

Rada Konsorcjum projektu „System Dynamicznego Zarządzania Przesyłem”

System Dynamicznego Zarządzania Przesyłem



Inicjatywę tę podjęto w ramach programu GEKON - Generator Koncepcji Ekologicznych. Projekt jest współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Decyzją dyrektora Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, prof. dr. hab. inż. Krzysztofa Kurzydłowskiego, projekt otrzymał dofinansowanie w wysokości wnioskowanej kwoty. Całkowity budżet projektu to ok. 10 000 000 zł.

■ Cele projektu

Celem przedsięwzięcia jest stworzenie funkcjonalnego systemu dynamicznego zarządzania zdolnościami przesyłowymi linii energetycznych wysokich i najwyższych napięć. System umożliwi zwiększenie przepustowości

sieci, wzrost bezpieczeństwa i jakości dostaw energii elektrycznej, rozwój niskoemisyjnej energetyki rozproszonej (OZE, CHP, źródła prosumenckie) oraz idei smart grid. System bazuje na aktualnych pomiarach parametrów elektrotermicznych i pogodowych oraz na

danych z istniejących systemów IT, stosowanych u operatorów sieci WN i NN.

Konsorcjum naukowe realizujące projekt składa się (oprócz lidera - firmy Procesy Inwestycyjne) z wiodących ośrodków naukowych: Politechnik Krakowskiej, Lubelskiej, Warszawskiej, Akademii Górniczo-Hutniczej (AGH), Interdyscyplinarnego Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego Uniwersytetu Warszawskiego (ICM UW) i Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk (IPPT PAN). Ponadto zadania związane z opracowaniem oprogramowania SDZP wykonuje firma Globema, specjalizująca się w tworzeniu systemów zarządzania zasobami przestrzennymi przedsiębiorstw sieciowych. Rada Techniczna Projektu składa się z przedstawicieli spółek energetycznych: Polskie Sieci Elektroenergetyczne, PGE Dystrybucja oraz Tauron Dystrybucja. Realizacja fazy Badawczo-Rozwojowej Projektu przewidziana jest na lata 2014-2016. Po zakończeniu tej fazy nastąpi komercyjne wdrożenie systemu.

■ Zadania realizowane przez partnerów projektu

Globema zajmuje się obsługą informatyczną projektu SDZP. Jej celem jest opracowanie systemu informatycznego, przeznaczonego dla operatora sieci przesyłowej lub dystrybucyjnej wysokich i najwyższych napięć, który informowałby dyspozytora o zagrożeniach na liniach energetycznych, związanych z przeciążeniami prądowymi lub mechanicznymi. Firma ma zadanie zapewnić niezawodną platformę do przechowywania i udostępniania danych pomiarowych, które spływają z dwóch źródeł. Podstawowym źródłem są rejestratory parametrów technicznych linii

oraz aktualnej pogody, rozmieszczone wzdłuż linii. Drugim źródłem są prognozy pogody z ICM UW, które pozwolą na prognozowanie parametrów pracy linii. Te dane są gromadzone i udostępniane w czasie rzeczywistym, początkowo w celach badawczych pozostałym członkom konsorcjum, a docelowo użytkownikowi systemu.

Ponadto Globema realizuje prace informatyczne polegające na implementacji modeli obliczeniowych dla przęseł i linii sieci elektroenergetycznej, które zostaną wykorzystane w aplikacji użytkowej dyspozytora. Modele te pochodzą od jednostek naukowo-badawczych AGH, Politechniki Warszawskiej, Politechniki Krakowskiej i Politechniki Lubelskiej, uczestniczących w projekcie.

ICM UW operacyjnie wyznacza prognozy meteorologiczne z dwóch modeli prognostycznych: Unified Model (UM) brytyjskiej służby meteorologicznej Met Office i Coupled Ocean/Atmosphere Mesoscale Prediction System (COAMPS) należącego do Naval Research Laboratory. Model COAMPS daje wyniki dwa razy dziennie z rozdzielczością przestrzenną 13 km, model UM cztery razy dziennie z rozdzielczością przestrzenną 4 km. Najistotniejsze parametry z punktu widzenia niniejszego Projektu to deszcz, śnieg, opad konwekcyjny, ciśnienie, siła i kierunek wiatru oraz nasłonecznienie. Są one wykorzystywane przez Partnerów Projektu do optymalnego zarządzania przesyłaną energią przy uwzględnieniu prognozy chwilowych parametrów pracy linii energetycznych (m.in. maksymalnej obciążalności sieci) dla różnych obszarów. ICM UW zapewnia zarówno operacyjne udostępnianie danych bieżących, jak również dysponuje bazą danych archiwalnych.

W ramach pracy nad projektem SDZP na AGH przetestowano szereg koncepcji pomiarowych dotyczących wizyjnych pomiarów statycznego ugięcia przewodu elektroenergetycznego, przeprowadzanych za pomocą aparatów cyfrowych oraz kamer. Z szeregu

przeanalizowanych oraz przetestowanych w warunkach laboratoryjnych scenariuszy pomiarowych wybrano jeden, cechujący się największym potencjałem aplikacyjnym: 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 otworkowej. 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 pomiar statyczny i dynamiczny, przeprowadzane na rzeczywistej linii elektroenergetycznej. Ponadto w ramach zadań opracowano model obciążalności prądowej przewodów napowietrznych linii elektroenergetycznych w zmiennych warunkach środowiskowych. Oparty jest on 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. Należy podkreślić, że warunki te mogą podlegać bardzo zmiennej w czasie i przestrzeni modyfikacji. Moc wydzielona w przewodzie w wyniku prądu płynącego przez przewód, 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. W przypadku natomiast przewodów z rdzeniem ferromagnetycznym - straty w rdzeniu (prądy wirowe, histereza) oraz zmianę gęstości prądu w poszczególnych warstwach przewodu w wyniku oddziaływania zmiennego pola elektromagnetycznego (efekt transformatorowy). W opracowanym modelu przyjęto 23 parametry (między innymi dotyczące szczegółowej budowy przewodów) oraz 9 zmiennych.

Jedną z cech tworzonego systemu zarządzania zdolnościami przesyłowymi sieci energetycznych ma być możliwość szacowania ryzyka wynikającego z niepewności co do warunków pogodowych podawanych w krótko- i długoterminowych prognozach pogody. W szczególności znajomość przewidywanych wartości takich parametrów jak temperatura powietrza, prędkość i kierunek wiatru ma zasadniczy wpływ przy podejmowaniu decyzji dotyczących dopuszczalnej wartości natężenia prądu w przewodzie, które nie spowoduje awarii polegającej na przekroczeniu temperatury krytycznej przewodu (zwykle 80°C) lub przekroczeniu maksymalnego dopuszczalnego zwisu przewodu w danym przęśle. Ze względu na niepewność prognoz pogodowych, jak i niemożność ścisłego określenia wartości niektórych parametrów środowiskowych mających wpływ na temperaturę przewodu, takich jak: albedo podłoża, absorpcyjność i emisyjność przewodu, zdecydowano się wykorzystać do analizy podejście probabilistyczne, w którym wyżej wymienione parametry przyjmuje się w postaci zmiennych losowych, a wartość dopuszczalnego natężenia prądu w przewodzie określa się przy określonym prawdopodobieństwie awarii, czyli prawdopodobieństwie przekroczenia dopuszczalnej temperatury lub zwisu przewodu w danym przęśle. Zadanie to realizuje Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk.

Zespół pracowników naukowych Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki

Krakowskiej zajmuje się opracowaniem modeli obliczeniowych linii energetycznych WN i NN. Modele te są oparte zarówno na mechanicznej teorii zagadnienia, jak i pozwalają na efektywne wykorzystanie danych pomiarowych, zarówno okresowych (pomiar geodezyjne i fotogrametryczne służące kalibracji modeli), jak i typu on-line (np. temperatura, kąty nachylenia i obrotu kabli). Te ostatnie mogą pochodzić zarówno z bezpośrednich pomiarów, jak też z prognoz meteorologicznych. Przygotowane modele są przeznaczone do opracowania informacji typu czy aktualny poziom transmisji energii elektrycznej jest bezpieczny lub na ile można go jeszcze zwiększyć. Takie informacje można otrzymać zarówno dla chwili bieżącej, jak i dla prognoz. Można również śledzić wiarygodność takich prognoz.

Obecny poziom rozwoju tych modeli pozwala na pełną analizę rzeczywistych linii przesyłowych, pod warunkiem kalibracji tych modeli, czyli wyznaczenia początkowych wartości ich niektórych parametrów. Będzie ona praktycznie możliwa dopiero po doko-

naniu geodezyjnych pomiarów przemieszczeń wybranych punktów kabli. Dla uzyskania pożądanych efektów końcowych rozważano wiele równoważnych modeli obliczeniowych opartych na rozmaitych sformułowaniach matematycznych i metodach analizy (metoda elementów skończonych, bezsiatkowa metoda różnic skończonych) oraz dwóch niezależnych i wzajemnie kontrolujących się programów kompu-

terowych. W ramach opracowanych algorytmów fizycznie uzasadnionej aproksymacji jest możliwa m.in. jednoczesna analiza zagadnienia zarówno od strony teoretycznej, jak i eksperymentalnej w wyniku, której możliwe jest otrzymanie optymalnego rozwiązania (linia zwiśsu kabla). Przeprowadzono liczne testy osiągając pełną zgodność otrzymanych rezultatów numerycznych. □



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju



PROCESY
INWESTYCYJNE

Publikacja powstała w ramach kampanii informacyjno-edukacyjnej projektu pt. „Dynamiczne zarządzanie zdolnościami przesyłowymi sieci elektroenergetycznych przy wykorzystaniu innowacyjnych technik pomiarowych”, dofinansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach konkursu GEKON.