

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
w Warszawie  
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Mgr inż. Łukasz Zawadzki

# Zastosowanie metody elektrooporowej do określania stanu nasycenia wodą gruntów piaszczystych

Application of electrical resistivity method for determining water  
saturation of sandy soils

Praca doktorska  
Doctoral thesis

Praca wykonana pod kierunkiem  
Prof. dr hab. inż. Kazimierz Garbulewski (promotor główny)  
Dr inż. Mariusz Lech (promotor pomocniczy)  
Katedra Geoinżynierii  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Recenzenci:  
Prof. dr hab. inż. Stanisław Pisarczyk  
Zakład Budownictwa Wodnego i Hydrauliki, Politechnika Warszawska

Dr hab. inż. Lech Bałachowski, prof. nadzw. PG  
Katedra Geotechniki, Geologii i Budownictwa Morskiego, Politechnika Gdańska

Warszawa, rok 2016

## Streszczenie

### Zastosowanie metody elektrooporowej do określania stanu nasycenia wodą gruntów piaszczystych

Niniejsza praca dotyczy wykorzystania metod elektrooporowych do wyznaczania stanu nasycenia gruntów. W pracy zostały zawarte podstawowe informacje dotyczące teorii związanej z badaniami elektrooporowymi, wpływem różnych czynników na wyniki tych badań oraz technik wykorzystywanych podczas wykonywania pomiarów. W ramach pracy wykonano serię elektrooporowych badań laboratoryjnych na próbkach gruntów piaszczystych z wykorzystaniem wykonanej dla tego celu aparatury obejmującej: cylindry elektrooporowe, kolumnę elektrooporową oraz aparat Proctora z pomiarem elektrooporowym. Bazując na wynikach badań laboratoryjnych opracowano wzory korelacyjne umożliwiające wyznaczenie parametrów stanu nasycenia ( $w$ ,  $w_o$ ,  $S_r$ ,  $\Psi$ ) na podstawie wyników badań elektrooporowych oraz analizy krzywej uziarnienia gruntów. Poprawność opracowanych zależności została zweryfikowana przez pomiary terenowe zrealizowane na składowisku odpadów Łubna oraz warszawskim osiedlu Stegny. Jako element dodatkowy został stworzony program w języku Python umożliwiający wyznaczenie parametrów stanu nasycenia na podstawie zaproponowanej metodyki.

**Słowa kluczowe:** badania elektrooporowe, tomografia elektrooporowa, stan nasycenia, stopień nasycenia, opór właściwy gruntów, grunty piaszczyste

## Summary

### Application of electrical resistivity method for determining water saturation of sandy soils

This thesis contains basic informations about the electrical resistivity theory, impact of various factors on electrical resistivity measurements and acquisition techniques used in practice. As a part of the work the series of the laboratory electrical resistivity measurements on sandy soil samples have been carried out. Apparatus used to conduct measurements contain electrical resistivity cylinders, electrical resistivity column and Proctor apparatus equipped with steel electrodes. Based on the results of laboratory tests the correlation relationships have been developed for determination of saturation parameters ( $w$ ,  $w_o$ ,  $S_r$ ,  $\Psi$ ). Correlations are based on electrical resistivity results and analysis of particle size distribution curve. Developed relationships have been verified in field conditions on two test polygons localized at the Łubna landfill and Warsaw Stegny estate. As an additional element the program created in Python language have been developed that allows determination of the parameters of saturation based on the proposed methodology.

**Key words:** electrical resistivity methods, electrical resistivity tomography, saturation, degree of saturation, soil electrical resistivity, sandy soils