

Adam GUBAŃSKI*
Paweł KOSTYŁA*
Jacek REZMER*
Jarosław M. SZYMAŃDA*

LOGISTYKA IDENTYFIKACJI I LOKALIZACJI ZDARZEŃ AWARYJNYCH W SYSTEMIE ELEKTROENERGETYCZNYM

W artykule przedstawiono możliwość identyfikacji zdarzeń awaryjnych występujących w systemie elektroenergetycznym oraz propagacji zaburzeń na podstawie rejestracji synchronicznych w wybranym obszarze sieci. Badania wykorzystują rejestracje wykonane w sieci elektroenergetycznej Tauron Dystrybucja S.A. oraz Tauron Ekoenergia Sp. z o.o. Prezentowane wyniki obejmują wybrane elementy badań w ramach prac podstawowych dotyczących obszarowej oceny jakości energii w rozproszonych sieciach dystrybucyjnych z udziałem energetyki odnawialnej. Obszar badań obejmuje elektrownie wodne o mocach rzędu 1 MW oraz linie WN 110 kV, SN 10/20 kV i odbiorcę nN 0.4 kV. Potwierdzono możliwość skutecznej identyfikacji zdarzeń awaryjnych na podstawie uzyskanych rejestracji w systemie monitorowania działającego od stycznia 2012 r. Analiza umożliwia czasową lokalizację awarii w systemie el-en oraz określanie propagacji zaburzeń. Opracowana procedura monitorowania zaburzeń może stanowić uzupełnienie algorytmów związanych z systemami sieci inteligentnych (*smart grid*).

SŁOWA KLUCZOWE: system elektroenergetyczny, jakość energii elektrycznej, propagacja zaburzeń, logistyka

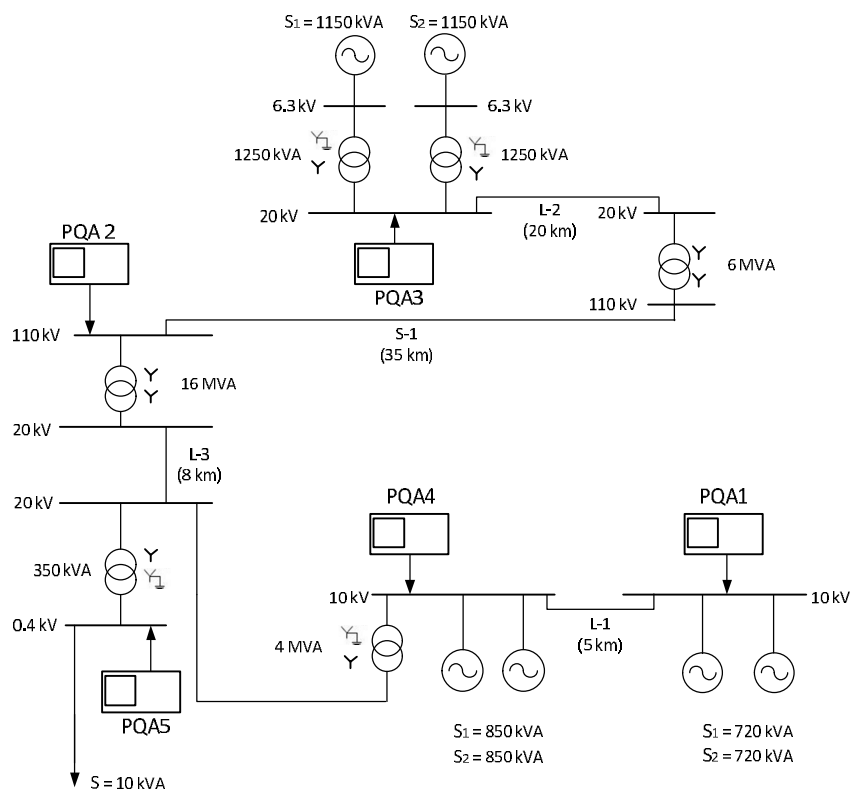
1. WPROWADZENIE

Artykuł nawiązuje do przedstawionego w publikacji [10] stanowiska badawczego wraz infrastrukturą teleinformatyczną zlokalizowanego na terenie Politechniki Wrocławskiej oraz w stacjach elektroenergetycznych operatora Tauron Dystrybucja S.A. i wytwórcy Tauron Ekoenergia sp. z o.o. Na podstawie przeprowadzonych konsultacji z partnerami gospodarczymi uzgodniono założenia projektowe, na podstawie których zbudowano kompleksowy system rejestracji, archiwizacji i przetwarzania danych jakości energii oparty na zsyn-

* Politechnika Wrocławska.

chronizowanych czasowo analizatorach włączonych do ogólnej sieci komputerowej. Wydzielono fragment sieci elektroenergetycznej zawierający źródła rozproszone, który objęto logistyką identyfikacji i lokalizacji zdarzeń awaryjnych. Monitoring dotyczył wytwórców energii oraz znaczących, bliskich węzłów sieci dystrybucyjnej. Obszar obejmuje elektrownie wodne o mocach rzędu 1MW, inieź WN 110 kV oraz odbiorców po stronie nN. W wybranym obszarze pracują elektrownie wodne w punktach pomiarowych: PQA1, PQA3 i PQA4. Monitorowane są także punkty: PQA2 na promieniowym ciągu linii WN S-1 oraz punkt PQA5 po stronie nN. Schemat na rys. 1 przedstawia lokalizację punktów pomiarowych w sieciach WN, SN i nN:

- PQA1: SN 10 kV, pole liniowe L-1,
- PQA2: WN 110 kV, pole liniowe S-1,
- PQA3: SN 20 kV, pole liniowe L-2,
- PQA4: SN 20 kV, pole liniowe L-3,
- PQA5: nN 0.4 kV, stacja PT 20/0.4 kV w ciągu liniowym L-3.



Rys. 1. Fragment sieci dystrybucyjnej z udziałem generacji rozproszonej objętych logistyką identyfikacji i lokalizacji zdarzeń awaryjnych

Tak wybrana lokalizacja umożliwia pomiar synchroniczny parametrów jakości energii elektrycznej w sieci dystrybucyjnej WN, SN i nN, pomiar zjawisk dynamicznych i na ich podstawie określanie logistyki identyfikacji i lokalizacji zdarzeń awaryjnych.

2. GENERACJA ROZPROSZONA

Generacja rozproszona (*Distributed Generation*) jest aktywnie rozwijaną obecnie gałęzią energetyki, zaś przyczyną tego stanu rzeczy jest rozwój ekologicznych technologii wytwarzania energii [12]. Współpraca generacji rozproszonej z siecią elektroenergetyczną obejmuje obecnie wszystkie zagadnienia ruchu i eksploatacji sieci oraz jej wpływu na: warunki napięciowe, obciążalność torów prądowych, warunki zwarciove, stabilność systemową, a także sposobów regulacji mocy w sytuacji zmian częstotliwości. W literaturze jest wiele prac poświęconych tym zagadnieniom, między innymi w [1, 2, 8], jak również w opracowaniach książkowych czy rekomendacjach towarzystw elektrotechnicznych [4-7, 9]. Obecnie definicja „generacja rozproszona” jako pojęcie źródeł wytwarzania oparta jest na raporcie CIGRE [6], który za źródła rozproszone proponuje traktować jednostki niepodległe centralnemu dysponowaniu mocą oraz niezależne od scentralizowanego planowania rozwoju systemu, jednocześnie wprowadzając ograniczenie mocy do wartości 50-100 MW. Polskie Prawo Energetyczne [15] wprowadza wartość 5 MW mocy źródła, które nie wymaga uzyskania koncesji, w przypadku źródeł nie zaliczanych do odnawialnych źródeł energii, oraz w przypadku odnawialnych źródeł energii jako jednostek zwolnionych z opłat koncesyjnych. Warto jednak podkreślić, że wspomnianą wartość 5 MW nie należy traktować jako granicznej mocy dedykowanej generacji rozproszonej. Ostatnie prace CIGRE nad generacją rozproszoną prowadzone przez Komitet Studiów SC6 Distribution Systems & Dispersed Generation zaproponowały minimalizację definicji jednostek rozproszonych jako elementów wytwórczych przyłączonych do sieci dystrybucyjnej bądź zasilających bezpośrednio odbiorcę [7]. Podejmując próbę unifikacji generacji rozproszonej w krajowym systemie elektroenergetycznym [9] podkreślono ograniczenie mocy zainstalowanej do 150 MW, usytuowanie w sieci dystrybucyjnej bądź sieci rozdzielczej odbiorcy oraz wyłączenie z centralnej dyspozycji mocy. Zaproponowano podział generacji rozproszonej ze względu na kryterium mocy na: mikrogenerację (1 W – 5 kW), małą generację (5 kW – 5 MW), średnią generację (5 MW – 50 MW) oraz dużą generację (50 MW – 150 MW). Zgodnie z Ustawą o OZE (z dnia 20 lutego 2015 r.) [16] przyjmuje się następujące definicje i określenia:

- mała instalacja – instalację odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 40 kW i nie większej niż 200 kW, przyłączonej do sieci elektro-energetycznej o napięciu znamionowym niższym niż

110 kV lub o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu większej niż 120 kW i nie większej niż 600 kW;

- mikroinstalacja – instalację odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 40 kW, przyłączonej do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV lub o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu nie większej niż 120 kW.

Wyszczególnienie poszczególnych technologii wykorzystywanych w rozwiązaniach generacji rozproszonej pozwala również na klasyfikację tego typu jednostek wytwórczych w systemie elektroenergetycznym. Należy zwrócić uwagę na to, że poza rozwiązaniami opartymi na spalaniu paliw konwencjonalnych czy biogazów ekologicznych, generacja rozproszona wykorzystuje w dużej mierze źródła odnawialne oparte o energię wiatru, wody i słońca. Klasycznym przykładem generacji rozproszonej są tzw. małe elektrownie wodne (MEW). W Polsce dla obiektów hydroenergetyki MEW określono graniczną moc zainstalowaną na poziomie 5 MW, wprowadzając dodatkową klasyfikację na: mikroenergetykę - dla mocy do 70 kW, makroenergetykę - dla mocy do 100 kW oraz małą energetykę – dla mocy do 5 MW. Ze względów konstrukcyjnych obiekty MEW realizowane są jako elektrownie przepływowe derywacyjne, bądź przepływowe nisko-spadowe ze spadem 2-20m, średnio-spadowe ze spadem do 150 m oraz wysokospadowe dla spadków powyżej 150 m. Zaproponowany system monitorowania jakości energii elektrycznej SMJEE zainstalowany jest na obiektach generacji rozproszonej w postaci małych elektrowni wodnych MEW o mocy do 1 MW.

3. PARAMETRY OCENY JAKOŚCI ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Pojęcie jakości energii (*power quality*) wprowadzono w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia. Od lat dziewięćdziesiątych do dziś obserwuje się intensywny rozwój tego zakresu wiedzy, włączając opracowanie standardów, procedur i technik pomiarowych, wprowadzanie nowych algorytmów czy rozszerzenie praktyk stosowania o nowe obszary pracy sieci elektroenergetycznych. Współczesne zagadnienia jakości energii elektrycznej oscylują wokół zagadnień z pogranicza stabilności pracy systemu, zagrożeń dla bezpiecznej pracy odbiorników i elementów sieci elektroenergetycznych, a także liberalizacji rynku energii oraz relacji odbiorca i dostawca energii. Jednak w ujęciu technicznym zakres tematyki jakości energii mieści się przede wszystkim w problematyce kompatybilności elektromagnetycznej (*EMC-electromagnetic compatibility*) [4]. Literatura obejmująca zagadnienia jakości energii jest bardzo bogata [3, 11].

Prace normalizacyjne IEC (*International Electrotechnical Commission*) klasyfikują zagadnienia jakości energii w kategorii zaburzeń kompatybilności elektromagnetycznej o niskiej częstotliwości tj. do 9 kHz. Mają one charakter głów-

nie zaburzeń przewodzonych na skutek sprzężenia pomiędzy obwodami źródła zaburzenia i obiektu zakłócanego (sprzężenia galwaniczne, pojemnościowe i indukcyjne). W odróżnieniu od zaburzeń przewodzonych zaburzenia promieniowane docierają do obiektu w postaci fali elektromagnetycznej, która może spowodować indukowanie w obwodach zakłócanego obiektu sygnału stanowiącego zagrożenie jego pracy. Wyindukowane napięcia i prądy zaburzenia są zjawiskiem wtórnym, wywołane ekspozycją obiektu zakłócanego polem elektromagnetycznym, pochodzącym od pierwotnego źródła zakłóceń. Tego typu zakłócenia są bliższe zagadnieniom kompatybilności elektromagnetycznej i dotyczą zaburzeń wysokiej częstotliwości.

W celu klasyfikacji zaburzeń elektromagnetycznych w tabeli 1 przytoczono ogólne klasy zaburzeń EMC [4, 11].

Tabela 1. Wyniki pomiarów rezystancji i indukcyjności uzwojeń transformatora

Rodzaj zaburzenia	Przewodzone	Promieniowane
Niskiej częstotliwości (<= 9 kHz)	Wahania częstotliwości Wahania napięć (migotanie światła) Zapady i wzrosty napięcia Asymetria napięć Harmoniczne, interharmoniczne Sygnały modulacji radiowej Subharmoniczne i składowa stała Zaburzenia oscylacyjne	Pole magnetyczne Pole elektryczne
Wysokiej częstotliwości (> 9 kHz)	Zaburzenia impulsowe Zaburzenia oscylacyjne Załamania komutacyjne	Pole magnetyczne Pole elektryczne Pole elektromagnetyczne
Zaburzenia od wyładowań elektrostatycznych (ESD - <i>Electrostatic discharge</i>) Zaburzenia od nuklearnych impulsów elektromagnetycznych (NEMP - <i>Nuclear electromagnetic pulse</i>)		

Współczesny monitoring jakości energii wpisuje się w szerszą strategię monitoringu jakości dostaw energii elektrycznej, w której wyróżnia się trzy aspekty: handlowy, ciągłości dostaw oraz jakości energii. Podane ujęcie przyjęto również w opublikowanych raportach Grupy Roboczej ds. Jakości Dostaw Energii Elektrycznej powołanej przez Radę Europejskich Regulatorów Energetyki (CEER), jak również w krajowym raporcie Urzędu Regulacji Energetyki (URE) z grudnia 2009 roku. Jakość handlowa związana jest ściśle z konsumencką relacją pomiędzy dostawcą energii a jej użytkownikiem.

Tabela 2. Typowe parametry zakłóceń jakości energii i ich kategoryzacja ze względu na czas trwania

Kategoria zaburzenia	Charakter zaburzenia	Czas trwania	Spektrum	Amplituda
Zakłócenia impulsowe	Nanosekundowe	< 50 ns	5 ns narost	-
	Mikrosekundowe	50 ns-1 ms	1 μ s narost	-
	Milisekundowe	> 1 ms	0.1 ms narost	-
Zakłócenia oscylacyjne	Wysokoczęstotliwościowe	5 μ s	0.5-5 MHz	0-4 pu
	Średniczęstotliwościowe	20 μ s	5-500 kHz	0-8 pu
	Niskoczęstotliwościowe	0.3-50 ms	< 5 kHz	0-4 pu
Zapady, przepięcia, przerwy	Krótką przerwa	10-500 ms	-	< 0.1 pu
	Krótki zapad		-	0.1-0.9 pu
	Krótkie przepięcie		-	1.1-1.4 pu
	Chwilowa przerwa	500 ms-5 s	-	< 0.1 pu
	Chwilowy zapad		-	0.1-0.9 pu
	Chwilowe przepięcie		-	1.1-1.4 pu
	Tymczasowa przerwa	5 s-1 min	-	< 0.1 pu
	Tymczasowy zapad		-	0.1-0.9 pu
	Tymczasowe przepięcie		-	1.1-1.4 pu
Odchylenia długotrwałe	Zanik napięcia	> 1 min	-	0.0 pu
	Spadek napięcia		-	0.8-0.9 pu
	Wzrost napięcia		-	1.1-1.2 pu
Odkształcenie przebiegu	Składowa stała	-	-	0-0.1%
	Harmoniczne	-	0-100 harm.	0-20%
	Sub-oraz-Interharmoniczne	-	0-6 kHz	0-2%
	Załamania komutacyjne	-	-	-
	Sygnaly modulacji radiowej	-	pasmowy	0-1%
Wahania napięcia		okresowo	< 25 Hz	0.1-7% 0.2-2%P _{st}
Wahania częstotliwości		< 10s	-	-

Ciągłość dostaw określa się przez liczbę i czas trwania przerw w dostawie energii. Jakość energii (napięcia) jest najbardziej technicznym z przywoływanych tu wymiarów jakości dostaw energii, określonym przez zbiór parametrów technicznych zapewniających prawidłową pracę urządzeń. Przyjęta powszechnie norma PN-EN 50160 Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach rozdzielczych uznaje za podstawę oceny jakości energii następujący zbiór parametrów: częstotliwość, poziom napięcia i jego zmienność, nagłe spadki napięcia, okresowe lub przejściowe zwwyżki napięcia, wyższe harmoniczne napięcia oraz wahania napięcia. Wspomniana norma obejmuje swoim zakresem napięcia niskie nN tj. do 1 kV oraz napięcia średnie SN do 35 kV, a w ostatniej aktualizacji z roku 2010 dodano również zapisy rekomendacji dla wysokich napięć WN do 150 kV. W zakresie najwyższych napięć 220, 400 kV obowiązujące są limity poziomów dopuszczalnych wskazanych w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. Odniesienie do parametrów z tych grup napięciowych możemy również znaleźć w normach IEC 61000-3-6, 3-7, 3-13. Wpływ źródła na pracę sieci elektroenergetycznej jest wypadkową kilku elementów[13, 14]:

- warunków panujących w punkcie przyłączenia, określonych przez moc zwarciovą w punkcie przyłączenia SkPCC oraz tzw. tło, czyli parametry jakościowe pracy sieci elektroenergetycznej,
- warunków panujących w punkcie przyłączenia, określonych przez moc zwarciovą w punkcie przyłączenia SkPCC oraz tzw. tło, czyli parametry jakościowe pracy sieci elektroenergetycznej,
- podstawowych parametrów i charakterystyk pracy źródła, cech kompatybilnościowych urządzeń składających się na instalację przyłączeniową źródła.

Efekt przyłączenia źródła może zostać oceniony na podstawie analizy wskaźników jakościowych. Do grupy ocenianych parametrów zaliczamy obecnie:

- częstotliwość zasilania, zmiany częstotliwości,
- zmiany amplitudy napięcia, powolne zmiany napięcia, poziom napięcia,
- wahania napięcia, wskaźnik migotania światła,
- nagłe zmiany napięcia,
- niesymetria (asymetria),
- harmoniczne, interharmoniczne, subharmoniczne, składowa stała,
- zdarzenia napięciowe (zapady, krótkie przerwy, długie przerwy, wzrost, szybkie stany przejściowe, oscylacyjne, impulsowe, załamanie komutacyjne),
- sygnały sterująco-kontrolne.


Techniki pomiarowe i obliczeniowe stosowane obecnie w klasycznej ocenie jakości energii elektrycznej opisane są w przywołanych normach umieszczonych w tabeli 3.

Przykłady wybranych nowych wskaźników jakości energii elektrycznej [12-14]:

- Chwilowy współczynnik zawartości harmonicznych (ITHD *Instantaneous total harmonic distortion*, STHD *short term harmonic distortion*), który mo-

- że być traktowany jako detektor zdarzenia na podstawie przekroczeń udziału harmonicznym wyznaczanych w przesuwym oknie pomiarowym.
- Chwilowy wskaźnik zawartości energii harmonicznym w sygnale (DIN – *normalized instantaneous distortion energy ratio*).
 - Chwilowa amplituda (IA – *instantaneous amplitude*) oraz chwilowa faza sygnału (IF – *instantaneous phase*).
 - Współczynnik odchyłki częstotliwości (FDR *Power Frequency Deviation Ratio*), współczynnik odchyłki od symetrii (SDR – *Symmetrical Components Deviation Ratio*) [21].

Tabela 3. Zestawienie wybranych norm dedykowanych obszarom monitoringu jakości energii oraz komunikacji elementów systemu elektroenergetycznego wg. towarzystw normalizacyjnych IEC oraz IEEE

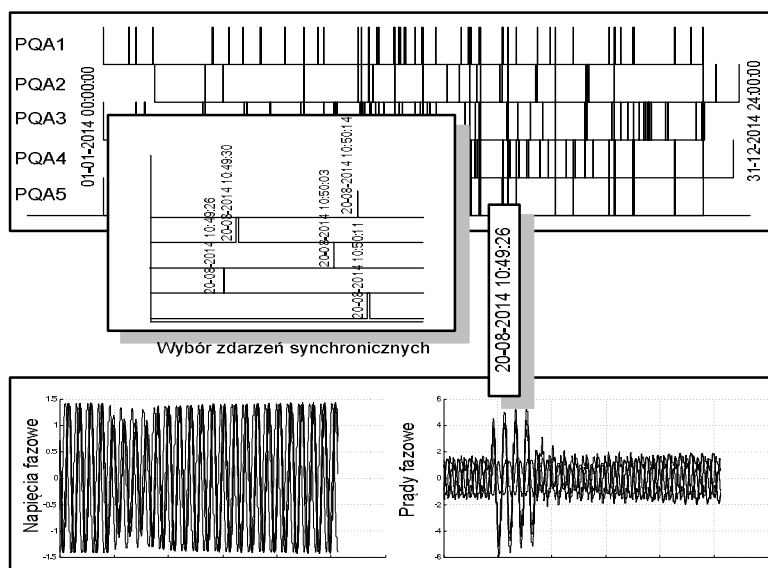
	TC 77 Electromagnetic compatibility TC 57 Power systems management and associated information exchange
IEC 61000: PN-EN 61000-4-30 PN-EN 61000-4-13 PN-EN 61000-4-15:2011 IEC 61000-3-6 (7) (13) IEC CEI 61000-4-16 PN-EN 50160	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC), w tym przede wszystkim: Metody pomiaru jakości energii. Harmoniczne i interharmoniczne wraz z sygnałami sieciowymi w przyłączu zasilającym prądu przemiennego. Miernik migotania światła - Specyfikacja funkcjonalna i projektowa. Limits - Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems. Testing and measurement techniques - Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz. Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach elektroenergetycznych.
PN-EN 61850: PN-EN 60870	Systemy i sieci komunikacyjne w stacjach elektroenergetycznych (410 – Elektrownie wodne, 420 - Systemy komunikacyjne dla rozproszonych źródeł energii). Urządzenia i systemy telesterowania (Elektroenergetyczne Systemach Sterowania i Nadzoru).

- Chwilowy współczynnik kształtu (IFF *Instantaneous Form Factor*) wyznaczany w dziedzinie czasu określany jako stosunek amplitudy wszystkich zakłóceń zawartych w sygnale do wartości średniej składowej podstawowej zawartej w sygnale (50 Hz). Za pomocą transformaty S wyznaczane są amplitudy dla wszystkich częstotliwości oraz S – amplituda dla składowej podstawowej.
- Wskaźnik chwilowego wahania częstotliwości (IFI- *Instantaneous Frequency variation Index*) określany jest jako stosunek częstotliwości wyznaczanych za pomocą transformaty S sygnału zakłóconego do częstotliwości składowej podstawowej wyznaczanej również za pomocą transformaty S.

- Współczynnik charakterystyki obciążenia (LCI – *Load characterization index*) wskazujący liniowy i nieliniowy udział w charakterze odbiornika. Współczynnik ten bazuje na rozkładzie prądu obciążenia na dwie składowe. Pierwsza wprowadza harmoniczne zniekształcenia do systemu natomiast druga składowa prądu posiada takie same harmoniczne zniekształcenia, które występują w napięciu.
- Współczynnik asymetrii prądu (UCR – *Unbalance current ratio*). Bazuje na rozłożeniu prądu obciążenia na trzy składowe. Pierwsza składowa związana jest z niesymetrią liniowego obciążenia druga z nieliniowym obciążeniem, a trzecia składowa związana jest z symetrycznym liniowym obciążeniem.

4. ZDARZENIA REJESTROWANE SYNCHRONICZNIE

W bazie danych, która agreguje dane rejestrowane przez analizatory umieszczone w monitorowanych obiektach systemu elektroenergetycznego, zapisywane są zdarzenia przekraczające normy jakości energii oraz związane z nimi przebiegi wartości chwilowych i skutecznych wszystkich napięć i prądów [10]. Analiza bazy, pozwala na wybranie sygnałów do badań obszarowych wybranego wycinka systemu.



Rys. 2. Analiza wystąpienia zdarzeń synchronicznych w monitorowanych obiektach i wybór rejestrowanych przebiegów wartości chwilowych napięć oraz prądów

Na rysunku 2 przedstawiono znaczniki zarejestrowanych zdarzeń we wszystkich monitorowanych obiektach, które dotyczą całego roku 2014 oraz przebiegi

wartości chwilowych i skutecznych wszystkich napięć i prądów dla wybranego znacznika, definiującego wystąpienie zapadu napięcia w obiektach pod wpływem chwilowego przeciążenia prądowego systemu. Opracowany algorytm współpracujący z bazą danych wyznacza tylko te zdarzenia, które były zarejestrowane w co najmniej dwóch obiektach w tym samym czasie. Pozwala to na wybranie przebiegów rejestrowanych synchronicznie do dalszych analiz jakościowych.

5. WNIOSKI

W artykule przedstawiono logistykę identyfikacji i lokalizacji zdarzeń awaryjnych wybranego fragmentu systemu elektroenergetycznego zawierającego źródła rozproszone z możliwością monitorowania wytwórców oraz znaczących węzłów sieci. Systemem monitorowania i akwizycji danych objętych było pięć punktów zlokalizowanych w obszarze obejmującym elektrownie wodne oraz linie WN 110 kV, SN 10/20 kV i odbiorcę nN 0,4 kV. Do oznaczania istotnych zdarzeń monitorowanych obiektów wybrano wskaźniki jakości energii z możliwością rejestracji przebiegów wartości chwilowych i skutecznych wszystkich napięć i prądów w chwili wystąpienia zdarzenia. Z wielu dostępnych w tym systemie metod parametryzacji zdarzeń, potwierdzono przydatność rejestracji oscyloskopowych wyzwalanych według definiowanych progów monitorowanych wielkości. Opracowany algorytm współpracujący z bazą danych wyznacza tylko te zdarzenia, które były zarejestrowane w co najmniej dwóch obiektach w tym samym czasie. Pozwala to na wybranie przebiegów rejestrowanych synchronicznie do dalszych analiz jakościowych, wykorzystując nowoczesne techniki obliczeniowe. Może to stanowić istotne uzupełnienie algorytmów w zakresie modernizacji zabezpieczeń i automatyki systemów elektroenergetycznych.

LITERATURA

- [1] Ackerman T., Knyazkin V.: Interaction between distributed generation and the distribution network: operation aspects, Transmission and Distribution Conference, s. 1357-1362, 2002.
- [2] Barker P.P., De Mollo R.W.: Determining the impact of distributed generation on power system: I. Radial distribution systems, Power Engineering Society Meeting, Vol. 3, s. 1645-1656, 2000.
- [3] Bollen M.H.J.: Understanding Power Quality Problems. Voltage sags and interruptions, IEE Press Series on Power Engineering, 2000.
- [4] Bollen M.H.J., Gu Y.H.I.: Signal processing of power quality disturbances, John Wiley&Sons, 2006.
- [5] Bollen M., Hassan F.: Integration of distributed generation in the power systems, Wiley and IEEE Press, 2011.
- [6] CIGRE: Influence enhanced distributed generation on power system, TF 37.23 Report, Paris 1998.

- [7] CIGRE: Task Force C6.04.01: Connection criteria at the distribution network for distributed generation, Brochure 313, February 2007.
- [8] Dugan R.C., Walling R.A. et al: Summary of Distributed Resources Impact on Power Delivery Systems, IEEE Transactions on power delivery, Vol. 23, no 3, 2008.
- [9] Freris L., Infield D.: Renewable energy in power systems, John Wiley & Sons, 2010.
- [10] Gubański A., Kostyla P., Szymańda J.M.: Logistyka systemów monitorowania jakości energii elektrycznej w instalacjach z udziałem generacji rozproszonej, Logistyka 4/2015, Poland, 2015, str.: 3572-3581 : ISSN: 1231-5478.
- [11] Hanzelka Z.: Jakość energii elektrycznej: Wczoraj, dziś i jutro, materiały, Twelve Electric.
- [12] Sikorski T.: Monitoring i ocena jakości energii w sieciach elektroenergetycznych z udziałem generacji rozproszonej, Politechnika Wrocławska, 2013
- [13] Sikorski T., Kostyla P.: Detection of power system transients disturbances in distributed generation systems using Hilbert transform and signal decomposition, 18th Power Systems Computation Conference, PSCC 2014 August 18-22, 2014, Wroclaw, IEEE, s. 1-7.
- [14] Solak B. , Sikorski T.: Wybrane zagadnienia współczesnej oceny jakości energii: Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej. Studia i Materiały, nr 34/2014, s. 375-389,
- [15] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne (Dz. U. z 1997, nr 54, poz. 348) z późniejszymi zmianami (jednolity tekst ustawy - Dz. U. 2006 nr 89 poz. 625, oraz ostatnie zmiany: Dz. U. z 2007 r. Nr 21, poz. 124, Dz. U. z 2007 r. Nr 52, poz. 343, Dz. U. z 2007r. Nr 115, poz. 790, Dz. U. z 2007 r. Nr 130, poz. 905).
- [16] Ustawa o odnawialnych źródłach energii z dnia 20 lutego 2015 r. (jednolity tekst ustawy - Dz. U. z dnia 3.04.2015r., poz. 478).

LOGISTICS OF IDENTIFICATION AND LOCATION OF EMERGENCY EVENTS IN THE POWER SYSTEM

The article describes the possibility of identification and distribution of events registered in the power stations of the system belonging to Tauron Distribution SA and Tauron Ekoenergia sp. z o.o. The presented results contain selected elements of basic research on the evaluation of the energy quality monitoring system in the scattered distribution networks. The area of this research includes two hydroelectric plants, each delivering power of the order of 1 MW through 110 kV high voltage and 10/20 kV medium voltage power lines, respectively, as well as a 0.4 kV low voltage end user. The system in question has been monitored since January 2012. From the data obtained, it has been determined that it is possible to quickly identify synchronous events. This makes the temporal analysis of both failure location and disturbance propagation possible. The procedure developed for monitoring the propagation of disturbance may complement the algorithms implemented in smart grids.

KEYWORDS: power grid, power quality, propagation of disturbance, logistics

(Received: 29. 01. 2016, revised: 29. 02. 2016)