



Biała Księga
safetime

Czy przyszła energetyka będzie bezpieczna?

**NTP / PTP IEEE1588
GNSS serwery czasu
Zegary Grandmaster**

IEC61850 SMART GRIDS IED PMU

IEC61850-9-3

IEEEC37.238

Waldemar Sielski
Tomasz Widomski



Ryzyko Blakoutu



**Smart-grids vs
klasyczna energetyka**



**1 μ s wymagana dokładność
wg. normy IEEE C37.238**



**Zapaszowe centra czasu UTC/TAI
z Głównego Urzędu Miar RP**

O autorach



Waldemar Sielski

Microsoft Poland CEO 1992-2000

Konsultant IT i inwestor.

W latach 1986-1989 konsultant w biurze UNIDO (United Nations Industrial Development Organization); W latach 1991 – 1992 pracował w warszawskim biurze Olivetti; W latach 1992-2000 pierwszy dyrektor generalny polskiego oddziału Microsoft Corp. Tworzył polskie biuro i stanowił jego politykę w początkowych 8 latach; Otrzymał nagrodę INFOSTAR - jako Człowiek Roku 1999 w dziedzinie Osiągnięć Biznesowych - za wkład w rozwój polskiego rynku oprogramowania; Od 2000 r. Prezes Multis sp. z o.o. Zasiadał/Zasiada w zarządach i radach nadzorczych spółek zajmujących się różnymi obszarami biznesu, m. in. nieruchomościami, medycyną, a także technologiami (VC i PE); Aktywny członek projektu Interkl@sa i Polskiej Platformy Technologii Mobilnych i Bezprzewodowych, wieloletni członek Rady Polskiej Izby Informatyki i Telekomunikacji; Inwestor w branży IT, rolniczej, nieruchomościowej i hotelarskiej; Aktualnie także Przewodniczący Rady Fundacji Multis Multum, prowadzącej działania wspierającej rozwój i edukację dzieci i młodzieży; W chwilach wolnego czasu felietonista w zakresie biznesu i technologii;



Elproma CEO 1992-2014 ([profile PDF](#)) Tomasz Widomski

MGR. INŻYNIER INFORMATYK (1990) Politechnika Warszawa, Wydział Elektroniki, Instytut Informatyki PW. Budowa i oprogramowanie maszyn matematycznych i komputerów STUDIA PODYPLOMOWE (2013) Główna Szkoła Handlowa SGH w Warszawie, Wycena Spółki Kapitałowej i Zarządzanie Wartością Przedsiębiorstwa. Prowadzi w Elpromie projekty: DEMETRA HORIZON 2020 (2015-2016) - Opracowanie systemu kryptograficznej dystrybucji czasu urzędowego, z funkcjonalnością zdalnego audytowania czasu (zegara) po stronie klienta oraz z możliwością retrospektywnej oceny (technicznej) czy użyty przez aplikację czas był ważny/nieważny w aspekcie obowiązującego prawa. Zastosowanie: *chmura krajowa, administracja publiczna, bankowość*

<https://www.gsa.europa.eu/demonstrator-egnss-services-based-time-reference-architecture>

INNE PROJEKTY (2010-2020) SAFE-TIME (2017-19) kryptograficzne znakowanie czasem CLOUD TAKT (2014-15) przemysłowy IPC do precyzyjnej synchronizacji [ns] CLEPSYDRA CRYPTO (2010) system synchronizacji infrastruktury IT



Ryzyko Blackoutu

Książka „Blackout” Marka Elsberga, sensacyjny thriller naukowy, przedstawia jeden z najczarniejszych scenariuszy awarii energetycznej, której cichym i niezauważalnym sprawcą mógłby być zafałszowany czas i desynchronizacja. Autor barwnie opisuje sytuację, kiedy następuje niespodziewana, wydłużająca się przerwa w dostawie prądu, a codzienne życie zaczyna się stopniowo załamywać. Padają telefony, telewizja, Internet. Ustaje komunikacja. Brak zasilania uniemożliwia działanie stacji benzynowych przez co staje transport, a wraz z nim zaopatrzenie. Jeden z bohaterów książki, były haker, formułuje tezę o ataku terrorystycznym jako przyczynie blackout’u.

Aby zrozumieć to zagrożenie, musimy widzieć różnicę między tym co jest, a tym co będzie w niedalekiej przyszłości. Przyszła inteligentna energetyka (smart grid), o której głośno w mediach, zasadniczo różni się od tej obecnej. Zgodnie z definicją tworzą ją: „*inteligentne sieci elektroenergetyczne, gdzie istnieje komunikacja między wszystkimi uczestnikami rynku energii mająca na celu dostarczanie usług energetycznych zapewniając obniżenie kosztów i zwiększenie efektywności oraz zintegrowanie rozproszonych źródeł energii, w tym także energii odnawialnej*”. Niesie ona liczne zalety, ale wymaga solidnych fundamentów infrastruktury, aby lepsze nie okazało się wrogiem dobrego. Do krytycznych atrybutów zapewniających stabilność smart grid należy **dokładny czas i jego synchronizacja**.



Smart-grids vs klasyczna energetyka

W tradycyjnej energetyce prąd wytwarza elektrownia (produkcja), rozprowadza operator (dystrybucja), a na końcu jesteśmy my (odbiorcy). Jednokierunkowe dostarczanie prądu do domów i zakładów działa świetnie od ponad stu lat, ale dziś przestaje wystarczać. Rozwijająca się gospodarka wymusza rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną. Pojawiają się także ograniczenia rozbudowy infrastruktury. Dyskusję nad rozwiązaniami utrudnia konieczność ochrony środowiska, które musi służyć pokoleniom.

Na szczęście stajemy się świadkami zmian i przejścia energetyki w nową erę Przemysłu 4.0. Obecnie na dachach instaluje się panele fotowoltaiczne, coraz częściej widzimy krajobraz turbin wiatrowych czy biogazowni. Te nowe źródła pozwalają powiększyć pulę energii do wykorzystania przez społeczeństwo.

W inteligentnej rozproszonej energetyce przyszłości, nadrzędna rola klasycznych elektrowni zostanie ograniczona. Prąd będzie wytwarzany przez wiele równoważnych instalacji jednocześnie. Te „fabryki prądu” będą zapewne znacznie oddalone od siebie. W odróżnieniu od współczesnej dystrybucji, prąd będzie musiał być przekazywany dwukierunkowo i kierunki te będą się dynamicznie zmieniać w czasie. Zaczną obowiązywać tutaj zasady podobne do kierowania ruchem kolejowym, z tą różnicą, że odpowiedniki „zwrotnic” (funkcję tę pełnią przekaźniki/przełączniki o akronimie IED - ang. *Intelligent Electronic Device*) muszą być przełączane jednocześnie po obu stronach „toru” i to z dokładnością milionowej części sekundy (mikrosekundy 1μs).

Synchronizacja w energetyce

Czy przyszła energetyka będzie bezpieczna?



Ważna 1 μ s IEEE C37.238 / IEC61850

Dlaczego dokładność 1 μ s jest tak ważna? Dłuższy interwał pozostawia linię przesyłu zbyt długo rozwartą powodując przerwę w dostawie prądu. Ponieważ w smart grid jest wielu wytwórców i odbiorców prądu jednocześnie, to czas i synchronizacja IED („zwrotnic”) jest szczególnie istotna. Złe zarządzanie oprócz lokalnych braków, może prowadzić do niepożądanego skumulowania nadwyżek energii. Gospodarowanie energią polegać będzie na balansowaniu pomiędzy jej nadmiarem a niedomiarem. Skrajne wielkości tych parametrów mogą uruchomić zabezpieczenia prowadzące do niekontrolowanego efektu domina awarii skutkującego nawet blackout'em. W systemie nie może być zbyt dużo, ani zbyt mało energii. Istotne jest, aby w sieci zawsze znajdowało się jej „w sam raz”, a to jest już płynne i zmienne w czasie. Sterowanie smart grid będzie się zapewne koncentrować na minimalizacji strat i maksymalizacji efektywności przesyłania energii (moc czynna vs. moc bierna). Cel taki osiąga się, zarówno poprzez możliwość precyzyjnego wpływania na wydajność źródeł produkujących prąd (np. można spowalniać lub okresowo wyłączać turbiny wiatrowe chroniąc się przed nadprodukcją energii), jak i poprzez dynamikę zmian połączeń torów traktacji dystrybucji prądu realizowaną z wykorzystaniem IED. Dlatego aby podejmować właściwe decyzje, trzeba znać stan faktyczny, super pewną informację „**tu i teraz**” - zarówno lokalnie jak i globalnie.

Do bieżącej oceny stanu energetycznego służą rozproszone po całym obszarze/regionie/kraju sensory PMU (ang. *Phasor Measurement Unit*) wyposażone w lokalne zegary. Muszą być one zsynchronizowane z dokładnością 1 μ s podobnie jak IED, czyli urządzenia wykonawcze zestawiania połączeń. Monitorowanie systemu zakłada, że informacje pozostałe po filtracji (odsiewane są np. dane, które docierają z nieakceptowalnym opóźnieniem) z dużym prawdopodobieństwem odzwierciedlają faktyczny stan energetyczny. Bazując na tym, centrala zarządzania ekstrapoluje sytuację w kolejnej chwili przyszłości, wydając do IED instrukcje sterowania trakcją. Tak powstaje zmienna w czasie, dynamiczna struktura przesyłu energii w smart grid, której stabilność zależy od czasu i synchronizacji. Jeszcze do niedawna myślano, że synchronizację zapewniać będzie satelitarny system GPS (lub inny GNSS). Jednak okazało się, że zagłuszanie sygnału GPS nie stanowi większego wyzwania i można je realizować przy pomocy niedrogich, powszechnie dostępnych w sprzedaży internetowej, urządzeń, tzw. jammerów. Sygnał GPS można też fałszować podstawiając własne dane o czasie i pozycji. Technika taka nazywana „*spoofingiem*” stanowi szczególne zagrożenie dla energetyki smart grid, ponieważ o ile zagłuszaniu można się przeciwstawić, to fałszowanie niełatwo jest rozpoznać i zwalczyć. Skutkiem efektywnego *spoofingu* będzie błędne obliczenie opóźnień nadchodzących siecią komputerową danych z PMU. Spowoduje to niepożądane odrzucenie prawidłowych informacji i wadliwą akceptację tych zbyt długo podróżujących. W konsekwencji zaistnieje nieprawidłowe zarządzanie energią mogące wywołać awarię, a nawet blackout. Dodatkowym utrudnieniem będzie, spowodowana desynchronizacją, utrata prawdziwej chronologii zdarzeń w dziennikach LOG. To z kolei uniemożliwi identyfikację problemu, ponieważ zaburzy logikę podczas analizy. W rozsynchronizowanych dziennikach LOG obserwować można dziwne zjawisko polegające na tym, że „skutek wyprzedza własną przyczynę”.

Dlatego tam, gdzie w grę wchodzi bezpieczeństwo ważnych dla gospodarki instalacji, należy stosować hybrydowe sposoby dostaw czasu z jednoczesnym użyciem systemów satelitarnych i lokalnych atomowych zegarów cezowych. Szczególną rolę odegra czas urzędowy, wytwarzany w narodowych instytutach metrologii większości państw.



Zapasowe centra czasu z Głównego Urzędu Miar RP

W Polsce rolę obsługi czasu urzędowego pełni od 100 lat Główny Urząd Miar RP dysponujący zegarami najwyższej klasy. Dystrybucja czasu urzędowego, tzn. wzorca atomowego o cechach wysokiej dokładności, ale przede wszystkim stabilności (niezmienności), jest bardzo trudnym technicznie zadaniem i tylko nieliczne kraje radzą sobie dziś z tym problemem. Polska należy do dobrze przygotowanych w Unii Europejskiej. Rozpowszechnianie wzorca Polskiej Atomowej Skali Czasu TA(PL) oraz bazującego na niej czasu koordynowanego UTC(PL) jest chronione prawnie rozporządzeniem (Dz.U 256/2004 pozycja 548). Należy wierzyć, że rodzima energetyka ewoluująca w smart grid oprze się na tym solidnym fundamencie czasu i częstotliwości. Główne i regionalne systemy muszą być odporne na manipulacje i zewnętrzne ingerencje – czas/synchronizacja muszą być bezpieczne.

Na świecie zapasowe centra czasu już działają. W Wielkiej Brytanii rolę tę pełni NPL (National Physical Laboratory), a w USA Narodowy Instytut Standaryzacji, NIST. Dostarczają one urzędowy referencyjny czas do systemów energetyki, sektora giełdowo-finansowego oraz telekomunikacji.

Na koniec powróćmy ponownie do klasycznej energetyki i zastanówmy się czy i gdzie potrzebuje ona dokładnego czasu i synchronizacji. Dziś najważniejszym miejscem wymagającym synchronizacji są turbiny generatorów. Muszą one obracać się jednocześnie - dokładnie 50 razy na sekundę - wytwarzając napięcie zmienne o częstotliwości 50Hz. Ponadto dokładny czas potrzebny jest do nadzoru dystrybucji i zautomatyzowanych odczytów (tzw. smart metering) oraz procesów pomiarowych. Czasu używają też systemy bilingowe i automatycznej lokalizacji miejsc trakcji o dużym zużyciu i ryzyku przerwania linii przesyłowej. Jednak w wymienionych tu przypadkach nie ma konieczności synchronizacji z dużą dokładnością. Natomiast w erze smart grid Przemysłu 4.0 wytwarzanie energii elektrycznej będzie wymagało zapewnienia identycznego wzorca czasu na dużym obszarze, tak aby każde z rozproszonych, równoważnych źródeł prądu mogło produkować napięcie zmienne 50Hz. Częstotliwość ta określona normą techniczną jest chroniona prawnie. Z racji tego faktu ponownie chcielibyśmy podkreślić obecną i przyszłą istotną rolę polskiego czasu urzędowego.

Waldemar Sielski
Tomasz Widomski