

Robert JĘDRYCHOWSKI*

SYSTEMY AKWIZYCJI DANYCH DLA MAŁYCH ŹRÓDEŁ WYTWÓRCZYCH

W referacie przedstawiono rozwiązania techniczne pozwalające na stworzenie systemu nadzoru umożliwiającego kontrolę pracy źródeł małej mocy. Praca obecnych systemów sterowania uzależniona jest od warunków technicznych, potrzeb operatora źródła oraz obowiązujących aktów prawnych. Warunki te, nie wyczerpują wszystkich możliwości technicznych oferowanych przez współczesne urządzenia tworzące system SCADA. Dlatego w artykule zaprezentowane zostaną nowe standardy wymiany danych oraz urządzenia, które mogą być zastosowane do tworzenia systemu nadzoru, który mógłby dostarczać wymaganych informacji, zarówno operatorowi źródeł wytwórczych jak również operatorowi sieci elektroenergetycznej. Takie rozwiązanie pozwoliłoby na optymalizację pracy sieci i źródła przy zastosowaniu różnych kryteriów decyzyjnych.

1. WSTĘP

We współczesnej elektroenergetyce zwiększa się znaczenie źródeł energii o niewielkiej mocy mieszczących się w pojęciu generacja rozproszona. Należą do nich zarówno turbiny wiatrowe, turbiny i silniki gazowe, ogniwa paliwowe, elektrownie wodne i inne. Mimo, że ich procentowy udział w generacji globalnej jest niewielki to stale wzrasta. Decyduje o tym kilka czynników, do których można zaliczyć międzynarodowe regulacje prawne, chęć ograniczenia emisji dwutlenku węgla czy wsparcie finansowe inwestycji proekologicznych [1].

Pociąga to za sobą nowe wyzwania techniczne przed jakimi stają operatorzy sieci elektroenergetycznej, do której przyłączane zostają nowe źródła. Jednym z takich wyzwań jest tworzenie systemów sterowania i nadzoru (SSiN) zdolnego do kontroli pracy zarówno sieci jak i źródeł.

Referat prezentuje rozwiązania technicznych możliwe do zastosowania przy tworzeniu systemu nadzorującego pracę źródeł energii małej mocy klasyfikowanych w pojęciu generacji rozproszonej. Obecnie, wyposażenie takiego systemu uzależnione jest od potrzeb ich użytkownika oraz wymogów stawianych przez prawo energetyczne. Dlatego też systemy nadzorujące pracę źródeł energii, tworzone są na potrzeby tych źródeł i nie uwzględniają potrzeb operatorów sieci elektroenergetycznych, poza minimalnymi wymogami zawartymi w umowie

* Politechnika Lubelska.

przyłączeniowej. Warunki te nie wyczerpują możliwości technicznych oferowanych przez współczesne systemy SCADA. Rozwój metod przetwarzania danych, transmisji sygnału oraz technologii informatycznych sprawia, że mamy do dyspozycji wiele alternatywnych rozwiązań pozwalających na stworzenie systemu nadzorującego pracę źródła lub wielu źródeł dostosowanego do potrzeb jego operatora. Równocześnie technologie te pozwalają na wymianę danych pomiędzy operatorem źródła, a spółką dystrybucyjną do sieci której źródło jest przyłączone.

2. WYMAGANIA TECHNICZNE DLA MAŁYCH JEDNOSTEK WYTÓRCZYCH

Na podstawie obowiązujących aktów prawnych tworzone są warunki przyłączenia źródła, wydane przez spółkę dystrybucyjną do sieci której jest ono włączone. Warunki te precyzyjnie i niekiedy restrykcyjnie definiują kryteria oceny wpływu źródła na pracę sieci oraz wymagania jakie powinno spełniać wyposażenie techniczne źródła [5].

Warunki te zawierają kryteria oceny możliwości przyłączania źródeł do pracy w wybranym punkcie sieci PCC (*point of common coupling*). Należą do nich:

1. Kryterium zapasu mocy w stacji. Dla sieci SN przyjmuje ono postać

$$S_{tr} - \left| \sum S_{Gn} - S_{obc} \right| > 0 \quad (1)$$

gdzie: S_{tr} - moc znamionowa transformatora 110/SN, $\sum S_{Gn}$ - suma mocy źródeł zainstalowanych w sieci SN, S_{obc} - minimalne obciążenie transformatora (GPZ-u) w ciągu roku.

2. Kryterium mocy zwarciowej.
3. Kryterium stabilności lokalnej.
4. Kryterium dynamicznej zmiany napięcia.

Dwa ostatnie kryteria mają szczególne znaczenie dla źródeł niespokojnych i wykorzystywane są przy ocenie wpływu farm wiatrowych na sieć elektroenergetyczną.

Przez wyposażenie PCC należy rozumieć automatykę zabezpieczeniową (EAZ), system pomiarowo-rozliczeniowy oraz urządzenia łączeniowe. Wymagania stawiane elektroenergetycznej automatyce zależą od napięcia sieci, do której przyłączane jest źródło oraz mocy źródła. Jednostki wytwórcze przyłączane do sieci niskiego napięcia, powinny być wyposażone w: zabezpieczenia nadprądowe, pod- i nadnapięciowe, od pracy niepełnofazowej.

W innych przypadkach wymagane są dodatkowo zabezpieczenia: od wzrostu prędkości obrotowej, nad- i podczęstotliwościowe, ziemnozwarciowe zerowo napięciowe oraz automatykę synchronizacyjną.

Działanie tych zabezpieczeń ma charakter lokalny i autonomiczny, pozwalający na ochronę zarówno źródła jak i innych odbiorców przyłączonych

do sieci, szczególnie w przypadku możliwości wystąpienia pracy wyspowej. Lista wymaganych zabezpieczeń jest jeszcze szersza dla farm wiatrowych, co związane jest z niespokojnym charakterem ich pracy i troską o jakość energii.

Drugim wymaganym elementem wyposażenia jest układ pomiarowo rozliczeniowy, instrukcje ruchu opisują szczegółowe wyposażenie zależnie od rodzaju sieci i mocy źródła. Stanowi on podstawę do rozliczeń pomiędzy dostawcą energii i operatorem sieci, ale może być również cennym źródłem danych [2].

Trzecim elementem jest układ telemechaniki. Dla małych źródeł, jeśli występuje, często ogranicza się on do możliwości zdalnego odłączenia źródła. Dla większych źródeł, a szczególnie dla farm wiatrowych wymagane jest stworzenie systemu transmisji danych zdolnego do przekazywania sygnałów pozwalająca na kontrolowanie pracy źródła.

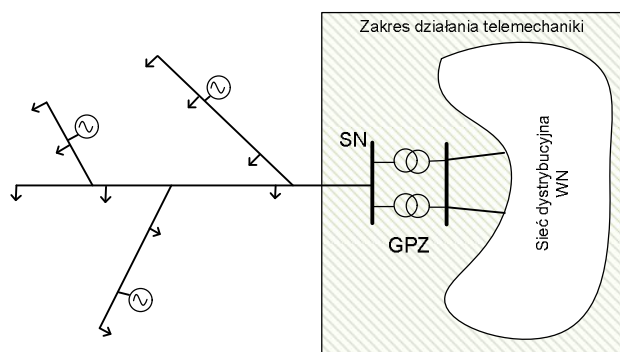
3. MODELE AKWIZYCJI DANYCH.

Podstawą zarządzania siecią elektroenergetyczną przy generacji rozproszonej jest stworzenie systemu sterowania i nadzoru (SSiN) zdolnego do akwizycji danych opisujących stan sieci i pozwalający na sterowanie jej pracą oraz kontrolę pracy jednostek wytwórczych. Jest to szczególnie trudne w przypadku różnych operatorów sieci i źródła.

3.1. Ograniczona wymiana danych

W przedstawionym na rysunku 1 fragmencie sieci SN wprowadzono źródła generacji rozproszonej (DER). Ilość i moc znamionowa źródeł podporządkowana jest zależności 1. Założyć należy, że operatorzy źródeł energii posiadają autonomiczny, dedykowany system nadzorujący pracę źródła, podporządkowany optymalizacji jego pracy dla warunków lokalnych. System ten oparty jest zazwyczaj na sterowniku PLC, pozwala na sterowanie i monitorowanie pracy źródła oraz układu wyprowadzenia mocy. Z informacji tych korzysta operator źródła. Dodatkowo źródło zabezpieczane jest poprzez urządzenia automatyki zabezpieczeniowej wymagane przez w instrukcji ruchu operatora sieci elektroenergetycznej. Do rozliczeń niezbędny jest układ pomiarowo-rozliczeniowy na podstawie wskazań którego dokonuje się rozliczeń. Układ ten dostarcza informacji zarówno operatorowi źródła jak i sieci.

Moce generowane przez poszczególne źródła oraz inne parametry i warunki współpracy źródła z siecią zapisane są w umowie z operatorem sieci. Operator źródła dąży do nieprzekraczania zapisanych w umowie wartości poszczególnych parametrów.

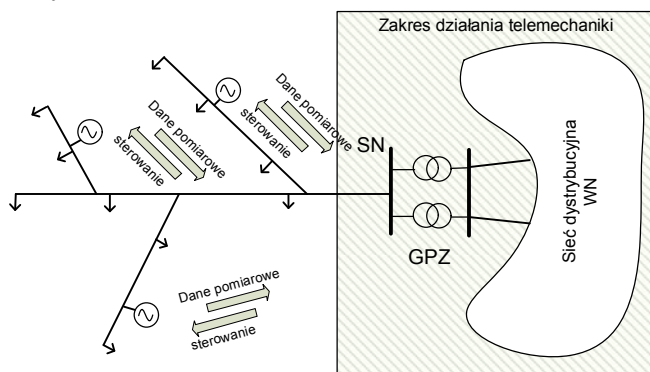


Rys. 1. Generacja rozproszona w sieci elektroenergetycznej z ograniczoną wymianą informacji, obszar zakresowany oznacza zasięg działania telemechaniki

3.2. Częściowa wymiana danych

Współczesna automatyka zabezpieczeniowa może pełnić funkcję telemechaniki rozproszonej, a pojedyncze urządzenia EAZ mogą być traktowane jako RTU (*Remote Terminal Unit*). Dzięki temu stają się źródłem danych, które mogą być przekazywane do SSiN. Mogą również przyjmować polecenia sterownicze.

Również układ pomiarowo-rozliczeniowy oparty na licznikach cyfrowych staje się źródłem cennych informacji, które mogą być przekazywane okresowo lub w czasie rzeczywistym [2].



Rys. 2. Generacja rozproszona w sieci elektroenergetycznej z częściową wymianą informacji, strzałki sygnalizują przesyłanie komunikatów pomiędzy telemechaniką operatora sieci, a automatyką współpracującą ze źródłem

Z danych oferowanych przez automatykę EAZ oraz układ pomiarowo-rozliczeniowy mogą więc korzystać SSiN zarówno operator sieci jak i źródła. Konieczne jest więc określenie sposobu komunikacji, przyjęcie protokołu wymiany

danych oraz określenie, które informacje odczytywane są przez poszczególne systemy. W przypadku operatora źródła dane te traktowane są jako dane lokalne, często dublujące dane dostarczane przez automatykę źródła. Dostęp do nich uzyskuje się poprzez protokoły komunikacyjne wykorzystywane do sterowania źródłem. Są to zazwyczaj protokoły LON czy Modbus charakterystyczne dla układów automatyki przemysłowej.

Dla operatora sieci elektroenergetycznej urządzenia te mogą być przydatne do monitorowania pracy źródła w czasie rzeczywistym. Wymaga to jednak stworzenia kanału komunikacyjnego, w którym dane mogłyby być transmitowane. W tym celu po stronie źródła konieczne jest zainstalowanie urządzenia pełniącego funkcję koncentratora i jednocześnie konwertera danych do postaci akceptowalnej przez SSiN operatora sieci. Protokołami wykorzystywanymi przy takiej komunikacji są najczęściej DNP 3,0 oraz IEC 60870-5-104 bazujące na komunikacji w sieciach IP.

Kontrolując moc pobieraną w GPZ oraz moce generowane dla poszczególnych źródeł operator na bieżąco może kontrolować pracę wybranego fragmentu sieci. W skrajnych wypadkach przy przekroczeniu warunku opisanego zależnością 1 może zdalnie odłączyć źródło od sieci.

3.3. Pełna wymiana danych

Trzeci model opisuje przypadek pełnej wymiany danych pomiędzy urządzeniami operatora źródła, a SSiN operatora sieci. Przy takim założeniu warunek zapisany równaniem 1 można zmodyfikować w taki sposób aby suma mocy generowanej oznaczała moc generowaną w danej chwili, a nie moce znamionowe źródeł. Wymagałoby to zgody właścicieli źródeł na czasowe ograniczenie generacji jeśli przekraczałyby ona wartości dopuszczalne dla panujących warunków. W zamian do danego GPZ można by przyłączyć większą ilość źródeł zakładając, że nie wszystkie muszą w danej chwili czasowej pracować z mocą znamionową.

Operator sieci elektroenergetycznej dysponując informacjami o obciążeniu transformatora w GPZ oraz o wartościach napięcia w wybranych punktach sieci SN, mógłby również określać dopuszczalne maksymalne moce generowane przez poszczególne źródła.

Takie postawienie problemu wymaga zastosowania rozwiązań technicznych pozwalających na dwukierunkową wymianę danych w czasie rzeczywistym. Aby to było możliwe należy stworzyć jednoznaczny model danych opisujących sieć i źródła, spójne środowisko komunikacyjne, wybrać technologię transmisji danych pomiędzy poszczególnymi elementami układu oraz odpowiedni protokół lub standard komunikacyjny zdolny do przenoszenia tych danych. Tak zebrane informacje odpowiednio przetworzone i zaprezentowane mogą być pomocne przy sterowaniu pracą źródła i sieci wykorzystując do tego różne kryteria decyzyjne [1].

Tak przedstawione wymagania spełnia standard IEC 61850 stosowany początkowo do opisu komunikacji pomiędzy urządzeniami automatyki stacyjnej, a obecnie dzięki rozszerzeniom i zmianą spełniający wymogi stawiane przez nowoczesne SSiN. Standard IEC 61850 jest zbiorem dziesięciu dokumentów głównych oraz kilku dokumentów stanowiących jego rozszerzenie. Opisuje zarówno sposób modelowania systemu SCADA jak i mechanizmu wymiany danych pomiędzy poszczególnymi elementami opisanymi pojęciem węzła logicznego LN (*Logical Node*) [1].

Szczególnie istotne dla generacji rozproszonej mogą okazać się rozszerzenia standardu, do których należą:

- IEC 61850-90-2 opisujące zastosowanie IEC 61850 dla komunikacji pomiędzy centrum nadzoru, a stacjami.
- IEC 61400-25: opisuje nowe modele danych oraz komunikację przy monitorowaniu i sterowaniu farmami wiatrowymi.
- IEC 61850-7-410 stworzony dla elektrowni wodnych w celu umożliwienia ich monitorowania i sterowania.
- IEC 61850-7-420 zdefiniowany jako systemy komunikacji dla rozproszonych źródeł energii (DER).

Wszystkie te dokumenty definiują nowe grupy węzłów logicznych pozwalających na pełne opisanie danego źródła niezależnie od jego wielkości, urządzeń z nim współpracujących oraz środowiska w którym pracuje. Grupy te można podzielić następująco:

1. Źródła energii, w których wyróżniono ogniwa paliwowe, turbiny i silniki gazowe, panele fotowoltaiczne, silniki diesla czy turbiny wiatrowe.
2. Zasobniki energii np. baterie, koła zamachowe czy superkondensatory.
3. Pomiary wielkości elektrycznych.
4. Generator elektryczny i transformator.
5. Automatyka sterująca, kontrolna i EAZ.
6. Dane meteorologiczne.
7. Dane o zasobach paliwa.
8. Dane hydrologiczne.
9. Dane o elementach mechanicznych i konstrukcyjnych.

Elastycznie dysponując tymi danymi możliwe jest stworzenie systemu kontrolującego pracę źródła i pozwalającego na jej optymalizację według zadanych kryteriów.

Z drugiej strony część tych danych może zostać udostępniona operatorowi sieci elektroenergetycznej. Jeśli jego system również będzie wykorzystywał standard IEC61850 to dane te mogą być podstawą do optymalizacji pracy sieci. Przykładem mogą być dane meteorologiczne lub hydrologiczne, Znając je operator sieci mógłby precyzyjniej prognozować ilość energii, która może być generowana przez elektrownie wodne, wiatrowe lub słoneczne na danym obszarze.

Takie rozwiązania techniczne zmierzające do zwiększenia dwukierunkowej wymiany informacji mogłyby również zaowocować zmianą w zapisach umowy o sprzedaży energii, tak aby elastyczne sterowanie pracą źródła było korzystne dla obu operatorów.

4. PODSUMOWANIE

Rozwój metod przetwarzania danych, transmisji sygnału oraz technologii informatycznych sprawia, że mamy do dyspozycji wiele alternatywnych rozwiązań pozwalających na stworzenie systemu nadzorującego pracę źródła lub wielu źródeł dostosowanego do potrzeb jego operatora. Równocześnie technologie te pozwalają na wymianę danych pomiędzy operatorem źródła, a spółką dystrybucyjną do sieci której źródło jest przyłączone. Przedstawione rozwiązania i standardy techniczne możliwe do zastosowania przy tworzeniu systemu zarządzającego pracą pojedynczych źródeł energii. Wykorzystując informacje oferowane przez sterownik źródła, układ pomiarowo-rozliczeniowy oraz automatykę EAZ, możliwa jest taka wymiana danych.

LITERATURA

- [1] Jędrychowski R., Zalety standaryzacji systemów nadzoru i zabezpieczeń dla generacji rozproszonej. Rynek Energii Nr 2 (81) 2009 r. s. 46-51.
- [2] Jędrychowski R., Znaczenie komunikacji bezprzewodowej dla transmisji danych pomiarowych w sieciach inteligentnych, materiały konferencyjne XVI Conference „Computer Applications in Electrical; Engineering”, Poznań, 11-13 kwiecień 2011r., ss. 285 -286.
- [3] Kowalska A., Wilczyński A., Źródła rozproszone w systemie elektroenergetycznym. KAPRINT Lublin, 2007.
- [4] Marszałkiewicz K., Grządziński I, Trzeciak A.: Ocena wielokryterialna możliwości przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci elektroenergetycznej średniego napięcia. Wiadomości Elektrotechniczne 01/2012, SIGMA-NOT, s. 3-8.
- [5] Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej PGE Dystrybucja S.A.

DATA ACQUISITION SYSTEM FOR SMALL POWER GENERATION SOURCES

The paper presents technological solutions that make possible to develop supervision system to control operations of low-power sources. Operation of currently used control system depends on technological conditions, needs of the source operator and binding legal regulations. The mentioned conditions do not exhaust all the technological potentialities offered by modern devices that compose the SCADA system. For the reason the paper presents new standards of data exchange and equipment that can be applied to develop a supervision system, which could supply the required data to both the generation source operator and the power system operator. Such solution can make it possible to optimize the source and system operation with various decision criteria applied.