

MONITORING SKŁADOWISKA ODPADÓW W BOBROWCU

BADANIA SKŁADU WÓD PODZIEMNYCH I ODCIEKOWYCH,
ANALIZA WIELKOŚCI OPADU ATMOSFERYCZNEGO,
POMIAR SKŁADU I EMISJI GAZU SKŁADOWISKOWEGO,
SKŁADU I STRUKTURY ODPADÓW NA SKŁADOWISKU
ORAZ OCENA PRZEBIEGU OSIADANIA POWIERZCHNI SKŁADOWISKA

RAPORT ZA **2010** ROK

OPRACOWANIE:

SGS EKO-PROJEKT Sp. z o.o.

mgr Aleksandra Nowak

mgr inż. Karolina Ciechanowska-Żurek

mgr Jarosław Dąbkowski

Pszczyna, styczeń 2011 r.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	4
1.1. Podstawa formalna i zakres opracowania	7
1.2. Charakterystyka obiektu	7
1.2.1. <i>Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne</i>	7
2. ZAKRES I WYNIKI WYKONANYCH PRAC	8
2.1. Wody podziemne	11
2.1.1. <i>Sieć monitoringu wód podziemnych</i>	11
2.1.2. <i>Metodyka poboru próbek</i>	11
2.1.3. <i>Zakres i metody wykonanych prac analitycznych</i>	12
2.1.4. <i>Wyniki badań</i>	13
2.1.5. <i>Omówienie wyników</i>	20
2.2. Wody odciekowe	23
2.2.1. <i>Punkty poboru wód odciekowych</i>	23
2.2.2. <i>Metodyka poboru próbek</i>	23
2.2.3. <i>Zakres i metody wykonanych prac analitycznych</i>	23
2.2.4. <i>Wyniki badań</i>	24
2.2.1. <i>Omówienie wyników badań</i>	26
2.3. Gaz składowiskowy	27
2.3.1. <i>Gospodarka gazem składowiskowym</i>	27
2.3.1. <i>Punkty pomiaru gazu składowiskowego</i>	28
2.3.2. <i>Metodyka pomiaru</i>	28
2.3.3. <i>Zakres wykonywanych prac</i>	28
2.3.4. <i>Wyniki pomiarów</i>	28
2.3.5. <i>Omówienie wyników pomiarów</i>	29
2.1. Opad atmosferyczny	29
2.1.1. <i>Źródła danych</i>	29
2.1.2. <i>Wyniki</i>	30
2.1.3. <i>Omówienie wyników</i>	30
2.2. Skład masy składowanych odpadów	31
2.2.1. <i>Skład morfologiczny odpadów</i>	31
2.2.2. <i>Omówienie wyników</i>	33
2.3. Osiadanie składowiska	33
2.3.1. <i>Metodyka wykonania pomiarów</i>	33
2.3.2. <i>Wyniki pomiarów</i>	35
2.3.1. <i>Omówienie wyników</i>	36
3. WNIOSKI I ZALECENIA	38
4. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE	39

ZAŁĄCZNIKI TEKSTOWE:

Załącznik 1. Kopia certyfikatu: Akredytacja/Deutscher Akkreditierungsstelle; D-PL-14012-01-00 wydana na zgodność z EN ISO/IEC 17025:2005

Załącznik 2. Kopia Certyfikatu Akredytacji nr AB 1232 wydanego przez Polskie Centrum Akredytacji

ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE:

Załącznik 3. Mapa sytuacyjno - wysokościowa

Załącznik 4. Mapa dokumentacyjna

1. WSTĘP

Monitoring składowisk odpadów jest elementem monitoringu lokalnego, którego głównym zadaniem jest rozpoznanie i śledzenie wpływu stwierdzonych lub potencjalnych ognisk zanieczyszczeń na jakość wód podziemnych i powierzchniowych oraz powietrza atmosferycznego, w celu przeciwdziałania ujemnym skutkom ich zanieczyszczenia.

W odniesieniu do wód podziemnych liczba oraz rozmieszczenie punktów obserwacyjnych są uzależnione od rozmiarów składowiska i układu pola hydrodynamicznego w jego najbliższym otoczeniu. Orientacyjna gęstość sieci monitoringu lokalnego powinna wynosić około 1 punkt / ha. Zaleca się, aby punkty monitoringowe wokół składowiska rozmieszczone były w trzech strefach:

- od strony napływu wód w rejon składowiska, które służą do określenia aktualnego tła hydrogeochemicznego wód napływających w rejon składowiska;
- w obrębie składowiska, które pozwalają na określenie maksymalnych stężeń zanieczyszczeń przenikających ze składowiska do podłoża;
- od strony odpływu wód podziemnych, poniżej składowiska, w strefie wód zanieczyszczonych.

Liczba punktów monitoringu wód podziemnych wokół składowiska nie może być mniejsza niż 3 otwory dla każdego z poziomów wodonośnych, z czego jeden powinien znajdować się na dopływie wód podziemnych, dwa pozostałe – na przewidzianym odpływie wód podziemnych z rejonu składowiska. W przypadku, gdy mamy do czynienia z więcej niż jednym poziomem wodonośnym, konieczny jest monitoring tych poziomów do pierwszego użytkowego poziomu wodonośnego włącznie.

Pomiar objętości i składu wód odciekowych odbywa się w każdym miejscu ich gromadzenia, przed ich oczyszczeniem. Jeżeli składowisko odpadów jest wyposażone w instalację oczyszczającą wody odciekowe, to w każdym miejscu odprowadzania oczyszczonych wód odciekowych ze składowiska bada się skuteczność procesu oczyszczania.

Badania monitoringowe wokół składowisk odpadów mogą być prowadzone wyłącznie w laboratoriach badawczych posiadających wdrożony system jakości w rozumieniu przepisów o normalizacji (Dz.U. 2002, Nr 220, poz.1858).

Podstawowy zakres wskaźników zanieczyszczeń, do których należą pH, PEW, ołów, kadm, miedź, cynk, chrom (VI), rtęć, OWO oraz WWA, objętych cyklicznymi badaniami na składowiskach odpadów, został zdefiniowany w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów* (Dz.U. 2002, Nr 220, poz.1858).

Odczyn wody zależy od obecności jonów wodorowych, a ich stężenie od dysocjacji elektrolitycznej cząstek wody oraz od dysocjacji i hydrolizy rozpuszczonych w niej związków.

Przewodność elektrolityczna właściwa (PEW) dostarcza informacji o wielkości mineralizacji wód, a więc w pewnych sytuacjach także o poziomie ich zanieczyszczenia. W sieciach monitoringu wód podziemnych służy często do oceny stabilności składu chemicznego wód przy powtarzalności wykonywanych pomiarów.

Ołów, pomimo ograniczonych możliwości migracyjnych, występuje w stosunkowo znacznych ilościach w wodach podziemnych, zwłaszcza zanieczyszczonych ściekami lub emisjami lotnymi, jak również spływami z ulic i dróg szybkiego ruchu. Zanieczyszczenia ołowiem związane są głównie z górnictwem, przemysłem metalowym, produkcją barwników, preparatów ochrony roślin, benzyn wysokooktanowych, akumulatorów, itd.

Stosunkowo duże zawartości kadmu występują przede wszystkim w ściekach i emisjach lotnych przemysłu metalurgicznego, farbiarskiego i tworzyw sztucznych, w ściekach z rafinerii naftowej oraz z dróg szybkiego ruchu. Wzbogacone w ten pierwiastek są również ścieki komunalne. Do wód podziemnych kadm może się również dostawać jako zanieczyszczenie związane z produkcją lub niewłaściwym wykorzystywaniem fosforowych nawozów mineralnych, środków ochrony roślin oraz w wyniku rolniczego wykorzystywania gnojowicy.

Miedź jest metalem powszechnie występującym w przyrodzie, w tym w wodach podziemnych, lecz w niewielkich ilościach. Wzrost stężenia miedzi może być związany z różnego rodzaju ściekami przemysłowymi oraz z zanieczyszczeniami pyłowymi, z których w 90% pierwiastek ten przenika do gleb i wód. Największe skażenia terenu miedzią występują w pobliżu złóż, kopalń i hut tego metalu. Mogą też być związane z odpadami przemysłu elektrotechnicznego, farmaceutycznego, gumowego, farbiarskiego itd., a także z rolnictwem i ogrodnictwem.

Cynk, dzięki stosunkowo dobrej rozpuszczalności minerałów wtórnych (z wyjątkiem węglanów i wodorotlenków), łatwo migruje z wodami podziemnymi i zawsze w nich występuje. Z zanieczyszczeń antropogenicznych cynk występuje w ściekach komunalnych i przemysłowych w ilościach znacznie przekraczających jego zawartość w litosferze, dlatego łatwo następuje wzbogacenie w ten pierwiastek zanieczyszczonych wód podziemnych. Znaczne ilości cynku spotyka się zarówno w rejonach zagospodarowanych rolniczo, jak i miejsko-przemysłowych, a także w spływach deszczowych w aglomeracjach oraz w spływach z dróg szybkiego ruchu.

W wodach podziemnych chrom (IV) słabo migruje i występuje w nieznacznych, często śladowych ilościach. Spośród zanieczyszczeń antropogenicznych największe ilości chromu (VI) występują w ściekach górniczych oraz ściekach związanych z przemysłem metalurgicznym. Podwyższone stężenia chromu (VI) mogą wykazywać również wody podziemne zanieczyszczone odciekami ze składowisk odpadów przemysłowych. Zanieczyszczenie wód chromem (VI) może być spowodowane niewłaściwym składowaniem zużytych cegieł magnezytowych, szamozytowych i chromitowych. Znaczne koncentracje wykazują też ścieki z garbarni i farbiarni. Wyraźnie podwyższone stężenia występują też w spływach deszczowych z ulic i dróg szybkiego ruchu.

Rtęć w wodach podziemnych występuje zwykle w nieznaczących, śladowych ilościach, często poniżej granicy wykrywalności. Najwyższe stężenia rtęci w wodach podziemnych związane są z zanieczyszczeniem ich ściekami przemysłu chemicznego, elektrotechnicznego, farbiarskiego, farmaceutycznego i celulozowo-papierniczego. Również rolnictwo, zwłaszcza niewłaściwe stosowanie środków ochrony roślin, może dostarczyć do wód podziemnych pewnych ilości rtęci.

Substancja organiczna, którą miarą jest zawartość ogólnego węgla organicznego (OWO), występująca w określonych środowiskach jest zróżnicowana. W płytkich wodach podziemnych zasilanych infiltracyjnie występują zwykle różne związki humusowe powstające m. in. w procesach glebotwórczych wskutek ich wyługowania.

Węglowodory aromatyczne są podstawowymi związkami występującymi w ropie naftowej oraz w produktach jej przeróbki. Zwykle ich obecność jest efektem zanieczyszczenia środowiska przez przemysł petrochemiczny, chemiczny lub komunikację. Lokalne zanieczyszczenia związane są również ze ściekami i spływami z dróg i ulic. Występują powszechnie w dymach zanieczyszczających atmosferę, skąd wraz z opadami przenikają do wód powierzchniowych i podziemnych. Mogą znajdować się też w ściekach i odpadach stałych. Do wód podziemnych mogą dostawać się wraz ze spływami roztopowymi i deszczowymi z dróg szybkiego ruchu oraz z obszarów przemysłowych. Zróżnicowanie połowicznego rozpadu oraz podatność na sorpcję przez minerały ilaste sprawiają, że migracja WWA w wodach podziemnych jest ograniczona. Występują one tylko w bezpośrednim sąsiedztwie ognisk zanieczyszczeń.

Celem monitoringu składowisk pod względem zawartości procentowej poszczególnych gazów i ich emisji jest kontrolowanie produktów procesów rozkładu tlenowego (charakterystycznego dla składowisk- stref słabozagęszczonych) oraz beztlenowego (typowego dla stref uporządkowanych, dobrze zagęszczonych). W przypadku rozkładu beztlenowego na składowisku powstaje obok dwutlenku węgla również metan, który stanowi istotne niebezpieczeństwo i uciążliwość dla składowiska (zagrożenie wybuchem, szkody w wegetacji, emisja zapachów).

Analizę struktury i składu masy składowanych odpadów prowadzi się w celu potwierdzenia zgodności składowanych rodzajów odpadów z decyzją zatwierdzającą instrukcję eksploatacji danego składowiska.

Badania przebiegu osiadania stanowią podstawowy element interpretacji zjawisk zachodzących w trakcie eksploatacji składowiska odpadów oraz po ich zakończeniu. Dane uzyskane w wyniku pomiarów techniką GPS umożliwiają ocenę zmian przebiegających na składowisku w szczególności, wielkości osiadania, powierzchni, kubatury oraz przyrostu mas składowanych odpadów.

1.1. Podstawa formalna i zakres opracowania

Zleceniodawca:

Urząd Gminy
ul. Dworcowa 40
83 – 230 Smętowo Graniczne

Wykonawca:

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

Badania środowiskowe wód podziemnych i wód odciekowych, pomiar składu i emisji gazu, wielkości opadów atmosferycznych, badanie składu i struktury masy składowanych odpadów oraz badanie stateczności zboczy i procesu osiadania powierzchni składowiska na terenie składowiska odpadów w Bobrowcu, wykonane zostały na podstawie Umowy nr 4/2010 z dnia 6 stycznia 2010 r. oraz aneksu z dnia 30 marca 2010 r. zawartych pomiędzy Zleceniodawcą a Wykonawcą.

1.2. Charakterystyka obiektu

W system sieci monitoringowej na składowisku odpadów w Bobrowcu wchodzi :

- sześć punktów obserwacyjnych: wód podziemnych: P1, P3, P4, P6, P7 oraz P8
- zbiornik odcieków
- studzienka odgazowująca.

1.2.1. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

Składowisko odpadów w miejscowości Bobrowiec zlokalizowane jest na podłożu piaszczystym, podścielonym serią glin. Na podstawie dotychczasowych badań hydrogeologicznych stwierdzono występowanie przypowierzchniowego poziomu wodonośnego oraz pierwszego użytkowego poziomu wodonośnego.

Przypowierzchniowy poziom wodonośny o warunkach swobodnych, związany jest z występowaniem utworów piaszczystych średnio i drobnoziarnistych, monitorowany jest za pomocą piezometrów P4, P5, P6, P7. Zwierciadło wody w tej warstwie jest narażone na sezonowe wahania w zależności od intensywności opadów atmosferycznych i pory roku. Poziom ten tworzy warstwa wody zawieszona na glinie zwałowej, zasilana opadami atmosferycznymi. W południowo – zachodniej części składowiska strop glin zwałowych podnosi się, co powoduje

znaczące zredukowanie miąższości tej warstwy wodonośnej, a nawet okresowo prowadzi do jej zaniku. Zwierciadło swobodne tego poziomu kształtuje się na rzędnych od około 74 do około 77 m n.p.m. Poziom przypowierzchniowy z uwagi na brak izolacji narażony jest na zanieczyszczenie wodami odciekowymi ze składowiska. Spływ wód odbywa się w kierunku północno – wschodnim. Charakterystyka przypowierzchniowego poziomu wodonośnego ujęto w poniższej tabeli:

Wyszczególnienie	P4	P5	P6	P7
Rzędna terenu [m n.p.m.]	82,40	82,80	83,00	82,30
Rzędna zwierciadła wody [m n.p.m.]	77,64	77,10	74,20	74,20
Współczynnik filtracji [m/s]	0,000445	0,000571	0,000535	0,000904
Głębokości piezometru	5,46	5,05	7,00	8,45
Spąg warstwy wodonośnej [m n.p.m.]	75,90	77,80	76,50	73,85

Sieć monitoringowa w obrębie pierwszego użytkowego poziomu wodonośnego obejmuje piezometry P1, P2, P3 oraz P8. Warstwę wodonośną tworzą piaski średnioziarniste. Zwierciadło wody podziemnej ma charakter napięty i stabilizuje się na rzędnych 62,00 – 69,80 m n.p.m. Kierunek spływu wód w obrębie tego poziomu to południowo – wschodnim. Charakterystykę pierwszego użytkowego poziomu wodonośnego ujęto w poniższej tabeli:

Wyszczególnienie	P1	P2	P3	P8
Wiek warstwy	Q	Q	Q	Q
Rzędna terenu [m n.p.m.]	82,40	82,10	82,50	82,69
Strop warstwa wodonośnej [m n.p.m.]	60,40	62,10	66,00	59,69
Rzędna ustabilizowanego zwierciadła wody [m n.p.m.]	62,40	69,40	69,80	61,99
Miaższość warstwy wodonośnej [m]	> 5,00	> 10,0	> 5,50	> 5,20
Współczynnik filtracji [m/s]	0,001149	0,000674	0,000926	0,000431
Głębokości piezometru	22,00	27,11	17,21	28,20
Przewodność hydrauliczna [m ³ /h]	> 20,70	> 24,30	> 18,30	> 8,10

2. ZAKRES I WYNIKI WYKONANYCH PRAC

Kompetencje laboratorium. Metodyki wykonywania oznaczeń laboratoryjnych.

Badania parametrów wskaźnikowych wykonano w laboratorium SGS EKO-PROJEKT posiadającym kompetencje do przeprowadzania badań (włącznie z pobieraniem próbek) zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2005.

Tab. 1. Metodyki wykonania poszczególnych oznaczeń

oznaczenie	jednostka	wody podziemne		wody odciekowe	
		metodyka		metodyka	
Odczyn pH		PN-90 C-04540.01	A	PN-90 C-04540.01	A
PEW	$\mu\text{S} / \text{cm}$	PN-EN 27888:1999	A	PN-EN 27888:1999	A
Ołów	$\text{mg Pb} / \text{l}$	PN-EN ISO 17294-2:2006	A	PN-ISO 8288:2002; KJ-I-5.4-47	A
Kadm	$\text{mg Cd} / \text{l}$	PN-EN ISO 17294-2:2006	A	PN-ISO 8288:2002; KJ-I-5.4-47	A
Miedź	$\text{mg Cu} / \text{l}$	PN-EN ISO 17294-2:2006	A	PN-ISO 8288:2002; KJ-I-5.4-47	A
Cynk	$\text{mg Zn} / \text{l}$	PN-EN ISO 17294-2:2006	A	PN-ISO 8288:2002; KJ-I-5.4-47	A
Chrom (VI)	$\text{mg Cr}^{+6} / \text{l}$	PN-77/C-04604.08	A	PN-77/C-04604.08	A
Rtęć	$\text{mg Hg} / \text{l}$	PN-EN 1483:2007	A	PN-EN 1483:2007; KJ-I-5.4-35	A
OWO	$\text{mg C} / \text{l}$	PN-EN 1484:1999	A	PN-EN 1484:1999	A
WWA	$\mu\text{g} / \text{l}$	KJ-I-5.4-97; PN-EN ISO 17993:2005	A	KJ-I-5.4-97; PN-EN ISO 17993:2005	A

A – metodyki akredytowane;

Aparatura badawcza wykorzystana przy wykonaniu oznaczeń.

- Spektrometr absorpcji atomowej Perkin Elmer 1100 z deuterową korekcją tła (F-AAS); (analiza metali);
- Spektrometr absorpcji atomowej Avanta PM firmy GBC z deuterową korekcją tła (F-AAS); (analiza metali);
- Spektrometr absorpcji atomowej Avanta ultra Z firmy GBC z korekcją tła Zeeman'a ze wzbudzeniem elektrotermicznym (GF-AAS); (analiza metali);
- Spektrometr absorpcji atomowej Lumex RA-915+ z korekcją tła Zeeman'a, z przystawką do generowania zimnych par oraz przystawką pirolityczną (analiza rtęci);
- Spektrometr absorpcji atomowej Avante Sigmie firmy GBC z korekcją deuterową (analiza metali);
- Spektrometr mas ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnej sprzężonej (ICP – MS) firmy Agilent Technologies – analiza wszystkich metali w wodach;
- Aparat do pomiaru pH i PEW PC-1000-102/4E firmy Man-Tech (pH, PEW);
- Konduktometr / Solomierz CC-501, Elmetron;
- pH/jonometr CPI-501 ELMETRON do pomiaru odczynu, składu jonowego wody z wykorzystaniem elektrod jonoselektywnych;
- pH/konduktometr CPC-502 ELMETRON (pomiar pH i PEW);
- Analizator Ogólnego Węgla Organicznego Shimadzu TOC-5000A;
- Analizator Ogólnego Węgla Organicznego Shimadzu TOC-5050A;
- Analizator Ogólnego Węgla Organicznego Shimadzu TOC-VCSN;
- Chromatograf cieczowy Agilent 1200 HPLC z detektorem fluorescencyjnym; (analiza WWA).



Fot. 1. Analizator przepływowy typu SAN⁺⁺, firmy Skalar

Transport próbek do laboratorium.

Warunki transportu pobranych do analizy próbek wód istotnie wpływają na reprezentatywność pomiarów. Ma to szczególne znaczenie w przypadku wykonywania badań parametrów, które w efekcie procesów biochemicznych i fizycznych w różnym stopniu mogą się zmieniać w czasie od momentu pobrania próbki do wykonania poszczególnych analiz.

Z tego względu próbki po poborze i ewentualnym utrwaleniu były niezwłocznie dostarczone do laboratorium i poddane analizie. Próbki po pobraniu i w trakcie transportu były przechowywane w temperaturze niższej niż wynosiła temperatura pobieranej wody. Zgodnie z obowiązującymi normatywami próbki przechowywano w temperaturze poniżej 4°C.



Fot. 2. Transport próbek w chłodniach samochodowych

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 emisję gazu składowiskowego
- Wielkość opadu atmosferycznego
- Skład i struktura odpadów na składowisku
- Osiadanie powierzchni składowiska

Zakres badanych parametrów wskaźnikowych jest zgodny z wytycznymi zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów (Dz.U. 2002, Nr 220, poz. 1858).

2.1. Wody podziemne

2.1.1. Sieć monitoringu wód podziemnych

W system sieci monitoringowej wód podziemnych na składowisku odpadów w Bobrowcu wchodzi następujące punkty obserwacyjne: P1, P3, P4, P6, P7 i P8.

2.1.2. Metodyka poboru próbek

Próbki wody do badań monitoringowych powinny w jak największym stopniu reprezentować jej własności fizyczno-chemiczne w warstwie wodonośnej, z której są pobierane. Szacuję się, że 30% błędów powstaje w procesie opróbkowania, natomiast na 70% błędów może mieć wpływ transportu.

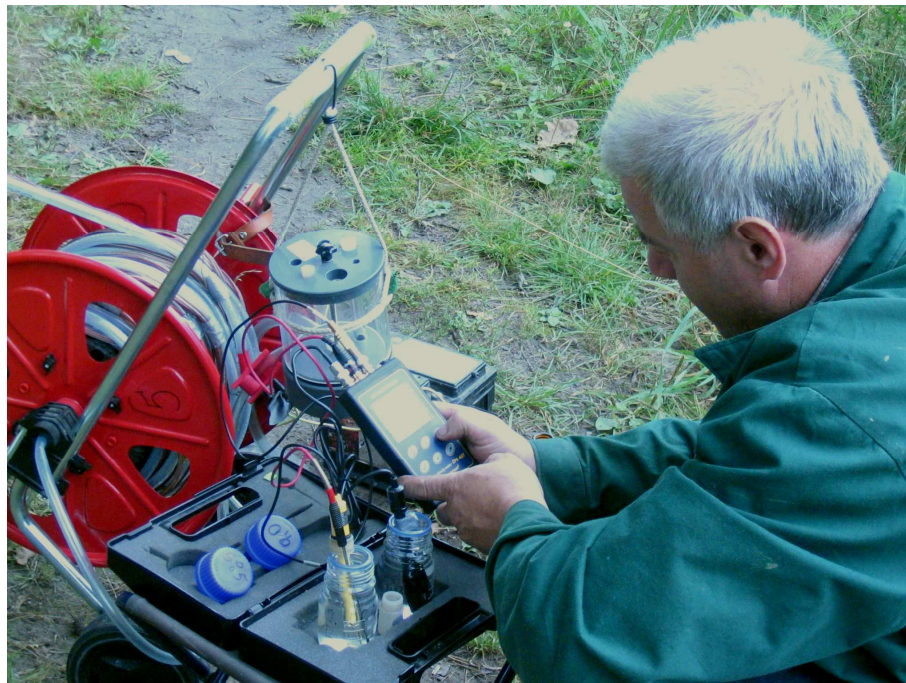
W celu zagwarantowania najwyższej jakości usług laboratorium, w ramach procesu akredytacji, uzyskało potwierdzenie kompetencji wykonywania poboru próbek w zakresie zgodnym z Certyfikatem DAkKS D-PL-14012-01-00 oraz Certyfikatem AB 1232.

Do monitorowania otworów obserwacyjnych wykorzystano wytyczne dotyczące opracowywania programów pobierania próbek, technik pobierania próbek i postępowania z pobranymi próbkami wód podziemnych do oceny właściwości fizycznych, chemicznych i mikrobiologicznych zgodnie z Polską Normą PN-ISO 5667-11:2004.

W celu osiągnięcia reprezentatywności pobierania próbek zwracano szczególną uwagę na odpompowanie wody stagnującej w kolumnie otworu. Mając na uwadze pionową stratyfikację jakości wód, jak również złożoność ich przepływu, czas pompowania został obliczony wykorzystując dane dotyczące rozmiaru otworu obserwacyjnego, wydajności pompowania i przewodności hydraulicznej. 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.

Do pobierania próbek wód podziemnych w zależności od warunków hydrogeologicznych wykorzystano pompę zanurzeniową „GIGANT” wraz z pompą wspomagającą „WHALE”, pompę głębinową MP1 Eijkelkamp.



Fot. 3. Przepompowanie piezometru (zdjęcie przykładowe)

2.1.3. Zakres i metody wykonanych prac analitycznych

Badania stanu jakości wód podziemnych przeprowadzono w następującym zakresie:

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

Częstotliwość poboru próbek została określona na podstawie wytycznych zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów (Dz.U. 2002, Nr 220, poz.1858).

Próbki wód podziemnych z piezometrów P1, P3, P4 i P8 pobrano 17 lutego, 19 maja, 12 sierpnia oraz 24 listopada 2010 r.

W dniach zaplanowanego poboru próbek wód podziemnych stwierdzono brak wody w piezometrach P6 i P7, w związku z czym nie istniała możliwość wykonania analiz laboratoryjnych.

2.1.4. Wyniki badań

Jakość wody z piezometrów określono na podstawie wytycznych zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz.U. 2008, Nr 143, poz. 896).

Powyższe rozporządzenie ma charakter wyłącznie pomocniczy, ponieważ zostało opracowane na potrzeby Ustawy Prawo wodne, podczas gdy monitoring składowisk jest prowadzony na podstawie Rozporządzenia z dnia 9 grudnia 2002 r. (Dz.U. 2002, Nr 220, poz. 1858) będącego aktem wykonawczym do Ustawy o odpadach. Obecnie nie istnieją inne akty prawne, normujące jakość wód podziemnych badanych w ramach prowadzonego monitoringu składowisk odpadów. Liczba parametrów uwzględnionych w rozporządzeniu dotyczącym monitoringu składowisk jest znacznie mniejsza niż w rozporządzeniu dotyczącym oceny stanu wód podziemnych, nie ma więc możliwości dokonania pełnej klasyfikacji monitorowanych wód. Dodać należy, że zakładanym przez ustawodawcę celem nie jest dokonanie klasyfikacji wód podziemnych w otoczeniu składowisk a jedynie stwierdzanie za pomocą okresowych pomiarów wybranych parametrów czy i w jakim stopniu składowiska oddziałują na jakość tych wód. Dlatego też podstawą oceny wyników monitoringu wód podziemnych w otoczeniu składowisk jest analiza ewentualnych trendów w wartościach oznaczeń poszczególnych parametrów wskaźnikowych. Należy wyraźnie zaznaczyć, że obserwowana często zmienność sezonowa nie jest równoznaczna z występowaniem malejących bądź rosnących trendów w czasie. Trendy oznaczające pogorszenie bądź poprawę stanu wód mogą być wyznaczone dopiero na podstawie wyników pomiarów dłuższych serii czasowych w skali wielolecia.

Tab. 2. Zestawienie wyników badań wód podziemnych – piezometr P1

Klasyfikacja wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz.U.2008, Nr 143, poz. 896)

Oznaczenie	Jednostka	Piezometr P1				KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
						Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
Data pobrania próbki		2010-02-17	2010-05-19	2010-08-12	2010-11-24	I	II	III	IV	V
Rzędna zwierciadła wód poniżej kryzy	m p.p.k.	20,25	20,20	20,15	19,90	---	---	---	---	---
Odczyn (pH)	-	8,07	7,58	7,58	7,61	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	<6,5 lub >9,5	<6,5 lub >9,5
Przewodność elektryczna właściwa (PEW)	μS/cm	640	629	643	594	700	2500*	2500*	3000	> 3000
Ołów (Pb) ^H	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01	0,025	0,1*	0,1*	> 0,1
Kadm (Cd) ^H	mg/l	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź (Cu)	mg/l	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk (Zn)	mg/l	<0,05	0,24	<0,05	<0,05	0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI) ^H	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	---	---	---	---	---
Rtęć (Hg) ^H	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005
Ogólny węgiel organiczny (OWO)	mg/l	4,9	<1,0	<1,0	1,3	5	10*	10*	20	> 20
Suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) ^H	mg/l	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,000017**	0,0001	0,0002	0,0003	0,0005	> 0,0005

* brak dostatecznych podstaw do różnicowania wartości granicznej w niektórych klasach jakości; przy klasyfikacji do oceny przyjmuje się klasę o najwyższej jakości spośród klas posiadających tę samą wartość graniczną

** zmiana dolnej granicy oznaczalności

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

Tab. 3. Zestawienie wyników badań wód podziemnych – piezometr P3

Klasyfikacja wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz.U.2008, Nr 143, poz. 896)

Oznaczenie	Jednostka	Piezometr P3				KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
						Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
Data pobrania próbki		2010-02-17	2010-05-19	2010-08-12	2010-11-24	I	II	III	IV	V
Rzędna zwierciadła wód poniżej kryzy	m p.p.k.	12,70	12,40	12,40	11,90	---	---	---	---	---
Odczyn (pH)	-	7,56	7,64	7,40	7,56	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	<6,5 lub >9,5	<6,5 lub >9,5
Przewodność elektryczna właściwa (PEW)	μS/cm	687	699	699	649	700	2500*	2500*	3000	> 3000
Ołów (Pb) ^H	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01	0,025	0,1*	0,1*	> 0,1
Kadm (Cd) ^H	mg/l	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź (Cu)	mg/l	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk (Zn)	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI) ^H	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	---	---	---	---	---
Rtęć (Hg) ^H	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005
Ogólny węgiel organiczny (OWO)	mg/l	<1,0	<1,0	<1,0	1,4	5	10*	10*	20	> 20
Suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) ^H	mg/l	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,000017**	0,0001	0,0002	0,0003	0,0005	> 0,0005

* brak dostatecznych podstaw do różnicowania wartości granicznej w niektórych klasach jakości; przy klasyfikacji do oceny przyjmuje się klasę o najwyższej jakości spośród klas posiadających tę samą wartość graniczną

** zmiana dolnej granicy oznaczalności

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

Tab. 4. Zestawienie wyników badań wód podziemnych – piezometr P4

Klasyfikacja wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz.U.2008, Nr 143, poz. 896)

Oznaczenie	Jednostka	Piezometr P4				KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
						Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
Data pobrania próbki		2010-02-17	2010-05-19	2010-08-12	2010-11-24	I	II	III	IV	V
Rzędna zwierciadła wód poniżej kryzy	m p.p.k.	5,05	5,10	5,00	5,10	---	---	---	---	---
Odczyn (pH)	-	7,49	7,91	7,51	7,43	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	<6,5 lub >9,5	<6,5 lub >9,5
Przewodność elektryczna właściwa (PEW)	μS/cm	551	506	568	573	700	2500*	2500*	3000	> 3000
Ołów (Pb) ^H	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01	0,025	0,1*	0,1*	> 0,1
Kadm (Cd) ^H	mg/l	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź (Cu)	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk (Zn)	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI) ^H	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	---	---	---	---	---
Rtęć (Hg) ^H	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005
Ogólny węgiel organiczny (OWO)	mg/l	11,8	<1,0	8,1	28,0	5	10*	10*	20	> 20
Suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) ^H	mg/l	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,000017**	0,0001	0,0002	0,0003	0,0005	> 0,0005

* brak dostatecznych podstaw do różnicowania wartości granicznej w niektórych klasach jakości; przy klasyfikacji do oceny przyjmuje się klasę o najwyższej jakości spośród klas posiadających tę samą wartość graniczną

** zmiana dolnej granicy oznaczalności

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

Tab. 5. Zestawienie wyników badań wód podziemnych – piezometr P6

Klasyfikacja wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz.U.2008, Nr 143, poz. 896)

Oznaczenie	Jednostka	Piezometr P6				KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
						Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
Data pobrania próbki		2010-03-12	2010-05-19	2010-08-12	2010-11-24	I	II	III	IV	V
Rzędna zwierciadła wód poniżej kryzy	m p.p.k.	Piezometr suchy	Piezometr suchy	Piezometr suchy	Piezometr suchy	---	---	---	---	---
Odczyn (pH)	-					6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	<6,5 lub >9,5	<6,5 lub >9,5
Przewodność elektryczna właściwa (PEW)	μS/cm					700	2500*	2500*	3000	> 3000
Ołów (Pb) ^H	mg/l					0,01	0,025	0,1*	0,1*	> 0,1
Kadm (Cd) ^H	mg/l					0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź (Cu)	mg/l					0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk (Zn)	mg/l					0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI) ^H	mg/l					---	---	---	---	---
Rtęć (Hg) ^H	mg/l					0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005
Ogólny węgiel organiczny (OWO)	mg/l					5	10*	10*	20	> 20
Suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) ^H	mg/l					0,0001	0,0002	0,0003	0,0005	> 0,0005

* brak dostatecznych podstaw do zróżnicowania wartości granicznej 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

Tab. 6. Zestawienie wyników badań wód podziemnych – piezometr P5

Klasyfikacja wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz.U.2008, Nr 143, poz. 896)

Oznaczenie	Jednostka	Piezometr P7				KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
						Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
Data pobrania próbki		2010-03-12	2010-05-19	2010-08-12	2010-11-24	I	II	III	IV	V
Rzędna zwierciadła wód poniżej kryzy	m p.p.k.	Piezometr suchy	Piezometr suchy	Piezometr suchy	Piezometr suchy	---	---	---	---	---
Odczyn (pH)	-					6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	<6,5 lub >9,5	<6,5 lub >9,5
Przewodność elektryczna właściwa (PEW)	μS/cm					700	2500*	2500*	3000	> 3000
Ołów (Pb) ^H	mg/l					0,01	0,025	0,1*	0,1*	> 0,1
Kadm (Cd) ^H	mg/l					0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź (Cu)	mg/l					0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk (Zn)	mg/l					0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI) ^H	mg/l					---	---	---	---	---
Rtęć (Hg) ^H	mg/l					0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005
Ogólny węgiel organiczny (OWO)	mg/l					5	10*	10*	20	> 20
Suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) ^H	mg/l					0,0001	0,0002	0,0003	0,0005	> 0,0005

* brak dostatecznych podstaw do zróżnicowania wartości granicznej 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

Tab. 7. Zestawienie wyników badań wód podziemnych – piezometr P8

Klasyfikacja wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz.U.2008, Nr 143, poz. 896)

Oznaczenie	Jednostka	Piezometr P8				KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
						Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
Data pobrania próbki		2010-02-17	2010-05-19	2010-08-12	2010-11-24	I	II	III	IV	V
Rzędna zwierciadła wód poniżej kryzy	m p.p.k.	20,80	20,90	20,85	20,55	---	---	---	---	---
Odczyn (pH)	-	7,54	7,63	7,54	7,50	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	<6,5 lub >9,5	<6,5 lub >9,5
Przewodność elektryczna właściwa (PEW)	μS/cm	529	540	548	513	700	2500*	2500*	3000	> 3000
Ołów (Pb) ^H	mg/l	<0,004	<0,004	<0,004	0,013	0,01	0,025	0,1*	0,1*	> 0,1
Kadm (Cd) ^H	mg/l	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź (Cu)	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk (Zn)	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI) ^H	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	---	---	---	---	---
Rtęć (Hg) ^H	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005
Ogólny węgiel organiczny (OWO)	mg/l	1,2	25,8	5,3	3,3	5	10*	10*	20	> 20
Suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) ^H	mg/l	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,000017**	0,0001	0,0002	0,0003	0,0005	> 0,0005

* brak dostatecznych podstaw do różnicowania wartości granicznej w niektórych klasach jakości; przy klasyfikacji do oceny przyjmuje się klasę o najwyższej jakości spośród klas posiadających tę samą wartość graniczną

** zmiana dolnej granicy oznaczalności

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

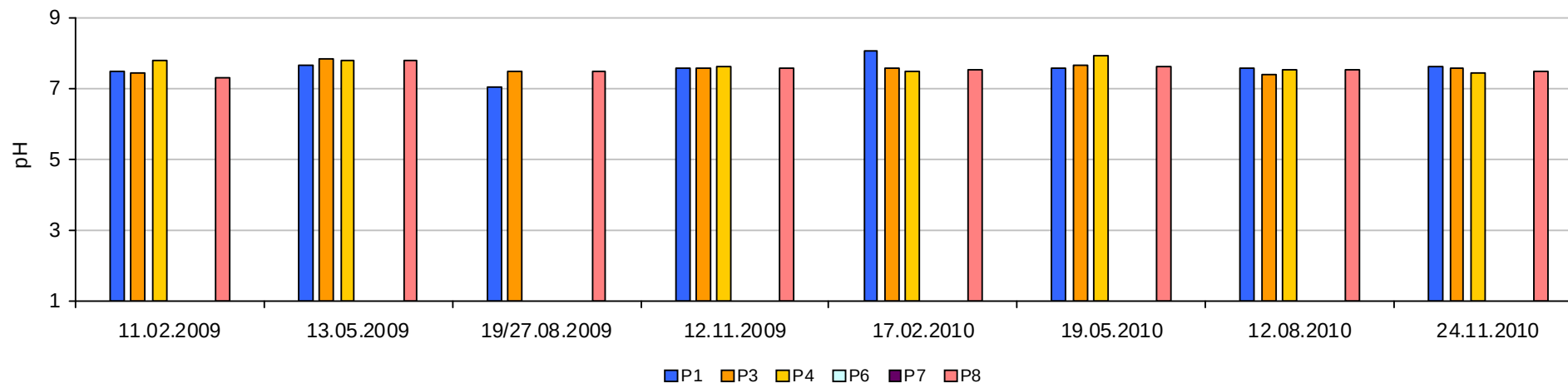
2.1.5. Omówienie wyników

Wody podziemne w najbliższym otoczeniu składowiska w Bobrowcu w 2010 roku monitorowane były za pomocą piezometrów: P1, P3, P4, P6, P7 oraz P8. Analizy laboratoryjne pobranych próbek wody obejmowały podstawowy zakres wskaźników (Dz.U. 2002, Nr 220, poz.1858).

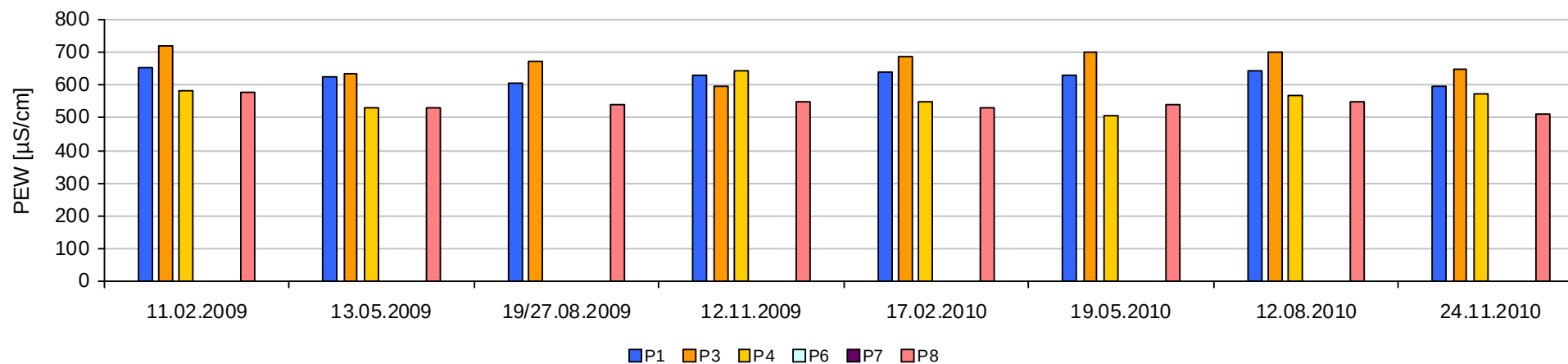
W oparciu o otrzymane wyniki analiz stwierdzono podwyższone stężenia ogólnego węgla organicznego, które kształtowały się na poziomie wód II klasy jakości w III kwartale w punktach P4 i P8, IV klasy jakości w I kwartale w punkcie P4 oraz V klasy jakości w II kwartale w punkcie P8 i IV kwartale w punkcie P4. Pozostałe badane wskaźniki posiadały wartości charakterystyczne dla wód I klasy jakości.

Porównując wyniki analiz uzyskane w latach 2009 – 2010 obserwuje się wahania stężeń ogólnego węgla organicznego w piezometrach P4 oraz P8. Pozostałe badane wskaźniki posiadały wartości na zbliżonym poziomie co do rzędu wielkości.

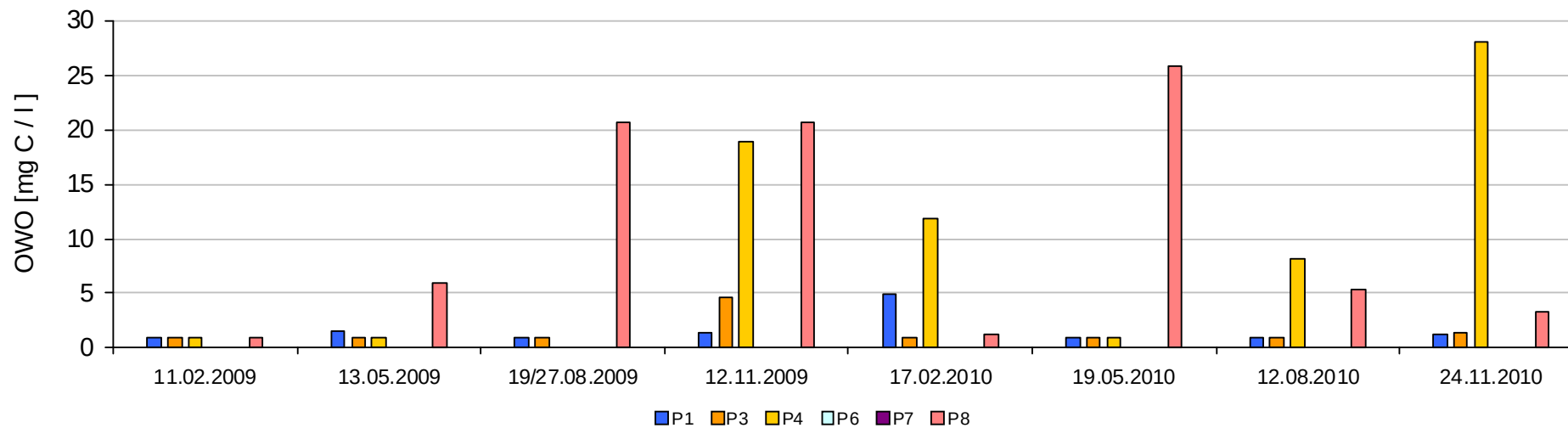
Ryc. 1. Zmienność wartości odczynu (pH) w badanych piezometrach w latach 2009 - 2010



Ryc. 2. Zmienność wartości przewodności elektrolitycznej właściwej w badanych piezometrach w latach 2009 - 2010



Ryc. 3. Zmienność wartości ogólnego węgla organicznego (OWO) w badanych piezometrach w latach 2009 – 2010



2.2. Wody odciekowe

2.2.1. Punkty poboru wód odciekowych

Sieć monitoringowa wód odciekowych składa się z jednego punktu poboru, zbiornika odcieków. Wody odciekowe zbierane są do studzienki odciekowej zlokalizowanej w centralnej części niecki składowiska. W razie potrzeby odcieki ze zbiornika są recyrkulowane na złożę odpadów celem poprawy stopnia mineralizacji złoża.

2.2.2. Metodyka poboru próbek

Wody odciekowe zostały pobrane zgodnie z normą PN-ISO 5667-10:1997 (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 sedimentacji wykazuje dużą miąższość w zbiorniku.

2.2.3. Zakres i metody wykonanych prac analitycznych

Badania stanu jakości wód odciekowych przeprowadzono w następującym zakresie:

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

Częstotliwość poboru próbek została określona na podstawie wytycznych zawartych w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów* (Dz. U. 2002, Nr 220, poz.1858).

Próbki wód odciekowych pobrano w dniach 12 sierpnia oraz 24 listopada 2010 r.

W dniu zaplanowanego poboru 17 lutego stwierdzono zamarznięcie wody odciekowej w zbiorniku, natomiast w dniu 19 maja dostęp do miejsca poboru był niemożliwy ze względu na zalanie.

2.2.4. Wyniki badań

Wyniki badań wód odciekowych ze składowiska odpadów komunalnych w Bobrowcu, zestawiono z dopuszczalnymi wartościami wskaźników zanieczyszczenia zawartymi w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 28 stycznia 2009 roku zmieniające rozprządzenie w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego* (Dz. U. 2009, Nr 27, poz. 169).

Tab. 8. Zestawienie wyników badań wód odciekowych – zbiornik odcieków

Klasyfikacja wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U.2009, Nr 27, poz. 169)

Oznaczenie	Jednostka	ZBIORNIK ODCIEKÓW				Dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczenia w ściekach wprowadzanych do wód lub do ziemi (Dz. U. 2009, Nr 27, poz. 169)
Data pobrania próbki		2010-02-17	2010-05-19	2010-08-12	2010-11-24	
Odczyn		Brak możliwości poboru	Brak możliwości poboru	8,11	8,06	6,5 – 9
Przewodność elektrolityczna właściwa	$\mu S / cm$			4 616	2 758	---
Ołów	$mg Pb / l$			0,08	<0,01	0,5
Kadm	$mg Cd / l$			0,015	0,015	0,4*
Miedź	$mg Cu / l$			0,03	0,11	0,5
Cynk	$mg Zn / l$			0,08	0,13	2
Chrom (VI)	$mg Cr^{+6} / l$			< 0,010	0,013	0,1
Rtęć	$mg Hg / l$			< 0,0005	<0,0005	0,06*
OWO	$mg C / l$			70,1	82,9	30
WWA	$\mu g C / l$			< 0,06	< 0,017**	---

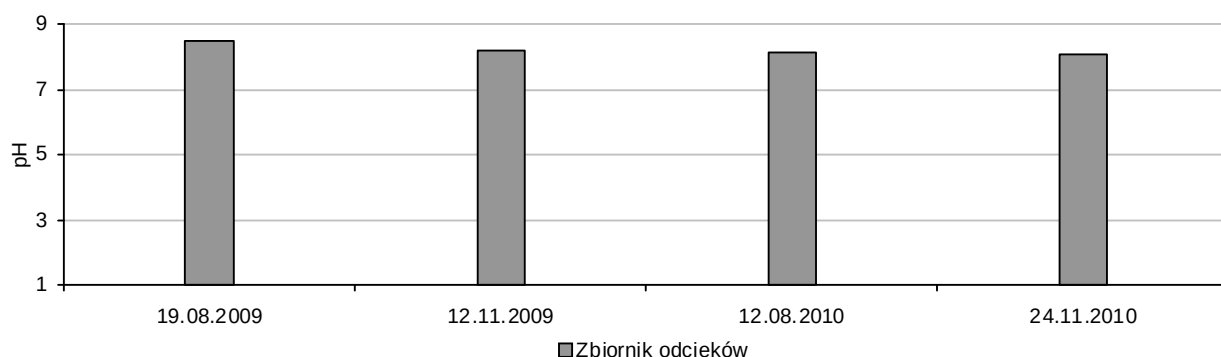
* średnia dobową

** zmiana dolnej granicy oznaczalności (DGO)

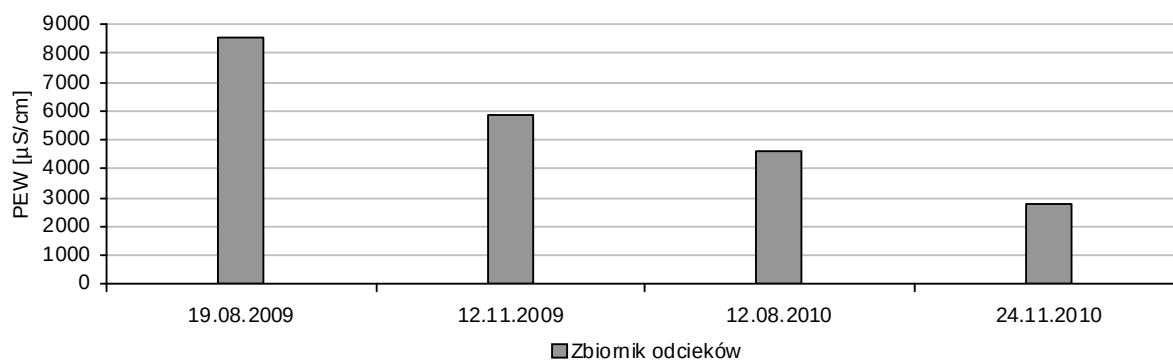
2.2.1. Omówienie wyników badań

Na podstawie badań laboratoryjnych próbek wód odciekowych stwierdzono podwyższone wartości ogólnego węgla organicznego (OWO), które przekroczył dopuszczalną wartość zanieczyszczenia w ściekach wprowadzanych do wód lub do ziemi (Dz. U. 2009, Nr 27, poz. 169).

Ryc. 4. Zmienność wartości odczynu (pH) w zbiorniku odcieków w latach 2009 – 2010



Ryc. 5. Zmienność wartości przewodności elektrolitycznej właściwej w zbiorniku odcieków w latach 2009 – 2010



Ryc. 6. Zmienność wartości ogólnego węgla organicznego (OWO) w zbiorniku odcieków w latach 2009 - 2010

2.3. Gaz składowiskowy

2.3.1. Gospodarka gazem składowiskowym

Składowisko odpadów komunalnych można traktować jako bioreaktor, w którym zachodzą procesy fizyczne, chemiczne i biologiczne, prowadzące między innymi do powstawania gazu składowiskowego. Jego wydzielanie rozpoczyna się po około 2-3 latach od chwili rozpoczęcia eksploatacji składowiska. Gaz składowiskowy składa się głównie z metanu i dwutlenku węgla, siarkowodoru, amoniaku, węglowodorów aromatycznych i innych składników. Ilość powstającego gazu zależy od składu i wilgotności odpadów, przyjętej techniki składowania, formy, kształtu i wysokości składowiska, warunków technologicznych, eksploatacji, temperatury powietrza, sposobu uszczelniania. Średnio zakłada się, że z 1 tony odpadów powstaje 120-140 m³ gazu. Na szybkość produkcji gazu i jego skład w każdym przypadku ma wpływ skład i ilość zanieczyszczeń występujących w odciekach oraz rodzaj odpadów składowanych na kwaterze odpadów.

Powstawanie biogazu jest procesem zmiennym. Początkowe fazy charakteryzuje zmiana zachodzących procesów tlenowych na beztlenowe, co skutkuje początkowo wysoką produkcją CO₂ zmniejszającą się stopniowo na rzecz produkcji metanu. Po zakończeniu niestabilnej fazy początkowej stężenia metanu i dwutlenku węgla pozostają stałe przez długie lata. Proporcja CH₄:CO₂ osiąga wartość stałą, która wynosi 1,2-1,5. Kolejna faza zwana powietrzną jest długotrwała. Można o niej mówić, gdy zostanie osiągnięta proporcja 55 % CH₄ i 44 % CO₂, w gazie składowiskowym brak jest lub znajdują się śladowe ilości O₂ i N₂. (CH₄:CO₂ = 1,25). Kolejna faza charakteryzuje się wyższym stosunkiem CH₄/CO₂ niż w fazie stabilnej. W bryle składowiska zawartość CH₄ wynosi ponad 50%, a relacja pomiędzy CH₄:CO₂ utrzymuje się przeważnie pomiędzy 1,5:4.

Najłatwiejszym sposobem odgazowania jest wentylacja składowisk poprzez ulatnianie się gazu bezpośrednio do atmosfery, za pomocą studzienek odgazowujących. Coraz częściej

jednak na składowiskach można zauważyć instalacje do utylizacji biogazu poprzez spalanie w palnikach zainstalowanych na pochodniach, do których gaz dostarczany jest ze studni kolektorem zbiorczym. Coraz powszechniej stosuje się także instalację do energetycznego wykorzystania.

2.3.1. Punkty pomiaru gazu składowiskowego

W ramach monitoringu składowiska odpadów komunalnych w Bobrowcu prowadzona jest analiza procentowego udziału poszczególnych gazów oraz ich emisja. W skład sieci monitoringowej wchodzi jedna studzienka odgazowująca.

2.3.2. Metodyka pomiaru

Pomiar stężenia oraz przepływu gazu składowiskowego został dokonany zgodnie z procedurą KJ-I-5.7-12 (metoda własna - akredytowana), opracowaną na podstawie norm: PN-ISO 10396:2001, PN-ISO 8756:2000, PN-ISO 4225:1999, PN-ISO 7504:1994, PN-Z-04030-7:1994 i PN-EN 13284-1. Emisję poszczególnych gazów oblicza się wykorzystując wielkość przepływu gazu, zawartość procentową poszczególnych gazów, średnicę studzienki odgazowującej ciśnienie, temperaturę oraz wilgotność względną gazu.

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

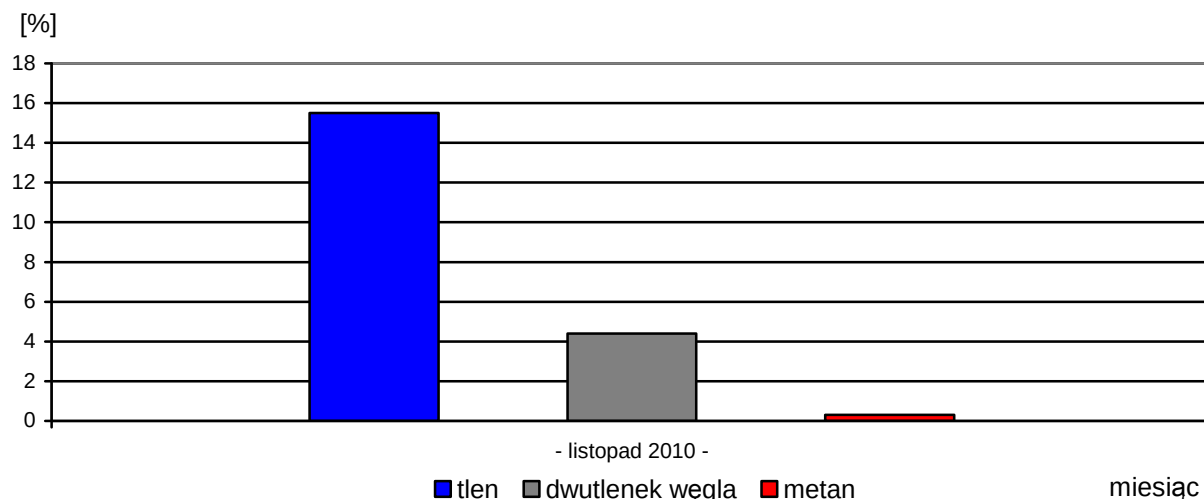
Monitoring gazu składowiskowego obejmuje pomiar metanu (CH_4), dwutlenku węgla (CO_2) oraz tlenu (O_2).

Częstotliwość pomiaru składu i emisji gazu została określona na podstawie wytycznych zawartych w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów* (Dz.U. 2002, Nr 220, poz.1858).

2.3.4. Wyniki pomiarów

Tab. 9. Wyniki pomiarów gazu składowiskowego z listopada 2010 roku

Miesiąc	Objętościowa prędkość wypływu gazu [m^3/h]	Procentowa zawartość poszczególnych gazów			Emisja [kg/h]		
		O_2	CO_2	CH_4	O_2	CO_2	CH_4
Listopad	nie wykryto	15,5	4,4	<0,3	nie wykryto	nie wykryto	nie wykryto

Ryc. 7. Zmienność procentowej zawartości O_2 , CO_2 i CH_4 w gazie składowiskowym

2.3.5. Omówienie wyników pomiarów

W ramach monitoringu składowiska odpadów w Bobrowcu wykonano pomiary procentowej zawartości poszczególnych składników (tlen, dwutlenek węgla, metan) gazu składowiskowego oraz jego emisji w jednej studzience odgazowującej w listopadzie 2010 roku.

Skład gazu z punktu pomiarowego charakteryzuje się dominującą zawartością tlenu (15,5%), przy nieznacznym udziale dwutlenku węgla (4,4%) i metanu (< 0,3%).

Emisję poszczególnych składników gazu dla poszczególnych studzienek odgazowujących obliczono na podstawie pomiaru chwilowego przepływu wykonanego anemometrem, zawartości procentowej poszczególnych gazów, średnicy studni odgazowującej, ciśnienia, temperatury oraz wilgotności względnej gazu. Jednakże w dniu pomiarowym prędkość wypływu gazu ze studzienki była zbyt niska (poniżej dolnej granicy oznaczalności anemometru, która wynosi 0,01 m/s) w związku z tym niemożliwe było dokonanie pomiaru emisji.

2.1. Opad atmosferyczny

2.1.1. Źródła danych

Zestawienie wielkości opadów atmosferycznych dla składowiska odpadów w Bobrowcu zostało opracowane w oparciu o dane dostarczone przez Zleceniodawcę.

2.1.2. Wyniki

W poniższej tabeli przedstawiono wielkość opadów dobowych w 2010 r.

Tab. 10. Dobowe opady atmosferyczne [mm] w 2010 roku w rejonie składowiska

DZIEŃ	M I E S I A C											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0,0	0,0	2,0	10,0	0,0	12,0	4,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	2,0	1,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
3	0,0	1,0	1,0	2,0	4,0	1,0	0,0	2,0	3,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	1,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	13,0	0,0	0,0	2,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	31,0	0,0
6	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	7,0	3,0
7	1,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	4,0	20,0	2,0	0,0	1,0	0,0
8	0,0	0,0	1,0	0,0	23,0	2,0	0,0	0,0	2,0	0,0	6,0	0,0
9	0,5	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	8,0
10	1,0	0,0	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0	10,0	7,0	0,0	7,0	2,0
11	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	3,0
12	1,0	8,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	7,0
13	0,0	2,0	2,0	0,0	10,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	8,0
14	0,0	0,0	1,0	0,0	9,0	0,0	26,0	0,0	11,0	0,0	0,5	3,0
15	0,0	1,0	3,0	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0	4,0
16	0,0	1,0	1,0	0,0	0,5	1,0	0,0	2,0	2,0	0,0	1,0	0,0
17	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	4,0	0,0	5,0	1,0
18	0,0	0,0	1,0	0,0	2,0	0,0	12,0	0,0	1,0	0,0	4,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	3,0	1,0
20	0,0	6,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	5,0	4,0
21	0,0	1,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	7,0	1,0
22	0,0	0,0	6,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	1,0	0,0
23	0,0	2,0	0,0	0,0	5,0	0,0	1,0	45,0	0,0	1,0	20,0	0,0
24	0,0	1,0	0,0	0,0	2,0	0,0	21,0	10,0	0,0	1,0	3,0	1,0
25	0,0	3,0	0,0	0,0	1,0	1,0	20,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	1,0	4,0	0,0	0,0	1,0	1,0
27	3,0	2,0	3,0	4,0	0,0	0,0	4,0	0,0	2,0	2,0	0,5	0,0
28	4,0	0,0	6,0	2,0	4,0	0,0	14,0	25,0	6,0	0,0	3,0	0,0
29	2,0		2,0	0,0	5,0	0,0	57,0	4,0	17,0	1,0	0,0	1,0
30	1,0		0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0
31	0,0		0,0		7,0		0,0	10,0		0,0		1,0
SUMA	13,5	31,0	39,0	23,0	120,5	26,0	169,0	166,0	72,0	9,0	133,0	52,5
Procent rocznego opadu	1,6	3,6	4,6	2,7	14,1	3,0	19,8	19,4	8,4	1,1	15,6	6,1

0 - ślad opadu

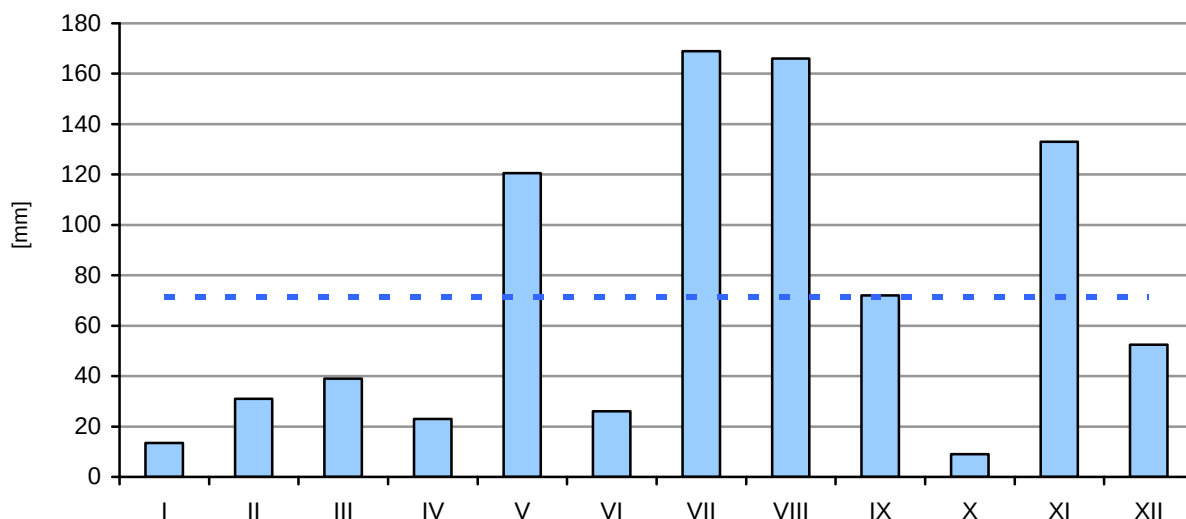
„ . ” - opad nie wystąpił

2.1.3. Omówienie wyników

Na podstawie wyników pomiarów opadu atmosferycznego (dane od Zleceniodawcy) stwierdza się, że roczna suma opadu atmosferycznego (2010 rok) w rejonie składowiska odpadów w Bobrowcu wyniosła 854,5 mm. Miesiącem najbardziej obfitym w opad był lipiec

(169,0 mm), natomiast najbardziej suchym okazał się październik (9,0 mm). Średni miesięczny opad wyniósł 71,2 mm.

Ryc. 8. Zmienność wielkości opadu atmosferycznego (wraz ze średnią roczną) w 2010 r. w ujęciu miesięcznym.



2.2. Skład masy składowanych odpadów

2.2.1. Skład morfologiczny odpadów

Oznaczenie składu morfologicznego przeprowadzono zgodnie z Normą Polską PN-93/Z-15006 dotyczącą oznaczania składu morfologicznego stałych odpadów komunalnych. W tym celu pobrano średnią próbkę laboratoryjną i odważono próbkę o masie ok. 5 kg. Następnie za pomocą sita rozdzielano ją na 2 frakcje otrzymując I frakcję o wielkości cząstek poniżej 10 mm i II frakcję o wielkości cząstek równych i powyżej 10 mm. Z pozostałej na sicie II frakcji wyselekcjonowano poszczególne składniki: odpady spożywcze pochodzenia roślinnego, odpady spożywcze pochodzenia zwierzęcego, odpady papieru i tektury, odpady tworzyw sztucznych, odpady materiałów tekstylnych, odpady szkła, odpady metali, odpady organiczne pozostałe i odpady mineralne pozostałe. Wszystkie wyselekcjonowane składniki z II frakcji oraz I frakcję zważono z dokładnością do 0,5 g.

Zawartość procentową I frakcji oraz poszczególnych składników II frakcji (X_n) obliczono w procentach wg wzoru:

$$X_n = \frac{m_o}{m} \times 100$$

w którym:

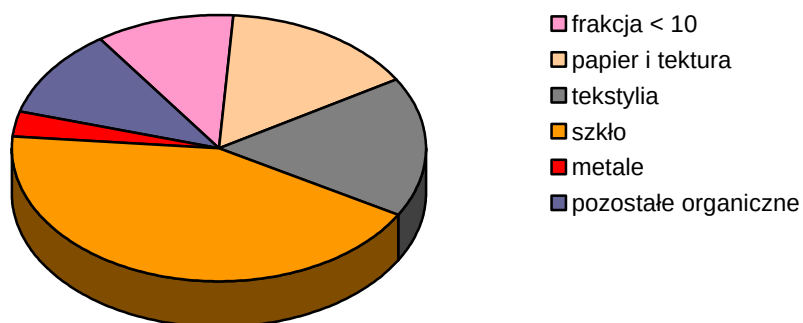
m_o - masa poszczególnych składników odpadów

m - masa próbki pobranej do oznaczenia,

n - od 1 do 10 - symbole poszczególnych składników

Tab. 11. Skład morfologiczny odpadów

I.p.	Nazwa składnika	Charakterystyka składnika	Zawartość poszczególnych składników %
1	2	3	4
1.	frakcja < 10 mm	Pozostałości z mechanicznej obróbki odpadów	10,8
2.	odpady spożywcze pochodzenia roślinnego	Pozostałości substancji roślinnych, powstające przy przygotowaniu pożywienia, np. obierki, resztki jarzyn i owoców, zgnile warzywa i owoce, resztki pokonsumpcyjne pożywienia, produkty spożywcze potraktowane jako odpady, np. pieczywo, kasza lub mąka w opakowaniach; inne odpady niemożliwe do ścisłego wyspecyfikowania	0,00
3.	odpady spożywcze pochodzenia zwierzęcego	Resztki mięsa, kości, wyrobów z mięsa, ryb tłuszczów, serów itp.	0,00
4.	odpady papieru i tektury	Wszelkie pozostałości wyroby z papieru i tektury	15,4
5.	odpady tworzyw sztucznych	Wszelkie pozostałości oraz wyroby z tworzyw sztucznych	0,00
6	odpady materiałów tekstylnych	Wszelkie resztki oraz wyroby z materiałów wełnianych, bawełnianych, lnianych i włókien chemicznych	16,9
7	odpady szkła	Wszelkie wyroby ze szkła oraz stłuczka szklana	43,1
8	odpady metali	Wszelkie wyroby i złom ze wszystkich rodzajów metali	3,00
9	odpady organiczne pozostałe	Odpady organiczne pozostałe po wyselekcjonowaniu składników 1-5 np. resztki roślin, zeschnięte kwiaty, trawa, gałęzie drzew, itp.	10,8
10	odpady mineralne pozostałe	Odpady mineralne pozostałe po wyselekcjonowaniu składników 6-7 jak: kawałki betonu, cegły, resztki ceramiczne itp.	0,00
RAZEM			100,00 ± 0,5%

Ryc. 9. Skład morfologiczny odpadów

2.2.2. Omówienie wyników

Wykonana analiza próbki odpadów zdeponowanych na składowisku odpadów w Bobrowcu wykazała największy udział wagowy odpadów szkła. Podczas wykonywania badań nie zaobserwowano występowania: odpadów spożywczych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, odpadów tworzyw sztucznych oraz odpadów mineralnych pozostałych.

2.3. Osiadanie składowiska

2.3.1. Metodyka wykonania pomiarów

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 dwa odbiorniki GPS500 Leica, pracujące w systemie fazowym tzw. geodezyjnym. Pomiary wykonano 7 kwietnia 2010 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).

Przed przystąpieniem do pomiarów rzędnych czaszy składowiska obrano punkt bazowy oznaczony symbolem "B" (fot. 4).

W następnym etapie prac terenowych na składowisku zostały zmierzone rzędne wysokościowe punktów reperowych, które oznaczone są jako Rp1, Rp2, Rp3 i Rp4. Zostały również zmierzone rzędne wysokościowe istniejących reperów roboczych, które zostały oznaczone jako Rp.rob. 1, Rp.rob.2 oraz Rp.rob.3.

Rzędne punktów monitoringu osiadania – reperów – zostały zmierzone wykorzystując metodę statyczną (fot. 5). W trakcie tej metody odbiornik ruchomy umieszczany jest nieruchomo nad mierzonym punktem. Następnie dokonywana jest akwizycja sygnału satelitarnego i pomiar rzędnej punktu.



Fot. 4. Stacja bazowa „reference”



Fot. 5. Pomiar metodą statyczną (zdjęcie poglądowe)

Pomiary przeprowadzono w układzie współrzędnych PUW 2000, strefa 6 na elipsoidzie WGS 84. Do obliczeń przyjęto punkt bazowy obliczony na podstawie danych uzyskanych z

pomiarów GPS w dniu 7 kwietnia 2010 roku, skorygowanych względem stacji referencyjnej w Stargardzie Szczecińskim (STRG). W toku procedury przeliczeniowej dane pomiarowe zgrano do komputera, a następnie dane z odbiornika „rover” skorygowano w odniesieniu do punktu bazowego. Obliczenia współrzędnych geograficznych oraz rzędnych punktów wykonano w programie Leica Geo Office. Zastosowanie takiej procedury pomiarowej umożliwiło uzyskanie niezwykle precyzyjnych danych (dokładność milimetrowa) 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 odstępu między elipsoidą a geoidą. Wszystkie przeliczenia wykonano w programie TRANSPOL.

2.3.2. Wyniki pomiarów

Wartości charakteryzujące Punkt Bazowy

Punkt bazowy – Rzędna wysokości 83,502 m n.p.m.

Współrzędne geograficzne:

B (szerokość geograficzna)

53° 46' 58,68779" N

Y = 5959655,722 ± 0,002 m

Współrzędna Y (tzw. Northing) w układzie PUW 2000, strefa 6

- prezentuje wartość szerokości geograficznej

L (długość geograficzna)

18° 30' 20,56441" E

X = 6544334,637 ± 0,002 m

Współrzędna X (tzw. Easting) w układzie PUW 2000, strefa 6

- prezentuje wartość długości geograficznej

$h_{\text{elipsoidalna}}$ 112,6975 m ± 0,002 m

$H_{\text{ortometryczna}}$ 83,502 m n.p.m.

Odstępstwo 29,196 m

**Charakterystyka składowiska odpadów komunalnych w miejscowości Bobrowiec,
gm. Smętowo Graniczne– punkty monitoringowe - repery**

Oznaczenie punktu	Easting	Northing	Wysokość elipsoidalna [m] 2010	Wysokość ortometryczna [m] n.p.m. 2010	Wysokość ortometryczna [m] n.p.m. 2009	Zmiany wysokości [m] w latach 2009-2010
Rp1	6544349,438	5959656,907	114,284	85,088	85,117	- 0,029
Rp2	6544373,965	5959735,033	114,979	85,783	85,833	- 0,050
Rp3	6544333,333	5959743,681	115,833	86,637	86,678	- 0,041
Rp4	6544311,254	5959667,304	114,720	85,524	85,539	- 0,015
Rp.rob.1	6544367,785	5959646,167	111,806	82,610	82,617	- 0,007
Rp.rob.2	6544367,773	5959644,409	112,258	83,222	83,230	- 0,008
Rp.rob.3	6544334,707	5959654,911	113,009	83,813	86,818	- 0,005
Oznaczenie punktu	Szerokość geograficzna	Długość geograficzna	Wysokość elipsoidalna [m] 2010	Wysokość ortometryczna [m] n.p.m. 2010	Wysokość ortometryczna [m] n.p.m. 2009	Zmiany wysokości [m] w latach 2009-2010
Rp1	53° 45' 58,72160"	18° 40' 21,37301"	114,284	85,08 8	85,117	- 0,029
Rp2	53° 46' 01,24106"	18° 40' 22,75247"	114,979	85,78 3	85,833	- 0,050
Rp3	53° 46' 01,53325"	18° 40' 20,53867"	115,833	86,63 7	86,678	- 0,041
Rp4	53° 45' 59,06958"	18° 40' 19,29380"	114,720	85,52 4	85,539	- 0,015
Rp.rob.1	53° 45' 58,36902"	18° 40' 22,37014"	111,806	82,61 0	82,617	- 0,007
Rp.rob.2	53° 45' 58,31173"	18° 40' 22,36755"	112,258	83,22 2	83,230	- 0,008
Rp.rob.3	53° 45' 58,66155"	18° 40' 20,56776"	113,009	83,81 3	86,818	- 0,005

2.3.1. 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.

Uzyskane dane pomiarowe GPS z 2009 i 2010 roku umożliwią przeprowadzenie pomiarów oraz miarodajnych analiz porównawczych punktów osiadania. Na ich podstawie możemy stwierdzić, że w latach tych uzyskane wyniki zawierają się w granicy błędu pomiarowego i świadczą o stabilności zainstalowanych na wysypisku punktów reperowych.

Pomiary z wykorzystaniem nowoczesnych technik pozycjonowania geograficznego umożliwiają wykonanie pomiarów rzędnych wysokościowych z dokładnością do 2 milimetrów. 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 nie możliwe stanie się przeprowadzenie interpretacji zjawiska osiadania.

Wykonanie w przyszłości 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.

3. WNIOSKI I ZALECENIA

1. Niniejsze opracowanie przedstawia wyniki badań wód podziemnych i wód odciekowych, pomiaru składu i emisji gazu, wielkości opadów atmosferycznych, badanie składu i struktury masy składowanych odpadów oraz badanie procesu osiadania powierzchni składowiska wykonanych w ramach monitoringu składowiska odpadów w Bobrowcu.
2. W czterech seriach badań analizie poddano próbki wody z piezometrów P1, P3, P4, P6, P7, P8. We wszystkich seriach pomiarowych w punktach P6 i P7 nie pobrano próbek z powodu braku wody, w związku z czym nie istniała możliwość wykonania analiz laboratoryjnych. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono podwyższone stężenia ogólnego węgla organicznego, które kształtowały się w granicach norm dla wód II (P4, P8 – II kwartał), IV (P4 – I kwartał) oraz V klasy jakości (P4 – V kwartał, P8 – II kwartał). Pozostałe badane wskaźniki posiadały wartości na poziomie właściwym dla wód I klasy jakości.
3. Na podstawie badań laboratoryjnych próbek wód odciekowych stwierdzono podwyższone wartości ogólnego węgla organicznego (OWO), który przekroczył dopuszczalną wartość zanieczyszczenia w ściekach wprowadzanych do wód i ziemi (Dz. U. 2009, Nr 27, poz. 169).
4. Wyniki pomiaru składu gazu składowiskowego wykazują dominującą zawartość tlenu przy nieznacznym udziale dwutlenku węgla i metanu.
5. Wykonana analiza morfologii odpadów zdeponowanych na składowisku odpadów w Bobrowcu wykazała największy udział wagowy odpadów szkła. Podczas wykonywania badań nie zaobserwowano występowania: odpadów spożywczych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego odpadów tworzyw sztucznych oraz odpadów mineralnych pozostałych

4. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

1. SGS EKO-PROJEKT, 2010; *Sprawozdania z badań wód podziemnych i odciekowych na składowisku odpadów w Bobrowcu*; Pszczyna.
 2. SGS EKO-PROJEKT, 2010; *Sprawozdanie z badań składu i struktury odpadów na składowisku odpadów w Bobrowcu*; Pszczyna.
 3. SGS EKO-PROJEKT, 2010; *Sprawozdania z pomiarów gazu składowiskowego na składowisku odpadów w Bobrowcu*; Pszczyna.
 4. SGS EKO-PROJEKT, 2010; *Ocena przebiegu osiadania powierzchni oraz stateczności zboczy na składowisku odpadów w Bobrowcu*; Pszczyna.
 5. EKO-PROJEKT, 2010; *Monitoring składowiska odpadów w Bobrowcu – raport za 2009 rok*; Pszczyna.
-
6. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu, czasu, sposobu oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów (Dz.U. 2002, Nr 220, poz. 1858).
 7. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz.U.2008, Nr 143, poz. 896).
 8. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 28 stycznia 2009 roku w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. 2009, Nr 27, poz. 169).
-
9. Anielak A., 2002; *Chemiczne i fizykochemiczne oczyszczanie ścieków*. PWN, Warszawa.
 10. Dudek J., Pałkowska H.; *Gaz składowiskowy-źródło energii odnawialnej* - www.inig.pl
 11. Gomółka E., Szaynok A., 1997; *Chemia wody i powietrza*. OWPW, Wrocław.
 12. Macioszczyk A., Dobrzyński D., 2002; *Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych*. PWN, Warszawa.
 13. Nielsen D.M., 1991; *Practical handbook of groundwater monitoring*. Lewis Publ. Chelsea 717 p.
 14. Lenczewska - Samotyja E. i in.; 2000; *Zarys geologii z elementami geologii inżynierskiej i hydrogeologii*. WPW, Warszawa.
 15. Pazdro Z., 1990; *Hydrogeologia ogólna*. Warszawa.
 16. Politechnika Warszawska – Wykorzystywanie biogazu ze składowisk odpadów jako odnawialne źródło energii – materiały seminaryjne.
 17. Szczepańska J., Kmiecik E., 1998; *Statystyczna kontrola jakości danych w monitoringu wód podziemnych*. Wydawnictwa AGH, Kraków.

18. Szczepańska J., Kmiecik E., 2005; *Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w oparciu o wyniki badań monitoringowych*. Wydawnictwa AGH, Kraków.
19. Wiłun Z., 1987; *Zarys geotechniki*. WKŁ, Warszawa.