Grzegorz Błajszczak,
PSE Operator S.A.

Artur Dziuba, Andrzej Dobroczek
EPC S.A.

Standardy sprzętowe wymagane przy łączeniu rozległych systemów do badania jakości energii elektrycznej

Hardware standards required in connecting large systems used for monitoring of electric energy quality

Systemy do pomiaru parametrów jakości energii elektrycznej są tworzone zarówno przez dostawców jak i dużych odbiorców energii elektrycznej. Dostawcy mają prawny obowiązek zapewnienia odpowiednich parametrów jakościowych dostarczanego napięcia, a odbiorcy ograniczone możliwości wprowadzania odkształceń, wynikające z umów przyłączeniowych. Pomiary parametrów realizowane w kilku punktach wymagają przesłania, zgromadzenia i przetworzenia do postaci pokazywanej w raportach. Na podstawie pomiarów w różnych punktach można ponadto wyciągać wnioski dotyczące miejsca powstawania zakłóceń, przenoszenia i optymalnego sposobu ich eliminacji. Pożądaną praktyką jest również wymiana informacji o aktualnych parametrach jakości energii między różnymi właścicielami połączonych sieci.

Pomiary jakości energii są nowym elementem w energetyce krajowej, jak i światowej. Systemy monitorowania parametrów jakościowych powstają na ogół stopniowo: od kilku indywidualnych urządzeń do kilkudziesięciu z siecią komputerową i planowaną rozbudową do kilkuset punktów pomiarowych. Systemy do pomiarów, monitorowania i analizy jakości energii elektrycznej nie muszą i nigdy nie będą jednorodne, ale muszą spełniać określone wymagania techniczne. Wprowadzenie pewnych standardów umożliwi łatwą rozbudowę systemu i wymianę informacji z właścicielami innych systemów, a także zagwarantuje wiarygodność przekazywanych informacji. W dalszej części artykułu przedstawiono wybrane wymagania techniczne stosowane przy budowie ogólnokrajowego systemu monitorowania jakości energii w sieci przesyłowej.

Szczególną uwagę zwrócono na opisanie ważnych elementów systemu, takich jak:

- wymagane funkcje układu badania jakości energii elektrycznej na poziomie stacji energetycznej oraz instalacje rejestratorów jakości energii opartej na istniejącej infrastrukturze komunikacyjnej na stacji;
- komunikacja danych dotyczących jakości energii poprzez połączenie z siecią WAN BB, sposób połączeń sieci WAN BB z uwzględnieniem łączy do stacji energetycznych, podział kompetencji oraz możliwości elastycznego rozdzielenia uprawnień dla poszczególnych specjalistów;
- zdalny dostęp do usług i zasobów dla Centrum Nadzoru (CN) i Regionalnych Centrów Nadzoru (RCN);
- generowanie sygnałów alarmowych informujące o przekroczeniach odpowiednich wskaźników oraz sposoby informowania o stanach alarmowych;
- sposoby generowania raportów na podstawie zgromadzonych danych przez system monitorowania jakości energii.

Przy omawianiu zagadnień technicznych związanych z pomiarami jakości energii elektrycznej dla wielowyrazowych nazw na ogół stosowane są skróty. W tabeli 1 podano alfabetyczne zestawienie często spotykanych skrótów stosowanych również w niniejszym artykule.

Wymagane funkcje układu badania jakości energii elektrycznej na poziomie stacji energetycznej

System Monitoringu Jakości Energii Elektrycznej powinien mieć strukturę modułową i być systemem otwartym zapewniającym elastyczność oraz możliwość łatwej rozbudowy z wykorzystaniem urządzeń różnych producentów. Zaleca się budowę układu składającego się (rys. 1) z następujących czterech poziomów przetwarzania danych:

- rejestracji,
- transmisji,
- akwizycji i archiwizacji,
- analizy i raportowania.

Aby zapewnić właściwe funkcjonowanie systemu oraz maksymalny zakres funkcjonalności dla użytkownika, założono dwutorowy mechanizm nadzoru nad jakością energii. Źródłem danych dla obu torów jest zawsze odpowiednie urządzenie sprzętowe.

Podstawowa funkcjonalność RJEE zapewnia ciągłe zbieranie, archiwizowanie i przesłanie danych o jakości energii na odpowiedni serwer (serwery) w punkcie centralnym. Zakłada się, że będą na nim gromadzone wszystkie dane służące ocenie jakości energii z obwodów nadzorowanych przez system.

Równie ważnym elementem systemu powinna być możliwość wytworzenia, przesyłania, rejestrowania i powiadamiania zainteresowanych w trybie zdarzeniowym o przypadkach naruszania (odpowiednio zdefiniowanych) przekroczeń zdeklarowanych wartości progowych jakości energii. W tym celu zakłada się, że każde urządzenie, oprócz kanału do przekazywania informacji o jakości energii w formie przeznaczonej do archiwizacji i dalszego przetwarzania, będzie wyposażone w kanał telemechaniki dołączony do lokalnego koncentratora i/lub systemu SSiN. Zdarzenia te (również z parametrami) mogą być dalej przekazywane do RCN i CN.

Tabela 1

Wykaz, używanych w artykule, skrótów i uproszczonych nazw związanych z monitorowaniem jakości energii elektrycznej

Skrót	Wyjaśnienie
AJEE	analizator jakości energii elektrycznej
CN	Centrum Nadzoru
COMTRADE	standardowy format plików z danymi zapisanymi w formacie binarnym lub kodzie ASCII (American Standard Code for Information Interchange) używanym przy monitorowaniu systemu elektroenergetycznego
DYSTER	rozbudowany system teleinformatyczny czasu rzeczywistego wspomagający prowadzenie ruchu elektroenergetycznej sieci przesyłowej na obszarze całego kraju
EMC	Electro-Magnetic Compatibility – kompatybilność elektromagnetyczna
JEE	jakość energii elektrycznej
GIS	Geographical Information System – System Informacji Geograficznej
GPRS	General Packet Radio Service – pakietowe przesyłanie danych
GSM	Global System for Mobile Communications – standard telefonii komórkowej
http	Hypertext Transfer Protocol – protokół przesyłania dokumentów hipertekstowych
KDM	Krajowa Dyspozycja Mocy
KSE	Krajowy System Elektroenergetyczny
LAN	Local Area Network – lokalna sieć komputerowa
LVD	Low Voltage Device – urządzenia niskiego napięcia
MJEE	monitorowanie lub system monitorowania jakości energii elektrycznej
ODM	Oddziałowa Dyspozycja Mocy *PSE Operator S.A.*
OSD	Operator Systemu Dystrybucyjnego
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy – sposób synchronizacji używany w sieciach telekomunikacyjnych
PDM	Pulse-Density Modulation – modulacja gęstością impulsów
PSE	*Polskie Sieci Elektroenergetyczne*
PSTN	Public Switched Telephone Network – publiczna komutowana sieć telefoniczna
RCN	Regionalne Centrum Nadzoru
RJEE	rejestrator parametrów jakości energii elektrycznej
SAP	zintegrowany system wspomagania zarządzania
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition – system nadzorujący przebieg procesu technologicznego
SMJEE	system monitorowania jakości energii elektrycznej
SDH	Synchronous Digital Hierarchy – synchroniczna hierarchia systemów cyfrowych
SDJEE	serwer danych jakości energii elektrycznej
SQL	Structured Query Language – język do tworzenia i modyfikacji baz danych
SSiN	System Sterowania i Nadzoru
TOK	scentralizowany punkt obsługi odbiorców
TCP	Transmission Control Protocol – protokół kontroli transmisji
URL	Uniform Resource Locator – ujednolicony format adresowania zasobów
WAN BB	rozległy system komunikacyjny łączący odległe od siebie sieci
Web	potoczne określenie serwisów internetowych
WindEx	system wspomagania pracy dyspozytora
WN	wysokie napięcia 110 kV, 220 kV lub 400 kV

Na pierwszym poziomie monitoringu (na obiekcie) następuje pomiar i wyliczanie odpowiednich wskaźników pojedynczego punktu rejestracji. Zestaw mierzonych parametrów powinien być zgodny z zapisami przepisów prawnych [1, 2] i często jeszcze dodatkowymi, wynikającymi z kontraktów lub umów przyłączeniowych. Dokładność pomiaru parametrów napięcia zależy w dużym stopniu od użytego przekładnika napięciowego, obniżającego badane napięcie sieci do wartości akceptowalnej przez analizatory JEE. Ograniczona zdolność przenoszenia wysokich częstotliwości może być przyczyną błędnych pomiarów wyższych harmonicznych. W uzasadnionych przypadkach, gdy istnieje potrzeba monitorowania odkształceń o wysokich częstotliwościach (np. do 50. harmonicznej), do obniżenia badanego napięcia można zastosować dzielnik rezystancyjny, który teoretycznie powinien mieć liniową charakterystykę dla wszystkich częstotliwości.

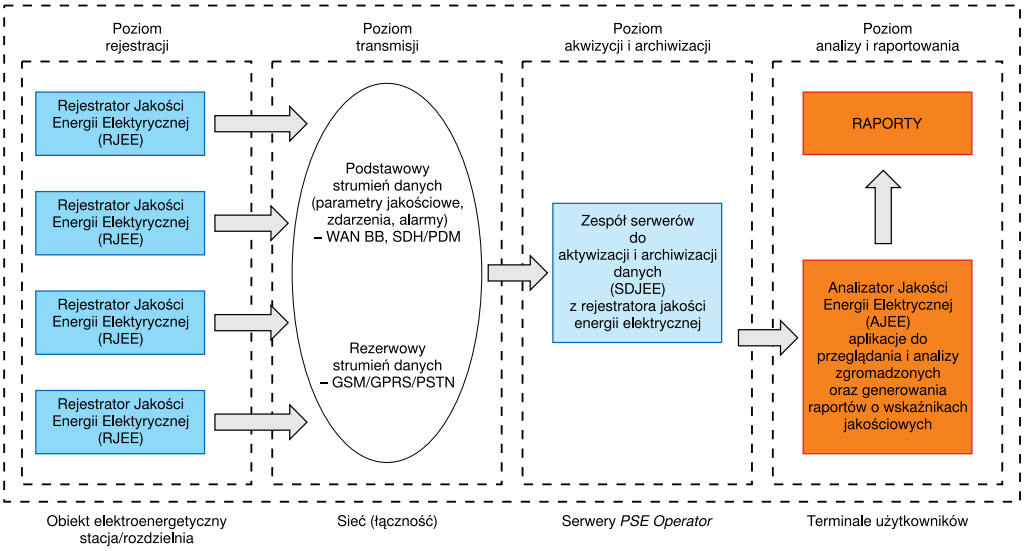
PSE Operator rozpoczął instalację prototypu pomiarowego, rezystancyjnego dzielnika napięcia w stacji 400 kV.

Instalowany rejestrator powinien stanowić autonomiczny układ do rejestracji i analizy jakości energii elektrycznej. Komunikuje się on, za pośrednictwem sieci komputerowej lub kanałów szeregowych, z częścią centralną SMJEE.

Zastosowane urządzenia powinny charakteryzować się niżej przedstawionymi właściwościami.

1. Rejestrator wyposażony jest w dwa równoprawne porty komunikacyjne z możliwością wykorzystania różnych mediów transmisyjnych. Podstawowym łączem jest światłowodowa sieć LAN. Jako drogę rezerwową można wykorzystać łącza szeregowe RS232, RS485 lub transmisję bezprzewodową GPRS.
2. Protokół komunikacyjny na poziomie obiektu jest zgodny ze standardem IEC60870-5-104 protokół Eterneth lub komunikacja zrealizowana wg IEC61850.
3. Analizatory wyposażone są w wbudowane rejestratory zakłóceń wyzwalane zewnętrznie lub wewnętrznie w wyniku naruszenia zdefiniowanych wskaźników jakościowych. Nastawy parametrów oraz typ wskaźników wyzwalających powinny mieć możliwość dowolnego konfigurowania lokalnie oraz zdalnie.
4. Pełna współpraca instalowanych urządzeń z systemami SCADA (KDM/ODM DYSTER i CN/RCN) oraz systemem SSiN poziomu stacji w zakresie sygnalizacji zakłóceń i uszkodzeń w urządzeniu oraz w torach transmisyjnych. Funkcje te powinny być gwarantowane i uruchamiane przez dostawcę sprzętu. Analizator powinien mieć możliwość generowania zdarzeń i alarmów związanych z naruszeniem dopuszczalnych wartości parametrów jakościowych energii elektrycznej.
5. Przewidziana możliwość współpracy z Rezerwową Sygnalizacją Alarmową – dedykowane wolne (bezpotencjałowe) zestyki. Automatyczna sygnalizacja zaników napięcia zasilania, uszkodzenia oraz zakłócenia w torach pomiarowych.
6. Spełnienie zaleceń odpowiednich standardów EMC i LVD zgodnie z wymaganiami *PSE Operator* dla Systemów Sterowania i Nadzoru w stacjach elektroenergetycznych wysokich napięć.
7. Wyświetlacze do lokalnej diagnostyki, konfiguracji oraz odczytu mierzonych parametrów i zdarzeń oraz port diagnostyczny do komunikacji lokalnej z przenośnym komputerem. Zakres usług konfiguracyjno–diagnostycznych zdalnych musi być taki sam jak lokalny.
8. Obudowa – przystosowana do montażu zatablicowego i natablicowego.
9. Nieulotna pamięć umożliwiająca przechowywanie danych przez okres co najmniej 1 tygodnia dla 1 min okresu uśredniania dla wszystkich rejestrowanych wielkości.

Dodatkową, pożądaną cechą systemu MJEE jest założenie, że odpowiednie urządzenia rejestrujące, zainstalowane na nadzorowanych obiektach, będą wyposażone w integralne rejestratory zakłóceń wyzwalane przez nastawione warunki naruszenia parametrów jakości energii. Dane z tych rejestratorów zakłóceń powinny być pobierane i archiwizowane w trybie incydentalnym (tzn. wtedy,



Rys. 1. Struktura Systemu Monitoringu Jakości Energii Elektrycznej

kiedy się pojawią) przez ten sam system, który gromadzi w sposób ciągły informacje o jakości energii. Rejestrator powinien być również wyposażony w kanał diagnostyczny (może być on współdzielony z głównym kanałem informacyjnym) przystosowany do różnych mediów łączności (min. Ethernet, łączność szeregowa i GPRS). Kanał powinien umożliwiać pełne zdalne zarządzanie rejestratorem niezależnie od aktualnego statusu pozostałych kanałów. Przetwarzanie realizowane w AJEE powinno korzystać z danych RJEE, danych systemu nadzoru oraz rejestratorów zakłóceń. Oznacza to między innymi, że powinny one dostarczać dane w uzgodnionym, ogólnie przyjętym formacie (np. COMTRADE) wykorzystując do ich przesyłu typowe protokoły transmisyjne (stosowane również przez *PSE Operator*). Zaleca się postawienie wobec Wykonawców wymagania, aby w dostarczonych rozwiązaniach nie były stosowane „prywatne" rozszerzenia producentów.

Współpraca SMJEE z systemem SSiN oraz systemami nadrzędnymi DYSTER i WindEx

Powiązanie SMJEE z SSiN pozwoli na wykorzystanie danych o jakości energii do prowadzenia ruchu oraz nadzoru eksploatacyjnego. Informacje o naruszeniu dopuszczalnych wartości wskaźników jakościowych pozwolą na bieżącą interwencję dyspozytora w odpowiedzi na niekorzystne zmiany w KSE. Pozwoli to ograniczyć ewentualne koszty wynikające z niższych parametrów jakościowych energii elektrycznej oraz uniknąć sytuacji mogących spowodować awarie kosztownych elementów systemu (np. transformatorów, generatorów, baterii kondensatorów), a także wyłączeń części sieci. Jednocześnie wbudowany rejestrator zakłóceń pozwoli na szczegółowe określenie przyczyn wywołujących zaburzenia JEE.

RJEE powinien współpracować z SSiN za pośrednictwem lokalnej sieci komputerowej z zastosowaniem protokołu IEC60870-5-104 (Ethernet) lub z transmisją zgodną z normą IEC61850. Rejestrator jakości powinien zapewniać za pośrednictwem sieci technologicznej LAN i połączenia do sieci WAN BB zdalny dostęp do swoich usług i zasobów dla Centrum Nadzoru (CN) i Regionalnego Centrum Nadzoru (RCN). W przypadku braku sieci LAN i połączenia do sieci WAN BB rejestrator musi wykorzystywać typowe komutowane łącza modemowe, łącza szeregowe sieci SDH/PDH lub bezprzewodową łączność pakietową GPRS. Zakres usług udostępnianych zdalnie powinien być nie mniejszy niż lokalny.

Zdalny dostęp do usług i zasobów dla Centrum Nadzoru i Regionalnego Centrum Nadzoru

W związku z istniejącą możliwością integracji systemów nadzorczych, co pozwala na pracę dla wielu dyspozycji na wspólnym zbiorze schematów oraz na wspólnej bazie danych, zintegrowany system czasu rzeczywistego wspomagający służby energetyki powinien być oparty na sieci współpracujących serwerów stanowiących węzły systemu. Redundantne serwery lub grupy serwerów powinny być rozmieszczone albo tradycyjnie w jednej dyspozycji, albo w dużej odległości od siebie, np. w różnych miastach. Każdy z pracujących równolegle węzłów zapewniłby pełną kontrolę nad całą siecią. Technologia klient/serwer umożliwi rozpraszanie usług, dzięki redundancji uzyskuje się zwiększenie niezawodności i powiększenie przepustowości. System taki oparty na zintegrowanej bazie danych umożliwia między innymi:

- elastyczną organizację pracy nadzoru z SMJEE,
- integrację z innymi systemami wspomagania (eksploatacyjnymi, inżynierskimi, GIS), zarządzania majątkiem sieciowym (np. SAP),
- obsługę odbiorców poprzez zcentralizowany punkt obsługi (TOK).

System taki powinien być oparty na koncepcji współpracujących, rezerwujących się i automatycznie synchronizowanych serwerów (zgodnie z normą IEC 61970-207 oraz 61968). Rozmieszczone w różnych miejscowościach serwery lub grupy serwerów współpracują ze sobą w taki sposób, że każdy z nich dysponuje kompletem danych. Z każdego węzła można kontrolować całą sieć, tzn. z dowolnego terminala możliwe jest sterowanie dowolnym obiektem, o ile jest to zgodne z systemem uprawnień.

Tak zaimplementowany system umożliwia połączenie dyspozycji rejonowych w jeden spójny system, w którym:

- każdy lokalny węzeł może pracować jako wyspa w razie awarii łączności,

- każda telemechanika współpracuje z kilkoma węzłami,
- każdy węzeł może przejąć nadzór nad siecią innego węzła,
- terminale nadzorcze podłączone są do systemu dwutorowo: do serwera umieszczonego lokalnie oraz do serwera w sąsiednim węźle (zwykle obsługującego dyspozycję główną).

System przy dyspozycji głównej może być posadowiony na kilku serwerach, dzięki czemu można wydzielić funkcje: ściśle nadzorcze, współpracę z systemami innych firm oraz funkcje komunikacyjne. Poszczególne serwery w normalnym stanie pracy realizują odrębne zadania, przy zachowaniu pełnej redundancji. Wszystkie serwery są połączone i dysponują taką samą bazą danych. Każda z maszyn może w każdej chwili przejąć rolę innej. Zaletami takiego rozwiązania są między innymi:

- odciążenie serwerów, które obsługują dyżurnych,
- separacja użytkowników,
- wydzielenie funkcji komunikacyjnych.

W konfiguracji wieloserwerowej system taki cechuje się zwiększoną niezawodnością oraz podniesioną wydajnością. Udostępnia użytkownikom funkcje umożliwiające łatwe wprowadzanie zmian organizacyjnych w służbach ruchowych i elastyczne przypisywanie obszarów działania do poszczególnych dyspozycji. Umożliwia współpracę z systemami zarządzania i analizy dysponując danymi całego obszaru nadzorowanej sieci. Tak złożona struktura systemu wymaga szczegółowej kontroli dostępu i kompetencji.

Ważną cechą zintegrowanego systemu jest możliwość elastycznego rozdziału uprawnień poszczególnych węzłów oraz ich dynamicznego przekazywania.

System podziału kompetencji może być zaimplementowany, stosownie do organizacji służb nadzorczych, w różnych wariantach, np.:

- poszczególne węzły systemu nadzorują ściśle określone obszary sieci elektroenergetycznej,
- monitorowana sieć elektroenergetyczna jest nadzorowana z jednego węzła, natomiast poszczególni dyspozytorzy nadzorują wybrane obszary tej sieci.

W zależności od miejsca zastosowania, system powinien charakteryzować się funkcjonalnością, którą można ująć w następujące punkty.

1. Retransmisja między systemami nadzorczymi – pozwalająca na współpracę dyspozycji ze sobą, połączenie o charakterze informatycznym (modem, światłowód etc.).
2. Spontaniczna retransmisja wybranych zdarzeń i pomiarów.
3. Możliwość dostępu do funkcji systemu zdalnego, np. schematów, dzienników, baz danych.
4. Transfer i rejestracja zakłóceń z urządzeń obiektowych – system automatycznie odnotowuje fakt zarejestrowania zakłócenia przez urządzenie obiektowe. Transfer zakłócenia odbywa się automatycznie lub na żądanie operatora.
5. Automatyki programowalne.
6. Arkusz kalkulacyjny czasu rzeczywistego – wykonuje w czasie rzeczywistym obliczenia arytmetyczne i logiczne. Ich argumentami mogą być m.in. bieżące wartości pomiarów i stany łączników dostarczane przez system telemechaniki. Arkusz powinien umożliwiać także działania na wartościach historycznych (pomiary na zadaną godzinę). Arkusz może równocześnie w różnych oknach na jednym bądź kilku terminalach prezentować inne dane, np. trendy dobowe z różnych dni, bilanse wymiany energii z różnych miesięcy, rozliczenia z różnymi klientami. Wyniki obliczeń mogą być na żądanie lub automatycznie eksportowane do innych programów (np. Excel). Arkusz powinien być wyposażony w sprzęg do systemu baz danych SQL oraz do Intranetu.
7. Graficzna prezentacja pomiarów, analiza trendów, umożliwia użycie różnych wariantów krzywych, symboli do prezentacji dowolnego zestawu pomiarów. Korzystając z zarejestrowanych pomiarów, w celu ich analizy, można dokonywać prezentacji pomiarów bieżących i historycznych.
8. Analiza trendów umożliwia porównanie aktualizowanych na bieżąco wykresów pomiarów w celu określenia kierunku ich zmian. Analizowane pomiary są wybierane przez operatora przez zaznaczenie ich na schemacie sieci.
9. Prezentacja danych retrospektywnych – umożliwiająca wizualizację wartości pomiarów i stanu układu połączeń sieci z przeszłości. Zarejestrowane próbki i zdarzenia prezentowane są bezpośrednio na schemacie sieci. Umożliwia to później analizę stanu systemu energetycznego w rejestrowanym okresie. Można wywołać retrospekcję w żądanym momencie lub „poruszać się w czasie" od zdarzenia do zdarzenia z listy analizowanego dziennika. Częstość rejestracji określa użytkownik. Ilość próbek jest ograniczona rozmiarem systemu dyskowego.

Sposoby informowania o stanach alarmowych

System monitoringu jakości energii oparty na zintegrowanej bazie danych będzie gromadził w sposób ciągły informacje o jakości energii ze wszystkich węzłów wyposażonych w urządzenia rejestrujące parametry jakościowe. Na rysunku 1 przedstawiono schemat przepływu danych począwszy od rejestratora jakości energii elektrycznej przez rozdzielnie i lokalną sieć LAN, aż poprzez sieć WAN bezpośrednio do serwera bazy danych. W tabeli 2 przedstawiono obieg danych na stacji, gdzie następuje pomiar, archiwizacja oraz wstępna analiza danych przekazywanych do SSiN.

Tabela 2

Podział przepływu danych

	Obieg danych		
Poziom stacji	Pomiar, archiwizacja oraz wstępna analiza danych przesyłanych do SSiN		
Poziom nadzoru	CN	RCN	Specjaliści
	dane SCADA + Alarm SMS	dane SCADA + Alarm SMS	Alarm SMS

Dane z pomiarów jakości energii powinny być zbierane na poziomie akwizycji i archiwizacji, które następnie są przekazane do poziomu analizy i raportowania, gdzie następuje proces automatycznego tworzenia standaryzowanych raportów z dziedziny jakości energii elektrycznej, a także analizy i identyfikacji zjawisk zachodzących w sieciach. Weryfikacja oraz analiza danych pomiarowych będzie prowadzona w Centrum Nadzoru. Upoważniony użytkownik zalogowany na dowolnym terminalu powinien mieć możliwość tworzenia dowolnego raportu na poziomie analizy i raportowania zarejestrowanych pomiarów. Dzięki temu powinna istnieć również możliwość śledzenia rejestrowanych wartości w czasie rzeczywistym. Pozwoli to na natychmiastowe powiadamianie służb dyspozytorskich o stanach przekroczenia parametrów JEE. Dostęp do tych informacji powinien wynikać z rodzaju uprawnień użytkownika. System powiadamiania o stanach

awaryjnego przekroczenia parametrów jakościowych w danej lokalizacji powinien jednocześnie przekazywać on-line dane do Centrum Nadzoru. W przypadku stwierdzenia w monitorowanym obiekcie długotrwałych lub ciągłych przekroczeń dopuszczalnych parametrów JEE, właściciel sieci (lub operator sieci) może podjąć decyzję o zleceniu szczegółowej analizy danych pomiarowych oraz występujących zjawisk. Po uzyskaniu informacji o stanie awaryjnym użytkownik powinien mieć możliwość zalogowania się na internetowym serwerze danego obiektu i przeglądania szczegółowych parametrów jakości energii związanych z otrzymaną sygnalizacją oraz ściągnięcia na serwery SDJEE przebiegów i parametrów w celu ich dalszej analizy.

W centrum monitorowania dane pomiarowe oraz poprawność pracy systemu będą codziennie (7 dni w tygodniu) nadzorowane i weryfikowane. Będzie przeprowadzana analiza danych pomiarowych w zakresie dotrzymania wymaganych poziomów dla poszczególnych parametrów zgodnie z odpowiednimi przepisami [1, 2].

W przypadku gdy, podczas monitoringu parametrów jakości energii, dojdzie do przekroczenia jednego bądź też wielu obserwowanych wskaźników jakościowych system powinien bezzwłocznie zaalarmować odpowiednie służby o zaistniałym fakcie.

Generowanie raportów na podstawie zgromadzonych danych przez system monitorowania jakości energii

Podstawowa funkcjonalność RJEE zapewnia ciągłe zbieranie, archiwizowanie i przesyłanie danych o jakości energii na odpowiedni serwer (lub serwery). RCN i CN umożliwia gromadzenie wszystkich danych służących ocenie jakości energii z obwodów nadzorowanych przez system MJEE. Istotne znaczenie ma możliwość elastycznej budowy struktury baz danych obejmującej definiowanie tabel i indeksów, obsługę zbudowanej bazy danych (wypełnianie i przeglądanie założonej struktury) oraz definiowanie i przeglądanie raportów i sprawozdań. Bazy takie zakłada i definiuje sam użytkownik. Pożądaną funkcjonalnością jest również umożliwienie współpracy ze standardową bazą SQL.

Każde centrum lokalne monitorowanej stacji powinno zawierać moduł internetowy Web serwera. Użytkownik, wyposażony jedynie w standardową przeglądarkę internetową, ma wówczas możliwość wglądu w schematy i dzienniki stacji. Nie ma natomiast możliwości sterowań. Dostęp do usług elektronicznych w ramach intranetu (wewnętrznego internetu) *PSE Operator* (lub OSD), opartego na sieci rozległej WAN, jest zapewniany poprzez standardowy port TCP i protokół http. Wcześniej muszą zostać zdefiniowane odpowiednie adresy URL z wywołaniami funkcji stacji oraz stosowny system uprawnień i zabezpieczeń.

Raporty o jakości energii elektrycznej udostępnione na stacjach *PSE Operator* oraz w sieci komputerowej *PSE Operator* powinny być dostępne dla wszystkich uprawnionych użytkowników, przy czym zakres udostępnionej informacji powinien być zależny od rodzaju posiadanych przez nich uprawnień. Na poziomie akwizycji i archiwizacji powinny być zbierane dane z pomiarów jakości energii, które następnie są przekazywane do poziomu analizy i raportowania, gdzie następuje proces automatycznego tworzenia standaryzowanych raportów z dziedziny jakości energii elektrycznej, a także analizy i identyfikacji zjawisk zachodzących w sieciach.

Na etapie analizy i raportowania zarejestrowanych pomiarów powinno być umożliwione tworzenie raportu zadanego przez użytkownika zalogowanego na dowolnym terminalu. Funkcjonalność ta powinna umożliwić również śledzenie rejestrowanych wartości w czasie rzeczywistym. Dostęp do tych informacji powinien wynikać z rodzaju uprawnień użytkownika. Równocześnie system powinien być tak zorganizowany, aby osoby uprawnione otrzymywały na bieżąco informacje o przekroczeniach parametrów zadanych w danej lokalizacji. Po uzyskaniu takiej informacji użytkownik powinien mieć możliwość zalogowania się na internetowym Web serwerze danego obiektu i przeglądania parametrów jakości energii związanych z otrzymaną sygnalizacją oraz ściągnięcia na serwery SDJEE przebiegów i parametrów w celu ich dalszej analizy.

Oprogramowanie służące do generowania raportów powinno dać użytkownikowi możliwość obróbki i analizy określonych danych. Oprogramowanie powinno posiadać również funkcje arkusza kalkulacyjnego umożliwiającego różne operacje na zarejestrowanych danych. Generator raportów powinien być aplikacją narzędziową, służącą do budowania raportów na podstawie informacji zawartych w dowolnym źródle danych (baza SQL, baza obiektowa, etc). Dane te powinny mieć możliwość filtrowania według kryteriów ustalonych przez administratora/edytującego na etapie definiowania raportu. Każda definicja jest powiązana z użytkownikiem zarejestrowanym w bazie i tylko taki użytkownik powinien mieć do niej dostęp.

Wnioski

Układy monitorowania jakości energii elektrycznej powstają stopniowo na wszystkich poziomach napięć. Ich zadaniem jest, w pierwszej kolejności, ocena zgodności parametrów z wymaganiami, a w dalszej wskazanie źródeł i dróg przenoszenia odkształceń oraz możliwości ich wyeliminowania. Skuteczne spełnianie tych funkcji wymaga zbierania i przetwarzania danych pomiarowych z dużych obszarów i w konsekwencji prowadzi do łączenia systemów w rozległe układy monitorowania. Świadomość zadań, które stoją przed układami monitorowania JEE, pozwala już na etapie ich projektowania przystosować urządzenia składowe do współpracy z systemami sieciowymi oraz do współpracy z systemami innych właścicieli (na innych poziomach napięć lub innych obszarach geograficznych).

LITERATURA

[1] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 25 września 2000 r., W sprawie szczegółowych warunków przyłączenia podmiotów do sieci elektroenergetycznych, obrotu energią elektryczną, świadczenia usług przesyłowych, ruchu sieciowego i eksploatacji sieci oraz standardów jakościowych obsługi odbiorców. Dz. U. Nr 85, poz. 957

[2] Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej, wydana przez *PSE Operator S.A.*, dostępna na http://www.pse-operator.pl

[3] Błajszczak G.: Zapewnienie właściwej jakości energii elektrycznej – Nowy typ usług systemowych, *Energetyka* 2000, nr 8, s. 408-415

[4] Firlit A., Błajszczak G.: Narzędzia do oceny i analizy jakości energii elektrycznej, *Energetyka* 2009, nr 12, s. 787-793

[5] Wasiluk-Hassa M., Błajszczak G., Firlit A., Łoziak W., Rogóż M., Chmielowiec K., Hanzelka Z.: Monitorowanie wskaźników jakości energii elektrycznej w elektroenergetycznych sieciach przesyłowych, Konferencja „Aktualne problemy w elektroenergetyce – APE'09", Jurata, 3 – 5 czerwca 2009, tom II, s. 73-87