

Beata KLOJZY-KARCZMARCZYK*, Janusz MAZUREK**

Zakres monitoringu wybranych składowisk odpadów

Streszczenie: W zależności od rodzaju składowiska, zagrożenia związane z jego eksploatacją i w dalszej kolejności zamykaniem mogą być znacznie zróżnicowane. W pracy omówiono podstawowe zagadnienia związane z prowadzeniem monitoringu wybranych składowisk odpadów komunalnych oraz przemysłowych, zarówno w fazie eksploatacji jak i po jej zakończeniu. Analizę przeprowadzono na czynnym składowisku odpadów komunalnych w Baryczy koło Krakowa oraz aktualnie zamykanym składowisku odpadów poflotacyjnych „Trzebionka”. Przeprowadzona analiza obecnego stanu oraz zakresu działalności składowisk, jak również możliwych zagrożeń różnych elementów środowiska, pozwoliły sformułować wnioski odnośnie warunków prowadzenia monitoringu emisji zanieczyszczeń oraz monitoringu stanu środowiska.

Słowa kluczowe: składowiska odpadów, odpady komunalne, odpady poflotacyjne, emisja zanieczyszczeń, monitoring stanu środowiska

Range of monitoring of selected waste dumps

Abstract: Depending on the type of waste dump, hazards connected with its functioning and its subsequent closing down may be diverse. The paper presents basic aspects connected with monitoring the impact of some types of communal and industrial waste dumps, both those in operation and those which have already been closed down. Analysis was conducted at an active communal waste dump in Barycz near Krakow and at the Trzebionka floatation waste which is currently being closed down. The analysis of their present condition and the operation of the waste deposits as well as an analysis of possible hazards for various elements of the natural environment are the basis for formulating conclusions regarding contaminant emission monitoring and environment monitoring.

Key words: waste dump, communal waste, floatation waste, emission of contaminants, environment monitoring

* Dr inż., ** Mgr inż., Pracownia Badań Środowiskowych i Gospodarki Odpadami, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków.

Wprowadzenie

Powstawanie i funkcjonowanie składowisk odpadów komunalnych oraz przemysłowych związane jest z wieloma obszarami działalności gospodarczej i komunalnej. Składowiska stanowią często bezpośrednie lub pośrednie zagrożenie dla całego środowiska, a szczególnie gruntowo-wodnego. W zależności od rodzaju składowiska, zagrożenia związane z jego funkcjonowaniem i zamykaniem są inne. Zróżnicowane są także wymagania formalno-prawne i praktyczne aspekty, związane z prowadzeniem monitoringu oddziaływania poszczególnych obiektów na środowisko. Uwarunkowania lokalizacyjne obiektu oraz jakościowe składowanych odpadów każdorazowo wymagają indywidualnego rozpoznania.

Monitoring środowiska wokół składowisk odpadów jest podstawowym elementem kontroli prowadzonej w celu stwierdzenia ewentualnego zagrożenia dla środowiska. Zakres monitoringu i jego częstotliwość regulowane są rozporządzeniem Ministra Środowiska z roku 2002 (Dz.U. nr 220, poz. 1858), jednak każdorazowo dokonuje się wyboru dodatkowych parametrów, specyficznych dla danego składowiska, w celu włączenia ich do programu monitoringu. Dodatkowe parametry wskaźnikowe, dla potrzeb monitoringu środowiska gruntowo-wodnego w warunkach potencjalnego oddziaływania poszczególnych rodzajów składowisk, typuje się na podstawie analizy specyfiki składowiska i składu deponowanych odpadów oraz na podstawie badania wybranych parametrów środowiska (np. składu wód odciekowych i powierzchniowych) w zasięgu potencjalnego oddziaływania danego obiektu.

W pracy omówiono podstawowe problemy związane z prowadzeniem monitoringu oddziaływania wytypowanych składowisk odpadów komunalnych oraz przemysłowych, korzystając z doświadczeń własnych. Do analizy wybranych zagadnień z zakresu monitoringu składowisk wybrano najbardziej istotne elementy z punktu widzenia ochrony środowiska. Analizowano, w związku z tym, czynne składowisko odpadów komunalnych w Baryczy k. Krakowa oraz aktualnie zamykane składowisko odpadów pogórnictwa (składowisko odpadów poflotacyjnych czyli staw osadowy) z kopalni rudy cynkowo-ołowiowej „Trzebieńka” w Trzebini.

1. Monitoring składowiska odpadów komunalnych w Baryczy

Prowadzone w latach wcześniejszych przez autorów badania oraz szereg danych literaturowych wskazują, że składowiska odpadów komunalnych często powodują zanieczyszczenie wód podziemnych i powierzchniowych. Parametry wskaźnikowe, charakterystyczne dla tego rodzaju składowisk to pH, ilość zawiesin, BZT₅ i ChZT oraz zawartości chlorków, sodu, potasu, azotu amonowego, fosforanów, boru, chromu oraz żelaza (m.in. Czajka, Kłojzy-Karczmarczyk, Mazurek 2001). Dla składowisk odpadów komunalnych istotnym elementem jest także monitorowanie emisji biogazu.

Analizowane składowisko odpadów komunalnych zlokalizowane jest na terenie byłego obszaru górniczego „Barycz”, należącego do Kopalni Soli w Wieliczce. Zajmuje ono naturalne zagłębienia terenu oraz powstałe pod wpływem procesów osiadania, związane z ługowaniem soli kamiennej, eksploatowanej otworowo do roku 1998. Budowa i eksploatacja składowiska odpadów komunalnych na byłym obszarze górniczym „Barycz”

to przykład częściowego zagospodarowania terenów pogórnich, ale w kierunku prowadzenia działalności, która nie jest dla środowiska obojętna (Brudnik, Kłojzy-Karczmarczyk, Mazurek 2006).

W rejonie składowiska odpadów komunalnych w Baryczy istnieją dwa potencjalne ogniska zanieczyszczenia wód podziemnych i powierzchniowych. Pierwszym z nich, w ujęciu historycznym, jest eksploatacja otworowa złoża soli kamiennej. Istniały tu liczne otwory eksploatacyjne, a także znajdowały się stawy zapadliskowe wypełnione solanką. W konsekwencji obserwuje się podwyższone stężenie chlorków w wodach poziomu czwartorzędowego oraz w niektórych ciekach powierzchniowych (Czajka, Kaleta 2001; Wardas i in. 2005). Zanieczyszczenie chlorkami uległo znacznemu zmniejszeniu po zaprzestaniu eksploatacji soli oraz w wyniku całkowitego zlikwidowania otworów (Brudnik, Kłojzy-Karczmarczyk, Mazurek 2006).

Drugie, potencjalne ognisko zanieczyszczeń środowiska wodnego na omawianym obszarze związane jest z funkcjonowaniem składowiska odpadów komunalnych, a w szczególności z zakończonym I i II etapem jego działalności. Migrujące odcieki oraz ingerencja w naturalnie uformowane stosunki wodne w trakcie budowy III etapu składowiska stanowią źródło zanieczyszczenia wód w zlewni Malinówki, niezależne od zanieczyszczeń związanych z minioną eksploatacją otworową soli.

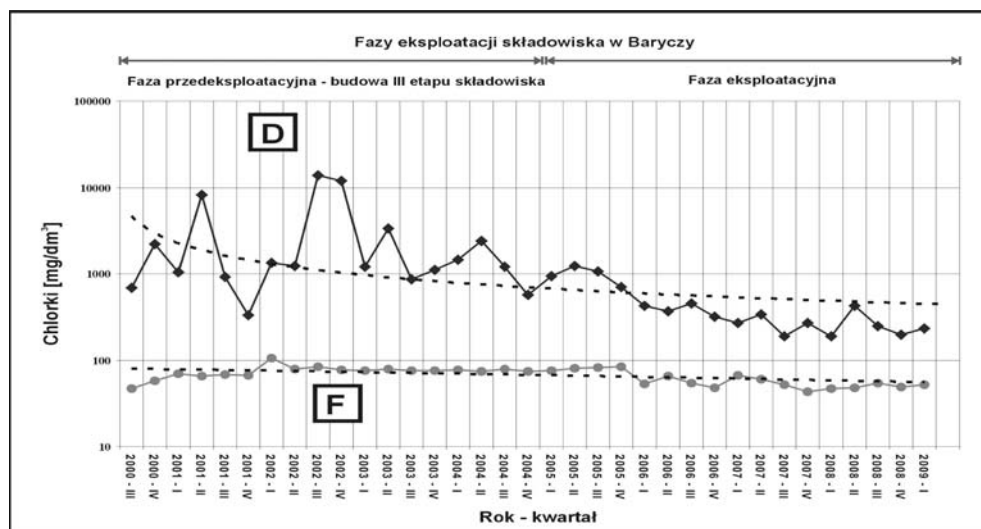
Badania monitoringowe jakości środowiska gruntowo-wodnego na terenie byłego obszaru górniczego „Barycz” prowadzone są nieprzerwanie od 2000 roku – na zlecenie Kopalni Soli „Wieliczka” i stanowią kontynuację pomiarów jakości wód w zlewni Malinówki, wykonywanych okresowo do 1999 roku. Monitoring ten ma na celu kontrolę stanu środowiska na byłym obszarze górniczym, a zwłaszcza w strefie lokalizacji II i III etapu składowiska odpadów komunalnych. Zakres badań obejmuje głównie rozpoznanie jakości cieków powierzchniowych w zlewni potoku Malinówka, w obrębie potencjalnego oddziaływania III etapu składowiska (Czajka, Kaleta 2001; Brudnik, Kłojzy-Karczmarczyk, Mazurek 2006; Monitoring... 2000–2006).

Realizowany konsekwentnie od 2000 roku program badań monitoringowych, z częstotliwością i zakresem wykraczającym ponad ustalony w rozporządzeniu Ministra Środowiska z roku 2002 (Dz.U. nr 220, poz. 1858), ma na celu udokumentowanie i możliwie realne oddzielenie wielkości zanieczyszczeń spowodowanych była eksploatacją górniczą od zanieczyszczeń związanych ze składowiskiem odpadów komunalnych. Lokalizacja punktów monitoringu oraz zakres badanych parametrów został dobrany na podstawie posiadanych danych archiwalnych, przy uwzględnieniu lokalnej budowy geologicznej oraz warunków hydrologicznych w rejonie potencjalnego oddziaływania składowiska. Prowadzony monitoring w zlewni Malinówki obejmuje swym zakresem zarówno punkty położone powyżej składowiska, jak i zlokalizowane poniżej niego. Taki system opróbowania pozwala na porównanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia z lokalnym tłem hydrogeochemicznym, które ustalono na podstawie wyników pomiarów składu wód z cieków w rejonie źródłiskowym Malinówki. Badane parametry to m.in. główne aniony i kationy, a także pH, przewodność elektrolityczna właściwa, BZT₅, stężenie tlenu, zawiesina ogólna, metale ciężkie. Kontrolą objęty jest ponadto poziom związków azotu oraz zanieczyszczeń organicznych. Próbkę wód przeznaczone do badań fizykochemicznych pobierane są w cyklach kwartalnych, a parametry wody oraz jej skład mierzone są bezpośrednio w terenie, a następnie w laboratorium. Jednocześnie prowadzone są obserwacje meteorologiczne oraz

pomiary przepływu w głównym korycie Malinówki (Monitoring... 2000–2006; Czajka, Kaleta 2001; Brudnik, Kłojzy-Karczmarczyk, Mazurek 2006).

Prowadzenie monitoringu i interpretacja otrzymanych wyników są na omawianym terenie utrudnione ze względu na nakładanie się wielu czynników (naturalnych i antropogenicznych), kształtujących chemizm wód w ciekach powierzchniowych i lokalnych poziomach wodonośnych. Charakterystycznym zjawiskiem jest występowanie znacznych zmian wartości niektórych z mierzonych parametrów – głównie stężenia chlorków – a dla porównania rysunek 1 przedstawia zmiany wielkości wskaźnika w punkcie F, położonym powyżej składowiska (kontynuacja pracy Brudnik, Kłojzy-Karczmarczyk, Mazurek 2006) oraz w punkcie D – poniżej składowiska. W celu zaznaczenia długofalowego trendu zmian wielkości wskaźnika wykorzystano aproksymację – wielomian niskiego, I stopnia.

Wyniki prowadzonego monitoringu składowiska odpadów w Baryczy wskazują na zanieczyszczenie badanych wód powierzchniowych chlorkami oraz związkami organicznymi, co potwierdza wskaźniki uznane za charakterystyczne. Z rysunku 1 wynika, że na monitorowanym obszarze istnieje stałe ognisko zanieczyszczenia wód podziemnych oraz powierzchniowych. Ognisko to związane jest z procesami po otworowej eksploatacji soli kamiennej. Wpływ tego ogniska jest szczególnie zauważalny w fazie przedeksploatacyjnej III etapu składowiska (faza budowy). W fazie eksploatacyjnej stabilizuje się zawartość chlorków w wodach powierzchniowych, ale nadal zauważalny jest ich wzrost w wodach poniżej składowiska. Parametr mierzony jest zatem charakterystyczny dla składowisk odpadów komunalnych i w szczególności powinien podlegać kontroli.



Rys. 1. Zmienność stężenia chlorków w wybranych punktach monitoringu wód ciek Malinówka w latach 2000–2009
Na podstawie Monitoring środowiska... 2000–2006; Brudnik, Kłojzy-Karczmarczyk, Mazurek 2006; uzupełnione o lata 2007–2009

Fig. 1. Variability of chloride concentration in selected monitoring points of the waters of the Malinówka stream from 2000 to 2009

2. Monitoring składowiska odpadów poflotacyjnych kopalni „Trzebieonka”

Każda eksploatacja górnicza związana jest z wytwarzaniem odpadów i ich unieszkodliwianiem poprzez składowanie. Składowiska odpadów przemysłowych (tutaj odpadów poflotacyjnych) w różnym stopniu zanieczyszczają środowisko w swoim otoczeniu. Zanieczyszczenie to często związane jest ze składowaniem części odpadów na powierzchni w formie stałej lub w postaci zawodnionej masy, lokowanej w obrębie nadpoziomowych składowisk. Istnieje konieczność prowadzenia kompleksowego monitoringu środowiska wokół składowisk. Wybór dodatkowych parametrów specyficznych i ich kontrola jest, zdaniem autorów, elementem koniecznym ze względu na różnorodność odpadów przemysłowych i zmienne warunki migracji poszczególnych związków w lokalnych warunkach hydrogeologicznych. Dla prawidłowej oceny oddziaływania na środowisko większości składowisk odpadów przemysłowych konieczne jest rozdzielenie monitorowania na dwa elementy: monitorowanie wielkości emisji ze składowiska oraz monitorowanie stanu środowiska wokół obiektu wynikające z charakteru oraz z wielkości emisji. Monitoring emisji zanieczyszczeń środowiska wynika z konieczności ewidencjonowania ilości i jakości unieszkodliwianych i/lub zagospodarowywanych odpadów, jakości i ilości zanieczyszczeń, a także poziomu hałasu emitowanego w trakcie prac eksploatacyjnych i budowlanych. W fazie poeksploatacyjnej zakres monitoringu jest uproszczony i obejmuje jedynie badania stanu środowiska wynikające z istnienia obiektu. Nie ma natomiast konieczności prowadzenia badań emisji zanieczyszczeń do środowiska ze względu na zabezpieczenie obiektu w wyniku przeprowadzonych prac rekultywacyjnych.

W związku z funkcjonowaniem analizowanego składowiska odpadów poflotacyjnych kopalni „Trzebieonka” (stawu osadowego) może występować niekorzystne oddziaływanie na otaczające środowisko. Związane jest to z kilkoma procesami. Podstawowym zagrożeniem jest w tym przypadku okresowe pylenie najdrobniejszych frakcji odpadów. Zachodzi ponadto infiltracja do wód podziemnych, silnie zmineralizowanych wód nadosadowych, zawierających niekiedy znacznie podwyższone ilości siarczanów oraz metali ciężkich. Oddziaływanie na środowisko mają także okresowe zrzuty wód nadosadowych do cieków powierzchniowych. Składowisko odpadów poflotacyjnych objęte jest monitoringiem o zakresie zgodnym z rozporządzeniem Ministra Środowiska z 2002 roku (Dz.U. nr 220, poz. 1858), jednak ze względu na charakter składowanych odpadów konieczne jest ustalenie dodatkowych parametrów jakościowych. Obecnie składowisko jest w końcowej fazie składowania. Istotnym elementem jest, aby w fazie poeksploatacyjnej monitoring był kontynuowany, a oznaczane parametry były zgodne ze specyfiką składowanych odpadów. Prowadzenie monitoringu środowiska będzie więc niezmiernie istotne dla kontroli prawidłowego zamknięcia składowiska i przeprowadzonej rekultywacji.

Dla składowiska odpadów poflotacyjnych wskazane jest prowadzenie badań w zakresie ilości i jakości odpadów kierowanych na staw celem unieszkodliwienia i odzysku, ilości i jakości ścieków wprowadzanych do rowów opaskowych oraz monitoring emisji rozproszonej do powietrza (pylenie najdrobniejszej frakcji). Monitoring emisji wskazany jest także na etapie zamykania składowiska w trakcie prac rekultywacyjnych.

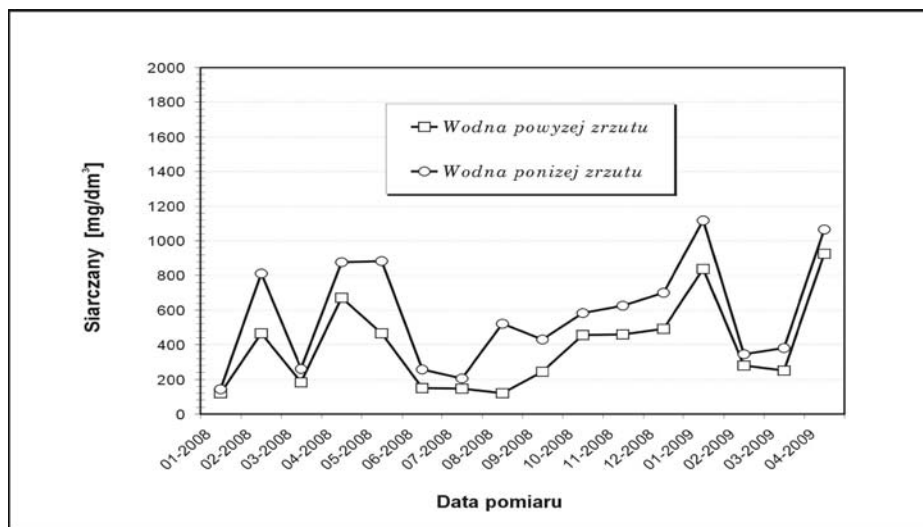
W przypadku stawu osadowego – składowiska odpadów poflotacyjnych – typowym zjawiskiem wynikającym z drobnoziarnistego charakteru odpadów jest okresowo występujące pylenie z części przesuszonych „plaż” wokół akwenu wody nadosadowej. Zjawisko to ma

miejsce w warunkach suchej pogody i gwałtownych wiatrów, szczególnie w okresie występowania ujemnych temperatur uniemożliwiających stosowanie zraszania. Dla przeciwdziałania temu zjawisku „plaże” w trakcie eksploatacji składowiska oraz w czasie rekultywacji pokrywane są emulsją lateksową. Lateksowanie zmniejsza zdolność odpadów do pylenia wtórnego, jednak powierzchnia składowiska nie jest w ten sposób całkowicie zabezpieczona przed pyleniem. Dla skuteczniejszego ograniczenia pylenia ze stawu osadowego wykorzystuje się instalację zraszającą, która umożliwia zwilżanie powierzchni skarp. Ponadto obwałowania stawu osadowego pokrywane są humusem i obsiewane trawą. Stanowi to element bieżącej rekultywacji składowiska. Dla określenia wielkości zapylenia w sąsiedztwie stawu osadowego zainstalowane są punkty pomiarowe opadu pyłu, działające w sposób ciągły od wielu lat. Jak wynika z badań, wielkość pylenia w ostatnich latach działalności osadnika znacząco spadła, co potwierdza skuteczność wprowadzonych zabiegów (Kłojzy-Karczmarczyk, Kurek, Mazurek, Włodarczyk 2006).

W związku z możliwością okresowego zrzutu wód bezpośrednio do cieków powierzchniowych, konieczne jest monitorowanie ich ilości i jakości. Wody zrzucane z lokalnej pompowni do cieku powierzchniowego (potok Wodna), poprzez odcinek rowu opaskowego, są źródłem zanieczyszczeń w postaci siarczanów i chlorków, a w mniejszym stopniu cynku i ołowiu (Kłojzy-Karczmarczyk, Kurek, Mazurek, Włodarczyk 2006). Monitoring stanu środowiska wokół obiektu jest uzupełnieniem monitoringu emisji zanieczyszczeń wynikającego z charakteru działalności prowadzonej w danym obiekcie. Wyniki monitoringu środowiska stanowią niejako potwierdzenie istnienia oddziaływania składowiska lub jego braku na stan środowiska w najbliższym otoczeniu składowiska odpadów. W przypadku działalności kopalni „Trzebionka” zmiany jakości środowiska dotyczą w szczególności jakości wody w ciekach powierzchniowych. Stężenie siarczanów i cynku w wodach rowu opaskowego jest zazwyczaj wysokie i mieści się w granicach dla siarczanów od 500 do 3000 mg/dm³, dla cynku od 4 do 6 mg/dm³, natomiast dla ołowiu jest nieco niższe na poziomie 0,04 mg/dm³. Jednak stosunkowo niewielkie ilości zrzucanych wód z rowów opaskowych powodują, że wzrost stężenia tych zanieczyszczeń w odbiorniku jest niewielki. Zagrożenie dla odbiornika minimalizuje dodatkowo fakt występowania zrzutu w czasie stanowiącym niewielki ułamek w skali roku. Zmienność siarczanów w wodach potoku Wodna powyżej i poniżej zrzutu wód ze składowiska przedstawiono na rysunku 2.

Pewna ilość wód odciekowych przenika ponadto do wód powierzchniowych na drodze zasilania podziemnego oraz z wyprowadzeń drenaży skarpowych na odcinku pozbawionym rowów opaskowych. Ze względu na możliwy dopływ odcieków do wód powierzchniowych w rejonie składowiska oraz omawiany wcześniej kontrolowany zrzut z rowów opaskowych, konieczne jest monitorowanie ich jakości w punktach pomiarowych zlokalizowanych na ciekach powyżej i poniżej zrzutu wód z rowów opaskowych. Taki tok postępowania jest konieczny także w fazie poeksploatacyjnej. Proponowany zakres monitorowanych parametrów dla składowiska odpadów poflotacyjnych to wielkość przepływu wód powierzchniowych, zawartość siarczanów, chlorków, ołowiu, cynku, zawiesiny ogólnej, a także pH oraz przewodność elektrolityczna właściwa.

Na omawianym terenie wody podziemne występują w trzech horyzontach wodonośnych o zróżnicowanej zasobności – triasowym, jurajskim oraz w utworach plejstocenu. Zagrożenie zanieczyszczeniem minimalizuje położenie osadnika nad utworami słabo przepuszczalnymi, zapewniającymi naturalną izolację. Wpływ składowiska odpadów poflotacyjnych



Rys. 2. Zmienność stężenia siarczanów w wybranych punktach monitoringu wód cieku Wodna w latach 2008–2009

Na podstawie danych, udostępnionych przez ZG „Trzebieńka” S.A. uzupełnione o badania autorów

Fig. 2. Variability of sulphate concentration in selected monitoring points of the waters of the Wodna stream from 2008 to 2009

na triasowe piętro wodonośne w zasadzie nie występuje ze względu na obecność izolującego nadkładu ilastych osadów miocenu o znacznej miąższości. Jednak ze względu na możliwy dopływ odcieków do wód podziemnych wieku plejstoceniowego, wydaje się zasadne monitorowanie jakości wód tego poziomu w trzech otworach pomiarowych zarówno w fazie eksploatacyjnej składowiska, jak też w fazie poeksploatacyjnej.

Podsumowanie

Analiza obecnego stanu oraz zakresu działalności składowiska odpadów komunalnych i nadpoziomowego składowiska odpadów poftlotacyjnych, jak również analiza możliwych zagrożeń różnych elementów środowiska, stanowi podstawę do sformułowania wniosków co do warunków prowadzenia monitoringu emisji zanieczyszczeń oraz monitoringu stanu środowiska w jego otoczeniu.

Generalnie, w zakresie monitoringu emisji zanieczyszczeń z wszelkich składowisk do środowiska za najważniejsze należy uznać stałe monitorowanie ilości i jakości odpadów kierowanych na składowisko, ilości i jakości ścieków i odcieków wprowadzanych do wód powierzchniowych oraz emisji rozproszonej do powietrza dla składowisk odpadów pogórnich i emisji biogazu dla składowisk odpadów komunalnych. Monitoring emisji zanieczyszczeń do środowiska jest szczególnie istotny w fazie eksploatacyjnej każdego składowiska. W fazie poeksploatacyjnej monitoring emisji ma marginalne znaczenie. Jedynym istotnym elementem jest w tym przypadku monitorowanie emisji biogazu ze składowisk komunalnych już zrehabilitowanych.

W zakresie monitoringu zanieczyszczenia poszczególnych elementów środowiska w otoczeniu składowisk za najważniejsze należy uznać okresowe monitorowanie jakości wód w ciekach powierzchniowych w otoczeniu składowiska, jakości wód podziemnych oraz procesów osiadania i ewentualnych ruchów powierzchniowo-masowych. Monitorowanie stanu środowiska jest istotne zarówno w fazie eksploatacyjnej jak też po zamknięciu i przeprowadzonej rekultywacji obiektu.

Zakres prowadzonego monitoringu powinien każdorazowo uwzględniać zanieczyszczenia specyficzne powstające w wyniku składowania danego rodzaju odpadów, a nie ujęte w obowiązującym rozporządzeniu. Wyniki prowadzonego monitoringu składowiska odpadów komunalnych w Baryczy wskazują na zanieczyszczenie badanych wód powierzchniowych chlorkami oraz związkami organogenicznymi, co potwierdza wskaźniki uznane wcześniej za charakterystyczne. Istotna jest także kontrola emisji biogazu. Proponowany natomiast dodatkowy zakres monitorowanych parametrów dla składowiska odpadów poftocacyjnych to zawartość siarczanów oraz ołowiu, cynku. W fazie eksploatacyjnej oraz w czasie prac związanych z zamknięciem składowiska istotna jest także kontrola emisji rozproszonej do powietrza.

Częstotliwość prowadzonego monitoringu zarówno dla fazy eksploatacyjnej jak też poeksploatacyjnej powinna być także zgodna wymaganiami formalno-prawnymi. Oznacza to, że w fazie eksploatacyjnej składowiska, proponowane parametry powinny być mierzone raz na trzy miesiące (w przypadku środowiska wodnego). Po zakończeniu eksploatacji częstotliwość pomiarów zostanie ograniczona do okresów półrocznych.

Literatura

- Brudnik K., Kłojzy-Karczmarczyk B., Mazurek J., 2006 – Środowisko gruntowo-wodne w rejonie składowiska odpadów komunalnych na obszarze historycznej eksploatacji złoża soli kamiennej „Barycz”. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* t. 22, z. spec. 3, s. 31–42.
- Czajka K., Kaleta R., 2001 – Wybrane zagadnienia monitoringu środowiska Obszaru Górniczego „Barycz” i składowiska odpadów komunalnych Barycz w Krakowie. *Materiały Sympozjum nt. „Zagrożenia naturalne w górnictwie”*. 29 maja–1 czerwca 2001, Wieliczka.
- Kłojzy-Karczmarczyk B., Kurek T., Mazurek J., Włodarczyk B., 2006 – Monitoring oddziaływania na środowisko składowiska odpadów górnictwa rud cynku i ołowiu. *Górnictwo w Małopolsce*, Wyd. IGSMiE PAN, s. 149–158.
- Kłojzy-Karczmarczyk B., Mazurek J., 2006 – Problematyka monitoringu środowiska gruntowo-wodnego w gospodarce odpadami, *Przegląd Górniczy* 4, s. 48–52.
- Kłojzy-Karczmarczyk B., Mazurek J., Czajka K., 2003 – Jakość odcieków a wybór charakterystycznych wskaźników zanieczyszczenia wód wokół składowisk odpadów komunalnych. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, XI/2, s. 423–426.
- Monitoring środowiska gruntowo-wodnego w rejonie III etapu składowiska Barycz w Krakowie, lata 2000–2006 – Praca zbiorowa IGSMiE PAN Kraków na zlecenie Kopalni soli „Wieliczka” (praca niepublik.).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu, czasu, sposobów oraz warunków prowadzenia monitoringu składowisk odpadów Dz.U. nr 220, poz. 1858.
- Wardas M., Budek L., Kijas A., Rembalska R., 2005 – Wpływ powodzi z 1997 roku na rozprzestrzenienie metali ciężkich w środowisku wód potoku Malinówka, w rejonie wysypiska odpadów komunalnych w Baryczy koło Krakowa, *Inżynieria Środowiska* t. 10, z.1, 2005.