formami niekorzystnego przekształcenia środowiska wymagająca podjęcia działań naprawczych. Forma pierwsza związana jest występowaniem w południowej części nieruchomości instalacji gospodarki odpadami w postaci składowiska odpadów komunalnych, forma druga związana jest występowaniem na terenie nieruchomości przekroczeń dopuszczalnych zawartości metali oraz węglowodorów paliw płynnych.

9.1 KIERUNKI I KOSZTY DZIAŁAŃ NAPRAWCZYCH SKŁADOWISKA ODPADÓW KOMUNALNYCH

Główną, niekorzystną cechą tego materiału składowiska odpadów komunalnych jest fakt, iż w dalszym ciągu przebiega w nim proces mineralizacji substancji organicznej. Naturalnym rozwiązaniem mogłoby być przyspieszenie procesów mineralizacji tak, aby przedmiotowy teren w jak najkrótszym czasie stał się bezpieczny – przynajmniej w sensie emisji gazów fermentacyjnych w tym głównie metanu. Na przedmiotowym składowisku odpadów komunalnych można by zastosować metodę napowietrzania [3] *in-situ*, to jest bez konieczności wydobycia materiału odpadowego. Zasadniczymi elementami tej metody są:

- Ułatwienie odprowadzenia lub odessania gazów fermentacyjnych poprzez instalację studni chłonnej (lub systemu kilku studni) do odsysania gazów wysypiskowych oraz urządzenia do uzdatniania gazów wyposażonego w filtr biologiczny (węgiel aktywny). W przypadku spełnienia parametrów ilościowych i jakościowych możliwy byłby odzysk gazu z przeznaczeniem do spalania w pochodni lub spalania z odzyskiem ciepła.
- Doprowadzenie, bądź ułatwienie dostępu powietrza do wnętrza wysypiska poprzez instalację urządzenia napowietrzającego w postaci studni (ewentualnie dodatkowo sieci przewodów) dostarczającej świeże powietrze;
- Zoptymalizowanie gospodarki wodnej w bryle wysypiska (tj. odwodnienie terenu, ale tak aby nie doprowadzić do całkowitego przesuszenia lub zwilżanie terenu w wypadku przesuszenia) poprzez zainstalowanie stacji pomp do regulacji poziomu wód gruntowych w składowisku.
- Ewentualnie, dodatkowo, wprowadzenie odpowiedniej mikroflory i pożywek w celu przyspieszenia procesów mineralizacji.

Całkowity koszt wdrożenia wszystkich wymienionych powyżej elementów metody napowietrzania obejmuje także koszt dodatkowych badań materiału odpadowego na etapie tworzenia projektu instalacji, koszt projektu technicznego, koszty utrzymania instalacji (energia elektryczna, robocizna), koszt monitoringu, itd. Prawdopodobnie koszt całego przedsięwzięcia kształtowałyby się na poziomie od kilkuset tysięcy do kilku milionów złotych.

W przypadku zalegania materiału odpadowego poniżej zwierciadła wód gruntowych, należałoby liczyć się z koniecznością jego wydobycia na powierzchnię oraz zastosowania metody *on-site* (konstrukcja pryzmy).

Innym, nieco mniej złożonym w stosunku do przedstawionej powyżej metody, jest rozwiązanie polegające jedynie na odgazowaniu bryły składowiska. Zasadniczym jego elementem jest system studni odgazowujących.

Instalacja systemu takich studni przeciwdziałałaby gromadzeniu się gazu wysypiskowego w bryle składowiska, a także jego migracji na tereny sąsiednie. Wydaje się, że instalacji systemu studni odprowadzających gaz wysypiskowy jest koniecznym elementem gwarantującym bezpieczne użytkowanie terenu nieruchomości.

9.2 KIERUNKI I KOSZTY DZIAŁAŃ NAPRAWCZYCH ZWIĄZANYCH Z ZANIECZYSZCZENIEM GRUNTU

Druga forma niekorzystnego przekształcenia środowiska związana jest występowaniem na terenie nieruchomości przekroczeń dopuszczalnych zawartości metali oraz węglowodorów paliw płynnych. Przekroczenia stwierdzono w stosunku do próbek gruntu pobranych ze składowiska odpadów komunalnych oraz próbek pobranych z gruntów położonych w obrębie placu manewrowego (parkingu) dawnej bazy transportowej. Biorąc po uwagę wartości dopuszczalne dla terenów mieszkaniowych i usługowych (grupa B) w próbkach gruntu placu manewrowego stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych zawartości baru, cynku, ołowiu, rtęci oraz sumy benzyn oraz oleju mineralnego, natomiast w próbkach gruntu składowiska odpadów stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych zawartości baru, cyny, cynku, ołowiu oraz oleju mineralnego. W przypadku zanieczyszczeń organicznych możliwa jest rekultywacja biologiczna. Metody biologiczne są przyjazne środowisku i łatwe do zaimplementowania. Ze względu na stosunkowo niskie koszty, zwłaszcza, w przypadku metod stosowanych *in situ*, znajdują coraz więcej zwolenników. Podstawową ich wadą jest czasochłonność. W zależności od warunków, bioremediacja może trwać od kilku miesięcy do kilkunastu lat. Podstawowe zasady wyboru metody remediacji to:

- Identyfikacja źródła zanieczyszczeń;
- Izolacja źródła w przypadku stwierdzenia oddziaływania na inne komponenty środowiska;
- Analiza ryzyka zdrowotnego – określenie maksymalnych dopuszczalnych stężeń zanieczyszczeń;
- Analiza warunków technicznych prowadzenia remediacji;
- Wybór metod remediacji dla źródła oraz terenu skażonego.

Przed rozpoczęciem prac należy przeprowadzić badania prowadzące do otrzymania jak najpełniejszej charakterystyki terenu przyszłych działań remediacyjnych. Wynikiem tych badań powinna być możliwie szczegółowa informacja o ilości i zasięgu zanieczyszczeń, natężeniu i kierunku przepływu wód gruntowych, rozmieszczeniu ewentualnych pozostałości po infrastrukturze zarówno naziemnej jak i podziemnej, a także o budowie geologicznej, w tym występowaniu i układzie warstw nieprzepuszczalnych itp.

Badania tego rodzaju, prowadzone coraz częściej przy pomocy specjalistycznego sprzętu, są dosyć kosztowne. W takiej sytuacji pożądane jest staranne zaplanowanie gęstości punktów pomiarowych w badanym terenie. Warto również wykonać wstępną serię badań skriningowych, aby móc wyeliminować z dalszych badań obszary, na których nie stwierdzono obecności zanieczyszczeń w ponadnormatywnych stężeniach.

W stosunku do gruntów zanieczyszczonych metalami stosunkowo tanią jest mieszanie zanieczyszczonego gruntu z czystą glebą z otoczenia. Ilość czystej gleby niezbędnej do uzyskania docelowego obniżenia stężenia zanieczyszczenia w remediowanym gruncie w oczywisty sposób zależy od stężeń początkowych w obu składnikach mieszaniny [7].

Rozwiązaniem dla stosunkowo niedużej objętości zanieczyszczonych gruntów może być ich wywiezienie na odpowiednio wyposażone składowisko odpadów niebezpiecznych. Grunt, który po wydobyciu stanowi odpad nie niebezpieczny można przenieść na składowisko odpadów innych niż niebezpieczne. Składowisko odpadów komunalnych w Tychach przyjmuje odpady o kodzie 17 05 04. Cena przyjęcia na składowisko odpadów o powyższym kodzie wynosi 30 złotych netto za tonę[27]. Przyjmując średni ciężar nasypowy gruntów reprezentujących ten typ odpadu na poziomie 1,25 g/cm^3 otrzymujemy średni koszt przyjęcia tych odpadów na składowisko na poziomie 45,75 złotych za metr sześcienny. Do ceny należałoby dodać koszty transportu oraz koszty charakterystyki odpadów i testów zgodności. Dlatego tą metodę rozwiązania problemu zagospodarowania odpadów można najprawdopodobniej zastosować tylko do ograniczonej ich objętości.

9.3 Działania związane ze stwierdzeniem pojawienia się zagrożenia zanieczyszczenia wód podziemnych

Problem rzeczywistego oddziaływania nieruchomości na użytkowy poziom wód podziemnych nie jest przedmiotem niniejszej analizy. Przeprowadzone wcześniej na obszarze nieruchomości badania geochemiczne gruntów rodzimych, podścielających nasyp niebudowlany, wykazały brak przekroczeń zawartości dopuszczalnych zawartości chromu, cynku, kadmu, kobaltu, miedzi, niklu i ołowiu, uwzględniając wartości dopuszczalne dla obszarów grupy B użytkowania ziemi [13]. Wskazywać to może na to, iż gliniaste i ilaste utwory podłoża nasypów antropogenicznych skutecznie powstrzymują dalszą migracje zanieczyszczeń ze składowiska do głębszych warstw.

Ze względu na termin zakończenia eksploatacji składowiska odpadów komunalnych - połowa lat siedemdziesiątych - nie prowadzi się tutaj monitoringu środowiska, jakiemu podlegają obecnie zamykane składowiska [31]. Należy pamiętać, że wody podziemne są tym elementem środowiska, który jest szczególnie wrażliwy na oddziaływanie składowisk odpadów. W przypadku pojawienia się zagrożenia zanieczyszczenia użytkowego poziomu wód podziemnych należy zastosować procedurę podaną przez Państwowy Instytut Geologiczny. W dziele „odpowiedzi eksperta" na pytanie z zakresu ochrony wód podziemnych czytamy:

[27] Gleba, ziemia w tym kamienie

W przypadku zaistnienia groźby zanieczyszczenia użytkowego poziomu wodonośnego należy przede wszystkim ocenić skalę zjawiska – problemu. Dalsze działania powinny być prowadzone wielotorowo, a mianowicie poprzez:

- *powiadomienie miejscowych władz samorządowych, w przypadku bezpośredniego zagrożenia zwłaszcza dla jakości wody przeznaczonej dla zaopatrzenia ludności, przemysłu spożywczego, farmaceutycznego, itp.*
- *wstępna ocena kierunku i prędkości migracji ewentualnego zanieczyszczenia w środowisku gruntowo-wodnym,*
- *powiadomienie użytkowników korzystających z wody z zagrożonego ujęcia lub ujęć o groźbie zanieczyszczenia wody,*
- *powiadomienie organu gospodarki wodnej (Starostę Powiatowego), w celu zinwentaryzowania ujęć wód podziemnych innych użytkowników, w rejonie zagrożenia zanieczyszczeniem i Powiatowego Inspektora Sanitarnego, a także organu odpowiedzialnego za nadzór i kontrolę stanu ochrony środowiska (Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Środowiska),*
- *ograniczenie poboru wody lub w skrajnym przypadku wyłączenie okresowe ujęcia lub szeregu ujęć z eksploatacji,*
- *zlokalizowanie źródła zanieczyszczenia i podjęcie działań celem wyeliminowania dalszej emisji zanieczyszczenia,*
- *awaryjne zapewnienie ludności dostaw wody zdatnej do picia,*
- *monitoring rozprzestrzeniania się źródła zanieczyszczenia oraz podjęcie działań zmierzających do jego dezaktywacji, jako przedsięwzięcia końcowe.*[28]

Sam koszt monitoringu wód podziemnych w sąsiedztwie składowiska wynosi około kilkadziesiąt tysięcy złotych na rok.

[28] Źródło: Ekspert odpowiada; Hydrogeologia; Jaka powinna być procedura postępowania w przypadku groźby zanieczyszczenia użytkowego poziomu wód podziemnych?; dokument elektroniczny: http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/geosam/ekspert%20odpowiada/hydrogeologia/ochrona#018

10 ANALIZA MOŻLIWYCH KIERUNKÓW ZAGOSPODAROWANIA TERENU

Opracowanie niniejsze ma za zadanie analizę możliwości zagospodarowania terenu przy ulicy Zwierzynieckiej w Tychach w celu określenia ewentualnej zmiany jego funkcji dla potrzeb zmiany studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Tychy. Przeprowadzone w ramach tego zadania badania stopnia, zasięgu i charakteru zanieczyszczeń terenu dawnego składowiska odpadów w Tychach pozwolą na określenie koniecznych procesów i nakładów rewitalizacyjnych dla przedmiotowego obszaru umożliwiając przywrócenie go do stanu pozwalającego planowanie i wprowadzenie nowych funkcji. Przyjęto, zgodnie ze wskazaniem Zleceniodawcy dwa możliwe scenariusze postępowania, dla których przeprowadzono analizę wariantową kierunków zagospodarowania:

- w przypadku podjęcia działań naprawczych terenu oraz;
- w przypadku braku działań naprawczych terenu.

Proces ewentualnych przekształceń terenu do nowych funkcji powinien uwzględniać aspekty związane z czynnikami wewnętrznymi badanego terenu oraz uwarunkowania i szerszy kontekst planistycznym i strategiczny ważnym dla obszaru całej gminy.

W przeprowadzonych w niniejszym dokumencie analizach, oceniono stan degradacji badanego terenu. Tym samym oceniono jego potencjalną podatność na przekształcenia. Poziom degradacji wynikający z zastanej funkcji terenu oraz jego funkcjonowania w przeszłości jako składowisko odpadów komunalnych, poważnie ogranicza możliwość wprowadzania nowych funkcji w badanym obszarze.

Do badań przystąpiono z założeniem, że bez względu na obecne użytkowanie terenu, przyszła funkcja jest kwestią otwartą. Dlatego w ocenie terenu posłużono się wartościami dopuszczalnymi dla terenów grupy użytkowania B oraz grupy użytkowania C. Po przeprowadzeniu badań i analiz, przedstawione w opracowaniu wyniki kierunkują przyszłe możliwe zagospodarowanie tego terenu głównie jako obszaru należącego do grupy użytkowania C- (tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne).

Powierzchnia badanego terenu zajmuje 5,74 ha. Teren dzieli się na dwie części: część północną, w której znajduje się główna część infrastruktury technicznej, budynki, drogi zakładowe, sieci elektryczne i kanalizacyjne oraz część południową, w której znajduje się zamknięte składowisko odpadów komunalnych. W części południowej znajdują się również dwa zbiorniki wodne. Cześć ta jest pokryta roślinnością ruderalną.

Obecnie teren opracowania, zgodnie z zapisami mpzp jest przewidziany do komunalnej i technicznej obsługi miasta (NU). Z analizy dokumentów planistycznych oraz oceny wartości funkcjonalnej terenu, wynika, że lokalizacyjnie teren może być oceniany jako atrakcyjny, posiada dobrą dostępność komunikacyjną, sąsiaduje z terenami o zróżnicowanych funkcjach, a jego wielkość (5,74 ha z czego około 3,22 ha stanowi obszar składowania odpadów wraz z obszarem objętym zasięgiem składowiska) sytuuje go w grupie terenów małych, które wykazują największa podatność na przekształcenia.

Jakkolwiek lokalizacja, wielkość terenu oraz dostępność komunikacyjna mogą stanowić o jego atrakcyjności, to jego kondycja środowiskowa stanowi poważną barierę do wprowadzania nowych funkcji.

Doprowadzenie terenu do stanu pozwalającego na swobodniejsze planowanie nowych funkcji wiąże się ze znacznymi nakładami finansowymi wynikającymi z kosztów usuwania zanieczyszczeń i ograniczania zagrożeń z nich wynikających. Obecnie nie jest możliwe wprowadzenie w teren, szczególnie w jego południową część (pełniącą wcześniej rolę składowiska odpadów komunalnych) funkcji związanych ze stałym pobytem ludzi- tj. obiektów, w których czas przebywania tych samych osób w ciągu doby przekracza 4 godziny oraz co ważniejsze nie będą tam prowadzone działania, które mogą spowodować zagrożenie dla życia i zdrowia ludzi lub zagrożenia dla środowiska. Ta część badanego terenu wymaga dopełnienia obowiązku wynikającego z Rozporządzenia Ministra Środowiska z 2003 r . Dz. U. Nr 61. poz. 549 z 24 marca 2003, dotyczącego wymagań związanych z fazą budowy i eksploatacji oraz fazą zamknięcia składowisk [28]. Oznacza to, że zgodnie z zapisami ww. rozporządzenia przez najbliższe 15 lat (tyle czasu brakuje do wymaganego okresu 50 lat) nie dopuszcza się wymagających prac budowlanych wykopów, wznoszenia budynków oraz wykonywania instalacji nadziemnych i podziemnych.

Należy jednak rozważyć możliwość wprowadzenia w znacznej części północnego fragmentu terenu funkcji, które z jednej strony podniosą jakość środowiska i przestrzeni, z drugiej odpowiedzą na potrzeby miasta w zakresie funkcji wynikających z dokumentów strategicznych.

Cały teren podzielono na dwie podstawowe części, z których część I zajmuje obszar 2,52 ha i nie jest objęta bezpośrednim zasięgiem składowania odpadów, a druga o wielkości 3,22 ha była miejscem ich depozycji[29] (Rys. 10).

Dodatkowo w granicach części I, znajduje się fragment zajmujący około 0,53 ha, w którym wystąpiły również przekroczenia innych stężeń, związanych ze zlokalizowanym tutaj placem manewrowym pojazdów mechanicznych (przekroczenia te są zlokalizowane w pojedynczych punktach). Ten generalny podział ogranicza w pewnym swobodę planistyczną i będzie miał wpływ na kształtowanie przyszłych funkcji.

Na podstawie dostępnych przykładów – polskich i zagranicznych , można prognozować możliwe funkcja dla ww. terenu z zastrzeżeniem, że część oznaczona jako (II) będzie można rozpatrywać w horyzoncie roku 2025. Natomiast cześć I będzie gotowa na przyjęcie nowych funkcji po uporządkowaniu technicznym i przeprowadzeniu podstawowych zabezpieczeń w części II (głównie odgazowanie składowiska), przy czym należy zaznaczyć, że powinny to być funkcje typu: zieleń urządzona, tereny komunikacji i tereny obsługi komunalnej, możliwe będzie również wprowadzenie wytwórczości i usług za wyłączeniem usług z zakresu, szkolnictwa, zdrowia oraz wyłączeniem handlu produktami spożywczymi prowadzonym na otwartej przestrzeni.

[29] W części tej znajdują się dwa częściowo zasypane zbiorniki wodne, w stosunku do których należy podjąć decyzję, czy zostano ostatecznie zasypane i zniwelowane, czy też pozostaną jako oczka wodne

Rys. 10. Mapa obszarów funkcjonalnych wyodrębnionych na terenie nieruchomości

Z przykładów zagranicznych i polskich znane są zagospodarowania takich terenów do funkcji rekreacyjnych i sportowych, np. zamknięte w 2002 roku niemieckie wysypisko odpadów komunalnych w *Budenheim* pod Moguncją przewidziano do zagospodarowania pod 18 - dołkowe pole golfowe. Innym przykładem są projekty zagospodarowania terenu po składowisku odpadów komunalnych w Siemianowicach Śląskich na tereny rekreacyjno-sportowe z docelowym włączeniem ich w system zieleni miejskiej.

W projekcie dotyczącym składowiska w Siemianowicach przyjęto powiązanie terenu zrekultywowanego składowiska z istniejącymi terenami i obiektami rekreacyjnymi takimi jak kompleks leśny *Bażantarnia*, zespół- pałacowo parkowy, park *Pszczelnik*, pole golfowe, strzelnica sportowa i istniejący staw. Oba ww. projekty zakładały jednak przeprowadzenie kompleksowej rekultywacji technicznej przedmiotowych obszarów (odgazowanie, uszczelnienia wierzchowiny, nawiezienie humusu, obsiew trawami), a dopiero po jej zakończeniu zagospodarowanie terenu do nowych funkcji.

W przypadku, gdy proces rekultywacji nie przebiegał zgodnie z ustalonymi procedurami, postępowanie z terenem wymaga większej ostrożności. Z takim przypadkiem mamy do czynienia w Tychach- Czułowie. Z tego względu do czasu zakończenia procesów mineralizacji zgromadzonych w obszarze dawnego składowiska odpadów, niewskazane jest wprowadzanie, funkcji, które wiążą się ze stałym pobytem ludzi i wymagają zapewnienia użytkownikom wysokiego komfortu w zakresie jakości życia. Taką funkcją jest przede wszystkim mieszkalnictwo. Po roku 2025 , można rozważyć wprowadzenie szerszego spektrum nowych funkcji, pod warunkiem przeprowadzenia ponownych badań, których wyniki wykluczą zagrożenia środowiskowe. Potencjalne wskazane wyżej kierunki zagospodarowania uwzględniają wyniki przeprowadzonych badań, które potwierdziły trwające jeszcze procesy mineralizacji odpadów, a także wskazały na prawdopodobną obecność metanu. Dodatkowo, w części północnej, która nie była użytkowana jako składowisko odpadów, stwierdzono śladowe zanieczyszczenie gruntu substancjami ropopochodnymi, które jest pochodną lokalizacji placu manewrowego bazy transportowej w tej części obszaru. Z tego względu północno – zachodni fragment obszaru I może być przeznaczony pod podobne funkcje (komunikacyjne, np. miejsca postojowe).

Przeanalizowane uwarunkowania i bariery środowiskowe wskazują na trzy możliwe warianty postępowania z przedmiotowym terenem. Teren wymaga zróżnicowanego zagospodarowania części I i II ze względu na przeszłość funkcjonalną i obciążenia środowiskowe.

Wariant I

W przypadku braku działań naprawczych (odgazowanie i przyśpieszenie mineralizacji) teren nie pozwala na żadne wcześniejsze niż przewidziano prawem, działania inwestycyjne w obu częściach (I i II) z uwagi na potencjalne zagrożenia wynikające z jego wcześniejszego użytkowania. Reguluje to Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca. DZ.U. 61. poz. 549. Dopuszczalną funkcją w tym wariancie zagospodarowania jest wyłącznie zieleń nieurządzona w obu częściach przedmiotowego obszaru.

Wariant II

Zakłada odgazowanie części II terenu z utrzymaniem funkcji zieleni nieurządzonej, a w części I dopuszcza się, po uporządkowaniu technicznym, następujące funkcje (z wyłączeniem lokalizacji obiektów kubaturowych do czasu ustąpienia zagrożenia metanowego): zieleń urządzona, funkcje rekreacyjno sportowe, obsługa komunikacyjna (np. miejsca postojowe), obsługa komunalna, wytwórczość i usługi z wyłączeniem usług szkolnictwa i ochrony zdrowia oraz handlu produktami spożywczymi w terenie otwartym (np. plac targowy).

Dodatkowo wskazane jest na czas prowadzenia działań naprawczych w części II terenu, opisanych w niniejszym dokumencie w rozdziale 9 utrzymanie w części I terenu 30% powierzchni biologicznie czynnej (zieleni oraz powierzchni drobnoziarnistych ułatwiających cyrkulację powietrza). Po całkowitym zaprzestaniu procesów biochemicznych w części II obszaru oraz po ustąpieniu zagrożeń i barier środowiskowych zezwala się na pełną dopuszczalność funkcji w części I i II, zgodnie z dokumentami planistycznymi.

Wariant III

Po całkowitym zaprzestaniu procesów biochemicznych w części II obszaru oraz po ustąpieniu zagrożeń i barier środowiskowych zezwala się na pełną dopuszczalność funkcji w części I i II, zgodnie z dokumentami planistycznymi.

Wskazane w niniejszym opracowaniu funkcje dopuszczalne dla obu części terenu, zgodnie z ww. wariantami są wyznaczone z uwagi na uwarunkowania i ograniczenia środowiskowe wynikające z uprzedniej funkcji terenu. Nie uwzględniają jednak uwarunkowań funkcjonalno- przestrzennych wynikających z zagospodarowania przestrzennego dzielnicy i jej powiązań funkcjonalnych w skali miasta.

Wskazane wyżej kierunki zagospodarowania przedmiotowego terenu nie ograniczają rozwoju dzielnicy Czułów, pozwalają (pod ustalonymi warunkami) zarówno na lokalizację funkcji usługowych, komunikacyjnych, a częściowo rekreacyjnych. Biorąc pod uwagę powyższe kierunki zagospodarowania, należy podkreślić konieczność takiego postępowania, które uwzględni fakt, że nieczynne składowisko nie posiadało zabezpieczeń które wymagane są obecnie dla podobnych obiektów.

11 WNIOSKI I UWAGI KOŃCOWE

Realizacja niniejszego opracowania pozwoliła na dostarczenie odpowiedzi na pytanie, czy zaszłości wynikające z wcześniejszego zagospodarowania analizowanego terenu jako cegielni, wyrobiska gliny oraz składowiska odpadów komunalnych stanowić mogą barierę zmian funkcji terenu. W ramach pracy dokonano oceny aktualnego stanu nieruchomości i na tej podstawie określono zakres pożądanych działań naprawczych oraz w zależności od decyzji co do podjęcia lub nie podjęcia tych działań, możliwe kierunki zagospodarowania terenu.

W ramach pracy wykonano wiercenia otworów badawczych, pobór próbek środowiskowych, oznaczenia zawartości metali, węglowodorów paliw płynnych, substancji organicznych, a także wykonano pomiar stężeń gazów wysypiskowych. Wykonano także ekspertyzę sanitarną składowiska odpadów komunalnych. W interpretacji uzyskanych wyników posłużono się obowiązującymi w kraju regulacjami prawnymi, warsztatem statystycznym, kartograficznym (GIS) oraz literaturą przedmiotu. Pozwoliło to na wykonanie wszechstronnej charakterystyki gruntów nasypowych terenu nieruchomości.

Sam teren badań od połowy XVIII wieku podlegał intensywnym przeobrażeniom. Początkowo działała tutaj cegielnia i przylegające do niej wyrobisko gliny, które w połowie XX wieku osiągnęło powierzchnie przynajmniej 7 ha. Od połowy XX wieku, działa na tym terenie zakład zagospodarowania odpadów, który przyczynił się do zgromadzenia w granicach analizowanej nieruchomości około 111,5 tys. m^3 odpadów komunalnych. W wyniku przekształceń własnościowych w latach 90 -tych ubiegłego wieku, pełniący dotychczas funkcje usługowe dla miasta Tychy, teren nieruchomości stał się ostatecznie własnością prywatną. W konsekwencji, jako własność prywatna, zaczął podlegać dalszym przekształceniom własnościowym w następstwie czego, pojawiła się konieczność określenia możliwości wprowadzenia nowych funkcji odpowiadających aspiracjom nowego właściciela.

Poniżej przedstawiono główne wnioski wynikające z wykonanych pomiarów i interpretacji wyników pomiarów.

Ocena zawartości metali ciężkich oraz węglowodorów paliw płynnych

W kontekście zanieczyszczenia gruntów, uwzględniając zawartości dopuszczalne dla gruntów grupy B użytkowania ziemi o głębokości od 0,3-15,0 m, nie stwierdzono w analizowanych 11 próbkach gruntu przekroczeń dopuszczalnych zawartości arsenu, chromu, kadmu, kobaltu, miedzi, molibdenu oraz niklu.

Natomiast zawartości baru, cyny, cynku, ołowiu, rtęci oraz węglowodorów paliw płynnych (sumy benzyn oraz oleju mineralnego) przekraczają w niektórych próbkach poziom dopuszczalny dla gruntów grupy B. Ocena uwzględniająca wyniki wszystkich, 14 analizowanych parametrów, wskazuje iż 8 na 11 przebadanych próbek charakteryzuje się przekroczeniami zawartości dopuszczalnych dla gruntów B użytkowania ziemi.

Średnie arytmetyczne zawartości baru oraz ołowiu przekraczają poziom dopuszczalny dla gruntów grupy B użytkowania ziemi. Średnie pozostałych analizowanych zanieczyszczeń, nie przekraczają wartości dopuszczalnych dla gleb grupy B użytkowania ziemi.

W 3 próbkach położonych w obrębie składowiska odpadów komunalnych stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych zawartości dla gruntów grupy C użytkowania ziemi.

Porównując zawartości 8 metali w gruntach nieruchomości z zawartościami tychże metali w glebach terenów sąsiednich, można zaobserwować, iż generalnie średnie zawartości metali w gruntach nieruchomości są wyższe od średnich zawartości w glebach najbliższego otoczenia oraz w glebach miasta Tychy.

Przekroczenia zawartości dopuszczalnych analizowanych zanieczyszczeń najprawdopodobniej związane są z działalnością istniejącej tutaj cegielni, oraz ze składem odpadów gromadzonych, w okresie późniejszym, na tutejszym składowisku odpadów komunalnych. Podwyższona zawartość rtęci oraz węglowodorów ropopochodnych związana jest najprawdopodobniej z oddziaływaniem pojazdów parkujących lub manewrujących na placu dawnej istniejącej tutaj bazy transportowej.

Ocena zawartości substancji organicznych oraz stężeń gazów wysypiskowych

Wyniki badań zawartości substancji organicznych w odpadach komunalnych wskazują, iż generalnie próbki materiału badawczego prezentują w miarę wyrównaną charakterystykę fizyko-chemiczną. Przyjmując, iż charakterystyka odpadów komunalnych miasta Tychy z roku 1973 odpowiada charakterystyce odpadów deponowanych na analizowanym składowisku, można stwierdzić, że do roku 2009 substancje rozkładalne zostały zredukowane o około 90% tj. z ok. 36% do średnio ok. 4% natomiast poziom redukcji zawartości węgla organicznego wyniósł około 94% z około 24% do około 1,3%. Wskazuje to na wysoki poziom zmineralizowania materii organicznej.

Wyniki oznaczeń parametru AT4, stosowanego do oceny stopnia przefermentowania odpadów, wskazują na wysoki stopień zmineralizowania materii. Średnia wartość tego parametru dla 8 próbek wynosi 1,3 mg O_2/g suchej masy. Według normy austriackiej materiał uznaje się za dojrzały, jeśli AT4<7, natomiast według wymagań niemieckich, gdy AT4<5.

Otrzymane wyniki oznaczeń zawartości substancji organicznych wskazują, iż zasadnicza część sekwencji rozkładu (mineralizacji) substancji organicznych została już dokonana i obecnie w wysypisku zachodzą już tylko końcowe procesy, ostatnia faza reakcji dla tego specyficznego reaktora, jakim jest wysypisko odpadów. Potwierdzają to także badania składu gazów wysypiskowych.

Analiza uzyskanych wyników pomiaru gazów wysypiskowych wskazuje, na niejednorodność potencjału emisyjnego biogazu na terenie składowiska. Jest to prawdopodobnie związane z niejednorodnością składu zdeponowanych odpadów, ich wiekiem, stopniem przefermentowania, bądź miąższością odpadów w różnych częściach składowiska.

Przeprowadzone pomiary wykazały zmienność stężeń metanu w granicach 6-30% przy zróżnicowanych stężeniach dwutlenku węgla i tlenu. Wyniki pomiarów wykazały, iż aktywność biochemiczna złoża odpadów komunalnych oraz zdolność do generowania biogazu wzrasta w kierunku wschodnim.

W części zachodniej składowiska, aktywność złoża jest niska, panują tu warunki tlenowe, przy śladowej zawartości metanu i dwutlenku węgla w badanym gazie. W kierunku wschodnim, w centralnej część składowiska, skład gazu w otworach badawczych zmienia się i widać tu wyraźne zwiększenie stężenia metanu i dwutlenku węgla (do ok. 10%), przy równoczesnym spadku stężenia tlenu.

W 3 otworach zlokalizowanych najdalej na wschód panują charakterystyczne warunki beztlenowe, typowe dla fermentacji metanowej odpadów komunalnych, gdzie stężenie CH_4 waha się w granicach 23-30%.

Biorąc pod uwagę prawdopodobny wiek przedmiotowego składowiska (jak również fakt, że w składzie morfologicznym odpadów komunalnych deponowanych przed 30-40 laty rejestrowano niższe zawartości odpadów organicznych przy większym udziale odpadów, które nie podlegają biodegradacji, w tym mineralnych – np. popiołu), można wnioskować, że potencjał emisji biogazu ma tendencje malejącą. Potwierdzenie tej tezy wymagałoby zainstalowania studni odgazowujących i prowadzenia cyklicznych badań monitoringowych.

Nie można natomiast wykluczyć niebezpieczeństwa występowania w bryle analizowanego składowiska odpadów komunalnych pustek wypełnionych gazem wysypiskowym, które mogą stwarzać zarówno potencjalne zagrożenie wybuchem, jak i zagrożenie dla zdrowia w przypadku niekontrolowanego uwolnienia gazu. Stwierdzenie występowania takich pustek lub ich braku mogą potwierdzić dodatkowe bezinwazyjne badania geofizyczne (np. badania georadarowe).

W przypadku zagospodarowania terenu, a przede wszystkim odizolowania powierzchni gruntu warstwą nieprzepuszczalną (beton, nawierzchnia bitumiczna), bryła starego składowiska winna zostać uprzednio odgazowana poprzez połączony system studni ssących, skąd zbierany biogaz, (jeżeli parametry ilościowe i jakościowe na to pozwolą) kierowany byłby do wykorzystania energetycznego lub unieszkodliwiany poprzez spalanie w pochodni.

Nie jest również wykluczone, że w przypadku takiego zagospodarowania przedmiotowego terenu, wyżej wspomniany system drenujący, z uwagi na względy bezpieczeństwa byłby nieodzownym elementem, który winien funkcjonować przez okres następnych kilkunastu lat, bądź do czasu stwierdzonego zakończenia emisji biogazu ze składowiska.

Ocena gruntów jako potencjalnego odpadu

W przypadku podjęcia decyzji o wydobyciu zalegających na terenie nieruchomości gruntów nasypowych będzie mieli do czynienia z procesem wytwarzania odpadów. Całkowita objętość gruntów nasypowych kształtuje się na poziomie około 201 tys. m^3, z czego 55% stanowi grunt zalegający na składowisku odpadów komunalnych.

Materiał zalegający na badanym terenie, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów można zaklasyfikować, jako odpad o kodach: 19 06 04, tj. przefermentowane odpady z beztlenowego rozkładu odpadów komunalnych oraz 17 05 04, tj. gleba i ziemia, w tym kamienie, inne niż wymienione w 17 05 03 (usytuowane w północnej części analizowanej nieruchomości).

Odpady o kodzie 19 06 04 reprezentujące grunty składowiska odpadów komunalnych stanowią potencjalnie *odpad z instalacji i urządzeń służących zagospodarowaniu odpadów* (odpad grupy 19). Odpady o kodzie 19 06 04, to odpady inne niż niebezpieczne, które można składować na składowisku odpadów komunalnych.

Na podstawie opisu makroskopowego można uznać, że ewentualnie wytworzone odpady o kodzie 17 05 04 nie są niebezpieczne w rozumieniu Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 13 maja 2004 r. w sprawie warunków, w których uznaje się, że odpady nie są niebezpieczne.

Wyniki ekspertyzy sanitarnej

W ramach niniejszej pracy wykonano ekspertyzę sanitarną, której zakres został pozytywnie zweryfikowany przez Państwowego Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego w Katowicach. W wyniku wykonanej ekspertyzy sanitarnej nie stwierdzono obecności w materiale badawczym bakterii beztlenowych *Clostridium perfringens* oraz jaj pasożytów.

We wszystkich badanych próbkach stwierdzono obecność bakterii typu coli. Sumaryczna zawartość bakterii typu coli w próbkach wód przekracza wartości pożądane dla wody do kąpieli. W większości analizowanych próbek nie stwierdzono obecności bakterii coli typu kałowego. Wyjątkiem jest próbka wody pobrana ze stawu położonego bardziej na wschód.

Zawartość bakterii coli typu kałowego w próbce wody stawu przekracza wartości dopuszczalne dla wody pitnej oraz wartości pożądane dla wody do kąpieli. Wody stawu ze względu na liczbę bakterii grupy coli należą do wód kategorii A3, co oznacza, iż mogą one być przeznaczone do spożycia pod warunkiem ich wcześniejszego *wysokosprawnego uzdatniania fizycznego i chemicznego, w szczególności utleniania, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji, adsorpcji na węglu aktywnym, dezynfekcji (ozonowania, chlorowania końcowego).*

W stanie surowym nie nadają się do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia ze względu na zawartość bakterii coli oraz zawartość bakterii coli typu kałowego.

W celu weryfikacji wyników pomiarów, w sezonie wiosennym, zostaną wykonane dodatkowe badania mikrobiologiczne próbek wód obu stawów. Wyniki pomiarów zostaną przesłane Zleceniodawcy.

Ocena potencjalnych zagrożeń wynikających z wcześniejszej, niż wynika to z przepisów, zmiany funkcji terenu, na którym odbywało się składowanie odpadów komunalnych

Składowisko odpadów komunalnych w Tychach Czułowie jest przykładem obiektu, na którym składowano odpady bez zastosowania jakichkolwiek zabezpieczeń w fazie budowy, eksploatacji i po jej zakończeniu.

Wykonana ocena stopnia mineralizacji (przereagowania) zdeponowanych odpadów wskazała, że w bryle składowiska nie nastąpiło jeszcze całkowite zakończenie procesów biochemicznego rozkładu.

Stwierdzono, że mimo iż potencjał emisji biogazu ma tendencję malejącą, niemniej zagrożenie nadal istnieje, nie wyklucza się występowania pustek wypełnionych biogazem, które mogą stworzyć potencjalne zagrożenie wybuchem.

W celu rozpoznania tych pustek należałoby przeprowadzić specjalistyczne badania geofizyczne.

Byłe składowisko odpadów w Tychach - Czułowie nie spełnia żadnego z wymagań określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczególnych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów.

W świetle uzyskanych wyników badań należy uznać, że teren byłego składowiska w Tychach jest miejscem tzw. „skażenia zestarzałego" wymagającego działań naprawczych.

W świetle zapisów zawartych w wyżej wymienionym Rozporządzeniu należy stwierdzić, że na byłym składowisku odpadów w Tychach jeszcze przez okres najbliższych ok. 15 lat nie będą możliwe przedsięwzięcia o których mowa w § 18.1 wyżej wymienionego Rozporządzenia tj. wykonywane budynki, wykopy, instalacje naziemne i podziemne, z wyłączeniem instalacji związanych z funkcjonowaniem składowiska.

Dla ewentualnego skróceniu tego czasu mogą być podjęte działania przyśpieszające przebieg procesów zachodzących w bryle składowiska.

Według literatury fachowej – nie jest możliwym dokładne określenie czasu zakończenia procesów w złożu składowiska. W omawianym przypadku należy się liczyć z co najmniej kilkuletnim okresem poprzedzającym możliwość wykorzystania terenu do pełnienia określonych funkcji.

Możliwe kierunki działań naprawczych

Głównym problemem terenu nieruchomości jest istnienie tutaj składowiska odpadów komunalnych, w bryle którego w dalszym ciągu przebiegają procesy rozkładu substancji organicznej powodujące powstawanie gazów wysypiskowych.

Możliwym rozwiązaniem tego problemu jest przyśpieszenie procesów mineralizacji substancji organicznej poprzez zastosowanie metody napowietrzania *in-situ*. Zasadniczymi elementami tej metody są: podsystem odprowadzenia lub odessania gazów fermentacyjnych, podsystem doprowadzenia, bądź ułatwienia dostępu powietrza do wnętrza wysypiska oraz podsystem optymalizacji gospodarki wodnej. Instalacja systemu najprawdopodobniej skróciłaby czas mineralizacji do 3-5 lat. Koszt budowy i funkcjonowanie tej instalacji, w zależności od zastosowanych rozwiązań i czasu jej funkcjonowania kształtowałby się w zakresie od kilkuset tysięcy do kilku milionów złotych.

Innym rozwiązaniem jest ograniczenie się do odgazowania bryły składowiska. Zasadniczym elementem procesu odgazowania składowiska jest system studni odgazowujących. Instalacja takiego systemu przeciwdziałałaby gromadzeniu się gazu wysypiskowego w bryle składowiska, a także jego migracji na tereny sąsiednie. Wydaje się, że instalacji systemu studni odprowadzających gaz wysypiskowy jest koniecznym elementem gwarantującym bezpieczne użytkowanie terenu nieruchomości.

Analiza możliwych kierunków zagospodarowania.

Z uwagi na fakt, iż na analizowanym terenie proces rekultywacji nie przebiegał zgodnie z ustalonymi procedurami, postępowanie z tym terenem wymaga większej ostrożności. Ze względu na możliwość wprowadzenia nowych funkcji, teren nieruchomości podzielono na podstawowe części, z których pierwsza (I), zajmuje obszar 2,52 ha i nie jest objęta zasięgiem składowania odpadów, a część druga (II) o powierzchni 3,22 ha była miejscem ich depozycji. W celu określenia potencjalnych możliwości zagospodarowania tego obszaru przeanalizowano możliwe scenariusze postępowania, dla których przeprowadzono analizę wariantową kierunków zagospodarowania. Przeanalizowane uwarunkowania i bariery środowiskowe wskazują na trzy możliwe warianty postępowania z przedmiotowym terenem. Teren wymaga zróżnicowanego zagospodarowania części I i II ze względu na przeszłość funkcjonalną i obciążenia środowiskowe. Postępowanie z terenem oceniano:

a. w przypadku braku działań naprawczych terenu (wariant I),

b. podjęcia działań naprawczych terenu polegających na odgazowaniu części objętej zasięgiem zanieczyszczeń będących skutkiem składowania odpadów i zagospodarowania części pozostałej nie objętej zasięgiem składowiska (wariant II);

c. w przypadku całkowitego zaprzestania procesów biochemicznych i ustąpienia zagrożeń i barier środowiskowych lub osiągnięcia tego stanu poprzez przyśpieszenia procesów z zastosowaniem odpowiednich technologii (wariant III).

Wariant I. W przypadku braku działań naprawczych (odgazowanie i przyśpieszenie mineralizacji) teren nie pozwala na żadne wcześniejsze niż przewidziano prawem, działania inwestycyjne w obu częściach (I i II) z uwagi na potencjalne zagrożenia wynikające z jego wcześniejszego użytkowania. Reguluje to Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca. Dz. U. Nr 61. poz. 549. Dopuszczalną funkcją w tym wariancie zagospodarowania jest wyłącznie zieleń nieurządzona w obu częściach przedmiotowego obszaru.

Wariant II. Zakłada się odgazowanie części II terenu z utrzymaniem funkcji zieleni nieurządzonej, a w części I dopuszcza się, po uporządkowaniu technicznym, następujące funkcje (z wyłączeniem lokalizacji obiektów kubaturowych do czasu ustąpienia zagrożenia metanowego): zieleń urządzona, funkcje rekreacyjno sportowe, obsługa komunikacyjna (np. miejsca postojowe) , obsługa komunalna, wytwórczość i usługi z wyłączeniem usług szkolnictwa i ochrony zdrowia oraz handlu produktami spożywczymi w terenie otwartym (np. plac targowy). Dodatkowo wskazane jest na czas prowadzenia działań naprawczych w części II terenu, opisanych w niniejszym dokumencie w rozdziale 9 utrzymanie w części I terenu 30% powierzchni biologicznie czynnej (zieleni oraz powierzchni drobnoziarnistych ułatwiających cyrkulację powietrza). Po całkowitym zaprzestaniu procesów biochemicznych w części II obszaru oraz po ustąpieniu zagrożeń i barier środowiskowych zezwala się na pełną dopuszczalność funkcji w części I i II, zgodnie z dokumentami planistycznymi.

Wariant III. Po całkowitym zaprzestaniu procesów biochemicznych w części II obszaru oraz po ustąpieniu zagrożeń i barier środowiskowych zezwala się na pełną dopuszczalność funkcji w części I i II, zgodnie z dokumentami planistycznymi

WYKORZYSTANE MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

1. Bazeli, M., 2007, Biologiczna analiza osadów ściekowych, Pracownia Biologiczna BIOM, Piła
2. Biernat, S., Krysowska, M., 1955, Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1: 50 000, Arkusz Oświęcim, Instytut Geologiczny
3. Bilitewski, B., Härdtle, G., Marek, K., 2006, Podręcznik gospodarki odpadami. Teoria i praktyka, Seidel-Przywecki Sp. z o.o., Warszawa
4. Bronder, J., 2009, Metoda badań terenów poprzemysłowych w celu weryfikacji hipotezy o zanieczyszczeniu terenu poprzemysłowego, Innowacyjne Rozwiązania Rewitalizacji Terenów Poprzemysłowych, Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o. w Lędzinach, Instytut Ekologii Terenów uprzemysłowionych w Katowicach, Katowice
5. Czajka, K., Klojzy-Karczmarczyk, B., Mazurek, J., 2003, Zanieczyszczenie środowiska gruntowo-wodnego związkami rtęci wokół czynnego oraz budowanego odcinka autostrady w okolicach Krakowa. Współczesne problemy hydrogeologii - Tom XI, cz. 2, str. 337-340. Gdańsk, dokument elektroniczny: http://www.min-pan.krakow.pl/zaklady/zgospod/pub-pdf/rtec%202003.pdf
6. Gasidło, K., Gorgoń, J., 1999, Modelowe przykłady przekształcenie terenów poprzemysłowych i zdegradowanych, UNDP, UNCHS/Habitat
7. Gorgoń, J., Worsztynowicz, A., Bronder, J., 2008, Analiza zanieczyszczeń terenu otmętarni „Huty Batory" mająca na celu określenie koniecznych procesów i nakładów rewitalizacyjnych dla przedmiotowego obszaru w celu przywrócenia go do tzw. „stanu zerowego", Miasto Chorzów, IETU, Katowice, maszynopis
8. Górnośląski Okręg Przemysłowy w skali 1: 25 000, 1960, Województwo Katowickie i Województwo Krakowskie, Zakład Topograficzny Sztabu Generalnego, Warszawa
9. Handbook for the Preparation of Landfill Gas to Energy Projects in Latin America and the Caribbean; 2004; The World Bank – ESMAP; Conestoga-Rovers & Associates, Waterloo, Ontario. Dokument elektroniczny: http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/preparation/preparation.html
10. Kabata-Pendias, A., Kabata-Pendias, H., 1979, Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa
11. Kabata-Pendias, A., Mukherjee, A., B., 2007, Trace Elements from Soil to Human, Springer, Berlin, Heidelberg, New York
12. Kilar, L., Surdel, S., 2009, Dokumentacja geotechniczna dla potrzeb wstępnego rozpoznania warunków gruntowo – wodnych terenu zlokalizowanego przy ulicach Katowickiej i Zwierzynieckiej w Tychach – Czułowie, plik elektroniczny w formacie PDF
13. Kilar, L., Surdel, S., 2009, Wstępny raport na temat zanieczyszczenia gruntów podłoża terenu zlokalizowanego przy ulicach Katowickiej i Zwierzynieckiej w Tychach – Czułowie, plik elektroniczny w formacie PDF
14. Korcz, M., Mańko, T., Bronder, J., Słowikowski, D., Długosz, J., 2002, Opracowanie materiałów dla potrzeb przygotowania procedur zarządzania środowiskiem na terenach zanieczyszczonych, Maszynopis, na zlecenie Ministra Środowiska
15. Makles Z., Smal Z., 1995, Badania gazów i lotnych związków chemicznych z wysypisk odpadów w oparciu o dokumenty amerykańskie (US EPA)", materiały z konferencji nt. „Analiza gazów emitowanych przez składowiska odpadów", AGH Kraków
16. Mapa topograficzne rastrowa w skali 1:10 000, 2009, GEOPORTAL.GOV.PL, Dostęp: www.geoportal.gov.pl
17. Methoden zur Untersuchung von Abfallstoffen, 1970, EAWAG, Dübendorf
18. ÖNORM S 2027-1:2004: Stabilitätsparameter zur Beurteilung von mechanisch-biologisch vorbehandelten Abfällen - Teil 1: Atmungsaktivität (AT4)
19. Ortofotomapa, 2009, GEOPORTAL.GOV.PL, dostęp: www.geoportal.gov.pl
20. Pasieczna, A. Lis, J., 1995, Atlas Geochemiczny Polski 1: 2 500 000; Państwowy Instytut Geologiczny
21. Pasieczna, A., 2003, Atlas zanieczyszczeń gleb miejskich w Polsce, Ministerstwo Środowiska, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa
22. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 10 października 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy; Dziennik Ustaw nr 212, poz. 1769

23. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 7 września 2005 w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowisku odpadów danego typu; Dziennik Ustaw Nr 186, Poz. 1552 i 1553
24. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie; Dziennik Ustaw Nr 75, Poz. 690
25. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy; Dzienniki Ustaw nr 217, poz. 1833
26. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 maja 2004 r. w sprawie warunków, w których uznaje się, że odpady nie są niebezpieczne; Dziennik Ustaw Nr 128, poz. 1347 z późniejszymi zmianami
27. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 marca 2006 r. w sprawie odzysku lub unieszkodliwiania odpadów poza instalacjami i urządzeniami; Dziennik Ustaw Nr 49, poz. 356
28. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczególnych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów; Dziennik Ustaw nr 61, poz. 549
29. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia; Dziennik Ustaw Nr 204, Poz. 1728
30. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów; Dziennik Ustaw Nr 112, poz. 1206
31. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów; Dziennik Ustaw Nr 220, poz. 1858
32. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi; Dziennik Ustaw Nr 165, poz. 1358 i 1359
33. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 października 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda w kąpieliskach; Dziennik Ustaw Nr 183, Poz. 1530
34. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi; Dziennik Ustaw Nr 61, poz. 417
35. Sieja, L., 1982, Koncepcja gospodarki odpadami komunalnymi w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym, Instytut Kształtowania Środowiska, Warszawa
36. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne; Dziennik Ustaw z 2005 r. Nr 239 poz. 2019 z późniejszymi zmianami
37. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach, Dziennik Ustaw z 2007 r. Nr 39, poz. 251 tekst jednolity
38. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska; Dziennik Ustaw z 2008 r. Nr 25 poz. 150 z późniejszymi zmianami
39. Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych Dziennik Ustaw z 2004 r. Nr 121 poz. 1266 z późniejszymi zmianami
40. Widełko, A., 2009, Opracowanie kart dokumentacyjnych 10 otworów badawczych na terenie nieruchomości przy ulicy Zwierzynieckiej w Tychach, Katowice, maszynopis
41. Wielgosiński, G., 1996, Ocena zasięgu ponadnormatywnego oddziaływania emisji zanieczyszczeń ze składowisk odpadów", Materiały konferencyjne ogólnopolskiego sympozjum „Metody badań powietrza, wody i gleby wokół składowisk odpadów"
42. Wikipedia, 2009, Deponiegas, Dokument elektroniczny, pobrano: 22 grudnia 2009, z http://de.wikipedia.org/wiki/Deponiegas
43. Ziarnik, I., 2008, Mapa z dnia 2008-10-16, Urząd Miasta Tychy – Wydział Geodezji, Ośrodek Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej. Nr ewidencyjny 3941/08

Załącznik
1. Karty otworów badawczych

"GEOPROJEKT ŚLĄSK"

KARTA OTWORU BADAWCZEGO

nr 101

Nr arch.: G/10904/09

Wiertnica: WH

Miejscowość: Tychy
Gmina:
Powiat:
Województwo: śląskie

Obiekt: Ul. Zwierzyniecka
Zleceniodawca: Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych
Wiercenie: K. Bączyński
Dozór geologiczny: inż. A. Widełko

System wiercenia: okrętny
Rzędna: 264.75 m n.p.m.
Skala 1 : 50
Data wiercenia: 2009-11

Głębokość zwierciadła wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny [m]		Przelot [m]	Opis litologiczny	miąższość warstwy	Symbol gruntu	Wilgotność	Ilość wałeczkowań	Stan gruntu	Głębokość pobr. próby
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
						nasyp niebudowlany (gruz+piasek), brunatny	1.0	nN(gr+P)				
			-1.0		1.00	nasyp niebudowlany (glina+kamienie), czarny	1.0	nN(G+k)	w			
			-2.0		2.00	nasyp niebudowlany (glina pylasta+piasek gliniasty+namuł+kamienie), brunatny - wyczuwalny zapachropy	0.7					
▽ 2.70 ▽			-3.0		2.70	nasyp niebudowlany (glina pylasta+piasek gliniasty+namuł+kamienie), brunatny - wyczuwalny zapachropy	1.7	nN(Gπ+Pg+Nm+k)	m		pl/mpl	
			-4.0		4.40	glina piaszczysta, szara	0.6	Gp	w	2/2	tpl	4.80
			-5.0		5.00		0.0					

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

"GEOPROJEKT ŚLĄSK"

KARTA OTWORU BADAWCZEGO

nr 102

Nr arch.: G/10904/09

Wiertnica: WH

Miejscowość: Tychy
Gmina:
Powiat:
Województwo: śląskie

Obiekt: Ul. Zwierzyniecka
Zleceniodawca: Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych
Wiercenie: K. Bączyński
Dozór geologiczny: inż. A. Widełko

System wiercenia: okrętny
Rzędna: 284.39 m n.p.m.
Skala 1 : 50
Data wiercenia: 2009-11

Głębokość zwierciadła wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny [m]		Przelot [m]	Opis litologiczny	miąższość warstwy	Symbol gruntu	Wilgotność	Ilość wałeczkowań	Stan gruntu	Głębokość pobr. próby
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
			1.0			nasyp niebudowlany (kamienie+piasek+żużel), brązowy	1.5	nN(k+P+żl)				
					1.50							
			2.0			nasyp niebudowlany (gruz), szary	1.5	nN(gr)	w			
			3.0		3.00	nasyp niebudowlany (glina+gruz+piasek gliniasty), czarny	0.7	nN(G+gr+Pg)				
▽ 3.70					3.70	nasyp niebudowlany (glina+gruz+piasek gliniasty), czarny	0.5		m		pl	
			4.0		4.20	glina na pograniczu gliny zwięzłej, żółta	0.3	G/Gz	w	3/4		
					4.50		0.0					

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

"GEOPROJEKT ŚLĄSK"

KARTA OTWORU BADAWCZEGO

nr 103

Nr arch.: G/10904/09

Wiertnica: WH

Miejscowość: Tychy
Gmina:
Powiat:
Województwo: śląskie

Obiekt: Ul. Zwierzyniecka
Zleceniodawca: Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych
Wiercenie: K. Bączyński
Dozór geologiczny: inż. A. Widełko

System wiercenia: okrętny
Rzędna: 264.39 m n.p.m.
Skala 1 : 50
Data wiercenia: 2009-11

Głębokość zwierciadła wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny [m]		Przelot [m]	Opis litologiczny	miąższość warstwy	Symbol gruntu	Wilgotność	Ilość wałeczkowań	Stan gruntu	Głębokość pobr. próby
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
						nasyp niebudowlany (glina+piasek), czarny	1.0	nN(G+P)				
			-1.0		1.00	nasyp niebudowlany (glina+odpady komunalne), czarny	0.5	nN(G+ok)	w			
					1.50	nasyp niebudowlany (odpady komunalne+piasek drobny+piasek gliniasty+glina), czarny	0.7					
▽ 2.20 ▽			-2.0		2.20	nasyp niebudowlany (odpady komunalne+piasek drobny+piasek gliniasty+glina), czarny	1.0	nN(ok+Pd+Pg+G)	m		mpl/pl	
			-3.0		3.20	nasyp niebudowlany (piasek średni+kamienie), szary	1.3	nN(Ps+k)	nw		szg	
			-4.0		4.50	glina piaszczysta, brązowa	1.5	Gp	w	1/2	tpl	
			-5.0									
			-6.0		6.00		0.0					

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

"GEOPROJEKT ŚLĄSK"

KARTA OTWORU BADAWCZEGO

nr 104

Nr arch.: G/10904/09

Wiertnica: WH

Miejscowość: Tychy
Gmina:
Powiat:
Województwo: śląskie

Obiekt: Ul. Zwierzyniecka
Zleceniodawca: Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych
Wiercenie: K. Bączyński
Dozór geologiczny: inż. A. Widełko

System wiercenia: okrętny
Rzędna: 263.66 m n.p.m.
Skala 1 : 50
Data wiercenia: 2009-11

Głębokość zwierciadła wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny [m]		Przelot [m]	Opis litologiczny	miąższość warstwy	Symbol gruntu	Wilgotność	Ilość waleczkowań	Stan gruntu	Głębokość pobr. próby
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
			1.0		0.60	nasyp niebudowlany (żużel), czarny	0.6	nN(żl)	w			4.40
					1.50	nasyp niebudowlany (glina+okruchy cegły), czarny	0.9	nN(G+cg)				
			2.0		2.60	nasyp niebudowlany (glina+piasek), szary	1.1	nN(G+P)				
			3.0		3.00	nasyp niebudowlany (piasek średni+kamienie), szary	0.4	nN(Ps+k)			szg	
			4.0		4.20	nasyp niebudowlany (glina piaszczysta+piasek drobny+zanieczyszczenia), szaro-zielony	1.2	nN(Gp+Pd+zan.)				
			5.0		5.00	glina piaszczysta na pograniczu gliny piaszczystej zwięzłej, szaro-brązowa	0.8	Gp/Gpz		1/2	tpl	
							0.0					

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

"GEOPROJEKT ŚLĄSK"

KARTA OTWORU BADAWCZEGO

nr 105

Nr arch.: G/10904/09

Wiertnica: WH

Miejscowość: Tychy
Gmina:
Powiat:
Województwo: śląskie

Obiekt: Ul. Zwierzyniecka
Zleceniodawca: Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych
Wiercenie: K. Bączyński
Dozór geologiczny: inż. A. Widełko

System wiercenia: okrętny
Rzędna: 263.88 m n.p.m.
Skala 1 : 50
Data wiercenia: 2009-11

Głębokość zwierciadła wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny [m]		Przelot [m]	Opis litologiczny	miąższość warstwy	Symbol gruntu	Wilgotność	Ilość wałeczkowań	Stan gruntu	Głębokość pobr. próby
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
			1.0			nasyp niebudowlany(piasek+glina), czarny	1.5	nN(P+G)				
			2.0		1.50	nasyp niebudowlany (odpady komunalne+żywice+piasek gliniasty+glina+piasek drobny), czarny	2.2	nN(ok+żyw+Pg+G+Pd)	w			
▽ 3.70 ▽			3.0									
			4.0		3.70	nasyp niebudowlany (odpady komunalne+żywice+piasek gliniasty+glina+piasek drobny), czarny	0.5		m		pl/mpl	
					4.20	glina piaszczysta, j.szara	0.3	Gp	w	1/2	tpl	4.30
					4.50		0.0					

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

"GEOPROJEKT ŚLĄSK"

KARTA OTWORU BADAWCZEGO

nr 106

Nr arch.: G/10904/09

Wiertnica: WH

Miejscowość: Tychy
Gmina:
Powiat:
Województwo: śląskie

Obiekt: Ul. Zwierzyniecka
Zleceniodawca: Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych
Wiercenie: K. Bączyński
Dozór geologiczny: inż. A. Widełko

System wiercenia: okrętny
Rzędna: 263.46 m n.p.m.
Skala 1 : 50
Data wiercenia: 2009-11

Głębokość zwierciadła wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny [m]		Przelot [m]	Opis litologiczny	miąższość warstwy	Symbol gruntu	Wilgotność	Ilość waleczkowań	Stan gruntu	Głębokość pobr. próby
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
						nasyp niebudowlany (glina), czarny	0.5	nN(G)	w			
					0.50	nasyp niebudowlany (piasek gliniasty+kamienie), żółty	1.0	nN(Pg+k)			pl	
			-1.0		1.50	nasyp niebudowlany (glina pylasta+piasek gliniasty+zanieczyszczenia), szary	1.3	nN(Gπ+Pg+zan.)		1/1	tpl	
			-2.0									
			-3.0		2.80	glina pylasta zwięzła, szaro-żółta	1.2	Gπz		2/3		
			-4.0		4.00		0.0					

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

"GEOPROJEKT ŚLĄSK"

KARTA OTWORU BADAWCZEGO

nr 107

Nr arch.: G/10904/09

Wiertnica: WH

Miejscowość: Tychy
Gmina:
Powiat:
Województwo: śląskie

Obiekt: Ul. Zwierzyniecka
Zleceniodawca: Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych
Wiercenie: K. Bączyński
Dozór geologiczny: inż. A. Widełko

System wiercenia: okrętny
Rzędna: 264.04 m n.p.m.
Skala 1 : 50
Data wiercenia: 2009-11

Głębokość zwierciadła wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny [m]		Przelot [m]	Opis litologiczny	miąższość warstwy	Symbol gruntu	Wilgotność	Ilość wałeczkowań	Stan gruntu	Głębokość pobr. próby
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
						nasyp niebudowlany (piasek gliniasty+cegła+glina+żużel), czarny	0.7	nN(Pg+cg+G+żl)	w			2.70
			-1.0		0.70	nasyp niebudowlany (glina pylasta+namuł+okruchy kamieni), czarny	1.7	nN(Gπ+Nm+k)			pl	
			-2.0		2.40	glina pylasta, szara	0.6	Gπ		1/1	tpl	
			-3.0		3.00	glina pylasta zwięzła, żółta	0.7	Gπz				
			-4.0		3.70	glina pylasta przewarstwiona piaskiem pylastym, szara	0.8	Gπ//Pπ		1/2		
					4.50		0.0					

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

"GEOPROJEKT ŚLĄSK"

KARTA OTWORU BADAWCZEGO

nr 108

Nr arch.: G/10904/09

Wiertnica: WH

Miejscowość: Tychy
Gmina:
Powiat:
Województwo: śląskie

Obiekt: Ul. Zwierzyniecka
Zleceniodawca: Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych
Wiercenie: K. Bączyński
Dozór geologiczny: inż. A. Widełko

System wiercenia: okrętny
Rzędna: 265.78 m n.p.m.
Skala 1 : 50
Data wiercenia: 2009-11

Głębokość zwierciadła wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny [m]		Przelot [m]	Opis litologiczny	miąższość warstwy	Symbol gruntu	Wilgotność	Ilość wałeczkowań	Stan gruntu	Głębokość pobr. próby
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
						nasyp niebudowlany (piasek drobny+piasek gliniasty+żużel+cegła+kamienie), c.szary	1.0	nN(Pd+Pg+żl+cg+k)				
			-1.0		1.00	nasyp niebudowlany (glina piaszczysta+kamienie), brązowy	0.5	nN(Gp+k)	w		pl	
					1.50	nasyp niebudowlany (glina+odpady komunalne), brązowy	0.5	nN(G+ok)				
			-2.0		2.00	nasyp niebudowlany (odpady komunalne)	0.9	nN(ok)				
▽ 2.90 ▽			-3.0		2.90	nasyp niebudowlany (odpady komunalne)	0.3					
					3.20	glina piaszczysta, szara	0.8	Gp	w	2/3	pl	
			-4.0		4.00		0.0					

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

"GEOPROJEKT ŚLĄSK"

KARTA OTWORU BADAWCZEGO

nr 109

Nr arch.: G/10904/09

Wiertnica: WH

Miejscowość: Tychy
Gmina:
Powiat:
Województwo: śląskie

Obiekt: Ul. Zwierzyniecka
Zleceniodawca: Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych
Wiercenie: K. Bączyński
Dozór geologiczny: inż. A. Widełko

System wiercenia: okrętny
Rzędna: 264.97 m n.p.m.
Skala 1 : 50
Data wiercenia: 2009-11

Głębokość zwierciadła wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny [m]		Przelot [m]	Opis litologiczny	miąższość warstwy	Symbol gruntu	Wilgotność	Ilość wałeczkowań	Stan gruntu	Głębokość pobr. próby
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
			1.0			nasyp niebudowlany (piasek gliniasty+piasek drobny+żużel), brązowy	1.5	nN(Pg+Pd+żl)				
			2.0		1.50	nasyp niebudowlany (piasek gliniasty+kamienie+odpady komunalne), czarny	1.8	nN(Pg+k+ok)	w		pl	
			3.0		3.30	glina piaszczysta na pograniczu gliny piaszczystej zwięzlej, szara	1.2	Gp/Gpz		1/2	tpl	
			4.0		4.50		0.0					

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

"GEOPROJEKT ŚLĄSK"

KARTA OTWORU BADAWCZEGO

nr 110

Nr arch.: G/10904/09

Wiertnica: WH

Miejscowość: Tychy
Gmina:
Powiat:
Województwo: śląskie

Obiekt: Ul. Zwierzyniecka
Zleceniodawca: Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych
Wiercenie: K. Bączyński
Dozór geologiczny: inż. A. Widełko

System wiercenia: okrętny
Rzędna: 264.72 m n.p.m.
Skala 1 : 50
Data wiercenia: 2009-11

Głębokość zwierciadła wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny [m]		Przelot [m]	Opis litologiczny	miąższość warstwy	Symbol gruntu	Wilgotność	Ilość wałeczkowań	Stan gruntu	Głębokość pobr. próby
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
						nasyp niebudowlany (piasek drobny+piasek gliniasty+żużel+cegła), brunatny	1.0	nN(Pd+Pg+żl+cg)				
			1.0		1.00	nasyp niebudowlany (glina pylasta zwięzła+kamienie+cegła), brunatny	0.5	nN(Gπ+k+cg)	w		tpl	
					1.50	nasyp niebudowlany (glina+odpady komunalne), brunatny	1.2	nN(G+ok)			pl	
▽ 2.70 ▽			2.0									
			3.0		2.70	nasyp niebudowlany (glina+odpady komunalne), brunatny	1.1		m		pl/mpl	
			4.0		3.80	glina piaszczysta z domieszką otoczaków, j.szara	0.7	Gp(+o)	w	1/2	tpl	4.30
					4.50		0.0					

Rysunek wykonano programem "GeoStar"

Załącznik
II. Streszczenie w języku niefachowym

Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych
ul. Kossutha 6, 40-844 Katowice
jednostka badawczo-rozwojowa KRS 0000058172; NIP 634-012-55-19
tel.: (32) 254-60-31, fax: (32) 254-17-17, e-mail: ietu@ietu.katowice.pl
www.ietu.katowice.pl

Zakład: DNP3

Tytuł pracy:

STRESZCZENIE PRACY PT. ANALIZA MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA TERENU PRZY ULICY ZWIERZYNIECKIEJ W TYCHACH W CELU OKREŚLENIA ZMIANY JEGO FUNKCJI DLA POTRZEB ZMIANY STUDIUM UWARUNKOWAŃ I KIERUNKÓW ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENNEGO MIASTA TYCHY

Zleceniodawca: **Pracownia Planowania Przestrzennego i Architektury w Tychach, 43-100 Tychy, Al. Piłsudskiego 12**

data umowy: 16.11.2009

Katowice, Luty 2010

Zespół autorski:

Lp.	Nazwisko i imię,	tytuł naukowy	Podpis
1	Bronder Joachim	dr	
2	Sieja Lidia	doc. dr	
3	Gorgoń Justyna	dr inż. arch.	
4	Płaza Grażyna	dr hab.	
5	Terakowski Maciej	mgr inż.	
6	Kalisz Mariusz	mgr inż.	
7	Kwosek Magdalena	mgr	

Kierownik Tematu
dr Joachim Bronder

.....

Kierownik Zespołu
dr Marek Korcz

.....

Zatwierdzam:
Dyrektor IETU

DYREKTOR IETU

.....
dr hab. inż. Jan Skowronek

Rozdzielnik:

1. Zleceniodawca 3 egz.
2. Kierownik Tematu 1 egz.
3. Biblioteka 1 egz.
4. Archiwum wersja elektroniczna (na adres fro@ietu.katowice.pl)

Sposób udostępnienia pracy: (zaznaczyć **X**)

Za zgodą Zleceniodawcy **X**	Za zgodą Dyrektora **X**	~~Za zgodą Kierownika Zespołu~~	~~Ogólnodostępna~~

Realizacja niniejszego opracowania pozwoliła na dostarczenie odpowiedzi na pytanie, czy zaszłości wynikające z wcześniejszego zagospodarowania analizowanego terenu jako cegielni, wyrobiska gliny oraz składowiska odpadów komunalnych stanowić mogą barierę zmian funkcji terenu. W ramach pracy dokonano oceny aktualnego stanu nieruchomości i na tej podstawie określono zakres pożądanych działań naprawczych oraz w zależności od decyzji co do podjęcia lub nie podjęcia tych działań, możliwe kierunki zagospodarowania terenu.

Przedmiotem pracy są grunty nieruchomości należącej obecnie do firmy SYNERGIA, położonej przy ulicy Zwierzynieckiej, o powierzchni około 5,74 ha. Na analizowanej nieruchomości usytuowana jest instalacja gospodarki odpadami w postaci składowiska odpadów komunalnych. Istotnym faktem związanym z realizacją powierzonego zadania jest deficyt informacyjny związany z funkcjonowaniem, zlokalizowanego na terenie analizowanej nieruchomości, dawnego składowiska odpadów komunalnych. Zarówno Zleceniodawca jak i Wykonawca raportu nie posiadają wiedzy, co do sposobu eksploatacji składowiska odpadów, jego rekultywacji oraz nie dysponują informacjami na temat podjętych działań zmierzających do ograniczenia negatywnego oddziaływania składowiska na środowisko.

W ramach zrealizowanych prac wykonano: (a) wiercenia 10 otworów badawczych o głębokości od 4 do 6 metrów, o łącznej długości 46,5 metra oraz pobór i zabezpieczenie próbek gruntu oraz wód do dalszych oznaczeń; (b) oznaczenie i ocenę zawartości metali ciężkich (As, Ba, Cr, Sn, Zn, Cd, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Hg) i węglowodorów paliw płynnych oraz ocena zanieczyszczenia gruntów; (c) oznaczenie i ocenę zawartości substancji organicznych w odpadach komunalnych i próbę oszacowania czasu ich mineralizacji; (d) pomiar i ocenę składu gazów w 6 otworach składowiska odpadów komunalnych (CH_4, CO, CO_2, O_2, H_2S, H); (e) określenie kodu odpadów oraz ustalenie charakteru odpadów w sensie, czy mamy potencjalnie do czynienia z odpadem niebezpiecznym czy odpadem nie niebezpiecznym; (f) ekspertyzę sanitarną składowiska; (g) ocenę potencjalnych zagrożeń wynikających z wcześniejszej niż wynika to z przepisów zmiany funkcji terenu; (f) określenie możliwych kierunków działań naprawczych oraz oszacowanie kosztów tych działań; (h) analizę możliwych kierunków zagospodarowania w przypadku podjęcia działań naprawczych terenu oraz w przypadku braku działań naprawczych terenu.

Praca miała charakter kompleksowy. W ramach projektu prowadzono prace studialne, szczególnie na etapie przygotowawczym i końcowym, prace terenowe (pobór prób w terenie, wykonanie pomiarów zawartości gazów w składowisku odpadów komunalnych) oraz prace laboratoryjne (oznaczenie zawartości mikro oraz makro składników w próbkach gruntu nasypowego oraz odpadu komunalnego). Oznaczenia fizykochemiczne wykonano w akredytowanym laboratorium IETU. W interpretacji uzyskanych wyników posłużono się obowiązującymi w kraju regulacjami prawnymi, warsztatem statystycznym, kartograficznym (GIS) oraz literaturą przedmiotu. Pozwoliło to na wykonanie wszechstronnej charakterystyki gruntów nasypowych terenu nieruchomości.

Teren analizowanej nieruchomości od połowy XVIII wieku podlegał intensywnym przeobrażeniom. Początkowo działała tutaj cegielnia (cegielnia książęca) i przylegające do niej wyrobisko gliny, które w połowie XX wieku osiągnęło powierzchnie przynajmniej 7 ha. Od połowy XX wieku, działa na tym terenie zakład zagospodarowania odpadów, który przyczynił

się do zgromadzenia w granicach analizowanej nieruchomości około 111,5 tys. m^3 odpadów komunalnych. W wyniku przekształceń własnościowych w latach 90 -tych ubiegłego wieku, pełniący dotychczas funkcje usługowe dla miasta Tychy, teren nieruchomości stał się ostatecznie własnością prywatną.

W konsekwencji, jako własność prywatna, teren ten zaczął podlegać dalszym przekształceniom własnościowym w następstwie czego, pojawiła się konieczność określenia możliwości wprowadzenia nowych funkcji odpowiadających aspiracjom nowego właściciela. Poniżej przedstawiono główne wnioski wynikające z wykonanych pomiarów i interpretacji wyników tych pomiarów.

Ocena zawartości metali ciężkich oraz węglowodorów paliw płynnych

W kontekście zanieczyszczenia gruntów, uwzględniając zawartości dopuszczalne dla gruntów grupy B użytkowania ziemi o głębokości od 0,3-15,0 m, nie stwierdzono w analizowanych 11 próbkach gruntu przekroczeń dopuszczalnych zawartości arsenu, chromu, kadmu, kobaltu, miedzi, molibdenu oraz niklu. Natomiast zawartości baru, cyny, cynku, ołowiu, rtęci oraz węglowodorów paliw płynnych (sumy benzyn oraz oleju mineralnego) przekraczają w niektórych próbkach poziom dopuszczalny dla gruntów grupy B.

Ocena uwzględniająca wyniki wszystkich, 14 analizowanych parametrów, wskazuje iż 8 na 11 przebadanych próbek charakteryzuje się przekroczeniami zawartości dopuszczalnych dla gruntów B użytkowania ziemi. Średnie zawartości baru oraz ołowiu przekraczają poziom dopuszczalny dla gruntów grupy B użytkowania ziemi. Średnie pozostałych analizowanych zanieczyszczeń, nie przekraczają wartości dopuszczalnych dla gleb tej grupy użytkowania ziemi. W 3 próbkach położonych w obrębie składowiska odpadów komunalnych stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych zawartości dla gruntów grupy C użytkowania ziemi.

Porównując zawartości 8 pierwiastków w gruntach nieruchomości z zawartościami tychże pierwiastków w glebach terenów sąsiednich, można zaobserwować, iż generalnie średnie zawartości pierwiastków w gruntach nieruchomości są wyższe od średnich zawartości w glebach najbliższego otoczenia oraz w glebach miasta Tychy.

Przekroczenia zawartości dopuszczalnych analizowanych zanieczyszczeń najprawdopodobniej związane są z działalnością istniejącej tutaj cegielni, oraz ze składem odpadów gromadzonych, w okresie późniejszym, na tutejszym składowisku odpadów komunalnych. Podwyższona zawartość rtęci oraz węglowodorów ropopochodnych związana jest najprawdopodobniej z oddziaływaniem pojazdów parkujących lub manewrujących na placu dawnej istniejącej tutaj bazy transportowej.

Ocena zawartości substancji organicznych

Wyniki badań zawartości substancji organicznych w odpadach komunalnych wskazują, iż generalnie próbki materiału badawczego prezentują w miarę wyrównaną charakterystykę fizyko-chemiczną. Przyjmując, iż charakterystyka odpadów komunalnych miasta Tychy z roku 1973 odpowiada charakterystyce odpadów deponowanych na analizowanym składowisku, można stwierdzić, że do roku 2009 substancje rozkładalne zostały zredukowane o około 90% tj. z ok. 36% do średnio ok. 4% natomiast poziom redukcji zawartości węgla organicznego wyniósł około 94% z około 24% do około 1,3%.

Wskazuje to na wysoki poziom zmineralizowania materii organicznej. Wyniki oznaczeń testu oddechowego (tzw. parametru AT4), stosowanego do oceny stopnia przefermentowania odpadów, wskazują na wysoki stopień zmineralizowania materii. Średnia wartość tego parametru dla 8 próbek wynosi 1,3 mg O_2/g suchej masy. Według normy austriackiej materiał uznaje się za dojrzały, jeśli AT4<7, natomiast według wymagań niemieckich, gdy AT4<5.

Otrzymane wyniki oznaczeń zawartości substancji organicznych wskazują, iż zasadnicza część sekwencji rozkładu (mineralizacji) substancji organicznych została już dokonana i obecnie w wysypisku zachodzą już tylko końcowe procesy, ostatnia faza reakcji dla tego specyficznego reaktora, jakim jest wysypisko odpadów. Potwierdzają to także badania składu gazów wysypiskowych.

Ocena wyników pomiarów stężeń gazów wysypiskowych.

Analiza uzyskanych wyników pomiaru gazów wysypiskowych wskazuje, na niejednorodność potencjału emisyjnego biogazu na terenie składowiska. Jest to prawdopodobnie związane z niejednorodnością składu zdeponowanych odpadów, ich wiekiem, stopniem przefermentowania, bądź miąższością odpadów w różnych częściach składowiska.

Przeprowadzone pomiary wykazały zmienność stężeń metanu w granicach 6-30% przy zróżnicowanych stężeniach dwutlenku węgla i tlenu. Wyniki pomiarów wykazały, iż aktywność biochemiczna złoża odpadów komunalnych oraz zdolność do generowania biogazu wzrasta w kierunku wschodnim. W części zachodniej składowiska, aktywność złoża jest niska, panują tu warunki tlenowe, przy śladowej zawartości metanu i dwutlenku węgla w badanym gazie. W kierunku wschodnim, w centralnej część składowiska, skład gazu w otworach badawczych zmienia się i widać tu wyraźne zwiększenie stężenia metanu i dwutlenku węgla (do ok. 10%), przy równoczesnym spadku stężenia tlenu. W 3 otworach zlokalizowanych najdalej na wschód panują charakterystyczne warunki beztlenowe, typowe dla fermentacji metanowej odpadów komunalnych, gdzie stężenie CH_4 waha się w granicach 23-30%.

Biorąc pod uwagę prawdopodobny wiek przedmiotowego składowiska (jak również fakt, że w składzie morfologicznym odpadów komunalnych deponowanych przed 30-40 laty rejestrowano niższe zawartości odpadów organicznych przy większym udziale odpadów, które nie podlegają biodegradacji, w tym mineralnych – np. popiołu), można wnioskować, że potencjał emisji biogazu ma tendencje malejącą. Potwierdzenie tej tezy wymagałoby zainstalowania studni odgazowujących i prowadzenia cyklicznych badań monitoringowych.

Nie można natomiast wykluczyć niebezpieczeństwa występowania w bryle analizowanego składowiska odpadów komunalnych pustek wypełnionych gazem wysypiskowym, które mogą stwarzać zarówno potencjalne zagrożenie wybuchem, jak i zagrożenie dla zdrowia w przypadku niekontrolowanego uwolnienia gazu. Stwierdzenie występowania takich pustek lub ich braku mogą potwierdzić dodatkowe bezinwazyjne badania geofizyczne (np. badania georadarowe). W przypadku zagospodarowania terenu, a przede wszystkim odizolowania powierzchni gruntu warstwą nieprzepuszczalną (beton, nawierzchnia bitumiczna), bryła starego składowiska winna zostać uprzednio odgazowana poprzez połączony system studni ssących, skąd zbierany biogaz, (jeżeli parametry ilościowe i jakościowe na to pozwolą) kierowany byłby do wykorzystania energetycznego lub unieszkodliwiany poprzez spalanie w pochodni.

Nie jest również wykluczone, że w przypadku takiego zagospodarowania przedmiotowego terenu, wyżej wspomniany system drenujący, z uwagi na względy bezpieczeństwa byłby nieodzownym elementem, który winien funkcjonować przez okres następnych kilkunastu lat, bądź do czasu stwierdzonego zakończenia emisji biogazu ze składowiska.

Ocena gruntów jako potencjalnego odpadu

Całkowita objętość gruntów nasypowych kształtuje się na poziomie około 201 tys. m^3, z czego 55% stanowi grunt zalegający na składowisku odpadów komunalnych. W przypadku podjęcia decyzji o wydobyciu zalegających na terenie nieruchomości gruntów nasypowych będzie mieli do czynienia z procesem wytwarzania odpadów. Materiał zalegający na badanym terenie, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów można zaklasyfikować, jako odpad o kodach: 19 06 04, tj. przefermentowane odpady z beztlenowego rozkładu odpadów komunalnych oraz 17 05 04, tj. gleba i ziemia, w tym kamienie, inne niż wymienione w 17 05 03 (usytuowane w północnej części analizowanej nieruchomości). Odpady o kodzie 19 06 04 reprezentujące grunty składowiska odpadów komunalnych stanowią potencjalnie *odpad z instalacji i urządzeń służących zagospodarowaniu odpadów* (odpad grupy 19). Odpady o kodzie 19 06 04, to odpady inne niż niebezpieczne, które można składować na składowisku odpadów komunalnych. Na podstawie opisu makroskopowego można uznać, że ewentualnie wytworzone odpady o kodzie 17 05 04 nie są niebezpieczne w rozumieniu Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 13 maja 2004 r. w sprawie warunków, w których uznaje się, że odpady nie są niebezpieczne.

Wyniki ekspertyzy sanitarnej

W ramach niniejszej pracy wykonano ekspertyzę sanitarną, której zakres został pozytywnie zweryfikowany przez Państwowego Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego w Katowicach.

W wyniku wykonanej ekspertyzy sanitarnej nie stwierdzono obecności w materiale badawczym bakterii beztlenowych *Clostridium perfringens* oraz jaj pasożytów. We wszystkich badanych próbkach stwierdzono obecność bakterii typu coli. Sumaryczna zawartość bakterii typu coli w próbkach wód przekracza wartości pożądane dla wody do kąpieli.

W większości analizowanych próbek nie stwierdzono obecności bakterii coli typu kałowego. Wyjątkiem jest próbka wody pobrana ze stawu położonego bardziej na wschód. Zawartość bakterii coli typu kałowego w próbce wody stawu przekracza wartości dopuszczalne dla wody pitnej oraz wartości pożądane dla wody do kąpieli.

Wody stawu ze względu na liczbę bakterii grupy coli należą do wód kategorii A3, co oznacza, iż mogą one być przeznaczone do spożycia pod warunkiem ich wcześniejszego *wysokosprawnego uzdatniania fizycznego i chemicznego, w szczególności utleniania, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji, adsorpcji na węglu aktywnym, dezynfekcji (ozonowania, chlorowania końcowego)*. W stanie surowym nie nadają się do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia ze względu na zawartość bakterii coli oraz zawartość bakterii coli typu kałowego.

Ocena potencjalnych zagrożeń wynikających z wcześniejszej, niż wynika to z przepisów, zmiany funkcji terenu, na którym odbywało się składowanie odpadów komunalnych

Składowisko odpadów komunalnych w Tychach Czułowie jest przykładem obiektu, na którym składowano odpady bez zastosowania jakichkolwiek zabezpieczeń w fazie budowy, eksploatacji i po jej zakończeniu. Wykonana ocena stopnia mineralizacji (przereagowania) zdeponowanych odpadów wskazała, że w bryle składowiska nie nastąpiło jeszcze całkowite zakończenie procesów biochemicznego rozkładu.

Stwierdzono, że mimo iż potencjał emisji biogazu ma tendencję malejącą, niemniej zagrożenie nadal istnieje, nie wyklucza się występowania pustek wypełnionych biogazem, które mogą stworzyć potencjalne zagrożenie wybuchem. Byłe składowisko odpadów w Tychach - Czułowie nie spełnia żadnego z wymagań określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczególnych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów.

W świetle uzyskanych wyników badań należy uznać, że teren byłego składowiska w Tychach jest miejscem tzw. „skażenia zestarzałego" wymagającego działań naprawczych. W świetle zapisów zawartych w wyżej wymienionym Rozporządzeniu należy stwierdzić, że na byłym składowisku odpadów w Tychach jeszcze przez okres najbliższych ok. 15 lat nie będą możliwe przedsięwzięcia o których mowa w § 18.1 wyżej wymienionego Rozporządzenia tj. wykonywane budynki, wykopy, instalacje naziemne i podziemne, z wyłączeniem instalacji związanych z funkcjonowaniem składowiska.

Dla ewentualnego skróceniu tego czasu mogą być podjęte działania przyśpieszające przebieg procesów zachodzących w bryle składowiska. Według literatury fachowej – nie jest możliwym dokładne określenie czasu zakończenia procesów w złożu składowiska. W omawianym przypadku należy się liczyć z co najmniej kilkuletnim okresem poprzedzającym możliwość wykorzystania terenu do pełnienia określonych funkcji.

Możliwe kierunki działań naprawczych

Na podstawie wykonanych badań można stwierdzić, iż głównym problemem analizowanego terenu jest istnienie tutaj składowiska odpadów komunalnych, w bryle którego w dalszym ciągu przebiegają procesy rozkładu substancji organicznej powodujące powstawanie gazów wysypiskowych.

Możliwym rozwiązaniem tego problemu jest przyśpieszenie procesów mineralizacji substancji organicznej poprzez zastosowanie metody napowietrzania *in-situ*. Zasadniczymi elementami tej metody są: podsystem odprowadzenia lub odessania gazów fermentacyjnych, podsystem doprowadzenia, bądź ułatwienia dostępu powietrza do wnętrza wysypiska oraz podsystem optymalizacji gospodarki wodnej. Instalacja systemu najprawdopodobniej skróciłaby czas mineralizacji do 3-5 lat. Koszt budowy i funkcjonowanie tej instalacji, w zależności od zastosowanych rozwiązań i czasu jej funkcjonowania kształtowałby się najprawdopodobniej w zakresie od kilkuset tysięcy do kilku milionów złotych.

Innym rozwiązaniem jest ograniczenie się jedynie do odgazowania bryły składowiska, którego zasadniczym elementem jest system studni odgazowujących. Instalacja takiego systemu przeciwdziałałaby gromadzeniu się gazu wysypiskowego w bryle składowiska, a także jego migracji na tereny sąsiednie.

Wydaje się, że instalacji systemu studni odprowadzających gaz wysypiskowy jest koniecznym elementem gwarantującym bezpieczne użytkowanie terenu nieruchomości.

Analiza możliwych kierunków zagospodarowania

Z uwagi na fakt, iż na analizowanym terenie proces rekultywacji nie przebiegał zgodnie z ustalonymi procedurami, postępowanie z tym terenem wymaga większej ostrożności.

Ze względu na możliwość wprowadzenia nowych funkcji, teren nieruchomości podzielono na podstawowe części, z których pierwsza (I), zajmuje obszar 2,52 ha i nie jest objęta zasięgiem składowania odpadów, a część druga (II) o powierzchni 3,22 ha była miejscem ich depozycji.

W celu określenia potencjalnych możliwości zagospodarowania tego obszaru przeanalizowano możliwe scenariusze postępowania, dla których przeprowadzono analizę wariantową kierunków zagospodarowania.

Przeanalizowane uwarunkowania i bariery środowiskowe wskazują na trzy możliwe warianty postępowania z przedmiotowym terenem. Teren wymaga zróżnicowanego zagospodarowania części I i II ze względu na przeszłość funkcjonalną i obciążenia środowiskowe.

Postępowanie z terenem oceniano: (a) w przypadku braku działań naprawczych terenu (wariant I); (b) podjęcia działań naprawczych terenu polegających na odgazowaniu części objętej zasięgiem zanieczyszczeń będących skutkiem składowania odpadów i zagospodarowania części pozostałej nie objętej zasięgiem składowiska (wariant II); (c) w przypadku całkowitego zaprzestania procesów biochemicznych i ustąpienia zagrożeń i barier środowiskowych lub osiągnięcia tego stanu poprzez przyśpieszenia procesów z zastosowaniem odpowiednich technologii (wariant III).

Wariant I. W przypadku braku działań naprawczych (odgazowanie i przyśpieszenie mineralizacji) teren nie pozwala na żadne wcześniejsze niż przewidziano prawem, działania inwestycyjne w obu częściach (I i II) z uwagi na potencjalne zagrożenia wynikające z jego wcześniejszego użytkowania. Reguluje to Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca. Dz. U. Nr 61. poz. 549. Dopuszczalną funkcją w tym wariancie zagospodarowania jest wyłącznie zieleń nieurządzona w obu częściach przedmiotowego obszaru.

Wariant II. Zakłada się odgazowanie części II terenu z utrzymaniem funkcji zieleni nieurządzonej, a w części I dopuszcza się, po uporządkowaniu technicznym, następujące funkcje (z wyłączeniem lokalizacji obiektów kubaturowych do czasu ustąpienia zagrożenia metanowego): zieleń urządzona, funkcje rekreacyjno sportowe, obsługa komunikacyjna (np. miejsca postojowe) , obsługa komunalna, wytwórczość i usługi z wyłączeniem usług szkolnictwa i ochrony zdrowia oraz handlu produktami spożywczymi w terenie otwartym (np. plac targowy).

Dodatkowo wskazane jest na czas prowadzenia działań naprawczych w części II terenu, opisanych w niniejszym dokumencie w rozdziale 9 utrzymanie w części I terenu 30% powierzchni biologicznie czynnej (zieleni oraz powierzchni drobnoziarnistych ułatwiających cyrkulację powietrza). Po całkowitym zaprzestaniu procesów biochemicznych w części II obszaru oraz po ustąpieniu zagrożeń i barier środowiskowych zezwala się na pełną dopuszczalność funkcji w części I i II, zgodnie z dokumentami planistycznymi.

Wariant III. Po całkowitym zaprzestaniu procesów biochemicznych w części II obszaru oraz po ustąpieniu zagrożeń i barier środowiskowych zezwala się na pełną dopuszczalność funkcji w części I i II, zgodnie z dokumentami planistycznymi.

Mapa funkcjonalnych części wyodrębnionych na terenie nieruchomości