

# Modelowanie bilansu cieplnego przewodu

Jednym z elementów opracowywanego systemu do dynamicznego zarządzania przesyłem w sieciach dystrybucyjnych i przesyłowych (SDZP) jest model obciążalności prądowej przewodów napowietrznych linii elektroenergetycznych w zmiennych warunkach środowiskowych, oparty na bilansie cieplnym przewodu.



Obciążalność prądowa napowietrznych linii elektroenergetycznych jest zależna od aktualnie panujących na danym terenie warunków środowiskowych, do których, należy zaliczyć przede wszystkim temperaturę otoczenia, prędkość i kierunek wiatru oraz występowanie radiacji słonecznej. Warto podkreślić, że warunki te mogą ulegać ciągłym zmianom.

Moc wydzielona w przewodzie w wyniku płynącego prądu zależy od kwadratu wartości prądu oraz rezystancji przewodu. W przypadku prądu przemiennego konieczne jest uwzględnienie zjawisk wynikających z oddziaływania zmiennego pola elektromagnetycznego, takich jak efekt naskórkowości, a w przypadku przewodów z rdzeniem ferromagnetycznym straty w rdzeniu (prądy wirowe, histereza) oraz zmianę gęstości prądu w poszczególnych warstwach przewodu wskutek oddziaływania zmiennego pola elektromagnetycznego (efekt transformatorowy).

W opracowanym modelu przyjęto 23 parametry (m.in. dotyczące szczegółowej budowy przewodów) oraz dziewięć zmiennych.

## Modelowanie drgań konstrukcji wsporczych

Przeprowadzanie analizy dynamicznej konstrukcji wsporczej linii wysokiego napięcia może przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa przesyłu. Konstrukcje wsporcze nie powinny w nadmierny sposób przekazywać drgań z podłoża na przewody ani też na urządzenia montowane na słupach, służące do monitoringu linii elektroenergetycznych. W celu określenia wpływu oddziaływań typu parasejsmicznego, przekazywanych na konstrukcję przez podłoże, i oddziaływania drgań na pracę urządzenia precyzyjnego, przygotowujemy jest przestrzenny model MES, wykorzystywany w obliczeniach drgań konstrukcji słupów.

Analizowane słupy są modelowane w dwóch wariantach: jako rama przestrzenna o węzłach sztywnych oraz jako konstrukcja ramowo-kratowa.

Najpierw przeprowadzana jest analiza modalna każdego słupa, w wyniku której

uzyskuje się wartości dotyczące częstotliwości i postaci drgań własnych.

Następnie przeprowadzana jest analiza drgań wymuszonych przekazywanych przez podłoże. Wymuszenie kinematyczne w postaci przyspieszenia trwającego kilka sekund przykładane jest do podpór słupa.

W wyniku przeprowadzonej analizy dynamicznej uzyskuje się odpowiedź konstrukcji w postaci przebiegów czasowych przyspieszeń, po opracowaniu których otrzymuje się amplitudy przyspieszeń lub prędkości w dziedzinie częstotliwości.

## Pomiary wizyjne

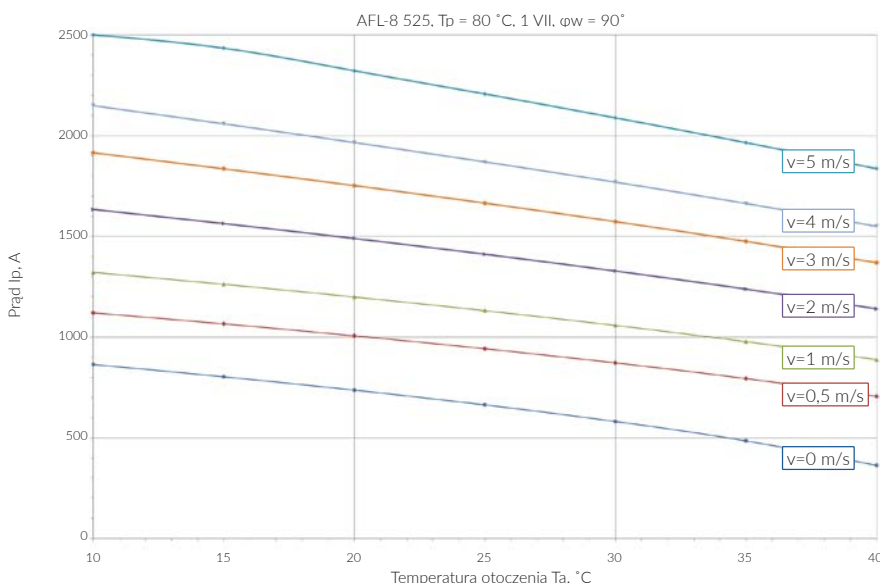
W ramach prac nad projektem SDZP przetestowano szereg koncepcji pomiarowych, dotyczących wizyjnych pomiarów statycznego ugięcia przewodu elektroenergetycznego, przeprowadzanych za pomocą aparatów cyfrowych oraz kamer. Z wielu przeanalizowanych w warunkach laboratoryjnych scenariuszy pomiarowych wybrano jeden, cechujący się największym potencjałem aplikacyjnym, czyli wykorzystanie aparatu o osi optycznej umieszczonej prostopadle do płaszczyzny ugięcia przewodu. Aparat powinien być wyposażony w teleobiektyw. Opracowano model numeryczny systemu wizyjnego, bazujący na modelu kamery otworekowej. Na podstawie parametrów technicznych aparatu oraz kamery wyznaczono rozdzielczości pomiarowe, w zależności od wielkości obiektu i pola widzenia. Wybrano metodę kalibracji systemu wizyjnego adekwatną do danego scenariusza i urządzenia pomiarowego. Pomiar wizyjny posłużył do weryfikacji pomiarów wykonywanych za pomocą czujników FBG. Wykazano, iż obie metody mają potencjał aplikacyjny w dziedzinie monitorowania stanu napowietrznych przewodów elektroenergetycznych. W dalszym okresie trwania projektu zaplanowane są również pomiary dynamiczne drgań przewodu, przeprowadzane za pomocą stereowizyjnego zestawu szybkich kamer, oraz pomiary statyczne i dynamiczne na rzeczywistej linii elektroenergetycznej.

## Procesy Inwestycyjne Sp. z o.o.

ul. Znanieckiego 2/44,  
03-980 Warszawa  
pr@proinwestycje.pl,  
www.proinwestycje.pl

**PROCESY  
INWESTYCYJNE**

Artykuł opublikowano w ramach kampanii informacyjno-edukacyjnej projektu SDZP programu Gekon. Projekt dofinansowano ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.



Rys. 1. Prąd, przy którym przewód osiąga temperaturę projektową  $T_{prij} = 80^\circ\text{C}$  w dniu 1 lipca o godz. 12-tej, w zależności od temperatury otoczenia przy różnych prędkościach wiatru wiejącego prostopadle do linii ( $\phi_w = 90^\circ$ )