

MONITORING SKŁADOWISKA ODPADÓW W MIEJSCOWOŚCI LINOWIEC, GM. STAROGARD GDAŃSKI

**BADANIA SKŁADU WÓD PODZIEMNYCH I ODCIEKOWYCH,
SKŁAD I STRUKTURA ODPADÓW NA SKŁADOWISKU,
ANALIZA WIELKOŚCI OPADU ATMOSFERYCZNEGO
ORAZ OCENA PRZEBIEGU OSIADANIA POWIERZCHNI SKŁADOWISKA
I STATECZNOŚCI ZBOCZY**

RAPORT ZA 2010 ROK

OPRACOWANIE:

SGS EKO-PROJEKT Sp. z o.o.

mgr inż. Karolina Ciechanowska-Żurek

mgr inż. Wiesław Polak

Pszczyna, luty 2011 r.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	4
1.1. Podstawa formalna i zakres opracowania	6
1.2. Charakterystyka obiektu	7
1.2.1. <i>Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne</i>	8
2. ZAKRES I WYNIKI WYKONANYCH PRAC	9
2.1. Wody podziemne	11
2.1.1. <i>Sieć monitoringu wód podziemnych</i>	11
2.1.2. <i>Metodyka poboru próbek</i>	12
2.1.3. <i>Zakres i metody wykonanych prac analitycznych</i>	13
2.1.4. <i>Wyniki badań</i>	14
2.1.5. <i>Omówienie wyników</i>	22
2.2. Wody odciekowe	28
2.2.1. <i>Punkty poboru wód odciekowych</i>	28
2.2.2. <i>Metodyka poboru próbek</i>	28
2.2.3. <i>Zakres i metody wykonanych prac analitycznych</i>	28
2.2.4. <i>Wyniki badań</i>	29
2.2.5. <i>Omówienie wyników badań</i>	31
2.3. Opad atmosferyczny	34
2.3.1. <i>Źródła danych</i>	34
2.3.2. <i>Wyniki</i>	34
2.3.3. <i>Omówienie wyników</i>	35
2.4. Struktura i skład masy składowanych odpadów	35
2.4.1. <i>Skład morfologiczny odpadów</i>	35
2.4.2. <i>Omówienie wyników</i>	37
2.5. Osiadanie składowiska	37
2.5.1. <i>Metodyka wykonania pomiarów</i>	37
2.5.2. <i>Wyniki pomiarów</i>	40
2.5.3. <i>Omówienie wyników</i>	41
2.6. Stateczność skarp	44
2.6.1. <i>Metodyka wykonania pomiarów</i>	44
2.6.2. <i>Wyniki pomiarów</i>	48
2.6.3. <i>Omówienie wyników</i>	50
3. WNIOSKI I ZALECENIA	51
4. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE	52

ZAŁĄCZNIKI TEKSTOWE:

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

ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE:

Załącznik 2. Mapa lokalizacyjna

Załącznik 3. Mapa dokumentacyjna

Załącznik 4. Mapa dokumentacyjna

Załącznik 5. Badanie przebiegu osiadania powierzchni składowiska odpadów w m. Linowiec, gm. Starogard Gdański. Mapa hipsometryczna - (modele trójwymiarowe - 3D) wykonana na podstawie pomiarów GPS 2010 w skali 1:600 (skala barwna).

Załącznik 6. Badanie przebiegu osiadania powierzchni składowiska odpadów w m. Linowiec, gm. Starogard Gdański. Mapa warstwowa - (modele trójwymiarowe - 3D), wykonana na podstawie pomiarów GPS 2010 w skali 1:600 na podkładzie topograficznym składowiska.

Załącznik 7. Badanie przebiegu osiadania powierzchni składowiska odpadów w m. Linowiec, gm. Starogard Gdański. Mapa zmian w latach 2009-2010 - (modele trójwymiarowe - 3D), wykonana na podstawie pomiarów GPS 2009 oraz GPS 2010 w skali 1:600.

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 słabo migruje i występuje w nieznacznym, często śladowym 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 nieznacznych, 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.

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

Zlecniodawca:

Przedsiębiorstwo Usług Komunalnych
STARKOM Sp. z o.o.
ul. Tczewska 22
83-200 Starogard Gdański

Wykonawca:

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

Badania środowiskowe wód podziemnych i odciekowych, badanie składu i struktury masy składowanych odpadów oraz badanie stateczności zboczy i procesu osiadania powierzchni składowiska na terenie składowiska odpadów w miejscowości Linowiec, gm. Starogard Gdański wykonane zostały na podstawie umowy z dnia 3 czerwca 2009 r. zawartej pomiędzy Zleceniodawcą a Wykonawcą.

Zamieszczone w raporcie dane dotyczące wielkości opadów atmosferycznych zostały dostarczone przez Zleceniodawcę.

1.2. Charakterystyka obiektu

Składowisko odpadów komunalnych i przemysłowych dla Gminy Starogard Gdański położone jest na terenie wsi Linowiec w odległości około 1,5 km na południe od tej wsi, przy szosie Starogard Gdański – Skarszewy. Zabudowa mieszkalna wsi Linowiec zlokalizowana jest w odległości około 500 m na północ od granic składowiska, jednak najbliższe zabudowania oddalone są o około 250 m. W odległości 900 m na zachód od składowiska zlokalizowane są zabudowania wsi Okole. Od centrum Starogardu Gdańskiego oddalone jest około 4,5 km i około 800 m od północno – zachodnich krańców tego miasta. Eksploatatorem składowiska jest Przedsiębiorstwo Usług Komunalnych „STARKOM” Sp. z o.o.

Teren składowiska otoczony jest wałem ziemnym, a od strony północno – zachodniej na obrzeżach składowiska wykonany jest pas zieleni izolacyjnej. Składowisko wyposażone jest w wagę i koryto dezynfekcyjne dla pojazdów dostarczających odpady oraz dwa spychacze plantujące i zgęszczające odpady. Ponadto na terenie składowiska zlokalizowany jest budynek administracyjno-biurowy.

Składowisko powstało w miejscu dawnych wyrobisk piasku. Teren składowiska obejmuje powierzchnię 15,44 ha, przy czym powierzchnia kwater zajmuje 6 ha.

Obszar składowiska położony jest w zlewni rzeki Wierzycy. Składowisko zlokalizowano w odległości około 1,3 km na wschód od rzeki. Około 750 m na zachód od składowiska płynie ciek uchodzący do rzeki Wierzyca. W bezpośrednim sąsiedztwie brak jest jezior. Liczne oczka na północ od składowiska wykorzystują bezodpływowe zagłębienia terenowe pochodzenia lodowcowego. Na zachód od składowiska w odległości około 200 m w zagłębieniach powstały mokradła porośnięte bujną roślinnością. Urozmaicony krajobraz falistej wysoczyzny morenowej

wokół składowiska użytkowany jest rolniczo. Teren w bezpośrednim sąsiedztwie na południe i wschód od omawianego terenu porośnięty jest monokulturą sosny.

W system sieci monitoringowej na składowisku odpadów m. Linowiec wchodzi następujące punkty obserwacyjne:

- piezometry i studnie monitorujące jakość wód podziemnych (P8, P9, P11 i P13 oraz studnia nr 1, 2 i 70)
- zbiornik odcieków

1.2.1. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

Stan rozpoznania geologicznego rejonu składowiska obejmuje utwory czwartorzędowe, które nie zostały przewiercone. Czwartorzęd zbudowany jest z naprzemianległych fluwioglacjalnych osadów piaszczysto-żwirowych i warstw osadów nieprzepuszczalnych reprezentowanych przez gliny zwałowe.

W południowej części składowiska przypowierzchniową warstwę budują piaski pylaste, drobno- i średnioziarniste. Ich miąższość waha się od 2,7 m (P9) do 6,2 m (P6). Spągami dla przypowierzchniowej warstwy utworów piaszczystych są serie utworów trudnoprzepuszczalnych – głównie gliny zwałowe. Pakiet ten lokalnie rozdzielany wkładkami soczew piaszczysto-żwirowych ma miąższość około 30 m. W wyniku erodującej działalności fluwioglacjalnej na obszarze wysoczyzny morenowej serie glin wychodzą na powierzchnię terenu. Pod gliną zwałową zalegają dwie serie piaszczysto-żwirowe rozdzielone pakietami glin zwałowych. Serie piaszczyste będące warstwami wodonośnymi mają miąższość od około 10 do ponad 20 m.

W obrębie rozpoznanych utworów czwartorzędowych rozróżniono trzy poziomy wodonośne:

- I poziom wodonośny ujęty przez piezometry, charakteryzuje się swobodnym zwierciadłem wody. Warstwę wodonośną o małej miąższości budują piaski mułkowate i drobnoziarniste; poziom ten nie ma znaczenia użytkowego, kierunek spływu wód odbywa się z północnego – wschodu na południowy – zachód
- II poziom wodonośny o miąższości 10-20 m to poziom użytkowy wykorzystywany przez ujęcia wody, studnie gospodarskie; ma charakter naporowy, kierunek spływu wód odbywa się ze wschodu na zachód
- III poziom wodonośny stanowi podstawowe źródło zaopatrzenia w wodę dla Miasta Starogard Gdański; zalega pod dwoma pakietami utworów trudnoprzepuszczalnych o łącznej miąższości ok. 70 m. Spągami dla tego poziomu jest warstwa glin zwałowych, która nie została przewiercona w rejonie składowiska.

Lokalną bazą drenażu dla spływu wód podziemnych jest dolina rzeki Wierzyca.

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	μS / cm	PN-EN 27888:1999	A	PN-EN 27888:1999	A
Ołów	mg Pb / l	PN-EN ISO 17294-2:2006	A	PN-ISO 8288:2002	A
Kadm	mg Cd / l	PN-EN ISO 17294-2:2006	A	PN-ISO 8288:2002	A
Miedź	mg Cu / l	PN-EN ISO 17294-2:2006	A	PN-ISO 8288:2002	A
Cynk	mg Zn / l	PN-EN ISO 17294-2:2006	A	PN-ISO 8288:2002	A
Chrom (VI)	mg Cr ⁺⁶ / l	PN-77/C-04604.08	A	PN-77/C-04604.08	A
Rtęć	mg Hg / l	PN-EN 1483:2007	A	PN-EN 1483:2007	A
OWO	mg C / l	PN-EN 1484:1999	A	PN-EN 1484:1999	A
WWA	μg / l	PN-EN ISO 17993:2005	A	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 Sigmefirmy 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 (pomiary 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

W celu kontroli oddziaływania obiektu na środowisko, badaniom poddano następujące elementy:

- Poziom wód podziemnych
- Skład wód podziemnych
- Skład wód odciekowych
- Wielkość opadu atmosferycznego
- Skład i struktura odpadów na składowisku
- Osiadanie powierzchni składowiska i ocena stateczności zboczy

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 m. Linowiec wchodzi następujące punkty obserwacyjne:

- piezometry zafiltrowane i kontrolujące wody I poziomu wodonośnego:
 - piezometry P8 (szerokość geograficzna 54°00'21,060" N, długość geograf. 18°29'45,060" E), P9 (szerokość geograficzna 54°00'12,180" N, długość geograf.

- 18°29'40,560" E), P13 (szerokość geograficzna 54°00'07,320" N, długość geograf. 18°29'41,160" E) – zlokalizowane w strefie odpływu
- piezometr P11 (szerokość geograficzna 54°00'17,940" N, długość geograf. 18°30'02,520" E) – zlokalizowany w strefie napływu
- studnie (traktowane jako piezometry) monitorujące wody II poziomu wodonośnego:
 - studnia nr 70 (szerokość geograficzna 53°59'53,460" N, długość geograf. 18°31'50,700" E), – usytuowana w strefie dopływu wód podziemnych
 - studnia nr 1 (szerokość geograficzna 54°00'25,680" N, długość geograf. 18°28'45,780" E) i 2 (szerokość geograficzna 54°00'19,800" N, długość geograf. 18°28'37,920" E) – usytuowane w strefie odpływu wód podziemnych

2.1.2. Metodyka poboru próbek

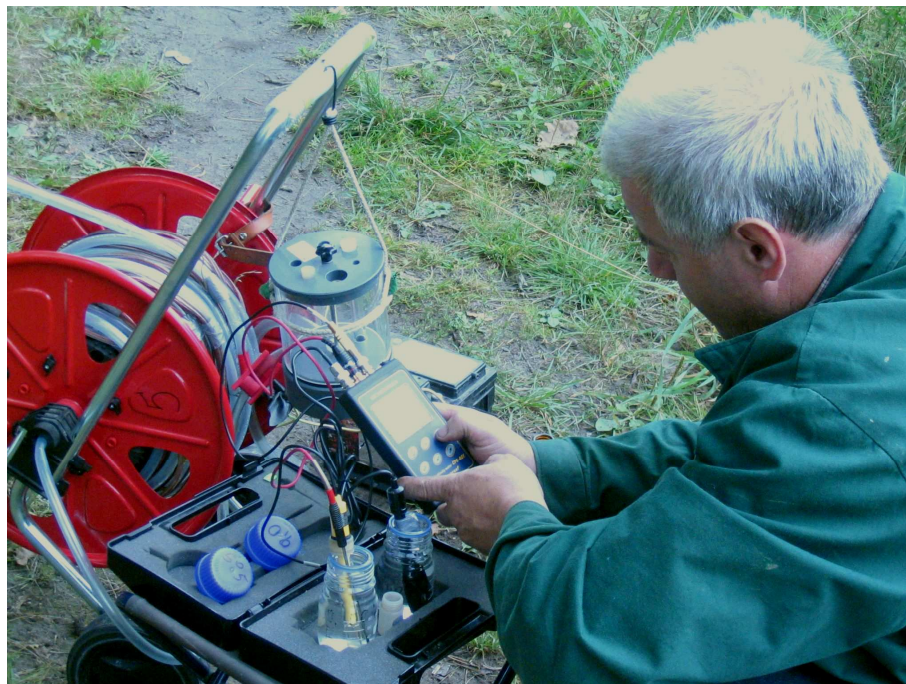
Próbki wody do badań monitoringowych powinny w jak największym stopniu reprezentować jej własności fizyczno-chemiczne w warstwie wodonośnej, z której są pobierane. Szacuje się, że 30% błędów powstaje w procesie opróbowania i transportu (Nielsen, 1991).

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.

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. Wyniki pomiarów terenowych zostały udokumentowane w protokołach poboru próbek.

Do pobierania próbek wód podziemnych w zależności od warunków hydrogeologicznych wykorzystano pompę zanurzeniową „GIGANT” wraz z pompą wspomagającą „WHALE” oraz 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 P8, P9, P11 i P13 oraz studni nr 1, 2 i 70 pobrano w dniach 15 stycznia, 26 stycznia, 23 kwietnia, 23 lipca oraz 27 października 2010 r.

W dniu 26 stycznia stwierdzono zamarznięcie instalacji studni nr 1, a 27 grudnia awarię hydroforu w związku z tym niemożliwe było pobranie próbki i przeprowadzenie 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 I poziomu wodonośnego – 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 (odpływ - I poziom wodonośny)				KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
						Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
						I	II	III	IV	V
Data pobrania próbki	-	2010-01-15	2010-04-23	2010-07-23	2010-10-27					
Rzędna zwierciadła wód poniżej kryzy	m p.p.k.	6,50	6,30	6,30	5,95					
Odczyn	-	7,75	7,77	7,81	7,62	6,5 – 9,5			< 6,5 lub > 9,5	
Przewodność elektrolityczna właściwa	μS / cm	463	469	452	443	700	2 500*	2 500*	3 000	> 3 000
Ołów ^H	mg Pb / l	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,01	0,025	0,1	0,1*	> 0,1
Kadm ^H	mg Cd / l	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź	mg Cu / l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,003	0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk	mg Zn / l	< 0,05	0,07	< 0,05	< 0,05	0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI)	mg Cr ⁺⁶ / l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	---	---	---	---	---
Rtęć ^H	mg Hg / l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005
OWO	mg C / l	4,3	2,0	2,3	2,6	5	10*	10*	20	> 20
WWA ^H	mg / l	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	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. 3. Zestawienie wyników badań wód podziemnych I poziomu wodonośnego – piezometr P9

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 P9 (odpływ - I poziom wodonośny)				KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
						Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
						I	II	III	IV	V
Data pobrania próbki	-	2010-01-15	2010-04-23	2010-07-23	2010-10-27					
Rzędna zwierciadła wód poniżej kryzy	m p.p.k.	12,20	12,20	12,20	11,90					
Odczyn	-	7,20	7,61	7,30	7,03	6,5 – 9,5			< 6,5 lub > 9,5	
Przewodność elektrolityczna właściwa	μS / cm	1114	1237	1125	897	700	2 500*	2 500*	3 000	> 3 000
Ołów ^H	mg Pb / l	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,01	0,025	0,1	0,1*	> 0,1
Kadm ^H	mg Cd / l	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź	mg Cu / l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,033	0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk	mg Zn / l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI)	mg Cr ⁺⁶ / l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	---	---	---	---	---
Rtęć ^H	mg Hg / l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005
OWO	mg C / l	1,3	4,9	< 1,0	3,4	5	10*	10*	20	> 20
WWA ^H	mg/ l	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	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. 4. Zestawienie wyników badań wód podziemnych I poziomu wodonośnego – piezometr P11

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 P11 (napływ - I poziom wodonośny)				KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
						Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
						I	II	III	IV	V
Data pobrania próbki	-	2010-01-15	2010-04-23	2010-07-23	2010-10-27					
Rzędna zwierciadła wód poniżej kryzy	m p.p.k.	10,70	10,60	10,55	10,30					
Odczyn	-	7,60	7,71	7,68	7,52	6,5 – 9,5			< 6,5 lub > 9,5	
Przewodność elektrolityczna właściwa	μS / cm	602	641	608	644	700	2 500*	2 500*	3 000	> 3 000
Ołów ^H	mg Pb / l	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,01	0,025	0,1	0,1*	> 0,1
Kadm ^H	mg Cd / l	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź	mg Cu / l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,007	0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk	mg Zn / l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI)	mg Cr ⁺⁶ / l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	---	---	---	---	---
Rtęć ^H	mg Hg / l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005
OWO	mg C / l	6,7	1,1	1,1	1,1	5	10*	10*	20	> 20
WWA ^H	mg / l	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	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. 5. Zestawienie wyników badań wód podziemnych I poziomu wodonośnego – piezometr P13

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 P13 (odpływ - I poziom wodonośny)				KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
						Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
						I	II	III	IV	V
Data pobrania próbki	-	2010-01-15	2010-04-23	2010-07-23	2010-10-27					
Rzędna zwierciadła wód poniżej kryzy	m p.p.k.	7,50	7,45	7,40	7,20					
Odczyn	-	7,52	7,61	7,51	7,44	6,5 – 9,5			< 6,5 lub > 9,5	
Przewodność elektrolityczna właściwa	$\mu\text{S} / \text{cm}$	1161	1271	1290	1236	700	2 500*	2 500*	3 000	> 3 000
Ołów ^H	mg Pb / l	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,01	0,025	0,1	0,1*	> 0,1
Kadm ^H	mg Cd / l	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź	mg Cu / l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,005	0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk	mg Zn / l	< 0,05	1,14	< 0,05	< 0,05	0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI)	mg Cr ⁺⁶ / l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	---	---	---	---	---
Rtęć ^H	mg Hg / l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005
OWO	mg C / l	4,5	11,5	< 1,0	8,0	5	10*	10*	20	> 20
WWA ^H	mg / l	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	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 II poziomu wodonośnego – studnia nr 70

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	STUDNIA NR 70 (napływ – II poziom wodonośny)				KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
						Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
						I	II	III	IV	V
Data pobrania próbki	-	2010-01-26	2010-04-23	2010-07-23	2010-10-27					
Rzędna zwierciadła wód poniżej kryzy	m p.p.k.	..**	..**	..**	1,70					
Odczyn	-	8,01	7,66	7,44	7,54	6,5 – 9,5			< 6,5 lub > 9,5	
Przewodność elektrolityczna właściwa	μS / cm	1517	1471	1537	992	700	2 500*	2 500*	3 000	> 3 000
Ołów ^H	mg Pb / l	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,01	0,025	0,1	0,1*	> 0,1
Kadm ^H	mg Cd / l	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź	mg Cu / l	< 0,002	0,002	0,003	0,012	0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk	mg Zn / l	0,06	0,15	0,11	0,05	0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI)	mg Cr ⁺⁶ / l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	---	---	---	---	---
Rtęć ^H	mg Hg / l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005
OWO	mg C / l	23,6	12,6	< 1,0	19,3	5	10*	10*	20	> 20
WWA ^H	mg/l	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	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

** w studni zainstalowana pompa ręczna, brak możliwości pomiaru zwierciadła

^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 II poziomu wodonośnego – studnia nr 1

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	STUDNIA NR 1 (odpływ– II poziom wodonośny)				KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
						Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
						I	II	III	IV	V
Data pobrania próbki	-	2010-01-26	2010-04-23	2010-07-23	2010-10-27					
Rzędna zwierciadła wód poniżej kryzy	m p.p.k.	_**	_**	_**						
Odczyn	-	Instalacja zamknięta.	7,76	7,56	Awaria hydroforu. Brak możliwości poboru próbek.	6,5 – 9,5			< 6,5 lub > 9,5	
Przewodność elektrolityczna właściwa	μS / cm		612	615		700	2 500*	2 500*	3 000	> 3 000
Ołów ^H	mg Pb / l		< 0,004	< 0,004		0,01	0,025	0,1	0,1*	> 0,1
Kadm ^H	mg Cd / l		< 0,0003	< 0,0003		0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź	mg Cu / l		< 0,002	< 0,002		0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk	mg Zn / l		< 0,05	0,06		0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI)	mg Cr ⁺⁶ / l		< 0,010	< 0,010		---	---	---	---	---
Rtęć ^H	mg Hg / l		< 0,00005	< 0,00005		0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005
OWO	mg C / l		3,6	4,4		5	10*	10*	20	> 20
WWA ^H	mg / l		< 0,00006	< 0,00006		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

** instalacja stała zakończona kranem, brak możliwości pomiaru zwierciadła

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

Tab. 8. Zestawienie wyników badań wód podziemnych II poziomu wodonośnego – studnia nr 2

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	STUDNIA NR 2 (odpływ- II poziom wodonośny)				KLASA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH				
						Dobry stan chemiczny			Słaby stan chemiczny	
						I	II	III	IV	V
Data pobrania próbki	-	2010-01-26	2010-04-23	2010-07-23	2010-10-27					
Rzędna zwierciadła wód poniżej kryzy	m p.p.k.	14,00	12,50	12,60	12,60					
Odczyn	-	7,82	7,73	7,46	7,44	6,5 – 9,5			< 6,5 lub > 9,5	
Przewodność elektrolityczna właściwa	μS / cm	410	322	312	305	700	2 500*	2 500*	3 000	> 3 000
Ołów ^H	mg Pb / l	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,01	0,025	0,1	0,1*	> 0,1
Kadm ^H	mg Cd / l	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	0,001	0,003	0,005	0,01	> 0,01
Miedź	mg Cu / l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,005	0,01	0,05	0,2	0,5	> 0,5
Cynk	mg Zn / l	< 0,05	< 0,05	0,06	< 0,05	0,05	0,5	1	2	> 2
Chrom (VI)	mg Cr ⁺⁶ / l	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	---	---	---	---	---
Rtęć ^H	mg Hg / l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	0,001*	0,001*	0,001*	0,005	> 0,005
OWO	mg C / l	20,5	4,6	4,4	4,0	5	10*	10*	20	> 20
WWA ^H	mg / l	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	< 0,00006	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

^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 odpadów w m. Linowiec w 2010 roku monitorowane były za pomocą piezometrów: P8, P9, P11 i P13 kontrolujących wody I poziomu wodonośnego, a także studni: nr 1, 2, i 70 kontrolujących wody II poziomu wodonośnego. Analizy laboratoryjne pobranych próbek wody obejmowały podstawowy zakres wskaźników (Dz. U. 2002, Nr 220, poz.1858).

Na podstawie pomiarów wysokości zwierciadła, prowadzonych w ramach monitoringu, stwierdzono przepływ I poziomu wodonośnego wód podziemnych w kierunku południowo – zachodnim, natomiast przepływ wód II poziomu wodonośnego w kierunku zachodnim.

W okresie objętym badaniami wody podziemne I poziomu wodonośnego wypływające (P8, P12) z terenu składowiska wykazują niewielki stopień przekształceń w stosunku do wód dopływających będących lokalnym tłem hydrogeologicznym (P11). We wszystkich kwartałach w piezometrach P9 oraz P13 odnotowano podwyższone wartości przewodności elektrolitycznej właściwej w granicach II klasy jakości wód podziemnych. Podwyższona wartość ogólnego węgla organicznego na poziomie właściwym dla wód II klasy jakości, odnotowana w wodach dopływających (P11), w ciągu roku uległa obniżeniu do wartości mieszczącej się w granicach norm dla I klasy jakości wód podziemnych. Natomiast wartości tego parametru w wodach piezometru P13 (wody odpływające) wykazywały wahania, bowiem w następujących po sobie seriach badawczych, obserwowano wzrost stężenia na przemian ze spadkiem. I tak wartość OWO z I klasy jakości w I serii, wzrosła w II serii badawczej i sklasyfikowano ją do IV klasy jakości, co czym w kolejnej serii obserwuje się jej spadek ponownie do klasy I i finalnie, w ostatniej serii badawczej w roku, ponownie odnotowuje się jej wzrost, jednak wartość ta mieści się w granicach norm II klasy jakości. Ponadto w II serii badawczej obserwuje się jednorazowy wzrost wartości cynku w piezometrze P13, którą sklasyfikowano do IV klasy jakości wód podziemnych. Epizodyczne nieznaczne podwyższenie wartości odnotowuje się w miedzi w piezometrze P9 (II klasa jakości). Pozostałe wskaźniki w analizowanym zakresie utrzymywały się poziomie właściwym dla wód I klasy jakości wód podziemnych.

Natomiast wody podziemne II poziomu wodonośnego wypływające z terenu składowiska nie wykazują stopnia przekształcenia, gdyż podwyższone wartości niektórych parametrów odnotowuje się zwłaszcza w studni nr 70 ujmującej wody napływające w rejon składowiska. Na podstawie otrzymanych wyników analiz w wodach odpływających z terenu składowiska obserwuje się podwyższone wartości cynku, kształtujące się na poziomie właściwym dla wód II klasy jakości w III serii badawczej oraz jednorazowo podwyższoną wartość ogólnego węgla organicznego w I serii, mieszczącą się w granicach norm dla wód V klasy jakości. Wody napływające w rejon składowiska charakteryzowały się podwyższonymi wartościami stężeń przewodności elektrolitycznej właściwej (wszystkie serie) i cynku (I, II, III seria), które sklasyfikowano do wód II klasy jakości oraz ogólnego węgla organicznego, które kształtowały się na poziomie właściwym

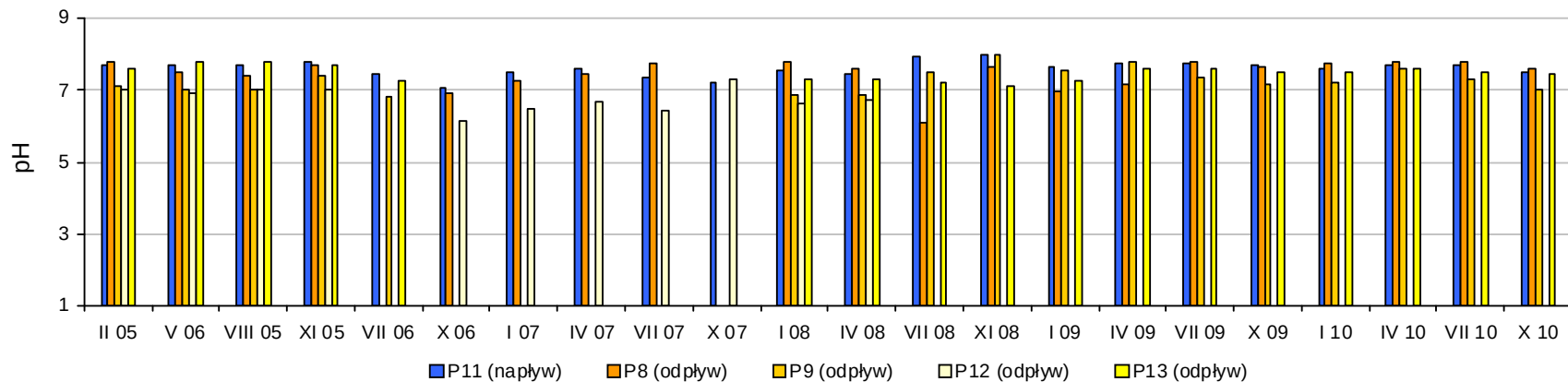
dla wód IV klasy (II i IV seria) i V klasy jakości wód podziemnych (I seria). Pozostałe analizowane parametry posiadały stężenia charakterystyczne dla wód I klasy jakości.

Na przestrzeni lat 2005 – 2010 roku można zaobserwować wahania wartości ogólnego węgla organicznego zarówno w wodach I poziomu wodonośnego jak i II poziomu wodonośnego. Po okresowej stabilizacji zawartości miedzi w wodach I poziomu wodonośnego, na koniec 2010 roku odnotowano wzrost wartości tego parametru. Ponadto sporadycznie obserwuje się wahania wartości cynku w wodach I poziomu wodonośnego.

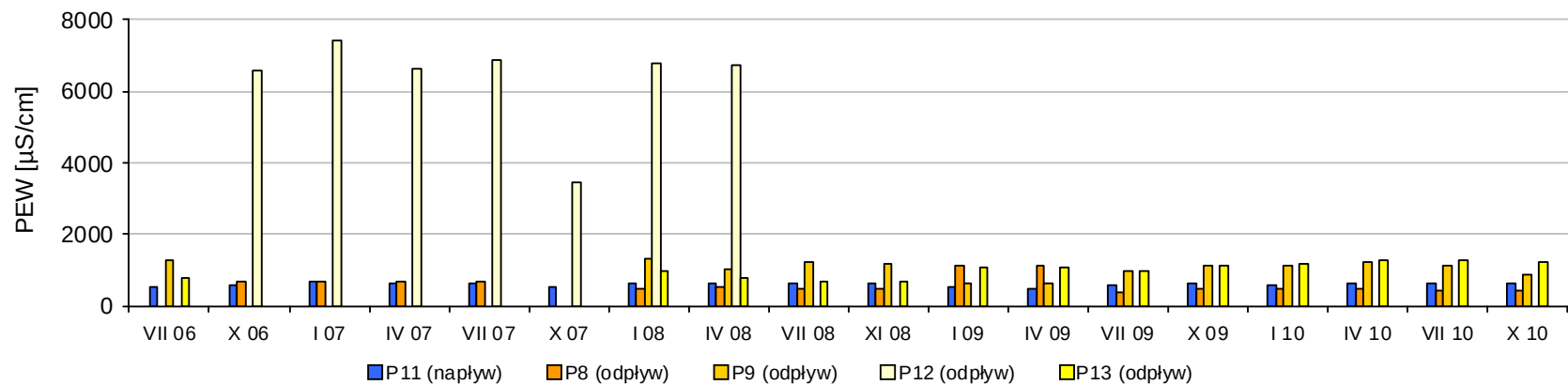
Reszta badanych wskaźników w obu poziomach wodonośnych utrzymywała wartości na zbliżonym poziomie co do rzędu wielkości.

I poziom wodonośny

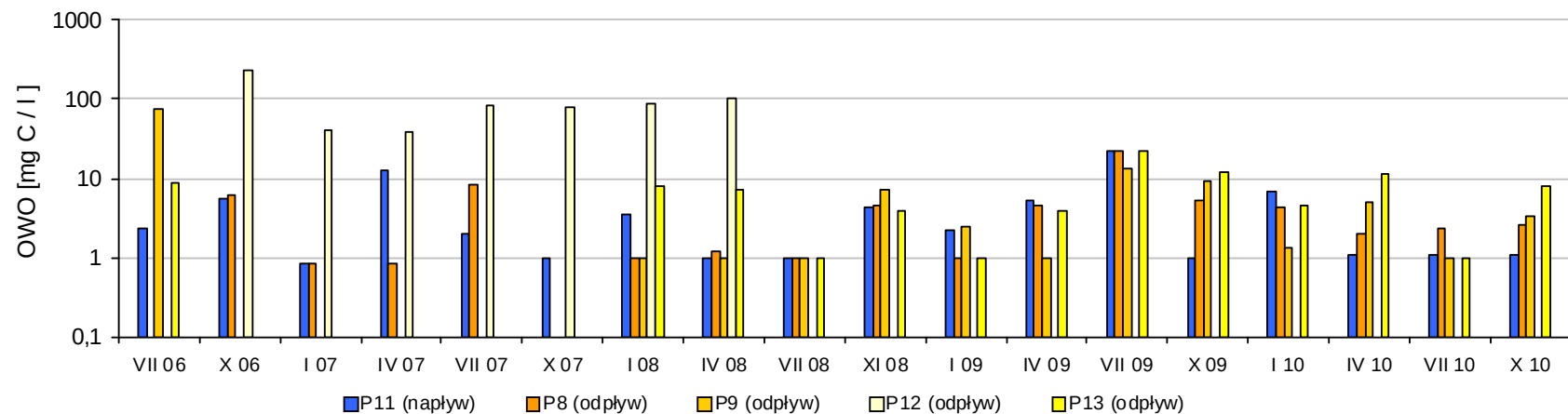
Ryc. 1. Zmienność wartości odczynu (pH) w badanych piezometrach w latach 2005 - 2010



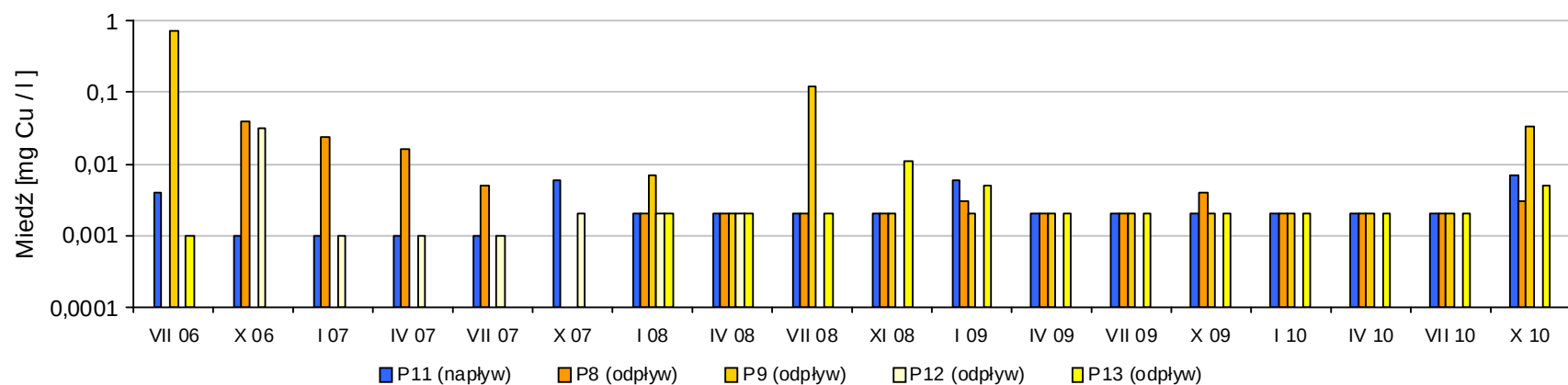
Ryc. 2. Zmienność wartości przewodności elektrolitycznej właściwej w badanych piezometrach w latach 2006 - 2010



Ryc. 3. Zmienność wartości ogólnego węgla organicznego (OWO) w badanych piezometrach w latach 2006 - 2010

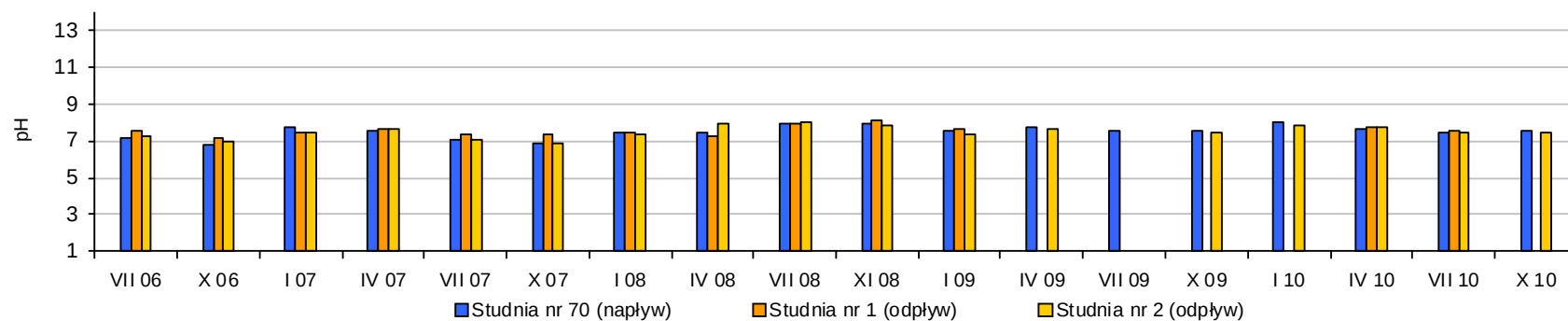


Ryc. 4. Zmienność wartości miedzi (Cu) w badanych piezometrach w latach 2006 - 2010

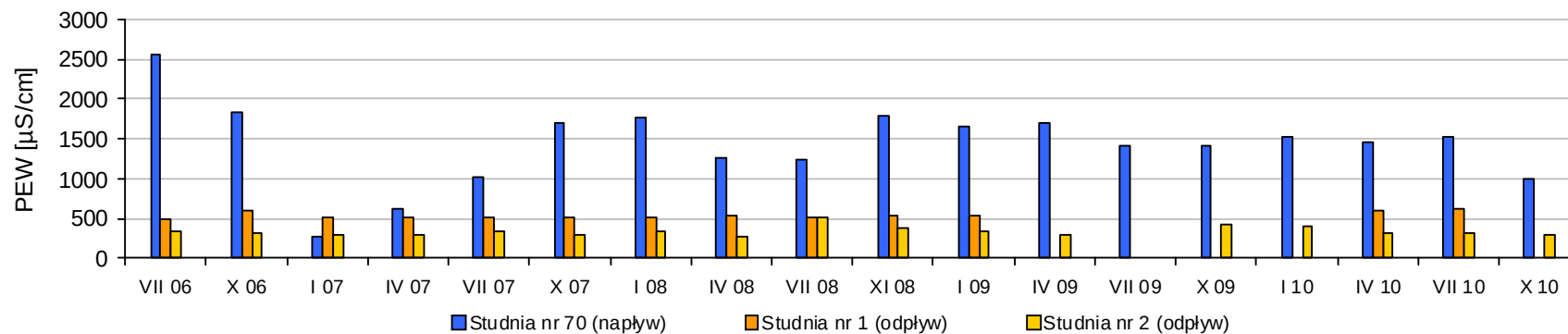


II poziom wodonośny (I użytkowy)

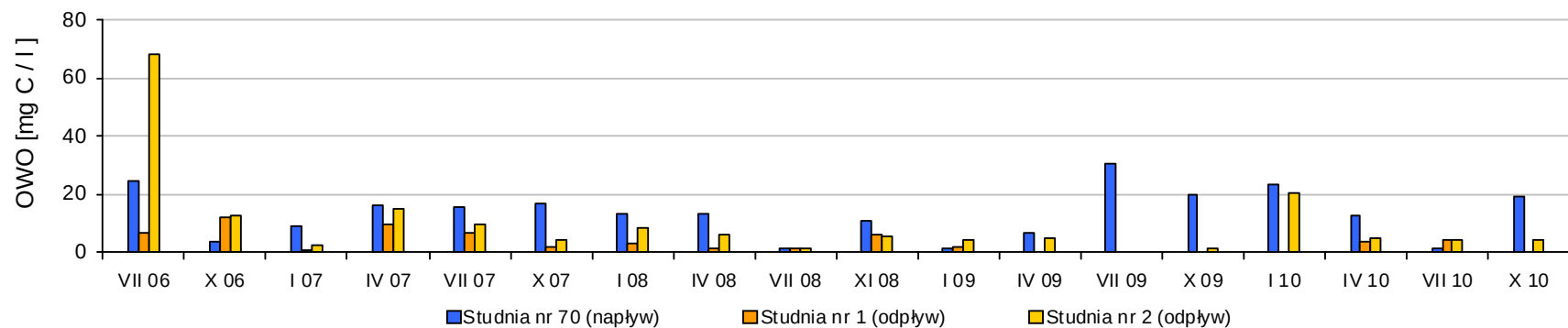
Ryc. 5. Zmienność wartości odczynu (pH) w badanych studniach w latach 2006 - 2010



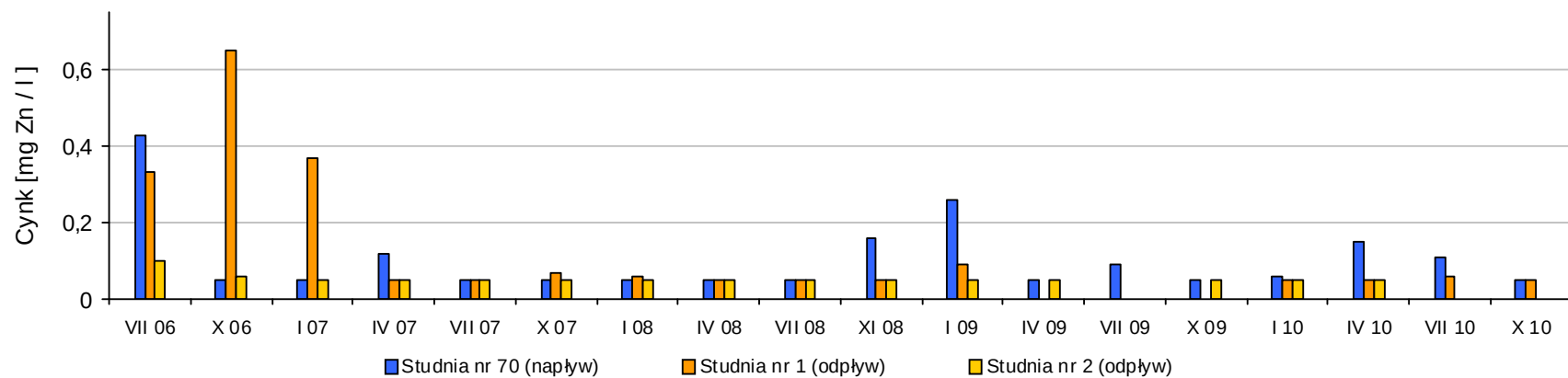
Ryc. 6. Zmienność wartości przewodności elektrolitycznej właściwej w badanych studniach w latach 2006 - 2010



Ryc. 7. Zmienność wartości ogólnego węgla organicznego (OWO) w badanych studniach w latach 2006 - 2010



Ryc. 8. Zmienność wartości cynku (Zn) w badanych piezometrach w latach 2006 - 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 gromadzące się w zbiorniku odcieków są recyrkulowane na kwaterę.

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 ocieku. 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 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 23 kwietnia, 23 lipca oraz 27 października 2010 r. W dniu 15 stycznia stwierdzono zamarznięcie wód odciekowych w zbiorniku, w związku z tym nie istniała możliwość poboru próbki i wykonanie analiz laboratoryjnych.

2.2.4. Wyniki badań

Wyniki badań wód odciekowych ze składowiska odpadów m. Linowiec zestawiono z dopuszczalnymi wartościami wskaźników zanieczyszczenia zawartymi w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 28 stycznia 2009 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).

Tab. 9. Zestawienie wyników badań wód odciekowych – zbiornik odcieków

Klasyfikacja wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 28 stycznia 2009 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)

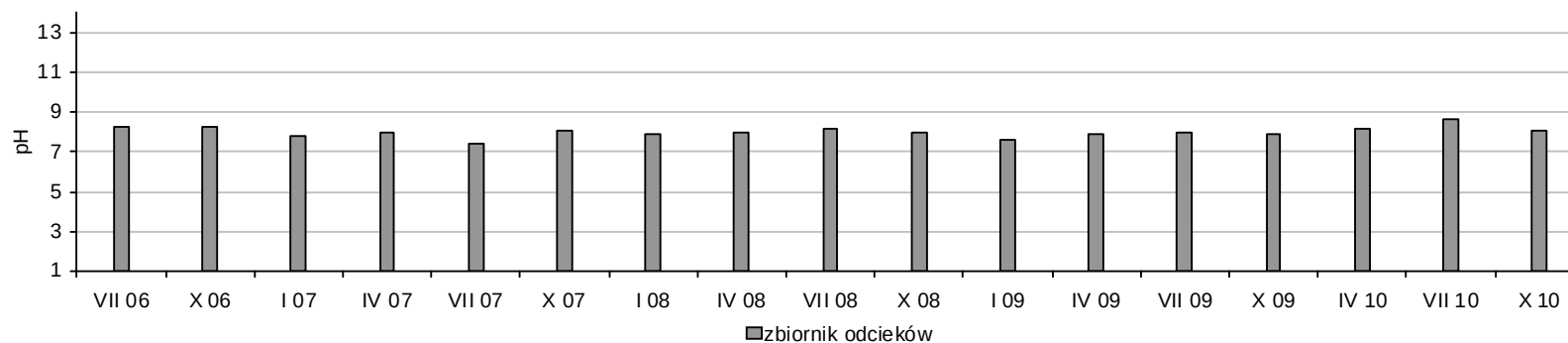
Oznaczenie	Jednostka	ZBIORNIK ODCIEKÓW				Dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczenia w ściekach wprowadzanych do wód lub do ziemi (Dz. U. 2009, Nr 27, poz. 169)
Data pobrania próbki	-	2010-01-15	2010-04-23	2010-07-23	2010-10-27	
Odczyn	-	woda zamarznięta	8,19	8,61	8,04	6,5 – 9
Przewodność elektrolityczna właściwa	$\mu\text{S} / \text{cm}$		15614	9293	13865	---
Ołów	$\text{mg Pb} / \text{l}$		0,16	0,17	0,21	0,5
Kadm	$\text{mg Cd} / \text{l}$		0,027	0,028	0,040	0,4*
Miedź	$\text{mg Cu} / \text{l}$		0,09	0,05	0,13	0,5
Cynk	$\text{mg Zn} / \text{l}$		0,17	0,25	0,46	2
Chrom (VI)	$\text{mg Cr}^{+6} / \text{l}$		0,017	0,019	0,022	0,1
Rtęć	$\text{mg Hg} / \text{l}$		< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,06*
OWO	$\text{mg C} / \text{l}$		703	493	579	30
WWA	$\mu\text{g} / \text{l}$		0,00069	0,00011	0,0144	---

* średnia dobowa

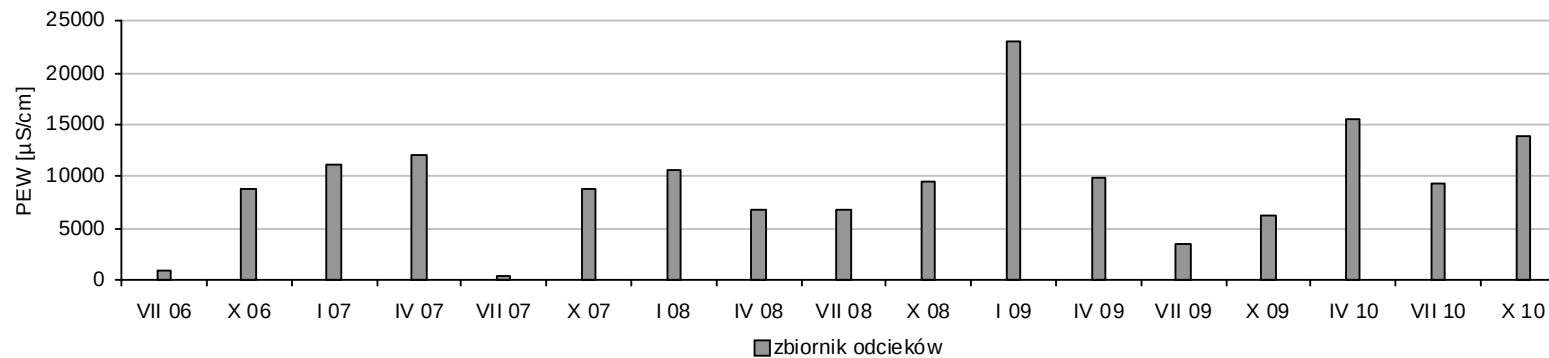
2.2.5. Omówienie wyników badań

Na podstawie badań laboratoryjnych próbek wód odciekowych stwierdzono podwyższone wartości ogólnego węgla organicznego (II, III, IV kwartał) które przekroczyły dopuszczalne wartości zanieczyszczenia w ściekach wprowadzanych do wód lub do ziemi. Pozostałe analizowane parametry mieściły się w granicach norm określonych dla ścieków wprowadzanych do wód lub ziemi określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska (Dz. U. 2009, Nr 27, poz. 169).

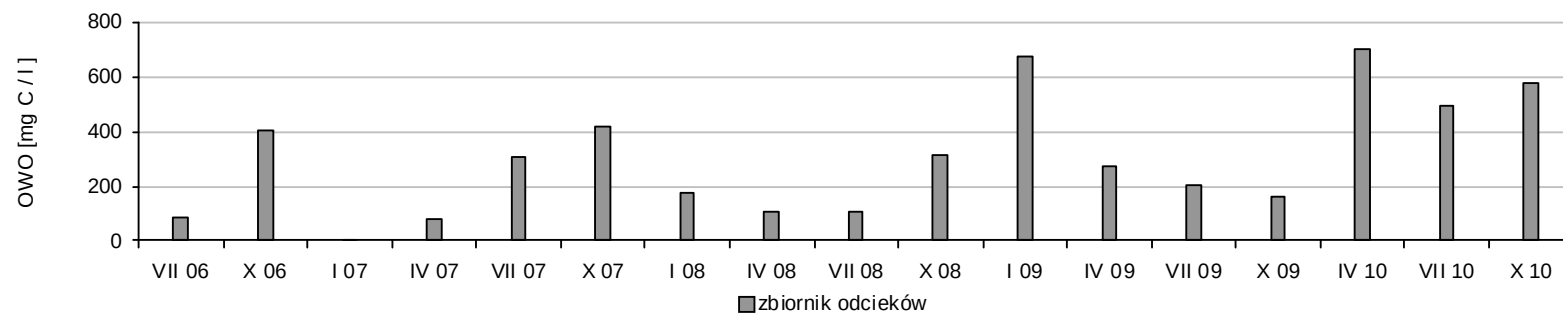
Ryc. 9. Zmienność wartości odczynu (pH) w zbiorniku odcieków w latach 2006 - 2010



Ryc. 10. Zmienność wartości przewodności elektrolitycznej właściwej w zbiorniku odcieków w latach 2006 - 2010



Ryc. 11. Zmienność wartości ogólnego węgla organicznego (OWO) w zbiorniku odcieków w latach 2006 - 2010



2.3. Opad atmosferyczny

2.3.1. Źródła danych

Zestawienie wielkości opadów atmosferycznych dla składowiska odpadów w m. Linowiec w okresie od stycznia 2010 r. do grudnia 2010 r. zostało opracowane w oparciu o dane otrzymane od Zleceńodawcy.

2.3.2. Wyniki

W poniższej tabeli przedstawiono wielkość opadów dobowych w 2010 r.

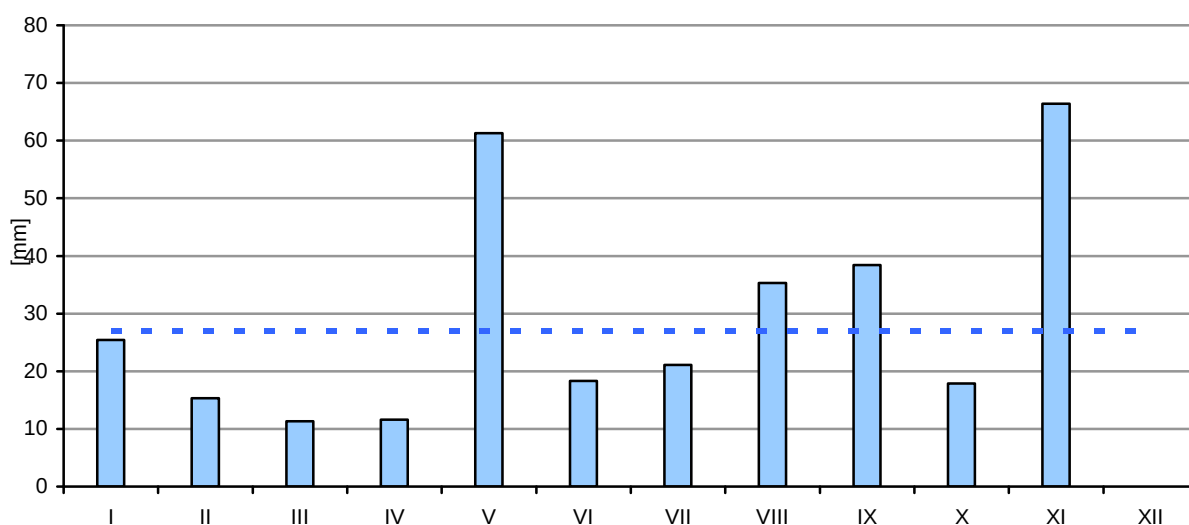
Tab. 10. Dobowe opady atmosferyczne [mm] w 2010 roku w rejonie składowiska

DZIEŃ	MIESIĄC											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0,0	0,1	0,3	4,2	7,5	0,1	1,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
2	0,4	0,0	3,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	3,2	0,0	0,0	0,0
4	0,3	0,2	0,5	0,0	2,8	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	9,8	0,0
5	1,2	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9	0,0
6	2,8	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	6,4	5,8	0,6	0,0	0,0	0,0
7	1,5	0,0	0,2	0,0	1,6	3,4	0,0	0,0	2,9	0,0	3,8	0,0
8	0,5	0,4	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0
9	3,0	0,6	0,0	0,5	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	5,3	0,0
10	0,0	2,8	0,0	0,4	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,5	1,2	0,2	0,2	0,0	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0
12	1,1	0,2	0,0	0,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0
13	0,4	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	3,0	0,0
14	0,6	0,0	0,4	0,8	5,6	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	1,9	0,0
15	1,4	0,6	0,2	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	4,9	0,7	0,7	0,0
16	0,5	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	5,8	0,0	0,5	0,0
17	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0
18	0,1	0,5	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,7	0,0
19	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	3,2	0,2	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	1,5	0,0
21	0,5	0,0	2,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	2,9	10,6	0,0	0,0
22	0,9	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	1,5	0,0
23	1,1	0,0	1,1	0,2	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,7	0,0
24	0,4	1,8	0,2	0,0	2,9	1,6	1,0	0,0	0,0	1,5	0,7	0,0
25	0,0	0,4	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,5	0,0
26	0,9	0,8	0,0	4,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
27	1,2	2,3	0,0	0,6	2,1	0,0	7,1	3,2	6,3	3,0	12,9	0,0
28	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	4,6	0,0	8,2	0,0	0,0	0,0
29	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,7	0,0	0,0	0,0
30	0,4		0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0
31	2,0		0,0		10,2		0,0	0,2		0,0		0,0
SUMA	25,4	15,3	11,3	11,6	61,3	18,3	21,1	35,3	38,4	17,9	66,4	0,0
Procent rocznego opadu	7,9	4,7	3,5	3,6	19,0	5,7	6,5	11,0	11,9	5,6	20,6	0,0

2.3.3. Omówienie wyników

Na podstawie wyników pomiarów opadu atmosferycznego (pomiarów dostarczone przez Zleceńodawcę) stwierdza się, że roczna suma opadu atmosferycznego (2010 rok) w rejonie składowiska odpadów w m. Linowiec wyniosła 322,3 mm. Miesiącem najbardziej obfitym w opad był listopad (66,4 mm), natomiast najbardziej suchym okazał się grudzień (0,0 mm). Średni miesięczny opad wyniósł 26,9 mm.

Ryc. 12. Zmienność wielkości opadu atmosferycznego w 2010 r. w ujęciu miesięcznym



2.4. Struktura i skład masy składowanych odpadów

2.4.1. 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:

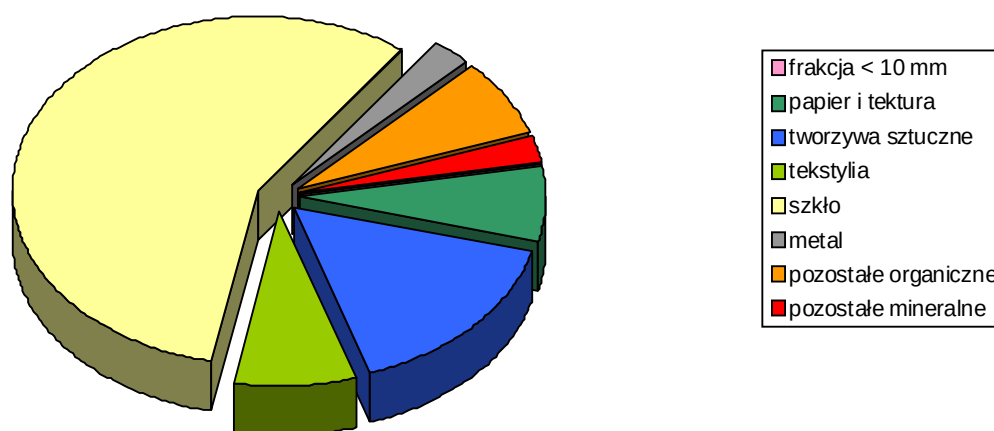
m_o - masa poszczególnych składników odpadów

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	0,00
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	7,03
5.	odpady tworzyw sztucznych	Wszelkie pozostałości oraz wyroby z tworzyw sztucznych	15,8
6	odpady materiałów tekstylnych	Wszelkie resztki oraz wyroby z materiałów wełnianych, bawełnianych, lnianych i włókien chemicznych	7,89
7	odpady szkła	Wszelkie wyroby ze szkła oraz stłuczka szklana	57,0
8	odpady metali	Wszelkie wyroby i złom ze wszystkich rodzajów metali	2,63
9	odpady organiczne pozostałe	Odpady organiczne pozostałe po wyselekcjonowaniu składników 1-5 np. resztki roślin, zeschnięte kwiaty, trawa, gałęzie drzew, itp.	7,02
10	odpady mineralne pozostałe	Odpady mineralne pozostałe po wyselekcjonowaniu składników 6-7 jak: kawałki betonu, cegły, resztki ceramiczne itp.	2,63
RAZEM			100,0

Ryc. 13. Skład morfologiczny odpadów

2.4.2. Omówienie wyników

Wykonana analiza próbek odpadów zdeponowanych na składowisku odpadów w m. Linowiec wykazała największy udział wagowy odpadów szkła. Natomiast nie zaobserwowano odpadów spożywczych pochodzenia zwierzęcego i roślinnego oraz odpadów frakcji drobnej złożonej głównie z cząstek mineralnych (np. piasek).

2.5. Osiadanie składowiska

2.5.1. 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 07 lipca 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).

- Prace kameralne

Polegające na sporządzeniu i interpretacji wynikowych map:

- przebiegu osiadania powierzchni składowiska odpadów

Mapy wykonane zostały na podstawie pomiarów GPS w 2010 roku i są prezentowane jako załączniki 5, 6 i 7 w skali 1 : 600 (wydruk wielkoformatowy).

Przed przystąpieniem do pomiarów rzędnych czaszy składowiska obrano punkt bazowy oznaczony symbolem "B" na mapach (fot. 4). Następnie dla wyznaczenia modelu składowiska wykonano pomiary w dwóch etapach. Pierwszy etap obejmował pomiary wokół czaszy składowiska. Celem pomiaru było dokładne wyznaczenie współrzędnych granicy składowiska. Podczas drugiego etapu wykonano serię pomiarów na czaszy składowiska odpadów. W następnym etapie prac terenowych na składowisku zostały zmierzone rzędne wysokościowe punktów reperowych, które na załączonych mapach oznaczone są jako Rp1, Rp3.

Sesję pomiarową wykonano metodą kinematyczną w trakcie której, odbiornik bazowy – „reference” (fot. 4) pozostał nieruchomy na punkcie bazowym, natomiast drugi – „rover” (fot. 5) będący w ruchu wykonywał pomiar punktów w określonych punktach na terenie mierzonego obiektu. Oba odbiorniki zostały podłączone do radiomodemów. Zastosowanie takiego rozwiązania umożliwia przesyłanie w sposób ciągły poprawek z odbiornika bazowego do „rovera”, gdzie stale prowadzone są obliczenia. Powyższa procedura umożliwia uzyskanie geodezyjnych dokładności odczytu. Rzędne punktów monitoringu osiadania – reperów – zostały zmierzone wykorzystując metodę statyczną. 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”(zdjęcie poglądowe)



Fot. 5. Odbiornik "rover" - pomiar metodą kinematyczną (zdjęcie pogładowe)

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 07 lipca 2010 roku, skorygowanych względem stacji referencyjnej w Toruniu (TORU). 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.

Punkty pomiaru rozmieszczone są równomiernie na całej powierzchni czasy składowiska. W czasie wykonywania prac związanych z pomiarem wysokości poszczególnych punktów osiadania, wykonano także pomiary powierzchni opracowanych obszarów. Zestawienie uzyskanych wyników w punktach pomiarowych osiadania w 2010 roku przedstawione zostało w załączonym do opracowania pliku Excel, o nazwie „Punkty pomiaru

osiadania składowiska w m. Linowiec, gm. Starogard Gdański”. Poniżej zestawiono wartości charakteryzujące obrany do badań punkt bazowy, wyznaczone punkty pomiaru osiadania powierzchni.

2.5.2. Wyniki pomiarów

Wartości charakteryzujące Punkt Bazowy

Punkt bazowy – Rzędna wysokości 114,711 m n.p.m.

Współrzędne geograficzne:

B (szerokość geograficzna)

54°00' 12,03207" N

Y = 5985940,537 ± 0,002 m

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

- prezentuje wartość szerokości geograficznej

L (długość geograficzna)

18°29' 42,14806" E

X = 6532457,4807 ± 0,002 m

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

- prezentuje wartość długości geograficznej

$h_{\text{elipsoidalna}}$ 144,521 m ± 0,002 m

$H_{\text{ortometryczna}}$ 114,832 m n.p.m.

Odstępstwo 29,689 m

Charakterystyka składowiska odpadów w m. Linowiec, gm. Starogard Gdański – punkty monitoringowe - repery

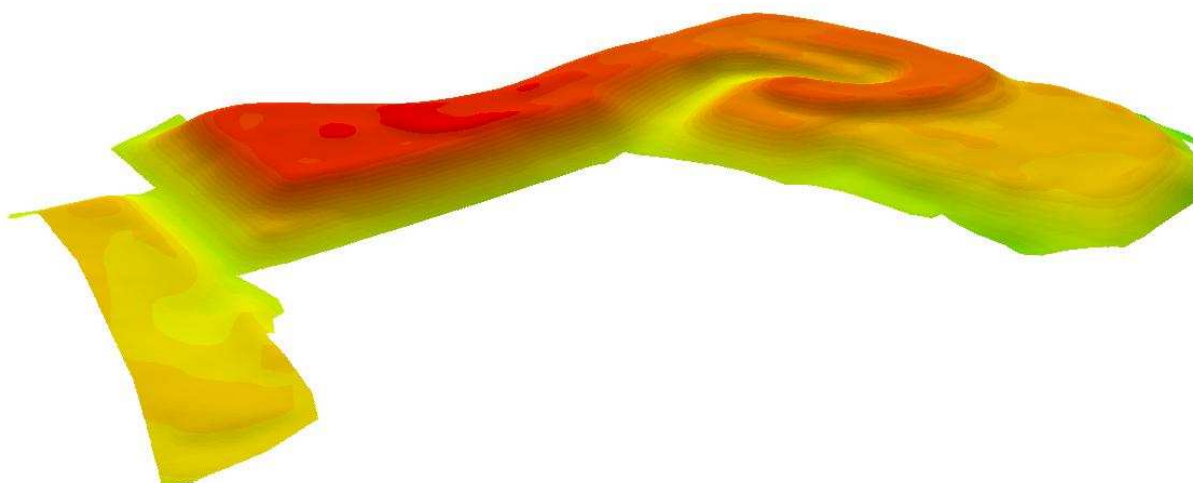
Oznaczenie punktu	Easting	Northing	Wysokość elipsoidalna m 2010	Wysokość ortometryczna m n.p.m 2010	Wysokość ortometryczna m n.p.m 2009	Zmiana wysokości 2009-2010 m
Rp1	6532601,629	5985907,490	151,466	121,777	151,404	0,062
Rp3	6532643,726	5986062,664	151,704	122,015	151,628	0,076

Charakterystyka składowiska w m. Linowiec, gm. Starogard Gdański

Obwód opracowanego obszaru	1 319 m
Powierzchnia opracowanego obszaru	53 842 m ²

Wartości charakteryzujące Punkty Pomiarowe 2010

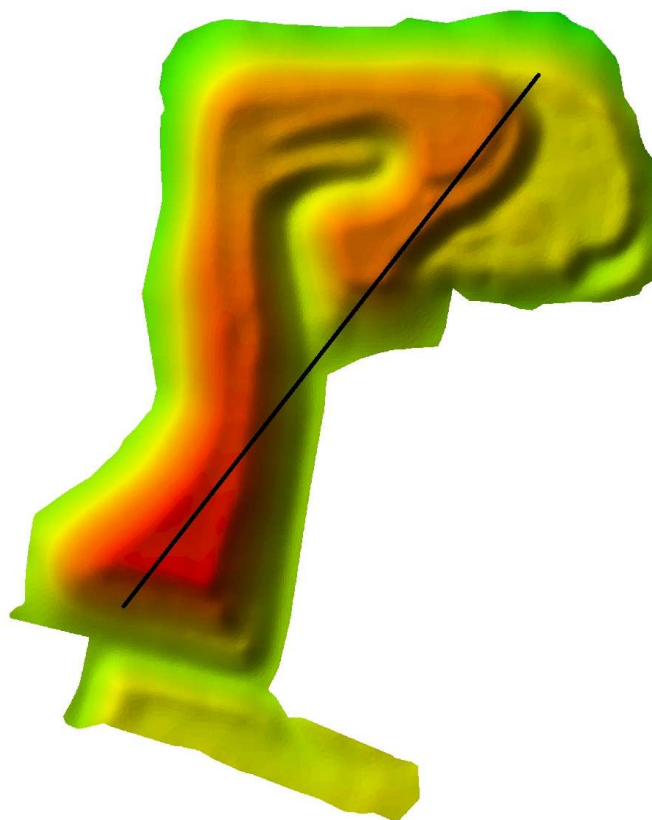
Wysokość maksymalna	134,492 m n.p.m.
Wysokość minimalna	107,553 m n.p.m.
Deniwelacja	26,940 m

Trójwymiarowy model składowiska wygenerowany na podstawie pomiarów GPS 2010 r.**2.5.3. Omówienie wyników**

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów (GPS) dla składowiska oraz na bazie planu sytuacyjno-wysokościowego wygenerowano hipsometryczne, trójwymiarowe modele mierzonego obiektu zachowując podstawowe cięcie poziomicowe 1,0 m. Następnie sporządzono wynikową barwną mapę hipsometryczną w skali 1:600.

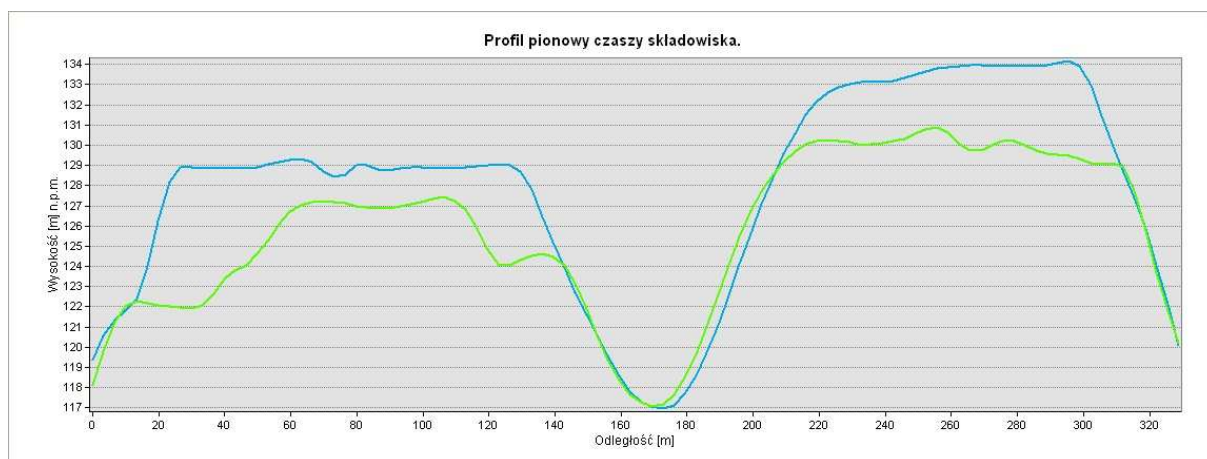
Dla badań przeprowadzonych w bieżącym roku określono w sposób bardzo precyzyjny lokalizację każdego punktu. Mając na uwadze dokładne przeprowadzenie pomiarów, badanie osiadania ograniczono do obszarów wokół punktów pomiarowych. Stanowią one punkt odniesienia do przeprowadzonych obliczeń.

W celu zobrazowania zmian zachodzących na składowisku wykonano linie przekrojów bryły, rozmieszczonych równomiernie na powierzchni składowiska (Ryc.14.). Przekroje stanowią pionowe profile czaszy składowiska wzdłuż osi NE - SW.



Ryc. 14. Lokalizacja profili pionowych

Na prezentowanych poniżej wykresach linią jasnozieloną oznaczono przebieg powierzchni czaszy modelu składowiska uzyskanego na podstawie pomiarów GPS 2009. Kolorem niebieskim oznaczono linię obrazującą przebieg powierzchni modelu składowiska wygenerowanego na podstawie danych GPS 2010.

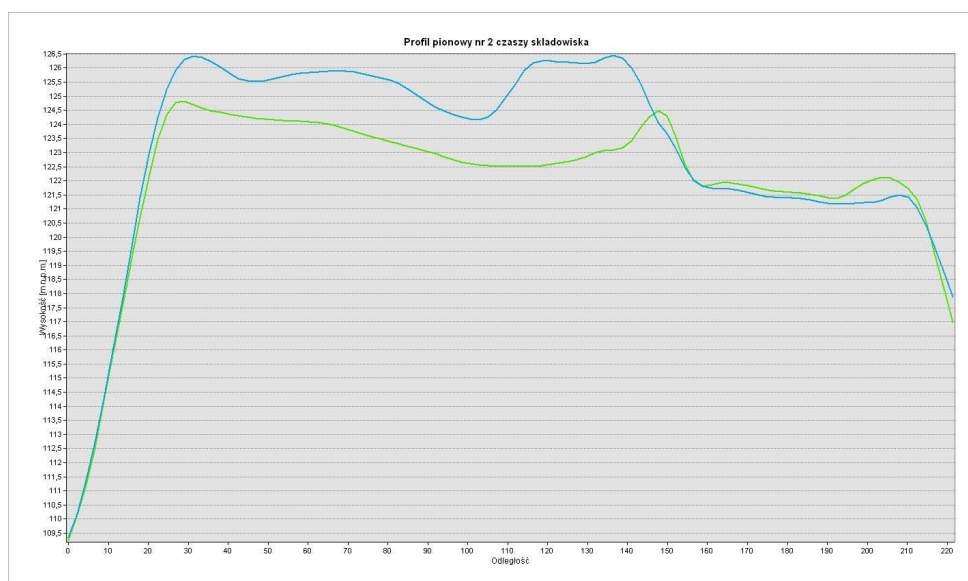


Wykres 1. Zmiany wysokości czaszy składowiska – profil nr 1

Analizując wykres profilu należy stwierdzić przyrost masy odpadów prawie na całej długości profilu. Zmiany rzędnych wahają się od -1,5 do 7 m. Rozkład zmian rzędnych wzdłuż profilu prezentuje wykres 2.



Wykres 2 . Zmiany wysokości czaszy składowiska, profil 1- rozkład wartości



Wykres 3. Zmiany wysokości czaszy składowiska – profil nr 2

Podsumowując, w trakcie eksploatacji składowiska, w latach 2009 – 2010, odpady były deponowane w północno-centralnej oraz południowej części składowiska.

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.

2.6. Stateczność skarp

2.6.1. Metodyka wykonania pomiarów

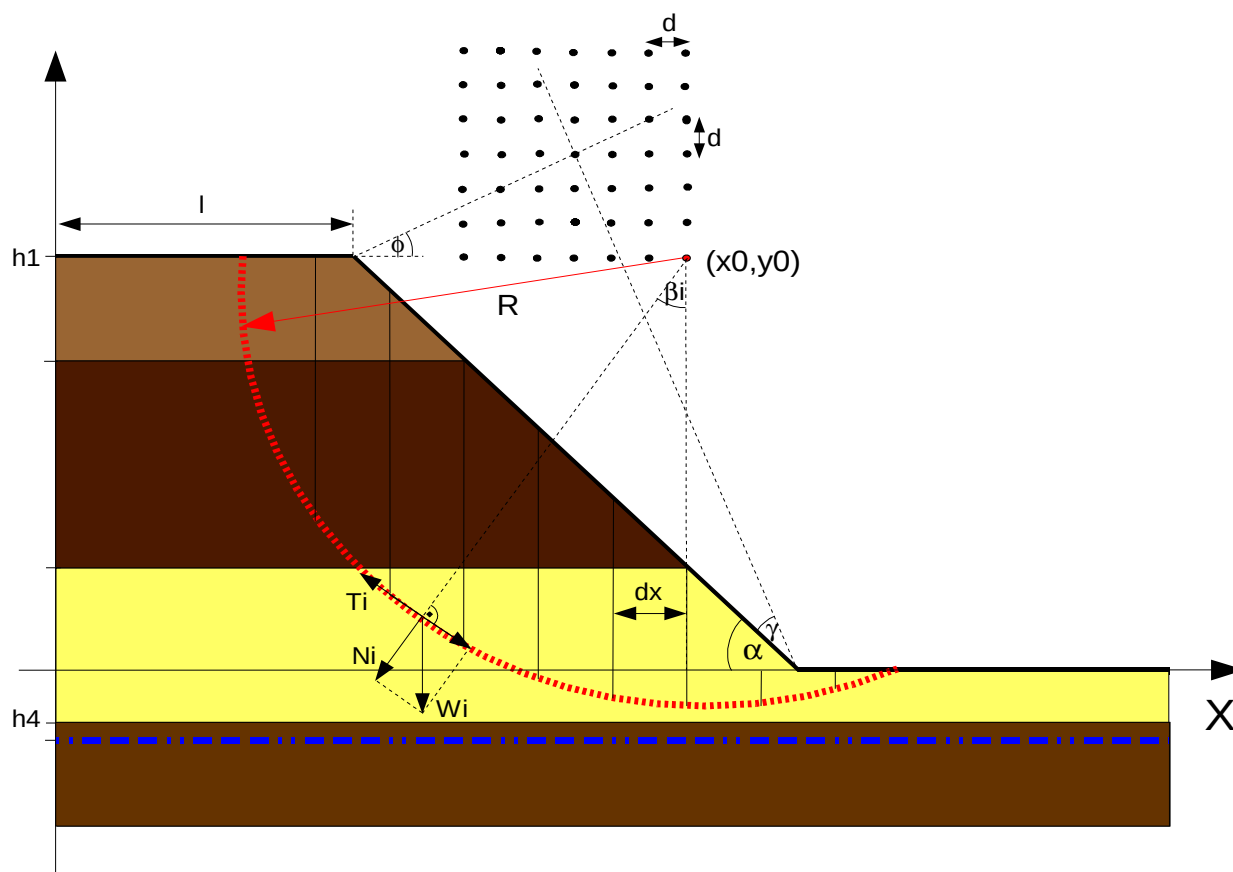
W badaniach stateczności skarp zastosowano metodę Felleniusa (szwedzka), zakładającą powstawanie kołowo-cylindrycznych powierzchni poślizgu. Metoda oprócz swej prostoty charakteryzuje się największym z pośród powszechnie używanych metod zapasem bezpieczeństwa. Często określana jest przez to jako metoda 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 (ryc. 15):



Ryc. 15. 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 (x_0, y_0) 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. 12. Charakterystyka mechaniczna gruntów

Rodzaj gruntu	ρ [kg/m ³]	Φ [°]	c [kPa]	Θ_s	a [m]	b [m]
Ż, Żp (żwir i pospółki)	1,9	38	0	0,36	0,12	2,5
Żg, Żpg (żwir 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 $\varphi = 36 [^\circ]$, $\gamma = 26 [^\circ]$ (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 skarpy 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.

2.6.2. Wyniki pomiarów

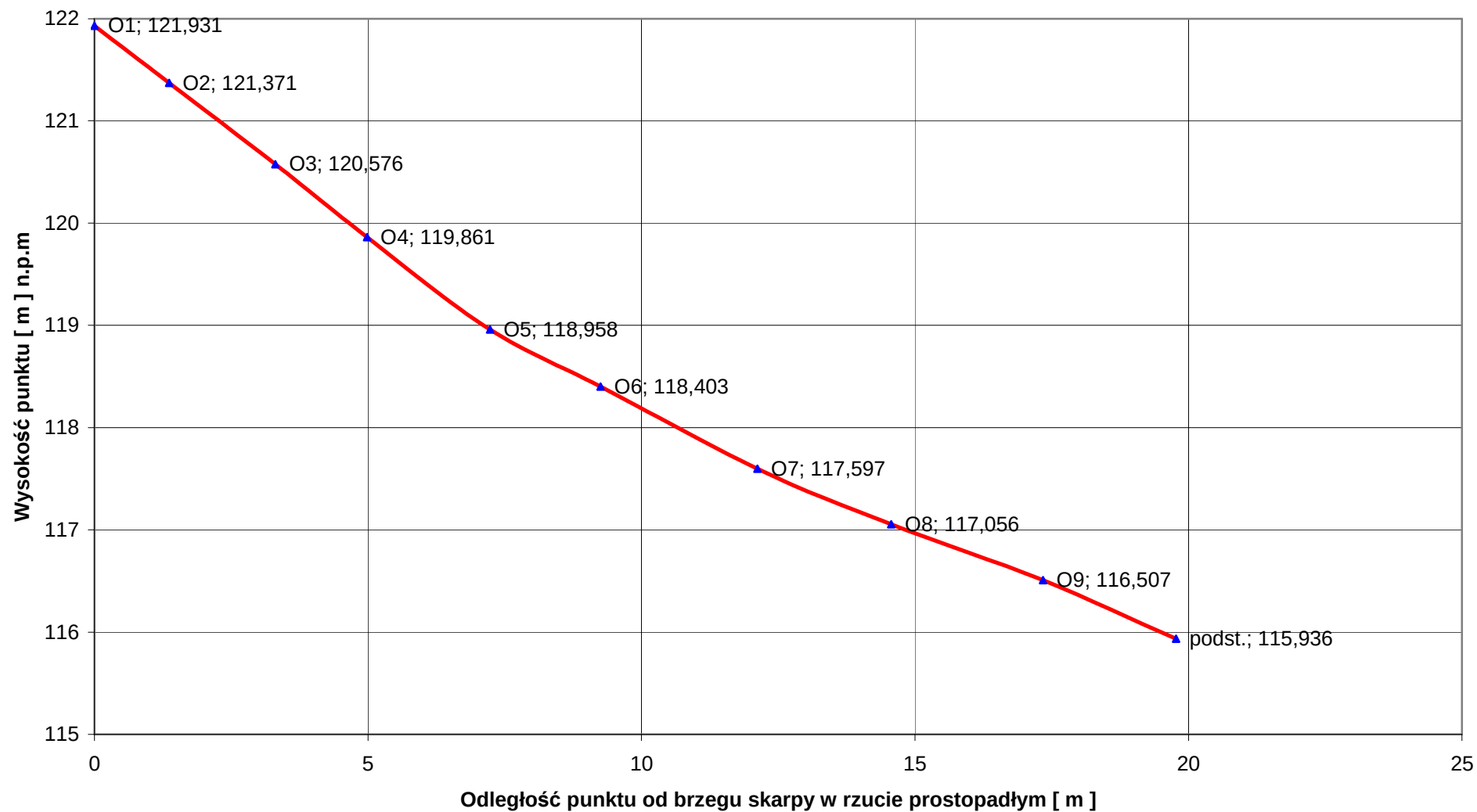
W wyniku pomiarów właściwości skarpy składowiska w m. Linowiec, gm. Starogard Gdański uzyskano następujące wartości:

Nr pkt. / miąższość warstwy	Podgrupa granulometryczna*	Rodzaj gruntu ⁺
O1 0,5-1m	pgm	Pg
O2 0,5-1m	plp	Pπ
O3 0,5-1m	plp	Pπ
O4 0,5-1m	pgl	Pd
O5 0,5-1m	pgl	Pd
O6 0,5-1m	pgm	Pg
O7 0,5-1m	pgl	Pd
O8 0,5-1m	pgm	Pg
O9 0,5-1,0m	plp	Pπ

* pgm – piasek gliniasty mocny; pgl – piasek gliniasty lekki; plp – piasek liźny pylasty;

+ Pd – piasek drobny; Pg – piasek gliniasty; Pπ – piaski pylaste

Graficzna prezentacja badanego profilu skarpy



2.6.3. Omówienie wyników

Na terenie składowiska odpadów w m. Linowiec, gm. Starogard Gdański przeprowadzono linię odwiertów w celu określenia stateczności skarpy.

Skarpa była analizowana przy założeniu, że jej nachylenie jest stałe. Kąt nachylenia skarpy wynosi $\alpha = 29,83 [^\circ]$ uzyskano metodą regresji liniowej. W programie obszar potencjalnej bryły osuwiskowej podzielono na 50 pasków. Spośród przeanalizowanych 900 położeń osi obrotu, najniższy współczynnik pewności dla skarpy, $F_1 = 1,11$ uzyskano dla osi o współrzędnych:

$$\begin{aligned}\alpha &= 16,8 [^\circ] \\ x_0 &= 42,21 [m] \\ y_0 &= 16,32 [m] \\ R &= 16,72 [m] \\ F &= 1,11\end{aligned}$$

Wykonane pomiary i obliczenia nie wykazują prawdopodobieństwa wystąpienia niestabilności skarpy. Zastosowany model obliczeń charakteryzuje się dużym zapasem bezpieczeństwa co znajduje potwierdzenie w braku ruchów masowych skarpy.

Zastosowany kąt nachylenia skarp i związane z tym spływy powierzchniowe są czynnikiem zabezpieczającym przed wystąpieniem warunków krytycznych. Niemniej w kolejnych pomiarach należy zwrócić szczególną uwagę na zmiany ukształtowania skarp na podstawie modelu terenu wykonanego z pomiarów reprezentatywnych dla rzeźby składowiska.

3. WNIOSKI I ZALECENIA

1. Niniejsze opracowanie przedstawia wyniki badań wód podziemnych i odciekowych, analizę wielkości opadu atmosferycznego, składu i struktury odpadów na składowisku oraz ocenę przebiegu osiadania powierzchni składowiska i stateczności zboczy wykonanych w ramach monitoringu składowiska odpadów w m. Linowiec, gm. Starogard Gdański.
2. W czterech seriach badań analizie poddano próbki wody z piezometrów P8, P9, P11 i P13 kontrolujących wody I poziomu wodonośnego, a także studni: nr 1, 2, i 70 kontrolujących wody II poziomu wodonośnego. Na podstawie uzyskanych wyników badań odnotowano zarówno w punktach monitorujących I warstwę wodonośną jak i II warstwę wodonośną podwyższone wartości przewodności elektrolitycznej właściwej (P9, P13, St. 70), ogólnego węgla organicznego (P11, P13, St. 70 i St. 2), cynku (P8, St. 70, St. 1 i St. 2) oraz miedzi (P9 i St. 70).
3. W badanych odciekach z terenu składowiska odpadów komunalnych w m. Linowiec wartości ogólnego węgla organicznego przekroczyły dopuszczalne normy określone w obowiązującym rozporządzeniu Ministra Środowiska. Pozostałe analizowane parametry mieściły się w granicach norm dla ścieków wprowadzanych do wód lub ziemi określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska (Dz. U. 2009, Nr 27, poz. 169).
4. Badanie morfologii odpadów wykazało zdecydowaną przewagę zdeponowanych na składowisku odpadów szkła. Natomiast nie zaobserwowano odpadów spożywczych pochodzenia zwierzęcego i roślinnego oraz odpadów frakcji drobnej złożonej głównie z cząstek mineralnych (np. piasek).
5. W trakcie eksploatacji składowiska, w latach 2009 – 2010, odpady były deponowane w północno-centralnej oraz południowej części składowiska. Wykonane pomiary i obliczenia nie wykazują prawdopodobieństwa wystąpienia niestabilności skarpy.

4. MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

1. SGS EKO-PROJEKT, 2010; *Sprawozdania z badań wód podziemnych i odciekowych na składowisku odpadów w m. Linowiec, gm. Starogard; Pszczyna.*
 2. SGS EKO-PROJEKT, 2010; *Sprawozdanie z badań składu i struktury odpadów na składowisku odpadów w m. Linowiec, gm. Starogard Gdański; Pszczyna.*
 3. SGS EKO-PROJEKT, 2010; *Ocena przebiegu osiadania powierzchni oraz stateczności zboczy składowiska odpadów w m. Linowiec, gm. Starogard Gdański; Pszczyna*
 4. EKO-PROJEKT, 2010; *Monitoring składowiska odpadów w miejscowości Linowiec, gm. Starogard Gdański – raport za 2009 r., Pszczyna.*
 5. EKO-PROJEKT, 2009; *Monitoring składowiska odpadów w miejscowości Linowiec, gm. Starogard Gdański – raport za 2008 r., Pszczyna.*
 6. EKO-PROJEKT, 2008; *Monitoring składowiska odpadów w miejscowości Linowiec, gm. Starogard Gdański – raport za 2007 r., Pszczyna.*
 7. EKO-PROJEKT, 2007; *Monitoring składowiska odpadów w miejscowości Linowiec, gm. Starogard Gdański – raport za 2006 r., Pszczyna.*
 8. EKO-PROJEKT, 2006; *Monitoring składowiska odpadów komunalnych i przemysłowych w miejscowości Linowiec, gm. Starogard Gdański – raport za 2005 r., Pszczyna.*
 9. ECG ORBITAL Sp. z o.o., 2004; *Dokumentacja geologiczna piezometrów P-11, P-12, P-13 oraz likwidacji piezometrów P-2, P-3, P-4, P-5, P-7 w rejonie składowiska odpadów w Linowcu, Gdynia.*
 10. ECG ORBITAL Sp. z o.o., 2002; *Przegląd ekologiczny składowiska odpadów komunalnych i przemysłowych w Linowcu, Gdańsk.*
 11. Przedsiębiorstwo Usług Komunalnych STARKOM Sp. z o. o – *Dobowe ilości opadów atmosferycznych w 2010 r.*
-
12. 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).
 13. 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).
 14. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 28 stycznia 2009 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).
-
15. Anielak A., 2002; *Chemiczne i fizykochemiczne oczyszczanie ścieków.* PWN, Warszawa.

16. Gomółka E., Szaynok A., 1997; *Chemia wody i powietrza*. OWPW, Wrocław.
17. Macioszczyk A., Dobrzyński D., 2002; *Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych*. PWN, Warszawa.
18. Madej J., 1969; *Określenie stateczności zboczy metodą pasków w świetle stosowania elektronicznej techniki obliczeniowej*. Archiwum Hydrotechniki, t XVI, z.3.
19. Nielsen D.M., 1991; *Practical handbook of groundwater monitoring*. Lewis Publ. Chelsea 717 p.
20. Lenczewska - Samotyja E. i in.; 2000; *Zarys geologii z elementami geologii inżynierskiej i hydrogeologii*. WPW, Warszawa.
21. Pazdro Z., 1990; *Hydrogeologia ogólna*. Warszawa.
22. Szczepańska J., Kmiecik E., 1998; *Statystyczna kontrola jakości danych w monitoringu wód podziemnych*. Wydawnictwa AGH, Kraków.
23. Szczepańska J., Kmiecik E., 2005; *Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w oparciu o wyniki badań monitoringowych*. Wydawnictwa AGH, Kraków.
24. Wiłun Z., 1987; *Zarys geotechniki*. WKŁ, Warszawa.