POZNAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY ACADEMIC JOURNALS
No 81 Electrical Engineering 2015

Krzysztof KRÓL*

KOMPUTEROWE PROJEKTOWANIE I OBLICZANIE REZYSTANCJI UZIOMÓW W STREFACH ZAGROŻONYCH WYBUCHEM

Opisane zostały wymagania stawiane przez Polskie Normy dotyczące projektowania uziemień w strefach zagrożonych wybuchem. Przedstawiono również zasady działania opracowanego programu na przykładzie komputerowego projektowania uziemień istniejącej stacji redukcyjno-pomiarowej gazu, w której nie można było uzyskać wymaganej rezystancji.

SŁOWA KLUCZOWE: komputerowe projektowanie, rezystancja uziomów, strefa zagrożona wybuchem

1. WSTĘP

Wyładowania atmosferyczne stanowią realne zagrożenie dla zdrowia i życia człowieka. Istnieją urządzenia, które w skuteczny sposób niwelują tego rodzaju zagrożenie. Zadaniem instalacji odgromowej jest ochrona budynków, ludzi i różnego rodzaju urządzeń poprzez przyjęcie i odprowadzenie do ziemi prądu piorunowego. Szczególną rolę pełnią one w obiektach będących w strefie zagrożonej wybuchem, w której wyładowania atmosferyczne mogą doprowadzić w skrajnych wypadkach do katastrofy lub ewentualnie do skażenia ekologicznego.

Zapobieganie tego typu zdarzeniom możliwe jest poprzez posiadanie odpowiedniej wiedzy z zakresu ochrony odgromowej, która usystematyzowana jest w zbiorze przepisów Polskiej Normy. Podkreślić należy również, ze dobór odpowiednich materiałów do budowy urządzeń piorunochronnych odgrywa ogromną rolę co podkreśla Polska Norma.

Celem artykułu jest wykonanie obliczeń poprawiających istniejący stan rezystancji uziemień na stacji redukcyjnej gazu, której wartość nie mieści się w normie. W tym celu został opracowany program komputerowy, który umożliwia szybkie, dokładne obliczenie, służy on jako pomoc w projektowaniu uziemień [1, 3].

* Politechnika Poznańska.

2. NORMY I ZALECENIA

Metody i sposoby ochrony budynków i urządzeń znajdujących się w strefie zagrożonej wybuchem określone są w następujących Polskich Normach:

1. PN - 89/- 05003/03 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona obostrzona.
2. PN - EN62305-1:2008- Ochrona odgromowa. Cześć 1: Wymagania ogólne.
3. PN - EN62305-2:2008- Ochrona odgromowa. Cześć 2: Zarządzanie ryzykiem.
4. PN - EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Cześć 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożeń życia.
5. PN - EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Cześć 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych.

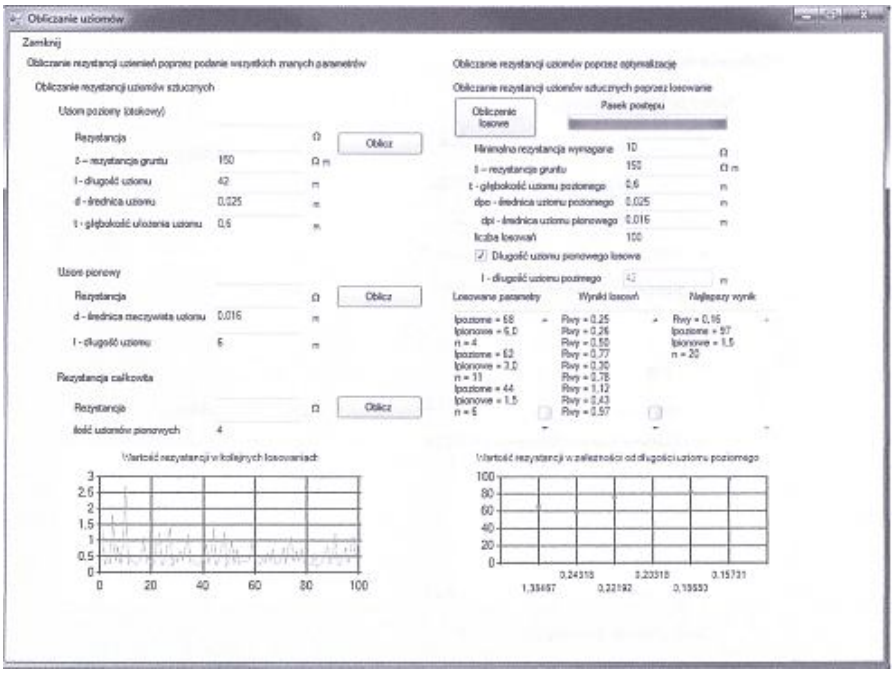
Zgonie z przytoczonymi przepisami dla ochrony przed wyładowaniami atmosferycznymi należy stosować urządzenia piorunochronne przynajmniej II klasy, a rezystancja uziomów nie może przekraczać 10 Ω. Część zewnętrzne urządzenia piorunochronnego, to jest zwody, przewody odprowadzające, przewody uziemiające powinny znajdować się w odległości przynajmniej 1m od strefy zagrożonej wybuchem. W szczególnych przypadkach odległość tą można zmniejszyć do 0,5 m, ale wówczas niezbędne jest zastosowanie przewodów ciągłych oraz połączeń spawanych lub prasowanych. Ponadto niedopuszczalne jest stosowanie metalowych zadaszeń bezpośrednio nad strefa zagrożoną, a wykorzystując w instalacji rurociągi o rezystancji do 30 Ω , powinny one być zabezpieczone urządzeniami niwelującymi przeskok iskry przy przepływie prądu piorunowego [3].

3. OBLICZENIA

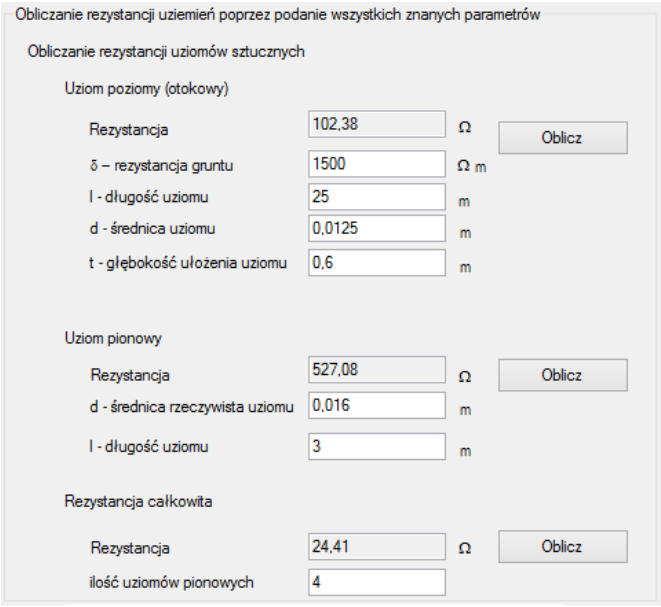
Celem dokonania obliczeń opracowano program w środowisku Microsoft Visual Studio z graficznym interfejsem użytkownika - rysunek1, a składnia programu została napisana w języku C#.

Poprawność obliczeń uwarunkowana jest poprzez podawanie w ustalonej kolejności takich parametrów jak: rezystywność gruntu, długość i średnica uziomu poziomego i pionowego, głębokość ułożenia uziomu poziomego i ilość uziomów pionowych rys. 2.

Powyższe obliczenia informują o wartości rezystancji uziomu pionowego i poziomego oraz rezystancji wypadkowej wyżej wymienionych uziomów. Zastosowany program może posłużyć również do obliczeń rezystancji uziomów poprzez optymalizację metodą Monte Carlo, która opiera się na losowym doborze wartości parametrów między innymi takich jak długość uziomów poziomych, liczba i długość uziomów pionowych.

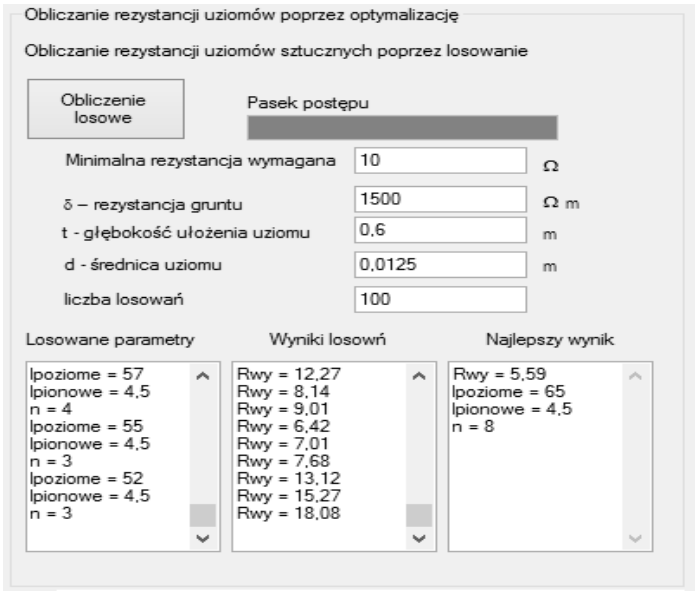


Rys. 1. Widok programu do obliczania uziomów



Rys. 2. Obliczanie rezystancji uziemiania poprzez podanie poszczególnych parametrów

Każdorazowo do wykonania obliczeń należy wprowadzić do programu następujące parametry wartość rezystywności gruntu, średnicę, głębokość ułożenia uziomu poziomego oraz liczbę losowań. wprowadzić do programu. Na tej podstawie obliczona jest rezystywność uziomu, która zostaje sprawdzona z wartością dopuszczalną w Polskiej Normie. Wartość ta musi być mniejsza od 10 Ω i zapamiętana przez opracowany program. Następnie losowany jest kolejny zestaw parametrów, obliczany i porównywany z zapamiętanym zestawem. Jeśli nowo obliczona wartość jest mniejsza, to jest ona zapamiętywana w miejsce poprzedniej wartości. Jeśli jest większa, to wartość zapamiętana pozostaje niezmieniona. Ilość losowań jest z góry określony przez użytkownika i dobrana tak, by otrzymać odpowiednio zadowalający wynik obliczeń rys. 3.



Rys. 3. Obliczanie rezystancji z wykorzystaniem optymalizacji

Uziom poziomy (otokowy) jest obliczany z wzoru: [1, 2]

$$R_{poziomy} = \frac{\rho}{2\pi L} ln \frac{L^2}{1{,}85dh} \tag{1}$$

gdzie: ρ - rezystywność gruntu zmierzona w terenie, L – długość uziomu, d – średnica uziomu, w przypadku taśmy – połowa jej szerokości, h – głębokość ułożenia uziomu.

Uziom pionowy:

$$R_{pionowy} = \frac{\rho}{2\pi L} ln \frac{4L}{d} \tag{2}$$

Rezystancja wypadkowa obliczana jest w następujący sposób:

$$R_{wypadkowe} = \frac{R_{pionowe} R_{poziome}}{R_{pionowe} + R_{poziome} n} \tag{3}$$

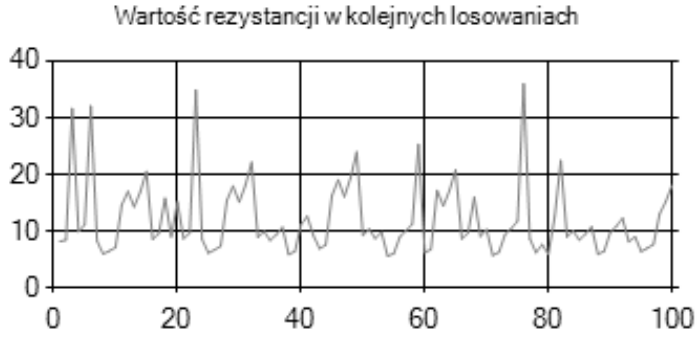
gdzie: n - ilość uziomów pionowych.

Do losowań przyjęto następujące ograniczenia. Długość uziomu poziomego może się zawierać od 30 do 70 metrów, a długość uziomu pionowego może wynosić od 1,5 do 6 metrów oraz liczba uziomów pionowych od 2 do 10 sztuk [1].

4. ZASTOSOWANIE OBLICZEŃ W PRAKTYCE

Problem ochrony odgromowej pojawił się na czynnie eksploatowanej stacji redukcji ciśnienia gazu - pierwszego stopnia. Przeprowadzone tam pomiary rezystancji uziomu wykazały wartość 26 Ω, czyli wynik daleko odbiegający od normy. Zamontowana tam instalacja odgromowa składa się z otoku wykonanego z Fe-Zn 25x4 o łącznej długości 25 metrów bieżących i czterech szpilek o średnicy 16 mm, wbitych pionowo w ziemię na głębokość 3 metrów. Uziom pionowy został ułożony na głębokość 0,6 m pod powierzchnią gruntu, jednocześnie dokonano pomiarów rezystywności podłoża i otrzymano wynik około 500 Ωm. Zastosowano opracowany program i uzyskany wynik obliczeń zasugerował zastosowanie dodatkowych uziomów pionowych w liczbie 5 sztuk, które powinny zostać umieszczone na głębokość 6 metrów w głąb ziemi. Uziom poziomy należało zwiększyć do 40 metrów bieżących. Przeprowadzone ponowne pomiary rezystancji uziomów potwierdziły prawidłowość funkcjonowania urządzenia odgromowego zgodnego z wymogami Polskiej Normy.

Ponadto program umożliwia zaobserwowanie i przeanalizowanie zmian rezystancji uziemień w kolejnych losowaniach [2] – rys. 4.



Rys. 4. Wartości rezystancji w kolejnych losowaniach

5. WNIOSKI

Wykonany i przetestowany w praktyce program komputerowy powinien stanowić podstawę przy projektowaniu instalacji urządzeń odgromowych nie tylko w strefie zagrożenia wybuchem, ale również w innych obiektach. Może też okazać się niezbędnym narzędziem w celu weryfikacji istniejących już uziomów. Szczególnej analizie powinny być poddane wszelkiego typu stacje redukcyjno-pomiarowe z uziemieniem otokowym.

LITERATURA

[1] K. Wołkowiński Uziemienia urządzeń elektroenergetycznych. WNT, Warszawa 1967.
[2] R. Block, The „Grounds" for Lightning and EMO Protection, Poly Phaser Corporation 1993.
[3] A. Sowa, Ocena zagrożenia piorunowego i podstawowe zasady ochrony w strefach zagrożonych wybuchem, Politechnika Białostocka, Dehn, 2007.

COMPUTER DESIGN AND CALCULATION OF EARTHING RESISTANCE IN HAZARDOUS AREAS.

The paper describes Polish standard requirements for grounding in hazardous areas. The paper shows how the program works, taking as an example an existing reduction and measuring gas station where the required resistance of grounding could not be obtained.