



RAPORT ROCZNY ZA 2023 R.

MONITORING SKŁADOWISKA ODPADÓW INNYCH NIŻ NIEBEZPIECZNE I OBOJĘTNE

LOKALIZACJA: KAMIEŃ KRAJEŃSKI

SGS REF: 23002958

30/01/2024

Przygotowany dla:

Zakład Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej w Kamieniu Krajeńskim

ul. Strzelecka 16 | 89-430 Kamień Krajeński | Polska

OPRACOWANIE WYKONANE PRZEZ: **SGS POLSKA Sp. z o.o.**

EWELINA KAŁUŻA

SP. DS. PROJEKTÓW ŚRODOWISKOWYCH

RAPORT ROCZNY ZA 2023 r.	Strona	: 2 of 21
	Nr ref.	: 23002958
Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 30/01/2024

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	3
1.1 PODSTAWA PRAWNA I ZAKRES OPRACOWANIA	3
1.2 CHARAKTERYSTYKA SIECI MONITORINGU	3
2. ZAKRES I WYNIKI WYKONYWANYCH PRAC	4
2.1 WODY PODZIEMNE	4
2.1.1 Sieć monitoringu wód podziemnych.....	4
2.1.2 Metodyka pobierania próbek.....	5
2.1.3 Zakres i metody wykonywanych prac analitycznych	5
2.1.4 Wyniki badań	5
2.1.5 Omówienie wyników	10
2.2 WODY ODCIEKOWE	10
2.2.3 Zakres i metody wykonywanych prac analitycznych	10
2.2.4 Wyniki badań	11
2.2.5 Omówienie wyników	11
2.3 GAZ SKŁADOWISKOWY	12
2.3.1 Punkty pomiaru gazu składowiskowego.....	12
2.3.2 Metodyka pomiaru	12
2.3.3 Zakres wykonywanych prac	12
2.3.4 Wyniki pomiarów	12
2.3.5 Omówienie wyników	13
2.4 OPADY ATMOSFERYCZNE	13
2.4.1 Źródła danych.....	13
2.4.2 Wyniki	14
2.4.3 Omówienie wyników	14
3. WNIOSKI	16
4. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE	17
ZAŁĄCZNIK 1: MAPA LOKALIZACYJNA	18
ZAŁĄCZNIK 2: MAPA DOKUMENTACYJNA.....	19
ZAŁĄCZNIK 3: OCENA PRZEBIEGU OSIADANIA POWIERZCHNI ORAZ STATECZNOŚCI ZBOCZY SKŁADOWISKA ODPADÓW KOMUNALNYCH	20
ZAŁĄCZNIK 4: OCENA SPRAWNOŚCI SYSTEMU ODPROWADZANIA GAZU SKŁADOWISKOWEGO	21

1. WSTĘP

1.1 PODSTAWA PRAWNA I ZAKRES OPRACOWANIA

Zlecniodawca:

Zakład Gospodarki Komunalnej i Mieszaniowej
w Kamieniu Krajeńskim Sp. z o.o.
ul. Strzelecka 16
89-430 Kamień Krajeński

Wykonawca:

SGS Polska Sp. z o.o.
ul. Cieszyńska 52a
43-200 Pszczyna

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie raportu z wykonanego w 2023 roku monitoringu składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim.

Podstawą wykonania prac i opracowania wyników jest umowa z dnia 22 marca 2022 r., zawarta pomiędzy Zakładem Gospodarki Komunalnej i Mieszaniowej w Kamieniu Krajeńskim Sp. z o.o., a SGS Polska Sp. z o.o. wraz z Aneksem do Umowy nr 2 na wykonanie monitoringu składowiska w 2022 r. z dnia 23/03/2022.

Podstawą prowadzenia monitoringu jest Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów (tj.: Dz.U. 2022, poz.1902).

1.2 CHARAKTERYSTYKA SIECI MONITORINGU

W system sieci monitoringowej na składowisku odpadów w Kamieniu Krajeńskim - faza eksploatacyjna, od połowy 2023 roku składowisko po zakończonej rekultywacji przeszło w fazę poeksploatacyjną, wchodzą następujące punkty obserwacyjne:

- Wody podziemne: piezometry P11, P12, P13, P14;
- Wody odciekowe: zbiornik odcieków;
- Gaz składowiskowy: studzienki S-1, S-2, S-3;
- Punkty reperowe do kontroli osiadania powierzchni składowiska.

RAPORT ROCZNY ZA 2023 r.	Strona	: 4 of 21
	Nr ref.	: 23002958
Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 30/01/2024

2. ZAKRES I WYNIKI WYKONYWANYCH PRAC

Badania parametrów wskaźnikowych wykonano w laboratorium SGS Polska Sp. z o.o. posiadającym kompetencje do przeprowadzania badań (włącznie z pobieraniem próbek) zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025. Zastosowane metody analityczne przedstawiono na sprawozdaniach z przeprowadzonych badań.

Zgodnie z zawartą umową, w celu kontroli oddziaływania obiektu na środowisko, badaniom poddano następujące elementy:

- Poziom wód podziemnych
- Skład wód podziemnych
- Skład wód odciekowych
- Skład i emisja gazu składowiskowego
- Wielkość opadu atmosferycznego
- Skład i struktura odpadów na składowisku
- Sprawność systemu odprowadzania gazu składowiskowego (w załączeniu).
- Osiadanie powierzchni składowiska i ocena stateczności zboczy (załącznik).

Zakres badanych parametrów wskaźnikowych oraz częstotliwość pomiarów jest zgodny z umową z dnia 22 marca 2022 r. wraz z Aneksem do w/w Umowy

2.1 WODY PODZIEMNE

2.1.1 Sieć monitoringu wód podziemnych

W system sieci monitoringowej wód podziemnych na składowisku odpadów w Kamieniu Krajeńskim wchodzi następujące punkty obserwacyjne:

- piezometr P11 – zlokalizowany od strony odpływu wód podziemnych, w północnej części składowiska,
- piezometr P12 – zlokalizowany od strony odpływu wód podziemnych, w północno-wschodniej części składowiska,
- piezometr P13 – zlokalizowany od strony napływu wód podziemnych, w południowo-zachodniej części składowiska,
- piezometr P14 – usytuowany w strefie odpływu wód podziemnych, w południowo-wschodniej części składowiska.



RAPORT ROCZNY ZA 2023 r.	Strona	: 5 of 21
	Nr ref.	: 23002958
Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 30/01/2024

2.1.2 Metodyka pobierania próbek

W celu zagwarantowania najwyższej jakości usług laboratorium, w ramach procesu akredytacji, uzyskało potwierdzenie kompetencji wykonywania poboru próbek w zakresie zgodnym z Certyfikatem AB 313.

Próbki wód podziemnych pobrano zgodnie z wytycznymi zawartymi w Polskiej Normie PN-ISO 5667-11:2017-10.

W celu zapewnienia poboru odpowiedniej próbki (reprezentatywnej do badań laboratoryjnych) w trakcie pompowania dodatkowo monitorowane są następujące parametry: pH, PEW, temperatura oraz poziom zwierciadła wód. Wyniki pomiarów terenowych zostały udokumentowane w protokołach poboru próbek.

Do pobierania próbek wód podziemnych wykorzystano pompę zanurzeniową „GIGANT” wraz z pompą wspomagającą „WHALE”.

2.1.3 Zakres i metody wykonywanych prac analitycznych

Badania stanu jakości wód podziemnych przeprowadzono w następującym zakresie:

- przewodność elektrolityczna właściwa (PEW)
- odczyn (pH)
- ołów (Pb)
- kadm (Cd)
- miedź (Cu)
- cynk (Zn)
- chrom VI (Cr⁺⁶)
- rtęć (Hg)
- ogólny węgiel organiczny (OWO)
- suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA).

2.1.4 Wyniki badań

Jakość wody z piezometrów określono na podstawie wytycznych zawartych w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148).

Powyższe rozporządzenie ma charakter wyłącznie pomocniczy, ponieważ zostało opracowane na potrzeby Ustawy Prawo wodne, podczas gdy monitoring składowisk jest prowadzony na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. (tj.: Dz.U. będącym aktem wykonawczym do Ustawy o odpadach. Obecnie nie istnieją inne akty prawne, normujące jakość wód podziemnych badanych w ramach prowadzonego monitoringu składowisk odpadów.



RAPORT ROCZNY ZA 2023 r.	Strona : 6 of 21
	Nr ref. : 23002958
Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja : 01
	Data : 30/01/2024

Tabela 1 – Zestawienie wyników badań wód podziemnych – piezometr P11

Klasyfikacja wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych /Dz.U. 2019, poz. 2148/

Oznaczenie	Jednostka	Piezometr P11			KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
					Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
Data pobrania próbki		2023-03-01	2023-06-07	2023-12-04	I	II	III	IV	V
pH	-	7,8	7,9	7,8	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	<6,5 lub >9,5	<6,5 lub >9,5
Kadm (Cd) ^H	mg/l	<0,00030	<0,00030	<0,00030	0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź (Cu)	mg/l	<0,0020	<0,0020	<0,0020	0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk (Zn)	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI)	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	---	---	---	---	---
Ogólny węgiel organiczny (OWO)	mg/l	1,7	1,1	1,7	5	10*	10*	20	> 20
Suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) ^(iv) _H	mg/l	<0,000036	<0,000036	<0,000036	0,0001	0,0002	0,0003	0,0005	> 0,0005
Przewodność elektryczna właściwa (PEW) w temp. 20°C	μS/cm	502	524	554	700	2500*	2500*	3000	> 3000
Poziom lustra wody	m p.p.t.	19,70	19,70	19,60	---	---	---	---	---
Ołów (Pb) ^H	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,025	0,1*	0,1*	> 0,1
Rtęć (Hg) ^H	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005

* Brak dostatecznych podstaw do zróżnicowania wartości granicznych w niektórych klasach jakości; przy klasyfikacji do oceny przyjmuje się klasę o najwyższej jakości spośród klas posiadających tę samą wartość graniczną.

^H Element fizykochemiczny, dla którego nie dopuszcza się przekroczenia wartości granicznej przy określeniu klasy jakości wód podziemnych w punkcie pomiarowym.



RAPORT ROCZNY ZA 2023 r.	Strona : 7 of 21
	Nr ref. : 23002958
Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja : 01
	Data : 30/01/2024

Tabela 2 – Zestawienie wyników badań wód podziemnych – piezometr P12

Klasyfikacja wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych /Dz.U. 2019, poz. 2148/

Oznaczenie	Jednostka	Piezometr P12			KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
					Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
Data pobrania próbki		2023-03-01	2023-06-07	2023-12-04	I	II	III	IV	V
pH	-	7,6	7,9	7,6	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	<6,5 lub >9,5	<6,5 lub >9,5
Kadm (Cd) ^H	mg/l	<0,00030	<0,00030	<0,00030	0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź (Cu)	mg/l	<0,0020	<0,0020	<0,0020	0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk (Zn)	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI)	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	---	---	---	---	---
Ogólny węgiel organiczny (OWO)	mg/l	4,0	3,1	5,0	5	10*	10*	20	> 20
Suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) ^{(iv) H}	mg/l	<0,000036	<0,000036	<0,000036	0,0001	0,0002	0,0003	0,0005	> 0,0005
Przewodność elektryczna właściwa (PEW) w temp. 20°C	μS/cm	590	601	729	700	2500*	2500*	3000	> 3000
Poziom lustra wody	m p.p.t.	10,80	10,70	10,80	---	---	---	---	---
Ołów (Pb) ^H	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,025	0,1*	0,1*	> 0,1
Rtęć (Hg) ^H	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005

* Brak dostatecznych podstaw do zróżnicowania wartości granicznych w niektórych klasach jakości; przy klasyfikacji do oceny przyjmuje się klasę o najwyższej jakości spośród klas posiadających tę samą wartość graniczną.

^H Element fizykochemiczny, dla którego nie dopuszcza się przekroczenia wartości granicznej przy określeniu klasy jakości wód podziemnych w punkcie pomiarowym.



RAPORT ROCZNY ZA 2023 r.	Strona : 8 of 21
	Nr ref. : 23002958
Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja : 01
	Data : 30/01/2024

Tabela 3 – Zestawienie wyników badań wód podziemnych – piezometr P13

Klasyfikacja wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych /Dz.U. 2019, poz. 2148/

Oznaczenie	Jednostka	Piezometr P13			KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
					Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
Data pobrania próbki		2023-03-01	2023-06-07	2023-12-04	I	II	III	IV	V
pH	-	7,0	7,0	7,2	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	<6,5 lub >9,5	<6,5 lub >9,5
Kadm (Cd) ^H	mg/l	<0,00030	<0,00030	<0,00030	0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź (Cu)	mg/l	0,0076	0,011	0,0097	0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk (Zn)	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI)	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	---	---	---	---	---
Ogólny węgiel organiczny (OWO)	mg/l	13,0	19,5	22,2	5	10*	10*	20	> 20
Suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) ^{(iv) H}	mg/l	<0,000036	<0,000036	<0,000036	0,0001	0,0002	0,0003	0,0005	> 0,0005
Przewodność elektryczna właściwa (PEW) w temp. 20°C	μS/cm	1790	2061	2043	700	2500*	2500*	3000	> 3000
Poziom lustra wody	m p.p.t.	9,60	9,60	9,60	---	---	---	---	---
Ołów (Pb) ^H	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,025	0,1*	0,1*	> 0,1
Rtęć (Hg) ^H	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005

* Brak dostatecznych podstaw do zróżnicowania wartości granicznych w niektórych klasach jakości; przy klasyfikacji do oceny przyjmuje się klasę o najwyższej jakości spośród klas posiadających tę samą wartość graniczną.

^H Element fizykochemiczny, dla którego nie dopuszcza się przekroczenia wartości granicznej przy określeniu klasy jakości wód podziemnych w punkcie pomiarowym.



RAPORT ROCZNY ZA 2023 r.	Strona : 9 of 21
	Nr ref. : 23002958
Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja : 01
	Data : 30/01/2024

Tabela 4 – Zestawienie wyników badań wód podziemnych – piezometr P14

Klasyfikacja wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych /Dz.U. 2019, poz. 2148/

Oznaczenie	Jednostka	Piezometr P14			KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
					Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
Data pobrania próbki		2023-03-01	2023-06-07	2023-12-04	I	II	III	IV	V
pH	-	7,3	7,3	7,4	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	<6,5 lub >9,5	<6,5 lub >9,5
Kadm (Cd) ^H	mg/l	<0,00030	<0,00030	<0,00030	0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź (Cu)	mg/l	<0,0020	0,0054	0,0055	0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk (Zn)	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI)	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	---	---	---	---	---
Ogólny węgiel organiczny (OWO)	mg/l	2,8	6,3	7,3	5	10*	10*	20	> 20
Suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) ^{(iv) H}	mg/l	<0,000036	<0,000036	0,000047	0,0001	0,0002	0,0003	0,0005	> 0,0005
Przewodność elektryczna właściwa (PEW) w temp. 20°C	μS/cm	718	1185	1340	700	2500*	2500*	3000	> 3000
Poziom lustra wody	m p.p.t.	7,40	7,60	7,70	---	---	---	---	---
Ołów (Pb) ^H	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,025	0,1*	0,1*	> 0,1
Rtęć (Hg) ^H	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005

* Brak dostatecznych podstaw do zróżnicowania wartości granicznych w niektórych klasach jakości; przy klasyfikacji do oceny przyjmuje się klasę o najwyższej jakości spośród klas posiadających tę samą wartość graniczną.

^H Element fizykochemiczny, dla którego nie dopuszcza się przekroczenia wartości granicznej przy określeniu klasy jakości wód podziemnych w punkcie pomiarowym.

RAPORT ROCZNY ZA 2023 r.	Strona	: 10 of 21
	Nr ref.	: 23002958
Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 30/01/2024

2.1.5 Omówienie wyników

Próbki wody podziemnej pobrano w dniach 1 marca, 7 czerwca oraz 4 grudnia 2023 r.

Na podstawie dokumentacji geologicznej stwierdzono przepływ wód podziemnych w kierunku północnym i północno-wschodnim.

Wody podziemne wypływające z terenu składowiska, monitorowane przy pomocy piezometrów P11, P12 i P14, charakteryzują się dobrym stanem chemicznym – I i II klasa jakości.

Analiza wyników badań wód podziemnych pobranych z piezometru P13 wykazała we wszystkich seriach pomiarowych podwyższone wartości ogólnego węgla organicznego, mieszczące się w granicach IV i V klasy jakości wód.

2.2 WODY ODCIEKOWE

2.2.1 Punkty pobierania wód odciekowych

Sieć monitoringowa wód odciekowych składa się z jednego punktu poboru, zbiornika odcieków. Wody odciekowe gromadzące się w zbiorniku odcieków są odprowadzane, z wykorzystaniem wozu asenizacyjnego, na oczyszczalnię ścieków.

2.2.2 Metodyka poboru próbek

Wody odciekowe zostały pobrane zgodnie z normą PN-ISO 5667-10:1997 oraz PN-ISO 5667-10:2021-11 (metoda akredytowana). W trakcie poboru próbek uwzględniono pionową stratyfikację jakości odcieku. Zwracano szczególną uwagę, aby w czasie pobierania próbek nie doszło do jej zanieczyszczenia zawiesiną, która na skutek ciągłej sedymentacji wykazuje dużą miąższość w zbiorniku.

2.2.3 Zakres i metody wykonywanych prac analitycznych

Badania stanu jakości wód odciekowych przeprowadzono w następującym zakresie:

- przewodność elektrolityczna właściwa (PEW)
- odczyn (pH)
- ołów (Pb)
- kadm (Cd)
- miedź (Cu)
- cynk (Zn)
- chrom VI (Cr⁺⁶)
- rtęć (Hg)
- ogólny węgiel organiczny (OWO)
- suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA).

RAPORT ROCZNY ZA 2023 r.	Strona	: 11 of 21
	Nr ref.	: 23002958
Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 30/01/2024

2.2.4 Wyniki badań

Wyniki badań wód odciekowych ze składowiska odpadów w Kamieniu Krajeńskim zestawiono z dopuszczalnymi wartościami wskaźników zanieczyszczenia zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Budownictwa z dnia 14 lipca 2006 roku w sprawie sposobu realizacji obowiązków dostawców ścieków przemysłowych oraz warunków wprowadzania ścieków do urządzeń kanalizacyjnych (t.j.: Dz. U. z 2016 r., poz. 1757).

Tab. 5 – Zestawienie wyników badań wód odciekowych

Klasyfikacja wg Rozporządzenia Ministra Budownictwa z dnia 14 lipca 2006 roku w sprawie sposobu realizacji obowiązków dostawców ścieków przemysłowych oraz warunków wprowadzania ścieków do urządzeń kanalizacyjnych (t.j.: Dz. U. z 2016 r., poz. 1757)

Oznaczenie	Jednostka	Punkty monitoringu wód odciekowych			Dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczenia w ściekach przemysłowych wprowadzanych do urządzeń kanalizacyjnych (t.j.: Dz. U. z 2016 r., poz. 1757)
		Zbiornik odcieków			
Data pobrania próbki		2023-03-01	2023-06-07	2023-12-04	
pH	-	7,0	7,5	7,3	6,5 - 9,5 8 - 10**
Chrom (VI)	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	0,2
Rtęć (Hg)	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,06*
Ogólny węgiel organiczny (OWO)	mg/l	102	88,6	106	¹⁾
Suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) ^(iv)	mg/l	<0,000036	<0,000036	<0,000036	0,2
Przewodność elektryczna właściwa (PEW) w temp. 25°C	µS/cm	10660	6180	10120	---
Kadm (Cd)	mg/l	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,4*
Miedź (Cu)	mg/l	0,056	0,028	0,064	1
Ołów (Pb)	mg/l	<0,0050	<0,0050	<0,0050	1
Cynk (Zn)	mg/l	0,12	<0,025	0,082	5

* średnia dobowa

** dotyczy ścieków zawierających cyjanki i siarczki

¹⁾ wartości wskaźników należy ustalać na podstawie dopuszczalnego obciążenia oczyszczalni ładunkiem tych zanieczyszczeń

2.2.5 Omówienie wyników

Próbki wody odciekowej pobrano w dniach 1 marca, 7 czerwca oraz 4 grudnia 2023 r.

Na podstawie badań laboratoryjnych próbek wód odciekowych stwierdzono, że wszystkie wyniki z każdej serii pomiarowej mieszczą się w dopuszczalnych wartościach określonych w Rozporządzeniu Ministra Budownictwa z dnia 14 lipca 2006 roku w sprawie sposobu realizacji obowiązków dostawców ścieków przemysłowych oraz warunków wprowadzania ścieków do urządzeń kanalizacyjnych (t.j.: Dz. U. z 2016 r., poz. 1757).

RAPORT ROCZNY ZA 2023 r.	Strona	: 12 of 21
	Nr ref.	: 23002958
Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 30/01/2024

2.3 GAZ SKŁADOWISKOWY

2.3.1 Punkty pomiaru gazu składowiskowego

Pomiar składu i emisji gazu składowiskowego odbywa się w reprezentatywnych częściach składowiska odpadów, w miejscach jego gromadzenia.

W ramach monitoringu składowiska odpadów w Kamieniu Krajeńskim prowadzona jest analiza procentowego udziału poszczególnych gazów oraz ich emisja. W skład sieci monitoringowej wchodzi 3 studzienki odgazowujące.

2.3.2 Metodyka pomiaru

Pomiar stężenia oraz przepływu gazu składowiskowego został dokonany zgodnie z instrukcjami PB-DPP-12 (metoda własna – akredytowana).

Pomiar zawartości metanu i dwutlenku węgla za pomocą analizatora gazu polega na pomiarze absorpcji promieniowania IR, stężenie tlenu zaś na metodzie elektrochemicznej.

2.3.3 Zakres wykonywanych prac

Monitoring gazu składowiskowego obejmuje pomiar metanu (CH₄), dwutlenku węgla (CO₂) oraz tlenu (O₂).

2.3.4 Wyniki pomiarów

Tabela 6 – Wyniki pomiarów gazu składowiskowego w 2023 roku w studzience S-1

Data pomiaru	Procentowa zawartość poszczególnych gazów			Emisja [kg/h]		
	O ₂	CO ₂	CH ₄	O ₂	CO ₂	CH ₄
2023-01-19	20,2	<0,6	0,3	-*	-*	-*
2023-02-02	20,2	<0,6	0,7	-*	-*	-*
2023-03-01	20,7	<0,6	<0,3	-*	-*	-*
2023-06-07	20,2	0,6	1,1	-*	-*	-*
2023-12-04	20,1	<0,6	0,3	-*	-*	-*

*Brak możliwości technicznych pomiaru prędkości przepływu gazu, w związku z czym nie obliczono prędkości objętościowej i emisji poszczególnych gazów.

Tabela 7 – Wyniki pomiarów gazu składowiskowego w 2023 roku w studzience S-2

Data pomiaru	Procentowa zawartość poszczególnych gazów			Emisja [kg/h]		
	O ₂	CO ₂	CH ₄	O ₂	CO ₂	CH ₄
2023-01-19	19,8	0,6	0,9	-*	-*	-*
2023-02-02	20,1	0,6	1,0	-*	-*	-*
2023-03-01	20,5	<0,6	0,3	-*	-*	-*
2023-06-07	20,4	<0,6	0,9	-*	-*	-*
2023-12-04	20,0	<0,6	0,3	-*	-*	-*

*Brak możliwości technicznych pomiaru prędkości przepływu gazu, w związku z czym nie obliczono prędkości objętościowej i emisji poszczególnych gazów.

Tabela 8 – Wyniki pomiarów gazu składowiskowego w 2023 roku w studzience S-3

Data pomiaru	Procentowa zawartość poszczególnych gazów			Emisja [kg/h]		
	O ₂	CO ₂	CH ₄	O ₂	CO ₂	CH ₄
2023-01-19	20,0	0,7	0,9	-*	-*	-*
2023-02-02	20,2	<0,6	0,9	-*	-*	-*
2023-03-01	20,5	<0,6	<0,3	-*	-*	-*
2023-06-07	20,1	0,8	1,7	-*	-*	-*
2023-12-04	20,0	0,7	0,9	-*	-*	-*

*Brak możliwości technicznych pomiaru prędkości przepływu gazu, w związku z czym nie obliczono prędkości objętościowej i emisji poszczególnych gazów.

2.3.5 Omówienie wyników

W ramach monitoringu składowiska odpadów w Kamieniu Krajeńskim wykonano pomiary procentowej zawartości poszczególnych składników (tlen, dwutlenek węgla, metan) gazu składowiskowego oraz jego emisji w trzech studzienkach odgazowujących.

Skład gazu charakteryzuje się wysoką zawartością tlenu (od 19,8% do 20,7%), przy niewielkim udziale dwutlenku węgla (< 0,6% - 0,8%) i metanu (< 0,3% - 1,7%).

2.4 OPADY ATMOSFERYCZNE

2.4.1 Źródła danych

Zestawienie wielkości opadów atmosferycznych dla składowiska odpadów w Kamieniu Krajeńskim zostało opracowane w oparciu o dane otrzymane od Zleceniodawcy. Pomiar ten Zleceniodawca prowadził w okresie od stycznia do grudnia 2023 r.

2.4.2 Wyniki

Tabela 9. Dobowe opady atmosferyczne [mm] w 2023 roku w rejonie składowiska

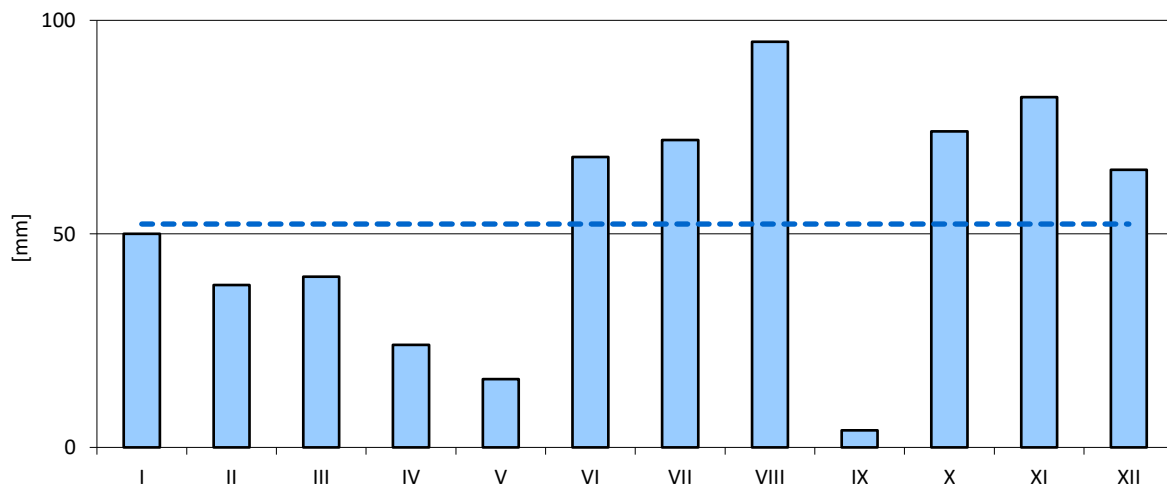
DZIEŃ	M I E S I Ą C											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	4	0	2	0	0	0	13	0	0	0	0
2	1	4	0	0	0	0	6	0	0	0	23	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	3
4	5	8	0	0	0	0	0	2	0	0	0	.
5	10	1	0	0	0	0	5	0	0	0	2	.
6	2	0	0	0	7	0	0	20	0	2	1	.
7	6	0	0	7	0	0	0	2	0	3	0	.
8	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	.
9	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	.
10	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	.
11	0	0	5	0	0	0	6	0	0	2	0	.
12	4	2	1	0	0	0	0	0	0	5	0	.
13	2	0	1	0	0	0	5	1	0	2	0	.
14	1	0	4	0	0	0	0	0	0	3	20	.
15	2	0	0	5	9	9	0	0	0	1	1	.
16	3	0	0	7	0	0	2	0	0	4	4	.
17	1	1	0	0	0	0	2	5	0	0	1	.
18	1	10	0	0	0	0	0	1	0	0	2	4
19	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5
20	0	0	2	0	0	0	5	0	0	10	3	10
21	3	5	1	0	0	8	0	0	0	6	0	20
22	1	0	3	0	0	0	3	0	1	3	3	0
23	0	0	7	1	0	5	1	0	1	0	7	4
24	0	0	0	2	0	0	1	0	0	3	0	5
25	0	1	2	0	0	0	5	0	0	10	0	7
26	0	1	0	0	0	4	0	15	0	2	0	2
27	0	0	0	0	0	15	0	8	0	0	5	0
28	1	0	0	0	0	1	7	12	0	0	0	0
29	0		0	0	0	0	22	6	0	5	0	2
30	0		12	0	0	26	1	2	0	1	6	3
31	3		0		0		0	1		7		0
SUMA	50	38	40	24	16	68	72	95	4	74	82	65

2.4.3 Omówienie wyników

Na podstawie wyników pomiarów opadu atmosferycznego (pomiar przeprowadzone przez Zlecającego) stwierdza się, że roczna suma opadu atmosferycznego (2023 rok) w rejonie składowiska odpadów w Kamieniu Krajeńskim wyniosła 628 mm. Miesiącem najbardziej obfitym w opad był sierpień

RAPORT ROCZNY ZA 2023 r.	Strona	: 15 of 21
	Nr ref.	: 23002958
Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 30/01/2024

(95 mm), natomiast najbardziej suchym okazał się wrzesień (4 mm). Średni miesięczny opad wyniósł 52,3 mm.



Ryc. 1. Zmienność wielkości opadu atmosferycznego (wraz ze średnią miesięczną) w 2023 r. w ujęciu miesięcznym.



RAPORT ROCZNY ZA 2023 r.	Strona	: 16 of 21
	Nr ref.	: 23002958
Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 30/01/2024

3. WNIOSKI

1. Niniejsze opracowanie przedstawia wyniki badań wód podziemnych i odciekowych, badanie składu i emisji gazu składowiskowego oraz analizę wielkości opadu atmosferycznego wykonanych w ramach monitoringu składowiska odpadów w Kamieniu Krajeńskim. Do raportu załączono również wykonaną ocenę przebiegu osiadania powierzchni oraz stateczności zboczy składowiska odpadów.
2. Analizie poddano próbki wody z piezometrów P11, P12, P13 i P14. Wody podziemne wypływające z terenu składowiska, monitorowane przy pomocy piezometrów P11, P12 i P14, charakteryzują się dobrym stanem chemicznym – I i II klasa jakości. Analiza wyników badań wód podziemnych pobranych z piezometru P13 wykazała we wszystkich seriach pomiarowych podwyższone wartości ogólnego węgla organicznego mieszczące się w granicach IV i V klasy jakości wód.
3. Na podstawie badań laboratoryjnych próbek wód odciekowych stwierdzono, że wszystkie wyniki z każdej serii pomiarowej mieszczą się w dopuszczalnych wartościach określonych w Rozporządzeniu Ministra Budownictwa z dnia 14 lipca 2006 roku w sprawie sposobu realizacji obowiązków dostawców ścieków przemysłowych oraz warunków wprowadzania ścieków do urządzeń kanalizacyjnych (t.j.: Dz. U. z 2016 r., poz. 1757).
4. Skład gazu składowiskowego w trzech monitorowanych studzienkach charakteryzuje się wysoką zawartością tlenu, przy niewielkim udziale dwutlenku węgla i metanu.
5. Na podstawie wyników pomiarów opadu atmosferycznego stwierdza się, że roczna suma opadu atmosferycznego (2023 rok) w rejonie składowiska odpadów w Kamieniu Krajeńskim wyniosła 628 mm.


4. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

1. SGS Polska Sp. z o.o., 2023; *Sprawozdania z badań wód podziemnych i odciekowych na składowisku odpadów w Kamieniu Krajeńskim*; Pszczyna.
 2. SGS Polska Sp. z o.o., 2023; *Sprawozdania z pomiarów gazu składowiskowego na składowisku odpadów w Kamieniu Krajeńskim*; Pszczyna.
 3. SGS Polska Sp. z o.o., 2023; *Sprawozdanie z badań składu i struktury odpadów na składowisku odpadów w Kamieniu Krajeński*; Pszczyna
 4. SGS Polska Sp. z o.o., 2023; *Ocena przebiegu osiadania powierzchni oraz stateczności zboczy składowiska odpadów w Kamieniu Krajeński*; Pszczyna
 5. Dane od Zleceniodawcy
-
6. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów (tj.: Dz. U. 2022, poz. 1902).
 7. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148).
 8. Rozporządzenie Ministra Budownictwa z dnia 14 lipca 2006 roku w sprawie sposobu realizacji obowiązków dostawców ścieków przemysłowych oraz warunków wprowadzania ścieków do urządzeń kanalizacyjnych (t.j.: Dz. U. z 2016 r., poz. 1757).
-
9. Gomółka E., Szaynok A., 1997; *Chemia wody i powietrza*. OWPW, Wrocław.
 10. Macioszczyk A., Dobrzyński D., 2002; *Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych*. PWN, Warszawa.
 11. Nielsen D.M., 1991; *Practical handbook of groundwater monitoring*. Lewis Publ. Chelsea 717 p.
 12. Lenczewska - Samotyja E. i in.; 2000; *Zarys geologii z elementami geologii inżynierskiej i hydrogeologii*. WPW, Warszawa.
 13. Pazdro Z., 1990; *Hydrogeologia ogólna*. Warszawa.
 14. Szczepańska J., Kmieciak E., 1998; *Statystyczna kontrola jakości danych w monitoringu wód podziemnych*. Wydawnictwa AGH, Kraków.
 15. Szczepańska J., Kmieciak E., 2005; *Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w oparciu o wyniki badań monitoringowych*. Wydawnictwa AGH, Kraków.
 16. Wiłun Z., 1987; *Zarys geotechniki*. WKŁ, Warszawa.

RAPORT ROCZNY ZA 2023 r.	Strona	: 18 of 21
	Nr ref.	: 23002958
Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 30/01/2024

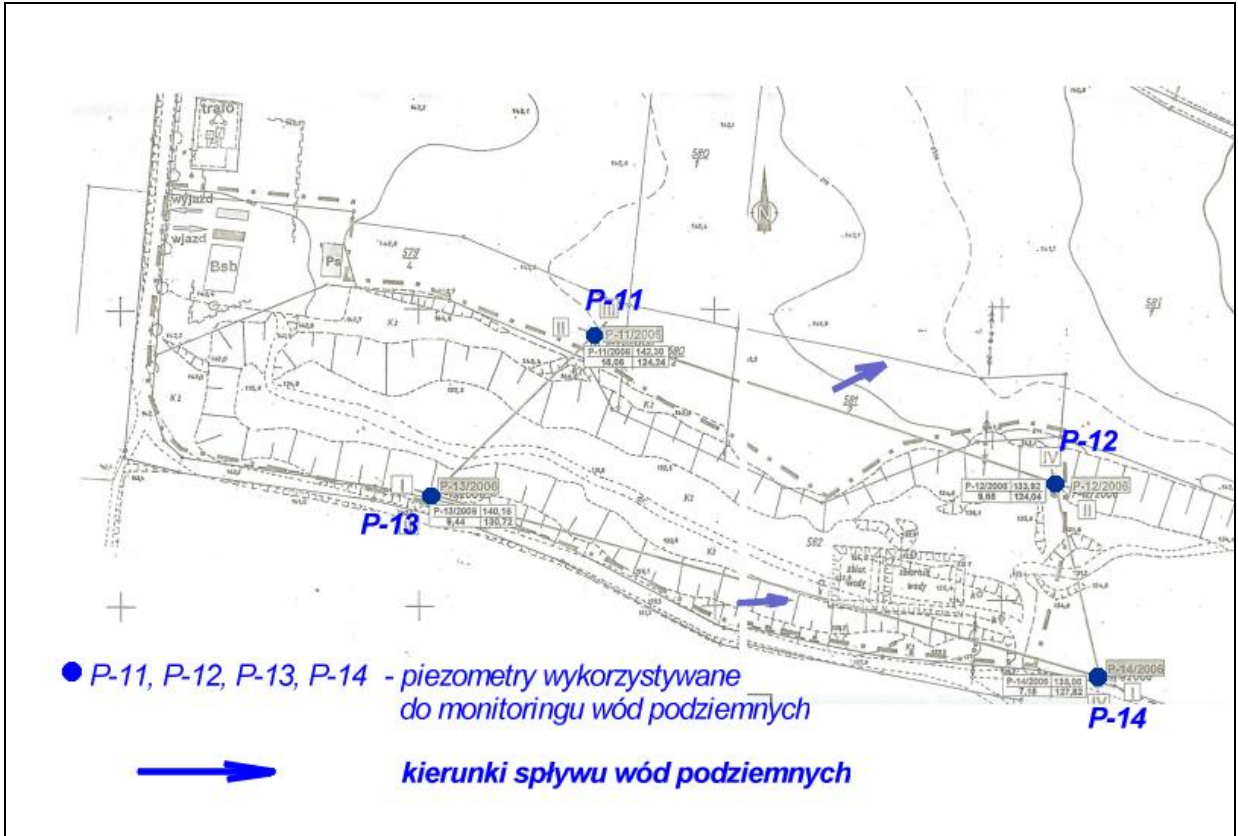
ZAŁĄCZNIK 1: MAPA LOKALIZACYJNA



Zał. 2:	Mapa lokalizacyjna	Data:	I 2024	
Projekt:	Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne	Skala:	Wg mapy	
Lokalizacja:	Kamień Krajeński	Ref.:	23002958	

RAPORT ROCZNY ZA 2023 r.	Strona	: 19 of 21
	Nr ref.	: 23002958
Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 30/01/2024

ZAŁĄCZNIK 2: MAPA DOKUMENTACYJNA



Zał. 3:	Mapa dokumentacyjna	Data:	I 2024
Projekt:	Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne	Skala:	Wg mapy
Lokalizacja:	Kamień Krajeński	Ref.:	23002958



RAPORT ROCZNY ZA 2023 r.	Strona	: 20 of 21
	Nr ref.	: 23002958
Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 30/01/2024

**ZAŁĄCZNIK 3: OCENA PRZEBIEGU OSIADANIA POWIERZCHNI ORAZ
STATECZNOŚCI ZBOCZY SKŁADOWISKA ODPADÓW KOMUNALNYCH**

**OCENA PRZEBIEGU OSIADANIA POWIERZCHNI
ORAZ STATECZNOŚCI ZBOCZY SKŁADOWISKA
ODPADÓW KOMUNALNYCH W KAMIENIU KRAJEŃSKIM**

GPS \ 80 \ II \ 2023

Numer zlecenia: 23002958_0



OPRACOWANIE:

SGS Polska Sp. z o.o.

Marek Brzozowski

Pszczyna, kwiecień 2023 r.

SPIS TREŚCI

- 1. Wstęp**
- 2. Zakres i opis wykonanych prac**
- 3. Przebieg osiadania powierzchni składowiska**
- 4. Ocena stateczności zboczy**
- 5. Omówienie wyników**

1. WSTĘP

Niniejsze opracowanie to sprawozdanie z przeprowadzonych pomiarów i analiz osiadania powierzchni i stateczności zboczy wykonanych na składowisku odpadów komunalnych w Kamieniu Krajeńskim w kwietniu 2023 roku.

Podstawa formalna i cel opracowania

Badania na składowisku odpadów komunalnych w Kamieniu Krajeńskim wykonane zostały na mocy umowy z dnia 22.03.2022 r. zawartej pomiędzy Zakładem Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej w Kamieniu Krajeńskim Sp. z o.o., ul. Strzelecka 16; 89 - 430 Kamień Krajeński; a SGS Polska Sp. z o.o.; ul. Jana Kazimierza 3, 01-248 Warszawa.

2. ZAKRES I OPIS WYKONANYCH PRAC

Teren objęty pomiarami stanowi składowisko odpadów komunalnych w Kamieniu Krajeńskim.

3. PRZEBIEG OSIADANIA POWIERZCHNI SKŁADOWISKA

3.1. Przebieg osiadania składowiska odpadów.

Badania przebiegu osiadania stanowią podstawowy element interpretacji zjawisk zachodzących w trakcie eksploatacji składowiska odpadów oraz po ich zakończeniu.

Pomiary przeprowadzono przy wykorzystaniu techniki Geograficznego Systemu Pozycjonowania Satelitarnego (GPS). W celu uzyskania geodezyjnych dokładności zastosowano odbiornik South Galaxy G1 Plus GNSS pracujący w trybie RTK (Real Time Kinematic), pobierając poprawki z systemu precyzyjnego pozycjonowania ASG - EUPOS. Pomiary wykonano 19 kwietnia 2023 roku.

W celu realizacji powyższego zadania wykonano następujące czynności:

- Badania terenowe

Polegające na wyznaczeniu rzędnych wysokościowych opartych na pomiarze przeprowadzonym przy wykorzystaniu techniki Geograficznego Systemu Pozycjonowania Satelitarnego (GPS).

W czasie prac terenowych na składowisku zostały zainstalowane oraz zmierzone punkty reperowe Rp1, Rp2, Rp3, Rp4 oraz Rp5.

Sesję pomiarową wykonano metodą czasu rzeczywistego RTK w trakcie której, odbiornik – „rover” będący w ruchu wykonywał pomiar punktów w określonych punktach na terenie mierzonego obiektu. Odbiornik GPS połączony jest za pomocą sieci GSM/GPRS z serwisem czasu rzeczywistego NAWGEO. Zastosowanie takiego rozwiązania umożliwia przesyłanie w sposób ciągły poprawek ze stacji referencyjnej GPS (fot.1) do „rovera”, gdzie stale prowadzone są obliczenia. Powyższa procedura umożliwia uzyskanie geodezyjnych dokładności odczytu. Rzędne punktów monitoringu osiadania – reperów – zostały zmierzone wykorzystując metodę statyczną (fot. 2). W trakcie tej metody odbiornik ruchomy umieszczany jest na nieruchomości nad mierzonym punktem. Następnie dokonywana jest akwizycja sygnału satelitarnego i pomiar rzędnej punktu.



Fot. 1 Stacja referencyjna GPS (zdjęcie poglądowe).



Fot. 2 Pomiar metodą statyczną (zdjęcie poglądowe).

Pomiary przeprowadzono w układzie współrzędnych PUW 2000, strefa 6 na elipsoidzie WGS 84. Uzyskane dane pomiarowe GPS w dniu 19 kwietnia 2023 roku, zostały automatycznie skorygowane przy wykorzystaniu poprawek ze stacji referencyjnej VRS. Zastosowanie takiej procedury pomiarowej umożliwiło uzyskanie niezwykle precyzyjnych danych tworzących układ lokalny. Zapewnia to jego spójność. W kolejnym etapie końcowe dane transformowano do lokalnego układu współrzędnych. Zapisane w pliku tekstowym TXT dane zostały poddane dalszej obróbce komputerowej.

Wartość wysokości ortometrycznej ($H_{\text{ortometryczna}}$) prezentowanych punktów pomiarowych wyliczono odejmując od zmierzonej wartości wysokości elipsoidalnej ($h_{\text{elipsoidalna}}$) wartość odstępstwa między elipsoidą, a geoidą. Wszystkie przeliczenia wykonano w programie TRANSPOLE. Odstępstwo wynosi 31,12 [m].

Charakterystyka składowiska odpadów komunalnych w Kamieniu Krajeńskim - punkty monitoringowe - repery

Oznaczenie punktu	Easting	Northing	Wysokość elipsoidalna 2023 [m]	Wysokość ortometryczna 2023 [m] n.p.m.
Rp1*	6468712,62	5932638,59	167,10	135,98
Rp2*	6468687,13	5932655,94	166,54	135,42
Rp3*	6468610,70	5932661,81	172,48	141,36
Rp4*	6468557,18	5932684,57	174,24	143,12
Rp5*	6468485,47	5932702,93	175,83	144,71

**Repery zainstalowane podczas tegorocznej sesji pomiarowej, analiza ich przemieszczeń możliwa będzie podczas kolejnej sesji pomiarowej.*

4. OCENA STATECZNOŚCI ZBOCZY SKŁADOWISKA ODPADÓW

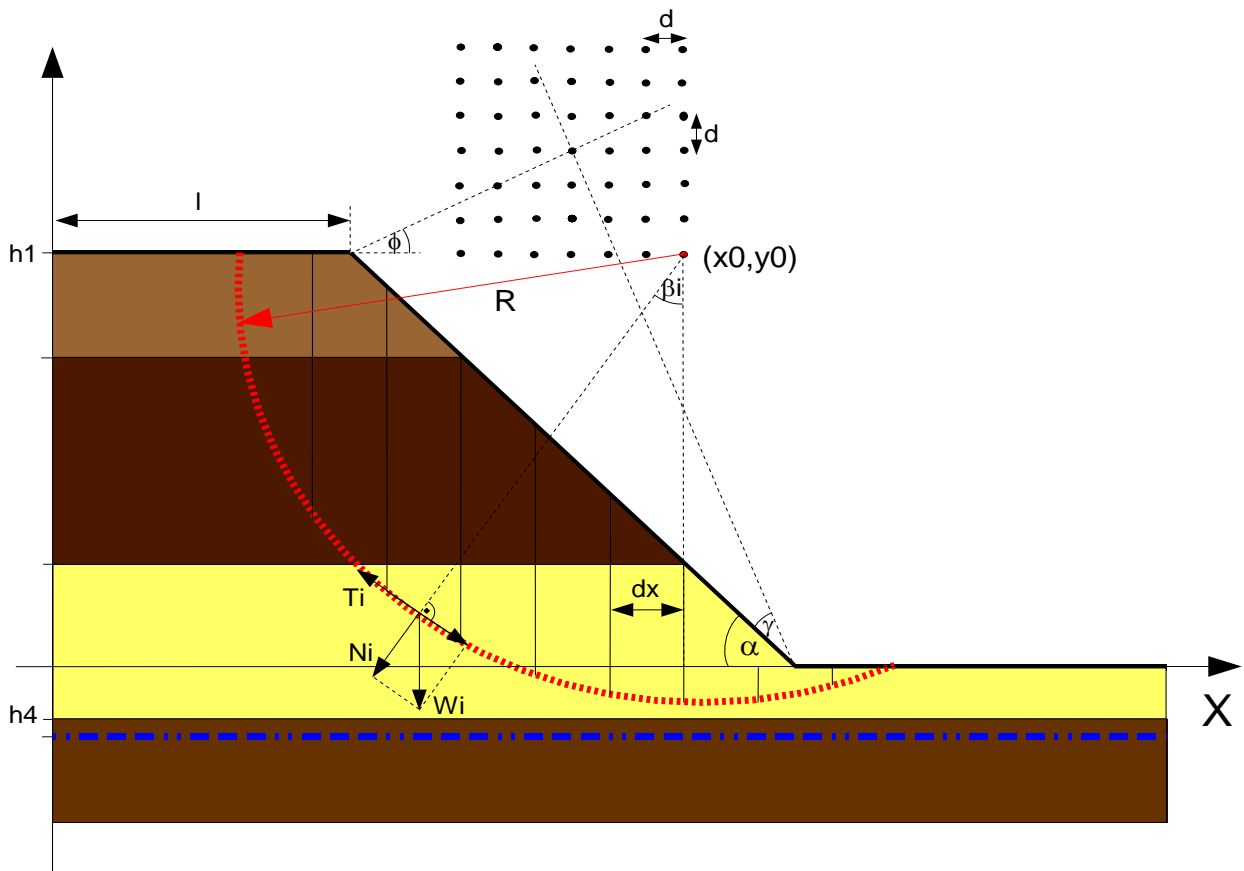
W badaniach stateczności skarp zastosowano metodę Felleniusa (szwedzką), zakładającą powstawanie kołowo-cylindrycznych powierzchni poślizgu. Metoda oprócz swej prostoty charakteryzuje się największym z pośród powszechnie używanych metod zapasem bezpieczeństwa. Często określana jest przez to jako metoda asekuracyjna i zalecana w przypadkach niedostatecznego rozpoznania budowy geologicznej i warunków wodnych analizowanego obiektu. Obliczenia wykonano z wykorzystaniem własnego oprogramowania wykorzystującego poniżej opisane algorytmy.

Podstawowym założeniem metody Felleniusa jest cylindryczny kształt powierzchni wzdłuż, której może nastąpić osunięcie skarpy. Wśród wielu możliwych powierzchni osunięć wybiera się taką dla której stosunek momentu sił utrzymujących bryłę osuwiskową (siły tarcia) M_s do momentu sił dążących do jej obrotu M_r jest najmniejszy. Stosunek ten w technice budowlanej nosi nazwę współczynnika pewności (bezpieczeństwa):

$$F = \frac{M_s}{M_r}$$

Z powyższej definicji wynika, że skarpa dla której wartość współczynnika pewności wynosi 1 znajduje się w stanie równowagi nietrwałej. W praktyce przyjmuje się, że minimalna wartość współczynnika pewności wystarczająca do zagwarantowania skarpie stateczności winna zawierać się w przedziale od 1.1 do 1.3.

Dalsze rozważania oparte będą o poniższy schemat (rys. 1):



Rys. 1 Schemat skarpy przyjętej do oceny geotechnicznej składowiska

W omawianej metodzie bryła osuwiska podzielona zostaje na skończoną ilość bloków, każdy o szerokości dx . Na i – ty blok działają następujące siły:

W_i – siła ciężkości,

P_i oraz P_{i+1} – siły działające na ściany pionowe bloku, równoległe do jego podstawy; w analizie stateczności całości bryły osuwiskowej siły te są pomijane jako siły wewnętrzne,

$T_i = N_i \cdot \tan \Phi_i + dx \cdot c_i / \cos(\beta_i)$ – siła oporu tarcia i spójności gruntu;

gdzie:

$N_i = W_i \cdot \cos(\beta_i)$ jest składową siły ciężkości prostopadłą do podłoża,

Φ_i – jest kątem tarcia wewnętrznego gruntu,

c_i – współczynnikiem spójności.

Stąd moment sił obracających bryłę ma postać:

$$Mr = \sum_{i=1}^n W_i R \sin \alpha_i$$

a moment sił utrzymujących liczony względem tej samej osi obrotu o współrzędnych (x0,y0) wynosi:

$$Ms = \sum_{i=1}^n T_i R$$

Współczynnik pewności ma wtedy wartość:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n \left(W_i \cos \beta_i \operatorname{tg} \Phi_i + \frac{dx \cdot c_i}{\cos \beta_i} \right)}{\sum_{i=1}^n (W_i \sin \alpha)}$$

Siła ciężkości działająca na blok i jest sumą sił działających na jego składowe, tzn. poszczególne warstwy. W sytuacji gdy brak jest odpowiednich danych empirycznych ciężar poszczególnych warstw obliczany jest na podstawie ich gęstości (będącej w ścisłym związku ze składem granulometrycznym) oraz odległości danej warstwy od poziomu wody gruntowej. Teoretyczną podstawą takich obliczeń jest założenie że rozkład wilgotności gleby w skarpie jest rozkładem równowagowym tzn. siły ciężkości działające na wodę w kapilarach glebowych równoważone są przez siły kapilarne, przy czym potencjał wody w glebie jest taki aby jego poziom zerowy pokrywał się z pomierzonym poziomem wód gruntowych.

Potencjał wody w glebie obliczany jest na podstawie danych empirycznych opracowanych na podstawie publikacji Lipiec (1974) przy założeniu że postać funkcyjna zależności potencjał wody w glebie – wilgotność ma postać (Campbell, 1972):

$$\Psi = -a \left(\frac{\theta}{\theta_s} \right)^{-b}$$

przyjęto że wartości współczynników gęstości, kąta tarcia wewnętrznego, spójności oraz a i b dla poszczególnych gruntów wynoszą:

Tab. 1 Charakterystyka mechaniczna gruntów.

Rodzaj gruntu	ρ [kg/m ³]	Φ [°]	c [kPa]	Θ_s	a [m]	b [m]
Ż,Żp (żwiry i pospółki)	1,9	38	0	0,36	0,12	2,5
Żg,Żpg (żwiry i pospółki gliniaste)	1,9	29	20	0,38	0,4	2,9
Pr,Ps (piaski grube i średnie)	1,64	36	0	0,36	0,12	2,5
Pπ (piaski pylaste)	1,64	30	0	0,36	0,12	2,5
Pd (piaski drobne)	1,75	32	0	0,38	0,3	2,3
Pg (piaski gliniaste)	1,67	22	20	0,39	0,39	2,9
Gp (gliny piaszczyste)	1,56	22	20	0,38	0,4	2,9
Gπ (gliny pylaste)	1,56	22	20	0,38	0,4	2,9
G (gliny)	1,56	18	20	0,38	0,4	2,9
Gpz (gliny piaszczyste zwięzłe)	1,32	20	30	0,51	0,36	5,8
Gπz (gliny pylaste zwięzłe)	1,32	17	25	0,51	0,36	5,8
Gz (gliny zwięzłe)	1,32	20	30	0,51	0,36	5,8
Iπ (iły pylaste)	1,3	14	30	0,51	0,36	5,8
I,Ip (iły oraz iły piaszczyste)	1,3	17	40	0,51	0,36	5,8
πp (pyły piaszczyste)	1,42	22	15	0,4	0,29	3,6
π (pyły)	1,3	20	15	0,49	0,48	3,4

Omówienia wymaga ponadto metoda poszukiwania powierzchni poślizgu o najmniejszym współczynniku pewności. Program rozpoczyna poszukiwania od wyboru początkowej osi obrotu, która staje się środkiem kwadratowej siatki w której węzłach odległych o d znajdują się współrzędne potencjalnych osi obrotu. Przyjmuje się że współrzędne początkowej osi obrotu można wyznaczyć jako miejsce przecięcia dwu prostych: jednej przechodzącej przez górną krawędź skarpy i nachyloną do poziomu pod kątem ϕ , oraz drugą przechodzącą przez krawędź dolną i nachyloną do powierzchni stoku skarpy pod kątem γ . Przyjęto że $\phi = 36 [^\circ]$, $\gamma = 26 [^\circ]$ (Wiłun, 1987).

Obliczenia współczynnika pewności dla ustalonej osi obrotu wykonywane są dla wartości R zawierających się w przedziale (R_{min} , R_{max}). Wartości R_{min} oraz R_{max} ustalane są tak aby promień R był większy od minimalnej odległości pomiędzy skarpą a osią obrotu, a mniejszy od sumy współrzędnej pionowej osi obrotu oraz jednej trzeciej wysokości skarpy. Wśród wszystkich uzyskanych tym sposobem wartości współczynnika pewności wybiera się ten o wartości minimalnej, co oznacza że powiązane z nim współrzędne osi obrotu wraz z wartością promienia R określają cylindryczną powierzchnię poślizgu, dla której prawdopodobieństwo obsunięcia się skarpy jest największe.

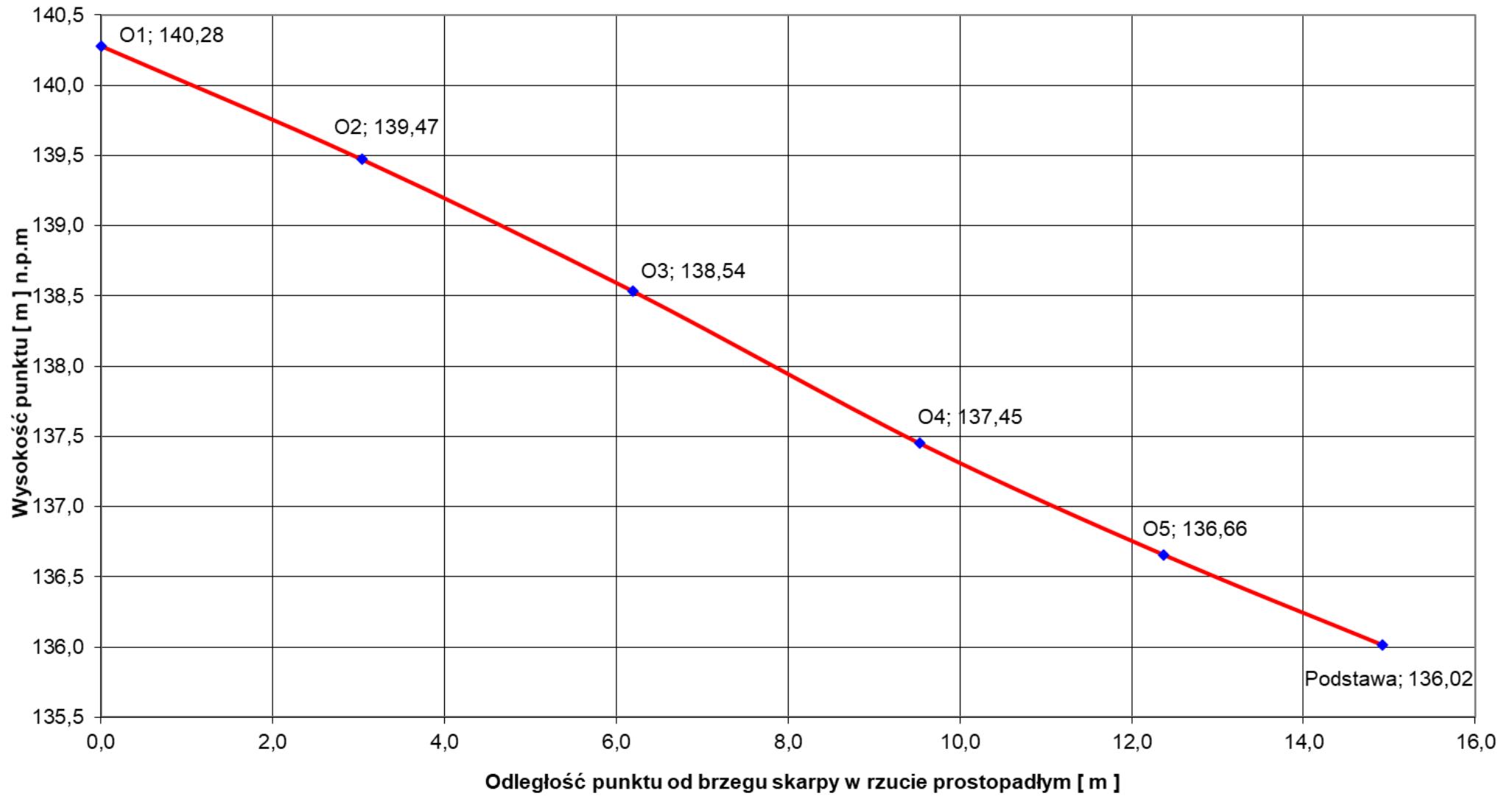
W wyniku pomiarów właściwości skarpy profilu składowiska w miejscowości Kamień Krajeński
uzyskano następujące wartości:

Nr pkt. / miąższość warstwy	Podgrupa granulometryczna*	Rodzaj gruntu ⁺
O1 0-0,5 m	pgl	Pd
O2 0-0,5 m	pgl	Pd
O3 0-0,5 m	pgl	Pd
O4 0-0,5 m	pgl	Pd
O5 0-0,5 m	pgl	Pd

* - pgl – piasek gliniast lekki

+ - Pd – piasek drobny,

Graficzna prezentacja badanego profilu skarpy



Na terenie składowiska w miejscowości Kamień Krajeński wykonano linię odwiertów w celu określenia stateczności skarpy.

Skarpa była analizowana przy założeniu, że jej nachylenie jest stałe. Kąt nachylenia skarpy wynosi $\alpha = 16,24$ [°] uzyskano metodą regresji liniowej. W programie obszar potencjalnej bryły osuwiskowej podzielono na 50 pasków. Spośród przeanalizowanych 900 położzeń osi obrotu, najniższy współczynnik pewności dla skarpy, $F = 2,18$ uzyskano dla osi o współrzędnych:

$$\alpha = 16,24 \text{ [°]}$$

$$x_0 = 30,15 \text{ [m]}$$

$$y_0 = 4,26 \text{ [m]}$$

$$R = 4,26 \text{ [m]}$$

$$F = 2,18$$

5. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Dla badań przeprowadzonych w bieżącym roku określono w sposób bardzo precyzyjny lokalizację każdego punktu. Mając na uwadze dokładne przeprowadzenie pomiarów, badanie osiadania ograniczono do obszarów wokół punktów pomiarowych. Stanowią one punkt odniesienia do przeprowadzonych obliczeń.

Punkty zainstalowane podczas tegorocznej sesji pomiarowej, analiza ich przemieszczeń możliwa będzie podczas kolejnej sesji pomiarowej.

Pomiary z wykorzystaniem nowoczesnych technik pozycjonowania geograficznego umożliwiają wykonanie pomiarów rzędnych wysokościowych z dokładnością do 5 centymetrów. Metody tradycyjnie stosowane – geodezyjne – mogą być nieprecyzyjne i być obarczone błędem pomiarowym. Wynika to ze sposobu wykonywania pomiarów. W trakcie wykonywania prac możemy natrafić na problemy związane z odniesieniem się do prawidłowego punktu na składowisku. Punkty osnowy geodezyjnej znajdujące się na składowisku mogą zostać zniszczone bądź zlikwidowane i niemożliwym stanie się przeprowadzenie interpretacji zjawiska osiadania.

Wykonanie w przeszłości dodatkowego zabezpieczenia np. przed przemieszczaniem czy zminimalizowaniem uciążliwości odorowej składowiska, w postaci dostarczenia na powierzchnię kwatery składowiska materiału glebowego, może spowodować zmianę wartości osiadań i wartości wysokości poszczególnych punktów pomiaru.

W odniesieniu do badania stateczności zboczy, wykonane pomiary i obliczenia dla analizowanego profilu wskazują na stabilność skarpy, współczynnik bezpieczeństwa wynosi **2,18**. Zastosowany model obliczeń charakteryzuje się dużym zapasem bezpieczeństwa co znajduje potwierdzenie w braku ruchów masowych skarpy.

Niniejszy dokument został wystawiony zgodnie z Ogólnymi Warunkami Świadczenia Usług (OWŚU stanowią element oferty, dostępne są na stronie: <http://www.sgs.analizysrodowiska.pl/podstrona/uslugi>), w oparciu o które zrealizowano usługę. Należy zwrócić szczególną uwagę na zagadnienia dotyczące odpowiedzialności, odszkodowań i jurysdykcji zawarte w OWŚU. Usługę zrealizowano w czasie i zakresie przedstawionym w niniejszym dokumencie, zgodnie z ustaleniami poczynionymi ze Zleceniodawcą i według Jego wskazań, jeśli takowe zostały podane. SGS Polska Sp. z o.o. ponosi odpowiedzialność jedynie przed Zleceniodawcą; niniejszy dokument nie zwalnia stron z realizowania praw i obowiązków wynikających z zawartych porozumień. Wszelkie nieautoryzowane zmiany niniejszego dokumentu, podrabianie i fałszowanie jego treści, formy i wyglądu jest niezgodne i podlega ściganiu w świetle prawa. Dokument może być wykorzystywany i kopiowany w całości, kopiowanie częściowe jest dopuszczalne po uzyskaniu pisemnej zgody. Wszystkie wyniki badań i pomiarów zestawione w niniejszym dokumencie odnoszą się tylko do badanych próbek. W przypadku, gdy w dokumencie zaznaczono, że próbki zostały pobrane przez przedstawiciela Zleceniodawcy, SGS Polska Sp. z o.o. nie ponosi odpowiedzialności za pochodzenie, sposób pobrania i reprezentatywność próbek.



RAPORT ROCZNY ZA 2023 r.	Strona	: 21 of 21
	Nr ref.	: 23002958
Monitoring składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 30/01/2024

**ZAŁĄCZNIK 4: OCENA SPRAWNOŚCI SYSTEMU ODPROWADZANIA GAZU
SKŁADOWISKOWEGO**



OCENA SPRAWNOŚCI SYSTEMU ODPROWADZANIA GAZU SKŁADOWISKOWEGO NA SKŁADOWISKU ODPADÓW INNYCH NIŻ NIEBEZPIECZNE I OBOJĘTNE LOKALIZACJA: KAMIEŃ KRAJEŃSKI

SGS REF: 23002958

29/05/2023

Przygotowana dla:

Zakład Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej w Kamieniu Krajeńskim Sp. z o.o.

ul. Strzelecka 16 | 89-430 Kamień Krajeński | Polska

OPRACOWANIE WYKONANE PRZEZ: **SGS POLSKA Sp. z o.o.**

ANNA PLUKIER

SP. DS. ANALIZ NIEORGANICZNYCH

SGS Polska Sp. z o. o.
01-248 Warszawa, ul. Jana Kazimierza 3
NIP: 5860005603
Laboratorium SGS Polska
43-200 Pszczyna, ul. Cieszyńska 52a
tel. 32 4492500; fax: 32 4472072

Ocena sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego	Strona	: 2 z 17
	Nr ref.	: 23002958
Na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 29/05/2023

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	3
2. PODSTAWA FORMALNA	5
3. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ	6
3.1 CHARAKTERYSTYKA ODGAZOWANIA SKŁADOWISKA	6
3.2 WIZJA LOKALNA	6
3.3 WYNIKI BADAŃ MONITORINGU GAZU	8
3.4 POMIARY SKŁADU GAZU SKŁADOWISKOWEGO POD KĄTEM SPRAWDZENIA SPRAWNOŚCI SYSTEMU ODPROWADZANIA GAZU SKŁADOWISKOWEGO	10
3.5 GRANICA WYBUCHOWOŚCI METANU	13
3.6 WYWIAD Z PRZEDSTAWICIELEM ZLECENIODAWCY	13
3.7 OGRANICZENIA I WYJĄTKI	14
4. PODSUMOWANIE	15
5. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE	16

Ocena sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego	Strona : 3 z 17
	Nr ref. : 23002958
Na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja : 01
	Data : 29/05/2023

1. WSTĘP

Aktualnym aktem prawnym, z którego wynika obowiązek sprawdzania sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego jest Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów (t.j. Dz. U. 2022, poz. 1902). Konieczność sprawdzania sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego dotyczy monitoringu składowisk zarówno w fazie eksploatacyjnej jak i poeksploatacyjnej i powinna być wykonywana co 12 miesięcy.

Na składowiskach wyróżniane są dwa rodzaje systemów odgazowania: pasywne i aktywne.

System pasywny (bierny) odprowadzania gazów składa się z gazowych rowów drenażowych i kominów wentylacyjnych, które gromadzą jedynie gaz dopływający do nich pod własnym ciśnieniem. Mają bardzo ograniczony zasięg działania, w związku z czym istnieje możliwość emitowania gazu z obszarów pomiędzy kominami. Kominy lub studnie wentylacyjne budowane są zwykle (w miarę wypełniania składowiska odpadami) z perforowanych kręgów betonowych, rur plastikowych, w podciągany rękawie stalowym, bądź bez niego. Średnica kręgów waha się zwykle od 500 do 2000 mm, a rur od 90 do 500 mm. Głębokości instalacji dochodzą do kilkudziesięciu metrów, w zależności od miąższości warstwy składowanych odpadów. Instalacja tego rodzaju studni nie zapobiega niekontrolowanemu przemieszczaniu się gazu w masie składowiska i uwalnianiu poza nią. Część gazu dopływa do studzienek na skutek różnicy ciśnienia złożowego gazu, wyższego od ciśnienia atmosferycznego oraz dzięki dyfuzji. Proces ten jednak nie zapewnia ujmowania całej objętości gazu powstającego w masie składowiska oraz osiągnięcia satysfakcjonującej kontroli emisji gazu. Pod tym względem systemy pasywne są zawsze mniej efektywne od systemów aktywnych. Systemy pasywne charakteryzują się stosunkowo niskimi kosztami instalacji i eksploatacji oraz nie wymagają skomplikowanej obsługi. Jednak po ich zainstalowaniu nie ma możliwości ich regulacji czy wpływania na efektywność działania. Ograniczona jest również możliwość zastosowania standardowych elementów bezpieczeństwa, używanych w systemach aktywnych, np. przerywaczy płomienia, czujników ciśnienia i temperatury.

System aktywny (czynny) odprowadzania gazów składa się ze studni wierconych lub instalowanych innymi technikami, najlepiej po zamknięciu danej kwatery i uszczelnieniu wierzchołku. W systemie takim pompa gazowa (ssawo-dmuchawa) stwarza podciśnienie i doprowadza rurociągami gaz ze składowiska (bądź zamkniętej kwatery) do punktu, w którym gaz jest oczyszczany i wykorzystywany lub spalany w pochodni. Systemy aktywne, w przeciwieństwie do pasywnych, umożliwiają kontrolę parametrów systemu odgazowania – ciśnienia i natężenia przepływu w rowach wentylacyjnych, studniach, węzłach regulacyjnych i stacjach pompowych, temperatury spalania gazu w pochodniach, ilości gazu kierowanego do pochodni lub układu jego wykorzystania. Wyróżniane są następujące rodzaje studni:

- Studnie poziome – stosowane najczęściej na płytkich składowiskach, z wysokim poziomem odcieków lub tymczasowo na poletkach operacyjnych; są układane w odpadach i przykrywane

Ocena sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego	Strona	: 4 z 17
	Nr ref.	: 23002958
Na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 29/05/2023

w miarę zapełniania kwater; oddziaływanie studni poziomych ograniczone jest zwykle do warstwy odpadów, w której są zabudowane;

- Studnie pionowe – najczęściej instalowane są w odpadach metodą wierceń obrotowych; ich oddziaływanie jest rozłożone na przewiercone warstwy odpadów i dlatego ich efektywność jest w zasadzie wyższa od studni poziomych;
- Studnie pionowe wbijane;
- Studnie igłowe – stosowane są na płytkich składowiskach bądź na poletkach operacyjnych; studnie igłowe można instalować szybciej niż pionowe wiercone lub poziome, zapewniają dobrą efektywność ujmowania gazu, póki nie zostaną uszkodzone lub zawodnione przez odcieki.

Pod pojęciem sprawności systemu odgazowania kryje się stosunek pomiędzy ilością metanu ujmowanego w instalacji odgazowującej (spalonego w silnikach bądź pochodniach), a oszacowanymi jego zasobami w złożu. Definicja ta ma zastosowanie jedynie dla systemów aktywnych, gdyż w przypadku systemów pasywnych nie ma możliwości jednoznacznego sprawdzenia sprawności systemu odgazowania. W Polsce większość składowisk posiada pasywny system odgazowania, w związku z czym najlepszym praktycznym sprawdzianem efektywności odgazowania jest okresowa analiza danych eksploatacyjnych systemu odgazowania przy zapewnieniu jego regularnego monitoringu.

Ocena sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego	Strona	: 5 z 17
	Nr ref.	: 23002958
Na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 29/05/2023

2. PODSTAWA FORMALNA

Zleceniodawca:

Zakład Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej
w Kamieniu Krajeńskim Sp. z o.o.
ul. Strzelecka 16
89-430 Kamień Krajeński

Wykonawca:

SGS Polska Sp. z o.o.,
ul. Cieszyńska 52a
43-200 Pszczyna

Pomiary gazu składowiskowego pod kątem oceny sprawności systemu odprowadzania gazu na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim uzupełnione o wizję lokalną i analizę dokumentacji dostarczonej przez Zleceniodawcę, wykonane zostały na podstawie umowy z dnia 22.03.2022 r. oraz aneksu do umowy nr 2 z dnia 01.04.2023 r. zawartego pomiędzy Zleceniodawcą a Wykonawcą.

Ocena sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego	Strona	: 6 z 17
	Nr ref.	: 23002958
Na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 29/05/2023

3. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

Przedmiotowe składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne położone jest na działkach nr 579/4, 580/2, 581/2 i 582 o łącznej pow. 3,9444 ha. Zarządzającym składowiskiem jest Zakład Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej w Kamieniu Krajeńskim Sp. z o.o. Składowisko położone jest w centralnej części gminy Kamień Krajeński. W odległości około 1250 m na zachód od składowiska przebiega droga krajowa nr 25, z którą składowisko połączone jest drogą lokalna-gruntową. Najbliższe zabudowania mieszalne znajdują się w odległości ok. 1250 na północ od granicy składowiska. Tereny przylegające do składowiska to pola uprawne – bezpośrednio ze składowiskiem graniczą dwa niewielkie kompleksy leśne (na północy i wschodzie).

Marszałek Województwa Kujawsko-Pomorskiego z dniem 29 października 2018 r. na podstawie decyzji ŚG-I-G.7241.24.2018/MB udzielił zgody na zamknięcie składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim.

Na terenie kwatery składowiska prowadzony jest monitoring obejmujący:

- badania składu i poziomu wód podziemnych (4 piezometrów),
- badania wód odciekowych (zbiornik odcieków),
- pomiar składu i emisji gazu składowiskowego (3 studni),
- monitoring opadu atmosferycznego,
- ocena przebiegu osiadania składowiska w oparciu o ustalone repery.

3.1 CHARAKTERYSTYKA ODGAZOWANIA SKŁADOWISKA

Na przedmiotowym składowisku zaprojektowano odgazowanie pasywne realizowane w oparciu o 3 studnie odgazowujące. Studnie wykonano z grubościennych, perforowanych rur PVC PROCOR o średnicy zewnętrznej \varnothing 215 mm. Każda zastosowana rura strukturalna PVC PROCOR o długości 300cm jest wyposażona w 416 sztuk otworów perforacyjnych o średnicy 8 mm.

3.2 WIZJA LOKALNA

W celu dokładnej analizy sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego, w dniu 18 maja 2023 r. dokonano wizji lokalnej obejmującej przeprowadzenie oględzin stanu technicznego studzienek odgazowujących. Zbadano także ich drożność pod kątem możliwości przeprowadzenia pomiarów w profilu pionowym.

Wszystkie studzienki są stabilnie osadzone w podłożu. Studzienki posiadają zabezpieczenie przed wpływem warunków atmosferycznych i zanieczyszczeń. Teren składowiska jest ogrodzony i tym

Ocena sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego	Strona : 7 z 17
	Nr ref. : 23002958
Na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja : 01
	Data : 29/05/2023

samym zabezpieczony przed wejściem osób niepowołanych. Nieoznakowana strefy zagrożenia wybuchem.

Poniżej przedstawiono współrzędne geograficzne poszczególnych punktów pomiarowych:

Oznaczenie studzienki odgazowującej	Szer. geogr. N	Dł. geogr. E
Studzienka S1	53°31'28,6"	17°31'32,7"
Studzienka S2	53°31'28,6"	17°31'32,9"
Studzienka S3	53°31'28,6"	17°31'32,9"

oraz dokumentację fotograficzną:



Fot. 1 Studzienka odgazowująca S1



Fot. 2 Studzienka odgazowująca S2



Fot. 3 Studzienka odgazowująca S3

Ocena sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego	Strona	: 8 z 17
	Nr ref.	: 23002958
Na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 29/05/2023

3.3 WYNIKI BADAŃ MONITORINGU GAZU

W ramach monitoringu składowiska odpadów w Kamieniu Krajeńskim prowadzona jest analiza procentowego udziału poszczególnych gazów oraz ich emisja w trzech studzienkach odgazowujących (S1, S2, S3z częstotliwością określoną na podstawie wytycznych zawartych w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów (t.j. Dz. U. 2022, poz. 1902)*. Wyniki pomiarów składu i emisji gazu składowiskowego w roku 2022-2023 przedstawiono w poniższych tabelach.

Data pomiaru	Procentowa zawartość poszczególnych gazów			Emisja [kg/h]		
	O ₂	CO ₂	CH ₄	O ₂	CO ₂	CH ₄
2022-03-30	20,4	<0,6	0,5	-*	-*	-*
2022-04-05	20,7	<0,6	0,3	-*	-*	-*
2022-04-19	20,8	<0,6	<0,3	-*	-*	-*
2022-05-05	20,7	<0,6	<0,3	-*	-*	-*
2022-06-11	19,8	0,9	1,2	-*	-*	-*
2022-07-08	20,5	<0,6	0,4	-*	-*	-*
2022-07-21	16,0	6,1	9,2	<59,6	<31,1	<17,3
2022-08-02	20,1	0,8	1,6	-*	-*	-*
2022-09-12	20,1	0,7	1,2	-*	-*	-*
2022-10-28	19,2	1,6	3,0	-*	-*	-*
2022-11-22	20,4	<0,6	<0,3	-*	-*	-*
2022-12-01	19,3	1,3	1,6	-*	-*	-*
2023-01-19	20,2	<0,6	0,3	-*	-*	-*
2023-02-02	20,2	<0,6	0,7	-*	-*	-*
2023-03-01	20,7	<0,6	<0,3	-*	-*	-*

*Brak możliwości technicznych pomiaru prędkości przepływu gazu, w związku z czym nie obliczono prędkości objętościowej i emisji poszczególnych gazów.

Tab. 1 Wyniki pomiarów gazu składowiskowego w studzience odgazowującej S1

Ocena sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego	Strona : 9 z 17
	Nr ref. : 23002958
Na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja : 01
	Data : 29/05/2023

Data pomiaru	Procentowa zawartość poszczególnych gazów			Emisja [kg/h]		
	O ₂	CO ₂	CH ₄	O ₂	CO ₂	CH ₄
2022-03-30	20,2	<0,6	0,7	-*	-*	-*
2022-04-05	20,3	<0,6	0,4	-*	-*	-*
2022-04-19	20,7	<0,6	0,3	-*	-*	-*
2022-05-05	20,8	<0,6	<0,3	-*	-*	-*
2022-06-11	20,2	0,7	0,8	-*	-*	-*
2022-07-08	20,1	0,6	1,1	-*	-*	-*
2022-07-21	18,6	3,2	2,0	<69,3	<16,3	<3,75
2022-08-02	20,3	0,6	1,0	-*	-*	-*
2022-09-12	20,3	0,6	1,0	-*	-*	-*
2022-10-28	19,3	1,4	2,5	-*	-*	-*
2022-11-22	20,5	<0,6	0,3	-*	-*	-*
2022-12-01	19,5	1,1	1,3	-*	-*	-*
2023-01-19	19,8	0,6	0,9	-*	-*	-*
2023-02-02	20,1	0,6	1,0	-*	-*	-*
2023-03-01	20,5	<0,6	0,3	-*	-*	-*

*Brak możliwości technicznych pomiaru prędkości przepływu gazu, w związku z czym nie obliczono prędkości objętościowej i emisji poszczególnych gazów.

Tab. 2 Wyniki pomiarów gazu składowiskowego w studzience odgazowującej S2

Data pomiaru	Procentowa zawartość poszczególnych gazów			Emisja [kg/h]		
	O ₂	CO ₂	CH ₄	O ₂	CO ₂	CH ₄
2022-03-30	20,9	<0,6	<0,3	-*	-*	-*
2022-04-05	20,9	<0,6	<0,3	-*	-*	-*
2022-04-19	20,7	<0,6	<0,3	-*	-*	-*
2022-05-05	20,3	0,6	1,1	-*	-*	-*
2022-06-11	19,2	1,5	3,8	-*	-*	-*
2022-07-08	20,8	<0,6	<0,3	-*	-*	-*
2022-07-21	18,1	2,2	2,7	<67,5	<11,2	<5,07
2022-08-02	20,3	0,7	0,8	-*	-*	-*
2022-09-12	19,2	1,6	4,4	-*	-*	-*
2022-10-28	19,0	1,8	3,5	-*	-*	-*
2022-11-22	20,1	0,8	1,1	-*	-*	-*
2022-12-01	19,0	1,7	2,2	-*	-*	-*
2023-01-19	20,0	0,7	0,9	-*	-*	-*
2023-02-02	20,2	<0,6	0,9	-*	-*	-*
2023-03-01	20,5	<0,6	<0,3	-*	-*	-*

*Brak możliwości technicznych pomiaru prędkości przepływu gazu, w związku z czym nie obliczono prędkości objętościowej i emisji poszczególnych gazów.

Tab. 3 Wyniki pomiarów gazu składowiskowego w studzience odgazowującej S3

Ocena sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego	Strona	: 10 z 17
	Nr ref.	: 23002958
Na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja	: 01
	Data	: 29/05/2023

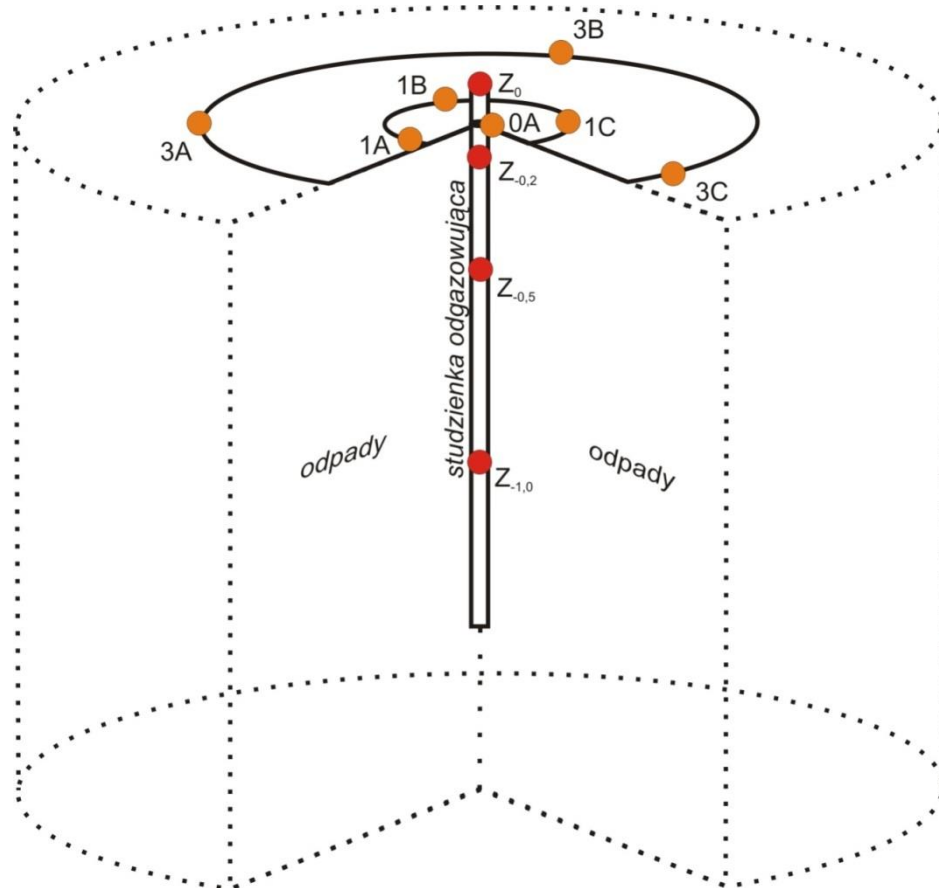
3.4 POMIARY SKŁADU GAZU SKŁADOWISKOWEGO POD KĄTEM SPRAWDZENIA SPRAWNOŚCI SYSTEMU ODPROWADZANIA GAZU SKŁADOWISKOWEGO

W celu dokonania analizy sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego na składowisku odpadów w Kamieniu Krajeńskim przeprowadzono pomiary zawartości procentowej poszczególnych gazów: tlenu (O_2), dwutlenku węgla (CO_2) oraz metanu (CH_4) w profilu pionowym kominów odgazowujących oraz na powierzchni kwatery wokół zdefiniowanych kominów zgodnie z instrukcją PB-DPP-35.

W profilu pionowym kominów odgazowujących pomiary wykonuje się na wysokości korony studzienki (punkt Z_0), na głębokości 0,2 m (punkt $Z_{-0,2}$), na głębokości 0,5 m (punkt $Z_{-0,5}$) oraz na głębokości 1,0 m (punkt $Z_{-1,0}$). Ze względu na budowę studzienek pomiar wykonano tylko w punkcie Z_0 .

Na powierzchni kwatery punkty pomiarowe rozmieszczono równomiernie wokół każdej studzienki odgazowującej na dwóch okręgach o promieniach 1 m (punkty 1A, 1B, 1C) oraz 3 m (punkty 3A, 3B, 3C). Dodatkowo pomiar wykonano na powierzchni składowiska bezpośrednio przy każdej studziencie odgazowującej (punkt 0A). Lokalizację poszczególnych punktów pomiarowych zaprezentowano na schemacie (Ryc. 2).

Ocena sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego	Strona : 11 z 17
	Nr ref. : 23002958
Na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja : 01
	Data : 29/05/2023



Ryc. 1 Schemat lokalizacji punktów pomiarowych

Pomiary w wyszczególnionych punktach na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim przeprowadzono w dniu 18 maja 2023 r. Wyniki pomiarów zaprezentowano w poniższych tabelach.

Ocena sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego	Strona : 12 z 17
	Nr ref. : 23002958
Na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja : 01
	Data : 29/05/2023

Punkt pomiarowy Parametr	Punkt pomiarowy							
	Z ₀	0A	1A	1B	1C	3A	3B	3C
Zawartość tlenu [%]	20,5	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9
Zawartość dwutlenku węgla [%]	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Zawartość metanu [%]	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3

Tab. 4 Wyniki pomiarów składu gazu składowiskowego w poszczególnych punktach studzienki S1

Punkt pomiarowy Parametr	Punkt pomiarowy							
	Z ₀	0A	1A	1B	1C	3A	3B	3C
Zawartość tlenu [%]	20,3	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9
Zawartość dwutlenku węgla [%]	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Zawartość metanu [%]	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3

Tab. 5 Wyniki pomiarów składu gazu składowiskowego w poszczególnych punktach studzienki S2

Punkt pomiarowy Parametr	Punkt pomiarowy							
	Z ₀	0A	1A	1B	1C	3A	3B	3C
Zawartość tlenu [%]	20,5	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9
Zawartość dwutlenku węgla [%]	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Zawartość metanu [%]	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3

Tab. 6 Wyniki pomiarów składu gazu składowiskowego w poszczególnych punktach studzienki S3

Ocena sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego	Strona : 13 z 17
	Nr ref. : 23002958
Na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja : 01
	Data : 29/05/2023

3.5 GRANICA WYBUCHOWOŚCI METANU

Metan jest gazem palnym i zmieszany w odpowiednim stosunku z powietrzem daje mieszaninę wybuchową, przy czym dolna granica wybuchowości wynosi 5%, a górna 15%.

Zagrożenie wystąpienia pożaru i wybuchu na składowisku jest jednym z utrudnień w obsłudze składowisk odpadów. Promień strefy zagrożenia wybuchowego w pobliżu studni biernych (z biofiltrami, pochodniami pasywnymi lub bez nich) może dochodzić do kilku metrów. W związku z powyższym niezbędna jest kontrola i monitoring gazu składowiskowego, wdrożenie procedur przeciwpożarowych podczas eksploatacji składowiska oraz wdrożenie prawidłowych procedur obsługi systemu odgazowania.

Stężenie metanu w analizowanych punktach pomiarowych w dniu 18 maja 2023 r. znajdowało się poza granicą wybuchowości. Niemniej jednak należy bezwzględnie stosować się do przepisów bhp oraz zasad bezpieczeństwa ppoż.

3.6 WYWIAD Z PRZEDSTAWICIELEM ZLECENIODAWCY

W celu uzupełnienia informacji na temat historii składowiska odpadów w Kamieniu Krajeńskim przeprowadzono wywiad z przedstawicielem Zleceniodawcy. Na tej podstawie stwierdza się, że na opisywanym obiekcie nie odnotowano pożarów ani samozapłonów, nie było również skarg na odory.

Ocena sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego	Strona : 14 z 17
	Nr ref. : 23002958
Na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja : 01
	Data : 29/05/2023

3.7 OGRANICZENIA I WYJĄTKI

Z uwagi na precyzyjnie określony zakres wymagań klienta oraz zasady poufności obowiązujące na zakładzie, ocena skuteczności systemu odprowadzania gazu składowiskowego została dokonana na bazie danych uzyskanych podczas wizji terenowej, wywiadów z pracownikami, przeprowadzonych pomiarów oraz dokumentacji środowiskowej.

Raport oraz zawarte w nim informacje mają charakter poufny. Sposób dalszego wykorzystania raportu pozostaje w gestii Zamawiającego. SGS Polska Sp. z o.o. zobowiązuje się nie udostępniać raportu w całości czy też w częściach stronom trzecim, w tym również organom ochrony środowiska. Raport z oceny skuteczności systemu odgazowania będzie sporządzony w oparciu o dane pozyskiwane od Klienta/Przedsiębiorstwa docelowego, zgodnie z najlepszą wiedzą i intencją SGS, mając na uwadze uzgodnione cele oceny i zdefiniowany zakres prac. SGS nie gwarantuje kompletności ani prawidłowości opisów i wniosków sporządzonych w oparciu o dokumenty i informacje ustne przekazane przez Klienta. Firma SGS nie weryfikuje takich informacji i nie może być pociągana do odpowiedzialności za jakiegokolwiek błędy, rozbieżności czy nieścisłości w informacjach uzyskanych od kompetentnych urzędów, ze źródeł innych niż SGS lub informacji ustnych przekazanych SGS, ani też dotyczących okoliczności i uwarunkowań wykraczających poza zakres przedmiotowej oceny. Wszelkie zidentyfikowane braki danych lub problemy z uzyskaniem dostępu do terenu zostaną szczegółowo opisane w raporcie.

Wszystkie usługi świadczone przez SGS są wykonywane zgodnie ze Ogólnymi Warunkami Świadczenia Usług SGS.

Ocena sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego	Strona : 15 z 17
	Nr ref. : 23002958
Na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja : 01
	Data : 29/05/2023

4. PODSUMOWANIE

1. Niniejsze opracowanie przedstawia wyniki pomiarów gazu składowiskowego pod kątem oceny sprawności systemu odprowadzania gazu na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim, uzupełnione o wizję lokalną i analizę dokumentacji dostarczonej przez Zleceniodawcę.
2. Na przedmiotowym składowisku zaprojektowano odgazowanie pasywne. System odgazowania na terenie kwatery składa się z 3 studni odgazowujących.
3. Wszystkie studnie są stabilnie osadzone w podłożu, posiadają zabezpieczenia przed wpływem warunków atmosferycznych i zanieczyszczeń. Teren składowiska jest ogrodzony i tym samym zabezpieczony przed wejściem osób niepowołanych.
4. Monitoring składu i emisji gazu składowiskowego we wszystkich analizowanych studzienkach wskazuje na wysoką zawartość tlenu przy niskim udziale dwutlenku węgla i metanu.
5. Na powierzchni korony studzienki w dniu 18 maja 2023 r. dominował tlen nad dwutlenkiem węgla i metanu. We wszystkich punktach rozmieszczonych na powierzchni kwatery również dominowała zawartość tlenu przy niewielkim udziale dwutlenku węgla i metanu.
6. Stężenie metanu w analizowanych punktach pomiarowych w dniu 18 maja 2023 r. znajdowało się poza granicą wybuchowości. Niemniej jednak należy bezwzględnie stosować się do przepisów bhp oraz zasad bezpieczeństwa ppoż.
7. Na podstawie analizy dostępnych dokumentów, wizji lokalnej oraz przeprowadzonych pomiarów biogazu, system odgazowywania składowiska należy uznać za sprawny.

Ocena sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego	Strona : 16 z 17
	Nr ref. : 23002958
Na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja : 01
	Data : 29/05/2023

5. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

1. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 roku w sprawie składowisk odpadów (t.j. Dz. U. 2022, poz. 1902).
2. Informacje dostarczone przez Klienta.
3. Błaszczyk – Pasteczka A., Żukowski W., 2007; *Energetyczne wykorzystanie biogazu*, Czasopismo techniczne, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej.
4. Lewicki R., 2010; *Wytyczne w zakresie kontroli i monitoringu gazu składowiskowego*.
5. Rosik – Dulewska Cz., 2010; *Podstawy gospodarki odpadami*, Wydawnictwo Naukowe PWN.
6. Sawicki T., 2005; *Wybuchy przestrzenne*, Bezpieczeństwo pracy nr 11/2005.
7. Sobków Z., 2010; *Optyczny detektor metanu w szerokim zakresie zmian koncentracji gazu*, Rozprawa doktorska, Akademia Górniczo – Hutnicza w Krakowie, Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki, Katedra Elektroniki.

Ocena sprawności systemu odprowadzania gazu składowiskowego	Strona : 17 z 17
	Nr ref. : 23002958
Na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kamieniu Krajeńskim	Wersja : 01
	Data : 29/05/2023

Objaśnienia

m	metr
Dz. U.	Dziennik ustaw
poz.	pozycja