

Andrzej Drągowski, Beata Łuczak-Wilamowska

Zasady wstępnej oceny przydatności gruntów spoistych Polski do formowania mineralnych barier izolacyjnych

Rules for preliminary assessment of the usability of cohesive soils as mineral sealing barriers

Streszczenie: W artykule, w nawiązaniu do wymagań dotyczących lokalizacji budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne składowiska odpadów, przedstawiono tok postępowania istotny dla wstępnego określenia przydatności różnych złóż surowców ilastych do formowania mineralnych barier izolacyjnych. W artykule omówiono proponowany przez autorów zakres prac: studialnych, badań i obserwacji terenowych z poborem próbek do badań laboratoryjnych, badań laboratoryjnych cech identyfikacyjnych istotnych do formowania barier mineralnych oraz prac kameralnych prowadzących do uporządkowania wyników badań terenowych i laboratoryjnych i dokonania wstępnej oceny przydatności.

Słowa kluczowe: mineralne bariery izolacyjne, grunty spoiste, kryteria wyboru, karta informacyjna

Abstract: The paper, referring to requirements concerning location, exploitation and decommissioning of waste dumps, presents the procedure important for preliminary assessment of various deposits of cohesive soils regarding their usability as material for construction of mineral sealing barriers. Proposed scope of work-study, research and fieldwork with sampling, laboratory studies of samples to measure identification parameters important for mineral barrier construction, as well as work on interpreting the field and laboratory data to preliminarily assess the value of a given resource.

Key words: mineral sealing barriers, cohesive soils, usability criteria, information chart

Andrzej Drągowski, Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, Katedra Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych, 02-089 Warszawa, al. Żwirki i Wigury 93, e-mail: kos.geol@uw.edu.pl

Beata Łuczak-Wilamowska, Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, Katedra Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych, 02-089 Warszawa, al. Żwirki i Wigury 93, e-mail: B.LuczakW@uw.edu.pl

Wstęp

Przepisy prawa ochrony środowiska oraz rozporządzenie Ministra Środowiska „w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów”, nakładają obowiązek tworzenia barier mineralnych w konstrukcjach składowisk odpadów – w rozporządzeniu Ministra Środowiska z 24 marca 2003 r. izolację mineralną uznano za podstawową. Istnieje więc pilna potrzeba opracowania oceny gruntów spoistych Polski pod tym kątem.

W artykule przedstawiono doświadczenia uzyskane w trakcie prac prowadzonych we współpracy z Instytutem Techniki Budowlanej nad tematem: „Zasady oceny przydatności gruntów spoistych Polski do budowy mineralnych barier izolacyjnych”, zleconym przez Ministra Środowiska i finansowanym przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Ocenie poddano wszystkie rodzaje naturalnych, rodzimych gruntów spoistych występujących w Polsce oraz gruntów spoistych antropogenicznych, dokonując badań terenowych i laboratoryjnych. Doświadczenia te oraz uzyskane wyniki mogą być wykorzystane do dalszego poszukiwania i rejestrowania złóż surowców ilastych najbliższej projektowanego składowiska. Dla celów przeprowadzenia rejestracji opracowano „Kartę informacyjną o przydatności surowca mineralnego do uszczelnienia składowiska odpadów” tak, aby w sposób uporządkowany, systematyczny, umożliwiając porównywanie właściwości gruntów opisać je w złożach. Uzyskane dla każdego złoża materiały, po opisaniu w karcie, powinny być gromadzone, tworząc bazę danych o gruntach mogących spełniać wymagania mineralnych barier izolacyjnych.

Zasady wstępnej oceny gruntów spoistych Polski pod kątem przydatności do formowania geologicznych barier izolacyjnych należy oprzeć na różnorodnych analizach materiałów publikowanych, a także na badaniach gruntów z wytypowanych złóż.

Po wytypowaniu konkretnych miejsc należy dokonać wizji lokalnej i przeprowadzić szczegółowe prace terenowe łącznie z pobraniem próbek do badań laboratoryjnych. Badania te należy wykonać według przygotowanego programu tak, by wstępnie scharakteryzować właściwości materiału mineralnego pod kątem przydatności do formowania warstw mineralnego uszczelnienia składowisk odpadów.

Przepisy prawne i wytyczne

Ocenę przydatności gruntów spoistych Polski do formowania warstw mineralnego uszczelnienia składowisk odpadów (ETC 8) należy oprzeć na analizie obowiązujących w Polsce przepisów prawnych dotyczących izolowania składowisk odpadów. Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (z późniejszymi zmianami), ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (z późniejszymi zmianami) oraz rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. „w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, ja-

kim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk” są podstawowymi aktami prawnymi, w których jest mowa o składowiskach odpadów w zależności od rodzaju odpadów lub które poświęcone są w całości zagadnieniu składowania odpadów. W rozporządzeniu Ministra Środowiska podane są kryteria dotyczące podłoża gruntowego, które może stanowić naturalną barierę geologiczną dla składowiska odpadów. Kryteria te dotyczą rozciągłości warstwy, jej miąższości i współczynnika filtracji w zależności od rodzaju odpadów składowanych na składowisku. W miejscach, gdzie podłoże składowiska nie spełnia wymogów naturalnej bariery geologicznej, projektuje się i wykonuje sztuczną barierę geologiczną o miąższości nie mniejszej niż 0,5 m, przygotowaną z materiału mineralnego (gruntowego) i wbudowaną tak, by spełniała kryterium współczynnika filtracji $k \leq 1,0 \times 10^{-9}$ m/s. Aby odpady składowane były bezpiecznie, konstrukcja składowiska może i powinna być uzupełniona innymi elementami poprawiającymi bezpieczeństwo budowli, a zarazem minimalizującymi oddziaływanie składowiska na środowisko. Elementami tymi są między innymi: izolacje syntetyczne, warstwy drenażowe i odgazowania.

Analizując konstrukcje składowisk odpadów podawane przez wielu autorów (ETC 8 1994; ITB 1995; Burchard i in., 1997), trzeba stwierdzić, że warstwy mineralnego uszczelnienia – sztuczne bariery geologiczne – są ostatnią przeszkodą na drodze odcieków do środowiska geologicznego. Także w konstrukcji przykrywającej odpady znajdują się warstwy mineralnego uszczelnienia. Oprócz wielu innych należy tu wymienić dwie główne ich funkcje: nie dopuszczają do emisji ewentualnych gazów wysypiskowych, a jednocześnie ograniczają dopływ wód opadowych do składowanych odpadów.

Najważniejsze jednak jest to, że w zapisach prawnych obligatoryjne jest wykorzystanie gruntów rodzimych i gruntów naturalnych do formowania warstw mineralnego uszczelnienia spełniających kryteria barier geologicznych.

Wstępna ocena przydatności gruntów spoistych Polski do budowy mineralnych barier izolacyjnych

Prace studialne

Przedstawione powyżej regulacje prawne nakładają obowiązek tworzenia barier mineralnych w konstrukcjach składowisk odpadów – w rozporządzeniu Ministra Środowiska izolację mineralną uznano za podstawową. Nie narzucają one jednak innych (poza wymienionymi wyżej dwoma) kryteriów wyboru gruntów do wykorzystania jako bariery izolacyjne.

W literaturze przedmiotu (EPA530-R-93-017; Daniel, Korner, 1995; ITB 1995; Rowe i in., 1995; NRA; Łuczak-Wilamowska, 1997; Majer, 2005) wielu autorów podaje własne kryteria przydatności gruntów do formowania warstw mineralnego uszczelnienia (tab. 1).

Ze względów praktycznych, a także na konieczność realizacji postanowień ustawy i rozporządzenia (23.03.2003) istnieje pilna potrzeba opracowania zasad oceny gruntów spoistych Polski pod kątem ich przydatności jako izolacji w konstrukcjach składowisk odpadów.

W tym celu należy ocenić rodzaje i wartości parametrów, uznanych przez autorów wyżej wymienionych prac za najważniejsze w izolowaniu składowisk, oraz dokonać analizy materiałów kartograficznych z zakresu budowy geologicznej Polski, geosrodowiskowych, administracyjnych, złożowo-gospodarczych, katalogu bilansu zasobów kopalin, a także planów zagospodarowania przestrzennego, z których wynika zapotrzebowanie na tego typu obiekty. Efektem tych analiz powinno być wyznaczenie obszarów perspektywicznych występowania odpowiednich gruntów do formowania warstw mineralnego uszczelnienia wraz ze wskazaniem konkretnych złóż i ich zasobów. Pod uwagę należy też wziąć surowce mineralne złożone na wtórnym złożu – eksploatowane jako surowce towarzyszące kopalinie głównej, a także zwałowiska gruntów nadkładu złoża (np.: zwałowisko zewnętrzne Kopalni Siarki Machów i zwałowisko zewnętrzne Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów) i innego pochodzenia grunty antropogeniczne (I grupy wg Drągowskiego, 1979) o odpowiednio dużych zasobach. Należy też przeanalizować dokumentację złożowe wytypowanych złóż surowców mineralnych pod kątem jakości surowca przewidzianego na bariery izolacyjne.

Tabela 1. Kryteria przydatności gruntów na warstwy mineralnego uszczelnienia wg różnych autorów

Table 1. Criteria of soils usability to build mineral sealing layers, after various authors

Kryterium przydatności	Miano	ITB (1995)	Daniel, Korner (1995)	Rowe i in. (1995)	EPA530-R-93-017	NRA	Majer (2005)	Łuczak-Wilamowska (1997)
Współczynnik filtracji	m/s	10^{-9}	$=1 \times 10^{-9}$	$10^{-9}-10^{-10}$	$=1 \times 10^{-9}$	$=1 \times 10^{-9}$	10^{-10}	$=1 \times 10^{-9}$
Granica płynności	%	>30				=90	=30	
Wskaźnik plastyczności	%	>20	=7-10	>7	>10	=6-12=65	=15	7-27
Zawartość frakcji ilowej	%	=20	=10-20	15-20		>10	=20	
Zawartość części drobnych (suma frakcji ilowej i pyłowej)	%	>60	=30-50		=30		=60	
Zawartość frakcji żwirowej	%	brak	=30-50				=10	brak
Zawartość minerałów ilastych	%			15-20			=20	
Zawartość węgla wapnia	%	=1					=15	
Zawartość części organicznych	%	=2					=5	
Aktywność wg Skemptona	-			=0,3				
Pojemność sorpcyjna	g/100g			=10				
Wskaźnik porowatości	-							<0,35
Wskaźnik pęcznienia	%						=5	

Prace terenowe

Po dokonaniu analizy materiałów archiwalnych w odniesieniu do zadania geologicznego należy podjąć prace terenowe. Ich celem powinien być rekonesans obszaru górniczego, ocena stanu wyeksploatowania złoża i możliwości dalszej eksploatacji, tym razem z przeznaczeniem na formowanie mineralnych barier izolacyjnych składowisk. Przedmiotem prac powinny być także: ocena charakteru kopaliny, jej dostępność, sposób udokumentowania, zakres i kategoria udokumentowania, wykształcenie surowca – jego jednorodność, zasoby, wielkość wyrobiska, charakterystyka ścian wyrobiska, procesy geodynamiczne oraz warunki hydrogeologiczne.

Po dokonaniu pomiarów oraz opisu odkrywki należy wybrać na podstawie opisu makroskopowego grunt, który jest reprezentatywny dla surowca, i pobrać próbki do badań laboratoryjnych. Próbkę te powinny być pobrane i opisane zgodnie z zaleceniami normy (PN-B-044520), tak by można było wykonać zaplanowane, weryfikujące materiał mineralny, badania laboratoryjne.

Badania laboratoryjne

Po dostarczeniu próbek gruntów do laboratorium należy dokonać ponownie opisu makroskopowego próbek gruntów w celu kwalifikacji do szczegółowych badań. Oprócz podstawowych badań laboratoryjnych, takich jak oznaczenie wilgotności naturalnej, gęstości, gęstości właściwej, gęstości objętościowej szkieletu gruntowego, składu granulometrycznego, powinny być wykonane badania mineralogiczne jakościowe i ilościowe ze szczególnym odniesieniem do zawartości minerałów ilastych, a także oznaczenie właściwości sorpcyjnych. Metodyka opisana w normie PN-88/B-04481 daje możliwość zarówno określenia powierzchni właściwej gruntu, jak i wyznaczenia pojemności wymiany kationowej (CEC).

Bardzo istotną cechą gruntu jest jego urabialność (możliwości odspajania w wyrobisku, jak też wbudowywania gruntu w formie warstw izolacyjnych na składowisku). Składają się na nią takie właściwości, jak parametry plastyczności (granice konsystencji), parametry zagęszczalności gruntu – maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego i wilgotność optymalna. Parametry te rzutują na wartości współczynnika filtracji, który jest uznawany za podstawowy czynnik przy doborze gruntów do formowania warstw mineralnego uszczelnienia składowisk odpadów i wymieniany jest w rozporządzeniu Ministra Środowiska (z 24.03.2003).

Wartości tych parametrów mają znaczący wpływ również na zachowanie się gruntów wbudowanych jako element konstrukcyjny składowiska, tj. na parametry wytrzymałościowe uformowanego uszczelnienia. Przy maksymalnym zagęszczeniu szkieletu gruntowego osiągają one najwyższe wartości, a także najmniejsze współczynniki filtracji, co jest korzystne z punktu widzenia izolacyjności materiału mineralnego przeznaczonego do formowania warstw uszczelnienia składowisk odpadów.

Po analizie potrzeb gospodarczych kraju oraz zaleceń ustawodawczych podjęto działania w kierunku analizy utworów geologicznych Polski pod kątem ich przydatności do formowania izolacyjnych barier geologicznych składowisk odpadów. Ten szeroko zakrojony problem został zaproponowany jako temat badawczy przez Ministerstwo Środowiska (nr 891/2005/Wn-07/FG-go-tx/D), finansowany jest przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej i jest w trakcie realizacji przez Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie przy udziale Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego.

Na potrzeby tego tematu wytypowano 34 punkty-złoże na terenie Polski. Typując je, przyjęto dodatkowe kryterium administracyjne związane z zapotrzebowaniem wielkich aglomeracji na tworzenie nowych składowisk odpadów w sposób zgodny z obowiązującymi zaleceniami. Wybrano średnio po dwa miejsca eksploatacji złoże w województwie tak, by odległość do aglomeracji nie przekraczała 100 km.

Wyniki badań i obserwacji terenowych oraz laboratoryjnych po uporządkowaniu i analizie zestawiono w sposób ujednolicony, tak aby już wstępnie można było dokonać wyboru surowców do formowania mineralnych barier izolacyjnych ze względu na jakość samego materiału, ale także na odległość od projektowanego lub modernizowanego składowiska odpadów, dojazd, technologię eksploatacji zasobów złoże i inne.

Na podstawie doświadczeń zdobytych przy realizacji tematu nr 891/2005/Wn-07/FG-go-tx/D została opracowana „Karta informacyjna o przydatności surowca mineralnego do uszczelnienia składowiska odpadów”.

Karta, ze względu na syntetyczny zapis danych z badań terenowych i laboratoryjnych, umożliwi łatwe wprowadzanie danych o złożach przydatnych do formowania mineralnych barier izolacyjnych do bazy danych geologicznych i korzystanie z tych danych przy stałym ich uzupełnianiu.

W „Karcie informacyjnej...” na wstępie podaje się dane porządkowe: numer odsłonięcia, wyrobiska, złoże, datę obserwacji i pobrania próbek do badań laboratoryjnych. Następnie w „Kartę...” wpisuje się dane ogólne – administracyjne: nazwę złoże, miejscowość, gminę, powiat, województwo, w którym złoże leży, oraz kto jest właścicielem koncesji na eksploatację. Dane ogólne zawierają także: położenie geograficzne, geologiczne, wymiary udokumentowanego złoże – miąższość, powierzchnię, rozciągłość, szerokość. Część ogólną uzupełnia się informacjami dotyczącymi: rodzaju kopaliny, wieku, zasobów, stanu i rodzaju eksploatacji, zasad udokumentowania złoże, stanu i sposobu udokumentowania złoże, rodzaju i miejsca przechowywania dokumentacji, archiwalnych badań laboratoryjnych oraz sposobu użytkowania surowca.

Druga i trzecia część „Karty informacyjnej...” zawiera opis warunków geologicznych i hydrogeologicznych złoże.

Dalej powinno być scharakteryzowane wyrobisko: wysokość ścian, nachylenie zboczy, ruchy masowe (osuwiska, obrywy, spełzywania, płynięcie), transport wewnętrzny materiału, dojazd do wyrobiska.

Następna część zawiera opis serii złożowej i możliwości wykorzystania surowca dla celów izolacyjnych: jednorodność gruntów, charakterystyka przewarstwień, za-

burzenia gładitektoniczne, zwietrzeliny, głązy, kamienie, struktura i tekstura gruntu, warunki przyszłej eksploatacji.

W części szóstej wymagany jest opis: lokalizacji miejsc poboru próbek, rodzaju opróbowania, ilości i wielkości próbek oraz szkic lokalizacji miejsc poboru próbek, profile ścian wyrobiska, przekroje, charakterystyka materiału opróbowanego – opis makroskopowy.

Wyniki badań laboratoryjnych cech identyfikacyjnych w postaci tabeli stanowią integralną część „Karty informacyjnej...”. Tabela zawiera wyniki badań, poczynając od ponownego opisu makroskopowego, poprzez skład mineralny, właściwości sorpcyjne, a kończąc na parametrach wytrzymałościowych gruntów.

Jako załączniki graficzne do „Karty...” dołączono wycinki mapy samochodowej orientującej w terenie wyrobisko i złożę, a także wycinki mapy geologicznej opisujące złożę w przestrzeni geologicznej, ponadto zdjęcia eksploatowanych ścian wyrobiska lub przekroje geologiczne ścian wyrobiska i profile otworów.

Na „Karcie...” powinno znaleźć się również: nazwisko osoby dokonującej wizji lokalnej i pobierającej próbkę do badań laboratoryjnych oraz odpowiedzialnej za wykonanie badań laboratoryjnych wstępnych właściwości gruntów.

Podsumowanie i wnioski

1. Prowadząc prace poszukiwawcze i rozpoznawcze surowców ilastych w celu ich wykorzystania do formowania mineralnych barier izolacyjnych składowisk, należy zadbać, aby dokumentacja tych prac była przedstawiona w postaci „Karty informacyjnej o przydatności surowca mineralnego do uszczelniania składowisk odpadów”.
2. Opracowanie „Karty informacyjnej...” pozwoli na:
 - ujednoczenie zapisów informacji o złożu i wyrobisku;
 - przedstawienie danych pozwalających na wstępną ocenę możliwości wykorzystania zasobów dla celów izolacji;
 - ewidencjonowanie pobranych próbek oraz ujednoczenie zapisu wykonanych badań laboratoryjnych pozwalających na wstępne określenie właściwości kopaliny;
 - porównanie właściwości surowca z poszczególnych złóż w nawiązaniu do lokalizacji składowiska.
3. Zaproponowane w artykule jednolite przedstawianie danych w odpowiedniej kolejności i zakresie będzie czytelne przy wprowadzaniu do bazy danych geologicznych.
4. Szeroki zakres tworzonej bazy danych powinien umożliwić właściwy wybór materiałów ilastych na izolacje zarówno ze względu na ich właściwości, jak i na inne elementy środowiska, technologie urabiania, zasoby, a nawet warunki transportu.

Literatura

- Burkhard G., Egloffstein Th., Maubeuge von K.P., 1997. Porównanie systemów uszczelnień składowisk odpadów. Próba interpretacji pojęcia porównywalności równoważności. Materiały konferencji naukowo-technicznej: „Geotechnika w budowie składowisk odpadów”, wykłady specjalne. Pułtusk 22–24 października, s. 5–50.
- Daniel D.E., Koerner R.M., 1995. Waste Containment Facilities. Guidance for Construction, Quality Assurance and Quality Control of Liner and Cover Systems. ASCE Press, New York.
- Drągowski A., 1979. Wybrane problemy badawcze zwietrzelin i gruntów antropogenicznych dla posadowienia budowli. Materiały konferencyjne: „Budownictwo na gruntach słabych, nasypanych i antropogenicznych rejonu Warszawy”, s. 47–61.
- EPA530-R-93-017, 1993. Solid Waste Disposal Facility Criteria. Technical Manual. US Environmental Protection Agency (EPA), www.epa.gov.
- ETC 8 (Europejski Komitet Techniczny), 1994. Geotechnika składowisk odpadów. Projektowanie i roboty zabezpieczające. Wyd. Geoteko, Warszawa.
- ITB 337, 1995. Projektowanie przesłon izolacyjnych na składowiskach odpadów komunalnych. Instrukcja Instytutu Techniki Budowlanej. Warszawa.
- Łuczak-Wilamowska B., 1997. Modelowanie właściwości ilów neogeńskich z Mszczonowa jako warstw izolacyjnych. Arch. Wydziału Geologii UW, Warszawa. Praca doktorska.
- Majer E., 2005. Ocena właściwości przesłonowych ilów do budowy składowisk odpadów. Arch. ITB, Warszawa. Praca doktorska.
- NRA za: Jones R.M., Murray E.J., Rix D.W., Humphrey R.D., 1995. Selection of clay for use as landfill liners. Proceedings of the Symposium on Geotechnics Related to the European Environment. Waste Disposal by Landfill – Green’93. Balkema, Rotterdam.
- PN/B-04452. Geotechnika. Badania polowe.
- PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- Rowe R.K., Quigley R.M., Booker J.R., 1995. Clayey barrier systems for waste disposal facilities. E & FM SPON, London.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk.
- Ustawa – Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (z późniejszymi zmianami).