

Badania geofizyczne dróg i autostrad

Z ostatniego raportu Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA) o stanie dróg krajowych wynika, iż ponad połowa dróg krajowych wymaga przeprowadzenia różnego rodzaju remontów. Połowę potrzeb remontowych stanowią zabiegi, które należy wykonać natychmiast. Przyczyny złego stanu dróg są niezmiennie: zła jakość i nierzetelność wykonania, zwiększający się ruch, ruch pojazdów przeciążonych oraz warunki klimatyczne.



Rys. 1 Przykład uszkodzonej nawierzchni drogi

Od jakiegoś czasu GDDKiA monitoruje stan infrastruktury drogowej w systemie SONS, w którym zbierane są dane o takich cechach eksploatacyjnych nawierzchni jak: stan spękań, równość podłużna, głębokość kolein, stan powierzchni oraz właściwości przeciwpślizgowe. Jak łatwo zauważyć system skupia się wyłącznie na ocenie nawierzchni dróg nie gromadząc informacji o kondycji obiektów towarzyszących ani stanie podłoża gruntowego. Budowa, modernizacja oraz przebudowa istniejących szlaków komunikacyjnych powinna być wg instrukcji GDDKiA poprzedzona badaniami podłoża gruntowego.

Między różnymi – tradycyjnymi metodami badań uwzględnione są również badania geofizyczne. Stosuje się je do (wg R. Białostocki, Z. Marczewski, 1979, M. Inerowicz i in., 1997):

- § ogólnego rozpoznania na terenach pod względem geologicznym słabo rozpoznanych oraz optymalnego ustalenia lokalizacji wierceń;
- § uściślenia interpretacji geologicznej między wierceniami;
- § określenia właściwości fizyko - mechanicznych podłoża budowlanego, nasypów i nawierzchni drogowych;
- § określenia ewentualnego skażenia podłoża gruntowego i innych niekorzystnych właściwości podłoża;



Rys. 2 Typowy przekrój jezdni

Metody geofizyczne

Wśród metod geofizycznych wykorzystywanych do tych celów znajdują się między innymi: badania georadarowe, sondowania i profilowania elektrooporowe, profilowanie refrakcyjne, prześwietlenie sejsmiczne, mikrograwimetria i gradient pionowy.

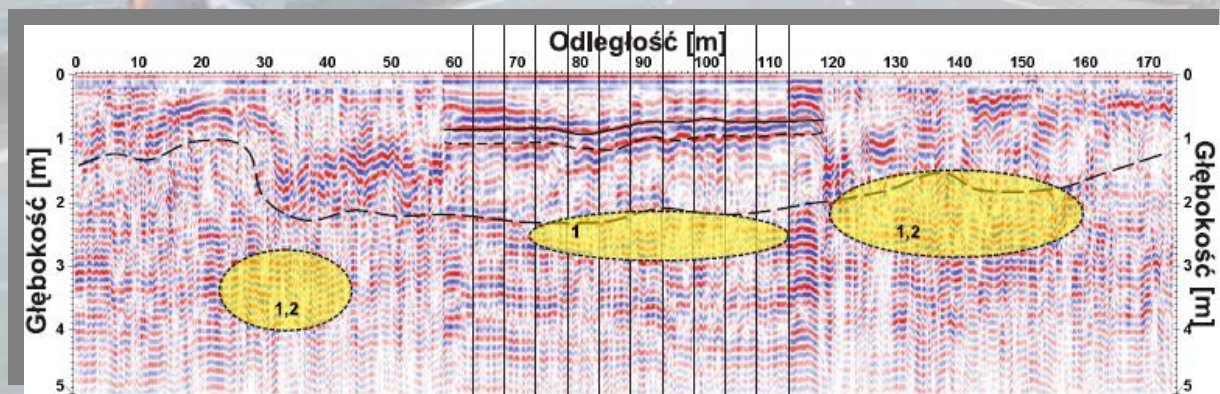
Metoda georadarowa

Metoda georadarowa GPR /Ground Penetrating Radar/ jest najbardziej popularną metodą geofizyczną diagnostyki nawierzchni dróg na świecie. W Polsce jest ona zalecana w instrukcji Badań Podłoża Gruntowego Budowli Drogowych i Mostowych opracowanej przez GDDP. Metoda ta pozwala na rozpoznanie niewidocznych zmian w strukturze drogi takich jak: zawilgocenia, ścięcia, osiadania, zmiany miąższości warstw i rozwarstwienia tak asfaltów jak i podbudowy.

GPR odwzorowuje warunki strukturalne układu warstw geologicznych w strefie przypowierzchniowej i dynamikę zmian w niej zachodzących (Monitoring) takie jak: ruchy masowe osuwiska, spętywanie, strefy migracji wód gruntowych, sufozje, zjawiska krasowe, szkody górnicze, które są przyczyną destrukcji



Rys. 3 Mobilny zestaw pomiarowy GPR



Rys. 5 Przekrój georadarowy ze strefami anomalnymi, dla rozpoznania ośrodka gruntowego pod powierzchnią jezdni nawierzchni drogi. Firma Geopartner posiada sprzęt odpowiedni do prowadzenia takich badań z gwarancją uzyskania satysfakcjonujących i wiarygodnych wyników.

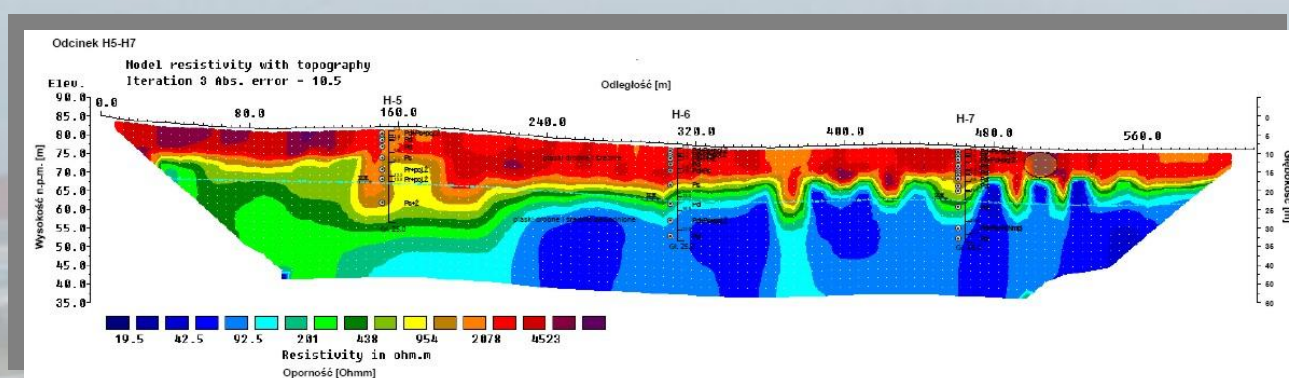
Żadna inna metoda geofizyczna nie jest w stanie tak szczegółowo i w sposób ciągły odtworzyć struktury podbudowy drogi. Efektywność zastosowania tej metody zależy od poziomu technicznego używanego sprzętu, eliminacji zewnętrznych zakłóceń elektromagnetycznych oraz praktycznego doświadczenia w pomiarze, przetwarzaniu i interpretacji danych.

Biorąc pod uwagę liniowy charakter budowli jaką są drogi, firma Geopartner stosuje odpowiednią procedurę uwzględniającą kolejność zastosowanych pomiarów i badań. W pierwszej kolejności wykonywane są profile georadarowe symetrycznie po dwa dla każdej z jezdni. Pomiar georadarowy są skorelowane z materiałem wideo oraz urządzeniem GPS. W celu korelacji, doboru właściwych parametrów przetwarzania

sygnału radarowego oraz dla rozpoznania geologicznego badanego ośrodka wykonywane są geotechniczne otwory badawcze z otworami w skrajniach drogi.

Metody geoelektryczne

Metoda sondowań geoelektrycznych polega na kolejnych pomiarach oporu pozornego w tym samym punkcie na powierzchni terenu przy zmiennych rozstawach elektrod pomiarowych. Dzięki temu uzyskuje się informację o pionowym rozkładzie oporności górotworu, stąd też nazwa sondowanie. Pomiar przeprowadza się układem czteroelektrodowym. Interpretacja sondowań elektrycznych polega na porównaniu wyników pomiarów z krzywymi teoretycznymi. Dopasowanie przebiegu krzywej teoretycznej do przebiegu krzywej pomiarowej pozwala na określenie parametrów przekroju geoelektrycznego.



Rys. 6 Przekrój elektrooporowy z naniesionymi danymi geotechnicznymi uzyskanymi z otworów geologicznych



Rys. 7 Jednostka pomiarowa do badań elektrooporowych

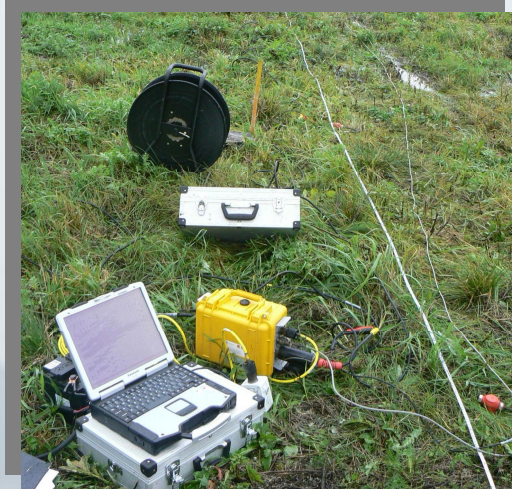
Profilowanie geoelektryczne stosuje się do badania przekroju geoelektrycznego w kierunku poziomym. Wykonuje się go układami pomiarowymi przemieszczanymi wzdłuż zadanych kierunków (profilu), przy zachowaniu stałości ich rozstawów. Stąd głębokość badań w każdym punkcie pomiarowym jest w przybliżeniu stała, a otrzymane wyniki odzwierciedlają zmiany własności elektrycznych skał wzdłuż profili albo w obrębie obszaru badań. Zasięg głębokościowy zależy od długości profilu, natomiast rozdzielczość wykonanych pomiarów jest uwarunkowana od rozstawu elektrod.

W badaniach stanu dróg za pomocą tej metody można wyznaczyć strefy o obniżonej oporności. Strefy o niskich wartościach oporności pozwalają zlokalizować:

- § nagromadzenia wody opadowej pod nawierzchnią nawierzchni drogi;
- § problemy z odprowadzaniem wody opadowej do kolektora;
- § pustki i rozluźnienia podłoża, które mogą być efektem działalności górniczej.

Sejsmika refrakcyjna – profilowanie i mapowanie 2D i 3D

Sejsmika refrakcyjna jest metodą geofizyczną używaną do rozpoznawania struktury badanego ośrodka przy użyciu fal sejsmicznych generowanych z powierzchni. Głębokościowy zasięg metody pozwala na rozpoznanie do ok. 100 metrów wgłąb badanego ośrodka. Dane pomiarowe przetwarzane są komputerowo w celu określenia sejsmicznego modelu prędkości propagacji fali, grubości warstw i struktury ośrodka. Pomiar sejsmiczny polega na wygenerowaniu impulsu sejsmicznego, którego źródłem może być uderzenie młota, upuszczony ciężar czy mikroeksplozja. Typ źródła warunkowany jest przez



Rys. 9 Sejsmiczna aparatura pomiarowa

lokalne warunki

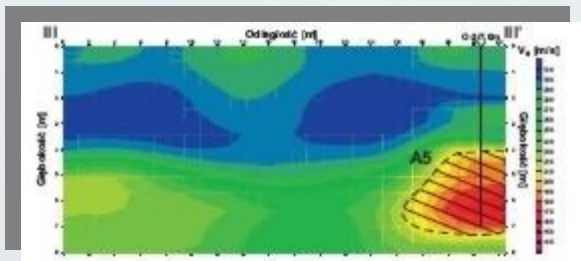
gruntowe i wymaganą głębokość penetracji. Fale sejsmiczne rozchodzą się w ośrodku gruntowo – skalnym dopóki się nie odbiją lub „uślizgną” na granicy poszczególnych warstw. Fale rejestrowane są przez system geofonów lub hydrofonów rozmieszczonych w regularnych odstępach. Źródło fali umieszczone jest na obu końcach profilu pomiarowego, a także dodatkowo na profilu i poza nim w celu dokładnego odwzorowania budowy ośrodka. Geofony rejestrują opóźnienia w czasie pomiędzy różnymi rodzajami fal, tj. falą bezpośrednią, odbitą i refrakcyjną, oraz prędkość tych fal w poszczególnych warstwach. Powierzchnie odbicia i poślizgu fal sejsmicznych są wartościowym materiałem do interpretacji granic i struktur litologicznych.



Rys. 10 Źródło sejsmiczne

Zastosowanie sejsmiki inżynierskiej w badaniu dróg pozwala na:

- § wyznaczenie granic: podłoża skalnego, między warstwami zróżnicowanymi litologicznie, pomiędzy strefami o różnym stopniu wietrzenia;
- § wyznaczenie nieciągłości, m.in. lokalizacja i ocena płytkich stref uskokowych, deformacji;
- § położenia i kształtu płaszczyzn poślizgu w ośrodku gruntowym i skalnym;
- § położenie stref spękań, osłabienia, rozluźnień i zapadania się ośrodka gruntowego i skalnego;



Rys. 11 Wynik badań sejsmicznych wykonanych metodą MASW

- § położenie zwierciadła wód gruntowych;
- § lokalizacja nieciągłości, pustek, kawern oraz procesów deformacji w nadkładzie i podłożu; ocenę stanu intensywności spękań i zwińżenia ośrodka skalnego;
- § badania właściwości geomechanicznych (dynamiczne moduły: sprężystości, odkształcenia objętościowego, współczynnik Poissona, a także statyczne moduły deformacji i sprężystości).

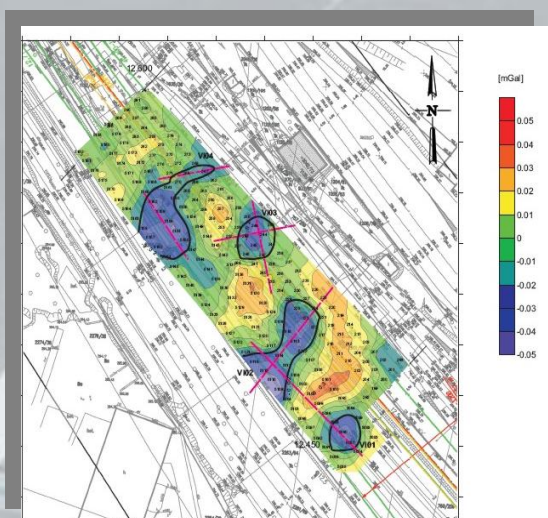
Metoda mikrograwimetryczna

Grawimetria jest metodą opartą na względnym pomiarze siły ciężkości w punkcie pomiarowym, przy pomocy urządzeń nazywanych grawimetrami. Wynikiem tych pomiarów są mapy rozkładu anomalii siły ciężkości na obszarze badań, odzwierciedlające gęstościowe zróżnicowanie ośrodka skalnego. Mikrograwimetria odnajduje zastosowanie w geologii inżynierskiej. Często grawimetrię wykorzystuje się jako metodę uzupełniającą dla prac sejsmicznych oraz przy planowaniu ich lokalizacji, co pozwala na znaczne zredukowanie kosztów.



Rys. 12 Grawimetr CG-5 Autograv

Mikrograwimetria wykorzystywana jest do rozpoznania i badania form geologicznych oraz antropogenicznych występujących płytko pod powierzchnią ziemi.



Rys. 13 Mapa mikrograwimetryczna na podkładzie topograficznym

Badania mikrograwimetryczne zalecane są jako podstawowa metoda dla:

- § dróg i kartowania geologiczno-inżynierskiego na podłożu skalistym;
- § obiektów inżynierskich na podłożu skalistych;
- § rozpoznania warunków gruntowo-wodnych dla dróg i kartowania geologiczno -inżynierskiego na podłożu skalistym;
- § obiektów inżynierskich na podłożu gruntowym;
- § obiektów w warunkach specjalnych na terenach krasowych oraz na terenach górniczych