

Grzegorz BEZIUK¹, Remigiusz MYDLIKOWSKI²

METODA ELEKTROOPOROWA I GEORADAROWA W BADANIACH WŁAŚCIWOŚCI
WAŁÓW PRZECIWPOWODZIOWYCH

D.C. RESISTIVITY AND GEORADAR METHODS APPLIED TO FLOOD EMBANKMENTS
INVESTIGATIONS

Abstract

Research with electromagnetic geophysical methods allows detection of inhomogeneities in near-surface structure of the ground. These methods allow non-inject and linear measurements structure of researched object and fast localizing dissimilarity in his structure.

Research of flood embankments was carried by these methods. Flood embankments were chosen as one of most important elements of hydro - protection systems. The paper presents results of examination of flood embankments by means of two geophysical methods: GPR and D.C. resistivity.

Key words: D.C. resistivity, GPR, flood embankment

Wstęp

Bardzo często istnieje potrzeba przeprowadzania badań określających własności geologicznych gruntu. Potrzeby takie wymuszane są badaniami geologicznymi, archeologicznymi jak również badaniami inżynierskimi naziemnej i podziemnej infrastruktury technicznej. Częściej wykonywanymi i jednocześnie koniecznymi do cyklicznego powtarzania są badania sprawdzające strukturę infrastruktury technicznej. Badaniami takimi obejmuje się lotniska, autostrady, drogi, mosty, tamy, zbiorniki wodne czy też obwałowania zbiorników i rzek.

Ocena stanu technicznego budowli technicznych jest bardzo często utrudniona. Prowadzenie badań na „funkcjonującym obiekcie” klasycznymi metodami geologicznymi jest niejednokrotnie niemożliwe. Stosowanie klasycznych metod geologicznych do oceny stanu danej budowli prowadzi często do jej miejscowego zniszczenia lub nadwężenia konstrukcji. Dlatego też prowadzenie oceny technicznej obiektu ogranicza się niejednokrotnie tylko do oceny wzrokowej jej stanu. Pomocnymi w rozwiązaniu tego problemu są, coraz częściej stosowane, geofizyczne metody elektromagnetyczne. Główną zaletą tych metod jest ich bezinwazyjność oraz możliwość liniowego śledzenia struktury badanego obiektu. Takie badania pozwalają na szybkie zlokalizowanie niejednorodności w strukturze badanego obiektu i wskazaniu tych miejsc do dalszej analizy.

Jedną z metod, którą można z powodzeniem zastosować do szybkiego wykrywania niejednorodności w strukturze badanego obiektu, jest metoda elektrooporowa (Keller, 1966). Globalnym parametrem, jaki wyznacza się przy pomocy wspomnianej metody jest rezystywność pozorna ziemi jako ośrodka półprzewodzącego (Kruk, 2000). Na podstawie zmian mierzonej rezystywności pozornej można stwierdzić występowanie w badanym obiekcie niejednorodności. Inną metodą geofizyczną, jaką można zastosować do badania struktury obiektów technicznych jest metoda georadarowa (Tudelft, 2004). Rezultatem badań georadarowych jest rozkład przenikalności elektrycznej w strukturze obiektu, co w połączeniu ze znajomością zmian rezystywności pozornej, daje więcej informacji o budowie badanego obiektu.

W artykule przedstawiono wyniki badań geologicznych gruntu metodą anten ramowych oraz radaru GPR. Badaniom poddano wał przeciwpowodziowy kanału rzeczno Odry we Wrocławiu.

¹ Dr, Institute of Telecommunications, Teleinformatics and Acoustic, Wrocław University of Technology, Wyspińskiego 27, Wrocław, Poland, grzegorz.beziuk@pwr.wroc.pl

² Dr, Institute of Telecommunications, Teleinformatics and Acoustic, Wrocław University of Technology, Wyspińskiego 27, Wrocław, Poland, remigiusz.mydlkowski@pwr.wroc.pl

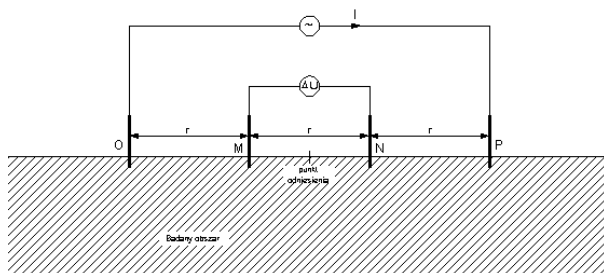
Pomiary struktury wału przeciwpowodziowego

Pomiary struktury wałów przeciwpowodziowych przeprowadzono na brzegu rzeki Odry we Wrocławiu. Badaniom poddano wał przeciwpowodziowy pomiędzy mostami Chrobrego a Jagiellońskimi na lewym brzegu kanału powodziowego. Badaniom poddano strukturę całego wału przeciwpowodziowego metodą elektrooporową a następnie radarem do penetracji gruntu szwedzkiej firmy Mala Geoscience. W artykule przedstawiono wyniki badań 160 metrowego odcinka wału licząc od osi jezdni przechodzącej przez mosty Chrobrego.

Pomiary metodą elektrooporową

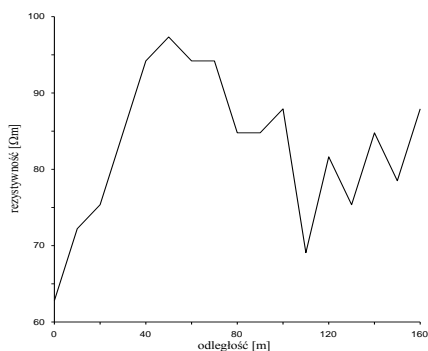
Profilowanie elektrooporowe jest powszechnie stosowaną metodą badania rozkładu konduktywności (rezystywności) w ośrodku półprzewodzącym. Znalazło ono zastosowanie w wielu dziedzinach techniki, np.: mikroelektronice, geofizyce.

Układ pomiarowy składa się z czterech elektrod (O, M, N, P), które mogą pracować w różnych konfiguracjach. Badania prowadzono w konfiguracji Wennera, w której elektrody rozmieszczone są równych odstępach r . Do elektrod zewnętrznych (O i P) dołączone jest źródło prądu przemiennego o stałej amplitudzie I . Do elektrod wewnętrznych (M i N) podłączony jest selektywny miernik napięcia ΔU (rys.1).



Rys.1 Metoda elektrooporowa.

Pomiary wykonywane są przy zmianie położenia całego układu pomiarowego wzdłuż badanego odcinka. Wynikiem pomiarów jest wyznaczony rozkład konduktywności (rezystywności) badanego ośrodka do pewnej jego głębokości. Głębokość pomiarowa jest wprost proporcjonalna do rozstawu elektrod r .



Rys.2 Wyniki pomiarów wału przeciwpowodziowego metodą elektrooporową.

Rezystywność pozorną wyznacza się z zależności:

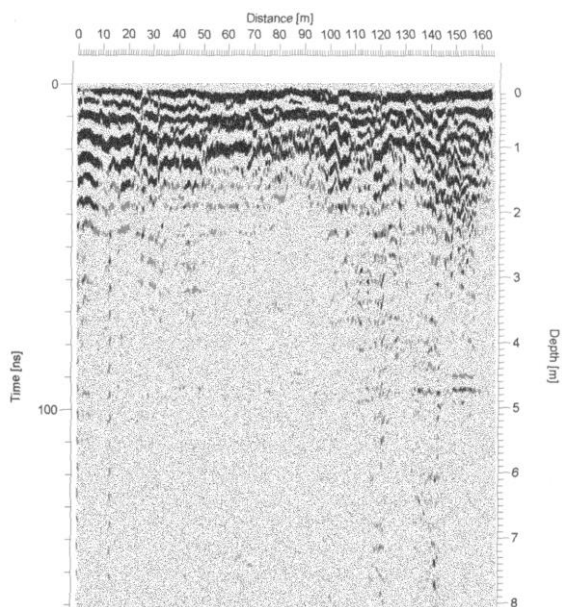
$$\rho_a = 2\pi r \frac{\Delta U}{I}, [\Omega\text{m}] \quad (1)$$

Badania elektrooporowe wykonano aparaturą typu PLH-03 produkcji polskiej, a wyniki tych badań dla 160 metrowego odcinka wału przedstawiono na rys.2. Badania prowadzono z krokiem pomiarowym co 10 m.

Pomiary radarem do penetracji gruntu

Radary do penetracji gruntu (GPR) znajdują bardzo szerokie zastosowanie w badaniach geofizycznych gruntu (Tudelft 2004). Istotną zaletą metody georadarowej w porównaniu z innymi metodami geofizycznymi jest bezinwazyjne oraz liniowe śledzenie budowy struktury geologicznej gruntu. Ta zaleta metody predysponuje ją do wykorzystania jako metody wspomagającej klasyczne metody badania stanu technicznego wału (Szykiewicz 2000).

Badania wału przeciwpowodziowego na brzegu rzeki Odry przy wykorzystaniu radaru RAMAC/GPR pracującego z anteną ekranowaną o częstotliwości 250 MHz. Na rys.3 przedstawiono falogram czasowy profilowanego odcinka. Pomiar radarem przeprowadzono przy kroku pomiarowym równym 30 cm.



Rys.3 Wyniki pomiarów wału przeciwpowodziowego metodą georadarową.

Analiza wyników pomiarów

Z analizy rysunków 2 i 3 widać, że w badanym wale przeciwpowodziowym występują pewne niejednorodności w jego budowie licząc od 100 m jego długości. Pomiarzy metodą elektrooporową, jak i metodą radarową są w przybliżeniu ze sobą zbieżne, wskazując niejednorodności na tych samych odcinkach wału.

Badany wał przeciwpowodziowy jest bardzo starym wałem przeciwpowodziowym od lat nieremontowanym. Niejednorodności w jego budowie mogą wynikać np. z podmycia tego wału podczas wielkiej powodzi we Wrocławiu w roku 1997. Inną przyczyną istniejących niejednorodności mogą być korzenie drzew wrastających w wał. W pobliżu wału i na samym wale rośnie bardzo wiele dużych drzew. Wrastające korzenie widziane na obrazach pomiarowych jako niejednorodności struktury wału znacznie osłabiają jego konstrukcje.

Porównując wyniki otrzymane z obu metod pomiarowych można zauważyć dużą ich zbieżność. Metoda elektrooporowa jest metodą dużo mniej dokładną od metody radarowej. Do sprawnego prowadzenia pomiarów potrzebne są co najmniej cztery osoby. Dokładność tej metody jest wprost proporcjonalna do kroku pomiarowego, z którym wykonywane są pomiary. Pomiary wykonywano z krokiem co 10 m. Chcąc uzyskać większą dokładność pomiarów należałoby skrócić krok pomiarowy do jednego metra lub chociażby kilku metrów. Jednakże skrócenie tego kroku, znacznie wydłużyłoby i tak długi czas potrzebny na wykonanie pomiarów.

Dużo szybciej i sprawniej można wykonać pomiary stosując metodę radarową. Badania tą metodą może prowadzić jedna osoba wykonując bardzo dokładne pomiary w bardzo krótkim czasie. Pomiary prowadzono z krokiem równym 30 cm. Jak widać z falogramu czasowego (rys.3) dokładność tych pomiarów jest bardzo duża. Falogram wskazuje wiele niejednorodności co nieco zaciemnia obraz. Dobranie odpowiedniego kroku pomiarowego w tej metodzie jest zawsze trudnym zadaniem. Optymalny dobór kroku pomiarowego jest wynikiem co najmniej kilku wstępnych sondowań badanego gruntu.

Wnioski

1. Badania odcinka wału przeciwpowodziowego na brzegu Odry we Wrocławiu, dwiema metodami: elektryczną i elektromagnetyczną są zbieżne.
2. Pomiary metodą elektrooporową są dużo mniej dokładne od pomiarów radarowych. Pomiary tą metodą wykonane były z krokiem pomiarowym 10 m, natomiast w metodą radarową 30 cm.
3. Metoda elektrooporowa ze względu na czas trwania pomiarów oraz konieczność wykonywania tych pomiarów przez kilka osób, nie jest metodą, którą można by wykorzystywać do oceny wałów przeciwpowodziowych.
4. Metoda pomiarowa przy użyciu radaru do penetracji gruntu może znaleźć swoje zastosowanie do profilowania struktury wałów przeciwpowodziowych. Wprowadzenie radaru GPR jako metody uzupełniającej badania stanu technicznego wałów przeciwpowodziowych znacznie może poprawić skuteczność tych badań. Wykrycie niejednorodności w strukturze wału może być pomocne przy wyborze miejsc odwiertów geologicznych prowadzonych klasyczną metodą pomiarową oceny stanu wałów.

Literatura

- [1] Szyrkiewicz A., (2000): GPR monitoring of erthen flood banks/levees. 8 Int. Conference on Ground Penetrating Radar, Vol. 4084, pp.85-90.
- [2] <http://www.gpr2004.tudelft.nl>.
- [3] Ustawa o prawie wodnym z dnia 18 lipca 2001r. (Dz.U.2001.115.1229)
- [4] Keller G.V. & Frischknecht F.C. (1966): Electrical methods in geophysical prospecting, Pergamon Press, New York.
- [5] Kruk J., Meekes J.A.C., Berg P.M. & Fokema J.T. (2000): An apparent-resistivity concept for low-frequency electromagnetic sounding techniques, Geophysical Prospecting, Vol. 48, pp.1033-1052.