

# Rodzina analizatorów AS-3 - kompleksowe podejście do zagadnienia: niezawodność zasilania a jakość energii – normy a diagnostyka.

Marcin Dąbrowski i Krzysztof Dąbrowski, pracownicy firmy Twelve Electric Sp. z o.o.

Energia elektryczna jest dziś jednym z podstawowych mediów energetycznych, niezbędnym do prawidłowej pracy każdego przedsiębiorstwa. Ciągłość zasilania procesów technologicznych, zapewnienie bezprzerwowej pracy urządzeń, szybka eliminacja skutków awarii oraz zapewnienie bezpieczeństwa ludzi i gromadzonych danych są najważniejszymi zadaniami stawianymi przed służbami utrzymania ruchu każdej firmy.

Od momentu, gdy energię elektryczną zaczęto traktować jak towar, konieczne stało się opracowanie zbioru parametrów jakościowych, które umożliwiłyby jednoznaczny ocenę czy sprzedawca (dostawca) nie próbuje sprzedać nam towaru o marnej jakości. Z upływem czasu ten zbiór prze-

cia zasilania, co sprawia wrażenie, że ich dotrzymanie zapewni dużą pewność zasilania. Niestety w rzeczywistości sprawa nie wygląda tak prosto. Obserwowany w ostatnich latach bardzo szybki rozwój przemysłu i techniki, spowodował ogromny wzrost zastosowań urządzeń energoelektronicznych, które są bardzo podatne na zakłócenia i złą jakość zasilania, przy czym w większości przypadków one same generują większość tych zakłóceń np. wahania napięcia, wyższe harmoniczne itp. Mimo tego, że odbiorniki nieliniowe są głównym zagrożeniem dla jakości napięcia zasilania to ich wymagania techniczne wymuszają na służbach energetycznych wielokierunkowe działania, mające na celu poprawę za-

wadzone równocześnie zapewnią uzyskanie wymaganej przez naszą technologię pewności zasilania. Już na samym początku rozważań należy zdać sobie sprawę, że sama kontrola jakości zasilania zwłaszcza ta prowadzona

magania np.  $\pm 5\%$  liczone dla bardzo krótkich czasów uśredniania.

Kolejną sprawą jest ilość mierzonych parametrów. Norma PN-EN 50160 określa swoje wymagania tylko wobec napięcia: określone przez

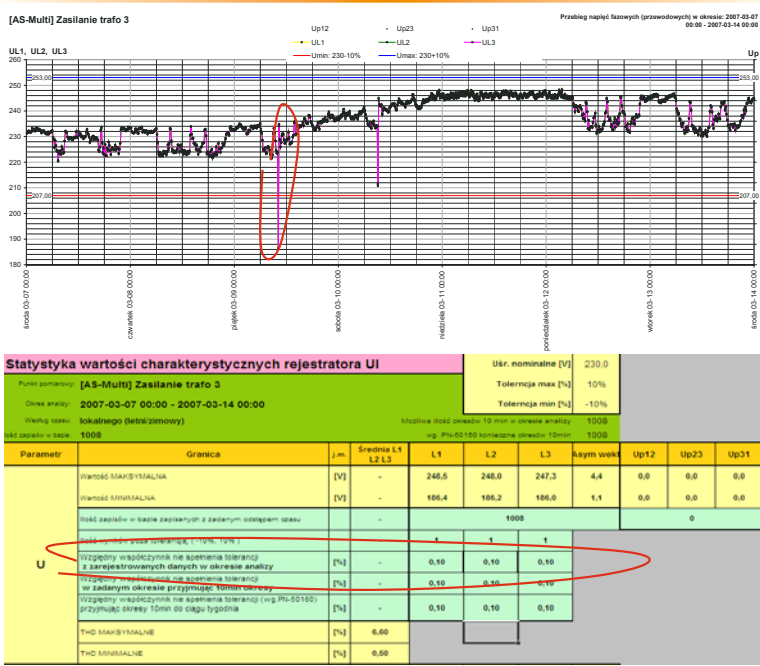
Szybkie zmiany napięcia	L1	Uf1. Spadek poniżej progu 200 000V przy opóźnieniu wykrycia 20 ms	2006-11-17 14:36:27
Szybkie zmiany napięcia	L2	Uf2. Spadek poniżej progu 200 000V przy opóźnieniu wykrycia 20 ms	2006-11-17 14:36:27
Szybkie zmiany napięcia	L3	Uf3. Spadek poniżej progu 200 000V przy opóźnieniu wykrycia 20 ms	2006-11-17 14:36:27
Tolerancje napięć	L1	Uf1. Przekroczenie progu MI1=207 000 V	2006-11-17 14:36:27
Tolerancje napięć	L2	Uf2. Przekroczenie progu MI1=207 000 V	2006-11-17 14:36:27
Tolerancje napięć	L3	Uf3. Przekroczenie progu MI1=207 000 V	2006-11-17 14:36:27
Wyjścia dwustanowe	---	Stany wyjść Wy1=1(0/1m), Wy2=1(0/1m), Wy3=1(0/1m), Wy4=0	2006-11-17 14:36:27
Błędy systemowe	---	Utrata synchronizacji z częstotliwością napięcia sieci Diag=00 28	2006-11-17 14:36:27
Błędy systemowe	---	Zbyt niskie napięcie zasilania Diag=00 28	2006-11-17 14:36:30
Szybkie zmiany napięcia	L1	Uf1. Konec spadku do poziomu 0 000V o czasie trwania co najmniej 5100 ms	2006-11-17 14:36:43
Szybkie zmiany napięcia	L2	Uf2. Konec spadku do poziomu 0 000V o czasie trwania co najmniej 5100 ms	2006-11-17 14:36:43
Szybkie zmiany napięcia	L3	Uf3. Konec spadku do poziomu 0 000V o czasie trwania co najmniej 5100 ms	2006-11-17 14:36:43
Tolerancje napięć	L1	Uf1. Powrót do normy, wartość ekstremalna=0 000 V	2006-11-17 14:36:44
Tolerancje napięć	L2	Uf2. Powrót do normy, wartość ekstremalna=0 000 V	2006-11-17 14:36:44
Tolerancje napięć	L3	Uf3. Powrót do normy, wartość ekstremalna=0 000 V	2006-11-17 14:36:44
Wyjścia dwustanowe	---	Stany wyjść Wy1=0(1/0), Wy2=0(1/0), Wy3=0(1/0), Wy4=0	2006-11-17 14:36:44
Zdarzenia systemowe	---	Powrót napięcia zasilania do właściwego poziomu Diag=00 28	2006-11-17 14:36:46

Rys 2. Wyciąg z rejestru zdarzeń z dokładną identyfikacją czasową.

wg normy PN-EN 50160 nie zapewni pewności zasilania. Tylko prawidłowe skonfigurowanie układu zasilania, stosowanie wysokiej klasy osprzętu elektrotechnicznego, wiele różnych źródeł zasilania rezerwowego oraz ich wysoka redundancja a także ciągły monitoring, analiza zjawisk i działania zapobiegawcze zapewnią, że nasz system zasilania będzie niezawodny. Działania te w procesie utrzymania ruchu są bardzo ważne i mimo, że przenikają się i uzupełniają oraz mają ze sobą wiele punktów wspólnych to powinny być traktowane jako dwa oddzielnie prowadzone zagadnienia i procesy. Podstawową różnicą jest fakt, że jakość energii mierzona według normy określana jest w punkcie styku dostawca-odbiorca. Na podstawie tej oceny nie jesteśmy w stanie stwierdzić, jakie warunki panują wewnątrz zakładu, gdzie sytuacja może wyglądać zupełnie inaczej. A oczywiście jest, iż na pewności zasilania zależy nam bardziej niż na jakości widzianej jako spełnienie ustalonych norm parametrów. Wspomniane wcześniej skomplikowane, elektroniczne układy sterowania i urządzenia energoelektroniki wymagają bardziej rygorystycznych warunków zasilania niż te, jakie są określone normą PN-EN 50160. Wymaganie te określają inne normy np. seria norm PN-EN 61000-x-x, a także i sami producenci tych urządzeń. Określony w normie, dopuszczalny zakres wahań napięcia dla 0,4 kV wynosi  $\pm 10\%$ , natomiast producenci układów sterowania coraz częściej stawiają dużo ostrzejsze wy-

normę są jego wartość, tolerancje, częstotliwość, współczynnik zawartości harmonicznych THD-U, współczynnik migotania światła (flicker). Jeżeli jednak oczekujemy danych dla potrzeb diagnostyki to dla pełnej analizy i poznania specyfiki problemu musimy mieć informacje o wszystkich parametrach elektrycznych. Poza napięciem interesują nas jeszcze prądy, asymetrie, moce, zawartości poszczególnych harmonicznych w prądzie i napięciu itd. Niezwykle istotne w procesach decyzyjnych podejmowanych w ramach prowadzonej diagnostyki jest posiadanie danych online uśrednionych z bardzo krótkich okresów pomiarowych. Dodatkowo ważne jest, by w procesie uśrednienia nie zgubić zjawisk o krótkim czasie trwania np. przepięcia lub przetężenia. Niezbędna jest rejestracja wszystkich zaburzeń i przekroczeń, jakie miały miejsce w sieci np. przekroczenia wcześniej zdefiniowanych wartości progów tolerancji (min. i max.) wybranych parametrów, wszelkiego rodzaju zapady napięcia, nawet o czasie trwania 10ms oraz informacja o pewnych parametrach nieelektrycznych np. temperatura transformatora. Istotną jest dokładna identyfikacja zarejestrowanych zdarzeń i ich następstwo w czasie. Ważną rolę odgrywa też metoda pomiaru.

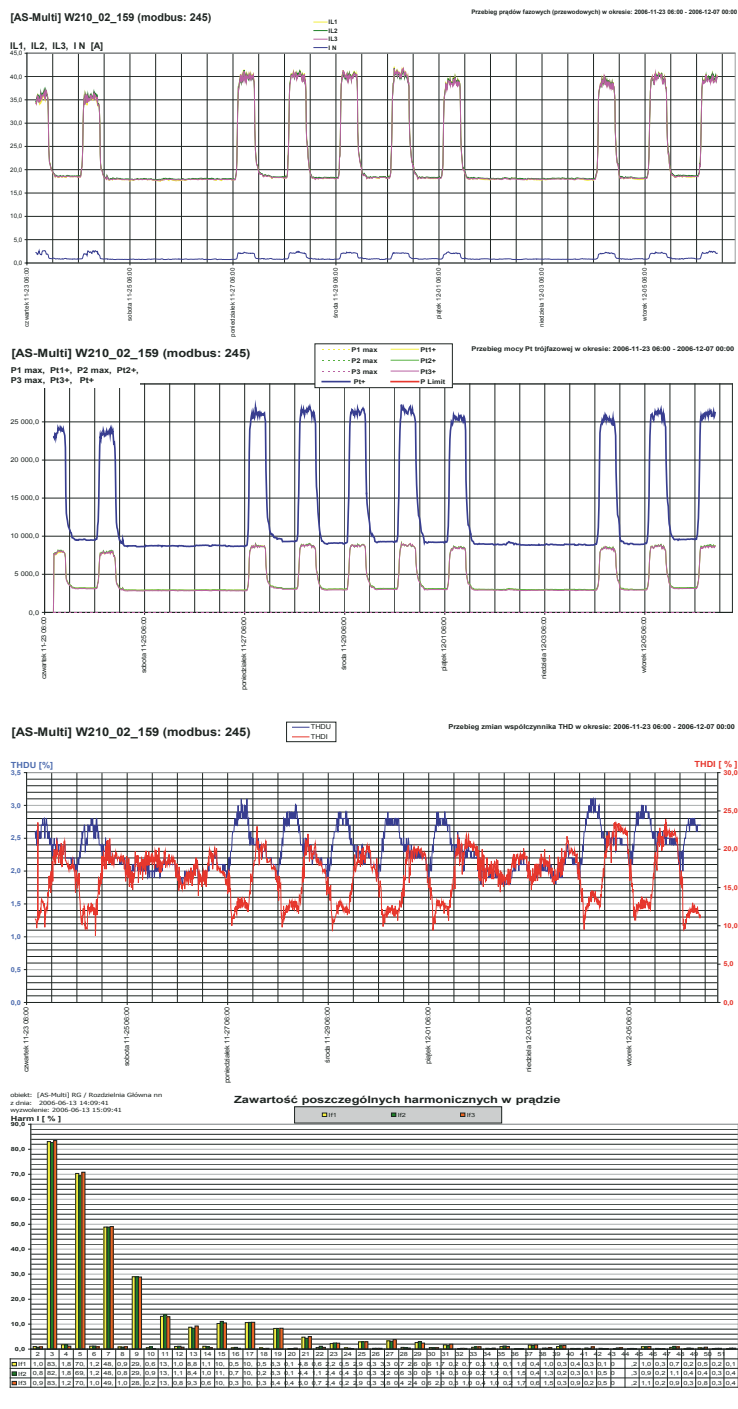
Wielu producentów analizatorów reklamuje, że za pomocą pojedynczego analizatora są w stanie określić miejsce generowania wyższych harmonicznych. Jest to podejście typowo



Rys 1. Wyniki pomiarów napięcia 10-cio minutowego mierzonych zgodnie z normą PN-EN 50160.

pisów powiększał się, był wielokrotnie modyfikowany, aż w końcu stał się normą, która w Polsce ma oznaczenie: PN-EN 50160. Odzworowanie wybranych wymagań normy w obowiązującym Prawie Energetycznym diametralnie zmieniło podejście dostawców i odbiorców energii do jej jakości, wymusiło jej ciągłe monitorowanie i kontrolowanie. Teoretycznie norma PN-EN 50160 określa wszystkie warunki jakościowe dotyczące napię-

równo samej jakości jak i pewności ich zasilania. Powyższy problem jest przykładem kwadratury koła, gdyż dbamy o coś, co swoim działaniem niweczy wszystkie nasze starania i zabiegi. Jedynym możliwym wyjściem z tej opresji jest całościowe i przemyślane podejście do ww problemu polegające na równoczesnym monitorowaniu jakości parametrów zasilania, pomiarach zjawisk zachodzących w systemie oraz diagnostyka zagrożeń. Te działania pro-



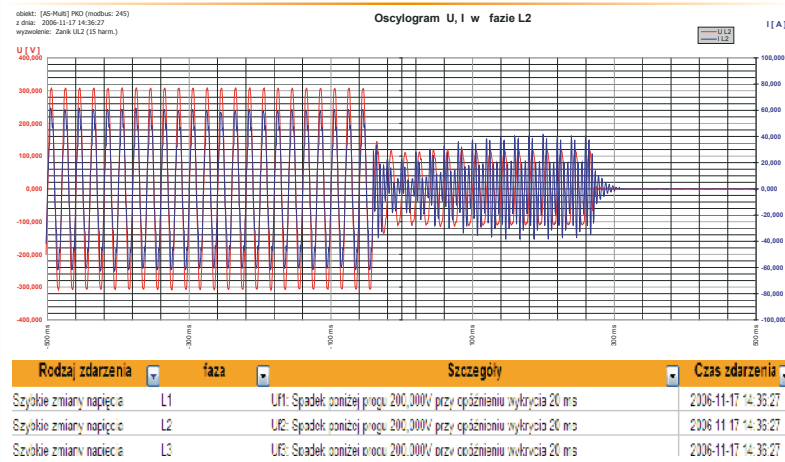
Rys 3. Skorelowane wartości Współczynnika THD-I oraz THD-U z prądem obciążenia i wartościami mocy czynnej, oraz rozkład widmowy poszczególnych harmonicznych w prądzie.

marketingowe. Pytani, jaką metodą dokonywany jest pomiar odpowiadają, że jest to tajemnica handlowa a metodę chroni bliżej nieokreślony patent amerykański. W tej sytuacji dla autora artykułu, który nie zgadza się z ww. tezą, nie pozostaje nic innego jak powołać się na wiedzę, jaką poznaje się na lekcyjach fizyki już w szkole średniej, wg której przebiegi o jednakowej częstotliwości można sumować np. „fazowo”. Czy jeżeli wartość 5-tej harmonicznej w napięciu mierzona w punkcie styku dostawca-odbiorca jest zerowa, ponieważ faza tej harmonicznej generowa-

nej w naszej technologii jest przeciwna w stosunku do tej, jaka „przychodzi z miasta” a amplitudy przebiegów są równe to uznajemy, że nasz system zasilania poprawia jakość napięcia czy nie. Absolutnie nie, wystarczy, że zmieniają się prądy obciążenia i natychmiast tracimy ten stan pozornej równowagi. Tak więc mierząc w jednym punkcie znamy wartość, ale nie znamy źródła. Jedyną skuteczną metodą, która dostarczy wiarygodnych danych diagnostycznych nie tylko do analizy wyższych harmonicznych jest monitorowanie całej sieci zasilającej da-

nego odbiorcy. W celu określenia źródła zakłóceń, należy w sposób ciągły kontrolować poszczególne urządzenia lub grupy urządzeń oraz stan ich pracy. Należy rejestrować współczynniki zawartości harmonicznycy w funkcji prądu obciążenia, by poznając zależności między nimi oddzielić skutki od przyczyny. Aby poznać te zależności wszystkie pomiary i rejestry muszą być ze sobą skorelowane w cza-

temowym zapewniających odpowiednie zbieranie, wizualizację i raportowanie danych pomiarowych zarówno do celów określania jakości jak i diagnostycznych. Cały system w przypadku zajścia zaburzenia powinien w ustalony sposób je zarejestrować, zaalarmować obsługę w celu zapobieżenia awarii lub szybkiego usunięcia jej skutków. Dodatkowo system poprzez analizę zebranych danych powinien ułatwiać lub



Rys 4. Rzeczywiste przebiegi prądu i napięcia, zaobserwowane u odbiorcy energii, spowodowane zwarciem na GPZ-cie.

się, aby w łatwy sposób można było generować charakterystyki zmienności w czasie dowolnie wybranej grupy parametrów np. w celu sprawdzenia czy wzrost zawartości współczynnika THD-I był spowodowany pracą lub rozruchem danego urządzenia. Jak zmieniała się w czasie wartość współczynnika THD-U skorelowana czasowo ze zmianami prądu obciążenia.

Analiza skorelowanych czasowo wartości takich jak moce, prądy, poziomy harmonicznych itp. pozwala na prowadzenie szczegółowej diagnostyki, mającej na celu identyfikację i lokalizację zachodzących w systemie zjawisk. Najlepszym źródłem informacji do wykonania analizy danych skorelowanych w czasie są zapisy oscylogramów np. porównanie przebiegów napięć i prądów w momencie zapadu napięcia pozwala poznać prawdziwą przyczynę tego zaburzenia. Obserwacja wartości prądu w momencie zapadu napięcia pozwoli nam stwierdzić czy jego przyczyną była po stronie dostawcy (wartość prądu też zmalała) czy po stronie odbiorcy (wartość prądu wzrosła). Na takiej samej zasadzie można dokładnie zidentyfikować problem, czy zwarcie było doziemnie lub międzyfazowe.

Z doświadczenia naszej firmy wynika, że jedynym sposobem maksymalizacji bezpieczeństwa energetycznego przedsiębiorstwa jest budowa rozbudowanego systemu Monitoringu Jakości Energii Elektrycznej, opartego na urządzeniach i oprogramowaniu sys-

wręcz sugerować te działania, których celem będzie zapobieganie potencjalnym awariom. Jakość napięcia zasilania określana według norm w punkcie styku dostawca-odbiorca oraz codzienna diagnostyka sieci zasilającej całego zakładu to dwa procesy, które w przedsiębiorstwie XXI wieku trzeba koniecznie prowadzić. Nie każdy analizator nadaje się do tych celów i nie każdy zaspokoi oczekiwania służb energetycznych. Idealnym źródłem danych dla tych dwóch procesów będzie system analizatorów wyposażonych w pamięć wewnętrzną i połączonych siecią transmisji danych z centralnym punktem zarządzania i zbierania danych, gdzie znajduje się oprogramowanie systemowe dokonujące wszelkich zestawień i wizualizacji. Z zamieszczonych w artykule rysunków wynika, że ważną funkcją, jaką powinien posiadać zastosowany w systemie analizator jest możliwość rejestracji oscylogramów. Graficzne przedstawienie zaburzenia znacznie ułatwia poznanie przyczyn jego zajścia. Takie kompleksowe i całościowe rozwiązanie dla dowolnego systemu zasilania od wielu już lat oferuje firma Twelve Electric produkująca rodzinę analizatorów parametrów sieci AS-3, która dostarcza je wraz z oprogramowaniem systemowym AS- Multi. Więcej informacji o całym systemie, o jego możliwościach technicznych i funkcjonalnych znajdą Państwo na naszej stronie internetowej: [www.twelvee.com.pl](http://www.twelvee.com.pl)