Stanisław Rymar
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Krośnie

MOŻLIWOŚĆ ZASTOSOWAŃ WYBRANYCH METOD GEOFIZYCZNYCH W BADANIACH ŚRODOWISKOWYCH, REJON DYNÓW – DUBIECKO

Abstrakt

W związku z rozwojem infrastruktury komunikacyjnej (drogi, chodniki, nasypy kolejowe itp.) zaprezentowana zostanie praktyczna metoda do określenia nośności gruntów obciążonych w sposób niecykliczny za pomocą sejsmicznej płyty dynamicznej z opisem sposobu przeprowadzania badań, interpretacją wyników wraz z podaniem wymagań dotyczących nośności gruntów. Z metod geoelektrycznych wykorzystujących działanie sztucznych pól elektromagnetycznych w praktyce zostaną przedstawione zasady pomiaru służące do wykrywania lokalizacji kabli energetycznych za pomocą urządzenia „WIP-1"(przydatnego do lokalizacji podziemnych ciągów elektroenergetycznych w warunkach gęstej zabudowy). Z urządzeń wspomagających badawczą problematykę środowiskową (szczególnie w zakresie geochemii przedstawiony zostanie sposób badania nieczynnych wyrobisk górniczych, tzw. „kopanek ropnych" zlokalizowanych w miejscowości Wara na pograniczu Pogórza Dynowskiego oraz Pogórza Przemyskiego za pomocą urządzenia typu HS-1 oraz RAE SYSTEMS.

Prezentowana zarówno metodyka badań oraz aparatura badawcza mogą być przydatne dla osób zajmujących się przygotowaniem terenów inwestycyjnych, nadzorujących prowadzone inwestycje, a także zajmujących się problematyką środowiskową.

1. Wstęp

Przeprowadzanie i dokumentowanie badań o stanie środowiska wynika z przepisów prawa i mocy wielu obowiązujących w tej sprawie rozporządzeń. Jedną z istotnych spraw jest określenie uwarunkowań środowiskowych dla obszarów przeznaczonych, bądź rezerwowanych pod inwestycje.

Wydana w tym zakresie przez Ministerstwo Środowiska „Instrukcja sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1:10 000 i większej dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach", Warszawa 1999 r. (rys. 1), określa m.in. merytoryczne cele takich opracowań, głównie w zakresie:

- określenia przydatności terenu dla celów budowlanych w nawiązaniu do istniejącej infrastruktury,
- wskazania i opisania wszystkich czynników geologicznych i antropogenicznych

wpływających lub mogących ujemnie wpłynąć na działalność budowlaną,

– wskazania głównych problemów budowlanych, które należy rozwiązać szczegółowymi badaniami geologiczno-inżynierskimi podczas dokumentowania większych obiektów inwestycyjnych.

Rys. 1. **Strona tytułowa instrukcji sporządzania mapy (...)**

Źródło: „Instrukcja sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1:10 000 i większej dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach”. Ministerstwo Środowiska, Warszawa, 1999.

Sposób dokumentowania poszczególnych „warstw informacyjnych” szczególnie w zakresie zagrożeń geologicznych jest ściśle określony. Dużą wagę przywiązuje się tutaj do badań geofizycznych jako szczególnie przydatnych do ogólnego rozpoznania na terenach słabo udokumentowanych.

2. Zasady projektowania i wykonywania prac geologicznych

Badania geofizyczne są jednym ze sposobów rozpoznania geologicznego, które umożliwiają rozpoznanie środowiska w sposób ciągły i przestrzenny. Rozpoznanie takie umożliwia optymalne zaprojektowanie kosztownych prac w postaci wierceń i sondowań geotechnicznych niezbędnych pod budowę nowej, względnie modernizację istniejącej, infrastruktury.

Badania geofizyczne polegają na pomiarze pól fizycznych, naturalnych lub sztucznych, rozprzestrzeniających się w środowisku geologicznym, zależnym od jego fizycznej struktury.

W badaniach mających na celu rozpoznanie nośności podłoża gruntowego najczęściej stosuje się metody sejsmiczne. W rozpoznaniu warunków hydrogeologicznych wykorzystywane są metody geoelektryczne i elektrooporowe. W wielu wypadkach mogą mieć zastosowanie metody georadarowe oraz pomiary w otworach wiertniczych tzw. karotaż.

Metoda sejsmiczna – w metodzie tej wykorzystuje się zróżnicowanie własności fizyczno-mechanicznych ośrodka gruntowego. Polega na pomiarach rozprzestrzeniających się fal wzbudzonych sztucznie. Pomiar czasu przebiegu fal od punktu wzbudzenia do rozstawu odbiorników umożliwia określenie prędkości i trasy ich przebiegu. Prędkość fal sejsmicznych zależy od parametrów mechanicznych ośrodka gruntowego. W badaniach geologiczno-inżynierskich szczególnie przydatne okazuje się określenie nośności podłoża gruntowego.

3. Prezentacja wybranych metod pomiarowych

3.1. Określenie nośności wybranych warstw podłoża gruntowego

Tego typu badania zostały przeprowadzone pilotażowo na wybranych odcinkach budowy drogi obwodowej w Krośnie oraz w rejonie istniejącej infrastruktury komunikacji pieszej w mieście Dynowie (fot. 1).

Fot. 1. Badania lekką płytą dynamiczną infrastruktury komunikacji pieszej, Dynów

Źródło: Zbiory autora

3.2. Opis badań

Badania lekką płytą dynamiczną (fot. 2, fot. 3) stosuje się do określenia nośności rozpatrywanej warstwy. W praktyce używa się ich w badaniach nasypów wykonanych w budownictwie drogowym i kolejowym. Metodę zaleca się szczególnie do rozpatrywania nośności gruntów obciążonych w sposób niecykliczny.

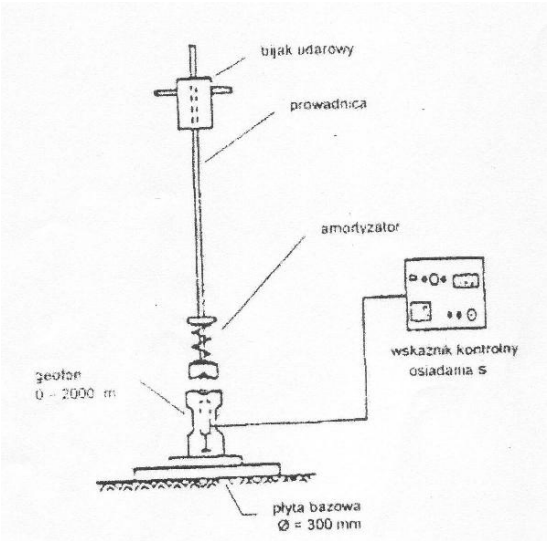
Fot. 2 i 3. Lekka płyta dynamiczna

Źródło: Zbiory autora

Płyta lekka do badań dynamicznych składa się z następujących podzespołów (rys. 2):

- płyta bazowa – masa 15 kg, średnica 300 mm z geofonem;
- bijak udarowy – masa 10 kg;
- prowadnica – masa 5 kg;
- amortyzator – system talerzowy;
- urządzenie pomiarowe.

Rys. 2. **Schemat lekkiej płyty dynamicznej**



Źródło: Instrukcja obsługi „Lekka płyta do badań właściwości dynamicznych podłoża gruntowego typu HMP LFG”, Warszawa 2002

Metodyka badań wykorzystuje zjawisko odkształcenia podłoża pod wpływem dynamicznego naprężenia. Pod wpływem uderzenia bijaka energia udaru przekazywana jest ośrodkowi gruntowemu – następuje zagłębienie płyty o wartość S. Wartość osiadania S obliczana jest przez jednostkę procesorową i wykazywana jako moduł odkształcenia dynamicznego E_{Vd} w [N/mm^2], który jest reprezentatywny dla badanego gruntu.

Głębokość oddziaływania płyty to 1,5-krotność średnicy, tj. 400–500 mm (0,4–0,5 m). Na podstawie dynamicznego modułu odkształcenia możemy określić statyczny moduł odkształcenia E_{V2} i na ich podstawie otrzymać wskaźnik zagęszczenia gruntu I_s (w procentach). Wymagania dotyczące modułu zagęszczenia I_s są określone w dokumentacji projektowej dla każdego obiektu (np. podbudowa dróg, chodników, nasypów itp.).

Porównując otrzymane wyniki z wymaganiami dokumentacyjnymi możemy na bieżąco określać i kontrolować stopień zagęszczenia np. podbudowy drogi.

Przykładowe wymagania dotyczące nośności gruntów w budownictwie drogowym w zależności od typu stosowanego materiału pod podbudowę określa tabela 1.

Tab. 1. **Wymagania dotyczące nośności gruntów w budownictwie drogowym**

Typ gruntu		Wskaźnik zagęszczenia I_s (w %)	Moduł odkształcenia E_{v2} (w MN/m^2)	Moduł odkształcenia E_{vd} (w MN/m^2)
Równoziarniste	Z domieszką ziaren Ø≤2 mm pon. 60% wag oraz Ø≤0,063 mm pon. 7% wag (określone po wykonaniu prac budowlanych)	≥ 103	≥ 120	≥ 60
	Z domieszką ziaren Ø≤2 mm pon. 60%wag	≥ 100	≥ 100	≥ 50
		≥ 98	≥ 80	≥ 40
		≥ 97	≥70	≥ 35
	O ziarnie równym	≥ 100	≥ 80	≥ 40
		≥ 98	≥ 70	≥ 35
		≥ 97	≥ 60	≥ 32
Różnoziarniste	Z udziałem ziaren Ø≤0,063 mm od 7% do 15% wag oraz Ø≤2 mm pon. 60% wag	≥ 100	≥ 70	≥ 35
		≥ 97	≥ 45	≥ 25
	Z udziałem ziaren Ø≤0,063 mm od 15% do 40% wag oraz Ø≤2 mm pon. 60% wag	≥ 97	≥ 45	≥ 25
		≥ 95	≥ 30	≥ 20

Źródło: wg DIN18196

4. Wykrywanie podziemnej infrastruktury – metoda elektrooporowa

W metodzie elektrooporowej wykorzystuje się zróżnicowanie oporności elektrycznej ośrodka. Jednym z wielu przyrządów służących do wykrywania lokalizacji kabli jest lokalizator o nazwie VIP-1 (rys. 3).

Rys. 3. **Lokalizator kabli WIP-1**

Źródło: http://geoserwis.republika.pl/wip.htm

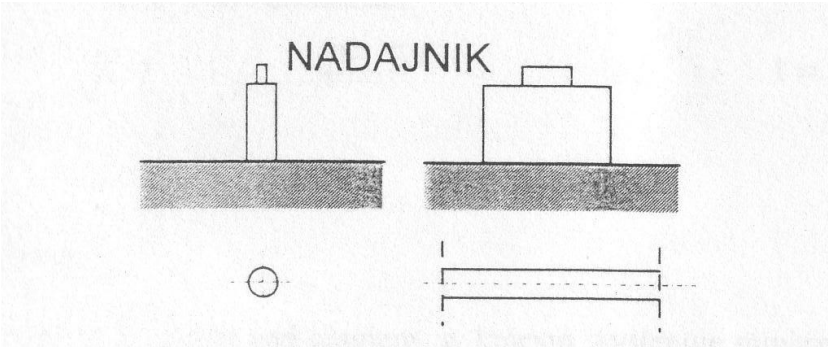
Jego działanie oparte jest o metodę indukcyjną i galwaniczną. Podstawowe dane techniczne to:

- wyznaczanie trasy ciągu (rozgałęzienia) – do 200 m;
- wyznaczanie głębokości zalegania – do 4 m;
- waga zestawu – 3 kg;
- odbiór sygnału na słuchawki;
- czas użytkowania pomiędzy ładowaniami – do 50 godz.

4.1. Pomiary

Nadajnik ustawia się na ziemi nad lokalizowanym ciągiem w płaszczyźnie nadajnika (rys. 4). Po załączeniu i wyregulowaniu odbiornika (w słuchawkach nastąpi wyraźny sygnał) anteną odbiorczą wykonujemy wahadłowe ruchy w obszarze przypuszczalnej trasy ciągu. Bardzo istotnym jest prostopadłe usytuowanie osi anteny odbiorczej względem powierzchni ziemi, gdyż wtedy minimum odbieranego sygnału występuje dokładnie nad badanym ciągiem.

Rys. 4. **Sposoby ułożenia nadajnika nad lokalizowanym ciągiem**



Źródło: „Instrukcja obsługi: Lokalizator „WIP-1" – „Geo-serwis", Gdańsk 2002, s. 2.

4.2. Wyznaczenie głębokości

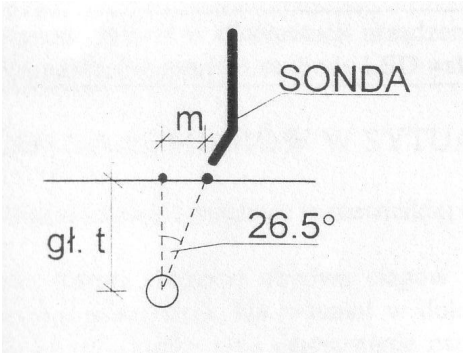
Wyznaczony punkt A leżący nad badanym ciągiem, w którym występuje minimum sygnału przy antenie prostopadłej, zaś literą B – punkt, w którym występuje minimum sygnału dla anteny o kącie 26,5° (rys. 5).

Głębokość zalegania kabla wyznaczamy z zależności:

– tg 26,5° = -m/t
– t = m/0,5 = 2 m

gdzie odległość *m* pomiędzy A i B wynosi 4 m.

Rys. 5. **Wyznaczanie głębokości zalegania kabla**



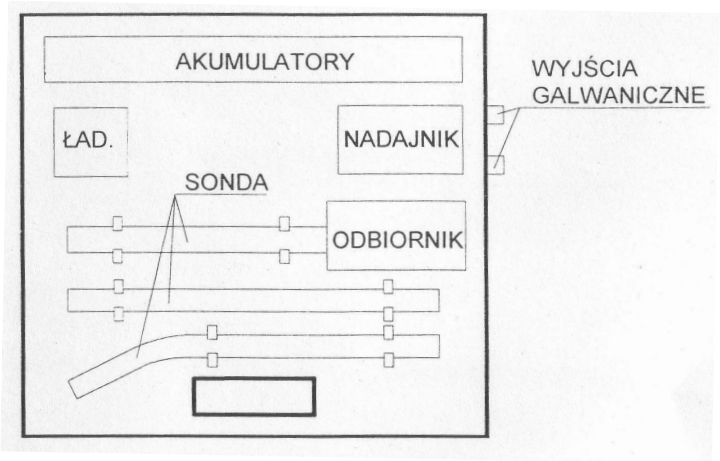
Źródło: Instrukcja obsługi: Lokalizator „WIP-1" – „Geo-serwis", Gdańsk 2002, s. 3.

Funkcje lokalizatora pozwalają również na:

– wyznaczenie ciągów rozgałęzionych w warunkach gęstej zabudowy (metoda galwaniczna);
– lokalizację w przypadku, gdy żaden punkt poszukiwanego ciągu nie jest znany;
– ustalanie miejsca uszkodzenia kabla.

Prezentowany typ urządzenia (rys. 6) dobrze sprawdza się w warunkach terenowych, działa w szerokim zakresie napięć zasilających, nie wymaga nadmiernego ładowania i jest prosty w obsłudze.

Rys. 6. **Schemat lokalizatora WIP-1**



Źródło: Instrukcja obsługi: Lokalizator „WIP-1" – „Geo-serwis", Gdańsk 2002, s. 4.

5. Badania problematyki środowiskowej w aspekcie geochemicznym

Obszar obecnego województwa podkarpackiego (w tym również rejony Pogórza Przemyskiego i Dynowskiego na przełomie XIX i XX w. były objęte dość intensywną działalnością górniczą w poszukiwaniu złóż ropy naftowej (oleju skalnego) i wosku ziemnego, tzw. „ozokerytu". Z tego okresu pozostały niezlikwidowane do dzisiaj wyrobiska górnicze, tzw. kopanki. Źródła archiwalne wspominają o ich istnieniu także w rejonie Dynowa i Dubiecka. Przeprowadzone w tym zakresie badania w ramach projektu badawczego MNiSW potwierdziły istnienie takich wyrobisk do chwili obecnej. Z badań wynika, że najbardziej intensywną działalność prowadzono na pograniczu Pogórza Dynowskiego oraz Pogórza Przemyskiego w miejscowości Wara. Zlokalizowane miejsca występowania wyrobisk na podstawie planu sytuacyjnego z roku 1889 zostały zbadane na obecność węglowodorów sondami typu HS-1 oraz RAE-SYSTEMS. Urządzenia te pozwalają stwierdzić obecność węglowodorów w płynach (ropie naftowej) lub gazu ziemnego (metanu) w sposób jednoznaczny w warunkach terenowych.

Dokumentacja fotograficzna (fot. 4 i 5) przedstawia zlokalizowane wyrobiska górnicze oraz zastosowaną przy ww. badaniach środowiskowych aparaturę nadawczą. Prezentowana aparatura może służyć również do określania innych skażeń węglowodorowych wywołanych np. awariami lub w przypadku składowisk odpadów komunalnych do określenia wyziewów metanowych.

Fot. 4 i 5. Wyrobiska górnicze, tzw. kopanki – bez nazwy, umiejscowiona na polu naftowym kopalni Wara /obszar leśny/

Źródło: Projekt badawczy Nr NN524337233/210 MNiSW 2010

Podsumowanie

Prezentowane badania geofizyczne stanowią przykład dynamicznie rozwijającej się w ostatnim czasie możliwości zastosowań i nowatorskich rozwiązań w konstrukcji aparatury do płytkich badań przypowierzchniowych warstw skorupy ziemskiej. Szczególnie są przydatne do szybkiej lokalizacji i zasięgu skażeń środowiskowych zarówno powierzchniowych, jak i wgłębnych. Szczególnym obszarem zagrożeń geologicznych, często występującym również na obszarze Pogórza Przemyskiego i Dynowskiego są zagrożenia związane z ciągłym działaniem procesów geodynamicznych, powodujących powstawanie osuwisk, zapadlisk, niecek sufozyjnych itp. Można tutaj zaliczyć także występowanie gruntów o słabej, często zmiennej nośności, występowanie krawędzi erozyjnych itp., a także tereny antropogeniczne, o nierozpoznanym charakterze. Te uwarunkowania sprawiają, że metody geofizyczne, z uwagi na szybkie pomiary, krótki czas interpretacji wyników i możliwości transmisji danych z miejsca pomiarów za pośrednictwem systemów GIS, GPS, zaczynają stanowić jedno z podstawowych źródeł do opracowań map zagrożeń geologicznych obszarów pod kątem oceny ich przydatności pod działalność inwestycyjną.

Bibliografia:

1. *Instrukcja sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1:10 000 i większej dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach.* Ministerstwo Środowiska, Warszawa 1999.
2. Instrukcja obsługi miernika grubości węglowodorów HS-1 i HS-1L – Waterra Pumps Limited Canada.
3. Lokalizator „WIP-1” – „Geo-serwis”, Gdańsk 2002.
4. Lekka płyta do badań właściwości dynamicznych podłoża gruntowego typu HMP LFG, Warszawa 2002.
5. http://geoserwis.republika.pl/wip.htm