

XVI Seminarium
ZASTOSOWANIE KOMPUTERÓW W NAUCE I TECHNICIE' 2006
Oddział Gdański PTETiS
Referat nr 3

**WSPOMAGANA KOMPUTEROWO LOKALIZACJA
STREFY POTENCJAŁU ZEROWEGO
W EKSPLOATACYJNYCH BADANIACH UZIEMIENÍ**

Stanisław CZAPP¹, Jacek ORLIKOWSKI¹

1. Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-952 Gdańsk
tel.: (58) 347 13 98 fax: (58) 347 18 02 e-mail: s.czapp@ely.pg.gda.pl

Dla dokładności pomiaru rezystancji uziemienia bardzo istotną rolę odgrywa właściwe umieszczenie sondy napięciowej w układzie pomiarowym. Sonda ta powinna się znajdować w tzw. strefie potencjału zerowego, co umożliwia zmierzenie napięcia uziomowego. W praktyce nieraz trudno jest zlokalizować strefę potencjału zerowego, szczególnie wtedy, kiedy do dyspozycji jest ograniczony obszar do rozmieszczenia uziomów pomocniczych na terenie miejskim. W artykule przedstawiono program komputerowy umożliwiający lokalizację strefy potencjału zerowego w układach z różnorodnymi uziomami prostymi. Aplikacja może być szczególnie przydatna przy pomiarach rezystancji uziemienia w gęstej zabudowie miejskiej lub na terenie zakładu przemysłowego.

1. WSTĘP

Pomiar rezystancji uziemienia jest jednym z elementów badań odbiorczych i okresowych w instalacjach elektroenergetycznych niskiego i wysokiego napięcia. Wykonanie pomiaru jest czynnością prostą, natomiast wiarygodność wyników pomiaru zależy od zastosowanej metody pomiarowej oraz przede wszystkim od właściwego rozmieszczenia uziomów pomocniczych w układzie pomiarowym. Wynik pomiaru będzie poprawny, jeżeli sonda napięciowa umieszczona będzie w strefie potencjału zerowego [1, 2]. Publikacje podejmujące tematykę pomiaru rezystancji uziemienia podają metody pomiaru rezystancji uziemienia, które niejednokrotnie wymuszają umieszczenie uziomów pomocniczych w odległościach przekraczających możliwości uniwersalnych zestawów pomiarowych. Przy niewielkiej odległości pomiędzy uziomem pomocniczym prądowym oraz uziomem badanym również istnieje strefa potencjału zerowego, co oznacza, że pomiar może być wykonany poprawnie, ale strefa ta jest bardzo mała.

Opracowany program komputerowy umożliwia lokalizację strefy potencjału zerowego, również w warunkach, kiedy pomiar rezystancji uziemienia jest wykonywany na ograniczonym terenie, a wymiar charakterystyczny uziomu jest znaczny. Aplikacja umożliwia

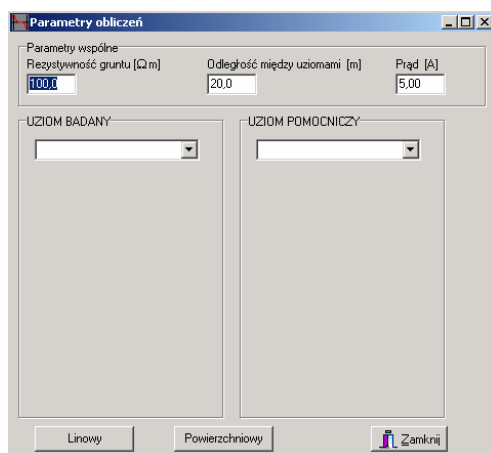
także zmianę różnych parametrów w trakcie symulacji i podgląd wpływu tych zmian na położenie strefy potencjału zerowego oraz rozkład napięcia uziomowego.

2. OPIS APLIKACJI

Program jest niezależną aplikacją pracującą pod kontrolą systemu operacyjnego Windows 95/98/NT/ME/2000/XP. Minimalne wymagania sprzętowe nie przekraczają wymagań środowisk Windows. Dla sprawnego działania programu zalecane jest:

CPU:	Pentium 100
RAM:	8 MB
Dysk twardy:	1 MB wolnego miejsca
Napęd:	FDD lub CD-ROM
Monitor:	VGA
Rozdzielczość ekranu:	640x480
Głębia kolorów:	24 bit
Mysz	

Podczas pierwszego uruchomienia programu automatycznie wyświetlone jest okno dialogowe umożliwiające wprowadzenie parametrów poszczególnych uziomów oraz parametrów wspólnych. Większość pól edycyjnych służących do wprowadzania danych ma pewne wartości początkowe, które można w określonych granicach dowolnie modyfikować. W czasie działania programu okno jest również dostępne poprzez wybranie z menu pozycji *Parametry obliczeń*.



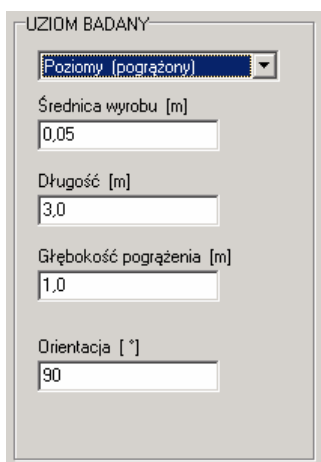
Rys. 1. Widok okna *Parametry obliczeń*

Istnieje możliwość symulacji napięć uziomowych i wyznaczenie strefy potencjału zerowego za pomocą wykresu liniowego lub powierzchniowego.

Wykres liniowy jest najbardziej rozpowszechnionym sposobem prezentacji rozkładu potencjałów. Szczególnie użyteczny jest przy pomiarach rezystancji uziemienia gdzie ważny jest rozkład napięcia w linii łączącej uziom badany z uziomem pomocniczym.

Program wyrysowuje wykres liniowy poprzez wybranie z menu *Wykres Liniowy*, bądź też z poziomu niektórych okien dialogowych poprzez specjalnie utworzone w tym celu przyciski. Dla wyrysowania wykresu niezbędne jest wybranie przynajmniej jednego uziomu w oknie *Parametry obliczeń*.

Wybranie rodzaju uziomu następuje poprzez wywołanie jednej pozycji z rozwijalnej listy. Przykładowy wygląd okna po wybraniu jednego z uziomów przedstawia rysunek 2.

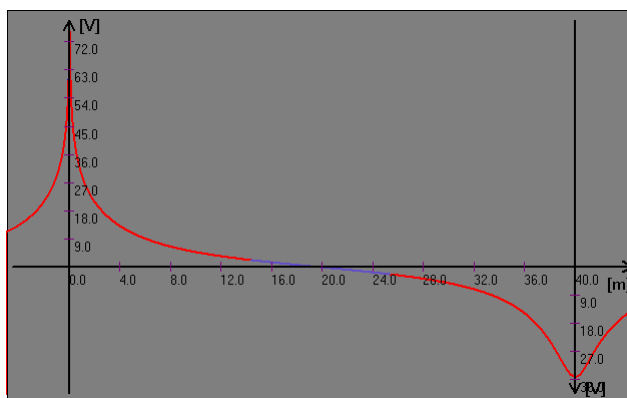


The image shows a dialog box titled "UZIOM BADANY". At the top, there is a dropdown menu with the selected option "Poziomy (pogrążony)". Below the menu are four input fields, each with a label and a unit in brackets: "Średnica wyrobu [m]" with the value "0,05", "Długość [m]" with the value "3,0", "Głębokość pogrążenia [m]" with the value "1,0", and "Orientacja [°]" with the value "90".

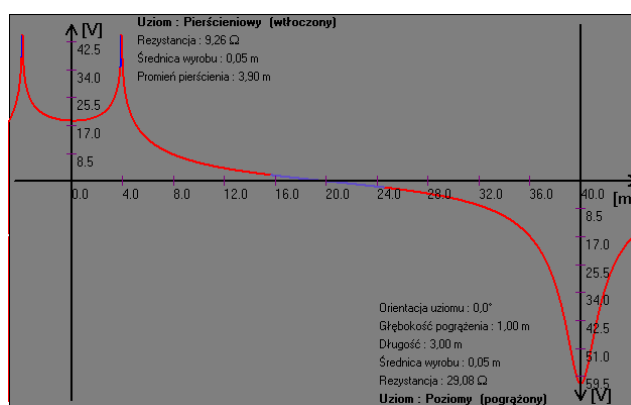
Rys. 2. Okno dialogowe szczegółowych parametrów uziomu

W zależności od wybranego rodzaju uziomu w oknie pojawiają się odpowiednie pola edycyjne umożliwiające modyfikację parametrów. Z oczywistych względów możliwe jest wpisanie jedynie wartości liczbowych dodatnich. Wyjątek stanowi pozycja *Orientacja* wyświetlana jedynie dla uziomów poziomych, gdzie można wpisać wartość ujemną.

W opcji *Wykres Liniowy* obszar wykresu jest dzielony proporcjonalnie w stosunku do napięć pochodzących od każdego z uziomów. Po takich przygotowaniach następuje zasadnicza część, a więc wyrysowanie rozkładu potencjałów. Dla każdego punktu osi x obliczany jest potencjał pochodzący od jednego i drugiego uziomu. Ich różnica nanoszona jest na wykres, po czym przeliczany jest kolejny punkt. Przykładowy efekt takiego działania przedstawiają rysunki 3 i 4. Przebieg napięcia uziomowego jest oznaczony kolorem czerwonym, natomiast strefa potencjału zerowego jest oznaczana kolorem niebieskim. Istnieje możliwość określania wartości napięcia (w procentach napięcia uziomowego), którą umownie przyjmuje się za strefę potencjału zerowego.



Rys. 3. Wykres liniowy bez opisu. Rozkład napięcia przy zastosowaniu uziomów pionowych: o górnej krawędzi na powierzchni gruntu (lewy) i o górnej krawędzi pograżonej (prawy)



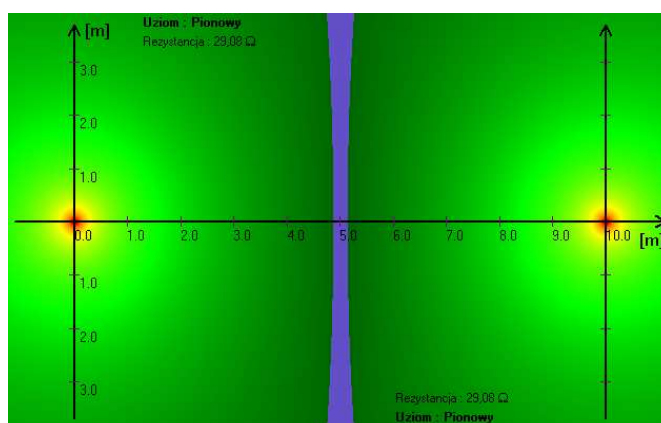
Rys. 4. Wykres liniowy rozkładu napięcia z dokładnymi opisami uziomów: pierścieniowego włoczono do połowy w grunt (lewy) i poziomego pograżonego (prawy)

Wykres powierzchniowy stanowi rozwinięcie wykresu liniowego. Rozkład potencjałów wyznaczany jest na płaszczyźnie poziomej (najczęściej powierzchni gruntu). Pozwala to na szerszą obserwację zjawiska. Dzięki temu istnieje możliwość obserwowania nietypowych rozkładów potencjałów. Taki wykres jest użyteczny przy pomiarach rezystancji uziemień w przypadku, gdy sonda napięciowa nie jest umieszczana w jednej linii z uziomem badanym i pomocniczym.

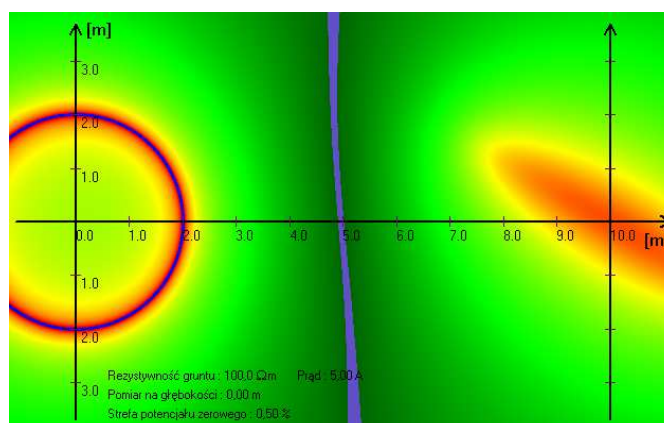
Podobnie jak wykres liniowy wykres powierzchniowy uzyskuje się w programie poprzez wybranie z menu pozycji *Wykres Powierzchniowy*, bądź też z poziomu niektórych okien dialogowych poprzez specjalnie utworzone w tym celu przyciski. Dla wyrysowania wykresu niezbędne jest wybranie przynajmniej jednego uziomu w oknie *Parametry obliczeń*.

Przygotowanie wykresu w programie przebiega podobnie jak dla wykresu liniowego. Po ustaleniu obszaru rysowania wyznaczany jest maksymalny potencjał występujący na badanej powierzchni. Względem tego potencjału ustawiana jest skala kolorystyczna. Dla każdego punktu w obrębie wykresu liczony jest potencjał pochodzący od obu uziomów. Przyrównywany jest do skali i nadaje się mu kolor od niebieskiego poprzez ciemnozielony, jasnozielony, żółty, jasnoczerwony do ciemnej czerwieni. Kolory czerwone oznaczają od-

powiednio wyższe potencjały, zaś zielone – niższe, natomiast kolor niebieski oznacza strefę potencjału zerowego. W ten sposób punkt po punkcie tworzony jest cały wykres. Rysunki 5 i 6 przedstawiają przykładowe wykresy powierzchniowe.

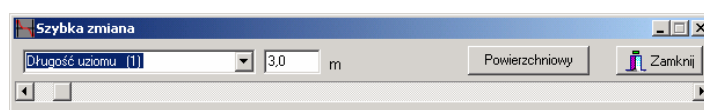


Rys. 5. Wykres powierzchniowy rozkładu napięcia z krótkim opisem jednakowych uziomów pionowych



Rys. 6. Wykres powierzchniowy z opisem parametrów wspólnych. Rozkład napięcia wokół uziomów: pierścieniowego wtłoczonego w grunt (lewy) i poziomego pogrążonego (prawy)

Każdorazowa zmiana parametrów wiąże się z koniecznością otworzenia odpowiedniego okna, wpisania parametru, zamknięcia i wyrysowania ponownie wykresu. Aby przyspieszyć całą tę operację, aplikacja oferuje okno dialogowe *Szybka zmiana*. Służy ono do wprowadzania parametrów i natychmiastowej obserwacji skutków poczynionych zmian na wykresie liniowym. Rysunek 7 przedstawia widok takiego okna.



Rys. 7. Widok okna *Szybka zmiana*

Przy pomocy rozwijanej listy można wybrać każdy parametr programu możliwy do modyfikacji. Cyfry w nawiasach przy nazwie parametru oznaczają, którego z uziomów dotyczą: 1–badanego, 2–pomocniczego. Tuż obok znajduje się pole edycyjne, w którym wybrany parametr może być modyfikowany. Po wpisaniu żądanej wartości należy wybór zatwierdzić klawiszem *Enter* by zaobserwować zmianę wykresu. Zmiany można także dokonać przy pomocy długiego suwaka. Każda zmiana wartości będzie natychmiast odzwierciedlona na wykresie liniowym. Istnieje także możliwość wyrysowania wykresu powierzchniowego z poziomu okna przy pomocy specjalnego przycisku.

3. WNIOSKI

Przedstawiona aplikacja umożliwi lokalizację strefy potencjału zerowego w układach z uziomami prostymi. Badanie uziomów o znacznej długości jest dość kłopotliwe ze względu na konieczność stosowania znacznych odległości między uziomem badanym i pomocniczym. Przy pomocy opisanego programu można zlokalizować potencjał zerowy, nawet przy zmniejszonych odległościach pomiędzy uziomem badanym, a pomocniczą sondą prądową. Program może również stanowić materiał dydaktyczny dla studentów i inżynierów zajmujących się badaniami ziemi.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Orlikowski J.: Analiza rozkładu napięcia wokół uziomów przy pomiarach rezystancji uziemienia. Praca dyplomowa inżynierska napisana pod kierunkiem S. Czappa. Politechnika Gdańska. Gdańsk 2005.
- [2] PN-IEC 60364-6-61 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzenie. Sprawdzenie odbiorcze
- [3] Wołkowiński K.: Uziemienia urządzeń elektroenergetycznych. WNT, Warszawa 1972

COMPUTER AIDED ZERO-POTENTIAL SPACE LOCALIZATION IN EARTH RESISTANCE MEASUREMENT

Earthing resistance measurement accuracy especially depends on proper localization of the auxiliary voltage probe. This probe shall be placed in zero-potential space between tested electrode and the auxiliary current probe. In practice localization of the zero-potential space is difficult particularly if the area surrounding the place of test is limited. In the paper special computer application dedicated for earthing resistance measurement is presented. This application is very useful if measurement is carried out in industry condition or in urban area.