

# Działalność normalizacyjna

w świetle zagadnień związanych z sieciami inteligentnymi i efektywnością energetyczną

**Unia Europejska konsekwentnie dąży do zyskania pozycji światowego lidera w zakresie ochrony środowiska i poprawy efektywności użytkowania energii. Wyrazem tego jest m.in. opracowanie przez 27 państw członkowskich Wspólnoty Europejskiej i zatwierdzenie decyzją Parlamentu Europejskiego 17 grudnia 2008 r. Trzeciego Pakietu Klimatycznego. Zapobieganie eskalacji efektu cieplarnianego wymaga jednak dużych wysiłków ze strony państw członkowskich i wiąże się z istotnymi zmianami w działaniach instytucji tworzących prawo, wytwórców, operatorów sieciowych, środowiska naukowego, przedsiębiorców i indywidualnych konsumentów energii. Samodzielne, nieskoordynowane działania poszczególnych państw w tym zakresie osłabiają efekt końcowy oraz będą kosztowniejsze w realizacji niż wspólnie wypracowane rozwiązania. Szczególną rolę mają więc do odegrania międzynarodowe, europejskie i krajowe jednostki normalizacyjne, które urealniają praktyczną realizację założeń Pakietu Klimatycznego, poprzez standaryzację zagadnień związanych z sieciami inteligentnymi i poprawą efektywności energetycznej.**

Krzysztof Hajdrowski  
Grzegorz Grzegorzycza

## Wprowadzenie

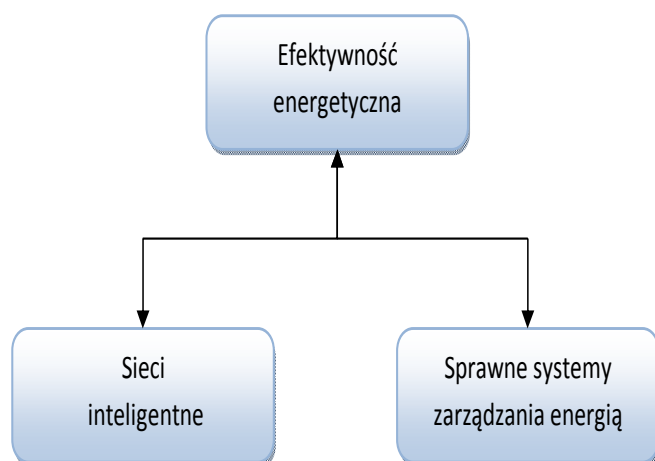
Sieci elektroenergetyczne eksploatowane w Polsce, jak i w innych krajach europejskich, są przestarzałe i mało wydajne. W przeszłości były one w dużej mierze projektowane i budowane przy założeniu, że generacja energii elektrycznej będzie odbywała się w dużych elektrowniach systemowych, a sieć będzie pełniła rolę jednokierunkowej dostawy energii do jej użytkowników. Obecnie konieczność spełnienia zobowiązań klimatycznych, wpływa w coraz większym stopniu na wzrost zainteresowania przyłączeniem do sieci źródeł rozproszonych. Realizacja przyłączenia takich podmiotów, oprócz problemów bilansowych, powoduje przejmowanie przez sieć przesyłową i dystrybucyjną podwójnej roli dostawczo-odbiorczej. Rosną również potrzeby i wymagania w zakresie transgranicznej wymiany energii.

## Sieci inteligentne (Smart Grid)

Przedstawione powyżej ograniczenia, coraz to nowe wymagania funkcjonalne oraz rosnące oczekiwania w zakresie optymalizacji pracy układów, powodują konieczność przeprojektowania obecnych sieci elektroenergetycznych. Rozwiązania w zakresie sieci inteligentnych mogą wspierać optymalny kosztowo sposób realizacji tego procesu, uwzględniający przy tym aspekty bezpieczeństwa funkcjonowania systemu elektroenergetycznego w warunkach pracy normalnej i awaryjnej. Bez ich wykorzystania system jest mniej elastyczny, mało stabilny i zbyt podatny na zakłócenia w funkcjonowaniu powodowane różnymi czynnikami. Oczekuje się również, że elementy sieci inteligentnej pozwolą uwzględnić dynamiczną zmienność zapotrzebowania na energię elektryczną, umożliwiając między innymi właściwe wykorzystanie możliwości magazynowania nadmiaru wytworzonej energii. Ponadto automatyczna detekcja stanów zakłóceń w systemie elektroenergetycznym, przewidywanie możliwości wystąpienia perturbacji systemowych oraz zaimplementowane w układzie pomiarów i automatyki scenariusze automatycznej odbudowy i rekonfiguracji systemu elektroenergetycznego poddanego skutkom rozległych awarii stanowią ważną i pożądaną funkcjonalność możliwą do osiągnięcia w ramach rozwiązań Smart Grid.

### Rozwiązania Smart Grid jako element działań proefektywnościowych

W sukurs rozwiązaniom z obszaru sieci inteligentnych mają przyjść działania proefektywnościowe, których celem jest m.in. zmiana świadomości i przyzwyczajzeń odbiorców energii elektrycznej, stosowanie nowoczesnych i oszczędnych rozwiązań technicznych, przeprojektowanie procesów produkcyjnych w kierunku zwiększenia ich efektywności energetycznej. Wszystkie te elementy przyczynią się w skali makro do obniżenia tempa wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną, redukcji maksymalnych wartości zapotrzebowania na energię oraz ochrony środowiska naturalnego (rysunek 1).



Rys. 1. Powiązania między Smart Grid, zarządzaniem energią, a efektywnością energetyczną

### Działalność normalizacyjna prowadzona w obszarze sieci inteligentnych

W ujęciu definicyjnym, działalność normalizacyjna to analizowanie wyrobów, usług i procesów w celu zapewnienia: funkcjonalności i użyteczności, zgodności i zamienności, bezpieczeństwa użytkowania oraz ograniczenia zbędnej różnorodności. Działalność Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (PKN) obejmuje organizację i prowadzenie prac normalizacyjnych zgodnie z potrzebami kraju, z uwzględnieniem normalizacji europejskiej i międzynarodowej, łącznie z realizacją zadań wynikających z członkostwa Polski w Unii Europejskiej, w tym wprowadzanie Norm Europejskich do zbioru Polskich Norm, ze szczególnym uwzględnieniem Polskich Norm zharmonizowanych w ramach dyrektyw.

Patrząc na powyższy opis działalności PKN nie sposób zaprzeczyć, że to właśnie tego typu organizacje na poziomie międzynarodowym, europejskim i krajowym powinny odgrywać kluczową rolę we wprowadzaniu unormowań w tak szerokim zakresie działań, jak Smart Grid i efektywność energetyczna. W ramach PKN funkcjonują Komitety Techniczne (KT) i Komitety Zadaniowe (KZ), mające szansę wpływania zarówno na program ich prac, jak i na treść powstających krajowych, międzynarodowych i europejskich dokumentów normalizacyjnych. W Polskim Komitecie Normalizacyjnym zagadnieniami efektywności energetycznej zajmują się różne komitety techniczne. Jednak najszerzej

dotyka tej problematyki Komitet Techniczny 304 ds. Aspektów Systemowych Dostawy Energii Elektrycznej (KT304).

Działalność normalizacyjna KT304 koncentruje się na aspektach konkurencyjnego, bezpiecznego i przyjaznego dla środowiska systemu elektroenergetycznego. Główny nacisk kładziony jest na zwiększenie konkurencyjności rynku energii i jego otwarcie na nowe, innowacyjne technologie, jak również na bieżący monitoring oczekiwań rynku i właściwą odpowiedź na zidentyfikowane oczekiwania. Prowadzona na szczeblu europejskim współpraca ma przyczynić się do powstania przyszłościowej, paneuropejskiej sieci elektroenergetycznej, która będzie zdolna na dużą skalę przyłączyć i integrować z systemem elektroenergetycznym energię pochodzącą ze źródeł rozproszonych oraz zapewnić warunki bezpiecznego funkcjonowania oraz zdolność do samoodbudowy systemu elektroenergetycznego. Ma przy tym przygotować polski sektor energetyczny do wejścia na wspólny, europejski rynek energii elektrycznej w sposób efektywny kosztowo.

Prowadzona w Komitecie działalność normalizacyjna w obszarze systemów zarządzania energią i sieci inteligentnych – elementów niezbędnych do poprawy efektywności energetycznej – jest niezwykle obszerna i czasochłonna. Nic więc dziwnego, że opracowywane obecnie projekty norm lub opublikowane w tym obszarze normy, stanowią w istocie początek prac normalizacyjnych, a znacząca część prac komitetu jest jeszcze w bardzo wczesnej fazie realizacji.

Wśród organizacji i środowisk, z którymi współpracuje na bieżąco KT304 jest grupa ekspercka o nazwie Smart Grid Coordination Group (SG-CG). Została ona powołana do życia na podstawie mandatu normalizacyjnego Komisji Europejskiej M/490, dnia 1 lipca 2011 r. przez Europejskie Organizacje Normalizacyjne (CEN, CENELEC i ETSI). Grupa ta opracowała spójne, a jednocześnie elastyczne ramy prac normalizacyjnych w zakresie sieci inteligentnych, obejmujące metodologię i narzędzia możliwe do wykorzystania przy udzielaniu odpowiedzi na liczne istotne pytania związane z wdrożeniem Smart Grid na obszarze UE.

Dzięki prowadzonym działaniom nastąpi osiągnięcie interoperacyjności i umożliwienie lub ułatwienie wdrożenia różnego poziomu usług i funkcjonalności sieci inteligentnych w Europie, które będą wystarczająco elastyczne by przystosować się do przyszłych osiągnięć techniki. Patrząc na rozwój technologii i funkcji szeroko rozumianego systemu elektroenergetycznego należy już obecnie brać pod uwagę standardy, które będą w niektórych obszarach obowiązywać przez kolejne dziesięciolecie. Przykładowo obecnie średni wiek linii, stacji i transformatorów to 16–35 lat. Majątek sieciowy w polskiej energetyce jest więc w dużej części zdekapitalizowany. Jednocześnie proces budowy nowych linii, szczególnie wysokiego napięcia, jest wieloletni i często znacznie wydłużany ze względu na niesprzyjające uwarunkowania formalno-prawne. W tym kontekście, wdrażanie rozwiązań teleinformatycznych jest szybsze i prostsze, choć musi współgrać z potrzebami i możliwościami inwestycyjnymi właścicieli sieci oraz wykorzystywać możliwości nowych technologii w świadomy, zaplanowany i odpowiedzialny sposób.

Tak samo ustanowienie systemu zarządzania energią w danej organizacji nie gwarantuje znaczącej poprawy efektywności. Do tego niezbędna jest niezawodność i elastyczność sieci elektroenergetycznej. Oprócz kwestii związanych z optymalnym wykorzystaniem sieci w poszczególnych okresach, niemniej ważny jest aspekt ekonomiczny, związany z dostosowaniem przebiegu procesów technologicznych do bieżących stawek opłat za energię elektryczną.

Aby usprawnić swoje prace, SG-CG ustanowiła cztery grupy robocze:

- Grupa robocza „Pierwszy zbiór norm” (WG FSS – Working Group „First Set of Standards”),
- Grupa robocza „Architektura referencyjna” (WG RA – Working Group „Reference Architecture”),
- Grupa robocza „Procesy zrównoważone” (WG SP – Working Group „Sustainable Processes”),
- Grupa robocza „Bezpieczeństwo informacyjne sieci inteligentnej” (WG SGIS – Working Group „Smart Grid Information Security”).

Rozważania dotyczące charakterystyki systemów sieci inteligentnych, tj. liczby komponentów i charakteru ich oddziaływań, liczby i zakresu oddziaływań, a wreszcie liczby interesariuszy, prowadzą

do wniosku, że sieć inteligentna reprezentuje system złożony. Ten złożony system wymaga specyficznego podejścia, nazywanego inżynierią systemów. Głównymi jego elementami jest modelowanie i opis funkcji. W przypadku systemów złożonych należy uzyskać ich uproszczoną reprezentację, która jest zdolna opisać główne części systemu, jego oddziaływanie i strukturę. Model często korzysta ze wspólnego rozumienia wszystkich zaangażowanych interesariuszy. Opis tego, co system ma wykonać pochodzi z analizy funkcji lub z tzw. przypadków użycia. Konieczny jest dodatkowo wykaz uczestników, po to aby zidentyfikować ich ściśle określone funkcje w systemie. W pracach SG-CG elementy te – system, model (architektura), przypadki użycia i uczestnicy – odgrywają zasadniczą rolę.

Za szczególnie interesujące można uznać prace dotyczące architektury referencyjnej, która będzie przedstawiać przepływ danych informacyjnych pomiędzy różnymi obszarami i która zintegruje kilka systemów i podsystemów całej architektury.

Trzy główne komponenty Architektury Referencyjnej to:

- Europejski Model Konceptyjny, stanowiący częściowe rozwinięcie modelu NIST dążące do uwzględnienia pewnych specyficznych wymagań UE, których model NIST nie uwzględnił. Głównym z nich jest integracja rozproszonych źródeł energii,
- Model Architektury Sieci Inteligentnej, który pozwala przedstawić aspekty interoperacyjności w sposób neutralny technologicznie, zarówno obecnych sieci elektroenergetycznych,

jak również przyszłych wdrożeń sieci inteligentnych,

- Architektoniczne punkty widzenia, czyli ograniczony zbiór sposobów prezentacji aspektów biznesowych, funkcjonalnych, informacyjnych i komunikacyjnych różnych interesariuszy systemu sieci inteligentnej.

Wspomniany wyżej model NIST, to koncepcyjny model sieci inteligentnej, wprowadzony przez National Institute of Standards and Technology, dostarczający ram dla sieci inteligentnych i określający siedem obszarów najwyższego poziomu (generacja centralna, przesył, dystrybucja, klienci, funkcjonowanie, rynki i dostawy usług) oraz prezentuje wszystkie przepływy energii i komunikację pomiędzy obszarami oraz ich wzajemnie powiązania. Model ten pomaga interesariuszom w zrozumieniu elementów składowych całego systemu sieci inteligentnej, od wytwarzania energii do klientów, oraz bada wzajemne powiązania pomiędzy nimi.

### Wybrane aspekty wprowadzania Smart Grid w elektroenergetyce

Wprowadzanie rozwiązań sieci inteligentnych w elektroenergetyce ma wieloaspektowe znaczenie, a poniżej przedstawione aspekty wdrożeniowe powinny być koniecznie uwzględniane podczas prowadzenia prac standaryzacyjnych:



Rys. 2. Szafa systemu nadzoru pracy układów wypowskich

- prezentowane na wielu płaszczyznach wymiany doświadczeń tzw. „przypadki użycia” wskazują, że podczas opracowywania koncepcji oraz wdrażania nowych rozwiązań technicznych konieczna jest gruntowna znajomość pracy systemu elektroenergetycznego i występujących w nim zjawisk fizycznych,
- proces wprowadzania zmian technicznych jest zawsze ewolucyjny i nowe rozwiązania muszą zazwyczaj koegzystować z tradycyjnymi. Niezwykle ważne dla prawidłowego rozwoju



Rys. 3. Przebiegi parametrów kryterialnych procesu łączeniowego – operacja zamykania pierścienia

jest zaangażowanie w proces projektowania oraz wdrażania rozwiązań sieci inteligentnych interdyscyplinarnych zespołów złożonych z doświadczonych specjalistów o rozległej i ugruntowanej wiedzy merytorycznej oraz praktyce w sektorze elektroenergetycznym,

- nowe rozwiązania wymagają precyzyjnego określenia zarówno struktury, jak i szczegółowych rozwiązań technicznych warstwy aplikacyjnej projektów, uwzględniającego niuanse oraz scenariusze pracy nadzorowanego systemu elektroenergetycznego,
- zagadnienia metrologiczne wymagają odmiennego od tradycyjnego, podejścia do rozwiązywania problemów. Przykładem mogą być rozwiązania rozproszonych wielkoobszarowych pomiarów WAMS (ang. *Wide Area Measurement System*), dla których priorytetami są: bardzo precyzyjna synchronizacja pomiarów w dziedzinie czasu, pewność wyników, determinizm działania, powiązanie zróżnicowanych dynamicznie oraz w dziedzinie czasu sygnałów pomiarowych oraz wystarczająca dla poprawności funkcjonowania nadzorowanego procesu technologicznego dokładność i wiarygodność wyznaczania podstawowych i pochodnych wielkości fizycznych,
- rozwiązania teleinformatyczne powinny charakteryzować się podwyższonym w stosunku do tradycyjnych rozwiązań poziomem bezpieczeństwa informacyjnego i niezawodności. Kluczowe znaczenie ma zapewnienie pełnego determinizmu działania systemu łączności.

#### Przykład „przypadków użycia” w obszarze elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej

Nowe rozwiązania techniczne zazwyczaj koegzystują z tradycyjnymi co oznacza, że wprowadzane układy posiadają tylko pewne cechy i właściwości sieci inteligentnych, które można stopniowo rozszerzać o nowe elementy składowe i funkcjonalności. W artykule przedstawiono przykładowe przypadki użycia rozwiązań sieci inteligentnych w zakresie elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej (EAZ).

Niektórzy autorzy uważają i prognozują, że układy WAMS będą stanowiły w niedalekiej przyszłości nową generację EAZ. Obserwowany obecnie rozwój rozwiązań technicznych układów automatyki i pomiarów potwierdza przedstawioną tezę. Należy

spodziewać się ewolucyjnego rozwoju rozwiązań sieci inteligentnych również w elektroenergetyce, których funkcjonalność w pewnym momencie osiągnie dojrzałość techniczną i bezpieczeństwo charakteryzujące EAZ. Odpowiednim przykładem dla przedstawionych powyżej rozważań może być system nadzoru pracy wyspowej, procesu synchronizacji i łączeń układów elektroenergetycznych, który aktualnie zapewnia realizację zadań wspomagania pracy systemu elektroenergetycznego, a w przyszłości może pełnić dodatkową funkcję w pełni automatycznego układu EAZ (rysunki 2 i 3).

Omawiany system nadzoru pracy wyspowej, procesu synchronizacji i łączeń układów elektroenergetycznych posiada następujące elementy rozwiązań sieci inteligentnych:

- jest rozwiązaniem klasy WAMS,
- umożliwia ciągły nadzór metrologiczny nad rozproszonymi układami wyspowymi,
- wyznacza w sposób automatyczny, rejestruje parametry kryterialne, wizualizuje pracę oraz umożliwia wielokryterialną detekcję układów wyspowych,
- wspomaga złożone procesy łączeniowe układów elektroenergetycznych,
- wspomaga realizację wielokryterialnych oddziaływań regulacyjnych dla nadzorowanych układów wyspowych,
- wspomaga proces automatycznej odbudowy systemu elektroenergetycznego po awarii systemowej.

#### Podsumowanie

Rozwiązania techniczne w ramach inteligentnych sieci, poprzez dynamiczne bilansowanie, zwiększą poziom integracji źródeł odnawialnych, czyniąc system elektroenergetyczny bardziej elastycznym. Co więcej, poprawa zarządzania i monitorowania sieci poprzez narzędzia Smart Grid, umożliwi maksymalne wykorzystanie istniejącej infrastruktury, czyniąc europejskie i krajowe sieci energetyczne bezpiecznymi, elastycznymi, dostępnymi, niezawodnymi i ekonomicznymi.

Przyszłe rozwiązania techniczne muszą być skalowalne, dostosowane do zwiększonego zapotrzebowania, ograniczające poziom strat technicznych, zwiększające wydajność sieci, bezpieczeństwo dostaw energii i kompatybilne z istniejącą bazą urządzeń. Rozwój rozwiązań telekomunikacyjnych, pomiarowych i systemów informatycznych dla obsługi biznesu stworzy nowe możliwości na każdym poziomie prowadzenia działań o charakterze technicznym i handlowym, jak również poprawę efektywności energetycznej. Działalność normalizacyjna stanowi niezbędny element budowy przyszłościowych rozwiązań, wypracowywanych w ramach współpracy europejskiej i międzynarodowej. Tylko jednolite i ogólnie akceptowane rozwiązania pozwolą osiągnąć zaplanowane efekty, z czego skorzystają przedsiębiorcy, indywidualni użytkownicy energii i środowisko naturalne. Komitet Techniczny 304 przy PKN zaprasza do współpracy przy tworzeniu nowych norm i dokumentów normalizacyjnych dotyczących sieci inteligentnych i systemów zarządzania energią, służących m.in. podniesieniu efektywności energetycznej.

