

Badania geośrodowiskowe terenów poprzemysłowych na potrzeby rekultywacji i projektów zagospodarowania

Mgr inż. Ewa Kruszyńska¹, mgr inż. Jakub Saloni¹, dr inż. Sylwia Janiszewska¹,
dr hab. inż. Eugeniusz Koda², prof. nadzw. SGGW

¹Menard Polska

²Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

W ostatnim trzydziestolecu wiele zakładów przemysłowych zostało zlikwidowanych. Pozostały po nich tereny, często zanieczyszczone wieloletnią działalnością przemysłową, prowadzoną bez zabezpieczenia środowiska gruntowo-wodnego. Część tych terenów wstępnie zrehabilitowano, jednak przeznaczenie ich na nowe cele społeczne przewidywane w ramach projektów zagospodarowania wymaga ustalenia aktualnego stanu zanieczyszczenia i przeprowadzenia ewentualnych działań rekultywacyjnych.

Ocena zanieczyszczeń środowiska gruntowo-wodnego terenów poprzemysłowych stała się priorytetem w nowych planach zagospodarowania. Aktualnie w atrakcyjnych lokalizacjach dużych aglomeracji miejskich, gdzie planuje się zabudowę mieszkaniową lub inną na cele publiczne, w przeszłości nieraz znajdowały się duże zakłady przemysłowe. Zatem przed planowaną inwestycją należy wykonać badania środowiska gruntowo-wodnego. Aby badania te spełniły oczekiwania jakościowe i ilościowe konieczne do opracowania projektów rekultywacji, należy wykonać je zgodnie z obowiązującymi wytycznymi, tak aby nowo projektowane obiekty powstawały na oczyszczonym podłożu gruntowym.

Zalecane jest, aby badania zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 roku (Dz. U. 2016, poz. 1395) [5] były wykonywane w dwóch następujących po sobie etapach, od badań ogólnych (wstępne) do szczegółowych, w przypadku stwierdzenia wystąpienia zanieczyszczeń na etapie badań ogólnych.

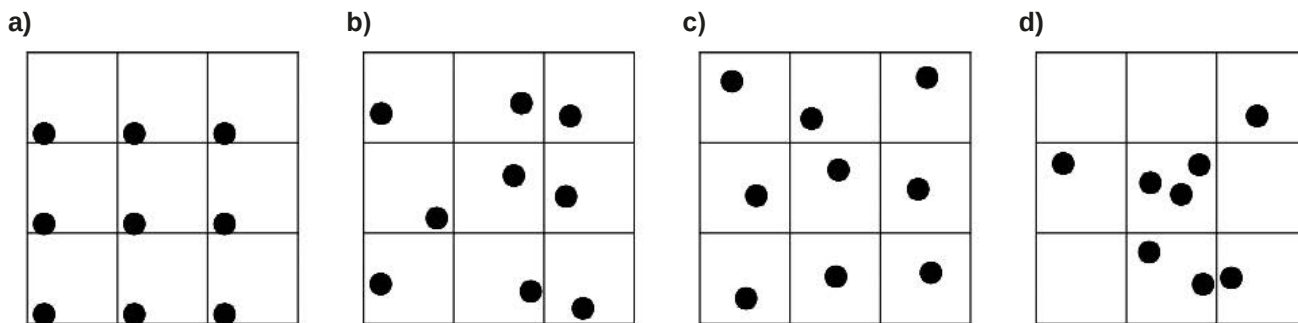
Badania ogólne powinny być poprzedzone analizą historyczną działalności przemysłowej, która miała wpływ na zanieczyszczenia mogące występować na przedmiotowym terenie, a tym samym stworzenie listy substancji, które go zanieczyszczają. Znając charakter działalności przemysłowej, która występowała na omawianym terenie, możemy dobrać odpowiednie analizy laboratoryjne na podstawie załącznika nr 2 do w/w rozporządzenia „w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi dla danego rodzaju działalności” [5]. Kolejnym etapem jest wykonanie badań w liczbie określonej w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (Dz. U. 2016, poz. 1395) [5]. Aby określić faktyczną powierzchnię występowania zanieczyszczeń na danym obszarze, należy wykonać badania uszczegóławiające, na podstawie których możliwe jest zaprojektowanie sposobu przeprowadzania rekultywacji bądź remediacji gleby lub ziemi.

Przed przystąpieniem do wykonania badań należy przygotować jego szczegółowy projekt na podstawie dokładnej analizy dostępnych danych archiwalnych i z wizji terenowych. Należy wziąć pod uwagę, że przeprowadzone badania muszą dać pełny obraz stanu środowiska (zanieczyszczenia terenu). W praktyce może dojść do wystąpienia zanieczyszczenia w miejscach lub na głębokościach nieuwzględnionych na etapie projektu. Należy zatem z góry przewidzieć możliwość lub wręcz konieczność wykonania badań w sposób krokowy, polegający na zwiększaniu, pogłębianiu lub zagęszczaniu rozpoznania w miejscach wątpliwych, pojawiających się w trakcie prowadzenia badań.

Należy zwrócić uwagę, że również przepisy Prawa Budowlanego [6] zakładają etapowe podejście do wykonania badań na potrzeby rozpoznania podłoża gruntowego. Zgodnie z obowiązującymi przepisami, po zebraniu informacji podstawowych, ogólnych, często zawartych w publicznie dostępnych badaniach archiwalnych, należy sporządzić opinię geotechniczną i dokonać określenia kategorii geotechnicznej uwzględniającej zarówno warunki gruntowe, jak i stopień skomplikowania konstrukcji.

Dopiero po wykonaniu pierwszego rozpoznania i wstępnym określeniu litologii warstw, można opracować racjonalny plan badań niezbędnych do przygotowania dalszych dokumentów. W przypadku drugiej lub trzeciej kategorii geotechnicznej należy wykonać dobrej jakości dokumentację geologiczno-inżynierską oraz projekt geotechniczny. Projekt geotechniczny klasyfikowany jest jako projekt techniczny, co oznacza, że może być wykonany jedynie przez osoby pełniące samodzielną funkcję techniczną w budownictwie, które poświadczają o kompletności projektu oraz jego zgodności z przepisami prawa budowlanego i zasadami technicznymi, a w przypadku nieprawidłowości w projekcie ponoszą one odpowiedzialność dyscyplinarną.

Co prawda badania stanu zanieczyszczenia podłoża nie podlegają bezpośrednio pod przepisy wynikające z ustawy Prawo Budowlane [6], nie mniej w większości przypadków są prowadzone przed wykonaniem na przedmiotowym terenie robót budowlanych. W takich przypadkach do obowiązków Inwestora i Projektanta należy dbałość o spełnienie wymagań wynikających z przepisów ustaw Prawo Budowlane [6], Prawo Ochrony Środowiska [7], Prawo Geologiczne i Górnicze [8] oraz odpowiednich aktów wykonawczych. Racjonalność ekonomiczna nakazuje, aby synchronizować wykonanie badań geotechnicznych i badań stanu zanieczyszczenia podłoża w celu uniknięcia



Rys. 1. Sposoby rozmieszczenia otworów badawczych

a) regularna siatka kwadratów; b) strefowe przypadkowe rozmieszczenie; c) strefowe systematyczne rozmieszczenie; d) pojedyncze przypadkowe rozmieszczenie.

powtarzania się badań, które mogą być wykorzystane zarówno do celów projektowania konstrukcji, jak i projektu rekultywacji bądź remediacji gleby i ziemi. Ponadto, niektóre rodzaje zanieczyszczeń (np. substancje ropopochodne), mogą wpływać znacząco na wartości parametrów geotechnicznych, co powinno być uwzględnione w odpowiednich dokumentacjach z tego zakresu.

JAK DOBRAĆ ODPOWIEDNIĄ LOKALIZACJĘ WYKONANIA BADAŃ?

Wykonując badania wstępne na terenach nie działających obiektów, korzystamy z archiwalnej dokumentacji lokalizacji instalacji oraz informacji dotyczących potencjalnych emisji zanieczyszczeń (np. miejsca składowania odpadów lub substancji, usytuowanie urządzeń technologicznych, trasy przebiegu rurociągów). Na mapę nanosimy miejsca, gdzie najprawdopodobniej mogło dojść do rozszczelnienia instalacji i tym samym do zanieczyszczenia gruntowo-wodnego. Dobór odpowiedniej lokalizacji miejsc poboru próbek do badań zależy od wielkości analizowanego obszaru, a także od sposobu użytkowania terenu według podziału na grupy użytkowania gruntów (I – tereny mieszkaniowe, II – grunty orne, III – obszary leśne, IV – tereny przemysłowe). Planując pobór próbek gruntu ważne jest, aby wziąć pod uwagę schemat ich rozmieszczenia, liczbę oraz głębokość poboru. W sytuacjach, kiedy nie mamy informacji na temat lokalizacji źródeł zanieczyszczeń, otwory badawcze mogą być typowane, wybierając jeden ze schematów (rys. 1).

ZAKRES I WYMAGANIA DOTYCZĄCE JAKOŚCI BADAŃ

Po określeniu grupy użytkowania gruntów, do jakiej należy dany teren, określa się wymaganą liczbę sekcji badawczych, na które dzielimy analizowaną działkę. Z każdej sekcji pobieramy grunty do badań w liczbie 1 próbka zbiorcza składająca się z 15 próbek pojedynczych. Liczbę i wielkość sekcji dobieramy na podstawie Rozporządzenia „w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi dla danego rodzaju działalności” [5].

Rozporządzenie jasno określa głębokość pobierania próbek gruntu, w taki sposób, aby próbki były pobierane z przedziału:

o miąższości $0 \div 0,25$ m p.p.t., $0,25 \div 1$ m p.p.t., natomiast próbki z głębokości przekraczającej 1 m pobiera się w przedziałach o miąższości nie większej niż 2 m, aż do spągu zanieczyszczenia lub stropu warstwy gruntów słabo przepuszczalnych.

Najczęściej występującymi zanieczyszczeniami na terenach przemysłowych są zanieczyszczenia nieorganiczne (w tym metale ciężkie) oraz zanieczyszczenia organiczne (np. benzyny i oleje, węglowodory aromatyczne, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, węglowodory alifatyczne chlorowane, chlorofenole, PCB i chlorobenzeny, pestycydy chloroorganiczne). Powyższe analizy powinny być wykonywane w laboratorium, które posiada certyfikaty akredytacyjne, a co za tym idzie, wyniki analiz laboratoryjnych są wykonane zgodnie z obowiązującymi normami i standardami jakości. Przez cały okres wykonywania badań danego terenu powinno korzystać się z usług jednego laboratorium, co daje możliwość porównywania wyników badań ogólnych (wstępnych) i szczegółowych. Wynika to z faktu, że laboratoria mogą korzystać z różnych metodyk referencyjnych i urządzeń, które mogą mieć inne limity oznaczalności i dokładność.

Według polskiego prawodawstwa jedynie pracownik laboratorium posiadającego akredytację może dokonać akredytowanego poboru próbek zgodnie z normą PN-ISO 10381-5 [3] dla próbek gleby i ziemi oraz normą PN-ISO 5667-11 [4] dla próbek wody. Niestety stosowanie tych przepisów jest utrudnione w polskiej praktyce inżynierskiej, w której usługi polegające na wykonaniu badań zanieczyszczenia gruntu zlecane są firmom geologicznym, a nie certyfikowanym laboratorium badawczym. W praktyce często dochodzi do nieuprawnionej delegacji uprawnień do poboru próbek przez laboratoria na firmy, czy też jednoosobowo na geologów wykonujących wiercenia na terenie badań. Praktyka ta, w przypadku pominięcia odpowiedniego procesu szkolenia i prowadzenia rozpoznania terenowego przez niewyspecjalizowaną firmę, stwarza zagrożenie, że przy pobieraniu próbek nie zostaną dochowane właściwe reżimy technologiczne i jakościowe. Przy doborze firm wykonujących badania należy zatem zwrócić szczególną uwagę na ich wiarygodność, doświadczenie, udokumentowane odpowiednimi certyfikatami jakości. Niestety większość firm geologicznych nie ma doświadczenia zarówno w pobieraniu próbek do celów analiz środowiskowych, jak i kompetencji niezbędnych do zaprojektowania właściwego przebiegu badań. Z kolei poleganie jedynie na przeprowadzeniu wiarygodnego badania przez certyfikowane laboratorium, które otrzymuje do analiz próbki z niewiarygod-

nego źródła, może doprowadzić do otrzymania fałszywego obrazu stanu zanieczyszczenia podłoża na badanym terenie.

METODY POBORU PRÓBEK DO BADAŃ

Przy poborze próbek do badań środowiskowych należy zwrócić uwagę na używanie odpowiednich pojemników do przechowywania próbek na terenie i podczas ich transportu do laboratorium, a także o czystości sprzętu do pobierania próbek.

Wiercenia środowiskowe stanowią najważniejszy element w ocenie stopnia zanieczyszczeń znajdujących się w gruncie. W krajach zachodnich, w których kultura i standardy ochrony środowiska mają znacząco dłuższą tradycję niż w Polsce, najczęściej wybierane są wibracyjne metody poboru rdzenia gruntowego, na przykład wiercenia z użyciem młotka dolnego (tzw. *direct push*) lub metoda *sonic drilling*, polegająca na zagłębianiu rur wiertniczych i stożka wierzącego, który pod wpływem drgań wysokiej częstotliwości powoduje niewielkie ($1 \div 5$ mm) upłynięcie otaczającego go gruntu, a co za tym idzie, zredukowanie tarcia gruntu, które wpływa na czas i jakość wykonania badań. Metody te są najszybsze, pozwalają na pobieranie próbek gruntu z głębokości kilkudziesięciu metrów i dają największą gwarancję jakości.

Szczególną zaletą tej metody jest możliwość poboru próbek w plastikowej osłonie, co w przypadku próby gruntu zanieczyszczonego związkami lotnymi, takimi jak: ksylen, benzen, toluen, jest jedyną możliwością pobrania i przetransportowania do laboratorium zanieczyszczonej próbki gruntu w takim stanie, w jakim tak naprawdę występuje na badanym terenie.

Pobór próbek gruntu do badań chemicznych może odbywać się, stosując metodę wiercenia próbniakiem przelotowym typu RKS, wprowadzanym w grunt za pomocą młota udarowego. Metoda ta pozwala na pobranie próbki o wystarczającej jakości. Wiercenie wykonuje się sprzętem ręcznym, więc można ją zastosować na terenach o małej dostępności, a dodatkowo po wyjęciu na powierzchnię można obejrzeć cały profil gruntu. Wadą jest mała objętość próbki gruntu oraz zasięg głębokościowy wiercenia, który wynosi zwykle $8 \div 12$ m, w zależności od warunków gruntowych. Kolejną z metod są wiercenia wykonywane w rurach osłonowych za pomocą świda rurowego (najczęściej w gruntach organicznych i spoistych) oraz łyżki wiertniczej tzw. „szlamówki” (w nawodnionych gruntach niespoistych). Wiercenia te pozwalają na pobór próbek gruntu i wody oraz instalację piezometrów.

W polskich realiach często wykonuje się wiercenia w celu poboru próbek w sposób nie pozwalający na uzyskanie właściwego obrazu stanu zanieczyszczenia terenu. Standardowym błędem jest stosowanie w Polsce bardzo rozpowszechnionych i tanich świdrów spiralnych tzw. szneków. Wiercenie to nie pozwala na pobranie próbki w stanie o określonej geometrii i jednoznacznie określonej głębokości.

Coraz częściej w badaniach gruntu stosuje się klasyczne wiercenia rdzeniowe z użyciem płuczki. Pozwalają one na pobór próbek o bardzo dobrej jakości do badań mechanicznych, jednak w przypadku badań środowiskowych użycie płuczki w żadnym przypadku nie powinno być stosowane ze względu na wymy-

wanie zanieczyszczeń w trakcie wiercenia w zanieczyszczonym gruncie. Dolewanie wody do otworów czy wiercenie z użyciem płuczki jest absolutnie zabronione przy wykonywaniu wierceń w celu poboru próbek gruntu do analiz środowiskowych, ze względu na możliwość zaburzenia wyników analiz laboratoryjnych poprzez wymywanie zanieczyszczeń z gruntu.

W przypadku każdej metody wiertniczej należy pamiętać o tym, aby przy określaniu pionowego zasięgu zanieczyszczenia, to znaczy przy przewiercaniu się przez kolejne warstwy gruntów, w tym gruntów zanieczyszczonych, konieczne jest oczyszczanie (przepłukanie, a czasami nawet odkażenie sprzętu wierzącego), tak aby nie zanieczyścić wtórnie gruntów znajdujących się pod gruntami zanieczyszczonymi i nie zniekształcić w ten sposób wyników badania.

Przy poborze próbek wody również ważny jest dobór odpowiedniej metody opróbowania, przepompowania otworu, a także pobór próbek wody o najwyższej jakości, pozbawionych przypadkowych zanieczyszczeń zewnętrznych. Przed poborem próbek wody należy w otworze wiertniczym zainstalować piezometr, który odseparuje drobne cząstki gruntu.

Aby analizy laboratoryjne zanieczyszczeń były pełne, muszą zawierać model geologiczny z uwzględnieniem geometrii warstw, a w szczególności badania wodoprzepuszczalności, które są wymagane do określenia dopuszczalnych zawartości substancji powodujących ryzyko zanieczyszczenia i migracji z podziałem na grupy gruntów oraz wodoprzepuszczalność gleby i ziemi na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 roku (Dz. U. 2016, poz. 1395) [5]. W tym celu szczególnie praktyczne zastosowanie mają sondowania statyczne CPTU. Sondowania te pozwalają na szybkie określenie geometrii warstw, ich podstawowych parametrów mechanicznych i parametrów wodoprzepuszczalności. Połączenie odpowiedniej jakości badań CPTU, przeprowadzonych z użyciem odpowiednio skalibrowanych stożków elektrycznych wraz z wysokiej jakości wierceniami daje możliwość uzyskania pełnego obrazu budowy, czystości i jakości podłoża gruntowego.

OPRACOWANIE WYNIKÓW BADAŃ I PODEJMOWANIE DECYZJI REKULTYWACYJNYCH

Ostatnim etapem po wykonaniu badań jest sporządzenie dokumentacji i opracowanie wyników badań oraz przedstawienia zasięgów i powierzchni zanieczyszczeń środowiska gruntowo-wodnego, wymagających działań rekultywacyjnych. Tworząc sprawozdanie na podstawie badań wstępnych i szczegółowych, dokonuje się interpretacji uzyskanych wyników analiz laboratoryjnych. W części opisowej dokumentacji powinny znaleźć się informacje o źródle zanieczyszczenia, stanie degradacji terenu oraz ocenie możliwości rozprzestrzeniania się istniejącego zanieczyszczenia, a co za tym idzie wskazanie potencjalnych zagrożeń dla zdrowia ludzi i stanu środowiska. Na podstawie przeprowadzonej analizy ilościowej i jakościowej zanieczyszczeń występujących na badanym terenie dobiera się odpowiednią metodę oczyszczania gruntów i wód gruntowych, aby skutecznie przeprowadzić proces rekultywacji lub remediacji.

Dokonując doboru metody rekultywacyjnej/remediacyjnej należy wziąć pod uwagę analizę ryzyka, czyli uwzględnić zagrożenia jakie niosą dla środowiska naturalnego i zdrowia człowieka stwierdzone substancje niebezpieczne w środowisku gruntowo-wodnym. Dobór metody rekultywacji powinien uwzględniać rodzaj i poziom zanieczyszczeń, warunki gruntowo-wodne, skalę zagrożeń dla terenów przyległych (ocena ryzyka) oraz uwarunkowania związane z zabudową i planowanym zagospodarowaniem terenu po rekultywacji. Zgodnie z zasadą proporcjonalności, określoną w Dyrektywach Unii Europejskiej (2006/118/WE [2], 2000/60/WE [1]), odpowiednio dobrana metoda rekultywacji powinna pozwolić osiągnąć zakładany efekt środowiskowy w stosunku do poniesionych kosztów. Dlatego ważny jest dobór i wykonanie odpowiednich badań gruntu i wody gruntowej oraz charakterystyka zanieczyszczonego terenu, szczegółowe rozpoznanie geologiczne i hydrogeologiczne, co pozwoli na ograniczenie kosztów samego procesu rekultywacji i remediacji.

LITERATURA

1. Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.
2. Dyrektywa 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu.
3. PN-ISO 10381-5: 2009 Jakość gleby. Pobieranie próbek. Część 5: Zasady postępowania podczas badań terenów miejskich oraz przemysłowych pod kątem zanieczyszczenia gleby.
4. PN-ISO 5667-11: 2004 Jakość wody. Pobieranie próbek. Część 11: Wytyczne dotyczące pobierania próbek wód podziemnych.
5. Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 roku w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi.
6. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane.
7. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska.