



---

# WPŁYW SMART GRID NA INFORMATYCZNY SYSTEM ZARZĄDZANIA ELEKTROENERGETYKĄ\*

Jerzy Stanisław Zieliński

## Wprowadzenie

**P**owstające na przełomie XIX i XX wieku systemy elektroenergetyczne (SE) w Europie i USA rozwijały się jako trójfazowe systemy prądu przemiennego, będąc

monopolem naturalnym, zarządzanym hierarchicznie, złożonym z dwóch podsystemów: wytwórczego i przesyłowego (obecnie nazywanego przesyłowo-rozdzielczym).

\* Sponsorowany tekst popularnonaukowy

Podsystem wytwórczy zawiera w większości krajów elektrownie ciepłe (w których źródłem energii pierwotnej są paliwa kopalne) oraz elektrownie wodne. Po drugiej wojnie światowej rozpoczęto budowę elektrowni atomowych w USA, Rosji, krajach Europy Zachodniej i Japonii. Na początku lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku rozpoczął się kryzys naftowy spowodowany niepokojami w Zatoce Perskiej, tłący się z różną intensywnością przez wiele lat, uświadamiając światu ograniczoną ilość źródeł paliw kopalnych, zapoczątkowując poszukiwanie innych źródeł energii pierwotnej niezbędnych do wytwarzania energii elektrycznej.

Na popularności zaczęły zyskiwać lokalne źródła energii odnawialnej (OZE), takie jak małe cieki wodne, energię wiatru, Słońca i niewykorzystane odpady produkcji rolniczej (biomasa). Postęp techniczny umożliwił wykorzystanie energii wiatrowej, a od kilkunastu lat rozwija się intensywnie przetwarzanie energii słonecznej w elektryczną (fotowoltaika – Photo Voltaic – PV).

Rozwój SE wymagał zabezpieczenia przed skutkami zakłóceń wewnętrznych (zwarcia, przerwanie przewodów, obniżki napięcia) i zewnętrznych (wyładowania atmosferyczne). Specyficzną właściwością elektroenergetyki jest duża prędkość rozchodzenia się zakłóceń wynikająca z prędkości fali elektromagnetycznej (rzędu prędkości światła), wymagająca stałej kontroli parametrów energii w głównych węzłach sieci elektroenergetycznej, zapewniona przez system SCADA (System Control and Data Acquisition). Od dwudziestu lat postępuje intensywny rozwój systemów Phasor Measurement Unit (PMU) stosujących koncepcję fazona (Steinmetz, koniec XIX w.), umożliwiających pomiar parametrów energii w wybranych węzłach sieci w tym samym czasie, z dokładnością do 1 mikrosekundy ( $1 \mu s = 10^{-6}$  sekundy) (Bush, 2014).

## Smart Grid

Z początkiem wspomnianego kryzysu naftowego w USA i w kilku krajach Europy Zachodniej pojawiły się awarie powodujące przerwanie dostaw energii elektrycznej milionom odbiorców (blackouty) na wiele godzin, spowodowane przeciążeniem SE nieposiadających dostatecznej liczby generatorów energii elektrycznej lub niewystarczającej zdolności przesyłowej potrzebnej energii. Ponieważ inwestycje w elektroenergetyce są kapitało- i czasochłonne, postanowiono wykorzystać istniejące i powstające nowe odnawialne źródła energii (OZE) oraz zbudować nową sieć nazwaną Smart Grid o następujących właściwościach (Matusiak i in., 2014, Zieliński, 2015):

- 1) samoodnawialna po zakłóceniach,
- 2) umożliwia aktywność odbiorców w określaniu zapotrzebowania na energię elektryczną,
- 3) działa wyprzedzająco zarówno przeciw atakom fizycznym, jak i cybernetycznym,
- 4) dostarcza energię o jakości potrzebnej w XXI wieku,

- 5) akceptuje wszystkie możliwości wytwarzania i przechowywania energii,
- 6) umożliwia wprowadzanie nowych produktów, usług i rynków,
- 7) optymalizuje użytkowanie majątku i jego efektywną eksploatację.

Właściwość druga, a zwłaszcza piąta, oznaczają konieczność włączenia do systemu elektroenergetycznego źródeł energii odnawialnej, powodującą stopniowe zastępowanie hierarchicznego systemu zarządzania elektroenergetyką na rozproszony system zarządzania. Natomiast szósta właściwość otwiera możliwość wprowadzania nowych koncepcji efektywnego użytkowania energii elektrycznej (smart home, smart building, smart city, samochody elektryczne i inne).

Idea Smart pozwalająca stosunkowo prosto opanować deficyt energii elektrycznej została więc zaadaptowana do innych dziedzin stosujących energię elektryczną. Do rozliczeń konieczne stało się zainstalowanie inteligentnych liczników (Smart Meter) połączonych z dostawcą/odbiorcą dwukierunkową linią łączności.

Powstawanie nowych OZE powoduje rozwój lokalnych mikrosieci (Microgrid), które mogą pracować samodzielnie (w trybie islanding) lub współpracują z SE (Hatzigrygiou, 2014). Niezależnie od rodzaju połączenia z SE każda mikro sieć musi być wyposażona w odpowiednie systemy ICT (urządzenia telekomunikacyjne i informatyczne zapewniające gromadzenie, przetwarzanie, udostępnianie informacji w formie elektronicznej z wykorzystaniem technik cyfrowych i wszelkich narzędzi komunikacji elektronicznej). Mikro sieć posiadająca wszystkie właściwości Smart nazywana została Smart Microgrid.

Podobnie każdy z wymienionych systemów typu Smart po to, by spełniać podane wyżej właściwości, musi być wyposażony w odpowiednie urządzenia informatyki, łączności i automatyki niezbędne do jego działania i dla współpracy z całym systemem oraz jego modułami.

Warto zwrócić uwagę na dwie następujące okoliczności:

- Wprowadzanie nowych systemów i urządzeń Smart wiąże się z zastosowaniem nowych narzędzi informatycznych (np. Internet of Thing/Everything – IoT/IoE, Cloud Computing) (Zieliński, 2015).
- Duże koszty modernizacji SE do stanu Smart powoduje wprowadzanie nowych rozwiązań organizacyjnych, takich jak Transactive Energy (Zieliński, 2017) czy Hosting Capacity (Zieliński, 2018b), powiększając tym samym liczbę nowych urządzeń i systemów ICT (Zieliński, 2018a).

## Zakończenie

Zastosowanie koncepcji Smart spowodowało w elektroenergetyce zmianę hierarchicznego systemu zarządzania na system rozproszony i konieczność wykonania



wielu nowych inwestycji powodujących zwiększenie liczby nowych systemów informatycznych systemów zarządzania i nowych urządzeń informatycznych. Natomiast przeniesienie koncepcji Smart do budowy nowych budynków zwiększyło udział odbiorców energii elektrycznej współpracujących z systemem zarządzania elektroenergetyki (Bisadi i in., 2018). Podobną rolę zwiększenia powiązań z rozproszonym systemem zarządzania elektroenergetyką odgrywają Smart City.

Powyższe rozważania jednoznacznie uzasadniają tytuł artykułu, ponieważ Smart Grid zainicjowało modyfikację oraz przyczyniło się do intensywnego rozwoju rozproszonego informatycznego systemu zarządzania w elektroenergetyce.

---

**prof. dr hab. inż. Jerzy Stanisław Zieliński**  
**Uniwersytet Łódzki**  
**Wydział Zarządzania**  
**e-mail: [jerzy.zielinski@wz.uni.lodz.pl](mailto:jerzy.zielinski@wz.uni.lodz.pl)**

### Bibliografia

- [1] Bush S.E. (2014), *Smart Grid*, Wiley, IEEE Press.
- [2] Bisadi M. i in. (2018), *Humans in the Loop of Energy Management Systems*, „IEEE Electrification Magazine”, 2018, Vol. 6, No. 2, pp. 64–72.
- [3] Hatziargyriou N. (2014), *Microgrids Architecture and Controls*, John Wiley and Sons.

- [4] Matusiak B.E., Pamuła A., Zieliński J.S. (2011), *New Idea in Power Networks Development. Selected Problems*, „Przeгляд Elektrotechniczny”, Nr 9, pp. 148–150.
- [5] Zieliński J.S. (2015), *Internet of Everything (IoE) in Smart Grid*, „Przeгляд Elektrotechniczny”, Nr 3, pp. 157–159.
- [6] Zieliński J.S. (2017), *Transactive Energy and Internet of Everything*, „Rynek Energii”, Nr 2(120), pp. 92–99.
- [7] Zieliński J.S. (2018), *Does Smart Grid Needs New Informatics Tools?*, „Przeгляд Elektrotechniczny”, Nr 4, pp. 30–33.
- [8] Zieliński J.S. (2018), *Hosting Capacity Influence on Management in Power System*, „Rynek Energii”, Nr 2, pp. 86–88.

### Smart Grid Influence on Informatics Application in Power

---

#### Summary

The paper presents reasons, characteristics and results of Smart Grid de in power development (smart home, smart building, smart city). Traditional hierarchical management system resulting from natural monopoly of power changes because of smart concept development in number of human activity area. In the end the answer on title query is presented.

#### Keywords

Smart Grid, microgrid, hierarchical management system

---