

Streszczenie

Rozprawa doktorska poświęcona została zagadnieniom wyznaczania w budynkach wysokich o konstrukcji szkieletowej stref o minimalnym oddziaływaniu impulsów elektromagnetycznych powodowanym wyładowaniem piorunowym. Omówiono zjawisko wyładowania piorunowego, jako głównego źródła zagrożeń, na które narażoną są czułe urządzenia elektroniczne znajdujące się w budynkach. Przeprowadzono obliczenia rozplądów prądu piorunowego elementami przewodzącymi konstrukcji budynków wykorzystywanych, jako elementy zewnętrznego LPS oraz rozkłady natężenia pola magnetycznego i opóźnionego potencjału wektorowego, we wnętrzu budynków, wywoływanego rozplądającym się prądem piorunowym. Uwzględniono przy tym różne miejsca wyładowań w budynek w tym od góry, jak i z boku. Opracowane zostały własne modele konstrukcji budynków wysokich - z uwzględnieniem rzeczywistych parametrów, stosowanych układów konstrukcji budynków wysokich w tym z trzonami wewnętrznymi, fasadami zewnętrznymi - oraz metody obliczeniowe oparte na teorii obwodów. Badania symulacyjne zostały wykonane przy użyciu opracowanego programu obliczeniowego w środowisku obliczeniowym Matlab / Simulink. Do identyfikacji obszarów wewnątrz budynku o zwiększonym ryzyku zagrożeniem skutkami wyładowania piorunowego elektronicznych urządzeń informatycznych zaadaptowano elementy metody antenowej teorii przebiegów falowych przy zastosowaniu opóźnionego potencjału wektorowego.

W efekcie wykazano potrzebę zmian zapisów normatywnych w zakresie rozplądów prądu piorunowego w budynku w przypadku bezpośrednich wyładowań piorunowych oraz stwierdzono, że w każdej przestrzeni, wewnątrz budynku trafionego przez piorun, można zidentyfikować miejsca, w których wartości opóźnionego potencjału wektorowego osiągają wartości krytyczne, przy których napięcia indukowane w pętłach przewodowania zainstalowanych tam urządzeń, przewyższają ich kategorie przepięć.

Słowa kluczowe: ochrona odgromowa, urządzenie piorunochronne, piorunowy impuls elektromagnetyczny, wyładowanie piorunowe, opóźniony potencjał wektorowy, pole magnetyczne, napięcia indukowane, budynki wysokie o konstrukcji szkieletowej

Summary

The doctoral dissertation addresses issues of designation of zones in high-rise steel-frame buildings with a minimum impact of electromagnetic pulses from lightning discharge. The phenomenon of lightning discharge is discussed as the main source of hazards to which sensitive electronic devices situated in buildings are exposed. Calculations have been made of lightning current flows through conductive elements of building structures used as external LPS components, as well as distributions of magnetic field strength and delayed vector potential, inside buildings, caused by lightning current flows. Different points of discharge on a building have been taken into account, including from the top and from the side. Proprietary models of high-rise building structures have been developed, taking into account actual parameters, structural systems of high-rise buildings used, including those with internal cores, external facades, as well as calculation methods based on circuit theory. Simulation tests have been performed with the use of a computation program developed in the Matlab / Simulink computation environment. To identify areas inside the building with an increased risk of lightning discharge impact on electronic ICT devices, elements of the antenna wave theory method with the use of a delayed vector potential have been adapted. Consequently, the need has been demonstrated for amendments to standard provisions on lightning current flows in a building in the case of direct lightning discharges. It is concluded that locations can be identified within each space inside the lightning-struck building, where the delayed vector potential reaches critical values at which voltages induced in the wiring loops of devices installed there exceed their overvoltage categories.

Keywords: lightning protection, lightning protection system, lightning electromagnetic pulse, lightning stroke, delayed vector potential, magnetic field, induced voltage, high-rise steel-frame building