

Scientific Papers of the  
Institute of Electrical Power Engineering of the  
Wrocław University of Technology

# PRESENT PROBLEMS OF POWER SYSTEM CONTROL

No 1

Wrocław 2011

*Słowa kluczowe:  
elektroenergetyczne sieci inteligentne,  
Smart Power Grid*

Andrzej WISZNIEWSKI\*

## **DLACZEGO SIECI ELEKTROENERGETYCZNE POWINNY BYĆ INTELIGENTNE**

Wzrost zainteresowania sieciami inteligentnymi, a w szczególności ich spodziewanym potencjałem operacyjnym wymaga podania rzeczowych argumentów za rozwojem tej idei. W artykule przedstawiono większość powodów, dla których należy wspierać rozwój sieci typu *smart*.

### 1. WSTĘP

Od ponad 100 lat świat z każdym rokiem jest coraz bardziej uzależniony od energii elektrycznej, która jest najbardziej uniwersalną i najbardziej przyjazną dla użytkownika formą energii. Jednak aktualna sytuacja w zakresie elektroenergetyki jest, co najmniej, trudna. Oto najważniejsze problemy, z jakimi mamy do czynienia.

Wzrost zapotrzebowania wynosi ok. 0.7 – 0.8 % na każdy procent przyrostu PKB, co dla Polski oznacza ok. 2.5% - 3% rocznie. (W okresie 10 lat powoduje to wzrost o 30 – 35%, a w ciągu 20 lat o ok. 65 – 80%). Ta sytuacja będzie narastać ze względu na wzrastające stosowanie samochodów elektrycznych oraz bogacenie się społeczeństwa (np. coraz powszechniejsze klimatyzatory).

Przestarzała i niedostateczna infrastruktura sieciowa, powstała 30 – 50 lat temu, przystającą dwukrotnie wolniej niż zapotrzebowanie. Szacuje się, że w ciągu 15 lat potrzeba wybudować lub zmodernizować 50 tys. km linii w państwach Unii Europejskiej. Jeśli idzie o linie napowietrzne, jest to niemożliwe ze względu na trudności z „prawem drogi”.

---

\* Instytut Energoelektryki, Politechnika Wroclawska, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, andrzej.wiszniowski@pwr.wroc.pl

Straty przesyłowe wynoszą 6 – 9 % energii, a potrzeby własne zużywają ok. 10% energii wyprodukowanej. Oznacza to, że na pokrycie samych strat powinna bez przerwy pracować obecnie elektrownia o mocy 1400 MW, w roku 2020 elektrownia o mocy 1900 MW, zaś w roku 2030 elektrownia o mocy 2030 MW.

Wymogi Unii Europejskiej nazwane 20/20/20 (do roku 2020 20 procent wzrostu efektywności energetycznej, czyli zmniejszenie o 20% zużycia energii, 20% zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych oraz 20% udziału energetyki odnawialnej w produkcji energii).

Liczba rozwijających się awarii prowadzących do blackoutów rośnie i na świecie wynosi kilkanaście w skali roku.

Niebывały rozwój informatyki i telekomunikacji stwarza nowe narzędzia, jakie mogą być wykorzystane w elektroenergetyce.

## 2. SIECI INTELIGENTNE

Smart Grid jest sposobem na złagodzenie braków infrastrukturalnych, dzięki wykorzystaniu środków teletransmisyjnych. Zapewnia zmniejszenie zużycia energii, wyrównanie obciążeń dobowych, obniżenie strat oraz zwiększenie bezpieczeństwa przesyłu.

Smart power grid to system elektroenergetyczny wykorzystujący narzędzia telekomunikacyjne i informatyczne. Dzięki temu integruje w sposób inteligentny działania wszystkich uczestników generacji, przesyłu, dystrybucji i użytkowania energii elektrycznej w sposób niezawodny, bezpieczny i ekonomiczny, z uwzględnieniem wymogów ochrony środowiska.

Smart Grid realizuje:

- zarządzanie popytem,
- sterowanie operacyjne,
- zabezpieczenia nowej generacji,
- szybką restytucję.

### 2.1. ZARZĄDZANIE POPYTEM W STANACH NORMALNYCH I AWARYJNYCH

Dzięki otrzymywanym informacjom następuje zmniejszenie zapotrzebowania na energię przez świadomych odbiorców. (szacuje się że w skali 2 – 10%).

Wyrównanie dobowych obciążeń, dzięki czemu uzyskuje się zmniejszenie strat, zmniejszenie obciążeń torów, eliminowanie najmniej wydajnych a jednocześnie najbardziej zanieczyszczających źródeł oraz zmniejszenie zagrożenia rozwijającymi się awariami.

### 2.1.1. Przyczyny rosnącej liczby blackoutów

40 lat temu odnotowywano niewielką liczbę poważnych blackoutów (1-2 rocznie). Obecnie jest ich więcej – kilkanaście w skali roku. Przy czym mowa tu o blackoutach, które pozbawiły zasilania co najmniej milion odbiorców. Główne przyczyny tego stanu rzeczy to:

- zjawiska klimatyczne i klęski żywiołowe
- wzrost obciążeń sieci, a w szczególności linii przesyłowych
- błędy ludzkie, nieumiejętność prognozy konsekwencji decyzji operatorskich i/lub zjawisk awaryjnych.
- błędne działania zabezpieczeń i układów sterowania systemem.
- terroryzm i wandalizm.
- atak na urządzenia energetyczne i cyber atak: terrorystyczny, szczeniacki i pracowniczy.

Typowy przebieg awarii jest następujący:

1. zdarzenie inicjujące,
2. reakcja łańcuchowa na skutek niestabilności systemu,
3. podział systemu i masowe wyłączenia odbiorców, a niekiedy także generatorów,
4. długotrwała restytucja.

Rodzaje niestabilności systemowej:

- Niestabilność częstotliwościowa, czyli brak równowagi między generacją i poborem mocy.
- Niestabilność kątowna – statyczna i/lub dynamiczna, czyli przekroczenie granicznej wartości kąta między napięciem zasilającym a napięciem na zaciskach odbiorców.
- Niestabilność napięciowa, czyli nadmierne i lawinowo pogłębiające się obniżenie napięcia na zaciskach odbiorców.
- Niestabilność termiczna, czyli lawinowe wyłączanie przeciążonych linii lub transformatorów.
- Najczęściej podczas rozwijających się awarii występuje więcej niż jedna forma niestabilności systemowej.

## 2.2. STEROWANIE OPERACYJNE

W sieciach inteligentnych wykorzystując otrzymywane informacje można zrealizować następujące działania:

- Dynamiczne sterowanie obciążeniami linii, zależne od istniejących w danym momencie ograniczeń stabilnościowych oraz warunków termicznych.
- Sterowanie kompensacją mocy biernej i urządzeniami typu FACTS.
- Sterowanie przełącznikami zaczepek transformatorów odbiorczych, dla zapewnienia odpowiedniego poziomu napięć u odbiorców przy zachowaniu właściwego marginesu stabilności napięciowej.
- Predykcja skutków decyzji operatorskich i zakłóceń.
- Integracja generacji odnawialnej, a w szczególności farm wiatrowych.
- Interfejs operatora, zapewniający selekcję informacji szczególnie w stanach awaryjnych.

### 2.3. INTELIGENTNE ZABEZPIECZENIA LOKALNE I OBSZAROWE

Strategia stosowania zabezpieczeń powoli ulega pewnej modyfikacji. Dotychczas na pierwszym miejscu była ochrona zabezpieczanych obiektów. Obecnie priorytetem staje się ochrona systemu przed rozwijającymi się awariami. Wiąże się to z możliwym wyeliminowaniem działań zbędnych. Tym bardziej, że jeśli następuje działanie brakujące zabezpieczenia, to zapewne dane urządzenie zostanie wyłączone przez zabezpieczenia rezerwowe. Natomiast działania zbędne i niepotrzebne wyłączenie urządzenia silnie obciążonego może spowodować konsekwencje lawinowego rozwoju awarii prowadzącego do blackoutu.

Kompromis między niezawodnością a selektywnością można uzyskać dzięki szerokiemu stosowaniu zabezpieczeń adaptacyjnych oraz wykorzystywaniu zabezpieczeń obszarowych synchronizowanych przez GPS.

Inteligentna restytucja poawaryjna może zapewnić:

- Określenie charakteru awarii i lokalizację miejsca uszkodzenia.
- Optymalny podział na podsystemy, możliwie zbilansowane jeśli idzie o generację i zapotrzebowanie na energię.
- Inteligentne wyłączanie awaryjne obciążeń i/lub generatorów.
- Inteligentne scenariusze restytucyjne.

### 3. SMART GRID – GŁÓWNE TRUDNOŚCI

- Świadomość i wola odbiorcy, który może być niechętny stosowaniu inteligentnych liczników. (sytuacja taka ma miejsce w Holandii, gdzie odbiorcy wypowiedzieli się przeciw inteligentnym pomiarom rozliczeniowym).

- Brak skutecznej i niezawodnej infrastruktury telekomunikacyjnej oraz infromacyjnej.
- Niedostatki w zakresie opomiarowania linii i stacji oraz wykorzystania nowych możliwości (np. PMU, czyli układów mierzących fazory).
- Nielatwa współpraca operatorów sieci przesyłowych i operatorów sieci dystrybucyjnych.
- Brak inteligentnych (adaptacyjnych) algorytmów sterujących i zabezpieczających, oraz restytucyjnych.
- Brak inteligentnych układów odciążających w stanach awaryjnych.

#### 4. WNIOSKI

Należy zdawać sobie sprawę, że technologia *smart grid* nie zastąpi niezbędnych inwestycji sieciowych, ale na pewno może złagodzić aktualne braki, obniżyć tempo przyrostu zapotrzebowanie na energię elektryczną, zmniejszyć straty tej energii oraz skutecznie zwiększyć bezpieczeństwo generacji, przesyłu i rozdziału energii. Dlatego powszechne na świecie zainteresowanie inteligentnymi sieciami jest w pełni uzasadnione, a Polska powinna wykorzystać swój potencjał ludzki i gospodarczy do włączenia się w rozwój tych technik.

#### WHY POWER GRID SHOULD BE SMART

Interest in Smart Grid, particularly in its expected operational potential, requires the exposure of matter-of-fact argumentation for development of this approach to power system control. In this paper fundamental reasons justifying support of Smart Grid technology development have been presented.